UNIVERSITÉS FRANCOPHONES

PASTORALISME

Troupeaux, espaces et sociétés

Ouvrage collectif
Coordinateurs :
Philippe Daget - Michel Godron

HATIER – AUPELF • UREF

UNIVERSITÉS FRANCOPHONES

PASTORALISME

Troupeaux, espaces et sociétés

Ouvrage collectif

Coordinateurs :

Philippe Daget - Michel Godron

HATIER - AUPELF • UREF

Coordination éditoriale : Claire-Marie La Sade
Mise en page : Véronique Chabert d'Hières

© HATIER 1995
ISBN : 2-218-**06259**-3
ISSN : 0993-3948

Diffusion ELLIPSES ou EDICEF selon pays

La loi du 11 mars 1957 n'autorise, aux termes des alinéas 1 et 3 de l'article 41, que les "copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective d'une part, et, d'autre part, que les analyses et courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration".
Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur, ou de ses ayants-droit ou ayants-cause, est illicite (loi du 11 mars 1957, alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal.

AVANT-PROPOS

La diffusion de l'information scientifique et technique est un facteur essentiel du développement. Aussi dès 1988, l'Agence francophone pour l'enseignement supérieur et la recherche (AUPELF-UREF), mandatée par les Sommets francophones pour produire et diffuser revues et livres scientifiques, a crée la collection **Universités francophones**.

Lieu d'expression de la communauté scientifique de langue française, **Universités francophones** vise à instaurer une collaboration entre enseignants et chercheurs francophones en publiant des ouvrages, coédités avec des éditeurs francophones, et largement diffusés dans les pays du Sud, grâce à une politique tarifaire préférentielle.

Quatre séries composent la collection :

• Les manuels : cette série didactique est le cœur de la collection. Elle s'adresse à un public de deuxième et troisième cycles universitaires et vise à constituer une bibliothèque de référence couvrant les principales disciplines enseignées à l'université.

• Sciences en marche : cette série se compose de monographies qui font la synthèse des travaux de recherche en cours.

• Actualité scientifique : dans cette série sont publiés les actes de colloques organisés par les réseaux thématiques de recherche de l'UREF.

• Prospectives francophones : s'inscrivent dans cette série des ouvrages de réflexion donnant l'éclairage de la Francophonie sur les grandes questions contemporaines.

Lors des journées agronomiques tenues à Laval en 1992, la Conférence internationale des directeurs et doyens des établissements d'enseignement supérieur d'expression française des sciences de l'agriculture et de l'alimentation (CIDEFA), réseau institutionnel de l'AUPELF-UREF, a inscrit parmi ses priorités la formation des ressources humaines en agriculture et en agro-alimentaire. C'est dans cet esprit que la collection Universités francophones a publié ***Initiation à l'économie agro-alimentaire*** et ***Agronomie moderne*** et fait paraître aujourd'hui ***Pastoralisme, troupeaux, espaces et sociétés***.

Notre collection, en proposant une approche plurielle et singulière de la science, adaptée aux réalités multiples de la Francophonie, contribue efficacement à promouvoir la recherche dans l'espace francophone et le plurilinguisme dans la recherche internationale.

Professeur Michel Guillou
Directeur général de l'AUPELF
Recteur de l'UREF

SOMMAIRE

Introduction (Michel Godron et Philippe Daget) 13
Liste des principales abréviations des grandeurs et unités utilisées 15

Chapitre 1. LES SYSTÈMES PASTORAUX (Jean-Claude Bille) 17

1. Le pastoralisme 17
1.1. Un mode d'élevage particulier 18
1.2. Un mode d'élevage souvent extensif 20

2. Un exemple de système pastoral 22
2.1. Le milieu 23
2.2. Les éleveurs 26
2.3. Le système de production 28

3. Tendances actuelles du pastoralisme 38
3.1. Démographie et pastoralisme 38
3.2. Appropriation des parcours 41
3.3. Usage de l'espace pastoral 43

Lectures complémentaires conseillées 43
Quelques questions et exercices 44

Chapitre 2. L'ÉCOLOGIE DES PARCOURS (Michel Godron) 45

1. Les terrains de parcours dans le monde 45

2. Les échelles d'espace et de temps pour le pastoralisme 49

3. Les zones écologiques 50
3.1. Une classification des climats du monde à l'usage des pastoralistes 50
3.2. Quelques modes de caractérisation du climat 51

4. La région et les saisons 61
4.1. Les interpolations entre stations météorologiques 62
4.2. Les "moyennes" climatiques sont souvent trompeuses 62
4.3. Les variations saisonnières du climat 65
4.4. La région climatique 66

5. Les échelles d'espace et de temps liées au paysage pastoral 66

6. La prise de nourriture et la station écologique 67
6.1. La flore et la végétation 67
6.2. Les types biologiques 68

6.3. La formation végétale 69
6.4. Les espèces dominantes 71
6.5. Les faciès de végétation 71
6.6. Les relevés 71

7. La cinématique et la dynamique de la végétation pastorale 72
7.1. Les successions dans le temps 72
7.2. L'équilibre entre la tendance "naturelle" de la végétation et la pression pastorale 73

8. Cartographie des pâturages 76
8.1. Principes généraux 76
8.2. Le choix des objets à représenter 76

9. La préparation d'un aménagement pastoral 80

10. La synthèse écologique par les modèles (Jean-Claude Bille) 80
10.1. Une approche globale 80
10.2. Des systèmes emboîtés 81
10.3. La dimension temporelle des systèmes pastoraux 81
10.4. Quelques caractéristiques des systèmes pastoraux 82
10.5. Systèmes associés 83
10.6. Classification des systèmes pastoraux 84

Lectures complémentaires conseillées 85
Quelques questions et exercices 86

Chapitre 3. LA VÉGÉTATION DES PÂTURAGES 87

1. Méthodes d'étude de la végétation des pâturages (Philippe Daget et Jacques Poissonet) 87
1.1. Quelques notions de base 87
1.2. Analyse de la flore 88
1.3. Analyse de la végétation parcellaire 89
1.4. Mesure du volume 93
1.5. Mesure de biomasse 93
1.6. Mesure indirecte 98

2. Pourquoi certaines plantes sont-elles fourragères ? (André Lapeyronie et Édouard Le Floc'h) 100
2.1. Plantes fourragères 100
2.2. Les arbres fourragers 107

3. Les végétations annuelles (Michel Grouzis) 111
3.1. Le cycle végétatif et son contexte climatique 112
3.2. Mise en place du peuplement herbacé annuel en milieu sahélien 113
3.3. L'établissement 116
3.4. Bilan de la reconstitution 119

Lectures complémentaires conseillées 119
Quelques questions et exercices 119

Chapitre 4. LES GRAMINÉES FOURRAGÈRES 121

1. Introduction (André Lapeyronie) 121
1.1. Place des Graminées dans la flore des pâturages 121
1.2. Structure et classification sommaires des Graminées 122
1.3. Caractéristiques des Graminées au pâturage 123

2. Principales Graminées des régions tempérées
(Philippe Daget et André Peeters) 125
2.1. Les Agrostidées 125
2.2. Les Avénées 125
2.3. Les Festucées 126
2.4. Les Triticées 128

3. Principales Graminées des régions méditerranéennes
(André Lapeyronie) 128
3.1. Les Avénées 128
3.2. Les Éragrostidées 128
3.3. Les Festucées 129
3.4. Les Phalaridées 131
3.5. Les Stipées 132
3.6. Les Triticées 133
3.7. Les Panicées 133
3.8. Les Andropogonées 134
3.9. Les Aristidées 134
3.10. Les Chloridées 135
3.11. Les Oryzées 136

4. Principales Graminées des régions tropicales 136
4.1. Afrique (Jean César, André Gaston, André Naegelé et Bernard Toutain) 136
4.2. Caraïbes (Jacques Fournet) 152
4.3. Madagascar (J. Rasambainarivo et R. Razafindratsita) 156
4.4. Inde (Jean-Pierre Puyravaud) 162
4.5. Océanie (Bernard Toutain) 165

Lectures complémentaires conseillées 174
Quelques questions et exercices 175

Chapitre 5. LES LÉGUMINEUSES, LES PLANTES DIVERSES PASTORALES ET LES ARBRES FOURRAGERS 177

1. Légumineuses 177
1.1. Généralités (André Lapeyronie) 177
1.2. Principales légumineuses des régions tempérées
(Philippe Daget et André Peeters) 179
1.3. Principales Légumineuses des régions méditerranéennes
(André Lapeyronie) 182
1.4. Principales Légumineuses des régions tropicales 185
1.4.1. Afrique
(Jean César, André Gaston, André Naegelé et Bernard Toutain) ... 185
1.4.2. Caraïbes (Jacques Fournet) 193

1.4.3. Inde (Jean-Pierre Puyravaud) 194
1.4.4. Océanie (Bernard Toutain) 195

2. Plantes diverses 196
2.1. Caractéristiques des plantes diverses au pâturage (André Lapeyronie) ... 196
2.2. Principales plantes diverses des régions tempérées (Philippe Daget et André Peeters) 197
2.3. Principales plantes diverses des régions méditerranéennes (André Lapeyronie) 199

3. Arbres fourragers (Philippe Daget et Édouard Le Floc'h) 206
3.1. Les arbres fourragers des régions tempérées 206
3.2. Principaux arbres fourragers des régions méditerranéennes 207
3.3. Principaux arbres fourragers des régions tropicales 210

Lectures complémentaires conseillées 217
Quelques questions et exercices 218

Chapitre 6. PRODUCTION ET PRODUCTIVITÉ PRIMAIRES DES PÂTURAGES .. 219

1. Quelques rappels 219

2. La production des parcours (Jean-Claude Bille) 220
2.1. La croissance végétale 220
2.2. La production et l'eau 225
2.3. Besoins minéraux des plantes 229
2.4. Les ligneux dans la production primaire 233
2.5. Influence des feux de brousse 237

3. Valeur alimentaire de la végétation (Philippe Daget) 241
3.1. Méthode analytique de caractérisation de la valeur 241
3.2. Méthode botanique de caractérisation de la valeur 243
3.3. Préférence des animaux 246

4. Modélisation de la production (Philippe Daget) 246
4.1. Modèles de bilans hydriques 246
4.2. Modèles énergétiques 248

Lectures complémentaires conseillées 256
Quelques questions et exercices 257

Chapitre 7. GESTION DU PÂTURAGE 259

1. Les types de pâture (Philippe Daget) 259
1.1. Régions ouvertes 259
1.2. Pâtures guidées 262
1.3. Pâtures closes 262

2. Le feu et ses incidences pastorales (Louis Trabaud) 263
2.1. Relations historiques entre les feux et le pâturage 263
2.2. Le feu dans les régions méditerranéennes 264
2.3. Le feu dans les steppes non méditerranéennes 267
2.4. Utilité du feu ? 269

3. Les feux de brousse dans les savanes africaines (Véronique Bruzon) 269
3.1. Usages et rôles des feux de brousse 270
3.2. Les types de feux 272
3.3. Le rôle du feu dans la dynamique des savanes 273
3.4. Gestion des pâturages par le feu 278
3.5. Perspectives 282

4. Les clôtures (Philippe Daget) 282
4.1. Types de clôture 283
4.2. Les ouvertures 288
4.3. Aspects techniques 290

5. Les blocs à lécher (Philippe Daget) 291
5.1. Utilisation des blocs à lécher 291
5.2. Fabrication des blocs à lécher 291

Lectures complémentaires conseillées 292
Quelques questions et exercices 292

Chapitre 8. LES ANIMAUX AU PÂTURAGE 295

1. Introduction sur les races du troupeau (Alain Bourbouze) 295

2. Ethnologie animale (Philippe Daget et Philippe Lhoste) 296
2.1. Bovins 297
2.2. Ovins 307
2.3. Caprins 313
2.4. Camélidés 316
2.5. Chevaux et ânes 320
2.6. Cervidés 321
2.7. Chien 321

3. Sélection génétique (Philippe Lhoste) 322
3.1. En milieu d'élevage traditionnel 322
3.2. Par introduction de races étrangères 324

4. Gestion de l'animal sur le parcours (Alain Bourbouze) 324
4.1. Les interactions entre l'animal et la végétation pastorale 325
4.2. La gestion des troupeaux sur parcours 339
4.3. Actions sur la structure des troupeaux 354

Lectures complémentaires conseillées 358
Quelques questions et exercices 359

Chapitre 9. LE TROUPEAU AU PÂTURAGE
(Gérard Guérin et Bernard Hubert) 361

1. Points de vue sur l'espace pastoral (Bernard Hubert) 361
1.1. Les masses végétales de l'espace écologique 361
1.2. Le point de vue sur l'animal au pâturage 362
1.3. Le point de vue de l'éleveur 362
1.4. La perception du temps 363

2. Comprendre, décrire et représenter un système d'élevage 364
2.1. Partir de l'observation des pratiques de l'éleveur 364
2.2. S'approcher du modèle d'action de l'éleveur 365

3. Le concept de fonction pour l'analyse, la description et la représentation des pratiques 365
3.1. Chaîne de pâturage 366
3.2. Le cadre opérationnel 366

4. La demande 366
4.1. Préalables : des lots pratiques représentés par l'animal pilote 366
4.2. Le découpage temporel de la demande 367
4.3. Analyse de la demande alimentaire 369

5. L'offre alimentaire 369
5.1. Les données de base sur l'offre 370
5.2. Un exemple 373
5.3. La conduite des surfaces 375

6. De l'ajustement demande/offre à la stratégie alimentaire 377
6.1. L'affectation des surfaces 377
6.2. Le système fourrager intègre la sécurité des ressources 379
6.3. De l'enchaînement des fonctions à la stratégie d'alimentation. 380

7. De la stratégie alimentaire à l'appui technique 382

Lectures complémentaires conseillées 383
Quelques questions et exercices 383

Chapitre 10. LES ENQUÊTES ZOOTECHNIQUES ET LEUR INTERPRÉTATION
(Dominique Planchenault et Daniel Bourzat) 385

1. Introduction 385

2. Enquêtes 386
2.1. Types d'enquêtes 386
2.2. Objectifs des enquêtes zootechniques 387
2.3. Plan de sondage 387
2.4. Questionnaire 388

3. Les suivis zootechniques 390
3.1. L'identification individuelle des animaux 390

3.2. Les buts du suivi 391
3.3. Mise en place d'un suivi 392

4. Résultats obtenus à l'aide des enquêtes et des suivis zootechniques 394
4.1. Les structures de troupeau 394
4.2. Développement du troupeau 397
4.3. Les paramètres de production 399

Lectures complémentaires conseillées 404
Quelques questions et exercices 404

Chapitre 11. LES PEUPLES PASTEURS 405

1. Caractéristiques des peuples pasteurs (Jean-Claude Bille) 405
1.1. Cadre socio-culturel 405
1.2. Mode de vie 406

2. La crise pastorale (Étienne Pamo-Tedonken) 407
2.1. Présentation des structures sociales d'une population pastorale traditionnelle : les Foulbé 407
2.2. Analyse de la gestion spatiale 409
2.3. La décadence des sociétés pastorales 415

3. Un progrès technique assimilé : conséquences (M. Papoli-Yazdi) 417
3.1. Les techniques traditionnelles de transformation du lait 418
3.2. Une innovation technique : l'écrémeuse 420

Lectures complémentaires conseillées 424
Quelques questions et exercices 424

Chapitre 12. ÉVOLUTION DES PÂTURAGES 425

1. La dégradation des pâturages
(Philippe Daget, Michel Godron et Jacques Poissonet) 425
1.1. Le concept de dégradation 425
1.2. Production et climax 425
1.3. Un modèle d'équilibre dynamique 427

2. Évolution des parcours en régions tempérées (Gérard L'homme) 431
2.1. Évolution de la végétation 431
2.2. Diagnostic appliqué à la gestion du pâturage 435
2.3. Choix d'un itinéraire technique 436
2.4. Techniques de lutte contre les plantes envahissantes 441
2.5. Extension et amélioration d'une estive sur lande de callune. Résultats à long terme 446
2.6. Conclusions 449

3. Évolution des parcours méditerranéens
(Yasmina Djellouli et Dalila Nedjraoui) 449

3.1. Les facteurs de dégradation 449
3.2. Méthodes d'amélioration et de restauration des parcours 450
3.3. Cas des parcours steppiques en Algérie 451
3.4. Caractérisation pastorale des parcours steppiques 454

4. Évolution des parcours tropicaux
(Gabriel Boudet, Philippe Daget et Georges Rippstein) 458
4.1. Région sahélienne 458
4.2. Savanes humides 468

5. Principe général de l'amélioration des pâturages (Philippe Daget) 470

Lectures complémentaires conseillées 471
Quelques questions et exercices 472

Chapitre 13. QUELQUES ASPECTS JURIDIQUES DU PASTORALISME 475

1. Les outils juridiques pour la maîtrise du foncier dans les régions pastorales françaises (Monique Bégon) 475
1.1. Assurer la sécurité foncière 475
1.2. Organisation collective des éleveurs 481
1.3. Conclusion 482

2. Faire boire les animaux en zone aride (André Marty) 482
2.1. La zone d'étude 482
2.2. L'accès à l'eau 483
2.3. Un enchevêtrement de droits 484
2.4. Nécessité d'un nouvel ordre plus solidaire et responsable 486

3. Le pastoralisme africain face aux problèmes fonciers (Étienne Le Roy) .. 487
3.1. Quelques précautions de méthode 488
3.2. Un modèle des maîtrises foncières 490
3.3. Diversité des solutions et des montages juridico-fonciers 493
3.4. La sécurisation foncière et le droit moderne 504

Lectures complémentaires conseillées 509

INTRODUCTION

L'ouvrage ***Pastoralisme*** présenté ici s'ajoute à la collection des manuels dont l'AUPELF dirige la destinée. Ce livre a été rédigé pour ceux qui, étudiants dans l'enseignement agronomique, veulent connaître les pâturages extensifs, leur étude, leur gestion et leur place dans le monde. Ces pâturages, qui constituent 9/10^{e} de la surface en pâture dans le monde, voient leur importance diminuer dans les pays en voie de développement (PVD), notamment au sud du Sahara, mais augmenter dans les régions intensives avec la déprise agricole.

Un ouvrage récent de vulgarisation s'interrogeait sur la pauvreté des "pays du Sud", et affirmait qu'elle était en grande partie due à leur mode de mise en valeur. En effet, assurait l'auteur, les agricultures de ces pays sont surtout orientées sur la production de protéines animales par l'élevage extensif, or un hectare de "prairie permanente", c'est-à-dire, pour cet auteur, de toute formation végétale spontanée utilisée pour l'élevage – de savane, de steppe, d'alpage, de badiah marginal, ou même de désert – ne peut nourir que 2 hommes, alors qu'un hectare de pommes de terre en nourrit 17 ! Nous espérons montrer ici que les pâturages méritent d'être étudiés, que leur production peut être améliorée, et que leur mise en valeur par l'élevage peut être rationnelle. En effet, les terrains de parcours sont installés sur des sols pauvres, où des conditions climatiques sévères interdisent un développement agricole selon le modèle européen.

Cet ouvrage est l'œuvre de personnes relevant d'une très grande variété d'institutions d'enseignement ou de recherche et d'organismes professionnels. Autour des deux coordinateurs, Michel Godron, professeur à l'Institut de Botanique de l'université Montpellier II, et Philippe Daget, ingénieur CNRS dans cet institut puis au CIRAD-EMVT, ont été réunis des ingénieurs et des chercheurs de l'ORSTOM : Jean-Claude Bille, Michel Grouzis ; du CIRAD-EMVT : Dominique Bourzat, Véronique Bruzon, Jean César, André Gaston, Philippe Lhoste, Dominique Planchenault, Bernard Toutain ; de l'IRAM : André Marty ; de la FAO : Antoine Naegelé ; du CNRS : Édouard Le Floc'h, Louis Tarbaud ; de l'INRA : Jean-Claude Chassany, Jacques Fournet, Bernard Hubert ; de l'ITOVIC : Gérard Guérin ; de la Chambre d'agriculture : André Pfimlin ; la plupart d'entre eux membres de l'Association française de pastoralisme. Et venant d'horizons plus lointains : J. Rasambainarivo et Roger Razafindratsita au département de recherches zootechniques et vétérinaires du FOFIPA à Antananarivo (Madagascar), Dalila Nedjraoui à l'USTHB d'Alger (Algérie), Jacques Poissonet à l'INERA de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), Jean-Pierre Puyravaud à l'Institut français de Pondichéry (Inde), Étienne Pamo-Tedonken à l'université Yorks de Dschang (Cameroun) ; des enseignants : Alain Peeters de l'université de Louvain-la-Neuve (Belgique), Étienne Le Roy de

l'université Paris I, Alain Bourbouze du CIHEAM-IAM de Montpellier (France), Yasmina Djellouli de l'USTHB d'Alger (Algérie), André Lapeyronie, Gérard L'homme et Monique Bégon de l'ENITA de Clermont-Ferrand (France), Mohamed Papoli-Yazdi de l'université de Mezdred (Iran).

Enfin, rien n'aurait pu être fait sans la participation active de Madame Duffour de La Vernède et de Monsieur Ferris qui ont eu en charge la partie matérielle de la préparation de cet ouvrage ; qu'ils en soient vivement remerciés.

Michel Godron et Philippe Daget

LISTE DES PRINCIPALES ABRÉVIATIONS DES GRANDEURS ET UNITÉS UTILISÉES

Outre les abréviations classiques normalisées en physique, chimie ou bioclimatologie, les auteurs de ce manuel utilisent les abréviations suivantes plus spécifiques au pastoralisme.

CA indice de potentialité agricole
Ch charge
CSP contribution spécifique présence
CSC contribution spécifique contact
CSI contribution spécifique dans la panse
CS_i contribution de l'espèce *i*
EB énergie brute
ED énergie digestible
EM énergie métabolisable
EU énergie contenue dans les urines
EF énergie contenue dans les fèces
EG énergie contenue dans les rejets de méthane
ET évapotranspiration Penman
ETP évapotranspiration potentielle
ETR évapotranspiration réelle
I indice d'arido-humidité
IM indice minéral
IS_i indice spécifique de valeur bromatologique de l'espèce *i*
MAB matières azotées brutes
MAD matière azotée digestible
MAT matière azotée totale
Mcel matière cellulosique
MM matières minérales, cendres
MO matière organique
MS matière sèche (g MS = grammes de matière sèche)
N unité azote (1 N = 1 kg d'azote pur dans un engrais brut)
Q_2 quotient climatique d'Emberger
P unité phosphore (1 P = 1 kg de phosphore pur dans un engrais brut)
RFU réserve hydrique utilisable du sol
SE *starch equivalent* (équivalent amidon)
UF unité fourragère
UFL unité fourragère lait
UFV unité fourragère viande
UGB unité de gros bétail
UBT unité de gros bétail tropical
UO unité ovine
VP valeur pastorale

Chapitre 1

LES SYSTÈMES PASTORAUX[1]

D'un commun accord, les auteurs de ce manuel ont souhaité le commencer par la description d'un **système pastoral**, pour deux raisons. Tout d'abord, pour montrer au lecteur que le pastoralisme n'est pas seulement un ensemble de techniques, mais l'approche globale d'un ensemble de relations entre le climat, le sol, la végétation, les animaux et les hommes. Le meilleur moyen de communiquer cette conviction a semblé de présenter une vue d'ensemble de la vie d'un peuple pasteur plutôt qu'une analyse simplificatrice. La deuxième raison est que cette description annonce le plan d'ensemble de ce manuel, en suivant la démarche logique, devenue classique en écologie des paysages, et qui comprend toutes les phases d'une étude pastorale :

- l'étude du climat, puisque celui-ci commande la plupart des mécanismes écologiques, le plus souvent par l'intermédiaire de la végétation et des formes du relief (la géomorphologie) et parce que cette étude du climat comporte en outre l'étude de l'érosion qu'un pastoraliste ne doit jamais oublier (chapitre 2) ;
- l'étude de la végétation, qui comprend elle-même un échantillonnage, la réalisation de "relevés" sur le terrain et leur interprétation, la réalisation d'une typologie écologique, l'estimation de la production végétale en fonction de l'action des animaux (chapitres 3 à 7) ;
- l'étude des troupeaux sous ses principaux aspects (chapitres 8 à 10) ;
- celle des sociétés qui en vivent et de leurs problèmes concrets (chapitres 11 à 13).

1. LE PASTORALISME

Le pastoralisme est un monde, et le but de ce chapitre est d'en présenter les principaux caractères et de mettre en évidence quelques problèmes qui seront ensuite analysés, sinon résolus, dans les chapitres suivants. Cette présentation générale sera concrétisée par la description d'un exemple très typique de l'est de l'Afrique.

---

1. Les données, tableaux ou graphiques illustrant ce chapitre ont été extraits, sauf mention contraire, d'études et de documents réalisés par J.-C. Bille pour le Centre international pour l'élevage en Afrique (ILCA) à Addis-Abeba (Éthiopie).

1.1. Un mode d'élevage particulier

On met généralement en relief le **caractère mobile** de l'élevage pastoral, mais le déplacement saisonnier des animaux sur de longues distances n'est pas une caractéristique constante de ce qu'il est convenu de considérer comme élevage pastoral. Par contre, le pastoralisme est indissociable de la notion de "parcours", terme qu'il faut maintenant préciser.

1.1.1. Les parcours

La notion de **parcours** fait appel à la fois à des considérations sur la conduite des animaux et à des aspects liés à la gestion de l'espace. Elle implique des déplacements d'une ampleur certaine. On peut, dans un premier temps, admettre l'équivalence entre pastoralisme et élevage sur des "parcours". Un parcours est d'abord un lieu où le troupeau peut se déplacer assez *librement*, voire sans aucune contrainte autre que la distance nécessaire pour s'abreuver. Le plus souvent, le berger accompagne les animaux, recherche une aire approximative où prélever la nourriture, veille à ce que les animaux aient accès à l'eau, restent groupés et bénéficient d'une sécurité satisfaisante. Le gardien du troupeau accepte habituellement que celui-ci refuse de rester sur l'espace proposé et décide d'aller vers un autre lieu, selon la direction et les modalités déterminées par l'animal meneur qui connaît le terrain pour l'avoir déjà exploré au cours des années précédentes.

Les animaux peuvent être totalement libres à l'intérieur d'un grand secteur, enclos ou non. Dans certains cas, comme celui des chèvres en Corse, les animaux reviennent spontanément chaque jour vers le lieu d'abreuvement ou vers leur abri, ou encore vers l'endroit où ils savent trouver des blocs de sel et où l'on pratique la traite. Dans certains alpages du massif des Écrins (France), le troupeau reste plusieurs mois sans contrainte à l'intérieur d'un territoire enclos par des limites naturelles ; une gestion analogue s'est développée sur des parcours d'éleveurs traditionnels d'Afrique ou d'Asie, lorsque des écoles sont devenues accessibles aux enfants qui gardaient une partie du bétail dans le passé, ou lorsque les jeunes gens de la famille ont dû chercher à l'extérieur du village un complément de revenus monétaires. Cet abandon du gardiennage s'accompagne parfois d'inconvénients sérieux : perte d'animaux et multiplication des accidents, surtout chez les jeunes, développement de maladies parasitaires, prédation et vol.

Les formes modernes de pastoralisme se caractérisent parfois, comme dans les estives pyrénéennes, par une multiplication des clôtures qui réduisent considérablement l'initiative des animaux et aggravent les erreurs de gestion. En effet, la gestion du parcours est un compromis entre la recherche d'un bénéfice maximal pour l'animal et des impératifs de protection du milieu ou de respect du territoire alloué à l'éleveur par la loi ou les conventions. L'entretien du milieu doit éviter aussi bien le **surpâturage** que la sous-utilisation qui favorise le passage de feux trop violents et trop répétés ou l'envahissement par les arbres dans des pâtures issues de forêts anciennes. Il s'agit, dans les deux cas, de *conserver le potentiel productif du terrain et la qualité des aliments offerts, voire de les améliorer par le choix des modalités de pâture.*

L'expérience montre que les pasteurs ont rarement évité l'écueil du surpâturage et que l'augmentation du cheptel se traduit trop souvent par un usage excessif des surfaces pâturées. Le territoire s'appauvrit alors au point qu'une mauvaise saison suffit pour décimer le troupeau.

1.1.2. Des milieux peu artificialisés

La principale caractéristique des parcours est sans doute que la flore y reste essentiellement constituée par des espèces spontanées, même si la végétation a été influencée par l'homme à des degrés divers. Rappelons que la **flore** d'un territoire est la liste des espèces qui y croissent, alors que la **végétation** est le "tapis" végétal, qui se caractérise par la hauteur, le volume, la stratification et la pérennité des plantes. Cette flore spécifique dépend du climat, du sol, de phénomènes historiques, et sa connaissance est indispensable pour estimer la valeur pastorale du milieu (voir chapitres 3 à 6). Tous les peuples pasteurs ont un vocabulaire très riche pour désigner les plantes, utilisant parfois plusieurs mots pour la même espèce vue à des stades phénologiques différents. Ainsi, les Fulbé d'Afrique ont quatre termes pour l'*Echinochloa colona* : **burugué** pour l'herbe inondée, **hudo wendu** au stade jeune, puis **hudo belé** au moment où elle est la plus nutritive, et **yakabré** à fructification. En contrepartie, plusieurs espèces peuvent recevoir le même nom si leur phénologie, leur biotope et leur valeur alimentaire sont comparables : en France, le "chiendent" peut être *Agropyrum repens*, *Cynodon dactylon* et même *Holcus mollis*.

Toutes les formations végétales pâturées possèdent une **dynamique** qui leur est propre et sur laquelle l'homme agit en manipulant les conditions d'utilisation de l'herbe. L'art du pastoraliste consiste à choisir les espèces animales les mieux adaptées, les périodes d'exploitation, l'intensité et la durée de la pâture. Les connaissances nécessaires semblent subjectives et sont rarement explicitées de façon rationnelle : questionnés, les bergers justifient leurs décisions en termes de bénéfice durable pour l'animal. L'équilibre entre la pression du troupeau et la réaction des espèces est plus ou moins stable, et la végétation oscille entre des stades d'appauvrissement et de régénération pendant lesquels la biomasse végétale augmente.

Les parcours sont aussi des **milieux diversifiés** : des nuances s'expriment dans le détail de la composition floristique de la végétation, même si les espèces dominantes restent constantes. Ces nuances peuvent être liées :
– au couvert ligneux, plus ou moins dense, qui sert d'abri au bétail pendant les heures chaudes ;
– aux variations de roche-mère ;
– à des pentes plus ou moins bien exposées ;
– au mode de pâturage et en particulier aux aires de repos.

La diversité des milieux est un atout majeur pour les pasteurs, car elle permet d'associer des espaces complémentaires, tels que collines et vallées, où les plantes diffèrent et peuvent être consommées à des époques successives. Inversement, lorsque les cultures envahissent les fonds de vallées, les pastoralistes sont privés d'une fraction du territoire dont la surface, si faible soit-elle, est essentielle pour assurer des ressources à certaines saisons critiques.

1.1.3. Des milieux défavorisés

La concentration du pastoralisme sur les espaces les plus pauvres est généralement un phénomène historique. Dans la plupart des pays, les meilleures terres sont cultivées. De fait, *les sols des terrains de parcours sont souvent impropres aux cultures,* à cause de leur pauvreté chimique, de la médiocrité de leur régime hydrique, de leur caractère excessivement pierreux ou de leur forte pente. En Europe, les parcours sont parfois d'anciens marécages mal drainés qui abritent, en plus du bétail, une faune sauvage que l'on veut sauvegarder.

Cependant, une large majorité de parcours se situe dans des régions où *c'est le climat qui ne permet pas les cultures.* En zones tempérées, il s'agit des montagnes en-

neigées pendant une longue période ; la saison de végétation y est de courte durée et l'utilisation pastorale est réduite aux mois d'été. Le froid explique aussi le pastoralisme sur les toundras, où de vastes espaces sont nécessaires aux rennes pour collecter leur nourriture. *L'aridité est une cause encore plus répandue d'affectation pastorale*, qu'elle soit combinée au froid sur les hauts plateaux d'Asie centrale ou des Andes, ou à des températures élevées en zones tropicale et méditerranéenne. Le Sahel est un cas typique d'espace pastoral.

1.2. Un mode d'élevage souvent extensif

Une autre approche du pastoralisme consiste à examiner les techniques d'élevage qui lui sont propres et leurs conséquences en matière d'utilisation de l'espace. Une conséquence de la valeur médiocre des parcours est que les investissements doivent y être réduits au plus bas niveau : les parcours sont souvent dépourvus de routes, les points d'eau artificiels y sont rares, les villages absents ou sommaires, l'assistance médicale ou vétérinaire exceptionnelle. L'éleveur ne pourra ni s'approvisionner, ni scolariser ses enfants, ni commercialiser ses produits sur place ; il ne pourra que rarement se fixer durablement et devra, au moins occasionnellement, quitter son territoire habituel.

La notion d'élevage extensif est surtout d'ordre économique et suppose que les produits animaux sont obtenus avec une faible mobilisation de capitaux ou de main-d'œuvre. On admet que l'animal n'exprimera pas tout son potentiel productif : il aura par exemple une croissance plus lente, ou réduite, il sera moins prolifique et les femelles fourniront moins de lait. De même, la production par unité de surface ne sera pas maximale et on n'interviendra que très peu pour l'augmenter.

1.2.1. De vastes territoires

L'élevage extensif se pratique sur de grands espaces, vastes, non seulement parce que peu productifs, mais aussi parce qu'ils doivent garantir la nourriture du bétail, ou au moins l'essentiel de cette nourriture, quels que soient les aléas du climat et les fluctuations du marché. Si les pluies sont plus rares que de coutume, ou si le manque d'acheteur oblige à conserver plus longtemps que prévu les bêtes en excédent, l'éleveur devra malgré tout se maintenir sur son territoire sans envahir les voisins qui connaissent des difficultés identiques.

Le territoire utilisé par un troupeau est donc plus grand qu'il n'est utile les années fastes, et s'étend sur plusieurs dizaines voire quelques centaines de kilomètres. On y prévoit parfois un secteur de recours, utilisé lorsque l'exploitation est en danger, secteur peu accessible et lointain, dont l'utilisation se traduit par des difficultés plus élevées et des dépenses accrues. On peut encore réserver une aire "sacrifiée", qui sera volontairement surpâturée en cas de nécessité, puis remplacée par une autre pendant la période nécessaire à sa régénération. Plus fréquemment, le cycle de pâture s'établit en fonction des circonstances climatiques, et il existe à chaque moment de l'année plusieurs options pour l'éleveur et plusieurs itinéraires pour passer d'un espace à un autre.

Dans ces conditions, la conduite du troupeau se caractérise par sa **flexibilité**, et les décisions journalières sont fonction des conditions du moment, bien qu'elles obéissent à des principes généraux constants dictés par les impératifs alimentaires du cheptel. Outre les contraintes alimentaires, d'autres facteurs, tels que la situation sanitaire, une recrudescence du parasitisme, ou une infestation temporaire par les

glossines, peuvent amener le pasteur à modifier son plan d'exploitation du territoire, à déplacer les parcs de nuit, à sceller de nouvelles alliances avec des voisins ou à abandonner sa zone habituelle. Les conflits temporaires dans certains pays et les tribulations éventuelles au passage des frontières politiques peuvent encore influencer des itinéraires immémoriaux pour la recherche de l'herbe.

Par suite, le territoire pastoral traditionnel ne présente que des *limites floues et évolutives*. Telle année, désastreuse pour un groupe d'éleveurs, pourra être climatiquement acceptable à cent kilomètres de distance, si la végétation est constituée d'annuelles. L'entraide entre éleveurs peut permettre de répartir le risque, et ceux qui sont favorisés accepteront parfois un envahissement par leurs voisins qui les aideront le moment venu. Lorsque se côtoient des groupes ethniques différents, de tels accords de bon voisinage sont rares et l'expansion se fait par la force. Dans le passé, on trouvait souvent des secteurs tampons entre peuples différents et les affrontements étaient diminués d'autant ; l'augmentation des populations ne laisse plus guère de surfaces inoccupées et les conflits sont devenus fréquents.

1.2.2. Des animaux adaptés

En élevage extensif, les animaux sont soumis à des contraintes particulières : longs déplacements journaliers pour trouver la nourriture, abreuvement irrégulier et eaux saumâtres, prélèvements excessifs de lait par les hommes au détriment des jeunes bêtes, conditions climatiques pénibles, nutrition déséquilibrée pendant une partie de l'année. Dans certains cas extrêmes, les bovins sont partiellement saignés pour l'alimentation humaine ou doivent porter des charges excessives ; les moutons peuvent n'avoir accès à l'eau que tous les quatre ou cinq jours, les dromadaires après dix ou douze jours.

La première qualité de l'animal est alors sa rusticité qui lui permet de survivre à partir d'aliments grossiers, où les protéines sont déficitaires, et d'assurer sa reproduction malgré l'amaigrissement et les mauvais traitements. Le développement des animaux est perturbé et la perte de poids corporel inéluctable en période de disette ; la croissance compensatoire en période d'abondance ne représente qu'un pis-aller, le point important étant la survie de l'individu. Les éleveurs sont même convaincus de l'augmentation de la rusticité avec l'âge, et conservent de vieilles femelles au sein du troupeau pour la résistance dont elles ont fait preuve durant leur vie et qu'on espère voir transmise à leur descendance. Les mâles sont alors sélectionnés à partir de leur format et de leur vitalité, tandis que les reproductrices sont choisies en fonction de leur aptitude à la survie.

Par bien des aspects, l'animal adapté à l'élevage extensif est *resté proche des herbivores sauvages* avec lesquels il partage certaines qualités. Ainsi, sa fertilité est influencée par son alimentation et donc par le climat de l'année : une année favorable est suivie d'une explosion de la population de bovins ou d'ovins, comme de celle d'antilopes ou de zèbres.

Les races rustiques résistent, aussi, mieux aux attaques des parasites, y compris les trypanosomes. Certains bovins africains sont connus pour leur très faible sensibilité à la trypanosomiase (races Ndama ou Baoulé, entre autres), et même les zébus résistent à une infestation modeste lorsqu'ils sont suffisamment nourris. La résistance à une maladie est parfois locale, comme dans le cas des petits zébus d'Afrique de l'Est et de la "fièvre de la côte Est". Un trop grand nombre d'essais d'introduction de races améliorées en conditions d'élevage extensif se sont soldés par des échecs, et le coût financier des réussites techniques est habituellement prohibitif.

L'élevage extensif est donc un élevage spécialisé, qui nécessite des animaux adaptés ayant fait l'objet d'une sélection particulière au fil des temps, et non un élevage dégradé.

1.2.3. Un mode de vie particulier

Les nombreuses compétences nécessaires au pasteur ont été déjà évoquées à propos de la gestion du territoire. Il a été noté qu'une certaine mobilité des éleveurs est fréquente lorsqu'ils ne disposent pas de moyens de déplacement modernes pour rejoindre les troupeaux ou lorsque le climat ne permet pas le maintien du bétail dans un secteur bien précis. *Ces déplacements ont des conséquences dans divers domaines et d'abord en matière d'habitat.*

L'accès à l'herbe empêche les éleveurs de cohabiter dans de gros villages, puisque les ressources végétales proches seraient insuffisantes pour un grand nombre de têtes. Il est usuel qu'une partie des ressources nécessaires au cours de l'année, ou lors de périodes difficiles, soit éloignée. Il faut disposer au minimum d'un ou plusieurs abris en dehors du lieu de résidence principal. Chaque campement ne sera occupé que pendant des périodes qui ne justifient pas d'installations complexes. Pour les groupes les plus mobiles, l'abri se déplace avec son propriétaire (tentes des nomades et yourtes mongoles) et peut être bâti en quelques heures.

Le besoin d'espace entraîne en outre un relatif **isolement** des familles pastorales, et le campement ne regroupe que le nombre de personnes nécessaire pour la réalisation des principales tâches, comme le gardiennage du bétail subdivisé en quelques troupeaux selon les espèces (bovins, petits ruminants...), et non selon des critères de propriété des animaux. Cet isolement se traduit par une plus grande dépendance des hommes vis-à-vis des animaux qui, à côté de quelques produits de cueillette, fournissent l'alimentation quotidienne des familles. Dans les cas les plus typiques, les produits laitiers constituent la base de l'alimentation, complétée par quelques céréales, fruits ou légumes achetés.

Enfin, les *aspects fonciers sont affectés par l'occupation temporaire des terres.* L'éleveur est rarement propriétaire du sol à titre privatif, et possède au mieux un droit d'usage, plus souvent disputé que reconnu. Ce statut particulier des terres peut ne s'appliquer qu'à une fraction du territoire : c'est le cas des estives d'Europe où la "vaine pâture" (c'est-à-dire l'accès de tous les habitants d'un village ou d'un groupe) a pratiquement disparu au profit de droits concédés officiellement à des individus, ou de propriété commune à plusieurs individus. Dans d'autres pays, le terrain peut être approprié par des cultivateurs. Tout autant que la faible valeur du terrain, l'absence de propriété pastorale individuelle rend plus difficile l'amélioration des surfaces utilisées, surtout si le droit d'usage n'est pas garanti pour une longue durée.

2. UN EXEMPLE DE SYSTÈME PASTORAL

Les formes de pastoralisme sont variées et comportent en particulier des formes modernes qui seront décrites par la suite, mais seront illustrées en premier lieu par l'analyse de certains caractères d'un élevage pastoral très traditionnel, celui des pasteurs borana d'Afrique de l'Est.

2.1. Le milieu

Le pays borana est situé dans l'extrême sud de l'Éthiopie, le long de la frontière avec le Kenya (figure 1.1). C'est un plateau dont l'altitude varie de 1 000 à 1 540 mètres, situé entre des montagnes au nord et une falaise de 400 mètres qui domine le désert de Chalbi au sud. Quelques reliefs, dont le plus important est la montagne de Méga, entourés de régions cultivables, échappent au domaine pastoral. Les localités mentionnées sur la carte ne sont pas des villages à proprement parler, mais des points d'abreuvement du bétail. Ce sont des puits traditionnels, qui sont parfois situés dans des cratères de volcans, comme Dillo, Gorate ou Medacho ; un volcan particulier, celui de Soda, possède un lac de cratère d'où l'on extrait du sel.

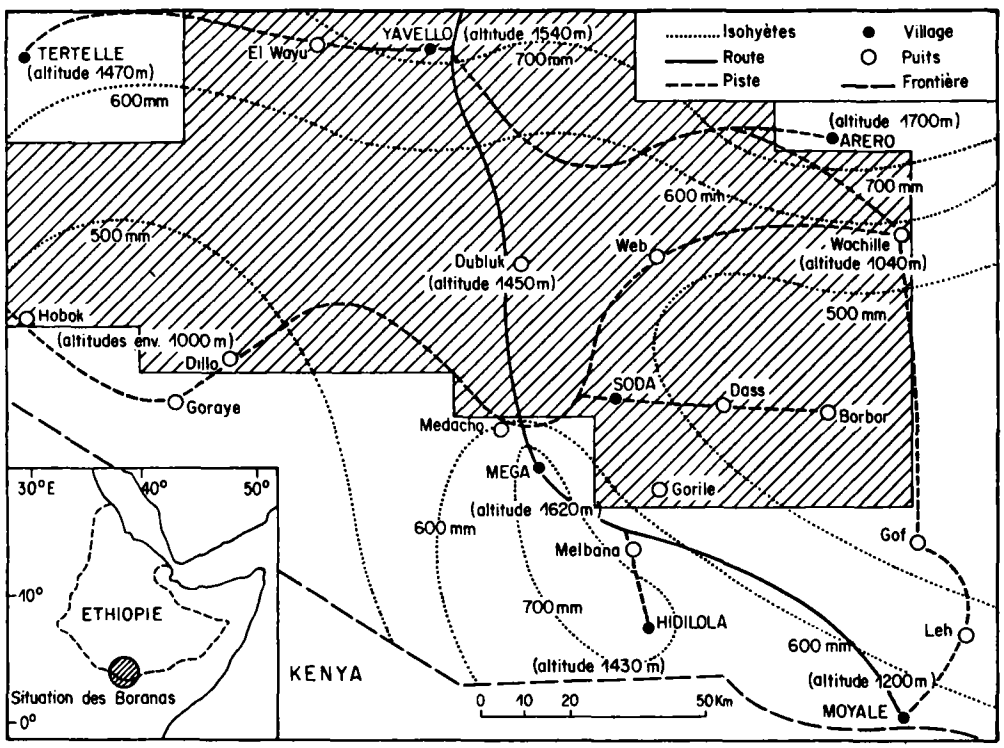


Figure 1.1. Le pays borana (hachures : secteur d'étude).

Le nord-est de la région est granitique, avec des sols en majorité sableux et pauvres ; le sud-ouest est volcanique et plus diversifié, comportant des plateaux caillouteux sur basaltes tertiaires, des coulées de lave récentes qui n'ont pas encore été colonisées par la végétation, et des bassins colluviaux à argiles noires. La surface concernée est de l'ordre de 1 500 000 ha, équivalente à plus de deux départements français.

2.1.1. Climat

Les précipitations atteignent 500 à 700 mm·an^{-1}, mais les pluies sont concentrées en deux saisons (avril-mai, puis octobre-novembre). Chaque saison humide est très variable ; le tableau 1.1 indique les précipitations mensuelles au cours des années 1980 et 1982, pour quatre stations. La deuxième saison humide est aléatoire et la première peut être assez réduite. Les précipitations annuelles sur les parcours sont habituellement comprises entre 300 et 600 mm, et la nébulosité est élevée de juin à septembre. La température moyenne reste assez constante au cours de l'année et

proche de 20 °C ; dans ces conditions, il faut au moins 40 mm d'eau par mois pour que les plantes puissent se développer. Le tableau souligne les valeurs correspondantes, et il apparaît que chaque saison de croissance végétale dure de 1 à 3 mois, sauf pour la région agricole d'Hidi Lola où elle atteint parfois 4 mois.

Tableau 1.1. Distribution des pluies en pays borana.

Mois	Yavello		Dubluk		Wachille		Hidi-Lola	
	1980	1982	1980	1982	1980	1982	1980	1982
Janvier	4		4	2			7	1
Février	1	37	7	28	1	17	11	25
Mars	29	47		47	92	36	14	61
Avril	121	109	66	67	145	159	77	158
Mai	185	84	83	86	4	120	102	428
Juin	1	1				35	20	
Juillet		1	1		3	35	17	
Août	6			1		4	6	93
Septembre	5	22			13		80	84
Octobre	21	34		119	40	74	116	214
Novembre	46	67	39	92	39	77	69	49
Décembre	56	73				24		29
(Année)	419	458	200	515	338	551	604	1 087

La figure 1.2 a été établie pour la petite ville de Moyalé qui est hors secteur, mais où des séries d'observations plus longues sont disponibles. Le diagramme ombrothermique confirme l'existence des deux saisons favorables, respectivement de 3 et 2 mois en moyenne, et l'étude pluriannuelle révèle la possibilité d'assez longues périodes de sécheresse. Sur les arènes granitiques et les regs volcaniques, une fraction importante de l'eau s'écoule vers les vallées ou se rassemble dans les cuvettes dont les vertisols sont marécageux et asphyxiques. Bien que le pays borana ne soit pas climatiquement très défavorisé, les cultures y sont trop souvent incertaines pour constituer une spéculation viable.

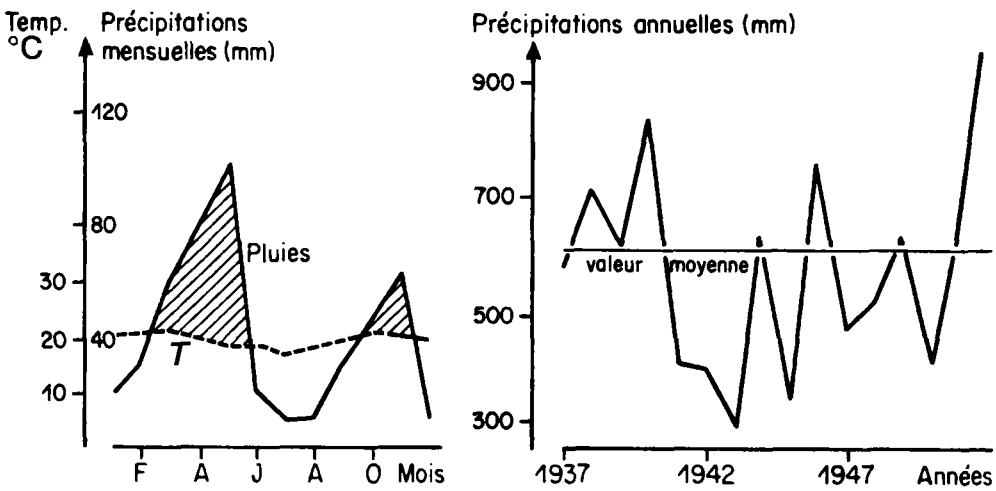


Figure 1.2. Diagramme ombrothermique et variations des précipitations annuelles à Moyalé (Éthiopie).

2.1.2. Isolement

Aux conditions naturelles peu propices s'ajoute l'isolement de la région, qui n'est traversée que par une seule route, peu fréquentée, car elle est interrompue brusquement à la frontière avec le Kenya. Les voies d'accès secondaires sont peu praticables lorsqu'il pleut, et il n'existe pas de centre urbain à moins de 150 km. Le pays dépend administrativement d'Arero, petit village perché au-dessus du plateau et dont les habitants sont d'une ethnie différente. Cet espace est donc bien économiquement marginal. Dans les conditions actuelles, seul l'élevage pastoral y est possible, car c'est l'unique activité qui soit assez autonome pour être poursuivie sans beaucoup de contacts avec le monde extérieur.

2.1.3. Végétation

La répartition de la végétation exprime bien les gradients climatiques (figure 1.3). Les savanes pauvres, où le couvert herbacé est inférieur à 20 %, correspondent aux régions les plus sèches, tandis que les meilleurs pâturages sont sur les premières pentes des montagnes du nord. Des savanes très boisées se sont établies au sud-est, à la suite d'un envahissement ligneux dû à la surexploitation. Douze sites, répartis sur l'ensemble du pays, permettent de décrire les principaux constituants de la végétation ; le tableau 1.2 donne une idée des proportions végétation ligneuse/végétation herbacée selon les sites.

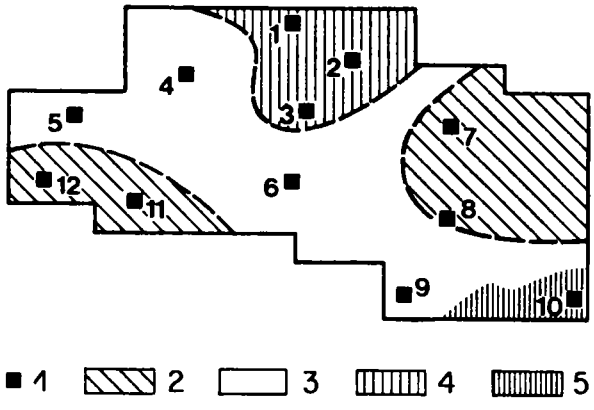


Figure 1.3. Carte des physionomies végétales dans le territoire des Borana.
1 : sites d'étude de la végétation ; 2 : savanes à couvert herbacé inférieur à 20 % ; 3 : savanes à couvert herbacé moyen (20 à 30 %) ; 4 : savanes à couvert herbacé supérieur à 30 % ; 5 : savanes très boisées.

Tableau 1.2. Ressources végétales du pays borana.

Sites	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Végétation ligneuse (couvert total en %)	35	19	17	15	23	14	31	25	23	51	25	23
Végétation herbacée (couvert total en %)	34	33	31	24	23	27	17	20	29	22	19	10

Toutes ces savanes sont assez boisées, à l'exception de la plaine argileuse (site 4) et de la partie centrale (site 6) où des quantités notables de bois ont été prélevées.

L'arbuste le plus constant est *Commiphora africana* dont le bois est sans valeur ; le feuillage est assez fugace et l'intérêt pastoral de l'espèce est par suite médiocre. Les *Acacia* sont nombreux et divers, souvent caractéristiques de milieux particuliers : *Acacia nilotica* là où l'eau est assez abondante, *A. mellifera* et *A. horrida* dans les sites rocheux, *A. seyal* et *A. drepanolobium* sur les terrains argileux, *A. nubica* et *A. bussei* dans les savanes très fréquentées, c'est-à-dire presque partout en dehors du Nord et du Sud-Ouest. Tous sont consommés par les petits ruminants, et à un degré moindre par les bovins.

Les Graminées sont presque toutes pérennes et de bonne qualité. La plus commune, *Chrysopogon aucheri*, est un excellent fourrage à l'état jeune et résiste au bétail, tout comme *Aristida adscensionis*. *Cenchrus ciliaris* et *Chloris roxburghiana* sont recherchés, productifs et robustes. *Cynodon plectostachyum* est un grand chiendent très productif. *Themeda triandra* est aussi une bonne espèce, mais son aire est limitée aux savanes d'altitude arrosées des collines du Nord. *Pennisetum mezzianum*, souvent associé à *P. stramineum*, peut être délaissé quand la nourriture est abondante, mais il reste vert plus longtemps. Le tapis végétal comporte des mauvaises herbes assez constantes (Composées, Convolvulacées) et il n'y a que de rares Légumineuses.

Ces savanes ont, semble-t-il, été exploitées pendant plus de deux millénaires dans des conditions assez proches de la situation actuelle. Il est vraisemblable que des surcharges animales ont existé pendant certaines périodes, et elles ont laissé des traces. Les plus récentes surcharges ont été accompagnées d'un embroussaillement consécutif à la réduction de la strate herbacée ; les feux sont rares et les éleveurs évitent les incendies. Comme autre héritage du passé, on peut observer des ébauches de **brousse tigrée**, c'est-à-dire des alignements de ligneux liés à l'érosion qui a aussi colmaté de nombreuses vallées. Cependant, il existe peu de surfaces très dénudées en dehors des dernières coulées de lave où des figuiers pionniers commencent seulement à s'installer.

2.2. Les éleveurs

Les Borana sont un rameau des peuples Oromo, encore appelés Galla. Ils sont connus des anthropologues pour le prix qu'ils attachent à leurs coutumes et pour leur remarquable organisation sociale. C'est une société assez démocratique, où les hommes sont groupés en "*médas*", territoires jouissant d'une large autonomie dans la vie courante. Parallèlement, le groupe est divisé en classes d'âge, et ces classes, dont chacune a une fonction particulière, constituent un lien entre médas. Au plus haut niveau, un conseil de sages est élu au cours d'une grande cérémonie à l'issue de chaque période de sept ans, et cette instance suprême décide des grandes options politiques. En cas d'attaque par un autre groupe, tous les Borana sont solidaires et ils entretiennent en permanence des armes et des chevaux pour se défendre ; les disputes internes sont du ressort du conseil et fort exceptionnelles.

2.2.1. Population humaine

Les éleveurs (tableau 1.3) sont répartis en 2 700 campements, outre une dizaine de très petits villages.

Chaque campement dispose en moyenne de 570 ha, et est donc éloigné des camps voisins de 2 400 mètres en moyenne. Outre les campements visiblement occupés, on a dénombré de l'ordre de 4 000 structures abandonnées, soit qu'elles servent durant une autre période de l'année, soit qu'elles aient été abandonnées pour motifs sanitaires ou religieux. De même, les habitations ne sont pas toutes utilisées dans les camps, parce

qu'une fraction des habitants est absente ; une hutte moyenne abrite 3,7 personnes seulement et une famille occupe habituellement 2 huttes. A raison de 10 huttes par camp, la population humaine est de l'ordre de 100 000 habitants plus ou moins mobiles.

Tableau 1.3. Composantes du système borana.

Surface totale étudiée	15 400 km²
Nombre de campements recensés	2 700
Population humaine (environ)	100 000
Cheptel bovin en saison favorable	232 000
Moutons et chèvres	95 000
Chameaux, chevaux et ânes	11 000
Nombre de bovins par troupeau	53 à 69
dont vaches adultes	42 %
Nombre de bovins par famille de 7,4 personnes	17

Cette population n'est pas répartie de façon strictement uniforme : les surfaces les plus dépourvues d'eau sont vides pendant une partie de l'année, alors que la présence de puits, de sources ou de mares artificielles favorise la concentration. La figure 1.4 montre les espaces où la population est inférieure à la moitié de la densité moyenne, et ceux où elle est plus que doublée. On observe cependant une sorte d'équilibre général dans la répartition des éleveurs, et il est probable qu'aucune partie du pays n'échappe à leur emprise.

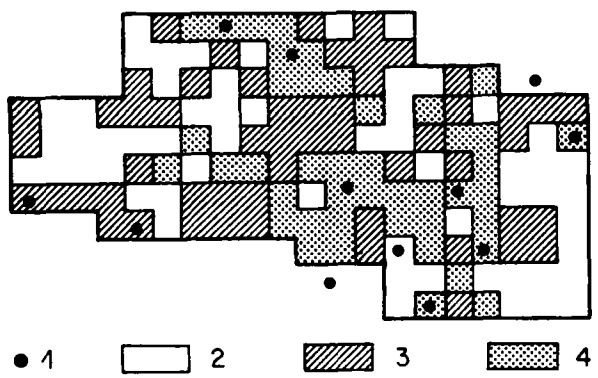


Figure 1.4. Répartition de la population humaine.
1 : principaux villages ; 2 : densité inférieure à 3 hab·km^{-2} ; 3 : densité comprise entre 3 et 15 hab·km^{-2} ; 4 : densité supérieure à 15 hab·km^{-2}.

2.2.2. Population animale

Les chiffres globaux annoncent 232 000 bovins, moins de 100 000 petits ruminants, et 11 000 autres animaux, surtout des chevaux, car les dromadaires recensés n'appartiennent pas aux Borana, mais à des commerçants de passage et à quelques familles gabra des environs. Les bovins sont donc largement dominants et sont en fait bien adaptés à une région de bons pâturages. Ils sont le produit d'une sélection constante par les éleveurs qui ont donné leur nom à cette race de bonne conformation, exportée vers le Kenya à l'époque coloniale pour peupler les meilleurs ranches privés des hautes terres. Ils peuvent fournir de longs efforts et ne s'abreuver que tous les deux ou trois jours, avalant alors jusqu'à 60 litres d'eau en une fois ; l'ingestion d'une telle quantité d'eau serait mortelle pour d'autres races. Ils sont peu sensibles aux maladies et aux parasites, et ne reçoivent aucun soin vétérinaire en dehors des campagnes de vaccination contre les maladies les plus contagieuses. Toutes ces qualités en font des bovins parfaits en élevage pastoral.

On remarque en outre dans les troupeaux 42 % de vaches adultes, une proportion assez habituelle des élevages africains, où le lait est le produit attendu le plus important du bétail. Tout le lait disponible est consommé au campement, parfois frais, mais le plus souvent aigre ou caillé, ou encore transformé en beurre dans des récipients où on l'agite avec une palette roulée entre les paumes des deux mains. En sacrifiant quelques moutons de temps à autre, l'éleveur borana obtient du troupeau une large part de sa nourriture et ne vend que des vaches réformées, et parfois de jeunes mâles, à supposer toutefois qu'ils n'aient pas été tués dès la naissance pour conserver plus de lait.

Il n'y a que 2,3 bovins par habitant. L'éleveur moyen est pauvre et ceux qui disposent d'un plus grand cheptel sont tenus de prêter des vaches aux plus démunis et de les nourrir. Cette répartition des ressources se fait au niveau du campement, mais aussi entre campements, et les animaux d'un éleveur peuvent être confiés à plusieurs autres familles ou échangés temporairement selon une procédure complexe qui évite la consanguinité dans les troupeaux et crée des liens entre familles. Si un éleveur malchanceux perd la plupart de ses animaux pour une raison quelconque, il reçoit immédiatement de quoi reconstituer son bien et échapper à la famine.

2.3. Le système de production

La simple description du pastoralisme borana conduit à faire des commentaires sur des points assez divers. La bonne qualité de la végétation justifie un élevage bovin dominant, car les vaches exigent une herbe abondante et de bonne qualité ; elles sont meilleures productrices de lait que les petits ruminants et sont plus fertiles que les dromadaires, qui n'aiment pas les formations végétales trop fermées ni les terrains humides. Par ailleurs, les Borana consomment peu de viande : ils n'ont pas de porcs (car ils sont souvent musulmans), ni de volailles, difficiles à protéger des carnassiers.

La répartition des hommes est la conséquence, d'une part, du climat et des ressources hydriques, et, d'autre part, de la nécessité de partager certains travaux (gardiennage, exhaure de l'eau). Le nombre d'animaux est en rapport avec le niveau de production végétale, avec les besoins des Borana et avec leur organisation sociale. Il existe donc un grand nombre de recoupements entre les paramètres qui viennent d'être exposés, dont aucun ne peut être dissocié d'un contexte plus général qui lie tous les aspects décrits. Les relations entre ces paramètres sont logiques, mais elles concernent des domaines scientifiques si divers qu'il faut les assembler en un "modèle" pour contrôler leur cohérence. Afin de préciser la spécificité des systèmes pastoraux, il est utile de considérer les nombreux sous-systèmes qu'ils incluent.

• Le **sous-système végétal** comprend les plantes et les milieux dans lesquels elles se développent, la dynamique de la végétation spontanée et ses réactions au pâturage, la compétition entre espèces et les variations de production consommable selon le climat ou le stade du parcours au sein d'une succession floristique.

• Le **sous-système alimentaire** désigne soit la succession des surfaces pâturées, soit les principes d'établissement des rations des animaux ; il peut inclure des éléments (aliments concentrés, minéraux) venant d'autres systèmes de production.

• Le **cheptel** constitue un autre sous-système caractérisé par les espèces animales, leur race et leur nombre ; il est soumis à une gestion particulière selon le produit qu'on veut en obtenir (lait, viande) et les objectifs de l'éleveur (maintien ou augmentation de la taille du troupeau, sélection d'individus plus productifs par exemple).

• Enfin, le **sous-système commercial** comprend les types de circuits de commercialisation et les échanges, monétaires ou non, qui impliquent les animaux ; il est

très lié aux aspects sociaux, et certaines réactions de ce sous-système peuvent en conséquence comporter des aspects en apparence irrationnels.

Les chapitres ultérieurs reviendront à plusieurs reprises sur l'approche systémique, sur la notion de modèle et sur leurs applications au pastoralisme ; dans un premier temps, voyons quelques aspects du système de production des Borana.

2.3.1. L'équilibre du système borana

Les "intrants" qui alimentent le système pastoral des Borana ont été exposés rapidement ; il s'agit d'une certaine quantité de pluie, d'un apport énergétique solaire, de l'activité d'un groupe humain particulier et des terres occupées. Les "produits" du système assurent l'alimentation de base des éleveurs, et permettent la vente de viande pour acheter du grain et quelques objets manufacturés ou des services. Si l'on devait augmenter le nombre de bovins vendus, il faudrait une modification soit dans les intrants (achat d'aliments ou d'engrais, meilleure protection sanitaire ou recours à des financements pour améliorer l'infrastructure, par exemple), soit dans le fonctionnement du système (végétation ou animaux plus productifs – et donc plus fragiles –, réduction de la population...). De telles évidences ne semblent pas toujours comprises lors de l'élaboration des projets de développement.

La figure 1.5 est une schématisation du système de production des Borana. On y remarque trois compartiments et les relations qui existent entre eux, en commençant par les 15 ha nécessaires pour nourrir les 2,3 bovins par personne. La production primaire est de l'ordre de 27 t MS chaque année sur la surface considérée, mais elle comporte des plantes non consommables, de sorte que chaque bovin en prélève environ 6 t pour produire quelque 40 kg de viande et 300 litres de lait destinés à l'éleveur. Ces informations peuvent aussi se traduire en flux d'énergie (mesurés en calories ou en joules), mais cela entraîne toujours une perte d'information, car la qualité de l'énergie est essentielle : 200 calories de viande rendront plus directement service à l'éleveur que 200 calories d'herbe.

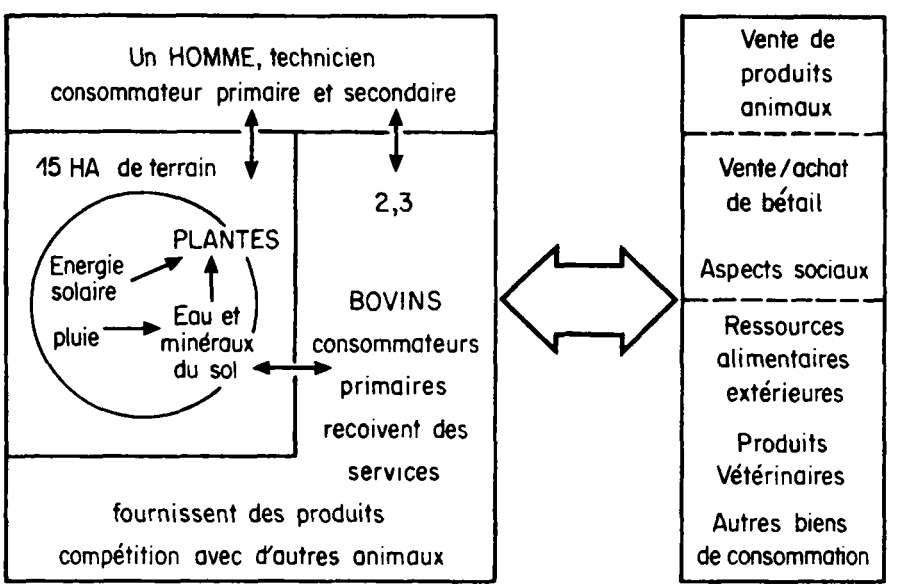


Figure 1.5. Le système de production.

Les échanges entre le système et l'extérieur sont complexes : l'homme a eu besoin d'argent au cours de l'année et n'a probablement pas mangé toute la viande, mais

en a vendu pour payer ses impôts ou scolariser ses enfants ; il a peut-être reçu un cousin venu passer un mois chez lui, et qui lui a fait cadeau de deux chèvres ; il a échangé un jeune taureau prometteur contre deux vaches et son fils aîné a travaillé à l'extraction du sel tout un trimestre. Le système de production n'exprime qu'une partie du système pastoral, et il faut le voir avec plus d'ampleur, notamment en prenant en compte les paramètres de gestion.

2.3.2. Systèmes de gestion

La gestion s'exerce à plusieurs niveaux dans la hiérarchie des décisions (figure 1.6).

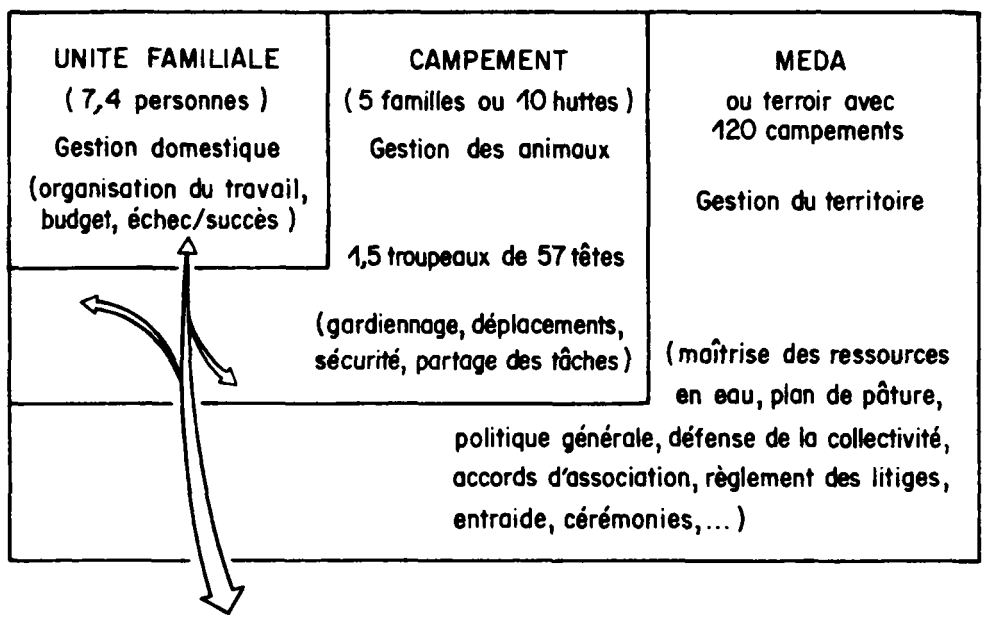


Figure 1.6. Emboîtement des unités du système pastoral des Borana.

On peut distinguer d'abord une série de décisions familiales qui comprennent toutes les opérations monétaires et l'organisation des tâches quotidiennes : traite, cuisine, soins aux jeunes animaux, nettoyage et entretien du camp, corvée d'eau, abreuvement du bétail. Au sein d'une famille, la propriété des animaux peut être partagée : la femme, les enfants, un frère célibataire ou une nièce orpheline peuvent posséder une partie du troupeau. La décision de vendre, prêter ou échanger une vache n'appartient pas au seul chef de famille : c'est une décision familiale.

Il est souvent commode de constituer plusieurs troupeaux autonomes : par exemple, un groupe de femelles allaitantes avec leurs veaux qui s'éloignent peu de l'enclos de nuit, un groupe stérile qui pâture plus loin et ne rentre pas chaque soir, et un groupe de moutons et de chèvres. Le bétail est alors divisé en catégories *au niveau du campement* et le gardiennage se fait en communauté. L'enclos à bétail est commun, et la sécurité des animaux est l'affaire du groupe. Lorsqu'un déplacement est nécessaire, sa date et l'itinéraire prévu sont des décisions du groupe, comme le choix du site des camps temporaires.

Enfin, l'espace accessible aux troupeaux a été négocié avec un certain nombre de campements voisins et les décisions correspondantes sont prises dans le cadre du terroir. La figure 1.6 résume le système qui vient d'être évoqué. Le **terroir**, appelé méda par les Borana, est en moyenne de 670 km^2 ; cette surface comprend plusieurs milieux naturels, et il faut la subdiviser selon la végétation pour étudier sa

production, d'autant plus que les médas sont souvent des bandes de terrain qui s'étirent sur 40 ou 50 km, depuis une crête montagneuse jusqu'au bas d'un plateau et offrent ainsi une toposéquence diversifiée.

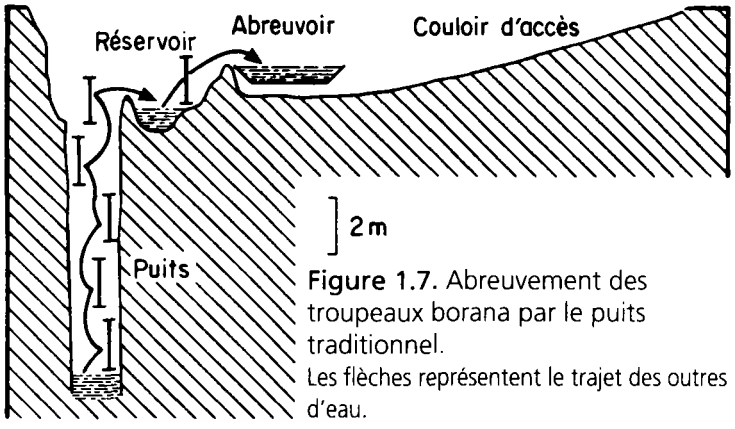


Figure 1.7. Abreuvement des troupeaux borana par le puits traditionnel.
Les flèches représentent le trajet des outres d'eau.

Dans l'esprit des Borana, la méda est surtout une unité de gestion de l'eau. Nous avons déjà signalé l'existence de puits dont l'origine se perd dans un passé lointain, au point que les éleveurs pensent qu'ils ont été creusés par une peuplade différente, qui les a précédés dans la région. La figure 1.7 présente un tel puits en coupe et permet d'en expliquer le fonctionnement : l'ouverture du puits proprement dite est située sur une plate-forme à quelques mètres au-dessous de la surface du sol, et le bétail doit descendre le long d'un corridor qui se termine sur une placette où sont établis les abreuvoirs. C'est une chaîne de jeunes gens, installés sur des branches fixées en travers de l'excavation, qui fait passer de mains en mains une outre remplie au fond du puits, puis déversée dans un réservoir où l'on puise pour remplir les abreuvoirs.

En fonction de la profondeur du puits, jusqu'à 15 personnes sont nécessaires pour abreuver les groupes d'animaux (une vingtaine à la fois), et le travail est si pénible qu'il ne peut être poursuivi au-delà de deux ou trois heures. En fait, ce labeur est une occasion de compétition sportive pour les jeunes des deux sexes qui se relaient en chantant du matin au soir, et les Borana ont toujours refusé les pompes qu'on leur a proposées. Le puits, outre son rôle social, a une fonction de régulation dans la gestion de la méda et empêche qu'on puisse conserver un cheptel trop grand pour le potentiel productif du territoire dépendant du puits. Le procédé est si efficace que, lorsque des mares artificielles ont été créées sur des surfaces voisines, les éleveurs les ont de nouveau équipées d'abreuvoirs situés en bordure et qui doivent aussi être remplis avec l'outre traditionnelle en peau de buffle ; l'accès direct des animaux est interdit par une haie d'épineux soigneusement entretenue.

2.3.3. Dimensions des systèmes pastoraux

Le choix de la méda comme unité de système pastoral est conforté par l'examen de la représentativité d'un espace de ce type qui pourrait se situer en n'importe quelle partie du pays borana. Le tableau 1.4 distingue cinq secteurs couvrant le pays entier et qui sont comparés sur le plan de la pression de pâture. Les secteurs ont été découpés sur la base des paysages dominants. Leur production primaire moyenne s'étageait de 1,5 à 2,1 $t \cdot ha^{-1}$ lors de l'année considérée. On peut admirer la compétence des éleveurs dont les animaux sont répartis de telle sorte que la fraction de végétation consommée est remarquablement constante.

Les éleveurs sont peu mobiles, mais la répartition du cheptel peut varier au cours de l'année dans des proportions importantes. La figure 1.8 compare les densités de bovins observées en juin, après que les pluies les plus efficaces aient produit une herbe abondante. Non seulement les concentrations importantes se situent plus sou-

Tableau 1.4. Zonation de l'espace et consommation primaire.

Zone	Surface km²	Bovins milliers	Équival. bov. par km²	Production t·km⁻²	Consommation en %
Plateau NW argileux	2 400	42	18,9	170	18
Regs SW	2 900	47	17,5	150	19
Mont Méga	1 800	41	24,6	180	22
Collines NE	3 700	93	27,1	210	20
Plateau NE boisé	4 600	101	23,7	180	21

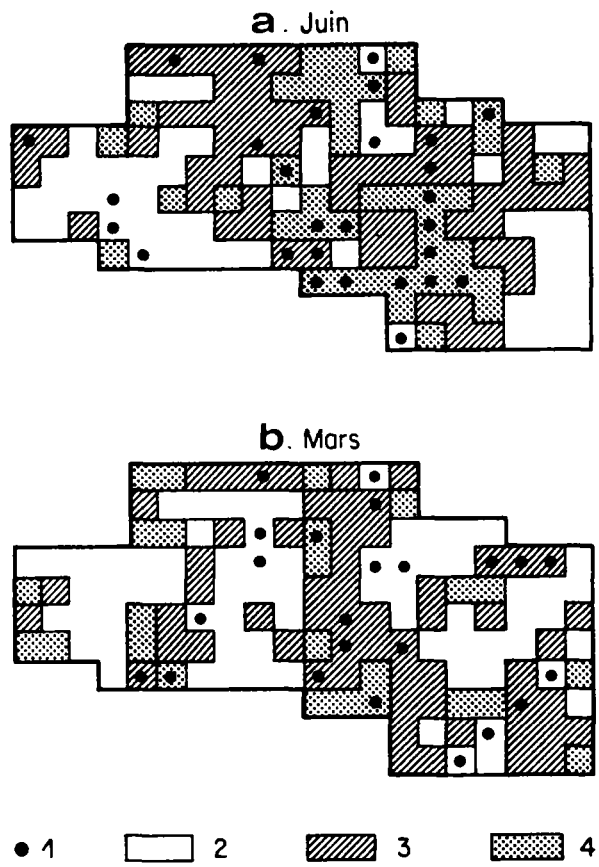


Figure 1.8. Répartition du cheptel.
1 : localisation des troupeaux de moutons et de chèvres ; 2 : densité de bovins inférieure à 8 anim·km⁻² ; 3 : densité de bovins comprise entre 8 et 32 anim·km⁻² ; 4 : densité de bovins supérieure à 32 anim·km⁻².

vent à la périphérie du territoire en mars, mais les surfaces très fréquentées sont plus faibles, alors que les espaces presque vides se sont accrus.

Les calculs révèlent un nombre de petits ruminants inchangé, mais un nombre de bovins en diminution de 25 à 40 % dans le centre du pays et en augmentation vers le nord et le sud-ouest. Le bilan global montre que 60 000 têtes de bétail sur 320 000 sont sorties de la surface inventoriée pendant la saison sèche pour gagner la périphérie immédiate du territoire. Ces marges ne bénéficient d'aucun aménagement des ressources hydriques, mais servent d'exutoire en cas de sécheresse. Les périodes les plus difficiles se traduisent donc par la formation d'un système pastoral différent et pour ainsi dire juxtaposé au système habituel.

2.3.4. Spéculations animales

La qualité des ressources primaires justifie souvent le choix de l'espèce animale élevée : les bovins sur les meilleurs pâturages tropicaux, les chameaux en régions subdésertiques, etc. Dans d'autres régions, on peut aussi attribuer au climat l'existence, par exemple, d'une "civilisation du renne", ou l'abondance des petits ruminants en région méditerranéenne. Le tableau 1.5 compare les espèces et les densités de bétail dans plusieurs régions tropicales.

Tableau 1.5. Spéculations animales.

Groupe pastoral	Hab·km^{-2}	Animaux·km^{-2}		
		Bovins	Petits	Autres
Turkana (Kenya)*	1,3	2,5	10,0	1,0
Somalis*	2,2	0,4	15,6	2,0
Massaï (Kenya)*	1,7	16,3	16,7	
Borana (Éthiopie)	6,5	12,3	6,2	0,7
Baggara (Soudan)*	1,0	6,0	1,1	
Karamojong (Ouganda)*	6,0	2,5	2,5	

**Source* : UNESCO (1981), *Écosystèmes pâturés tropicaux*, Paris, 676 p.

Ainsi, en Afrique de l'Est :
– les Turkana et les Somalis, qui vivent dans des milieux très secs, ont surtout des dromadaires et du petit bétail ;
– les Massaï, dont le territoire est riche, ont un grand nombre de bovins et beaucoup de petit bétail ;
– les Borana, dont il a déjà été question, ont autant de bovins mais moins de petit bétail ;
– les Baggara disposent de vastes territoires et d'un cheptel bovin moyen ;
– les Karamojong de l'Ouganda sont plus nombreux et ont un petit troupeau.

Au sein d'une espèce, une race particulière peut présenter des avantages manifestes, comme le zébu maure, qui est sobre et parcourt aisément de longues distances, ou certaines races ovines qui constituent des réserves de graisses dans leur queue et peuvent survivre à de longues périodes de sous-nutrition. Les aptitudes d'une race dépendent parfois du milieu : les taurins n'dama introduits au Zaïre et en République centrafricaine y ont une croissance meilleure que dans leur région d'origine ; les chèvres galla ont une taille plus élevée en montagne qu'en plaine. Les dromadaires somalis élevés en pays Rendille ne présentent pas de plus grands spécimens que les races locales.

La **spéculation**, c'est-à-dire le but poursuivi par l'éleveur, est aussi une source de différences entre systèmes. Dans les régions pauvres, où les populations recherchent un maximum de ressources laitières, les bovins et les dromadaires sont toujours préférés aux autres espèces, et les chèvres aux moutons. Les systèmes tournés vers la production de viande éliminent moins de jeunes mâles que les systèmes laitiers, et les structures de troupeaux sont toujours révélatrices des intentions des éleveurs. Le tableau 1.6 présente quelques structures de troupeaux de zébus dans des conditions climatiques voisines : les trois premiers troupeaux sont des élevages traditionnels destinés à fournir du lait, tandis que le dernier est une entreprise de production de viande.

• Au Botswana, le taux élevé des femelles adultes, qui représentent près de la moitié du troupeau, est rendu nécessaire par un taux de fécondité faible (sans doute inférieur à 50 %) et une mortalité élevée des jeunes ; dans cette situation, seules les femelles âgées sont vendues.

Tableau 1.6. Structure de troupeaux de zébus.

Catégories	Élevages traditionnels			Ranch
	Botswana	Kenya	Éthiopie	kenyan
Femelles adultes	47	39	42	28
Mâles adultes	4	7	8	1
Femelles 2/3 ans	13	22	14	15
Mâles castrés	21	15	18	43
Veaux femelles	9	12	10	8
Veaux mâles	6	5	8	5

• Au Kenya, la reproduction est bonne pour les troupeaux massaï (taux de fécondité supérieur à 70 %) et la mortalité plus réduite, puisqu'on retrouve 22 femelles de 2 et 3 ans à partir d'un nombre initial théorique de 24 ; le petit pourcentage de mâles castrés montre qu'un certain nombre d'animaux sont vendus jeunes ; de ce fait, le cheptel se renouvelle assez vite.

• En Éthiopie, le cas des Borana est intermédiaire entre les deux précédents.

• Dans le troupeau du ranch kenyan, la quantité élevée de mâles castrés montre un parti pris très net d'embouche de bœufs vendus vers 3 ou 4 ans ; les performances des femelles sont assez bonnes par ailleurs, ce qui dispense l'éleveur d'acheter à l'extérieur ses animaux d'embouche.

Aux facteurs relatifs aux espèces animales élevées et aux systèmes de production, il faut ajouter ceux qui sont liés à la propriété du cheptel. La non-propriété des animaux a moins d'influence sur le système pastoral que celle des parcours, mais les conséquences sociales peuvent être aussi importantes :

• dans des systèmes pastoraux traditionnels, un groupe d'animaux insuffisant pour couvrir les besoins d'une famille peut être confié à un homme célibataire pour réduire la charge sur les pâturages les plus accessibles ; cet éleveur reçoit un salaire constitué par une partie du produit de ce petit troupeau, par exemple la moitié des veaux si les animaux confiés sont des femelles, ou la moitié du produit des ventes des mâles ;

• un pasteur peut confier une partie de son troupeau à un autre éleveur, souvent un parent, qui exploite des pâturages éloignés pour diminuer les risques de perte totale lors de catastrophes climatiques ; le preneur conserve le produit des animaux prêtés pendant qu'il en a la responsabilité sur ses pâturages ;

• un éleveur qui a perdu la totalité de son troupeau peut se voir prêter des animaux par des parents ou des amis pour l'aider à reconstituer son cheptel ; il conserve les premiers produits (le lait, les 3 premiers veaux) avant de rendre les animaux prêtés ;

• un berger ou une coopérative de service peuvent gérer des troupeaux qui n'appartiennent pas à des éleveurs, et la rémunération de leurs services est le plus souvent monétaire.

2.3.5. Autres facteurs de production

Le pastoralisme est constamment confronté à des situations très diverses du statut juridique du sol : domaine de l'État, propriété collective, biens religieux, etc. L'usage des parcours est le plus souvent codifié, mais il donne lieu à des disputes ou à des conflits d'intérêt lorsque les droits d'usage sont si complexes qu'ils empê-

chent toute évolution et toute adaptation aux changements économiques et sociaux inéluctables. De nombreux documents décrivent la "tragédie des communs", ces territoires qui n'engagent pas la responsabilité individuelle et dont chacun peut abuser sans subir à court terme les conséquences néfastes de ses propres pratiques (confusion entre le droit d'user et le droit d'abuser). Dans les pays "neufs", ces parcours ont été longtemps, et sont parfois encore, soumis à la loi du plus fort qui se les approprie. Dans les "vieux" pays, les parcours sont gérés en commun, mais seuls quelques-uns en bénéficient ; cela décourage les investissements financiers et la gestion en "bon père de famille". Les enclaves privées sont une autre gêne pour les pasteurs mobiles, tenus de les contourner pour changer de pâturage.

De la même façon, l'**accès à l'eau** est dans bien des cas un problème clé du pastoralisme, surtout quand l'eau est commune à plusieurs groupes d'utilisateurs. Elle peut être trop rare pour les troupeaux, ou peu accessible quand les seules sources d'abreuvement sont des rivières dont les berges sont cultivées ou privatisées ; elle peut être trop abondante quand des forages nombreux fournissent des quantités illimitées d'eau à un cheptel trop important pour les ressources pastorales disponibles. Si l'eau est gratuite lorsqu'elle coule le long des montagnes, elle peut aussi représenter des dépenses importantes en carburant pour la pomper, en réservoirs pour la stocker ou en canalisations pour la distribuer. Les mares artificielles exigent entretien et curage pour éviter leur envasement, elles sont aussi parfois accaparées par un groupe qui s'en réserve l'usage, taxe les intrus ou leur refuse l'accès à l'eau ; c'est ainsi que les éleveurs de bovins kenyans interdisent cet accès aux dromadaires, accusés de souiller les mares.

• L'**accès aux ressources** (parcours et eau) peut donc servir à caractériser des systèmes pastoraux, et souligne l'importance des **infrastructures** comme critère de classification. On distinguera ainsi des systèmes :
– de plein air intégral quand les animaux ne disposent d'aucun abri,
– en pâture continue avec des troupeaux peu mobiles sans clôtures,
– avec parcs en rotation, etc.

Il faut toutefois remarquer qu'il ne s'agit ici que de techniques de gestion qui ne peuvent pas déterminer un système pastoral et n'interviennent qu'à un rang secondaire pour un classement. Les améliorations techniques des infrastructures sont liées à la masse de capitaux mobilisés pour la production animale. Il apparaît que le développement pastoral comporte plus que la mise en place de bergeries ou de grillage ! Tout aussi importantes pour le pasteur sont les facilités qui ne sont pas strictement liées à l'élevage, comme les routes et les magasins, les dispensaires et les écoles. On a vu précédemment comment l'isolement des Borana contribue à modeler un système particulier et à influencer leur mode de vie.

• **L'intervention humaine** dans le système pastoral peut être mesurée, par exemple, en journées de travail consacrées à l'élevage par une famille ou, mieux, en temps passé par les divers individus pour des tâches précises (heures de traite par les femmes, journées de gardiennage par les enfants, temps passé par le berger pour l'éradication des tiques, temps de reconstruction d'un abri ou d'un enclos...). Dans les systèmes agro-pastoraux, on observera les périodes disponibles pour les cultures et pour le bétail et le calendrier qui résulte de cette intégration.

L'intervention humaine comporte aussi de nombreux aspects qualitatifs beaucoup plus difficiles à évaluer : la plus ou moins grande compétence de l'éleveur (savoir-faire zootechnique, sens du milieu, des animaux, aptitudes à l'organisation).

On peut illustrer le poids des conditions écologiques et du statut social des éleveurs

par des résultats mesurés dans une quinzaine de ranches au Kenya (tableau 1.7) allant des régions favorables en altitude aux plus défavorables sur la côte. En altitude, la fécondité est de 76 % et le gain de poids vif des bovins de près de 10 kg par mois ; dans la région semi-aride, la fécondité moyenne atteint encore 68 % et le gain 7 kg de poids vif par hectare ; dans la région côtière forestière, les valeurs correspondantes sont respectivement de 64 % et de 6 kg. La seconde partie du tableau permet d'évaluer les conséquences sur les performances du statut social des éleveurs dans des conditions de milieu comparables. Le ranch privé enregistre des résultats aussi bons ou meilleurs que sur les montagnes, et la coopérative les résultats les plus mauvais. Conséquence encore plus frappante, le ranch privé vend ses animaux presque deux fois plus cher car ils sont à la fois plus lourds et de meilleure qualité.

Tableau 1.7. Caractérisation de cinq élevages bovins au Kenya.

Paramètres	Ranch d'altitude	Ranch semi-aride	Ranch côtier
Fécondité (%)	76	68	64
Masse à 7 mois	127	110	118
Masse à 18 mois	242	184	181
Masse des adultes	288	263	265
Charge animale kg·ha^{-1}	47	24	8
Paramètres	**Ranch privé**	**Coopérative**	
Fécondité (%)	83	53	
Masse à 7 mois	125	95	
Masse à 18 mois	226	140	
Masse des adultes	297	228	
Mortalité (%)	6	15	
Prix de vente des produits (US $)	238	126	

• Le **contexte social** du pastoralisme, pris au sens le plus large, est un aspect discriminant de nombreux systèmes. Il se traduit, par exemple, par des conventions à l'intérieur du groupe social, comme on l'a vu pour les Borana, et comporte des avantages et des obligations, des accords entre groupes pastoraux et des rivalités durables. Dans les sociétés modernes, le contexte est formalisé par une législation écrite, les taxes et les impôts, les réglementations relatives au travail, les formalités douanières, les normes sanitaires, les subventions et les assurances, etc.

• L'**économie** est indissociable de la plupart des facteurs de production et règle les prix des productions pastorales, commercialisées selon des circuits parfois très complexes. La commercialisation reste le point faible d'un grand nombre de systèmes pastoraux qui, même modernes, sont soumis à des intermédiaires trop nombreux avant que la viande arrive jusqu'au consommateur. Le maquignon reste le symbole du commerce de bétail, et sa puissance face aux producteurs reste mal comprise, même si ses interventions jouent en faveur d'une régularisation du marché. Il y a généralement déséquilibre entre la haute technicité nécessaire au pastoralisme et la faiblesse des capitaux utilisés ou des flux monétaires liés au système, et cet aspect est un trait d'archaïsme qui risque de maintenir les pasteurs dans une dépendance économique excessive.

La sociologie et l'économie se combinent pour dessiner la finalité ultime des systèmes pastoraux qui représentaient classiquement un moyen de subsistance et de capitalisation, et dont la forme moderne est résolument commerciale. Des intermé-

diaires entre ces deux types de systèmes socio-économiques sont difficilement concevables, car il faut, dans le premier cas, faire vivre un grand nombre de personnes sur une surface de terrain limitée, alors que les ranches ont pour but de procurer un niveau de vie élevé à un petit nombre de gestionnaires qui disposent d'un territoire très étendu et bon marché.

Le tableau 1.8 compare le pays borana aux ranches nord-australiens où les ressources primaires sont du même ordre de grandeur. Il montre que les Borana exploitent le milieu bien plus efficacement et surtout à moindre coût que les Australiens ; en effet, le rapport des coûts de production est en moyenne de 1 à 8. Cependant, il montre aussi que les deux tiers des protéines produites sont auto-consommées par les éleveurs traditionnels et leur famille, de sorte qu'un Borana ne commercialise que 10 kg de protéines chaque année, alors que son homologue australien en vend plus de deux tonnes. La remarquable efficacité des Borana n'est pourtant pas transposable en Australie où l'éleveur n'a aucune raison de sacrifier son bien-être à l'intensification ; réciproquement, les techniques australiennes introduites en Afrique conduiraient à la famine de millions d'éleveurs.

Tableau 1.8. Comparaison de deux systèmes de production (capitalisation et subsistance).

Critères	Élevage borana	Ranch australien
Production annuelle par ha		
en kg vifs	10	5
en kg de protéines	2	0,5
Coûts de production (US $)		
d'un kg vif	0,04	0,30
d'un kg de protéines	0,30	2,90
Protéines autoconsommées (kg)	1,34	–
Protéines achetées (kg)	0,30	–

La liste des facteurs susceptibles d'intervenir dans une typologie des systèmes pastoraux n'est pas limitée à ceux qui viennent d'être évoqués, et le tableau 1.9 a été établi *pour souligner le rôle primordial de l'homme dans les systèmes pastoraux*, quel que soit le facteur de production considéré (terres, animaux, etc.). Le rôle de l'homme reste tributaire du passé et de l'histoire locale. Ainsi, le statut légal des terres et leur usage ont eu, au cours des siècles, des conséquences qui ont souvent modifié les aptitudes des sols.

Tableau 1.9. Critères utilisés pour les typologies des systèmes pastoraux.

Mode d'appropriation des terres
- en propriété
- en location
- indivises
- cultures associées

Élevage
- spécialisé
- mono- ou pluri-spécifique
- sédentaire ou mobile
- animaux en propriété ou confiés

Autres descripteurs
- main d'œuvre familiale ou salariée
- infrastructures privées ou non
- ressources non pastorales

Les races animales ont été élaborées en fonction d'une finalité particulière, et les moyens techniques mis en œuvre définissent les systèmes pastoraux dans une large mesure. Les interventions sur ces systèmes doivent rester prudentes, car elles modifient des équilibres fragiles qui se sont réalisés graduellement au cours de longues pé-

riodes et selon des laps de temps variables. Le délai de réponse à une perturbation et la vitesse d'évolution des principaux paramètres sont très variables :
– de l'ordre de 10 ans pour les sols,
– 2 ou 3 ans pour la végétation,
– 1 an pour la société pastorale,
– 1 semestre suffit pour la minéralisation de l'azote après une coupe forestière,
– quelques mois pour les troupeaux,
– quelques semaines pour les cours des produits animaux.

Après la disparition des perturbations, les retours à l'équilibre demandent respectivement plusieurs siècles pour les sols et les plantes, plusieurs décennies pour les sociétés, plusieurs années pour les troupeaux et quelques mois pour les prix.

3. TENDANCES ACTUELLES DU PASTORALISME

La définition du pastoralisme serait incomplète sans un aperçu sur les phénomènes qui marquent son évolution actuelle et préfigurent peut-être des formes futures de cette activité. La question se pose de savoir si le pastoralisme n'est pas une survivance archaïque des balbutiements de l'agriculture, destinée à disparaître devant le progrès agronomique au nom de la rentabilité des terres et du travail. Le pastoralisme subsiste souvent malgré les efforts des administrations et des gouvernements pour fixer les populations et contrôler les productions agricoles pour le bénéfice des citadins et de l'État ; mais pourra-t-il survivre, sous les formes traditionnelles encore vivantes aujourd'hui ?

Les pasteurs sont parfois accusés de dégrader le milieu, ce qu'ils font effectivement dès lors que leurs territoires ont été réduits trop brutalement, souvent sous la pression des agriculteurs. Il leur est reproché de ne pas être intégrés dans l'économie de marché et de ne pas produire plus de viande pour l'exportation ; en fait, les agriculteurs grignotent les parcours, pour souvent découvrir que les cultures n'y sont pas possibles ou pas rentables, et qu'une agriculture marginale contribue encore moins que le pastoralisme à l'économie du pays.

La substitution de cultures marginales à l'élevage cause des dommages incomparablement plus graves que ceux du pastoralisme le plus sauvage.

3.1. Démographie et pastoralisme

Les populations pastorales des pays en développement augmentent, non seulement parce qu'elles bénéficient, comme les autres groupes humains, des progrès de la médecine ou de l'hygiène, mais aussi parce que les conséquences d'une perte de bétail, à la suite de circonstances défavorables, sont généralement atténuées par l'envoi de secours d'urgence internationaux. Cependant, une partie des excédents de populations rurales s'installe dans les villes, et le déplacement des éleveurs vers les centres urbains est la version pastorale du grand exode rural qui a touché l'Europe au siècle passé. Or, le déplacement définitif de l'éleveur est une décision de dernier recours et est vécu comme un reniement culturel, voire comme un suicide ; en cas de succès financier à la ville, l'ancien éleveur s'empresse souvent de racheter des animaux.

La croissance démographique des sociétés pastorales est souvent plus faible que celle des cultivateurs. Ainsi, le tableau 1.10 montre que la population des districts kenyans tournés vers l'agriculture (ceux qui ont moins de 10 bovins par km^2) est plus dense que celle des districts pastoraux (qui ont plus de 20 bovins par km^2). Cette augmentation est vraisemblablement due à ce que les systèmes pastoraux ne peuvent guère absorber une population plus dense qu'elle ne l'est déjà actuellement.

Tableau 1.10. Croissance démographique en régions rurales du Kenya entre 1969 et 1978.

District	Augmentation de population (en %)	Densité en bovins·km^{-2}
Narok	20	36
Kajiado	20	33
Nakuru	4	23
Kwale	21	20
Samburu	30	21
Kitui	13	7
Machakos	42	10
Lamu	32	3
Taita	28	3
Kilifi	32	2

Il est en effet certain que de nombreux systèmes strictement pastoraux fonctionnent avec une densité de population humaine qui est voisine du maximum possible pour les milieux concernés. Le système borana, avec plus de 6 habitants par km^2 est un exemple instructif ; les Massaï, dont le territoire est aussi riche, sont plus dispersés et leurs systèmes semblent déséquilibrés dès que la population dépasse 3 hab·km^{-2}. Le tableau 1.11 confronte deux groupements massaï du Kenya.

Tableau 1.11. Caractéristiques de deux groupements pastoraux massaï au Kenya.

Paramètres	Territoires	
	très peuplés	peu peuplés
Surface utilisée (ha)	12 300	136 300
Population	450	3 200
Bovins	3 176	36 850
Chèvres et moutons	3 978	21 660
Nombre de personnes par famille	12,1	12,9

Le premier, avec une densité humaine de 3,7 hab·km^{-2}, est proche d'un axe routier et bénéficie d'un certain "développement" : eau plus abondante, école et magasins, organisation des éleveurs sur un territoire défini ; le second, avec une densité de 2,3 hab·km^2, est dans une région peu accessible et plus négligée. On peut le considérer comme un stade antérieur du premier cas. Il n'y a pas de répercussion sur la taille des familles ni sur la charge animale qui est du même ordre de grandeur (respectivement 3,8 et 3,7 ha par bovin). Par contre, dans la situation la plus peuplée, il n'y a plus que 8,8 bovins par habitant au lieu de 11,5 alors que les petits ruminants sont relativement plus importants, avec 8,8 au lieu de 6,7 par personne.

Le développement des infrastructures n'entraîne pas obligatoirement une intensification du système pastoral. Au contraire, dans cet exemple, un certain nombre d'éleveurs ont tenté de remplacer les bovins par des moutons et des chèvres, bien moins exigeants mais bien moins productifs. C'est un appauvrissement, mais il n'est pas généralisé puisque les possesseurs de plus de 30 animaux sont aussi fréquents dans les deux cas. En fait, les écarts se sont creusés entre riches et pauvres. La figure 1.9 montre la répartition des animaux au sein de ces deux groupes d'éleveurs : sur la surface peu peuplée, une majorité de personnes ont entre 5 et 15 animaux et la valeur médiane de la distribution est proche de la moyenne arithmétique ; avec une population plus dense, les trois quarts des éleveurs ont moins de 10 animaux et il reste quelques familles riches pour une grande masse de pauvres.

Cette différence dans l'appropriation des troupeaux entraîne des variations dans leur mode de vente (figure 1.10). Les gros propriétaires ne commercialisent que les produits de leurs troupeaux (entre 5 et 15 % du bétail) ; ils maintiennent le nombre de leurs animaux ou l'augmentent légèrement. Les petits éleveurs essaient de ne pas vendre, et 16 % y parviennent, mais un nombre presque égal doit liquider plus de 45 % du cheptel familial pour survivre, et la viabilité de l'exploitation n'est alors plus possible. C'est la ruine et ils doivent quitter l'élevage. Cette évolution est observée dans de nombreuses circonstances où le nombre des éleveurs diminue tandis que leurs capacités de production augmentent. Les difficultés des éleveurs se traduisent alors par une hausse de la production commercialisée.

L'augmentation de la production nette ne traduit pas toujours une amélioration du système pastoral, mais parfois son effondrement partiel, quand les éleveurs "liquident" leur cheptel...

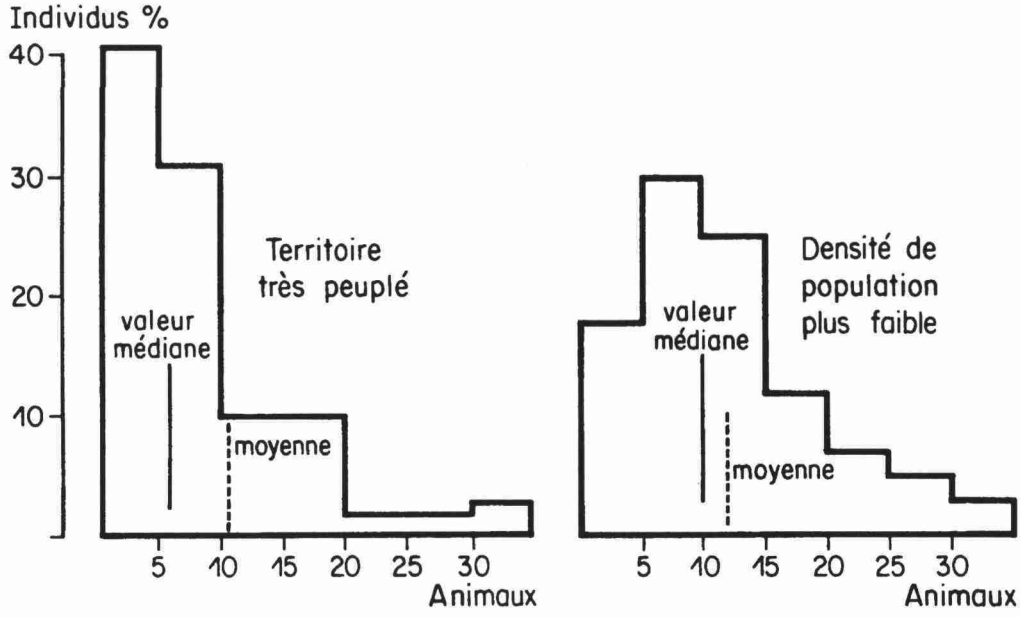


Figure 1.9. Nombre d'unités de bétail par individu dans deux groupes de pasteurs massaï au Kenya.

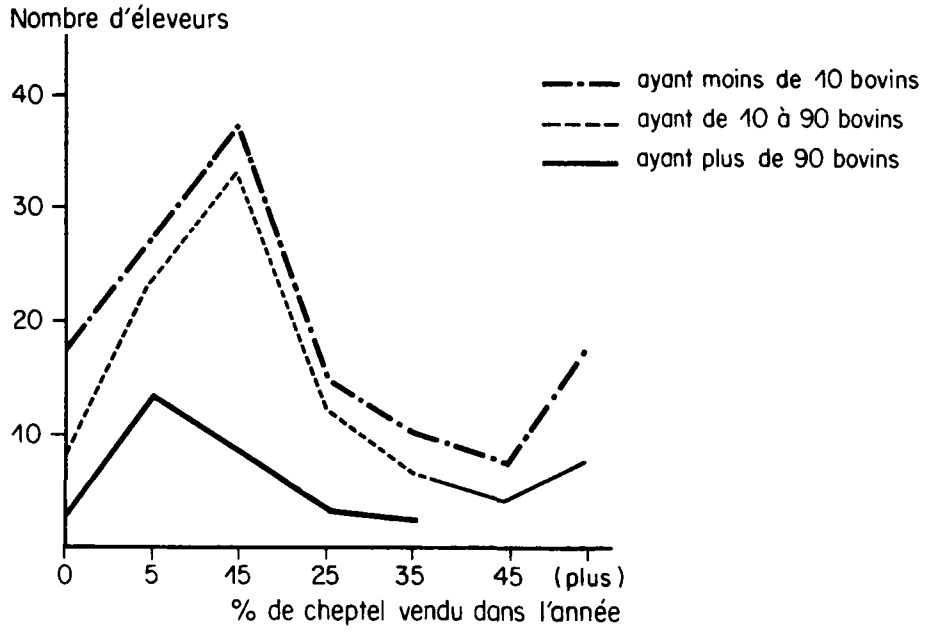


Figure 1.10. Vente d'animaux par les éleveurs.

3.2. Appropriation des parcours

L'une des menaces qui pèsent sur l'espace pastoral, en particulier lorsque les cultivateurs s'y installent, est la privatisation des terres qui semble souvent inéluctable (voir chapitre 13). Même lorsque le terrain n'est pas acquis par une personne physique, il est affecté à un usage restreint sous le contrôle de l'administration étatique (forêts domaniales par exemple) ou officiellement attribué à un groupe (communal ou autre), de sorte que l'utilisation en devient très rigide au détriment de la flexibilité nécessaire à la gestion pastorale.

L'évolution foncière peut encore s'illustrer par un exemple au Kenya, où un effort d'organisation du territoire s'exerce depuis une vingtaine d'années. Les parcours kenyans ont été attribués aux éleveurs pour garantir leurs droits et responsabiliser les usagers ; on distingue six principales catégories de parcours :
– des ranches privés, où l'éleveur est propriétaire du sol ;
– des ranches de groupe, où la propriété du terrain est commune à plusieurs familles dûment identifiées et enregistrées ;
– des ranches commerciaux sur des terrains confiés par la collectivité locale à une ou plusieurs personnes ;
– des ranches de compagnie, sur les terres de l'État, avec des actionnaires possédant en commun les animaux ;
– des ranches coopératifs, également sur parcours de l'État, où les coopérateurs apportent un certain nombre de têtes de bétail, qui seront gérées en commun ;
– des "blocs de pâturages" dans les milieux les plus pauvres, où seul l'usage des parcours est codifié.

Sauf pour les compagnies et les coopératives, la propriété et la gestion des animaux restent privées. Le tableau 1.12 présente l'évolution de la situation pastorale dans un district moyen. La superficie du territoire pastoral a été réduite de 10 % entre 1970 et 1976, et le nombre de bovins a diminué de 20 % environ. A la fin de la pé-

riode, 59 % des parcours ont été attribués à des éleveurs privés, à des coopératives et surtout à des compagnies (47 %). Alors que les compagnies et les coopératives contrôlent plus de la moitié des surfaces, elles ont moins du tiers des animaux ; elles sont donc responsables de la réduction du cheptel. La charge animale est deux à trois fois plus forte dans les parcours non attribués que sur les terrains des compagnies. La conclusion s'impose : la création de formes modernes d'élevage a déstabilisé les anciens systèmes pastoraux et réduit la production nationale.

Tableau 1.12. Évolution de la situation pastorale dans le district de Nakuru (Kenya).

Catégories	Territoire pastoral (km^2)	Cheptel (milliers)
Année 1970	341 000	183
Année 1976	308 000	146
Ranches :		
compagnies	47 %	30 %
coopératives	7 %	2 %
privés	5 %	5 %
Non attribué	41 %	63 %

Dans le cas des blocs de pâture, les éleveurs ont veillé à ce que des membres proches de leurs familles soient enregistrés dans le plus grand nombre possible de blocs de pâturages différents : ils ont ainsi préservé leur liberté de mouvements et ont pratiquement reconstitué l'ancien fonctionnement des systèmes pastoraux. Une autre faille se dessine dans l'organisation des parcours des ranches de groupe : les membres les plus influents du groupe se font attribuer des parcelles privées tout en conservant un accès non officiel aux parcours communs. L'exemple suivant (figure 1.11) illustre ce phénomène : à l'origine, le gouvernement du Kenya a attribué à l'ensemble des 415 familles d'Elangata Wuas un territoire, indiqué en pointillés, qui s'étage depuis la vallée du Rift jusqu'à des collines mieux arrosées vers l'est. Cinq ans plus tard, le territoire a été amputé des savanes les plus favorables au profit de 19 familles originaires du groupe et d'un nombre indéterminé de familles extérieures, 44 membres du groupe initial ont quitté le terrain et ont été remplacés par 32 "immigrants".

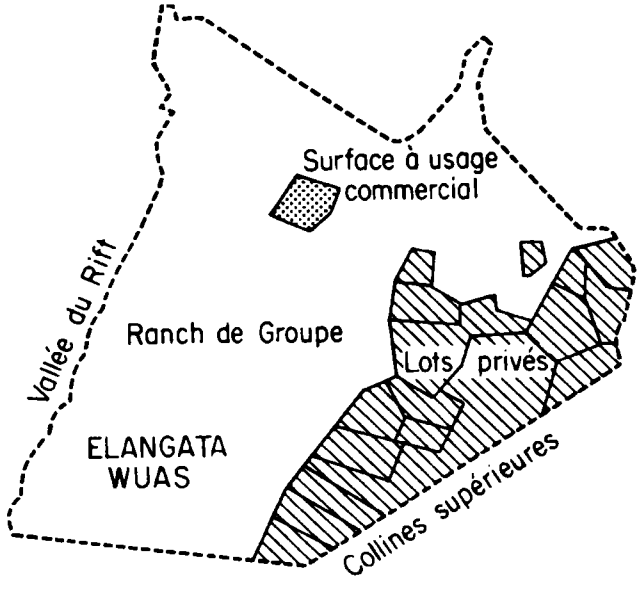


Figure 1.11. Évolution du foncier (Kenya).

Il ne faudrait pas voir dans cet exposé une critique spéciale de la situation kenyane, car cette évolution très générale montre seulement que les problèmes liés à l'appropriation des ressources pastorales ne sont pas

simples. La leçon à tirer est que, dans l'état actuel des connaissances, le pastoralisme intégral est la forme la plus efficace de mise en valeur des surfaces non cultivables et trop peuplées ou trop arides pour être converties en forêt.

3.3. Usage de l'espace pastoral

Les conclusions qui précèdent doivent aussi être confrontées au contexte européen actuel de ce qu'il est convenu d'appeler la "déprise agricole". La décision de limiter volontairement la production agricole dans les pays les plus riches vient de deux constats :

- l'intensification des rendements des cultures a eu, après quelques décennies, des effets néfastes : les eaux se sont gorgées d'engrais chimiques et de pesticides, les sols ont perdu une partie de leur matière organique et de leur stabilité, et l'environnement "dénaturé" a des répercussions néfastes pour les hommes et pour la faune sauvage ;
- une production agricole accrue ne trouve plus de débouchés et ne peut être offerte aux pays plus pauvres sans entraîner une dépendance inacceptable de ces derniers.

Les limitations, imposées par la Politique agricole commune (PAC), devraient se traduire en pratique par une intensification moindre sur les terres cultivées et par une réduction des surfaces utilisées. Le "gel des terres" doit donc libérer des espaces qui, selon la définition qu'on en a donné, pourront avoir une "vocation pastorale". En effet, les terres abandonnées suivent une dynamique propre qui est bien connue (chapitres 2 et 12) : le milieu végétal se ferme, les fourrés se multiplient, les sentiers disparaissent et le pays se transforme en "désert" humain. De plus, les broussailles sont un aliment idéal pour les incendies, qui représentent un coût élevé pour la communauté et un danger pour les populations. Une solution à ces problèmes pourrait être le maintien d'activités pastorales liées à des activités de loisirs sur les mêmes surfaces (promenade, sports, chasse) et à la conservation des milieux et des espèces rares, avec réduction de l'élevage intensif.

Dans d'autres pays très peuplés, où l'espace agricole est insuffisant, les cultures intensives dégradent le potentiel des sols souvent jusqu'au point de non-retour. L'abandon des territoires est alors involontaire, mais il faut y prévoir une récupération biologique progressive des écosystèmes dans le cadre d'une utilisation optimale, tant par la foresterie que par le pastoralisme.

Deux enjeux nouveaux se profilent ainsi pour l'avenir du pastoralisme : *l'entretien à moindre frais du domaine non agricole, et la "remontée biologique assistée" de régions menacées* ; dans les deux cas, l'élevage aura une fonction en quelque sorte catalytique : il ne sera pas la finalité du système, mais il deviendra facteur d'équilibre et d'appui au processus de préservation de la biosphère.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉES

Bonfiglioli A.M. (1990), "Pastoralisme, agro-pastoralisme et retour : itinéraires sahéliens", *Cah. Sc. Hum.*, ORSTOM, **26** (1-2) : 255-266.

Collectif (1992), "A la recherche de l'Aigoual perdu", *Ann. Parc Nat. Cévennes*, 5 : 1-264.

Desouter S. (1982), *Abrégé agro-pastoral Rwanda*, ACCT, Paris, 235 p.

Digard J.-P., Landais E. et Lhoste Ph. (1993), "Sociétés pastorales : quelques repères", *Rev. Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **46** (4) : 683-692.

FAIR (1992), *Relations homme-animal dans les sociétés pastorales d'hier et d'aujourd'hui*, compte rendu du colloque 25-26 sept 1990, Centre d'enseignement zooth., Rambouillet, 226 p.

Retaille D. (1989), "Le destin du pastoralisme en Afrique", *L'Inf. géogr.*, 53 : 103-113.

Sanogo T. et Bocoum M. (1989), *La Gestion de l'espace pastoral. Aspects de politique foncière*, compte rendu du séminaire national sur "Les Associations pastorales et le développement", Bamako, Mali, 16 p.

Il y a de très nombreuses revues en français consacrées à l'élevage ou à l'anthropologie ; parmi celles qui sont plus particulièrement consacrées à l'élevage extensif et au pastoralisme, il faut citer *Pastum, Habbanae, Parcours, Capricorne.*

QUELQUES QUESTIONS ET EXERCICES

1. Quels critères pourrait-on utiliser pour caractériser le rôle des cultures dans un système pastoral ?

2. Quelles sont les données manquantes pour pouvoir modéliser la production primaire en pays borana ?

3. Quels sont les aspects archaïques du système borana ?

4. On a observé la structure suivante dans un troupeau ovin :

Age	Mâles (%)	Castrés (%)	Femelles (%)
moins de 5 mois	13	8	25
de 6 à 28 mois	2	5	13
adultes	1	3	30

Quelles hypothèses sont possibles sur le système correspondant ?

5. Quels sont les facteurs de production comparables dans un système pastoral et dans un système industriel (usine) ?

6. Quels sont les aspects des systèmes pastoraux plus particulièrement liés à l'histoire du pastoralisme ?

7. Pourquoi la connnaissance de l'organisation sociale des éleveurs est-elle essentielle dans l'étude des systèmes pastoraux ?

8. Quels sont les avantages des parcours non privatisés ?

9. Quelles sont les caractéristiques des systèmes pastoraux qui suggèrent des liens affectifs entre hommes et animaux ?

10. Pourquoi l'infanticide et le suicide des vieillards sont-ils usuels chez les Borana ?

11. Décrire le système pastoral le plus proche de vous : quels en sont les éléments les plus difficiles à quantifier et pourquoi ?

12. Faire la liste des termes techniques mal connus qui ont été rencontrés dans ce chapitre, en rechercher les définitions.

Chapitre 2

L'ÉCOLOGIE DES PARCOURS

L'écologie est la science des interactions entre les êtres vivants et leur environnement ; elle concerne les forêts, les cultures et les villes, mais évidemment aussi les pâturages. C'est pourquoi il est possible d'étudier la végétation des parcours, les troupeaux qui y vivent et les pasteurs en tenant compte de l'un des principes essentiels de la démarche écologique, qui est de tenir compte des échelles d'espace et de temps. Aussi ce chapitre commencera-t-il par une vue d'ensemble des terrains de parcours, à l'échelle des continents, et de l'importance des troupeaux correspondants ; il examinera ensuite les climats qui en règlent le fonctionnement, puis donnera les éléments permettant la caractérisation des types de végétation ; il se terminera par une présentation succincte du concept de modèle, qui permet de rassembler et de résumer le jeu des interactions observables dans un système.

1. LES TERRAINS DE PARCOURS DANS LE MONDE

L'ensemble des continents comprend un peu plus de 13 milliards d'hectares de terres émergées, dont 1,3 milliard sont labourés et cultivés ; 3,2 milliards d'hectares sont en pâturages permanents, 4,1 en forêts ; 1,3 milliard est couvert de glaces ou de lacs ; ce qui reste (environ 3,1 milliards d'hectares) correspond à des terrains de parcours peu productifs, des steppes ouvertes, des alpages de haute montagne, des toundras et des déserts plus ou moins arides. La figure 2.1 matérialise cette répartition et montre l'importance du domaine spatial du pastoralisme, même si ce domaine risque encore d'être amputé par l'extension prévisible, et souvent désastreuse, des terrains cultivés (figure 2.2).

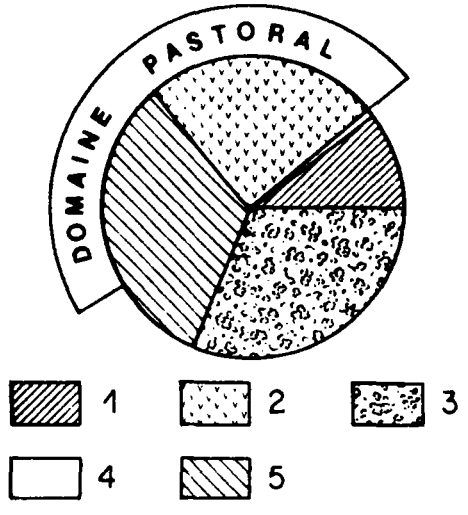


Figure 2.1. Répartition des terres dans le monde et extension du domaine du pastoralisme en 1988.
1 : cultures annuelles ; 2 : prairies permanentes et pâturages ; 3 : forêts ; 4 : cultures permanentes et arbustives ; 5 : parcours.
Source : FAO (1989), *FAO Yearbook Production*, vol. 42, Rome.

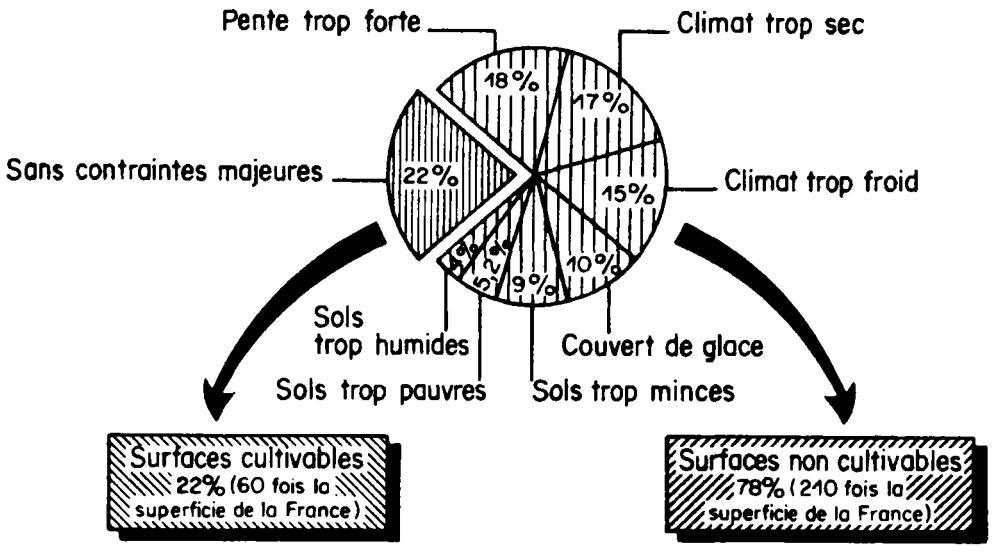


Figure 2.2. Évolution probable des ressources en sol du monde dans un avenir prochain.
Source : Robert M. (1992), "Le sol, ressource naturelle à préserver", *Cahiers Agric.*, **1** (1) : 20-34.

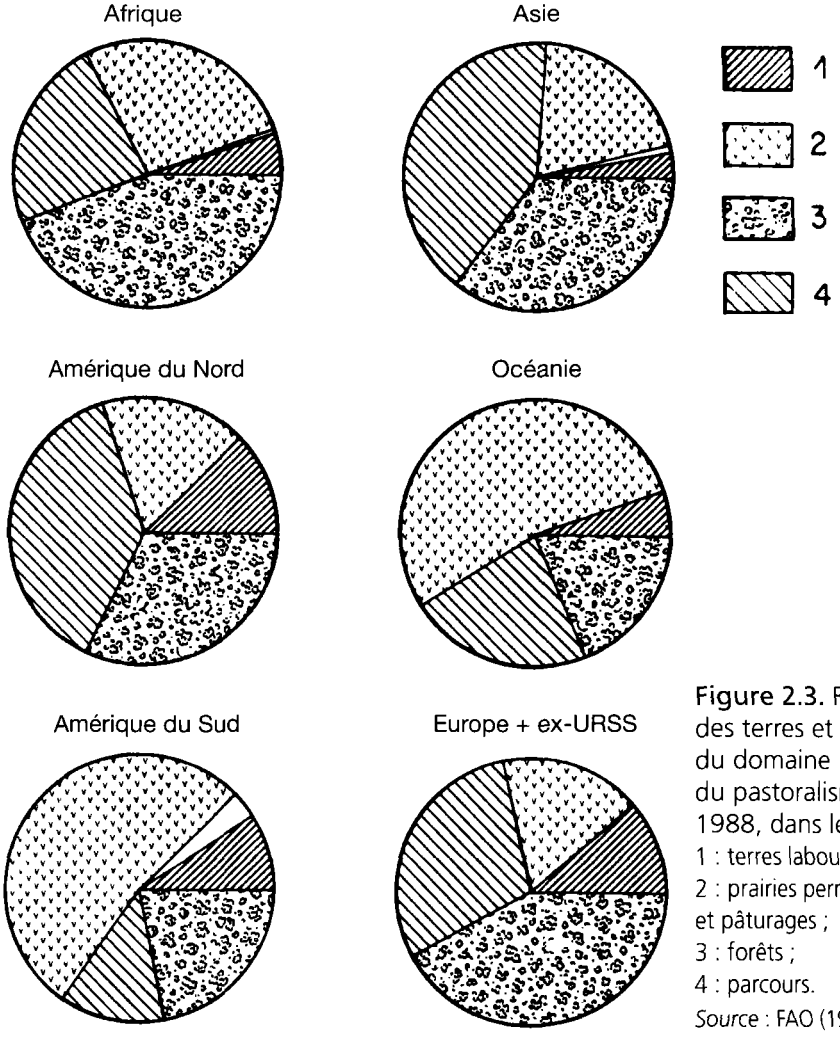


Figure 2.3. Répartition des terres et extension du domaine du pastoralisme, en 1988, dans le monde.
1 : terres labourées ;
2 : prairies permanentes et pâturages ;
3 : forêts ;
4 : parcours.
Source : FAO (1989), *op. cit.*

Le pastoralisme est important surtout dans les zones tropicales ; mais l'extension relative de son domaine est très variable d'un continent à l'autre (figure 2.3) puisqu'elle est comprise entre moins de 50 %, en Europe, et plus de 75 %, en Océanie (surtout en raison de son importance en Australie).

Quant aux troupeaux eux-mêmes (tableau 2.1), les statistiques établies par la FAO en 1988 et par l'*Atlas statistique du monde* de 1990 pour 172 nations paraissent parfois étonnantes, mais, faute de mieux, il faut les prendre comme base de réflexion, en sachant qu'il faut les vérifier et les compléter avant d'en tirer des décisions. De ces statistiques, il ressort que :
– pour les **moutons**, les pays qui possèdent les troupeaux les plus importants sont l'Australie avec 163 millions de têtes et l'ex-Union soviétique avec 140 millions ;
– pour les **chèvres**, l'Inde vient en tête avec plus de 105 millions ; elle est suivie de la Chine (78 millions) et du Pakistan (33 millions) ;
– l'Inde nourrit 193 millions de **bovins**, le Brésil 134 millions, et l'ex-Union soviétique 120 millions.

Tableau 2.1. Effectifs des troupeaux.

Régions	Ovins	Caprins	Bovins	Anes	Chevaux	Camelins
Afrique centrale	6 384	10 356	15 644	299	176	509
Afrique de l'Est	71 186	74 764	108 264	6 493	1 602	11 438
Afrique du Nord	43 045	13 088	9 516	4 242	481	623
Afrique du Sud	35 690	10 767	19 572	587	426	0
Afrique occidentale	399 932	56 233	38 135	2 374	912	1 499
Amérique du Nord	11 484	6 211	110 804	9	11 061	0
Amérique Centrale	6 685	10 640	42 835	4 984	7 075	0
Caraïbes	777	2 458	8 576	674	1 483	0
Amérique du Sud	109 288	50 599	257 446	6 512	13 926	0
Asie du Nord (URSS)	140 641	6 450	120 706	301	6 292	265
Asie du Sud	98 421	157 223	301 339	5 892	1 880	7 129
Asie du Sud-Est	6 197	16 793	46 727	9	1 378	0
Asie occidentale	110 804	40 907	20 062	4 811	1 054	907
Asie orientale	116 308	83 024	105 944	13 302	12 805	1 023
Australie et N-Z	228 085	1 909	30 910	5	501	0
Europe de l'Est	38 070	1 513	31 770	41	1 969	0
Europe de l'Ouest	13 453	1 353	48 298	35	823	0
Europe du Nord	41 505	164	24 035	27	435	366
Europe méditerranéenne	53 742	10 166	21 584	958	819	0
Iles du Pacifique	9	96	433	16	58	0

Dans ces statistiques, les pays les plus étendus pèsent lourdement, et l'importance relative de l'élevage dans l'économie d'un pays se traduit mieux par le nombre de têtes de bétail par habitant ou par km^2 (tableaux 2.2 et 2.3) que par les effectifs absolus.

Il apparaît alors que la région où la densité du cheptel est la plus élevée est l'Asie du Sud (0,2 mouton par ha, 0,3 caprin·ha^{-1} et 0,6 bovin·ha^{-1}) ; l'Europe de l'Est vient après (0,38 ovin·ha^{-1}, 0,02 caprin·ha^{-1} et 0,32 bovin·ha^{-1}).

Dans certaines régions, le nombre de têtes de bétail rapporté au nombre d'habitants est élevé : en Australie, le troupeau correspond à 11 moutons et 1,5 bovin par personne ; en Nouvelle-Zélande, 19 moutons et 2,4 bovins par habitant ; en Afrique du Sud, 0,9 mouton et 0,5 bovin par habitant ; en Amérique du Sud, 0,4 ovin et

Tableau 2.2. L' élevage rapporté à l'importance de la population des territoires concernés.

Régions	Ovins	Caprins	Bovins	Anes	Chevaux	Camelins
	(en nombre d'animaux par 1 000 habitants)					
Afrique centrale	96	155	235	4,5	2,6	7,6
Afrique de l'Est	332	348	504	30,3	7,5	53,3
Afrique du Nord	381	116	84	37,5	4,3	5,5
Afrique du Sud	959	289	526	15,8	11,5	0
Afrique occidentale	200	281	191	11,9	4,6	7,5
Amérique du Nord	42	23	403	0	40,2	0
Amérique Centrale	60	95	382	44,5	63,1	0
Caraïbes	25	79	276	21,7	47,7	0
Amérique du Sud	374	173	881	22,3	47,7	0
Asie du Nord (URSS)	489	22	419	1,0	21,9	0,9
Asie du Sud	88	14	270	5,3	1,7	6,4
Asie du Sud-Est	14	39	109	0,3	0,2	0
Asie occidentale	612	226	111	26,6	5,8	5,0
Asie orientale	88	63	81	10,1	9,7	0,8
Australie et N-Z	11 305	95	1 532	0,2	24,8	0
Europe de l'Est	337	13	281	0,4	17,4	0
Europe de l'Ouest	86	9	308	0,2	5,3	0
Europe du Nord	495	2	287	0,3	5,2	4,4
Europe méditerranéenne	373	70	150	6,6	5,7	0
Iles du Pacifique	2	19	82	3,1	11,3	0

Tableau 2.3. L' élevage rapporté à l'importance de la superficie des territoires concernés.

Régions	Ovins	Caprins	Bovins	Anes	Chevaux	Camelins
	(en nombre d'animaux par 10 km^2 ou par 1 000 habitants)					
Afrique centrale	10	16	24	0,5	0,3	0,8
Afrique de l'Est	80	84	122	7,3	1,8	12,9
Afrique du Nord	72	22	16	7,0	0,8	1
Afrique du Sud	139	42	76	2,3	1,7	0
Afrique occidentale	66	93	63	3,9	1,5	2,5
Amérique du Nord	5	3	51	0,5	0,1	0
Amérique Centrale	27	43	173	20,1	28,5	0
Caraïbes	34	107	374	29,4	64,7	0
Amérique du Sud	62	29	145	3,7	7,9	0
Asie du Nord (URSS)	63	0	54	0,1	2,8	0,1
Asie du Sud	196	313	600	11,7	3,7	14,2
Asie du Sud-Est	14	37	104	0,3	0,1	0
Asie occidentale	176	65	32	7,6	1,7	1,4
Asie orientale	99	71	90	11,3	10,9	0,92
Australie et N-Z	287	2	39	0	0,6	0
Europe de l'Est	384	15	321	0,4	19,9	0
Europe de l'Ouest	134	14	483	0,3	8,2	0
Europe du Nord	264	1	153	0,2	2,8	2,3
Europe méditerranéenne	408	77	164	7,3	6,2	0
Iles du Pacifique	0	2	8	0,3	1,1	0

0,88 bovin par personne ; en moyenne, pour toute l'Afrique, 0,31 ovin, 0,26 caprin et 0,3 bovin par habitant.

La conclusion majeure de ces tableaux est que le cheptel, rapporté au nombre d'habitants, est considérable. Ces statistiques seraient sensiblement modifiées s'il était possible de les exprimer en unité de gros bétail (UGB). En effet, comment comparer justement un taureau charolais ou hereford dépassant les 1 500 kg avec une vache peule ou indienne qui en atteint tout juste 250 ? Mais cette transformation exigerait la connaissance précise des types d'animaux de chacune des nations.

D'ores et déjà, il apparaît que si l'humanité manque de protéines animales, ce n'est pas par manque de bétail, mais parce que les troupeaux sont peu productifs. A l'échelle mondiale, les efforts à accomplir ne doivent pas tellement viser à augmenter le nombre de têtes, mais plutôt à améliorer le rendement des élevages.

Ceci dit, pour comprendre le pastoralisme, il faut regarder de plus près les terrains de parcours, en tenant compte des échelles d'espace et de temps.

2. LES ÉCHELLES D'ESPACE ET DE TEMPS POUR LE PASTORALISME

Au cours du temps, l'élevage évolue ; les effectifs changent sous l'influence des contraintes climatiques (sécheresses) ou économiques. Il en résulte que les effectifs de certains pays ont sensiblement diminués depuis une génération, tandis que ceux d'autres pays sont en nette augmentation. Ainsi, le cheptel, en particulier bovin, des pays du Sahel est en nette diminution, tandis que celui des pays soudaniens augmente (figure 2.4). Une partie des pasteurs a émigré vers le sud avec leurs troupeaux, mais, et c'est plus important, les agriculteurs sahélo-soudaniens investissent leurs économies dans l'achat d'animaux.

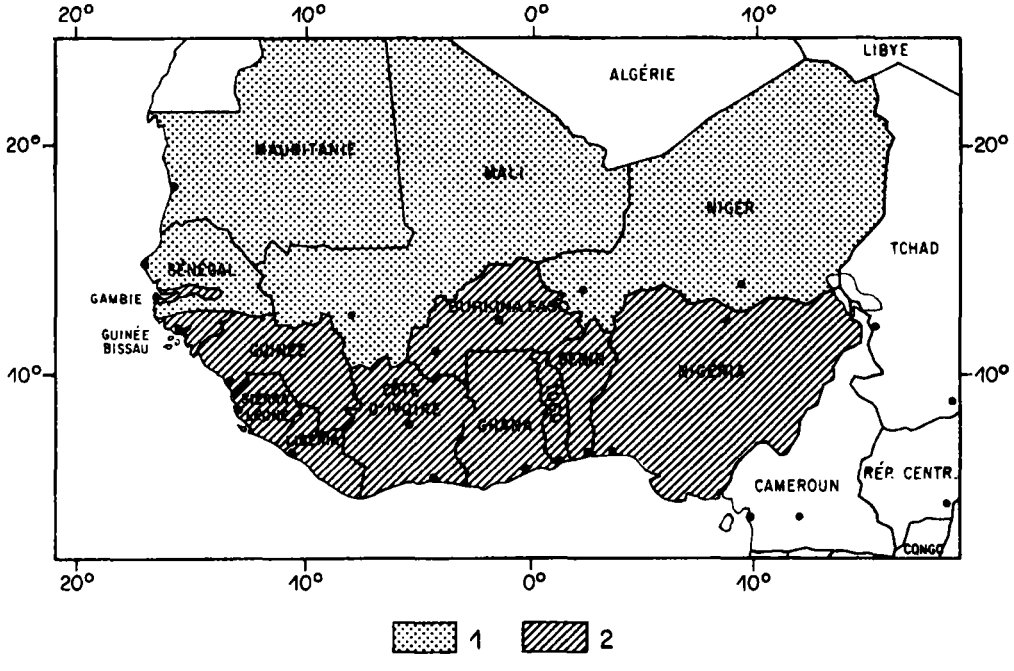


Figure 2.4. Évolution de l'élevage africain au cours des dernières décennies.
1 : pays dont le cheptel diminue ; 2 : pays dont le cheptel augmente.

Dans un pâturage, le troupeau se déplace pour trouver sa nourriture ou pour s'abreuver, il doit aussi trouver un endroit adapté pour se reposer ; enfin, sa reproduction ou son engraissement ont lieu en endroit et en temps choisis.

> Le pastoralisme est une forme de maîtrise de l'espace rural et du temps, orientée vers la gestion optimale d'un troupeau qui consomme une végétation peu artificialisée.

La pression de ces quatre contraintes majeures (nourriture, boisson, repos, reproduction) s'exerce à des échelles croissantes de temps et d'espace[1] :

– pour la nourriture, le gardien du troupeau doit tenir compte de variations du milieu visibles sur quelques **décamètres** ou **hectomètres** ; pour observer comment les animaux choisissent leur pitance au rythme de leurs pas, il faut opérer à l'échelle de la **minute** (ou même de la seconde si l'on compte les coups de dents) ;

– les lieux de repos et d'abreuvement doivent être trouvés à l'échelle du **kilomètre**, et le rythme du repos est à l'échelle de la **journée** ou de la demi-journée ;

– pour la plupart des troupeaux, la reproduction a lieu une fois par an, à une **saison** bien précise, à un endroit qui peut être assez éloigné des pâturages habituels, en allant même dans une **autre région** dans le cas de la transhumance ou de l'embouche (engraissement des animaux). La vente des animaux, et de la laine, se produit aussi à l'échelle de la région et à un rythme annuel

Ces emboîtements d'échelles conditionnent tout le travail du pastoraliste, et donneront le plan de ce chapitre. Mais, pour connaître et comprendre le pastoralisme d'une région, c'est l'ordre inverse de celui qui vient d'être indiqué qui sera suivi, en allant du cadre général jusqu'aux cas particuliers.

3. LES ZONES ÉCOLOGIQUES

3.1. Une classification des climats du monde à l'usage des pastoralistes

Pour le pastoraliste, le niveau supérieur de la classification des climats est la différenciation de quatre "zones" (c'est le nom qui a été donné par Thalès, il y a plus de 2 000 ans, aux ceintures climatiques qui s'étendent parallèlement à l'équateur) :
• la zone **équatoriale**, où les variations quotidiennes d'insolation et de température ont une amplitude plus grande que les variations annuelles ; les saisons sont peu marquées et l'herbe peut pousser régulièrement toute l'année, mais, en Afrique, les trypanosomes (qui transmettent la maladie du sommeil) y empêchent souvent toute gestion pastorale continue ;
• les zones **subtropicales** (nord et sud) et méditerranéennes, où la présence d'une saison sèche est la contrainte majeure pour les éleveurs (exemple : steppes de la zone sahélienne d'Afrique) ;
• les zones **tempérées**, où la froideur de l'hiver commence à poser des problèmes et oblige à rentrer les troupeaux à l'étable ou à les faire transhumer (exemple : bovins du Québec, ovins de l'Iran) ;
• les zones **subpolaires** et **polaires**, où les très longues journées d'été sont les

1. Une échelle de 1/1 000 000 est plus petite qu'une échelle de 1/50 000.

seules pendant lesquelles l'herbe peut se développer (Patagonie, au sud de l'Argentine ; Scandinavie...).

Dans chacune de ces zones, les critères à prendre en compte pour caractériser les climats régionaux sont :
– l'amplitude des variations thermiques,
– le module des précipitations annuelles et mensuelles,
– la longueur, la place dans l'année et l'intensité des saisons sèches,
– la durée de la "saison de végétation" *in situ*.

Ainsi, les hauts-plateaux d'Algérie (en prenant l'exemple de Méchéria, situé à 1 170 m d'altitude) sont caractérisés par une moyenne des minimums du mois le plus froid (m) de 1,5 °C (qui entraîne un ralentissement net de la végétation en hiver), une moyenne des maximums du mois le plus chaud (M) de 35,1 °C, des précipitations annuelles de 293 mm, une saison sèche longue de 5 mois (caractérisée par des précipitations, en mm, inférieures à deux fois la température moyenne mensuelle, en degrés Celsius, de mai à septembre).

Un éleveur du centre du Burkina Faso, pour sa part, n'a pas à se soucier de l'arrêt hivernal de la végétation (m = 16 °C), mais son problème majeur est la longueur de la saison sèche, qui s'étend sur plus de 9 mois, et la brièveté de la saison de végétation, qui dure seulement une centaine de jours, entre août et novembre. Ces divers éléments sont analysés dans le paragraphe 3.2.2 et sur la figure 2.5.

3.2. Quelques modes de caractérisation du climat

Trois types d'approche sont utilisés pour caractériser les climats :
– le calcul d'indices climatiques,
– le dessin de climagrammes,
– les diagnoses générales.

3.2.1. Les indices climatiques

Les indices climatiques sont des expressions algébriques qui relient plusieurs mesures climatiques directes pour caractériser un élément climatique qui n'est pas directement, ou aisément, mesurable. Il s'agit le plus souvent de la sécheresse. Citons ici :

• **Indice de de Martonne** :

$$I = \frac{P}{t + 10}$$

avec P module pluviométrique[2] annuel en millimètres et t température moyenne annuelle en degrés Celsius.

• **Indice de sécheresse estivale d'Emberger-Giacobbe** :

$$S = \frac{M}{E}$$

avec M moyenne des maximums du mois le plus chaud et E module pluviométrique des trois mois d'été. Cet indice est utilisé pour les climats méditerranéens où l'été est la saison la moins arrosée. Si $5 < S \leq 7$, ce déficit estival est suffisant pour que l'été soit **subsec** ; lorsque $S \leq 5$, l'été est **sec**.

2. Terme technique désignant la somme des précipitations moyennes d'une période particulière.

Par exemple, à Méchéria, sur les hauts plateaux du Sud-Oranais, dans les steppes d'Alfa, les données stationnelles et climatiques sont les suivantes :

altitude 1 170 m	latitude 33°33'	longitude – 00°16'	Méchéria								
M_i	11,0	12,6	16,4	20,7	24,1	30,2	35,1	34,5	29,4	22,0	14,5	10,8
m_i	1,5	2,6	5,0	7,9	11,1	16,2	20,3	20,4	15,8	10,8	5,7	2,5
P_i	21	24	32	29	25	14	5	8	34	29	43	29

La moyenne des maximums du mois le plus chaud, M, est 35,1 °C et le module pluviométrique estival (mois de juin, juillet et août) est $E = 27$. Il en résulte un indice de sécheresse estivale, $S = 0,77$. L'été est sec à Méchéria, et comme il est aussi la saison la moins arrosée, le climat de Méchéria est de type méditerranéen.

• **Indice de continentalité pluviale** :

$$C = \frac{P_E}{P_H}$$

avec P_E module pluviométrique des six mois à jours longs et P_H celui des six mois à jours courts. Lorsqu'il pleut plus dans les mois à jours longs que dans les mois à jours courts, l'indice est supérieur à 1 ; c'est le cas dans les climats **tropicaux** et **continentaux**. Il est inférieur à 1 dans le cas des climats **océaniques**, **méditerranéens** et **équatoriaux**.

• **Indice de continentalité thermique** :

$$K' = \frac{1,7\,A}{\sin(\Phi + 10 + 9h)} - 14$$

où Φ est la latitude en degrés, h l'altitude en kilomètres, A l'amplitude thermique moyenne, c'est-à-dire l'écart entre les températures moyennes mensuelles la plus forte et la plus faible.

Lorsque K' est inférieur à 25, le climat ne présente pas de contraste thermique, il est de type **littoral** ; lorsque K' est supérieur à 25, il y a un contraste et le climat est de type **semi-continental**, peu contrasté si $K' \leq 37$, moyennement contrasté entre 37 et 50, fortement contrasté au-dessus de 50.

Avec les températures moyennes suivantes (en °C) :

6,3 7,6 10,7 14,3 17,6 23,2 27,7 27,5 22,6 16,4 10,1 6,7

le mois le plus froid à Méchéria est janvier, avec la température moyenne de 6,3, et le plus chaud est juillet avec 27,7 ; l'amplitude thermique moyenne est donc 27,7 – 6,3 = 21,4. Cette station est à l'altitude de 1 170 m, donc h =1,17 et à la latitude de 33° 33', il en résulte pour K' la valeur de 31,0 ; du point de vue thermique, le climat de Méchéria est méditerranéen semi-continental peu contrasté.

• **Évapotranspiration globale** :

$$EG = \frac{P}{\sqrt{(0,9 + P^2/L^2)}}$$

expression dans laquelle P est le module pluviométrique annuel et L un facteur thermique dépendant de la température moyenne annuelle t :

$$L = 300 + 25\,t + 0,05\,t^3$$

Cette relation donne le nombre de millimètres évapotranspirés au cours de l'année.

• **Évaporation potentielle de Penman**. Basée sur le fonctionnement physique de l'évaporation, la formule de Penman donne le nombre de millimètres d'eau qui peuvent être évaporés à partir d'une surface d'eau libre (bassin, mare, lac, barrage). Souvent évoquée, elle peut difficilement faire l'objet d'un usage généralisé parce qu'elle nécessite de nombreuses données non usuelles, comme la vitesse du vent, le taux d'humidité de l'air. Quand elle peut être employée, elle fournit d'excellents résultats.

3.2.2. Les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen

Les 12 précipitations moyennes mensuelles successives et les 12 températures moyennes mensuelles successives sont portées sur un même graphique, avec des échelles telles que le vecteur unité corresponde à 10 mm par mois pour la première courbe et à 5 °C pour la seconde. La figure 2.5a représente le diagramme ombrothermique de Ouagadougou, et la figure 2.5b celui de Méchéria.

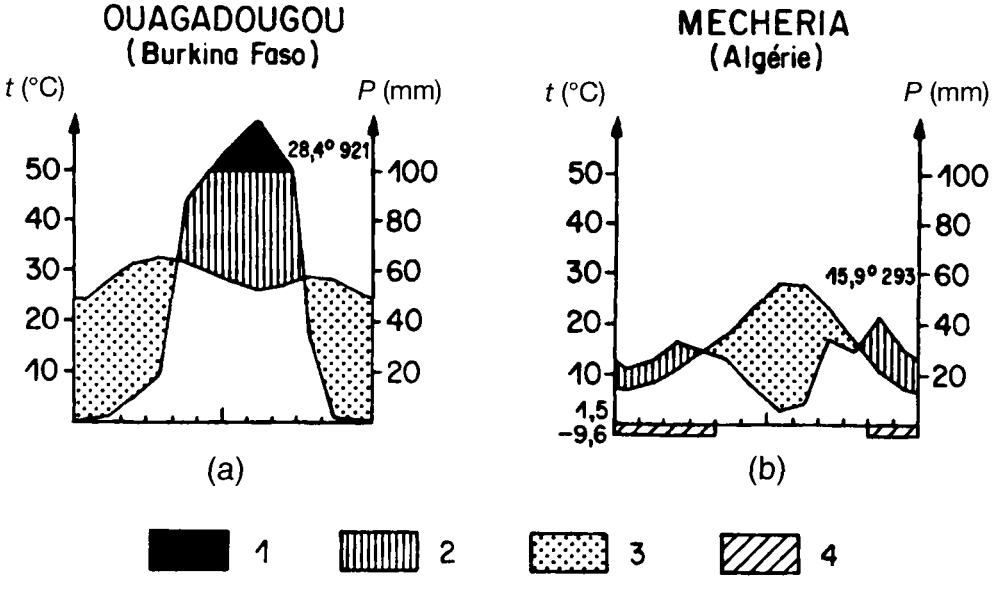


Figure 2.5. Diagramme ombrothermique de Ouagadougou (Burkina Faso) et de Méchéria (Algérie)

1 : période très humide ; 2 : période humide ; 3 : période sèche ; 4 : période froide.

Source : Walter et Lieth (1960), *Klimadiagramm Weltatlas*, G. Fisher, Jena.

La période au cours de laquelle la courbe des températures est située au-dessus de celle des précipitations est la période sèche ; celle au cours de laquelle les précipitations sont supérieures à 100 mm est la période très humide. Plusieurs écoles géographiques ont développé des systèmes de diagnose climatique à partir des caractères de ces diagrammes : existence, localisation, durée et intensité d'une saison sèche et d'une saison humide.

3.2.3. La diagnose générale de Köppen

Il y a beaucoup de méthodes globales de caractérisation des climats régionaux du monde ; certaines utilisent plusieurs paramètres climatiques combinés de manière simple (méthodes de Köppen, Trewartha, Troll, Péguy, de Martonne, etc.), d'autres les combinent dans des calculs élaborés parfois fort complexes (méthodes de Thornthwaite, Matter, Budyko, etc.). Aux échelles qui intéressent le pastoraliste,

les nuances et les détails apportés par ces dernières sont superflus et la classification de Köppen constitue une approximation suffisante ; elle sera rapidement présentée ici.

De nombreux chercheurs ont aussi mis au point des méthodes de caractérisation fine de tel ou tel type de climat régional ; la caractérisation des climats méditerranéens d'Emberger et celle des climats intertropicaux d'Aubréville seront seules présentées car elles couvrent à elles seules l'essentiel des besoins des pastoralistes francophones.

La méthode de Köppen répartit les climats en groupes qui sont différenciés par l'emploi de la formule :

$$P < 2\,(t + \frac{14C}{C+1}) \qquad (1)$$

dans laquelle t est la température moyenne annuelle en degrés Celsius et C la continentalité pluviale, c'est-à-dire le rapport des précipitations des 6 mois les plus chauds aux précipitations des 6 mois les plus froids ; P est le module pluviométrique annuel.

Climats secs

Si cette relation est vérifiée, il s'agit d'un climat **sec** (type B) ; si de plus :

$$P < t + \frac{14C}{C+1} \qquad (2)$$

alors le climat est **désertique** (BW) ; dans la négative, il est **steppique** (BS).

Parmi ces climats, on distingue

• d'une part :
– les climats à **sécheresse estivale** si $C < 1$ et si le module du mois le moins pluvieux d'hiver est au moins triple du module du mois le moins pluvieux d'été ; ce sont les steppes et déserts méditerranéens ;
– les climats à **sécheresse hivernale** si $C > 1$ et si le module du mois le plus humide d'été est au moins 10 fois supérieur au mois le plus humide d'hiver ; ce sont les steppes et déserts tropicaux ;

• et d'autre part :
– les climats **chauds** pour lesquels la température moyenne annuelle est supérieure à 10 °C,
– les climats **froids** dans le cas contraire,
– et enfin les climats **brumeux** présentant de très fréquents brouillards.

Climats humides

Si la relation (1) n'est pas vérifiée, il s'agit d'un climat **humide**, et on rencontre successivement :

• Les **climats intertropicaux humides**. Symbolisés par la lettre A, ils sont caractérisés par une température moyenne du mois le plus froid au moins égale à 18. On y distingue trois sous-types qui sont :
– un climat intertropical sans saison sèche ou climat **équatorial**, symbolisé par la lettre f et dans lequel les précipitations du mois le moins pluvieux restent supérieures à 60 mm : $p_{min} \geq 60$ mm. Un tel climat ne présente que de faibles variations saisonnières de précipitations et de températures qui restent toujours élevées. Il correspond aux zones de forêts équatoriales ;

– un climat intertropical avec une courte saison sèche, ou climat **subéquatorial**, symbolisé par la lettre m. Les précipitations sont si élevées au cours des mois précédant la saison sèche que les réserves en eau du sol sont suffisantes pour couvrir les besoins d'une végétation forestière tropicale ;
– un climat **intertropical avec saison sèche**, symbolisé par la lettre w, et qui comporte, au cours de l'hiver, au moins un mois pour lequel les précipitations moyennes sont inférieures à 60 mm : $p_{min} < 60$ mm. Il se distingue du sous-type précédent à l'aide de la formule :

$$P = 2\,500 - 25\,p_{min}$$

dans laquelle P représente le module pluviométrique annuel et p_{min} les précipitations du mois le moins pluvieux, exprimés en millimètres.

Pour chacun de ces 3 types de climats, deux variantes sont retenues :
– climats intertropicaux présentant deux maximums de précipitations séparés par deux saisons sèches ;
– climats intertropicaux pour lesquels l'amplitude est inférieure à 5 °C (différence entre la température moyenne du mois le plus chaud et la température moyenne du mois le plus froid).

• Les **climats mésothermiques**. Ce sont des climats **tempérés humides**, dans lesquels la végétation naturelle est essentiellement forestière, ils sont représentés par la lettre C. La température moyenne du mois le plus froid est inférieure à 18 °C mais supérieure à – 3°C ; en outre la température moyenne du mois le plus chaud est supérieure à 10 °C.

Trois sous-types principaux sont distingués dans ces climats ; ce sont :
– les climats **sans saison sèche** dans lesquels la différence entre les mois les plus secs et les plus humides reste plus faible que dans les cas suivants et pour lesquels le mois le plus sec d'été reçoit plus de 30 mm ;
– les climats ayant une **saison sèche hivernale** pour lesquels il y a au moins trois fois plus de précipitations dans le mois le plus humide d'hiver que dans le mois le plus sec d'été, ce dernier recevant moins de 30 mm ;
– les climats ayant une **saison sèche estivale** pour lesquels il y a au moins trois fois plus de précipitations dans le mois le plus humide d'hiver que dans le mois le plus sec d'été, ce dernier recevant moins de 30 mm.

D'autres nuances peuvent être distinguées ; ce sont :
– les climats à **étés chauds** pour lesquels la température moyenne du mois le plus chaud est supérieure à 22 °C ; $t_{max} > 22$ °C;
– les climats à **étés frais** pour lesquels la température moyenne du mois le plus chaud est inférieure à 22 °C ; $t_{max} < 22$ °C;
– les climats à **étés courts** pour lesquels il y a moins de 4 mois présentant une température moyenne supérieure à 10 °C ;
– les climats **peu contrastés** pour lesquels l'amplitude est inférieure à 5 °C.

• Les **climats microthermiques**. Ces climats, représentés par la lettre D, correspondent aux pays froids et neigeux dont la végétation climacique est le plus souvent constituée de forêts de résineux. Ils sont caractérisés par une température moyenne du mois le plus froid inférieure à –3 °C et une température moyenne du mois le plus chaud supérieure à 10 °C ; cette dernière limite correspond pratiquement à la limite de la végétation forestière, en latitude comme en montagne. On y distingue les trois mêmes sous-types que dans les climats de type C.

• Les **climats boréaux**. Ils sont représentés par la lettre E, et sont caractérisés par une température moyenne du mois le plus chaud inférieure à 10 °C, mais supérieure à 0 °C dans les climats subpolaires de toundra, ET, et inférieure à ce seuil

dans les climats polaires glaciaires EF. Ces deux derniers climats sont tous deux **asylvatiques** (parce que les arbres ne peuvent pas y vivre).

3.2.4. La diagnose des climats méditerranéens (système d'Emberger)

On appelle **méditerranéen** un climat extra-tropical dans lequel l'été est la saison la moins arrosée et est sec. Les deux premiers critères sont simples, le troisième nécessite le calcul de l'indice de sécheresse (voir paragraphe 3.2.1) :
– si $S \leq 5$, l'été est sec et le climat de type méditerranéen ;
– si $5 < S \leq 7$, l'été est subsec et le climat de type subméditerranéen ;
– si $7 < S$, l'été n'est pas sec et le climat n'est pas méditerranéen (mais océanique).

La seconde étape consiste à calculer le quotient d'Emberger ; utilisé pour la différenciation des types de climats méditerranéens, il s'exprime par :

$$Q = \frac{2\,000P}{M^2 - m^2}$$

où P est le module pluviométrique annuel en millimètres, m la moyenne des minimums du mois le plus froid et M la moyenne des maximums du mois le plus chaud, ces deux températures étant exprimées en kelvins (1 K = 273,2 °C).

La troisième étape consiste à situer les stations sur un climagramme en utilisant comme abscisse la valeur de m (moyenne des minimums du mois le plus froid) et comme ordonnée le logarithme du quotient d'Emberger. Ce climagramme comporte une grille de lecture qui permet la diagnose par simple lecture (figure 2.6).

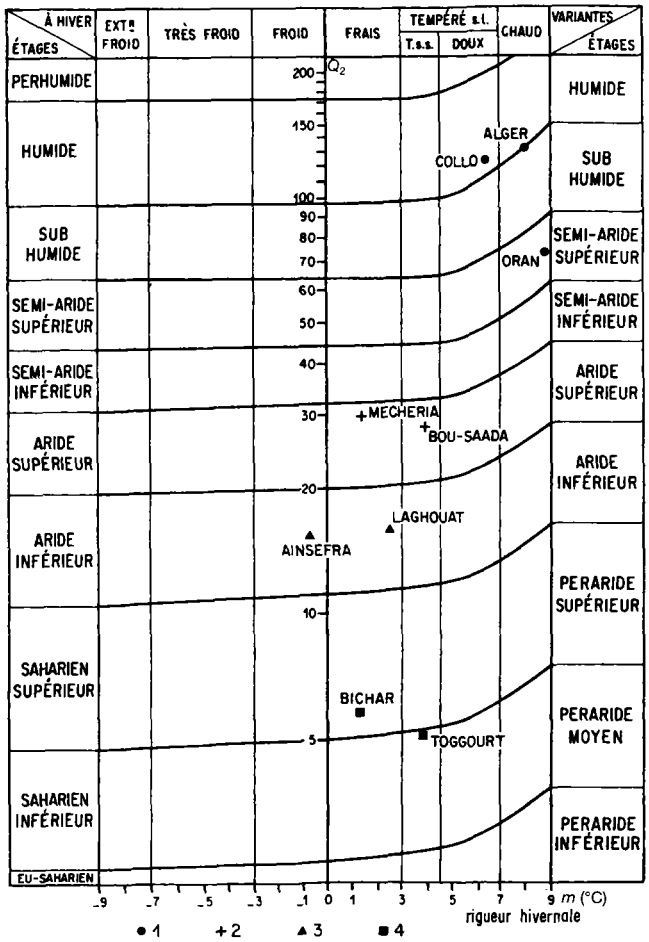


Figure 2.6. Climagramme d'Emberger pour la caractérisation des climats méditerranéens.
1 : climat du Sahel algérien ; 2 : climat des steppes des hauts plateaux ; 3 : climat de l'Atlas saharien ; 4 : climat du Sahara.

En quatrième lieu, le calcul du coefficient de continentalité thermique permet d'en caractériser le contraste.

Ainsi, pour deux des stations qui sont portées sur la figure précédente, la caractérisation complète est :

Alger : méditerranéen littoral humide à hiver chaud
Méchéria : méditerranéen semi-continental atténué aride supérieur à hiver frais

Certains auteurs parlent de climats thermo-, eu-, méso-, oro-, alti-méditerranéens. Le tableau 2.4 donne la correspondance entre ces termes et ceux de la classification habituelle.

Tableau 2.4. Équivalence des "étages" altitudinaux du climat méditerranéen et des variantes thermiques.

<table>
<tr><td rowspan="2">m</td><td colspan="3">Étages altitudinaux</td><td rowspan="2">Variantes thermiques
Emberger</td></tr>
<tr><td>Quézel</td><td>Ozenda</td><td>Rivas-Martinez</td></tr>
<tr><td>– 11
– 10</td><td>Alti-</td><td rowspan="2">Alti-</td><td rowspan="3">Cryoro-</td><td>à hiver glacial</td></tr>
<tr><td>– 9
– 8</td><td>Oro-</td><td>à hiver
extrêmement froid</td></tr>
<tr><td>– 7
– 6
– 5
– 4</td><td rowspan="2">Montagnard</td><td rowspan="2">Oro-</td><td rowspan="2">à hiver
très froid</td></tr>
<tr><td>– 3
– 2
– 1</td><td colspan="2">Supra-</td><td>Oro-</td></tr>
<tr><td>0
1
2</td><td colspan="3">Méso-</td><td>à hiver
froid</td></tr>
<tr><td>3
4</td><td colspan="3">Thermo-</td><td>à hiver
frais</td></tr>
<tr><td>5
6
7</td><td colspan="3" rowspan="3">Thermo-</td><td>à hiver tempéré</td></tr>
<tr><td>8
9
10</td><td>à hiver
doux</td></tr>
<tr><td>11
12</td><td>à hiver
chaud</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3"></td><td>à hiver
très chaud</td></tr>
</table>

Il faut lire "alti-méditerranéen", thermo-méditerranéen" et "méditerranéen à hiver frais".

Source : complété d'après Rivas-Martinez S. (1982), "Étages bioclimatiques, secteurs chorologiques et étages de végétation de l'Espagne méditerranéenne", *Écol. Médit.*, **8** (1) : 275-288.

3.2.5. La diagnose des climats intertropicaux (système d'Aubréville)

En première approximation, il s'agit des climats des régions situées entre les tropiques du Capricorne et du Cancer. Dans ces territoires, l'amplitude thermique journalière (entre l'heure la plus froide de la nuit et l'heure la plus chaude du jour) est en général supérieure à l'amplitude thermique annuelle (entre la température moyenne du mois le plus froid et celle du mois le plus chaud).

Dans ces régions, où la moyenne des températures mensuelles est voisine de 25 °C, la définition classique conduirait à dire qu'un mois est humide si les pluies dépassent 2 × 25 = 50 mm. En fait, puisque les pluies arrivent pendant que le soleil est près du zénith, Aubréville a placé la limite à 60 mm ; les mois "moyennement secs" reçoivent entre 30 et 60 mm, et les mois "vraiment secs" moins de 30 mm. A l'opposé, un mois est dit humide s'il reçoit plus de 100 mm ; entre 100 et 60 mm, il s'agit de mois "ordinaires".

Selon le nombre de chacun de ces mois, 5 types climatiques se dégagent, éventuellement redivisés en 3 (figure 2.7) :

I. Ce sont les climats équatoriaux ou climats **guinéens**.

Ia. Ce sont les climats **guinéens forestiers** parmi lesquels 16 formes climatiques sont reconnues selon les durées respectives des saisons humides et sèches, le nombre (1 ou 2) de maximums pluvieux, et la valeur du module pluviométrique.

Ib. Il s'y ajoute un ensemble de formes de transition de type **ougandien**, comportant 8 formes climatiques.

Ic. Les climats équatoriaux à courte saison des pluies comportent 7 formes climatiques.

II. Viennent ensuite les climats tropicaux semi-humides avec 19 formes en trois séries, selon
– qu'il n'y a pas de saison fraîche ;
– qu'il y a une saison fraîche ;
– qu'il y a une saison froide.
Ce sont les climats **soudano-guinéens**.

III. Les climats tropicaux secs, **sahélo-soudaniens**, présentent 34 formes climatiques, en trois séries différenciées par les durées respectives des saisons sèches et humides.

IV. Quatre formes de climat sont présentes dans les climats sahélo-sahariens subdésertiques, ils se différencient par l'existence éventuelle d'une saison froide et la valeur de l'amplitude thermique annuelle.

V. Quatre formes aussi de climats désertiques, ou **sahariens**, selon la valeur de la température moyenne du mois le plus chaud et l'amplitude thermique. Ces climats reçoivent moins de 200 mm.

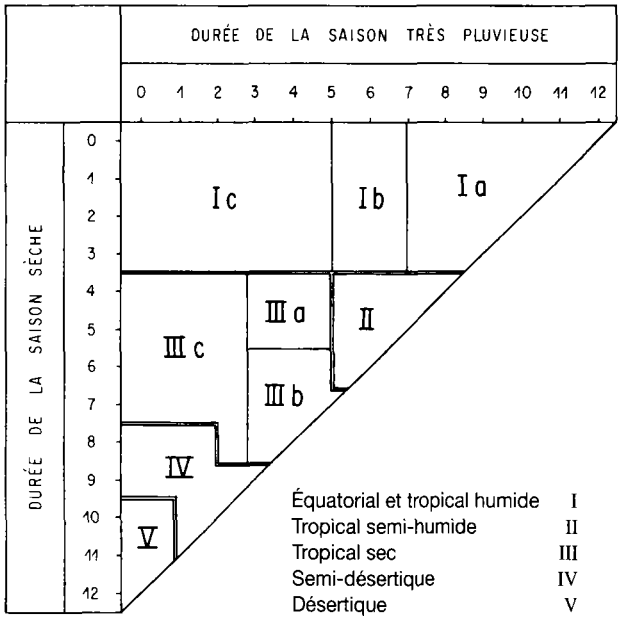


Figure 2.7. Schéma de différenciation des grandes classes de climats tropicaux.

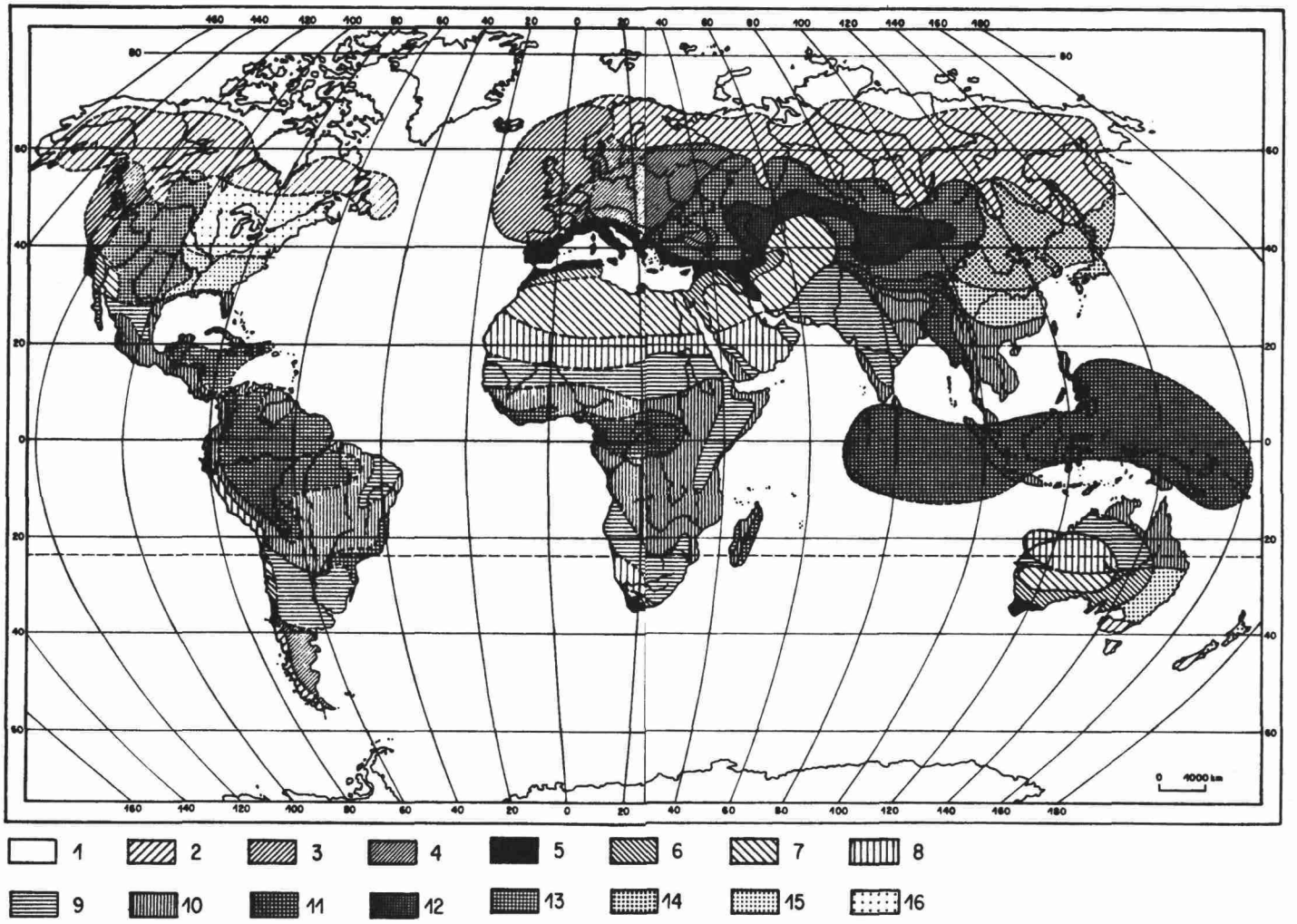


Figure 2.8. Carte schématique de répartition des climats du monde.
1 : climats polaires ;
2 : climats subpolaires ;
3 : climats tempérés océaniques ;
4 : climats tempérés semi-continentaux ;
5 : climats méditerranéens humides ; 6 : climats méditerranéens secs ;
7 : climats méditerranéens désertiques ; 8 : climats tropicaux désertiques ;
9 : climats tropicaux secs ;
10 : climats tropicaux humides ; 11 : climats équatoriaux ; 12 : climats continentaux désertiques ;
13 climats continentaux secs ; 14 : climats continentaux humides ;
15 : climats continentaux humides chauds ;
16 : climats continentaux humides froids.

3.2.6. Les climats du monde

Une carte sommaire des climats du monde, prenant en compte les paramètres les plus importants pour les éleveurs, est présentée sur la figure 2.8.

3.2.7. La loi de zonalité

En biologie, il existe peu de "lois" équivalentes à celles qui sont à la base de l'électricité, ou de la chimie. C'est pourquoi il faut prêter une attention particulière à l'une des premières lois admises par les écologues, qui peut s'énoncer ainsi :

> Dans chaque zone climatique, les sols issus de toutes les roches-mères, et les communautés végétales correspondantes, tendent à converger, au fil des années, vers un petit nombre de types dominants, ou même vers un seul type dominant.

Cette loi a été découverte en Russie à la fin du siècle dernier par Dokutchaïev, et généralisée au monde entier par Sibirtzev qui créa ainsi la notion de **sols zonaux**. Il note d'ailleurs que "la succession géographique rigoureuse des sols-types (et des végétations qui leur sont liées) est souvent interrompue par des causes oro-hydrographiques ou géologiques locales, qui empêchent la formation de certains sols" et entraîne ainsi la formation de **sols azonaux**.

La carte de la figure 2.9, proposée en 1907 et revue en 1929, est toujours d'actualité ; elle représente la répartition de la zonalité des sols dans le monde.

Prenons un premier exemple : dans la zone **subpolaire**, la convergence va vers les **toun-**

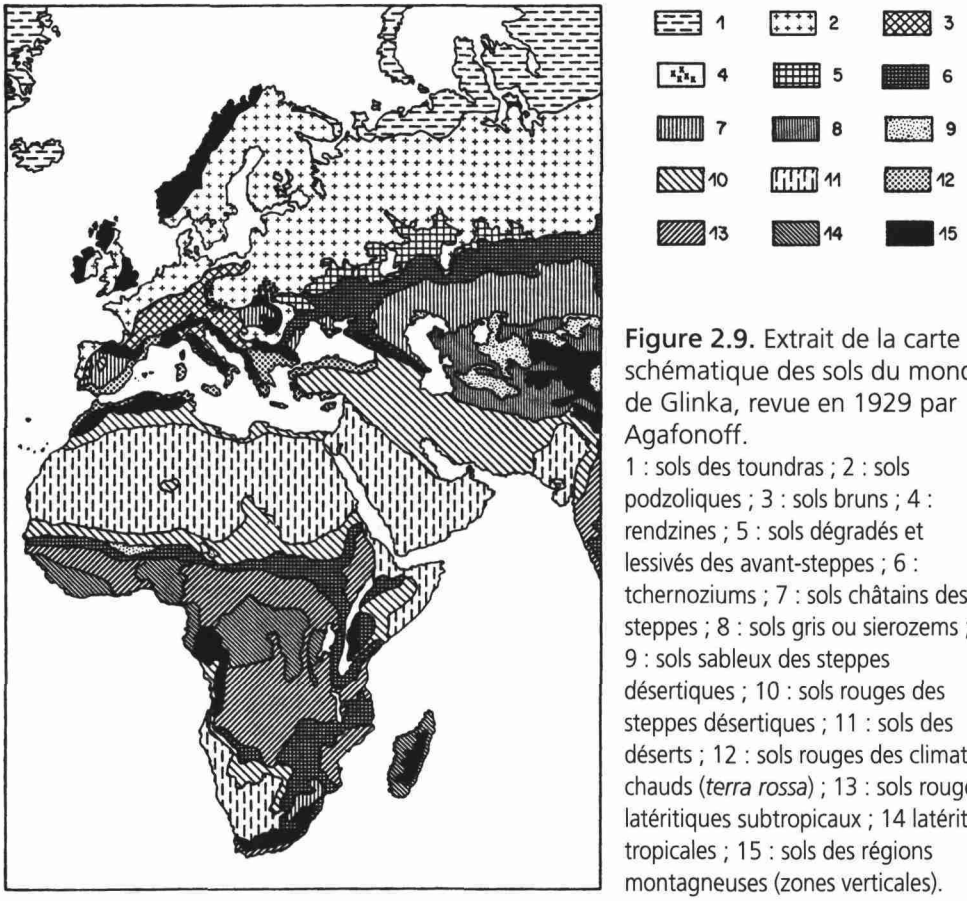


Figure 2.9. Extrait de la carte schématique des sols du monde de Glinka, revue en 1929 par Agafonoff.
1 : sols des toundras ; 2 : sols podzoliques ; 3 : sols bruns ; 4 : rendzines ; 5 : sols dégradés et lessivés des avant-steppes ; 6 : tchernoziums ; 7 : sols châtains des steppes ; 8 : sols gris ou sierozems ; 9 : sols sableux des steppes désertiques ; 10 : sols rouges des steppes désertiques ; 11 : sols des déserts ; 12 : sols rouges des climats chauds (*terra rossa*) ; 13 : sols rouges latéritiques subtropicaux ; 14 latérites tropicales ; 15 : sols des régions montagneuses (zones verticales).

dras, végétations basses, composées de plantes herbacées pérennes, de Mousses, de Lichens, et d'arbustes souvent prostrés. En effet, la brièveté de la saison de végétation et les vents chargés de particules de glace ne permettent pas aux arbres de se développer.

Les types de toundras se différencient essentiellement par la profondeur de la nappe phréatique en été, et par l'épaisseur de sol gelé en hiver. Les tourbières sont fréquentes. Le renne, le caribou et le bœuf musqué vivent au moins une grande partie de l'année sur les toundras.

Les Esquimo (ou Inuit) qui vivent au-delà du cercle polaire, se nourrissent uniquement de poisson et de viande, et ils sont souvent nommés par leurs voisins "mangeurs de cru" puisqu'ils ne disposent pas de bois pour faire cuire leur nourriture.

La végétation des montagnes très froides est aussi composée de plantes herbacées ou de buissons rampants.

Les autres types de climats qui conduisent à des végétations basses sont les climats **steppiques**. Et il est remarquable qu'ils soient ainsi nommés pour souligner qu'ils ne conduisent pas la végétation jusqu'à la forêt. Sans entrer dans les détails, on distingue les steppes arbustives (plutôt sous climats chauds) et les steppes herbacées ; ces dernières sont normalement constituées d'espèces pérennes (c'est-à-dire qui vivent plusieurs années) mais le surpâturage les fait disparaître au profit des plantes annuelles, qui "explosent" toutes ensemble au début de la saison favorable, avec une telle abondance que les troupeaux ne les consomment pas en totalité et en laissent suffisamment monter à graine pour que le tapis végétal renaisse l'année suivante (voir paragr. 3 du chapitre 3).

La végétation des **déserts** est extrêmement variée (quoique la flore, c'est-à-dire la liste des espèces, y soit pauvre). Il n'existe pas d'arbres dans les déserts de sable (ergs, champs de barkhanes, etc.) mais la végétation diffuse dans les larges vallées d'épandage est surtout composée de ligneux et même d'arbres (*Acacia* en Afrique et en Australie, *Prosopis* en Amérique du Sud).

Pour tout le reste des continents, soit plus des 3/4 de leur surface, les types de végétation dominants prévus par la loi de zonalité sont des forêts, qui ne conviennent guère aux pasteurs. De fait, dans la zone tropicale, la plupart des savanes sont entretenues par le feu, pour nettoyer le terrain et avoir de l'herbe verte, et aussi pour récupérer du gibier. Dans la zone tempérée, la plupart des prairies sont reconquises par la forêt lorsqu'elles ne sont plus pâturées ou fauchées.

Pour les pampas d'Amérique du Sud, les Argentins se sont souvent demandé si la tendance vers la forêt n'était pas une vision d'Européen favorisé. En effet, le contraste entre le riche tapis graminéen qui s'étend à perte de vue dans les pampas et les arbres majestueux visibles autour des fermes est saisissant, et il est logique de se demander pourquoi la forêt ne conquiert pas ces plaines. Pour l'époque actuelle, la réponse est facile : les troupeaux sont suffisamment nombreux pour brouter les jeunes arbres, et plus encore pour les briser par leur piétinement. Mais autrefois ? Les troupeaux de vigognes et d'alpagas étaient-ils capables d'empêcher l'invasion des ligneux ? C'est vraisemblable, parce que H. Ellenberg, qui a pu étudier ce problème en détail, dit avoir trouvé des jeunes arbres dans les rares endroits où les grands herbivores n'ont pas accès.

4. LA RÉGION ET LES SAISONS

L'agriculteur tente habituellement de s'affranchir des contraintes d'humidité et de température, en irriguant ses terres, en les drainant ou en les assainissant ; il lutte

contre le gel avec des braseros ou des arrosages, et artificialise le milieu à l'extrême pour les cultures en serre. Au contraire, *le pasteur adapte son action à ces contraintes climatiques en essayant de les utiliser à son profit.* C'est pourquoi un pastoraliste ne peut gérer un troupeau s'il ne connaît pas le climat et ses variations. Il n'est pas nécessaire de reprendre ici un cours de climatologie, mais seulement d'indiquer les points principaux qui doivent être pris en compte.

4.1. Les interpolations entre stations météorologiques

Il est rare qu'un poste météorologique suffise pour caractériser le climat d'une région, et il faut presque toujours calculer des interpolations entre plusieurs postes. La méthode habituelle consiste à calculer des régressions multinomiales en fonction de l'altitude et des coordonnées géographiques, mais il arrive que les corrélations d'une station A avec les stations immédiatement voisines, B, C, D, soient moins bonnes qu'entre A et des stations plus éloignées, K ou L ; c'est pourquoi les interpolations doivent être réalisées avec beaucoup d'attention.

4.2. Les "moyennes" climatiques sont souvent trompeuses

L'utilisation systématique des moyennes (sur 30 ans, habituellement) masque la variabilité interannuelle des climats, qui est fort complexe. Elle associe un certain nombre de variations périodiques, caractéristiques de chaque climat, auxquelles s'ajoutent des variations aléatoires. L'analyse de ces variations exige une bonne connaissance des méthodes d'étude des séries chronologiques. Nous en donnerons ici seulement un embryon.

4.2.1. Diagrammes de Box et Whistler

Les diagrammes de Box et Whistler (figure 2.10) réunissent en une représentation unique simple et facile à lire les principaux paramètres caractéristiques de la variabilité. L'exemple des précipitations du mois de mars à Alger, entre 1894 et 1987 présenté sur la figure 2.10 illustre la construction et l'interprétation de ce type de graphique.

Ces précipitations présentent une valeur moyenne de 73,5 mm, peu significative en raison de la "non-normalité" de la distribution qui se traduit par un décalage du graphique sur les petites valeurs qui traduit la dissymétrie à gauche de l'histogramme des valeurs observées (voir la figure 2.11).

La médiane, marquée par la verticale AB, nettement plus faible, est de 63,8 mm (elle serait égale à la moyenne si la distribution était symétrique). La moitié des précipitations notées sont inférieures à 63,8 mm. Le segment CD traduisant le premier quartile a pour valeur 35,8 mm ; il est tel que une année sur quatre les précipitations de mars lui sont inférieures et trois fois sur quatre elles sont supérieures. Le segment EF marque la valeur du troisième quartile, trois années sur quatre les précipitations sont inférieures à 106,7 mm. Il en résulte que, une année sur deux, les précipitations sont comprises entre 35,8 et 106,7 mm, donc "dans la boîte" CDEF. Le point G marque le premier décile, tel que 90 % des observations lui sont supérieures et le point H, le neuvième décile, est tel que 90 % des observations lui sont inférieures ; par conséquent, 80 % des observations sont comprises entre G et H, donc entre 5 et 182 mm. Une année a reçu des précipitations exceptionnellement élevées qui se traduisent par le point I ; l'examen des données montre qu'au mois de mars 1908, il était tombé 226,4 mm, ce qu'il faut rapprocher des 324 mm annuels en 1897.

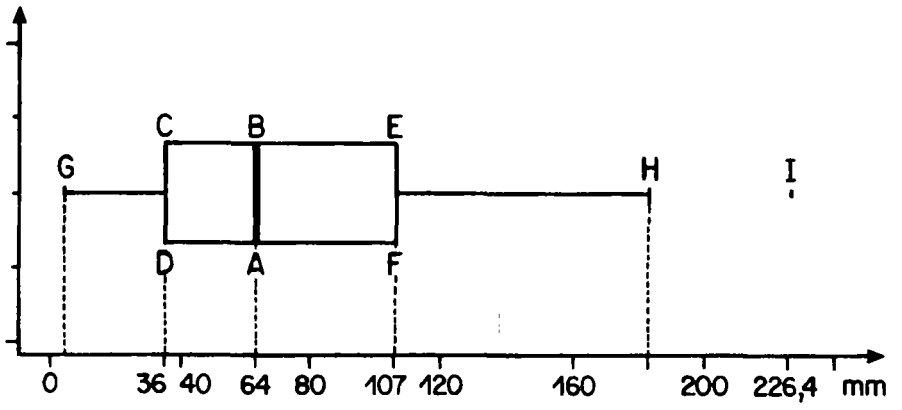


Figure 2.10. Diagramme de Box et Whistler des précipitations du mois de mars à Alger entre 1894 et 1987.

Source : Djellouli Y. et Daget Ph. (1988), "Approche diachronique des climats littoraux : cas de la station d'Alger-Bouzaréah", *Actes du 3e Atelier des sciences de l'atmosphère*, Niamey.

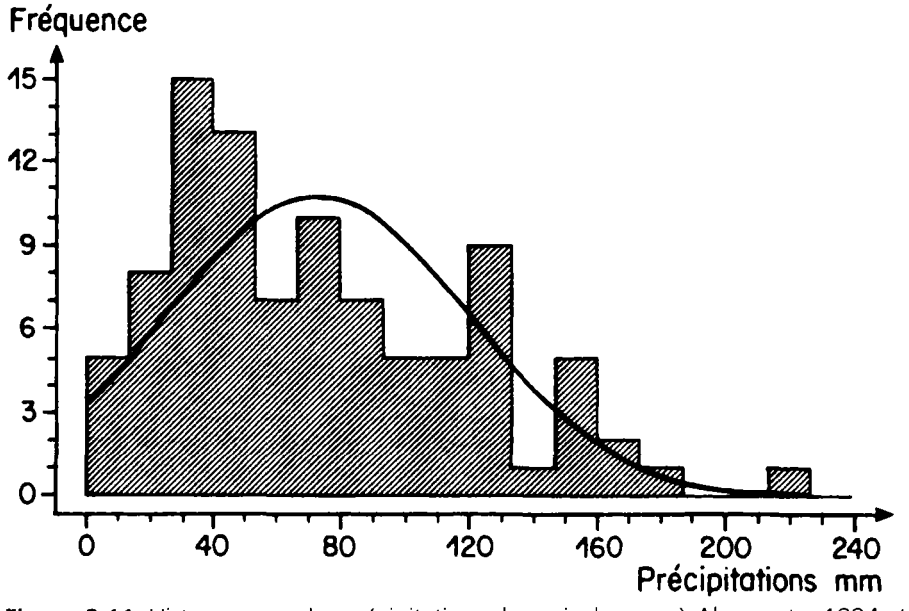


Figure 2.11. Histogramme des précipitations du mois de mars à Alger entre 1894 et 1987. La courbe normale de même moyenne et de même écart-type est portée en surcharge.

Source : Djellouli Y. et Daget Ph. (1988), *op. cit.*

4.2.2. Les diagrammes diachroniques

La variabilité climatique interannuelle, et quelques-unes de ses conséquences, est traduite de manière concrète en représentant sur des diagrammes classiques (comme celui de la figure 2.6) les années successives comme des stations. On obtient un nuage de points comme celui de la figure 2.12 qui correspond aux années 1947 à 1987 à Alger.

Le barycentre de ce nuage a pour coordonnées les barycentres des coordonnées, c'est-à-dire leurs moyennes pondérées.

La dispersion des points peut être caractérisée par leur **ellipse de variance** qui dépend, de manière complexe (développée dans les ouvrages de statistique) des variances de chacune des coordonnées et de leur covariance. Les dispersions, donc les variabilités climatiques, observées dans plusieurs stations pour la même période, ou

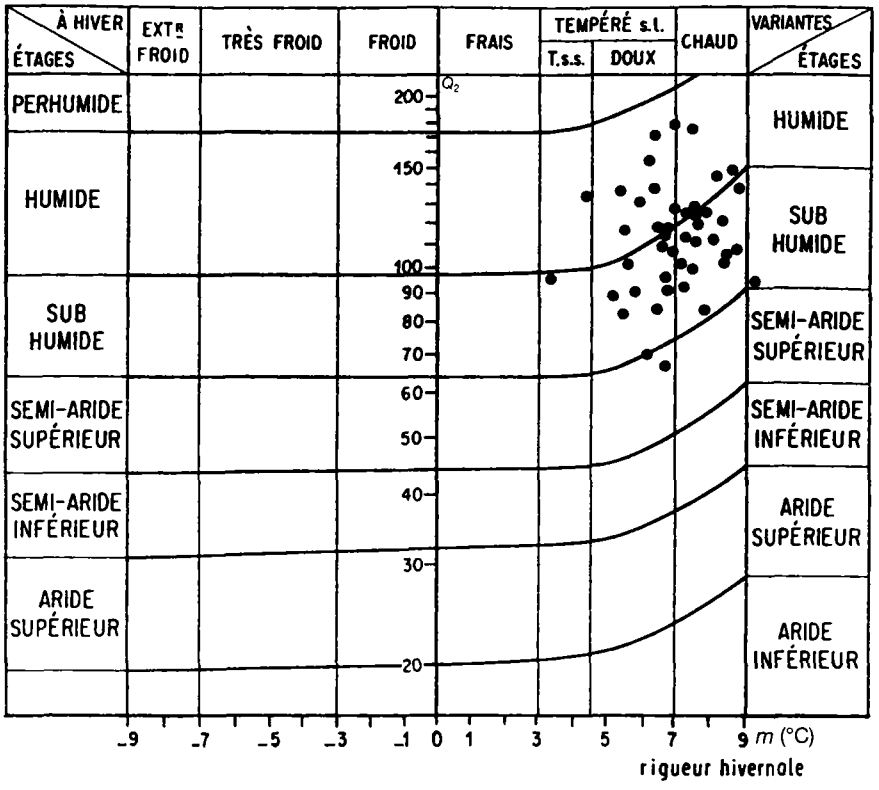


Figure 2.12. Variation interannuelle du climat d'Alger-Bouzaréah entre 1947 et 1988.
Source : Boudet G., Gaston A, Mérigaut P. et Roy F. (1990), *XVIe Congr. Int. Herb. Nice*, INRA, Versailles, 1431-1432.

pendant plusieurs périodes pour la même station, peuvent être comparées par une analyse discriminante qui permettra de dire si deux (ou même plusieurs tranches d'années) ont des points moyens significativement différents, compte tenu des variabilités qui les accompagnent, et de suivre une variation diachronique (figure 2.13).

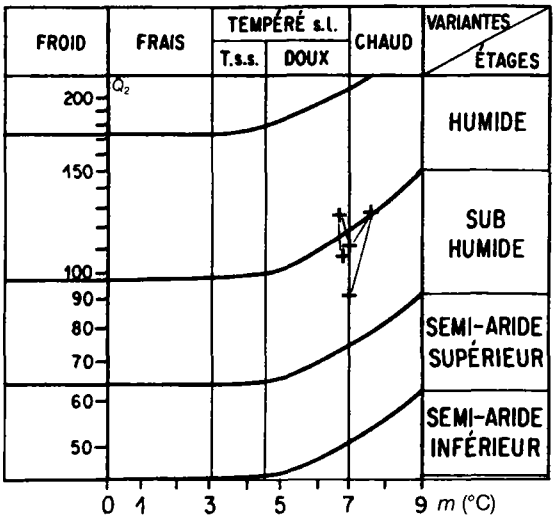


Figure 2.13. Comparaison des climats décennaux à Alger-Bouzaréah entre 1947 et 1988.
Source : Boudet G., Gaston A, Mérigaut P. et Roy F. (1990), *op. cit.*

Lorsque plus de deux paramètres climatiques sont utilisés simultanément pour caractériser un climat, les représentations graphiques sur des climagrammes perdent presque toute valeur caractéristique. Les méthodes d'analyses multivariables et notamment l'analyse discriminante sont alors indispensables.

4.3. Les variations saisonnières du climat

Elles sont aussi importantes que les variations interannuelles des moyennes. En particulier, la présence d'une saison froide, qui oblige à mettre les animaux à l'étable, ou celle d'une saison sèche, avec ses difficultés d'abreuvement et l'absence de croissance végétale, conduisent le pasteur à prévoir des réserves en fourrage pour passer la saison difficile ou à établir une transhumance.

Prenons, par exemple, neuf régions climatiques, classées en fonction du total des précipitations annuelles, et de la longueur de la saison sèche (tableau 2.5) la charge annuelle envisageable, mesurée en unité de gros bétail (UGB) par hectare pour un sol de bonne qualité, est loin d'y être identique : elle est même plus fortement proportionnelle à la longueur de la saison sèche qu'au total des précipitations.

Tableau 2.5. Relation entre la charge en bétail (exprimée en UGB) et deux caractères du climat.

Pluies annuelles	Répartition des pluies		
	Pas de saison sèche	2 mois secs	4 mois secs
400 mm	0,5 à 0,6 UGB Tcheliabinsk (Sibérie)	0,2 à 0,3 UGB Rostov/Don (Russie)	0,1 UGB Mostaganem (Algérie)
600 mm	0,7 à 0,8 UGB Loches (France)	0,4 à 0,5 UGB Bologne (Italie)	0,2 UGB Meknès (Maroc)
800 mm	1 à 1,5 UGB Le Havre (France)	0,5 à 0,6 UGB Split (Croatie)	0,3 UGB Medéa (Algérie)

La régression linéaire de la charge en fonction de la pluie n'est pas significative ($F = 0{,}98$ avec 2 et 8 degrés de liberté), tandis qu'elle l'est avec la durée de la saison sèche ($F = 6{,}04$ avec 2 et 8 d.l.l.). La liaison est encore meilleure si les deux paramètres sont pris en compte simultanément ($F = 77{,}26$ avec 2 et 9 d.l.l.) ; elle s'écrit :

$$\text{UGB} = 0{,}001P - 0{,}15S$$

où P est le module pluviométrique annuel en millimètres et S le nombre de mois secs.

La variation de la production laitière des vaches suit étroitement la variation du régime des précipitations dans les régions chaudes (figure 2.14).

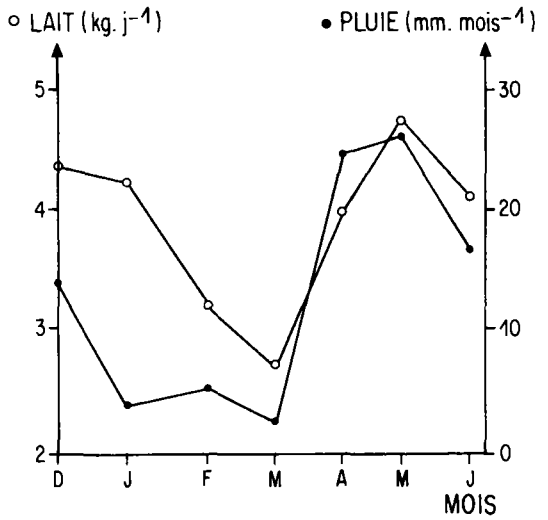


Figure 2.14. Variation annuelle de la production laitière des vaches créoles de Guadeloupe.
Source : d'après Gauthier et al. in Berbigier P. (1988), *Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale*, INRA, Paris.

4.4. La région climatique

Pour limiter les confusions, il est utile de définir la région climatique comme l'étendue de territoire où les indices climatiques varient de manière régulière en fonction de l'altitude, de l'exposition, et de paramètres géographiques tels que la distance à la mer ou la latitude et la longitude.

Ainsi, en Algérie, les gradients de précipitations en fonction de l'altitude vont de 10 à 50 mm par 100 m. Ces valeurs sont suffisamment différentes pour justifier le découpage du pays en plusieurs régions climatiques. Au contraire, les gradients de température y sont peu variables : le gradient thermique de *m* est 0,3-0,4 °C par 100 m et celui de *M* de 0,7-0,8 °C par 100 m. Ces valeurs sont trop peu variables pour permettre de distinguer les régions climatiques de ce pays.

5. LES ÉCHELLES D'ESPACE ET DE TEMPS LIÉES AU PAYSAGE PASTORAL

Un bon terrain de parcours (pelouse, prairie, savane, etc.) ne suffit pas pour le troupeau : chaque jour, il doit trouver de l'eau pour s'abreuver et un abri (naturel ou artificiel) pour se reposer. Autrement dit, *le troupeau doit disposer d'un ensemble hétérogène de milieux contrastés à l'échelle du kilomètre*, ce qui est maintenant la définition écologique d'un paysage.

L'écologie des paysages est ainsi l'une des clefs de la connaissance des pâturages ; en particulier, cette discipline conduit à distinguer, dans chaque territoire :
– la **matrice**, qui sera presque toujours, pour les pastoralistes, une formation végétale herbacée, ou ligneuse basse plus ou moins ouverte (steppe d'armoise, lande d'ajoncs, "prairie" de *Bouteloua*, etc.) ;
– les **taches**, qui seront souvent des bosquets d'arbres, des dépressions humides, des rochers, des plages de terre nue, mais aussi les abreuvoirs, les étables ou les bergeries ;
– les **corridors**, tels que chemins, rivières, haies ; les animaux se déplacent parallèlement à ces corridors, et ceux-ci sont aussi un obstacle transversal pour les animaux, pour le vent, pour le sable, pour les graines.

Par exemple, dans un alpage du Champsaur (Hautes-Alpes) :
– la matrice du paysage est constituée par des pelouses subalpines ;
– les taches les plus importantes sont les deux cabanes utilisées par le berger et leur entourage ; l'une en fond de vallée, l'autre proche des lignes de crêtes qui délimitent le haut de l'alpage ; les taches de pâturage médiocre, ou de broussailles doivent aussi être repérées ;
– les corridors sont liés aux barres rocheuses qui isolent certains **quartiers**, mais aussi aux ravins où coulent quelquefois des ruisseaux utiles pour l'abreuvement, et aux chemins permanents qui donnent accès aux cabanes.

Le berger doit tenir compte de cette structure spatiale pour choisir les quartiers qu'il fait pâturer l'un après l'autre (voir chapitre 9).

Un autre exemple montre l'application de ces notions en milieu intertropical. Il s'agit d'une savane basse du Ferlo sénégalais (figure 2.15). Dans ce cas, la matrice est constituée par la formation à *Schoenfeldia gracilis* au sein de laquelle la formation à *Aristida funiculata* et les termitières font des taches. Un corridor de forma-

tion à *Diheteropogon hagerupii* est relié à des formations à *Eragrostis tremula* ; au centre, une tache est constituée par la mare et ses auréoles successives.

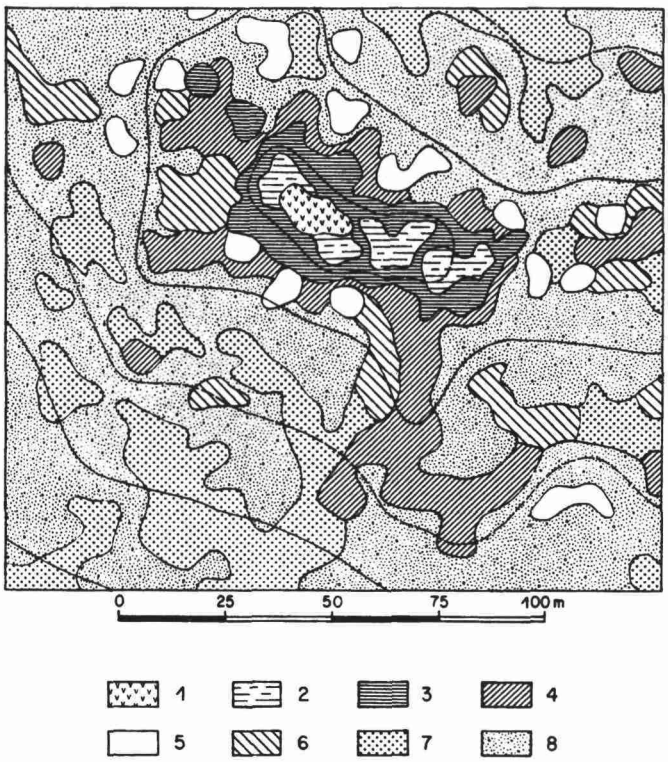


Figure 2.15.
Les éléments du paysage pastoral dans une steppe du Ferlo sénégalais.
(**Taches**) 1 : fonds de mares à *Zornia glochidiata* ;
2 : couronne arborée à strate basse non graminéenne ;
3 : couronne à *Andropogon pinguipes* ; 4 : faciès à *Diheteropogon hagerupii* ;
5 : plages nues et termitières ;
6 : faciès à *Aristida tremula* ;
7 : faciès à *Aristida funiculata* ;.
(**Matrice**) 8 : faciès à *Schoenfeldia gracilis*.
Source : Bille J.-C. (1977), *Étude de la production primaire nette d'un écosystème sahélien*, ORSTOM, Paris, 90 p.

6. LA PRISE DE NOURRITURE ET LA STATION ÉCOLOGIQUE

Nourrir les animaux est le premier souci du pasteur. Celui-ci sait bien que la végétation de ses parcours n'est pas uniforme, et il sait, dans son langage, reconnaître les types de végétation (voir chapitre 9). Pour l'écologue, chacun de ces types de végétation est lié à une **station écologique**, c'est-à-dire à la plus petite unité de milieu (et de tapis végétal) qui puisse être considérée comme homogène. La valeur d'un pâturage doit être caractérisée à cette échelle, puisque, dès que le tapis végétal change, la valeur du pâturage change aussi. Les définitions de quelques concepts permettront de préciser.

6.1. La flore et la végétation

La **flore** d'un lieu est la liste des espèces observées en ce lieu.

Une petite mousse occupe une ligne dans cette liste, tout autant qu'un baobab. La flore d'une région résulte de son histoire au cours des temps géologiques : les *Eucalyptus* sont nés en Australie, les *Araucaria* en Amérique du Sud, les *Bouteloua* en Amérique du Nord, etc.

La **végétation** pondère les espèces de la flore par leur importance dans la constitution du tapis végétal.

6.2. Les types biologiques

Le port des espèces végétales, leur taille, la manière dont elles sont adaptées aux conditions de milieu, sont souvent caractéristiques, et le langage populaire distingue couramment les "arbres", les "arbustes", les "herbes". Cette idée est reprise et rationalisée dans la notion de **type biologique** parce que les limites entre ce que les uns et les autres appellent un arbuste, par exemple, sont fluctuantes et incertaines.

Cinq grands types biologiques ont été reconnus, eux-mêmes subdivisés en sous-types.

• **Phanérophytes**, dont les bourgeons sont situés à l'extrémité de rameaux dont la durée de vie dépasse l'année. Ce sont les arbres et les arbustes, mais les grandes plantes à tige succulente et les très grandes herbacées pérennes, même non lignifiées, y sont rattachées. Selon la taille des individus, ils sont classés dans les sous-types suivants :
– **Mégaphanérophytes** : grands végétaux de plus de 32 m.
– **Mésophanérophytes** : végétaux ayant entre 8 et 32 m de hauteur. C'est à cette catégorie que peuvent être rattachés la plupart des arbres fourragers qui seront présentés dans le chapitre 5.
– **Microphanérophytes** : végétaux entre 2 et 8 m de hauteur.
– **Nanophanérophytes** : végétaux de moins de 2 m et de plus de 50 cm.

• **Chaméphytes**, arbrisseaux dont les bourgeons sont situés au-dessus de la surface du sol, mais très près de lui ; ils ont moins de 50 cm. C'est à ce groupe que se rattachent *Artemisia herba alba* (voir chapitre 5) ou *Calluna vulgaris* (voir chapitre 12). Comme dans le groupe précédent, des espèces à tige succulente et des herbacées pérennes, même non lignifiées, sont rattachées aux chaméphytes du moment qu'elles ont moins de 50 cm et que leurs bourgeons de survie sont nettement au-dessus du sol ; ainsi en est-il de *Brachypodium ramosum*, Graminée des garrigues méditerranéennes.

• **Hémicryptophytes**, dont le bourgeon de survie est localisé juste à la surface du sol ; on y reconnaît des formes
– en touffe, fréquentes dans la famille des Graminées (*Stipa tenassissima, Dactylis glomerata*) ;
– en rosette, lorsque la tige florifère sort nue de la couronne de feuilles restant proche du sol ; cette forme est fréquente dans la famille des Composées (*Taraxacum officinale, Hieracium pilosella*) et des Plantaginacées : *Plantago albicans* des pâturages arides, ou *P. lanceolata* dans les régions tempérées ;
– en semi-rosette, lorsque la tige florifère porte des feuilles ; c'est la forme la plus habituelle des "plantes diverses" des pâturages ;
– à stolon, comme le trèfle blanc.

• **Cryptophytes**, dont le bourgeon de survie est enfoui dans le substrat ; on distingue, selon le type de substrat :
– **Géophytes** lorsqu'il s'agit de la terre. Le bourgeon est situé sur un organe de réserve qui lui permet un démarrage rapide en début de saison :
  * un bulbe comme la plupart des Liliacées si fréquentes dans les pâturages arides,
  * un rhizome, comme les Graminées *Poa bulbosa, Phleum nodosum* ou le *Trifolium alpinum*,
  * un tubercule, comme *Conopodium majus*,
  * une (ou des) racines tubéreuses, comme *Daucus carota* ou *Asphodelus* spp.
– **Hélophytes**, lorsque ce bourgeon est dans la vase d'un marais ; parmi les plantes pastorales, on retrouve ici de nombreux grands *Carex*, et quelques Graminées comme *Glyceria fluitans* dans les régions tempérées et *Echinochloa stagnina* en régions tropicales.
– **Hydrophytes**, lorsque c'est l'eau qui protège les bourgeons.

• **Thérophytes**, ce sont les plantes qui assurent un cycle complet de la graine à la graine en moins d'un an, et parfois en quelques semaines. On retrouve ici toutes les plantes annuelles des friches récentes en régions tempérées, des steppes et de savanes très dégradées et des déserts.

Enfin, les végétaux herbacés, en particuliers graminéens, sont qualifiés de :
– grands, quand ils ont plus de 2 m ;
– moyens (ou mixtes aux USA), quand ils ont entre 0,1 m et 2 m ;
– petits, quand ils moins de 0,1 m.

Ces différences de hauteur sont très importantes en ce qui concerne l'étude des savanes.

Le comportement biologique des espèces est susceptible d'une certaine variabilité non héréditaire induite par les conditions de vie. Ainsi, le chêne vert, *Quercus ilex*, est un mésophanérophyte sous un climat humide ou subhumide, mais son port est de plus en plus prostré à mesure que l'aridité du climat augmente, pour aller jusqu'au statut de chaméphyte dans l'Atlas saharien. Le pâturage, en empêchant la montaison des Graminées ou l'érection de la tige florifère de plantes diverses, peut conduire certaines espèces normalement thérophyte ou hémicryptophyte en semi-rosette à un statut d'hémicryptophyte en rosette ou même de géophyte.

Les caractères du milieu sont liés à l'importance relative des types biologiques dans la flore. Ainsi, les climats chauds et humides, par exemple guinéen ou soudano-guinéen, méditerranéens humides ou per-humides, sont caractérisés par une flore particulièrement riche en phanérophytes. L'aridité climatique ou stationnelle se traduit par des flores riches en thérophytes ; c'est aussi le cas de la végétation des cultures. Les flores des pâturages en équilibre sont tout spécialement riches en hémicryptophytes.

6.3. La formation végétale

La **formation végétale** est directement liée à la "physionomie" de la végétation. Par exemple, la savane est une formation herbeuse dense, le maquis est une formation ligneuse basse, la savane arborée est une formation mixte d'herbacées et de ligneux hauts. Ces exemples montrent que la caractérisation d'une formation ne dépend pas des espèces qui la composent : *une savane africaine et une savane vénézuélienne appartiennent au même type de formation végétale, et pourtant elles ne sont pas du tout constituées des mêmes espèces.*

La formation végétale se caractérise commodément par les pourcentages de recouvrement des herbacées, des ligneux bas (c'est-à-dire inférieurs à 2 m) et des ligneux hauts (supérieurs à 2 m).

Dix formations végétales principales sont ainsi caractérisées (figure 2.16). Des nuances peuvent être apportées à ces types de formation par la prise en compte de subdivisions plus fines des ligneux hauts, des ligneux bas, et des herbacées. Pour chacune de ces strates, le couvert végétal est :
– **fermé** avec un recouvrement global supérieur à 90 % ;
– **peu ouvert** pour des recouvrements compris entre 75 et 90 % ;
– **semi-ouvert** pour des recouvrements compris entre 50 et 75 % ;
– **ouvert** pour des recouvrements compris entre 25 et 50 % ;
– **très ouvert** pour des recouvrements compris entre 10 et 25 % ;
– **extrêmement ouvert** pour des recouvrements compris entre 0 et 10 % ;
– **totalement ouvert**, recouvrement nul, la strate est absente.

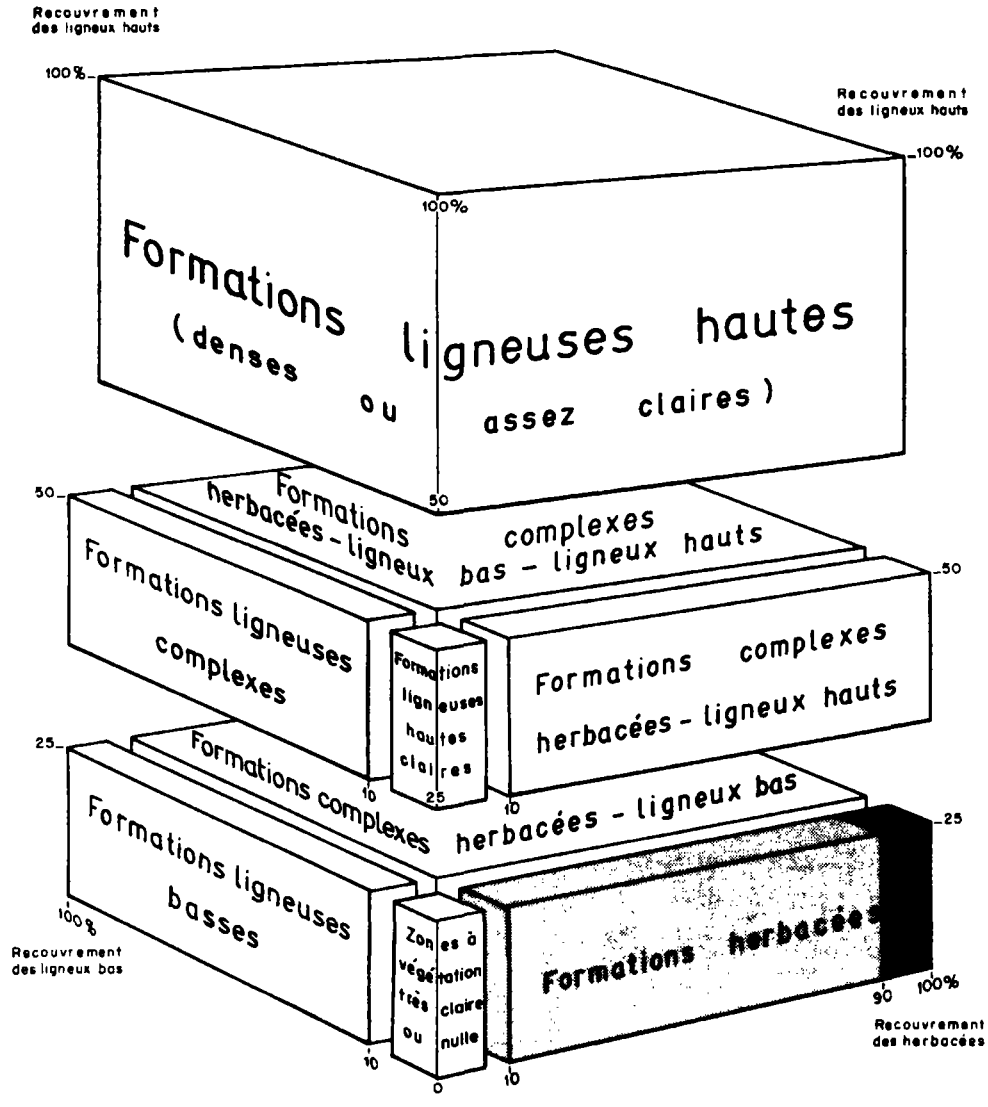


Figure 2.16. Organisation des formations végétales.

Source : Emberger L. (dir.), Godron M. et al. (1968), *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*, CNRS, Paris.

En ce qui concerne les formations extrêmement ouvertes, très largement dominantes en milieu aride ou per-aride, on dira que les ligneux, ou les touffes herbacées, sont :
– **absents** ;
– **très rares**, lorsque la distance moyenne entre les arbres est supérieure à 1 km ;
– **rares**, lorsqu'elle est comprise entre 500 m et 1 km ;
– **très clairsemés**, lorsqu'elle est comprise entre 250 et 500 m ;
– **clairsemés**, lorsqu'elle est comprise entre 100 et 250 m ;
– **assez clairsemés**, lorsqu'elle est comprise entre 50 et 100 m ; il y a alors moins de 3 arbres à l'hectare.

Au-delà, la formation est :
– **très claire** lorsque la distance moyenne entre les arbres est comprise entre 25 et 50 m ; il y a alors environ 10 arbres à l'hectare et le recouvrement de la strate est compris entre 1 et 5 % ;
– **claire** lorsque la distance moyenne entre les arbres est de l'ordre de 10 à 25 m ; il y a alors environ 50 arbres à l'hectare et le recouvrement de la strate est compris entre 5 et 10 %.

Dans chaque région, les spécialistes indiquent les limites de ces pourcentages qui permettent de caractériser chaque formation végétale : par exemple, dans le centre de la France, il est couramment admis qu'une **prairie** qui se salit devient une **lande** lorsque les ligneux bas recouvrent plus de 25 % de la surface.

En première approximation, *la formation végétale traduit deux paramètres écologiques complémentaires, le climat et l'influence de l'homme (qui se manifeste souvent par le biais du troupeau).* Ainsi, les savanes sont des formations végétales tropicales utilisées par de grands herbivores et souvent brûlées ; les steppes existent dans les climats arides (méditerranéens ou tropicaux) et sont en équilibre avec un pâturage extensif ; les prairies sont fréquentes dans les pays tempérés et ne se maintiennent identiques à elles-mêmes que si elles sont fauchées chaque année ou régulièrement pâturées.

6.4. Les espèces dominantes

Toutes les espèces présentes dans la station font partie de sa flore ; il est cependant intéressant, pour compléter la description de la formation, de noter les espèces les plus importantes, qui marquent de leur sceau l'ensemble de la station. En effet, parmi les espèces qui constituent la végétation d'une station, et en particulier d'un pâturage, certaines sont dites **dominantes**, parce qu'elles sont caractéristiques du paysage végétal par la taille, le nombre, la forme ou la durée des individus (espèces sociales), et aussi par l'action qu'elles exercent sur l'habitat en créant pour ainsi dire la station. Une espèce dominante est celle qui, à elle seule ou en compagnie d'une ou plusieurs autres espèces sensiblement de même force, constitue la partie principale de la végétation.

S'il s'agissait seulement de connaître les espèces qui couvrent la plus grande surface dans la station, il suffirait de chercher celles qui ont le plus grand recouvrement. Mais il arrive souvent qu'une espèce soit importante pour la formation, même si elle couvre moins de la moitié (ou du tiers) de la surface. Par exemple, il suffit de quelques pins d'Alep, couvrant moins de 10 % de la surface, pour modifier le caractère d'une garrigue de romarin.

En effet, la physionomie du groupement dépend essentiellement des espèces dominantes ; on pourrait dire que *la dominance est le mécanisme différentiel de la physionomie.*

Avant tout calcul ou toute mesure, avant toute détermination exacte, la dominance sert d'abord à orienter, à faire un premier tri dans l'ensemble des caractères du tapis végétal. Elle est un premier révélateur de la diversité d'une végétation antérieurement inconnue : la prospection rapide de la végétation, préliminaire à toute étude approfondie, repose sur cette base, la plus immédiatement accessible.

6.5. Les faciès de végétation

La combinaison de la formation végétale et des espèces dominantes caractérise le faciès de végétation : une savane d'Andropogonées est un faciès, tout comme une lande de callune ou une steppe d'armoise.

6.6. Les relevés

Pour connaître les types de milieux d'une région, il a encore été démontré récemment que les méthodes les plus modernes (télédétection, systèmes d'information

géographique) ne remplacent pas les études phytoécologiques. Celles-ci reposent sur l'exécution de **relevés**, selon une méthode bien normalisée, et sur des traitements statistiques (méthodes multivariables, telles que l'analyse factorielle, et méthodes analytiques telles que profils écologiques et liaisons interspécifiques) qui sont présentées dans des ouvrages classiques qu'il est facile de consulter.

Ces méthodes permettent de construire une typologie des milieux, liés à des **groupes écologiques**, des groupes cœnologiques, ou des **associations végétales**, et il est souvent utile de cartographier les milieux, pour localiser les potentialités pastorales.

7. LA CINÉMATIQUE ET LA DYNAMIQUE DE LA VÉGÉTATION PASTORALE

7.1. Les successions dans le temps

La connaissance de l'"occupation des terres" qui combine la structure de la végétation, le degré d'artificialisation du milieu et les espèces dominantes, permet d'*obtenir une image du paysage végétal à un instant donné*, mais n'apporte qu'une part de l'information que peut donner la végétation. Par contre, la dynamique de la végétation, qui s'exprime par la cinématique des "successions" dans le temps, est beaucoup plus significative. Pour mieux comprendre cette cinématique et intégrer les successions dans le temps, il est utile de mettre en œuvre les notions de **séquence de végétation** et de **vitesse de cicatrisation**.

• **La séquence de végétation**. La cinématique de la végétation est souvent cartographiée sous la forme des **séries de végétation** ; cette notion est opérationnelle pour les landes et les forêts mais, pour les terres de cultures, prairies, pelouses, et plus spécialement dans la région méditerranéenne, il est difficile de prévoir l'évolution de la végétation pour les 50 ou les 100 années au terme desquelles elle atteindrait le **plésioclimax** ; c'est pourquoi les cartes du Service de la carte de la végétation (SCV) de Toulouse laissent les terres agricoles en blanc.

C'est l'une des raisons pour lesquelles il faut observer les stades d'évolution dont la succession est prévisible, en fonction de critères visibles *in situ* ; les unités ainsi définies sont nommées **séquences**, et chacune d'elles prend le nom de l'espèce dominante dans le dernier des stades prévisibles.

La présence ou l'absence de **semenciers** capables d'orienter l'évolution de la végétation joue alors un rôle capital.

Les séquences "tendues" et univoques sont très comparables aux séries de végétation, elles sont qualifiées de **séquences majeures** (tel est le cas de la séquence du hêtre dans le Massif central français) ; les **séquences mineures** expriment des phénomènes plus sensibles aux aléas (par exemple, la séquence à *Calluna vulgaris* dans la série du hêtre, ou la séquence à *Quercus coccifera* dans la série du chêne vert). Les séquences peuvent être groupées à l'intérieur des **étages de végétation**.

Lorsque deux espèces dominantes peuvent entrer en compétition pour occuper l'espace dans l'hypothèse du desserrement total de la pression humaine, la séquence cartographiée sera celle qui correspond à l'espèce écologiquement la plus "exigeante" relativement à l'alimentation en eau et à la fertilité du sol. Par exemple, si le pin sylvestre et le hêtre sont tous deux prêts à occuper une parcelle, c'est la séquence du hêtre qui sera notée, parce que le hêtre est plus "exigeant" que le pin sylvestre.

• **La vitesse de cicatrisation**. Les séquences de végétation donnent une idée du mode de "réaction" de la végétation quand l'homme vient la bouleverser, mais le pastoraliste s'intéresse spécialement à la **vitesse de cicatrisation** du tapis végétal.

La vitesse de cicatrisation peut être définie comme la vitesse à laquelle, après destruction de la végétation, un milieu est apte, par son activité biologique, à produire la formation ligneuse caractéristique de la séquence majeure.

Par exemple, en Sologne, après abandon de la culture, au bout de 150 ans, les milieux bien alimentés en eau ("frais" ou "assez humides"), à forte activité biologique, ont produit un volume de végétation forestière 8 fois plus important que les milieux secs à faible activité biologique. Par convention, il est alors admis que la vitesse de cicatrisation est huit fois plus grande dans les milieux "frais" que dans les milieux secs. Pour être plus précis, il faut construire les courbes de croissance de la végétation, qui sont toujours des sigmoïdes. Ce type de courbe caractérise aussi la vitesse d'amélioration de la végétation pastorale (figure 2.17).

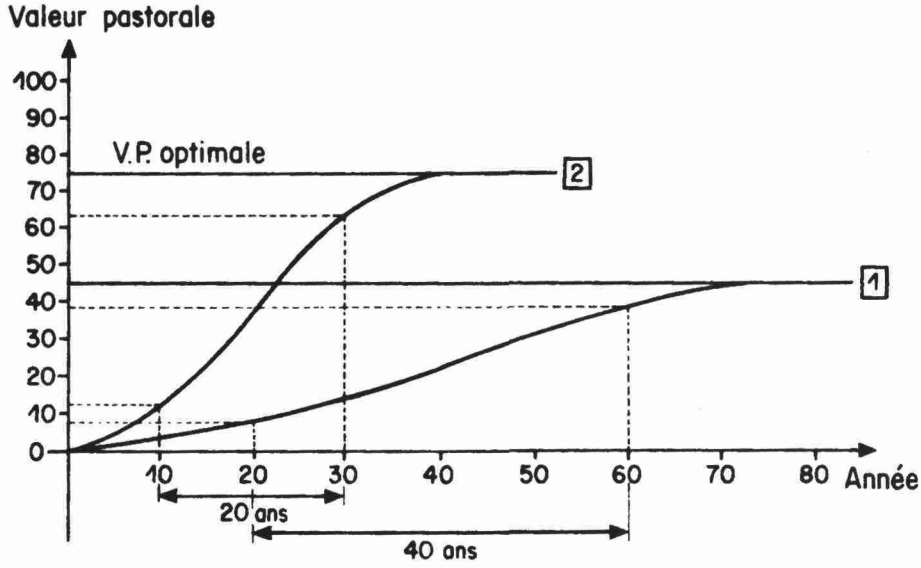


Figure 2.17. Courbe sigmoïde traduisant l'évolution de la végétation.

Source : Godron M., Li T., Poissonet J. et Sosa R. (1990), "Phytoécologie et potentialités pastorales ; un exemple concret de moyenne montagne des régions tempérées : le mont Lozère, France", *XVIe Congr. Int. Herb. Nice*, INRA, Versailles, 1419-1420.

• **Relations entre vitesse de cicatrisation, groupes écologiques et espèces dominantes du paysage végétal**. Les espèces spontanées et subspontanées qui sont dominantes dans un secteur écologique ne sont pas distribuées au hasard ; elles se placent dans les séquences et traduisent aussi les vitesses de cicatrisation, ainsi que les caractéristiques écologiques des milieux traversés. C'est pourquoi une étude écologique complète doit intégrer les types de milieu, les groupes écologiques et la cinématique de la végétation.

7.2. L'équilibre entre la tendance "naturelle" de la végétation et la pression pastorale

Les forces qui produisent la tendance "naturelle" du développement des végétaux ligneux sont connues. Il s'agit :

– de la course à la lumière,
– de l'augmentation de la surface de contact avec les gaz de l'atmosphère (CO_2 et oxygène),
– de l'avantage donné par un microclimat plus régulier (la température est beaucoup moins variable à 2 m de haut qu'à la surface du sol, figure 2.18), mais la végétation des parcours est maintenue loin de cet équilibre par l'homme et son troupeau.

La figure 2.19 schématise la manière dont l'homme peut extraire de la végétation une production utile pour lui :
– si la végétation est à peine installée, sa phytomasse est faible, et elle augmente lentement ; le prélèvement réalisable est au maximum égal, chaque année, à l'accroissement "naturel" de la phytomasse ;
– si la végétation est proche de son équilibre "naturel", la sénescence des individus, et leur mort équilibrent la photosynthèse, et la production "naturelle" est nulle ; l'homme peut évidemment détruire le système, mais, s'il veut le maintenir, il ne peut prélever que peu de matière vivante ;
– lorsque la végétation est à mi-chemin de la phytomasse maximale, sa production "naturelle" est maximale, et elle peut être prélevée, en maintenant le système dans cet état intermédiaire.

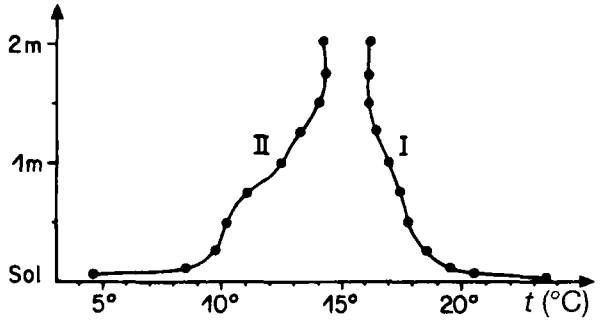


Figure 2.18. Gradient et oscillation thermiques au voisinage du sol.
I : courbe diurne ;
II : courbe nocturne.
Source : Godard M. (1949), "Microclimats et mésoclimats du point de vue agronomique", *Ann. Agron.*, 19, 4 : 578-604.

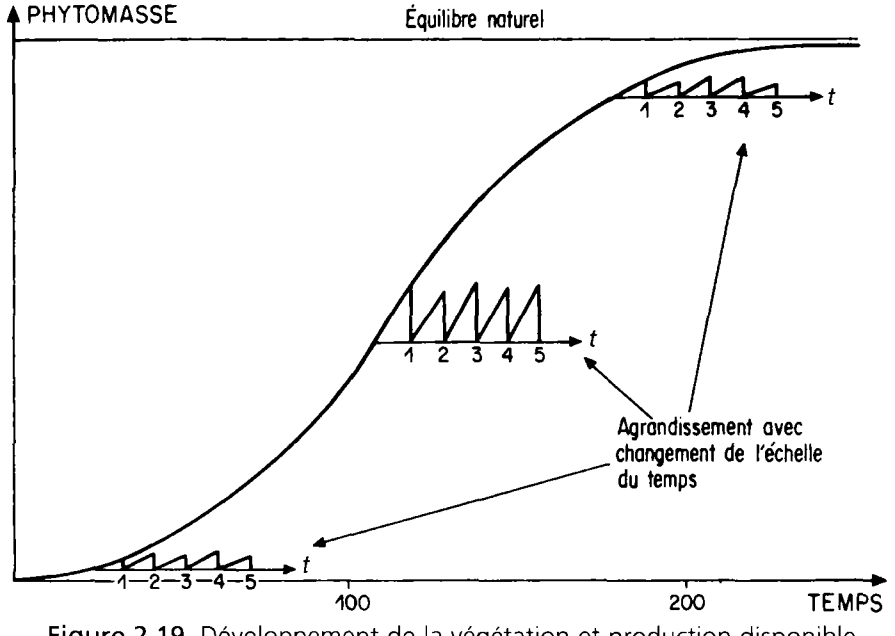


Figure 2.19. Développement de la végétation et production disponible.

Cette règle s'applique aussi aux animaux et elle est bien connue des gestionnaires de la faune sauvage qui "rajeunissent" régulièrement les populations. Elle est implicitement admise par les bons éleveurs, qui envoient à la réforme les individus âgés, mais elle mérite aussi d'être appliquée soigneusement pour la gestion du tapis végétal.

Un des indices simples de vieillissement de la végétation est la forme de son profil vertical (figure 2.20) : un profil logarithmique, dit "en piédestal", (comme celui qui a été observé au Poste-à-la-Baleine) indique une végétation jeune qui "tourne" correctement ; un profil en bosse, dit "en chapiteau", comme celui de Saint-Gély-du-Fesc, traduit une végétation âgée trop dense, qui s'asphyxie, et qui demande à être rajeunie.

Le vieillissement et la fermeture d'un parcours se traduisent donc par le passage d'un profil en piédestal à un profil en chapiteau, en même temps que par une élévation de la strate de densité maximale (figure 2.21).

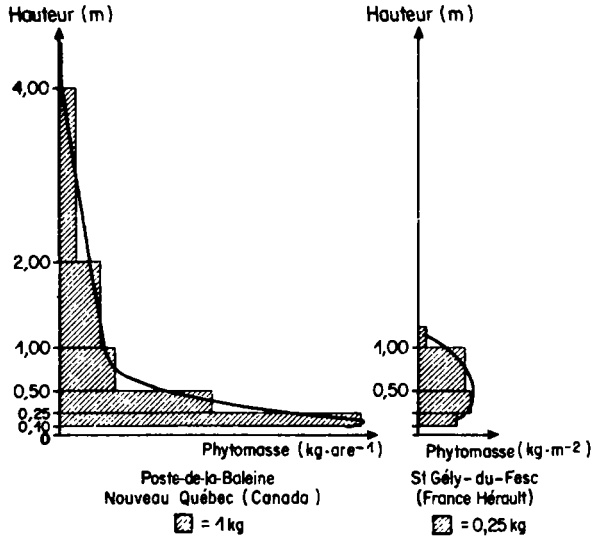


Figure 2.20. Exemples de profil vertical de la végétation.
Source : Godron M. (1984), *Abrégé d'écologie de la végétation terrestre*, coll. "Abrégé de sciences", Masson, Paris.

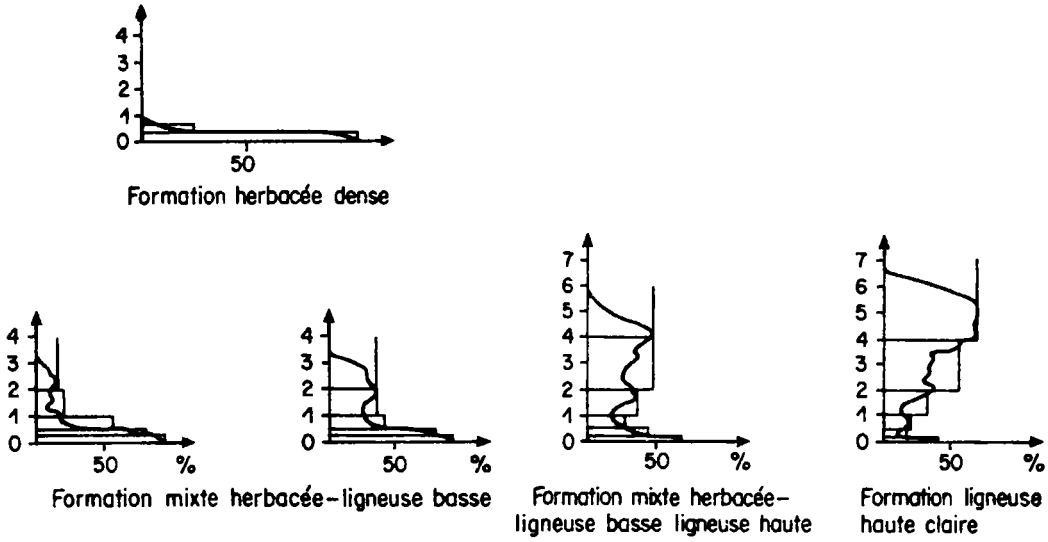


Figure 2.21. Évolution du profil vertical de la végétation au cours de l'embroussaillement d'un parcours

Source : Farinas M. (1982), *Comparaison de plusieurs méthodes d'étude des structures horizontale et verticale de formations végétales*, thèse, USTL, Montpellier.

8. CARTOGRAPHIE DES PÂTURAGES

8.1. Principes généraux

Toute carte est une image schématique de la réalité, et il ne faut pas croire qu'une bonne carte doit représenter tout ce qui existe sur le territoire concerné. Plus précisément, une carte des pâturages ne représentera qu'une partie des phénomènes qui intéressent le pastoraliste. Il faut faire un choix, et construire la légende de la carte avant de commencer à dessiner les limites. La qualité d'une carte dépend au moins autant de sa légende que de la finesse des tracés. Toute légende doit être structurée, et les passages d'une unité à une autre doivent avoir un sens précis. Il est souvent commode de présenter les unités de la légende sur un tableau à double entrée qui met en évidence les gradients principaux, tels que le recouvrement de la végétation (ou sa phytomasse) et la fertilité de la station (ou son bilan hydrique).

• **Échelle**. Ce qui peut être représenté sur une carte dépend essentiellement de l'échelle adoptée. Ce principe est si fort que bon nombre de scientifiques n'hésitent pas à affirmer : *l'échelle crée le phénomène.*

Si l'échelle choisie est trop petite, la carte sera médiocre car elle sera composée de "mosaïques" ou de "mélanges" de deux ou trois unités. Par exemple sur les Hauts-Plateaux d'Algérie, des unités qui s'étendent normalement sur plusieurs kilomètres carrés dans les plaines peuvent être cartographiées à l'échelle de 1/100 000. Ces unités vont se trouver réduites à quelques hectares dans les montagnes de l'Atlas saharien et il faut alors travailler au 1/25 000. Il est d'autant plus logique de faire ces deux cartes, à des échelles différentes, qu'elles auront chacune leur légende, adaptée à la plaine, d'une part, et à la montagne, d'autre part.

• **Légende**. Les unités dessinées sur la carte peuvent être identifiées par un numéro ou par un sigle, mais il est souvent commode d'y ajouter une couleur ou une trame en noir et blanc. Le choix des trames obéit à deux principes simples :
– les trames à densité variable (hachures ou pointillés plus ou moins serrés, par exemple) doivent être utilisées dans un ordre logique ; par exemple, hachures serrées pour les densités fortes ;
– les trames figuratives sont précieuses (moutonnement d'une forêt, par exemple) mais en abuser conduit souvent à des cartes peu lisibles.

Pour le choix des couleurs, le principe général est d'ordonner la légende d'une carte en suivant la gamme des couleurs de l'arc-en-ciel (violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge). L'humidité croissante sera représentée du rouge au bleu ; les risques d'érosion, du bleu dans les secteurs stables jusqu'au rouge dans les secteurs où l'érosion est dramatique, etc.

8.2. Le choix des objets à représenter

Certains objets sont ponctuels (points d'eau, abris pour le bétail). Ils peuvent utilement être présentés sur une carte, mais il faut donner l'importance qu'elles méritent aux unités qui s'étendent dans l'espace. Là, il apparaît que beaucoup de cartes pastorales sont essentiellement des cartes de végétation ou, plus largement, des cartes écologiques, ou même des cartes de paysages.

8.2.1. Les cartes de végétation

Les caractères de la végétation qui peuvent être cartographiés sont nombreux ; trois sont particulièrement significatifs :
– les formations végétales ;
– les associations végétales ;
– les groupes écologiques.

• **Carte des formations végétales**. La notion de formation végétale (voir paragraphe 6.3) est essentiellement physionomique, c'est-à-dire qu'elle porte sur l'aspect le plus visible de la végétation qui peut être cartographié par une personne qui ne connaît pas les espèces. Une carte des formations peut cependant être très précise si les définitions de la légende sont rigoureuses (voir paragraphe 6.3 et figure 2.16).

Dans l'absolu, la formation végétale est indépendante des espèces qui la constituent ; autrement dit, elle *caractérise la végétation et non pas la flore* (voir paragraphe 6.1). Une formation peut donc comprendre plusieurs espèces dominantes qui vont donner chacune un faciès. Par exemple dans une pelouse méditerranéenne, un faciès à *Brachypodium ramosum* sera bien différent d'un faciès à *Brachypodium phoenicoides*. Dans la pratique, il est commode d'indiquer les espèces dominantes aussitôt après le type de formation, en particulier parce que la forme du feuillage, sa caducité (ou sa pérennité), et même son appartenance botanique sont importantes. Il est bon de distinguer une steppe d'Armoise d'une steppe de Jujubier (surtout lorsque celui-ci est épineux) ou une pelouse de Graminées d'une pelouse de *Carex*.

Une telle carte peut paraître trop géométrique, mais cette critique ne tient pas devant la réflexion suivante : les strates de végétation traduisent l'adaptation des plantes à certaines conditions du milieu. Par exemple, une steppe herbacée et une steppe ligneuse traduisent des modes de vie et des conditions de milieu particulières.

Plus précisément, les formations végétales traduisent les types biologiques (voir paragraphe 6.2) ce qui conduit à une définition plus complète de la **formation végétale** :

> ensemble de végétaux, qui peuvent appartenir à des espèces différentes, mais qui présentent, pour la plupart, des caractères convergents dans leurs formes, et, parfois, dans leurs comportements.

• **Carte des associations végétales**. Les travaux remarquables de Braun-Blanquet et de ses élèves ont conduit à une définition précise de l'**association** :

> groupement végétal stable et en équilibre avec le milieu ambiant, caractérisé par une composition floristique déterminée, dans laquelle certains éléments exclusifs ou à peu près (espèces caractéristiques) révèlent, par leur présence, une écologie particulière et autonome.

La classification des associations est très hiérarchique : les associations sont groupées dans des **alliances**, elles-mêmes réunies dans des **ordres**, groupés eux-mêmes dans des **classes**. Il existe ainsi des espèces caractéristiques de classe, d'ordre et d'alliance. C'est la présence ou l'absence de ces espèces qui permet d'ordonner la légende.

Il existe relativement peu de cartes pastorales phytosociologiques, en particulier parce qu'il est difficile de construire une légende exprimant les caractères du milieu. Cependant, la couverture cartographique de la Croatie, et la carte phytosociologique de la Belgique, par le jeu des sous-associations et des faciès qui nuancent

les associations dans le détail, sont capables de traduire de très fines variations du gazon des prairies.

• **Carte des groupes écologiques**. Un raisonnement simple montre que les espèces caractéristiques de classe, d'ordre et d'alliance constituent en fait des groupes écologiques, c'est-à-dire des groupes d'espèces liées à certaines modalités des facteurs écologiques. Dans ce domaine, la désinence "-phile" est souvent utilisée, mais elle sous-entend que la plante "aime" le milieu correspondant et il est imprudent, par exemple, de dire que certaines plantes aiment la sécheresse ; en fait elle vivent dans des milieux secs parce qu'elles y trouvent moins de concurrence et de risques pathologiques que dans les milieux humides. C'est pourquoi il vaut mieux dire que ces plantes sont des plantes de milieu sec, c'est-à-dire des **xérophytes**. Il en est de même pour les plantes qui vivent à l'ombre, les sciaphytes, les plantes qui vivent sur les sols neutres (neutrophytes), ou sur les sols riches en nitrates (nitratophytes), etc.

La cartographie des groupes écologiques est relativement facile parce que, dans la nature, les plantes qui appartiennent à un groupe écologique cessent d'apparaître quand le facteur correspondant n'est plus présent.

La combinaison de deux séries de groupes écologiques permet directement de construire les légendes sous forme de tableaux à double entrée, ainsi qu'il a été dit précédemment (paragraphe 8.1).

8.2.2. Les cartes de paysages

Les géographes ont été les premiers à se soucier de la cartographie des unités visibles à la surface de la terre. Depuis le milieu de notre siècle, ils ont proposé en particulier deux unités fondamentales, le **géofaciès** et le **géosystème**, fortement appuyées sur les phénomènes géomorphologiques, c'est-à-dire ceux qui modifient les formes de relief (altération superficielle, ablation, transport et dépôt). Le géofaciès est le plus souvent l'unité géomorphologique élémentaire homogène, et le géosystème est l'ensemble des géofaciès qui sont reliés par leur fonctionnement.

Typiquement, un versant d'une petite vallée sera un géofaciès s'il est bien homogène, et l'ensemble du bassin versant (ou d'un tronçon du bassin versant) est un géosystème. Une dune en forme de croissant (**barkhane**) est un géofaciès, mais un champ de barkhanes qui se déplacent est un géosystème.

Le trait le plus intéressant du géosystème est son hétérogénéité, qui ouvre la voie à la cartographie des paysages :

> un paysage est une fraction de territoire dont l'étendue peut être couramment saisie par l'œil de l'observateur ; c'est toujours un ensemble hétérogène d'"éléments" qui se présentent sous la forme de matrice, de taches et de corridors.

La matrice est l'élément qui englobe les autres, généralement parce qu'il est plus étendu, et parce qu'il joue un rôle fondamental dans la dynamique de la végétation et des milieux. La matrice appartient normalement à une seule formation végétale. Les taches sont des éléments plus petits, inclus dans la matrice qui contrôle leur fonctionnement. Un corridor est une tache très allongée qui joue le rôle de conduit pour des éléments matériels (généralement l'eau) mais aussi un rôle de barrière vis-à-vis des matériaux ou des êtres vivants.

L'écologie des paysages est une science jeune qui prolonge de nombreuses disciplines des sciences biologiques, des sciences physiques et des sciences humaines.

Sa particularité est de prendre en compte directement l'hétérogénéité de l'objet qu'elle étudie, en particulier pour s'appuyer sur la thermodynamique dont le deuxième principe est fondamental dans ce domaine. Les cartes de paysages reposent donc sur l'analyse de l'hétérogénéité à plusieurs échelles, et, pour les construire, il faut ordonner les phénomènes en fonction de leur échelle.

A petite échelle (du millionième jusqu'au 1/500 000 ou au 1/100 000, ce sont les phénomènes climatiques qui apparaissent le plus nettement, et ceci pour deux raisons :

• les données météorologiques sont obtenues dans des stations relativement éloignées les unes des autres et les synthèses climatiques reposent sur des interpolations qui n'ont de sens qu'à relativement petite échelle ;

• la loi de zonalité (voir paragraphe 3.2.7) montre que le climat imprime sa marque à l'ensemble des phénomènes géomorphologiques, en particulier parce que la végétation – qui dépend directement du climat – commande un grand nombre de processus géomorphologiques. La zonalité joue un rôle aussi important pour l'évolution des sols et pour la faune.

Finalement, un paysage dépend prioritairement du climat. Ainsi, en montagne, à chacun des principaux étages climatiques correspondent des paysages bien caractéristiques ; de même, les paysages méditerranéens ont un air de famille, aussi bien autour de la Méditerranée qu'en Californie, au Chili, et dans le sud-ouest de l'Australie.

• A moyenne échelle, ce sont les phénomènes géomorphologiques qui apparaissent le plus nettement et permettent de définir des **secteurs écologiques** ou des **familles de paysages**. Les géosystèmes se situent généralement aussi à moyenne échelle.

• A grande échelle, ce sont les facteurs biotiques qui impriment leur sceau sur les unités élémentaires que sont les **stations écologiques**, c'est-à-dire les surfaces dont les conditions écologiques sont homogènes et caractérisées par une végétation uniforme. Dans un paysage, les stations sont très souvent des taches. C'est seulement lorsque la matrice est très homogène qu'elle correspond très exactement à une station.

8.2.3. Les cartes spécifiquement pastorales

Il est toujours possible de donner une clef de lecture pastorale à une carte phytosociologique, à une carte des formations végétales, de l'occupation des terres, des paysages, ou même des sols ; il suffit d'indiquer, pour chacune des unités de la légende, quelques renseignements de nature pastorale : charge potentielle, production moyenne annuelle prévisible, valeur pastorale moyenne... Une carte pastorale à proprement parler est d'une autre nature. Les unités reconnues, et renseignées, par le phytosociologue, l'écologue ou le pédologue, répondent aux préoccupations propres à sa spécialité. Le pasteur, son troupeau, ont, par la nature des choses, une vision originale (aspect qui sera développé au paragraphe 1 du chapitre 9) que doit traduire la carte pastorale. Une telle carte aura donc ses unités propres, qui peuvent être, et même sont souvent, corrélées aux précédentes, mais peuvent diverger. Il faudra, par exemple, cartographier :
– la biomasse consommable par les troupeaux en début de saison, ou après une sécheresse importante ;
– la variation spatiale de la valeur pastorale des terres accessible aux animaux ;
– la composition minérale moyenne de la végétation des pâturages, qui mettra en évidence les secteurs où des carences sont à craindre, ceux où elles sont presque certaines... ;
– les migrations ou les mouvements pastoraux, par ethnie, par famille... ;
– la nature et l'importance des races d'animaux domestiques en présence ;

– les ressources en eau, superficielles ou souterraines (voir paragraphe 2 du chapitre 13) utilisables par les troupeaux ;
– les maladies endémiques du bétail et leurs extensions éventuelles (glossines, tiques, helminthes, etc.),

Les atlas de CTA-IEMVT pour chacun des pays du Sahel comportent ces cartes, à côté d'autres de nature plus classique.

9. LA PRÉPARATION D'UN AMÉNAGEMENT PASTORAL

Le territoire à aménager n'est jamais homogène pour le troupeau, et il faut y discerner des sous-ensembles, qu'il est commode d'appeler **unités écologiques**, parce que ce terme générique ne préjuge pas de la nature des éléments différentiels. Concrètement, ces unités seront, selon les cas, des faciès de végétation, des secteurs écologiques, ou des stations écologiques.

La préparation d'un aménagement pastoral passe par trois phases indispensables :
– découpage du territoire en unités écologiques (paragraphe 8.2.1),
– calcul de la "valeur pastorale" de chacune de ces unités (voir chapitre 3),
– assemblage fonctionnel des unités écologiques (paragraphe 8.2 et chapitres 8, 9 et 12).

Une confrontation parallèle de la gamme des échelles et celle des facteurs écologiques permettra de préciser cette première phase de travail, en reprenant plusieurs points analysés au cours de ce chapitre.

10. LA SYNTHÈSE ÉCOLOGIQUE PAR LES MODÈLES

L'écologie traduit les interactions entre l'environnement et les êtres qui y vivent : la végétation, les herbivores qui en vivent, les carnivores. Il s'agit donc d'un système très complexe d'actions et d'interactions.

Mais ces systèmes sont gérés par l'homme, en particulier quand il s'agit des pâturages. Le pasteur cherche à optimiser la production de son troupeau et pour cela il doit jouer, ou tenter de jouer, sur les éléments du système.

10.1. Une approche globale

Les spécialistes des diverses branches de l'agronomie et du pastoralisme sont capables de proposer des remèdes à chacune des difficultés rencontrées dans la gestion d'un pâturage ; mais des constats d'échec sont trop souvent enregistrés : ainsi, l'emploi de fortes doses d'engrais ou de pesticides augmente la production d'une végétation, mais aussi sa vulnérabilité et peut avoir des effets économiques néfastes ; des améliorations techniques remarquables sont souvent refusées par les utilisateurs pour des raisons psychologiques parce qu'elles déstabilisent leur société. Un spécialiste isolé ne voit qu'une seule facette de la question posée, et ne peut donc lui apporter une réponse entièrement satisfaisante. La pluridisciplinarité, qui consiste à attacher un groupe de spécialistes à un projet conjoint, a donc été d'abord une réaction à l'étroitesse d'esprit de techniciens trop spécialisés.

L'éleveur derrière son troupeau ne peut pas être remplacé par une cohorte de savants, ni espérer le soutien d'un grand nombre de scientifiques, tout comme ce manuel n'a pas l'ambition de traiter en profondeur de toutes les connaissances relatives aux milieux pastoraux, aux plantes, aux animaux, aux sociétés, aux marchés ou à la législation. Ce qui importe ici est une certaine transdisciplinarité, une ouverture à de nombreuses disciplines, qui autorise un niveau minimal de compréhension des situations.

Le concept de **système de production** répond à cette préoccupation : il suppose de garder à l'esprit l'existence de relations entre phénomènes simultanés. L'approche systémique est une attitude de l'observateur, qui doit s'intéresser à toutes les composantes du système. Cette démarche comporte une curiosité générale et un souci majeur des interactions.

10.2. Des systèmes emboîtés

A elle seule, la feuille d'une plante est un système complexe, où s'élaborent des cellules végétales par assimilation du gaz carbonique présent dans l'air, grâce à l'énergie solaire ; ainsi, les échanges constants entre le limbe et l'atmosphère (symbolisés par une double flèche sur la figure 2.22). Le "système feuille" a fait l'objet de nombreux travaux, et il existe aussi des échanges entre cette feuille et la plante entière (eau, sels minéraux, auxines, etc.), de sorte qu'il est justifié de considérer le "système plante", avec la partie aérienne et les racines.

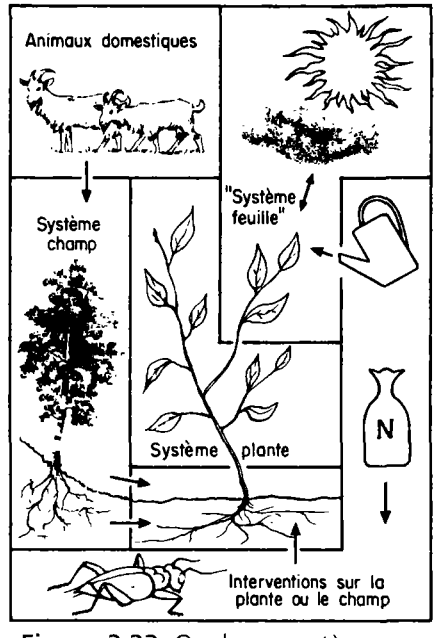


Figure 2.22. Quelques systèmes emboîtés de la feuille à l'élevage.

Autant que le premier, ce second système reste insuffisant ; la plante est soumise à de nombreuses influences extérieures, telles que la concurrence des autres plantes, l'action des animaux ou de l'homme. Le système de production à l'échelle du champ inclut les interventions directes de l'utilisateur, et ses influences indirectes via des apports d'engrais et de fumier. Le système pastoral apparaît comme un espace orienté vers une finalité spécifique et traversé par des flux mesurables. Un tel système n'est pas isolé mais en interaction constante avec des éléments extérieurs. En fonction de ce qui entre dans le système et de ce qui en sort, on pourra calculer le rendement propre du système pour une surface donnée et pendant un temps déterminé.

10.3. La dimension temporelle des systèmes pastoraux

Les images d'un système de production obtenues lors d'une étude sont des photographies instantanées de la situation, et l'expérience montre que ces images peuvent changer radicalement en quelques années. Ainsi, dans les systèmes pastoraux, les catastrophes les plus terribles se produisent souvent à la suite d'une époque faste pendant laquelle le bétail augmente plus vite que la végétation consommable ; une seule année de pluies faiblement déficitaires se traduit alors par une véritable hécatombe animale. En conséquence, les études sectorielles (qui concernent seule-

ment un aspect du système), même si elles sont étalées sur une période de deux ou trois ans, risquent d'être trompeuses : un paramètre isolé peut évoluer très rapidement et cesser temporairement d'être représentatif de la norme. En collectant des informations sur l'ensemble des paramètres du système, les données aberrantes sont plus évidentes et l'anomalie est presque automatiquement détectée.

Un système de production est naturellement une entité dynamique, dont les éléments évoluent tous à des vitesses propres et généralement selon des rythmes différents. Le fait peut être illustré à partir de la croissance des arbres fourragers : dans les pays secs, une année humide favorise le développement de ces arbres, pendant toute l'année considérée et quelquefois même pendant la suivante. De même, et selon les espèces, l'émondage peut favoriser, ou handicaper, l'arbre qui en est l'objet pour une durée variable.

Dans les systèmes de production "stables", lorsqu'un élément est modifié, les réactions des autres éléments du système tendent alors à réduire les conséquences du changement initial ; c'est une "**autorégulation**", dont le type est donné par la loi de Le Châtelier dans les systèmes physico-chimiques. Mais, tous les systèmes biologiques sont, sinon en perpétuel déséquilibre, du moins en équilibre **métastable**. Une image satisfaisante d'un tel système exige l'examen des stades successifs du système lorsqu'il réagit à une perturbation. Par exemple, les steppes des hauts plateaux d'Afrique du Nord ont subi depuis plusieurs siècles des périodes de surcharge animale, suivies de mortalité du bétail, puis d'une reconstitution de la végétation, puis d'une nouvelle surcharge, etc., dont il faut analyser la succession pour comprendre les conditions du rétablissement de l'équilibre.

Les systèmes de production sont trop complexes pour que leur dynamique puisse être analysée en détail, mais *ils peuvent être étudiés à l'aide de modèles*. La plupart des modèles établissent des relations quantitatives entre plusieurs paramètres : tel est le cas de la programmation linéaire qui aide à optimiser les rations alimentaires des animaux, en reliant les besoins physiologiques et les ressources disponibles au cours de l'année ; de même, les modèles d'évolution démographique des troupeaux, à partir des paramètres de fécondité, de mortalité et de commercialisation. Lorsque les éléments du système sont très aléatoires, on les exprime sous forme de probabilités : ainsi, la pluviosité est introduite dans les calculs en utilisant les déciles ou les quantités probables cumulées tout au long de la saison humide.

L'approche systémique permet d'établir ou de vérifier des hypothèses sur l'indépendance ou la liaison entre composantes du système, et elle est souvent à l'origine de recherches quantitatives nouvelles pour relier les paramètres. Cependant, le comportement humain se place au premier plan des paramètres peu mesurables, puisque toute population comporte des personnes entreprenantes ou timorées, sages ou incompétentes, géniales ou stupides.

10.4. Quelques caractéristiques des systèmes pastoraux

L'approche systémique s'impose de plus en plus pour l'étude des systèmes pastoraux. Sur des terrains vastes, fragiles et peu productifs, les bénéfices des éleveurs par unité de surface ne laissent que peu de possibilités d'investissement, et les pasteurs sont souvent désarmés face à l'ensemble du système ; ils gèrent au mieux ce qui existe, en essayant d'éviter les erreurs susceptibles de détruire le système. L'investissement le plus utile est la reconstitution des végétations détruites ou la remise en état de terrains dont la production est amoindrie.

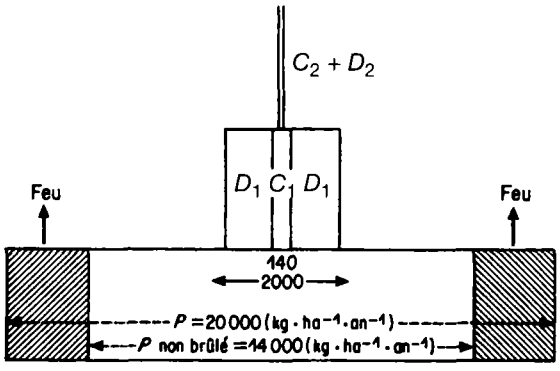


Figure 2.23. Chaîne trophique de la savane de Lamto en Côte-d'Ivoire : pyramide des transferts d'énergie.
Biomasses P : de la production primaire ; C_1 : des consommateurs primaires (des herbivores) ; C_2 : des consommateurs secondaires (des carnivores) ; D_1 : des décomposeurs de matière végétale ; D_2 : des décomposeurs de matière animale (coprophages, nécrophages...).

L'un des modèles les plus répandus naguère schématise les flux de matière et d'énergie qui circulent dans la chaîne trophique correspondant à l'aire étudiée. Les plantes constituent le premier maillon de cette chaîne et elles réagissent à presque toutes les interventions directes ou indirectes : utilisation plus ou moins intense des parcours, mais aussi actions sur les sols, sur les animaux ou sur l'organisation de l'ensemble.

La chaîne trophique comporte ensuite les consommateurs primaires, les animaux herbivores (insectes, oiseaux, rongeurs, batraciens et mammifères) (figure 2.23). Le bétail domestique joue un rôle qui varie selon l'espèce et la race, mais aussi, selon la saison, le stade de développement, la nourriture offerte, etc. L'élimination des éléphants dans la quasi-totalité de la zone soudanienne d'Afrique a souvent entraîné un embroussaillement rapide.

10.5. Systèmes associés

Les animaux utilisent souvent plusieurs territoires en fonction de décisions opportunistes, non reproductibles. Le cas se produit surtout lorsque l'accès à l'herbe cesse d'être gratuit et quand le territoire pastoral est choisi en partie selon les conditions du marché : un éleveur peut alors soit louer un parcours (parfois à l'État), ce qui suppose l'embauche d'un berger salarié, ou mettre une fraction du troupeau en pension auprès d'une coopérative d'estive (de plus en plus fréquentes dans les montagnes françaises), ou supplémenter les animaux sur ses propres pâturages, par exemple. La spéculation pastorale est associée à un contexte économique général et est, selon les années, du pastoralisme intégral, du pastoralisme associé à des activités agricoles ou du pastoralisme occasionnel.

En Basse-Normandie, certains herbages sont réservés à l'embouche d'animaux maigres achetés à l'extérieur ; des tentatives similaires de spécialisation pastorale ont été faites aussi dans quelques pays africains où on distingue des parcours de "naisseurs" et des parcours de finition, éloignés les uns des autres et gérés par des groupes différents. Il est séduisant de prévoir l'élevage des animaux jeunes dans des milieux secs où les conditions sanitaires sont plus favorables, et l'engraissement dans une région humide où l'herbe est plus abondante, mais les résultats sont décevants : en réalité, les difficultés rencontrées dans l'un des systèmes se répercutent sur les deux (manque de débouchés ou manque d'approvisionnement en bétail, selon les cas), et la réussite passagère de l'un des systèmes impose à l'autre des contraintes supplémentaires (demande excessive de jeunes animaux ou accumulation de cheptel engraissé faute de ventes suffisantes).

Il faut encore mentionner les éleveurs-spéculateurs, qui utilisent d'autant plus volontiers les parcours qu'ils ne fournissent aucun apport direct au système sous forme de

travail. Dans les pays riches, ce type d'éleveurs considère le pastoralisme comme un loisir. Dans les pays en développement, ce sont souvent des commerçants, mais aussi des politiciens ou des fonctionnaires, qui se constituent un capital sur pied et utilisent leur influence pour avoir accès aux parcours. Dans les deux cas, le système pastoral repose sur du personnel salarié et sa viabilité économique n'est qu'apparente.

Les éleveurs à temps partiel réclament un examen plus nuancé et sont de plus en plus nombreux. Tous les degrés d'implication dans l'élevage sont possibles : propriétaire de parcours hérités qui les fait exploiter par un fermier, famille où l'un des conjoints est salarié ou artisan, systèmes pastoraux avec quelques revenus touristiques. Ce dernier cas est devenu fréquent en Europe (Corse, Cévennes) : hébergement à la ferme, services de restauration, petit commerce saisonnier, sports d'hiver, randonnées équestres et organisation de loisirs divers sont offerts directement au consommateur à des prix intéressants, puisque aucun intermédiaire ne prélève sa dîme.

10.6. Classification des systèmes pastoraux

Les systèmes de production animale intermédiaires entre le pastoralisme intégral et l'élevage en ferme seront peu abordés dans ce manuel afin de mieux mettre en relief les caractères des systèmes pastoraux. Pourtant, ces situations intermédiaires sont fréquentes : les parcours font souvent l'objet d'interventions diverses, surtout lorsqu'ils fournissent moins de la moitié des ressources alimentaires du troupeau. Or les techniques d'utilisation des parcours sont les mêmes, que ceux-ci supportent la totalité ou une petite fraction du système d'élevage ; de même, la conduite du troupeau sur le parcours ou l'action du bétail sur la végétation naturelle sont indépendantes de l'importance relative des parcours. C'est dans le domaine socio-économique que le degré de pastoralisme de l'élevage aura les répercussions les plus vives en modifiant mode de vie et allocation des ressources humaines et financières.

Il faut donc envisager des sous-systèmes pastoraux inclus dans certains systèmes agricoles. Les cultures sont alors explicitées en fonction de leurs relations avec l'activité pastorale : apports nutritionnels pour les animaux, contraintes de main d'œuvre et complémentarités particulières. Ces interactions sont généralement évidentes dans les exemples choisis pour illustrer le texte, et on trouvera dans les manuels d'agriculture ou de zootechnie de la même collection les compléments utiles pour suivre l'ensemble des données techniques relatives à la situation globale.

L'origine des produits utilisés pour l'alimentation des animaux est évidemment un premier critère de différenciation des systèmes d'élevage, et l'abondancee de ces produits intervient pour classer les systèmes pastoraux. Un second groupe de critères de typologie a trait aux animaux utilisés et aux ressources qu'on en tire, cependant que les autres facteurs de production forment une dernière série de critères.

Les parcours sont souvent associés à d'autres ressources alimentaires cultivées par le propriétaire des animaux ou mises à sa disposition, d'où une infinie variété de systèmes agro-pastoraux. Les mêmes aliments peuvent être achetés bruts ou transformés (foin, céréales, concentrés, sous-produits de l'industrie agricole) et les systèmes mixtes de ce type sont tributaires d'autres systèmes de production associés. On peut subdiviser encore les systèmes agro-pastoraux selon que les cultures d'accompagnement sont mobiles avec le troupeau (petits champs de cultures vivrières établis par les pasteurs à proximité de leur campement pendant la saison favorable), ou au contraire font partie d'une exploitation fixe. Dans le second cas, le bétail passe la mauvaise saison à la ferme et y consomme des fourrages cultivés aussi bien que des aliments transformés et conservés.

Un exemple simple de système agro-pastoral est celui des troupeaux alpins estivants qui vivent sur les parcours d'altitude pendant l'été (habituellement 5 mois, du 15 mai au 15 octobre). En Suisse, les bovins collectent ainsi quotidiennement 16 kg MS d'herbe d'alpage et reçoivent un supplément de 2 kg de concentrés ; pendant les 7 mois d'hiver passés à l'étable l'herbe est remplacée par 13 kg de foin et 2 kg de betterave, aliments produits sur la ferme ou achetés. Dans d'autres cas, les ressources alimentaires sont plus diversifiées, et la figure 2.24 résume les situations qui découlent de l'exploitation d'un système agro-sylvo-pastoral théorique complexe. Les aliments (surface hachurée) proviennent de parties du territoire, et leur origine peut varier d'une année à l'autre. Le système est purement pastoral, ou sylvo-pastoral lorsqu'il est réduit aux composantes A, B et C, et graduellement de plus en plus agro-pastoral à mesure qu'il repose plus intensément sur des aliments dérivés des cultures (D, E, F et G).

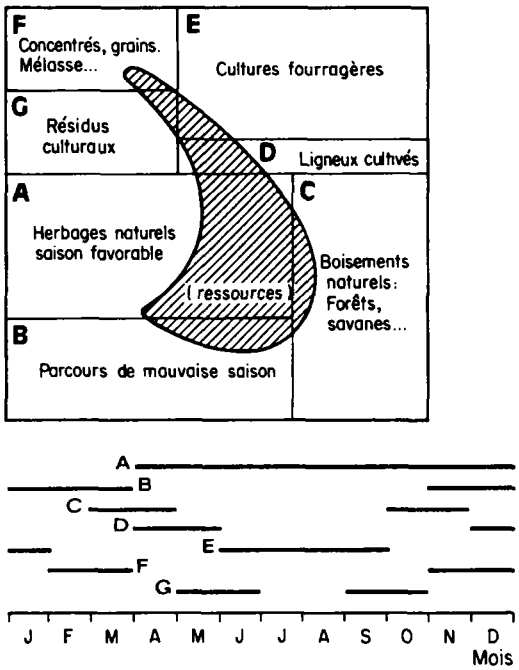


Figure 2.24. Ressources alimentaires dans l'espace et calendrier alimentaire dans le temps.

Une autre source de complexité est le calendrier alimentaire où les ressources sont réparties selon la période de leur utilisation au cours de l'année (plusieurs exemples seront donnés dans les chapitres 8, 9 et 12). Chacune est exploitée de façon continue ou discontinue, seule ou en association avec les autres. Le calendrier alimentaire conditionne les autres éléments du système pastoral, mais il est aussi imposé par certains d'entre eux.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉES

Berbigier P. (1988), *Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale*, INRA, Paris, 238 p.

Chatelin Y. et Riou G. (1986), *Milieux et paysages. Essai sur diverses modalités de connaissance*, coll. "Rech. géogr.", Masson, Paris, 160 p.

Collectif (1987), *Prairies et toundras*, coll. "Planète Terre", Time-Life, Amsterdam, 176 p.

La plupart des ouvrages de la collection des *Grandes étendues sauvages* des éditions Time-Life illustreront et complèteront ce chapitre, notamment en ce qui concerne steppes et déserts.

Collectif (1992), "A la recherche de l'Aigoual perdu", *Ann. Parc Nat. Cévennes*, 5 : 1-264.

CTA-IEMVT (1990), *Atlas pastoraux*, CTA, Wageningen, Pays-Bas, et CIRAD-IEMVT, Maisons-Alfort, France.

Daget Ph. et Godron M. (1982), *Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés*, coll. "Ecologie", Masson, Paris, 176 p.
Duchaufour Ph. (1991), *Pédologie. Sol, végétation, environnement*, coll. "Abrégé de sciences", Masson, Paris, 304 p.
Duchaufour Ph. et Souchier B. (1983), *Pédologie, tome 1 : Pédogenèse et classification*, Masson, Paris, 510 p.
Emberger L. (dir.), Godron M. et al. (1968), *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*, CNRS, Paris, 292 p.
Godron M. (1984), *Abrégé d'écologie de la végétation terrestre*, coll. "Abrégé de sciences", Masson, Paris, 200 p.
Hédin L. et Kerguélen M. (1972), *Écologie de la prairie permanente française*, coll. "Monographies de botanique", Masson, Paris, 230 p.
Nahal I. (1975), *Principes de conservation du sol*, coll. "Géogr. appl.", Masson, Paris, 144 p.
Neuvy G. (1991), *L'Homme et l'eau dans le domaine tropical*, Masson, Paris, 228 p.
Péguy Ch. (1970), *Précis de climatologie*, Masson, Paris, 468 p.
Petit M. (1990), *Géographie physique tropicale*, coll. "Économie et développement", Karthala, Paris.
Richard J. (1989), *Le Paysage, un nouveau langage pour l'étude des milieux tropicaux*, ORSTOM, Paris, 210 p.
Rochette (1989), *Le Sahel en lutte contre la désertification*, CKSS, GTZ, Eschborn, 592 p.
Soltner D. (1992), *Les Bases de la production végétale. II. Le Climat*, coll. "Sci. Tech. agricoles", Sainte-Germaine-sur-Loire, 320 p.
Viers G. (1990), *Éléments de climatologie*, Nathan, Paris, 224 p.

QUELQUES QUESTIONS ET EXERCICES

1. Le nombre de têtes de bétail par 100 km^2 est-il plus utile à connaître que le nombre de têtes de bétail pour 1 000 habitants ?

2. Pensez-vous qu'il est indispensable d'augmenter le nombre total de moutons, de chèvres et de vaches qui vivent dans le monde ?

3. Placez dans leur logique les unités écologiques suivantes :
région station secteur zone

4. Dans votre région, à quelles formations végétales conduit la loi de zonalité ?

5. Quelles séquences de végétation (après défrichement puis abandon) connaissez-vous dans votre région ?

6. Dans quels cas aurez-vous particulièrement besoin d'une carte des paysages ?

7. Comment combiner la durée de la saison sèche et la hauteur totale des précipitations annuelles pour avoir une idée de la charge animale optimale ?

8. Quel est le critère climatique le plus important en région méditerranéenne ? en régions tropicales et équatoriales ? en montagne ?

9. Quelle échelle choisiriez-vous pour cartographier la géomorphologie de votre région ? ses climats ?

10. Composez la légende commentée d'une carte pastorale de votre région.

Chapitre 3

LA VÉGÉTATION DES PÂTURAGES

1. MÉTHODES D'ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION DES PÂTURAGES

1.1. Quelques notions de base

Les concepts de flore et de végétation d'un pâturage et leurs différences ont été précisées (voir 6.1 du chapitre 2) ; mais, avant de voir les méthodes d'analyse les plus efficaces et les plus rapides à utiliser pour les caractériser, il faut préciser les deux notions importantes de recouvrement et de biomasse.

1.1.1. Notion de recouvrement

Le **recouvrement** d'une espèce est la proportion de la surface du sol qui est "recouverte" par la projection verticale des organes aériens de cette espèce.

Il s'agit donc de surfaces. La mesure de recouvrement est donnée par la **fréquence centésimale** : si une végétation est analysée au moyen de N unités d'échantillonnage, et si une espèce particulière est présente dans n de ces unités, la fréquence centésimale FC de l'espèce i s'écrit :

$$FC_i = \frac{n}{N} \times 100$$

On démontre que FC_i est une mesure de la probabilité de présence de l'espèce dans ces unités d'échantillonnage et donc du recouvrement qui est d'autant plus précise que les unités d'échantillonnage sont plus petites et plus nombreuses ; ces unités sont donc ramenées à des observations ponctuelles et il est commode de prendre $N = 100$. Si, avec 50 unités d'échantillonnage, une espèce a été trouvée 35 fois, sa fréquence centésimale est de $100 \times (35/50)$ soit 70 %.

1.1.2. Notion de contribution spécifique

Chacune des espèces qui constituent le tapis végétal est caratérisée par son recouvrement, mais ces espèces peuvent ne pas être jointives si le tapis végétal est très ouvert ou, au contraire, se superposer dans le cas du gazon d'une prairie permanente. Il est intéressant d'évaluer la contribution de chacune d'elles à la constitution du tapis végétal ; la contribution spécifique de l'espèce i est donnée par :

$$CS_i = \frac{FC_i}{\Sigma FC_i} = \frac{n_i}{\Sigma n_i} \times 100$$

où n_i est le nombre d'unités d'échantillonnage où l'espèce i a été trouvée ; n_i est donc le nombre d'observations spécifiques effectuées.

Par exemple, dans l'inventaire d'un pâturage, 23 espèces ont été trouvées avec 50 unités d'échantillonnage ; elles ont les fréquences suivantes :

39 15 15 11 9 6 6 5 5 5 5 3 3 3 3 2 2 2 2 2 1 1 1

dont le total est 143 ; les contributions sont données par la formule ci-dessus, soit :

27,3 10,5 10,5 7,7 6,3 4,2 4,2 3,5 : 4 fois 2,1 : 3 fois 1,4 : 5 fois et 0,7 : 3 fois.

1.1.3. Biomasse

La **biomasse** est la masse végétale vivante ou morte sur pied.

Les spécialistes de la production primaire font les distinctions représentées à la figure 3.1. Pratiquement, la biomasse est mesurée par des pesées. On pèse la végétation verte aussitôt après la coupe, ce qui donne la **masse verte** (parfois improprement appelée "poids vert"). La récolte est alors séchée à l'étuve à 80 °C jusqu'à masse constante, généralement obtenue au bout de 24 heures, puis pesée, ce qui donne la **masse sèche** (parfois improprement appelée "poids sec"). Pour des études fines, il est possible de trier la coupe effectuée par espèce (ou par catégories d'espèces) et de faire les deux pesées précédentes par espèce (ou par catégorie) ou encore de trier par partie d'espèces : tiges, feuilles, inflorescences...

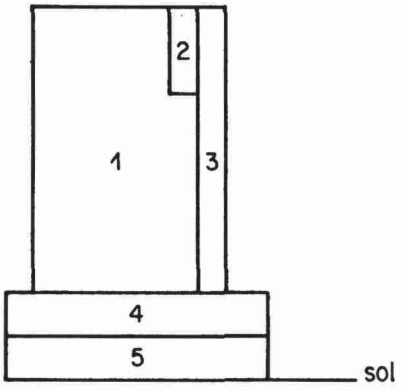


Figure 3.1. Décomposition de la biomasse.
1 : matière vivante ; 2 : matière morte encore fixée sur un individu vivant ; 3 : matière morte érigée (individu mort) ; 4 : matière morte de l'année au sol (litière fraîche) ; 5 : matière morte des années antérieures au sol (litière ancienne).
Source : d'après Cornet A. (1981), "Mesure de la biomasse et détermination de la production nette aérienne de la strate herbacée dans trois groupements végétaux de la zone sahélienne au Sénégal", *Œcol. Plant.*, **2** (3) : 251-256.

1.2. Analyse de la flore

L'analyse de la flore doit être faite sur des aires bien déterminées, de manière à pouvoir établir la courbe aire-espèce qui sert à caractériser l'homogénéité du gazon étudié sur une surface optimale variable suivant les conditions biogéographiques.

Le matériel nécessaire consiste en une corde, 4 piquets, une masse et un double-mètre pliant. En régions tempérées humides, la corde aura 10 m de long et comportera 5 boucles, espacées de 4, 1, 4, 1 mètres, ce qui permet de délimiter une aire de 4 m^2. Pour les régions arides, la corde aura 20 m et les boucles seront espacées de 8, 2, 8, 2 mètres, ce qui permet de délimiter une aire de 16 m^2.

Les piquets sont enfilés dans les boucles, la première et la dernière autour du même piquet. Ils sont ensuite fichés en terre en tendant les cordes et en donnant au périmètre une forme rectangulaire.

On donne au double-mètre pliant la forme d'un angle droit et il est placé dans l'angle du périmètre pour délimiter un carré de 25 × 25 cm, soit 1/16 m^2 (figure 3.2).

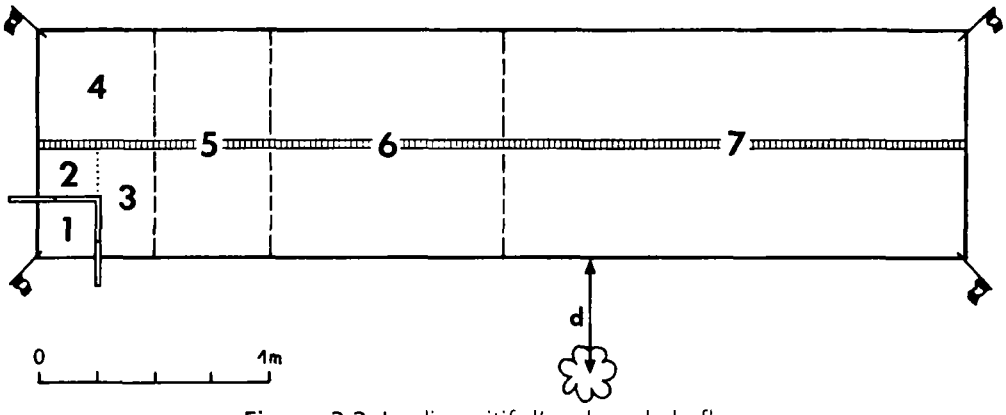


Figure 3.2. Le dispositif d'analyse de la flore.

La liste des espèces présentes dans le carré est alors dressée. Ensuite la surface est doublée (25 × 50 cm, soit 1/8 m^2) et les espèces nouvelles recherchées, et ainsi de suite jusqu'à ce que toute l'aire délimitée ait été analysée.

En zone aride, et surtout en année très sèche, dans les steppes ou les savanes, on déplante les 2 piquets délimitant une longueur du rectangle et on fait pivoter le dispositif autour du côté resté en place avant de replanter les piquets. Cela donne une aire de 32 m^2 où les nouvelles espèces sont recherchées.

Lorsque ces inventaires sont achevés, les espèces nouvelles présentes à l'extérieur sont recherchées et la distance *d* qui sépare leur collet de la corde est mesurée avec le double-mètre.

1.3. Analyse de la végétation parcellaire

Il existe de très nombreuses méthodes pour caractériser la végétation des pâturages[1], mais nous ne retiendrons ici que celles qui sont économiques et réalisables sur le terrain dans toutes circonstances.

Les pâturages peuvent comporter deux strates de végétation, une strate herbacée, fermée ou non, et une strate ligneuse de buissons ou d'arbres. L'analyse de ces deux types de végétation se fait par des méthodes différentes que nous verrons successivement.

1.3.1. Pour les strates herbacées

En ce qui concerne les formations herbacées, un choix est possible entre trois types de méthodes selon qu'il s'agit des formations herbacées basses (moins de 10 cm), moyennes (de 10 à 50 cm), ou hautes (plus de 50 cm).

Toutes ces méthodes supposent l'emploi de bordereaux d'enregistrement constitués par un tableau comportant 52 colonnes ; une grande en début de ligne où seront écrits les noms des espèces, 50 d'environ 0,5 × 0,5 cm (la valeur d'un carreau sur une feuille à petits carreaux), et une d'un centimètre pour terminer. L'observateur note en début de ligne le nom des espèces annoncées (une ligne par espèce et une espèce par ligne). Une petite colonne est consacrée à chaque observation et les espèces annoncées sont cochées par une croix dans la case correspondante. Dans la

1. On en trouvera une description critique dans Brown D. (1954), *Method surveying and mesuring vegetation*, Commonwealth Buro of Pastures and Field Crops, Hurley, 223 p., et dans Daget Ph. et Poissonet J. (1991), *Prairies permanentes et pâturages. Méthodes d'étude*, Institut de botanique, Montpellier, 352 p.

	Repérage - double mètre	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116
01	*Diheteropogon hagerupii*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
02	*Cassia mimosoides*		X	X	X	X	X		X	X		X			X	X	X								X	X
03	*Schizachyrium exile*					X					X		X													
04	*Elionurus elegans*						X												X		X					
05	*Panicum laetum*								X	X	X															
06	*Andropogon pseudapricus*											X														X
07	*Borreria radiata (Spermacoce)*											X												X		
08	*Vigna* sp.												X													
09	*Borreria stachyde (Spermacoce)*															X										
10	*Phyllanthus pentandrus*																	X								
11	*Crotolaria* sp.																									
12	*Lepidagathis anobrya*																		X	X	X					
13	*Indigofera astragalina*																							X		
14	*Guiera senegalensis*																				X					
15	*Brachiaria ramosa*																									X

Figure 3.3. Extrait d'une image matricielle de la végétation dans une savane de la région de Doli au Sénégal.

Source : Bille J.-C. (1977), *Étude de la production primaire nette dans un écosystème sahélien*, ORSTOM, Paris, 82 p.

dernière colonne, on portera le nombre total de croix présentes sur la ligne. Ce tableau s'appelle l'**image matricielle de la végétation** (figure 3.3).

Les images matricielles de la végétation ne sont utilisables que si elles sont soigneusement référencées (lieu et date de l'analyse, auteur des observations) et accompagnées d'un relevé complet et d'une enquête parcellaire.

• **Formations herbacées basses fermées**. Ce type de gazon est celui des pâturages des régions tempérées océaniques ou continentales. L'analyse quantitative de la végétation y est faite par la technique du double-mètre. Le matériel nécessaire comporte un double-mètre pliant métallique (type mètre de menuisier), un gros couteau et deux observateurs.

Ce double-mètre est déplié et introduit avec précaution dans la végétation du périmètre de 4 × 1 m (4 m^2) au ras du sol. Un des observateurs se place au-dessus du double-mètre et vise l'intersection entre la bordure du double-mètre et les graduations 0-4-8-12-16-20... cm. Il suit sa ligne de visée avec la pointe de son couteau et annonce les espèces dont un organe au moins intercepte sa ligne de visée ; le second observateur note ces annonces sur ses formulaires. 50 observations, une tous les 4 cm, peuvent être faites sur un double-mètre ; on le fait alors glisser de 2 m en ligne droite et on renouvelle 50 observations. On a ainsi 100 observations.

• **Formations herbacées basses ouvertes**. Particulièrement fréquentes en régions arides, ces végétations seront échantillonnées à l'aide de points quadrats espacés de 10 cm. Pratiquement le double-mètre est remplacé par un double-décamètre qui devra être tendu avec soin dans la végétation. Il faudra "lire" autant de points qu'il sera nécessaire pour avoir 100 points de végétation. Dans une végétation ouverte à 50 %, ce sera 200 points, à 25 %, 400 points...

• **Formations herbacées moyennes fermées**. Dans ce cas, c'est la technique de la baïonnette (figure 3.4) qu'il faut employer. Le matériel consiste en une lame métallique d'environ 70 cm, taillée en pointe et dont la tranche est affutée. Elle est munie d'une barre transversale dans sa partie supérieure.

L'observateur place la baïonnette devant lui, la barre transversale sur ses index et majeur, la paume de la main dirigée vers le haut. La baïonnette prend alors une po-

sition verticale. Il baisse le bras de façon à la faire pénétrer dans l'herbe et la pique dans le sol où elle se trouve donc fichée verticalement. Il examine alors les espèces dont un organe au moins touche le fil de la lame et les annonce au second observateur qui les enregistre sur ses bordereaux, et ceci jusqu'à la surface du sol.

La baïonnette est alors retirée et replacée de la même manière 20 cm environ plus loin en ligne droite et ceci 50 fois ; 100 fois si la flore est pauvre (peu d'espèces par observation).

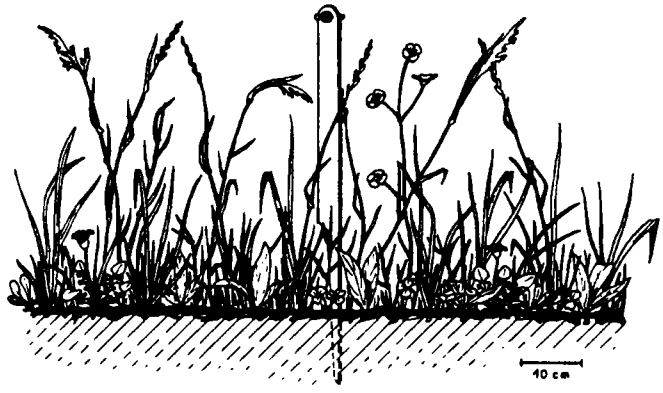


Figure 3.4. Exemple de baïonnette.
Source : Daget Ph. et Poissonet J. (1971), "Une méthode d'analyse phytologique des prairies", *Ann. Agron.*, **22** (1) : 5-41.

• **Formations herbacées hautes**. Il s'agira cette fois d'employer la technique des tiges (figure 3.5). Le matériel consiste en deux forts piquets métalliques munis d'une noix à vis, d'un double-décamètre, d'une masse et d'une tige. Celle-ci est constituée d'une baguette métallique mince, en plusieurs sections. La première est afutée en pointe, la dernière en T ; chaque section est munie d'un filetage permettant de fixer les éléments bout à bout par un boulon allongé. Ce matériel-là peut être fait par tous les mécaniciens ou ferronniers locaux soigneux.

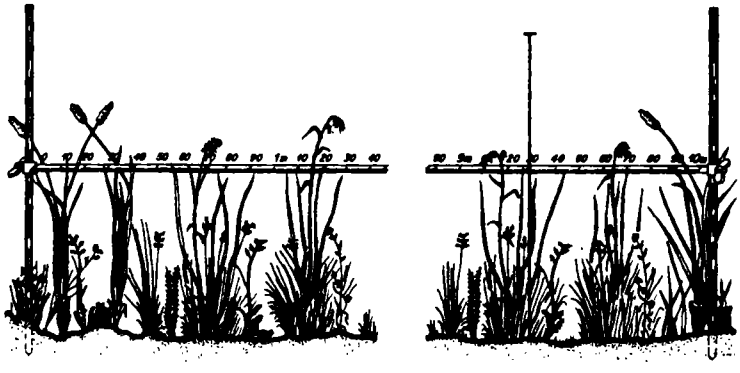


Figure 3.5. Dispositif d'analyse des formations herbacées hautes.
Source : Poissonet J. et César J. (1972), "Structure spécifique de la strate herbacée dans la savane à palmier-rônier de Lamto, Côte-d'Ivoire", *Ann. Univ. Abidjan*, série E, 5 : 577-601.

Les deux piquets sont enfoncés dans le sol à la masse puis le double-décamètre est tendu entre les deux noix en position horizontale (ou quasiment). Tous les 10 cm, la tige montée est placée verticalement dans la végétation. L'observateur enregistre toutes les espèces dont un organe au moins touche une génératrice de la tige.

1.3.2. Pour les strates ligneuses

Ici, on distinguera deux cas selon que les strates ligneuses sont largement discontinues (avec un couvert inférieur à 50 %) ou qu'elles sont presque continues.

• **Strates ligneuses discontinues**. Ce type de végétation est caractérisé en utilisant la jauge de Cooper (figure 3.6). Le principe de cet appareil, inspiré du "Relascope" des forestiers, est basé sur les travaux du forestier autrichien Bitterlich. Cette jauge est constituée d'un bras de bois dur de 75 cm de long et de deux pièces métalliques qui

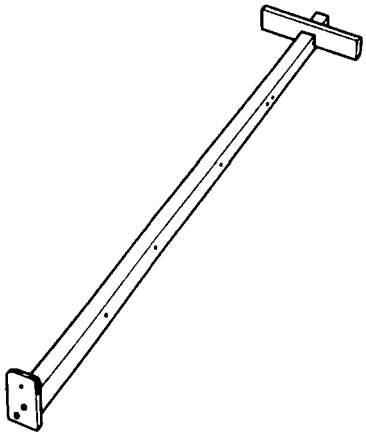


Figure 3.6. Jauge de Cooper.

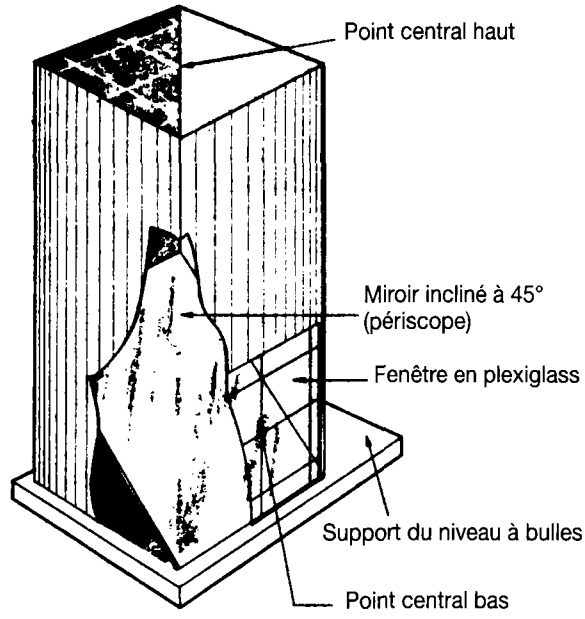


Figure 3.7. Le prisme à miroir.

Source : Hamidou B. (1987), *Relations herbe-arbre en conditions pâturées. Influence du recouvrement arboré des taillis de chêne pubescent*, thèse, USTL Montpellier, 152 p.

peuvent être faites à partir des fournitures de n'importe quelle quincaillerie. Il faut deux morceaux de cornière de 3 cm de côté ; un trou de 2,5 mm est percé au centre du plus petit de ces morceaux ; il constitue l'oculaire. Le second morceau, d'une longueur de 70,7 cm est fixé à l'extrémité de la traverse dont la longueur est de 10 cm.

L'observateur se place en un point du pâturage à analyser, porte la jauge à son œil et enregistre la nature des espèces dont la couronne dépasse la traverse de la jauge, note le nombre de pieds de chacune d'elles et néglige les autres. Il tourne sur lui-même de manière à faire le tour de l'horizon. Il recommence l'opération en 10 emplacements différents.

• **Strates ligneuses quasi continues**. L'appareil, très simple, est constitué par un prisme de bois à 45° et un petit miroir de poche fixé sur la plus grande face. Le prisme est monté sur une tige de bois de 1,20 m. On pourra améliorer le système en plaçant le miroir en position diagonale dans une petite boîte dont un côté sera retiré et dont la paroi supérieure sera percée d'un trou circulaire central d'un diamètre de 5 cm muni de fils croisés (figure 3.7). Cette "canne" est maintenue verticalement et l'observateur regarde dans le miroir si, au-dessus, il y a de la végétation on non, et s'efforcera de déterminer les espèces présentes. On pourra préciser en traçant les deux diagonales du miroir pour examiner la verticale de la croisée des fils.

1.3.3. Interprétation préliminaire

Le but de ces diverses méthodes est d'évaluer le recouvrement des diverses espèces. Ce dernier est caractérisé par la fréquence centésimale des espèces. Elles seront obtenues de la façon suivante :
– dans le cas d'un double-mètre, des tiges ou des miroirs, la fréquence centésimale est égale au nombre de présences sous les 100 points ;
– dans le cas de la baïonnette, avec 50 observations, le nombre de contacts est doublé ;
– avec la jauge de Cooper, on calcule la moyenne des 10 valeurs obtenues pour chaque espèce ; le résultat, divisé par 2, est une mesure du recouvrement en pourcentage.

1.4. Mesure du volume

L'appréciation du volume de la végétation pâturée, ou de ses constituants, est très délicate à effectuer ; aussi préfère-t-on habituellement procéder à des observations voisines.

Dans la végétation herbacée, en utilisant la baïonnette (voir paragraphe précédent et figure 3.4) ou l'aiguille (figure 3.5), au lieu de noter seulement le premier contact d'une espèce avec le fil de l'appareil, ce qui donne la *présence* de l'espèce, ce sont tous les *contacts* qui sont enregistrés ; il peut y en avoir beaucoup lorsque la baïonnette se trouve fichée au cœur d'une touffe de Graminée fine. De même que le rapport de la somme des présences d'une espèce à la somme de toutes les présences enregistrées a permis de définir une contribution spécifique, qui sera alors la **contribution spécifique présence**, ou CSP, de même, le rapport de la somme des contacts d'une espèce à la somme de tous les contacts enregistrés permet de définir la **contribution spécifique contact**, ou CSC.

Il existe une relation étroite entre CSP et CSC ; en particulier, l'ordre des espèces est le même qu'elles soient classées selon l'un ou l'autre critère.

1.5. Mesure de biomasse

Trois méthodes pourront être envisagées, deux procèdent par des mesures directes de la biomasse : les placeaux et les cages, la troisième, celle des disques, est indirecte.

1.5.1. Les placeaux

Les **placeaux** sont des micro-parcelles d'un mètre de côté. Le matériel utilisé est constitué par un cadre rigide d'un mètre de côté. Il est facile d'en réaliser un (figure 3.8) en utilisant du tube de PVC de 9 mm, utilisé par les électriciens et quatre coins à 90. Ce cadre est très léger et bon marché. Sur le terrain, on prendra 4 baguettes de 110 cm qui seront liées l'une à l'autre de manière à former un carré de 1 m de côté.

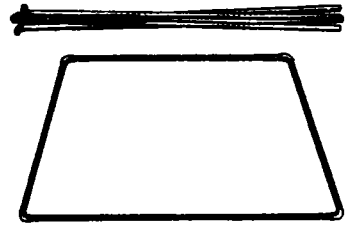


Figure 3.8. Le cadre délimitant un placeau.

En cas de végétation basse, le cadre est déposé sur le sol et la végétation qu'il contient est coupée au ras du sol avec les ciseaux à gazon ou une tondeuse à mouton, puis pesée, séchée, et pesée à nouveau. Ces mesures doivent être renouvelées en 30 emplacements dans l'unité de végétation analysée, en tenant compte de la micro-hétérogénéité stationnelle. Si la végétation est moyenne ou haute, on retirera un des côtés du cadre et les deux coins correspondants pour pouvoir l'introduire dans la végétation aussi près du sol que possible.

1.5.2. Les cages

Les cages sont de petites clôtures protégeant la végétation de la dent du bétail. De nombreux types de cages existent : le plus simple nécessite 4 piquets de fer (par exemple des ronds à béton de 120 cm de long), un rouleau de 1 × 5 m de treillage assez fort, une masse et du fil de fer fin. Les 4 piquets sont enfoncés de 20 cm à la masse dans le sol à 1 m les uns des autres aux 4 sommets d'un carré de 1 m de côté. Le treillage est déroulé, placé autour des 4 piquets et fixé avec le fil de fer.

Toujours en tenant compte de la micro-hétérogénéité, plusieurs cages (de 3 à 7) sont placées dans la végétation avant l'arrivée du bétail. A son départ, elles sont retirées et

la végétation protégée est coupée, pesée, séchée et pesée de nouveau. La végétation ne croît pas de façon continue ni linéaire, il en résulte que, pour être représentatives, les cages ne doivent pas rester trop longtemps en place. De plus, pour éviter les effets cumulatifs possibles des coupes, elles doivent être déplacées après chaque coupe.

1.5.3. Échantillonnage

La végétation des pâturages et des parcours est par nature hétérogène, c'est-à-dire que la production de biomasse ne sera pas la même en plusieurs endroits du parcours. Pour en apprécier la production "moyenne", il convient en premier lieu de procéder à une analyse physionomique, par cartographie sur le terrain ou par photo-interprétation. Le territoire est alors divisé en "strates d'échantillonnage", unités physionomiques dans le premier cas, isophènes dans le second.

Dans chacune de ces strates, plusieurs *échantillons* sont localisés. On détermine leur emplacement par un *tirage au hasard* de leurs coordonnées.

1.5.4. Tirage au hasard

Pour tirer au hasard les échantillons (on dit pour "randomiser" l'échantillonnage, de l'anglais *to randomize*), il faut d'abord dessiner le pâturage sur un papier millimétré, puis tirer à l'aide d'une table[2] les coordonnées de chaque point. Ainsi, par exemple, la lecture des colonnes 5 et 6, ligne 2, de la table citée en référence donne :

46614	50948
16249	75019
91530	36466
62800	70326
10089	41757

pour un dessin situé dans un carré de 100 × 100 mm, les coordonnées des points à visiter pourront être :

46	61	50	94
16	24	75	01
91	53	36	46
62	80	70	32
10	8	41	75

d'où la répartition spatiale de la figure 3.9.

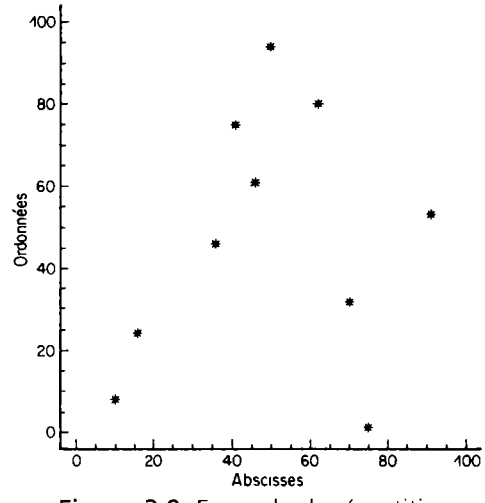


Figure 3.9. Exemple de répartition aléatoire de 10 points.

Si, au cours du tirage, un point tombe hors de la zone à étudier dans le carré retenu, il est éliminé, et un autre point est pris à la suite, jusqu'à l'obtention de 10 points à l'intérieur du secteur.

Un ordinateur, même de poche, peut donner une telle série de nombres au hasard, au plus égaux à 100 ; par exemple en BASIC, avec :

```
5  RANDOMIZE
10 FOR T = 1 TO 10
20 A = INT (101 * RND)
30 B = INT (101 * RND)
40 PRINT A,B
50 NEXT I
```

ou en APL, avec : 10 2 ρ 20 ? 100

2. Table A1 de Snedecor et Cochran (1968), *Statistical methods*, Univ. Press, Ames ; traduction : 1980, *Méthodes statistiques*, ACTA, Paris.

1.5.5. Récolte et traitement

Sur chacun des emplacements déterminés au paragraphe précédent, on place un quadrat, c'est-à-dire un cadre rigide, mince, de forme carrée, qui matérialise les limites de l'échantillon à récolter. La végétation est coupée au ras du sol, à l'intérieur de ce quadrat et exactement à la verticale de ses bords internes ; lorsqu'une plante pousse à l'extérieur du quadrat mais que certaines de ses feuilles ou certains de ses rameaux sont au-dessus du quadrat ces derniers sont seuls récoltés. La végétation coupée est soigneusement mise dans des sacs en papier ou en tissu fin, numérotés de manière bien apparente et pesés.

La dimension retenue pour les quadrats est le plus souvent de 1 × 1 m ; cependant, ils pourront être plus petits lorsqu'il s'agira d'étudier des végétations denses (prairies de fauche, bourgoutières) ou plus larges s'il s'agit de végétations très claires (steppes, badiah, savanes ouvertes), ou très hautes (savanes subéquatoriales, roselières). Dans le cas de végétations complexes, comportant des buissons, on utilise un quadrat tridimensionnel, formé par trois tiges à 90° les unes des autres et matérialisant les arêtes d'un trièdre rectangle (figure 3.10). Ce trièdre est enfoncé dans la végétation, deux des tiges au ras du sol matérialisant la base de l'échantillon et la dernière verticale sa hauteur. Un raccord peut permettre de lui donner une dimension supérieure aux deux autres.

La première étape du traitement des récoltes est d'en effectuer la pesée. Cela doit être fait dès la coupe, de manière à avoir la masse à l'état frais avant que commence la dessiccation naturelle qui, dans certains cas, peut être très rapide. Il existe de nombreux types de balances qui peuvent être emportées sur le terrain ; certaines, à piles, donnent un affichage direct des valeurs obtenues ; il est préférable d'utiliser des balances romaines, et pour les très petits poids des pèse-lettres, ou des pesons à ressort ; en effet, ces appareils ne tombent jamais en panne et ne demandent pas de support horizontal.

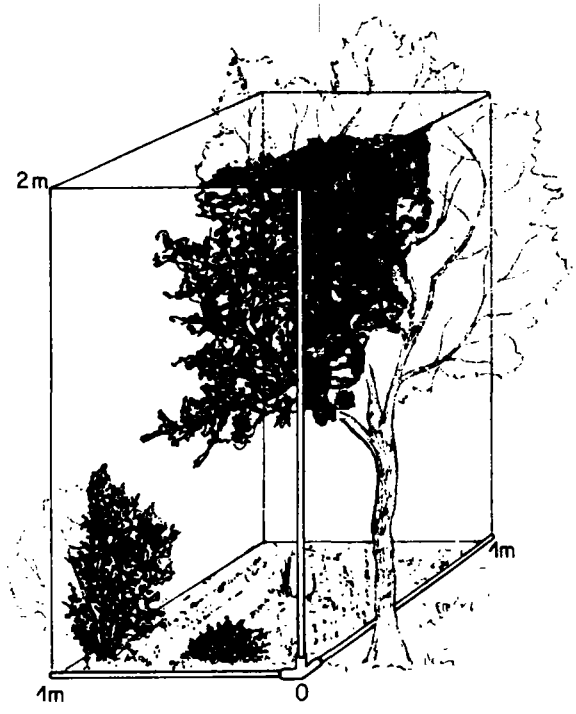


Figure 3.10. Quadrat tridimensionnel pour l'échantillonnage des végétations mixtes.

Il faut ensuite sécher les échantillons comme on le ferait pour du foin, de manière à en assurer la conservation jusqu'aux manipulations ultérieures au retour à la station. Il est possible de faire la pesée en frais à la station en conservant les échantillons dans des sacs de plastique mis dans un congélateur portatif placé dans le véhicule.

Au retour à la station, le séchage définitif est effectué à l'**étuve**. Dans une étuve ventilée, les échantillons sont étalés et soumis :
– soit à une température de 80 °C pendant 24 h,
– soit à une température de 120 °C pendant 8 h,
– soit à une tempérture de 80 °C jusqu'à poids constant,

dans ce dernier cas, les échantillons sont sortis et pesés toutes les deux heures, le séchage est stoppé quand deux mesures successives sont égales. Certains laboratoires particulièrement bien équipés procèdent à cette dessiccation par lyophilisation.

1.5.6. Résultats obtenus

Pour chaque échantillon, on dispose de sa masse avant dessiccation et de sa masse après dessication. Les strates définies lors de l'étude préalable (paragraphe précédent) sont donc caractérisées par deux séries de valeurs correspondant à la production en vert et à la production de matière sèche. Une analyse statistique permettra la comparaison des valeurs obtenues dans chaque faciès.

• **Premier exemple**. Une steppe a montré 4 faciès notés A, B, C et D, qui ont été échantillonnés par des coupes sur 1 m^2. Les végétations récoltées ont été séchées à l'étuve et le tableau 3.1 nous indique les masses qui ont été relevées, en grammes.

Tableau 3.1

A	B	C	D
86,8	159,2	100,8	254,2
101,2	165,8	261,6	152,8
149,2	144,0	144,0	137,2
65,2	17,5	88,8	262,0
38,8	139,6	48,0	30,6
67,6	194,2	252,0	215,2
89,2	61,1	43,2	230,8
77,2	96,0	146,4	48,8
41,2	168,0	117,6	20,2
22,0	104,7	91,2	217,8

Tableau 3.2

Faciès	nbre d'échantillons *n*		moyenne *m*
A	10		73,84
B	10		125,01
C	10		129,36
D	10		156,96
3	36 028,147	12 009,382	*F* = 2,546
36	169 817,861	4 717,161	
39	205 846,008	68,682	

Que peut-on dire de la production de cette steppe ? Tout d'abord, la moyenne de ces mesures est de 4 851,7/40, soit 121,39 g MS·m^{-2} ou 1,214 t MS·ha^{-2}. Voyons l'homogénéité. Une analyse de variance "à un critère" donne les résultats consignés dans le tableau 3.2.

On a donc 10 parcelles pour les faciès A, B, C et D, ainsi que les masses moyennes de chacun d'eux. L'hétérogénéité entre faciès, avec 3 degrés de liberté, est caractérisée par un carré moyen de 12 009,382, tandis que l'hétérogénéité résiduelle, avec 36 d.d.l., l'est par un carré moyen de 4 717,161. La statistique *F* de Fisher est le rapport de ces deux valeurs, soit 2,546. On voit dans les tables statistiques[3] qu'avec 3 et 36 d.d.l. les valeurs limites de *F* sont respectivement, pour les seuils 5 % et 1 %, de 2,86 pour le niveau de signification de 0,05 et 4,38 pour le niveau de signification de 0,01. La valeur trouvée, 2,546, est plus petite que le plus petit des seuils, donc les différences observées entre les moyennes ne sont pas significatives. En première approximation, les 4 faciès peuvent être considérés comme homogènes, et ayant pour production la valeur moyenne des 40 échantillons.

• **Second exemple**. Une autre étude de pâturage a conduit à répartir 40 échantillons dans 4 faciès A, B, C et D, avec les résultats répertoriés dans le tableau 3.3.

3. Table A14 de Snedecor et Cochran (*op. cit.*) et tables 18C et 18E de Pearson et Hartley (1970), *Biometrica tables for statiticians*, vol 1, Univ. Press, Cambridge.

Tableau 3.3

A	B	C	D
84,07	4,91	5,01	53,52
68,32	1,99	29,75	7,27
42,10	69,95	44,33	94,39
85,28	10,92	50,03	71,47
92,06	77,77	21,03	5,83
74,13	33,02	48,69	76,87
100,63	37,74	19,48	100,00
73,89	8,24	67,06	28,36
44,60	48,85	18,42	36,54
17,29	49,18	67,66	91,58
Moyennes			
68,24	34,26	37,15	56,58

Tableau 3.4

3	7 854,2499	2 618,083	$F = 3,321$
36	28 377,1007	788,253	
39	36 261,3506	28,076	

Outre les moyennes figurant sur la dernière ligne, une analyse de variance donne le tableau 3.4.

Les valeurs liminaires sont les mêmes que précédemment et ici la valeur trouvée, 3,321, est comprise entre elles, donc les différences observées entre les moyennes sont significatives au seuil de 0,05.

"Une analyse de variance ne peut être considérée comme une fin en soi mais seulement comme la première étape d'une étude dont la seconde est l'analyse des moyennes." Or, ici, on constate que la première est nettement plus élevée que les trois autres. Le degré de signification des écarts entre les moyennes peut être caractérisé par le **test de Newman-Keuls**.

On calcule l'écart-type de la moyenne en divisant le carré moyen de l'hétérogénéité résiduelle par le nombre d'échantillons des faciès et en prenant la racine carrée du résultat :

$$s_x = \sqrt{\frac{788,253}{10}} = \sqrt{78,83} = 8,88 \approx 8,9.$$

Les moyennes sont classées par ordre croissant :

B	C	D	A
34,26	37,15	56,58	68,24

L'écart extrême A-B est de 33,98 ; on le compare à l'écart "studentisé" (*studentized-range*) :

$$\delta = Qs_x$$

Q est lu dans des tables[4]. Pour 4 moyennes et 36 d.d.l., la valeur trouvée est 3,79, donc :

$$\delta = 3,79 \times 8,88 = 33,65.$$

La valeur trouvée étant supérieure à δ, l'écart entre A et B est significatif.

Entre A et C, il n'y a plus que 3 moyennes en jeu, alors $Q = 3,44$ et $\delta = 30,55$; or, l'écart observé est de 31,09 ; il est significatif. Il ne l'est pas entre B et D, entre une moyenne et sa voisine, $Q = 2,86$, $\delta = 25,39$, et aucune des différences n'est significative.

En conclusion, les 2 faciès B et C ne sont pas significativement différents, l'hétérogénéité vient de A ; D est en position intermédiaire. Pour connaître la production

4. Table A15 de Snedecor et Cochran (*op. cit.*) et tables 29B de Pearson et Hartley (1970), (*op. cit.*) vol 1.

du pâturage testé, il faudra calculer les superficies de B + C, de D et de A. Pour calculer une moyenne pondérée :

$$P = \frac{35{,}705\ S_{B+C} + 56{,}58\ S_D + 68{,}24\ S_A}{S_{B+C} + S_D + S_A}$$

Supposons $S_{B+C} = 50$ hectares, $S_D = 37$ hectares et $S_A = 13$ hectares, la production du pâturage sera :

$$P = \frac{(35{,}705 \times 50) + (56{,}58 \times 37) + (68{,}24 \times 13)}{50 + 37 + 13}$$

ou 0,477 t MS·ha^{-1} ou encore 47,7 t pour l'ensemble du pâturage.

1.6. Mesure indirecte

Une caractérisation indirecte de la biomasse sur pied dans les végétations herbacées pures, c'est-à-dire ne comportant aucun végétal lignifié, et de hauteur moyenne (au plus 1 mètre), est possible en utilisant le **disk-mètre**[5].

1.6.1. Description du disk-mètre

Cette technique peut être utilisée sur végétation basse ou moyenne. Le matériel utilisé est constitué par un disque (figure 3.11) de bois tendre de 2 mm d'épaisseur et d'un diamètre de 50 cm (il a donc une surface presque égale à 0,2 m^2) ; un carré du même matériau et de 25 cm de côté ; un tube de 3 à 4 cm de diamètre, de 1 à 2 mm d'épaisseur et de 15 à 20 cm de hauteur (les cotes changent selon les réalisations décrites dans la littérature) ; une tige de bois de 2,5 cm de diamètre et de 1,5 m de haut ; et un double-mètre. Le carré est collé au centre du disque, puis un trou du diamètre exact du tube est foré au centre de l'ensemble ; le tube est ensuite collé dans le trou. On place le disque sur le sol et on introduit la tige de bois dans le tube et on marque un trait à la limite du cylindre. On gradue la tige à l'aide du mètre à partir de ce trait. On voit qu'il s'agit d'un appareil simple, léger et d'une manipulation extrêmement facile.

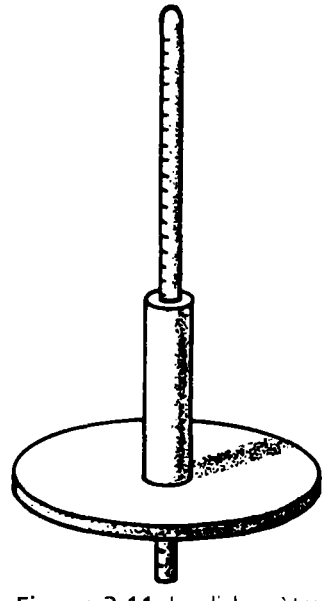


Figure 3.11. Le disk-mètre.

1.6.2. Utilisation

Le disk-mètre ne peut être utilisé que dans des types de végétation connus, parce qu'il faut d'abord procéder à un étalonnage avant emploi et que cet étalonnage change avec le type de végétation.

Il faut d'abord répertorier les types de végétation usuels, associations végétales, faciès, etc. Dans ces unités, l'étalonnage devra être renouvelé à divers stades phénologiques. La tige de bois est descendue verticalement dans la végétation et en laissant

5. Encore appelé par certains "herbomètre", mais avec un risque de confusion parce que ce terme est protégé par un copyright et désigne un appareil britannique d'une toute autre nature.

coulisser librement le disque jusqu'à ce qu'il s'arrête. La hauteur de sa position d'équilibre est lue directement sur la graduation. Le résultat est noté, l'appareil retiré, et la végétation, coupée au ras du sol, est séchée et pesée (voir 1.5.5). La mesure est renouvelée 20 à 30 fois.

Le tableau 3.5 rassemble les valeurs trouvées lors du calibrage d'un diskmètre, dans le cas d'un pâturage.

Tableau 3.5

Hauteur (cm)	Masse (g MS)	Hauteur (cm)	Masse (g MS)
10	125,6	69	995,4
28	387,2	39	550,6
42	660,4	50	738,4
3	26,2	15	203,4
71	1 026,6	59	905,8
24	334,4	60	904,4
19	302,6	56	856,8
32	446,8	41	591,8
66	962,4	57	890,2
16	211,6	26	408,0

Le modèle le plus simple pour représenter la relation entre hauteur (h) et masse (M) est linéaire et du type :

$$M = ah$$

donc $a = \frac{M}{h} = 14{,}81.$

Reste à tester la validité de ce modèle. Pour cela il faut calculer SO, somme des carrés des masses observées :

$$SO = 8\ 592\ 684$$

et SM, somme des carrés des masses calculées par le modèle :

$$SM = \sum (14{,}81\ h_i)^2 = 857\ 980$$

et le tableau d'analyse de variance s'en déduit (tableau 3.6).

Tableau 3.6

Degré de liberté	Somme des carrés	Carrés moyens	F
1	8 579 803	857 980	12 656
19	12 880,7	677,93	
20	8 592 684	68,682	

Le F de Fisher prend alors la valeur :

$$F = \frac{8\ 579\ 803}{677{,}93} = 12\ 656$$

et la précision de la régression :

$$R^2 = \frac{8\ 579\ 803}{8\ 592\ 684} = 99{,}85\ \%.$$

Le nombre de degrés de liberté total est égal au nombre de mesures, celui du modèle est 1 parce qu'il comporte un seul paramètre. La somme des carrés et le nombre de degrés de liberté s'obtiennent par différence. Avec 1 et 19 d.d.l., les valeurs seuils de F sont 4,38 et 8,18 ; ici la valeur de F est beaucoup plus élevée, donc la régression peut être considérée comme valide.

Tableau 3.7

Hauteur (cm)	Masse (g MS)	Hauteur (cm)	Masse (g MS)
2	36,5	36	201,9
5	110,8	39	197,2
11	200,0	42	204,3
14	150,0	44	275,8
20	226,0	48	216,5
20	168,9	70	293,5
26	231,2	78	291,4
30	258,8	80	259,8
32	220,5	82	272,3
35	241,5	100	339,0

Un graphique s'impose, car il peut arriver dans certaines végétations que la liaison effective soit "moins que proportionnelle". Ainsi les observations

consignées dans le tableau 3.7 pourraient être ajustées de manière significative ($F = 34$) à une droite ; mais une représentation graphique montre qu'il est préférable d'utiliser la fonction :

$$y = \log(1 + x)^a$$

qui s'écrit aussi :

$$y = a \log(1 + x)$$

et peut faire l'objet d'un ajustement linéaire, en posant

$$X = \log(1 + x)$$

ce qui donne : $a = 64{,}188 = 64{,}2$, hautement significatif, puisque $F > 100$ (figure 3.12).

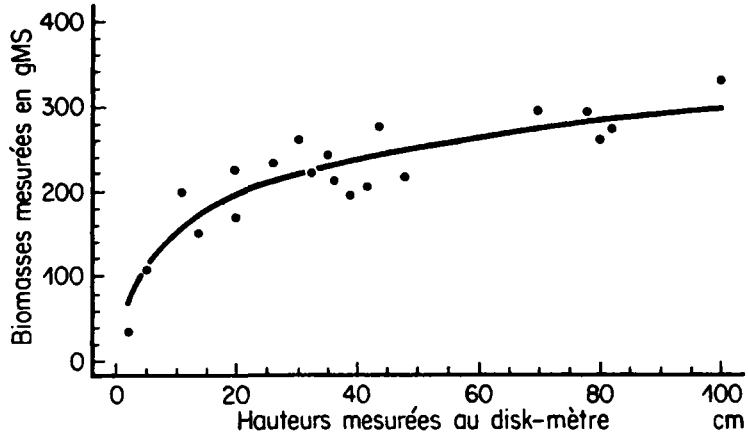


Figure 3.12. Un exemple moins que proportionnel de la courbe de calibrage du disk-mètre (données du tableau 3.7).

2. POURQUOI CERTAINES PLANTES SONT-ELLES FOURRAGÈRES ?

Tout ce qui vient d'être dit concerne la totalité des espèces présentes dans un pâturage, alors que les animaux du troupeau ne les consomment pas toutes de la même manière. Il faut donc étudier plus particulièrement les plantes **fourragères**.

2.1. Plantes fourragères

L'"herbe", comme on appelle souvent l'ensemble des plantes basses qui constituent le couvert des étendues pâturées, doit ses aptitudes pastorales à la possibilité d'assurer, au cours des années, une végétation garantissant, en partie ou en totalité, suivant la saison, l'alimentation des troupeaux.

La plante fourragère doit donc posséder un certain nombre de caractères en rapport avec son utilisation ; en particulier, elle doit avoir une bonne valeur alimentaire et une adaptation au milieu et à la pâture qui assure sa pérennité. Cette pérennité et l'importance de la production dépendent aussi, dans une grande mesure, d'une exploitation contrôlée.

2.1.1. Valeur alimentaire

La **valeur alimentaire** d'une plante, notion sur laquelle nous reviendrons dans le chapitre 6, est sa capacité à contribuer à la couverture des besoins des animaux (ra-

tions d'entretien et de production). Elle dépend des éléments nutritifs qui la constituent et de leur disponibilité pour l'animal.

C'est à partir de l'analyse chimique de la plante que peut être définie cette valeur alimentaire (énergie : unités fourragères (UF), équivalent amidon (SE)... ; azote : matières azotées totales (MAT), matières azotées digestibles (MAD)). L'analyse chimique des principales espèces du pâturage, reliée à l'importance de leur recouvrement, ou de leur biomasse, permet donc d'apprécier les possibilités de production ; ces résultats devront être confirmés par le niveau de performances zootechniques. En effet, l'évaluation de la valeur d'un pâturage ne peut être qu'approximative, étant donné la diversité, le nombre et la variabilité des espèces qui le composent et qui le consomment.

D'autre part, la composition chimique et, par suite, la valeur nutritive varient dans une très large mesure avec le stade d'évolution de la plante. La digestibilité d'une espèce varie beaucoup au cours de l'année (figure 3.13 et tableau 3.8).

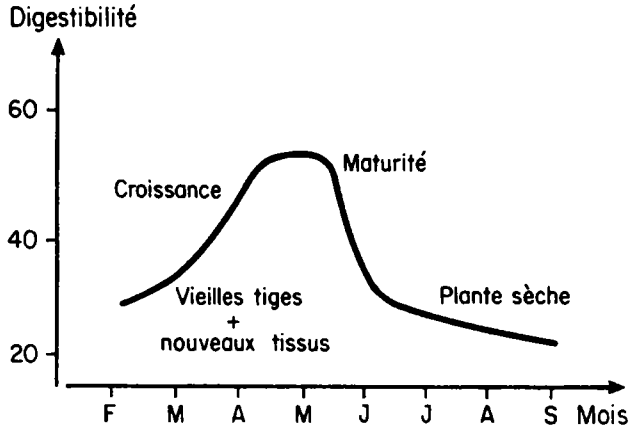


Figure 3.13. Variation de la digestibilité des plantes fourragères au cours de l'année.

Tableau 3.8. Variation de la composition chimique et de la valeur alimentaire de *Phalaris truncata* en fonction du stade d'évolution caractérisé par la teneur en matières sèches.

MS	MM	MO	MAT	Mcel	MO	MAT	Mcel	UF
16,3	11,9	88,1	19,2	22,7	80 %	75 %	77 %	0,88
51,4	7,4	92,6	5,6	40,0	51 %	35 %	52 %	0,35

MS : matière sèche ; MM : matières minérales ; MO : matière organique ; MAT : matière azotée totale ; Mcel : matières cellulosiques.

En effet, avec l'âge et avec la formation des tiges, l'importance des parois et leur imprégnation de lignine augmentent. La lignine est une substance totalement indigeste et sa présence diminue même la digestibilité des tissus qui l'accompagnent. C'est lors du développement maximal du système foliaire, alors que l'inflorescence commence à se former (c'est la **montaison**) que la plante a la meilleure valeur alimentaire économique. Utilisée plus jeune, quoique très recherchée par les animaux, elle peut être trop riche en azote, mais surtout elle ne permet pas à la plante d'exprimer son potentiel de production. Trop âgée, elle devient plus riche en parois cellulaires et sa digestibilité diminue rapidement.

Une coupe ou un pâturage au moment de la montaison a aussi l'avantage de favoriser le développement de nouveaux bourgeons végétatifs dont l'émission est stoppée

en période reproductrice. Enfin, une même espèce peut être consommée ou délaissée selon son stade végétatif, et une espèce non utilisée normalement peut être mangée en période de disette ou simplement pour varier une alimentation, même de qualité, trop uniforme.

De nombreuses plantes de parcours, délaissées ou même toxiques, sont utilisées lorsqu'elles sont jeunes (cas des espèces épineuses dont les piquants sont tendres dans leur jeunesse). D'autres, au contraire, ne sont utilisables que lorsqu'elles ont séché (*Pegamum harmala*).

2.1.2. Pérennité

On demande à une plante prairiale d'assurer une production régulière au cours des saisons et des années malgré les aléas climatiques et les mutilations dues au pied et à la dent des animaux. Cette résistance aux conditions du milieu (notamment à la sécheresse et au sel) et à l'action animale (prélèvement de tiges et de feuilles) est conditionnée par l'adaptation au milieu, la résistance aux maladies et la compétition entre espèces, mais deux caractères biologiques sont déterminants : *le mode de croissance et la capacité de constituer des réserves.*

La taille et le port caractérisent l'allure des espèces prairiales (herbes basses, plantes en rosette, etc.) et conditionnent la position d'apparition des feuilles et des tiges. Dans le cas d'une croissance verticale, les tiges restent dressées, les points apicaux et une grande partie des bourgeons axillaires sont vulnérables au broutement et leur suppression empêche une autre pousse. Au contraire la croissance horizontale des tiges végétatives lors de l'allongement des entre-nœuds permet aux plantes de ramper à la surface du sol ou en profondeur par stolons ou rhizomes qui s'enracinent aux nœuds et émettent des pousses latérales. La plupart des espèces vivaces des parcours ou des prairies sont à croissance horizontale.

Les espèces à port rampant ou à port en rosette retirent un double avantage de cette morphologie :
– la défoliation par broutement n'atteint généralement pas les bourgeons axillaires ni même la plupart des bourgeons ;
– le pâturage et le piétinement favorisent l'émission de racines adventives et l'extension des plantes par voie végétative.

Les éleveurs européens savent bien qu'en milieu suffisamment frais une charge animale importante amène le développement du trèfle blanc favorisé par l'éclairement et le bouturage naturel des stolons sous l'action du cisaillement des sabots.

Pour les plantes vivaces, la permanence d'une bonne végétation provient de la capacité d'emmagasiner des réserves, gage de repousse après la défoliation et en régions arides ou semi-arides, de résistance à la sécheresse (figure 3.14).

La pérennité des plantes à bulbe est assurée par la présence de fortes réserves. Dans les prairies et les parcours qui se dégradent par surpâturage, ce sont elles qui disparaissent les dernières. En région méditerranéenne, on reconnaît souvent un parcours surexploité à la multiplication des asphodèles.

Un puissant système racinaire est une caractéristique de beaucoup d'espèces de zones sèches. Il assure une bonne alimentation hydrique ou minérale, il évite l'arrachage de la plante lors du broutement énergique d'animaux affamés, enfin il permet un stockage important de glucides au niveau des racines et du collet.

La persistance d'une espèce en zone aride, et en particulier sa résistance à la sécheresse résultent d'un ensemble de caractères anatomiques et biologiques : impor-

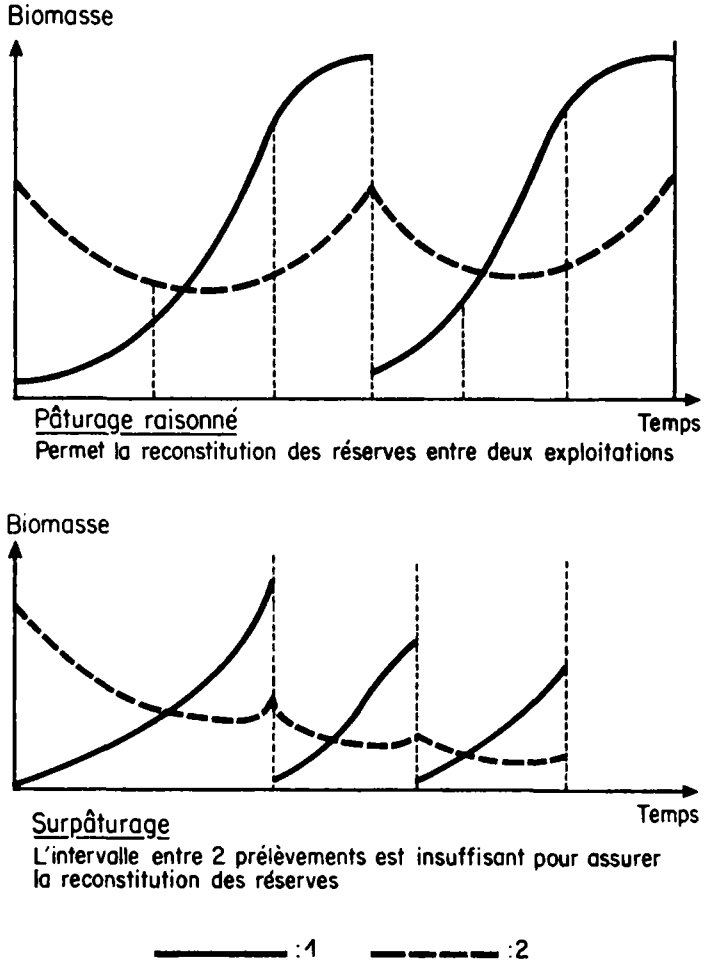


Figure 3.14. Schéma expliquant l'influence de l'intervalle de repos sur le niveau des réserves racinaires.

1 : évolution de la biomasse disponible ;
2 : évolution des réserves.

tance du système racinaire, revêtements épidermiques, présence d'une gaine mucilagineuse autour des racines (*Aristida, Ehrharta...*).

Les mécanismes d'étalement de la période de germination jouent aussi un rôle important. Beaucoup de plantes des régions sèches produisent en effet des populations de semences dont les graines ne germent pas ensemble après leur dissémination mais échelonnent leur germination au cours des annnées. Les mécanismes de cet étalement sont divers ; ainsi de nombreuses semences de Légumineuses (*Lotus, Anthyllis, Medicago, Trifolium, Sullas...*) possèdent des téguments imperméables aux gaz et à l'eau. On les appelle familièrement des "graines dures". De même, chez les Graminées steppiques, beaucoup de semences ont des enveloppes imperméables et doivent, pour germer, attendre le pourrissement de ces enveloppes ou des lésions des téguments. On dit qu'il s'agit d'inhibitions tégumentaires. Parfois, des substances inhibitrices présentes dans le fruit ou la graine empêchent la germination tant qu'elles n'ont pas été lavées par une forte pluie. Lorsque l'inhibition est due à l'immaturité de la graine, on parle d'inhibition embryonnaire.

Ces processus facilitent le maintien de l'espèce en zone sèche, puisqu'ils provoquent l'échelonnement de la germination dans le temps et ne la permettent qu'aux époques les plus favorables. Ainsi, une pluie qui serait trop faible pour assurer le premier développement de la plante est aussi insuffisante pour débarrasser la semence de ses inhibiteurs et ne permet pas la germination. Par contre, une pluie abondante qui apporte suffisamment d'eau pour assurer l'installation de la jeune plante lessivera les inhibiteurs et permettra la germination.

2.1.3. Une exploitation raisonnée

Après le passage des animaux, la plante fourragère n'a souvent plus qu'un appareil foliaire très réduit qui ne lui permet plus d'assurer son alimentation carbonée. C'est donc à partir des réserves glucidiques des racines ou du collet que pourra se faire le développement des bourgeons et des premières feuilles, jusqu'à ce qu'une surface foliaire suffisante assure de nouveau la photosynthèse et que se reconstituent les stocks qui permettront de supporter une nouvelle défoliation. Il est évident que la vitesse de repousse dépend aussi de la quantité de tissus épargnés, notamment de bourgeons. Le rôle des réserves explique la **règle fondamentale** d'une bonne exploitation des prairies et des parcours :

> laisser entre deux passages des animaux un temps de repos suffisant après une période pluvieuse indispensable pour qu'ils puissent refaire leurs réserves.

C'est ce que permettent le nomadisme, les transhumances raisonnées, la rotation des troupeaux sur les parcours. Dans le surpâturage, l'intervalle entre 2 prélèvements est insuffisant pour assurer la reconstitution des réserves. La **sédentarisation** avec la multiplication de petits troupeaux qui restent à longueur d'année sur les mêmes espaces pâturés fait qu'ils broutent les jeunes plantes au fur et à mesure de leur repousse ; les réserves ne pouvant se reconstituer s'épuisent et disparaissent. Et ce sont évidemment les plantes les plus appréciées des animaux qui disparaissent les premières.

- Le pâturage continu qui ne tient pas compte de cet impératif a donc un effet comparable au surpâturage conduisant à la disparition des bonnes espèces et à la dégradation des pâturages.

- Une exploitation en arrière-saison et avant l'arrêt de la végétation peut avoir un effet désastreux pour la repousse de printemps parce que la végétation utilise alors les réserves qu'elle ne pourra refaire avant la mauvaise saison.

- Les exploitations successives des pâturages arides, après des chutes de pluies insuffisantes, ne permettent pas aux plantes de se reconstituer.

Donc, pour chaque pâturage, l'éleveur tiendra compte du stade de la première exploitation et déterminera la fréquence et l'intensité de la paissance (du broutement).

Les espèces pérennes qui ne sont pas consommées ont un rôle non négligeable en zones arides :
– beaucoup d'entre elles, peu appréciées, servent parfois de condiment et de réserves sur pied en période de disette,
– elles protègent le sol et réduisent l'érosion,
– elles permettent aux plantes annuelles et aux vivaces consommées de fleurir et de grainer à leur abri, et même de profiter de l'humidité relative et de l'humus qu'elles créent lors de la décomposition de leurs feuilles,

d'où une nouvelle règle :

> En zone aride, il est important de sauvegarder toutes les espèces vivaces (herbe, arbuste, arbre) même non fourragères, même épineuses ; elles retiennent le sol, et elles abritent les meilleures espèces, qui peuvent ainsi assurer tout leur développement et essaimer à l'abri de la dent des animaux.

Le passage de la charrue dans les régions qui reçoivent moins de 350 mm d'eau en vue d'une culture d'orge ou même d'un semis aléatoire de plante fourragère est à

bannir, même si cette technique paraît valable d'un point de vue économique : ce n'est qu'une rentabilité à court terme dont le coût ultérieur risque d'être très élevé. La rotation traditionnelle orge/jachère dans une steppe d'alfa, d'armoise, ou de *Rhantherium* permet d'obtenir 5 à 10 quintaux de paille et de grains ; la jachère qui suit fournit en général une production fourragère plus importante que celle de la steppe, mais elle est trop fugace pour empêcher l'érosion éolienne. Le labour traditionnel à l'araire laissait en place beaucoup de plantes bien enracinées et était moins néfaste, tant qu'il restait épisodique.

2.1.4. Palatibilité et ingestion volontaire

La **palatibilité**, appelée aussi improprement "appétence", et dont dépend le taux de consommation, est un caractère spécifique important, mais reste encore très discutée. Il s'agit de caractériser la façon dont les animaux apprécient une espèce, la recherchent, ou l'évitent.

Sans parler de plantes toxiques ou des espèces non utilisées pour leur odeur, leurs épines, leur pilosité, les éleveurs savent bien que les animaux ont des préférences pour certaines plantes ou certaines prairies ; ces préférences sont fonction d'un très grand nombre de paramètres :
- type d'animal : espèce, poids, santé, activité ;
- réaction individuelle de l'animal ;
- période de l'année, et donc état phénologique de l'espèce ;
- contribution de l'espèce dans le parcours (voir paragraphe 1.1.2) ;
- biologie de l'espèce ;
- les écotypes (types alpins, types d'Afrique du Nord...) ;
- les conditions de milieu (ensoleillement, fumures...) ;
- l'intensité du broutement.

On cherchera donc à utiliser les pâturages en fin de période végétative et à prolonger celle-ci le plus possible. Des techniques réfléchies de rotation, de première exploitation de coupes, de fumures permettent de favoriser les espèces les plus intéressantes et de les utiliser au stade optimal : espèces précoces, espèces tardives, mais aussi pâturages précoces, pâturages tardifs suivant l'orientation... surtout en montagne.

La palatibilité peut être étudiée de multiples façons visant toutes à suivre l'évolution de la composition botanique de la ration prélevée. Ainsi, la part de la strate herbacée dans la ration prélevée par des moutons et des chèvres dans un pâturage spontané d'Afrique du Nord, enrichi artificiellement en *Acacia cyanophylla, Atriplex nummularia* et *Medicago arborea*, est toujours plus élevée que celle des ligneux ; ceux-ci sont consommés surtout lorsque les espèces annuelles sont arrivées à maturité et desséchées, ou quand elles sont présentes en trop faible quantité. Cela explique que la participation de la strate herbacée spontanée soit toujours plus élevée au printemps. Par ailleurs, *Medicago arborea* perd la totalité de son feuillage en été, saison à partir de laquelle cette espèce ne constitue plus une ressource fourragère.

La palatibitité d'une espèce dépend souvent de son état phénologique, ou s'il s'agit d'une consommation en vert ou à l'état sec. Cette différence peut devenir importante quand l'espèce supporte mal le broutement direct et qu'il faut couper et sortir le fourrage de la parcelle avant de le proposer aux animaux :
- *Atriplex canescens*, espèce arbustive utilisée pour enrichir les pâturages méditerranéens semi-arides dégradés, est consommé de la même manière quel que soit son état de siccité ;

– pour *Acacia cyanophylla*, un arbre fourrager utilisé dans le même but, un séchage de 24 ou de 48 heures permet d'accroître la consommation de 1,13 kg MS à 2,27 kg MS, par jour et par tête.

La consommation de certaines espèces est également en corrélation relativement étroite avec la disponibilité en eau d'abreuvement :
– l'alimentation des bovins avec de la paille de céréale en période sèche suppose un abondant approvisionnement hydrique, les vaches buvant alors beaucoup plus, ou même parfois vont tremper dans l'abreuvoir la touffe de paille prise avant de l'avaler ;
– une expérimentation réalisée en Libye avec des moutons barbarins a montré qu'au cours des journées les plus chaudes les animaux recevant une ration d'*Atriplex* consommaient plus de 11 $L \cdot j^{-1} \cdot tête^{-1}$; avec une ration d'*Acacia*, le besoin est un peu plus faible ; avec 50 % d'*Opuntia ficus-indica*, la consommation d'eau tombait à 6 L.

Il en résulte que les animaux nourris de paille, d'*Atriplex* ou d'*Acacia* ne peuvent s'éloigner des points d'abreuvement. L'ingestion volontaire de fourrage peut être également limitée par :
– leur salure excessive ;
– des substances toxiques, ou des tanins ;
– des teneurs trop élevées en éléments minéraux.

Il est probable que cette question de teneurs en tanins ou de niveau de salure explique les variations de palatibilité observées entre les populations des différentes espèces d'*Atriplex*.

Dans certaines régions, on a pu démontrer une étroite dépendance entre la consommation de fourrages ligneux et la masse vive de l'animal ; ainsi, dans les Mogods (Tunisie), la relation proposée est :

$$Y = 37{,}85X + 34{,}2$$

où Y est la masse de matière sèche ingérée quotidiennement en grammes et X la masse vive de l'animal en kilogrammes. A cette formule correspond une consommation journalière de 3,8 kg MS pour 100 kg d'animal sur pied.

La palatibilité d'une espèce varie au cours de l'année selon les périodes d'activité de la végétation et son état. *Medicago arborea* n'est consommée que de la fin de l'hiver à celle du printemps, époque pendant laquelle elle a des feuilles. A l'inverse, *Acacia cyanophylla* voit sa palatibilité chuter en hiver et au printemps ; il s'agit d'une espèce à feuillage persistant, croissant surtout pendant la saison sèche et chaude, mais proposant toute l'année un feuillage vert à la disposition des animaux.

2.1.5. Report de consommation

Une espèce fourragère, surtout une espèce ligneuse, sera très intéressante si elle permet d'envisager des reports de consommation de la matière verte produite. Cette possibilité de report est à peu près totale chez les *Opuntia* parce qu'il s'agit de plantes grasses. Dans la majorité des autres espèces, il est fonction de la longévité des feuilles ; en effet, un feuillage persistant est le plus souvent constitué de feuilles dont la durée de vie varie entre 14 et 36 mois ; un trop long report peut donc entraîner des pertes de fourrage par non-consommation. De plus la production de fourrage régresse d'une année sur l'autre s'il n'y a pas eu prélèvement par les animaux, ou dispersion par les feux de brousse (voir chapitre 7). La teneur en matière sèche, la digestibilité, et, en définitive, la valeur nutritive du fourrage diminue avec l'âge, d'où l'intérêt des tailles de rajeunissement (tableaux 3.9 et 3.10).

Tableau 3.9. Production d'*Opuntia ficus-indica* à Ousseltia (Tunisie) en relation avec la fréquence des coupes.

Fréquence des coupes	Production en kg MS·ha^{-1}
tous les ans	3 721
tous les 2 ans	6 367
tous les 3 ans	8 342
tous les 4 ans	9 028

Tableau 3.10. Évolution de la valeur fourragère des raquettes d'*Opuntia ficus-indica* à Ousseltia en fonction de leur âge.

Age des raquettes	Valeur fourragère UF par kg MS
de l'année en cours	0,06
de 1 à 2 ans	0,04
de 2 à 3 ans	0,03
de 3 à 4 ans	0,02

Source : Gachet J.-P. et Schweissuth D. (1972), *Les cultures fourragères au centre d'Ousseltia*, Séminaire sur l'élevage ovin et l'aménagement des parcours en Tunisie centrale, Kairouan, 40 p.

2.1.6. Accessibilité

Les *Opuntia* épineux, encore utilisés pour constituer des haies, nécessitaient, avant d'être offerts à la consommation, en particulier des ovins et des bovins, que les bergers les passent à la flamme pour atténuer l'agressivité des épines qui, par contre, n'ont jamais gêné les dromadaires. D'autres caractères peuvent s'avérer défavorables aux animaux. Certains arbustes, les arbres, certaines Graminées tropicales sont ainsi susceptibles, croissant trop en hauteur, d'échapper à la dent de l'animal et d'imposer que leur soient appliquées des coupes de rabattage. De telles coupes, visant à mettre la végétation à la disposition des animaux, sont onéreuses et ne sont possibles que chez les espèces présentant de bonnes possibilités de repousse après recépage.

2.1.7. Possibilité de pâturage direct

Pour protéger les jeunes plantations de ligneux fourragers, il faut souvent **émonder** les arbres et les arbustes, c'est-à-dire prélever le fourrage produit et le mettre à la disposition des animaux. Cette pratique est, elle aussi, onéreuse et a l'inconvénient de ne pas permettre de bénéficier de la végétation herbacée intercalaire qui, ainsi conservée, peut entraîner une diminution de la production par concurrence ; il faut faire consommer ce tapis herbacé à la période, quand elle existe, où les animaux ne consomment pas le fourrage ligneux qui la domine.

2.2. Les arbres fourragers

2.2.1. Notion d'arbre fourrager

La plupart des arbres peuvent être, au moins occasionnellement, consommés par le bétail (figure 3.15), parfois assez intensivement pour que des formes particulières leur soient imposées ; ainsi, les arbres des pâturages à bovins, dont la partie inférieure du houppier est "taillée" à 2 m de haut par les vaches (figure 3.16) ou les arbustes (ou jeunes arbres) de montagne auxquels le pâturage donne une forme "en toupie" très particulière (figure 3.17). C'est ainsi qu'en région méditerranéenne 53 essences arborées sont broutées, dont 27 intensément et 3 occasionnellement par les chameaux et les chèvres.

L'arbre fourrager à proprement parler est une essence dont le feuillage ou les fruits constituent une ressource importante dans l'alimentation des troupeaux et qui, de ce fait, est souvent planté pour l'amélioration des pâturages.

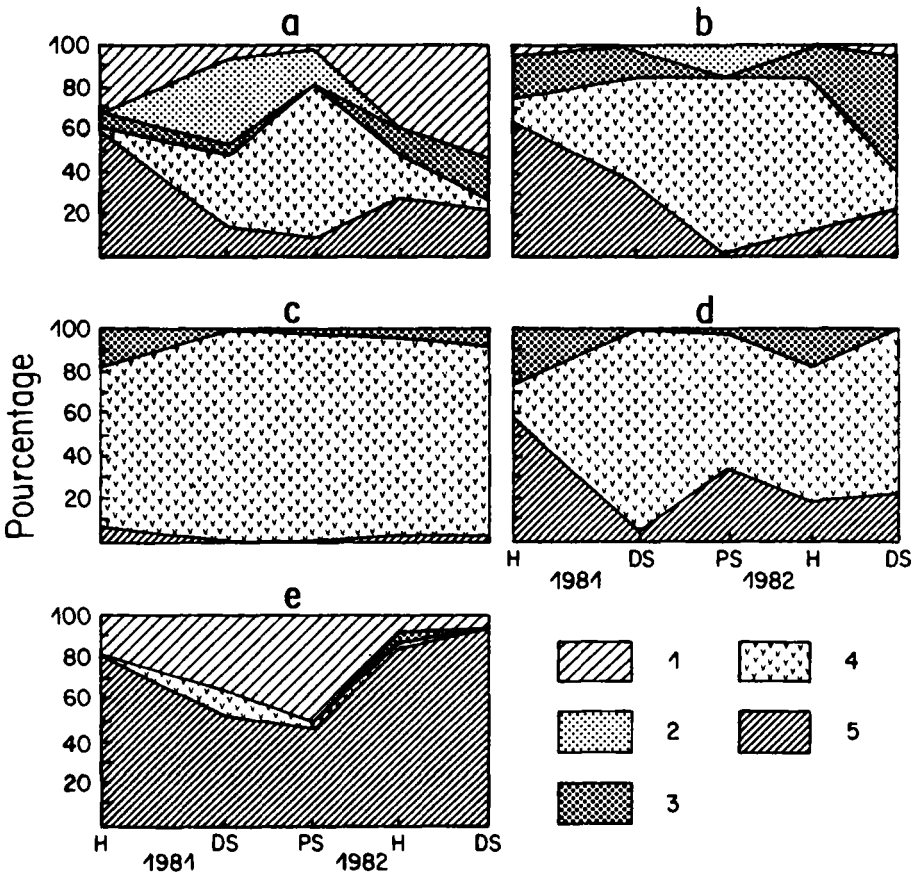


Figure 3.15. Proportion des fractions ligneuses et herbacées dans l'alimentation d'animaux paissant une formation végétale complexe du district de Tanaka, au nord-ouest du Kenya.

a : caprins ; b : ovins ; c : bovins ; d : ânes ; e : chameaux.

1 : arbres ; 2 : plantes annuelles ; 3 : plantes diverses ; 4 : Graminées ; 5 : broussailles.

H : saison humide (avril/mai) ; DS : début de la saison sèche (juin/août) ; PS : pleine saison sèche (septembre/mars).

Source : d'après Coppock D., Ellis J. et Swift D. (1986), "Livestock feeding ecology and ressource utilization in a nomadic pastoral ecosystem", *J. Applied Ecology*, 23 : 573-583.

Figure 3.16. "Taille" des arbres dans un pâturage à bovins.

Figure 3.17. Structure "en toupie" d'un arbre très abrouti.

2.2.2. L'arbre fourrager en région aride

L'essentiel des surfaces pastorales des zones arides et semi-arides est constitué par des terrains de parcours dans lesquels l'importance des arbres et arbustes d'intérêt fourrager est très bien reconnue. Ils seront présentés dans le paragraphe 3 du chapitre 5, mais il faut rappeler ici qu'ils permettent d'alimenter le cheptel quand les

espèces herbacées, et surtout les annuelles, arrivées à maturité ou sèches (stade où elles sont pauvres en azote et peu digestes) ne sont plus consommées ou ne sont présentes qu'en trop faible quantité. Les arbres et arbustes fourragers fournissent des protéines avec une teneur souvent plus élevée que celle des Graminées, des vitamines, mais également des éléments minéraux qui, durant la période sèche et éventuellement aussi pendant la saison froide, font défaut chez les espèces herbacées. Leur production est en outre moins strictement dépendante des précipitations qui commandent la présence, ou l'absence, des herbacées. Dans certaines situations (feuillage persistant), ils peuvent permettre de constituer des réserves fourragères sur pied dont la disponibilité, durant les périodes critiques de soudure ou de sécheresse prolongée, pourra assurer la sauvegarde des troupeaux. Le fourrage ligneux peut représenter plus de 40 % de la ration moyenne des caprins et plus encore pour les dromadaires et les chameaux (voir la figure 3.15).

Dans beaucoup de régions, notamment africaines, les formations arbustives pastorales qui subsistent occupent des espaces qui, du fait de leur difficulté d'accès, de leurs caractéristiques écologiques (salinité, inondation temporaire, enrochement, altitude, etc.) sont inexploitables par une agriculture plus intensive. Les troupeaux passent souvent la majeure partie de l'année dans des plaines couvertes d'un peuplement clairsemé de ligneux possédant également un important stock de chaumes (acheb en Afrique du Nord). Le sous-sol de ces plaines est alimenté par les eaux d'écoulement qui rechargent les nappes aquifères en principe chaque année. L'eau se trouve donc à des profondeurs raisonnables, ce qui permet aux ligneux de fournir, en saison sèche, un appoint alimentaire indispensable aux animaux, notamment en matière azotée, en phosphore et en vitamines :
– la **carence en vitamine A**, introuvable dans le fourrage herbacé durant 9 mois de l'année, provoque des avortements en saison sèche si la diversité du peuplement ligneux ne peut combler ce déficit. Pour les nomades n'ayant accès, par droit coutumier, qu'à des régions peu boisées ou très dégradées, la saison chaude de 1991 s'est soldée par l'avortement de plus de 40 % des femelles en gestation et par de nombreux cas de cécité dans les troupeaux ;
– la **carence en phosphore**, quant à elle, pousse les animaux à ronger les os blanchis qui se trouvent un peu partout sur les parcours et à contracter ainsi le botulisme ;
– le **manque de matière azotée** dans la ration quotidienne durant de longues périodes compromet bien sûr la production de lait ou de viande et met en danger la fragile économie familiale.
Le broutement simple par les animaux de ce qui se trouve à portée de la dent est permanent tout le long de la période de végétation des espèces concernées, et ceci jusqu'à la première pluie et la repousse du couvert herbacé. Il en résulte que la pression du bétail sur les végétaux ligneux est souvent excessive, en particulier aux alentours des points d'eau où les éleveurs se concentrent en saison sèche : la régénération des ligneux, notamment, y est broutée dès qu'elle apparaît, le vieillissement du peuplement devient inquiétant et sa disparition à moyen terme inéluctable.

Les autres pratiques d'utilisation des divers produits fourragers des ligneux vont du gaulage léger des fruits, fleurs et feuilles, jusqu'à des coupes abusives mettant en danger la vie de l'arbre. Entre ces deux extrêmes existent des pratiques traditionnelles de taille soigneuse des arbres fourragers. Ces pratiques obéissent à des règles strictes dégagées au cours des générations par les utilisateurs, grâce à une observation attentive de leur environnement et de ses lois. *Cette attention portée à l'environnement n'est efficace que si les éleveurs se sentent en sécurité pour l'utilisation de leur espace.*

En effet, pour les éleveurs qui ne font que passer, l'arbre peut être totalement dépouillé de ses branches. Lorsqu'un État confisque la propriété des espaces pasto-

raux, les comportements des éleveurs, dépossédés de leurs droits et donc de leurs responsabilités envers l'environnement, deviennent destructifs. La répression sans nuance des "délits de coupe" appliquée par des gardes peu formés et étrangers à la région n'est pas une solution durable.

Dans certaines vallées du Sahel, des dégâts irréversibles ont été commis. La création de réserves pastorales peut endiguer ce genre de pratiques si la sensibilisation de l'ensemble de la population est bien assurée. Un éleveur abattant un arbre pour fournir une seule ration à ses animaux sera marginalisé par les autorités mais également, et surtout, par les siens.

Les arbres servent souvent de refuge à des vols considérables de passereaux, pouvant comporter plusieurs centaines de milliers d'individus. Les agriculteurs considèrent que ces oiseaux prélèvent une fraction tout à fait excessive des cultures de mil, de riz ou de sorgho ; aussi abattent-ils ces refuges, que l'arbre soit fourrager ou non.

Les forgerons sont également responsables de la mort de nombreux arbres et principalement des grands *Acacia albida* dont les branches servent à la fabrication des mortiers. Autrefois en nombre limité, les forgerons pouvaient se contenter de branches désignées par des chefs religieux. Mais la demande démesurée de mortiers pour les villes a rendu caduque cette gestion. D'autres forgerons sont venus de l'extérieur pour utiliser une matière première abondante, loin de toute surveillance ! La création d'une réserve n'est possible qu'en exilant ces artisans étrangers qui auraient détruits jusqu'au dernier *Acacia albida.*

Au début du siècle, dans la région de Timia (Aïr du Niger), où l'arbre conditionne la vie des nomades, les Kel-Ewé avaient déclaré une véritable guerre contre des groupes nomades de l'extérieur qui venaient régulièrement dans leurs vallées. Ils étaient prêts à accueillir des nomades de passage, mais ne pouvaient tolérer de voir ceux-ci couper des arbres pour nourrir le bétail. On se souvient de ce point de l'histoire sous le nom de "guerre des mains coupées". Aujourd'hui encore, l'idée de protection du patrimoine arboré est bien présente. On peut voir un couvert ligneux bien conservé dans certaines vallées, malgré une forte charge pastorale. Et c'est encore dans ces vallées que des mises en défens ont été réalisées à la demande de la population, en protégeant la végétation avec une simple clôture à 2 fils, et ça fonctionne !

Des tailles complètes peuvent être pratiquées tous les 3 à 4 ans sur certains sujets d'*Acacia albida* ou d'*Acacia raddiana*, situés au bord des cours d'eau, et de ce fait bien alimentés en eau. La coupe ne concerne que des branches de diamètre inférieur à 10 cm et on laisse un tire-sève sur le moignon. Les acacias sont parfois sauvés du déracinement ou du bris de leurs branches maîtresses par une taille qui allège leur ramure. Le *Balanites aegyptiaca* subit également des coupes qui l'obligent à produire des jeunes rameaux. Ailleurs, c'est le *Salvadora persica* qui fait l'objet d'une exploitation intensive selon la taille en "têtard". Son fourrage est séché à l'ombre et stocké, pour le rendre agréable au bétail.

Enfin, dans certaines vallées, des marabouts se sont distingués dans le passé en se montrant d'intransigeants écologues. Aujourd'hui encore, parfois un siècle après leur mort, certains tombeaux de chefs religieux dissuadent le moindre coupeur de rameau dans un rayon de 10 km, par leur présence silencieuse mais pleine d'autorité.

2.2.3. Développement des peuplements d'arbres fourragers

Les éleveurs et les aménagistes ont tenté de remédier à la raréfaction des espèces arbustives fourragères indigènes spontanées par :
– des tentatives de régénération de la végétation antérieure par "mise en défens", pâturage différé, etc. (voir chapitre 12) ;

– des plantations ou des semis directs d'arbustes fourragers locaux ou introduits, qui relèvent de l'agriculture plus que du pastoralisme.

Les espèces introduites, dont certaines sont aujourd'hui largement répandues, l'ont été depuis parfois fort longtemps (tableau 3.11) pour d'autres usages (forestier, tinctorial, ornemental...). D'autres, par contre, ont été récemment importées.

Tableau 3.11. Date probable d'introduction et provenance de quelques espèces fourragères introduites en Afrique du Nord.

Espèce	Date d'introduction	Provenance
Opuntia ficus-indica	XVI[e] siècle	Amérique
Eleagnus angustifolia	vers 1830	Eurasie
Acacia cyanophylla	vers 1870	Australie
Acacia karoo	vers 1870 (en Algérie)	Afrique du Sud
Acacia farnesiana	vers 1870 (en Algérie)	Asie
Atriplex semibaccata	1895 (en Tunisie)	Australie
Biakiella inflata	1895 (en Algérie)	Australie
Parkinsonia aculeata	1889	Amérique
Atriplex nummularia	vers 1900	Australie
Kochia indica	1945 (en Égypte)	Australie
Acacia salicina	vers 1960 (en Tunisie)	Australie
Acacia ligulata	vers 1960 (en Tunisie)	Australie

Certaines introductions ont été des succès spectaculaires, au point que les espèces concernées ont pu être considérées comme envahissantes. D'autres, au contraire, n'ont pas eu la réussite escomptée. C'est ainsi que *Kochia indica* Wight, introduite en Égypte en 1945, était considérée comme envahissante vers 1950, puis est redevenue vers 1974 une espèce presque oubliée ; son introduction a été tentée en vain en Algérie.

Depuis quelques décennies, et peut-être du fait d'un certain nombre de déboires lors des tentatives d'introduction d'espèces exotiques dans les pays d'élevage des régions arides, un effort important a été entrepris pour étendre ou réintroduire des espèces locales raréfiées.

3. LES VÉGÉTATIONS ANNUELLES

En conditions climatiques ou édaphiques arides, le couvert végétal est particulièrement sensible au surpâturage et est facilement dégradé de manière irréversible. La végétation pérenne est, dans un premier stade, remplacée par une végétation herbacée annuelle. C'est le cas de la steppe syrienne, actuellement presque entièrement composée de plantes annuelles ; par endroits, cela devient aussi le cas des steppes de l'Afrique du Nord et, surtout, des savanes des pays du Sahel. Il existe, par ailleurs, des parcours où les plantes pérennes n'ont jamais existé dans les régions les plus proches du désert, tant au nord qu'au sud du Sahara. C'est dire l'importance de ces types de végétation dans les zones pâturées et la nécessité de bien les connaître.

La dynamique inter-annuelle de la végétation herbacée annuelle et de sa production sur le modèle sahélien sera analysée après que les étapes du cycle végétatif aient

été replacées dans leur contexte climatique, et après la définition d'un modèle de mise en place du peuplement herbacé.

3.1. Le cycle végétatif et son contexte climatique

Le régime climatique au Sahel est déterminé par les oscillations annuelles du front intertropical (FIT), qui est la zone de contact de la masse d'air sec continental du nord-est (harmattan) et de la masse d'air humide de l'équateur climatique. Le passage du FIT à la latitude de la station d'Oursi (Burkina Faso), choisie comme exemple, s'effectue généralement vers le mois de mai et son retour vers le sud au mois de septembre, ce qui détermine une saison des pluies de 4 à 5 mois sujette à de fortes irrégularités. La longue saison sèche s'installe dès le mois d'octobre.

La figure 3.18 nous présente le "cycle végétatif" des annuelles. trois phases ont lieu pendant la saison des pluies (**I, C, D**) et la phase de repos (**R**) correspond à la saison sèche.

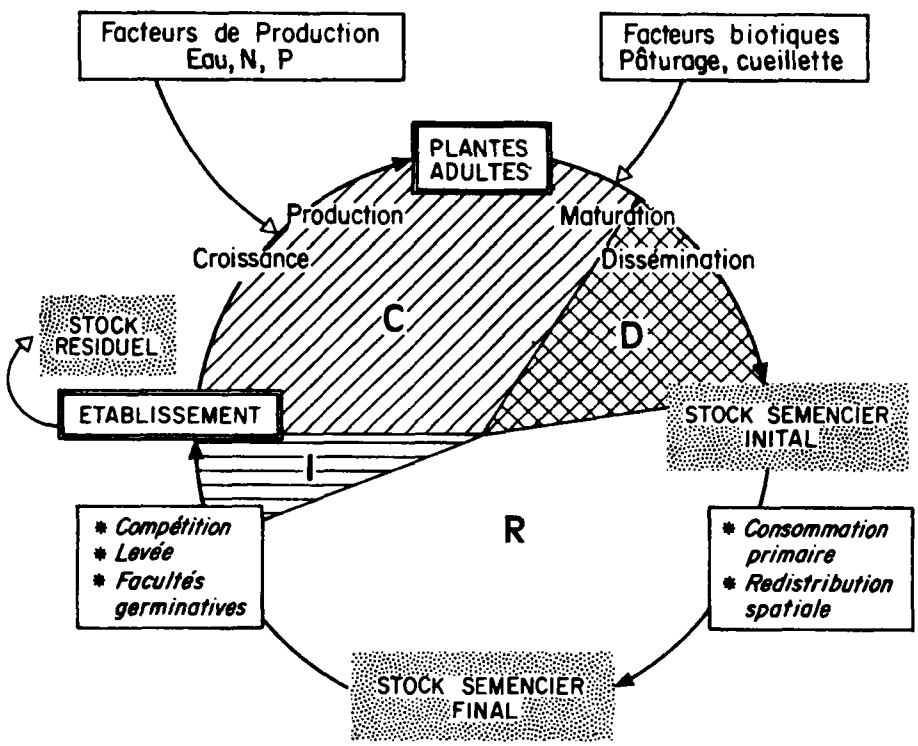


Figure 3.18. Mise en place de la végétation annuelle.

I = installation ; C = croissance ; D = dégénérescence ; R = repos.

Source : Carrière M. (1989), *Les communautés végétales sahéliennes en Mauritanie : analyse de la reconstitution annuelle du couvert végétal*, thèse, Paris-Sud, Orsay, 238 p.

(I) La phase d'établissement du couvert herbacé :
– en théorie, elle débute avec des averses atteignant 10 à 20 mm, mais un délai de 2 jours est nécessaire pour faire apparaître des levées ; cela correspond à une pluie de 12 à 16 mm ;
– elle se termine lorsque les précipitations deviennent supérieures à 0,35 ETP, limite correspondant à l'évaporation d'un sol nu, et au-delà de laquelle toute l'eau est utilisable pour la croissance des végétaux ;

– cette phase, qui s'étend de la mi-mai à la première décade de juillet pour la région d'Oursi, est généralement caractérisée par des précipitations irrégulières, séparées par des séquences sèches plus ou moins longues, au cours desquelles toutes les plantules issues d'une cohorte peuvent brutalement sécher et disparaître.

(C) Une seconde phase de végétation active ou de croissance continue :
– les pluies sont suffisamment régulières et rapprochées pour permettre la croissance des végétaux sans qu'il y ait épuisement de la réserve hydrique du sol ;
– les plantes croissent, fleurissent et fructifient, bref, effectuent leur cycle biologique.

(D) La dernière phase (de la première décade de septembre à la deuxième décade d'octobre) correspond à la diminution de la fréquence et de l'intensité des pluies :
– il en résulte un épuisement progressif de la réserve hydrique du sol ;
– cet épuisement entraîne le dessèchement des végétaux ;
– celui-ci est suivi de la dissémination des diaspores[6].

(R) La saison sèche, sans aucune précipitation, mais souvent soumise à des vents violents, s'installe :
– les plantes passent la saison défavorable à l'état de semences ;
– ces semences peuvent être entraînées loin de leur lieu de production par les vents et les tempêtes.

3.2. Mise en place du peuplement herbacé annuel en milieu sahélien

Les peuplements herbacés sahéliens sont largement dominés par les thérophytes (voir 6.2 du chapitre 2). Cette caractéristique confère à la semence un rôle capital puisqu'elle constitue le seul lien entre deux cycles végétatifs successifs.

Le premier élément à prendre en considération dans l'étude de la dynamique de la végétation herbacée annuelle (voir la figure 3.18) est le stock semencier initial ; il représente la **végétation potentielle**. La germination de ces semences dépend des propriétés germinatives des semences et des caractéristiques des apports hydriques (fréquence et quantité de pluies) au cours de la phase d'établissement. Les pressions de sélection (compétition inter- et intraspécifique, pression des herbivores) exercées sur les levées successives au cours de la phase d'établissement (**I**) conduisent à la mise en place de jeunes plantes qui participeront à l'élaboration finale du couvert herbacé au cours de la phase de croissance continue puis de la fructification (**C**). Ces plantes adultes donnent le nouveau stock semencier, qui est partiellement consommé par les rongeurs et les insectes et, quelquefois, déplacé par le vent, par l'eau de ruissellement et par les animaux.

3.2.1. De la plantule à la production semancière initiale

• **La biomasse de semences produites**. Les étapes de la phase du cycle végétatif constituées par la croissance, la production, la maturation et la dissémination prennent place au cours de la saison des pluies (C et D sur la figure 3.18). Ce qui détermine la production de semences au cours de cette phase relèvent des paramètres abiotiques (eau, fertilité) et biotiques (pâturage, cueillette). En zone sahélienne, les

6. Partie d'un végétal assurant sa dissémination quel que soit son mode de reproduction : spore, graine, fruit, organe de multiplication végétative, pied entier déraciné (ACCT (1977), *Dictionnaire d'agriculture*, La Maison rustique, Paris).

valeurs de production globale de phytomasse herbacée par millimètre de pluie incidente atteignent 2 à 3 $kg \cdot ha^{-1} \cdot mm^{-1}$.

La fraction de production emmagasinée sous forme de graines représente 6 à 30 % de la phytomasse maximale ; l'influence des pluies incidentes sur la production de graines se situe donc entre 0,1 et 0,9 $kg \cdot ha^{-1} \cdot mm^{-1}$. La répartition temporelle des pluies intervient également. Des périodes de déficit hydrique au cours de certaines phases critiques (montaison, maturation des semences) peuvent être particulièrement néfastes à la formation et à la production de semences fertiles. Cependant, au-delà d'un certain seuil, l'eau perd son caractère limitant au profit de la fertilité, car l'azote et le phosphore jouent un rôle déterminant dans la production en raison de la relative pauvreté des sols sahéliens en ces éléments.

• **La sélection par le troupeau et les pasteurs**. Une étude de l'effet du pâturage sur la production des herbages sahéliens montre que la phytomasse épigée de parcelles mises en défens est de 2 à 3 fois plus élevée que celle de parcelles normalement exploitées par les troupeaux. La production de semences est donc affectée par ce prélèvement non seulement en quantité mais également en qualité. En effet les espèces, sélectivement consommées avant maturation et dispersion des semences, voient leur potentiel de reproduction diminué. C'est notamment le cas des Graminées sur les sols sableux, en particulier *Aristida adscensionis, Aristida hordeacea*, ou *Aeschynomene indica* dont la fréquence est significativement plus élevée dans les parcelles protégées.

Les activités de cueillette qui se déroulent avant la dispersion des semences contribuent également à diminuer le stock semencier de certaines espèces. Ces activités portent sur des produits alimentaires et se caractérisent par des prélèvements sporadiques (*Tribulus terrestris, Cleome gynandra, Cassia obtusifolia*) ou de véritables récoltes (*Cenchrus biflorus, Panicum laetum*). A titre d'exemple, une personne est susceptible de récolter quotidiennement 3,75 kg de semoule de *Panicum laetum* (fonio sauvage), ce qui représente environ 3 millions de caryopses[7], puisque le poids de 1 000 caryopses est de 1 215 mg.

• **La dispersion**. Le vent et l'eau sont les deux grandes forces qui provoquent le déplacement des diaspores. En outre, de nombreuses espèces herbacées (*Cenchrus biflorus, Tragus berteronianus, Tribulus terrestris, Zornia glochidiata*, etc.) possèdent des dispositifs (figure 3.19 : soies rigides spinescentes à denticules rétrorses, soies étalées...) permettant aux semences d'être véhiculées par les animaux en s'accrochant à leur toison ; c'est l'**épizoochorie**. Elle n'est cependant importante qu'à la fin de la saison des pluies.

L'**endozoochorie** est la dispersion de semences ingérées par les animaux et qui, ayant traversé sans dommage leur tube digestif, se retrouvent dans les fèces. Elle n'est importante qu'à la fin de la saison des pluies. Si l'endozoochorie est le système de dissémination courant des ligneux (*Acacia* spp., *Balanites aegyptiaca, Ziziphus mauritiana*), les diaspores des espèces herbacées supportent mal le transit intestinal.

3.2.2. Les stocks de semences

Il faut distinguer, au cours du cycle, le stock semencier initial (SS_i), le stock semencier final (SS_f) et le stock semencier résiduel (SS_r).

• **Le stock semencier initial**. La production de semences des peuplements herbacés sahéliens (voir plus loin le tableau 3.12) est très variable, tant dans l'espace que dans le temps. La comparaison de la production de graines à la phytomasse épigée

7. Fruit sec, indéhiscent, à graine unique soudée à l'enveloppe ; exemple : blé, carotte (ACCT, *op. cit.*).

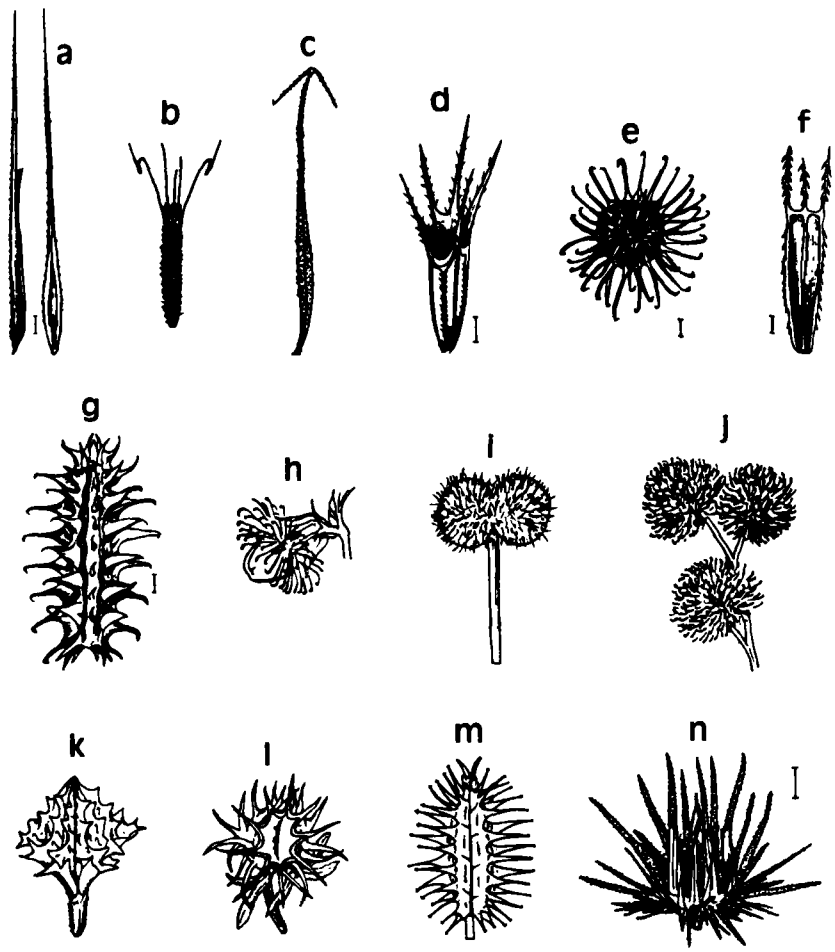


Figure 3.19. Exemples de systèmes morphologiques facilitant l'épizoochorie.
a : *Hordeum murinum* ; b : *Elephantopus* sp. ; c : *Cosmos* sp. ; d : *Trifolium scabrum* ; e : *Medicago minima* ; f : *Bidens partita* ; g : *Caucalis platycarpos* ; h : *Agrimonia eupatoria* ; i : *Galium aparine* ; j : *Lappa minor* ; k : *Sclerocaryopsis spinocarpos* ; l : *Lappula redowskii* ; m : *Daucus aureus* ; n : *Cenchrus biflorus*.

Source : a, d, e, f, g d'après Montegut J. (1970), *Clé de détermination des semences de mauvaises herbes*, ENSH, Versailles ; b, c d'après Polunin N. (1967), *Éléments de géographie botanique*, Gauthier-Villars, Paris ; h, i, j d'après Coste H. (1904), *Flore de France*, Paris ; k, l, m d'après Quezel P. et Santa S. (1962), *Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions limitrophes*, CNRS, Paris ; n d'après Bosser J. (1969), *Graminées des pâturages et des cultures à Madagascar*, ORSTOM, Paris.

permet d'estimer l'effort de reproduction. Pour les peuplements sahéliens du Burkina Faso, les graines représentent 6 à 31 % de la phytomasse maximale.

La caractérisation des modalités de transformation semences/plantules au cours du cycle nécessite de raisonner en termes d'effectifs et non plus de masse :
– au Burkina Faso, les fleurs produisent 60 000 à 73 000 graines au mètre carré pour deux faciès à *Panicum laetum* ; au sol, il ne reste plus que 8 à 12 000 graines au mètre carré ;
– au Tchad, ce sont des productions de 20 à 120 000 graines au mètre carré qui ont été rapportées ;
– dans le nord de la Côte-d'Ivoire, on a trouvé des densités allant de 7 000 à 84 000 graines au mètre carré sur les unités établies sur sables et des effectifs de 4 700 à 9 800 sur les unités situées sur des sols argileux, indiquant ainsi que les densités varient avec la texture du sol ;

– en Mauritanie, les densités moyennes observées dans la région de Kaedi varient de 17 500 graines au mètre carré pour les épandages sableux à *Alysicarpus ovalifolius* à 176 000 pour les microcuvettes à *Panicum laetum*.

Dans le sol, la densité de graines décroît rapidement avec la profondeur et les profils de distribution conservent la même allure au cours de la saison sèche.

A ces fluctuations liées aux facteurs du milieu s'ajoutent des variations dues aux méthodes de dénombrement qui peuvent être directes ou indirectes : méthodes des plantules émergentes, corrélation effectif/biomasse. Il est donc difficile dans l'état actuel des recherches d'établir des normes relatives au stock des semences des sols en région sahélienne. Les réserves de début de saison sèche varient dans les limites de l'intervalle 10^4-10^5 semences par m^2.

• **Le stock semencier final** résulte de l'évolution au cours de la saison sèche du stock semencier initial. Il s'exprime par les relations suivantes :

$$SS_f = SS_i - C + R \quad (1)$$

$$R = I - E \quad (2)$$

dans lesquelles C représente la consommation primaire, R la redistribution spatiale, c'est-à-dire le bilan entre les apports (I) et les pertes (E). Ces déplacements de semences sont essentiellement dus aux déflations éoliennes.

Le stock de semences subit une très importante diminution au cours de la saison sèche :
– au Tchad, on passe de 20 000 à 2 000 graines au mètre carré ;
– en Mauritanie, les pertes varient entre le 1/3 et les 2/3 des stocks initiaux, elles peuvent atteindre 90 % par endroits.

Les animaux granivores ont un rôle essentiel dans cette perte de stock, mais ce rôle est difficile à évaluer :
– dans le Ferlo sénégalais, il est évalué au 1/3 du stock initial ;
– en Mauritanie, aux 2/3 ;
– dans d'autres régions arides du Proche-Orient, il peut atteindre 90 %.

Le stock semencier résiduel est ce qui reste du cycle antérieur après l'établissement de la végétation (E), augmenté des quelques apports dus au ruissellement (I). Il se traduit par la relation :

$$SS_r = SS_f + R \quad (3)$$

Entre la reconstitution annuelle du stock de graines du sol et son utilisation pour la mise en place du peuplement herbacé au cours de la saison des pluies, la diminution des densités de semences représente 79 à 96 % des réserves du début de saison sèche. Les réserves résiduelles atteignent en moyenne, pour l'ensemble des unités étudiées, 12 500 graines par mètre carré. Les flux qui s'effectuent au cours de la saison des pluies grâce au ruissellement (1 400 à 19 000 semences pour *Schoenefeldia gracilis* par exemple) varient en fonction de l'espèce et de la quantité des précipitations pendant la période considérée. Ce déplacement de diaspores peut donc modifier sensiblement la nature du stock de graines et son expression au cours du cycle ultérieur.

3.3. L'établissement

Les déterminants de l'établissement des plantes annuelles sahéliennes sont :
– les caractéristiques intrinsèques des semences, notamment leurs propriétés germinatives ;

– les conditions écologiques qui prévalent au moment des levées ;
– les phénomènes de concurrence qui s'établissent entre plantules au cours de la période de pluies irrégulières.

3.3.1. Les propriétés germinatives des semences

Les pouvoirs germinatifs (pourcentage de semences morphologiquement entières et théoriquement fertiles), établis par observation directe sur une dizaine d'espèces, sont relativement élevés pour la majorité des Graminées (70 à 90 %) ; chez les Papilionacées, ces taux sont moins importants (*Zornia* : 45 %).

Les graines des espèces sahéliennes conservent leur fertilité plusieurs années. Les tests de germination en fonction de la durée de conservation indiquent que la durée de vie des semences est généralement supérieure à l'année, et que certaines d'entre elles (*Schoenefeldia gracilis, Zornia glochidiata, Aeschynomene indica...*) ont une durée de vie de 3 à 4 ans. Des durées de vie de 15 ans ont été trouvées chez certaines espèces ligneuses du genre *Acacia*.

A quelques exceptions près (*Aristida adscensionis, Chloris prieurii, Pennisetum americanum*), le pouvoir germinatif des semences nouvellement disséminées, morphologiquement mûres et placées dans des conditions de température et d'humidité favorables à la germination, reste faible (0 à 20 %).

Sur les dix principales espèces de la région de la mare d'Oursi au Burkina Faso, on constate une augmentation sensible de la capacité de germination des semences au cours de l'hiver, à l'exception de celles de *Panicum laetum*. D'octobre à mai, la capacité de germination de *Zornia glochidiata* passe par exemple de 12 à 90 %. L'accroissement de la capacité de germination des caryopses nus de certaines espèces (*Cenchrus biflorus, Schoenefeldia gracilis*), au cours de cette période, suggère par ailleurs l'existence d'une dormance de l'embryon) qui vient s'ajouter à l'inhibition exogène exercée par les glumelles. La levée de dormance est à mettre en relation soit avec l'apparition de fortes chaleurs (*Cenchrus biflorus*), soit avec de grosses averses (*Alysicarpus ovalifolius*), soit encore avec des alternances de phases sèches et de phases humides. Elle se manifeste aussi à l'échelle pluriannuelle : *Schoenefeldia gracilis* voit sa capacité de germination augmenter jusqu'à plus de 93 % après 12 années de conservation à la température du laboratoire. Le tableau 3.12 montre que les capacités de germination varient en fonction des types de graines.

Tableau 3.12. Polymorphisme et capacité de germination pour quelques annuelles du Burkina Faso (région de la mare d'Oursi en 1980).

Espèces	Type de semence	Masse en mg pour 100 unités	Capacité de germination en %
Aeschynomene indica	sombre	767	27 ± 10
	claire	723	53 ± 10
Alysicarpus ovalifolius	verte	359	18 ± 7,7
	jaune	336	24 ± 8,5
	brune	334	30 ± 9,2
Cenchrus biflorus	grande	216	80 ± 8,0
	petite	130	43 ± 9,3

De telles différences de comportement ne sont pas exceptionnelles et sont interprétées comme une adaptation aux précipitations imprévisibles des régions désertiques. Le suivi des variations saisonnières de la capacité de germination des gros et petits

caryopses contenus dans le glomérule[8] de *Cenchrus biflorus* permet d'illustrer ce type de comportement :
– les gros caryopses atteignent une capacité de germination de 75 % dès le mois de janvier ;
– il faut attendre le mois de juillet pour que les petits offrent les mêmes caractéristiques.

Les gros caryopses profitent des premières averses et occupent rapidement l'espace, ce qui facilite la compétition avec les autres taxons. Par contre, les petits germent tardivement et assurent la pérennité de la population en cas de déroulement très défavorable de la saison des pluies.

3.3.2. Les caractéristiques de la levée

C'est la quantité de pluies et son rythme qui constituent le stimulus de la levée des plantules :
– en zone aride californienne, la germination nécessite des pluies supérieures à 10-15 mm ;
– dans le Sahel sénégalais, les conditions de levées dans les sols sableux correspondent à des précipitations supérieures à 20 mm, ou bien à une pluie supérieure à 10 mm, suivie d'une deuxième décade comportant au moins 10 mm ;
– au Mali, dans la région de Niono, 10 à 14 mm provoquent une levée ;
– au Burkina Faso, sur les sols sableux, une douzaine de millimètres suffisent à provoquer une levée ; dans les sols lourds, il faut en général 25 mm.

En fait, la quantité de pluie nécessaire pour la levée doit compenser l'évapotranspiration du délai de germination qui, dans ces contrées, est généralement de 2 jours. La répartition des pluies, qui varie dans le détail d'une année à l'autre, régit la densité des plantules. Ainsi, sur un piémont sableux de la mare d'Oursi :
– les plantules issues des pluies précoces (mars à mai) se maintiennent rarement parce qu'elles correspondent généralement à des événements pluvieux isolés ;
– la levée s'effectue à la faveur de pluies amenant l'humidité de surface du sol à des taux de l'ordre de 6 à 9 %, la mortalité des plantules correspond aux périodes sans pluies pendant lesquelles l'humidité du sol s'abaisse à 0,5 % ;
– il faut une plus grande quantité d'eau pour combler le déficit hydrique plus élevé des sols lourds où existent des argiles gonflantes.

En définitive, la phase d'établissement se caractérise par des vagues successives de levées (les **cohortes**), très étroitement liées à chaque épisode pluvieux et à l'accroissement de l'humidité du sol. Ces cohortes traduisent notamment :
– l'hétérogénéité du milieu : distribution des averses, micro-variations du substrat engendrant des répercutions hydriques différentes pour une même quantité de pluie tombée ;
– l'hétérogénéité de la position des semences dans le sol : les premières plantules correspondent principalement à des semences enfouies, tandis que celles qui s'accumulent en surface germent plus tardivement ;
– l'hétérogénéité interne des semences : ce n'est qu'au terme de ces fluctuations, qui se situent surtout dans la première décade de juillet, que la végétation peut être considérée comme définitivement installée. Il est alors tombé en moyenne 70 mm, ce qui représente 20 % des précipitations annuelles.

8. Petit groupe de fleurs sessiles, et donc de fruits, très rapprochées et se détachant souvent d'un bloc (ACCT, *op. cit.*).

3.3.3. Taux de survie, phénomènes de concurrence

Les germinations résultant des pluies ne conduisent pas toutes à une plante adulte, capable de reproduction et permettant de boucler le cycle :
– lorsqu'elles résultent de pluies isolées ou relativement faibles, le nombre de plantules atteignant le stade adulte ne représente que 8 à 10 % du nombre total de levées ;
– lorsqu'elles résultent de pluies abondantes, le taux de survie est plus élevé et peut dépasser 40 % ;
– il est aussi plus élevé dans les stations qui ont un sol profond présentant une plus grande réserve en eau.

Des chiffres analogues ont été trouvés dans les steppes d'*Artemisia herba-alba* d'Afrique du Nord. Les espèces sahéliennes, dans leur grande majorité, germent à des potentiels hydriques très bas.

3.4. Bilan de la reconstitution

L'évaluation des transformations au cours des phases successives du cycle de végétation permet d'établir un bilan de la reconstitution du peuplement herbacé à partir des réserves de graines. Elles sont habituellement excédentaires pour garantir un couvert herbacé satisfaisant. Elles peuvent cependant être insuffisantes pour assurer la régénération du couvert après deux années successives de sécheresse entraînant production nulle de graines.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉES

Boudet G. (1991), *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères,* 4e édition, coll. "Manuels et précis d'élevage" n° 4, IEMVT, La Documentation française, Paris, 266 p.
Carrière M. (1989), *Les Communautés végétales sahéliennes en Mauritanie : analyse de la reconstitution annuelle du couvert végétal*, thèse, Paris-Sud, Orsay, 238 p.
Daget Ph. et Poissonet J. (1991), *Prairies permanentes et pâturages. Méthodes d'étude*, Institut de botanique, Montpellier, 352 p.
Duru M. (1989), "Dynamique de tallage et types de talles au printemps. Cas du Dactyle de prairies permanentes", *Fourrages*, 117 : 17-28.
Flaherty Th. et al. (1985), *Prairies et toundras*, coll. "La planète Terre", Time-Life, Amsterdam, 175 p.
Gillet M. (1980), *Les Graminées fourragères*, coll. "Nature et agriculture", Gauthier-Villars, Paris, 306 p.
Lapeyronie A. (1982), *Les Productions fourragères méditerranéennes*, G.P. Maisonneuve & Larose, Paris, 426 p.

QUELQUES QUESTIONS ET EXERCICES

1. Une aire d'inventaire a la forme d'un rectangle de 4 × 1 m ; les distances séparant la limite du rectangle des espèces nouvelles extérieures sont notées en centi-

mètres. On veut répartir ces espèces dans l'aire double (8 m^2), quadruple (16 m^2) et au-delà. Calculer les distances limites correspondantes.

2. Dans une prairie sur basalte du Massif central, on a effectué les enregistrements suivants :

1 m^2	*Trifolium repens*
	Taraxacum officinale
	Lotus corniculatus
	Plantago lanceolata
	Anthoxantum odoratum
	Dactylis glomerata
	Prunella vulgaris
	Veratrum album
	Stachys officinalis
	Agrostis vulgaris
	Cerastium coespitosum
	Myosotis scorpioides
	Festuca pratensis
	Leontodon hispidus
	Silene inflata vulgaris
	Heracleum sphondylium
	Trifolium pratense
	Knautia silvatica
	Trisetum flavescens
	Trifolium campestre
	Scorzonera humilis
	Veronica chamaedris
	Carex sp.
	Chrysanthemum leucanthemum
	Ranunculus acer
	Vicia cracca
	Festuca rubra
	Centaurea nigra
	Rhytiadelphus squarrosus
	Avena pubescens
	Holcus lanatus
	Luzula vulgaris
	Potentilla tormentilla
2 m^2	*Ranunculus bulbosus*
	Polygonum bistorta
	Phyteuma sp.
	Sisymbrium officinale
	Alchemilla hybrida
	Fraxinus exelsior
4 m^2	*Campanula glomerata*
	Sanguisorba officinalis
	Cardamine pratensis
	Poa sp.
0,4	*Phleum pratense*
0,3	*Lathyrus pratense*
0,5	*Hypericum maculatum*
0,5	*Hypochoeris radicata*
0,6	*Lolium perenne*
2,5	*Polygonum aviculare*
3,0	*Achillea setacea*

Construire la courbe aire-espèce correspondante. Notez qu'une courbe aire-espèce ne doit pas passer par l'origine, l'aire de surface nulle est un point et le nombre moyen d'espèces par point n'est pas nul, sauf en terrain nu.

3. Pour quelles raisons une espèce introduite qui est devenue envahissante peut-elle se raréfier spontanément ?

4. La courbe aire-espèce a-t-elle une assymptote décelable ?

5. La mesure du rapport masse verte sur masse sèche est-elle utile ?

6. Au cours des saisons, la contribution spécifique d'une espèce varie-t-elle plus ou moins que sa fréquence centésimale ?

7. Pourquoi faut-il mesurer le recouvrement des arbres d'un pâturage, même s'ils ne sont pas consommés par le bétail ?

8. La courbe aire-espèce permet-elle de déceler l'hétérogénéité du tapis végétal ?

9. Pourquoi faut-il essayer de mesurer cette hétérogénéité ?

10. La dominance des espèces annuelles traduit-elle la bonne qualité d'un parcours ?

Chapitre 4

LES GRAMINÉES FOURRAGÈRES

1. INTRODUCTION

1.1. Place des Graminées dans la flore des pâturages

Les familles de végétaux n'ont pas toutes la même importance pour la production fourragère. C'est la raison pour laquelle ces familles ont été regroupées en trois grandes catégories :

• Dans les régions tempérées, la plupart des prairies sont dominées par les **Graminées**, *comme aussi dans beaucoup de savanes tropicales ou équatoriales*. La catégorie fourragère la plus importante est donc constituée par ces Graminées (que les botanistes appellent maintenant Poacées).

• La deuxième famille en importance dans les régions pâturées, est celle des **Légumineuses** (ou Fabacées pour les botanistes). En particulier, les différents trèfles peuvent contribuer pour une part notable à la biomasse de certaines prairies. Grâce à une association symbiotique avec des *Rhizobium*, la plupart des Légumineuses fixent de l'azote atmosphérique dont une partie est disponible, après minéralisation des parties mortes, pour les espèces se développant à proximité. Ces deux raisons suffisent pour ranger ces espèces dans une catégorie particulière.

• Toutes les autres familles sont regroupées dans la catégorie des "plantes diverses". Il peut s'agir de Monocotylédones comme des Juncacées, *Juncus* spp., et des Cyperacées, *Carex* spp., ou des Dicotylédones. Quelques familles sont particulièrement bien représentées dans cette catégorie, comme les Composées (ou Astéracées des botanistes) : *Taraxacum, Bellis, Achillea, Cirsium, Leucanthemum, Hypochoeris, Leontodon, Crepis*, etc. ; les Ombellifères (ou Apiacées) : *Anthriscus, Heracleum, Daucus* ; les Renonculacées : *Ranunculus* ; les Caryophyllacées : *Stellaria, Cerastium* : les Polygonacées : *Rumex, Polygonum.*

Un ouvrage comme ce manuel ne veut ni ne peut être exhaustif ; les plantes spontanées présentées sont celles qui sont les plus importantes du point de vue fourrager par leurs caractères qui intéressent l'élevage :
– production importante et valeur fourragère intéressante, notamment à certaines périodes déficitaires de l'année ;
– faculté de repousse, ou maintien au cours des années, suivant les types d'exploitation.

Bien entendu sont délibérément éliminés de cet ouvrage, où elles ne seront que citées, les céréales fourragères, les luzernes et les trèfles cultivés, les plantes sarclées fourragères. Ce choix est parfois difficile car certaines plantes, même introduites, se comportent actuellement comme de véritables plantes de parcours. Ces espèces sont traitées dans un autre manuel de la même collection (*Agronomie moderne*).

1.2. Structure et classification sommaires des Graminées

Les Graminées constituent une grande famille définie par une organisation originale et très homogène de l'appareil végétatif et de la structure florale. L'appareil végétatif est caractérisé par des feuilles alternes et distiques (c'est-à-dire dans le même plan), à nervures parallèles, un système racinaire principal relayé par un système de racines adventives qui prennent naissance au niveau des nœuds restant souvent très courts (plateau de tallage) d'où partent les bouquets successifs de feuilles formant un talle (figure 4.1).

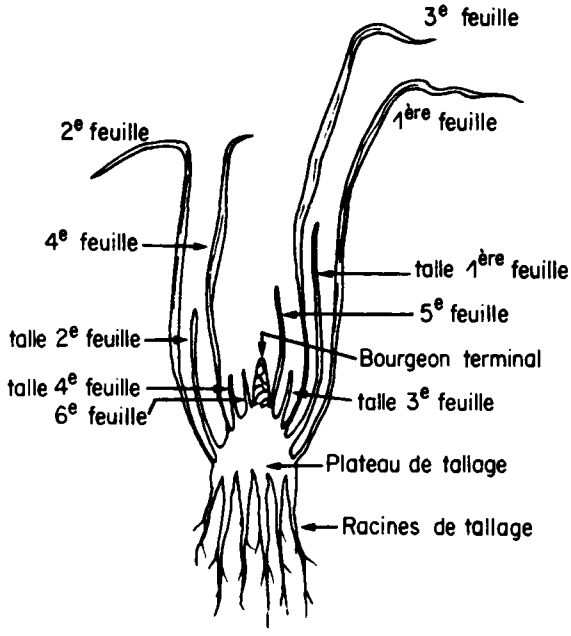


Figure 4.1. Structure morphologique de la jeune Graminée.

Les véritables tiges (chaumes) ne se développent qu'au moment de la "montée" de l'inflorescence (phase de reproduction) déclenchée par des conditions thermiques et lumineuses particulières.

L'organisation florale très homogène (figures 4.2 et 4.3) comprend :
– des inflorescences (panicule ou épi) composées d'épillets enveloppés dans 2 glumes et comportant une ou plusieurs fleurs ;
– les fleurs sont elles-mêmes enveloppées de deux glumelles ;
– la semence est un **caryopse**, qui peut être soudé à ses enveloppes, les glumelles, et c'est un "grain vêtu", ou non, c'est alors un "grain nu".

La famille des Graminées comporte 6 000 espèces classées en trois sous-familles et une cinquantaine de tribus dont environ 20 comprennent des genres fourragers usuels.

1. Bambusoïdées, 500 espèces surtout tropicales, sous-famille non fourragère.

2. Festucoïdées, sous-famille de 2 000 espèces localisées surtout dans les climats tempérés et froids ; à maturité, les épillets se séparent au-dessus des glumes ; s'il y a des fleurs stériles, elles sont toujours au-dessus des fleurs fertiles (figure 4.2).

2.1. Agrostidées : *Agrostis, Phleum, Alopecurus*
2.2. Avénées : *Arrhenatherum, Avena, Brachypodium, Bromus, Deschampsia, Holcus, Trisetum*
2.3. Festucées : *Dactylis, Festuca, Lolium, Poa*
2.4. Phalaridées : *Phalaris, Anthoxantum*
2.5. Stipées : *Stipa*
2.6. Triticées : *Aegylops, Elymos, Hordeum, Nardus*

3. Panicoïdées, 3 500 espèces habitant surtout les climats chauds ; les épillets, constitués d'une fleur fertile (rarement 2) se désarticulent au-dessous des glumes et tombent entièrement à maturité. Les fleurs stériles, si elles existent, sont toujours au-dessous des fleurs fertiles (figure 4.3).

3.1. Andropogonées : *Andropogon, Chrysopogon, Hyparrhenia, Imperata, Sorghum*
3.2. Aristidées : *Aristida, Stipagrostis*
3.3. Arundinées : *Phragmites, Arundo*
3.4. Arundinellées : *Loudetia*
3.5. Chloridées : *Chloris, Cynodon, Ctenium*
3.6. Denthoniées : *Denthonia*
3.7. Éragrostidées : *Eragrostis, Dactyloctenium, Eleusine*
3.8. Maydées : *Zea, Tripsacum*
3.9. Oryzées : *Oryza, Leersia, Lygeum, Ampelodesmos*
3.10. Panicées : *Panicum, Cenchrus, Digitaria, Echinochloa, Paspalum, Pennisetum*
3.11. Pappophorées : *Molinia, Enneapogon*
3.12. Sporobolées : *Sporobolus*
3.13. Zoysidées : *Tragus*

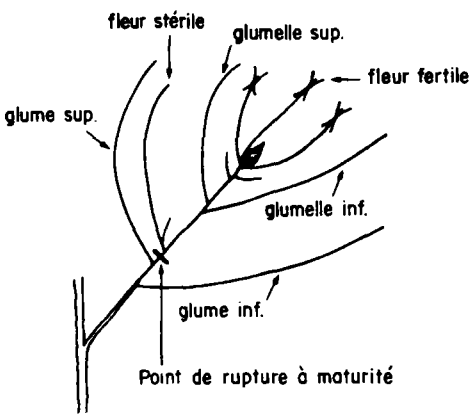


Figure 4.2. Structure florale des Graminées de la sous-famille des Festucoïdées.

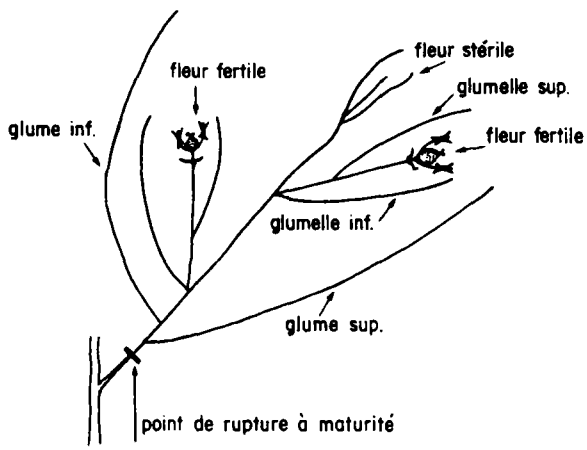


Figure 4.3. Structure florale des Graminées de la sous-famille des Panicoïdées.

1.3. Caractéristiques des Graminées au pâturage

La multiplication des Graminées dans une pâture à végétation fermée se fait surtout par voie végétative (stolons, rhizomes, talles). Les coupes successives de l'appareil végétatif favorisent à chaque fois un nouveau départ des pousses basales, les talles, et la coupe de la jeune inflorescence, dont le développement avait arrêté la reproduction végétative, permet de prolonger cette période et donc l'émission de feuilles. Le piétinement, en divisant les talles, favorise la multiplication et l'enracinement de nouvelles touffes.

Dans les parcours à végétation ouverte, les espaces libres peuvent s'ensemencer dans la mesure où certaines inflorescences peuvent se former et mûrir. Ceci exige la mise en défens du pâturage ou l'existence d'une protection naturelle comme des rochers escarpés, des touffes ou des haies d'épineux, etc. à partir desquels les semences peuvent se répandre.

Si les précipitations sont supérieures à 400 mm, les espèces pérennes se maintiennent et même se développent facilement.

Au cours de son développement, la valeur alimentaire d'une Graminée varie dans de très grandes proportions. Ces variations sont beaucoup plus importantes et rapides que chez les autres familles. Chez les Graminées des climats tempérés, le stade optimal de pâturage est souvent fixé au moment où l'apex de l'ébauche d'inflorescence est situé à 10 cm au-dessus du plateau de tallage, il peut alors être coupé ce qui évite l'arrêt de l'émission de feuilles, c'est le déprimage.

On distingue 5 types de Graminées en fonction de leur productivité et de leurs qualités alimentaires. Les espèces des milieux tempérés les mieux représentées sont reprises ci-dessous dans ces catégories :

- les très bonnes Graminées : *Lolium perenne, Phleum pratense, Festuca pratensis, Dactylis glomerata* ;
- les bonnes Graminées : *Poa pratensis, Poa trivialis, Arrhenatherum elatius, Alopecurus pratensis* ;
- les assez bonnes Graminées : *Agrostis capillaris, Trisetum flavescens, Alopecurus geniculatus, Festuca arundinacea, Phalaris arundinacea, Poa annua* ;
- les Graminées moyennes : *Cynodon dactylon, Holcus lanatus, Festuca rubra, Agrostis vulgaris, Glyceria fluitans* ;
- les Graminées médiocres : *Cynosurus cristatus, Bromus hodaceus, Anthoxantum odoratum, Festuca ovina, Koeleria valesiana* ;
- les Graminées sans valeur : *Nardus stricta, Deschampsia flexuosa.*

Le tableau 4.1 reprend pour ces espèces l'**indice bromatologique**, c'est-à-dire la valeur fourragère de l'espèce[1], l'indice d'exigence écologique pour l'humidité, la réaction du sol (pH), la nutrition minérale et la fréquence des coupes.

Tableau 4.1. Indices bromatologique et écologique des principales Graminées des régions tempérées.

	IS	*H*	*R*	*N*	*P*		IS	*H*	*R*	*N*	*P*
Très bonnes Graminées						Graminées moyennes					
Dactylis glomerata	10	4	4	4	4	*Agrostis canina*	4	9	0	2	4
Festuca pratensis	10	7	3	4	4	*Agrostis capillaris*	4	0	2	2	0
Lolium perenne	10	5	3	4	5	*Elymus repens*	4	5	0	4	2,4
Phleum pratense	10	6	3	4	2,4	*Festuca rubra*	4	0	0	2	0
Bonnes Graminées						*Glyceria fluitans*	4	10	0	30	1
Arrhenatherum elatius	8	4	4	4	1,4	*Holcus lanatus*	4	0	0	3	0
Poa pratensis	8	4	3	0	0	*Poa annua*	4	5	3	5	5
Poa trivialis	8	6	3	5	0	Graminées médiocres					
Alopecurus pratensis	7	7	3	4	3	*Anthoxanthum odoratum*	2	0	0	2	3
Assez bonnes Graminées						*Bromus mollis*	2	4	0	3	2,4
Festuca arundinacea	6	0	0	4	3,5	*Cynosurus cristatus*	2	4	3	3	4,5
Phalaris arindinacea	6	10	0	3	1	*Festuca gr. ovina*	2	1	0	2	3
Trisetum flavescens	6	4	3	3	3,5	Graminées sans valeur					
Agrostis stolonifera	5	6	0	4	3,5	*Deschampsia cespitosa*	1	8	2	3	0
Alopecurus geniculatus	5	9	0	4	4	*Nardus stricta*	0	0	1	1	4

IS : indice de valeur bromatologique (échelle de 0 à 10) ; *H* : indice d'exigence écologique pour l'humidité (échelle de 0 à 10) ; *R* : indice d'exigence écologique pour la réaction du sol (pH) (échelle de 0 à 5) ; *N* : indice d'exigence écologique pour la nutrition azotée (échelle de 0 à 5) ; *P* : indice d'exigence écologique pour la nutrition minérale (échelle de 0 à 5).

1. Ces indices, inspirés de Klapp, 1965 ; Ellenberg, 1978, Delpech, 1960 ; Kruijne & De Vries, 1960 ; Daget & Poissonet, 1969, 1971 ; Peeters, 1989 ; et bien d'autres sont rassemblés par Daget Ph. et Poissonet J. (1991), *Prairies permanentes et pâturages. Méthodes d'étude*, Institut de botanique, Montpellier, 352 p., tant pour les régions humides que pour les parcours méditerranéens, tropicaux ou continentaux.

Dans les quatre dernières colonnes, une espèce indifférente à un élément du milieu ou à large amplitude écologique reçoit un coefficient 0.

2. PRINCIPALES GRAMINÉES DES RÉGIONS TEMPÉRÉES

2.1. Les Agrostidées

• *Agrostis stolonifera* L. L'**agrostide rampante** est une Graminée de pâtures installées sur des sols riches et humides. Elle y concurrence très efficacement le ray-grass anglais. Ses qualités fourragères sont satisfaisantes. Il faut pourtant éviter qu'elle ne soit trop envahissante en la pâturant ras à chaque passage des animaux.

• *Alopecurus pratensis* L. Le **vulpin des prés** croît naturellement sur les sols humides et riches, par exemple sur des sols argileux. Il affectionne les situations ombragées, le bord des haies, les expositions et les climats frais. Sa résistance au froid est incontestable. Comme le chiendent, il produit une grande masse de rhizomes. Il ne se développe abondamment que dans les prairies fauchées ou mixtes (fauche-pâture). Il réagit très bien à la fumure azotée. Sa productivité est élevée. Sa très grande précocité et sa richesse en silice en font cependant une Graminée de piètre qualité.

• *Phleum pratense* L. La **fléole** est une Graminée rustique. Elle résiste très bien au froid, notamment en montagne où elle peut monter jusqu'à l'étage alpin. C'est une Graminée de prairie de fauche qui a une capacité de produire de grandes quantités de matière sèche même avec de faibles doses d'azote et sur des sols relativement pauvres. Elle est donc adaptée à des systèmes assez extensifs et produisant du foin. Elle est par contre faiblement représentée dans les prairies permanentes pâturées. Cette Graminée à port érigé et à tallage réduit supporte en effet assez mal le pâturage et ceci d'autant plus qu'elle est très appréciée par le bétail qui la surpâture systématiquement ; il existe, par contre, une variété bulbifère assez fréquente dans les pelouses sèches de montagne *Phleum nodosum* L., qui résiste mieux à la dent en raison de son port plus prostré et de ses réserves basales. Ses caractéristiques chimiques sont un peu particulières par rapport aux autres Graminées. Elle est en effet plus pauvre en minéraux et surtout plus pauvre en sodium si on la compare au ray-grass anglais. Elle est par contre relativement riche en sucres solubles, ce qui tend à expliquer qu'elle soit bien appréciée par le bétail.

2.2. Les Avénées

• *Holcus lanatus* L. La **houlque laineuse** a une large amplitude écologique, tant du point de vue de la richesse du sol en éléments nutritifs que de son humidité. On la rencontre aussi bien en pâture qu'en prairie de fauche. Son appétibilité à l'état frais est moyenne à cause de sa pilosité. Sa productivité et sa valeur nutritive sont bonnes. Elle présente l'inconvénient de sécher difficilement, toujours à cause de sa pilosité.

• *Anthoxanthum odoratum* L. La **flouve odorante** est fréquente sur sols superficiels, pauvres et acides ; elle contient de la coumarine et donne une odeur agréable aux foins, mais sa production et sa valeur alimentaire sont faibles.

2.3. Les Festucées

2.3.1. *Lolium perenne* L.

Le **ray-grass anglais** est de loin la plus importante plante prairiale en région tempérée. Il est remarquablement apprécié, ses performances en production de matière sèche sont très élevées. C'est une des espèces les plus tardives, il épie relativement tard. Il est donc facile à exploiter en pâturage. Cette espèce est très bien adaptée aux climats océaniques. Elle souffre cependant du froid pendant l'hiver dans les régions de montagne et de demi-montagne.

Le ray-grass est une Graminée exigeante du point de vue de la richesse du sol, notamment en phosphore et en potassium. Une fumure azotée l'avantage par rapport aux autres espèces prairiales et ce d'autant plus qu'elle est élevée. Il peut cependant dominer le couvert de prairies qui ne reçoivent pas d'azote pourvu que le sol soit riche et l'exploitation optimale. Il recherche un sol normalement drainé, ni trop humide, ni trop sec. Il est particulièrement sensible à la submersion hivernale, même temporaire. Dans des conditions où le sol est froid et humide au printemps, notamment sur des sols argileux, il est souvent dominé par la houlque. Cette dernière espèce démarre en effet sa croissance plus vite au printemps. Or, à cette saison, il est rarement possible de pâturer normalement à cause d'une mauvaise portance du sol. Le pâturage tardif fait alors basculer l'avantage en faveur de la houlque.

Pour se maintenir, le ray-grass nécessite des coupes fréquentes ; le régime "pâturage" est donc l'idéal pour satisfaire cette exigence. Cependant, même en pâture, il se maintient d'autant mieux que le nombre de passage du troupeau est élevé, par exemple, lorsqu'il est porté de 3 à 7 passages par an. D'un point de vue nutritif, cette Graminée se distingue par sa forte teneur en sodium et en sucres solubles. Elle se caractérise aussi par une remarquable digestibilité. Ces trois éléments contribuent à expliquer son appétibilité élevée. Les sucres solubles sont, de plus, un facteur favorable à une bonne conservation sous forme d'ensilage.

2.3.2. *Dactylis glomerata* L.

Le **dactyle** développe en effet un système racinaire très puissant qui lui assure une meilleure alimentation hydrique que celle de la plupart des autres Graminées, ce qui lui donne une bonne résistance à la sécheresse. Il s'implante facilement en terrains sableux, en sols superficiels, sur les coteaux exposés au sud, etc. Cette espèce remonte assez haut en montagne et est bien adaptée aux climats continentaux d'Europe centrale. Elle est peu exigeante pour les qualités physico-chimiques du sol mais réagit rapidement à une amélioration de son statut nutritif. Le dactyle est présent dans la plupart des prairies permanentes. D'un rendement élevé, cette espèce s'enrichit cependant rapidement en fibres, ce qui la fait refuser par le bétail au pâturage lorsqu'elle est mélangée à d'autres espèces plus appréciées. Il est également atteint par des rouilles ou de la mastigosporiose en fin d'été, spécialement dans des prés de fauche.

2.3.3. Les Fétuques

• *Festuca pratensis* Hudson. Les caractéristiques anatomiques de la **fétuque des prés** sont très semblables à celles du ray-grass anglais. Elle est cependant beaucoup plus résistante que lui aux aléas climatiques, notamment au froid hivernal et à la sécheresse de l'air en été. Elle a de ce fait une répartition beaucoup plus continentale que le ray-grass. La fétuque des prés se rencontre naturellement dans les prairies normalement drainées à humides, modérément intensifiées. Elle est absente à la fois des sols trop pauvres et des prairies très intensifiées.

• *Festuca arundinacea* Schreber. La **fétuque élevée** existe localement en prairie permanente mais elle n'y a qu'une importance mineure. Des cultivars sont en revanche très fréquemment cultivés dans les régions sèches. En pâture, mélangée à d'autres espèces, elle est refusée par les animaux mais, exploitée à un stade jeune, elle peut constituer un ensilage de qualité acceptable.

• *Festuca rubra* L. La **fétuque rouge** est une plante frugale qui pousse sur les sols relativement pauvres à très pauvres. C'est la Graminée typique des prairies installées sur des sols moyennement pourvus en éléments nutritifs et exploitées de façon extensive. Elle est extrêmement rustique vis-à-vis des aléas climatiques. Son système de rhizomes lui assure une bonne pérennité. Elle résiste aussi bien au froid qu'à des sécheresses prononcées. Sa productivité et sa valeur alimentaire sont moyennes. Les moutons de races rustiques la valorisent cependant beaucoup mieux que les bovins. Elle est surtout intéressante en montagne où elle constitue, avec l'agrostide commune (*Agrostis capillaris*, encore appelée *A. vulgaris* With. et *A. tenuis* Sibth.), le fond des bonnes pâtures. En plaine, on peut toujours espérer favoriser des Graminées de meilleure qualité comme le ray-grass ou les pâturins.

2.3.4. Les Pâturins

• *Poa pratensis* L. Souvent appelé dans les catalogues *Kentucky blue grass*, le **pâturin des prés** est une Graminée qui peut être très répandue dans les pâtures semi-intensives. Il se rencontre sur des sols frais ou normalement drainés mais il peut être particulièrement abondant sur les sols sableux ou superficiels, secs. Il est peu sensible au régime d'exploitation. Il est par exemple beaucoup moins exigeant que le ray-grass anglais pour la fréquence des coupes. Il est de plus d'une rusticité remarquable, tant du point de vue de la résistance au froid qu'à la sécheresse. Cette espèce est très productive et bien appréciée. Sa production estivale est par ailleurs plus importante que celle du ray-grass anglais. Il est cependant très sensible à des rouilles automnales qui diminuent souvent son appétibilité dès la fin de l'été. Son système souterrain de rhizomes lui assure une grande pérennité.

• *Poa trivialis* L. Le **pâturin commun** et très abondant dans tous les types de prairies, qu'elles soient permanentes ou temporaires, pâturées ou fauchées. Il s'implante naturellement et très facilement par graines dans les vides de la prairie. En cela, il se rapproche du pâturin annuel (*Poa annua* L.) qui lui ressemble d'ailleurs aussi morphologiquement à certaines périodes de l'année. Sa production est surtout printanière, spécialement dans les prairies fauchées. Son inconvénient majeur est, au printemps, une montaison très précoce qui diminue la qualité globale du fourrage. Cette montaison est très difficile à maîtriser, même en pâture, surtout lors de printemps doux. La meilleure solution pour réduire ses effectifs consiste à exploiter la prairie le mieux possible avec une forte charge printanière, et à faucher les refus en cas d'épiaison massive.

• *Poa chaixi* Vill. Encore appelé *Poa sudetica* Haenke, ce pâturin à feuilles souples et très larges (jusqu'à 15 mm) forme de grosse touffes, sur sols acides dans les pâturages de montagne (au-dessus de 1 000 m et jusqu'à 2 500), grâce à ses nombreux rejets gazonnants. Cette Graminée est très appréciée des bovins mais, sous-estimée des agrostologues, sa valeur fourragère n'a pas été analysée ; les bergers l'estiment excellente de sorte que son indice de valeur bromatologique a été fixé à 8.

2.4. Les Triticées

• *Elymus repens* (L.) Gould. Le **chiendent** (encore appelé *Agropyrum repens* (L.) P.B.) peut être très abondant dans les prairies de fauche. Cette espèce est refusée au pâturage à cause de la pilosité et de la rugosité de ses feuilles à l'état frais. Elle semble par contre très bien appréciée aussi bien en foin qu'en ensilage. Elle est très productive et d'une valeur nutritive assez proche de celle du dactyle. Le chiendent est une espèce très rustique, relativement peu exigeante du point de vue de la richesse du sol en éléments nutritifs. La masse de rhizomes qu'il produit joue sans nul doute un rôle dans sa persistance et sa rusticité en lui assurant un stockage d'énergie et d'éléments nutritifs. Cette espèce peut trouver sa place dans des systèmes fourragers semi-extensifs, pour la production de fourrage hivernal.

• *Nardus stricta* L. Le **nard** est une Graminée non fourragère qu'il convient de citer ici parce qu'elle est l'espèce dominante de nombreuses formations de dégradation ultime des pâturages sur sols acides. Il est vivace, a des feuilles glauques, courtes, filiformes, scarieuses (rapeuses), piquantes, de consistance rèche et sèche. Son épi, bleuâtre et unilatéral a la forme d'un peigne. Gazonnant, les talles successives poussent en ligne, serrées les unes contre les autres formant des souches en forme de brosse dure. Il constitue des touffes qui peuvent être broutées au stade le plus jeune mais qui sont le plus souvent totalement refusées.

3. PRINCIPALES GRAMINÉES DES RÉGIONS MÉDITERRANÉENNES

3.1. Les Avénées

3.1.1. Le genre *Koeleria*

Le genre *Koeleria* à épillets pédiculés, à panicule souvent contractée, forme, avec *Poa bulbosa*, l'essentiel des pelouses des Aurès. Parmi les espèces méditerranéennes, on retiendra *K. vallesiana* (Honck.) Gaudin (ou *K. setacea* Pers.), plante gazonnante des pelouses et coteaux secs.

3.1.2. *Anthoxanthum odoratum* L.

La **flouve odorante** est spontanée dans le bassin méditerranéen sur sols superficiels et pauvres des zones subhumides ou humides.

3.2. Les Éragrostidées

Eragrostis curvula Nees est une plante tropicale originaire d'Afrique méridionale et introduite en Afrique du Nord ; elle s'adapte bien au climat méditerranéen. Résistante à la sécheresse et au froid (ses parties aériennes gèlent à 0 °C, mais la souche ne meurt pas), elle est considérée comme une espèce importante pour l'établissement de pâturages en sols médiocres. Son implantation par semis ou boutures est facile. Utilisée comme fourrage en Afrique du Sud et aux USA, elle est peu appréciée en Afrique du Nord. Cela est dû probablement à une exploitation défectueuse, et à une résistance insuffisante au froid. Elle a été cultivée avec succès à Tunis.

3.3. Les Festucées

3.3.1. Le genre *Festuca*

Les grandes fétuques occupent des sols humides et produisent de grandes quantités de matière verte qui peuvent être fauchées ou pâturées dans la mesure où le sol humide supporte une forte charge animale. Elles se trouvent jusque dans les oueds où elles persistent, bien que raclées jusqu'au plateau de tallage par les animaux.

Les petites fétuques qui regroupent une centaine d'espèces voisines, à feuilles fines et courtes, souvent enroulées, donnent une herbe riche et appréciée. Elles se trouvent sur des lieux arides en montagne ou en zone méditerranéenne sur des pâturages relativement ouverts. Leur croissance est très lente.

Festuca arundinacea Schreber est une grande plante des régions humides et même marécageuses du Midi et d'Afrique du Nord. La **fétuque élevée** est spontanée dans les prairies humides de la région méditerranéenne, où se trouve aussi *F. arundinacea* ssp. *fenas* (ou *F. fenas* Lag.). Ce sont des plantes rustiques à végétation vigoureuse, à pousse hivernale, résistantes au froid, à la sécheresse, ainsi qu'au pied et à la dent de l'animal.

Les écotypes africains sont souvent plus fins et plus souples que les européens ou américains, et ils sont à dormance estivale.

3.3.2. Le genre *Poa*

Une centaine de plantes prairiales appartiennent à ce genre. En général vivaces, elles sont surtout répandues en régions tempérées froides (nombreuses espèces en régions montagneuses) mais plusieurs espèces sont méditerranéennes ou de régions arides. Nous citerons deux espèces déjà évoquées : *Poa pratensis* et *Poa trivalis* ; celui-ci, malgré ses exigences hydriques, se trouve dans les lieux humides d'Afrique du Nord, ainsi que *Poa bulbosa* L., qui a des tiges renflées en bulbe. Cette dernière espèce est intéressante par son départ en végétation très précoce en fin d'hiver. Plante des lieux arides, on la trouve associée à *Plantago albicans* L. Une espèce voisine, *Poa sinaica* Steud., est une plante à touffe compacte à faible enracinement qui s'accommode de sols très superficiels, ni sableux, ni salés. C'est une dominante du désert syrien surpâturé.

3.3.3. Le genre *Bromus*

Malgré leur nom (du grec *bromos* = nourriture), les bromes ne sont pas toujours de bonnes plantes fourragères, sauf dans les tout premiers stades. Souvent velus, durs, à arêtes parfois dangereuses, les espèces fréquentes dans les friches et les jachères sont annuelles et peu productives : *B. sterilis* L., *B. madritensis* L., *B. rubens* L., *B. hordaceus* L. ssp. *hordaceus* (autrefois appelé *B. mollis* L.), *B. commutatus* Schrad. Quelques bromes vivaces, malgré une valeur fourragère moyenne présentent plus d'intérêt. C'est le cas de *Bromus erectus* Huds. (le **brome des prés**) qui est une espèce de régions méditerranéennes fraîches. Il résiste à la sécheresse et peut se développer sur sols pauvres et superficiels, et, par une bonne exploitation, il peut remplacer peu à peu des pelouses sèches occupées par les *Brachypodium.*

• *Bromus inermis* Leysser, est une espèce rhizomateuse, à larges feuilles vert sombre qui peut former un gazon dense. C'est une xérophyte ; bien adaptée aux sols argileux, elle se développe aussi en sols sableux. Elle a été semée avec succès sur la plaine de la Bekaa (Liban) et sur le littoral tunisien.

• *Bromus cappadocicus* Boiss., *Bromus tomentosus* et *B. tomentellus* Boiss. sont originaires de Turquie, Liban, Iran ; ces espèces sont intéressantes dans ces régions.

• *Bromus willdenowii* Kunth, encore appelé *Bromus unioloides* Kunth ou *Bromus catharticus* Vahl, est une belle Graminée fourragère originaire de l'Amérique du Sud. Elle présente des panicules lâches et pendantes de gros épillets (15 à 40 mm de long) fortement comprimés latéralement et composés de 6 à 12 fleurs. Elle forme des touffes et atteint 1 m de hauteur. On la rencontre parfois à l'état subspontané dans le pourtour de la Méditerranée.

Cette Graminée est cultivée comme plante fourragère dans les régions tempérées chaudes et subtropicales, mais sa durée de vie est courte, de sorte que les prairies semées ne durent guère plus de 3 ans. C'est une plante facile à mettre en place (15 à 25 kg à l'hectare), de bonne qualité et utilisée pour la pâture ou le foin. Divers cultivars sont commercialisés.

3.3.4. Le genre *Brachypodium*

• *Brachypodium retusum* (Pers) P.B. (ou *B. ramosum* Roem. & Sch.). C'est la "**baouque**", Graminée caractéristique des broussailles ou des pelouses des garrigues de chêne kermès. C'est une xérophile, stolonifère, à chaumes densement feuillus, à épillets subsessiles peu nombreux dont les fleurs verdâtres ont des arêtes plus courtes que la glumelle. Elle possède des rhizomes superficiels qui l'accrochent aux sols compacts calcaires. Appelée "engraissa motons" par les bergers provencaux, constituant majeur de beaucoup de parcours méditerranéens, c'est une plante à valeur fourragère médiocre et à période végétative printanière.

• *Brachypodium pinnatum* (L.) P.B. fréquent en France et en Espagne, le *Brachypodium sylvaticum* (Hudson) P.B. plus fréquent en Afrique du Nord, et le *Brachypodium phoenicoïdes* (L.) Roem. & Sch. sont peu appréciés des animaux.

• *Brachypodium distachyon* (L.) P.B. est une annuelle de sols argileux, favorisée par le surpâturage et fréquente en régions alfatières.

3.3.5. Le genre *Dactylis*

Dactylis glomerata L. possède des épillets à pédicelles très courts, agglomérés. Le **dactyle** est une Graminée vivace dont il existe de nombreuses sous-espèces, formes et variétés spontanées dans le Bassin méditerranéen. Il végète en grosses touffes vert grisâtre à glauque, couvrant le sol irrégulièrement. La plante résistante à une sécheresse de plusieurs semaines a un système racinaire qui se renouvelle dans l'année mais dont une partie persiste deux ans. Il a donc toujours des racines fonctionnelles. Il existe des types particulièrement précoces, ce qui permet de démarrer la pâture très tôt (en l'absence de froid), d'avoir une deuxième exploitation et parfois un regain. Le dactyle est un constituant des landes à romarin en compagnie de *Poa bulbosa* L. et *Avena bromoïdes* (Gouan) H. Scholz.

D. glomerata ssp. *hispanica* (Roth.) Nyman remplace les autres sous-espèces dans les parcours les plus secs. Plus petit, à feuilles glauques, c'est un xérophyte qui se trouve jusque dans les steppes d'Afrique du Nord ou de Jordanie.

3.3.6. Le genre *Lolium*

• *Lolium perenne* L., ou **ray-grass anglais**, des régions humides possède des écotypes qui se maintiennent sous des pluviosités à peine supérieures à 400 mm notamment en montagne. Dans les variantes fraîches des étages subhumide à perhumide, l'espèce fournit, grâce à ses repousses denses, d'excellents pâturages de très bonne valeur alimentaire ; mais elle craint la sécheresse et la chaleur réduit sa croissance et la rend très sensible aux rouilles.

• Le **ray-grass italien** (*Lolium multiflorum* Lam.), espèce bisannuelle ou annuelle, supporte mieux la chaleur que le ray-grass anglais et peut donner de belles prairies s'il y a irrigation, mais c'est surtout la variété Westerwold (var. *Westerwoldicum* March) rigoureusement annuelle, qui est la mieux adaptée aux pays chauds ; culture à pousse hivernale, à croissance très rapide utilisable à sec dans des régions recevant plus de 500 mm ou avec irrigation.

• Le **ray-grass strict** (*Lolium rigidum* Gaudin) est spontané dans la zone méditerranéenne. Érigé, non gazonnant, à croissance hivernale, il a été introduit en Australie où il forme de bons pâturages avec le trèfle souterrain ou les luzernes annuelles, car il se resème facilement naturellement.

3.3.7. *Ampelodesmos mauritanicus* (Poiret) T. Durand & Schinz

Le **diss**, connu aussi sous le nom d'*Ampelodesma tenax* Link, est une plante vivace, à tige robuste, à longues feuilles dures. Sauf à l'état jeune, il n'est pas apprécié par les animaux qui ne lui donnent que quelques coups de dents. Ce n'est donc pas une plante fourragère, mais sa dureté et un système racinaire puissant en font une plante anti-érosive intéressante qui se maintient sur les sols en pente relativement humides et protège une petite flore pâturée. Elle doit donc être protégée au maximum.

3.4. Les Phalaridées

La plupart des espèces du genre *Phalaris* ou **alpistes** (= **Canary grass**), à panicule spiciforme, sont méditerranéennes. Trois sont des espèces pastorales très appréciées, à système racinaire important, plus ou moins tubéreux. Ces plantes sont bien adaptées aux sols marneux de l'Afrique du Nord, souvent en mélange avec des sullas. Elles ont un rôle anti-érosif et supportent de longues périodes de sécheresse car elles sont en repos végétatif de juillet à septembre en Afrique du Nord. Elles peuvent être utilisées en fauche ou en pâture. Ce sont des espèces dont on peut envisager sans trop de risques l'implantation par semis dans des régions arides à plus de 500 m.

• *P. aquatica* L. Encore appelé *P. nodosa* L. et *P. tuberosa* L., il est spontané sur des sols lourds marneux, il est très résistant. Introduit accidentellement en Australie (1902), il y constitue des peuplements importants. Il a un développement automnal qui se poursuit en hivers doux. La plante réagit bien à l'irrigation et convient pour des étages subhumide à perhumide.

• *P. truncata* Guss. Possède à peu près les mêmes caractéristiques que *P. aquatica* et peut s'utiliser dans les mêmes conditions, mais s'en distingue par des glumes tronquées, un rhizome cespiteux[2] et une bonne souplesse d'adaptation à la pluviosité. On la trouve de 300 à 500 mm ou plus.

• *P. coerulescens* Desf. Quoique bien adapté aux terres fortes du nord du Maghreb, il est probablement moins intéressant car plus exigeant en eau. Mais lors d'une implantation en régions humide par semis, sa vigueur et sa croissance sont supérieures à celles des autres *Phalaris*.

2. Une plante herbacée formant une touffe compacte est qualifiée de cespiteuse.

3.5. Les Stipées

Dans cette tribu, les épillets à une fleur sont caractérisés par une glumelle inférieure coriace portant à son sommet une très longue arête articulée à la base et généralement tordue sur elle-même et plumeuse. Plusieurs espèces sont communes dans les lieux secs et arides du littoral ou de l'arrière-pays méditerranéen.

3.5.1. Le genre *Piptatherum*

Piptatherum holciformis (Bieb.) Roem. & Schr., connu aussi sous le nom de *Oryzopsis holciformis* (Bieb.) Hackel, est une Graminée au feuillage grisâtre, spontanée au Proche-Orient. Très productive, à pousse hivernale, à floraison précoce, elle résiste bien à la sécheresse. N'existe pas en Afrique du Nord, mais peut y être introduite facilement.

Piptatherum miliaceum (L.) Cosson (ou *Oryzopsis miliacea* (L.) Benth. & Hook.), le **faux millet**, est une plante vivace spontanée sur le pourtour méditerranéen. La souche à rhizomes courts forme des touffes assez denses qui donnent un gazon grossier mais de bonne valeur fourragère et bien apprécié lorsque la plante est correctement exploitée. C'est une des rares plantes susceptible de s'implanter avec quelques chances de succès, puis d'essaimer en régions semi-arides. Les semences germent et se développent en particulier auprès de ligneux ou dans les buissons. L'existence d'inhibiteurs dans les semences permet de régulariser la levée en fonction des précipitations.

3.5.2. Le genre *Stipa*

• *Stipa pennata* L. Cette Graminée aux feuilles glauques constitue des refus sur les pelouses des Grands Causses, et en particulier du causse Méjan ; il en est de même de l'annuelle *Stipa capensis* Thunb. (= *Stipa retorta* Cav. ou *Stipa tortilis* Desf.), à panicule spiciforme, genouillée, tordue, poilue à sa base, de *S. barbata* Desf. et de *Stipa lagascae* Roem. & Schult., vivace aux épillets argentés qui se maintient en steppes sableuses à moins de 100 mm de pluie ; elles sont présentes dans les steppes d'Afrique du Nord. Ces plantes, à valeur fourragère médiocre, doivent être utilisées en vert avant la formation des panicules car, à maturité, les arêtes deviennent dangereuses pour les animaux.

• *Stipa tenacissima* L. L'**alfa**, Graminée vivace de grande taille (50 à 150 cm), forme en début de végétation des touffes compactes qui, en vieillissant, dépérissent au centre et forment ce qu'on appelle des couronnes d'alfa. Les tiges sont dressées pleines et glabres. Les feuilles planes, par temps humide, s'enroulent par temps sec et deviennent aiguës et même piquantes. L'inflorescence est une panicule allongée dont la fleur unique de l'épillet a une glumelle bifide au sommet et une arête genouillée. L'alfa colonise de très grandes étendues. Il se trouve sur les croûtes et les parties élevées à l'abri des débordements des oueds, car ses racines craignent l'eau stagnante. L'alfa ne tolère pas non plus l'humidité atmosphérique et ne se trouve pas au voisinage de la mer. C'est une plante de grande valeur économique (artisanat local, vannerie, industrie papetière...) qui fournit une pâture d'hiver pour les bovins alors qu'en général les ovins ne consomment que les jeunes feuilles (trois semaines par an). C'est essentiellement un aliment de survie extrêmement précieux en périodes de disette (1970-1971) et une ressource d'appoint dans les steppes du Maghreb. Les nappes alfatières occupent de grandes surfaces en Afrique du Nord, particulièrement sur les hauts plateaux.

L'alfa est récolté pour les usages industriels. Son exploitation, contrôlée par les services forestiers, procure un apport financier aux populations. Bien que les hampes

florales aient une bonne valeur fourragère, l'alfa est peu apprécié des animaux. Ce sont les plantes compagnes qui constituent le principal apport fourrager : on considère souvent que l'alfa lui-même n'apporte que 20 à 40 UF·ha^{-1}, mais s'y ajoute la production des espèces accompagnatrices, Graminées, Composées, Crucifères, etc., pour atteindre 40 à 100 UF·ha^{-1}.

• *Stipa parviflora* Desf. C'est aussi une xérophyte, vivace, de taille moyenne, formant de petites touffes aux tiges dressées et glabres. Les feuilles sont courtes, minces et raides. La longue arête (10 cm) genouillée du fruit est pubescente. L'espèce s'étend sur la plupart des pays du Bassin méditerranéen. Elle s'adapte à toutes sortes de sols (terres squelettiques des collines rocailleuses, croûtes calcaires superficielles, sables calcaires, steppes argileuses...) mais craint les sols salins et les sables mobiles. Elle caractérise souvent des parcours dégradés. C'est une bonne fourragère très appréciée au printemps et en hiver. Même en conditions difficiles, elle peut fournir un pâturage d'entretien ; elle résiste aux années sèches mais disparaît du fait du surpâturage.

La valeur moyenne de 0,5 UF·kg MS^{-1} est certainement minorée, celle de 0,69 UF et même de 0,77 UF sont plus vraisemblables.

3.6. Les Triticées

3.6.1. Le genre *Hordeum*

Hordeum bulbosum L. comporte de nombreux écotypes en Afrique du Nord. C'est une plante vivace (bulbilles), touffue, à croissance automnale qui peut se poursuivre en hiver ; elle épie au printemps et entre en dormance l'été. Elle peut fournir un pâturage dès les premières pluies d'automne.

L'**orge des rats** (*Hordeum murinum* L.) est une espèce annuelle poussant dans les décombres, près des maisons et dans les lieux arides ; broutée faute de mieux, sa valeur est faible.

3.6.2. *Elymus elongatus* (Host) Ranem

Cette plante vivace, rustique, à tallage puissant, spontanée dans toute la zone méditerranéenne occidentale est connue aussi sous le nom d'*Agropyrum elongatum* (Host) P.B. Grâce à un important système racinaire, l'espèce peut supporter de longues périodes de sécheresse ; elle résiste aussi aux gelées. La croissance démarre en automne, se maintient en hiver doux et reprend vigoureusement à la fin du printemps (début juin). Ce fourrage vert tardif permet d'attendre la libération des chaumes après la moisson. Il fournit aussi un pâturage d'automne précoce. En régions semi-arides de céréaliculture (350-450 mm), l'*Agropyrum* peut être associé à la luzerne en sec.

3.7. Les Panicées

Les espèces de cette très grande tribu peuvent avoir des inflorescences en panicules très lâches (genre *Panicum*) ou épis (genre *Setaria*) mais toujours constitués d'épillets pédicellés, tous semblables, composés d'une fleur terminale entière à glumelles bien développées et, au-dessous, de glumelles stériles appliquées contre la glume inférieure. Plusieurs espèces du groupe appartenant aux genres *Digitaria, Panicum, Setaria, Paspalum* sont utilisées pour des prairies semées et irriguées de régions chaudes.

• *Paspalum antidotale* et *Setaria nigrirostris* sont des plantes à rhizome pour sols légers et qui supportent l'aridité et le sel.

• *Paspalum dilatatum* Poiret est au contraire une espèce de sols lourds et très humides et qui tolère le gel. Elle est appréciée des animaux avant la formation des panicules.

• *Pennisetum clandestinum* Hochst ; c'est le **kikuyu** originaire du Kenya qui demande en régions méditerranéennes chaudes une abondante irrigation. De bonne qualité mais peu productif, il est plutôt utilisé pour des parterres de verdure.

• *Pennisetum purpureum* Schum., appelé aussi **herbe à éléphant**, originaire d'Afrique centrale, est une plante vivace susceptible de donner en Afrique du Nord, en culture irriguée, d'énormes rendements.

3.8. Les Andropogonées

Les épillets disposés par paire tombent avec leurs glumes et comprennent des épillets fertiles sessiles formés de deux fleurs et des épillets stériles pédicellés.

3.8.1. *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf

Plante pérenne spontanée en Afrique du Nord, appelée aussi *Andropogon hirtus* L., elle forme de grosses touffes sur des sols rocheux ou des marnes. Souvent sur les talus des chaabas. Semences très velues avec une arête de 3 cm. Maturation échelonnée. La plante est grossière, peu appréciée des animaux et même inappréciée dès l'épiaison, elle résiste donc au pâturage et se multiplie naturellement par semis. Intéressante comme anti-érosive sur des sols peu profonds (pentes de sables ou de cailloux). L'espèce reste en végétation tout l'été et peut atteindre un grand développement aussi peut-elle fournir un fourrage vert sur des sols ingrats. Dans les variantes à hiver doux (près du littoral), le développement est continu à partir des premières pluies jusqu'en juillet : 3 repousses et épiaisons successives sont possibles. La période sèche arrête la végétation sans entraîner la dessication des parties aériennes qui repartent avec les orages. Dans les variantes à hiver froid, la végétation s'arrête, mais les organes aériens formés avant l'hiver persistent et repartent au printemps. Néanmoins la plante est absente des hauts plateaux.

Andropogon ischaeum L. participe, avec *Festuca ovina*, à l'alimentation des troupeaux provençaux sur les pâturages pierreux appelés localement "coussouls".

3.8.2. Le genre *Sorghum*

Parmi les Andropogonées, les sorghos fournissent des fourrages d'été et le **sudan grass** : *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf, donne en culture irriguée plusieurs coupes d'un bon fourrage d'été. Il se multiplie par semis naturel. L'espèce reste en végétation tout l'été et peut atteindre un grand développement en hivers doux (régions littorales). Sa croissance est continue dès les premières pluies jusqu'à juillet : 3 repousses et épiaisons successives. La période sèche arrête la végétation sans entraîner la dessication des parties aériennes qui repartent avec les orages.

3.9. Les Aristidées

Les Aristidées sont des xérophytes de saison sèche, aux épillets uniflores, à fruits indurés, à arête trifide sur la glumelle supérieure.

Le genre *Stipagrostis* contient environ 50 espèces dans le monde et le genre Aristida près de 200 ; ils comportent en particulier des espèces spontanées rencontrées dans la steppe et les régions arides d'Afrique du Nord et du Proche-Orient. Ce sont des plantes vivaces dont les semences pourvues d'une pointe s'enfoncent dans le sable en tournant comme une vrille sous l'effet du vent. Pionnières des régions désertiques, elles ne supportent guère des températures inférieures à 0 °C.

Parmi les espèces méditerranéennes, *Stipagrostis obtusa* (Del.) Nees, *S. plumosa, S. ciliata* exigent des terres légères sablonneuses et *S. adsensionis* est moins stricte sur la nature du sol. On la trouve dans les groupements à *Eragrostis papposa* (Dufour) Steud., mais aussi dans les groupements à armoise champêtre sensible au surpâturage. On citera les espèces suivantes.

• *Stipagrostis plumosa* (L.) Munro, composante de l'association à armoise champêtre sur sols sableux. Ses feuilles sont courtes et piquantes. Seule la branche médiane de l'arête est plumeuse.

• *Stipagrostis pungens* (Desf.) de Winter. Le **drinn**, Graminée vivace (appelée aussi *Aristida pungens* Desf.), à longs rhizomes rameux, est adapté à la vie dans les sables et même dans les dunes ; il est très répandu sur le littoral, les steppes et les plateaux, du Maroc à la Lybie. Ses longues racines sont garnies d'un étui mucilagineux. La tige atteint 1 mètre, les gaines inférieures sont roussâtres. Les feuilles très rigides, piquantes au sommet sont enroulées. La panicule est assez lâche. Les 3 branches de l'arête trifide sont plumeuses. Le caryopse cylindrique jaune se propage facilement mais la plante se reproduit aussi végétativement par développement des racines adventives. La plante fleurit aux pluies de printemps et après les pluies d'été. Les groupements de *S. pungens* sont liés aux dunes, aux placages sableux, aux lieux ensablés, à hivers doux (température > 0 °C). Le drinn occupe de grandes étendues, souvent en peuplements purs, mais parfois accompagné d'espèces comme *Retama retam*. C'est une plante fourragère médiocre, utilisée par les moutons, les chèvres, mais surtout les chameaux. Dans la steppe sur sable, elle fournit 1 à 5 kg MS·ha^{-1}. On estimera sa valeur énergétique à 0,30 UF·kg MS^{-1}.

3.10. Les Chloridées

Cette tribu comporte des plantes à épillets disposés sur deux rangées et se trouvant d'un seul côté de l'axe. Citons parmi elles et pour la région méditerranéenne les deux espèces suivantes.

• *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Appelée aussi **bermuda grass** ou **chiendent pied-de-poule**, cette espèce cosmopolite est un des constituants de base de beaucoup de parcours sableux ou de jachères, depuis le littoral jusqu'au Sahara. C'est une vivace, à rhizome et à stolons traçants et à tiges couchées s'enracinant très facilement. C'est une herbe à pousse estivale qui se propage rapidement dans les vergers, les oliveraies et les luzernières où il est difficile de la détruire. En régions sèches et en terres légères, elle profite bien des appoints d'eaux de ruissellement et constitue une herbe naturelle productive de bonne valeur fourragère (de l'ordre de 0,5 UF·kg MS^{-1}) et résiste bien au pied et à la dent des animaux. Susceptible de réagir aux moindres pluies, elle fournit aussitôt quelques feuilles d'un fourrage fin, riche en azote, très apprécié, qui reste consommable en été (la pleine production en Afrique du Nord a lieu en juillet-août).

• *Chloris gayana* Kunth. Chloridée voisine du chiendent, le *Chloris gayana* est originaire d'Afrique orientale. C'est une excellente Graminée fourragère qui peut être

introduite en terres irriguées et salées (oasis). Elle se multiplie par graines et par stolons et couvre bien le sol.

3.11. Les Oryzées

• *Lygeum spartum* L. Le **sparte** est une espèce commune de la steppe limoneuse et des pentes argileuses qu'on trouve aussi sur sols salés ou gypseux. Il est rare sur des pâturages sableux. On le trouve en climats semi-aride et aride où il pleut moins de 200 mm, à variante au moins tempérée dans lesquelles la température hivernale ne descend pas au-dessous de 2 °C. Vivace avec un rhizome de couleur jaune paille couvert d'écailles dures brillantes, le sparte a des feuilles glauques, coriaces, enroulées et qui se différencient de celles de l'alfa (on l'appelle faux alfa) par une grande ligule. Les tiges sont terminées par une spathe de plusieurs millimètres contenant 2 à 3 fleurs soudées par leurs glumelles et entourées de grands poils soyeux. C'est une espèce rustique qui se propage facilement et dont la floraison s'étale de mars à mai. La valeur nutritive du sparte varie beaucoup au cours de l'année. Il est surtout consommé un mois avant la floraison et à l'automne-hiver. Les bourgeonnements du rhizome sont très appréciés ; en pleine croissance en mai, la plante peut avoir une valeur énergétique élevée de l'ordre de 0,8 UF·kg MS^{-1}. Mais cette valeur baisse rapidement avec l'augmentation rapide de la teneur en cellulose brute qui peut atteindre plus de 45 %, tandis que la digestibilité peut passer de près de 60 % à près de 20 %. La plante constitue alors un aliment de secours. Les steppes de sparte sont considérées comme de bons pâturages à cause des nombreuses autres plantes qui l'accompagnent. C'est une psammophyte et gypsophyte, en expansion dans les sables d'Afrique du Nord après dégradation des nappes alfatières. Le sparte est mélangé à l'armoise et la remplace en régions gypseuses.

• *Ehrharta calycina* Smith. Cette espèce, originaire d'Afrique du Sud, a été introduite dans le Bassin méditerranéen. C'est une plante vivace qui forme des touffes compactes et touffues d'un vert sombre taché de rouge. Les racines entourées d'une gaine mucilagineuse forment un système racinaire très dense, qui peut être arraché par la dent des moutons. C'est une espèce des sols sablonneux, résistant à des conditions d'extrême sécheresse grâce à un repos estival total prolongé.

4. PRINCIPALES GRAMINÉES DES RÉGIONS TROPICALES

4.1. Afrique

4.1.1. Les Andropogonées

• *Andropogon gayanus* Kunth. C'est une herbe vivace, cespiteuse, dont les touffes peuvent atteindre 100 cm de diamètre. Chaumes dressés, robustes, cylindriques (jusqu'à 8 mm de diamètre), glabres, pouvant dépasser 3 m de haut à la floraison. Gaine foliaire striée, étroite, glabre ou courtement pubescente. Limbe linéaire, long de 40 à 60 cm, large de 10 à 25 mm, se terminant en une longue pointe effilée, glaucescent devenant brun-rougeâtre. Nervure épaisse, saillante en dessous et blanchâtre. Fausse panicule spathée, longue de 40 à 60 cm, composée de feuilles ou de bractées foliacées enveloppantes. Épillets groupés par deux, l'un sessile l'autre pédicellé.

L'espèce est très polymorphe. Quatre variétés ont été reconnues :
– var. *gayanus* (= var. *genuinus* Hack.) ;

– var. *tridentatus* Hack. ;
– var. *polycladus* (Hack.) Clayton (var. *squamulatus* (Hochst.) Stap.) ;
– var. *bisquamulatus* (Hochst.) Hack.

Andropogon gayanus est très répandu en Afrique tropicale, de part et d'autre de l'équateur, et il croît dans les savanes d'une vaste zone dont la pluviosité est comprise entre 400 et 1 500 mm par an. Au nord, il pénètre dans le domaine saharien (Adrar de Mauritanie, Adrar des Iforas au Mali, Aïr au Niger). Au sud, on le trouve parfois dans les clairières de la forêt dense.

Le cycle de végétation de cette Graminée est relativement long (6 à 7 mois). Les souches produisent de jeunes feuilles dès le début de la saison chaude humide, marqué par l'élévation du degré hygrométrique de l'air et par la chute de quelques pluies. La floraison a lieu vers la fin de la saison des pluies et la dissémination des diaspores en saison sèche fraîche. Toutefois, dans les stations où il y a présence d'humidité en permanence, *A. gayanus* peut émettre des chaumes florifères durant toute l'année. En saison sèche chaude, dans les stations sèches, le développement de la plante se ralentit et cesse même complètement (les parties aériennes se dessèchent).

L'une des principales qualités d'*A. gayanus* est sa remarquable résistance à la sécheresse ; il s'accommode de climats dont la saison sèche peut durer jusqu'à 9 mois. Il ne supporte guère les températures inférieures à 4 °C.

Ses exigences édaphiques sont assez élastiques : il pousse sur des types de sols très variés (cependant les terres argileuses lourdes, à mauvais drainage, lui sont moins favorables). Dans le domaine sahélien, il se trouve surtout dans les endroits les plus humides (creux des anciennes dunes fixées à relief très amolli) où il devient abondant et souvent même exclusif.

A. gayanus entre dans la composition d'un grand nombre de types de pâturages et s'implante souvent dans les terrains cultivés, les jachères, les friches, ainsi qu'au bord des chemins, pistes, sentiers.

Dans les savanes arborées soudaniennes, la paille d'*A. gayanus* fournit un aliment puissant aux feux de brousse (voir paragraphe 3 du chapitre 7). Les flammes qui consument les chaumes de grande taille montent très haut et communiquent ainsi le feu aux arbustes et aux arbres. Mais l'espèce résiste bien aux feux de brousse ; ses touffes donnent de jeunes pousses abondantes très recherchées par le bétail. Toutefois, des brûlages trop fréquents finissent par l'éliminer.

A. gayanus est très probablement la Graminée la plus interessante des pâturages tropicaux dans leur ensemble. C'est aussi très probablement la Graminée qui fournit le plus gros volume de matière verte consommée par les animaux des savanes (tableau 4.2). Outre le pâturage direct, cette espèce peut être utilisée pour la constitution de réserves sous forme de foin ou d'ensilage.

Les rendements moyens en fourrage vert de culture sèche sur de bonnes terres, ou avec une fumure suffisante, sont de 30 à 40 $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$, soit 7 à 8 t MS ou 4 500 à 6 000 UF. Dans les régions tropicales humides, les meilleurs rendements peuvent atteindre, en vert et sans fumure, 60 à 70 $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$. La valeur alimentaire varie avec la saison de récolte et le stade phénologique. La teneur en matière azotées digestibles décroît beaucoup en fin de saison sèche (tableau 4.2).

On peut retenir les valeurs moyennes suivantes :
– 0,15 UF·kg MS^{-1} (0,10 à 0,20 UF) ;
– et jusqu'à 0,30 UF en saison sèche, soit autour de 0,60 UF·kg MS^{-1} (0,45 à 0,80 UF) ;
– 40 à 50 g MAD·kg MS^{-1} (9 à 15 $g \cdot kg^{-1}$ en vert) et en période sèche seulement 25 à 35 g.

Tableau 4.2. Valeur fourragère de *Andropogon gayanus*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère				
		MAB	Mcel	MM	UF_b	MAD_b	UF_s	MAD_s	MAD/UF
Feuilles*	30	8,2	35,3	7,3	0,17	12	0,57	41	72
Feuilles**	37	7,1	35,0	5,7	0,22	11	0,60	31	52
Repousse***	42	8,8	39,0	6,8	0,44	traces	0,46	traces	-
Paille	82,3	1,1	41,2	3,9			0,42	traces	-

MS : matières sèches ; MAB : matières azotées brutes ; Mcel : matières cellulosiques ; MM : matières minérales, cendres ; UF_b : unité fourragère par kilo de matière brute ; MAD_b : matières azotées digestibles en gramme par kilo de matière brute ; UF_s et MAD_s : idem par kilo de matière sèche.
* feuilles basales en août ; ** feuilles basales en octobre ; *** repousse après feu en mai.

Sources : d'après Boudet G. (1991), *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*, 4e éd., Manuels et précis d'élevage n°4, IEMVT, La Documentation française, Paris, 266 p. ; Toutain B. (1974), *Étude agrostologique en vue de l'implantation d'un ranch dans la région de Léo (Haute-Volta)*, Études agrostologiques n° 40, IEMVT, Maisons-Alfort, 195 p.

La production est donc en moyenne de 4 500 à 10 000 UF, et de 350 à 700 kg de matières azotées digestibles, par hectare et par an.

• *Andropogon chinensis* (Nees) Merr. ou *A. ascinodis* C.B.Cl. C'est une herbe vivace cespiteuse, de taille moyenne, de 1,20 m à 1,60 m à la floraison, au feuillage abondant, généralement velu, légèrement bleuté. Il existe des variétés glabres. Espèce africaine et asiatique très répandue. Elle est dominante dans les savanes soudano-guinéennes sur sol sableux. Sa productivité est élevée. Bien appréciée par le bétail et assez résistante au broutement, c'est une bonne espèce fourragère des terrains légers. Elle est souvent associée à diverses espèces d'*Hyparrhenia*.

• *Chrysopogon aucheri* (Boiss.) Stapf. Cette herbe vivace, appelée aussi *Andropogon aucheri* Boiss., est plus ou moins densément cespiteuse, à rhizome court. Ses chaumes dressés sont hauts de 20 à 60 cm, simples ou rameux à la base, feuillés jusque vers l'inflorescence. Feuilles inférieures à gaine arrondie sur le dos, côtelée. Feuilles supérieures à gaine comprimée, fortement carénée. Ligule ciliée. Limbe court, linéaire (3 à 10 cm de long et 1,5 à 3 mm de large), vert-glauque, insensiblement atténué au sommet aigu, à nervure médiane plus ou moins saillante. L'inflorescence est une panicule de triade d'épillets de 5 à 10 cm de long, dressée, d'abord enfermée à la base dans la dernière gaine. Épillets par trois à l'extrémité des divisions de la panicule, 1 sessile et 2 pédicellés ; à maturité la triade se détache en entier du pédoncule épaissi et hirsute (soies fauves au sommet) par une articulation.

L'espèce étant polymorphe, plusieurs variétés ont été décrites :
– var. *chrysopus* (Coss.) M. & Weil. (= *Andropogon chrysopus* Coss.) ;
– var. *quinqueplumis* (A. Rich.) Stapf (= *Andropogon quinqueplumis* Hochst.), la plus répandue en Afrique tropicale sèche, et
– var. *pulvinatus* Stapf en Somalie.

Chrysopogon aucheri est une plante très résistante à la sécheresse, qui pousse dans des stations très inhospitalières (rocailles, fentes de rochers, sables dunaires, sols gypseux, laves et cendres volcaniques) et peut se contenter de peu d'eau (moins de 150 mm par an en Afrique tropicale sèche).

Cette Graminée joue un rôle physionomique important dans certains paysages végétaux de l'Afrique de l'Est (Éthiopie, Djibouti, Somalie). Par contre, elle ne forme jamais de peuplements importants dans les régions désertiques du Tchad et du

Niger. C'est une bonne herbe fourragère, très appréciée par tous les animaux et plus particullièrement par les dromadaires et les petits ruminants. Elle est très recommandée pour la régénération des pâturages désertiques dégradés et pour la fixation des sables. L'espèce peut être multipliée par semis ou, de préférence, par éclats de souche.

• *Lasiurus scindicus* Heurard. Cette Graminée est aussi connue sous l'un des noms suivants, *Rottboellia hirsuta* Vahl, *Elionurus hirsutus* (Vahl) Munro, *Saccharum hirsutum* Forssk., *Lasiurus hirsutus* (Vahl) Boiss. C'est une herbe vivace, plus ou moins densément cespiteuse, à chaumes raides, dressés, plus ou moins ramifiés et ligneux à la base, pouvant atteindre 100 cm de haut à la floraison. Nœuds plus ou moins poilus. Les chaumes naissent d'un rhizome oblique, plus ou moins vêtu de gaines hirsutes ou de leurs débris. Gaines cylindriques, longuement persistantes, lisses, glabres ou plus ou moins poilues, un peu ciliées vers le sommet ; ligule réduite à une frange de poils ; limbes foliaires étroits, linéaires, terminés en longue pointe sétacée, les inférieurs atteignant 30 cm sur 6 mm, les supérieurs à gaine très dilatée (gaine spathacée), durs, glauques, glabres ou plus ou moins poilus, à marges scabres et portant souvent vers la base de longs cils très espacés insérés sur un tubercule. Inflorescences d'un blanc soyeux, atteignant 14 cm sur 6 mm, à rachis plus ou moins fragile. Épillets insérés par deux (parfois trois), tous dépourvus d'arêtes.

Plante des régions désertiques et subdésertiques de l'hémisphère Nord de l'Ancien Monde. Occupe tout le Sahara (septentrional, subocéanique, occidental, central, méridional), le Proche et le Moyen-Orient arides. Elle pousse dans des stations très diverses : sables et graviers, éboulis, lits rocailleux de torrents, lits sablonneux d'oueds, sols argilo-sableux, etc. C'est une espèce très résistante à la sécheresse, qui fleurit après les pluies et en saison sèche fraîche (en Mauritanie). Les touffes peuvent rester longtemps vertes, mais se dessèchent lorsque les conditions d'existence deviennent trop sévères ; elles reverdissent rapidement dès la moindre pluie.

Cette Graminée entre dans la composition de la steppe sahélienne à *Acacia* : *A. erhrenbergiana* Hayne, *A. tortilis* (Forssk.) Hayne ssp. *raddiana* et *Panicum turgidum* Forssk. ; elle a également été observée dans la steppe à *Nucularia perrini* Batt. (Chénopodiacée) sur sol limono-gypseux, couvrant de vastes étendues au nord de Nouakchott en Mauritanie (moins de 150 mm de pluie).

Lasiurus scindicus est considérée comme une excellente plante fourragère des régions désertiques, broutée par les dromadaires, les moutons et autres animaux, surtout lorsqu'elle est jeune ; en outre, son fourrage est apprécié pour ses qualités nutritives.

• *Hyparrhenia subplumosa* Stapf. C'est une grande Graminée cespiteuse de savane, atteignant 2 à 3 m à la floraison. C'est l'espèce la plus commune des savanes soudano-guinéennes d'Afrique. On la rencontre dans toutes les formations de savane, de la savane marécageuse à la forêt claire. Elle supporte n'importe quel type de sol, mais son optimum de développement se réalise sur les sols sablo-argileux ou argilo-sableux. C'est une espèce morphologiquement très variable, généralement bonne fourragère, sauf lorsque les feuilles sont trop rigides, ce qui arrive dans certaines souches rares. Sa productivité est toujours très élevée et sa résistance au broutement est satisfaisante.

• *Hyperthelia dissoluta* (Nees) W.D. Clayton. Encore appelée *Hyparrhenia dissoluta* (Nees) Hubbard, cette Graminée vivace cespiteuse atteint 2 à 3 m à la floraison. C'est une des espèces soudano-guinéennes qui remonte le plus au nord dans

les pays du Sahel. Elle fréquente plutôt les sols sableux, mais on la rencontre aussi sous les terrains à texture équilibrée. Elle peuple les jachères en sol sableux et devient souvent dominante. Sa productivité est élevée, comparable aux autres espèces d'*Hyparrhenia*. Grâce à son feuillage tendre, la plante est très appréciée par le bétail. Elle résiste parfaitement au broutement en émettant des talles latérales. Contrairement aux autres espèces consommées, la plante ne régresse pas par suite du broutement ; au contraire, elle a plutôt tendance à envahir la pâture et à se substituer aux autres espèces en régression. Elle supporte aussi, dans la zone humide, de fortes charges et même des erreurs de gestion.

Autres espèces du même genre :

• *Hyparrhenia diplandra* (Hack.) Stapf. Plante très voisine de la précédente, avec laquelle elle est souvent confondue. Moins fréquente qu'*H. subplumosa* dans les savanes d'Afrique occidentale, elle est beaucoup plus répandue en Afrique orientale et dans le Sud-Est asiatique. Sa productivité est tout aussi élevée, sa valeur fourragère et sa résistance au broutement sont bonnes.

• *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf. Graminée vivace cespiteuse de 2 à 3 m. Il en existe des formes annuelles plus rares mais qui sont sans grand intérêt fourrager. *H. rufa* est une espèce comparable aux précédentes, mais qui fréquente les sols argileux, vertiques ou non, et pouvant supporter l'hydromorphie. Sa productivité est très élevée ; son appétibilité et sa résistance au broutement sont excellentes. De ce fait, la plante a souvent été proposée pour la culture fourragère. Plante d'Afrique et d'Amérique tropicale, introduite dans beaucoup d'autres parties du monde.

4.1.2. Les Aristidées

• *Stipagrostis pungens* (Desf.) de Winter. C'est une herbe vivace, appelée aussi *Aristida pungens* Desf., robuste, à rhizomes traçants émettant de nombreuses racines adventives non rameuses. Chaumes atteignant 100 cm ou davantage, rameux et glabres. Gaines inférieures roussâtres ; limbes foliaires longs de 10 à 30 cm, raides, "junciformes", piquants au sommet, glabres en dessous et scabres ou pourvus de poils courts en dessus. L'inflorescence est une panicule dressée, plus ou moins lâche, à nombreux épillets jaune paille.

Stipagrostis pungens est une xérophyte, particulièrement remarquable par son adaptation à la vie en terrains sablonneux (massifs dunaires, sols ensablés) et en climats très secs (déserts chauds). Elle constitue souvent des formations steppiques claires très étendues. Ses racines sont remarquables par leur grande extension verticale et latérale, en même temps que par un manchon de grains de sable, agglutinés par une sécrétion mucilagineuse tout le long de la zone pilifère. Des expériences faites au laboratoire ont montré l'efficacité de ce manchon contre les pertes d'eau. Les racines latérales, pouvant atteindre une longueur de 20 mètres, sont situées très près de la surface du sol et peuvent ainsi absorber à la fois l'eau des pluies et celle des condensations, lorsqu'il s'en produit ; cependant, le système racinaire ne résiste pas à des périodes de sécheresse trop longues.

En outre, le vent peut être un facteur de mortalité, en déchaussant les végétaux des dunes, mettant ainsi à nu leurs racines, qui sont alors exposées à la dessiccation. Les touffes desséchées sont alors emportées par le vent. *S. pungens*, plus rigide que *S. acutiflora* (Trin. & Rupr.) de Winter, parvient à prolonger sa vie en faisant participer ses feuilles en contact avec le sol à la sustentation de la touffe. S'il y a apport de sable éolien, la touffe peut être réensablée et marcottée. Ainsi, une touffe de *S. pungens* peut donner naissance à une multitude de touffes disposées de façon li-

néaire sur plusieurs kilomètres, en progressant dans le sens du vent dominant (figure 4.4).

S. pungens présente un grand intérêt pour les populations nomades de la zone saharienne et de ses confins. Les fibres servent à faire d'excellentes cordes et des bâts pour dromadaires ; avec les chaumes on confectionne des nattes ; les Maures mangent les graines en couscous.

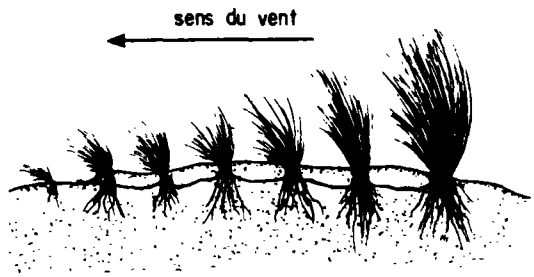


Figure 4.4. Multiplication asexuée de *Stipagrostis pungens* (Desf.) de Winter.

S. pungens est brouté par les dromadaires qui l'apprécient plus ou moins selon son stade phénologique. L'ordre de préférence est le suivant :
1° inflorescences (elles sont préférées à la plupart des autres espèces associées) ; un dromadaire ingère, dans un bon pâturage en fleurs, en moyenne 10 à 15 kg d'inflorescences par jour ;
2° feuilles sèches basales ;
3° chaumes desséchés ;
4° feuilles vertes piquantes (= partie préférée par l'antilope Addax).

A l'état sec, *S. pungens* peut constituer la nourriture presque exclusive du dromadaire pendant des périodes prolongées. La panicule fructifiée est considérée comme la partie la plus nourrissante, galactogène, constituant de mars à juin un excellent viatique, riche en phosphore. C'est une des plantes fourragères sahariennes les plus intéressantes en raison de sa grande fréquence et de sa disponibilité permanente. Comme le dromadaire consomme environ 10 kg par jour de matières vertes dans un bon pâturage en fleurs, la surface nécessaire par animal est de 300 m^2 par jour, lorsque ne sont consommées que les inflorescences, mais quand il ne reste que du "halfe", qui fournit plus de 2 $t \cdot ha^{-1}$ de matières sèches, un dixième de la surface peut suffire. La charge peut donc être estimée à une bête pour 1,2 ha pendant la floraison des savanes les plus denses, et 3 ha par bête dans les pâturages les plus clairsemés.

• *Aristida mutabilis* Trin. et Rupr. Cette Graminée, encore appelée *A. nigritiana* Hack., *A. meccana* Hochst., *A. schweinfurthii* Boiss., *A. longibracteata* Steud. et *A. hoggariensis* Batt. et Trab., est une herbe annuelle à chaumes fasciculés, dressés ou genouillés-ascendants, parfois étalés, simples ou plus ou moins rameux, atteignant une hauteur de 10 à 70 cm à la floraison, striés, légèrement scabres. Les gaines foliaires sont comprimées, carénées, striées, un peu scabres, à oreillettes longuement ciliées. La ligule est réduite à une étroite frange de poils ; les limbes étroits, longs de 6 à 14 cm, sont souvent plans à la base et convolutés plus haut, subaigus, glabres et lisses en dessous, scabres en dessus. Inflorescence en panicule longue de 12 à 20 cm, exserte, à rameaux d'abord dressés, puis étalés, plus ou moins longuement nus à la base, portant à leur sommet des épillets densément groupés (contractés). Épillets uniflores et pédicellés.

Aristida mutabilis croît de préférence sur les sables à bon drainage, c'est-à-dire de texture grossière à fine ; c'est une psammophyte comme *Eragrostis tremula* et *Cenchrus biflorus*, espèces auxquelles elle est souvent associée. Elle fleurit en août-septembre.

La plante est consommée à tous les stades de son cycle biologique par tous les animaux, elle est cependant évitée au stade de fructification car les fruits sont piquants. Sa valeur fourragère (tableau 4.3) est de l'ordre de 0,20 $UF \cdot kg^{-1}$, assez peu

variable entre la saison sèche et la saison des pluies, tandis que la teneur en MAD varie de 5 à 12 g·kg^{-1} d'une saison à l'autre.

Tableau 4.3. Valeur fourragère de *Aristida mutabilis*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère				
		MAB	Mcel	MM	UF_b	MAD_b	UF_s	MAD_s	MAD/UF
Floraison	29	9,1	31,1	8,5	0,18	1,11	0,63	3,8	6
Maturité	33,2	7,7	34,5	8,9	0,19	1,28	0,56	3,9	7
Paille	95,1	2,1	41,0	9,0	0,34	traces	0,36	traces	-

Source : Boudet G. (1972), *Projet de développement de l'élevage dans la région de Mopti (République du Mali)*, coll. "Études agrostologiques" n° 37, IEMVT, Maisons-Alfort, 309 p.

Aristida mutabilis se multiplie par semis. L'espèce pourrait être utilisée pour la régénération de pâturages dégradés sur sols sablonneux ou pour la création de prairies artificielles temporaires, soit seule, soit associée avec d'autres Graminées annuelles ou avec des Légumineuses annuelles et pourrait être alors exploitée soit par pâture directe, soit par fauche.

4.1.3. Les Chloridées

• *Schoenefeldia gracilis* Kunth. Herbe annuelle, plus ou moins glaucescente ; chaumes généralement multiples (fasciculés), dressés ou genouillés-ascendants, d'une hauteur de 15 à 100 cm à la floraison. Gaines foliaires striées, glabres, lisses, plus ou moins lâchement apprimées, arrondies sur le dos, nues à la gorge. Ligule cornée très courte (inférieure à 0,5 mm), brièvement ciliolée. Limbes plans ou plus ou moins enroulés par la sécheresse, linéaires, longs de 20 cm, larges de 2 à 3 mm, atténués en pointe aiguë parfois presque piquante, glabres et lisses extérieurement, intérieurement sillonnés, un peu scabres, de longs poils fins étalés à la base. Inflorescence d'abord incluse dans la gaine supérieure, plus ou moins longuement exserte après l'anthèse, formée de 1 à 5 ou 6 épis digités, atteignant 10 à 15 cm de long ; épis sessiles, unilatéraux (le rachis de chaque épi étant découvert tout le long d'un côté), verdâtres puis jaune paille, longuement plumeux par les arêtes des lemmes, droits et courbés ; rachis plus ou moins triquêtre, caréné, villeux à la base, glabre et un peu scabre au-dessus. Épillets uniflores, fortement comprimés latéralement, sessiles, bisériés-imbriqués sur une seule face du rachis, plutôt groupés par paires.

Schoenefeldia gracilis recherche les sols sableux fins (sablo-limoneux) interdunaires, les terrains limono-argileux, où il peut former des peuplements étendus monospécifiques. Cette Graminée peut croître également sur des sols argileux salés ; elle fleurit en septembre-octobre.

La plante est broutée par les moutons et à moindre titre par les chèvres et les chevaux, surtout à l'état jeune. Sa valeur fourragère (tableau 4.4) est de 0,40 à 0,50 UF·kg^{-1} à l'état sec et de 0,18 à l'état jeune, avec une teneur en MAD de 7 à 9 g·kg^{-1}. La charge possible dépend du degré de couverture du pâturage, elle-même liée aux précipitations.

Les chaumes de *Schoenefeldia gracilis* sont utilisés en sparterie comme bourrage des chaumes de toiture ou pour faire des réparations de toitures ; elle sert aussi à tresser des liens dont on attache les bottes de fourrage ou avec lesquels on arrime les chargements sur les animaux de bât.

Schoenefeldia gracilis se multiplie par semis. Il pourrait convenir à la constitution, dans des parcelles mises en défens, de réserves de fourrage sec sur pied (pailles)

Tableau 4.4. Valeur fourragère de *Schoenefeldia gracilis*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère				
		MAB	Mcel	MM	UF_b	MAD_b	UF_s	MAD_s	MAD/UF
Floraison	35,0	9,7	36,0	9,1	0,18	1,9	0,51	5,5	11
Paille	95,6	2,1	37,8	8,9	0,46	0	0,48	traces	-

Source : Toutain B. et de Wispelaere G. (1978), *Pâturages de l'ORD du Sahel et de la zone de délestage au nord-est de Fada N'Gourma (Haute-Volta)*, 3 vol., IEMVT, Maisons-Alfort.

nécessaires à la soudure en fin de saison sèche. Cette Graminée pourrait aussi être utilisée pour la création de prairies artificielles temporaires, soit seule, soit en association avec d'autres Graminées annuelles ou des Légumineuses annuelles. Les prairies ainsi constituées pourraient être exploitées par pâture directe ou de préférence par fauche.

• *Chloris gayana* Kunth. Graminée vivace à petites touffes de tiges fines, atteignant environ 1 m à montaison. Bien que nécessitant au moins 700 mm de pluie, elle convient sur sites collectant les eaux pluviales au Sahel, ainsi que sur bandes antiérosives et cultures permanentes en zone soudanienne. Exploitée de préférence pour le foin, car les tiges fines sèchent aisément, elle produit 4 à 8 t MS·ha^{-1} en une coupe.

• *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilger. Graminée vivace, à port étalé, à chaumes stolonifères très vigoureux, s'enracinant aux nœuds, elle peut atteindre 1 m à la montaison. Elle convient pour l'amélioration des pâturages naturels, surtout sur sols profonds du secteur sud-soudanien et du domaine guinéen. Exploitée par pâture avec temps de repos de 30 jours, elle produit selon la situation de 7 à 15 t MS·ha^{-1}. Très résistante au broutement, on la préconise dans les zones intensément parcourues par le bétail ou pour la fixation des digues des barrages.

4.1.4. Les Éragrostidées

• *Eragrostis tremula* Hochst. Herbe annuelle, en touffes, à chaumes érigés ou genouillés ascendants, noueux, atteignant 30 à 100 cm de hauteur, parfois davantage (120 cm) à la floraison. Feuilles planes, glaucescentes, étroites, mesurant 20 cm sur 3 à 5 mm. Ligule réduite à une rangée de cils. Souvent une touffe de poils soyeux longs de 3 à 4 mm au sommet de la gaine. Inflorescence en panicule très lâche, légère, 7 à 30 cm de long, de forme ovée, à rameaux longs très étalés portant des ramifications fines terminées par des épillets linéaires de 5 à 25 mm d'un blanc-rosé. Les épillets sont ordinairement pendants et tremblent au moindre vent, d'où l'épithète *tremula* donnée à l'espèce.

Eragrostis tremula est répandu du niveau de la mer jusqu'à 1 600 mètres d'altitude, dans les terrains sablonneux, dans les champs et les jachères des zones sahélienne et soudanienne. C'est une Graminée des climats à saison sèche marquée. Elle se développe pendant la saison des pluies et traverse la saison sèche sous l'état de graines. La taille des individus dépend des précipitations et peut atteindre 100 à 120 cm de haut.

Le cycle biologique complet de cette Graminée, de la germination à la dispersion des semences, est d'environ 20 semaines (avec des précipitations de l'ordre de 600 mm, réparties en une cinquantaine de jours pendant une seule saison de cinq mois) :
– la germination a lieu dès les premières pluies de la saison humide estivale ;
– le début de la floraison a lieu après trois à quatre semaines de croissance ;
– la hauteur atteint son maximum de la huitième à la douzième semaine ;

– à partir de la douxième semaine, la dessication progressive entraîne la maturation ;
– la dispersion des semences s'opère de la quinzième à la vingtième semaine ;
– de la vingtième à la vingt-sixième semaine, les graines ont totalement disparu mais les feuilles subsistent ;
– à partir de la vingt-sixième semaine, les feuilles sont en grande partie totalement détruites et il ne reste plus que des chaumes.

En zone sahélienne, *Eragrostis tremula* entre dans la composition d'un grand nombre de types de pâturages. Cette espèce est très souvent dominante, en association avec d'autres Graminées annuelles, plus particulièrement avec *Aristida mutabilis*, dans de grandes étendues de pâturages sur sols sablonneux (notamment sur d'anciennes dunes fixées) à bon drainage, c'est-à-dire à texture grossière à fine.

On considère que cette Graminée constitue un excellent fourrage pour la zone sahélienne, très fin, recherché à l'état vert aussi bien qu'en sec, parfois vendu sous forme de foin ; elle se laisserait bien ensiler. Sa valeur énergétique est de 0,30 à 0,50 UF, mais sa teneur en protéines est un peu faible (tableau 4.5).

Tableau 4.5. Valeur fourragère de *Eragrostis tremula*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère				
		MAB	Mcel	MM	UF_b	MAD_b	UF_s	MAD_s	MAD/UF
Floraison	60	6,9	34,5	4,7	0,38	1,7	0,64	2,9	4,5
Paille	97	3,4	38,7	5,8	0,49	traces	0,50	traces	-

Source : Boudet G. (1991), *op. cit.*

• *Dactyloctenium aegyptium* (L.) P.B. Herbe annuelle, haute de 10 à 40 cm, mais pouvant atteindre 100 cm en bons terrains. Chaumes dressés, ramifiés, souvent genouillés-ascendants, parfois couchés à la base (rampants) et radicants aux nœuds. Gaines striées, plus ou moins ciliées-barbues à la gorge, les inférieures dilatées, les supérieures plus ou moins comprimées. Limbes foliaires aplatis, longs de 2 à 10 cm, larges de 3 à 5 mm, atténués en pointe subobtuse, glabres ou portant de longs cils insérés sur un tubercule. Inflorescence terminale, plus ou moins longuement pédonculée, portant 2 à 6 épis de 2 à 6 cm. Épillets pluriflores, largement ovales, fortement comprimés latéralement, sessiles, densément imbriqués en deux rangées qui se chevauchent sur un seul côté du rachis.

Dactyloctenium aegyptium est généralement considéré comme une mauvaise herbe pantropicale et subtropicale. Cette herbe pousse dans des stations très diverses, depuis le niveau de la mer jusqu'à 2 100 mètres d'altitude, et affectionne plus particulièrement les sols sablonneux. Elle varie selon les conditions stationnelles : tantôt luxuriante dans les stations humides, tantôt réduite dans les stations qui se dessèchent rapidement. C'est un thérophyte à croissance rapide et à cycle biologique très court, coïncidant avec la saison des pluies (2 à 3 mois en tout), ne présentant aucun caractère d'adaptation à la sécheresse. En zone sahélienne, la floraison a lieu dès juillet et la plante peut se trouver à maturité dès août en terrains secs.

Cette herbe forme parfois des tapis denses ; son abondance semble maximale dans les pâturages fréquentés, ce qui est peut-être lié à l'influence des bouses de vaches ; en effet, elle devient plus luxuriante lorsqu'elle dispose d'un peu d'humus (pied des arbres, pourtour des anciennes bouses, anciennes touffes d'*Aristida sieberana* Trin. disparues par brûlage).

La biomasse d'un groupement à *D. aegyptiacum* dominant varie donc dans de grandes proportions suivant le type de stations :
– alimentation en eau favorable, précipitations abondantes : le tapis de *Dactyloctenium* est dense et l'herbe assez haute (50 cm), la production atteint 18 $t \cdot ha^{-1}$;
– sol sec, précipitations déficitaires : le tapis est clair, l'herbe basse (15 cm), la production ne dépasse pas 3,5 $t \cdot ha^{-1}$.

Cette espèce est unanimement considérée comme une excellente plante fourragère, très recherchée par tous les animaux ; considérée comme donnant de la force au cheval et du lait aux vaches, elle est aussi recherchée par les moutons qui contribuent à la répandre dans les parcs. Elle peut également être utilisée pour l'amélioration des pâturages naturels très fréquentés et où les bonnes herbes fourragères se sont raréfiées parce que broutées excessivement et ne pouvant plus de ce fait se reproduire. Dans ce cas, elle doit être semée en ligne ou à la volée sur des sols profonds, sablonneux ou sablo-argileux, en début de saison des pluies.

4.1.5. Les Panicées

• *Panicum turgidum* Forssk. Plante vivace robuste, suffrutescente (densément buissonnante), pouvant atteindre 150 cm de hauteur au moment de la floraison et bien davantage encore lorsqu'elle n'est pas pâturée. Les racines sont épaisses (plus de 2 mm de diamètre) et souvent pourvues d'un manchon de sable agglutiné par une sécrétion de mucilage (protection contre les pertes d'eau). Chaumes cylindriques, plus ou moins ligneux, pleins, 2 à 4 mm de diamètre, ascendants, ou couchés puis ascendants, à nombreux nœuds épaissis (multinodés) portant très souvent des fascicules de rameaux courts ou longs, ceux-ci portant à leur tour de nouveaux fascicules (chaumes rameux). Gaines foliaires rigides ou coriaces, celles supportant une ramification devenant sèches et de couleur paille clair. Limbes glauques, linéaires, plats ou enroulés, rigides, longs de 20 à 25 cm, larges de 7 mm (mais souvent de taille plus réduite), atténués en pointe subspinescente (souvent réduits à cette pointe), glabres, un peu rudes sur la face supérieure, avec une marge finement spinuleuse-scabre, une nervure médiane mince, blanchâtre et des nervures parallèles nombreuses et très fines. Panicule terminale, atteignant 10 à 25 cm de longueur et 5 à 9 cm de largeur. Pédicelles des épillets courts (environ 4 mm) et épillets ovoïdes acuminés, longs de 4 mm, glabres, glauques.

L'aire de répartition de *Panicum turgidum* est comprise dans un vaste quadrilatère limité par les latitudes 4° N et 38° N et les longitudes 17° W et 80° W, soit une aire s'étendant, d'ouest en est, de la côte occidentale d'Afrique à l'Inde et, du nord au sud, de l'île de Chypre et de la Tunisie à la Somalie et au sud du lac Tchad. A l'intérieur de cette aire, *P. turgidum* a été observé aux altitudes extrêmes suivantes : de 380 m sous le niveau de la mer dans la dépression de la Mer Morte (Ghor es-Safiyeh) et 3 200 m dans le Tibesti.

Panicum turgidum est un chaméphyte cespiteux et ramifié des régions désertiques et subdésertiques chaudes de l'Ancien Monde où elle croît dans des stations sablonneuses et rocailleuses. Dans les zones saharienne et sahélienne, on le trouve dans une grande variété de biotopes : regs sablonneux, "grair", lits sablonneux ou caillouteux d'oueds, dunes littorales, massifs dunaires fixés, etc. C'est une espèce qui résiste très bien à la sécheresse. En effet, elle peut vivre dans des contrées ne recevant que très peu de pluies (moins de 50 mm par an comme en Mauritanie septentrionale). Lorsque les conditions d'existence deviennent trop difficiles, les touffes de *P. turgidum* se dessèchent, elles reverdissent dès la moindre pluie ; en général, *P. turgidum* reste vert très longtemps. La floraison a lieu vers la fin de la saison des pluies et se poursuit pendant la saison sèche.

Le broutement ou la coupe des parties supérieures florifères favorise la ramification le long des chaumes. *P. turgidum* est un constituant caractéristique des savanes subdésertiques, très répandue dans les zones saharienne et nord-sahélienne, mais qui est loin d'être homogène d'aspect et de composition.

La caractéristique écologique marquante des stations à *P. turgidum* est leur extrême aridité édapho-climatique (c'est-à-dire à la fois du sol et du climat). La pluviosité moyenne annuelle de ces régions est de l'ordre de 100 mm, mais avec une variabilité extrêmement importante : une période sèche s'étendant sur plusieurs années n'est pas exceptionnelle. Dans de telles conditions, *P. turgidum* cesse seulement de végéter, tandis que les espèces qui peuvent l'accompagner disparaissent. Le pâturage est constitué de grosses touffes emmêlées et jaunâtres, disséminées sur des dunes par ailleurs totalement dépourvues de végétation. A l'occasion de précipitations favorables, l'ensemble reverdit très rapidement et peut même rester vert plusieurs semaines après les pluies.

P. turgidum est une plante très utile en Afrique tropicale sèche au nord de l'équateur ; en effet, elle sert de nourriture aux troupeaux : petits ruminants et dromadaires surtout, elle fournit aux nomades des graines alimentaires, et, enfin, elle est un bon fixateur des sables.

Diverses appréciations ont été données sur la valeur de *P. turgidum* ; certains ne lui voient qu'une valeur presque nulle, d'autres la considèrent comme un bon fourrage ; en fait, il semble qu'elle soit appréciée par tous les animaux à l'état jeune et seulement par les dromadaires à maturité ou à l'état sec ; mais, en cas de disette, les bovins la broutent (tableau 4.6).

Tableau 4.6. Valeur fourragère de *Panicum turgidum*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère				
		MAB	Mcel	MM	UF_b	MAD_b	UF_s	MAD_s	MAD/UF
Floraison	32,8	6,0	41,4	7,2	0,39	30	0,67	5,2	4,5
Paille	67,1	2,8	39,4	8,5	0,41	6	0,47	traces	-

Source : Gaston A. (1967), *Étude agrostologique du Khanem (République du Tchad)*, Études agrostologiques n° 19, IEMVT, Maisons-Alfort, 147 p. ; Rivière R. (1978), *Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical*, Manuels et précis d'élevage n° 9, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 527 p.

Panicum turgidum se rencontre un peu partout sur les regs sablonneux et les sols de sable fin. Il peut y former des peuplements steppiques étendus ou constituer l'un des éléments caractéristiques de la savane désertique. De par son abondance et sa longue durée, il forme la base de l'alimentation du dromadaire en moyenne Mauritanie. Ses touffes sont consommées pendant la majeure partie de l'année. Malgré une densité à peu près égale à celle des steppes à *Stipagrostis pungens*, la production des steppes à *Panicum turgidum* est bien inférieure, et n'atteint qu'en certains endroits favorisés un peu plus d'une tonne de matière sèche par hectare. Les touffes de *Panicum* sont généralement moins fournies et moins hautes (100 cm en moyenne) que celles de *Stipagrostis*. La grande majorité des touffes de *Panicum* couvrent une surface inférieure à 0,50 m^2. La surface nécessaire à un dromadaire peut être estimée grossièrement pour la saison sèche chaude (mai, juin, juillet), lorsque les touffes de *Panicum* sont assez sèches mais tout de même consommées, à 1 ha, en tenant compte, d'après les relevés effectués, d'une moyenne de 30 touffes·100 m^{-2}. Mais, si l'on tient compte de la distribution inégale des pâturages, il faut peut-être étendre ce chiffre à 6 ha par tête en se basant sur la moyenne de 5 touffes·100 m^{-2}.

P. turgidum est une plante très intéressante pour la fixation des dunes dans les régions ne recevant que 100 à 250 mm d'eau. L'espèce peut être multipliée par semis (de préférence semis en poquets) ou par éclats de souche. A défaut de bois, les chaumes sont utilisés comme combustible en zone saharienne, mais ils sont surtout employés pour la confection de nattes et la couverture des huttes.

Depuis le Sahara central jusqu'au Sénégal et au Soudan, les nomades recueillent le grain et le transforment en farine, en remplacement du mil et spécialement en cas de disette. Sur les confins du désert, on éventre, pour faire cette récolte, les fourmilières de la fourmi moissonneuse. Le tableau 4.6 donne les résultats d'analyses chimiques de *P. turgidum*, ainsi que la valeur nutritive de cette plante, calculée à l'aide de tables hollandaises.

• *Panicum laetum* Kunth. Herbe annuelle, en touffes, atteignant 30 à 60 cm de haut. Chaumes dressés ou genouillés-ascendants, plus ou moins cylindriques, ramifiés dès la base, glabres ou hirsutes, à 3-4 nœuds. Gaines foliaires striées, glabres, parfois hirsutes à poils tuberculés caducs. Ligule réduite à un rebord membraneux cilié. Limbes linéaires à base arrondie, longs de 8 à 25 cm, larges de 5 à 12 mm, glabres mais à marge scabéruleuse, parfois hirsutes. Panicule lâche, longue de 7,5 à 15 cm, à axes grêles, anguleux, striés, lisses ou scabéruleux, les primaires obliques. Pédicelles filiformes, inégaux. Épillets ovés à oblongs-elliptiques, aigus ou subacuminés, peu ouverts (sauf à maturité), longs de 3 mm, larges de 1,5 mm, verdâtres à jaunâtres, glabres.

Panicum laetum est une Graminée typique des dépressions limono-argileuses perméables de la zone sahélienne où elle est souvent très abondante. Elle se plaît sur les terres à dominance argileuse à condition que celles-ci demeurent perméables et non compactes. Elle n'est pas prospère sur les cuirasses argileuses. On la trouve également, mais en mélange avec d'autres Graminées telles que *Echinochloa colona* (L.) Link et *Eragrostis pilosa* (L.) P.B., dans les dépressions limoneuses. Cette plante se développe avec vigueur pendant la saison des pluies. Les graines sont déjà mûres en juillet et les chaumes se dessèchent dès août.

Panicum laetum est une excellente plante fourragère consommée par tous les animaux, aussi bien à l'état vert qu'à l'état desséché. Elle constitue un très bon fourrage pour les chevaux. Elle résiste très bien au broutement : si la sommité est arrachée, une inflorescence latérale vient bientôt remplacer la panicule terminale, de sorte que le broutement intensif de cette plante ne compromet pas sa reproduction (tableau 4.7).

Tableau 4.7. Valeur fourragère de *Panicum laetum*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère				
		MAB	Mcel	MM	UF_b	MAD_b	UF_s	MAD_s	MAD/UF
Floraison	36,6	9,1	27,6	14,1	0,25	1,9	0,58	0,9	2
Paille	95,7	3,8	31,9	10,2	0,59	0,1	0,49	traces	-

Source : Boudet G., Cortin A. et Macher H. (1971), *Esquisse pastorale et esquisse de la transhumance de la région de Gourma (République du Mali)*, ministère de la Production, Bamako, 283 p. ; Rivière R. (1978), *op. cit.*

Les graines, très nombreuses sur chaque pied, sont souvent utilisées comme aliment de cueillette, et pas seulement en temps de disette ; c'est une des meilleures petites céréales sauvages dont le grain est parfois vendu sur les marchés.

Cette plante se multiplie par semis, de préférence sur sols fins sablo-argileux, et pourrait être utilisée pour la régénération de pâturages ou la création de prairies.

• *Panicum maximum* Jacq. Grande plante cespiteuse, pouvant atteindre 3 m à la floraison, mais souvent plus basse, entre 1,5 et 2 m, *P. maximum* n'est pas une plante de savane, mais une espèce des clairières et des lisières forestières, qui envahit les bords des routes ou les terrains défrichés. Cependant, elle résiste parfaitement au feu. Elle se distingue des Graminées savanicoles par ses feuilles larges, de 10 à 40 mm suivant les variétés, et qui restent longtemps vertes en saison sèche. Espèce guinéenne, *P. maximum* résiste cependant bien à la sécheresse. Il supporte sans problème des pluviosités de 800 à 900 mm et 5 à 7 mois de saison sèche sans irrigation (peut-être plus, mais les expériences récentes sont à confirmer). Les sols sableux lui conviennent, mais sa résistance au broutement est meilleure sur les terrains à texture équilibrée. La plante est bien broutée et présente une excellente valeur alimentaire à condition qu'elle soit consommée jeune (30 à 40 jours), et qu'elle ne souffre pas de carences en azote. Sa productivité peut être considérable, la plante répondant parfaitement à la fertilisation. *Panicum maximum* est une espèce très variable dont il existe un grand nombre de variétés naturelles. La plante a aussi fait l'objet de travaux génétiques et des variétés améliorées ont pu être créées. Originaire d'Afrique et de Madagascar, *P. maximum* a été introduit à grande échelle en Amérique du Sud et dans beaucoup d'autres endroits du globe.

• *Echinochloa stagnina* (Retz.) P.B. Graminée vivace (appelée **bourgou**) des prairies aquatiques, inondées pendant quelques mois sur sol limoneux à argileux, particulièrement en Afrique tropicale sèche (où elle constitue les bourgoutières). Les pousses émergées peuvent être récoltées à partir d'une pirogue (faucardage). A la décrue, toutes les pousses sont pâturables. Après la décrue, les "pailles" sont très appréciées en pâture de nuit, contrairement à celles de *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf. Les repousses sont importantes sur sol à bilan hydrique positif, en saison sèche (tableau 4,8). La production atteint :
– 4 t MS·ha^{-1} en tiges émergées,
– 13 t MS·ha^{-1} en tiges submergées,
– 150 kg MS·ha^{-1} de repousses en 30 jours de saison sèche,
– 2 500 kg MS·ha^{-1} de repousses en 30 jours par irrigation.

Tableau 4.8. Valeur fourragère de *Echinochloa stagnina*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère				
		MAB	Mcel	MM	UF_b	MAD_b	UF_s	MAD_s	MAD/UF
Pousses*	23	11,6	34,7	12,2	0,11	12	0,44	71	161
Tiges**	12	3,7	42,1	10,1	0,05	3,7	0,29	17	59
Paille	97	3,6	50,6	6,2	0,45	4	0,72	17	24
Repousse***	25	11,2	28,6	20,3	0,17	27	0,54	67	124

* émergées ; ** submergées ; *** en saison sèche.

Source : d'après Laine F. (1987), *Un programme "Vétérinaires sans frontières" : la régénération des bourgoutières dans le cercle de Tombouctou (bilan après 20 ans)*, thèse, École nat. vét. de Lyon, université Claude-Bernard, Lyon, 127 p.

Beaucoup de bourgoutières ont été défrichées et transformées en rizières ; celles-ci ont souvent été mal gérées et se sont dégradées, transformant les terrains en friches *Echinochloa stagnina* n'est pas assez dynamique pour se réintroduire de lui-même, il faut replanter par boutures de stolons en début des pluies sur sol préparé et net-

toyé. La dégradation naturelle des bourgoutières des régions lacustres s'est étendue depuis le début des années soixante au point d'atteindre actuellement un niveau alarmant. L'effondrement de la pluviosité et la baisse du niveau de crue du fleuve Niger ont entraîné une diminution drastique des ressources fourragères. La réduction des superficies en bourgou et leur destruction pour la culture du riz flottant ont entraîné une surcharge des pâturages semi-aquatiques en bétail, phénomène qui provoque la dégradation accélérée des bourgoutières résiduelles.

Au Mali, la sécheresse a eu deux types d'effets sur l'élevage dans la région de Tombouctou :
– un exode massif de la population avec modification des transhumances traditionnelles, abandon des terroirs et création de problèmes fonciers ailleurs ;
– la vente du bétail à bas prix, entraînant un changement du mode d'élevage vers la sédentarisation.

Cette sédentarisation autour de l'eau et la création de cultures ont eu pour conséquences :
— de pousser à remplacer le bourgou par des spéculations agricoles ou maraîchères nouvelles ;
– de modifier l'appropriation des terres voisines et donc les possibilités pour le bétail subsistant d'accéder aux bourgoutières qui existent.

• *Cenchrus ciliaris* L. Herbe vivace, cespiteuse. Chaumes genouillés, puis ascendants, pouvant atteindre 80 à 120 cm de haut à la floraison, mais souvent de taille plus réduite (5-10 à 50-60 cm), à entre-nœuds inférieurs courts (nœuds basilaires rapprochés), glabres, scabres sous l'inflorescence. Gaine comprimée, plus ou moins scabre, à cils tuberculés épars, parfois glabre, à gorge longuement ciliée ; limbe linéaire, long de 5 à 30 cm, large de 2 à 6 mm, atténué en pointe et s'enroulant par temps très sec. Inflorescence en forme d'épi de glomérules (faux épi), cylindrique, 3 à 15 × 0,5 à 2 cm, blanchâtre ou violacée, formée de "pompons" ou glomérules d'épillets entourés de nombreuses soies plus ou moins plumeuses.

On distingue 4 variétés :
– var. *genuinus* (Leeke) M. & Weil.,
– var. *pallens* (Fenzl.) M. & Weil.,
– var. *leptostachys* (Leeke) M. & Weil.
– var. *setigerus* (Vahl.) M. & Weil., cette dernière étant souvent considérée comme une espèce voisine mais autonome : *Cenchrus setigerus* Vahl.

Cenchrus ciliaris est une herbe adaptée aux régions tropicales et subtropicales à pluies estivales et à saison sèche marquée ; elle peut s'accommoder de faibles précipitations annuelles, avec une longue période de sécheresse (moins de 300 mm et 9 mois secs en Mauritanie). Cette herbe peut croître sur des sols squelettiques, sablonneux, sablo-argileux, argileux lourds, ou même salés. On la trouve du niveau de la mer jusque vers 2 000 m d'altitude.

Cenchrus ciliaris est généralement considéré comme une bonne plante fourragère, consommée par tous les animaux, surtout à l'état vert ; ils le refusent dès le stade début de floraison s'ils ont mieux à manger, mais ils le consomment à tous les stades en cas de nécessité.

En Afrique tropicale sèche, *C. ciliaris* existe dans plusieurs types de pâturages mais il n'est abondant que dans l'Afrique de l'Est. Dans les régions arides du Maroc occidental et de l'Afrique occidentale, l'espèce a été éliminée, par surpâturage, de nombreux groupements végétaux où elle pouvait vivre, mais elle se réinstalle rapidement dès la mise en défens.

Le fourrage produit est d'une bonne valeur alimentaire moyenne, 0,50 à 0,60 UF. La teneur en protéines est variable en fonction de l'âge de la plante et peut être très faible : 30 à 80 g de MAD par kg de matière sèche, parfois moins.

Cenchrus ciliaris est surtout utilisé pour des régénérations de savanes ou de steppes dégradées. Cette Graminée peut également être cultivée pour l'établissement de prairies artificielles permanentes. Elle peut être semée, mais on peut aussi repiquer des éclats de souche avec racine, bouturer des chaumes de 60 cm et enterrés sur 3 ou 4 nœuds, ces implantations étant faites tous les 40 cm. L'espèce peut être exploitée soit en pâture directe, soit en fauche, ou des deux façons ; néanmoins, il n'est pas recommandé de faire pâturer durant les douze mois qui suivent l'installation, car le broutement trop précoce gêne la croissance des racines et le développement des parties aériennes. La fauche doit être faite à 10 cm du sol et donne alors un bon foin. L'intervalle entre chaque coupe est très variable en fonction des précipitations.

• *Cenchrus biflorus* Roxb. Appelée aussi *Cenchrus barbatus* Schum. ou *C. catharticus* Del., c'est une herbe annuelle, de hauteur très variable, de moins de 10 cm jusqu'à 1 m. Chaumes dressés ou genouillés ascendants, glabres, un peu scabres sous l'inflorescence. Gaines foliaires comprimées, un peu scabres au sommet, à gorge longuement ciliée. Limbe linéaire ou linéaire-lancéolé, long de 3 à 30 cm, large de 2 à 7 mm, plan, glabre ou portant quelques poils vers la base, atténué en pointe fine. Inflorescences en faux épis cylindriques denses, longs de 5 à 15 cm, larges de 9 à 12 mm, jaunâtres, parfois violacés. Épillets sessiles, glabres, longs de 3,5 à 5 mm, entourés d'un involucre subsessile formé de soies nombreuses, rigides et épineuses, munies de crochets et soudées à la base en une sorte de disque ou de cupule ; tout l'involucre est caduc en entier à maturité.

Cenchrus biflorus est une Graminée psammophile adaptée aux régions tropicales sèches à courte saison des pluies. Elle est particulièrement abondante dans les zones sahélienne et soudanienne, où elle est connue sous le nom de "**cramcram**", qui est une francisation du mot ouolof *hamham*. Cette espèce est douée d'un pouvoir de dispersion considérable, grâce aux épines barbelées des involucres des épillets qui s'accrochent aux vêtements et aux téguments des animaux, mais ces involucres épineux sont une cause importante de dépréciation de la laine et d'accidents divers.

Cenchrus biflorus se trouve dans presque tous les pâturages sur sol sablonneux à bon drainage, où elle peut être dominante et même parfois exclusive ; prolifération qui semble due à une utilisation abusive des pâturages, surpâturage qui implique un piétinement excessif du sol et l'apport de matière organique sous forme d'excréments. Comme la multiplication de cette espèce est favorisée par le bétail, elle arrive à former, dans les pâturages régulièrement fréquentés, des peuplements importants où elle domine largement. Dans de telles aires, la biomasse mesurée au moment où elle est maximale, c'est-à-dire au moment de l'apparition des inflorescences, présente de grandes variations qui suivent celles des pluies, surtout dans la zone nord-sahélienne :
– groupement bien venu, en année humide, et en situation stable : production égale à 5 $t \cdot ha^{-1}$, soit 1 250 kg de matière sèche ;
– groupement mal venu, en année sèche : production très variable d'un emplacement à l'autre, variant de 1 à 2 $t \cdot ha^{-1}$.

Bien mangée en vert (tableau 4.9), l'espèce l'est de moins en moins au fur et à mesure de la formation des graines ; toutefois, en période de disette, elle peut être broutée, et ce, surtout par les ovins et les caprins. De toutes façons, *C. biflorus* déprécie les parcours qu'il envahit, tant par sa faible palatibilité en sec, que par l'obstacle que ses graines opposent à un broutement régulier. Ces graines sont parfois récoltées et mangées crues ou réduites en farine pour la confection de galettes.

Tableau 4.9. Valeur fourragère de *Cenchrus biflorus*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère				
		MAB	Mcel	MM	UF_b	MAD_b	UF_s	MAD_s	MAD/UF
Montaison	27	8,6	34,1	13,5	0,14	1,2	0,50	4,5	9
Floraison	23	16,0	30,3	11,8	0,15	2,2	0,64	11,3	18
Paille (oct.)	94	3,1	38,8	9,0	0,40	traces	0,42	traces	-
Paille (mars)	94	2,6	39,1	11,1	0,35	traces	0,37	traces	-

Source : d'après Boudet G. (1991), *op. cit.*

C. biflorus est exploité soit par pâture directe, soit par fauche, ou alternativement pâturé et fauché ; il se laisse bien faner et donne un foin de bonne qualité ; il pourrait être fauché plusieurs fois au cours de la saison des pluies. On peut aussi l'ensiler ; au cours du processus de fermentation dans le silo, les épis s'amollissent, si bien que les animaux peuvent les manger sans difficulté.

• *Pennisetum clandestinum* Hochst. Le **kikuyu** est une Graminée vivace, rampante, rhizomateuse, développant des stolons courts et épais enracinés aux nœuds. Les pousses fertiles ne sont pas plus longues que les talles stériles. Les épillets sont cachés dans les gaines foliaires et passent inaperçus. Il fournit un gazon dense dans les régions d'altitude de l'Afrique centrale. C'est une plante très appréciée du bétail et de très bonne qualité fourragère qui a donné lieu à des sélections et que l'on sème avec succès sur les terres riches et filtrantes, en particulier sur les sols d'origine volcanique.

Des phénomènes d'allélopathie[3] ont été mis en évidence à la Réunion.

• *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf. Graminée vivace, en touffes, à port dressé, atteignant 1,50 à 2 m. Fréquente sur pâturages naturels moyennement chargés, en secteur périforestier du domaine guinéen, surtout en altitude. Dans ce secteur, elle convient pour la création de pare-feu permanents, car elle y reste verte en saison sèche. Exploitée en pâture toute l'année, elle peut être fauchée et ensilée en fin de saison des pluies.

• *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf. Graminée vivace à port rampant des prairies inondables pendant plusieurs mois et des sols sableux du secteur forestier. Elle peut être bouturée sur les sols humides pour constituer des pâturages inondables, exploitables en saison sèche, mais de moins bonne qualité que les bourgoutières. En raison de leur écologie comparable, les prairies de *B. mutica* sont en compétition avec les rizières.

• *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard. Graminée vivace à port dressé, atteignant 1 m de hauteur à montaison. Originaire du Zaïre, elle convient aux prairies temporaires en domaine guinéen et secteur sud-soudanien. Exploitée de préférence par pâture avec temps de repos de 30 jours ou récolte de foin, elle peut produire jusqu'à 20 t $MS \cdot ha^{-1}$ en 6 récoltes par an en secteur forestier. Sensible aux carences en azote, elle jaunit rapidement sans fertilisation. Sa productivité est élevée, mais sa résistance à la sécheresse est plus faible que celle des autres Graminées de la même zone climatique (*B. brizantha, Panicum maximum*).

3. Élimination de plantes d'espèces différentes par l'intermédiaire de substances toxiques excrétées par les racines.

4.2. Caraïbes

4.2.1. Les Andropogonées

• *Bothriochloa pertusa* A. Camus. D'origine paléotropicale, cette espèce (= *Andropogon portusus* (L.) Willd.) est également naturalisée en Amérique tropicale.On la trouve dans les Caraïbes, plus ou moins abondante selon les îles, mais probablement présente partout. Herbe pérenne cespiteuse, haute de 10 à 60 cm, à chaumes souvent couchés et stolonifères à la base. Nœuds barbus, devenant glabres avec l'âge. Ligule membraneuse courte, ciliée ou frangée. Feuilles naissantes enroulées, en général un peu hirsutes par poils papillonés à la base. Panicule longue de 2 à 7 mm, portant en général de 2 à 7 épis étalés à ascendants. Épillets sessiles de 3 à 4 mm. Première glume de l'épillet sessile poilu dans sa moitié inférieure, et portant au milieu un trou caractéristique, très visible à la loupe. Épillet pédicellé neutre, plus étroit. On la trouve dans les prairies sèches à très sèches, surtout sur vertisols et sols bruns à halloysite. Il y a plusieurs espèces voisines, en général plus grandes et érigées qui peuvent être localement abondantes : *B. saccharoides* (Sw.) Rydb., *B. bladhii* (Retz.) S.T. Blake, *B. ischaemum* (L.) Keng.

• *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf. Cette paléotropicale a été introduite en Amérique tropicale. Elle existe en Guadeloupe, à Sainte-Lucie, et sans doute dans d'autres îles. C'est une herbe pérenne diffuse, à longs chaumes couchés ressemblant à des stolons, chaumes secondaires assez grêles atteignant 100 cm. Nœuds portant des poils longs de 4 à 6 mm. Gaines cylindriques, glabres, plus courtes que les entre-nœuds. Ligule membraneuse tronquée ou parfois un peu frangée de 1 à 4 mm. Feuilles naissantes enroulées, les adultes atteignant 25 cm, glabres ou un peu poilues. Épis presque digités, plus ou moins dressés ou étalés ; plus ou moins teintés de brun pourpre. Rachis et pédoncules des épis glabres. Épillets très imbriqués, plaqués. Ne se distingue facilement de *D. Aristatum* qu'à la floraison, par l'absence de poils au sommet du pédoncule commun. Espèce très appréciée, et de valeur fourragère assez bonne, résistant très bien à la sécheresse. Elle se trouve dans les savanes (souvent en espèce dominante) et cultures sur vertisols, rendzines et sols calciques. Surtout sur substrat calcaire. Précipitations 1 300 à 1 800 mm.

• *Dichanthium aristatum* C. Hubb. Également introduite en Amérique tropicale depuis les régions chaudes de l'Ancien Monde, elle est présente dans beaucoup d'îles. C'est une herbe très voisine de l'espèce précédente, présentant le même aspect. Nœuds à poils étalés très courts (1 mm), ou glabres avec l'âge. Axe et pédoncules sous les épillets de la base finement pubescents ou hispides (à observer en contre-jour sur fond sombre). Arêtes de 8 à 25 mm. Elle végète dans les savanes (souvent en espèce dominante), et dans les cultures sur vertisols, rendzines et sols calciques. On la trouve surtout sur roche-mère calcaire, dans les régions où les pluies sont de 1 100 à 1 400 mm. Espèce très appréciée, et de valeur fourragère assez bonne, résistant très bien à la sécheresse.

4.2.2. Les Chloridées

Cynodon dactylon L. est une espèce pratiquement cosmopolite et ubiquiste, se comportant à la fois en prairiale, en rudérale et en arvale ce qui paraît dû à l'existence de très nombreux écotypes, liés tantôt à l'humidité du sol, tantôt au contraire à sa sécheresse, ou encore au piétinement, à l'ombrage ou à l'intensité du rayonnement, etc. Mais la variabilité morphologique n'est pas corrélée de façon évidente à la variabilité écologique. On peut supposer que la variabilité génétique de l'espèce joue également sur sa valeur alimentaire.

4.2.3. Les Éragrostidées

• *Dactyloctenium aegyptium* (L.) P.B. Cette espèce paléotropicale est naturalisée depuis longtemps en Amérique tropicale et se trouve dans toutes les Caraïbes. Herbe annuelle, à chaumes couchés à la base, et parfois à stolons filiformes. Chaumes florifères hauts de 10 à 60 cm. Nœuds velus. Gaines foliaires glabres, cylindriques, sauf celle de la base plus ou moins carénées. Ligule frangée haute de 0,5 à 1 mm. Feuilles naissantes enroulées, les adultes nettement distiques et souvent subopposées, glabres ou finement velues, souvent ciliées. Épis assez gros, digités par 3 ou 5, portés horizontalement, longs de 2 à 6 cm. Épillets imbriqués, unilatéraux, de 3 à 5 fleurs, ne dépassant pas 4 mm de long. La première glume porte souvent une courte arête. Elle est très facilement identifiable à la floraison par ses gros épis digités horizontaux et se trouve dans les prairies très sèches, surtout sur les hauts de falaises calcaires.

• *Bouteloua americana* (L.f.) Scribn. Cette espèce d'Amérique tropicale se retrouve des Bahamas au Brésil en passant par les Caraïbes et l'Amérique Centrale. Il s'agit d'une herbe pérenne paraissant annuelle (fleurit dès la première année). Chaumes fins, portant des nœuds nombreux et rapprochés, souvent couchés, au moins à la base, devenant très ramifiés avec l'âge, de longueur très variable selon la nature du sol, gaines glabres plus courtes que les entre-nœuds, ligule membraneuse ciliée ou frangée, feuilles naissantes enroulées, les adultes ne dépassant pas 4 mm de large, glabres, ou ciliées à la base par des poils papilleux, filiformes à l'apex. Panicule portant de 5 à 12 épis grêles, longs de 15 à 10 mm, paraissant souvent unilatéraux. Par épi, 5 à 10 épillets grêles et plaqués contre le rachis. Glumes glabres, larges, acuminées ou aiguës. C'est une espèce prairiale et rudérale des régions sèches, végétant surtout sur sols plus ou moins sablonneux.

4.2.4. Les Panicées

• *Paspalum conjugatum* Berg. Originaire d'Amérique tropicale, cette espèce a été introduite sous les tropiques de l'Ancien Monde. C'est une herbe pérenne formant gazon, glabre (var. *conjugatum*, la plus courante) ou poilue (var. *pubescens* Doell, plus rare), Stolons grêles, atteignant 2 m, à nœuds poilus. Chaumes florifères de 20 à 50 cm. Gaines nettement aplaties, ciliées sur les bords. Ligule membraneuse de 1 à 1,5 mm. Feuilles naissantes doublement pliées, les adultes planes, fines assez ternes en dessus, luisantes en dessous, de 8 à 30 cm sur 5 à 18 mm, aiguës, ciliées. Deux épis, presque opposés, étalés, grêles, plus ou moins arqués, de 8 à 12 cm. Épillets sur 2 rangs, très aplatis et appliqués presque ronds, frangés de longs poils soyeux et flexueux. Elle végète dans les régions où les pluies dépassent 1 800 mm, ou sur les sols humides, principalement ferralitiques, ou du moins acides, parfois dans les bas-fonds humides des zones plus sèches (compensation de facteurs). On la distingue de l'*Axonopus compressus*, avec lequel elle est souvent en société, par ses feuilles aiguës, assez ternes en dessus, et souvent plus longues. Appétibilité assez faible, sauf lorsque les animaux n'ont pas le choix.

• *Paspalum notatum* Flogge. Originaire des Caraïbes, d'Amérique Centrale et de l'est de l'Amérique du Sud. Introduite ailleurs sous le nom de "**bahia grass**", cette herbe pérenne à rhizomes écailleux, courts et gros, émet parfois des stolons. Ses chaumes hauts de 15 à 75 cm ont des gaines lustrées, glabres, très imbriquées à la base et persistantes. Ligule formée d'une membrane doublée d'une ligne de poils (cas fréquent chez les *Paspalum*). Feuilles naissantes pliées en deux longitudinalement, les adultes de longueur très variable, larges de 2 à 8 mm, glabres, aiguës à filiformes à l'apex. Inflorescence de deux épis étalés presque conjugués (parfois un troisième plus bas), longs de 4 à 12 cm. Épillets solitaires, en deux rangs, glabres,

largement ovés à obovés, longs de 2,8 à 3,5 mm. Exigences peu marquées. Évite les situations très sèches ou très humides.

• *Paspalum vaginatum* Sw. Herbe pérenne pratiquement pantropicale, à longs rhizomes et stolons, formant souvent des peuplements denses. Chaumes hauts de 10 à 60 cm. Nœuds glabres. Gaines glabres, plus ou moins comprimées, plus larges que les feuilles, courtes souvent très imbriquées, couleur paille. Ligule formée d'une membrane arrondie, haute de 0,5 à 2 mm ; doublée d'une ligne de longs poils raides (caractère fréquent chez les *Paspalum*). Feuilles naissantes pliées longitudinalement, les adultes nettement distiques, rapprochées et courtes. Inflorescence formée de deux épis presque conjugués, dressés ou un peu étalés, longs de 3 à 5 cm. Épillets brièvement pédicellés, glabres, étroitement elliptiques à ovés, longs de 2,6 à 4 mm, en deux rangs sur un rachis de section largement triangulaire. On la trouve sur des sols boueux et salins d'arrière-mangrove, et sols sableux humides littoraux ; ces préférences écologiques "disjointes" sembleraient correspondre à deux écotypes, morphologiquement indiscernables.

• *Paspalum distichum* L. Espèce pantropicale pérenne (= *Paspalum paspalodes* (Michx.) Seribn.) formant de nombreux rhizomes allongés. Chaumes diffus, longs de 8 à 60 cm. Nœuds inférieurs en général hispides. Gaines cylindriques ou peu comprimées, souvent pileuses à la base, glabres plus haut, ou portant des poils raides sur le bord, et deux touffes de poils de part et d'autre du collet. Ligule membraneuse courte, irrégulièrement lacérée. Feuilles naissantes enroulées, les adultes plus ou moins glauques à la face supérieure et très courtes. Panicule de deux épis presque conjugués, parfois avec un troisième (et un quatrième) plus bas, longs de 1,5 à 6 cm, dressés, incurvés ou étalés. Épillets étroitement ovés ou elliptiques, en deux rangs, séparés par des rides membraneuses. Forme souvent des peuplements denses sur les sols très humides ou inondés, les marais, les fossés.

• *Axonopus compressus* (Sw.) P.B. Probablement d'origine américaine et devenue pantropicale, cete espèce est présente dans toutes les Caraïbes. C'est une herbe gazonnante, pérenne, glabre ou presque, à très longs stolons appliqués. Les chaumes émis à chaque nœud des stolons sont en général obliques ou ascendants, très nettement comprimés, et hauts de 5 à 60 cm selon la richesse du sol. Gaines foliaires nettement comprimées. Feuilles naissantes doublement pliées, les adultes d'un vert tendre, lustrées en dessus, obtuses à arrondies à l'apex, en général ciliées, de 4 à 25 cm sur 4 à 20 mm. Panicule de 2 à 5 épis très rapprochés, presque digités (ou les inférieurs plus distants), longs de 2,5 à 6 cm. Épillets oblong, aplatis, longs de 2 à 3 mm, en deux rangs du même côté du rachis. Se distingue du *Paspalum conjugatum* var. *conjugatum*, avec lequel elle est souvent en société, par ses feuilles obtuses ou arrondies à l'apex, lustrées en dessus, et souvent plus courtes. Son appétibilité est assez faible, sauf lorsque les animaux n'ont pas le choix. On la trouve sur les sols acides, en général ferralitiques, avec des précipitations de plus de 1 700 mm, parfois dans les bas-fonds humides des zones plus sèches. Constitue la base des pelouses d'agrément de l'étage de la "forêt moyenne" (ou "forêt mésophile").

• *Brachiaria purpurascens* (Raddi) Henr. Originaire d'Amérique tropicale et introduit dans les tropiques de l'Ancien Monde, ce *Brachiaria* se trouve dans presque toutes les îles. C'est une herbe pérenne à gros chaumes couchés, atteignant 5 m et émettant de gros chaumes secondaires ascendants ou érigés de 0,75 à 1,50 m. Nœuds densément veloutés ou barbus. Gaines plus ou moins poilues. Ligule membraneuse ciliée de 1 mm. Feuilles de 12 à 35 cm, souvent hirsutes à la face supérieure. Panicule de 12 à 20 cm, portant de 8 à 18 branches ascendantes de 2 à 9 cm,

les inférieures souvent ramifiées. Axes de l'inflorescence et pédicelles souvent plus ou moins velus, à longs poils argentés. Épillets glabres d'environ 3 mm, inégalement pédicellés par paires. Glumelles fertiles rugueuses. A ne pas confondre avec *Eriochloa polystachya* d'aspect et d'écologie comparables, dont on le distingue par ses feuilles plus ou moins poilues, et par ses épillets glabres, non soutenus par des coussinets toriques. Cette espèce est souvent appelée *B. mutica* (Tursah.) Stapf, mais la synonymie n'est pas parfaitement assurée. Elle pousse sur des sols plats, profonds, humides et se propage par graines et par fragments de tiges.

• *Echinochloa colonum* (L.) Link. Pantropical et considéré (sans certitude) comme naturalisé dans les régions néotropicales cet *Echinochloa* est une herbe annuelle en touffes, sans stolons ni rhizomes. Chaumes dressés ou étalés, longs de 10 à 70 cm. Gaines glabres, cylindriques ou peu comprimées. Ligule absente ou plus exactement remplacée par une ligne calleuse claire. Feuilles naissantes enroulées, les adultes glabres, courtes, portant parfois des lignes ou des taches pourpres ("forme zonale"). Panicule dressée, de 5 à 15 cm, formée d'un nombre variable d'épis courts (10 à 25 mm), verts ou pourprés. Épillets sans arêtes, de 2,5 à 3 mm. Glumes revêtues de poils fins et courts. Facile à déterminer même à l'état végétatif, par sa ligule simplement figurée par une ligne calleuse claire. C'est une espèce des sols très divers, mais en général plats et plus ou moins inondables par forte pluie, que l'on trouve souvent dans les fossés.

• *Panicum laxum* Sw. Espèce herbacée néotropicale pérenne en touffes, à chaumes de grosseur variable, dressés, ou couchés et radicants à la base. Nœuds glabres. Gaines glabres, cylindriques ou peu comprimées. Ligule membraneuse très courte, plus ou moins nettement frangée. Feuilles naissantes enroulées, les adultes oblongues-lancéolées, vert clair, dressées, à épis assez nombreux et assez espacés, longs de 3 à 10 cm. Épillets glabres, verts ou brunâtres, longs de 1,2 à 1,5 mm, groupés sur de très courtes branches secondaires. Elle végète sur les sols très humides à basse altitude. également le long des chemins forestiers dans les étages mésophile et hygrophile.

• *Stenotaphrum secundatum* (Walt.) O. Kuntze. Présente dans toute l'Amérique tropicale, cette herbe pérenne forme des gazons denses. Stolons nombreux et plus ou moins longs. Chaumes assez gros, couchés à la base, ramifiés, longs de 10 à 30 cm. Nœuds glabres. Gaines glabres, très comprimées et très imbriquées. Ligule membraneuse ciliée ou frangée. Feuilles naissantes pliées longitudinalement, les adultes glabres, mates, oblongues, assez rigides, courtes, planes ou un peu pliées en V, obtuses à arrondies à l'apex. Inflorescence formée d'un seul épi dressé, gros et aplati, long de 3 à 10 cm, à très courtes ramifications enfoncées dans le rachis et portant chacune 1 à 3 épillets aplatis, sessiles ou presque, imprimés dans le rachis, longs de 3 à 5 mm. Cette espèce se reconnaît facilement, même à l'état végétatif, grâce à ses gaines très aplaties et très imbriquées, et à ses feuilles assez épaisses et assez rigides, arrondies ou obtuses à l'apex. Elle présente une écologie complexe puisqu'elle végète
(1) sur sols boueux d'arrière-mangrove,
(2) sur les pentes calcaires sèches,
(3) et, plus rarement, en prairies mésophiles.

Les milieux **1** et **2** sont si différents et si disjoints qu'il est peu probable qu'intervienne une compensation de facteurs ; en fait, il doir s'agir d'au moins deux écotypes bien nets indiscernables par leurs caractères morphologiques.

• *Eriochloa polystachya* H.B.K. Herbe pérenne d'Amérique du Sud et des Caraïbes en touffes denses pouvant atteindre 2 m, ramifiée et couchée à la base. Chaumes assez gros. Nœuds veloutés ou barbus. Gaines cylindriques ou peu comprimées, les basales hirsutes par poils papilleux. Ligule de poils courts, naissant sur une ride ferme. Feuilles naissantes enroulées, les adultes lancéolées, étalées, planes, de 10 à 30 cm, glabres ou presque. Panicule terminale de 15 à 25 cm composée d'épis plus ou moins nombreux et de 4 à 6 cm, étalés ou ascendants. Épillets souvent teintés de pourpre, elliptiques, aigus, en général inégalement pédicellés par paires, chacun soutenu par un disque brun violacé. Ne pas confondre avec de *Brachiaria pupurascens*, d'aspect et d'écologie comparables, dont elle se distingue par ses feuilles glabres ou presque, et par ses épillets plus ou moins poilus, chacun soutenu par un coussinet torique. Cette espèce se trouve sur les sols plats, profonds, humides, et se propage par graines et par fragments de tiges racinées.

4.3. Madagascar

4.3.1. Les Andropogonées

• *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf. Cette Graminée, appelée localement **vero**, **verofotsy** ou **veromena**, est pérenne, cespiteuse, de 0,5 à 2,5 m de hauteur. Les inflorescences sont paniculées, de couleur jaune fauve à brun rouge. Elles sont munies de spathéoles lancéolées d'où sortent des paires de racèmes fauves ou roux de 1,5 à 3,5 cm de long. Chaque paire de racème comprend de 7 à 18 arêtes. A la base du racème se trouvent des paires d'épillets homogames. Les épillets sessiles sont fertiles et aristés, en revanche les épillets stériles sont pédicellés et mutiques. Étant donné sa vaste répartition, l'aspect général de l'inflorescence varie beaucoup en fonction du biotope.

La durée du cycle végétatif de *H. rufa* est d'environ 5 mois et les différents stades phénologiques apparaissent comme suit (la saison des pluies dure de décembre à mai) : montaison début mars, floraison fin mars, fructification début mai.

L'espèce se retrouve partout à Madagascar, même dans les régions arides du Sud, où elle pousse dans les bas-fonds. C'est une plante indicatrice de bons sols. Le surpâturage et les fréquents feux de brousse la font disparaître.

H. rufa constitue avec *H. contortus* la base des meilleurs pâturages malgaches. L'étude comparée de la production de l'association *Hyparrhenia/Heteropogon* montre que les rendements bruts varient de 18 $t \cdot ha^{-1}$ dans l'Ouest (Miadana) à 11 $t \cdot ha^{-1}$ pour le Moyen-Ouest (Kianjasoa).

• *Hyparhenia variabilis* Stapf. Grande herbe pérenne, appelée **verobe**, **verotsanjy**, **verovato**, elle est robuste et a de 2,5 à 3 m de hauteur. Ses inflorescences sont paniculées à spathéoles longs de 2,5 cm. Les arêtes des épillets sessiles atteignent 3 cm. C'est une espèce très polymorphe qui ressemble beaucoup à l'*Hyparrhenia cymbaria.*

L'espèce se trouve sur de bons sols riches en matières organiques, tels que les alluvions, colluvions et les lisières forestières. Elle disparaît dès que le sol s'appauvrit et elle ne résiste pas à l'action répétée des feux.

C'est un bon fourrage à l'état jeune, mais elle se lignifie rapidement et est délaissée par les animaux. Sur des colluvions acides (pH = 5,3), sa production s'élève à 6,78 t $MS \cdot ha^{-1}$.

• *Heteropogon contortus* (L.) P.B. Cette Graminée, appelée localement **danga**, **ahidambo**, est pérenne, cespiteuse, de 0,20 à 0,75 m de hauteur. Les inflorescences sont formées de racèmes de 3 à 10 paires d'épillets. Ces épillets sont munis, à la base, d'un callus allongé, aigu et piquant. La fleur fertile est prolongée au sommet par une arête genouillée de 5 à 10 cm de long. Les épillets stériles sont mutiques et oblongs.

Sous l'effet de la dessiccation, les arêtes s'enroulent les unes autour des autres formant des faisceaux très caractéristiques des savanes à *H. contortus*. Les épillets provoquent des blessures et peuvent causer des plaies et des affections oculaires chez les animaux.

L'espèce est très abondante dans les zones à longue saison sèche, par contre on ne la trouve pas dans la région humide de l'Est malgache. C'est une plante héliophile et grégaire qui pousse sur des sols très divers. Les brûlis trop fréquents et le surpâturage la font disparaître au profit de *Aristida rufescens*.

Le cycle végétatif de *Heteropogon contortus* s'effectue en 3 à 4 mois et son évolution phénologique peut être résumée ainsi : montaison début mars, floraison fin mars, fructification fin avril. Ainsi le cycle de *H. contortus* est beaucoup plus court que celui de *Hyparrhenia rufa*. Ceci mérite d'être pris en compte lors de la fabrication du foin, car il faudra choisir la date de fenaison en fonction du stade phénologique de l'espèce la plus abondante et la plus productive.

• *Chrysopogon serrulatus* Trin. Cette Graminée, appelée localement **ahitrombilahy**, est pérenne, cespiteuse, à rhizome, de 0,5 à 1 m de hauteur. Les inflorescences sont paniculées avec des ramifications grêles verticillées portant une triade d'épillets à poils fauves ou brun doré.

Elle est commune dans l'ouest de Madagascar où elle constitue un bon pâturage. Elle supporte une longue saison sèche (5 à 7 mois) et repousse bien après le passage des feux de brousse.

Dans les savanes arborées de l'Ouest, la composition floristique est la suivante : *Heteropogon contortus* 63 %, *Chrysopogon serrulatus* 23 %, *Hyparrhenia rufa* 6 %, autres 8 %.

Des prélèvements de *Chrysopogon serrulatus* dans la station de recherches de Miadana (nord-ouest de Madagascar) montrent les teneurs indiquées dans le tableau 4.10.

Tableau 4.10. Composition de *Chrysopogon serrulatus*.

Stade végétatif	Composition en % de MS			
	MAB	Mcel	P	Ca
Saison des pluies	5,59	26,8	0,12	0,35
Saison sèche	3,09	34,39	0,05	0,34

• *Trachypogon spicatus* (L. f.) O. Kuntze. C'est une Graminée pérenne, cespiteuse, dont la hauteur varie entre 0,50 et 1,20 m. Les tiges portent sous les nœuds une couronne dense de poils dressés. Les inflorescences sont rigides et formées de 1 à 5 racèmes subdigités avec de longues barbes ayant un aspect duveteux rappelant l'allure d'une scolopendre. Les arêtes des épillets, genouillées, sont fortes et ont de 4 à 8 cm de long.

T. spicatus est une héliophyte polymorphe. Elle abonde sur les Hautes-Terres aux altitudes variant entre 1 000 et 2 500 m, et plus particulièrement sur les sols ferralitiques érodés. On la retrouve aussi dans le Sud d'une façon plus éparse. Elle pousse en touffes épaisses et compactes sur les plateaux de l'Horombe en association avec *Loudetia* sp. La biomasse est estimée à 3,3 $t \cdot ha^{-1}$.

• *Elionurus tristis* Hack. Cette Graminée, appelée localement **ahitsoro**, est pérenne, cespiteuse à chaumes grêles, de 0,75 à 1,20 m de hauteur. Les feuilles sont linéaires, enroulées et partant de la base. Les inflorescences sont formées de racèmes solitaires, grêles, plus souvent de couleur violacée. Les épillets géminés présentent une glume inférieure arrondie sur le dos, bicarénée et soulignée de deux lignes glanduleuses bivalviques.

E. tristis est endémique à Madagascar, elle est commune dans les savanes des Hautes-Terres, sur sols ferralitiques. C'est une constituante de savanes à *Aristida rufescens* ou à *Loudetia simplex*. La feuille a un goût amer.

Composition chimique (en % de MS) : MAB, 6,8 ; Mcel, 34,3 ; Calcium, 0,21 ; Phosphore total, 0,09.

• *Hyperthelia dissoluta* (Ness) Clayton. C'est une Graminée pérenne, cespiteuse, à feuilles souvent glauques, de 1 à 2 m de hauteur. Les inflorescences sont de grandes panicules spathées composées seulement de 2 racèmes. Chaque racème est formé d'un seul épillet fertile avec une forte arête de 7 à 10 cm de long et de couleur jaune.

L'espèce pousse à Madagascar dans les régions du Moyen-Ouest et de l'Ouest avec *Medemia nobilis* ou *Hyphaene shatan*. Dans les savanes herbacées de la zone du Moyen-Ouest, la composition floristique moyenne est : *Heteropogon contortus* 72 %, *Hyperthelia dissoluta* 23 %, autres 5 %.

La composition chimique moyenne de cette espèce est reportée dans le tableau 4.11.

Tableau 4.11. Composition de *Hyperthelia dissoluta*.

Stade végétatif	Composition en % de MS			
	MAB	Mcel	P	Ca
Saison des pluies	5,59	26,8	0,12	0,35
Saison sèche	3,09	34,39	0,05	0,34

4.3.2. Les Aristidées

• *Aristida rufescens* Steud. Graminée pérenne, cespiteuse, avec des grosses touffes à enracinement rhizomateux robuste, de 0,5 à 2 m de hauteur. Les feuilles, linéaires, sont enroulées. Les inflorescences sont en panicules souvent violacées ou roussâtres, à rameaux obliquement dressés au stade jeune. Épillets ayant au sommet 3 arêtes dont la médiane est plus longue que les latérales.

L'espèce est endémique à Madagascar. Elle est très répandue sur les Hautes-Terres et dans les plaines de l'Ouest. Elle indique un stade très avancé de dégradation du sol et du couvert végétal, à la suite des fréquents passages de feux et d'une érosion intense.

C'est une pyrophyte qui, par la rapidité de sa croissance, occupe la couche superficielle du sol, éliminant progressivement toutes les espèces concurrentes. Elle n'est broutée qu'à l'état jeune, mais à ce stade le bétail préfère les Andropogonées (*H. rufa* et *H. contortus*). Son appareil racinaire est extrêmement dense et profond, ce qui lui confère une persistance exceptionnelle une fois bien installée.

L'analyse chimique d'une repousse d'*Aristida*, âgée de 4 mois, donne (en % de MS) : MAT, 4,21 ; Mcel, 36,58 ; Phosphore, 0,10 ; Calcium, 0,20.

La plante est par ailleurs très utilisée pour la confection des toits de chaume des maisons et de balais, d'où son nom malgache **kifafa** (= balai).

• *Aristida congesta* Roem. et Schult. Herbe pérenne, en touffes peu denses, de 0,40 à 0,80 m de hauteur, moins robuste et de taille plus petite que l'*Aristida rufescens*.

Elle se caractérise par une inflorescence en panicules à ramifications interrompues contre l'axe principal, avec les épillets à 3 arêtes subégales.

A. congesta est aussi indicatrice d'un état de dégradation des pâturages. Elle peut être dominante dans certains types de savane soumis régulièrement aux feux.

Comme tout *Aristida*, c'est un fourrage médiocre, les jeunes pousses sont broutées par les animaux. La production, mesurée dans la station d'élevage d'Ambovombe (Sud), est de 2,2 t·ha^{-1} pour une association de 80 % de *Cenchrus ciliaris* (1,6 t·ha^{-1}) et 20 % d'*Aristida congesta* (0,6 t·ha^{-1}).

• *Aristida similis* Stend. Cette Graminée, appelée localement **horombavy** ou **kifafavavy**, est une pérenne proche de *Aristida rufescens*, de 0,30 à 0,70 m de hauteur. Les panicules sont étroites et mesurent 4 à 20 cm de long. Épillets petits de 6 à 7,5 mm de long, à sommet aigu ou aristé.

A. similis est une espèce endémique, abondante dans l'Est. C'est une plante des climats humides ou subhumides. On la trouve sur sols ferralitiques très appauvris. Elle forme les pseudo-steppes des zones orientales.

4.3.3. Les Arundinellées

• *Loudetia simplex* (Ness) Hubb. subsp. *stipoides* (Hock) Bosser. Le **berambo** est une Graminée pérenne, cespiteuse, très polymorphe, de 0,75 à 1,20 m de hauteur. Les feuilles sont protégées à la base par une pilosité laineuse très dense. La ligule est caractérisée par une ligne dense de poils courts, doublée par une ligne de longs cils. L'inflorescence est une grande panicule de 15 à 40 cm de long. Les épillets, très nombreux et lancéolés, sont munis de poils sétacés à base tuberculée et à arête forte, d'une longueur de 2,4 cm. La fleur supérieure fertile possède un callus basal bidenticulé caractéristique.

C'est une espèce de haute et moyenne altitude. Elle est dominante dans les savanes herbeuses de l'Horombe et de l'Ankazobe. Elle s'accommode de conditions écologiques très diverses et forme une savane généralement ouverte, régulièrement parcourue par les feux et utilisée pour les pâturages des saisons de pluies.

L'évolution de la valeur bromatologique d'une association *Loudetia simplex* et *Trachypogon spicatus* est présentée dans le tableau 4.12.

Par rapport aux autres graminées spontanées, *Loudetia simplex* ssp. *stipoides* présente une valeur azotée relativement élevée en saison de pluies.

Tableau 4.12. Composition de *Loudetia simplex*.

Stade végétatif	Composition en % de MS			
	MAB	Mcel	P	Ca
Saison des pluies	5,59	26,8	0,12	0,35
Saison sèche	3,09	34,39	0,05	0,34

4.3.4. Les Chloridées

• *Cynodon dactylon* (L.) Pers. A Madagascar, cette espèce cosmopolite se rencontre, sous les noms de **fandrotrarana**, **kindrese**, dans de nombreux domaines phytogéographiques de l'Île, où elle occupe, en général, les alluvions et colluvions humides, les diguettes et les jachères de rizières.

Les formes gazonnantes se développent dans les stations peu humides où leur feuillage est abondant ; elles constituent de bons pâturages de saison sèche dans la région du lac Alaotra et des plateaux de l'Ankaizina. Les formes ou variétés des

stations moins sèches sont plus grossières, à feuillage réduit, mais leur structure contrarie l'action du ruissellement (enracinement important).

Dans les bas-fonds de Bealanana (Ankaizina), la production de *C. dactylon* s'élève à 3,9 t·ha^{-1} de matière verte ; sa composition chimique est donnée dans le tableau 4.13.

Tableau 4.13. Composition de *Cynodon dactylon* à Madagascar.

Stade végétatif	Composition en % de MS			
	MAB	Mcel	P	Ca
Saison des pluies (fév.)	5,5	33,0	0,21	0,37
Saison des pluies (avr.)	7,7	36,5	0,43	0,20
Saison sèche (sept.)	6,0	32,7	0,18	0,43

Source : Rasambainarivo J. et Razafindratsita R. (1975), Rapport concernant la production animale dans la zone des Bealeana : *Alimentation des bovins et appréciation des pâturages naturels*, Rapport Convention SCET-FOFIFA, Tananarive, 70 p.

• *Ctenium concinnum* Ness. Cette Graminée pérenne a entre 0,40 à 0,90 m de hauteur et des feuilles filiformes enroulées. Les inflorescences sont en épis terminaux, solitaires, barbelés, arqués, spiralés à maturité. Les épillets sont sessiles et insérés sur une face de l'axe à deux rangs et sont comprimés latéralement. La glume présente des nervures fortement tuberculées et à arête courte.

C. concinnum est une espèce commune sur les Hautes-Terres où elle est une des constituantes permanentes des savanes périodiquement brûlées. Elle est souvent associée à *Aristida* sp. et *Loudetia* sp.

4.3.5. Les Orizées

• *Leersia hexandra* Swartz est une plante pérenne aquatique et rhizomateuse, de 0,90 m de hauteur, appelée **vilona**, **tsiriry**, **hosy-hosy** à Madagascar. Les tiges ont des nœuds pileux avec des poils réfléchis. Les panicules sont étroites et présentent des rameaux solitaires portant des épillets, souvent de couleur rougeâtre, ressemblant à ceux du riz. Ces épillets sont solitaires, brièvement pédicellés, oblongs, mutiques et fortement scabrés.

Leersia hexandra est une espèce pantropicale bien adaptée sur toute l'Île, sauf dans le Sud trop sec. Elle forme d'excellentes prairies marécageuses sur sols hydromorphes, riches en matière organique (9 %) et acides (pH = 4,9). Sa croissance ne s'arrête que pendant les 2 mois les plus froids de juillet et août. Bien qu'elle soit considérée comme mauvaise herbe pour la riziculture, elle constitue un bon fourrage qui peut être exploitée pendant presque toute l'année et dont le rendement annuel peut atteindre 11,6 t MS·ha^{-1}.

4.3.6. Les Panicées

• *Echinochloa pyramidalis* (Lam.) Hitch et Chase. Herbe pérenne rhizomateuse et aquatique, de 3 à 4 m de hauteur, connue sous les noms malgaches : **karangy**, **ahydrano**, **sarivary**, **ahilava**, **songolo**. Les chaumes ont des nœuds supérieurs glabres, tandis que les nœuds inférieurs sont densément pubescents. Les inflorescences sont panicu-

Tableau 4.14. Composition de *Echinochloa pyramidalis* à Madagascar.

Stade végétatif	Composition en % de MS			
	MAB	Mcel	P	Ca
Saison des pluies (jan.)	7,6	29,3	0,22	0,56
Saison des pluies (mar.)	11,1	31,4	0,23	0,33
Saison sèche (juin.)	7,1	33,7	–	–

lées et présentent de nombreux racèmes pyramidaux. Dans les conditions écologiques moins favorables, elle donne des formes pouvant se confondre avec d'autres espèces d'*Echinochloa* qui ne forment pas de grands peuplements, comme le fait le "bourgou" en Afrique.

C'est une plante adventice des rizières, comme tous les *Echinochloa* de Madagascar, et un fourrage bien apprécié par le bétail et qui se maintient vert pendant la saison sèche. Sa composition chimique est présentée dans le tableau 4.14.

• *Cenchrus ciliaris* L. Appelée localement **trongatse** ou **ahikotoko**, c'est une herbe pérenne, cespiteuse, de 0,30 à 1,2 m de hauteur. Les inflorescences en faux épis terminaux forment des involucres jaunâtres, parfois violacés. Ceux-ci sont munis de nombreuses soies grêles soudées à leur base en une cupule. Les épillets sont solitaires ou par 2 ou 3, sessiles, lancéolés et atteignant 3,5 à 5 mm de long. La fleur inférieure est mâle et la fleur supérieure fertile. Au toucher, elle est scabre et rugueuse.

Cette plante forme des peuplements monospécifiques sur la zone côtière de l'extrême sud de Madagascar, en arrière du cap Sainte-Marie (une surface de 4 000 ha environ). Sa production varie de 3 à 5,5 $t \cdot ha^{-1}$ de produit brut. Sur sable roux, en peuplement pur, son rendement peut atteindre 7,3 $t\ MS \cdot h^{-1}$.

• *Panicum pseudovoeltzkowii* A. Camus. Cette Graminée, appelée localement **ahipody** ou **ahitoto**, est une espèce pérenne, à rhizome, stolonifère non gazonnante, aux stolons en arceaux, de 0,40 à 0,50 m de hauteur. Les inflorescences sont des panicules lâches avec des épillets subglobuleux, obtus avec des sommets souvent teintés de rose violacé.

L'espèce est endémique à Madagascar. Elle est fréquente dans le domaine du Sud. Elle est maintenue par endroits dans les clairières à fourrés xérophiles dégradés et dans la partie cristalline de l'Androy, où elle fait partie des savanes à *Heteropogon* et *Aristida*.

• *Axonopus compressus* (Swartz) P.B. Appelée localement **ahipisaka**, cette Graminée est pérenne rhizomateuse, stolonifère et gazonnante, de 0,15 à 0,50 m de hauteur. Les nœuds sont pileux. Les feuilles ont des gaines comprimées et carénées. Les limbes sont oblongs et obtus au sommet et densément pubescents sur les deux faces. Les inflorescences subdigitées sont formées de 2 à 5 racèmes grêles, obliquement dressés. Les épillets sont ovés, solitaires et sessiles, à glume inférieure absente, la glume supérieure a la taille et la forme de l'épillet. Ce qui différencie la plante des deux autres "ahipisaka" c'est son inflorescence subdigitée et ses feuilles densément pubescentes.

A. compressus est fréquente à Madagascar dans les domaines humides de l'Est et du Nord-Ouest (Sambirano), ainsi qu'en lisière des forêts. Elle forme souvent une pelouse rase et fermée où ne peuvent s'introduire que de rares espèces. C'est un bon fourrage.

• *Paspalum conjugatum* Berg. L'**ahipisakalahy** est une Graminée pérenne stolonifère et gazonnante, de 0,20 à 0,60 m de hauteur. Les feuilles présentent une gaine comprimée à limbes linéaires et lancéolés. Les inflorescences sont formées de 2 racèmes grêles étalés à 180°, ce qui permet de reconnaître très facilement cette plante. Les épillets sont très caducs à maturité et, par suite de la frange de poils qui les cerne, adhèrent facilement au pelage des animaux, facilitant ainsi la dissémination de la plante.

P. conjugatum est présente à Madagascar dans le domaine à climat humide et à basse altitude (région forestière de l'Est et du Nord-Ouest). Elle peut se trouver en altitude

jusqu'à 1 000 à 1 200 m, sur les alluvions limoneuses des rizières où elle forme des tapis denses, éliminant les autres espèces. Ses caractéristiques différentielles des autres "ahipisaka" reposent sur ses limbes à marges fortement ciliées et à sommet aigu.

• *Stenotaphrum dimidiatum* (L.) Brongn. L'ahipsaka est une Graminée pérenne à stolons ramifiés et enracinés aux nœuds. Les feuilles linéaires sont arrondies au sommet et à la base. Hauteur de la strate : 0,10 à 0,40 m. Les inflorescences sont des faux épis grêles de 15 cm de long, avec un axe plat dont le côté médian est sinueux.

Cette espèce est caractérisée par son aspect général aplati, d'où son nom "ahipisaka" (herbe plate), mais elle diffère de ses deux congénères *Axonopus* par ses feuilles lisses et glabres et son inflorescence en faux épi.

S. dimidiatum est abondante sur la côte est. Elle peut donner des peuplements denses monospécifiques qui colonisent les sous-bois et les plantations de café et de bananes. Sur le plan écologique, elle se retrouve dans la zone humide, les bas de pentes, les bas-fonds non inondés. C'est une bonne plante de pâturage, qui reste verte toute l'année. Sa production varie de 50 à 80 $t \cdot MS^{-1}$.

4.4. Inde

Avec 266 genres et un peu moins de 1 200 espèces, les Graminées forment la famille la plus importante des parcours de l'Inde. Environ 360 espèces sont endémiques et certains genres (*Dimeria* et *Arthraxon*) pourraient avoir leur centre d'origine dans cette région. Les espèces de la tribu des Panicées sont plus spécialement appréciées par le bétail, en particulier les genres *Brachiaria, Digitaria, Setaria*. Par ordre d'abondance d'espèces consommées, viennent donc les Panicées (40 % des espèces consommées), les Éragrostées (19 %), puis les Andropogonées (16 %), suivies par les Chloridées et les Avénées. Ces chiffres, qui sont des ordres de grandeur, tendent à montrer que les Graminées présentent des qualités nutritionnelles

Tableau 4.15. Composition chimique de quelques Graminées fourragères en Inde en pour cent de matière sèche.

	MAT	Mcel	MM	Remarques
Brachiara mutica (Forssk.) Stapf	12,0	28,2	11,2	
Cenchrus ciliaris (L.)	8,4	30,5	16,1	appétabilité ++
Chloris gayana Kunth	12,4	26,8	11,2	
Cynodon dactylon (L.) Pers.	10,9	31,1	12,7	
Dichanthium annulatum (Forssk.) Stapf	7,4	28,2	8,8	appétabilité ++
Eragrostis superba Peyr.	5,3	39,4	6,9	
Heteropogon contortus (L.) P.B.	4,4	39,6	8,0	
Panicum antidotale Retz	13,0	39,1	10,0	
P. maximum Jasq.	14,0	37,3	13,9	
Pennisetum polystachyon (L.) Schult.	10,0	25,2	15,0	
P. purpureum Schumach.	5,4	31,9	16,7	
Sehima nervosum (Rottl.) Stapf	3,5	38,2	8,3	
Rhynchelytrum repens (Willd.) Hubb.	6,0	36,0	8,4	

Les stades et les périodes de mesure ne sont pas précisés par les auteurs ; ces chiffres ne constituent donc qu'une moyenne grossière pour les espèces.

Source : d'après Madhava C., Veerappa K et Dasappa A. (1979), *A comparative outline on the agronomic characters, chemical composition and nutritive value of some common fodder crops*, Doc. n° 16, Univ. Agric. Sci. Hebbal, Bengalore, Inde.

très différentes (tableau 4.15), et donc plus ou moins suivant leur origine. Environ deux cents espèces de Graminées sont importantes pour le bétail, dont une soixantaine d'espèces introduites ou exotiques.

4.4.1. Groupements à *Sehima-Dichanthium*

Les espèces pérennes les plus fréquentes sont toutes fourragères (*Dichanthium annulatum* (Forssk. Stapf, *D. aristatum* (Poir.) C.E. Hubb., *D. caricosum* (L.) A. Camus, *Sehima nervosum* (Rottl.) Stapf). Les genres *Chrysopogon* Trin., *Cymbopogon* Spreng. et *Heteropogon* Pers. sont bien représentés. Toujours abondantes, mais dans des proportions qui varient suivant les pâturages, on note les espèces : *Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Heteropogon contortus* (L.) Roem. & Schult., *Iseilema laxum* Hack., *Sehima nervosum* (Rottl.) Stapf. Les annuelles telles que *Dactyloctenium aegyptium* (L.) P.B. (à aire de répartition très large en Inde), *Echinochloa colona* (L.) Link et *Schizachyrium exile* (Hochst.) Stapf sont communes.

Dichanthium annulatum (Forssk.) Stapf. Espèce cespiteuse pérenne atteignant 1 m. L'inflorescence est un ensemble de racèmes subdigités par trois, parfois plus. Elle est commune en Inde et en Birmanie jusqu'à 1 600 m ; elle n'apparaît pas au Sri Lanka. On la trouve aussi en Afrique tropicale et en Afrique du Nord. Elle se développe dans les régions recevant entre 300 et 1 500 mm de pluie, sur des sols variés. Elle supporte une faible salinité et ne tolère pas l'acidité. Les rendements peuvent atteindre 8 t MS·ha^{-1}·an^{-1} avec une bonne valeur nutritive (en pourcentage de la matière sèche) : protéines 4,6 % à 28 % de digestibilité, fibres 39 %. Cette plante est considérée comme l'une des meilleures espèces fourragères spontanées de l'Inde. Elle est consommée à tous les stades de croissance.

4.4.2. Groupements à *Dichanthium-Cenchrus-Lasiurus*

Ces groupements se développent dans des régions arides et semi-arides du Pakistan et du nord-ouest de l'Inde, Gugurat, Rajasthan, ouest de l'Uttar Pradesh, Delhi et le Punjab. L'altitude de ces régions, de topographie plane, oscille entre 150 et 300 m et la pluviosité entre 100 et 750 mm à l'extrême sud de l'aire de répartition. La température moyenne de juin est de 32 °C, et celle de janvier de 10 °C, avec des gelées dans certains endroits découverts. Les sols favorables sont les sols gris-brun de la classification indienne.

Cenchrus ciliaris L., *C. setigerus* Vahl, *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf, *Lasiurus sindicus* Henr., espèces fréquentes, sont toutes des fourragères pérennes. Les pérennes très communes qui les accompagnent sont : *Cymbopogon jwarancusa* (Jones) Schult., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Dactyloctenium sindicum* Boiss., *Eremepogon foveolatus* (Del.) Stapf. Les annuelles les plus représentatives sont : *Dactyloctenium aegyptium* (L.) P.B., *Echinochloa colona* (L.) Link, *Tragus biflorus* Schult.

Cenchrus ciliaris L. Espèce cespiteuse pérenne à port dressé ou couché, atteignant 3,5 m de haut, commune dans les régions de plaines à sols sableux, de l'Inde et du Pakistan. Elle apparaît dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes caractérisées par des sécheresses importantes (Afrique, Méditerranée), et elle a été introduite en Amérique et en Australie. L'optimum de température pour la photosynthèse avoisine 35 °C, mais des températures plus hautes (45 °C) sont supportées par cette plante. Elle se développe sous des pluviosités de 400 à 600 mm. On la trouve sur des sols alluviaux, latériques, les sols rouges et noirs. Elle préfère cependant les sols calcaires avec un pH de 7,5 et peut supporter des sols très secs. Les rendements atteignent 9 t·ha^{-1}·an^{-1} sous 300 mm de pluie annuelle. Cette valeur semble éton-

namment élevée et représente certainement un maximum absolu. C'est une plante considérée comme l'une des plus riches pour le bétail : protéines 7 à 18 % à 45-60 % de digestibilité, fibres 30-54 %. Elle résiste bien à la sécheresse et fixe le sol.

4.4.3. Groupements à *Phragmites-Saccharum-Imperata*

Il se trouve dans toute la plaine du Gange, du Brahmapoutre, et s'étend vers l'ouest jusqu'au Punjab. La topographie est plane, et l'altitude, qui n'excède pas 150 m dans l'est, avoisine 300 m à Delhi et au Punjab. Ces groupements semblent étroitements liés au mauvais drainage du sol, la nappe phréatique affleure par endroits. Les précipitations sont très variables sur l'ensemble de la zone, avec 4 000 mm au maximum. La température moyenne maximale en juin est de l'ordre de 38 °C, alors qu'en janvier elle est comprise entre 13 et 19 °C. Les sols sont des alluvions.

Les espèces caractéristiques, *Phragmites karka* (Retz.) Trin., *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel, *Saccharum arundinaceum* Retz., *S. bengalense* Retz., *S. spontaneum* L. ne sont pas des plantes fourragères, bien que les stades jeunes de *Phragmites karka* puissent être consommés par le bétail. On trouve, parmi les fourragères pérennes, *Bothriochloa intermedia* (R.Br.) A. Camus, *Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin., *Cynodon dactylon* (L.) Pers. et *Ischaemum timorense* Kunth ; parmi les annuelles : *Dactyloctenium aegyptium* (L.) P.B. et *Eragrostis viscosa* (Retz.) Trin.

Cynodon dactylon (L.) Pers. Cette espèce, déjà citée dans plusieurs régions, est trouvée dans tout le sous-continent, jusqu'à près de 3 000 m dans l'Himalaya sur sol bien drainé, argileux à argilo-limoneux. La production maximale en Inde est observée pour des pluviosités comprises entre 1 000 et 1 300 mm. Le maximum annuel de croissance se situe durant la mousson. Le chiendent a une très haute valeur nutritive : protéines : 7-18 % MS, digestibilité globale entre 45 et 50 %, fibres entre 25 et 35 %. Il protège efficacement le sol contre l'érosion. C'est une plante fourragère de bonne qualité durant la saison sèche.

4.4.4. Groupements à *Chrysopogon*

Ce groupement apparaît au Pakistan, dans la région du Balouchistan où plusieurs millénaires de surpâturage ont détruit la végétation originelle. Les précipitations sont hivernales et passent de 500 mm dans le Nord à moins de 175 mm dans le Sud ; le gel est fréquent en hiver.

Chrysopogon aucheri (Boiss.) Stapf est caractéristique de la zone aride et *Chrysopogon fulvus* (Spreng.) Chiov. se trouve dans la partie nord, semi-aride. On y décrit, entre autres, les espèces *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng., *Bromus tectorum* L., *Cenchrus ciliaris* L., *Pennisetum orientale* L.C. Rich et *Aristida* spp. Le genre *Chrysopogon* est un stade de dégradation provenant d'un pâturage à *Stipa*, *Pennisetum* et *Enneapogon*.

4.4.5. Groupements à *Themeda-Arundinella*

Ces groupements sont fréquents dans les régions montagneuses du Pakistan, de l'Inde, au Népal et au Bengladesh. Partant de la plaine du Gange, il atteint l'altitude maximale de 2 100 m. La température moyenne minimale de janvier est de 13 °C, alors que celle de juin peut atteindre 32 °C. La pluviosité atteint à l'ouest 1 000 mm en moyenne et dépasse 2 000 mm à l'est. Cette région présente les précipitations les plus élevées jamais enregistrées (12 500 mm à Cherrapunjy, Assam).

Themeda anathera (Nees) Hack., *Arundinella bengalensis* (Spreng.) Druce et *A. nepalensis* Trin., pérennes, ne sont pas considérées comme de bonnes fourragères.

Mais le groupement comprend de bonnes espèces pérennes, telles que : *Bothriochloa* sp., *Chrysopogon fulvus* (Spreng) Chiov, *Cymbopogon jwarancusa* (Jones) Schult., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Heteropogon contortus* (L.) Roem. & Schult. Aux stades jeunes, *Themeda anathera* peut être toxique. Parmi les annuelles : *Setaria glauca* (L.) P.B. et quelques *Eragrostis* sont intéressantes.

Heteropogon contortus (L.) P.B. C'est une plante cespiteuse pérenne de 0,60 à 1 m, à feuilles étroites aplaties ou repliées. La gaine foliaire est lisse, comprimée à carénée. L'inflorescence est formée d'un racème solitaire de 3 à 9 cm de long ; les épillets sont sessiles et les glumes développent des arêtes noires enchevêtrées. Elle est présente en milieux secs, jusqu'à 2 000 m dans l'Himalaya. Elle supporte des sols variés et peut devenir dominante sur des sols peu évolués. Largement répandue sous les tropiques, elle tolère des pluviosités de 250 à 1 250 mm. Elle se développe aussi bien sur les sols rouges que sur les sols noirs. Cultivée, cette espèce donne des rendements supérieurs à 6 t MS·ha^{-1}·an^{-1} de bonne valeur nutritive (protéines 6 % de la matière sèche). C'est l'une des plantes fourragères les plus importantes du nord de l'Inde. Le bétail l'évite cependant lors de la fructification car les arêtes et des graines blessent leurs muqueuses.

4.4.6. Groupements du Chagai-Iharan et de la côte du Pakistan (Makran Coast)

Ces deux régions sont considérées comme des déserts. Les groupements présents ne sont pas particulièrement remarquables par leurs Graminées.

4.4.7. Groupements tempérés-alpins

Ils apparaissent sur les contreforts himalayens, à une altitude supérieure à 1 500-2 100 m selon les endroits. La pluviosité oscille entre 375 et 3 750 mm à Darjeeling. Le gel n'est pas rare, ni les chutes de neige. Ils recouvrent une large gamme de sols, surtout squelettiques.

Dactylis glomerata L., *Poa pratensis* L. (pérennes) et *Oryzopsis lateralis* (Regel) Stapf (annuelle) sont des fourragères importantes.

4.4.8. Groupements du Sri Lanka

Le Sri Lanka est habituellement divisé en deux régions climatiques, l'une sèche, l'autre humide qui occupe le quart sud-ouest de l'île. La végétation herbeuse y est étagée en fonction de l'altitude. Plusieurs types de végétation pastorale y ont été décrits : "**talawa**", "**patana**", "**savannah forest**" et "**west black patana**". Ils profitent d'une pluviosité supérieure à un mètre (jusqu'à 5 m), bien répartie dans l'année. Les fourragères sont *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Chrysopogon* sp., *Digitaria thwaitesii* (Hack.) Henr. On note la présence de : *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel, *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle, Themeda sp.

La région sèche et relativement plate du Sri Lanka reçoit en moyenne 1 800 à 2 500 mm de pluie, et subit une saison sèche marquée de juin à août. On y distingue deux types de couverts herbeux, les "**damana**" et les "**villu**".

4.5. Océanie

L'élevage des herbivores est une activité récente dans les archipels du Pacifique Sud car il est postérieur à l'arrivée des premiers navigateurs européens. Seul l'élevage des porcs relevait presque partout d'une longue tradition. C'est l'une des rai-

sons pour lesquelles les arbres et les arbustes dominent la végétation de ces îles. Le nombre d'espèces de Graminées (et de Légumineuses) natives présentant un intérêt fourrager est peu élevé. Néanmoins, à l'heure actuelle, les surfaces en pâturages sont loin d'être négligeables ; les plantes qui les composent sont introduites, mais parfaitement naturalisées. Une partie des pâturages, allant parfois jusqu'à 15 % des surfaces fourragères, est constituée de prairies permanentes semées.

Les recherches et les sélections sur les plantes fourragères tropicales ont été activement menées depuis la seconde guerre mondiale par les Australiens dans le Queensland. Elles ont abouti à la commercialisation de nombreuses variétés qui méritent d'être décrites au moins sommairement (tableau 4.16).

Tableau 4.16. Analyses chimiques de quelques Graminées pastorales d'Océanie.

	MS	MAB	Mcel	MM	UF	MAD
Ischaemum indicum						
repousse de 42 jours	21	7,3	40,6	6,6	0,45	36
Paspalum conjugatum						
plante entière en avril	20,9	8,7	28,4	10,8	0,70	52
Bothriochloa pertusa						
plante entière en avril	44,9	4,7	35,6	10,1	0,54	18
repousse de 30 jours, avril	33,5	7,0	31,3	9,1	0,66	36
Stenotaphrum dimidiatum						
repousse de 30 jours, avril	22,6	10,1	27,5	10,8	0,74	65
Axonopus compressus						
repousse de 30 jours, juin	19,5	11,3	28,7	10,9		
Bracharia decimbens						
repousse de 60 jours, avril	22,1	6,1	36,4	10,1	0,48	28
repousse de 48 jours, juillet	20,3	8,6	27,7	12,2	0,72	51
Chloris gayana						
repousse de 90 jours, août	19,6	10,3	35,8	11,4	0,48	64
Panicum hybride cv. *Cl*						
repousse de 30 jours, avril	20,7	10,0	33,7	11,1	0,54	64

4.5.1. Les Andropogonées

• *Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin. Petite herbe vivace stolonifère appelée **herbe plate** en Nouvelle-Calédonie. Ses tiges sont rampantes, épaisses, les entre-nœuds courts. Le limbe foliaire, glabre, de couleur vert clair ou vert jaunâtre, mesure 2,5 à 15 cm de long, et son bord est souvent un peu ondulé. Les chaumes fertiles sont dressés, raides, de 25 à 50 cm de haut. L'inflorescence est une petite panicule dont les branches raides, ascendantes, mesurent de 2,5 à 7,5 cm de long. Les épillets sont groupés par 3 : le premier, sessile, est fertile, mesure 3 à 5 mm de long et porte une arête de 4 à 6 mm, les 2 autres qui le surmontent sont stériles. Ils sont de couleur pourpre à la floraison. La base de l'épillet fertile est taillé en biseau, formant un callus acéré et barbu : les graines s'accrochent aux pelages et aux vêtements.

Originaire d'Asie tropicale et d'Australie, elle fut introduite probablement avant l'arrivée des Européens dans certaines îles du Pacifique. Elle est commune dans les lieux à climat alternativement sec et humide, même sur sol peu fertile, et est généralement un indice de surpâturage (Nouvelle-Calédonie, îles Marquises, Vanuatu).

• *Heteropogon contortus* (L.) P.B. Cette herbe vivace de 70 cm de haut, en petites

touffes dressées est appelée **spear grass** en Australie et **herbe à piquant** en Nouvelle-Calédonie ; elle a déjà été décrite (figure 4.5).

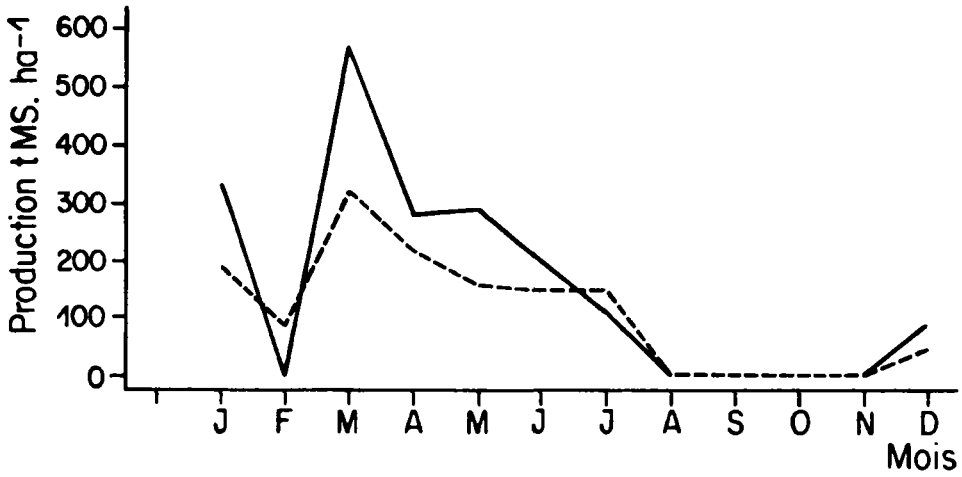


Figure 4.5. Répartition mensuelle de la production de *Heteropogon contortus* en Nouvelle-Calédonie.

Spontanée en Mélanésie et au Queensland, elle est l'une des espèces constitutives des savanes à climat alternativement sec et humide. Sa dominance dans les parcours est favorisée par les feux de brousse. Elle est considérée comme une plante fourragère intéressante pour les bovins, soit à l'état jeune, soit après la chute des graines. Le caractère vulnérant de ses semences la rend nocive pour les moutons. Les pâturages à *Heteropogon contortus* produisent habituellement entre 1 et 1,5 t de MS·ha^{-1} en Nouvelle-Calédonie.

• *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel. Cette espèce, le **blady grass** en Australie, mommé **paille de dixe** en Nouvelle-Calédonie ou **kunaï** en Nouvelle-Guinée, est commune dans les régions tropicales humides de l'Ancien Monde, est indigène dans le Queensland et dans les îles de la Mélanésie, mais elle est rare en Polynésie. C'est l'une des principales Graminées constitutives des savanes des parties humides de la Papouasie Nouvelle-Guinée.

Une espèce voisine, *Imperata conferta*, est répandue dans certaines parties de la Nouvelle-Calédonie, aux îles Loyauté et à Fidji. Elle se distingue de la précédente par la longueur des branches inférieures de la panicule, qui dépasse 6 cm de long, et par la présence habituelle d'une seule étamine par épillet. Utilisée surtout comme chaume pour couvrir les paillottes, elle n'est guère considérée comme une espèce fourragère. Néanmoins les bovins la broutent dans les régions où elle est abondante. Sa valeur nutritive est très faible (voir le tableau 4.16).

• *Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus. Cette herbe vivace (**indian blue couch** en Australie, **silver grass** en Nouvelle-Calédonie) est stolonifère de 70 cm de haut. Les stolons sont fins, raides, souvent rouges et leurs nœuds sont souvent hérissés de poils blancs. Les limbes foliaires, courts (4 à 15 cm) et souples ont une couleur vert terne. Les chaumes dressés, fins et raides, portent 2 à 5 racèmes insérés au sommet ou près du sommet. Les racèmes, vert-brun, se fragmentent à maturité au niveau de chaque paire d'épillets. L'épillet sessile porte une fossette visible à l'œil nu et une arête fine.

Cette espèce végète bien dans les régions à climat alternativement sec et humide, sur sols fertiles et assez argileux (argiles noires). Introduite en Australie et en Nou-

velle-Calédonie, elle a pris localement une certaine importance, notamment sur la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie (figure 4.6). Elle est appréciée du bétail et des petits ruminants même en saison sèche (tableau 4.17). Elle supporte bien le surpâturage et la sécheresse.

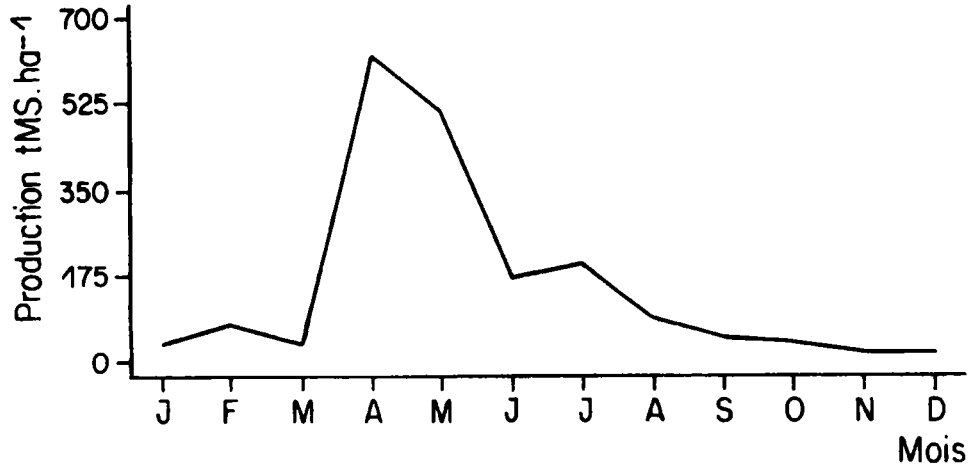


Figure 4.6. Répartition mensuelle de la production de *Bothriochloa pertusa* sur la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie.

Tableau 4.17. Teneurs en éléments minéraux de quelques Graminées pastorales d'Océanie.

Espèces	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Zn	Co	Mn	Fe	Ech
Stenotephrum dimitatum	0,40	0,30	0,28	1,52	1,15	4,9	69,4	0,09	52,6	120	7
Bothriochloa pertusa	0,25	0,08	0,18	0,62	0,06	4,1	25,4	0,12	93,7	159	11
Axonopus affinis	0,21	0,09	0,23	1,09	0,13	4,3	22,8	0,21	269,0	310	5

Ech : nombre d'échantillons analysés.

• *Dichanthium aristatum* (Poir.) Hubb. Cette plante bien connue dans les Antilles fut naturalisée dans plusieurs îles du Pacifique il y a près d'un siècle ; elle y est connue sous les noms d'**angleton grass** en Australie ou de **silver grass** en Nouvelle-Calédonie (ce qui entraîne une confusion avec *Botriochloa pertusa*). Elle pousse principalement sur les argiles noires. Bien que bonne fourragère et assez commune, son importance fourragère dans le Pacifique Sud est réduite car c'est rarement l'espèce dominante des pâturages.

• *Dichanthium caricosum* (L.) A. Camus. C'est une herbe vivace de 60 cm de haut formant des touffes étalées et produisant de fins stolons aux nœuds glabres. Les limbes, vert grisâtre, sont souvent tachés par des maladies fongiques. Le racème est généralement unique, rougeâtre, fragile à maturité. Les épillets vont par paires, et se recouvrent partiellement les uns les autres. Ils mesurent 5 mm de long, et portent une arête par paire.

Originaire de l'Inde, elle fut introduite à Fidji sous le nom de **nandi blue grass** où elle est devenue l'une des principales Graminées des pâturages de la côte ouest, sous le vent, de Viti Levu. Elle est consommée par le bétail en toutes saisons.

• *Ischaemum indicum* (Houtt.) Merrill. Herbe vivace stolonifère de 1 m de haut. Les tiges sont genouillées à la base puis dressées. Les tiges sont rougeâtres, les nœuds

densément velus, les gaines des feuilles hérissées de poils blancs. L'inflorescence est composée de 2 racèmes orangés, opposés dos à dos à la sortie de la gaine de la dernière feuille, puis s'écartant en V. Le premier épillet est sessile, de 3 à 5 mm de long, muni d'une aile dans sa partie supérieure ; l'autre est pédicellé et un peu plus court. Ils portent de courtes arêtes (5 à 10 mm). Les glumes sont lisses et glabres.

Originaire de l'Inde, elle fut introduite à Fidji sous le nom de **batiki blue grass** ; elle y couvre de larges espaces pâturables dans les régions relativement humides. Elle est naturalisée à Wallis, et dans l'est de la Nouvelle-Calédonie. Très persistante et bien consommée par les bovins, elle constitue une très bonne espèce de prairie permanente. Sa valeur fourragère est moyenne (voir le tableau 4.16).

4.5.2. Les Chloridées

• *Chloris gayana* Kunth. Cette espèce africaine, appelée aussi **rhodes grass**, existe seulement aux endroits où elle a été semée ; elle convient surtout aux régions à climat tropical relativement frais ou semi-tropical. Elle est largement cultivée dans les régions de Nouvelle-Calédonie recevant moins de 1 500 mm de pluie (figure 4.7). De nombreux types de sols lui conviennent, sauf ceux qui sont calcaires ou mal drainés. La production de saison fraîche est meilleure que celle de la plupart des autres Graminées. Elle très appréciée tant en pâture directe qu'en coupe à foin (voir le tableau 4.16). Son principal défaut est son manque de persistance (environ 3 ans), surtout en conditions d'exploitation intensive.

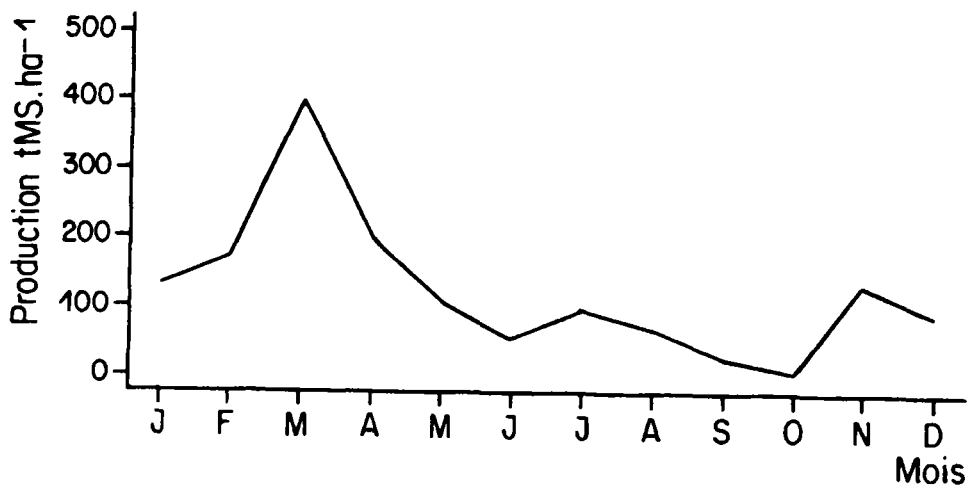


Figure 4.7. Répartition mensuelle de la production de *Chloris gayana* en Nouvelle-Calédonie.

4.5.3. Les Panicées

• *Paspalum conjugatum* Bergius. Le **sourgrass** en Australie (**tee grass** à Vanuatu, **saulagi** à Wallis et **hilo** à Hawaï) est une herbe vivace gazonnante produisant de longs stolons feuillus. La gaine des feuilles est nettement aplatie. Les limbes foliaires sont linéaires lancéolés et mesurent moins de 15 cm de long. Ils sont vert clair et portent souvent 3 à 5 nervures parallèles bien visibles. Les inflorescences sont composées de deux racèmes opposés fins et longs, formant un T. Les épillets sont petits (1,8 mm de long), ovales, plats sur le dessus, courtement ciliés tout autour.

Originaire d'Amérique tropicale, cette espèce fut introduite dans de nombreuses îles du Pacifique. Commune dans les cocoteraies, ou utilisée comme plante à gazon, elle est aussi l'une des principales espèces de Graminée de pâturage dans les

régions chaudes sur sols humides. Ce n'est pas un fourrage très appétent ; sa valeur fourragère est moyenne, mais sa productivité est bonne si le terrain est fertile.

• *Paspalum paniculatum* L. Herbe vivace à tiges ramifiées et décombantes atteignant 1 m de haut. Les limbes, larges (jusqu'à 20 mm), pas très longs (10 à 25 cm), se terminent en pointe et sont velus. Leur couleur est vert foncé, parfois rougeâtre. La panicule est composée de nombreux racèmes de couleur brune, étagés sur les 10 à 15 cm supérieurs de la tige. Les épillets sont nombreux et petits (1,5 mm), presque ronds, plats d'un côté. La glume est finement poilue.

Cette espèce, originaire des Antilles, a été naturalisée dans plusieurs archipels, principalement dans les îles hautes de Polynésie française et en Nouvelle-Calédonie. Elle y est appelée **pifaro** en Polynésie française et **herbe des missions** en Nouvelle-Calédonie, elle est devenue très commune sur de nombreux types de sol, ni trop argileux ni trop lessivés. C'est une plante fourragère de qualité moyenne.

• *Paspalum dilatatum* Poiret. Herbe vivace, le **dallis grass** forme des touffes basses et denses, se propageant par de courts rhizomes. Les limbes foliaires sont courts, vert foncé. Les tiges fertiles mesurent environ 1 m et portent 3 à 6 racèmes échelonnés. Les épillets sont disposés en 2 rangs serrés d'un seul côté du rachis plat. Les épillets sont ovales et se terminent en pointe courte. Ils mesurent 2,5 à 4 mm de long, et sont frangés de poils courts tout autour.

Introduite dans de nombreux pays tropicaux, elle pousse dans la plupart des archipels océaniens. Ses semences sont commercialisées encore actuellement pour l'amélioration des pâturages. C'est une bonne plante fourragère, convenant surtout aux vertisols (sols noirs souvent gorgés d'eau). Elle supporte le surpâturage et la sécheresse, mais sa productivité n'est pas forte.

• *Paspalum plicatulum* Michx. Herbe vivace dressée de 1,5 m de haut, formant de petites touffes. Le limbe, linéaire, se dresse dans le prolongement de la gaine foliaire. Il est un peu arqué, plié le long de la nervure centrale et porte de longs cils épars vers la base. L'inflorescence se compose de 5 à 15 racèmes échelonnés sur la tige. Les épillets mesurent 3 mm de long. Ils sont verts, puis deviennent brun foncé à maturité. Leur face visible est ovale et plate, avec des rides transversales caractéristiques.

Largement utilisé en Australie pour créer des prairies tropicales, il fut aussi semé dans les îles faisant de l'élevage bovin, notamment en Nouvelle-Calédonie. L'espèce convient aux terres plutôt acides, drainantes mais humides. Elle résiste bien à la sécheresse. Sa valeur fourragère est moyenne et les animaux la délaissent si elle est associée à d'autres Graminées.

• *Axonopus compressus* (Swartz) P.B. Herbe vivace stolonifère et gazonnante, le **carpet grass** développe un rhizome épais sous la surface du sol. La tige et les gaines foliaires sont fortement aplaties, les entre-nœuds sont courts. Le limbe, large, nettement arrondi à l'extrémité, porte 3 nervures parallèles. Des cils courts en peigne bordent le limbe à la base. Les racèmes, fins, par 2 ou 3, sortent incomplètement de la dernière gaine foliaire. Les épillets sont petits (2 mm de long) et allongés, disposés sur 2 rangs.

Elle a été introduite d'Amérique dans la plupart des îles océaniennes et s'y est naturalisée. Elle est usuellement utilisée comme gazon lorsque le climat est humide et chaud. C'est aussi l'une des composantes principales des pâturages naturels sur sols humides et bien drainés. Les herbivores la broutent de préférence à d'autres Graminées, mais elle reste courte et sa productivité est faible (voir le tableau 4.16).

• *Axonopus affinis* A. Chase. C'est une herbe gazonnante assez semblable à la précédente et appelée **compressus** en Nouvelle-Calédonie et, comme la précédente, **carpet grass** en Australie. Les gaines foliaires sont très aplaties, et les limbes, un peu arqués, sont grossièrement disposés en éventail chez les jeunes pieds. Les limbes sont glabres, pliés en V le long de la nervure centrale. Les chaumes sont fins et souples, terminés par 2 racèmes fins en V, avec parfois un troisième inséré plus bas. Les épillets sont semblables à ceux d'*A. compressus*.

Cette espèce est semée comme gazon dans les régions semi-tropicales et tempérées chaudes. Elle est devenue très commune dans les prairies naturelles des pentes montagneuses de la Nouvelle-Calédonie. Le bétail l'apprécie (voir le tableau 4.17). Malheureusement sa production est faible.

• *Stenotaphrum dimidiatum* (Walter) O. Kuntze. C'est une herbe vivace stolonifère gazonnante, appelée **buffalo grass** en Australie, **buffalo** en Nouvelle-Calédonie et **St. Augustine grass** aux Fidji. Les stolons sont longs, robustes et lisses ; ils rampent sur le sol, et s'enracinent aux nœuds. Les jeunes pieds sont très aplatis, les limbes arqués étalés en éventail. Les gaines sont très aplaties. Les limbes foliaires sont vert foncé, nets, à bords parallèles, souvent courts, légèrement pliés en V le long de la nervure centrale et nettement arrondis à l'extrémité. La jonction inférieure entre la gaine et le limbe est nettement échancrée. L'axe de l'épi est épaissi, charnu. Les épillets se logent par 2 ou 3 dans des cavités de cet axe, sur un seul côté.

Introduite de la côte est des États-Unis en Nouvelle-Calédonie et au Vanuatu, elle s'est parfaitement naturalisée. Elle préfère les régions côtières et les sols humides bien drainés. Elle pousse bien sur les terrains coralliens lorsque l'humidité ne manque pas. C'est une Graminée de pâturage commune dans certaines cocoteraies, ou sur alluvions, même légèrement salés. Son caractère gazonnant la protège du surpâturage. Sa productivité n'est pas forte et le bétail élevé dans ces pâturages ne grossit guère. Pourtant elle est bien broutée par le bétail, et sa valeur fourragère est bonne; la teneur en sodium en particulier est 50 à 100 fois plus forte que celle de la plupart des Graminées. Étant rase et riche en eau, les animaux ne parviennent probablement pas à brouter une quantité suffisante pour leur ration quotidienne (voir les tableaux 4.16 et 4.17).

• *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf. Herbe vivace produisant de longues tiges grossières, rampantes à la base puis dressées, formant un couvert de 1,5 à 2 m de haut. Les nœuds sont bien individualisés, plus larges que la tige, souvent rougeâtres, et couverts de fins poils courts. La base des gaines est également velue. Les feuilles sont larges de 1 à 2,5 cm, linéaires ou lancéolées, souvent velues dessus. L'inflorescence est peu visible car saisonnière; c'est une panicule longue de 15 à 20 cm, composée de nombreux racèmes (par 10 ou 20), parfois ramifiés, d'aspect désordonné.

Introduite il y a environ un siècle dans de nombreuses îles du Pacifique, l'**herbe de Para** s'est naturalisée dans les lieux humides et même temporairement immergés : bords d'étangs, berges et lits majeurs de rivières. Sa présence est aussi l'indice d'une certaine fertilité du sol, car cette Graminée productive est exigeante. Elle est utilisée pour l'établissement de pâturages intensifs dans les régions naturellement bien arosées (Vanuatu, Polynésie française, côte est de la Nouvelle-Calédonie). La mise en place se fait par plantation d'éclats dans un sol bien préparé, rarement par semis. L'exploitation se fait exclusivement en pâturage tournant. La pâture continue ou les fauches répétées la font disparaître. Bien gérée et fertilisée, c'est l'une des Graminées fourragères les plus productives des régions chaudes et humides de l'Océanie. On lui préfère néanmoins des espèces supportant mieux de longues périodes de pâture.

• *Brachiaria decumbens* Stapf. Herbe vivace semi-érigée formant de larges touffes de 80 cm de haut. Les limbes sont larges (jusqu'à 2,5 cm), arrondis à la base, nettement lancéolés, couverts de poils courts. Ils gardent leur couleur vert foncé même en saison sèche. La fructification est saisonnière. Les chaumes fertiles portent 2 à 5 racèmes étagés d'un même côté de l'axe, incurvés. Le rachis plat porte à sa face inférieure 2 rangées d'épillets. Ceux-ci sont ovales et mesurent 5 mm de long. La glume supérieure, aussi longue que l'épillet, porte de courts poils raides.

Commercialisée depuis peu par l'Australie sous forme de graines sous le nom de **signal grass**, cette espèce a pris un rapide essor dans les régions d'élevage en raison de sa forte production, de sa rusticité vis-à-vis du sol, et de sa souplesse à l'utilisation en pâture (figure 4.8). Les éleveurs apprécient aussi les bons résultats zootechniques obtenus, y compris en élevage laitier. C'est actuellement l'une des principales Graminées pour l'amélioration des pâturages, tant en système intensif qu'en système semi-extensif.

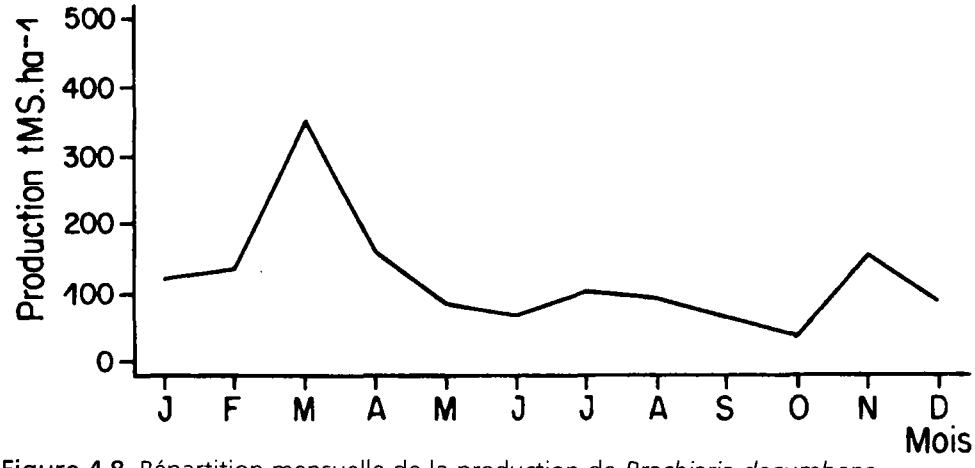


Figure 4.8. Répartition mensuelle de la production de *Brachiaria decumbens* en Nouvelle-Calédonie.

Des cas de photosensibilisation, parfois mortels, ont été signalés chez des veaux ou des petits ruminants pâturant cette espèce. La cause serait le développement sur la litière d'un champignon saprophyte *Pitomyces chartarum* libérant une mycotoxine.

• *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. Herbe vivace en touffes basses de 70 cm de haut, le **koronivia grass** produit de longs stolons glabres souvent teintés de pourpre. Les limbes sont raides, linéaires ou lancéolés, glabres, vert foncé luisant. Les inflorescences apparaissent saisonnièrement et sont constituées de 3 à 5 racèmes échelonnés, disposés du même côté de l'axe. Les épillets, ovales et glabres, sont grossièrement disposés sur deux rangs à la face inférieure du rachis.

Introduite à Fidji pour l'établissement de pâturages, elle s'est naturalisée dans les régions les plus humides et constitue des prairies productives et très tolérantes aux erreurs de gestion. Elle fut introduite récemment avec succès dans certaines régions de Nouvelle-Calédonie et de Tahiti. Elle prospère sur de nombreux types de sol suffisamment bien drainés, même si leur fertilité est médiocre, pourvu que l'alimentation en eau soit importante. Sa tolérance à la sécheresse est médiocre. Son appétibilité est moyenne. La multiplication par voie végétative (plantation de stolons) est classiquement utilisée et a limité son utilisation. La commercialisation récente de semences produites en Australie est favorable à une plus large extension.

• *Panicum maximum* Jacq. L'**herbe de Guinée** est une espèce africaine, décrite par ailleurs, qui fut introduite dans la plupart des archipels océaniens et s'y est parfaitement naturalisée. Néanmoins, elle ne peut être exploitée comme plante fourragère que dans des conditions strictes d'exploitation en rotation. Le surpâturage et la pâture continue la font rapidement disparaître. C'est pourquoi on la trouve spontanément installée dans les friches et sur les bords de chemins, mais très rarement dans les prairies naturelles. La meilleure exploitation consiste en passages à forte charge du bétail pendant un temps court (1 semaine), puis un temps de repos de 3 à 4 semaines. Elle convient aussi parfaitement à la fauche. Sa production est très élevée, mais assez limitée à l'été (figure 4.9). La valeur fourragère est excellente tant qu'elle est jeune. Au-delà de 45 jours en saison chaude (bien davantage en saison fraîche), la valeur nutritive diminue notablement.

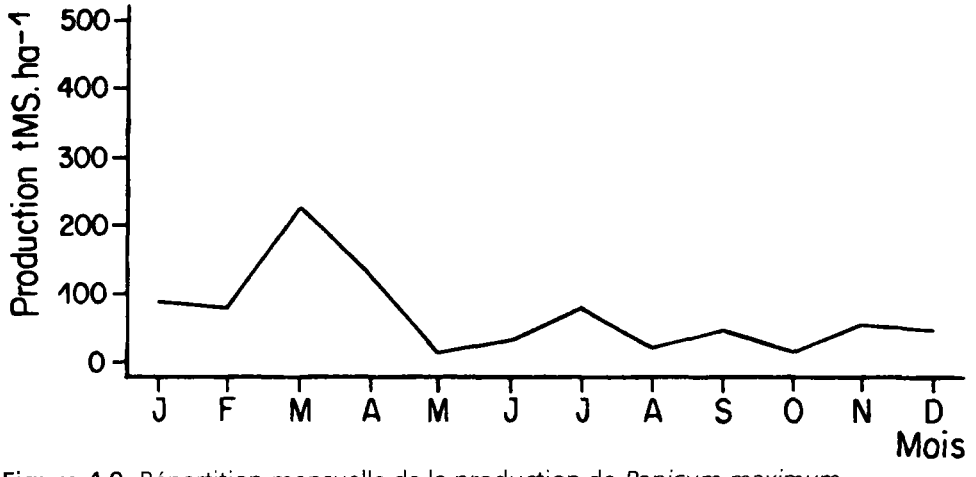


Figure 4.9. Répartition mensuelle de la production de *Panicum maximum* en Nouvelle-Calédonie.

Outre les écotypes maintenant spontanés, de nombreuses variétés australiennes sont commercialisées : le géant **hamil grass**, le court et dense **gatton panic**, le très adaptable **green panic**, le velu **makueni panic**, et le plus usuel **guinea common**. L'hybride *P. maximum* × *P. infestum* cultivar C1, obtention de l'ORSTOM, a des feuilles longues et étroites, disposées en touffes denses, presque sans tiges. Sa productivité est parmi les plus élevées des *Panicum* malgré sa petite taille (80 cm en moyenne). Sa teneur en matière sèche importante, et sa bonne ingestibilité en font une plante fourragère de premier plan pour l'intensification. Malheureusement la production de semences n'est pas encore organisée pour l'Océanie.

• *Setaria sphacelata* (Schumach.) Stapf & C.E. Hubb. Ce *Setaria*, appelé aussi **herbe de Guinée**, est une Graminée vivace, en petites touffes dressées de 1 à 1,5 m de haut. La plante est fortement aplatie à la base. le feuillage est vert ou vert bleuté. Les limbes foliaires sont étroits, linéaires, glabres. L'inflorescence est un faux épi cylindrique, long, étroit, raide, hérissé de longues soies raides, jaunâtres. Les épillets sont ovales et tombent sans les soies, celles-ci restant sur la tige. Les glumelles sont fortement ridées. La glume supérieure, plus courte que l'épillet, porte 3 à 5 nervures.

Les variétés commercialisées en Océanie ont été sélectionnées par les Australiens. La plus usuelle est le cv. **kazungula**, très productif, tant en fourrage qu'en semences. Cette espèce convient à des types de sols divers, même argileux et mal drainés, pourvu que l'alimentation en eau soit assurée une grande partie de l'année. Elle n'est pas exigeante en fertilité, mais les rendements en fourrage sur terre riche ou fumée sont très élevés. C'est une espèce largement semée à Fidji, en Nouvelle-

Calédonie, en Polynésie française et notamment aux îles Marquises, pour l'établissement de prairies permanentes gérées en système rotatif. L'appétibilité des jeunes repousses est excellente car la plante est peu fibreuse, mais, au stade adulte, la proportion de tiges refusées par le bétail est importante. La valeur fourragère est moyenne. Il convient de noter la teneur particulièrement élevée en oxalates qui font déconseiller ce fourrage pour les chevaux et les vaches laitières.

4.5.4. Les Sporobolées

• *Sporobolus fertilis* (Steud.) W.D. Clayton est une herbe vivace formant des touffes denses dressées de plus de 1 m de haut. Le chaume est légèrement aplati à la base et relativement fort (2 à 5 mm de diamètre). L'inflorescence est une panicule dont les branches sont dressées contre la tige en faux épi. Les épillets sont simples, petits (1,7 à 2 mm de long), nombreux, gris verdâtres, se recouvrant les uns les autres. Chaque fleur porte généralement 3 étamines aux anthères allongées.

Spontanée et commune dans de nombreuses îles, cette espèce reste en touffes isolées et ne constitue pas de pâturages. Néanmoins elle est abondante sur tous les sols bien drainées, même peu fertiles. Le bétail et les chevaux broutent volontiers ses repousses, bien qu'elles soient assez fibreuses.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉES

Barry J.-P. et Celles J.-C. (1991), *Flore de Mauritanie*, Institut supérieur des sciences, Nouakchott, 2 vol., 550 p.

Bosser J. (1969), *Graminées des pâturages et des cultures de Madagascar*, coll. "Mémoires" n° 35, ORSTOM, Paris, 440 p.

Botton H. (1957), "Les plantes de couverture. Guide pratique de reconnaissance et d'utilisation des Légumineuses en Côte-d'Ivoire", *J. Agric. trop. et Bot. appl.*, 4 : 553-616.

Boudet G. (1991), *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères* (4e édition), coll. "Manuels et précis d'élevage" n° 4, IEMVT, La Documentation française, Paris, 266 p.

Caputa J. (1954), *Les Plantes fourragères*, Payot, Lausanne, 208 p.

Fitter R., Fitter A. et Farber A. (1991), *Guide des graminées, carex, joncs et fougères*, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 256 p.

François J., Rivas A. et Compère R. (1989), "Le pâturage semi-aquatique à *Echinochloa stagina* (Retz.) P. Beauv. Étude approfondie de la plante bourgou et des bourgoutières situées en zone lacustre du Mali", *Bull. Rech. agron. Gembloux*, **24** (2) : 145-189.

Havard-Duclos B. (1967), *Les Plantes fourragères tropicales. Techniques agricoles et productions tropicales*, Maisonneuve et Larose, Paris, 397 p.

Hédin L. (1963), "Observations sur l'origine, la classification et l'écologie des espèces fourragères", *J. Agric. trop. et Bot. appl.*, 10 : 1-19.

Kerguélen M. (1975), "Les Graminées (Poacées) de la flore française. Essai de mise au point taxonomique et nomenclaturale", *Leujeunia*, 344 p.

Lapeyronie A. (1982), *Les Productions fourragères méditerranéennes*, G.P. Maisonneuve & Larose, Paris, 426 p.

Naegelé A. (1956), "Exposé sommaire sur la végétation des environs d'Atar, en Mauritanie", *Notes africaines*, 69 : 1-12.

Naegelé A. (1977), *Les Graminées des pâturages de Mauritanie. Pâturages et cultures fourragères*, Étude n° 5, FAO, Rome, 298 p.

Nègre R. (1961), *Petite Flore des régions arides du Maroc occidental*, CNRS, Paris.
Morat P. (1973), *Les Savanes du sud-ouest de Madagascar*, coll. "Mémoires" n° 68, ORSTOM, Paris, 235 p.
Ozenda P. (1958), *Flore du Sahara septentrional et central*, CNRS, Paris, 486 p.
Peeters A., Moens A., Hendricks C., Lambert J. (1991), "Caractéristiques écophysiologiques et génétiques du chiendent (*Elymus repens*) sous l'angle de la production fourragère", synthèse bibliographique, *Fourrages*, 126 : 161-172.
Peeters A., Moens A., Hendricks C., Lambert J. (1991), "Intérêt fourrager du chiendent", *Fourrages*, 126 : 173-186.
Pfitzenmeyer C. (1992), "Noms vernaculaires anglo-américains des Graminées tropicales", *Fourrages*, 131 : 307-335.
Quezel P. et Santa S. (1962), *Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, CNRS, Paris, 2 vol., 1166 p.
Rogeon J. (1932), "Notes sur les graminées fourragères soudanaises", *Rev. Bot. appl. et Agric. trop.*, 12 : 454-462.
Schnell R. (1957), *Plantes alimentaires et vie agricole de l'Afrique Noire. Essai de phytogéographie alimentaire*, Larose, Paris, 223 p.
Stiles D. (1990), *Les Lacs verdoyants*, Série de publications techniques n° 2, UNSO, New York, 16 p.
Toutain B. (1973), *Principales Plantes fourragères tropicales cultivées*, Notes de synthèse n° 3, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort.
Toutain B. (1987), *Résultats d'une expérimentation fourragère à Wallis (Pacifique Sud)*, CIRAD-EMVT/Serv. Économie rurale WF, 211 p.
Toutain B. (1989), *Guide d'identification des principales Graminées de Nouvelle-Calédonie*, Études et synthèses n° 35, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 74 p.
Toutain B. et Beaudou G. (1983), *Étude des relations sol-production fourragère en Nouvelle-Calédonie*, CIRAD-EMVT et ORSTOM, Nouméa, 172 p.

QUELQUES QUESTIONS ET EXERCICES

1. Quelle Graminée fourragère de la sous-famille des Bambusoïdées pouvez-vous citer ?

2. Connaissez-vous une Graminée fourragère cosmopolite ?

3. A quel groupe taxinomique particulier appartiennent la plupart des Graminées fourragères tropicales ?

4. Quels sont les caractères qui différencient les Panicoïdées des Festucoïdées ?

5. Pourquoi la tribu des Triticées est-elle si importante ?

6. A quels caractères biologiques peut-on rattacher l'importance pastorale des Graminées ?

7. Dans quelles tribus des Graminées y a-t-il le plus grand nombre d'espèces pérennes ?

8. Les Graminées sont-elles toutes hémicryptophytes ?

9. Quelle est la différence entre une glume et une glumelle ?

10. Pourquoi les Graminées sont-elles bien adaptées au broutement ? Est-ce le résultat d'une co-évolution (c'est-à-dire une conséquence de ce broutement) ou une "chance" ?

Chapitre 5

LES LÉGUMINEUSES, LES PLANTES DIVERSES PASTORALES ET LES ARBRES FOURRAGERS

1. LÉGUMINEUSES

1.1. Généralités

1.1.1. Qu'est-ce qu'une Légumineuse ?

Les plantes de cette famille ont des feuilles stipulées généralement alternes, souvent pennées ou digitées et sont caractérisées par leur fruit qui est une gousse (appelée aussi **légume**). Ce qui fait l'intérêt essentiel de la famille, c'est que les espèces qui la constituent sont presque toutes bien appréciées par les animaux et sont riches en protéines parce qu'elles absorbent l'azote de l'air par l'intermédiaire de bactéries symbiotiques situées dans des petites excroissances de racines (nodosités).

1.1.2. Classification sommaire des Légumineuses

Cette famille, la troisième du monde par le nombre d'espèces (environ 14 000) comporte trois sous-familles :

1. Mimosoïdées, 2 000 espèces en six tribus, parmi lesquelles on retiendra :
- **1.1.** Acaciées, environ 600 espèces d'acacias
- **1.2.** Mimosées, avec les 400 espèces de mimosas

2. Césalpinoïdées, environ 2 000 espèces en 8 tribus parmi lesquelles :
- **2.1.** Amherstiées avec 200 *Bauhinia* et 5 *Cercis*, dont l'arbre de Judée
- **2.2.** Cassiées, avec 200 *Cassia* et le caroubier

3. Papilionoïdées, cette sous-famille (Fabacées pour les botanistes) est caractérisée par une fleur dite "papilionacée" parce que la disposition des pétales la fait ressembler à un papillon (figure 5.1). Elle comporte plus de 10 000 espèces en 11 tribus d'après les caractères des gousses, des feuilles, de l'androcée (partie mâle de la

fleur, c'est-à-dire l'ensemble des étamines et de leurs supports). Nous ne retiendrons ici que celles qui contiennent des espèces fourragères herbacées spontanées :

3.1. Trifoliées : *Trifolium*, les trèfles ; *Medicago*, les luzernes, *Melilotus*, les mélilots...

3.2. Viciées (ou Fabées) : *Vicia*, les vesces ; *Lathyrus*, les gesces et *Pisum*, les pois...

3.3. Lotées : *Lotus*, les lotiers ; *Anthyllis, Dorycnium...*

3.4. Galégées : *Psoralea, Indigofera, Tephrosia, Astragalus...*

3.5. Genistées : *Cytisus, Calycotome, Genista, Retama, Crotalaria...*

3.6. Hedysarées : *Hedysarum*, les sullas ; *Onobrychis*, les sainfoins ; *Coronilla, Hippocrepis, Ornithopus, Zornia, Desmodium...*

3.7. Phaséolées : *Mucuna, Vigna, Dolichos, Glycine, Canavalia...*

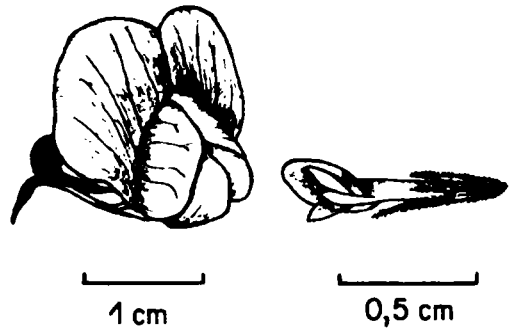


Figure 5.1. Fleurs papillonées des Légumineuses.

1.1.3. Caractéristiques des Légumineuses pour le pâturage

Dans les prairies et les parcours, les Légumineuses constituent des plantes de qualité, dont les graines et le feuillage sont caractérisés par un fort pourcentage en protéines ; par conséquent, dans les communautés végétales, toutes ces plantes ont un effet bénéfique sur les autres espèces auxquelles elles fournissent indirectement de l'azote.

Les Légumineuses fourragères comprennent des arbres comme le caroubier ou les acacias, des arbustes comme les genêts, les ajoncs, le retam et de nombreuses espèces vivaces ou annuelles. Les Légumineuses arborées donnent de l'ombrage et de la nourriture au bétail, tout en enrichissant le sol lors de la minéralisation de leurs feuilles mortes ou de leurs nodosités.

En général, les Légumineuses ont un système racinaire plus ou moins pivotant et prélèvent l'eau et les minéraux à des niveaux inaccessibles aux racines des Graminées, d'où l'intérêt de leur association. Cependant, certaines espèces ont des racines fines et superficielles qui rappellent les racines fasciculées des Graminées (trèfles, luzernes annuelles...). Quelques autres espèces stolonifères émettent surtout des racines adventives (*Trifolium repens*, *T. fragiferum.*).

Les Légumineuses sont des plantes pour lesquelles le phosphore, le calcium, le soufre peuvent être limitants ; elles profitent bien des apports de superphosphate de chaux. Le molybdène joue un rôle dans le développement des nodosités ; or, il est souvent déficient en sols acides où les Légumineuses s'implantent plus difficilement. Le bore, le zinc peuvent être responsables de phénomènes de carence.

Au cours des saisons, la digestibilité des Légumineuses diminue moins vite que celle des Graminées. Parfois, à l'état jeune et si

Tableau 5.1. Indices agronomiques et écologiques des principales Légumineuses des régions tempérées.

Espèces	IS	*H*	*R*	*N*	*P*
Trifolium repens	8	5	3	3	5
Trifolium pratense	7	4	3	2	2
Medicago lupulina	7	3	4	2	3,5
Lotus corniculatus	6	3	0	2	2,4
Lotus uliginosus	6	8	0	3	3

IS : indice de valeur bromatologique (échelle de 0 à 10) ; *H* : indice d'exigence écologique pour l'humidité (échelle de 0 à 10) ; *R* : indice d'exigence écologique pour la réaction du sol (pH) (échelle de 0 à 5) ; *N* : indice d'exigence écologique pour la nutrition minérale (échelle de 0 à 5) ; *P* : indice d'exigence écologique pour la nutrition minérale (échelle de 0 à 5).

elles sont en trop grande abondance dans l'association, certaines espèces provoquent des accidents de météorisation, notamment si elles sont consommées à la rosée. *Coronilla scorpioïdes* a des graines qui contiennent un glucoside paraplégique. Beaucoup de Légumineuses contiennent des glucocides cyanogénétiques (T. blanc, *Lotus* surtout *arabicus*, graines de vesces) rarement responsables d'accidents ; des empoisonnements dus à des alcaloïdes (cytises, lupins, galega...) au dicoumarol (coumarine des *Melilotus*...) sont plus souvent signalés. Enfin, des troubles de la reproduction chez les ovins, dus à la présence de composés œstrogènes, ont été signalés en Australie sur des parcours de *Trifolium subterraneum*.

Le rendement printanier de ces espèces est souvent faible (trèfle blanc). Leur persistance au fil des années est fortement liée au mode d'exploitation et leur importance peut varier considérablement d'une année à l'autre.

1.2. Principales Légumineuses des régions tempérées

1.2.1. Les Trèfles

• *Trifolium repens* L. Le **trèfle blanc** est répandu dans les prairies permanentes. Son abondance varie cependant assez fortement d'une région à l'autre en fonction du niveau global d'intensification. Pour soutenir la concurrence des Graminées, il a besoin d'un bon niveau d'alimentation phospho-potassique. Il est en revanche fortement défavorisé par des fumures azotées élevées si celles-ci ne s'accompagnent pas d'une charge en bétail importante. En réalité, il est surtout sensible au manque de lumière. En cas de fortes fumures azotées, la croissance rapide des Graminées ombrage le trèfle qui a alors tendance à disparaître. Cependant, même si la fumure azotée est élevée, il peut être très abondant dans les pâturages continus et dans les prairies "dortoirs" ou "reposoirs", situées près des fermes, donc dans des situations où l'herbe est maintenue courte toute l'année.

La figure 5.2 montre la décroissance du trèfle en fonction de la fumure azotée. Dans l'exemple choisi, on constate qu'avec 100 unités d'azote, le rendement en matière sèche atteint déjà 10 tonnes alors que le trèfle n'a pratiquement pas été affecté par cette fumure. Dans d'autres essais, ce seuil de 100 unités est également confirmé.

La figure 5.3 montre très clairement que l'effet dépressif de la fumure azotée est nettement atténué par la fréquence des coupes. Avec des temps de repos courts (4 semaines), la décroissance du trèfle en fonction de la fumure azotée est beaucoup moins rapide qu'avec des temps de repos longs (8 semaines).

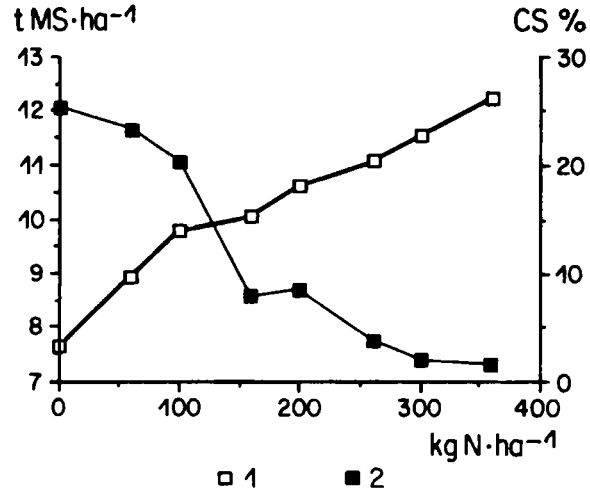


Figure 5.2. Contribution du trèfle blanc et réponse aux apports azotés.
1 : production de matière sèche ; 2 : contribution spécifique du trèfle blanc.

Source : d'après de Montard F., Laissus R., Plancquaert P. et Plantureux S. (1983), "Importance et rôle du trèfle blanc dans les prairies permanentes en relation avec les conditions de milieu et les pratiques d'exploitation et de fertilisation azotée", *Fourrages*, 94-95 : 87-108.

Le trèfle blanc possède une physiologie particulièrement complexe due à l'existence de stolons qui jouent un rôle très spécialisé dans sa croissance et son développement ; ce sont des organes de stockage d'énergie dans lesquels la plante puise après une coupe, ou au début de la saison pour redémarer sa croissance. Ce sont également des organes de colonisation. Ils ont une faculté de croissance et de ramification remarquables si les conditions leur sont favorables. Les racines assurent l'alimentation minérale et hydrique de la plante comme chez n'importe quelle autre espèce prairiale, mais elles sont aussi le siège d'une intense activité symbiotique de fixation d'azote. On estime que les micro-organismes (les *Rhizobium*) qui vivent en association avec la plante, peuvent fixer, suivant l'importance du trèfle dans la prairie, entre 100 et 200 kg d'azote·ha^{-1}.an^{-1}.

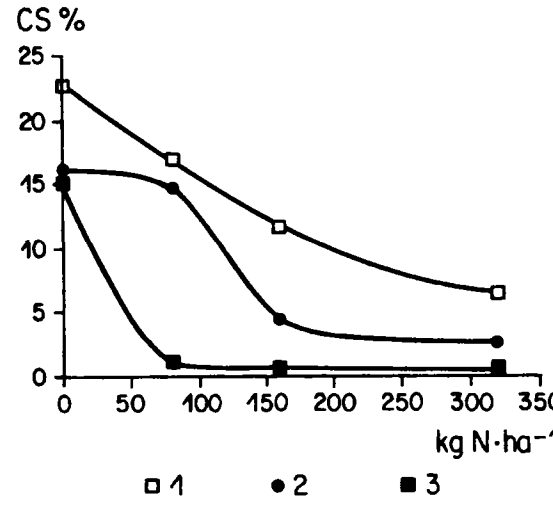


Figure 5.3. Influence de la dose d'azote et du rythme d'exploitation sur le taux de trèfle blanc.
1 : coupe toutes les 4 semaines ; 2 : coupe toutes les 6 semaines ; 3 : coupe toutes les 8 semaines.
Source : d'après de Montard F. et al. (1983), *op. cit.*

Les variétés de trèfle blanc sont classées en 3 types :
– le type **sauvage**, constitué de variétés naines ayant des pétioles courts et des feuilles petites ; leurs stolons sont fins mais possèdent une grande aptitude à la ramification. Ils sont donc bien adaptés à la pâture et se rencontrent à l'état spontané dans les prairies de la zone tempérée ;
– le type **Ladino** ou géant constitué de variétés qui ont les caractéristiques inverses ; elles sont surtout utilisées dans les mélanges de fauche ;
– le type **Hollandicum**, à caractéristiques intermédiaires, possède également des aptitudes intermédiaires. Il se rencontre à l'état spontané dans les prairies de la zone tempérée.

En pâturage continu, le trèfle blanc réagit aux coupes fréquentes en réduisant ses pétioles et en diminuant la taille de ses feuilles. Une partie de celles-ci est alors plaquée sur le sol, hors de portée des animaux qui ne peuvent brouter aussi bas.

L'exploitation d'une prairie comprenant du trèfle blanc doit être organisée en pâturage tournant au moins en été. Ce système permet de limiter les blessures des stolons. On doit apporter une fertilisation potassique parce que la concurrence entre les Graminées et le trèfle est très forte pour cet élément. Une fertilisation azotée modérée peut être envisagée ; en particulier, une fumure de 50 à 100 kg d'azote au printemps ne semble pas défavoriser le trèfle. Il faut particulièrement veiller à exploiter une herbe de hauteur inférieure ou égale à 15 cm, pour que les Graminées n'étouffent pas le trèfle. Il faut donc éviter de réaliser du foin sur ces parcelles.

• *Trifolium pratense* L. Le **trèfle violet**, contrairement au précédent, est assez rare dans les prairies permanentes de plaine et, s'il y est présent, c'est toujours avec une abondance négligeable. En montagne, où il s'élève jusqu'à 1 800 mètres, il peut occuper une part plus importante de la biomasse de certaines prairies de fauche.

Comme le trèfle blanc, il y apporte sa richesse en protéines, en minéraux et sa faculté de fixer l'azote atmosphérique.

La morphologie et l'écologie du trèfle violet sont tout à fait différentes de celles du trèfle blanc. C'est typiquement une espèce de prairie de fauche, à port dressé, qui ne supporte ni les coupes fréquentes ni le piétinement. On peut dire qu'il est la "luzerne" des sols acides plus pauvres, et éventuellement superficiels. Son principal défaut est son manque de persistance. Dans les prairies semées, en 2e année de production, sa part de rendement dans le mélange est déjà souvent fortement réduite. Ce manque de persistance est dû à une sensibilité aux maladies fongiques (*Sclerotinia trifoliorum* notamment) et aux nématodes des tiges. C'est également la raison de sa rareté en prairie permanente. Sa richesse en sucres solubles en fait un fourrage facilement ensilable.

• Autres *Trifolium*. Il y a beaucoup d'autres trèfles dans les pâturages d'Europe, en particulier à petites fleurs jaunes, proches du *Trifolium campestre* Schreb., le trèfle champêtre ; leur valeur fourragère, bien que non négligeable, reste faible. En montagne, on note tout particulièrement :
– *Trifolium ochroleucum* L. Ce trèfle, dont les fleurs sont d'un blanc crème, végète en basse montagne (de 600 à 1 700 mètres), sur sols secs, souvent calcaire. Plus rèche que le trèfle violet, il a une valeur fourragère très voisine ;
– *Trifolium alpinum* L. Ce trèfle de taille médiocre, dont les folioles sont étroites, les fleurs peu nombreuses et roses, est assez commun dans les montagnes sur sol siliceux ; il préfère les stations un peu sèches. On peut le trouver dans les pelouses de 1 500 à 3 000 mètres. Bien que peu productif, son intérêt est grand parce que c'est une des dernières Légumineuses pastorales des pâturages de haute altitude. Il est en outre apprécié des bergers qui consomment ses racines sous le nom de "réglisse".

1.2.2. Autres Légumineuses des pâturages

• *Medicago lupulina*. La **minette** est une petite luzerne rampante à fleurs jaunes. Son potentiel de production est très faible, surtout en comparaison de la luzerne cultivée. Elle est bien adaptée aux prairies sèches peu fertilisées. Autrefois, on l'incorporait aux mélanges, aussi bien pour l'établissement de pâtures que de prairies de fauche.

• Le genre *Lotus*. Le *Lotus corniculatus* L., ou **lotier corniculé**, a une écologie assez comparable à celle de la minette. Sa résistance à la sécheresse est appréciée dans le centre de la France mais, sous les climats océaniques pluvieux, son intérêt est très limité. Il ne provoque pas de météorisation chez les animaux qui en consomment.

Un autre lotier, *Lotus uliginosus* L., croît en faible abondance dans les milieux très humides ou marécageux où il constitue souvent la seule Légumineuse.

• Le genre *Anthyllis*. Très polymorphes, les **anthyllides** ont des feuilles caractéristiques dont la foliole terminale est particulièrement grande ; elle peut même être seule, donnant ainsi l'impression d'une feuille entière. Les fleurs, de couleur variable, mais souvent jaune, sont groupées dans un glomérule laineux. Ces espèces, en particulier *Anthyllis vulneraria* L., sont xérophytes, souvent calcicoles, peuvent pousser sur des sols très pauvres ; elles végètent jusqu'à 3 000 mètres d'altitude

1.3. Principales Légumineuses des régions méditerranéennes

1.3.1. Le genre *Trifolium*

Trois espèces vivaces sont souvent abondantes dans les pâturages du Bassin méditerranéen, mais ce sont trois espèces de prairies humides : *Trifolium repens* L., le trèfle blanc, *Trifolium pratense* L., le trèfle violet, et *Trifolium fragiferum* L., le trèfle fraise.

Le **trèfle blanc** a été présenté dans le paragraphe précédent ; il va jusqu'à 2 000 m. Les variétés spontanées sauvages sont généralement à petites feuilles à port couché. Elles supportent le piétinement et le surpâturage. Le trèfle blanc est une herbe de fond des pâturages humides en zone méditerranéenne.

Le **trèfle violet**, vivace ou bisannuel, est surtout utilisé en prairie artificielle. On le trouve en mélange avec le trèfle blanc dans les prairies humides ou les prairies de montagne.

Le **trèfle fraise**, vivace et stolonifère, est commun dans le Bassin méditerranéen occidental. De valeur alimentaire comparable à celle du trèfle blanc, c'est une bonne plante de pâture bien appréciée des animaux. Il supporte mieux les sols marécageux, même salés, et est mieux adapté à la sécheresse du fait d'un repos estival prolongé (août-septembre). Le trèfle fraise d'origine européenne se trouve dans des prairies humides d'Afrique du Nord en mélange avec *Festuca arundinacea* Schreber.

Plusieurs trèfles annuels sont originaires du Bassin méditerranéen. L'un d'eux, le **trèfle d'Alexandrie**, est une espèce annuelle cultivée particulièrement importante dans la vallée du Nil, mais aussi en Afrique du Nord. Beaucoup de trèfles annuels participent à la flore des prairies ou parcours méditerranéens :

• *Trifolium resupinatum* L., le **trèfle de Perse**, est spontané sur tout le pourtour du Bassin méditerranéen. C'est une espèce à pousse hivernale qui peut remplacer le T. d'Alexandrie ; il est plus résistant au froid et au sel.

• *Trifolium subterraneum* L., le **trèfle souterrain**, distribué aussi dans tout le pourtour méditerranéen. Il se comporte comme une plante vivace car ses semences, enfouies en terre (d'où son nom), sont protégées de la dent du bétail ; il se maintient ainsi assez facilement en pâturage. Il exige une pluviosité supérieure à 500 mm, des températures qui restent supérieures à 3 °C et des terres plutôt acides. C'est une plante à pousse hivernale des parcours humides nord-africains et du Portugal.

• *Trifolium ambiguum* Bieb. est un trèfle à fleurs roses originaire du Caucase, résistant à la sécheresse, au froid, aux maladies. Les Australiens, toujours intéressés par des espèces nord-africaines, en ont importé.

• On peut encore citer : *T. hirtum* All., *T. pilulare* Boiss., *T. tomentosum* L., *T. cherleri* L., *T. campestre* Schreber.

1.3.2. Le genre *Medicago*

• Les **luzernes pérennes**. *Medicago sativa* L., la **luzerne** cultivée est la reine des plantes fourragères ; certaines variétés sont originaires du Bassin méditerranéen. Elle est semée surtout en terrains irrigués, mais il existe des types sauvages et spontanés :
– *Medicago tunetana* (Murb.) A.W.Hill, très pérenne, peut résister à la sécheresse grâce à un puissant système racinaire ; elle se maintient d'ailleurs sur le bord des chemins et dans des endroits peu pâturés ; c'est surtout une plante de fauche ;
– *Medicago arborea* L., la **luzerne arborescente** ; c'est un arbuste plus ou moins

spontané de l'étage de l'olivier ; parfois préconisée pour des plantations, elle ne nous paraît pas plus intéressante que la luzerne cultivée ;
– *Medicago lupulina* L., ou **minette**, est une plante annuelle ou bisanuelle spontanée en terres calcaires ou silico-calcaires à inflorescences en grappes denses de petites fleurs jaunes. Plante rustique des sols secs, résistante au froid, elle craint les sols trop humides et très acides. Abondante parfois dans de bons pâturages à moutons, associée à des petites fétuques, au dactyle, à des bromes. A parfois été semée.

• Les **luzernes annuelles** ou "medics". Ce sont de petites luzernes à petites fleurs jaunes peu apparentes. Indigènes dans la région méditerranéenne, elles se trouvent à l'état subspontané dans les pâtures, les ermes[1], les jachères. Elles disparaissent trop souvent sous l'effet des mises en culture et du surpâturage (les animaux mangent les gousses). Ce sont des plantes de climat doux, à pousse hivernale, qui se dessèchent pendant l'été, mais réapparaissent par resemis naturel la saison suivante ou au cours des automnes suivants, car elles produisent de fortes proportions de "graines dures". Leur développement en Afrique du Nord n'a pas pris l'ampleur qu'on avait espérée, du fait surtout de leur sensibilité à des températures à peine inférieures à 0 °C. Parmi les dizaines d'espèces indigènes, on retiendra les suivantes, à semences épineuses, moins facilement ramassées par les animaux que les gousses inermes (sans pointe) :
– *Medicago truncatula* Gaertner (= *M. tribuloïdes* Desr.), espèce à gousses épineuses, plus ou moins globuleuses ou cylindriques (en forme de barillet), spires serrées mais distinctes, graines jaunes. La plante est glabre ou légèrement velue, ramifiée à la base. Commune au Maghreb, l'espèce a été introduite en Australie où elle se resème facilement. Elle y est très appréciée comme plante pastorale ; sa gousse épineuse la protège et permet sa régénération. Certains types résisteraient à des températures inférieures à –8 °C. Il existe des variétés améliorées telles que "Para 6610" ;
– *Medicago laciniata* (L.) Mill., espèce à gousses glabres de 5 à 7 mm, à nombreuses épines crochues sur 4 à 5 tours de spire. Tiges anguleuses, stipules laciniés, fleurs isolées ou par deux. C'est une petite plante des parcours arides qu'on trouve même sur sols salins et désertiques ;
– *Medicago minima* (L.) Bartol., plante de 3 à 10 cm entièrement velue et cendrée, collée au sol. Ses gousses de 3 à 5 mm sont couvertes de nombreuses épines fines et crochues. L'espèce est intéressante, bien consommée mais peu productive du fait d'une taille trop modeste. C'est une espèce commune en Europe et en Afrique du Nord. On a étudié sa valeur alimentaire notamment sur du foin de la variété cultivée "Semalong": Eau 14,7 %, MAT 19,8 %, Cell. brute 20,6 %, Cendre 10,3 %, tandis que la digestibilité de la matière sèche varie de 72 % avant la floraison, à 57 % en début de floraison, 47 % au début dispersion des gousses et à 27 % un mois après ;
– *Medicago rigidula* (L.) All. des parcours d'Europe méridionale et de l'Afrique du Nord (= M. *gerardi* Waldst. & Kit.). Les fruits couverts de petits poils et d'épines crochues ne s'ouvrent pas, la graine germe à l'intérieur du fruit ;
– *Medicago scutellata* (L.) Mill., plante assez grande à petites fleurs oranges, à fruits de 12 à 16 mm de diamètre et non épineux. A été cultivée en Amérique.

1.3.3. Les Viciées

De nombreuses espèces des genres *Vicia*, les vesces, *Lathyrus*, les gesses, *Pisum*, les pois, sont des plantes annuelles qui se resèment naturellement dans les friches, les ermes, les jachères, et dans les prairies nord-africaines. Elles améliorent la qua-

1. Erme : friche ancienne à dominance herbacée des milieux méditerranéens.

lité du fourrage par leur végétation et par leurs graines. *Vicia sativa* L. souvent cultivée en mélange avec une avoine ; *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* (= *Pisum arvense* L.) associé à l'orge, constituent des cultures fourragères annuelles utilisées en vert ou en foin.

1.3.4. Les Lotées

Les fleurs sont groupées en grappes ombelliformes avec un long pétiole. On retiendra :

– les *Lotus*, ou **lotiers**, qui ont des feuilles à 5 folioles dont deux sont stipuliformes (les vrais stipules sont minuscules). *L. corniculatus* L., vivace, excellente herbe des prés assez humides. D'autres espèces, comme *L. creticus* L., colonisent les sols sableux même salés ;

– *Dorycnium pentaphyllum* Scop. ssp. *pentaphyllum* (= *Dorycnium suffructicosum* Vill.), arbuste très rameux, à puissant appareil souterrain mais à feuilles minuscules, sans pétiole, de 5 folioles verticillées. Se trouve en garrigues et dans les Hauts-Plateaux algériens. De même, les bonjeania, *Dorycnium rectum* (L.) Ser. et *D. hirsutum* (L) Ser., sont des arbrisseaux des garrigues et de Crau qu'on retrouve dans les oueds ou sur le bord des eaux en Afrique du Nord ;

– les *Tetragonolobus* sont de petites plantes annuelles à feuilles de lotier qu'on trouve dans les ermes ;

– *Anthyllis vulneraria* L., le **trèfle jaune des sables** (ou **anthyllide**), espèce polymorphe dont les diverses formes sont généralement bisannuelles, à fleurs en capitules jaunes (parfois blanches ou violettes) et à graines bicolores (vert et jaune) caractéristiques. L'anthyllide qu'on trouve dans les pâturages sous forêt d'Afrique du Nord, n'est pas météorisante et elle se multiplie naturellement dans les mises en défens ;

– *Anthyllis henoniana* Batt. est le principal constituant de la steppe de Redzir du nom arabe de la plante.

1.3.5. Les Galégées

Psoralea bituminosa L., plante vivace des friches, garrigues et maquis, est commune dans tout le Bassin méditerranéen, et caractérisée par une odeur de bitume. Elle possède des feuilles à folioles allongées et à stipules aiguës, des fleurs bleues ou violacées en capitules globuleux, une souche ligneuse. Sans être très appréciée, plusieurs auteurs retiennent une valeur fourragère supérieure à la moyenne.

1.3.6. Les Génistées

Les **genêts**, les **calycotomes**, les **cytises** peuvent plus ou moins participer à la nourriture des animaux et constituent des communautés avec les herbacées qu'ils favorisent. Le *Genista scorpius* (L.) DC. et les calycotomes sont appréciés et résistent au pâturage grâce à leurs épines.

Les cytises sont inermes mais peu ou pas mangés. C'est à cette tribu qu'appartient *Retama raetam* (Forssk.) Webb. arbrisseau à rameaux jonciformes des sables arides, et le genre *Astragalus*, qui comporte près de 1 000 espèces dont certaines sont plus ou moins pâturées ; ainsi, *A. monspessulanus* L. et *A. incanus* L. sont des vivaces des pâturages des garrigues et des Causses. *A. boeticus* L. et *A. hamosus* L. sont des espèces annuelles répandues dans toute la région méditerranéenne et pâturées en Afrique du Nord. *A. armatus* Willd. ssp. *armatus*, qui forme des buissons épineux en zones steppique et saharienne, est broutée par les chameaux.

1.3.7. Les Hédysarées

Les plantes de cette tribu sont caractérisées par leurs gousses à cloisons transversales séparant les graines ; leurs feuilles sont généralement imparipennées.

• Les **sullas**. Au siècle dernier, les coteaux calcaires de l'Afrique septentrionale étaient couverts de sullas rampants, constamment tondus par les troupeaux, mais qui arrivaient cependant à se maintenir grâce à une abondante grenaison ; ils contribuaient à nourrir l'importante cavalerie existant à l'époque dans ces pays. De même, le survol actuel de la Sicile, au mois d'avril, révèle de magnifiques tapis ondulants, épousant les collines calcaires : ce sont des sullas, représentés par plusieurs espèces d'Afrique du Nord, dont *Hedysarum coronarium* L. ou **sainfoin d'Espagne**. Actuellement, il ne se trouve que rarement à l'état spontané, mais intéressant en culture bisannuelle ou vivace ; c'est une plante précoce dont la floraison débute dès le mois de mars ; elle peut atteindre 2 m en avril. La germination irrégulière des semences (graines dures) facilite la pérennité du peuplement. C'est ce caractère qui permet aux différentes espèces de sullas de se maintenir à l'état spontané malgré la pâture ; tel est le cas de *H. glomeratum* F.G. Dietrich (= *H. capitatum* Desf.) qui forme de beaux tapis dans les pelouses nord-africaines et de *H. flexuosum* L., qui constitue des peuplements denses dans le Tell, donnant de fortes récoltes une année sur deux : il semble qu'il y a disparition de l'espèce, et réapparition l'année suivante. D'une façon générale, les sullas sont des plantes précoces de sols argileux et peuvent couvrir et protéger de l'érosion les collines marneuses.

• Le genre *Onobrychis*. Les sullas sont parfois appelés à tort sainfoin ; les vrais **sainfoins** appartiennent au genre *Onobrychis* : *Onobrychis viciifolia* Scop. (= *O. sativa* Lam.), est vivace avec de belles grappes allongées de fleurs roses striées. Feuilles composées de 18 à 25 folioles. Elles donnent un excellent fourrage en Europe sur sols calcaires, crayeux, ingrats. Ils sont moins intéressants en Afrique du Nord où l'on trouve plutôt *O. argentea* Boiss. à fruits épineux. On trouve dans la même tribu quelques plantes des parcours à gousses divisées en articles monospermes.

• Autres Hédisarées. Les *Scorpiurus*, plantes annuelles à feuilles simples, rampantes, font partie de la flore des pâturages du pourtour méditerranéens, comme les espèces des genres *Ornithopus* et *Hippocrepis*. *Coronilla scorpiodes* (L.) Koch ainsi que *C. repanda* (Poiret) Guss., sont fréquentes sur chaumes, pâtures, les autres espèces sont des arbrisseaux peu appréciés.

1.4. Principales Légumineuses des régions tropicales

1.4.1. Afrique

Le genre *Crotalaria*

La plupart des espèces de ce genre sont herbacées, quelques-unes sont ligneuses (arbustes ou sous-arbrisseaux). Ce sont des plantes généralement inermes, les formes épineuses sont très rares. Tiges dressées ou étalées, lisses ou cannelées, glabres ou pubescentes. Les feuilles sont pétiolées ou subsessiles, composées (le plus souvent trifoliolées) ou simples, glabres ou pubescentes ; folioles entières, parfois à points ou veinules translucides visibles à la loupe ; stipules libres, grandes, semilunaires, parfois foliacées ou petites et filiformes, persistantes, plus ou moins rapidement caduques ou absentes ; stipelles nulles. Inflorescences en racèmes ter-

minaux, axillaires ou oppositifoliés, capituliformes ou allongés, parfois 2 à 4 fleurs. Fleurs le plus souvent jaunes, parfois blanchâtres ou pourpres, ou bleues, souvent striées de pourpre ou de bleu, grandes, médiocres ou petites ; 2 bractéoles, situées sur le pédicelle ou sur le calice, plus ou moins persistantes ou nulles. Gousses sessiles ou stipitées, globuleuses ou oblongues-cylindriques, turgides, très rarement aplaties, déhiscentes en 2 valves, glabres ou pubescentes. Graines subréniformes ou ovoïdes, avec ou sans caroncule.

Le genre *Crotalaria* comporte plus de 550 espèces tropicales ou subtropicales parmi lesquelles une cinquantaine vivent dans l'ouest de l'Afrique tropicale et près de 200 dans celle de l'Est et surtout du Sud. Parmi ces espèces citons : *C. saharae* Coss, (Del.) DC, *C. podocarpa* DC., *C. arenaria* Benth., *C. microcarpa* Hochst., *C. atrorubens* Hochst., *C. macrocalyx* Benth., *C. pallida* Ait.

• *Crotalaria saharae* Coss. C'est une plante herbacée vivace, haute de 20 à 60 cm, couverte d'un revêtement dense de poils blancs. Feuilles courtement pétiolées, à 5 à 7 folioles. Inflorescences en grappes denses, de 8 à 10 fleurs jaunes à étendard de 1 cm environ, veiné de brun. Elle est localisée en Afrique nord-saharienne, mais peut atteindre le nord du Niger où elle pousse principalement sur les sols sablonneux (lits des oueds, petites dépressions des regs). Floraison en mars, d'une manière générale après les pluies. Très grande résistance à la sécheresse. On la trouve à l'état d'individus isolés et jamais en peuplements abondants. Elle est très appréciée des dromadaires ; toutefois, mangée seule ou en excès, la plante leur donnerait des troubles nerveux.

• *Crotalaria thebaica* (Del.) DC. Cette plante herbacée, très pubescente, presque cendrée, est annuelle, bisannuelle ou vivace suivant les conditions ambiantes. Elle a des rameaux plus ou moins épineux, des feuilles simples, sessiles, oblongues et des inflorescences terminales et latérales de 4 à 8 fleurs jaune pâle, petites, atteignant à peine 10 mm et dont l'étendard est strié de pourpre violacé. Les gousses subglobuleuses, pubescentes, de 5 à 6 mm de long, ont de 2 à 3 graines.

Cette plante croît dans les endroits sablonneux et résiste bien à l'ensablement en s'élevant progressivement en donnant de nouvelles pousses. Elle fleurit dès les premières pluies et résiste à la sécheresse et au broutage en prenant un port en coussinet, se transformant ainsi en une boule de rameaux piquants couverts de toutes petites feuilles (2 à 3 mm de longueur). Si, au contraire, la plante est soumise à des conditions moins rigoureuses, elle donne des feuilles plus longues, les rameaux deviennent plus longs et sont flexibles. Si une période de sécheresse survient brusquement, les boutons se recouvrent entièrement de poils fauves, comme roussis, très denses, et deviennent dormants. La plante est très appréciée des animaux.

• *Crotalaria podocarpa* DC. Plante annuelle dressée, pouvant atteindre 70 cm de haut à la floraison. Tiges pubescentes, à poils longs étalés. Stipules foliacés, larges de 2 à 4 mm. Pétiole aussi long que les folioles. 3 folioles, glabres (sauf les bords et le dessous des nervures), grandes (3 à 4 cm de long), oblongues-lancéolées. Fleurs jaunes par 2 (15 mm de long) sur des inflorescences terminales ou oppositifoliées. Gousse oblongue, ballonnée, 2 à 3 cm de long et 1 cm de large, glabre.

L'espèce est largement répandue dans les savanes de l'Afrique tropicale sèche et signalée également à Madagascar.

Crotalaria podocarpa affectionne les sols sablonneux. Cette Légumineuse peut parfois former des peuplements denses occupant des surfaces de plusieurs hectares. Elle fleurit en saison des pluies, est peu résistante à la sécheresse, et possède une forte racine pivotante.

Cette espèce peut produire jusqu'à 15 $t \cdot ha^{-1}$ de biomasse nette en conditions favorables, mais sa valeur est discutée ; elle semble appréciée surtout des moutons. Elle pourrait permettre la création de prairies artificielles temporaires sur sols sablonneux, en culture pure (elle étouffe toutes les autres plantes). Ces prairies seraient à exploiter, en zone sahélienne, les premiers jours de septembre (en année normale), où elles sont alors en plein rapport. L'exploitation pourrait être faite par fauche, pour l'affouragement en vert ou pour l'ensilage.

• *Crotalaria arenaria* Benth. Plante herbacée vivace, plus ou moins ligneuse à la base, de port prostré ; tiges longues de 40 à 50 cm, densément pubescentes. Feuilles monofoliolées, elliptiques, sessiles, longues de 10 à 25 mm, larges de 6 à 12 mm, base arrondie, sommet en coin obtus, pubescence grisâtre. Inflorescences longues de 5 à 10 cm ; fleurs jaunes, longues de 6 à 10 mm. Gousses longues de 10 mm, densément pileuses.

Crotalaria arenaria pousse de préférence sur les sols sablonneux. Les individus de cette espèce sont toujours dispersés. La plante présente une très grande résistance à la sécheresse, grâce à ses racines pivotantes longues et très fortes. Elle peut ainsi rester verte pendant les périodes de sécheresse. L'époque de floraison varie selon les conditions ambiantes, mais se situe généralement après les pluies. Cette Légumineuse est recherchée par les dromadaires, les zébus, les moutons et les chèvres, et serait dédaignée par les chevaux et les ânes.

• *Crotalaria microcarpa* Hochst. Espèce annuelle, herbacée à suffrutescente[2], dressée, très ramifiée, pubescente. Feuilles trifoliolées ; pétiole court ; folioles oblongues, en coin à la base, 15 à 18 mm de long, 5 mm de large ou moins, plus ou moins glabres en dessus, plus ou moins densément pubescentes en dessous. Inflorescences terminales capituliformes, pauciflores. Fleurs jaunes ou orangées. Gousses sessiles, oblongues, 5 à 7 mm de long, 2 à 3 mm de large, pubescentes, contiennent de 6 à 12 graines.

C'est une plante des savanes soudaniennes (sa limite nord semble se situer au 13^{e} parallèle), qui croît de préférence sur les sols sablonneux. Floraison en saison des pluies.

Crotalaria microcarpa est une excellente plante fourragère. Lorsqu'il pleut beaucoup, elle peut former des peuplements denses presque purs, d'environ 35 cm de hauteur moyenne et couvrant presque complètement le sol, mais ces peuplements ne sont jamais continus sur de grandes étendues.

• *Crotalaria atrorubens* Hochst. Plante herbacée annuelle, ligneuse à la base, haute de 30 à 90 cm, à pubescence jaunâtre. Tiges dressées ou étalées-rampantes. Feuilles trifoliolées ; folioles glabres ou à poils épars en dessus, pubescentes en dessous, oblancéolées, arrondies au sommet, 2 à 3 cm de long, 3 à 8 mm de large, la médiane est plus développée que les autres. Fleurs jaunes ou teintées de pourpre, en faux-épi terminal court et dense ; bractées et dents du calice longuement filiformes, poilues. Gousses longues de 7 à 8 mm, sessiles.

Cette Légumineuse croît sur les sols sablonneux et sablo-limoneux des savanes sahéliennes et soudaniennes. Sa croissance est assez lente et la floraison n'a lieu qu'à la mi-septembre. C'est une excellente espèce fourragère, dont les bovins recherchent plus particulièrement les extrémités fleuries ou portant de jeunes gousses tendres.

• *Crotalaria macrocalyx* Benth. Plante annuelle, plus ou moins ligneuse à la base, dressée ou le plus souvent étalée sur le sol, pouvant atteindre 50 cm de haut ou de long, tiges pubescentes. Feuilles trifoliolées ou très fréquemment unifoliolées sous l'inflorescence ; folioles lancéolées, 2,5 à 7 cm de long, 5 à 18 mm de large, glabres

2. Suffrutescente : plante possédant une souche ligneuse et dont les tiges sont annuelles et herbacées.

en dessus, finement ponctuées, pubescentes en dessous, foliole médiane souvent plus développée que les latérales. Inflorescence terminale de 1 à 4 cm de long, presque capitée, pauciflore. Fleurs jaunes à orangées, longues de 13 à 15 mm, étendard strié de pourpre ; dents du calice larges de 3 mm, longues de 12 à 15 mm, couvertes de poils fins. Gousses ne dépassant pas les dents du calice.

C'est une plante des savanes arbustives des régions à longue saison sèche, qui croît sur les sols sablonneux ou sablo-argileux, dans les dépressions engorgées temporairement après les pluies, recherchée par tous les animaux, mais peu mangée des bovins et seulement en vert.

• Autres espèces. *Crotalaria ebenoides* (Guill. et Perr.) Walp. est bien consommée par le bétail, ainsi que *C. perrottetii* DC., à la différence de *C. goreensis* Guill. et Perr. qui semble vénéneuse, tout comme *C. pallida* Ait (= *C. mucronata* Desv. ou *C. striata* DC.), en raison d'un alcaloïde paralysant.

Le genre *Indigofera*

Les espèces du genre *Indigofera* sont des plantes herbacées, des sous-arbrisseaux ou des arbrisseaux, pourvus de poils appliqués, fixés par le milieu. Les feuilles sont alternes, imparipennées, parfois trifoliolées ou monofoliolées. Inflorescences généralement axillaires, parfois capituliformes, composées de fleurs blanchâtres, rosées, pourpres ou violettes, quelquefois jaunes. Calice petit, campanulé ou tubulaire, un peu oblique sur le pédicelle, à 5 dents, dent inférieure souvent plus grande que les 4 autres. Corolle généralement petite ; étendard ové ou orbiculaire, sessile ou onguiculé. Gousses déhiscentes, linéaires, cylindriques ou oblongues, turgides, plus rarement petites et globuleuses ou subglobuleuses, parfois fortement aplaties ou falciformes ou subtriquètres, cloisonnées entre les graines. Graines globuleuses ou cubiques par compression, sans arille, sans albumen.

Le genre *Indigofera* groupe plusieurs centaines d'espèces réparties dans les régions tropicales et tempérées chaudes. On a reconnu jusqu'à présent plus de 75 espèces à l'ouest et environ 145 à l'est de l'Afrique tropicale.

• *Indigofera oblongifolia* Forssk. Cette plante vivace, appelée aussi *Indigofera pauciflora* Del., est de couleur gris-glauque ou argenté, suffrutescente, buissonnante ; elle peut atteindre 1 à 2 m de haut. Feuilles à 1 à 5 folioles ovales, alternes ou subopposées, la foliole terminale souvent plus longue que les autres. Inflorescences axillaires composée de fleurs roses ou rougeâtres ; lobes du calice plus longs que le tube, étendard velu extérieurement à poils raides et brillants. Gousses légèrement arquées, longues de 10 à 15 mm, larges de 2 à 3 mm, recouvertes de poils apprimés.

Indigofera oblongifolia peut former des peuplements importants sur les terrains compacts argileux, et croît toujours dans des stations relativement sèches, ne supportant aucune submersion, même temporaire. La plante se rencontre très souvent dans les défrichements d'*Acacia nilotica* (L.) Willd., dans les terrains anciennement cultivés, et dans les champs d'épandage ; elle peut s'accommoder d'une certaine salinité du sol.

Tableau 5.2. Valeur fourragère de *Indigofera* spp.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère		
		MAB	Mcel	MM	UF	MAD	MAD/UF
Floraison*	30	3,1	11,1	4,0	0,16	10,0	62
Fructif.**	28,9	3,0	8,5	2,5	0,13	13,4	103

* *Indigofera diphylla* ; ** *Indigofera oblongifolia*.

Source : d'après Mosnier M. (1961), *Pâturages naturels sahéliens, région naturelle de Kaedi (Mauritanie)*, Études agrostologiques, n° 3, IEMVT, Maisons-Alfort, 169 p.

La plante est très appréciée par les dro-

madaires ; ses feuilles et ses jeunes rameaux sont consommés toute l'année par les caprins et aussi par les ovins. Les bovins consomment les gousses à l'état vert (tableau 5.2).

• *Indigofera diphylla* Vent. Plante annuelle, étalée sur le sol. Feuilles à 2 folioles, la foliole terminale de plus grande taille que la foliole latérale ; limbe ovale. Inflorescences denses, axillaires ; fleurs rougeâtres. Gousses courtes, arquées, blanchâtres, pubescentes.

La plante croît sur les sols sablonneux et fleurit en août. Elle peut rester verte longtemps après la saison des pluies, car elle présente une grande résistance à la sécheresse. *Indigofera diphylla* n'est jamais abondante et se rencontre à l'état de pieds isolés dans les pâturages. L'espèce est généralement considérée comme peu appréciée par le bétail, sans qu'on puisse en expliquer la raison.

• *Indigofera aspera* Perr. Plante herbacée, annuelle, dressée, diffuse. Feuilles composées de folioles linéaires (4 cm de long, 2 mm de large), le plus souvent 2 paires de folioles. Fleurs rouge brique sur des inflorescences axillaires.

La plante est très répandue dans les pâturages sahéliens sur sols sablonneux bien drainés et peut former des peuplements importants sur de vastes étendues. Elle fleurit en saison des pluies et disparaît en saison sèche fraîche au fur et à mesure que diminue l'humidité du sol.

Comme la précédente, cette espèce est peu consommée par le bétail. Il en est de même de *Indigofera anabaptista* Steud., plante herbacée annuelle, pubescente, à rameaux anguleux, qui pousse sur les sols sablonneux ou limono-sableux frais et également sur les sols sablo-argileux, ainsi que dans les secteurs d'épandage des savanes arbustives ou herbeuses de l'Afrique tropicale sèche.

• Autres espèces. On peut encore citer : *Indigofera senegalensis* Lam., bonne plante fourragère en saison des pluies ; *I. pilosa* Poir. qui semble aussi n'être appréciée qu'en vert ; *I. securdiflora* Poir. et *I. hirsuta* L., peu ou pas appréciées selon les conditions locales ; *I. argentea* Burm.f. des sols sableux ou limono-sableux de la zone désertique, qui constitue de très bons pâturages pour les dromadaires.

Le genre *Tephrosia*

Les espèces du genre *Tephrosia* sont assez répandues ; ce sont des herbes ou des arbrisseaux annuels ou vivaces, à feuilles alternes, généralement pennées, rarement palmées, ou trifoliolées. Folioles à nombreuses nervures primaires latérales subparallèles, les faisant paraître un peu striées. Inflorescences terminales, ou parfois axillaires, allongées, parfois capituliformes, à fleurs rarement solitaires axillaires, en glomérules. Fleurs à calice à 5 lobes généralement inégaux, à lobe inférieur le plus grand ; corolle à pétales plus ou moins onguiculés (en forme d'ongle) ; étendard suborbiculaire, distinctement poilu à l'extérieur. Gousses déhiscentes, sessiles, linéaires ou étroitement oblongues, plus ou moins aplaties, droites ou légèrement courbées, non cloisonnées entre les graines. Graines un peu comprimées, à petit arille.

• *Tephrosia purpurea* (L.) Pers. Plante vivace suffrutescente, parfois bisannuelle ou même annuelle, encore appelée *T. leptostachya* DC. Sa souche est plus ou moins épaisse. Elle présente de nombreux rameaux diffus, prostrés ou dressés, entièrement recouverts d'une pubescence à poils courts et serrés ou subglabres, souvent violacés, de 30 à 100 cm de long. Stipules linéaires ; pétioles de 2 à 6 mm ; 6 à 12 paires de folioles, oblancéolées, 18 à 24 mm de long, 4 à 9 mm de large, poils blancs courts appliqués en dessous. Inflorescences terminales et latérales. Fleurs

carminées, de couleur vive, sessiles ou presque. Gousses glabres, falciformes, longues de 4 à 5 cm, larges de 4 mm, contenant 7 à 8 graines.

• Autres espèces du genre :
– *Tephrosia bracteolata* Guill. et Perr., herbacée à fleurs d'un blanc rosé, largement répandue en Afrique dans les savanes sablonneuses ; peu consommée par le bétail, appréciée surtout des chevaux ;
– *Tephrosia linearis* (Willd.) Perr., herbacée annuelle à fleurs rouge saumoné. C'est une psammophyte, mais sensible à la sécheresse, peu appréciée du bétail, qui ne consomme guère que les inflorescences ;
– *Tephrosia lupinifolia* DC., herbacée vivace à fleurs mauves. C'est également une psammophyte, très irrégulièrement consommée, sauf par les dromadaires ;
– *Tephrosia nubica* (Boiss.) Bak. à fleurs roses (cf. la précédente) ;
– *Tephrosia uniflora* Perr. se retrouve seulement dans le désert, où elle résiste bien à la sécheresse ;
– *Tephrosia platycarpa* Guill. et Perr., annuelle subligneuse, à fleurs rose-mauve, bien appréciée des bovins et des ovins :
– *Tephrosia uniflora* Pers. (= *T. quartiniana* Cuf. ou *T. vicioides* A. Rich.), plante herbacée pérenne très pubescente, à fleurs jaune pâle veiné de vert ; très résistante à la sécheresse, elle végète dans les régions arides et son feuillage persiste longtemps après les pluies. Il lui faut très peu de pluie pour fleurir et fructifier. Surtout consommée par les dromadaires et les petits ruminants.

Autres Légumineuses

• *Requienia obcordata* (Lam.) DC. Encore appelée *Tephrosia obcordata* (Lam.) Bak., cette espèce est vivace, subligneuse, dressée, pouvant atteindre jusqu'à 150 cm de haut, couverte d'une pubescence blanchâtre. Feuilles monofoliolées ; limbe ovale ou orbiculaire ; pubescence argentée dense sur les deux faces. Fleurs axillaires, solitaires ou par 2, subsessiles, de couleur rouge-violacé. Gousse pubescente ovale, longue de 5 à 7 mm, large de 4 mm, terminée par un bec courbe et contenant 1 graine.

Cette plante affectionne les sols sablonneux où elle enfonce profondément ses racines (sables éoliens, dunes fixées). Elle y forme souvent des peuplements purs. Très résistante à la sécheresse, elle peut rester verte pendant la saison sèche, pendant laquelle elle est souvent "happée au passage", notamment par les dromadaires, les moutons et les chèvres. Elle fleurit en saison des pluies. Enfin, elle semble bien résister aux feux de brousse en rejetant de souche. Elle a une certaine tendance à se multiplier sur les terrains de parcours dans les endroits piétinés et dans certaines terres épuisées.

• *Alysicarpus ovalifolius* (Schum.) Léonard. Appelée aussi *Hedysarum ovalifolium* Schum., c'est une plante annuelle, plus ou moins ligneuse à la base, le plus souvent étalée puis dressée, atteignant 60 cm de haut à la floraison. Les tiges sont simples ou ramifiées, pubescentes ou pubérulentes, puis plus ou moins glabrescentes. Feuilles monofoliolées ; stipules blanches de 5 à 20 mm de long, acuminées, scarieuses, persistantes ; pétiole de 2 à 8 mm de long, canaliculé ; limbe très variable, soit elliptique, lancéolé ou oblong-elliptique, pouvant atteindre 5 cm de long et 2,5 de large, aigu à émarginé et mucroné au sommet, en cœur à la base, vert clair, à face inférieure un peu scabre, finement pubérulente et munie de quelques poils le long des nervures ; réticulation non ou à peine proéminente à la face supérieure. Inflorescences terminales ou axillaires de 3 à 11 cm de long (pédicule compris), très lâches, à entre-nœuds plus longs que les fleurs, de 3 à 7 paires de fleurs ; calice jaune-violacé pubérulent rarement plus ou moins pubescent ; corolle rouge violacé,

de 4 à 6 mm. Gousse de 18 à 30 mm de long, articulée, non ou à peine rétrécie ou étranglée, entre les articles.

Alysicarpus ovalifolius est répandu dans la zone des savanes de l'Afrique tropicale, plus particulièrement dans les savanes arbustives et arborées, sahélienes et soudaniennes. L'espèce serait beaucoup plus commune à l'ouest qu'à l'est de l'Afrique. Elle a été signalée, en outre, au Mozambique, en Angola et à Madagascar. Elle est également présente en Asie.

Alysicarpus ovalifolius croît de préférence sur les sols sablonneux et se rencontre souvent dans les champs cultivés, dans les jachères et les friches, d'où son classement, par certains auteurs, dans la catégorie des plantes postculturales. Le début de végétation se situe en juillet ; la plante fleurit en saison des pluies (août-septembre) et fructifie en septembre-octobre. Elle peut persister plus ou moins longtemps à l'état vert en saison sèche grâce à son enracinement profond (racine pivotante) et tant qu'il y a suffisamment d'humidité dans le sol. Sa résistance à la sécheresse est médiocre.

Cette Légumineuse existe dans presque tous les types de pâturages sur sable, notamment là où abonde *Aristida mutabilis* Trin. et Rupr. Elle est ordinairement clairsemée. Elle peut accroître de façon non négligeable la production en vert des pâturages et peut constituer, en outre, une source de matières protéiques intéressante, surtout à la fin de saison des pluies, complétant ainsi la ration constituée de Graminées dont la valeur fourragère est moyenne à médiocre. En vert, c'est une excellente plante fourragère recherchée par tous les animaux ; elle ne présente plus grand intérêt en saison sèche, ses feuilles étant caduques (tableau 5.3). Elle résiste mal au piétinement et au broutage, mais elle est préservée lors des sarclages des champs de mil, puis ramassée en bottes au moment de la récolte pour affourager les animaux de case.

Tableau 5.3. Valeur fourragère de *Alysicarpus ovalifolius*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère				
		MAB	Mcel	MM	UF_b	MAD_b	UF_s	MAD_s	MAD/UF
Juvénile	24	17,5	28,6	11,3	0,16	3,8	0,66	17,1	26
Floraison	25	13,8	24,6	10,9	0,30	4,0	0,73	13,5	18
Foin	93	12,7	29,1	10,0	0,60	7,7	0,65	8,3	14

Source : d'après Boudet G. et al. (1971), *op. cit.* ; Boudet G. (1972), *op. cit.* ; Rippstein G. et Peyre de Fabrègues B. (1972), *Modernisation de la zone pastorale au Niger*, coll. "Études agrostologiques" n° 33, IEMVT, Maisons-Alfort, 306 p. ; Toutain B. et de Wispelaere G. (1978), *op. cit.*

Alysicarpus ovalifolius se multiplie par semis, en poquets (espacements 30 × 30 cm, et profondeur 2 cm). Elle pourrait être utilisée pour l'amélioration des pâturages naturels ou pour la création de prairies artificielles, seule ou en association avec d'autres Légumineuses herbacées annuelles (par exemple *Zornia glochidiata*), ainsi qu'avec des Graminées annuelles (par exemple *Aristida mutabilis, Eragrostis tremula*).

D'autres espèces locales du genre *Alysicarpus*, appréciées des animaux, mériteraient également d'être étudiées en vue de leur utilisation pour la création de prairies artificielles ou pour l'amélioration des pâturages naturels : *A. vaginalis* (L.) DC., *A. rugosus* (Willd.) DC. ou *A. glumaceus* (Vahl) DC.

• *Zornia glochidiata* Reichb. Appelée aussi *Z. biarticulata* G. Don ou *Z. diphylla* auct. mult. non (L.) Pers., cette plante est normalement annuelle, mais peut devenir vivace dans les biotopes humides. Sa racine est pivotante et grêle. Tiges dressées ou étalées, un peu suffrutescentes à la base, longues de 20 à 70 cm, pubérulentes,

ou rarement subglabres à glabres, ainsi que les pétioles, les pétiolules et l'axe de l'inflorescence. Feuilles à stipules lancéolées, de 5 à 18 mm de long et de 1 à 3 mm de large, glabres, à rares ponctuations translucides ; pétiole de 10 à 20 mm de long ; 2 folioles égales, lancéolées-linéaires, aiguës et mucronées au sommet, de 10 à 45 mm de long et de 4 à 5 de large, pubescentes ou presque glabres sur la face inférieure. Inflorescences de 5 à 25 cm de long ; chaque fleur est comprise entre deux bractées elliptiques, persistantes. Fleurs à calice glabre sauf sur la nervure médiane du sépale inférieur, qui est poilue ; corolle bleuâtre ou jaune sale veiné de rouge, glabre ; étendard suborbiculaire, onguiculé (en forme d'ongle). Gousses aplaties, dépassant souvent les bractées, formées de 2 à 5 articles de 2 à 3 mm de long, pubérulents, couverts de nombreuses soies étalées densément plumeuses.

Espèce probablement d'origine américaine, *Zornia glochidiata* est répandue dans toutes les régions tropicales du globe. Très commune en Afrique tropicale, notamment dans les zones sahélienne et soudanienne, elle croît de préférence sur les sols sablonneux et pousse souvent le long des chemins et dans les terrains cultivés. C'est normalement une espèce à cycle biologique court. Elle fleurit en saison des pluies (août) et disparaît dès la fin des pluies ou au tout début de la saison sèche. Elle ne se maintient pas sur pied à l'état desséché.

Tableau 5.4. Valeur fourragère de *Zornia glochidiata*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère				
		MAB	Mcel	MM	UF_b	MAD_b	UF_s	MAD_s	MAD/UF
Juvénile	22,3	15,6	39,8	8,2	0,12	2,6	0,55	11,5	21
Sec	93,6	13,4	44,8	9,6	0,62	traces	0,66	traces	–

Source : d'après Boudet G. (1972), *op. cit.*

Zornia glochidiata est une excellente plante fourragère, très recherchée par tous les animaux, à tous les stades de son cycle biologique. Elle pourrait être exploitée par pâture directe ou de préférence par fauche pour ensilage ; dans certains pays d'Afrique tropicale sèche, on en fait des provisions pour la saison sèche (foin pour chevaux surtout, qui serait un fourrage supérieur à la paille d'arachide).

Zornia glochidiata peut former des peuplements presque purs aux alentours des campements provisoires de saison des pluies, ainsi qu'autour des points d'eau permanents. Sa valeur, dans ces endroits et en fin de saison des pluies, est de 0,66 UF pour une production de l'ordre de 1 200 kg MS·ha^{-1}.

• *Psoralea plicata* Del. Cette plante vivace, de couleur gris cendré, a un port buissonnant malgré ses tiges peu ligneuses. Ses feuilles ont trois folioles lancéolées, grisâtres, à bords ondulés et dont le sommet est arrondi, longues de 10 à 25 mm, foliole médiane environ 4 fois plus longue que large. Inflorescences axillaires en grappes allongées, de 10 cm, à fleurs bleuâtre violacé, longues de 4 à 5 mm, généralement groupées par 2 ou 3. Gousses petites (5 mm) et ovales, ne contenant qu'une graine.

Plante adaptée aux régions arides de la zone sahélienne septentrionale et de l'Afrique de l'Est où on la rencontre dans les rocailles, les lits des oueds, les bas-fonds argileux inondables, autour des mares, etc. Elle peut former localement des peuplements monospécifiques, comme dans l'ouest du Sahara (longues terrasses d'épandage plates, superficiellement ensablées), formant des pâturages à rendement relativement élevé pour la région. Feuillaison en saison des pluies et floraison après. Très grande résistance à la sécheresse. La plante est très appréciée en vert par le bétail, surtout par les dromadaires et les petits ruminants (les touffes sont souvent broutées presque à ras).

• *Rhynchosia minima* (L.) DC. Plante vivace à puissante racine pivotante, ligneuse, émettant de nombreuses tiges grêles, étalées sur le sol ou volubiles, pouvant atteindre plusieurs mètres de long, glabres ou à peine pubérulentes. Feuilles trifoliolées ; folioles glabres ou à peu près vertes, très variables en forme et dimensions. Inflorescences axillaires, lâches. Fleurs jaunes, plus ou moins veinées de pourpre, petites (5 à 7 mm) ; calice pubescent. Gousses déhiscentes, brunes, un peu arquées, longues de 15 à 20 mm, couvertes de poils très courts et contenant 1 à 2 graines.

La variété *memnonia* a les tiges et les feuilles couvertes d'un revêtement de poils cotonneux blancs assez longs, parfois très denses, donnant à la plante un aspect velouté-blanchâtre ou argenté très accusé. Cette variété est très résistante à la sécheresse et reste verte très longtemps.

L'espèce croît dans les savanes sur sol sablonneux, les rocailles désertiques, les terrains cultivés et les jachères, les palmeraies, les glacis d'épandage à sol sablo-argileux ou argileux, etc. Fleurit en saison des pluies. Généralement considérée comme un bon fourrage, elle est mangée en vert par tous les animaux. Divers auteurs ont recommandé sa culture pour l'engrais vert et le fourrage.

1.4.2. Caraïbes

• *Stylosanthes hamata* (L.) Taubert. Présente dans le sud des États-Unis, les Caraïbes, l'Amérique Centrale et le nord de l'Amérique du Sud, elle a été introduite comme fourragère dans certains pays tropicaux ou subtropicaux de l'Ancien Monde. Ce sous-arbrisseau pérenne, à branches ascendantes ou prostrées, peut atteindre 1 m. Stipules partiellement soudées au pétiole formant une gaine dentée de 3 à 11 nervures. Feuilles alternes trifoliolées. Pétiole long de 2 à 6 mm. Folioles lancéolées à elliptiques, entières, ne dépassant pas 20 mm de long et 6 mm de large, obtuses à subaigües à l'apex. Inflorescences : petits épis de 3 à 15 fleurs, à bractées florales trifoliolées. Fleurs jaunes, à étendard suborbiculaire, de 4 à 5 mm de diamètre : ailes longues de 3,5 à 4,5 mm, ainsi que la carène falciforme (en forme de faux). Gousse formée de 2 articles réticulés, longs de 2 à 2,5 mm, le terminal portant un bec en crochet. Végète sur les rendzines tropicales et lithosols calcaires en région très sèche. C'est une espèce intéressante pour l'enrichissement des prairies naturelles sèches sur sol peu épais.

• *Vigna luteola* (Jacq.) Benth. Cette espèce pantropicale est présente dans toutes les Caraïbes ; c'est une liane rampante à diffuse, rarement nettement grimpante, en général glabre. Feuilles alternes, à 3 folioles variables en forme et dimensions, largement ovées à lancéolées, les latérales plus ou moins dissymétriques, de 2 à 8 cm sur 0,5 à 5 cm, presque charnues, d'un vert vif. Stipules lancéolées. Pétiole canaliculé pouvant atteindre 10 cm. Fleurs en grappes axillaires. Pédoncules plus longs que les feuilles. Calice de 0,5 cm à 4 lobes. Corolle jaune à étendard réniforme (en forme de rein). Gousse droite ou un peu incurvée, presque cylindrique ; graines noires de 5 mm. Elle vit sur sols profonds et humides, ou dans les régions les plus arrosées. Cette espèce est intéressante pour l'enrichissement des prairies naturelles sur sol humide.

• *Teramnus labialis* (L.f.) Spreng. C'est également une espèce pantropicale, présente aussi dans toutes les Caraïbes sous la forme d'une liane annuelle très grêle, un peu poilue, rampante et grimpante. Feuilles alternes, à 3 folioles assez fines, ovées elliptiques de 2 à 5 cm. Base arrondie ; extrémité obtuse et mucronée. Poils épars en dessus, plus denses, et appliqués en dessous. Stipules lancéolées de 3 mm. Fleurs très petites, distantes sur des grappes grêles axillaires, ou en groupes axillaires. Calice à poils dressés et raides, et à 5 lobes un peu plus courts que le tube. Corolle d'un blanc

grisâtre, ou teintée de rose. Gousse droite ou un peu incurvée, longue de 3 à 5 cm, à bec terminal incurvé vers le haut. Elle végète sous des précipitations entre 1 150 et 1 800 mm dans des prairies naturelles, les halliers, et, parfois, les cultures. Les graines présentent une dormance très marquée ; malgré cet inconvénient, cette espèce, bien implantée aux Petites Caraïbes, est d'un intérêt certain.

1.4.3. Inde

Les pâturages indiens comportent peu de Légumineuses si on les compare aux pâturages africains : toutes les associations herbacées sont à prédominance de Graminées.

Deux Mimosacées sont pourtant d'importantes plantes fourragères ; il s'agit de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit et *Desmanthus virgatus* (L.) Willd. Quelques espèces d'*Acacia* servent aussi à l'alimentation du bétail. Les Césalpiniacées comptent quelques arbres ou arbustes fourragers et les Papilionacées fournissent la majorité des plantes fourragères, spontanées ou non. Elles appartiennent aux tribus suivantes : Aeschynoménées, Desmodiées, Génistées, Hédysarées, Phaséolées, Psoralées et Trifoliées.

De nombreuses expériences d'amélioration de pâturages portent sur des espèces des genres *Calopogonium, Centrosema, Desmodium, Dolichos, Pueararia, Stylosanthes, Vigna.*

Les Légumineuses herbacées les plus importantes sont rassemblées dans le tableau 5.5.

Tableau 5.5. Les Légumineuses les plus abondantes de quelques groupements de couverts herbacés indiens.

D-C-L	P-S-I	S-D	T-A
Alysicarpus longifolius	*Alysicarpus monilifer*	*Abrus precatorius*	*Atylosia scarabaeoides*
Alysicarpus monilifer	*Atylosia scarabaeoides*	*Alysicarpus sp.*	*Cassia tora*
Cassia occidentalis	*Cassia tora*	*Atylosia scarabaeoides*	*Crotalaria prostrata*
Cassia tora	*Clitoria ternatea*	*Cassia tora*	*Desmodium polycarpum*
Crotalaria albida	*Desmodium triflorum*	*Clitoria ternatea*	*Indigofera cordifolia*
Crotalaria burhia	*Indigofera enneaphylla*	*Crotalaria sp.*	*Indigofera heterantha*
Crotalaria medicaginea	*Medicago denticulata*	*Desmodium sp.*	*Indigofera linifolia*
Crotalaria umbellata	*Melilotus alba*	*Geissapsis cristata*	*Trifolium pratense*
Desmodium triflorum	*Mimosa pudica*	*Heylandia latebrosa*	*Trifolium repens*
Heylandia latebrosa	*Moghania stricta*	*Indigofera sp.*	
Indigofera cordifolia	*Pueraria sp.*	*Mimosa pudica*	
Indigofera enneaphylla	*Sesbania bispinosa*	*Phaseolus aconitifolius*	
Indigofera linifoliaa	*Tephrosia candida*	*Phaseolus trilobus*	
Rhynchosia capitata	*Tephrosia purpurea*	*Psoralea corylifolia*	
Rhynchosia minima	*Uraria picta*	*Pueraria phaseolides*	
Sesbania bispinosa	*Vicia hirsuta*	*Rhynchosia sp.*	
Tephrosia purpurea	*Sesbania bispinosa*		
Tephrosia tenuis	*Sesbania sesban*		
Trigonella polycerata	*Stlosanthes fruticosa*		
Tephrosia sp.			
Teramnus labialis			
Zornia diphylla			

D-C-L : groupement à *Dichanthium-Cenchrus-Lasiurus* ; P-S-I : groupement à *Phragmites-Saccharum-Imperata* ; S-D : groupement à *Sehima-Dichanthium* ; T-A : groupement à *Themeda-Arundinella.*

Source : d'après Dabadghao P. et Shankarnarayan K. (1973), *The grass cover of India*, Indian Counc. Agric. Res., New Delhi, 716 p.

• *Desmodium triflorum* (L.) DC. C'est une herbe pérenne rampante à fleurs roses ou pourpres dont les axes portent de une à trois fleurs. La gousse contient trois graines. Cette espèce des régions tropicales et subtropicales se trouve dans les plaines de l'Inde et jusqu'à 2 000 m dans l'Himalaya ; elle colonise les sols rocailleux et résiste bien à la sécheresse et au pâturage. C'est une plante fourragère de bonne qualité qui protège efficacement le sol contre l'érosion. Sa valeur nutritive est caractérisée par la composition suivante : MM, 8,7 % ; MAT, 14,5 % ; Mcel, 33,5 %.

• *Melilotus alba* Desf. Plante dressée et bisannuelle, à feuilles trifoliolées à folioles oblongs et entiers. Fleurs blanches en racèmes axillaires. Gousses ovoïdes, brunes à maturité, contenant une ou deux graines. Sensible à l'acidité, cette plante préfère les sols bien drainés légèrement alcalins dans toute l'Inde, surtout l'Inde du Nord, jusqu'à 4 000 m dans l'Himalaya. Sa valeur nutritive est caractérisée par des teneurs en protéines de 4,1 % et en fibres de 4,5 %. Avec une production comprise entre 2 et 3,5 $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$, c'est un bon fourrage et un engrais vert.

• *Pueraria phaseolides* (Roxb.) Benth. Cette plante pérenne grimpante a des feuilles trifoliolées à folioles entiers ou lobés, densément pubescents sur la surface inférieure, et des fleurs bleues pourpre avec des franges blanches. Elle sont groupées en racèmes de 10 à 40 cm de long. Les gousses, longues de 5 à 11 cm, sont pubescentes et contiennent de 7 à 20 graines. Elle se développe en climat humide où la saison sèche n'est pas trop sévère. Elle tolère les sols sablo-limoneux, partiellement inondés. Sa valeur nutritive est caractérisée par des teneurs en protéines de 3-8 % et en fibres de 7,9 % avec 1,5 % de cendres ; elle est riche en vitamine C, A et contient de la vitamine B. Elle produit jusqu'à 18 t de matière fraîche à l'hectare en Inde et est utile contre l'érosion.

1.4.4. Océanie

• *Desmodium canum* (Gmel.) Schinz et Thell. Appelée localement **pois collant** ou **camarade** (Nouvelle-Calédonie), c'est une herbe dressée ou rampante pluriannuelle. La base des tiges est en partie posée sur le sol, s'enracinant aux nœuds. Les feuilles sont composées de 3 folioles rondes ou allongées, de 2 à 5 cm de long et 1 à 2,5 cm de large, avec un limbe pubescent, vert foncé et marqué d'une tache irrégulière argentée le long de la nervure centrale. Les stipules, en partie jointifs, mesurent jusqu'à 11 mm de long et sont ovales et terminées par une petite pointe aiguë. L'inflorescence est un épi terminal lâche, portant des fleurs violettes sur des pédicelles de 4 à 10 mm de long. Les gousses, disposées perpendiculairement à l'axe, sont aplaties, droites à la partie supérieure et indentées entre chaque article à la partie inférieure. Elles comptent moins de 8 articles, et mesurent moins de 5 cm de long. Étant couvertes de poils crochus, elles s'accrochent aux pelages et aux vêtements.

Originaire d'Amérique, cette petite Légumineuse est très commune dans les couverts herbacés. Son intérêt fourrager est limité par sa faible production et son appétibilité médiocre.

• *Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) Lackey. Appelée souvent *Glycine javanica* auct. plur. non L., puis *Glycine wightii* (Wight & Arn.) Verdc., cette herbe pérenne grimpante originaire de l'Inde et de l'Afrique a été introduite dans de nombreuses régions d'élevage. Les tiges, ligneuses à la base et couvertes sur leur longueur de poils roussâtres, mesurent jusqu'à 4 m de long. Les feuilles sont composées de 3 folioles ovales ou elliptiques pouvant mesurer 6 cm de long ou davantage. Le limbe, souple, est finement velouté. Les stipules sont ovales. Les inflorescences sont axillaires ; ce sont des épis portant de nombreuses petites fleurs blanches ou pervenche de moins de 1 cm de long. Les gousses mesurent 3 cm de long, 3 mm de large. Elles sont presque cylindriques et couvertes de poils roussâtres.

C'est une très bonne Légumineuse fourragère, souvent cultivée dans les pâturages, et parfois subspontanée. Elle doit être exploitée en rotation pour persister. Plusieurs variétés sont commercialisées en Australie dont le cv. Tinaroo.

• *Mimosa pudica* L. Appelée **petite sensitive**, c'est une herbe pérenne à base ligneuse dont les tiges, rampantes, sont épineuses. Les feuilles sont bipennées, avec un pétiole de 5 cm de long et sont très sensitives. Les 2 paires de pinnules sont subdigitées. Les folioles sont nombreuses (jusqu'à 26 paires), linéaires, de 0,6 à 1,5 cm de long. Les inflorescences, axillaires, vont par groupes de 1 à 5 petites têtes globuleuses de 1 cm et sont roses. Les gousses sont disposées en glomérules. Elles sont aplaties, couvertes de forts poils raides et épineux.

Très commune dans les pâturages, cette espèce américaine est tantôt considérée comme une mauvaise herbe, tantôt comme une plante fourragère. Les moutons et les chèvres la consomment plus volontiers que les bovins.

2. PLANTES DIVERSES

2.1. Caractéristiques des plantes diverses au pâturage

Un grand nombre de Dicotylédones spontanées se développent dans les prairies permanentes. Certaines sont de véritables mauvaises herbes (orties, "chardons", rumex, mouron, plantain), *d'autres ont un intérêt fourrager.* Leur abondance ne doit cependant pas dépasser 20 % du couvert. La plupart des Dicotylédones sont plus riches en minéraux que les Graminées, particulièrement en Ca, Mg et Cu. Elles sont généralement plus pauvres en fibres (cellulose brute) et conservent leurs qualités alimentaires plus longtemps que ces Graminées (tableau 5.6).

Tableau 5.6. Teneurs comparées de Graminées, du trèfle et de plantes diverses en MAT, Mcel et minéraux.

	MAT	Mcel	K	Na	P	Mg	Ca	Cu	Zn	Mn
Lolium perenne	15,0	29,5	2 653	380	333	142	612	9	47	105
Dactylis glomerata	12,4	32,5	2 586	101	305	172	466	8	38	114
Trifolium repens	20,2	26,0	2 576	163	323	269	1 614	10	47	68
Taraxacum officinale	15,6	23,8	3 688	272	364	375	1 311	11	77	59
Anthriscus sylvestris	14,3	23,3	3 971	45	331	373	1 807	9	73	67

MAT et Mcel en % de la MS ; K, Na, P, Mg, Ca en mg par 100 g MS ; Cu, Zn, Mn en ppm de MS.

Source : d'après De Nudt X. (1975), *Essai de caractérisation de la flore et de la végétation prairiale à l'aide des teneurs minérales*, thèse, UCL, Louvain-la-Neuve, 137 p.

Comme il a été fait au chapitre 4 pour les Graminées, les espèces les mieux représentées sont reprises dans le tableau 5.7.

Dans les steppes et les savanes tropicales où les Légumineuses, surtout herbacées, sont très rares et où, souvent, les Graminées sont très pauvres en MAT, en particulier parce qu'elles sont souvent consommées sèches, les plantes diverses constituent pour les animaux une source non négligeable de protéines (tableau 5.8).

Tableau 5.7. Indices agronomiques et écologiques des principales espèces diverses des zones humides.

	IS	*H*	*R*	*N*	*P*
Achillea millefolium	3	4	0	0	4
Anthriscus sylvestris	4	6	0	4	2,4
Bellis perennis	0	5	0	0	5
Cirsium arvense	0	5	0	4	0
Heracleum spondylium	3	5	0	4	0
Plantago lanceolata	3	4	0	0	3
Plantago major	0	6	0	5	5
Ranunculus acris	1	7	0	3	3
Ranunculus repens	2	7	0	0	4
Rumex acetosa	2	5	0	3	2,4
Rumex crispus	0	0	0	5	3,5
Rumex obtusifolius	0	0	0	5	3,5
Stellaria media	0	6	0	5	5
Taraxacum officinale	4	0	0	4	3,5
Urtica dioica	0	5	0	5	3,5

IS : indice spécifique de valeur bromatologique (échelle de 0 à 10) ;
H : indice d'exigence écologique pour l'humidité (échelle de 0 à 10) ;
R : indice d'exigence écologique pour la réaction du sol (pH) (échelle de 0 à 5) :
N : indice d'exigence écologique pour la nutrition minérale (échelle de 0 à 5) ;
P : indice de résistance au pâturage (échelle de 0 à 5).

Tableau 5.8. Teneurs comparées de Graminées, de Légumineuses et de plantes diverses tropicales en MAT, Mcel et minéraux au stade de la floraison.

	MAT	MM	Mcel
Andropogon gayanus	8,6	8,8	31,8
Cenchrus biflorus	8,8	10,9	33,2
*Andropogon gayanus**	1,1	3,9	41,2
*Cenchrus biflorus**	2,6	9,9	40,7
Indigofera oblongifolia	10,8	9,0	30,4
Zornia glochidiata	18,7	9,7	24,9
Blepharis linariifolia	22,1	13,3	14,7
Citrullus lanatus	16,6	21,6	13,7
Tribulus terrestris	18,5	14,1	22,5

* à l'état sec.

Source : d'après Rivière R. (1978), *Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical*, Manuels et précis d'élevage n° 9, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort.

2.2. Principales plantes diverses des régions tempérées

• *Taraxacum officinale* Weber. Le **pissenlit** est particulièrement abondant dans les prairies pâturées ou fauchées. Il se multiplie très efficacement par graines. Celles-ci sont produites précocement au printemps et peuvent être transportées par le vent sur de très grandes distances. Elles peuvent germer dans des vides qui apparaissent dans la prairie à la suite d'une fauche tardive, d'apports de fumier, d'une coupe réalisée trop près de la surface du sol, des taupinières, etc. C'est une plante très appréciée des animaux, surtout lorsqu'elle est mélangée avec des Graminées. Le pissenlit est très riche en protéines, en minéraux majeurs et en oligo-éléments. Sa production en matière sèche est cependant faible.

• *Plantago lanceolata* L. Le **plantain lancéolé** se développe sur des sols moyennement pourvus en éléments nutritifs. Il est plus abondant en prairie de fauche qu'en pâture ; sa valeur pastorale est moyenne.

• *Achillea millefolium* L. L'**achillée millefeuille**, dont la valeur pastorale est, elle aussi, moyenne, a une préférence pour les sols secs.

Quelques Ombellifères

• *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. et *Heracleum sphondylium* L. L'anthrisque, ou **cerfeuil sauvage**, et la **berce** sont deux Ombellifères des prairies permanentes de fauche ; en montagne, une fumure organique favorise leur développement ; on peut donc les trouver dans les fumades et les fumées (voir paragraphe 2.3.4 au chapitre 12). Dans les prairies où ces espèces sont associées à des Graminées, un fourrage abondant peut être produit. Leurs tiges assez fibreuses sont cependant souvent refusées dans le foin offert aux animaux.

• *Meum athamanticum* Jacq. Plante vivace, de 15 à 40 cm, à fleurs blanches en petites ombelles munies d'une collerette et réunies en une grande ombelle sans collerette. Feuilles très finement découpées dont le pétiole engaine la tige. Celle-ci, le plus souvent simple, sort d'une gaine fibreuse formée de filaments restant des feuilles basales des années antérieures. Cette plante est peu abondante dans les prairies de montagne (au-dessus de 1 200 m) mais son odeur particulière la rend condimentaire et appréciée du bétail.

• *Daucus carota* Jacq. Ombellifère vivace typique des pelouses sèches de plaine, la **carotte sauvage** a une tige fibreuse hérissée de poils courts ; ses feuilles sont découpées et ses fleurs blanches groupées en ombelles dans lesquelles celles de la périphérie sont plus larges et celle du centre purpurine. Collerette très large et très finement découpée. Après la fructification les ombelles se referment sur elles-même. Son odeur de carotte la rend condimentaire et la fait apprécier du bétail tant que sa densité reste modérée.

• *Rumex obtusifolius* L. La **patience** ou **oseille** à feuilles obtuses est une des mauvaises herbes les plus envahissantes des prairies. Son pouvoir de colonisation par graines est énorme. Un individu produit en moyenne 10 000 graines en une saison, mais on a observé des productions allant jusqu'à 60 000 graines. Leur durée de vie dans le sol est supérieure à celle de la plupart des graines ; il en reste toujours des quantités appréciables dans le sol. De plus, il n'est pas rare d'observer des germinations de certaines graines 20 à 30 ans après leur formation. Il est donc très difficile d'épuiser le stock semencier de cette espèce. Ses préférences écologiques sont très larges, mais elle affectionne les sols humides et riches en minéraux et en matière organique. Elle est favorisée par l'intensification des systèmes de production. *Rumex crispus* L. a des caractéristiques très comparables.

• *Ranunculus repens* L. et *Ranunculus acris* L. Les **boutons d'or**, c'est-à-dire la **renoncule rampante** et la **renoncule âcre**, ont leur optimum sur des sols frais humides, généralement riches en matières organiques. Ils ont néanmoins une large amplitude écologique pour l'humidité du sol. Ils se distinguent cependant du point de vue de leur résistance aux coupes fréquentes. La renoncule rampante se multiplie efficacement de façon végétative par une abondante production de stolons. Cette espèce est, pour cette raison, adaptée au régime de pâture. La renoncule âcre présente des tiges dressées et se multiplie uniquement par graines. Elle est mieux représentée dans les prairies de fauche ou dans les prairies mixtes que dans les prairies exclusivement pâturées. En pâture, la renoncule âcre est par ailleurs beaucoup moins bien consommée que la renoncule rampante à cause probablement d'une toxicité plus marquée et sans doute aussi d'un rapport feuille/tige plus faible. Ces deux espèces contiennent en effet des lactones volatiles (renonculosides), qui sont toxiques. La renoncule rampante ne présente cependant qu'une toxicité réduite. Cette toxicité disparaît chez les deux espèces lors du fanage.

• *Stellaria media* (L.) Vill. En raison de son cycle très court et de sa faculté de produire des graines quasiment à longueur d'année, le **mouron des oiseaux** est une des espèces qui colonisent le plus efficacement les vides des prairies intensifiées, comme le font aussi *Poa annua* L., *Poa trivialis* L., les *Rumex* et les pissenlits (*Taraxacum* spp.). C'est une espèce exigeante quant à la richesse du sol, particulièrement en potassium. Elle est peu appréciée par le bétail.

2.3. Principales plantes diverses des régions méditerranéennes

Dans les maquis, les garrigues, les steppes arborées, les taillis, les arbres donnent des feuilles et des fruits qui constituent des aliments riches qui attirent les animaux : le chèvrefeuille, l'alaterne, le cade, les pousses de chêne vert. Dans les garrigues, le défrichement et le surpâturage provoquent le développement du chêne kermès, qui constitue une couverture piquante, non broutée, envahissante. Dans les maquis, les arbousiers et les cistes sont aussi envahissants.

2.3.1. Les Liliacées

Ce sont souvent des xérophytes vivaces. Grâce à leurs racines bulbeuses ou tuberculeuses, elles se maintiennent facilement en pâtures sèches ou même arides. Les espèces des genres *Scilla, Urginea, Muscari, Crocus, Colchicum, Ornithogalum* parsèment les maquis, les landes ou les pâturages. Plantes sans grande valeur fourragère, certaines peuvent être toxiques.

Les **asphodèles** aux longues racines tubéreuses résistent particulièrement bien à un pâturage intense et envahissent les parcours méditerranéens, d'autant plus rapidement qu'à part *Asphodelus aestivus* Brot. (= *Asphodelus microcarpus* Viv.), elles ne sont pas consommées par le bétail. Avec les **euphorbes**, elles constituent la phase ultime de dégradation des pelouses et témoignent d'un surpâturage.

Une Liliacée méridionale de la garrigue, aux jolies fleurs bleues et à l'allure de jonc est très appréciée des bergers : *Aphyllanthes monspeliensis* L. ; c'est le **bragalou**, qui est lié aux terrains marneux et humides (bas des versants), souvent avec le romarin.

2.3.2. Les joncs et les *Carex*

Ces plantes envahissent les prairies humides et les joncs sont refusés par les animaux. C'est pourquoi le drainage, qui les fait disparaître, est une des premières améliorations à envisager dans les prés humides des régions pluvieuses du Bassin méditerranéen.

2.3.3. Les Chénopodiacées

Les plantes de ces groupes sont tolérantes au sel, comme la betterave dont on trouve des spécimens sauvages sur tout le pourtour des côtes méditerranéennes. Elles constituent aussi l'essentiel de la flore du Saltbush australien. Sur les pâturages rocailleux d'altitude des régions steppiques algériennes *Noaea mucronata* (Forssk.) Ashers. et Schweinf., arbrisseau aux feuilles alternes, épineuses, présente un intérêt fourrager certain par la valeur énergétique de ses feuilles (jusqu'à 0,80 UF·kg MS^{-1}) très digestes. D'autre part la présence d'épines, qui certes, diminue sa valeur fourragère, permet, en revanche, d'assurer sa pérennité. Elle s'associe souvent au sparte avec des plantes de bonne valeur comme *Medicago trunculata* Gaertn., *Salvia verbenaca* L., *Malva aegyptiaca* L., etc.

Un autre arbrisseau de cette famille est *Hammada scoparia* (Pomel) Il'in, le "**remt**" (ou *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Il'in = *Haloxylon salicornium* Bonn. & Born.), a des exigences écologiques voisines de l'armoise. On le trouve de la zone saharienne aux régions méditerranéennes. Les pâturages à "remt" sont souvent sous-exploités par manque de points d'eau (1 mouton pour 10 ha). L'espèce elle-même est peu estimée, mais elle est associée à des plantes de bonne valeur : *Erodium*, Labiées, scorsonère...

Hammada Schmittiana (Pomel) (= *A. Schmittianum* (Pomel) M. et Weiller), psammophile est plus appréciée.

Une autre Chénopodiacée, dont on a beaucoup parlé pendant quelque temps, est une plante spontanée d'Australie : *Kochia indica* Wight. Plante annuelle à pousse estivale, elle peut se développer sous des précipitations inférieures à 300 mm. Elle supporte la sécheresse de juin à octobre, mais profite des orages d'été. Elle est sensible aux froids et ne se resème pas naturellement. Cette plante, introduite en Égypte en 1945, avait suscité de grands espoirs au vu de son développement dans les champs de mines libyens où elle se trouvait mise en défens ; d'abord envahissante elle est devenue presque rare.

C'est aussi à cette famille qu'appartiennent les *Atriplex*. Ce sont pour la plupart des plantes rustiques, assez résistantes aux froids nocturnes (–10 °C) mais surtout résistantes à la sécheresse (pluviosité même inférieure à 200 mm) et très tolérantes au sel (chotts, sebkhras), bien que peu appréciées, elles sont intéressantes pour leur production d'été, même si celle-ci n'est pas élevée. Elle peut être augmentée par la présence de nappes salées accessibles aux racines. Plusieurs espèces ont été introduites d'Australie et d'Afrique du Sud. On préconise leur plantation en vue de fournir un appoint fourrager dans les périodes difficiles comme réserves sur pied, (plantes résistantes, de valeur fourragère médiocre, mais consommées en période difficile). Il existe des peuplements naturels comme ceux d'*A. halimus* L., à El Alem, près de Kairouan (Tunisie) ; cet *Atriplex* (le **guettaf**) est un arbuste de 2 à 3 m, à feuilles gris argenté, qui se taille facilement, on peut faire trois exploitations dans l'année (5 à 6 kg de feuilles valent une UF). On le trouve sur encroûtements calcaires, dans les sebkhras. Il résiste aux embruns salés.

On peut citer encore *A. semibaccata* R.Br., espèce dioïque, rampante, de terres argileuses, qui peut assurer une protection anti-érosive dans la mesure où elle est à l'abri des animaux, car elle est appréciée des moutons ; *A. glauca* L., moins résistante à la sécheresse et *A. nummularia* L., consommé par les chèvres et les chameaux et qui peut faire des clôtures sur banquettes.

Une espèce steppique des pâturages, sur sols plus ou moins squelettiques, *Anabasis oropediorum* M., est appréciée du bétail et a une bonne valeur fourragère.

2.3.4. Les Polygonacées

Les renouées, les grandes oseilles (*Rumex pulcher, R. crispus, R. obtusifolius*), plantes à enracinement profond de prairies humides, sont des mauvaises herbes déjà évoquées dans le paragraphe 2.1 ; *R. acetosa*, qui croît dans les milieux plus acides et assez secs, est plutôt apéritive.

2.3.5. Les Caryophyllacées

Cette famille comprend les céraistes, stellaires, les espèces des genres *Sagina, Scléranthus, Paronychia*, qui sont broutées mais sont parfois de très petite taille, et les *Spergularia* des sols salés. *Gymnocarpos decander* Forssk. vit sur les croûtes et les

sols squelettiques que l'on trouve dans les étages arides avec des précipitations de 50 à 300 mm ; souvent associée avec un autre Caryophyllacée, *Herniaria fruticosa* L., elle constitue un des faciès de la steppe.

2.3.6. Les Renonculacées

Renoncules, adonis, ancolies, anémones, clématites sont toxiques à des degrés divers.

2.3.7. Les Crucifères

La plupart des Crucifères sont comestibles. Beaucoup sont annuelles, et sont utilisées par le bétail sur les jachères, les ermes, les parcours. Les *Diplotaxis harra* (Forssk.) Boiss. et *D. erucoïdes* (L.) DC., *Eremobium aegyptiacum* (Sprengel) Boiss. (= *Malcolmia aegyptiaca* Sprengel), *Muricaria prostata* (Desf.) Desv. sont toxiques. Sont en général refusées, les moutardes (*Sinapis*), les cardamines, les ravenelles (*Sisymbrium irio* L.) courantes dans les friches, les *Matthiola*, compagne de l'alfa avec plusieurs espèces d'*Alyssum* et *Muricaria* compagnes de l'armoise. On retiendra encore deux espèces steppiques bonnes fourragères : *Eruca vesicaria* (L.) Cavan., gypsophyte, et *Moricandia arvensis* (L.) DC. dit le "chou du troupeau" qui est spontanée dans les terres argileuses des Hauts-Plateaux algériens et souvent en bordure de dépressions marécageuses. Toutes les Crucifères sont riches en MAT avec plus de 15 % de la matière sèche, leur valeur fourragère est de 0,6 à 0,7 UF·kg MS^{-1}.

2.3.8. Les Rosacées

Les potentilles, alchemilles, aigremoines, benoîtes, spirées (herbacées) et les églantiers, les aubépines (arbustifs) peuvent être plus ou moins consommés par les moutons ou les chèvres, mais la Rosacée que nous retiendrons est *Sanguisorba minor* Scop. (= *Poterium sanguisorba* L.), la **pimprenelle**. Ce nom a pu être donné à plusieurs espèces voisines spontanées dans le Bassin méditerranéen jusqu'aux confins sahariens. C'est une plante dont les feuilles sont imparipennées et à folioles dentées ; elle se propage par ses tiges souterraines. Rustique, très persistante, elle se resème naturellement. Elle préfère les sols légers. Résistante à la sécheresse, elle supporte les froids des plateaux algériens. Sa végétation s'arrête assez tard (juillet en Afrique du Nord) et elle peut être pâturée précocement en automne, les années où elle couvre rapidement le sol. En hivers doux, on peut faire plusieurs exploitations. C'est une plante de pâture qui repart à partir de bourgeons souterrains. On peut la préconiser en semis. Sa valeur alimentaire de 0,15 UF·kg^{-1} est comparable à celle des autres plantes fourragères.

2.3.9. Les Zygophyllacées

Peganum harmala L., le **harmel**, est une plante vivace, glabre à tiges dressées et à fleurs blanches de 2 à 3 cm. Fleurit de juin à août, mais surtout en juillet. Parfois abondante en régions arides, elle paraît liée à la présence de l'homme et des troupeaux autour des douars. Nitrophile, elle est favorisée par le surpâturage. C'est une plante toxique lorsqu'elle est fraîche, mais qui perd sa toxicité en séchant, ce qui lui donne un certain intérêt alimentaire. Elle n'est pas consommée sur pied par le bétail.

Des analyses indiquent en pourcentage de la matière sèche 11 à 15 % de cendres, 12,7 à 23 % de MAT, 11 % de cellulose brute et 4 % de matières grasses. La digestibilité in vitro (DIV) de la matière sèche est de 50 %. Sa valeur fourragère est de 0,45 à 0,64 UF·kg MS^{-1}. Les steppes d'armoise surpâturées sont souvent remplacées par des steppes à *Peganum harmala*.

2.3.10. Les Oléacées

Parmi les quelques espèces de cette famille, toutes ligneuses, *Olea europea* L. ssp. *oleaster*, l'**oléastre** ou olivier sauvage, est l'espèce principale de l'Oleo-Lentisque, groupement caractéristique de la dégradation de la chênaie d'Yeuse (ou chêne vert, *Quercus ilex*) par le pâturage.

Phillyrea angustifolia L. est un petit arbre ou arbuste dont les inflorescences globuleuses de petites fleurs verdâtres ou jaunâtres, de 4 à 5 mm, sont ramassées à l'aisselle des feuilles opposées coriaces vertes persistantes. Il est brouté par les chèvres et les chevaux, notamment en Camargue et en Afrique du Nord. On y a reconnu trois sous-espèces, de moins en moins communes du nord au sud de la région méditerranéenne :
– ssp. *angustifolia* M., à feuilles étroites, commune en Europe,
– ssp. *latifolia* (L.) M., à feuilles ovales-elliptiques, commune dans le nord du Maghreb,
– ssp. *media* (L.) Rouy, à feuilles ovales-lancéolées, commune en Afrique du Nord.

2.3.11. Les Malvacées

Les mauves rudérales (*M. aegyptiaca* L., *M. parviflora* L.) sont en général consommées par le bétail.

2.3.12. Les Cistacées

Les Cistacées sont bien représentées dans les parcours arides. Les landes ou maquis peuvent être envahis par les cistes, surtout après des incendies répétés ; en particulier, *Cistus crispus* L., *C. salviaefolius* L., sont des sous-arbrisseaux qui ne sont pas broutés et qui se développent au dépens de toute autre végétation.

En revanche, les hélianthèmes sont des ligneux à fleurs jaunes ou blanches dont il existe de nombreuses espèces. En garrigue, les espèces à feuilles tomenteuses (très poilues) ne sont pas très appréciées, d'autres sont mangées. *Helianthemum guttatum* est présent dans les pelouses siliceuses dégradées. En régions arides, les hélianthèmes sont nombreux dans les associations à sparte, plus rares dans l'armoise : *H. apertum, H. hirtum* var. *ruficomum* sont très fréquents, *H. sessiliflorum* (Desf.) Pers. est un psammophyte à grande extension. *H. brachypodium* (M.) Greuter & Burdet est une espèce importante des ergs. Les hélianthèmes sont des espèces comestibles appréciées, utilisables au printemps et en été, pauvres en MAT mais riches en cendres. Diverses analyses montrent une valeur fourragèrede l'ordre de 0,4 à 0,6 UF·kg MS^{-1}.

2.3.13. Les Thyméléacacées

Les **passerines**, à fleurs verdâtres peu apparentes, sont des arbrisseaux dont certaines espèces sont appréciées (*Thymelea virgata* Desf., *T. virescens* Cosson & Durieu) contrairement à d'autres qui contiennent des glucosides et des alcaloïques toxiques (*T. microphylla* Cosson & Durieu, *T. hirsuta* (L.) Endl. *T. microphylla* est la plante la plus visible de certaines steppes sur encroûtements calcaires, ou sur dunes fixées. Les *Daphne* (**garou**) ne sont pas consommés en raison de leur toxicité.

2.3.14. Les Ombellifères

Beaucoup d'Ombellifères sont pastorales ; parmi elles *Devera scoparia* Coss. & Dur. (= *Pituranthos scoparius* (Cos. & Dur.) Benth. & Hook.) ubiquiste des forêts, steppes, hauts plateaux, régions rocheuses, *D. tortuosa* (Desf.) DC. sur les sols sableux de l'étage semi-aride, *D. denudata* (Viv.) Pfist. & Podlech, sur ceux de

l'étage aride. Le fenouil, *Foeniculum vulgare* Mill. ssp. *piperitum*, est apprécié malgré son odeur et donnerait un bon goût au lait comme la carotte sauvage (*Daucus carota* L.) en régions subhumides. Par contre *Elaeoselinum thapsioïdes* (Desf.) M., *Conium maculatum* L. (la ciguë), *Ferula communis* L. et *Ammi visnaga* Lam. (les deux "faux fenouil"), sont toxiques.

2.3.15. Les Boraginacées

Les espèces de cette famille ont des feuilles fortement poilues et ne sont pas des plantes fourragères. Seule *Echiochilon fructicosum* Desf., psammophyte, descend jusqu'au peraride supérieur. Elle donne 0,34 UF·kg MS^{-1}, avec 20 g MAD.

2.3.16. Les Solanacées

Les espèces de cette famille sont en général toxiques, cependant *Withania frutescens* (L.) Pauguy, spontanée en Afrique du Nord, est un arbuste à feuilles entières dont les ovins et caprins broutent les jeunes brindilles et qui supporte les terrains salés.

2.3.17. Les Labiacées

Ces plantes contiennent souvent des huiles essentielles qui les rendent parfois excitantes ou toxiques. Elles ne sont pas toujours appréciées des animaux ; c'est ainsi que les lavandes ne sont guère broutées et seule *Lavandula latifolia* L. ssp. multifida, à feuilles très divisées, qui supporte bien le calcaire et se plait en sols arides même squelettiques, est acceptée. Les thyms (*Thymus vulgaris* L. et *T. serpyllum* L.), sous-arbrisseaux dont les fleurs sont broutées, constituent des réserves sur pied appréciées ; *T. hirtus* Willd., dans la steppe d'armoise donne 60 kg MS·ha^{-1} à 0,40 UF·kg MS^{-1}). Les germandrées, *Teucrium chamaedrys* L. dans les garrigues, ou *Teucrium polium* L. dans les steppes, sont plus ou moins appréciés, malgré une bonne valeur alimentaire surtout au printemps (plus de 10 % en MAT). *Teucrium scorodonia* L. acidophyte, à fleurs jaunes et à feuilles couvertes de poils, et *Phlomis lychinitis* L. ne sont pas broutés. *Phlomis herba-venti* L. (fleurs purpurines) végète dans les pelouses méridionales. Divers *Sideritis* des lieux secs du Bassin méditerranéen et *Salvia verbenaca* L., fréquente en régions arides, sont des espèces à courte période de végétation, mais à bonne valeur fourragère.

2.3.18. Les Plantaginacées

Bien que peu productifs, les **plantains** sont souvent d'excellentes plantes fourragères, aussi bien dans les prairies subhumides que dans les pâturages les plus secs.

Plantago lagopus L. et *P. ovata* Forssk. sont des annuelles très appréciées et de bonne valeur fourragère. *P. afra* L. (ou *P. psyllium* L.) est très peu apprécié du bétail.

Plantago albicans L. (le **plantain blanchâtre**) mérite une attention particulière. C'est une espèce commune dans toute la région méditerranéenne (de 100 à 800 mm de pluie) sur sols sablonneux ou squelettiques. Petite plante vivace au port en rosette plus ou moins gazonnante, à feuilles entières velues, soyeuses, blanchâtres. C'est une des premières espèces consommables en début d'automne et à la sortie de l'hiver. Elle fleurit d'avril à juin, reste verte et consommable jusqu'en juillet. Appréciée des moutons, elle possède une bonne valeur énergétique et une bonne digestibilité. Avec des taux relatifs à la matière sèche de 8,5 % de MAT et de 13,3 % de cendres et une digestibilité (*in vitro*) de 69,5 %, sa valeur fourragère est de 0,85 UF·kg MS^{-1}. Le "selma" se trouve souvent en colonies denses où il constitue le fond des pâturages steppiques, notamment avec l'armoise blanche. Son principal intérêt est de permettre l'étalement sur une grande partie de l'année de la période de pâturage.

2.3.19. Les Composées

Dans cette vaste famille, un grand nombre d'espèces, qui produisent souvent du latex, sont comestibles pour le bétail, au moins à l'état jeune. *Achillea millefolium* L. est une excellente fourragère rhizomateuse des prairies au nord de la Méditerranée, et *Achillea conferta* DC. colonise les sols gypseux et squelettiques de l'Euphrate. Beaucoup de Composées sont très appréciées en régions subhumides : pissenlits, laitues, crépis, leontodon, souci, pâquerette et même de nombreux chardons en période de jeunesse. *Leuzea conifera* (L.) DC., plante des Causses et du pourtour méditerranéen, est appréciée. De même, sont consommées dans les régions arides *Centaurea boissieri* DC., qui accompagne l'alfa et *Centaurea pungens* Pomel., l'armoise. Comme les chardons, *Atractylis serratuloïdes* Sieb., qui se plaît sur sables ou sur gypse, est délaissé quand il est sec est apprécié tant qu'il est vert. *Scolymus hispanicus* L. peut être utilisé, même en saison sèche. Plusieurs scorsonères comestibles existent dans les pelouses ou pâturages méridionaux. *Scorzonera undulata* Vahl pousse dans l'alfa ou l'armoise ; *Ormenis africana* (Jord. & Four.) Lit. & M., qui préfère l'argile, est associé à l'armoise blanche. Mais nous nous arrêterons plus particulièrement sur deux espèces : *Rhanterium suaveolens* et *Artemisia herba-alba.*

• *Rhanterium suaveolens* Desf. Cette espèce, l'**arfej**, s'implante sur les voiles sableux recouvrant des sols quelconques. Elle forme des groupements avec *Artemisia campestris*, *Thymelaea* sp. et *Echiochilon fructicosum.* La valeur fourragère de ses feuilles et pousses vertes est de 0,28 UF·kg MS^{-1}. Selon son recouvrement et celui des annuelles qui l'accompagnent, liés à la pluviosité de l'année, la production varie de 50 à 200 UF·ha^{-1}. Le démarrage de végétation se fait tardivement, de décembre à mars, tandis que le maximum de végétation a lieu en juin-juillet alors que tout est desséché. La steppe de *Rhanterium* (jusqu'à 25 000 touffes·ha^{-1}) est très riche en annuelles. Sa phytomasse est 0,4 à 1,3 t·ha^{-1} en Tunisie steppique avec une production annuelle de 300 à 900 kg MS·ha^{-1} qui se réalise de mai à août.

• *Artemisia herba-alba* Asso. Composée ligneuse sous-arbustive à odeur aromatique et à racine pivotante, elle atteint normalement 50 à 60 cm de haut (résistance médiocre à l'érosion). Son développement est continu au cours de l'année. Sa floraison est tardive (novembre-décembre). Elle est généralement localisée sur les terrasses argileuses et va jusqu'au fond des oueds, et ne supporte pas les sols salés.

Parmi la dizaine d'espèces steppiques, l'**armoise champêtre**, *Artemisia campestris* L. des sols sableux, n'est pas consommée et la plus importante du point de vue pastoral est *Artemisia herba-alba* (**armoise blanche** ou **chih**) qui occupe des sols à texture fine, limoneuse à argileuse ; elle colonise les dépressions non salées, les glacis limoneux imperméables surtout dans l'étage aride froid, au pied des djebels. Sur les Hauts-Plateaux algériens, les steppes d'armoise s'imbriquent avec les steppes d'alfa, les deux espèces présentant une localisation parfaitement définie : l'alfa est fixé sur les parties hautes tandis que l'armoise se trouve dans les dépressions et dans les moindres griffes d'érosion. La steppe d'armoise est souvent un stade postcultural plus ou moins ancien. Les parcours d'armoise constituent une ressource importante grâce à la végétation annuelle qui l'accompagne et lui est souvent préférée.

L'analyse moyenne donne, en pourcentage de la matière sèche : 11,2 % de MAT, 11 % de MM, avec 0,42 UF·kg MS^{-1}. La phytomasse consommable varie avec la saison : elle est faible à la fin de l'hiver et au début du printemps (200 à 400 kg MS·ha^{-1} pour 30 à 40 000 pieds·ha^{-1}) et atteint 900 kg·ha^{-1} en mai-juin. La valeur nutritive reste élevée toute l'année sauf au début de l'hiver et en fin d'été. En effet, les analyses indiquent une faible valeur azotée (MAT = 6 % MS) en mars et juin, mais la teneur atteint

15 % en avril-mai et 20 % en septembre-novembre. Malgré sa bonne valeur nutritive au printemps, l'armoise est peu broutée pendant cette période ; elle est même considérée comme légèrement toxique à cette époque. Les plantes annuelles fournissent 100 à 500 kg MS·ha^{-1} suivant le climat de l'année. Les rendements de la nappe d'armoise peuvent varier de 100 à 3 000 kg·ha^{-1} de matière verte selon le mode d'exploitation : pâturage continu ou pâturage contrôlé (tableau 5.9).

Tableau 5.9. Valeur fourragère de *Artemisia herba-alba.*

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère		
		MAB	Mcel	MM	UF	MAD	MAD/UF
Rameaux frais	29,9	13,0	24,7	10,8	5,0	8,9	2

Source : d'après Le Houérou H.-N. (ed.) (1980), *Les fourrages ligneux en Afrique*, Actes du colloque d'Addis-Abéba, 8-12 avril 1980, Centre int. pour l'élevage en Afrique, Addis-Abéba, 481 p.

Sous l'action du pâturage intensif et des défrichements, la steppe d'armoise se dégrade. Elle peut évoluer en steppe d'*Hammada scoparia*, de *Peganum harmala* et d'*Atractylis serraluloïdes* Sieb.

De nombreuses Graminées sont les compagnes de l'armoise : *Dactylis hispanica, Lygeum spartum*, et les espèces des genres *Stipa, Aristida, Aegilops, Cymbopogon, Andropogon.* Peu de Légumineuses : *Medicago minima, Medicago truncatula* en régions sableuses et le **retam** (chaméphyte) ou *Astragalus tragacanthoïdes.* Parmi les plantes diverses : *Plantago albicans* qui constitue une alliance fréquente avec l'armoise. *Salvia aegyptiaca*, les *Atractylis*, *Salsola vermiculata, Noora mucronata, Linaria aegyptiaca, Echiochilon fruticosum* Desf., des anabaris, des hélianthèmes. Malgré la valeur des nappes d'armoise comme pâturages, elles subissent souvent le traitement de la charrue, d'autant plus dangereux actuellement que passe le tracteur qui enlève tout. Cependant l'armoise, à la différence de l'alfa, peut se reconstituer.

Au printemps, une steppe d'armoise offre 1 500 kg de matière verte par ha dont 300 kg MS·ha^{-1} sont consommables, avec une valeur fourragère de 0,5 UF·kg MS^{-1} ; *Thymus hirtus* Willd. fournit 60 kg MS·ha^{-1}, avec la valeur de 0,40 UF·kg MS^{-1}, et les annuelles 350 kg MS·ha^{-1} avec la valeur de 0,5 UF·kg MS^{-1}. Sa richesse en protéines totales varie de 20 à 60 %.

2.3.20. Les Cactacées

• *Opuntia vulgaris* Mill. Originaire d'Amérique, cette espèce est maintenant très répandue dans toute les régions arides, de l'Afrique du Nord à Madagascar et du Sénégal au Proche-Orient. En temps de disette, les animaux mangent surtout les jeunes pousses venues à l'ombre. Beaucoup de bergers passent parfois ces plantes à la flamme pour en enlever les épines avant de les donner au bétail.

• *Opuntia inermis* DC. Introduit aussi, est malheureusement rare parce que le bétail a tendance à le détruire en le dévorant jusqu'à la racine. Cette plante prospère bien à Madagascar, mais il faudrait, pour qu'elle s'y multiplie, que les plantations soient protégées, tout au moins dans les premières années.

Tableau 5.10. Valeur fourragère de *Opuntia inermis.*

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère		
		MAB	Mcel	MM	UF	MAD	MAD/UF
Raquette verte	10,6	10,6	19,1	21,2		6,1	

Source : d'après Rivière R. (1978), *op. cit.*

2.3.21. Les Euphorbiacées

Les espèces de cette famille sont presque toutes toxiques par leur suc irritant ; cependant, à Madagascar, les bergers abattent souvent les *Euphorbia stenoclada* parce que leurs pousses et leurs feuilles sont très recherchées par le bétail.

3. ARBRES FOURRAGERS

3.1. Les arbres fourragers des régions tempérées

Le bétail consomme les feuilles et les ramilles de la plupart des arbres de la région tempérée, et les pastoralistes anciens avaient noté la bonne valeur fourragère de cette végétation, notant, en particulier, sa richesse en hydrates de carbone à l'état frais (tableau 5.11).

Tableau 5.11. Comparaison de la richesse en hydrates de carbone de divers végétaux (exprimée en % de la matière fraîche).

Graminées		Légumineuses		Arbres	
Maïs	8	Vesce	5	Chêne	21
Raygrass	12	Trèfle violet	7	Frêne	30
Fléole	15	Trèfle blanc	7,7	Bouleau	32
Dactyle	16	Luzerne	8	Sorbier	37

3.1.1. *Fraxinus excelsior* L.

Le **frêne** est un arbre vigoureux, de la famille des Oléacées, qui peut atteindre une hauteur de 30 m en plaine pour un diamètre d'un mètre. Son port est élancé, sa croissance rapide. Son écorce est lisse, d'un gris verdâtre, les bourgeons noirs et les feuilles opposées, composées-pennées de 5 à 15 folioles aiguës et finement denticulées. Ses fruits sont des "samares", c'est-à-dire de petits fruits secs, contenant une seule amande huileuse et dont le bord est aminci en une aile membraneuse donnant prise au vent ; c'est donc une essence anémochore (dont les semences sont réparties par le vent). Cette espèce se trouve dans toute l'Europe non méditerranéenne (où il est remplacé par *F. angustifolia* Vahl.), en plaine et dans les basses montagnes jusqu'à 1 750 m, partout où il trouve des sols fertiles et bien alimentés en eau sans être marécageux. Il a souvent été planté dans les haies et en bordure des prés pour servir de fourrage d'appoint en fin de saison, surtout lorsque la repousse d'automne est faible. Les arbres sont émondés, c'est-à-dire que les branches et les jeunes rameaux sont coupés et proposés au bétail, qui ne laisse que le bois derrière lui.

3.1.2. *Sorbus*

Il y a quatre espèces de sorbier, deux sont localisées dans les plaines du sud de l'Europe et deux en montagne. L'un d'eux *Sorbus aucuparia* L., souvent planté le long des champs et des prés, comme le frêne, fait l'objet d'émondages analogues.

3.1.3. *Ulmus campestris* L.

L'**orme**, ou **ormeau**, type de la famille des Ulmacées, est un grand arbre pouvant atteindre 30 m et dont le diamètre peut dépasser 2 m ; sa croissance est rapide jusqu'à un âge avancé (il peut atteindre 300 ans). Son écorce grise est d'abord lisse puis creusée de profonds sillons, les très jeunes rameaux sont parfois munis de crêtes liégeuses. Les feuilles sont alternes, simples, ovales, doublement dentées et

souvent rudes au toucher ; leur base est nettement asymétrique. C'est un arbre de plaine qui apprécie les sols frais et fertiles. Il a souvent été planté pour son ombre au milieu des pâturages et en bordure comme arbre d'émondage. Victime d'une maladie, il a perdu beaucoup de son importance ces dernières années.

3.2. Principaux arbres fourragers des régions méditerranéennes

3.2.1. *Pistacia atlantica* Desf.

Le **pistachier**, ou **betoum**, encore appelé *Pistacia mutica* Fisher et Meyer, a sans doute son aire d'origine en Iran, mais il est répandu dans toute la région méditerranéenne. C'est un arbre pouvant atteindre 20 m de hauteur et 1,5 m de diamètre de tronc. Les feuilles alternes ont de 7 à 8 folioles lancéolées, coriaces, et sont relativement grandes ; elles rougissent à l'automne et tombent. Les fleurs sont dioïques et la floraison débute vers le mois d'avril. Le fruit est une drupe d'environ 7 mm de long, se ridant à maturité et passant alors du rougeâtre au bleu. La fructification s'achève en juillet. Deux variétés sont habituellement reconnues :
– var. *latifolia*, occidentale,
– var. *kurdica* dans la partie orientale de l'aire.

Pistacia atlantica préfère les piedmonts argileux, les lits d'oueds et les dayas[3]. En Afrique du Nord, il est présent entre les latitudes 28 et 37 et croît jusqu'à 1 500 à 2 000 m, dans toute la gamme de bioclimats, du subhumide à l'aride inférieur (150 $mm \cdot an^{-1}$) dans les variantes à hiver doux et frais.

La graine, très riche en huile, se conserve mal. Dans la nature, la dissémination peut être faite par les oiseaux. Il se régénère très aisément après pâturage ou mutilations diverses. Les jeunes plants craignent le gel et la dent du bétail ; pour ces raisons, les semis naturels sont toujours observés dans l'abri des broussailles, des touffes d'alfa ou de jujubier... Le feu est très préjudiciable au "betoum".

3.2.2. *Fraxinus angustifolia* Vahl ssp. *oxycarpa* Bieb.

Cette espèce circum-méditerranéenne, est appelée aussi *Fraxinus oxyphylla* Bieb. Spontanée en Afrique du Nord, ainsi que dans le sud, l'est et le centre de l'Europe, elle est présente jusqu'à 1 400 m en Algérie et 2 400 au Maroc. C'est un grand arbre de 20 m de hauteur dont les feuilles, qui atteignent 25 cm de long, ont de 5 à 13 folioles glabres. Les inflorescences sont en grappes allongées et ramifiées. Répandu partout en Europe méditerranéenne et dans les montagnes du nord du Maghreb, aux pluviosités moyennes annuelles supérieures à 500 mm, sur sols profonds et humides, ce frêne résiste bien au froid et préfère les stations fraîches.

Ses feuilles sont très appréciées du bétail, soit en vert, soit après séchage en fenil, ou encore en ensilage ; elles lui sont données vertes dès l'automne ou sèches en hiver. Les arbres sont émondés 1 à 2 fois par an et acquièrent ainsi un port particulier : les branches taillées en moignons donnent un grand nombre de petits rameaux que l'on coupe pour le bétail.

3.2.3. *Ceratonia siliqua* L.

Le **caroubier** est une Légumineuse originaire du Levant et d'Arabie. Il existe aujourd'hui à l'état cultivé (et ce depuis au moins 2 000 ans) ou naturalisé dans une

3. La *daïa* ou *daya* est une cuvette dont le fond argileux retient l'humidité plus longtemps que les sols de la steppe environnante.

aire très large allant, en rive nord de la Méditerranée, de l'Albanie au Portugal et, au sud, de l'Arabie au Maroc. C'est un arbre puissant, atteignant fréquemment 10 à 15 m, parfois 20 m, avec un tronc allant jusqu'à 2 m de diamètre (il faut alors trois hommes les bras étendus pour en faire le tour). Les feuilles, alternes, persistantes, denses, ont de 3 à 5 paires de folioles. Les fleurs sont polygames ou dioïques. La floraison, qui débute en fin d'automne et en hiver, est suivie de la fructification et de la maturation des fruits en septembre-octobre. Le fruit est une gousse épaisse et pulpeuse, arquée, longue de 10 à 20 cm et renferme souvent de 10 à 15 graines.

Le caroubier est réputé pour sa longévité estimée de 300 à 400 ans. La germination des graines est difficile. L'espèce rejette abondamment de souche. Ses exigences climatiques sont semblables à celles de l'olivier, avec cependant une plus grande sensibilité au froid, le limitant aux variantes à hiver tempéré à chaud. Il n'est pas très exigeant relativement au sol ; il préfère cependant les sols riches en calcaire (il tolère moins bien le calcaire dans l'étage aride), profonds et perméables et craint surtout les sols trop compacts (marneux par exemple) et l'engorgement. Il supporte les sols modérément salins. Le caroubier végète de l'aride supérieur à l'humide, donc sous des pluviosités de 250 à 900 $mm \cdot an^{-1}$, mais surtout dans les variantes à hivers tempérés et doux.

Les feuilles et les fruits sont très appréciés du bétail, il est productif dès 15 à 20 ans, sa production est maximale vers 80 à 100 ans. En Italie, ses rendements sont de l'ordre de 75 à 200 kg de fruits par arbre et par an, mais dans la zone semi-aride de l'Afrique du Nord, elle tombe à 20-40 kg. Feuilles, jeunes rameaux et fruits sont des fourrages appréciés. Les fruits le sont particulièrement des chevaux et interviennent de plus en plus dans la fabrication des "concentrés" ; des caroubes moulues sont souvent ajoutées à la ration des agneaux au moment du sevrage.

3.2.4. *Celtis australis* L.

Le **micocoulier** est une Ulmacée largement circum-méditerranéenne qui s'avance vers l'est jusqu'aux pentes de l'Himalaya. C'est un arbre à cime globuleuse atteignant 15 à 25 m. Son écorce est lisse et grisâtre. Les feuilles sont simples, dentées, alternes et caduques. Elles sont vert foncé en face supérieure et pubescentes en face inférieure. Le fruit, appelé micocoule (ou micagoule), est une drupe sombre, longuement pédonculée et de la taille d'un pois.

En Afrique du Nord, *Celtis australis*, présent surtout dans l'étage bioclimatique subhumide, s'avance, d'une part dans la variante chaude de l'étage humide, et, d'autre part, dans la variante fraîche de l'étage semi-aride. A l'état adulte, il est très résistant au froid (au moins jusqu'à –20 °C). Une tentative de plantation en Tunisie sous bioclimat subhumide à hiver chaud s'est soldée par un échec.

Le feuillage du micocoulier est très apprécié du bétail, et l'on peut y voir une des principales causes de la raréfaction de cette espèce au sud de la Méditerranée.

3.2.5. *Argania spinosa* (L.) Skeels

Encore appelé *Argania sideroxylon* Roem. & Schult. ou *Sideroxylon spinosum* L., l'**arganier** est une Sapotacée endémique[4] du Maroc où elle couvre une superficie estimée à 700 000 ha dans les régions de Mogador, Taroudant, Tiznit et Goulimine. L'espèce fait, dans ce pays, l'objet de plantations avec de bons résultats aux environs de Rabat, Bou Znika, et a été d'autre part introduite en Tunisie.

4. Endémique : espèce dont l'aire de répartition est **étroitement** limitée.

C'est un arbre d'environ 10 m, à feuillage persistant et dont les feuilles coriaces et alternes sont fréquemment réunies en fascicules. Au Maroc, la floraison a lieu en avril et la fructification une année plus tard. Les rameaux sont épineux. Les fleurs sont petites et regroupées par 5. Les fruits, verts, de forme ovoïde, atteignent 1 à 2 cm. Cet arbre est réputé vivre jusqu'à 250 ans.

Apparemment indifférent à la nature du sol, l'arganier est présent dans les étages bioclimatiques peraride supérieur, aride (variantes fraîche, tempérée et chaude) et semi-aride (à hiver chaud). Il supporte les températures élevées et faibles et est plus résistant aux gelées printanières que *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters (= *Callitris articulata* (vahl) Link, le thuya de Berbérie) et *Ceratonia siliqua*.

L'examen de l'ensemble des plantations effectuées dans les divers arboretums de Tunisie et de Libye montre des résultats :
– généralement bons entre l'humide supérieur et le semi-aride inférieur, mais avec une croissance relativement faible (moins de 50 $cm \cdot an^{-1}$) ;
– mauvais, en particulier avec un faible taux de reprise, dans le semi-aride inférieur et l'aride supérieur ;
– nuls dans l'aride inférieur.

Le feuillage de l'arganier est très apprécié des chèvres et des moutons, mais leur valeur nutritive a été peu étudiée.

3.2.6. *Acacia saligna* (Labill.) L.H.Wendl.

Cet acacia, encore appelé **acacia bleu** (*Acacia cyanophylla* Lindl.), est originaire d'Australie. Il a été introduit en Algérie dès 1870 à partir de la Côte d'Azur où il était utilisé comme arbre ornemental. Il a été planté en 1916 en Libye et en 1950 en Jordanie. Il est actuellement considéré comme naturalisé dans tout le Bassin méditerranéen. C'est un petit arbre qui atteint rarement 8 m, dont les rameaux anguleux sont flexueux et pendants, touchant parfois le sol ; les feuilles, très polymorphes, sont d'un bleu glauque. Les fleurs sont jaunes, et la floraison, abondante mais brève (10 jours), a lieu en avril-mai. Cet arbre peut vivre 25 à 30 ans sur les dunes littorales, mais seulement 15 à l'intérieur des terres en conditions favorables et 10 si le milieu est sec. Il rejette aisément de souche et drageonne abondamment, ce qui facilite sa régénération après recépage et lorsqu'il a été brouté. Cette espèce paraît assez indifférente aux conditions édaphiques ; elle supporte une salure légère, des alluvions lourdes, mais préfère les sols sableux. Il végète bien dans les étages bioclimatiques de l'aride au subhumide dans les variantes douces et chaudes. Sa croissance maximale se situe en saison chaude.

Acacia saligna donnant, du fait d'une importante production foliaire, beaucoup d'humus, dont la décomposition est assez lente, et fixant l'azote atmosphérique par ses nodules abondants, améliore les sols sur lesquels il est planté. Son feuillage est bien apprécié du bétail, en particulier des chèvres et des moutons. La consommation est plus forte au printemps qu'en été et relativement faible en automne et en hiver en régions humides ; il est probable que, dans un contexte aride, elle est assez forte en hiver, été et automne, quand les autres ressources fourragères sont rares, et plus faible au printemps car le pâturage herbacé est toujours préféré quand il est disponible.

La composition chimique d'*Acacia saligna* peut varier selon les traitements qui lui sont appliqués. La digestibilité de la matière sèche de son feuillage et de ses jeunes rameaux est plus faible que celle de bien d'autres arbres ou arbustes fourragers (*Atriplex nummularia* Lindl., *Medicago arborea* L.), mais du même ordre que celle du foin de vesce-avoine.

3.2.7. Autres acacias

Les acacias, plantés ou subspontanés dans la région méditerranéenne, sont, le plus souvent :
– *Acacia tortilis* ssp. *raddiana* (Savi) Brenam, en provenance des régions tropicales et qui sera abordé ultérieurement (paragraphe 3.3.1) ;
– *Acacia ligulata* Benth., petit arbre à feuillage persistant, résistant bien à la sécheresse et au gypse et qui constitue un bon fourrage de complément, surtout 24 h après avoir été coupé ;
– *Acacia farnesiana* (L.) Willd, et *A. horrida* (L.) Willd. (ainsi appelé à cause de ses nombreuses épines de 2 cm) craignent le froid, ils ne sont présents que dans l'étage aride supérieur tempéré ou frais ; le petit bétail en consomme les feuilles et les gousses.

3.2.8. Arbres et arbustes toxiques des régions méditerranéennes

Sarothamnus scoparius. Les fleurs contiennent de la sparténine qui les rendent faiblement toxiques.

Daphne mezereum L. Baies et rameaux très toxiques, ces derniers à cause de l'écorce qui contient de la mézéréine, une résine acide très irritante ; il en est de même des autres espèces du genre.

Evonymus europaeus L. est le **fusain** ; ses baies sont toxiques.

Juniperus sabina L. et *phoenicea* L. sont très toxiques.

Lonicera nigra L. Les baies, comme celles des autres chèvrefeuilles, mais plus encore, sont très toxiques en raison des saponosides qu'elles contiennent.

Nerium oleander L., le **laurier rose**, très fréquent le long des rivières en régions méditerranéennes subarides et arides, est un poison violent, qu'il s'agisse des feuilles, du bois ou des fruits ; cette toxicité est due à des hétérosides digitaliques, en particulier l'oléandroside. La macération d'éléments de cet arbuste dans de l'eau stagnante peut la rendre toxique.

Taxus baccata L. ou **if**. Ses "aiguilles" (c'est un conifère) et ses fruits rouges contiennent un poison violent, le taxol, un diterpène complexe.

Rhododendron ferrugineum L., abondant en altitude, contient, comme les autres rhododendrons plus rares, un poison violent, l'andromédotoxine, un alcool diterpénique tétracyclique qui entraîne de la brachycardie et des troubles respiratoires.

3.3. Principaux arbres fourragers des régions tropicales

3.3.1. Les acacias

• *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. Appelé aussi *Acacia albida* Del., c'est un grand arbre de 15 à 30 m, atteignant un diamètre de plus de 1 m. Les vieux sujets forment une immense cime hémisphérique, tandis que celle des jeunes est en cône renversé. L'arbre se caractérise par ses rameaux gris clair, formés de courts segments en ligne brisée. Il a des épines droites et fortes (jusqu'à 5 cm de long), une écorce grise, épaisse et fissurée sur les vieux arbres. Ses feuilles, d'un vert bleuté, sont bipennées, alternes, avec 3 à 12 paires de pinnules ayant 6 à 23 paires de folioles ; elles mesurent 12 mm de long et jusqu'à 5 mm de large et se chevauchent en partie. *F. albida* est la seule espèce du Sahel à perdre ses feuilles pendant la saison des pluies et à être feuillée pendant la saison sèche. Les inflorescences, en épis

axillaires denses de 7 à 10 cm, apparaissent deux mois environ après la feuillaison. Les fruits typiques en fortes gousses orange vif de 10 à 15 cm de long et de 2 à 3 cm de large, enroulées en spirale, tombent environ trois mois après la floraison.

Réparti dans toute l'Afrique, du sud de l'Algérie au Transvaal, et du Sénégal à la Somalie, de préférence dans les régions semi-arides avec 400 à 900 mm de pluie par an, c'est une essence très plastique, qui pousse avec des précipitations de 300 mm à plus de 1 800 mm, et qui supporte des sécheresses longues (même de plusieurs années) aussi bien que des inondations de quelques semaines. Grâce à son long pivot, l'arbre est plus ou moins indépendant des précipitations et ne concurrence pas les plantes cultivées.

Les graines sont récoltées en écrasant les gousses ramassées sous les arbres ; avant de les semer, il faut les traiter :
– par un passage dans l'eau bouillante suivi d'une macération de 24 h ;
– par un trempage dans un bain de H_2SO_4 à 66 % pendant quelques minutes, suivi d'un rinçage ;
– par une scarification.

Le semis est fait en pépinière et les jeunes plants mis en place quelques mois après, lorsque les racines sont assez longues mais non tortillées. Cette plantation doit être faite en début de saison des pluies, tous les 5 m en région humide (plus de 600 mm par an), tous les 10 m en région sèche.

Des arrosages par temps sec et un léger apport d'engrais (environ 100 g NPK et 100 g de sulfate d'ammoniaque par trou) en terrain pauvre sont très stimulants. Il importe beaucoup d'éviter la concurrence des mauvaises herbes ou des plantes cultivées et de protéger les jeunes plants soigneusement contre la dent du bétail. Cela coûte cher, car on doit protéger chaque plante individuellement, et il faut un travail opiniâtre d'éducation des populations locales qui méconnaissent souvent les difficultés initiales de l'essence.

F. albida est le principal arbre fourrager du Sahel. En beaucoup d'endroits, on l'émonde pour donner au bétail les feuilles et les jeunes rameaux qui ont une haute valeur fourragère, mais les fruits jouent un rôle encore plus important ; ils se conservent et constituent une provision de fourrage riche en protéines et en hydrates de carbone pour la saison sèche (tableau 5.12). Leur valeur fourragère est de 0,77 UF par kg de produit brut à 10 % d'humidité. C'est le double d'une bonne herbe de savane ou de la fane d'arachide. Les gousses tombent des arbres de février à mai, pendant la période creuse critique au Sahel, et sont mangées par le bétail. Les arbres adultes fournissent 120 à 140 kg de fruits par an et même beaucoup plus sur les gros sujets. 20 arbres par hectare produisent 2 500 kg avec une valeur fourragère de 1 900 UF, soit autant que 1 900 kg d'orge, ce qui est plus que la production agricole sur des stations comparables. On estime que les pâturages enrichis avec *F. albida* peuvent nourrir le double de bovins.

Tableau 5.12. Valeur fourragère de *Faidherbia albida*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère		
		MAB	Mcel	MM	UF	MAD	MAD/UF
Feuilles vertes	30,7	17,8	17,5	6,4	0,88	10,3	12
Feuilles sèches	92,8	11,7	21,4	4,1	0,69	7,2	10
Gousses	89,4	11,8	19,6	4,0	0,70	7,3	10
Graines	92,8	28,6	10,0	4,0		23,1	

Source : d'après Rivière R. (1978), *op. cit.*

En outre, cette essence a un fort pouvoir améliorant sur le sol, sa gomme, ses fruits, ses feuilles font l'objet de nombreuses utilisations, mais c'est un médiocre bois de feu.

• *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne ssp. *raddiana*. Arbre moyen (8 à 10 m, rarement jusqu'à 20 m), avec une couronne hémisphérique ou étalée et des rameaux pendants. Même sans être brouté, il arbore parfois un port buissonnant. Tronc et branches brun foncé, dans la jeunesse brun roux avec des lenticelles gris clair. Épines axillaires de 2 à 10 cm, souvent accompagnées, ce qui est typique pour l'espèce, de courtes épines non axillaires, arquées contre le tronc, par paires.

Feuilles bipennées, alternes, vert foncé, avec 2 à 5 paires de pinnules ayant 6 à 15 paires de folioles. Fleurs en boules, blanchâtres à jaune clair, très odorantes, d'un diamètre d'environ 1 cm. Les gousses sont typiquement spiralées, de 10 à 15 cm de long et 5 mm de large, vertes dans la jeunesse et brun clair à maturité, elles contiennent jusqu'à 10 graines brunes ovales.

C'est un arbre des régions arides et semi-arides au sud et au nord du Sahara, où il forme des peuplements purs (quoique clairs) sur des glacis, des sols érodés par le vent ou l'eau, la pierraille ou les pentes latéritiques. Il tolère les sols ferrugineux et prospère bien sur les sols profonds même un peu alcalins, sur les limons sableux, occasionnellement sur les dunes fossiles. Il ne tolère aucune inondation, évite les dunes récentes, aime les bords des points d'eau temporaires ou permanents et le voisinage des puits. Espèce particulièrement résistante à la sécheresse, poussant avec des pluies annuelles de 50 à 1 000 mm, il accepte de longues périodes de sécheresse, des températures diurnes très élevées et nocturnes descendant jusqu'à 0 °C. Il forme souvent la limite des arbres au bord du désert et s'insinue dans les vallées des grands oueds.

Tableau 5.13. Valeur fourragère de *Acacia tortilis*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère		
		MAB	Mcel	MM	UF	MAD	MAD/UF
Feuilles vertes	37,9	17,8	17,05	7,4	0,94	13,3	14
Gousses	90,1	17,5	20,4	6,2	0,70	9,6	14

Source : d'après Rivière R. (1978), *op. cit.*

Les graines doivent être traitées pour en faciliter la germination. Les mêmes précautions de plantation et de protection que pour *F. albida* doivent être respectées.

Cette essence fournit un excellent bois de feu et de charbon avec un haut pouvoir calorifique, et contribue à la construction en fournissant piquets et perches ; ses branches épineuses sont utilisées dans les clôtures. Les feuilles, qui restent particulièrement longtemps sur l'arbre, les jeunes rameaux et surtout les fruits mûrs tombant au sol fournissent un précieux fourrage de base pour les animaux domestiques et sauvages. Il est possible que, dans certaines conditions, ses feuilles soient toxiques pour le bétail ; on prétend d'autre part qu'elles fortifient particulièrement les chameaux. Parmi 228 espèces testées dans les régions semi-arides du Rajasthan, *A. tortilis* s'est révélé, au bout de 15 ans, être de loin le meilleur fournisseur de combustible, de bois d'œuvre et de fourrage.

• Autres acacias. *Acacia ataxacantha* DC. n'est pratiquement pas brouté par le bétail ; pour *A. macrostachya* Reichemb. et *A. pennata* (L.) Willd., ce sont les feuilles et les jeunes rameaux qui sont consommés par les moutons et les chèvres. *Acacia senegal* (L.) Willd. est fourrager par ses gousses, et les feuilles tombées au sol ou les jeunes rameaux.

Les feuilles et les pousses fraîches d'*Acacia seyal* Del. sont un fourrage précieux, de même que les fruits, qui sont broutés après avoir été gaulés par les bergers ; en cas de pénurie, ceux-ci cassent des branches ou abattent des arbres pour nourrir leur bétail (même les bovins). C'est un spectacle familier au Sahel. L'écorce constitue aussi un fourrage important pour de nombreuses bêtes sauvages. Une quantité de 5,5 kg suffirait comme ration journalière d'une vache produisant 4 à 5 L de lait. Cette essence mérite d'être beaucoup plus protégée comme arbre fourrager.

3.3.2. *Adansonia digitata* L.

Le **baobab** est connu dans toute l'Afrique tropicale par son tronc immense en forme de bouteille et ses énormes branches ; son diamètre atteint 3 à 6 m et sa hauteur 25 à 30 m. Cet arbre, très respecté, a de nombreuses utilisations pratiques. Ses feuilles sont, en outre, un fourrage de valeur, important surtout au début de la saison des pluies (tableau 5.14). Les bergers escaladent les arbres et cassent les pousses pour les animaux qui attendent dessous.

Tableau 5.14. Valeur fourragère de *Adansonia digitata*.

Stade végétatif	MS %	Composition en % de MS			Valeur fourragère		
		MAB	Mcel	MM	UF	MAD	MAD/UF
Feuilles vertes	23,0	13,4	11,5	11,1	0,68	11,5	17
Feuilles sèches	91,0	10,6	15,8	8,5	0,69	6,1	9
Graines	89,3	9,6	27,7	5,5	0,75	5,5	7

Source : d'après Le Houérou H.-N. (ed.) (1980), *op. cit* ; Rivière R. (1978), *op. cit.*

Dans des conditions normales, les graines restent viables pendant des années. Avant le semis, il faut les faire bouillir environ 5 à 7 minutes. Dans la nature, la dormance est levée par le transit dans le tube digestif des gros mammifères (éléphants). Les semis se font dans des sachets en février-mars. Seule est judicieuse la plantation par pied isolé, par exemple dans les localités ou près des habitations. La croissance fait l'objet d'appréciations diverses. Dans la nature, il y a relativement peu d'arbres jeunes à cause de l'abroutissement par le bétail. Dans de bonnes stations, on constate une croissance rapide en diamètre et en hauteur ; celle-ci atteint parfois 2 m en 2 ans et 15 m en 12 ans.

3.3.3. *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.

Balanites aegyptiaca est un petit arbre (maximum 6 à 10 m), très largement répandu dans les savanes africaines et en Égypte. Sa couronne est arrondie ou ovale, son écorce grise, lisse dans la jeunesse et fissurée et crevassée chez les sujets âgés. Il possède de fortes épines atteignant 8 cm, droites, vertes à pointe brun clair, alternes, insérées au-dessus de l'aisselle des feuilles. Les rameaux sont en majorité retombants, très souples, verts avec des lenticelles grises ; les feuilles sont bifolioliées, courtement pétiolées, avec des folioles en majorité ovoïdes, entières, nettement nervées, de grandeur très variable (races locales ?). Les fleurs sont jaune verdâtre, peu apparentes, en racèmes[5] ; les fruits en forme d'olive elliptique, de 3 à 4 cm de longueur, d'abord verts, plus tard jaunes.

Très utile et largement utilisé en économie ménagère, cet arbre est protégé depuis des millénaires. Le fruit tombé au sol est très apprécié du bétail, surtout des chèvres. Les jeunes rameaux et feuilles sont affourragés ; c'est pourquoi *Balanites*

5. C'est-à-dire placées à l'extrémité des rameaux secondaires d'une grappe.

est souvent réduit à des buissons de quelques centimètres de haut près des villages ; l'émondage est courant.

3.3.4. *Bauhinia rufescens* Lam.

Cet arbre atteit 8 m de haut ; ses rameaux, souvent lignifiés en aiguillons, sont disposés dans un plan en arêtes de poisson. Les feuilles sont bilobées, partagées presque jusqu'à la base, les deux lobes sont orbiculaires à ovoïdes, glabres, gris vert, jusqu'à 2,5 cm de long. C'est une espèce sempervirente des stations assez humides. Les fleurs sont jaune verdâtre à blanc rose pâle, en racèmes ou corymbes peu fleuris. Les fruits sont minces, courbés, glabres, rouge brun foncé vif, avec 4 à 10 graines, et rassemblés en paquets de gousses longues jusqu'à 10 cm.

Très frugal et tolérant la sécheresse, il est largement répandu de l'Atlantique à l'Inde et au sud de l'Afrique. Les fruits verts ou séchés, ainsi que les feuilles et les rameaux, livrent un fourrage de valeur, très apprécié par tous les bestiaux et les animaux sauvages. Aussi l'essence menace-t-elle de disparaître dans les régions fortement pâturées. Les fruits (au Soudan en particulier) seraient le meilleur fourrage à chameaux.

3.3.5. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

Appelé auparavant *Leucaena glauca* (sensu Benth.), cette Mimosacée a des feuilles alternes bipennées, vert bleu, avec un rachis poilu de 12 à 15 cm de long, cannelé, muni d'une glande vers la paire terminale de folioles et d'une autre sur le pétiole ; 4 à 7 paires de pinnules de 4 à 10 cm de long, ayant chacune 10 à 20 paires de folioles pointues, allongées (8 à 15 mm), pubescentes dessous. Les jeunes rameaux sont poilus. L'inflorescence en capitules de 2 cm, globuleuse et d'un blanc crème, est seule à l'aiselle des dernières feuilles, ou par paires à l'extrémité des jeunes rameaux. Les fruits sont des gousses brun-rouge aplaties, de 10 à 15 cm de long et réunies à plusieurs sur le même pédoncule ; elles contiennent 12 à 25 graines foncées, brillantes, elliptiques et aplaties.

Originaire d'Amérique tropicale et des Antilles, cet arbre fourrager est largement répandu sous tous les tropiques par la culture. Il forme des fourrés dans les régions à climat contrasté sec et humide, sur sols suffisamment pourvus en calcium et bien drainés ; il aime les sols frais profonds et neutres, et des précipitations de 400 à 800 mm, mais il supporte 4 à 5 mois de sécheresse et les sols acides.

Outre ses qualités utiles en économie ménagère, son feuillage donne un fourrage pour les bovins, les moutons et les chèvres, par émondage ou par abroutissement direct. La production fourragère dépasse souvent 12,5 $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ et peut atteindre 22.5 $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$. Les graines donnent des coliques aux porcs, aux moutons et aux chevaux. Cette toxicité, liée à la mimosine, provoque en outre des dépilations chez les chevaux dans beaucoup d'îles du Pacifique, mais n'affecte pas les ruminants.

Depuis 1978, la brutale expansion de son ravageur, *Heteropsylla cubana*, a beaucoup réduit la production de cette espèce, malgré des tentatives de lutte biologique, notamment avec la coccinelle Ola V-nigra. On recherche des Légumineuses arbustives de remplacement ; les plus prometteuses sont actuellement *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. et *Calliandra calothyrsus*.

3.3.6. *Cadaba farinosa* Forssk.

Arbuste de la famille des Capparidacées, sarmenteux et sempervirent (toujours vert), il atteint quelquefois 5 m de haut. Ses rameaux sont souvent raides et pointus, noirâtres, se terminant en aiguillons. Les feuilles sont petites, brièvement pétiolées, d'un gris cendré et saupoudrées d'une poussière farineuse à l'état juvénile ; elles

ont de 2 à 6 cm de long, et de 8 à 20 mm de large, sont arrondies à la base et au sommet, avec une nervure centrale bien visible, en disposition alterne sur les jeunes rameaux et par fascicules de 2 à 5 sur les vieilles branches et le tronc. Les fleurs, jaune verdâtre ou blanchâtres, sont solitaires ou par 4 à 6 en panicules lâches au sommet des rameaux. Il porte des gousses déhiscentes, de 5 à 6 cm de long, assez droites, légèrement rétrécies entre les graines rouges et arquées.

C. farinosa est largement répandu dans la zone tropicale sèche du Sénégal à l'Inde. Bovins, chèvres et animaux sauvages en apprécient feuilles, fleurs et fruits.

Un arbuste voisin, *C. glandulosa* Forssk., plus petit (1 m), est volontiers consommé par les animaux en raison, notamment, de sa teneur en sel.

3.3.7. *Maerua crassifolia* Forssk.

Encore un petit arbre sempervirent de la famille des Capparidacées, de 6 à 10 m de haut et de 25 cm de diamètre au plus, au tronc souvent tourmenté avec des branches sarmenteuses et retombantes, une écorce lisse, gris foncé, écailleuse sur les vieux sujets. Les feuilles, de 12 à 20 mm de long, et de 4 à 10 mm de large, sont ovées, mucronées, courtement pétiolées, coriaces, vert mat, pubescentes, alternes, quelquefois en rosettes sur de courts rameaux grisâtres ; selon la station, elles sont sur le même individu plus ou moins longues, étroites ou épineuses. Les fleurs sont par 1, 2 ou 3 en fascicules feuillés, au parfum suave ; le calice est vert clair, pubescent, sans pétales, nombreuses étamines de 15 mm de long, en faisceau ; floraison de février à mars. Les fruits sont des gousses brunes, allongées, étranglées nettement entre les graines, pubescentes, mûres en avril et longues de 2 à 5 cm.

On le trouve sur des stations sèches de la brousse épineuse sahélienne, souvent rabougri, buissonnant et mutilé par le bétail, du nord au sud du Sahara, jusqu'en Arabie, où ses rameaux verts sont broutés par tous les animaux domestiques et sauvages, et ses fleurs appréciées des chameaux.

3.3.8. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.

Appelé aussi *Mimosa juliflora* Sw., c'est un arbre sempervirent de 12 à 15 m de haut, buissonnant, dont le fût court atteint 1 m de diamètre. Nombreuses épines de 1 à 5 cm, droites, par paires ou isolées, axillaires, parfois manquantes. Feuilles alternes, biparipennées, avec un rachis de 3 à 6 cm portant 2 à 3 paires de pinnules de 7 à 15 cm, ayant chacune 8 à 15 paires de folioles, linéaires allongées, glabres ou ciliées, de 1,5 à 5 cm de longueur sur 3 à 6 mm de largeur, sans foliole terminale. Les jeunes rameaux sont verts. Les fleurs en épis cylindriques axillaires de 5 à 10 cm de longueur, de 1,5 cm de grosseur, solitaires ou en groupes, sont petites, comprimées, odorantes, jaune d'or. Les fruits de 10 à 20 cm de long sont jaunes et contiennent 10 à 20 graines dures.

Originaire de l'Amérique latine et des Antilles, cet arbre est cultivé dans toute la zone tropicale. Il peut s'établir jusqu'à 1 500 m d'altitude, sur des sols sableux, pauvres, même moyennement salés, dans des stations sèches. Il supporte de grandes chaleurs et des précipitations annuelles de 150 à 700 mm. Il peut être disséminé par le bétail et les animaux sauvages ; le transit intestinal améliore le pouvoir germinatif des graines.

Les feuilles de cet arbuste donnent un fourrage apprécié, à moins qu'il ne s'agisse de variétés présentant une haute teneur en tanins. Les gousses sont douces et contiennent jusqu'à 27 % de glucose et 17 % de protéines.

Les jeunes rameaux et les feuilles d'une espèce voisine, le *Prosopis africana*

(Guill. & Perr.) Taub., constituent un fourrage apprécié par émondage, tandis que les fruits sont aussi consommés (en particulier par les bovins).

3.3.9. *Salvadora persica* L.

Cet arbuste sempervirent de la famille des Salvadoracées peut atteindre 9,5 m de haut. Ses rameaux sont flexibles retombants, entortillés, blanc vert. Les feuilles opposées, épaisses à charnues, glabres, vert bleu avec de petites stipules, sont ovales, arrondies à la base, mucronées, mesurant environ 3 × 7 cm, avec un pétiole de 1 cm à peine. Les fleurs jaunes, petites, glabres, sont abondantes en panicules axillaires ou terminales de 5 à 8 cm de long ; calice court à 4 lobes ; corolle à 4 pétales soudés à la base et 4 étamines ; floraison de janvier à février. Les fruits forment des baies rondes de 6 mm environ de diamètre, rouges à maturité (février à mars) et translucides.

Il est largement répandu sur sols argileux, au bord des mares, dans les vallées, sur les termitières et dans les limons parfois atteints par les crues, dans toute la région tropicale sèche jusqu'à l'Inde. Les feuilles et les pointes des rameaux sont broutées toute l'année par les bovins, les moutons, les chèvres et les chameaux. Le sel des feuilles influence le goût du lait.

3.3.10. Quelques autres espèces tropicales

Azadirachta indica A. Juss., arbre sempervirent de 5 à 20 m de la famille des Méliacées, très rustique et résistant à la sécheresse, est souvent planté le long des routes ou des avenues. Les feuilles sont utilisables comme fourrage et contiennent 15 % de protéines. Elles ont moins de fibres que les feuilles de Légumineuses mais la même valeur nutritive ; leur amertume éloigne la plupart des animaux sauf les chèvres et les chameaux. La teneur élevée en azadirachtine rend cet arbre insectifuge ; à son ombre, les insectes n'importunent pas l'homme et le bétail.

Les feuilles de *Securidaca longepedunculata* Fresen., de *Terminalia avicennioides* Guill. & Perr. sont bien consommées par le bétail, tandis que seuls les moutons et les chèvres mangent celles de *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ou de *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf. Les animaux domestiques et sauvages broutent les feuilles vertes ou mortes de *Combretum aculeatum* Vent. Les chameaux, mais parfois aussi les chèvres ou les moutons, consomment volontiers les rameaux feuillés de *Capparis decidua* (Forssk.) Edgew., *C. tomentosa* Lam., *Guiera senegalensis* J.F. Gmel., *Leptadenia pyrotechnica* (Forssk.) Decne, *Mitragyna inermis* (Willd.) O. Ktze.

Dans le cas de *Boscia angustifolia* Guill. & Perr., même l'écorce est considérée comme un fourrage. *Celtis integrifolia* Lam., dont les feuilles et les rameaux constituent un fourrage de saison sèche, est souvent émondé de manière excessive.

La pulpe des fruits de *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. (= *Butyrospermum parkii* (Don) Kotschy), après extraction du beurre de karité, est donnée au bétail. Il mange aussi les fruits de *Dalbergia cinerea* (L.) Wight. & Arn., les fruits et les feuilles de *Ficus sur* Forssk. (= *Ficus capensis* Thunb.), censés augmenter la production laitière, de *Ficus sycomorus* L. (= *F. gnaphalocarpa* (Miq.) Steud.), de *F. ingens* (Miq.) Miq., de *F. thonningii* Blume, de *Strychnos spinosa* Lam.

Fruits, graines, feuilles et jeunes rameaux de *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn., de *Grewia bicolor* Juss., de *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. sont appréciés du bétail, tandis que les feuilles et les fleurs de *Tamarindus indica* L. constituent un fourrage de grande valeur.

Le feuillage de *Entada africana* Guill. & Perr., de *Feretia apodanthera* Del. est recherché par le bétail ; celui de *Guiera senegalensis* J.F. Gmel. est brouté par les

chameaux, tandis que les chèvres consomment les fruits et disséminent les graines. *Pterocarpus lucens* Lebr. est apprécié comme fourrage à chameaux et à chèvres.

3.3.11. Arbres et arbustes toxiques des régions tropicales

Adenium obesum (Forssk.) Roem. & Schult. Toute la plante contient un glycoside toxique agissant sur le cœur et les nerfs.

Calotropis procera (Ait.) Ait.f. est souvent toxique (cœur), et de plus contient un latex irritant.

Les fleurs et les fruits de *Capparis tomentosa* Lam. contiennent un alcaloïde dangereux pour le chameau ; les autres animaux domestiques l'évitent.

Les graines de *Cassia occidentalis* L. sont toxiques pour les chevaux.

Le latex d'*Euphorbia balsamifera* Ait. est très irritant.

Les feuilles de *Tamarindus indica* L. peuvent être dangereuses pour les chevaux.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉES

Barry J.-P. et Celles J.-C. (1991), *Flore de Mauritanie*, Inst. sup. sci., Nouakchott, 2 vol., 550 p.

Baumer M. (1975), "Catalogue des plantes utiles du Kordofan (République du Soudan) particulièrement du point de vue pastoral", *J. Agric. Trop. Bot. Appl.*, 22 : 81-119.

Bille J.-C. (1971), *Observations préliminaires sur quelques arbres du Sahel sénégalais*, ORSTOM, Dakar, 49 p.

Botton H. (1957), "Les plantes de couverture. Guide pratique de reconnaissance et d'utilisation des Légumineuses en Côte-d'Ivoire", *J. Agric. trop. et Bot. appl.*, 4 : 553-616.

Caputa J. (1990), *Les "Mauvaises Herbes" des prairies*, Station fédérale de recherches agronomiques, Changin, 192 p.

Cissé M.-I. (1979), *Production des ligneux fourragers*, rapport d'activité, Mali-CIPEA

Curasson M. (1958), *Pâturages et aliments du bétail en régions tropicales et subtropicales*, Vigot, Paris.

Curasson M. (1958), "Arbres, arbustes, buissons et fourrages spontanés divers en régions tropicales et subtropicales", *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **6** (2) : 37-56 ; 91-112.

Devaux C. (1973), *Plantes toxiques ou réputées toxiques pour le bétail en Afrique de l'Ouest*, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 155 p.

Dommergues Y., Duhoux É. & Diem H. (1983), "Les arbres fixateurs d'azote en foresterie et agroforesterie tropicale", *Bull. Soc. Bot. Fr., Act. Bot.*, **135** (3) : 49-64.

Havard-Duclos B. (1967), *Les Plantes fourragères tropicales*, Techniques agricoles et productions tropicales, Maisonneuve et Larose, Paris, 397 p.

Lapeyronie A. (1982), *Les Productions fourragères méditerranéennes*, G.P. Maisonneuve & Larose, Paris, 426 p.

Le Houérou H.-N. (ed.) (1980), *Les Fourrages ligneux en Afrique*, Actes du colloque d'Addis-Abeba, 8-12 avril 1980, Centre international pour l'élevage en Afrique, Addis-Abeba, 481 p.

Leouffre M., Lécrivain E. & Leclerc B. (1989), "Consommation par des caprins de *Quercus ilex* et *Quercus pubescens* dans un taillis méditerranéen", XVI[e] Congr. int. herb., Nice : 1083-1084.

Morat P. (1973), *Les Savanes du sud-ouest de Madagascar*, coll. "Mémoires" n° 68, ORSTOM, Paris, 235 p.

Naegelé A. (1977), *EMASAR, Phase II, Vol. III : Plantes fourragères spontanées de l'Afrique tropicale sèche, données techniques*, UNESCO, Rome, 510 p.

Nebout J.-P. et Toutain B. (1978), *Étude sur les arbres fourragers dans la zone sahélienne*, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort.

Nègre R. (1961), *Petite Flore des régions arides du Maroc occidental*, CNRS, Paris.

Ozenda P. (1958), *Flore du Sahara septentrional et central*, CNRS, Paris, 486 p.

Pellegrin F. (1948), *Les Légumineuses du Gabon*. Mémoires de l'Institut d'études centrafricaines n° 1, Larose, Paris, 284 p.

Quezel P. et Santa S. (1962), *Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, CNRS, Paris, 2 vol.

Skerman P. (1982), *Les Légumineuses fourragères tropicales*, FAO, Rome, 666 p.

Toutain B. (1973), *Principales Plantes fourragères tropicales cultivées*, Notes de synthèse n° 3, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 201 p.

Vertes F. et Simon J. (1991), "Comment et pourquoi estimer le pourcentage de trèfle dans les associations Graminées-Légumineuses", *Fourrages*, 127 : 297-312.

Von Maydell H. (1983), *Arbres et arbustes du Sahel, leurs caractéristiques et leur utilisation*, GTZ, Eschborn, 580 p.

QUELQUES QUESTIONS ET EXERCICES

1. Quelle est la Légumineuse pastorale la plus importante dans les pays tempérés et pourquoi ?

2. Comment les animaux au pâturage dans les pays tropicaux peuvent-ils compenser l'absence relative de Légumineuses herbacées dans les savanes ?

3. Existe-t-il des arbres fourragers dans les pays tempérés ?

4. Qu'est-ce qu'un arganier et où en trouve-t-on ?

5. Quelles sont les qualités de *Faidherbia albida* qui en font le principal arbre fourrager du Sahel ?

6. Commentez la phrase suivante : "Dans les pays du Sud, la surpâturage est arrivé à un tel degré que les chèvres montent dans les arbres pour trouver quelque chose à manger et que les bergers coupent les branches des arbres pour nourrir le bétail. C'est le stade ultime avant le désert."

7. Le latex est-il toujours nocif ? Citez deux familles dont bon nombre d'espèces donnent du latex.

8. Sous quels climats vivent les Cactacées ? Pourquoi ?

9. Les plantes diverses des pâturages doivent-elles être considérées comme des mauvaises herbes ?

10. De quelle manière la présence de Légumineuses profite-t-elle aux Graminées voisines ?

11. Faut-il lutter contre les Légumineuses arbustives non fourragères (comme *Cytisus purgans* par exemple) ?

Chapitre 6

PRODUCTION ET PRODUCTIVITÉ PRIMAIRES DES PÂTURAGES

1. QUELQUES RAPPELS

De très nombreuses imprécisions rendent le vocabulaire, en particulier agronomique mais aussi écologique, assez confus dans le domaine de la production.

La **production** c'est, littéralement, la quantité de matière produite. C'est un chiffre brut, qui concerne le nombre d'unités produites et une durée connue.

On dira qu'une certaine vache a produit tant de milliers de litres de lait en une année, ou que les steppes parcourues par une certaine famille ont permis de produire tant de moutons en une année.

La **productivité** est la quantité de matière produite rapportée à la quantité d'un ou de plusieurs facteurs de production, par exemple la main d'œuvre, les précipitations, les engrais. C'est donc un rapport.

Une certaine année, un pré a fourni 9 t de foin ; si sa surface est de 3 ha, sa production moyenne (ou son rendement moyen) est de 3 $t \cdot ha^{-1}$. S'il s'agit d'un rendement moyen observé sur plusieurs années sa production (ou son rendement) est de 3 $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$. Si cette production est obtenue après un épandage d'azote de 100 $kg \cdot ha^{-1}$, alors que sans azote elle n'est que de 1 $t \cdot ha^{-1}$, la productivité de l'azote est égale à 3 – 1 = 2 $t \cdot ha^{-1}$ par 100 kilos d'azote ou 20 $kg \cdot ha^{-1} \cdot N^{-1}$, N désignant l'unité d'azote, c'est-à-dire le kilo d'azote pur dans l'engrais brut (100 kg d'engrais à 33 % d'azote donnent donc 30 unités d'azote notées 30 N).

La productivité renvoie aussi à la faculté potentielle de produire. On dira que *Echinochloa stagnina* ou *Festuca arundinacea* sont des Graminées de grande productivité, même dans les cas où leur production réelle est faible, parce que ces Graminées peuvent, si elles sont en situation favorable et si elles sont bien gérées, produire beaucoup.

La **production primaire** exprime le résultat de la photosynthèse et s'obtient en mesurant toute la biomasse végétale produite en un temps connu.

La **production secondaire** se rapporte à la biomasse animale, y compris des animaux sauvages, des parasites, de la faune endogène, nourrie au détriment de la précédente.

La production primaire du pré évoqué ci-dessus est bien supérieure à 3 $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$, parce que le bétail qui pâturait a laissé de l'herbe sur le terrain, parce qu'il ne l'a pas coupée au ras du sol et qu'il reste les collets, et parce que toutes les parties souterraines sont restées en place. La production primaire peut ainsi atteindre 6 $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$.

Le pré nourrit 3 vaches de 800 kg et leurs veaux pendant toute l'année ; la **charge** est donc de 1 unité de gros bétail (UGB) par hectare. La production secondaire du pré comprend l'entretien et l'engraissement des vaches, la production de lait consommée, la production des veaux, mais elle comprend aussi la production de viande des herbivores sauvages, et des insectes et autres petits animaux phytophages (y compris les vers de terre et les autres animaux souterrains). La production secondaire peut ainsi atteindre le double de la charge.

2. LA PRODUCTION DES PARCOURS

2.1. La croissance végétale

La production végétale est très saisonnière dans la plupart des parcours tropicaux, de sorte que la végétation disponible pour les animaux est le plus souvent un mélange d'herbe verte et d'herbe sèche. La **biomasse** est la masse de la végétation verte, donc vivante, présente à un moment donné et la **nécromasse** celle de la végétation sèche ; cette dernière peut être fractionnée entre portion dressée et litière. Les études portent généralement sur l'ensemble des compartiments végétaux ou **phytomasse**.

2.1.1. Le cycle de la phytomasse

La phytomasse augmente de manière brutale à partir de la période de germination des graines (plantes annuelles) ou de reprise végétative (plantes pérennes) jusqu'à un maximum annuel. Ensuite (figure 6.1), elle diminue assez brutalement au moment de la dispersion des diaspores, puis, de façon plus douce et assez constante par la suite, sous l'action d'agents divers qui dispersent le matériel végétal, le brisent en petits morceaux, l'incorporent au sol et le dégradent. La consommation de la phytomasse par les insectes, les grands herbivores et les autres phytophages a lieu tout au long du cycle végétatif.

Fréquemment la phytomasse est totalement ou presque totalement détruite par des feux (accidentels ou, le plus souvent, volontaires) au cours de la saison sèche. Selon le type de climat et la forme biologique des espèces, le feu est suivi ou non d'une repousse dont l'intensité est plus faible que celle qui est observée au cours de la saison de croissance.

• **En savanes sèches**, le cycle de la végétation est évidemment très lié à la répartition des pluies (figure 6.2).

Les premières pluies, même faibles, ont un effet immédiat sur la nécromasse, car elles s'accompagnent souvent de vents violents qui achèvent de désagréger la matière morte sur pied cependant que les organismes décomposeurs sont très actifs, et le resteront pendant toute la saison humide. La biomasse augmente selon une courbe en S classique, avant d'atteindre son maximum, mais elle décroît ensuite très brutalement. Les mesures de phytomasse n'apportent souvent qu'une information approchée sur la production des formations végétales parce qu'elles n'indi-

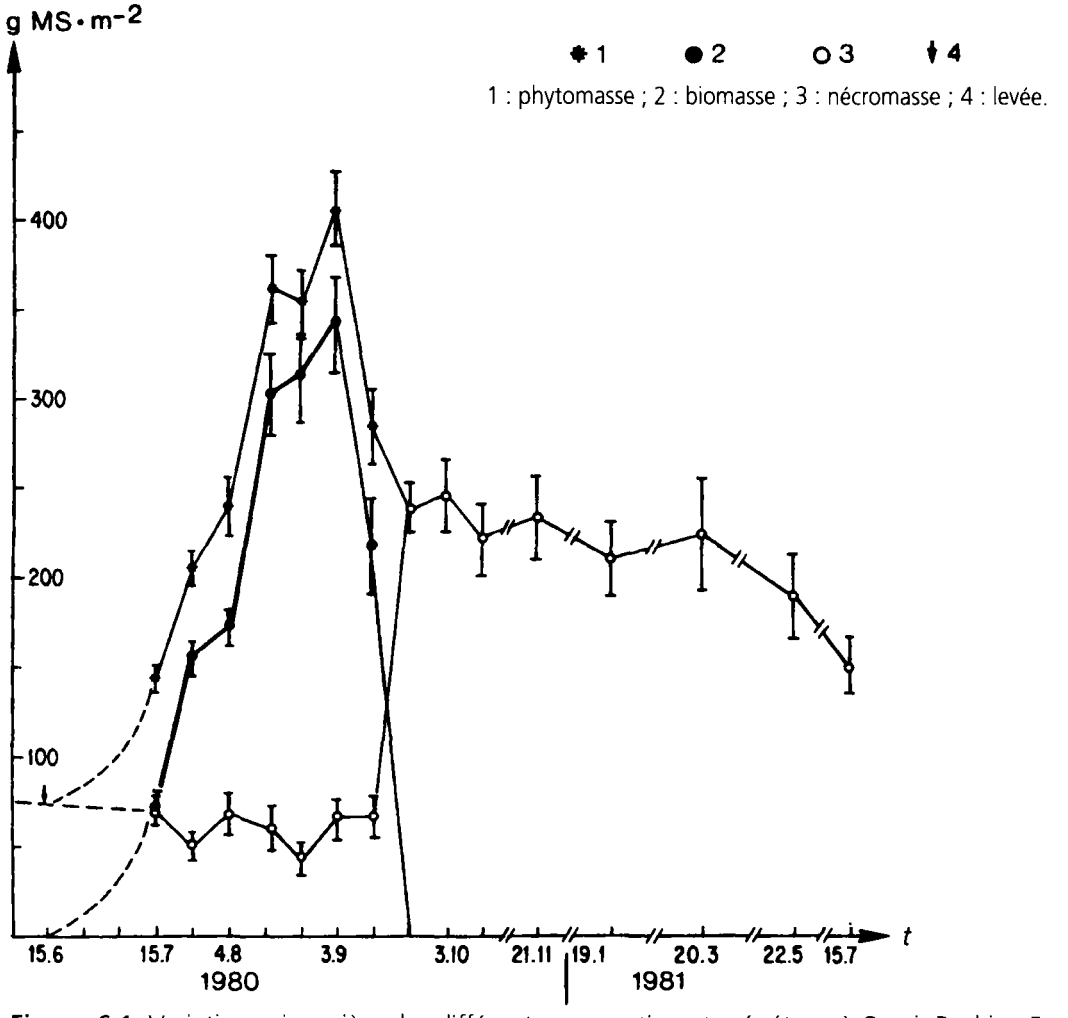


Figure 6.1. Variation saisonnière des différents compartiments végétaux à Oursi, Burkina Faso.
Source : Grouzis M. (1987), *Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens*, coll "Études et thèses", ORSTOM, Paris, 336 p.

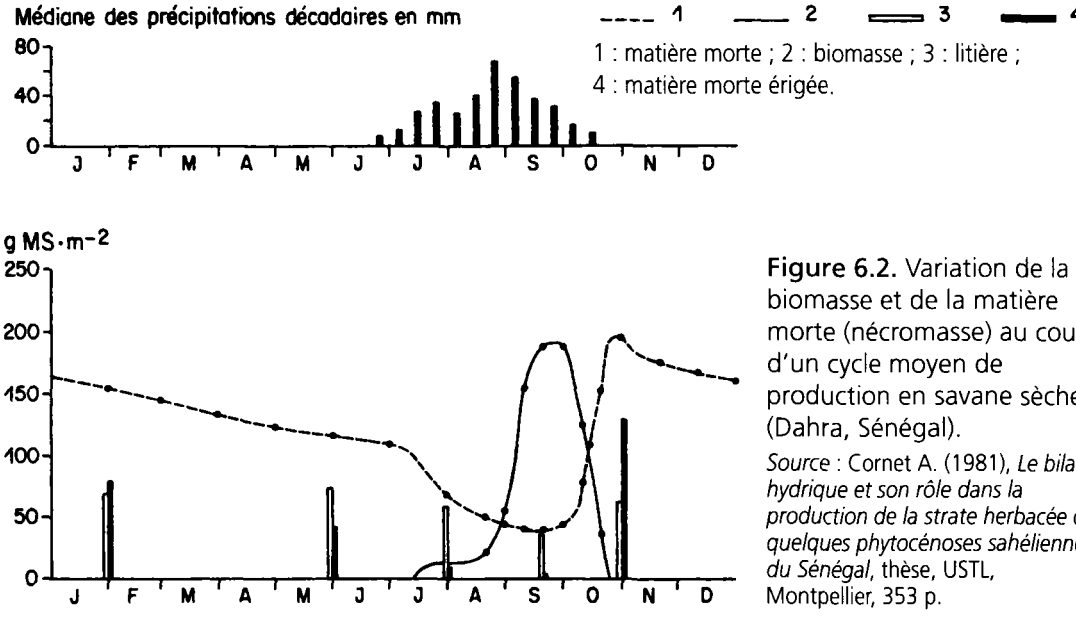


Figure 6.2. Variation de la biomasse et de la matière morte (nécromasse) au cours d'un cycle moyen de production en savane sèche (Dahra, Sénégal).
Source : Cornet A. (1981), *Le bilan hydrique et son rôle dans la production de la strate herbacée de quelques phytocénoses sahéliennes du Sénégal*, thèse, USTL, Montpellier, 353 p.

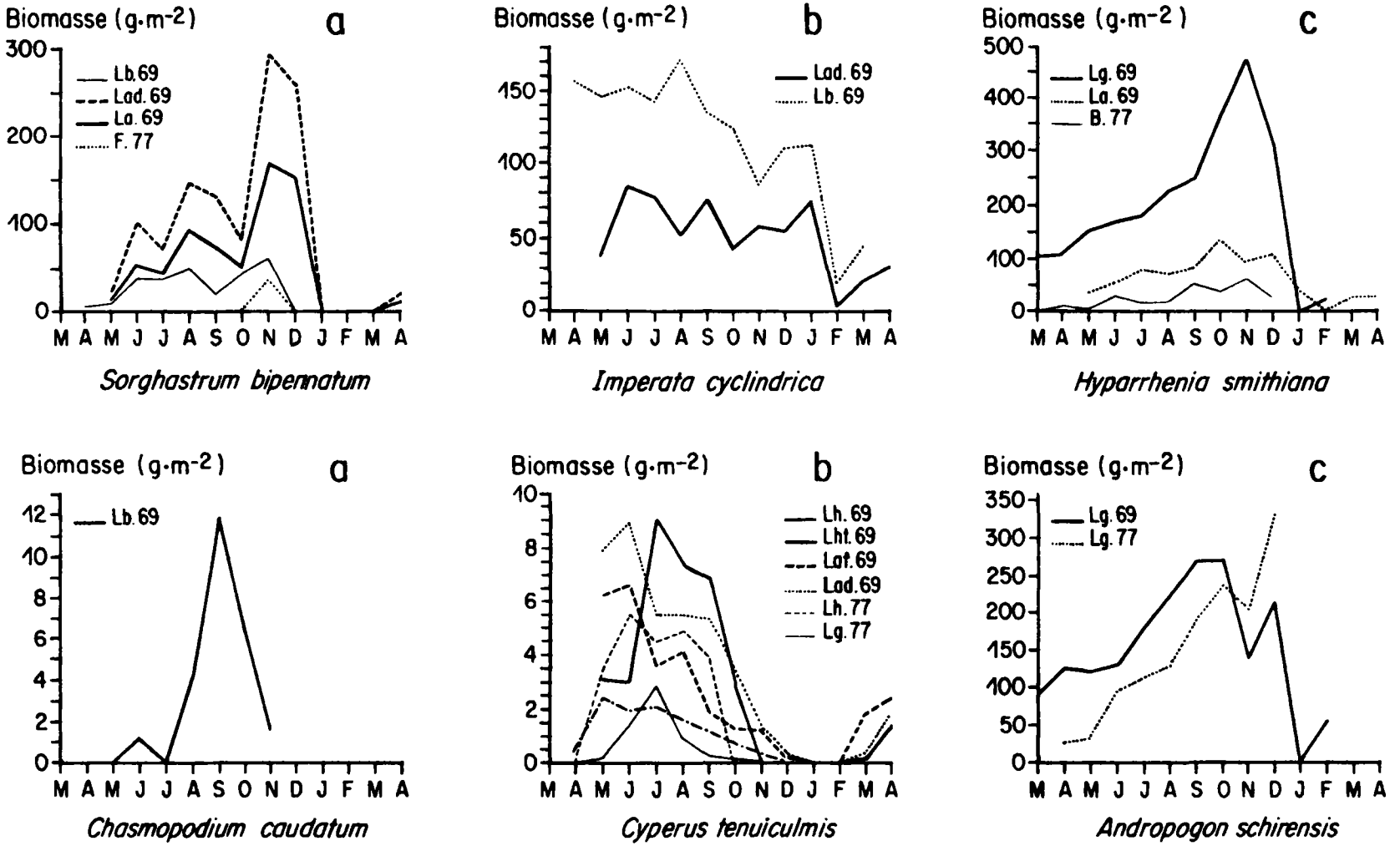


Figure 6.3. Cycles de plantes annuelles (a), pérennes précoces (b) et pérennes tardives (c) dans six savanes de Côte-d'Ivoire.

Source : César J. (1990), *Étude de la production biologique des savanes de la Côte-d'Ivoire et de son utilisation par l'homme*, thèse, Paris VI.

quent pas ce qui a été prélevé par les animaux au cours de la croissance de la végétation. Par ailleurs, les mesures doivent être répétées à intervalles assez courts pour inclure une date assez voisine du maximum.

• **En savanes plus humides**, il y a souvent des mélanges d'espèces annuelles et d'espèces pérennes avec des cycles différents (figure 6.3).

Les cycles individuels des plantes sont la résultante de multiples influences, de sorte que les biomasses maximales de chaque espèce sont observées à des dates différentes non seulement d'une année à l'autre, mais aussi selon les conditions stationnelles. La combinaison des cycles des espèces d'une communauté végétale donne une courbe qui présente un ou plusieurs maximums moins accentué(s) que pour les savanes sèches.

2.1.2. Élaboration de la biomasse

Sur un court laps de temps de la saison de croissance, la production de matière végétale est en principe une fonction exponentielle, puisque la photosynthèse est proportionnelle à la quantité de végétation présente à un moment déterminé. En réalité, le processus est continuellement freiné ou modifié par des phénomènes annexes liés à la physiologie des plantes ou à la dynamique interne des groupements végétaux (voir chapitre 12). Or, la mise en place des formations d'espèces annuelles s'accompagne d'une réduction intense du nombre de plantes qui passent souvent de plusieurs dizaines de milliers à la germination, à quelques centaines en fin de phase d'installation (paragraphe 3 du chapitre 3). La figure 6.4 est un exemple d'élabora-

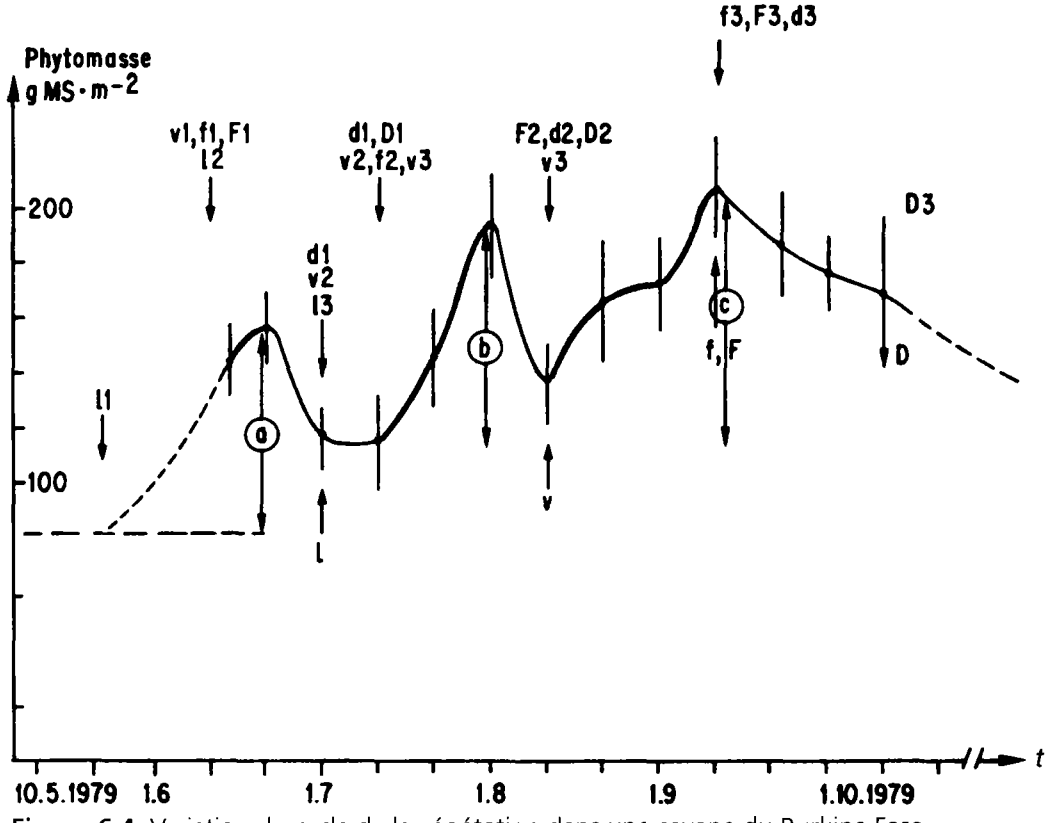


Figure 6.4. Variation du cycle de la végétation dans une savane du Burkina Faso.
L : levée ; v : stade végétatif ; f : stade de floraison ; F : fructification ; d : dispersion ; D : dessèchement ; 1, 2, 3 : rang des cohortes successives ; a, b, c : différence maximale observée pour chaque pic.
Source : Grouzis M. (1987), *op. cit.*

tion de la biomasse à partir de cohortes successives de plantes dont les floraisons et les fructifications s'échelonnent tout au cours de la saison à partir de trois périodes de germination.

Les variations du cycle sont évidemment liées à la disponibilité en eau pour les plantes, et, au-delà des premiers jours qui suivent les germinations, la production végétale s'effectue selon la courbe en S déjà évoquée.

La phase finale de croissance correspond au stade de production des graines, accompagné d'un ralentissement de l'augmentation de biomasse et est donc liée à la physiologie de chaque espèce qui peut ou non prolonger sa phase végétative en fonction des conditions de milieu. Si la durée du cycle des espèces annuelles est le plus souvent assez plastique (parfois de deux semaines à 4 mois comme cela a pu être observé pour *Zornia glochidiata*), les plantes pérennes – et en particulier les *Andropogonae* – ont souvent un cycle dont la durée est fixée. Si la croissance est perturbée par une coupe au moment du développement maximal des plantes, les inflorescences sont produites sur des tiges très courtes, presque dépourvues de feuilles, et la fin du cycle est observée pratiquement au même moment que sur les plantes intactes. De telles plantes sont peu résistantes à la pâture et régressent en cas d'exploitation intense.

Il existe cependant des Graminées et des Légumineuses pérennes moins dépendantes des saisons si leurs besoins en eau et en minéraux sont satisfaits. La figure 6.3b présente le cycle de la Graminée *Imperata cylindrica* dont la croissance est précoce et suivie d'une longue période de stabilité ; dans d'autres cas (beaucoup de *Paniceae*), la plante recommence un nouveau cycle si on la coupe au stade de la floraison ; beaucoup d'espèces tropicales cultivées comme fourrage peuvent ainsi prolonger indéfiniment leur période végétative. Chez les Légumineuses pérennes, comme *Stylosanthes gracilis*, il est possible d'obtenir un cycle à contre-saison en première année en décalant la date du semis vers la fin des pluies : sans apport d'eau, la plante ne produit pas mais reste verte et la floraison est retardée.

2.1.3. Biomasse et production nette

Au fur et à mesure de l'élaboration de la biomasse végétale, une fraction du matériel nouveau meurt et se retrouve au sol sous forme de litière. En outre, cette litière est soumise aux décomposeurs et les mesures de phytomasse totale ne donnent qu'une approximation par défaut de la production primaire nette d'un parcours. En régions tropicales, les échanges entre les compartiments de la phytomasse sont particulièrement intenses et rapides, de sorte que la production nette peut être plusieurs fois supérieure à l'augmentation apparente de la phytomasse totale au cours de la saison, et, parfois, de 50 % plus élevée que la quantité maximale de matériel végétal vert observée au cours du cycle de production.

• **En savanes sèches**. Le tableau 6.1 illustre ces phénomènes et concerne une savane sèche sahélienne dominée par *Tephrosia purpurea*. Les observations ont dû être effectuées tous les 10 jours pour pouvoir évaluer correctement les taux de constitution et de disparition de la litière et en déduire la production nette. On note que :
– le taux d'élaboration de la litière atteint 4 $g \cdot j^{-1} \cdot m^{-2}$ en fin de cycle au cours de la première année, mais est plus que doublé à la suite d'une période sèche en cours de végétation active en seconde année ;
– la décomposition de la litière, et donc sa disparition sont particulièrement intenses en fin de phase de croissance rapide des plantes et peuvent atteindre 4 à 6 % du matériel présent chaque jour ;
– par suite, on peut avoir une production nette importante alors que la phytomasse

reste constante ou même diminue : du 10 au 30 août 1978, la production a été de 32 $g \cdot m^{-2}$ alors que la masse végétale diminuait d'une quantité voisine ;
– la production nette de certaines périodes, septembre en particulier, est jusqu'à 7 à 8 fois plus forte que l'augmentation de la phytomasse. En fin de cycle, la production nette est inférieure à la phytomasse maximale mesurée en 1977, mais représente 170 % de cette même valeur en 1978.

• **En savanes plus humides**. Des phénomènes analogues se produisent en zone humide où les phytomasses initiales sont souvent nulles en raison du passage d'un feu (voir la figure 6.3).

• **Impact des consommateurs primaires**. Les transferts entre compartiments de la phytomasse sont amplifiés en cas de pâture de la végétation, du fait du piétinement des animaux, et il est indispensable de garder à l'esprit l'importance de la différence entre phytomasse et production lors d'une expérience visant à mesurer l'impact des consommateurs primaires sur la végétation : les prélèvements de végétation mesurés dans la majorité des cas ne sont que des consommations apparentes très inférieures à la consommation réelle, même lorsque l'expérience se déroule dans un laps de temps très court.

Tableau 6.1. Détermination de la production aérienne nette d'une savane sèche (Dahra, Sénégal).

t_i	δt_i	B	k	m_i	Y_i
21/7/77	9*	112,8			1,2**
2/8/77	12	108,7	0,046	0	0,9
10/8/77	8	107,4	0,040	0,61	2,91
21/8/77	11	108,0	0,087	1,88	9,28
2/9/77	12	123,2	0,056	1,44	20,44
9/9/77	7	125,6	0,263	1,71	24,01
22/9/77	13	146,2	0,575	12,89	55,39
5/10/77	13	178,7	0,030	24,77	34,37
20/10/77	13	243,2	0,029	65,5	67,55
				Total (1977) :	216,0
t_i	δt_i	B	k	m_i	Y_i
20/ 6/78	9*	138,3			9,4**
4/ 7/78	14	118,9	0,213	2,22	5,52
19/ 7/78	15	133,4	0,127	2,66	27,26
30/ 7/78	11	193,0	0,037	2,55	63,25
9/ 8/78	10	226,9	0,323	29,84	64,44
14/ 8/78	10	220,1	0,381	14,55	25,55
30/ 8/78	11	193,7	0,343	67,92	6,22
8/ 9/78	9	204,2	0,574	76,87	77,67
21/ 9/78	13	222,8	0,327	22,90	54,90
30/ 9/78	9	224,6	0,593	38,98	61,98
11/10/78	11	243,1	0,010	39,90	19,60
26/10/78	15	171,7	0,287	50,61	0
				Total (1978) :	415,0

* Depuis le début des germinations précédant la date t_i
** Valeurs par défaut
B : matière végétale totale en $g \cdot m^{-2}$
k : taux de disparition de la litière en $g \cdot g^{-1} \cdot m^{-2}$
m_i : matériel passé dans la litière en $g \cdot m^{-2}$
Y_i : production nette en $g \cdot m^{-2}$
Source : d'après Cornet A. (1981), *op. cit.*

2.2. La production et l'eau

L'examen de la croissance des plantes a déjà souligné l'étroite dépendance entre la production des parcours des régions tropicales et les ressources en eau, puisque la saison des pluies commande le cycle de presque toutes les espèces des zones humides et que les savanes sèches sont encore plus nettement soumises à l'intensité et à la répartition des pluies, mais il est utile de préciser quelques points.

2.2.1. Les précipitations

Il existe une corrélation générale entre la pluviosité annuelle et la production (figure 6.5), mais la relation demande à être nuancée :
– à la suite d'un accident climatique majeur (1972), la végétation ne retrouve pas dès l'année suivante le niveau de production attendu ;
– les groupements végétaux sont plus ou moins sensibles aux fluctuations climatiques ; par exemple, en 1977, le manque d'eau n'affecte que certains d'entre eux.

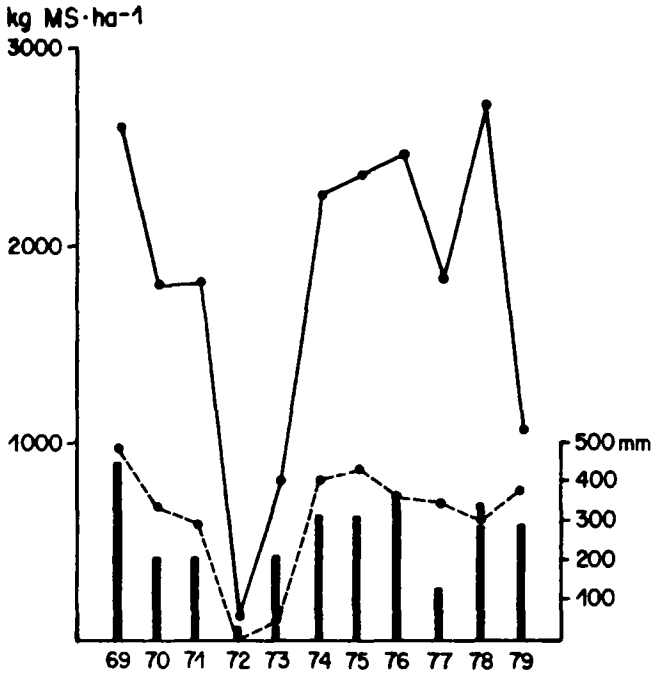


Figure 6.5. Influence de la pluviosité annuelle sur la production de savanes du nord de la région sahélienne.

Source : Cornet A. (1981), *op. cit.*

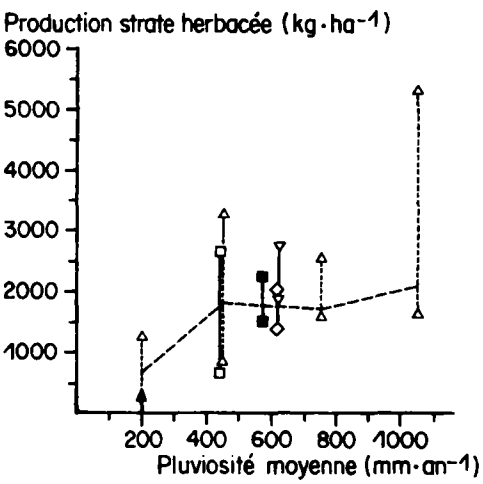


Figure 6.6. Comparaison de la production de la strate herbacée et les précipitations dans quelques régions du Sahel et de la zone soudanienne.

Source : Breman H. et de Ridder N. (1991), *Manuel sur les pâturages des pays sahéliens*, ACCT-Karthala, Paris, 486 p.

Il en résulte qu'en région tropicale, une relation simple entre la pluviosité annuelle et la production ne sera valable que pour de grands ensembles végétaux et pour des moyennes établies sur plusieurs années ; de nombreuses corrélations ont cependant été proposées pour exprimer la production en fonction de la pluie (voir paragraphe 4.1.1), mais il est certain que ces formules n'ont qu'un caractère local et ne peuvent offrir qu'un ordre de grandeur. En outre, elles ne paraissent correctes que pour les milieux secs, ainsi que le montre la figure 6.6. On constate en effet qu'au-delà de 400 mm par an, les productions deviennent très variables ; il faut alors manifestement considérer d'autres paramètres pour expliquer la production.

Même pour les savanes sèches, les productions sont en général mieux corrélées à la durée de la période humide qu'à son intensité (figure 6.7). *La durée de la phase linéaire de la croissance permet la meilleure explication de la production.*

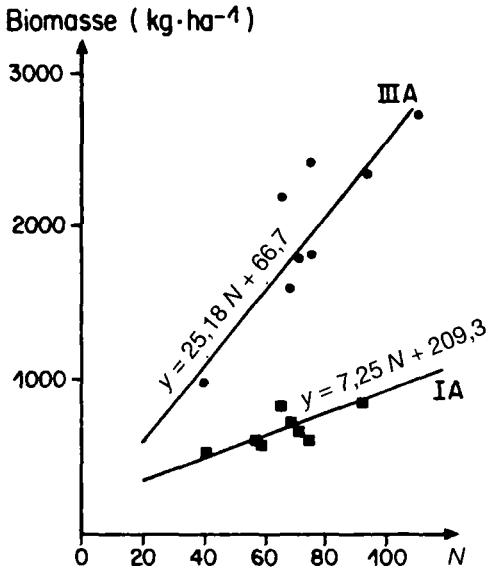


Figure 6.7. Corrélation entre la phytomasse épigée totale et la durée de la saison des pluies.
IA : groupement de dunes ; IIIA : groupement de bas de pente ; *N* en jours.
Source : Cornet A. (1981), *op. cit.*

2.2.2. La réserve en eau du sol

• **En savanes**. La grande dispersion des résultats précédents traduit l'importance de la réserve en eau du sol. Les relations (figure 6.8) entre la production et l'eau infiltrée dans le sol au cours de diverses périodes couvrant soit le seul cycle végétatif, soit une période plus longue allant jusqu'à la totalité de la saison des pluies, sont toutes significatives, quelle que soit la période choisie. La réduction de la période à la seule durée du cycle n'élimine, en fait, que peu de jours.

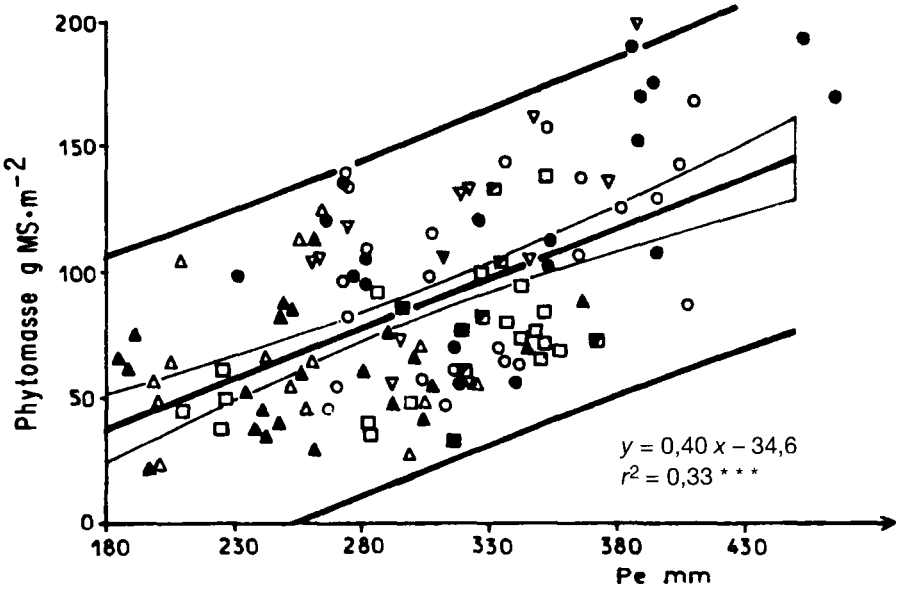


Figure 6.8. Relation entre phytomasse herbacée et eau infiltrée dans des savanes sèches au cours de la saison des pluies (Burkina Faso).
Les différents symboles représentent plusieurs types de savanes.
Source : Grouzis M. (1987), *op. cit.*

La grande dispersion des mesures montre que l'eau infiltrée est plus ou moins disponible pour les végétaux selon la texture des sols et leur richesse organique. Lorsqu'on change de lieu d'étude (figure 6.9), les relations établies présentent la même variabilité qu'avec la pluviosité annuelle.

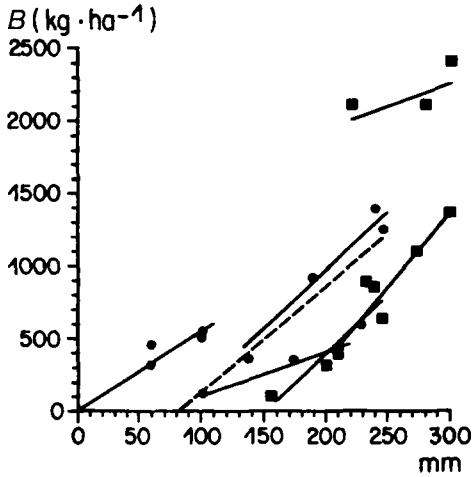


Figure 6.9. Rapport théorique entre la production annuelle de la strate herbacée et la quantité d'eau infiltrée, comparé avec des productions mesurées dans deux types des savanes.

Source : Breman H. et de Ridder N. (1991), *op. cit.*

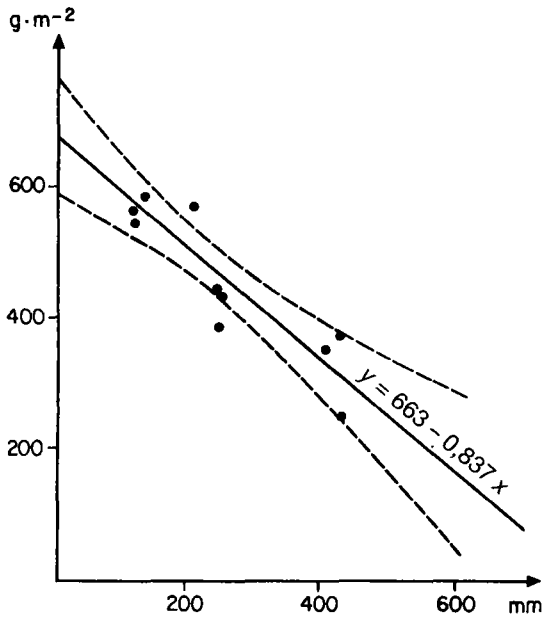


Figure 6.10. Corrélation entre la biomasse maximale et le déficit hydrique cumulé de février à mai dans une savane humide de Côte-d'Ivoire.

Source : César J. (1990), *op. cit.*

En revanche, le déficit hydrique du sol traduit mieux les résultats enregistrés dans les savanes humides où l'eau n'est un facteur de production essentiel que lorsqu'elle est rare. *L'accumulation des déficits hydriques au cours de l'année est en relation linéaire avec la production obtenue* (figure 6.10), *alors que l'eau est bien souvent excédentaire au cours des mois les plus arrosés. C'est une des raisons pour lesquelles la production des savanes est mal corrélée à la pluviosité annuelle.*

Une meilleure corrélation entre la production et l'eau ne peut finalement être obtenue que si l'on dispose de tous les éléments du bilan hydrique des sols et de l'évapotranspiration réelle de la végétation. La croissance est maximale lorsque celle-ci est suffisammment proche de sa valeur potentielle, ce qui est rarement le cas dans les savanes les plus sèches où l'ETP journalière reste de l'ordre de 6 mm même au cours de la saison humide. Nous retrouvons ici la limite climatique d'une pluviosité annuelle de 400 ou 500 mm répartie en 2 à 3 mois et assurant un optimum d'efficacité de l'eau en zone tropicale.

• **En végétations inondables**. Dans ces végétations, dont le type est constitué par les **bourgoutières** (formations herbacées d'*Echinochloa stagnina* (Retz.) P.B.), ce ne sont plus les précipitations qui régulent la production primaire, mais les inondations. Cette Graminée pousse dans des zones basses (mares, bords des fleuves) qui sont périodiquement recouvertes d'eau.

A l'état de graine, de rosette, le bourgou passe la période sèche avec une biomasse négligeable pendant que le sol est à sec. La végétation se développe parallèlement à l'épaisseur de la nappe d'eau (figure 6.11) jusqu'à atteindre 35 t MS·ha^{-1} à l'optimum, dont plus des 2/3 sont constitués par les tiges immergées, avec une productivité qui peut atteindre 250 kg MS·ha^{-1}·j^{-1}. Une partie notable de cette phytomasse primaire n'est pas utilisée, parce que le pâturage des troupeaux domestiques et des hardes sauvages entraîne d'importantes pertes dues au piétinement.

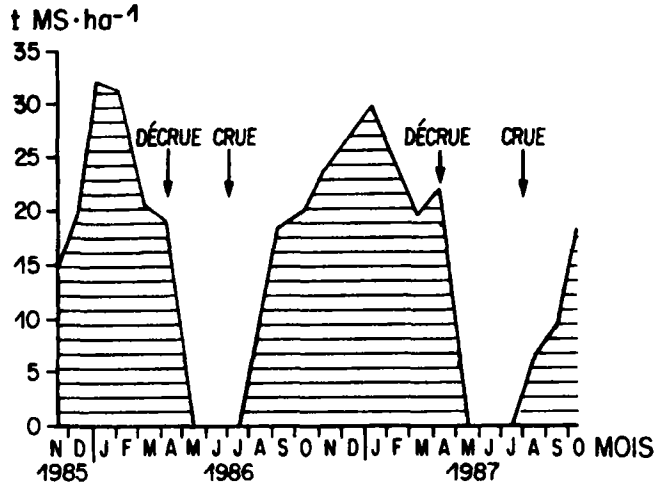


Figure 6.11. Évolution de la phytomasse des bourgoutières.

Source : François J., Rivas A. et Compèere R. (1989), "Le pâturage semi-aquatique à *Echinochloa stagina* P. Beauv. (bourgou)", *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, **24** (2) : 145-189.

2.3. Besoins minéraux des plantes

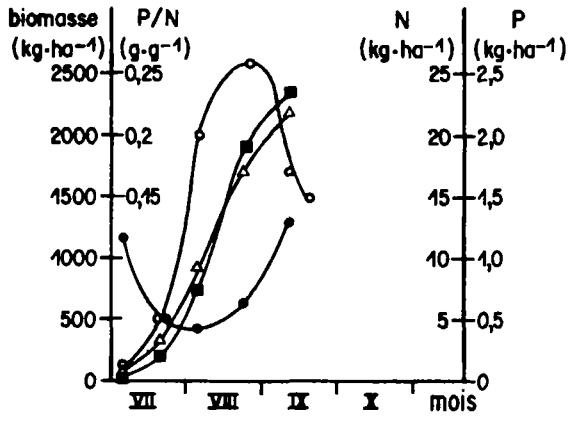
La plupart des savanes tropicales ont des sols chimiquement pauvres et peu aptes à assurer, en particulier, les besoins des végétaux en éléments minéraux. Même si des cultures tropicales sont fertilisées, il est rarement possible d'envisager des apports sur les parcours d'élevage ; il en résulte des problèmes dans l'alimentation animale qui sont à l'origine des cures salées (voir 5 du chapitre 7) et de certaines migrations des animaux sauvages (voir 1.1.1 du chapitre 7).

2.3.1. Minéraux dans la biomasse

• **Savanes**

Une première approche du problème consiste à mesurer directement les minéralomasses présentes dans la biomasse.

Dans les savanes sèches (figure 6.12), les teneurs en azote et en phosphore de la végétation évoluent de façon très différente :
– les quantités de phosphore augmentent régulièrement lors de l'élaboration du matériel végétal ;
– la quantité d'azote mobilisée passe par un maximum accusé à la montaison puis décroît jusqu'à la fin de la période de végétation active.



1 : biomasse ; 2 : P/N ; 3 : azote ; 4 : phosphore.

Figure 6.12. Évolution de la biomasse aérienne et de sa teneur en P et en N.

Source : Penning de Vries F. et Djitéye M. (1991), *La Productivité des pâturages sahéliens*, Purdoc, Wageningen, 526 p.

Les concentrations de minéraux dans les plantes sont en fait très variables (figure 6.13), en particulier dans la zone de transition entre savanes sèches et humides. Elles sont en moyenne assez élevées lorsque les pluies sont inférieures à 400 mm, et il semble que les teneurs des sols en minéraux dans ce cas freinent peu le développement végétal. A l'inverse, les plantes des zones qui reçoivent plus de 700 mm d'eau par an sont systématiquement pauvres en minéraux. On doit cependant émettre quelques réserves à ce schéma général : lorsque la pluviosité continue à augmenter, les teneurs en azote se stabilisent entre 0,5 et 1 % de la matière sèche des plantes et le rapport P/N en fin de croissance reste supérieur à 0,1 au niveau de la formation végétale. Par ailleurs, la richesse minérale est tout autant caractéristique de l'espèce végétale que le reflet du substrat.

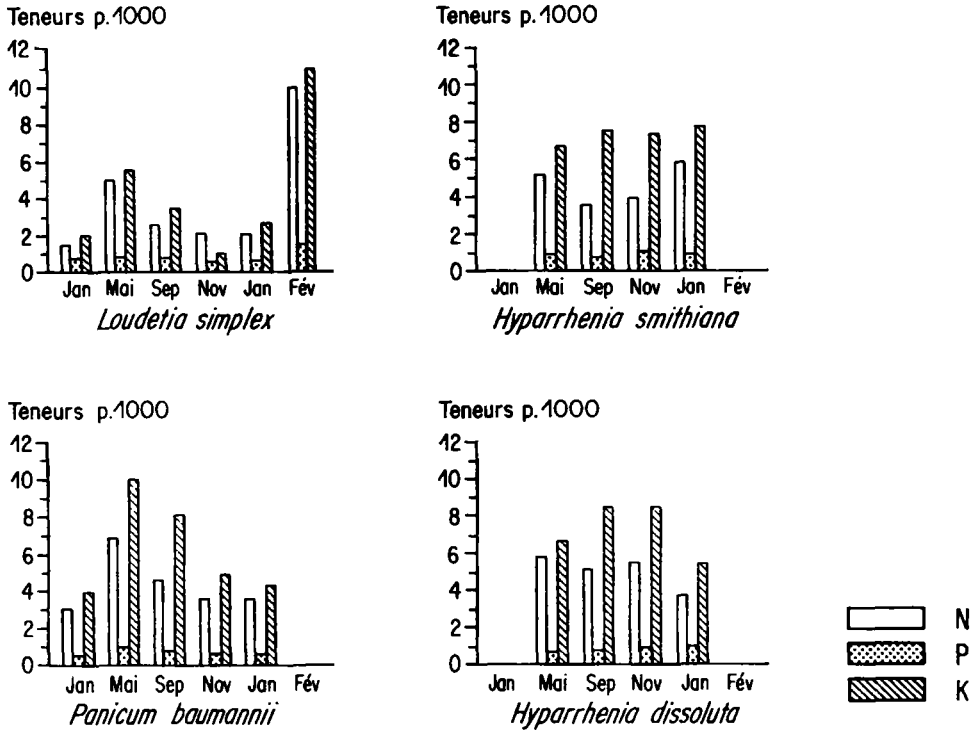


Figure 6.13. Variation de la composition chimique de quelques espèces de savanes (Lamto, Côte-d'Ivoire).

Source : César J. (1990), *op. cit.*

Ainsi, en Côte-d'Ivoire (figure 6.13), alors que *Loudetia simplex* reste pauvre en azote tout au cours de l'année, *Hyparrhenia smithiana* présente dans le même biotope des valeurs significativement plus élevées. Il en va de même entre *Panicum baumanii* et *Hyparhenia dissoluta*. Cette figure montre en outre, pour ces deux espèces, des différences entre années successives pour le mois de janvier et fournit une indication sur la mobilisation du potassium dont la teneur est légèrement supérieure à celle de l'azote. D'autres travaux montrent que le calcium représente en moyenne le quart des masses de potassium.

En ce qui concerne le sol, les cycles minéraux sont affectés à la fois par sa profondeur, par son régime hydrique et par son origine. La richesse des sols dérivés de basaltes, par exemple, se reflète dans la végétation ; celle des savanes sur sols cuirassés est souvent pauvre en éléments minéraux par rapport à celle des formations sur sols profonds, alors que les pentes et colluvions qui bénéficient de quantités élevées d'eau disponible ont une production importante mais une richesse chimique inférieure à celle des savanes des plateaux et des secteurs plus bas.

En zones inondées. Le fourrage des bourgoutières a une teneur assez élevée en calcium, en magnésium et, surtout, en potassium, mais il reste pauvre en sodium. Les teneurs varient selon l'état de maturité du fourrage (tableau 6.2).

Tableau 6.2. Teneur en minéraux du bourgou selon sa maturité.

Minéraux g·kg MS^{-1}	Pendant l'inondation	Après l'inondation
K	14,4	25,3
Ca	2,9	3,8
Mg	1,7	3,3
P	1,8	1,7
Mn	0,1	0,7
Na	0,6	0,6
Zn	0,03	0,06

Source : François J. et al. (1989), *op. cit.*

• Steppes

Sur les hauts plateaux algériens, les trois grands types de steppe (d'armoise, d'alfa et de sparte) ont des minéralomasses très différentes, d'une part parce que leurs phytomasses moyennes sont très différentes et, d'autre part, parce que les teneurs de ces phytomasses sont, elles aussi, différentes. Ces teneurs sont mesurées par l'**indice minéral** obtenu en rapportant la minéralomasse à la phytomasse totale :

$$IM = \frac{\text{minéralomasse en kg·ha}^{-1}}{\text{phytomasse en kg MS·ha}^{-1}} \times 100$$

Le tableau 6.3 souligne les différences entre les trois types de steppe.

Ces teneurs varient notablement d'une espèce à l'autre, comme d'ailleurs les teneurs en éléments particuliers. La figure 6.14 montre ces répartitions dans le cas de la steppe d'alfa. Dans cet exemple, la biomasse totale est de 9 370 kg MS·ha^{-1} et la minéralomasse totale est de 203 kg·ha^{-1}.

Tableau 6.3. Phytomasses et minéralomasses moyennes de steppes méditerranéennes en défens.

Type de steppe	Phytomasse	Minéralomasse	Indice minéral
Armoise	1 000	41	1,8
Alfa	9 400	203	2,2
Sparte	2 300	41	1,8

Source : Nedjraoui D. (1988), *Adaptation de l'alfa aux conditions stationnelles*, thèse, université H. Boumediene, Alger.

En définitive, les steppes méditerranéennes pérennes se classent en deux groupes principaux.

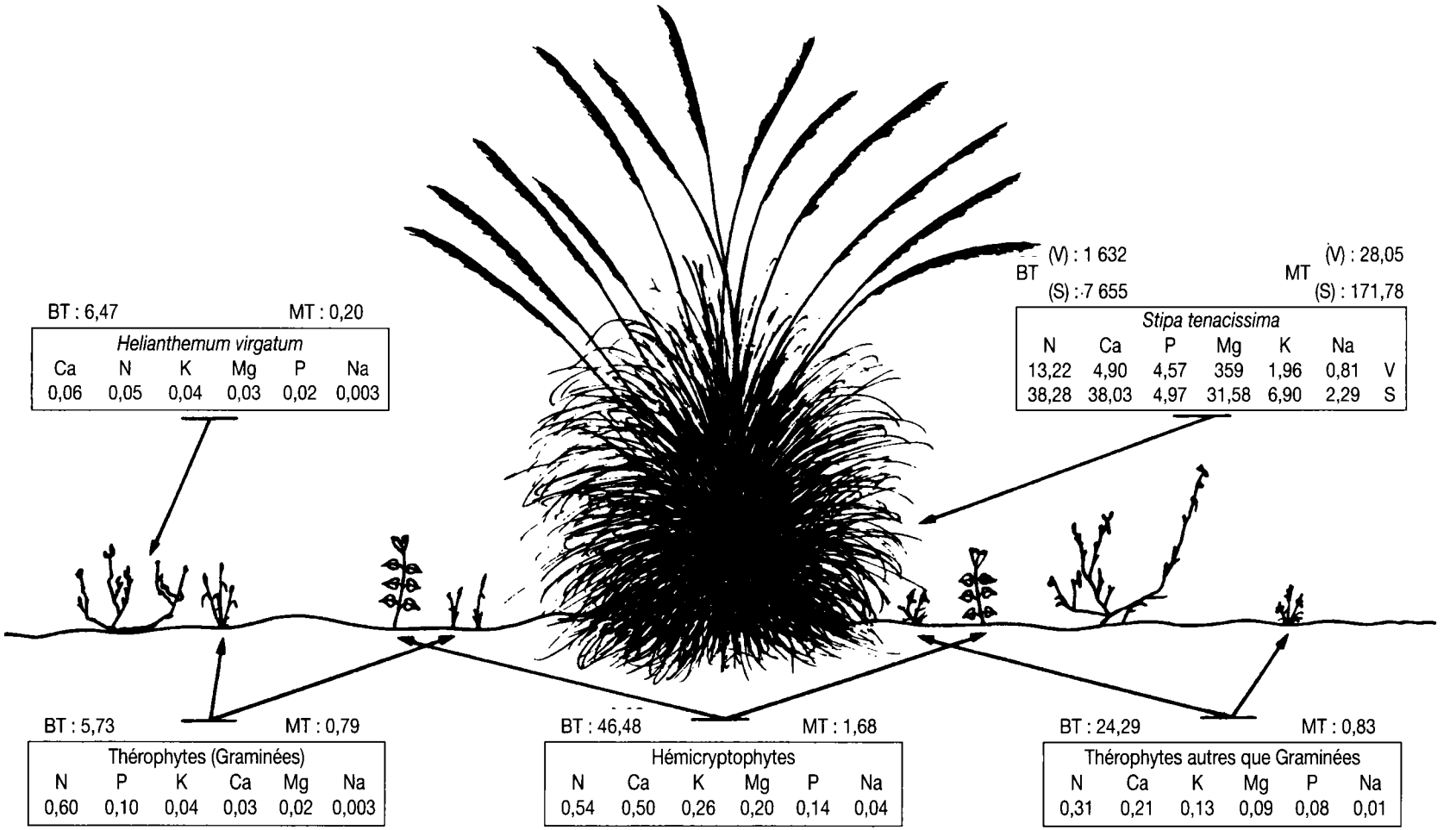


Figure 6.14. Répartition de la minéralomasse dans la steppe d'alfa.
V : partie verte ; S : partie sèche ; BT : biomasse totale (kg MS·ha^{-1}) ; MT : minéralomasse totale (kg MS·ha^{-1}).
Source : Nedjraoui D. (1988), *op. cit.*

– Steppes d'armoise :
*production faible (< 2,5 $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$) ;
* accumulation minérale moyenne (IM > 3) ;
* décomposition rapide de la litière (N > Ca).

– Steppes d'alfa ou de sparte :
* production moyenne (entre 2 et 10 $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$) ;
* accumulation minérale faible (IM < 3) ;
* décomposition très rapide de la litière (N > Ca et haute teneur en silice).

2.3.2. Fertilisation des savanes

Des essais de fertilisation azotée de la savane ont été faits au Mali. Sous des précipitations annuelles de 600 $mm \cdot an^{-1}$:
– la production végétale augmente avec des doses croissantes d'azote jusqu'à 300 $N \cdot ha^{-1}$;
– la relation est "moins que proportionnelle" ;
– au-delà de 200 $N \cdot ha^{-1}$, les gains sont très réduits (phénomène de saturation classique, voir le manuel *Agronomie moderne* de la même collection) ;
– la teneur des plantes en azote augmente peu tant que la fertilisation reste inférieure à 80 N ;
– elle croît ensuite jusqu'à un maximum de 2 % pour un apport de 200 N, puis reste constante. Dans cette séquence, les plantes utilisent les 2/3 de l'apport.

En climat plus sec, la réaction des savanes aux engrais est nulle ou même négative si les plantes privées d'eau disposent de sols excessivement riches.

Les espèces potentiellement riches, comme *Panicum maximum* ou *Pennisetum purpureum*, doublent leur production avec des apports de 100 à 200 $N \cdot ha^{-1}$, cependant que leur teneur en azote stagne ; l'augmentation ultérieure des apports se répercute plus ou moins sur cette teneur en azote suivant les espèces : *Panicum* peut augmenter de 50 % sa teneur en azote, alors que *Pennisetum* limite son enrichissement à 25 %.

Les Légumineuses ont évidemment des réactions très différentes à la fertilisation. L'apport d'azote n'entraîne pour elles aucune amélioration de la production. Par contre, elles réagissent positivement au phosphore qui peut être utilisé pour favoriser leur développement. Leur introduction en savane s'accompagne toujours d'une amélioration de la production globale.

2.3.3. Conclusion

Le rôle des minéraux en tant que facteur limitant de la production dans les savanes tropicales peut être schématisé en soulignant que :
– les contraintes minérales augmentent selon le gradient pluviométrique et, par suite, seront vives en savanes inondables (formations à *Brachiaria mutica*, à *Oryza*, à *Phragmites*, etc.) ou de fourrages irrigués ;
– le déficit minéral des sols est multiple et largement responsable de la qualité médiocre des aliments tropicaux.

2.4. Les ligneux dans la production primaire

Alors que les arbres et les arbustes sont des constituants constants des savanes et fournissent une fraction importante de la ration des animaux domestiques des régions tropicales, leur rôle et leurs influences sur la production animale n'ont été analysés qu'assez récemment et restent controversés. En effet, la consommation des ligneux n'est souvent qu'un recours ultime pour les bovins et les ovins, et la

strate ligneuse de la plupart des pâturages est en compétition avec la strate herbacée pour l'utilisation des ressources en eau et en éléments minéraux ; toutefois, les steppes d'armoise sont essentiellement composées de ligneux bas, et ont longtemps constitué une des ressources alimentaires principales, sinon la principale, des troupeaux des peuples berbères, nomadisant ou non. Actuellement, la ressource essentielle de ces troupeaux est constituée par des apports d'orge en grains.

2.4.1. Production des ligneux en savane

De nouveau, les phénomènes sont très différents selon la zone climatique considérée.

• **Savanes sèches.** Dans ces savanes, les arbustes sont peu abondants et créent souvent sous leur couronne des conditions favorables à des communautés végétales plus productives. Sous la couronne, les sols sont en effet enrichis en matière organique et en éléments minéraux par les litières et les racines et, surtout, bénéficient d'un régime hydrique beaucoup plus favorable avec une plus grande réserve d'eau et une évapotranspiration réduite.

C'est ainsi qu'une production de 228 $g \cdot m^{-2}$ a été observée sous les arbres, contre seulement 82 $g \cdot m^{-2}$ hors ombrage dans une savane très sèche du nord du Sénégal. Il faut ajouter, à cette production herbacée, une production de bois de l'ordre de 30 $g \cdot m^{-2}$ et de 40 $g \cdot m^{-2}$ de feuilles et de fruits. La teneur en azote des herbacées sciaphiles (c'est-à-dire qui poussent à l'ombre) est de 50 % plus élevée en octobre et en décembre ; les plantes d'ombre contiennent environ deux fois plus de phosphore, potassium, calcium et magnésium. Alors que les surfaces abritées du soleil ne correspondent qu'à 7 % du territoire, on y trouve 18 % de l'azote et du phosphore disponibles pour les animaux.

• **Savanes humides.** La production herbacée est moins élevée en savane très boisée que dans les savanes "arborées" où les arbres, couvrant moins de 10 % de la surface du sol, sont très dispersés (figure 6.15) malgré un écart variable en fonction des années. En Afrique centrale, les différences observées sont faibles tant que la couverture ligneuse reste inférieure à 75 %.

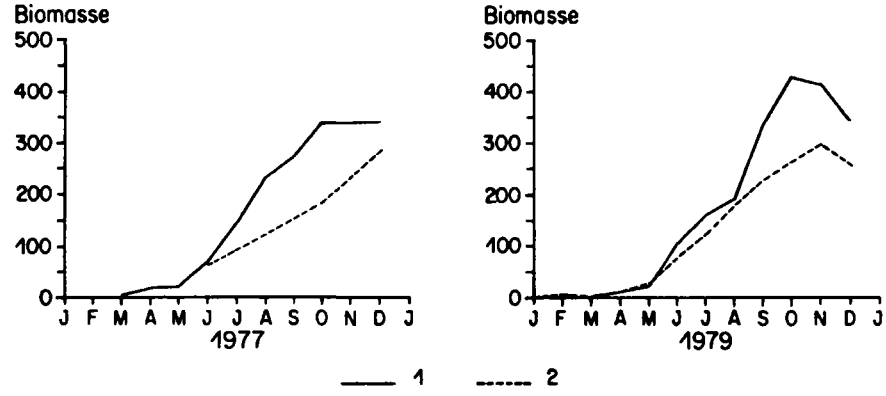


Figure 6.15. Production de savanes humides peu et très boisées à Palé, Côte-d'Ivoire.
1 : savane arborée ; 2 : forêt claire.
Source : César J. (1990), *op. cit.*

Les expériences de déboisement destinées à réduire la compétition entre strates basse et haute qui ont été tentées en régions tropicales sont très décevantes. L'amélioration de la croissance de l'herbe observée au cours des premières années qui suivent l'élimination des arbres ne se maintient pas. Cette amélioration était due à l'apport organique important résultant du déboisement (racines restées en place dans le sol et déchets d'abatage restés sur le sol). Cette matière organique est rapi-

dement minéralisée et, non renouvelée, disparaît assez vite. C'est la raison pour laquelle les pâturages implantés sur des défriches de forêt équatoriale perdent rapidement leurs potentialités initiales ; leur production diminue très vite.

L'intérêt de la production ligneuse caduque est surtout qualitatif car les prélèvements par les animaux concernent rarement plus de 100 kg·ha^{-1} et les feuilles des arbres sont d'autant moins consommées que le climat est moins sec. La production totale de feuilles (figure 6.16) n'a donc d'intérêt qu'au Sahel où elle stagne souvent à moins de 300 kg·ha^{-1} et où la consommation s'exerce aussi sur les feuilles sèches tombées au sol.

Le tableau 6.4 récapitule les parts respectives des productions herbacées et ligneuses dans les savanes africaines et leurs variations au cours de l'année (max → min) :
– en zone sahélo-soudanienne, donc pour une pluviosité inférieure à 600 mm par an, la production ligneuse consommable est d'environ 50 kg·ha^{-1} pour une production herbacée de l'ordre de 700 kg·ha^{-1} ;
– en région soudanienne, les feuilles des arbres peuvent constituer 20 %

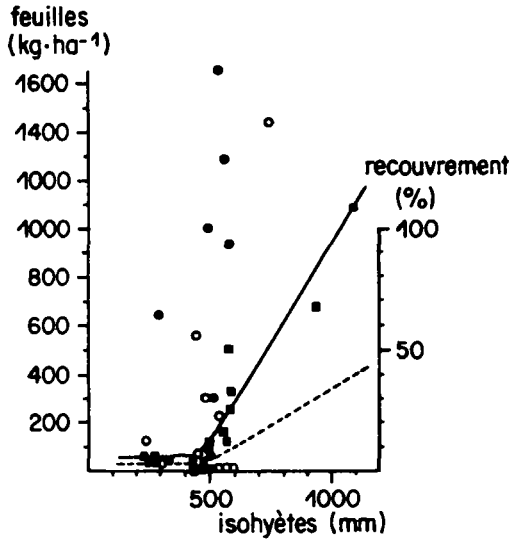


Figure 6.16. Production annuelle moyenne des feuilles des espèces ligneuses et recouvrement moyen de la strate arborée dans les savanes humides de Côte-d'Ivoire.
Les différents symboles représentent plusieurs types de savanes.
Source : César, J. (1990), *op. cit.*

Tableau 6.4. Quantité et qualité de fourrage disponible en année sèche dans les savanes africaines.

Zone	Biomasse végétale herbacée en kg.ha^{-1} totale	de qualité	Feuillage accessible
		matière sèche disponible	
sahélienne	330 → 100	330 → 20	5 → 10
sahélo-soudanienne	1 120 → 730	560 → 50	105 → 15
soudanienne			
sans feu	1 970 → 1 040	540 → 60	440 → 40
avec feu	1 970 → 340	540 → 150	440 → 40
inondée			
sans feu	3 900 → 3 500	100 → 500	20 → 20
avec feu	3 900 → 1 100	100 → 900	20 → 20
		taux d'azote observé	
sahélienne	1,5 → 0,7	1,5 → 1,2	2,5 → 2,0
sahélo-soudanienne	0,8 → 0,5	1,1 → 1,7	2,5 → 2,0
soudanienne			
sans feu	0,5 → 0,3	1,5 → 1,1	2,5 → 2,0
avec feu	0,5 → 0,6	1,5 → 1,0	2,5 → 2,0
inondée			
sans feu	0,3 → 0,2	1,5 → 2,0	2,5 → 2,0
avec feu	0,3 → 0,2	1,5 → 2,0	2,5 → 2,0

Source : d'après Penning de Vries F. et Djitéye M. (1991), *op. cit.*

de la production globale de la savane (440 × 100 / 1 970), mais ne représentent, le plus souvent, que 5 à 10 % de la ressource ;
– en zone inondée et en savanes guinéennes, l'apport des ligneux est quantitativement négligeable en dehors de la saison sèche (20 × 100 / 3 900).

2.4.2. Production des ligneux dans les steppes d'armoise

La phytomasse, dans les steppes d'armoise (*Artemisia herba-alba*), est constituée surtout par ce ligneux bas. Dans les mises en défens des Hauts-Plateaux algériens, la phytomasse minimale est de l'ordre de 700 kg MS·ha^{-1} ; à partir de mars, elle augmente jusqu'en juillet de 200 à 500 kg MS·ha^{-1}, avec une moyenne de 400. Elle baisse ensuite jusqu'à sa valeur initiale. Cette perte régulière est liée à l'influence de la sécheresse estivale sur une plante qui a fleuri et stoppé sa croissance :
– l'évapotranspiration diminue la teneur en eau de la plante, et spécialement de ses parties vertes ;
– certains organes tombent et se retrouvent dans la litière (qui peut, malgré le vent, atteindre 100 kg MS·ha^{-1} en fin d'été).

Certaines steppes d'Afrique du Nord sont dominées par une strate très éparse de pistachier (*Pistacia atlantica*) ou d'arganier dont les animaux consomment le feuillage (les chèvres peuvent monter dans l'arbre) et les graines. Par ailleurs, l'excédent de troupeaux conduit souvent à faire paître les animaux dans des formations forestières ou subforestières peu productives, tels que des broussailles de *Olea europea* et *Pistacia lentiscus* ou de *Quercus ilex*.

2.4.3. Production en zone forestière

Le tapis herbacé est presque absent des forêts denses primaires et des boisements secondaires qui se développent en remplacement des savanes en cas de surpâturage et de supression des feux. La flore comporte des Graminées sciaphytes à feuilles très larges qui n'existaient pas dans la savane. La figure 6.17 met en évidence deux seuils de production :
– le premier, A, sépare les forêts des savanes boisées ;
– le second, B, au passage de la forêt claire à la savane arborée.

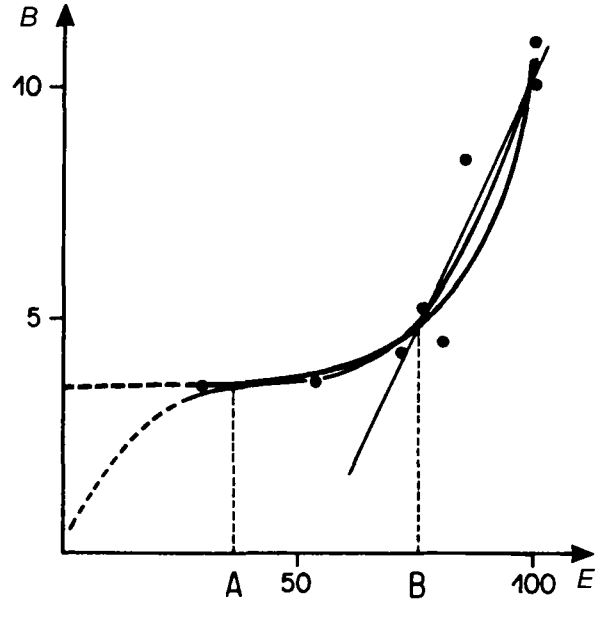


Figure 6.17. Influence de l'éclairement sur la production de la strate herbacée.
Éclairement, *E*, en % ; biomasse, *B*, en t·ha^{-1}.
Source : César J. (1990), *op. cit.*

Dans cette expérience, une diminution faible de l'éclairement entraîne une diminution importante de la production herbacée, mais celle-ci varie peu quand l'éclairement reste compris entre 20 et 60 % du plein découvert. Il ne faut pas oublier que la supression des ligneux d'une savane n'entraîne pas d'augmentation de la production fourragère, parce que :
– les arbres et arbustes ont une influence favorable sur le sol et la microflore,
– et une production fourragère propre.

2.5. Influence des feux de brousse

La conséquence immédiate des feux de brousse (voir paragraphes 2 et 3 du chapitre 7) est l'élimination de toute la végétation sèche, ainsi que de la végétation verte qui pouvait subsister au moment de l'incendie.

• **En région sèche**, le feu détruit la totalité des ressources alimentaires sur pied après la saison de croissance. Les conséquences sur la flore et sur la strate ligneuse n'apparaissent pas toujours dans les mises en défens parce que les semenciers des espèces sensibles au feu ont généralement disparu. La "remontée biologique" naturelle est souvent très lente si ces espèces disparues ne sont pas réintroduites. Les graines des espèces habituées au feu sont évidemment résistantes à l'incendie dont l'influence directe ne dépasse pas quelques centimètres de profondeur.

• **En savane humide**, l'état actuel de ces formations végétales est le résultat du passage répété des feux ; le cycle de croissance estival est pratiquement identique, que la surface ait été brûlée ou non, si le passage du feu est tardif, c'est-à-dire s'il intervient après que les ressources hydriques des sols aient été épuisées. Mais la nécromasse est absente dans l'année qui suit le feu de sorte que la phytomasse totale disponible pour le bétail est réduite de moitié (figure 6.18).

Si le feu est allumé à la fin de la saison humide, les Graminées pérennes (dont le type biologique est dit hémicryptophyte) résistent à l'incendie. Si le sol contient encore une réserve d'eau, elles donnent des repousses tendres appréciées par les troupeaux. Le feu contribue à lever la dormance de nombreuses graines et favorise en particulier la germination des *Andropogonae* (*Hypparhenia, Andropogon, Themedea, Cymbopogon*) et des *Arundinellae* (*Loudetia, Tristachya*). Il est surtout utilisé pour éliminer les chaumes secs. Ses effets à long terme sont mal connus parce que les savanes non brûlées sont très fortement exploitées.

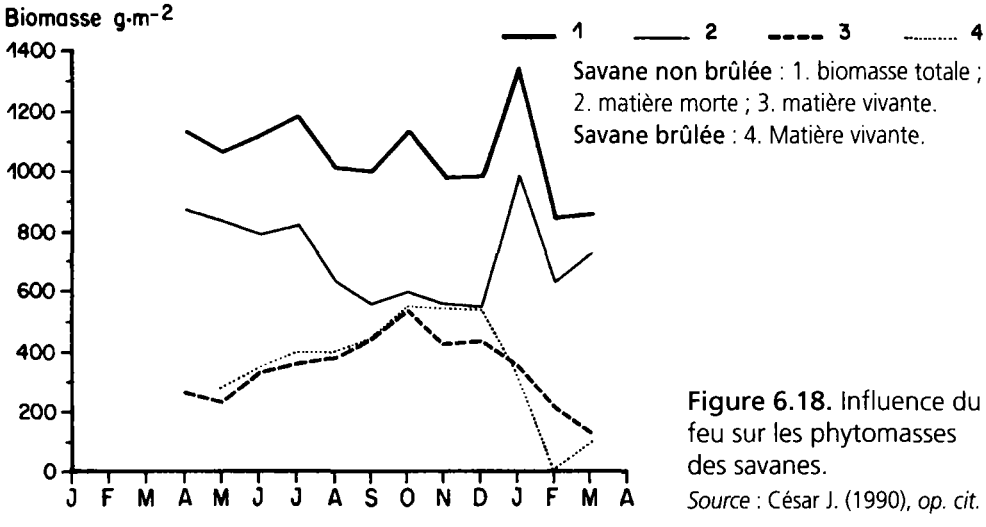


Figure 6.18. Influence du feu sur les phytomasses des savanes.
Source : César J. (1990), *op. cit.*

2.5.1. Influence du pâturage sur les espèces annuelles

Les expériences de coupes successives sur des Graminées en cours de croissance montrent que ces plantes supportent assez bien ce traumatisme. Par contre, la fructification peut être sérieusement perturbée et le couvert végétal est progressivement réduit au cours des cycles ultérieurs : c'est un arrière-effet de la consommation, beaucoup plus que la conséquence des perturbations physiologiques des plantes, ce qui explique que le surpâturage n'a de conséquence grave que s'il intervient en fin de période de végétation active.

Si les dégradations de production sont difficiles à mesurer, en raison des interférences entre l'action des consommateurs et les conditions climatiques au cours des années successives, on connaît mieux l'évolution de parcelles mises en défens. La figure 6.19 compare les productions sous pâture, et avec protection, de trois milieux du Burkina Faso :

- la station de Windé est une savane de *Panicum laetum* et *Aeschynomeme* en bas de pente, traditionnellement utilisée en période humide ; la protection y permet une forte augmentation de la production ;
- Gontouré est une savane d'*Aristida mutabilis* et *Schoenfeldia gracilis* également pâturée en période pluvieuse, et la protection est également bénéfique, mais moins que dans le cas précédent ;
- à Oursi, il s'agit d'une dune à *Zornia glochidiata* exploitée en saison sèche, dont la protection n'améliore la production que de manière très marginale.

La protection agit aussi par l'intermédiaire d'une constitution de litière qui améliore le régime hydrique et crée de meilleures conditions de germination.

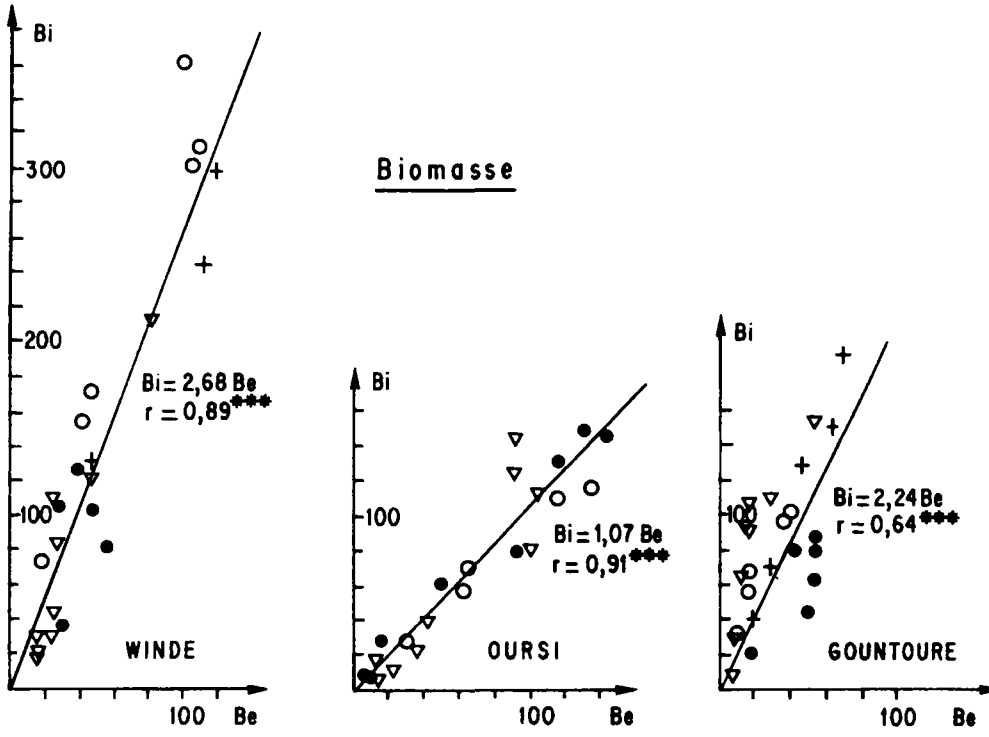


Figure 6.19. Influence de la mise en défens sur la production de savanes du Burkina Faso.
Les différents symboles représentent plusieurs types de savane.
Bi : parcelles protégées ;
Be : parcelles pâturées normalement.
Source : Grouzis M. (1987), *op. cit.*

2.5.2. Plantes pérennes consommées

Les phénomènes sont plus complexes, car il faut considérer à la fois le rythme d'exploitation, son intensité et la spécificité des réactions des diverses espèces, alors que chaque cycle annuel est influencé par la disponibilité en eau aux époques sensibles (figure 6.20).

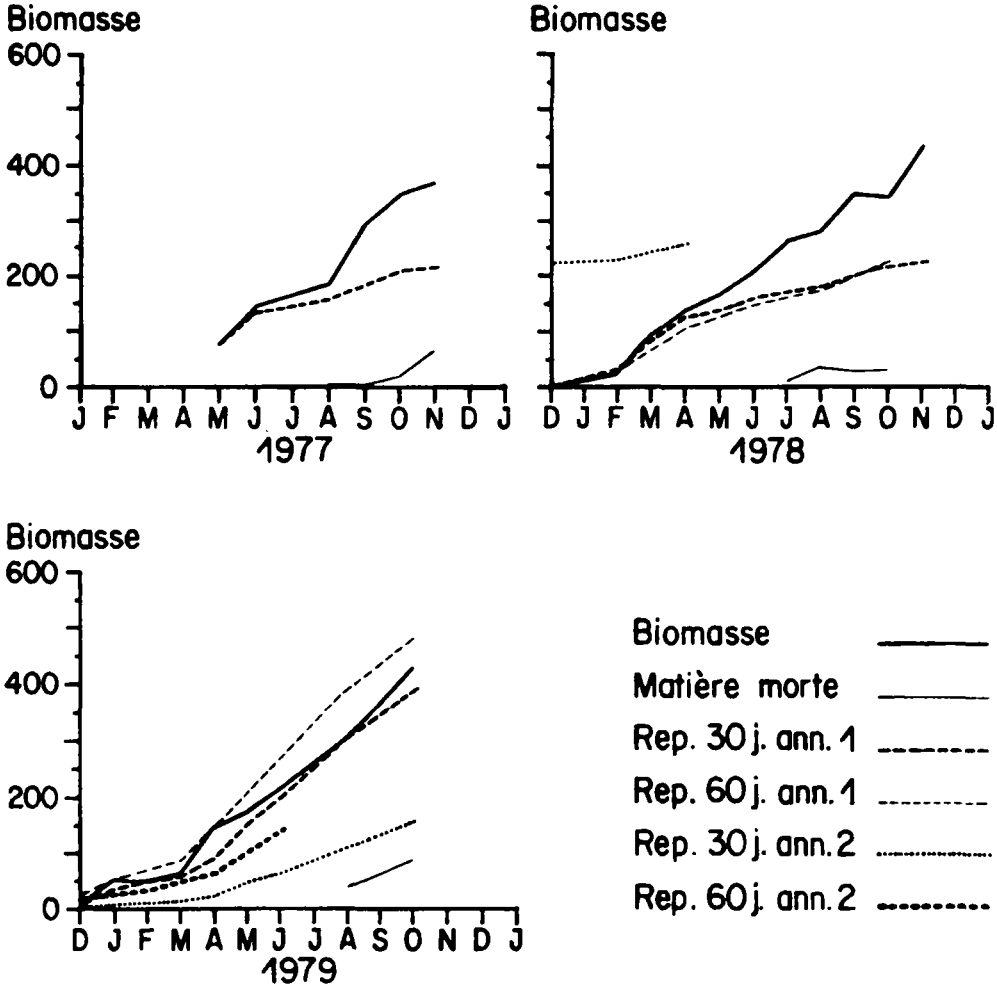


Figure 6.21. Cycles de production sans exploitation et avec deux rythmes de coupe.
Source : César J. (1990), *op. cit.*

Les exploitations successives réduisent la production cumulée. En fin de saison, la somme des coupes donne une biomasse inférieure à celle de la végétation intacte. Cette différence a un effet cumulatif : la diminution est encore plus marquée la seconde année. Plus la coupe est basse, et plus l'effet dépressif est important. Cependant, il peut arriver que les coupes aient un effet stimulant sur les plantes en début de traitement, mais c'est un phénomène inhabituel.

Les différentes espèces réagissent de façon particulière aux coupes ; la physiologie d'*Andropogon gayanus* est très perturbée lorsqu'on coupe la plante au ras du sol, alors que *Setaria sphacelata* supporte bien une pâture intensive. Presque toutes les Graminées des savanes humides réagissent à la pâture en augmentant le diamètre de leurs touffes, de sorte que le couvert végétal augmente au cours des premières

années d'utilisation et peut se maintenir à un niveau relativement élevé si le surpâturage peut être évité.

L'évolution de la production avec pâture peut aussi être envisagée sous l'angle de la valeur de l'aliment produit (figure 6.21). L'apport énergétique de l'herbe est toujours en relation avec la saison, et les teneurs en phosphore sont peu affectées par une première année d'exploitation. En ce qui concerne l'azote, les repousses de 60 jours sont évidemment moins riches que celles de 30 jours puisqu'elle concernent une herbe plus vieille. Après deux ans de coupes, les minéraux sont faiblement affectés et représentent apparemment le seuil au-dessous duquel la croissance est impossible.

Enfin, si la végétation d'origine est remplacée par un faciès de dégradation, la production de ce dernier mobilise des minéralomasses équivalentes à celles de la végétation d'origine surexploitée. Cette observation complète les résultats précédents sur les effets du surpâturage :
– dans un premier temps, la production de la savane diminue et les plantes sont perturbées ;
– par la suite, les plantes meurent et sont remplacées par de nouvelles espèces dont la production s'établit directement au niveau le plus bas précédemment obtenu ;
– cette nouvelle végétation peut elle-même disparaître au profit de communautés encore moins exigeantes, souvent composée de plantes ligneuses.

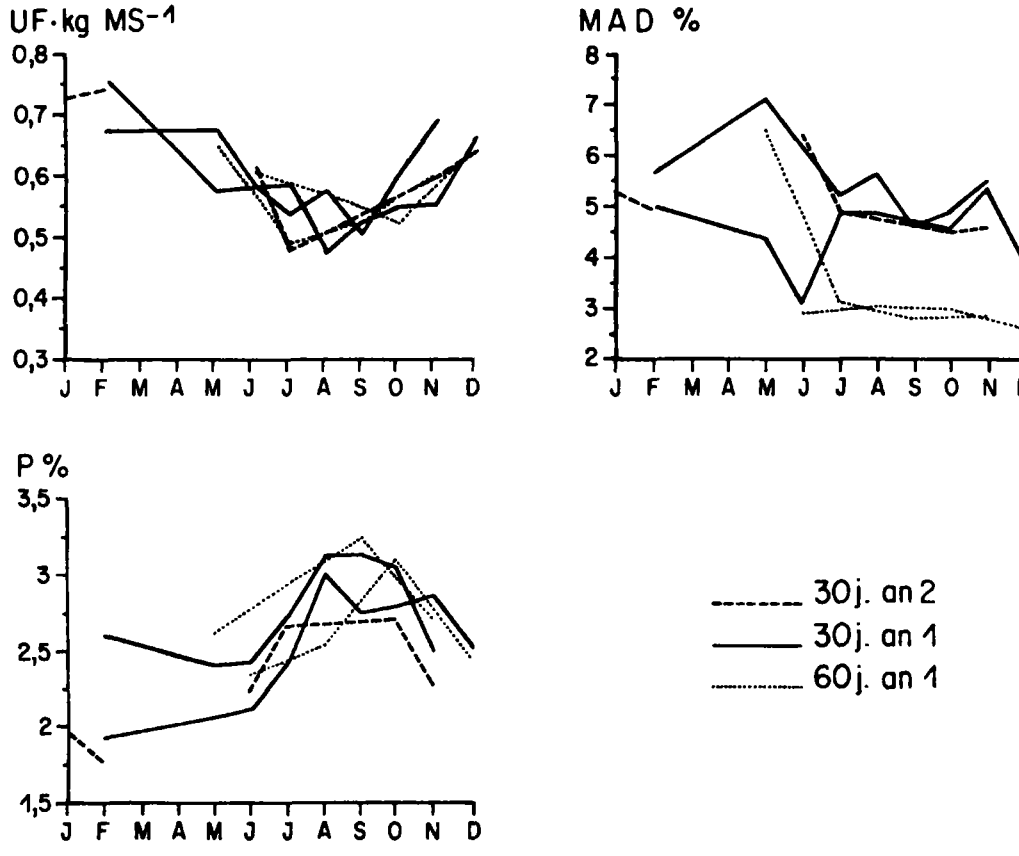


Figure 6.21. Évolution de la valeur alimentaire et des teneurs en azote et phosphore en cours d'exploitations successives.
Source : César J. (1990), *op. cit.*

3. VALEUR ALIMENTAIRE DE LA VÉGÉTATION

Le pasteur doit non seulement se soucier de la masse végétale qu'il peut proposer à son troupeau, mais aussi de la valeur de cette végétation. Cette valeur peut être évaluée d'une manière intuitive basée sur l'expérience professionnelle transmise du berger responsable à son apprenti. Cette expérience s'appuie sur des critères dont beaucoup ne sont pas directement botaniques : couleur, rugosité, brillance, continuité du tapis végétal. Il y a eu des tentatives éparses pour codifier cette expérience traditionnelle, mais sans grandes possibilités de généralisation.

En pratique, deux approches sont possibles :
– la méthode analytique,
– la mesure de la valeur pastorale.

3.1. Méthode analytique de caractérisation de la valeur

3.1.1. Aspects généraux

Cette méthode comporte deux volets :
– l'étude de la constitution élémentaire,
– l'étude de la digestibilité.

Les analyses de la constitution chimique effectuées au laboratoire par des chimistes spécialisés sont rapportées à la matière sèche et les résultats exprimés en grammes par kilo de matières sèches (g·kg MS^{-1}) pour les macronutriments et en parties par millions (ppm) pour les micronutriments.

L'échantillon desséché, puis finement broyé, est soumis à des analyses chimiques variées :
– teneurs en matières organiques,
– teneurs en ses constituants :
  * matière azotée totale,
  * constituants pariétaux,
– teneurs en azote et en carbone,
– teneur en cendres.

Sur ces dernières, on mesure les **macro-éléments** suivants : calcium (Ca), phosphore (P), sodium (Na) ; et les **micro-éléments** : cuivre, fer, cobalt, iode, manganèse, zinc, sélénium. Ces caractérisations relèvent de la chimie analytique et ne seront donc pas développées ici.

Par ailleurs, la digestibilité fait aussi l'objet de mesures, soit *in vivo*, avec mesure de l'utilisation digestive par l'animal, soit *in sacco* en mettant une partie de l'échantillon frais dans un sac non attaquable par les sucs digestifs et introduit dans le rumen d'un animal fistulé, soit *in vitro*, c'est-à-dire au laboratoire sur l'échantillon sec non broyé.

A partir de ces analyses, les nutritionistes calculent de nombreux coefficients :

• l'**énergie digestible** (ED), différence entre l'énergie brute (EB), fournie par l'analyse de l'aliment au moyen de mesures calorimétriques et l'énergie rejetée fournie par les fèces (EF) :

$$ED = EB - EF$$

• l'**énergie métabolisable** (EM) obtenue en retirant de la précédente ce qui est éliminé dans l'urine (EU) et par les rejets de méthane (EG) :

$$EM = ED - (EU + EG)$$
$$EM = EB - (EF + EU + EG)$$

• l'**énergie nette** (EN), fraction de EM effectivement métabolisée. Le reste, ou extrachaleur (*C*), est dégradé sous forme calorifique dans les tissus et correspond au coût énergétique des synthèses :

$$EN = EM - C$$

d'où : $$EN = EB - (EF + EU + EG + C).$$

La valeur énergétique d'un aliment est mesurée par comparaison à un aliment de référence, le kilo d'orge ("moyen"). On définit ainsi l'unité fourragère (UF) :

$$UF = \frac{\text{énergie nette d'un kg de cet aliment}}{\text{énergie nette d'un kg d'orge moyen}}$$

Par référence au kilo d'amidon, on trouve encore, dans les ouvrages anglophones, le ***starch equivalent*** (SE) :

$$SE = \frac{\text{énergie nette d'un kg de cet aliment}}{\text{énergie nette d'un kilo d'amidon}}$$

et, du fait que l'orge ne contient pas que de l'amidon : 1 SE = 1,43 UF.

Depuis 1978, les zootechniciens de l'INRA français utilisent deux unités plus élaborées, l'UFL (unité fourragère pour le lait) et l'UFV (unité fourragère pour la viande) ; pour la première, l'énergie nette du kilo d'orge est de 1 700 kcal, et elle est de 1 820 pour la seconde.

Depuis quelques années, les quantités de matière sèche volontairement ingérée sont devenues une caractéristique importante des fourrages et une unité d'encombrement a été définie par rapport aux capacités d'ingestion des animaux.

Pour être complète, cette approche nécessite beaucoup de matériel, de temps et donc d'argent. Comme les valeurs obtenues sont souvent assez peu variables pour un aliment particulier, on se reportera utilement aux ouvrages qui contiennent des tableaux de résultats, par exemple :
– le "livre rouge" de l'INRA publié sous la direction de Jarrige[1],
– les tableaux d'alimentation de Soltner,
pour les pâturages européens hors de la zone méditerranéenne ; pour cette dernière, tant en Europe qu'hors d'Europe, on consultera :
– les "Tableaux de la valeur alimentaire" publiés par *Options méditerranéennes* ;
et, en ce qui concerne la végétation tropicale :
– les *Atlas pastoraux des pays du Sahel*, qui contiennent beaucoup d'informations ;
– le manuel de Rivière qui fait la synthèse des travaux faits à l'EMVT depuis 30 ans.

Enfin, un grand nombre de données sur les arbres et arbustes fourragers ont été réunies par Le Houérou. Des correctifs d'interprétation pour le dromadaire sont donnés dans les C.R. du séminaire d'Ouargla par Tisserand et pour le zébu par Granier.

Outre les valeurs analytiques, ces ouvrages donnent en détail les méthodes d'interprétation pour le calcul de la valeur de l'aliment et de la ration animale. On se reportera aussi utilement au manuel de zootechnie édité dans la même collection que le présent manuel.

1. On trouvera les références complètes des ouvrages cités ici dans la liste de lectures complémentaires en fin de chapitre.

3.1.2. Valeur nutritive des fourrages

La valeur nutritive est l'ensemble des valeurs relatives à la composition chimique et aux teneurs en énergie, matières azotées et minérales des fourrages. Les points importants sont :
– les valeurs nutritives exprimées en UF,
– les teneurs en matières azotées digestibles (MAD),
– les teneurs en cendres.

Ces valeurs se trouvent dans des tables dont les références sont données ci-dessus.

Ou le fourrage est décrit avec précision (stade de végétation, âge des repousses, fertilisation,...), et des tables donnent les valeurs cherchées directement, ou seuls sont connues les teneurs en cendres et matières organiques, et la consultation de tableaux fournit une approximation convenable des valeurs cherchées.

Ces valeurs peuvent aussi être calculées à partir d'équations de prévision utilisant l'ensemble des résultats d'analyses des constituants de la matière organique et de la teneur en cendres. On se reportera à : *Prévision de la valeur alimentaire des aliments des ruminants*, publié à l'INRA sous la direction de Demarquilly.

3.2. Méthode botanique de caractérisation de la valeur

3.2.1. Valeur bromatologique des espèces

Certaines espèces sont recherchées par les animaux du troupeau, d'autres sont consommées "à l'occasion" sans que les animaux les recherchent ; d'autres enfin sont délaissées, parfois même en cas de famine. Parmi ces espèces, les unes sont particulièrement intéressantes par leur production, par leur qualité, d'autres le sont moins. Les bergers qui suivent avec attention le comportement de leur troupeau savent que certaines herbes, certaines plantes "font du lait, du beurre, de la viande". Souvent même ils savent les dénommer. Le concept de **valeur bromatologique** ou d'**indice spécifique** traduit ce classement et le systématise.

Ce classement tient compte de la vitesse de croissance de l'espèce, de sa palatibilité, de son assimilabilité, et de sa résistance à la dent. Le jeu des indices permet de situer les espèces les unes par rapport aux autres, des plus mauvaises aux meilleures, dans des échelles de 5, 8 ou 10 niveaux, selon les auteurs et les régions. On utilise habituellement :
– 5 niveaux en région humide,
– 10 niveaux en région méditerranéenne, surtout aride.

Un exemple de classement de quelques espèces a déjà été donné dans les tableaux 4.1 et 5.1 des chapitres précédents.

3.2.2. Valeur pastorale du pâturage

La **valeur pastorale** est un indice caractéristique de la valeur d'un pâturage, avant tout pour l'élevage des bovins et des ovins. Il tient compte de l'abondance relative des espèces, mesurée par leur **contribution spécifique** (voir paragraphe 1 du chapitre 3) et de leur qualité, mesurée par l'**indice spécifique** (voir paragraphe précédent).

Lorsque les indices varient de 0 à 5, la valeur pastorale s'exprime par :

$$VP = 0{,}2 \sum_n (CS_i)\,(IS_i)$$

et dans les situations où les indices varient entre 0 et 10, le coefficient multiplicateur devient 0,1 et

$$VP' = 0{,}1 \sum_n (CS_i)\,(IS_i).$$

Cette valeur est caractéristique du gazon en place donc de la végétation. Pour la parcelle (ou pour le pâturage en entier), il faut tenir compte :
– de la présence de rochers ou de sol nu, qui diminuent la surface couverte par la végétation mesurée ;
– de l'hétérogénéité de l'unité d'exploitation qui peut associer des secteurs de valeurs très variables.

Dans le premier cas, il faut mesurer le **recouvrement global** de la végétation (RV), qui s'obtient facilement sur l'image matricielle de la végétation (voir 1.3.1 du chapitre 3) en comptant le nombre de colonnes où des présences sont enregistrées, et l'utiliser comme coefficient pondérateur pour calculer la valeur pastorale du pâturage (VP_s) :

$$VP_s = (VP)\,(RV)$$

Ainsi une bonne végétation, caratérisée par une valeur pastorale de 65, donnera au pâturage une valeur de 6,5, s'il y a 90 % de sol nu, et de 32 s'il n'y a que 50 % de sol nu.

Dans le second cas, il faut mesurer la valeur pastorale de chaque sous-unité et en faire la moyenne pondérée par les superficies correspondantes :

$$VP_s = \frac{(VP_1\,S_1) + VP_2\,S_2) + \ldots + (VP_n\,S_n)}{S_1 + S_2 + \ldots + S_n}$$

ou

$$VP_s = \frac{\sum_n VP_i S_i}{S}$$

Ainsi, un pâturage qui comporte 3 hectares, dont la valeur pastorale est de 12, et 10 hectares de valeur 4, aura pour valeur :

$$VP_s = \frac{3 \times 12 + 10 \times 4}{13} = \frac{76}{13} = 5{,}8$$

On procédera de la même manière pour calculer la valeur pastorale d'une exploitation, d'un ranch, ou d'une région.

3.2.3. Utilisation des valeurs pastorales

Une relation linéaire a été mise en évidence entre la valeur pastorale ainsi mesurée et la charge potentielle moyenne annuelle (en UGB·ha^{-1}·an^{-1}) dans les végétations en équilibre avec une pression de pâturage constante :

$$Ch = 0{,}02\ VP$$

d'où une charge en masse vive (kg vifs·ha^{-1}·an^{-1}) :

$$Ch = 12\ VP$$

En d'autres termes, un pâturage dont la valeur pastorale est de 50 peut nourrir, "bon an mal an", une UGB pendant toute l'année (figure 6.22).

L'unité de gros bétail (UGB) correspond à une vache de 600 kg produisant 3 000 litres de lait par an (et consommant environ 3 000 UF).

Sur la base de ce dernier critère, il est possible d'établir des équivalences ; ainsi :

vache produisant	2 500 litres	0,90 UGB
" "	4 500 litres	1,20 UGB
génisse		0,70 UGB
brebis sèche		0,15 UGB
etc.		

En cas de doute, l'utilisation des ouvrages de zootechnie permettra de calculer le nombre d'UF nécessaire à l'alimentation de l'animal et, en divisant par 3 000, le nombre d'UGB correspondant. Ainsi, un taureau de 1 300 kg nécessitera une ration annuelle de 3 223 UF, ce qui correspond à 1,07 UGB. Une brebis de 50 kg donnant 2 kg de lait par jour doit recevoir 1,79 UF ; cela fait pour l'année 653 UF, correspondant à 0,22 UGB soit pratiquement une unité ovine, UO, puisque l'unité ovine correspond au quart de l'UGB et consomme 625 UF·an^{-1}.

L'UBT, unité de gros bétail tropical, correspond à la moitié de l'UGB, donc à une vache de 300 kg produisant 1 500 litres de lait dans l'année et consommant 1 500 UF·an^{-1}.

Beaucoup de pâturages ne sont utilisés qu'une partie de l'année ; si la saison d'utilisation est de n mois, la charge pour la saison correspondante sera :

$$Ch = 12\ VP\ \frac{12}{n} = \frac{VP}{n}$$

par conséquent, pour 3 mois d'utilisation dans l'année, la charge en kg vifs·ha^{-1}·an^{-1} sera 44 VP, ce qui donne une charge potentielle de 1 760 kg vifs·ha^{-1}·an^{-1} pour un pâturage dont la valeur pastorale est de 40. Une charge supérieure correspond à un état de surpâturage ; une charge inférieure à un sous-pâturage.

En fait, la courbe de réponse de la valeur pastorale à la charge ne peut être considérée comme linéaire qu'en première approximation et sur un domaine de variation réduit. Lorsque la gamme de variation est très grande, la courbe de réponse est de type parabolique :
– à des charges très faibles correspondent des valeurs pastorales très faibles ;
– la valeur passe par un maximum pour la charge optimale ;
– pour des charges très fortes, on retrouve des valeurs insignifiantes.

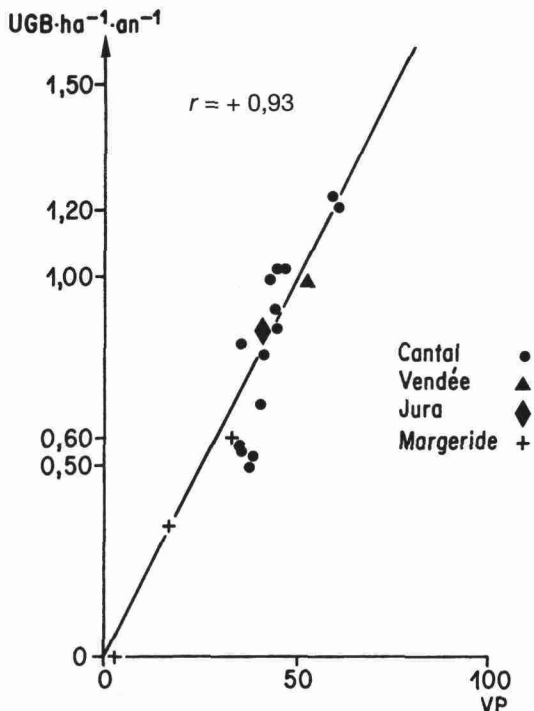


Figure 6.22. Variation de la valeur pastorale des pâturages en fonction de la charge moyenne annuelle.

3.2.4. Modalités du calcul des indices spécifiques

La relation simple entre la valeur pastorale et la charge du paragraphe précédent permet d'écrire

$$Ch = a\ VP_s = a\ \Sigma_n\ (IS_i)\ (CS_i)$$

Il est possible, dans une région nouvelle, de calculer les indices spécifiques d'espèces toutes inconnues. Il faudra évaluer la charge moyenne annuelle d'un nombre assez grand de parcelles ou d'unités de gestion ; pour chacune d'elles mesurer les contributions spécifiques des espèces présentes, le recouvrement global de la végétation et remonter les calculs précédents. Les inconnues sont alors les indices et le problème se ramène à la résolution d'un système de n équations à n inconnues, que les mathématiciens savent traiter exactement.

3.3. Préférence des animaux

Les animaux consomment les espèces qui sont présentes dans les strates inférieures à 2 m, c'est-à-dire les végétaux herbacés petits et moyens et les nanophanérophytes (voir 6.2 du chapitre 2), en quantité variable selon la nature de ces animaux (voir figure 3.15). La consommation dépend de la palatibilité des espèces (voir 2.1.4 du chapitre 3) ; il en résulte qu'ils procèdent à des choix et des tris (voir chapitre 9). Certaines espèces peuvent être notablement plus abondantes dans la ration que dans la végétation. Un indice de sélection S traduit ce phénomène. Il s'écrit :

$$S = \frac{CSI - CSC}{CSI + CSC} \times 10$$

où CSC est la contribution spécifique contact définie antérieurement (1.4 du chapitre 3) et CSI une expression identique calculée à partir du contenu de la panse, c'est donc la contribution des espèces à la constitution de la ration. S varie :
– entre +10 pour une espèce qui serait rare dans le tapis végétal (CSC = 0) mais tellement recherchée qu'elle constituerait la totalité de la ration (CSI = 100) ;
– et – 10 pour une espèce qui constituerait seule le tapis végétal complet (CSC = 100) mais serait totalement refusée (CSI = 0) ;
– la valeur 0 correspond à l'absence de sélection : CSC = CSI.

4. MODÉLISATION DE LA PRODUCTION

Un **modèle** est une représentation simplifiée d'une réalité complexe exprimant les relations qui existent entre les éléments du système envisagé par l'emploi d'expressions, mathématiques ou informatiques, offrant suffisamment d'analogie de fonctionnement avec le système étudié pour permettre des prévisions (voir paragraphes 4 du chapitre 2, et 4 du chapitre 12).

4.1. Modèles de bilans hydriques

Ce sont des relations qui mettent en rapport les caractéristiques observables sur la végétation avec les précipitations, l'évapotranspiration potentielle ou réelle. Ces caractéristiques peuvent être le nombre d'espèces du tapis végétal, le recouvrement des espèces, la densité du tapis végétal, la biomasse produite.

4.1.1. Précipitations

C'est ainsi qu'on a établi, à partir des polygones orthogonaux[2], des relations de la forme :

$$M = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5$$

où x_1 représente les précipitations reçues dans une période du début du printemps, x_2 dans la suivante, etc., et M est la différence entre la biomasse de l'année et la biomasse moyenne ; alors b_0 donne l'augmentation moyenne de production due à 1 m de pluie, b_1, b_2, etc., les variations dues au moment où les pluies ont effectivement lieu. D'autres prennent en compte les seules précipitations annuelles, P, en millimètres :

$$M = b_0 + b_1P.$$

Sur des données très localisées à une petite région écologique les résultats peuvent être assez précis. Il n'en est plus de même quand l'échelle diminue (et donc que la surface concernée augmente). Pour l'aire isoclimatique méditerranéenne, la relation d'ensemble trouvée est :

$$M = 415 + 8{,}7\,P$$

D'autres types de relation ont été utilisés, par exemple :

$$M = b_0P^{b_1}$$

qui implique une liaison moins que proportionnelle, plus réaliste : 10 mm de pluies supplémentaires n'entraînent pas le même accroissement de production si on passe de 100 à 110 mm que si l'on passe de 500 à 510.

Parfois les précipitations sont corrigées par des paramètres de gestion, N :

$$M = b_0 + b_1\mathrm{P} + b_2N$$

où N est, par exemple, le nombre d'unités fertilisantes (et plus particulièrement d'azote) apportées à l'hectare.

Les pluies peuvent être confrontées aux recouvrements ; ainsi, dans une savane :

$$R_i = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5$$

signifiera que le recouvrement de l'espèce i est augmenté de b_1 points par millimètre de précipitation en juin, de b_2 points par millimètre en juillet, etc.

4.1.2. Évapotranspiration

Les modèles sont souvent construits à partir de l'évaporation potentielle (en général calculée par la formule de Penman), ou de l'évapotranspiration potentielle ou réelle.

La relation suivante a été utilisée en Grande-Bretagne pour calculer la production d'herbe sèche avec une précision supérieure à 5 % :

$$Y = 7{,}07 + 0{,}06\ \mathrm{ET} + 0{,}32\ N$$

où ET est la transpiration calculée par la formule de Penman et N le nombre d'unités d'azote apportées à l'hectare. Avec une transpiration de 393 mm, comme c'est le cas dans les pâturages des Midlands, la relation devient :

$$Y = 30{,}7 + 0{,}32\ N$$

c'est-à-dire 31 q·ha^{-1}, sans apport azoté, et 63 q·ha^{-1} avec un apport de 100 unités.

---

2. Voir Snedecor et Cochran (1968), *Statistical Methods*, Univ. Press, Ames ; traduction française : (1980), *Méthodes statistiques*, ACTA, Paris (chapitres 6 à 8 et 12).

Dans des pâturages de l'Artense (France), le modèle productif suivant a été utilisé pour la production printanière :

$$Y = 50\ \text{ETR} - 41{,}8\ n$$

où ETR exprime l'évapotranspiration réelle, c'est-à-dire la consommation d'eau en millimètres par jour dont la température maximale est au moins égale à 6 °C, et n le nombre de jours concernés. Le modèle :

$$Y = 21\ \text{ETR} - 25{,}6\ n$$

exprimant la production estivale. En Limousin (France), la relation devient :

$$Y = 51\ \text{ETR} - 35{,}8$$

On a utilisé aussi le rapport entre l'évapotranspiration réelle et la mesure faite au "Piche" : $R = \text{ETR}/E_0$ et, en Tunisie, la relation trouvée est :

$$Y = 14\,900\ R - 368$$

qui donne la production primaire annuelle des steppes en kg MS·ha^{-1}.

4.2. Modèles énergétiques

4.2.1. L'énergie solaire[3]

L'énergie solaire qui arrive sur la végétation (ou sur le sol) peut être réfléchie, diffusée, réfractée ou absorbée. Cette dernière fraction est transformée en chaleur de convection, en chaleur latente de vaporisation ou en énergie chimique.

En moyenne, les feuilles des plantes de la zone tempérée réfléchissent 25 à 30 % de l'énergie incidente, en absorbent, au moins temporairement, 40 à 50 %, et diffusent ou réfractent le reste, soit 20 à 25 %.

Cette quantité d'énergie doit être corrigée pour tenir compte de l'ennuagement, de manière à obtenir le **rayonnement global**, R_g :

$$R_g = (0{,}16 + 0{,}59\ n/N)\ R_0$$

où n/N est le coefficient d'ensoleillement, et R_0 la constante solaire ou insolation théorique, calculée en fonction de la latitude. Le rayonnement global comprend la lumière venant du disque du soleil, I, et les radiations diffusées par le ciel, D :

$$R_g = I + D$$

En fait, même pendant les heures d'ensoleillement, une partie du rayonnement solaire est interceptée par des nuages et par des poussières, et la quantité réellement disponible est plus faible. Une partie, R_r, de ce rayonnement reçu, même affaibli, est réfléchie, et le coefficient

$$a = R_r/R_g = R_r/(I + D)$$

est nommé l'**albedo** de la surface réceptrice. Le tableau 6.5 donne les albedos de la couverture du sol dans quelques situations fréquentes.

Le résultat du bilan du rayonnement est nommé rayonnement net, R_n. Il est égal à la somme de deux termes :
– pour les petites longueurs d'onde : le rayonnement global R_g, multiplié par un coefficient d'absorption qui est exactement le complément de l'albedo, a ;

3. Paragraphe adapté de Godron M. (1982), *Écologie de la végétation terrestre*, Masson, Paris, 172 p., avec l'autorisation de l'éditeur.

– pour les grandes longueurs d'onde : le rayonnement envoyé par l'atmosphère vers le sol (R_a), diminué du rayonnement émis par la Terre, selon la loi de Stefan (sT^4), l'un et l'autre étant multipliés par un coefficient d'émissivité, e.

Ce bilan s'exprime donc ainsi:

$$R_n = R_g\,(1 - a) + e\,(R_a - sT^4)$$

Par exemple, à Niono (Mali), avec H = 30 mbar (soit 70 % d'humidité relative) et une température de 30 °C, le rayonnement de grande longueur d'onde émis par l'atmosphère chargée de vapeur d'eau atteint 388 W·m^{-2}. Celui qui est émis par le sol atteint alors 478 W·m^{-2}.

L'énergie radiative qui pénètre dans la végétation est absorbée, réfléchie, ou diffusée par chacune des feuilles rencontrées. Pour estimer l'effet des feuilles sur le rayonnement, on utilise l'indice foliaire, qui est le rapport entre la surface des feuilles et la surface du sol ; il atteint 8,6 dans une prairie dense de *Festuca elatior*.

Tableau 6.5. Quelques albedos.

Couverture du sol	Albedo	Couverture du sol	Albedo
Sol		neige ancienne	0,55
terre noire	0,10	glacier propre	0,35
argile	0,20	glacier sale	0,25
sable sec, soleil haut	0,30	Nuages	
sable sec, soleil bas	0,60	nuages minces (100 m)	0,15
rochers	0,5 à 0,20	nuages épais (500 m)	0,70
Eau liquide		Végétation	
ciel clair		prairies	0,25
inclinaison du soleil 60°	0,05	landes de bruyères	0,15
30°	0,10	forêt tropicale	0,12 à 0,15
20°	0,15	forêt de pins	0,10
10°	0,35	forêt tempérée	0,18
5°	0,60	Animaux	
ciel nuageux, soleil haut	0,15	vaches noires	0,10
ciel nuageux, soleil bas	0,10	vaches blanches	0,50
Neige		moutons blancs	0,25
neige fraîche	0,80	Hommes	0,20 à 0,30

La plus grande partie de l'énergie absorbée par les plantes est utilisée sous forme de **chaleur latente** pour transformer de l'eau liquide en vapeur d'eau. La quantité d'eau ainsi transpirée par les plantes dépend principalement du degré d'ouverture des stomates. Ceux-ci peuvent se fermer au milieu de la journée quand la plante risque de se dessécher, et ils sont ouverts au maximum le matin et le soir. L'assimilation chlorophyllienne a lieu surtout quand les stomates sont ouverts, au moment où la transpiration attire la sève brute jusqu'aux feuilles. Cette "dépression", qui fait monter la sève dans les vaisseaux, est une augmentation d'énergie potentielle, et est nommée **potentiel hydrique**. Les seuils qui encadrent la régulation stomatique ne sont pas constants au cours de l'année : chez le dactyle, les seuils restent assez constants si la plante est irriguée régulièrement, mais, en période de sécheresse, les tissus foliaires s'"endurcissent" et deviennent moins sensibles à la contrainte hydrique.

Le tapis végétal n'utilise qu'une faible fraction de l'énergie solaire disponible. Ce faible rendement est dû :

• d'abord à ce que l'énergie fournie par les photons pour fixer une molécule-gramme de CO_2 est égale à 1 540 kJ, et le glucose ainsi produit représente une quantité d'énergie chimique égale à 470 kJ. Le rendement énergétique de cette réaction atteint donc seulement 35 % ;

• puis à divers facteurs limitants :
– la température, qui n'a qu'un faible rôle direct, joue un rôle indirect important puisqu'elle fait augmenter rapidement la sécheresse relative de l'air, et entraîne une fermeture des stomates qui ralentit la photosynthèse ;
– l'humidité de l'air : dans l'air sec, les plantes ferment leurs stomates pour limiter leur transpiration. Cette fermeture freine l'entrée du gaz carbonique dans les chloroplastes, et ralentit la photosynthèse ;
– l'éclairement, car il agit sur la vitesse d'absorption du CO_2 ; qui est nulle en dessous d'un certain seuil et augmente régulièrement jusqu'à une valeur plafond ;
– la teneur de l'air en CO_2 ; en effet, la photosynthèse qui se produit dans 1 m^3 de végétation en une heure peut absorber environ 600 cm^3 de CO_2, alors que 1 m^3 d'air libre contient normalement 300 cm^3 de CO_2 ; la teneur en gaz carbonique au sein de la nappe de végétation peut décroître jusqu'à 50 ppm. Les plantes sont capables d'épuiser le gaz carbonique de l'air inclus dans la strate qui les entoure en moins d'une heure, si le vent ne le renouvelle pas. Or, le manque de gaz carbonique réduit la photosynthèse dans des proportions importantes : quand la concentration en CO_2 descend de 300 ppm à 100 ppm, la photosynthèse peut être réduite à 1/4 de sa valeur initiale ;
– le transport du glucose synthétisé, qui doit en particulier, selon la saison, monter jusqu'au sommet des tiges lorsque la plante développe ses inflorescences ou descendre jusque dans le sol lorsqu'elle constitue ses racines ou fait grossir ses bulbes ou ses rhizomes ; or, ces migrations sont relativement lentes et le glucose "s'attarde" excessivement dans les chloroplastes.
– la nature des plantes entre aussi en cause ; en effet, pour un rayonnement utilisable de 0,4 $kW \cdot m^{-2}$, les taux d'absorption, en grammes de CO_2 par seconde et par kg de matière sèche des feuilles, sont :

Quercus ilex	
feuilles d'ombre	0,5
feuilles de lumière	1,5
Salicornia sp.	2
Trifolium pratense	8
Arrhenatherum elatius	11
Helianthus annuus	15

L'assimilation de gaz carbonique qui vient d'être examinée est celle qui se produit pendant la journée ; elle est le bilan de la respiration et de la photosynthèse proprement dite. Pendant la nuit, la respiration ne cesse pas, et le bilan final doit en tenir compte. De plus, il existe des rythmes saisonniers.

4.2.2. L'indice de potentialité agricole

Turc à l'INRA de Versailles a mis au point un **indice de potentialité agricole** : CA et a montré qu'il existait une très bonne relation entre cet indice et la quantité de matière sèche produite dans les herbages au cours d'une année :

$$P = 0{,}6\ CA \pm (2 + 0{,}1\ CA)$$

où P est exprimé en tonne de matière sèche par an. Ainsi à Brazzaville, où CA = 73, la production peut atteindre 45 t $MS \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$; dans le Bassin parisien, où CA = 23, on recueille jusqu'à 23 t $MS \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ de luzerne. Là où des écarts sensibles sont

notés, si les données climatiques sont assez sûres pour que la valeur trouvée pour CA soit fiable, il faut rechercher le problème technique qui limite ce rendement. CA varie proportionnellement à un indice héliothermique pondéré par un facteur de sécheresse :

$$CA = H_t F_s$$

• **Indice héliothermique** (H_t). Cet indice est donné par le produit d'un facteur thermique et d'un facteur solaire :

$$H_t = F_t F_h$$

dans lequel le facteur thermique s'écrit :

$$F_t = \frac{t\,(60 - t)}{1\,000}\left[\frac{(m - 1)\,D_1}{4} + \frac{(m - 5)\,D_5}{4}\right]$$

expression dans laquelle t est la température moyenne du mois et m la moyenne des minimums correspondants. D_x est une variable auxiliaire qui prend la valeur 0 pour toute valeur de m inférieure à x et la valeur 1 pour toute valeur de m au moins égale à x.

Le facteur solaire est égal à la plus petite des deux fonctions suivantes si elle est positive, sinon il est nul :

$$F_{h1} = H - 5 - \left(\frac{\Phi}{40}\right)^2$$

$$F_{h2} = 0{,}03\,(I_g - 100)$$

expressions dans lesquelles H est la durée du jour astronomique à la latitude Φ considérée, et I_g l'insolation relative. Celle-ci s'obtient à partir de l'insolation astronomique I_{ga} par :

$$I_g = I_{ga}\left(0{,}18 + 0{,}62\,\frac{h}{H}\right)$$

où h est la durée d'insolation réelle mesurée à l'héliographe Campbell.

I_{ga} et H ne dépendent que de la latitude et du mois ; ils sont lus sur des tables astronomiques, des abaques ou des cartes, en faisant des interpolations linéaires entre les valeurs trouvées.

• **Facteur sécheresse** (F_s). Il résulte du bilan hydrique. Il faut donc d'abord calculer l'évapotranspiration potentielle par

$$ETP = 0{,}40\left(\frac{t}{t + 15}\right)(I_g + 50)\left(1 + \frac{(50 - h_r)\,D}{70}\right)$$

h_r étant l'humidité relative exprimée en pourcentage et D une variable auxiliaire qui prend la valeur 0 si $h_r < 50$ et la valeur 1 si $h_r \geq 50$; dans ce cas, on note que l'équation se ramène à :

$$ETP = 0{,}40\,\frac{t}{t + 15}\,(I_g + 50)$$

Pour le mois de février le coefficient 0,40 est remplacé par 0,37.

Connaissant l'ETP, il faut ensuite calculer le besoin en eau B qui est la quantité d'eau qui manque après exploitation de l'eau météorique et de la réserve facilement utilisable dans le sol (RFU), et compte tenu des besoins antérieurs non satisfaits (tableau 6.6).

Tableau 6.6. Calcul du besoin en eau.

Mois	*P*	*E*	1	2	3	*B*
Avril	15	45	0	+ 30	30	0
Mai	40	75	30	+ 65	65	0
Juin	10	95	65	+ 150	100	50
Juillet	20	110	100	+ 190	100	90
Août	80	65	100	+ 85	85	0
Septembre	160	50	85	- 25	0	0
Octobre	110	45	0	- 65	0	0

1 : État au début du mois du déficit d'approvisionnement en eau ; c'est la hauteur d'eau qui manque au sol dans la couche exploitée par les racines pour que l'humidité soit égale à la capacité au champ.
2 : Variation de ce déficit au cours du mois concerné. 3 : État à la fin du mois, compte tenu de ce que le déficit ne peut dépasser la réserve RFU.

Soit alors X la plus petite des deux valeurs

$$\text{ETP} \quad \text{et} \quad 0{,}3\ \text{ETP} + 50$$

et soit ensuite

$$Z = \frac{X - B}{X} + R$$

où R est le report de sécheresse du mois précédent. Lorsque $Z \geq 0$, on pose $R = 0$ et le facteur de sécheresse est $F_S = Z$; par contre quand $Z < 0$ le facteur de sécheresse est nul et

$$R = Z \text{ si } Z > -1$$
$$R = -1 \text{ si } Z \leq -1$$

Le tableau 6.7 poursuit l'exemple du tableau 6.6, compte tenu de ces différentes contraintes.

Tableau 6.7. Calcul du facteur de sécheresse.

Mois	ETP	*B*	1	*X*	*Z*	F_S
Avril	45	0	63,5	45	1	1
Mai	75	0	72,5	72,5	1	1
Juin	95	50	78,5	78,5	0,36	0,36
Juillet	110	90	83	83	- 0,08	0
Août	65	0	69,5	65	1	0,92
Septembre	50	0	65	50	1	1
Octobre	45	0	63,5	45	1	1

1 : valeur 0,3 ETP + 50

Dans cette station, les productions mensuelles des 3 mois d'été seront donc insignifiantes ou nulles, la sécheresse ne permettant pas la croissance, sauf alimentation externe en eau (ruissellement, nappe phréatique, irrigation, ...).

L'indice de potentialité agricole est donc calculé mois par mois et l'indice annuel est la somme de ces 12 valeurs mensuelles.

4.2.3. Bilan schématique de Budyko

Les pastoralistes de l'ex-URSS ont constaté une excellente liaison entre la produtions primaire des pâturages et la valeur de l'indice d'arido-humidité de Budyko. Cet indice confronte le bilan énergétique stationnel, c'est-à-dire la quantité d'énergie incidente, à celle qui serait nécessaire pour évaporer en totalité l'eau météorique (pluie, neige, grêle).

• **Bilan énergétique**. Les radiations incidentes ont notamment pour effet d'élever la température de l'air ; entre ce qui est gagné par échauffement du sol et ce qui est perdu par rayonnement, la nuit ou pendant l'hiver, le bilan s'exprime par la relation :

$$R = 0{,}7 \times 10^{-3}\ \Sigma T + 0{,}77\ (\Sigma T)^{0{,}5}$$

dans laquelle ΣT est la somme des températures (ou des degrés-jours) de la période où la température est supérieure à 10 °C.

Le calcul de cette valeur diffère de la méthode classique (qui remonte aux années 1840 !) ; il sera présenté sur des exemples.

Dans les climats très chauds, tels que $t_{min} > 10$ °C, la somme des températures :

$$\Sigma T = 30{,}4\ (t_1 + t_2 + ... + t_{12})$$

où 30,4 est le nombre moyen de jours par mois, devient :

$$\Sigma T = 30{,}4 \times 12t = 365t$$

par exemple, à Gibraltar où t_i est égal à :

12,8 13,2 15,1 16,6 19,2 21,5 23,8 24,1 22,7 19,6 16,2 14,1

$$\Sigma T = 365 \times 18{,}2 = 6\ 639{,}4$$

Lorsque le climat est très froid, donc quand $t_{max} < 10$ °C, la somme des températures est nulle : $\Sigma T = 0$.

Dans le cas des climats intermédiaires dont une partie des mois est relativement chaude et l'autre non, le problème consiste à évaluer l'aire hachurée sur la figure 6.23. Pour la portion qui est en hachures assez lâches, l'aire sera calculée par l'application de la formule du parallélogramme

$$A_1 = a\ (\frac{t_1 + t_n}{2} + t_2 + ... + t_{n-1})$$

en désignant par a la longueur moyenne du mois (a = 30,4 jours) et par t_1 la première valeur de t_i supérieure à 10 °C, et ainsi de suite.

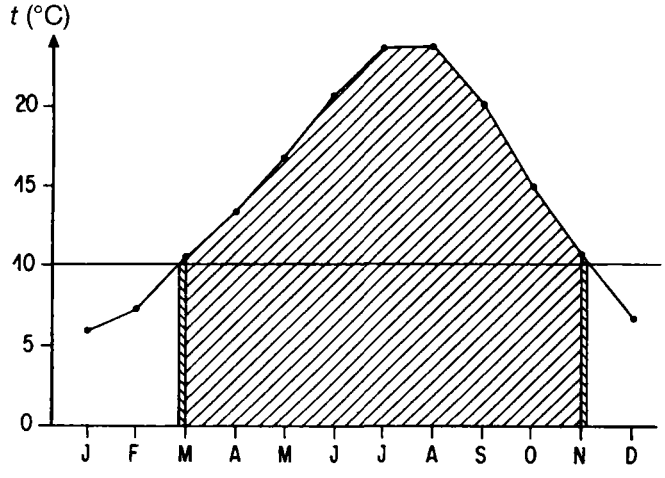


Figure 6.23. Calcul de la somme des températures pour la méthode de Budyko.

Il reste à évaluer les aires A_2 et A_3 représentées en hachures serrées sur la figure 6.23 et reprise, agrandies, sur la figure 6.24.

L'application de la formule du parallélogramme donne la mesure des aires correspondantes :

$$A_2 = \frac{1}{2}(10 + t_1)\ DE \quad \text{et} \quad A_3 = \frac{1}{2}(t_n + 10)\ D'E'$$

ce qui reporte le problème sur le calcul de DE, ou de D'E', qui sera le même dans les deux cas. L'application d'un théorème de la géométrie élémentaire donne :

$$DE/AC = BE/BC$$

où : AC = a ; BE = $t_1 - 10$; BC = $t_1 - t_0$; on a donc :

$$DE = a\frac{t_1 - 10}{t_1 - t_0}$$

d'où : $$A_2 = \frac{a}{2}\left(\frac{t_1^2 - 100}{t_1 - t_0}\right)$$

de même, on aura, *mutatis mutandi* :

$$A_3 = \frac{a}{2}\left(\frac{t_n^2 - 100}{t_n - t_{n+1}}\right)$$

d'où l'aire additionnelle :

$$A_+ = A_2 + A_3 = \frac{a}{2}\left(\frac{t_1^2 - 100}{t_1 - t_0} + \frac{t_n^2 - 100}{t_1 - t_{n+1}}\right)$$

Dans le cas de Nîmes, dont les données figurent dans le tableau 6.8, on trouve : $t_0 = 7{,}1$; $t_1 = 10{,}3$; $t_n = 10{,}6$; $t_{n+1} = 6{,}7$; d'où les aires additionnelles $A_2 = 28{,}9$ et $A_3 = 48{,}2$ d'où $A_+ = 77{,}1$. Par ailleurs, l'aire principale est $A_1 = 2\,169{,}8$; au total :

$$\Sigma T = 2\,169{,}8 + 77{,}1 = 2\,446{,}9$$

l'omission de la correction aurait donné une erreur relative de 3 %. Par contre, dans le cas de Bagdad, avec

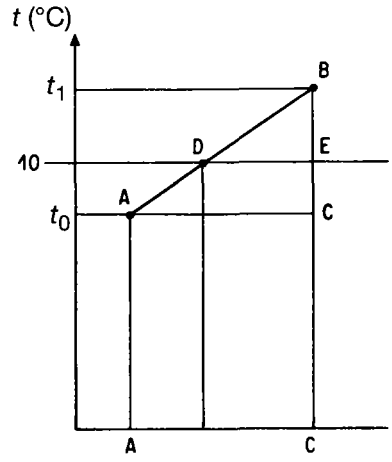


Figure 6.24. Calcul de la surface d'une des aires additionnelles dans l'appréciation de la somme des températures selon Budyko.

Tableau 6.8.

i	t_i	*i*	t_i
janvier	5,9	juillet	23,5
février	7,1	août	23,5
mars	10,3	septembre	20,0
avril	13,1	octobre	14,9
mai	16,6	novembre	10,6
juin	20,7	décembre	6,7

$$\Sigma T = 3\,836 + 620 = 4\,456$$

l'erreur relative aurait été de 14 %, mais elle peut être considérablement plus élevée ; ainsi, lorsqu'il n'y a qu'un seul mois dont la température dépasse 10 °C, elle est de 100 %.

• **Équivalent calorifique des précipitations**. Le calcul de la quantité d'énergie nécessaire pour évaporer la tranche d'eau météorique, P, se fait par :

$$Q = LP$$

où L est la chaleur latente d'évaporation de l'eau liée à la température par la formule de Regnault :

$$L = 595{,}4 - 0{,}627t$$

Dans l'expression $Q = LP$, il faut que toutes les grandeurs soient exprimées dans les mêmes unités, donc P doit être exprimé en grammes ; or, les données météorologiques l'expriment en millimètres, donc : $Q = LP/10$ et, en définitive, la relation initiale devient :

$$Q = (595{,}4 - 0{,}627t)\frac{P}{10}$$

qui donne les résultats en $cal \cdot cm^{-1} \cdot an^{-1}$; on les exprimera en kcal pour avoir des résultats cohérents avec le calcul du R, et :

$$Q = \frac{595{,}4 - 0{,}627t}{10\,000}P = (595{,}4 - 0{,}627t)\,P \times 10^{-4}$$

Dans le cas de Nîmes, où $t = 14{,}3$ °C et $P = 743$ mm·an^{-1}, on a :

$$Q = (595{,}4 - 0{,}627 \times 14{,}3) \times 743 \times 10^{-4}$$

$$Q = 586{,}43 \times 743 \times 10^{-4}$$

$$Q = 43{,}57 \text{ kcal·an}^{-1}$$

• **Indice d'arido-humidité**. Cet indice est le rapport de la quantité de chaleur reçue au sol R à la quantité Q qui serait nécessaire pour évaporer toute l'eau météorique reçue :

$$I = R/Q$$

A l'échelle du globe, un climat est humide, et forestier, lorsque cet indice est inférieur à 1, sec dans le cas contraire, peraride s'il dépasse 3 et désertique quand il est supérieur à 50. Les toundras correspondent à $I < 0{,}3$ avec $R < 20$;

Dans le cas de Nîmes, où $T = 2\,447$, $R = 1{,}71 + 38{,}09 = 39{,}80$ et, comme $Q = LR = 43{,}57$, l'indice d'arido-humidité est :

$$I = \frac{39{,}80}{43{,}57} = 0{,}91$$

Il est plus petit que 1, donc le climat de Nîmes est de type **humide**.

• **Relation avec la production**. La production primaire est sous la dépendance du bilan radiatif puisqu'elle traduit le fonctionnement de la photosynthèse. C'est ainsi qu'il y a une relation nette entre T, exprimée en degrés, et la production primaire potentielle (donc en l'absence de toute contrainte pédologique) et totale (aérienne et souterraine), exprimée en quintaux de matière sèche ; elle est traduite par la figure 6.25 et entre cette production et le bilan radiatif (figure 6.26). Mais, le besoin en eau est lui aussi primordial et la production primaire diminue quand l'indice d'arido-humidité augmente (figure 6.27).

Il en résulte un fonctionnement global complexe, traduit par la figure 6.27, sur laquelle les formes de végétation existantes sont situées entre les deux lignes en tiretés.

Dans une région particulière, ou pour un pays, quelques mesures de biomasse permettront de construire un graphique analogue à ceux des figures 6.25 ou 6.26 et de l'utiliser comme modèle prédictif.

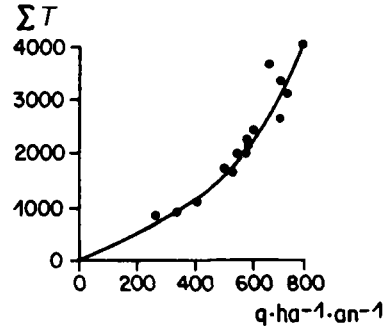


Figure 6.25. Relation entre la production primaire potentielle totale et la somme des températures.
Source : Budyko M. (1974), *Climate and life*, Academic Press, New York, 508 p.

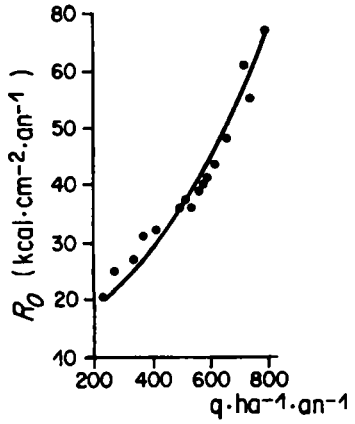


Figure 6.26. Relation entre la production primaire potentielle totale et la quantité de chaleur.
Source : Budyko M. (1974), *op. cit.*

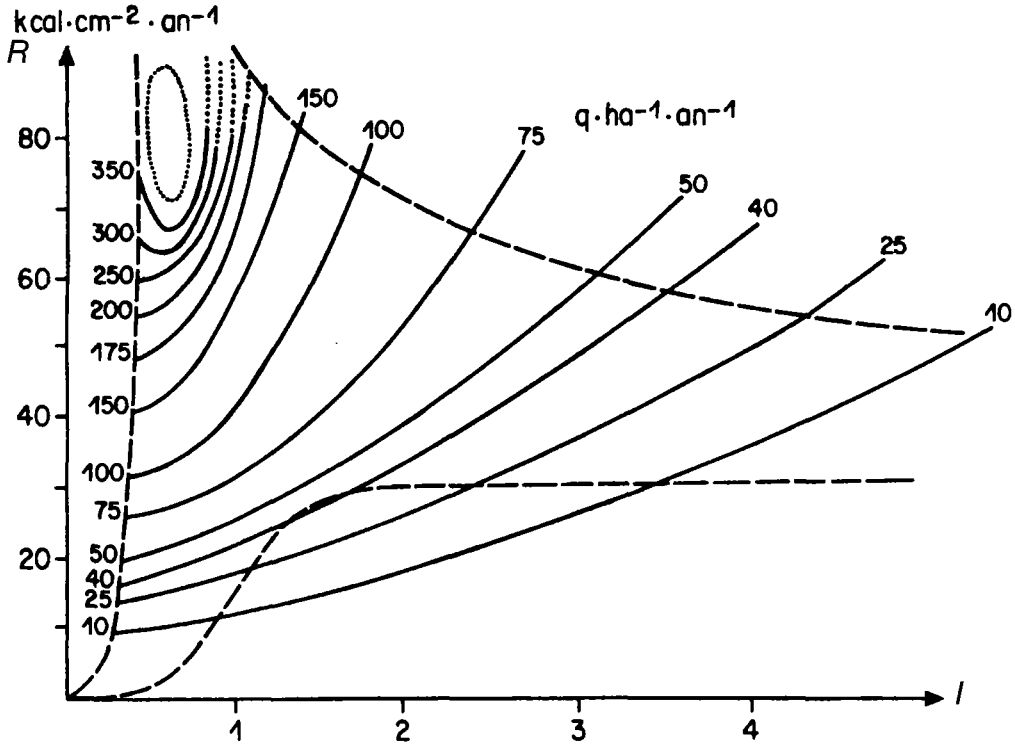


Figure 6.27. Relation entre la production primaire potentielle totale, l'indice d'arido-humidité et le bilan radiatif global.

Source : Budyko M. (1974), *op. cit.*

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉES

Boudet G. (1991), *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères* (4e édition), coll. "Manuels et Précis d'élevage" n° 4, ministère de la Coopération, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 266 p.

Boudet G. et Rivière R. (1968), "Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux", *Rev. Élev. et Méd. vét. Pays trop.*, **21**(2) : 227-266.

Bourreil P. (1968), "Sur un indice d'appréciation de l'appétence des herbivores pour certaines plantes de la province du Darfur (Soudan)", *J. Agric. trop. et Bot. appl.*, 15 : 200-201.

Breman H. (1975), "La capacité de charge maximale des pâturages maliens", in *Les Pâturages maliens*, Centre pédagogique supérieur de l'école normale supérieure, Bamako : 1-13.

Breman H. et de Ridder N. (1991), *Manuel sur les pâturages des pays sahéliens*, CTA, Wageningen, ACCT-Karthala, Paris, 486 p.

César J. (1991), "Typologie, diagnostic et évaluation de la production fourragère des formations pastorales en Afrique tropicale", *Fourrages*, 128 : 423-442.

CTA-IEMVT (1992), *Atlas pastoraux des pays du Sahel.*

Demarquilly C. (ed.) (1981), *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, INRA, Beaumont, 580 p.

Fournier A. (1991), *Phénologie, croissance et production végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'Ouest*, ORSTOM, Paris, 312 p.

Gaston A. (1966), *Étude agrostologique du Kanem (république du Tchad)*, CIRAD-EMVT, Étude agrostologique n° 11, Maisons-Alfort, 176 p.
Gillet H. (1967), "Essai d'évaluation de la biomasse végétale en zone sahélienne (végétation annuelle)", *J. Agric. trop. et Bot. appl.*, 14 : 123-158.
Granier P. (1968), "Étude de la digestibilité chez le zébu", *Tany Malagasy*, 3 : 139-159.
Jarrige R. (ed.) (1988), *Alimentation des bovins, ovins et caprins*, INRA, Paris, 476 p.
Jeangros B. et Schmid W. (1991), "Production et valeur nutritive des prairies permanentes riches en espèces", *Fourrages*, 126 : 131-136.
Le Houérou H.N. (ed.) (1980), *Les Fourrages ligneux en Afrique*, Actes du colloque d'Addis-Abeba 8-12 avril 1980, Centre international pour l'élevage en Afrique, Addis-Abeba, 481 p.
Lemaire G. (1991), "Productivité des peuplements prairiaux : caractérisation et diagnostic", *Fourrages*, 127 : 259-272.
Mathieu A., Juin H. & Jeanin B. (1987), "Potentialités agroclimatiques des prairies permanentes et possibilités de récolte dans le Doubs et le Jura", *Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement*, 8 : 1-46.
de Montard F.-X. (1991), "Réflexions sur la dynamique de la végétation des prairies en moyenne montagne du Massif central", *Fourrages*, 125 : 71-84 ; 85-104.
Poupon H. (1976), "La biomasse et l'évolution de sa répartition au cours de la croissance d'*Acacia senegal* dans une savane sahélienne", *Rev. Bois et For. trop.*, 166 : 23-38.
Qarro M. et de Montard F.-X. (1989), "Étude de la productivité des parcours de la zone d'Aïn Leuh (Moyen-Atlas), I", *Agronomie*, 9 : 477-487.
Rivière R. (1978), *Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical*, coll. "Manuels et Précis d'élevage" n° 9, ministère de la Coopération, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 527 p.
Soltner D. (1988), *Alimentation des animaux domestiques*, coll. "Sci. et Tech. Agric.", Ste-Gemmes-sur-Loire, 104 p.
Tisserand J.-L., (ed.) (1988), "Séminaire sur la digestion, la nutrition et l'alimentation du dromadaire", *Opt. Médit.*, A, 2 : 1-187.
Pugliese P., Diallo S. et Calvet H. (1976), "Nutrition des bovins tropicaux dans le cadre des élevages extensifs sahéliens : mesures de consommation et appréciation de la digestibilité et de la valeur alimentaire des fourrages", *Rev. Élev. et Méd. vét. Pays trop.*, 29 : 149-156 ; 233-246 ; 247-257.

QUELQUES QUESTIONS ET EXERCICES

1. Explicitez les différences entre les concepts de production et de productivité.

2. Même question pour consommateur primaire et secondaire.

3. Dégagez le sens de l'expression :
la productivité du kilo d'azote est de 55 kg MS·ha^{-1}.

4. Qu'appelle-t-on "minéralomasse" et qu'est-ce que l'indice minéral d'un fourrage ?

5. La steppe d'armoise algérienne est-elle plus productive que la steppe d'alfa ?

6. On dit souvent que les sols tropicaux sont "carencés" ; pouvez-vous préciser le sens de cette expression ?

7. Quel est le principal intérêt de la présence de ligneux fourragers dans les pâturages sahéliens ?

8. Qu'appelle-t-on "valeur énergétique d'un aliment" et comment mesure-t-on cette valeur ?

9. Quelles analyses devez-vous demander au laboratoire pour caractériser rapidement la valeur d'un fourrage ?

10. Pouvez-vous préciser s'il y a une différence entre la valeur pastorale du gazon d'un pâturage et la valeur pastorale d'un pâturage ?

11. Quel intérêt y a-t-il à calculer la valeur pastorale d'un pâturage ?

12. Quels rapports y a-t-il entre l'évapotranspiration et la production d'un gazon ?

13. Qu'appelle-t-on "équivalent calorifique des précipitations" ?

Chapitre 7

GESTION DU PÂTURAGE

1. LES TYPES DE PÂTURE

1.1. Régions ouvertes

1.1.1. Espaces libres et faune sauvage

Certaines régions sont assez vastes pour qu'il soit possible de considérer que les animaux sauvages, même migrateurs, s'y répartissent librement : savanes ou steppes ouvertes, grands parcs nationaux, réserves de chasse. Les animaux sauvages :
– consomment surtout certaines des espèces disponibles,
– ne mangent qu'une partie de l'herbe disponible,
– occupent une partie seulement de l'espace disponible.

Les savanes humides des parcs bien gérés ne sont mangées qu'à 30, 50, ou 60 % de leurs potentialités. Il n'en est pas de même lorsque les conditions climatiques deviennent marginales, soit par un important manque de précipitations soit par des températures très faibles.

• **Régions marginales**. Dans de telles régions, les animaux sauvages se déplacent en suivant les conditions climatiques. Ainsi, dans les montagnes de l'Asie centrale, du Pamir à l'Himalaya, les yaks sauvages se nourrissent en été des herbes vivaces qui végètent à la limite des neiges éternelles à une altitude pouvant atteindre 6 000 m ; en hiver, ils descendent brouter les restes des pâturages d'été laissés par le bétail d'élevage et enfouis sous un faible manteau de neige en écartant la neige de leurs pieds ou en profitant des discontinuités du manteau neigeux. Au printemps, ils descendent brouter les nouvelles pousses en train de sortir. Ils se mêlent alors aux yaks domestiques, avec lesquels ils peuvent se croiser, réintroduisant ainsi un sang neuf et vif dans les troupeaux, ce qui est hautement apprécié des éleveurs locaux.

Dans les mêmes massifs, mais plutôt sur les versants nord plus arides, la gazelle persane et le mouflon de Marco-Polo paissent les végétations en limite des neiges et se déplacent continuellement pour éviter les températures extrêmes dans un environnement pouvant présenter des modifications importantes en une nuit (leur pelage, bien plus court que celui du yak, les protège moins bien du froid extrême).

Les montagnes d'Europe ne possèdent pas d'animaux sauvages aussi remarquables, mais elles sont parcourues de mouflons, de bouquetins, d'isards et de chamois dont le comportement est analogue.

• **Savanes humides**. Dans ces végétations, des comparaisons d'habitat mettent en évidence une structuration spatiale nette de la répartition des grands herbivores. La ségrégation se fait selon trois critères principaux.

(1) L'importance de la végétation ligneuse ; trois sortes d'animaux peuvent être distingués selon leur type d'alimentation et selon les milieux qu'ils fréquentent :
– ceux dont le régime est uniquement herbacé : zèbres, buffles...
– ceux qui ont un régime mixte : éléphants, élands, impalas...
– ceux qui ont un régime essentiellement constitué de ligneux : girafes, rhinocéros...

(2) Le type de milieu, défini par la profondeur, l'humidité du sol, la nature du substratum, l'abondance des rochers, etc.

(3) La structure de la végétation herbacée et surtout sa hauteur et son recouvrement global ; la composition floristique n'intervient que secondairement.

La richesse faunistique augmente avec l'aire analysée ; en Afrique subsaharienne la liaison est la suivante :

$$S = 2{,}62\ A^{0{,}18}$$

où S est le nombre d'espèces et A l'aire en kilomètres carrés (il s'agit donc d'une approximation de la partie ascendante de la courbe aire-espèce), ce qui correspond à des richesses élevées (tableau 7.1).

Tableau 7.1

Aires en km²	1 000	11 000	33 000	60 000	105 000
Nombre d'espèces	9	14	17	19	21

La biomasse totale des mammifères herbivores (M en kg·km^{-2}) est étroitement reliée aux précipitations P ; en Afrique subsaharienne la liaison est la suivante :

$$\log M = -1{,}095 + 1{,}685 \log P$$

ce qui est, naturellement, à mettre en parallèle avec l'augmentation de la production primaire (4.1.1 du chapitre 6). Ces relations pourraient conduire à penser qu'au sein d'un paysage homogène, la répartition des animaux pourrait l'être ; il n'en est rien, elle reste hétérogène. Les raisons sont les suivantes :
– la plupart des mammifères herbivores vivent en troupeaux ;
– il y a peu de mélanges entre les espèces ; en particulier, les espèces dont l'habitat est stable ne se mélangent pas à celles qui migrent ;
– les herbivores ont tendance à se regrouper dans les espaces situés entre les territoires de chasse des grands carnivores ;
– les mouvements des ungulés nomades sont largements déterminés par les variations de la qualité nutritionnelle de l'herbe.

La composition des Graminées est souvent très déséquilibrée sur le plan minéral (voir 2.1 du chapitre 5) et la fourniture de compléments minéraux est une des bases de l'élevage rationnel en région tropicale. Les travaux des vétérinaires ont montré que les animaux sauvages souffrent des mêmes maux ; ils recherchent donc les végétations qui leur permettent d'équilibrer leurs rations. Ainsi, le tableau 7.2 montre que la végétation des savanes qui supportent une très forte densité animale est sensiblement différente de celle qui supporte des densités faibles. On note que c'est pour le sodium que l'augmentation relative des teneurs est la plus forte ; si la différence ne présente pas un degré de signification plus élevé, c'est en raison de la dispersion des valeurs élémentaires, alors que les fluctuations des teneurs en aluminium et en cuivre sont plus faibles au sein de chaque groupe.

Sauf en ce qui concerne le cuivre, le potassium et le zinc, il n'y a pas de corrélation entre les plus fortes teneurs minérales et les plus fortes richesses en azote ; c'est donc bien la richesse minérale que recherchent les animaux, ce qui explique les fortes concentrations d'animaux sauvages sur certaines savanes.

Tableau 7.2. Composition minérale de la végétation de quelques savanes africaines.

Éléments	Savanes		Probabilité
	pauvres	moyennes	de l'écart
B	5,9	6,2	NS
Cd	0,025	0,031	NS
Co	0,238	0,266	NS
Cr	0,80	1,49	NS
Cu	5,37	6,29	NS
K	19 880	20 533	NS
Mo	2,05	2,02	NS
Se	0,81	0,92	NS
Zn	18,2	16,2	NS
Mn	55,5	77,0	0,06
Pb	3,14	4,14	0,044
Ni	0,99	0,18	0,036
Mg	1 602	1 960	0,03
Na	894	3 097	0,018
Ca	3 447	4 056	0,005
V	1,58	1,83	0,007
P	2 772	4 162	0,008
Al	137	257	0,000 001
Fe	96,6	178,2	0,000 001

Les teneurs sont données en parties par million dans la masse sèche.

Source : Mc Naughton S. (1988), "Mineral nutrition and special concentrations of african ungulates", *Nature*, 334 : 343-345.

Tableau 7.3. Variation de la teneur en éléments minéraux de la végétation des savanes selon la saison.

Éléments	Saison			Probabilité
	sèche	moyenne	humide	de l'écart
B	4,95	5,80	7,79	0,000 1
Cd	0,04	0,03	0,05	NS
Co	0,21	0,30	0,40	0,000 1
Cu	5,54	6,14	7,08	0,02
K	17 209	20 007	19 887	NS
Mo	2,46	2,46	2,77	NS
Se	1,00	1,16	1,07	NS
Zn	19,2	17,1	22,2	0,000 1
Mn	91,0	58,8	62,7	0,003
Ni	0,83	0,87	0,79	NS
Mg	1 667	1 772	1 945	0,03
Na	151	2 943	933	0,000 1
Ca	4 026	3 811	6 159	0,000 1
V	1,45	1,51	2,01	0,000 1
P	2 701	4 039	4 440	0,000 1
Al	166	207	807	0,000 1
Fe	107	140	417	0,000 1

Les teneurs sont données en parties par million dans la masse sèche.

Source : Mc Naughton S. (1990), "Mineral nutrition and seasonal movements of african migratory ungulates", *Nature*, 345 : 613-615.

En outre, les teneurs minérales de la végétation varient au cours du cycle annuel (tableau 7.3) de sorte que les troupeaux migrateurs se déplacent en suivant un gradient minéralo-fourrager. Les troupeaux domestiques des régions arides et

semi-arides qui sont largement dispersés en période sèche, et se concentrent en période humide, suivent certainement un déterminisme analogue, au moins en partie.

Ces observations ont deux conséquences importantes :

- L'allaitement et la croissance des jeunes qui nécessitent de fortes quantités de matières minérales ont lieu pendant la saison des pluies.
- L'implantation de parcs ou de réserves doit tenir compte des besoins minéraux des animaux ; en particulier, ils doivent comporter suffisamment de secteurs riches en végétaux accumulateurs de sodium.

1.1.2. Vaine pâture

Dans les régions où le pâturage est extensif en raison d'une production primaire faible, le bétail parcourt de grandes étendues de terrain pour trouver sa nourriture. S'il est entièrement livré à lui-même, comme c'est le cas des dromadaires dans le Sud algérien, ou des bovins dans certaines montagnes européennes, le bétail doit pouvoir acccéder à des secteurs où la végétation est suffisante.

1.2. Pâtures guidées

Il y a pâture guidée lorsque, dans des régions ouvertes, le berger oriente les parcours suivis par le troupeau pour le mener paître dans des emplacements plus favorables. C'est le cas des troupeaux nomadisants que le berger conduit, dans les zones arides, là où des précipitations plus favorables ont permis à la végétation de se développer, ou dans les régions de cure salée. C'est le cas de la transhumance au cours de laquelle le troupeau est conduit d'un centre à un autre en fonction de la saison : en général, des régions de basse altitude à la montagne. C'est le cas, enfin, des troupeaux localisés que le berger mène dans le pays en lui faisant faire chaque jour un circuit d'alimentation avant de retourner à la bergerie (ou à l'étable).

1.3. Pâtures closes

- **Très grandes parcelles**. Lorsque les clos sont très grands, comme dans les "montagnes" du Massif central, les alpages des Alpes d'Europe, ou les ranches d'Afrique noire, les animaux ont un comportement semi-nomade. Ils établissent spontanément des circuits qui les amènent périodiquement, souvent à une heure solaire précise, aux mêmes endroits. L'inconvénient du système est que les meilleurs emplacements sont surpâturés et les moins bons, sous-pâturés. Cela entraîne des dégradations sensibles de la qualité de la végétation même si, globalement, la charge moyenne est convenable.

- **Petites parcelles**. Ici, les animaux ne peuvent rester plus de quelques jours. Le berger examine, avant de faire manger une parcelle, si elle est en état de fournir l'alimentation dont son bétail a besoin. Cela suppose une épaisseur d'herbe suffisante que l'on peut estimer, pour des bovins, à 15-20 cm mesurés au disk-mètre, et à 10-15 cm pour les ovins. En effet, une hauteur supérieure traduit une quantité excessive qui conduirait les animaux à un gaspillage important (il est alors possible de faire du foin pour la mauvaise saison) ; une hauteur inférieure traduit une quantité insuffisante qui amènerait une consommation trop rapide de la parcelle.

Le bétail devra être changé de clos lorsque la hauteur de la végétation sera descendue à quelques centimètres de la surface du sol.

2. LE FEU ET SES INCIDENCES PASTORALES

2.1. Relations historiques entre les feux et le pâturage

Dès que l'Homme a su maîtriser le feu (au Paléolithique inférieur, pendant la glaciation de Mindel, il y a environ 300 000 ans), il s'est donné de bonnes raisons pour brûler la végétation.

A cette époque, il conservait le feu issu des incendies naturels. Il semble que c'est 40 000 à 50 000 ans avant J.-C. selon les situations, que l'Homme a appris à produire le feu à volonté.

Le chasseur d'abord, le pasteur par la suite, savaient que les animaux, dont ils se nourrissaient, étaient attirés par les secteurs qui avaient brûlé, et où l'herbe apparaissait plus verte et plus tendre. Il a donc mis le feu à dessein pour accroître la quantité et le choix de la nourriture, pour faciliter le ramassage des plantes comestibles et pour chasser le gibier. Des témoignages sont avancés pour dire que l'Homme du Paléolithique aurait usé de cette technique.

Dès la domestication des animaux, qui se situe 7 000 ans environ avant J.-C. (voir introduction du chapitre 11), les humains ont brûlé la forêt pour créer des terrains de parcours, surveiller et protéger les animaux domestiques contre leurs prédateurs naturels.

Parallèlement, les agriculteurs ont établi leurs champs après avoir brûlé en partie la forêt, et ils ont pratiqué une agriculture itinérante, comme elle est encore utilisée dans certaines régions d'Afrique, d'Amérique ou d'Asie : brûlage avant ou après l'abattage des arbres, défrichement puis culture. La culture était déplacée au fur et à mesure que le rendement des produits devenait plus faible, et que le sol était appauvri. Les terrains abandonnés étaient laissés au pâturage des animaux qui broutaient les repousses des végétaux colonisateurs des friches.

Les chasseurs et les pasteurs, qu'ils soient européens, africains ou américains, ont utilisé, et utilisent encore parfois, le feu pour ouvrir les fourrés denses des maquis, garrigues et savanes. Ainsi, les paysages actuels dépourvus d'arbres sont presque toujours le résultat des feux de nos ancêtres du Néolithique.

A partir de la période historique, les territoires ont connu une série de vicissitudes. Les périodes d'accroissement de la population ont entraîné de nouvelles vagues de défrichements et l'augmentation simultanée des troupeaux, l'ensemble provoquant à la fois l'expansion des cultures au détriment des parcours et celle des parcours au détriment de la forêt. Inversement, lors des périodes de guerres et d'invasions, d'épidémies et de crises économiques, les cultures ont souvent régressé au profit des stades post-culturaux ou pré-forestiers.

Pour conquérir de nouvelles terres, le feu était alors associé à des techniques de nettoyage du terrain :
- l'**essartage** : les arbres étaient abattus, le bois brûlé et le terrain ensemencé ;
- l'**écobuage** : pour lequel il fallait "peler la terre" avec des outils appropriés et selon des procédés précis ; les mottes de terres étaient ensuite séchées puis brûlées ; la cendre récupérée servait d'engrais.

Progressivement, à partir du milieu du XIX^{e} siècle, des techniques nouvelles se sont substituées à l'emploi du feu à des fins agricoles ; seuls les pasteurs ont continué à brûler, à feu courant, les terrains de parcours, pour lutter contre la végétation ligneuse, mais aussi, quelquefois, par habitude. En particulier, pour la transhumance

dans les pays du Bassin méditerranéen, les bergers brûlaient les pâturages d'hiver tous les quatre ou cinq ans, en mars ou en avril, avant la pousse des espèces herbacées, ou bien faisaient brûler les garrigues et maquis lorsqu'ils étaient encore en estive, au début de l'automne, avant que les troupeaux ne descendent.

Bien que très controversé, le feu utilisé rationnellement peut-il être une méthode comme de nombreuses autres ? Le feu est un outil bien souvent employé pour créer, ou entretenir des terrains de parcours naturels en Amérique du Nord, en Australie, et en Afrique du Sud pour ne citer que quelques cas où les résultats ont été parfaitement analysés.

2.2. Le feu dans les régions méditerranéennes

Les potentialités pastorales des garrigues et des maquis méditerranéens ont été largement étudiés en utilisant les feux dirigés, le contrôle de la charge animale et le débroussaillage.

Une expérience, qui a duré 20 ans, a été installée dans une garrigue de *Quercus coccifera*, près de Montpellier. La combinaison des fréquences de brûlage et des saisons de mises à feu donnait six traitements :
- 6P = végétation brûlée tous les six ans au printemps ;
- 3P = végétation brûlée tous les trois ans au printemps ;
- 2P = végétation brûlée tous les deux ans au printemps ;
- 6A = végétation brûlée tous les six ans en automne ;
- 3A = végétation brûlée tous les trois ans en automne ;
- 2A = végétation brûlée tous les deux ans en automne.

Des parcelles non brûlées ont été conservées comme témoin (T). Tous les traitements avaient cinq répétitions. En plus de ce dispositif, deux grandes parcelles furent brûlées en automne, l'une selon un régime d'un feu tous les trois ans, l'autre tous les deux ans (3AF et 2AF). Elles recevaient une fertilisation annuelle de 100 unités N, P_2O_5 et K_2O. A la fin de 19 ans, dix prélèvements d'1 m^2 par traitement ont été récoltés, la phytomasse a été séchée puis pesée (voir 1.5.5 du chapitre 3).

Dans la végétation non brûlée, le chêne kermès (*Quercus coccifera*), qui est un ligneux bas, est dominant (tableau 7.4). Au cours du temps sa contribution augmente tandis que celle des autres espèces diminue ; à la fin de l'expérience, la masse des herbacées constitue seulement 1% de la biomasse de cette végétation non brûlée.

Tableau 7.4. Phytomasses aériennes (en $g \cdot m^{-2}$) et valeur du pâturage de divers rythmes de mise à feu dans une garrigue de *Quercus coccifera*.

	Type de régime								
	T	6P	3P	2P	6A	3A	2A	3AF	2AF
Q. coccifera	3 194	1 153	655	437	1 123	374	152	450	133
Broussailles	3 281	1 314	734	506	1 299	432	193	483	169
Herbacées	30	109	108	89	74	84	104	205	230
Ensemble	3 311	1 423	842	595	1 393	516	297	688	399
Valeur	3	10	8	9	11	12	16	19	26
Age (mois)	432	72	36	24	68	32	20	32	20

Source : d'après Trabaud L. (1990), "Feu et potentialités pastorales en garrigues de chêne kermès", *Fourrages*, 122 : 175-194.

Plus les brûlages sont fréquents, plus faible est la quantité de biomasse produite. Toutefois, dans la végétation des parcelles brûlées, quel que soit le traitement, la

phytomasse de plantes herbacées est supérieure à celle de la végétation non brûlée (tableau 7.4). La phytomasse totale de la végétation brûlée au printemps est toujours supérieure à celle des parcelles qui le sont en automne. La biomasse de *Q. coccifera* et des autres buisssons, est toujours plus grande dans les parcelles brûlées au printemps que dans celles qui le sont en automne. Toutefois, plus le nombre de mises à feu d'automne est élevé, plus importante est la biomasse des espèces herbacées (tableau 7.4). Une fertilisation augmente encore la production des herbacées (traitements 3AF et 2AF). Dans tous les cas, c'est le régime des feux chaque deux ans en automne qui entraîne la production la plus élevée de plantes herbacées.

En calculant les indices de valeurs pastorales (voir 3.2 du chapitre 6), il est facile de comparer les potentialités de ces terres de parcours. Les incendies répétés, en éliminant ou en réduisant la végétation ligneuse provoquent un accroissement des espèces herbacées qui entraîne une amélioration de la valeur pastorale de la garrigue, et plus particulièrement lorsque les feux sont allumés en automne (tableau 7.4). Lorsque des fertilisants sont ajoutés cette augmentation est presque doublée. Malheureusement, ces parcelles n'étaient pas pâturées, et l'essai n'a pu permettre de voir si et comment la valeur pastorale aurait réagi à la présence du bétail.

Sur le même type de garrigue, dans le même site, un broyage annuel de la végétation, suivi d'une fertilisation selon trois niveaux par hectare ont été comparés :
- LNF = pas de fertilisation,
- LF1 = 100 unités N, P_2O_5 et K_2O,
- LF2 = 200 unités.

En six ans, l'accroissement de la phytomasse herbacée était bien corrélé avec la quantité de fertilisants apportée chaque année (tableau 7.5).

Tableau 7.5. Phytomasse herbacée (en kg MS·ha^{-1}) et valeur du pâturage dans une expérience d'amélioration de la garrigue de *Quercus coccifera*.

	Traitements			
	T	LNF	LF1	LF2
Age (années)	18	6	6	6
Herbacées	580	260	1 800	2 850
Valeur pastorale	5	12	16	20

T : témoin ; LNF : labour sans fertilisation ; LF1 : labour et fertilisation avec 100 kg NPK par hectare et par an ; LF2 : idem avec 200 kg.

Source : recalculé d'après Poissonet P. et Thiault M. (1981), "Dynamics of flora, vegetation and grazing values in experimental plots of a *Quercus coccifera* garrigue", *Vegetatio*, 46 : 93-104.

La proportion de plantes herbacées a cru de 3 % dans la végétation non traitée, et elle a atteint 95 % avec 200 kg·ha^{-1}·an^{-1} de NPK. La phytomasse herbacée obtenue après broyage et fertilisation pendant 6 ans est environ 10 fois plus forte que celle qui est atteinte après 19 ans de brûlages. Les valeurs pastorales montrent la même variation (tableau 7.5) ; les traitements moins fertilisés ayant des valeurs intermédiaires. Un véritable débroussaillage est donc plus efficace qu'une succession de brûlages, mais le labour est une action trop brutale pour pouvoir être généralisée sur des sols très sensibles.

En Corse, l'influence de différents traitements a été comparée sur un maquis de *Cistus monspeliensis* et un autre d'*Erica arborea*. Une partie de la végétation était broyée, une autre était brûlée, une autre laissée sans traitement. Des doses de fertilisation ont été ajoutées selon deux quantités : dans la végétation naturelle et brûlée 100 unités N, de P_2O_5 et de K_2O ; dans la végétation broyée 100 ou 200 unités, chaque année par hectare. Dans toutes les parcelles, la phytomasse consommable a été accrue (tableau 7.6), mais plus particulièrement dans les parcelles broyées et fertilisées. La végétation non broyée ou brûlée montre seulement un léger accroissement de ces espèces. Les valeurs pastorales se comportent de la même façon (ta-

bleau 7.6). Contrairement à ce qui s'était passé dans la garrigue de *Q. coccifera*, de grandes quantités de fertilisants ne produisirent pas un accroissement de la quantité d'herbe. Une espèce pastorale intéressante est apparue dans les parcelles moyennement fertilisées : *Trifolium subterraneum*.

Tableau 7.6. Phytomasse herbacée consommable (en kg MS·ha^{-1}) et valeur du pâturage dans une expérience d'amélioration de la garrigue de *Cistus monspeliensis*.

	Traitements				
	T	NLF	F	LF1	LF2
État initial					
biomasse	0	0	100	300	0
valeur pastorale	3	2	1	11	1
Première année					
biomasse	100	700	600	1 300	1 300
valeur pastorale	3	10	6	36	19
Seconde année					
biomasse	200	600	700	3 300	3 100
valeur pastorale	3	5	8	42	29

T : témoin ; NLF : non labouré mais fertilisé à 100 kg·ha^{-1} de NPK ; F : brûlé et fertilisé ; LF1 : labouré et fertilisé ; LF2 : idem, avec 200 kg.

Source : recalculé d'après Étienne M. (1977), "Un essai d'amélioration des ressources pastorales de la végétation spontanée en Corse", *Fourrages*, 71 : 83-92.

Toujours en Corse, un maquis de *Cistus monspeliensis* a présenté une valeur pastorale de 3 pour la zone incendiée, tandis que dans des parcelles broyées, fertilisées et pâturées cet indice atteignait 33. Dans une pelouse de *Brachypodium retusum*, un an après un incendie, cette valeur pastorale décroissait de 16 à 15, tandis que, dans le même temps, cette valeur augmentait jusqu'à 24 lorsque la végétation était broyée et fertilisée.

Le feu, même comme seul facteur, lorsqu'il est répété régulièrement, et plus particulièrement en automne dans la garrigue de *Q. coccifera*, provoque un accroissement de la phytomasse herbacée et des valeurs pastorales. Le broyage, et le broyage associé à une fertilisation accroissent les potentialités pastorales. Lorsqu'un apport d'engrais est associé au feu, la production est accrue et les valeurs pastorales augmentent corrélativement. Ce dernier type d'action produit un accroissement de la phytomasse herbacée, et des valeurs pastorales, identique à ceux de la végétation non brûlée mais broyée et fertilisée. Il faut noter, aussi, qu'en utilisant seulement des quantités relativement faibles de fertilisants, la production de la partie consommable de la végétation brûlée tous les deux ans en automne et fertilisée atteint les mêmes niveaux que celle qui est broyée et fertilisée avec de fortes doses. Les résultats obtenus en garrigue sont inférieurs à ceux du maquis corse : les potentialités pastorales de ces derniers seraient beaucoup plus élevées que celles des garrigues.

Des expériences comparables (tableau 7.7) ont été réalisées sur deux communautés dominées par *Ulex europaeus* en Galice (Espagne). Les parcelles furent brûlées à l'automne, puis les animaux pâturèrent pendant 6 mois de l'année (été et hiver). Deux taux de pression de pâturage furent utilisés. Trois ans après le début de l'expérience, la phytomasse de l'*Ulex* était plus importante dans les parcelles où la pression de pâturage était la plus faible : respectivement 3,0 et 4,7 t·ha^{-1}. Dans le site de meilleure qualité, le recouvrement des herbacées était supérieur, et les animaux consommaient plus (tableau 7.7). Les valeurs nutritives étaient aussi plus élevées.

Tableau 7.7. Exploitation de la biomasse, recouvrement et valeur de la végétation de formations d'*Ulex europaeus*.

Communauté	Fraction exploitée %		Recouvrement %			Valeur	
	Ulex	Herb.	*Ulex*	Herb.	Sol nu	Mai	Août
à *Agrostis capillaris*	36 ± 12	46 ± 11	39 ± 90	53 ± 11	9 ± 50	65,9	31,9
à *Agrostis curtisii*	34 ± 11	38 ± 15	40 ± 15	36 ± 11	24 ± 12	56,6	45,4

Source : recalculé d'après Sinero et Diaz (1982), *Sistemas de uso extensivo del monte*, Ministerio de Agric., Pesca y Alim., Madrid.

2.3. Le feu dans les steppes non méditerranéennes

2.3.1. Peuplements graminéens de l'Amérique du Nord

Au sud de la forêt boréale, et sur une vaste zone qui s'étend du Mississipi jusqu'aux Rocheuses, et du centre du Canada jusqu'au golfe du Mexique, règne un type de végétation très caractéristique : la "**prairie américaine**". Les espèces sont diverses, mais partout dominent les Graminées.

Cet océan herbacé est considéré par certains auteurs américains comme le résultat d'incendies répétés allumés par la foudre ou par les Amérindiens, bien avant l'arrivée des premiers Européens, et par d'autres comme la conséquence de la charge animale sauvage d'alors (bisons, antilopes). De toutes manières, les feux n'étaient pas rares et occasionnels et ce type de végétation est bien adapté au passage régulier de la flamme, les Graminées sèches en touffes peu serrées laissent place à la circulation d'air et brûlent rapidement, mais la base des touffes de Graminées reste intacte. Les feux de prairie pouvaient courir sur de vastes superficies sans aucune contrainte avant d'atteindre des barrières naturelles sans nuire à la persistance de ces prairies graminéennes, car :
– le nombre d'inflorescences est, en général, accru par l'effet du feu ;
– la production de fleurs, de fruits et de semences sont stimulées ;
– la reproduction végétative dans les plages incendiées apparaît plus tôt et est plus vigoureuse que sur les secteurs épargnés.

Si les incendies sont trop fréquents, ou allumés à la mauvaise saison, ou trop intenses, la production des Graminées est diminuée (tableau 7.8).

Le tapis formé par la litière contient des éléments minéraux nécessaires à la vie végétale et le feu peut les rendre plus rapidement utilisables par les plantes.

La flore des pelouses incendiées est généralement peu diversifiée car le feu stimule surtout la reproduction végétative des espèces prédominantes, rhizomateuses ou gazonnantes, déjà adaptées au passage de la flamme. En outre, le passage du feu accroît le taux de germination de certaines espèces ; de même, la production de semences, la germination et l'établissement des plantules, aussi bien pour les espèces annuelles que pour les vivaces, sont généralement favorisés par le feu.

Au Texas, le feu passe au printemps, avant que les Graminées annuelles aient pu produire leurs graines, tandis que les espèces pérennes rejettent de souche après l'incendie. L'intervalle entre deux incendies successifs est d'environ 3 à 6 ans, soit le temps nécessaire pour accumuler une biomasse suffisante pour qu'un autre feu puisse se produire.

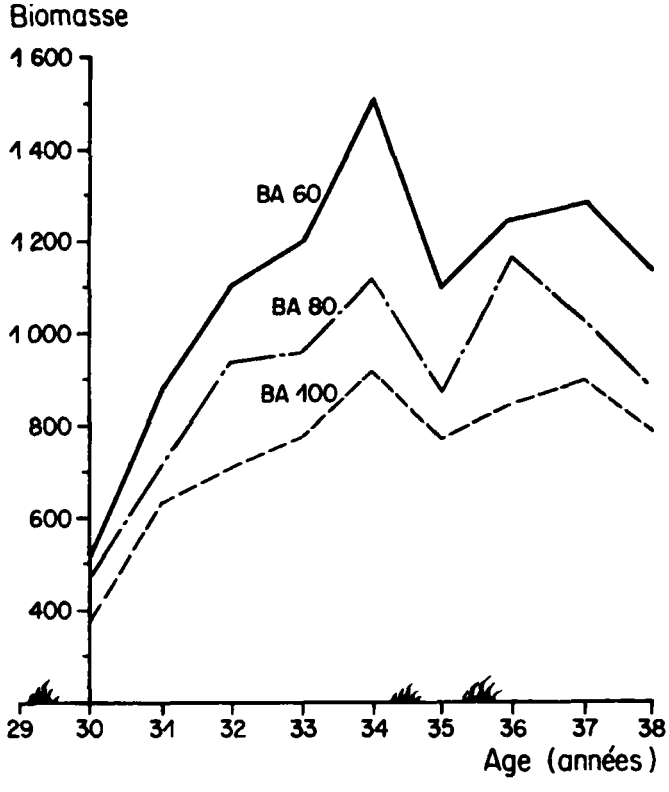
La faune est liée à ce type de végétation, les herbivores préférant les jeunes pousses

qui apparaissent après l'incendie. La gestion de ces communautés serait incomplète si des feux contrôlés n'étaient pas allumés, ou si les feux sauvages étaient supprimés.

Tableau 7.8. Production (en kg·ha^{-1}) de *Buchloe dactyloides* et de *Bouteloua gracilis* après feux une année humide ou une année sèche.

	Brûlé		Témoin	
	végét.	litière	végét.	litière
Feu en année humide				
• *B. dactyloides*				
1re année	1 894		1 679	818
2e année	2 718	344	2 166	515
3e année	1 571	1 766	1 494	1 018
• *B. gracilis*				
1re année	1 888		1 606	2 780
2e année	1 538	785	1 401	2 904
3e année	2 407	1 966	1 971	2 171
Feu en année sèche				
• ensemble des deux				
1re année	1 236		3 539	562
2e année	2 067	281	3 371	562
3e année	2 921	371	2 978	618

Source : recalculé d'après Wright (1974), "Effect of fire on southern mixed prairies grasses", *J. Rg. Mgt.*, 27 : 417-419.



BA : surface terrière des arbres en pieds carrés par acre ; il faut multiplier par 0,484 pour avoir des m^2·ha^{-1}.

Figure 7.1. Effet des feux sur la production herbacée sous couvert arboré.

Source : d'après Gulen H. et Enghardt H. (1973), "Burning and thinning maintain forage in a longleaf pine plantation", *J. Forest.*, 71 : 419-420.

Dans le sud-est des États-Unis apparaissent des peuplements mixtes de Graminées et de pins (*Pinus palustris, P. elliotti, P. taeda*) :
• Les forêts de pins à *Andropogon scoparius* et *A. tener* sont en équilibre tant que le feu passe à intervalles relativement réguliers. Cet équilibre devait exister avant que l'Homme n'intervienne. Par la suite, celui-ci a étendu cette végétation par un brûlage plus fréquent. Le passage du feu diminue la production des espèces herbacées (figure 7.1), mais il accroît les teneurs en protéines, phosphore et calcium des Graminées et leur palatabilité. Il améliore la composition des pâturages en augmentant la contribution des espèces herbacées désirables.
• Les forêts de pins à *Aristida sricta* et *Sporobolus curtisii* sont adaptées à des feux peu intenses, qui éliminent les vieilles pousses, empêchent la compétition et induisent la floraison. Comme dans les forêts précédentes, le feu accroît le taux de protéines, phosphore et potasse.

2.3.2. Peuplements graminéens d'Amérique du Sud et d'Australie

Deux autres parties du monde possèdent des communautés végétales qui sont soumises au régime des incendies, ce sont les savanes sud-américaines et les savanes et steppes (schrub et mallee) australiennes.

Au Vénézuéla, en Colombie et dans le nord-est du Brésil, s'étendent des savanes, les **llanos**, sur plusieurs centaines de milliers de kilomètres carrés. Les contributions des Graminées sont aussi importantes qu'en Afrique (jusqu'à 90 %) et elles appartiennent très souvent aux mêmes genres : *Andropogon, Aristida, Cenchrus, Chloris, Trachypogon*. Elles ont donc une physionomie commune avec, le plus souvent, une répartition des espèces en touffes. Le cycle de dévelopement phénologique des espèces, allant de l'émission des rejets, jusqu'à l'apparition des fleurs et à la dissémination des graines, est accompli pendant la saison pluvieuse, lorsqu'il n'y a pas de feux.

En Australie, la plupart des terrains de parcours sont soumis à des incendies souvent volontaires, pour contrôler les buissons indésirables envahissant les pâturages ou pour éliminer le matériel mort encombrant le milieu. La végétation des secteurs brûlés est, la plupart du temps, constituée par des Graminées telles des *Trioda* ou des buissons de faible hauteur comme de nombreux *Atriplex* et *Kochia*.

2.4. Utilité du feu ?

Le feu entraîne-t-il une amélioration ou une dégradation des communautés ? Les points de vue des spécialistes restent trop souvent subjectifs. Dans les pâturages en bon état, si le feu est situé à des époques adéquates (compte tenu de la périodicité et de la saison) et judicieusement contrôlé, il constitue un outil de gestion peu coûteux ; mais les expériences comparatives réalisées dans la garrigue méditerranéenne montrent que le broyage est un mode de gestion beaucoup plus efficace.

3. LES FEUX DE BROUSSE DANS LES SAVANES AFRICAINES

On ne peut décrire une savane sans évoquer son tapis graminéen continu et le passage du feu qui lui est étroitement associé. Cette formation végétale, comprise entre la forêt semi-décidue et la steppe, couvre environ 7 millions de km^2 en Afrique, et est parcourue chaque année par les **feux de brousse**. Toutefois de vastes territoires

sont soustraits à l'incendie, soit que la densification humaine ait détruit le support même du feu (zone dense de Korhogo en Côte-d'Ivoire par exemple), soit que, naturellement, le milieu s'oppose à la pénétration du feu (secteurs marécageux, forêts-galeries...). Le feu pastoral est un "outil" qui remonte aux temps les plus anciens et son usage est, actuellement, généralisé dans le monde intertropical. Il s'intègre dans le cycle de la saison sèche aussi sûrement que les pluies en hivernage. Il implique de la part du pasteur qui l'utilise une connaissance approfondie des milieux et de leur dynamique.

3.1. Usages et rôles des feux de brousse

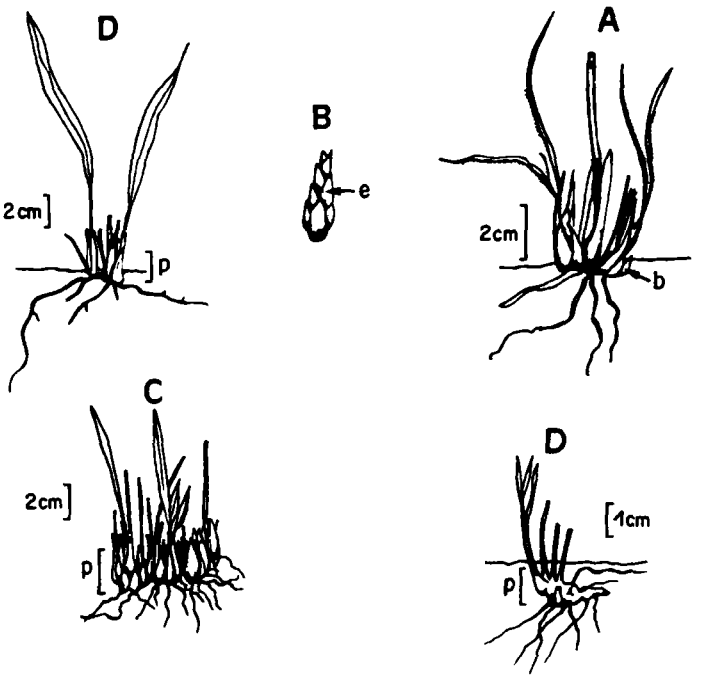
En fin de saison des pluies, en Afrique subhumide, presque toutes les Graminées pérennes ont terminé leur grenaison (fin de la fructification) et se dessèchent sur pied. Les pâturages sont alors essentiellement constitués par des pailles sans grande valeur nutritive que les animaux délaissent tandis que les éléments verts appréciés sont rares et difficiles à collecter parmis l'enchevêtrement des Graminées lignifiées. De fait, dans les savanes, le feu vise en premier lieu à renouveler le pâturage en détruisant une biomasse importante devenue inconsommable pour le bétail afin d'obtenir de jeunes repousses de bonne valeur nutritive. Dans cette perspective, cette pratique n'a sa place que dans les secteurs où les repousses sont possibles, c'est-à-dire dans les régions guinéennes et soudaniennes à Graminées pérennes ; en revanche, la mise à feu est à proscrire dans les régions plus septentrionales où dominent les annuelles (destruction des semences).

Le feu pastoral est utilisé pour débarasser les parcours des refus d'herbes. En effet, certaines espèces de peu de valeur tendent à proliférer au détriment des meilleures par suite d'un pâturage sélectif par le bétail ou en raison de charges trop faibles en saison des pluies. Ainsi, dans le Nord ivoirien, le milieu surpâturé se présente, au début de la saison sèche, comme une "moquette" trouée (puisqu'il ne reste que les plateaux de tallage des hémicryptophytes) piquetée de thérophytes (*Borreria* spp., *Indigofera* spp., *Tephrosia* spp...) et dominée par des chamaephytes (*Eriosema* spp.), des nanophanérophytes (*Lippia rugosa*) et des phanérophytes ; les espèces ligneuses dominantes, peu appréciées par le bétail, ont tendance à s'étendre au cours des années, c'est la raison pour laquelle les pasteurs mettent le feu à cette époque de l'année. Certaines Graminées, en particulier *Imperata cylindrica*, forment des peuplements monospécifiques qui ne sont consommés que dans les premières semaines qui suivent le passage du feu.

Dès le lendemain ou le surlendemain de l'incendie, de jeunes pousses apparaissent quelles que soient la texture et la structure du sol, la proximité de la cuirasse, la position topographique, la proportion du recouvrement par les ligneux (figure 7.2). Bien que l'humidité relative du sol soit inférieure à 5 % en surface en novembre, voire à 2 % en janvier, le milieu permet une certaine vitalité biologique.

C'est ainsi que, dans le Nord ivoirien, le 8 novembre 1986, lors d'un feu mis dans une formation à *Loudetia simplex* établie sur une cuirasse, des repousses apparurent deux jours après. Elles avaient une teneur en eau de 67 %, une biomasse verte de 36 kg et sèche de 12 kg par hectare. De même, après un feu mis au début du mois de janvier dans une formation à *Hyparrhenia* spp., des repousses apparurent dès le lendemain. Ces repousses eurent une croissance régulière durant environ quinze jours, puis marquèrent une certaine stagnation (figure 7.3).

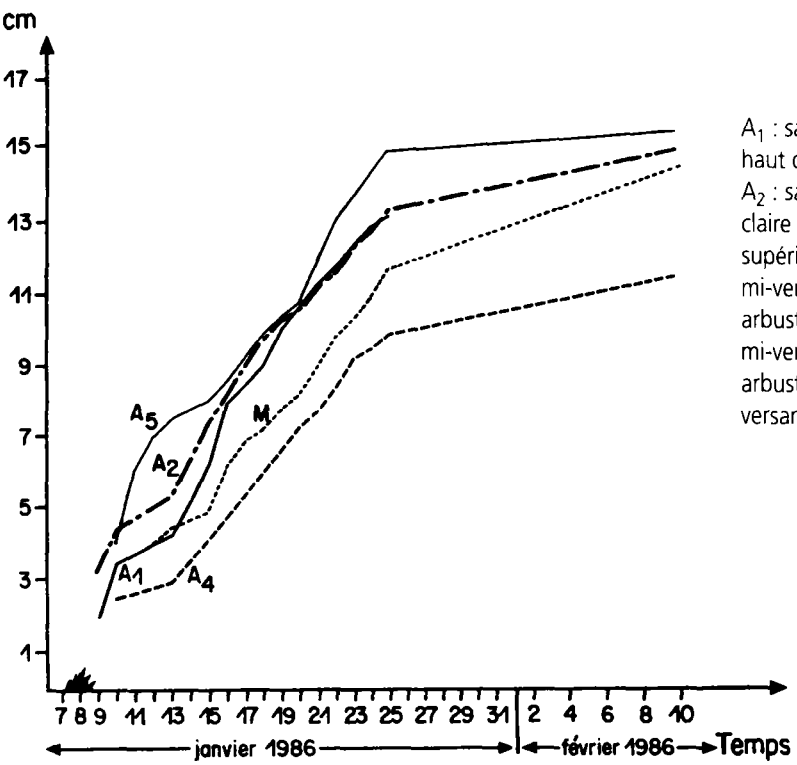
Enfin, les feux de brousse interviennent dans l'élevage spéculatif avec la mise en place de feux contrôlés et des feux de contre-saison. Une telle gestion assure en



A : *Panicum phragmoides* ; B : détail d'un bourgeon d'innovation de cette espèce ; C : *Loudetia simplex* ; D : *Hyparrhenia* ssp. ; p : plateaux de tallage ; e : écailles ; b : bourgeon d'innovation à développement basal.

Figure 7.2. Quelques Graminées de Ouango-Fitini (Nord-Est ivoirien) après le passage du feu en janvier 1980.

Source : d'après Fournier A. (1982), *Cycle saisonnier de la biomasse et démographie des feuilles de quelques Graminées*, thèse, USTL, Montpellier, 168 p.



A_1 : savane boisée de haut de verant ; A_2 : savane arbustive claire de mi-versant supérieur ; A_4 : idem de mi-versant ; A_5 : savane arbustive dense de mi-versant ; M : savane arbustive claire de bas de versant.

Figure 7.3. Évolution de la longueur des repousses après le passage du feu le long d'une toposéquence à *Hyparrhenia* spp. dans le nord de la Côte-d'Ivoire.

Source : d'après Bruzon V. (1990), *Les Savanes du nord de la Côte-d'Ivoire : Mésologie et dynamique*, thèse, Paris VII, 301 p.

permanence aux animaux une herbe de qualité en quantité suffisante. De plus, son usage a un rôle hygiénique en détruisant les larves de cestodes, de nématodes, et d'autres parasites.

Pour fournir en permanence aux animaux une alimentation leur assurant à la fois quantité et qualité indispensables, et pour gérer la savane en luttant contre l'embroussaillement, un programme de feux contrôlés doit donc être mis en place pour maintenir le système habituel, en attendant qu'une gestion plus perfectionnée permette d'en réduire l'usage (voir paragraphe 3.4).

3.2. Les types de feux

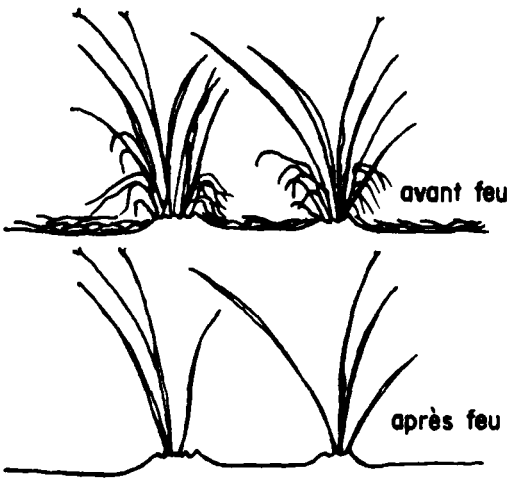


Figure 7.4. Aspect de la strate herbacée ayant mal brûlé.

• **Le feu précoce** est pratiqué, dès que possible, à la fin des dernières pluies (de la mi-octobre à la mi-décembre dans l'hémisphère nord de l'Afrique subhumide). Le bétail, trois à quatre semaines après le passage du feu, broute les repousses durant la plus grande partie de la saison sèche. C'est la première période de soudure. En effet, au cours de la seconde moitié de la saison des pluies, la majorité du pâturage est délaissée par les animaux. Ils concentrent leurs prélèvements sur une zone en surpâture constante, d'où une diminution de la production herbacée. Si le combustible herbacé est trop humide lors du passage du feu, la masse de pailles qui subsiste entrave ou rend impossible l'accès des animaux aux repousses. Le feu affecte la matière morte mais pas les hampes florales (figure 7.4) et, de ce fait, son action se manifeste souvent dans le paysage par une imbrication de secteurs mals brûlés et de secteurs brûlés totalement.

En général, le feu précoce débute sur les cuirasses à *Loudetia simplex* (plante à cycle court dont la fructification est achevée en septembre-octobre) et sur sols gravillonnaires. Les tiges florales relativement fines (1 à 2 mm) de cette Graminée sont fortement desséchées, avec une teneur en eau inférieure à 10-15 %.

La teneur en eau élevée des autres Graminées, ou l'humidité ambiante, limite la fréquence et l'étendue du feu précoce. En revanche, le sol restant encore humide, ces feux sont suivis par une abondante repousse ; ce sont par excellence des feux pastoraux. Mais, plusieurs années de pratique favorisent l'embuissonnement et, à la longue, la reforestation ; les feux précoces doivent donc être prohibés pour lutter contre les ligneux.

• **Le feu de pleine saison sèche** (ou feu courant) est utile aux endroits où les repousses sont encore possibles, c'est-à-dire là où les réserves en eau subsistent dans le sol sur versants médians ou inférieurs à Andropogonées, voire dans les bas-fonds. Si la teneur en eau du sol est trop faible, le sol reste à nu. C'est, souvent, un feu de nettoyage de vieux chaumes et des herbes diverses non consommées.

• **Le feu tardif** est provoqué à la fin de la saison sèche (de février à avril) d'une part en plaine alluviale et, d'autre part, sur tous les secteurs où il y a un début d'embroussaillement. Ce sont des feux d'entretien qui permettent d'équilibrer le

rapport couvert ligneux au couvert herbacé en éliminant la plupart des semis et des rejets de ligneux si ces derniers ont moins de trois ou quatre ans (diamètre au sol de 3 à 4 cm). En effet, le feu passe à l'époque où l'arbre vient d'avoir ses jeunes feuilles. En les détruisant, il l'oblige à émettre une deuxième foliation qui l'épuise.

Ce type de feu entre dans les programmes d'exploitation contrôlée des pâturages naturels.

• **Le feu de contre-saison** est pratiqué au milieu de la période pluvieuse, en général, durant la petite saison sèche (juillet-août dans l'hémisphère nord, décembre-janvier dans l'hémisphère sud). Il n'est applicable qu'en milieu contrôlé (ranch) ; en effet, il doit être favorisé par une mise en défens d'un an qui permettra l'accumulation de la matière morte végétale devant servir de combustible. Toutefois, cette précaution n'est pas toujours suffisante, l'abondance et l'irrégularité des pluies interdisant fréquemment la mise à feu à la période désirée.

3.3. Le rôle du feu dans la dynamique des savanes

Le feu perturbe bon nombre d'éléments de l'écosystème en accélérant, supprimant ou modifiant certains de ses processus. Dans un feu, la température dans la strate herbacée varie beaucoup avec la hauteur au-dessus du sol. Les maximums thermiques (plusieurs centaines de degrés) sont atteints vers 50 cm, ce qui correspond au niveau de la plus grande densité de végétation, donc de combustible. Au contraire, les minimums sont à la surface du sol, où la température n'atteint pas 100 °C.

Beaucoup d'études, en comparant la dynamique d'une savane brûlée à celle d'une savane non brûlée, permettent de préciser ce qu'il faut porter à son débit ou, au contraire, à son crédit. Il apparaît, en général, que les modifications floristiques et physionomiques liées au feu dépendent de l'époque à laquelle il intervient et de sa fréquence, d'une part, du type de végétation, de la topographie et de la nature du sol, d'autre part.

3.3.1. Action du feu sur la structure et la composition floristique de la végétation

La sélection de certains végétaux par le feu apparaît comme l'une de ses principales conséquences dynamiques. Aussi le terme de **végétaux pyrophytes** correspond à des plantes qui par leur structure et par leur mode de vie et, notamment leur rythme annuel, sont aptes à supporter les feux.

Le feu sélectionne ainsi des types végétaux adaptés et garantit le maintien du "pyroclimax" savane. Il existe, incontestablement, des espèces résistantes au feu, rejetant abondamment à partir des souches, munies d'une écorce épaisse, isolante et subérifiée qui protège les tissus vivants du tronc (tableau 7.9) et dont les graines peuvent résister aux températures élevées comme *Afzelia africana* ou *Nauclea latifolia.*

Par ailleurs, les géophytes et les hémicryptophytes ont leurs organes de survie enfouis dans le sol ou à l'intérieur des talles. C'est le cas des Graminées pérennes dont les bourgeons basilaires sont entourés par la base des gaines au sein du chaume. Ceci explique, au moins en partie, que les Graminées soient abondamment représentées dans les savanes. Ces Graminées adaptées au feu ont un démarrage plus rapide sur parcelle brûlée que sur parcelle fauchée, car la levée d'inhibition est plus complète ; en effet, l'éclosion des bourgeons et la reprise de l'activité photosynthétique de la plante sont

Tableau 7.9. Espèces ligneuses sensibles ou résistantes au feu des savanes du nord de la Côte-d'Ivoire.

Origine	Espèces sensibles	Origine	Espèces sensibles
FDH	*Ageratum conyzoides*	FDH	*Lecamodiscus cupanioides*
FS	*Anogeissus leiocarpus*	FS	*Manilkara multinervis*
FS	*Cassia sieberiana*	FDH	*Massularia acuminata*
FDH	*Cassipourea congoensis*	FDH	*Olax subscorpioides*
FDH	*Clauseana anisatea*	FDH	*Olyra latifolia*
FDH	*Cola cordifolia*	FS	*Oncoba spinosa*
FDH	*Dalbergiella welwitschii*	FS	*Pterocarpus erinaceus*
FDH	*Dialium guieense*	FDH	*Raphiolotis beninensis*
FDH	*Diospyros abyssinica*	FDH	*Rotmania longiflora*
FS	*Diospyros mespiliformis*	FS	*Saba senegalensis*
FS	*Fagara xanthoxyloides*	FDH	*Samanea diaklagu*
FS	*Kigelia africana*	FDH	*Teclea sudanica*
	Espèces résistantes		
	Annona senegalensis		*Isoberlina dauca*
	Butyrospermum paradoxum		*Nauclea latifolia*
	Daniellia oliveri		*Parinari anatellifolia*
	Detarium microcarpum		*Piliostigma thonningii*

FDH : forêt dense humide ; FS : forêt dense sèche.

Source : d'après Bruzon V. (1990), *op. cit.*

une conséquence de l'apport de chaleur brutal par le passage du feu. Celui-ci a fourni en un temps très court l'équivalent des sommes de chaleur nécessaires au démarrage printanier des bourgeons. Ce choc thermique entraîne la mobilisation des substances de réserve accumulées dans les racines et de l'eau disponible dans les tissus de la plante. La croissance des talles est immédiate. La "printanisation" par le feu est un réveil systématique des plantes adaptées. Cependant, au moins dans la savane arbustive à *Hyparrhenia smithiana* du Nord ivoirien, il n'y a pas de différence entre la biomasse des repousses d'une parcelle coupée (imitant une parcelle surpâturée) et celle d'une parcelle brûlée (tableau 7.10).

Tableau 7.10. Résultats comparés de l'accroissement de la biomasse vivante (en $g \cdot m^{-2}$) entre des parcelles fauchée et brûlée dans l'extrême nord de la Côte-d'Ivoire.

Semaine	Parcelle fauchée	Parcelle brûlée
Première	1,5	1,6
Seconde	6,1	5,8
Troisième	12,0	13,0

Source : Bruzon V. (1990), *op. cit.*

Plusieurs expériences de mises en défens prolongées réalisées dans l'ouest de l'Afrique, et en particulier celles de Kokondékro et de Lamto (Côte-d'Ivoire), d'Olokemeji (Nigeria), tendent à prouver que, partout en pays tropical humide ou équatorial, une savane protégée contre les feux de brousse est systématiquement remplacée par la forêt. Celle-ci tend ainsi à reconquérir son domaine naturel.

• Quand l'équilibre de la savane est rompu par l'absence de feu, les espèces ligneuses se développent d'abord pour atteindre des tailles plus élevées qu'en savane brûlée, car il n'existe plus de mutilation annuelle. Les rejets des arbres prennent un développement considérable et leur croissance contribue à augmenter fortement le taux de recouvrement de la strate arborée et arbustive.

• Des espèces sensibles au feu s'installent ensuite et prolifèrent, avec une propor-

tion considérable de plantes lianescentes ; le nombre d'espèces peut être multiplié par 5, voire par 7 dans certaines parcelles, après une protection de 15 ans. Toutefois, l'enrichissement d'un milieu en espèces dépend de sa disponiblité en "sites d'accueil" et du "potentiel floristique" environnant, c'est-à-dire du nombre d'espèces présentes dans la flore de la région et capables de s'installer.

• La troisième phase se caractérise par une très forte augmentation de la densité du peuplement ligneux, alors que la richesse spécifique s'accroît moins. Après la végétation secondaire, c'est la forêt semi-décidue qui se reconstitue. Le rôle principal du feu semble être de protéger les espèces savanicoles au détriment des espèces forestières. De la même façon, dans le Nord ivoirien, la savane évolue en l'absence de feu – cas des milieux surpâturés – vers une forêt sèche à *Anogeissus leiocarpus*, une des espèces principales des anciennes forêts sèches de transition soudano-guinéennes qui succédaient à la forêt dense de type tropical.

Si la végétation arbustive stagne, ou même recule progressivement devant les feux pour laisser la place aux formations herbeuses, c'est en relation avec la date des feux (feux précoces, feux courants, feux tardifs). Ainsi, les feux précoces semblent avoir un effet assez faible sur la végétation arbustive (exemples des régions de l'extrême nord de la Côte-d'Ivoire) : ils retardent mais ne stoppent pas son développement, car ils n'endommagent que très peu les bourgeons qui apparaissent au cours ou à la fin de la saison sèche. De plus, la destruction de la végétation herbacée, ou de ce qu'il en reste, favorise la croissance ultérieure des arbustes.

Les feux tardifs de fin de saison sèche sont plus destructeurs. La plus grande mortalité des arbres et arbustes apparaît quand le combustible herbacé a une humidité inférieure à 40 %, une biomasse supérieure à 3 $t \cdot ha^{-1}$ avec une température ambiante au-dessus de 25 °C et une humidité relative au-dessous de 30 %. Ceci semble dû, au moins en partie, à une moindre protection par l'écorce qui, plus humide, serait moins isolante ; par ailleurs, les jeunes pousses de rejets et les plantules, brûlées, ne peuvent plus assurer la régénération. Les feux tardifs permettent donc de contrôler l'embuissonnement partout où il tombe plus de 600 mm par an. La modification du couvert ligneux entraîne celle de la strate herbacée.

Dans le cas d'un feu précoce, les ligneux, parmi lesquels se trouvent beaucoup de Légumineuses, vont dominer les espèces inférieures et occuper des strates de plus en plus hautes. Il y a un changement des types biologiques (disparition des hémicryptophytes au profit des chamaephytes puis des nanophanérophytes) et donc un renouvellement des espèces avec décroissance de la contribution des Graminées, ce qui diminue les potentialités fourragères de la savane qui reposent surtout sur les Graminées vivaces.

De plus, le feu favorise l'élargissement des touffes et la multiplication des talles, donc la production herbacée ; au Nigeria, la production maximale d'herbe correspond à une pratique de feu tardif et la production minimale à une protection totale contre le feu. Il intervient également sur la valeur alimentaire de l'herbe parce que la teneur en protéines est plus élevée sur les secteurs brûlés que sur les secteurs non brûlés (accroissement de 2,6 % dans le Natal).

Enfin, le feu a une influence légère sur la phénologie, entraînant un resserrement du temps de floraison.

3.3.2. Action sur les qualités chimiques et physiques des sols

L'effet le plus immédiat du feu sur le sol (figure 7.5) est la libération d'une importante quantité de cendres qui en noircit la surface. Leur masse a pu être estimée à

368 kg·ha^{-1} pour une formation à *Loudetia simplex* et à 670 kg·ha^{-1} pour une formation à Andropogonées, en savane guinéenne. Ce tapis de cendres modifie brutalement les conditions microclimatiques du sol en diminuant l'albedo (voir 4.2.1 du chapitre 6) de moitié environ pour le spectre visible. Il en résulte un échauffement du sol de plusieurs degrés. A terme, le passage du feu induit des modifications de température et d'humidité relative de l'air :
– l'humidité relative est, pendant la journée, sensiblement égale dans les deux milieux, mais plus forte la nuit en savane brûlée ;
– la température au-dessus du sol est en moyenne plus élevée au cours de la journée en savane brûlée et inversement la nuit.

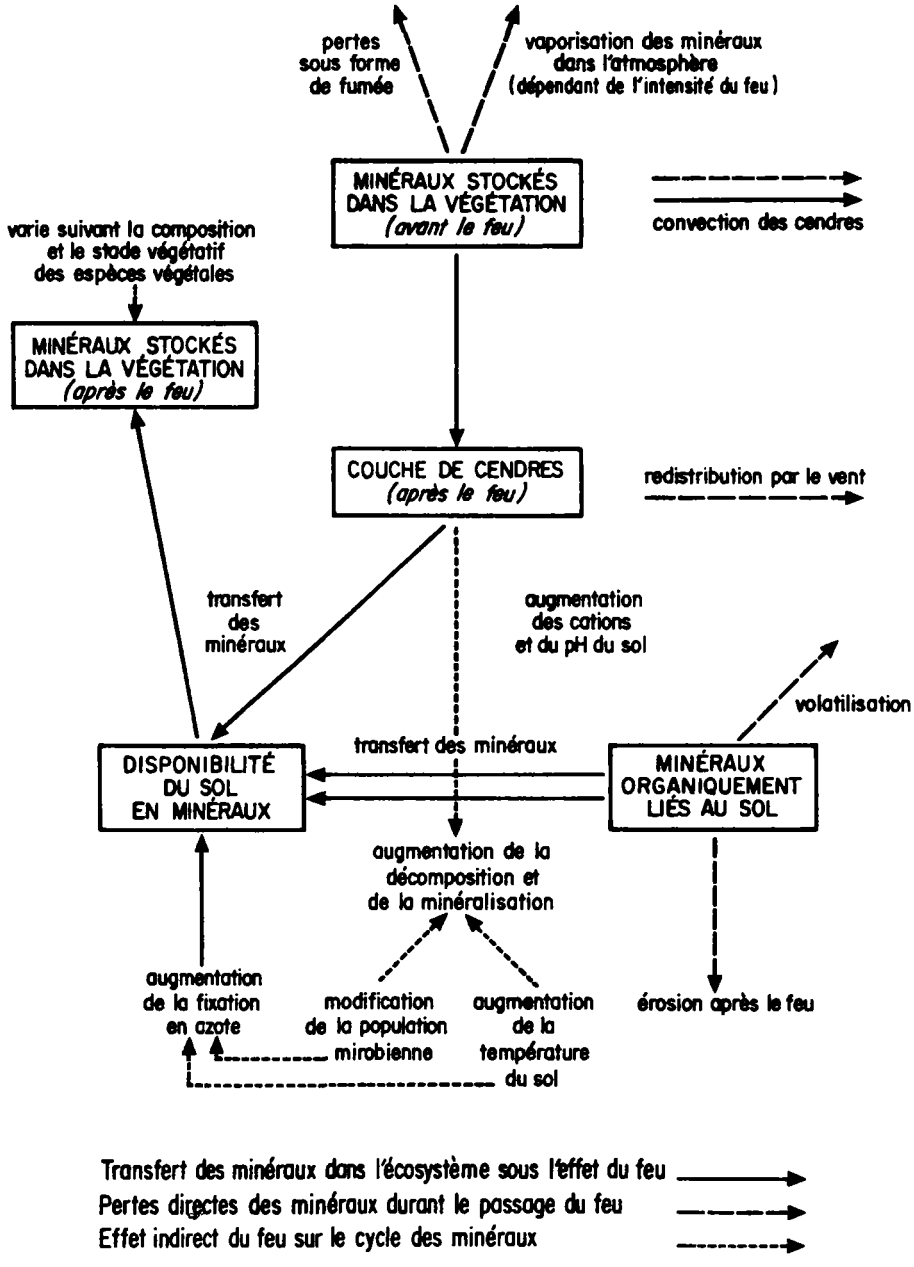


Figure 7.5. Effets directs et indirects du feu sur le cycle des minéraux.

Source : traduit de MacLean D. et al. (1983), "Fire and nutrient cycling" in *The role of fire in northern circumpolar ecosystems*, Wein R. et MacLean D. (eds.), John Wiley and sons, Chichester, UK, 111-132.

Ce tapis de cendres entraîne des conséquences physiques et physico-chimiques dans la partie superficielle du sol. Dans tous les cas, les premiers centimètres des sols de savane se trouvent enrichis en éléments minéraux après le passage des feux. Ceci est particulièremnet vrai pour le calcium, le magnésium, le potassium (2 à 3 fois) et surtout le phosphore assimilable (2 à 7 fois) (tableau 7.11). Ainsi, le feu permet au sol de récupérer des éléments assimilables qui sont repris immédiatement par la plante ; il participe au recyclage des éléments et joue le rôle "d'engrais noir" à condition que la reprise végétale soit immédiate.

Tableau 7.11. *Variation (en %) de la teneur en minéraux du sol après le passage du feu en Côte-d'Ivoire.*

	30 min après le feu				24 h après		5 mois après le feu			
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4
pH (eau)	+ 13	+ 20	+ 31	+ 24	+ 7	+ 5	+ 2	− 6	+ 2	− 5
MO %	+ 2	+ 27	+ 56	+ 121			+ 40	+ 21	− 4	− 4
C%	+ 2	+ 30	+ 196	+ 34	+ 11	+ 18	+ 40	+ 20	− 4	
N total %	+ 9	+ 8	+ 162	+ 37	+ 33	+ 9				
C/N	− 7	+ 17	+ 13	− 2	− 16	+ 9				
P total	+ 83	+ 23	+ 35	+ 17						
P assimil.	+ 780	+ 333	+ 250	+ 100						
Ca	+ 150	+ 7	+ 21	+ 79	+ 11	+ 8	+ 74	− 3	+ 22	− 27
Mg	+ 203	+ 49	+ 142	+ 102	+ 37	+ 71	+ 64	+ 2	+ 30	− 28
K	+ 538	+ 236	+ 386	+ 386	+ 167	+ 100	+ 117	− 33	− 63	
Na	+ 50	0	− 50	+ 150	+ 50	− 50	− 50		+ 100	− 50
Somme des bases échangeables	+ 176	+ 26	+ 62	+ 97			+ 70	− 2	+ 27	− 27

F1 : faciès à *Hyparrhenia subplumosa* ; F2, F3 : faciès à *Loudetia arundinacea* ; F4 : faciès à *Schizachyrium sanguineum* ; F5 et F6 : faciès à *Loudetia simplex.*
Les valeurs comparées sont en ppm pour le phosphore et en milliéquivalents pour 100 g de terre sèche pour le complexe absorbant.

Parallèlement, l'augmentation de la richesse du sol en bases échangeables entraîne un accroissement du pH d'au moins une demi-unité ; cette remontée est favorable à l'activité des bactéries et des actinomycètes. Le feu de brousse entraîne une perte en azote et en matière organique. Une mise en défens pendant plus de 20 ans n'a pas toujours d'effet sur l'importance du stock organique, du fait de l'action des consommateurs de litière, notamment des cubitermes dont les termitières sont trois fois plus riches en carbone organique que les sols environnants. A l'opposé, il y a une diminution significative de la matière organique dans des sols sableux subissant un feu annuel. L'absence de feux favorise l'augmentation de la richesse en matière organique des sols d'au moins 1% par an dans les premiers centimètres.

• L'époque d'incinération a un rôle important sur la fertilité du sol. Un feu précoce provoque une légère augmentation de la fertilité, tandis qu'un feu tardif la diminue.

• Les teneurs en azote et en matière organique sont plus fortes dans les sols des secteurs brûlés précocement que dans ceux des secteurs non brûlés ; en revanche, les feux tardifs provoquent une baisse sensible de ces teneurs.

• Le feu accroîtrait, par ailleurs, la densité des bactéries nitreuses, ce qui favorise la croissance végétale. Après 3 mois, l'activité microbienne est presque identique dans les parcelles brûlées et non brûlées, donc le feu ne représente qu'une gêne temporaire pour les décomposeurs microbiens.

• Le feu intervient principalement sur les qualités chimiques et biochimiques des sols et très peu sur ses qualités physiques. L'effet sur le cycle des minéraux est la

"facette" la plus importante de l'écologie du feu. Il a un rôle indirect sur la structure du sol en éloignant la faune du sol responsable de la porosité. En supprimant la litière et le couvert végétal, il a un effet secondaire sur l'eau du sol : en réduisant l'adsorption et le pourcentage d'infiltration, il augmente l'évaporation.

• Le passage du feu entraîne une érosion plus ou moins importante selon les régions. Toutefois, la stabilisation est rapide avec la fermeture du couvert qui suffit à la supprimer totalement et à augmenter de façon sensible l'infiltration.

Finalement, le feu est un "coup de fouet" qui accélère la production de Graminées tant que le système a des réserves pour réagir ; mais des coups de fouet trop répétés conduisent à un épuisement général.

3.4. Gestion des pâturages par le feu

3.4.1. Situation actuelle

A première vue, la mise en place des feux paraît anarchique, car chaque groupe ethnique l'utilise en fonction de sa propre activité (tableau 7.12).

Tableau 7.12. Dates des feux selon les activités dans le nord de la Côte-d'Ivoire.

Mois de la mise à feu	Unités naturelles	Pratiques rurales	Avantages pour les acteurs	Inconvénients pour les spectateurs	Autres avantages (scientifiques)	Autres inconvénients (scientifiques)
Novembre	Cuirasses et versants supérieurs	Mises à feu par les éleveurs de l'extrême nord	Obtenir des repousses	Risques de brûlure Cultures brûlées	Renforcement des Graminées pérennes Amélioration du pouvoir germinatif des Graminées annuelles	Maintien de la strate ligneuse Risques d'embrousaillement
Décembre 1re quinz. 2e quinz.	Versants Versants Autour des villages	Mise à feu par les villageois et les éleveurs-cultivateurs	Nettoyer Obtenir des repousses		(*) Stérilisation des parcours contre ixodes et cestodes	(*) Lessivage et insolation excessive des sols, ce qui entraîne la perte des cendres
Janvier 1re quinz. 2e quinz.	Autour des champs Bas-fonds du nord Reste des plateaux et des versants	Éleveurs-cultivateurs Chasseurs	Nettoyer Obtenir des repousses Gibier	Absence de repousses	Disparition des glossines	Risque d'érosion et de déchaussement des Graminées pérennes
Février Mars Avril	Bas-fonds	Éleveurs-cultivateurs	Nettoyer Obtenir des repousses		Destruction et contrôle de la végétation ligneuse	Disparition des Graminées et Légumineuses annuelles par destruction des semences

* Quel que soit le type de feu, précoce, courant ou tardif.

L'analyse du phénomène met en jeu deux catégories de paramètres :
– relevant du milieu et des éléments naturels,
– liés aux activités humaines.

De même, les sociétés s'accommodent de deux séries de contraintes physiques qui sont, d'une part, l'espace disponible et accessible, d'autre part, le temps utilisable. Comprendre la répartition des mises à feu impose de comprendre comment les populations locales gèrent leurs espaces.

Par exemple, la figure 7.6 montre l'organisation spatiale et temporelle des feux de brousse dans le Nord ivoirien. Il existe un partage du terroir entre agriculteurs et éleveurs. Les feux sont mis de la périphérie (feux précoces) vers le centre (feux courants) ; les mises à feu en périphérie chez les éleveurs sont faites depuis les endroits secs (cuirasses, mi-versants cuirassés) vers les endroits plus humides (bas de versants, bas-fonds). En général, pour les pasteurs, la mise à feu est individuelle. Chacun calcule l'échelonnement le plus efficace pour les repousses.

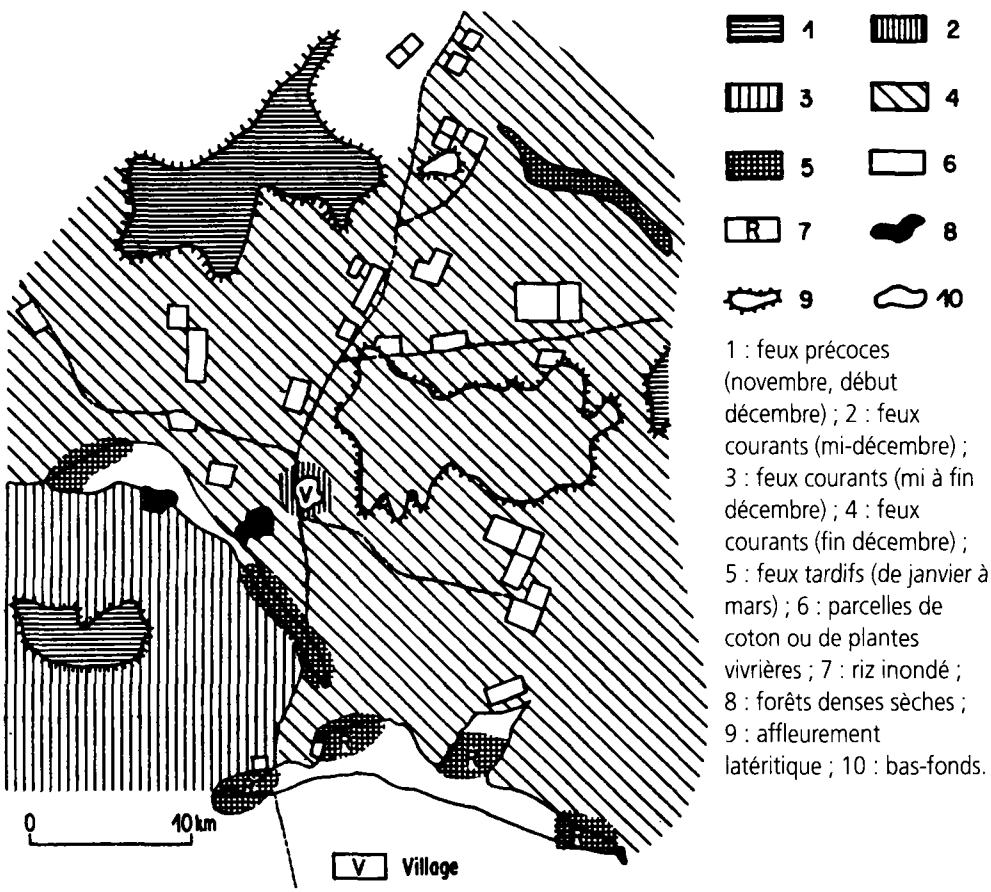


Figure 7.6. Organisation spatiale et temporelle des feux de brousse sur un territoire du nord de la Côte-d'Ivoire.

Source : d'après Bruzon V. (1990), *op. cit.*

La mise à feu des cultivateurs se fait sur l'ensemble du terroir. Elle reste fonction des cultures et utilise la force du vent (harmattan) ; elle a presque toujours lieu vers midi.

Les deux groupes utilisent deux éléments naturels, l'eau et le vent, comme guides de la mise à feu, et ne conçoivent pas le feu sans leur utilisation (figure 7.7). De plus, le brûlage se fait en fonction des terrains de parcours, de l'éloignement des cultures et sur les endroits les plus secs.

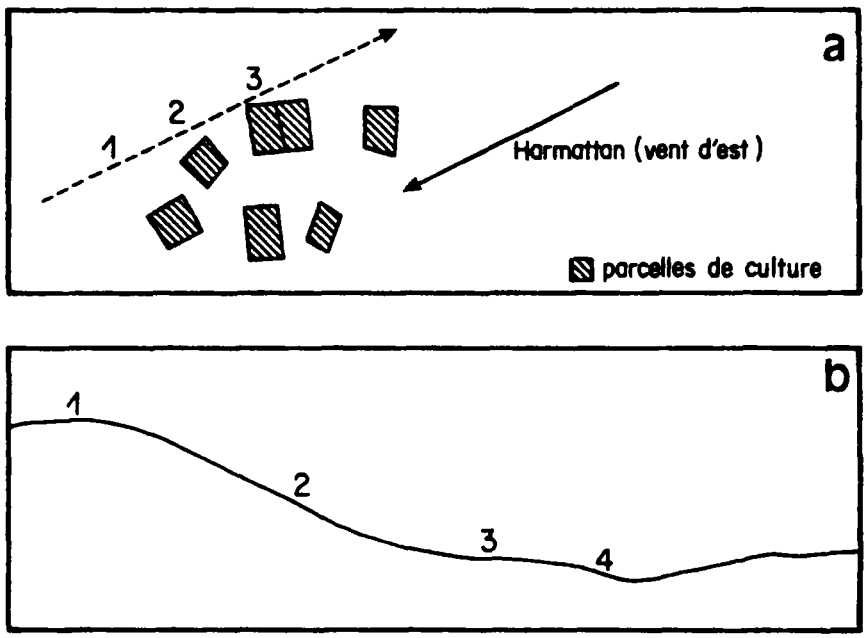


Figure 7.7. Conduite des feux en fonction du vent (a) et de l'humidité du sol (b).

Quand il y a imbrication profonde entre l'agriculture et l'élevage au sein d'un village, il peut apparaître une certaine coordination. Il arrive ainsi que les éleveurs retardent leur mise à feu (du mois de novembre au mois de décembre). Il n'existe, cependant, pas de vision d'ensemble, car les habitants considèrent les avantages et les inconvénients de la mise à feu en fonction de leurs propres motivations.

3.4.2. Système de feux préconisé

Gérer un pâturage de savane est très délicat car il couvre une grande surface et renferme une multitude d'espèces herbacées qui ont chacune leur cycle de production. Afin d'obtenir une herbe de bonne valeur et d'éviter un embroussaillement des pâturages, il faut contrôler et adopter une politique adéquate des feux (précoces, courants, tardifs, de contre-saison). Quelques principes peuvent être préconisés pour l'élaboration d'un calendrier de mise à feu.

D'une façon générale, le maintien d'une réserve non brûlée est impératif, l'exploitation des pâturages devenant ainsi plus souple. Le pâturage doit associer une végétation rase et une végétation en voie de montaison pour permettre aux animaux d'équilibrer leur ration et leur besoin d'ingestion. Idéalement, *il faudrait pratiquer des brûlages échelonnés et bien conduits durant la saison sèche et aux périodes de creux pluviométriques (petite saison sèche en régime pluviométrique bimodal).*

3.4.3. Modèles d'exploitation des parcours

Pour disposer d'une repousse herbacée en saison sèche tout en luttant contre les ligneux, les feux précoces, associés à des mises en défens annuelles, doivent être alternés avec des feux tardifs de nettoyage. La gestion rationnelle des parcours de savane implique donc un partage de l'espace en trois parties séparées par des pare-feu (figure 7.8). Ce système simple de rotation sur trois unités permet de ne pas être débordé par la pousse rapide de l'herbe en saison des pluies et de regénérer une partie du secteur par un repos, grâce à une mise en défens et à une politique de feux tardifs pour l'élimination des refus et des ligneux indésirables.

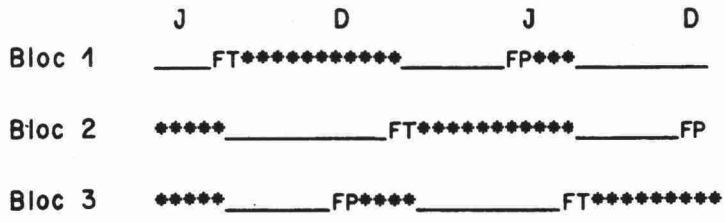


Figure 7.8. Cycle saisonnier d'exploitation des parcours.
FP : feu précoce ; FT : feu tardif ; ** : pâture ; —— repos.

L'exploitation pastorale en savanes arbustives ou arborées exclut, en général, le recours aux feux de pleine saison sèche. Ces feux sont réservés aux formations des bas-fonds humides.

• En savane non dégradée, le système recommandé repose sur une combinaison de feux précoces annuels suivis périodiquement d'un feu tardif ou différé après mise en défens d'un an. La fréquence de ces feux tardifs sera fonction de la latitude mais aussi des types de sols ; elle sera plus grande sur sols filtrants, gravillonnaires ou sableux que sur sols argilo-limoneux ou basaltiques profonds.

• En zone guinéenne et sur les sols filtrants de la zone soudanienne, il est conseillé de pratiquer un feu précoce durant deux années, suivi d'une année de repos puis d'un feu tardif.

• En zone soudanienne sur sols riches et profonds, le feu précoce peut être appliqué pendant trois ans. Ensuite, le pâturage est mis en défens durant un an, puis soumis à un feu tardif.

La pratique actuelle des feux en Afrique intertropicale, profondément ancrée dans les coutumes, diffère notablement du schéma proposé ci-dessus. Les éleveurs considèrent que la gestion rationnelle des pâturages est impossible à réaliser du fait de la présence des agriculteurs et des chasseurs. Toutefois, il apparaît que l'utilisation, tous les trois ans, d'un feu de pleine saison sèche, après mise hors pâture d'une saison des pluies, contrôle l'embroussaillement et peut le réduire de moitié en dix ans. Dix ans de suivi expérimental des pâturages de la station de Wakwa, en Adamaoua camerounais, ont montré que, dès l'instant que l'on prétend exploiter un pâturage chaque saison des pluies, aucun régime de feux ne parviendra à contenir la végétation ligneuse.

A partir de ces observations, dans le cadre d'un élevage extensif, le problème, dans les aires utilisées durant les périodes d'hivernage, relève plus du rythme d'exploitation que de la date de mise à feu. La solution repose sur la mise en défens périodique. Deux principes doivent être observés :

• Ne pas laisser les animaux sur le même pâturage en saison des pluies deux années de suite.

• Empêcher les animaux, tous les quatre ans, d'utiliser le pâturage durant la totalité de la saison des pluies afin d'effectuer un feu "différé" ou tardif.

Toutefois, en Afrique subhumide, en milieu non contrôlé (hors ranch), il est très difficile d'appliquer une gestion des pâtures par les feux ; de ce fait, la savane s'embroussaille rapidement. En République centrafricaine, il suffit de 8 ans et, au

bout de 15 à 20 ans, les ligneux ont définitivement exclu le pâturage ; il apparaît un recru forestier. En conséquence, les aménageurs ont recours à la lutte chimique (débroussaillants) ou mécanisée.

3.5. Perspectives

En Afrique subhumide, l'usage du feu est considéré par les forestiers comme un acte nocif sur l'environnement. Ceci est vrai dans les milieux forestiers et dans les milieux sahéliens à Graminées annuelles, mais faux dans les savanes à Graminées pérennes.

Depuis une vingtaine d'années, *maintes expériences scientifiques ont démontré que le feu pastoral n'y est pas un élément catastrophique rompant un équilibre précaire, et ceci contrairement aux opinions non appuyées sur des faits d'observation*, communément exprimées par la littérature d'avant les années 60.

En savane à Graminées pérennes, l'utilisation du feu participe à la dynamique des paysages de savane en limitant l'extension spatiale des espèces de forêt dense humide, en détruisant partiellement les arbustes et les arbrisseaux. En fait, trois niveaux d'analyse permettent de juger de l'intérêt des mises à feu :
– il faut tout d'abord situer le feu dans son milieu biogéographique (usage et rôle) ;
– puis, dans ce milieu biogéographique, montrer quelle est la part du feu sur les facteurs écologiques (conséquences sur la flore, la production herbacée et le sol) ;
– enfin, il faut replacer le feu au sein de son contexte technologique (gestion par le feu).

Associer le feu à la menace de désertification est, en zone subhumide, une démarche abusive et non corroborée par les observations scientifiques : le développement de l'élevage dans ses formes extensives même améliorées ne peut se faire qu'avec cet outil. En exploitation moderne (ranching), l'utilisation des feux contrôlés (précoces, tardifs, de contre-saison) est indissociable d'une bonne gestion des parcours. Seule une telle gestion assure en permanence aux animaux une herbe de qualité en quantité suffisante.

Cette utilisation du feu disparaîtra avec le développement d'un système agro-pastoral reposant sur la mise en place de parcelles fourragères. Cette innovation accroîtra la production des pâturages et permettra une nouvelle stratégie d'exploitation.

4. LES CLÔTURES

Dans les régions ouvertes où le bétail, même dirigé par les bergers, peut accéder à tous les emplacements, il est nécessaire d'édifier des clôtures pour protéger les jardins, les cultures vivrières, le village... Dans les régions où le bétail est laissé sans garde une partie de la journée, et parfois plusieurs jours, les clôtures remplacent le gardiennage pour empêcher le vagabondage des animaux.

Selon les pays, les "climats", les coutumes ou l'avancée technique des régions, divers types de clôture peuvent être envisagés : haies vives, clôtures inertes, électriques, modernes ; ils seront analysés successivement, ainsi que les conditions de mise en place.

4.1. Types de clôture

4.1.1. Les clôtures naturelles ou haies vives

Une bonne haie doit être haute de 1,30 m à 1,50 m et épaisse de 0,25 m à 0,40 m. Dans le Code civil français, en application de l'article 671, elle doit être établie à 0,50 m de la propriété voisine.

Lorsque le terrain est humide, les haies sont parfois établies sur des rejets de terre, bordés par un ou deux fossés ; le plus souvent, elles sont installées en pleine terre, après avoir fait à la fin de l'été un labour profond de 0,40 m à 0,75 m sur une largeur de 0,60 m à 0,75 m ; on utilise des plants âgés de un à deux ans, qui sont mis en terre au début de l'hiver, après un léger "habillage" (raccourcissement des racines et rabattement de la tige). Toutefois, si le terrain est très argileux, la plantation est faite à la fin de l'hiver. S'il n'y a qu'un seul rang, les plants sont espacés de 0,10 m environ et, pour deux rangs, ils sont disposés en alternance à une distance de 0,15 m à 0,20 m les uns des autres. Le collet du plant est enfoncé de quelques centimètres. Pour assurer la protection de cette haie durant son jeune âge, c'est-à-dire pendant une dizaine d'années, il faut établir de chaque côté (ou tout au moins de celui où se trouvent les bestiaux, si l'on est en bordure d'un chemin), une clôture provisoire (voir paragraphe suivant).

Pendant les étés suivant la plantation, quelques binages sont faits. Au bout de trois ans, il est utile de couper les plants à quelques centimètres du sol, ce recépage fait naître des rejets et la base de la haie sera ainsi mieux garnie. De même, il est recommandé, durant les premières années de procéder tous les ans, vers avril-mai, à la taille de la jeune haie.

Au bout d'une dizaine d'années on peut "lier" la haie en lui donnant sa forme définitive.

Pour entretenir une haie, il suffit de la "rabattre" tous les cinq à sept ans, opération qui peut être faite en hiver. Souvent, la haie vive comporte quelques arbres dont la coupe en têtard produit du bois de feu et qui servent d'abri au bétail lorsque le temps est mauvais ou quand il fait très froid. Pour la coupe du bois, le meilleur moment est la fin de l'hiver ; il est bon de laisser un abri suffisant pour protéger les animaux de la pluie.

Les espèces utilisées sont presque toutes épineuses. Citons parmi elles : *Crataegus oxyacantha* L. (aubépine), *Rubus fruticosus* L. (ronce), *Punica granatum* L. (grenadier), *Rosa canina* L. (églantier), *Prunus spinosa* L. (prunelier), *Ribes uva-crispa* L. (groseiller à maquereaux), *Berberis vulgaris* L. (épine-vinette), *Rubus idaeus* L. (framboisier), *Ulex europaeus* L. (ajonc), *Eleagnus angustifolia* L. (olivier de Bohême), *Paliurus spina-christi*, (épine du Christ), *Pyracantha coccinea* Roem. (buisson ardent).

En région méditerranéenne, on utilise, ou on laisse volontiers s'introduire en sous-strate : *Genista hispanica, Genista scorpius* L. (genêts), *Asparagus acutifolius* (asperge sauvage), *Smilax aspera* (salsepareille ou smiguet), *Ruscus aculeatus* L. (fragon), *Capparis spinosa* L. (caprier), *Ilex aquifolium* L. (houx), *Quercus coccifera* L. (chêne kermès) et les genévriers, *Juniperus communis* et *J. oxycedrus*. On peut ajouter à cette liste *Capparis sepiana* L. (câprier des Indes), *Opuntia* (figuier de Barbarie).

Malgré ses épines, *Robinia pseudoccacia* (robinier) n'est pas conseillé pour la constitution des haies, en raison de son fort pouvoir drageonnant qui lui permet

d'envahir facilement les parcelles dont la surveillance ou la charge sont insuffisantes.

Dans les régions tropicales, les plantes des haies et des clôtures sont aussi des épineux, possédant parfois des épines de plus de 10 cm (*Acacia tortilis*) ! On rencontre fréquemment : *Acacia macrostachya* Reichb., *Adenium obesum* (Forssk.) Roem., *Bauhinia rufescens* Link., *Combretum aculeatum*, *Euphorbia balsamifera* Ait., plusieurs *Ipomaea*, *Leucanea leucocephala* (Lmk.) de Wit., *Parkinsonia aculeata* L., *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., *Ziziphus mauritania* L., *Ziziphus spina-christi* et plus occasionnellement : *Acacia senegal* (L.) Willd., *A. seyal* Del., *A. polyacantha*, dont la croissance est très rapide , sur sols ferrugineux, *A. nilotica* sur sols argileux ou *A. senegal* sur sols sableux, *A. tortilis Savi*, *Anacardium occidentale* L., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Cassia siamea* Link., *Casuarina equisetifolia* Forst., des *Combretum*, *Erythrina senegalensis* DC., *Moringa oleifera* Link et *Ximenia americana* L.

Les acacias, recommandés par les spécialistes pour la reconstitution des haies abandonnées ou l'implantations de nouvelles haies, sont semés de la manière suivante :
– labour d'une bande de 2 m de large,
– verser de l'eau bouillante sur les graines et les laisser tremper une nuit,
– semer sur 2 lignes espacées d'un mètre en poquets de 2 à 3 graines, espacés de 25 cm,
– sarcler 2 fois la première année, irriguer si c'est possible,
– démarier les plants doubles ou triples à la fin de l'année.

Bien que sans épines, mais parce qu'ils ne sont pas mangés, les *Jatropha*, en particulier *J. curcas*, *Commiphora africana* (A. Rich) Engl. et *C. kerstingii* sont utilisés, en plantant des piquets vifs en fin de saison sèche, *Ipomea asarifolia*, par bouturage de petites tiges en pleine saison des pluies.

4.1.2. Clôtures inertes

Les clôtures inertes les plus simples, et les plus anciennes, consistent à **dresser des claies ou des branchages** entre des piquets ou de gros et lourds fagots d'épineux. Elles sont assez longues à mettre en place et d'une pérennité insuffisante, limitée à celle des claies ou des branchages, réduite par les attaques des insectes lignophages, les termites en régions tropicales. De plus, elles sont de grosses consommatrices de bois dans des régions où il est rare et précieux. Leur durée de vie est donc inférieure à celle des clôtures qui vont suivre, mais elles sont indispensables sur les sols soumis à l'érosion parce que ces fagots retiennent bien les particules de terre entraînées par le vent ou l'eau.

Les **lisses** qui sont des barrières constituées de 2 poteaux horizontaux, ou lisses, en bois d'orme ou de pin traité, fixés sur des poteaux verticaux en chêne, robinier ou pin traité. D'une installation coûteuse, les lisses ne sont utilisées que dans des cas spéciaux : clôtures esthétiques dans les haras, entourages d'abreuvoir. Les corrals sont aussi faits de lisses, mais avec 5-6 traverses, de manière que la clôture atteigne 1,60 à 1,80 m de haut.

On utilise aussi quelquefois des lisses, mais en ciment armé, coûteuses certes à établir, mais ne demandant aucun entretien. Ce système convient bien aux bovins et surtout aux chevaux, mais, s'il y a des moutons, il faut les compléter par du grillage en dessous. Construite avec soin, une telle clôture a une pérennité pratiquement illimitée.

Les **clôtures à fil** consistent à tendre des fils de fer entre des piquets régulièrement disposés autour du pâturage. Pour les chevaux, il suffit d'un fil à 90 cm du sol ; pour les bovins, on recommande trois fils à 25, 50 et 75 cm ; pour les pâturages des ovins et ceux qui devront contenir de jeunes veaux, il faut ajouter 1 fil à 15 cm. Les

fils doivent être bien tendus, en général à 10 kg·mm^{-2}, soit 100 N·mm^{-2}, et sont fixés aux piquets par des clous cavaliers.

On met souvent du fil de fer barbelé, ou "ronce artificielle", ou encore "fil de ronce", mais beaucoup d'éleveurs s'y refusent, le fil de ronce ayant bien des inconvénients :
– il est plus lourd que le fil lisse (parce qu'il est constitué de deux brins torsadés),
– il accroche les vêtements des personnes qui franchissent la clôture,
– il accroche le pelage des animaux et, en particulier, la laine des moutons,
– il peut blesser les animaux en déchirant leur cuir, avec tous les risques d'infections possibles, en particulier pour les chevaux, ou en abîmant les mamelles des vaches, des chèvres, des brebis, avec risque de tétanos.

Dans les angles, la clôture peut être rattachée aux arbres (figure 7.9), mais en évitant d'y enfoncer des clous ou de les enserrer dans des colliers trop ajustés ; on évitera d'utiliser les arbres dans les parties rectilignes.

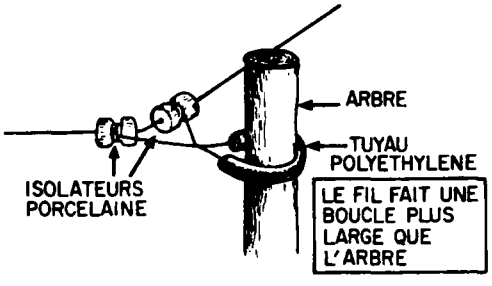


Figure 7.9. Fixation d'un fil de clôture à un arbre.
Source : CERPAM (1988), *Agenda du berger dans les Alpes maritimes*, Manosque, 150 p.

La **clôture Ursus®** est constituée par un solide treillage à grandes mailles verticales fixé par des clous cavaliers sur des piquets verticaux. Coûteuse et longue à mettre en place, cette clôture est idéale pour faire les petits parcs servant à soigner, rassembler et trier les moutons et les chèvres. Elle est efficace et ne demande pas un entretien régulier. Cependant, sur le terrain, elle est difficile à poser en secteur accidenté ou embroussaillé et, sauf mise en place de porte, elle est difficile à franchir. C'est donc une source de conflits avec les chasseurs et les promeneurs. Elle est utilisée surtout pour contenir des troupeaux de chèvres en des endroits judicieusement définis.

Les piquets de bois doivent être taillés en pointe pour être enfoncés facilement. Il existe maintenant des machines dites appointeuses pour effectuer cette opération, mais elle peut être faite à la serpe manuelle. La partie supérieure sera légèrement taillée en biseau sur le pourtour (chanfreinée) ; l'eau de pluie y pénètre moins et les coups de masse l'abîment moins. Il conviendra de choisir des essences, sinon imputrescibles, du moins résistantes (chêne, châtaigner ou robinier en Europe) et si possible de les traiter à la créosote ou au sulfate de cuivre. On prendra des rondins de 8 à 10 cm de diamètre ou des troncs refendus (et non sciés).

Tous les 100 m environ, il faut ménager un piquet plus fort. Mais c'est surtout aux encoignures qu'il faut utiliser les poteaux les plus gros et les plus solides, consolidés par des jambes de force ou des barres transversales plantées en terre. Ils sont d'ailleurs enfoncés plus profondément que les autres (jusqu'à 0,80 m).

Il existe des tarières qui facilitent beaucoup le percement des avant-trous, et des béliers à monter sur les tracteurs pour les enfoncer ; mais le travail peut être fait manuellement à la barre à mine et à la masse.

Les pieux métalliques sont faits avec des fers profilés en L, en T, en U (ces derniers plutôt pour les encoignures qui doivent toujours être renforcées). Ils sont fixés dans le sol par des dés en maçonnerie où leur extrémité inférieure est scellée. Ces pieux

sont recouverts de minium ou traités contre la rouille. Dans les sols secs, on peut se dispenser du scellement et enfoncer les pieux à la masse.

Les poteaux en ciment armé sont solides et très durables s'ils sont bien faits, sinon ils se désagrègent à la longue et se fendillent dans les sols humides.

4.1.3. Clôtures électriques

La clôture électrique est constituée par des fils conducteurs dénudés et sous tension qui, lorsqu'un animal les touche, produisent une décharge très dissuasive dans le corps. Sous la secousse, les animaux se reculent et acquièrent une habitude qui leur fait éviter le contact avec les fils. Même s'il est capable de sauter des obstacles, l'animal ne saute pas au-dessus de ce type de clôture qui donne toute satisfaction à condition de suivre exactement les indications fournies par les constructeurs. *Des mesures élémentaires de sécurité doivent être observées*, surtout avec des électrificateurs fonctionnant sur le courant lumière.

La hauteur du fil ou des fils isolés varie avec les espèces et les catégories d'animaux exploités. Pour les chevaux, 1 seul fil à 1 m ou 1,10 m suffit ; pour les vaches, 1 seul fil à 0,80 m. Si des chevaux et des vaches adultes sont dans la même pâture, le fil sera placé à 0,90 m. Si les jeunes bovins et les génisses, en général assez turbulents, doivent succéder aux vaches, il est bon de prévoir 2 fils, respectivement à 0,50 m et 0,80 m, ou 0,60 m et 0,90 m de hauteur. Pour les moutons, qui sont des animaux par nature peu sensibles à la décharge, puisqu'ils sont protégés par la laine du contact avec le fil, d'autant plus qu'ils sont ordinairement élevés sur des terrains secs, 4 fils sont nécessaires, dont 2 électrifiés : le plus bas et le 3e sont reliés entre eux et mis à la terre, tandis que le 2e et le 4e, reliés entre eux, sont mis sous tension (figure 7.10) ; le court-circuit entraînant la décharge se produit quand l'animal touchera deux fils de la clôture. Les fils supérieurs sont plus écartés que les fils inférieurs.

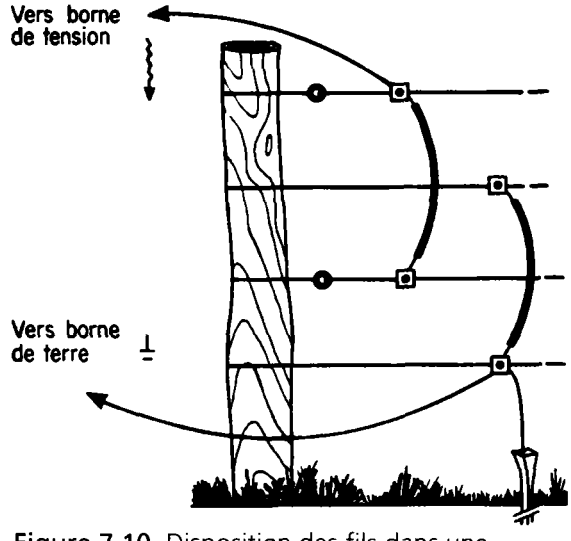


Figure 7.10. Disposition des fils dans une clôture électrique pour les moutons.
Source : Lambert B. et Prevost F. (1981), *La clôture électrique en élevage ovin*, CERPAM, Manosque, 32 p.

Comme pour les autres clôtures à fils, on utilise 2 types de piquets :
– les piquets tête de ligne ou d'angle sont placés aux portes et à chaque changement de direction des fils, et doivent donc être solides et bien ancrés dans le sol ;
– les piquets intermédiaires qui servent à soutenir les fils entre les piquets d'angle. On en met tous les 2 à 10 m selon le relief.

Prévoir 20 à 30 tendeurs pour un kilomètre de clôture 4 fils. Le fil utilisé est le plus souvent lisse, galvanisé sur recuit n° 11 ou n° 13. Ils sont tendus avec des tendeurs posés tous les 200 m, afin de maintenir une hauteur constante au sol ; le fil des circuits conducteurs est attaché sur des isolateurs ou passé dans des tubes en plastique isolant (figure 7.11), eux-mêmes fixés aux piquets.

Le fil doit être mis à la terre (voir figure 7.10). Pour que les prises de terre jouent

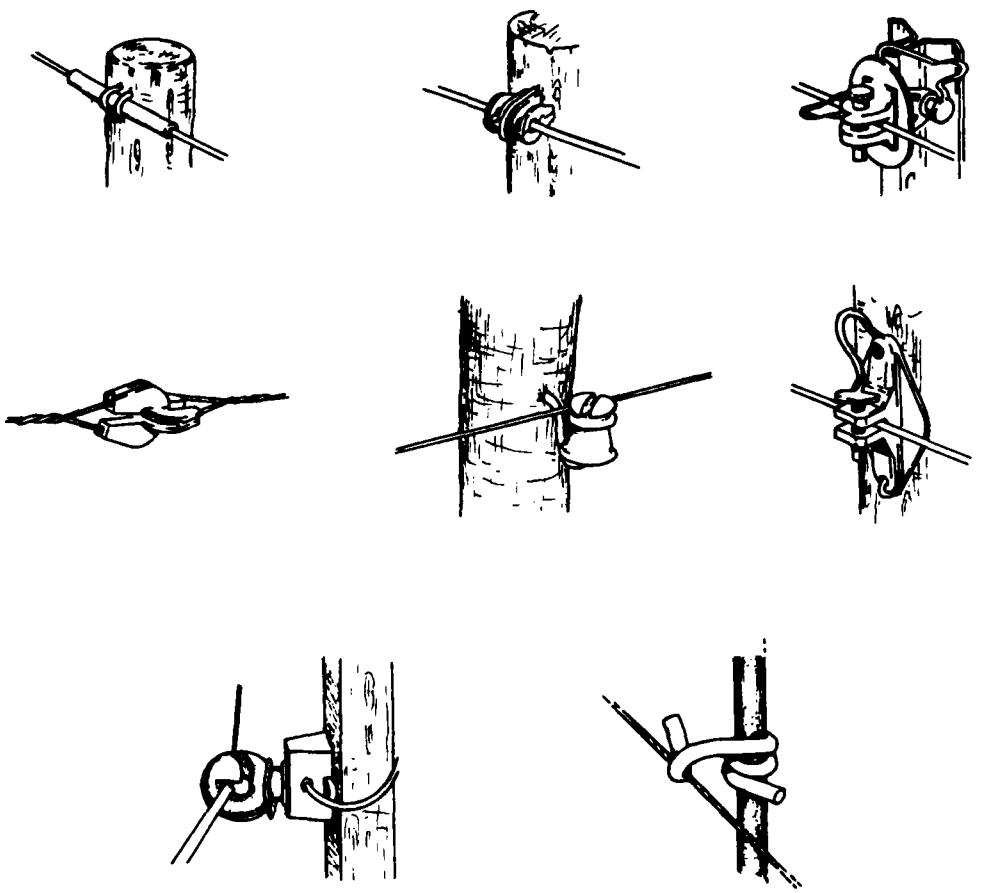


Figure 7.11. Isolateurs pour clôtures électriques.

efficacement leur rôle, il sera bon d'en mettre une tous les 500 mètres environ. Si le sol devient très sec, l'efficacité de la prise de terre sera améliorée en remplaçant le petit piquet métallique de la figure 7.10 par un tube de cuivre d'environ 1,5 mètre à l'extrémité duquel une mèche de coton a été pincée (figure 7.12) ; ce tube est enterré de manière que 10 cm dépasse du sol. On maintiendra facilement la terre humide au contact de cette prise de terre en remplissant le tube d'eau tous les 15 jours.

Depuis peu, certains constructeurs proposent des rubans conducteurs pour remplacer les fils. Le ruban a sur le fil l'avantage d'une plus grande visibilité ce qui est appréciable pour garder des animaux jeunes. Les rubans existent en plusieurs largeurs de 12,5 mm à 40 mm et en plusieurs couleurs. Les isolateurs classiques peuvent être utilisés, mais des supports spéciaux sont proposés par les constructeurs.

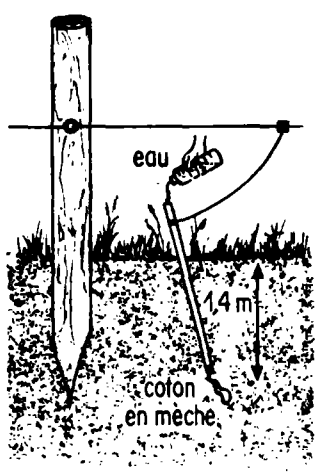


Figure 7.12. Prise de terre pour sols très secs.

4.1.4. Clôture à fil tendu

Ce système de clôture (High tensible®, marque déposée de Clôture Fergus) utilise un fil d'acier très résistant et très fortement tendu. Il est adapté à des endroits éloignés du centre d'exploitation, à des champs qui longent les routes ou les voies fer-

rées et aussi à des régions très fréquentées par des randonneurs, des chasseurs. Il résiste très bien aux chutes de neige importantes, à la chute d'arbres et à une forte pression de bétail. C'est un système de clôture permanente. Suivant le nombre et l'écartement des fils, tout bétail peut être contenu (porc ou sanglier, mouton, chèvre, vache, cheval, cerf...). Les fils sont tendus à environ 100 $kg \cdot mm^{-2}$, soit 1 000 $N \cdot mm^{-2}$. La tension des fils, 10 fois plus forte que dans une clôture classique, est l'atout de cette clôture car, une fois tendus, ils ont une élasticité qui leur permet de redevenir tels qu'ils étaient après un choc quelconque (arbre, passage d'homme). Ce fil est relativement difficile à couper (très difficile avec des tenailles simples), ce qui limite les risques de vandalisme. La pose d'une telle clôture nécessite un outillage et une technique de pose assez spécialisés, mais elle est assez rapide parce qu'elle nécessite moins de piquets qu'une clôture classique. Ce type de clôture peut de plus être électrifié.

4.2. Les ouvertures

4.2.1. Passages d'homme

Il faut permettre aux chasseurs et aux promeneurs de traverser les pâturages sans risquer d'abimer les clôtures ou de laisser les portes ouvertes. C'est le rôle des **passages d'homme** qui doivent rester impraticables pour le bétail.

Le type de passage le plus simple est une **ouverture limitée par deux poteaux formant un V**, ou incluse dans un système en ciment (figure 7.13), ou obstruée par un tourniquet (figure 7.14). Ils retiennent bien les bovins et sont d'un franchissement aisé.

Un **échalier**, ou marchepied (figure 7.15), avec ou sans poignée, permet de franchir les clôtures en retenant bovins et ovins. Pour retenir les chèvres, les **passages en chicane**, simple (figure 7.16) et surtout avec portillon (figure 7.17), sont efficaces.

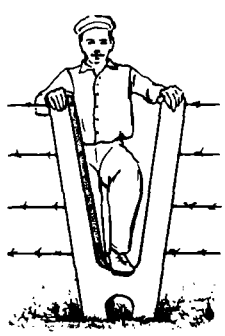


Figure 7.13. Passage en V en ciment.

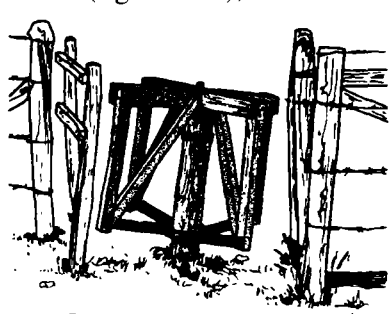


Figure 7.14. Passage avec tourniquet.

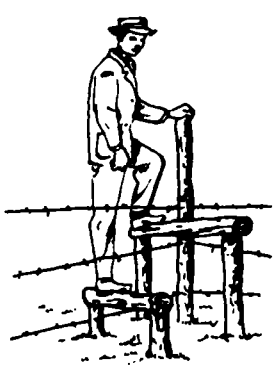


Figure 7.15. Échalier.

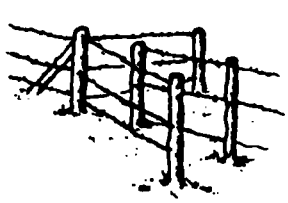


Figure 7.16. Passage en chicane simple.

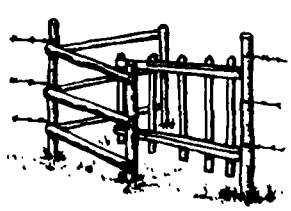


Figure 7.17. Passage en chicane avec portillon.

4.2.2. Portes ou passages de véhicule

De multiples modèles de portes ont été imaginés. Ils peuvent se composer de deux ou trois lisses horizontales reposant sur des crochets ou glissant dans des étriers fixés sur les deux poteaux limitant l'entrée du pâturage.

La **barrière vendéenne** (figure 7.18) est constituée par une claie soutenue par une bande transversale munie d'un contrepoids et qui s'appuie sur une fourche verticale.

La **barrière simple** est formée de 4 fils, fixés à l'un des piliers, elle se rattache à l'autre pilier, en bas par un étrier, à la partie supérieure par un levier (figure 7.19).

On peut utiliser des portes en tubes métalliques (figure 7.20) fournies par les quincailleries ou fabriquées par un artisan.

Mais, si une porte doit être ouverte très souvent, il est commode de la remplacer par une **barrière à bétail** (figure 7.21), dite aussi "passage canadien", constituée par des tubes métalliques ou des cornières disposées comme cette figure le montre. Ni les animaux sauvages, ni le bétail ne franchissent cette barrière car leurs sabots glissent sur les tubes, par contre les véhicules (tracteurs, voitures) passent sans problème.

Il peut être commode d'utiliser une poignée à ressort au bout d'une chaîne (figure 7.22). La porte est faite de 3 montages identiques.

Enfin, dans le cas des clôtures électriques, ces poignées permettent de maintenir la continuité du courant sans risque pour l'utilisateur et sans être obligé de faire passer les fils électriques au-dessus de la porte, ou dans des tubes isolants enterrés (figure 7.23).

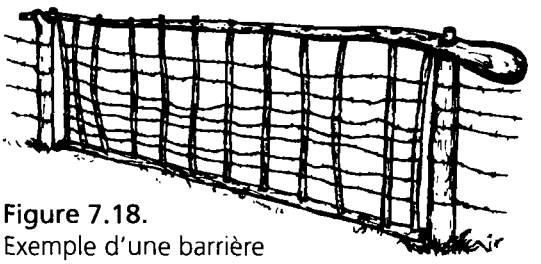


Figure 7.18. Exemple d'une barrière vendéenne.

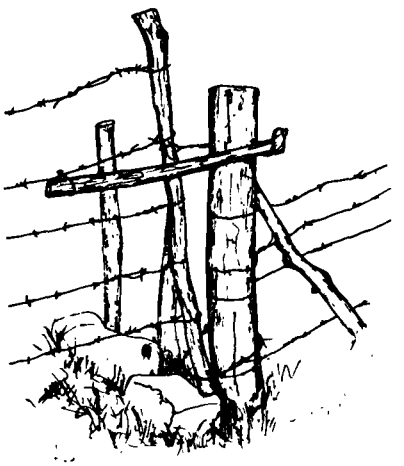


Figure 7.19. Barrière simple avec fermeture à levier.

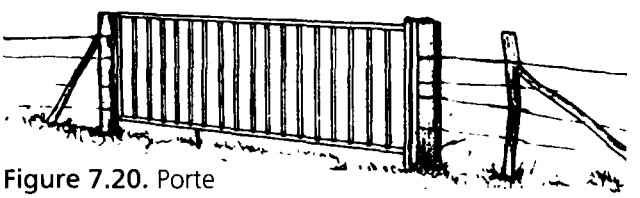


Figure 7.20. Porte en tube métallique.

Figure 7.21. Barrière à bétail.

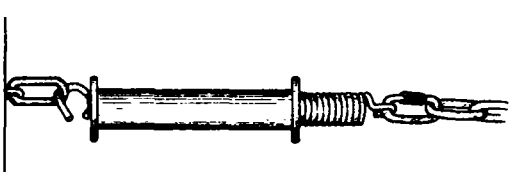


Figure 7.22. Chaîne avec poignée à ressort.

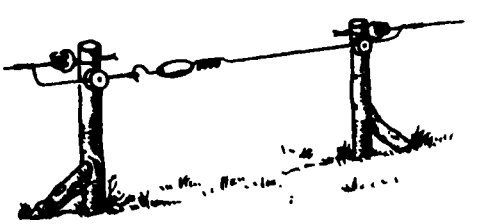


Figure 7.23. Barrière électrique.

4.3. Aspects techniques

• **Mise en place des clôtures**. Comme pour toute fabrication, la mise en place d'une clôture suppose la préparation d'un **cahier des charges**. Il faut d'abord préciser ce qu'on attend de la clôture. Puis, le plan de la parcelle permet de faire l'inventaire du nombre de piquets d'angle et de jambes de force nécessaires (2 par piquet d'angle), le nombre de piquets intermédiaires (plus nombreux dans une clôture classique que dans une clôture moderne). On fixe ensuite le nombre et l'emplacement des portes et des jambes de force nécessaires (1 par montant). La longueur du fil à commander est calculée, compte tenu du nombre de fils et de la longueur à garnir, ainsi que le nombre de clous cavaliers, ou crampillons, et d'isolateurs nécessaires. La quantité de fil et de clous doit, en définitive, être exprimée en masse (*x* kilos de clous, *y* tonnes de fil).

Sur place, un débroussaillage correct doit dégager le parcours de la clôture ; les piquets d'angle sont mis en place en tout premier lieu, puis ceux qui servent de montants aux portes. Le fil du haut est alors installé et solidement fixé au premier piquet de tête de ligne ; il est ensuite déroulé jusqu'au premier piquet d'angle et fixé à l'aide d'un crampillon ou d'un simple fil de fer. Il faut surveiller le déroulement du fil afin d'éviter qu'il s'emmêle ou se torde, ce qui amènerait sa rupture au moment de la tension ; de même, il faut surveiller qu'il ne soit pas étiré ou aminci par endroit, ces défauts seraient cause de rupture lors de la tension du fil. Pour la bonne tension du fil, il faut prévoir un tendeur environ tous les 300 m.

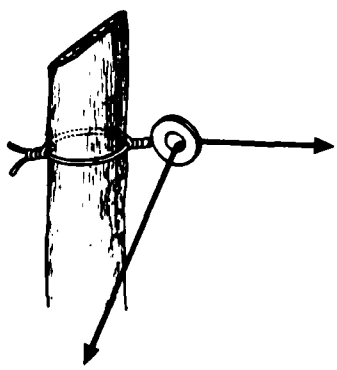


Figure 7.24. Bonne disposition d'un fil dans l'angle d'une clôture.
Source : Lambert B. et Prevost F. (1981), *op. cit.*

Dans les changements de direction, le fil doit toujours passer à l'intérieur de l'angle que forme la clôture (figure 7.24).

Le fil est alors mis sous tension et les jambes de force mises en place. La tension est ensuite ajustée. Enfin, le fil supérieur utilisé comme cordeau, permet de placer les piquets intermédiaires dans les "creux" et sur les "bosses" du sol, de manière à ce que le fil une fois tendu épouse au mieux le profil du terrain. Ces piquets intermédiaires sont alors enfoncés (à la masse ou avec le bélier mû par le tracteur) après avant-trou (fait à la barre à mine ou à la tarière). Le fil est fixé sur les piquets à l'aide de crampillons ou d'anneaux de fil lisse et lâches pour lui permettre de coulisser.

En cas de raccord nécessaire, employer le nœud de la figure 7.25, il est solide, ne casse pas le fil galvanisé et s'aplatit à la tension, permettant ainsi au fil de coulisser correctement dans les isolateurs.

Figure 7.25. Nœud de raccord de 2 fils galvanisés.

Les autres fils sont alors mis en place et, eux aussi fixés de manière à pouvoir glisser, et pré-tendus. Ensuite, la tension définitive est donnée, en commençant toujours par le fil du haut, et toujours au moyen des tenseurs prévus à cet effet ; l'emploi de la traction par un véhicule (voiture, tracteur) qui ne peut être réglée est à prohiber absolument. Les fixations sont alors mises en leur état définitif.

• **Dépose des clôtures**. Dans les régions montagneuses, où les chutes de neige sont élevées, la clôture peut entraîner la formation de congères, car elle ralentit la neige

soufflée par le vent, et elle peut être à l'origine d'une avalanche qui écrase ou arrache les clôtures restées en place. Elles constituent un obstacle, pouvant parfois être dangereux, à l'utilisation des champs de neige pour le ski. Il en résulte qu'il est souvent nécessaire de déposer les clôtures, selon une des deux manières suivantes :
– les crampillons sont décloués, les fils roulés, les piquets déterrés et le tout rangé en sécurité pour être remis en place au printemps suivant ;
– les piquets sont déterrés sans que les fils en soient retirés et la clôture couchée sur le sol.

La seconde manière facilite beaucoup la remise en place printanière, mais malheureusement aussi les vols.

5. LES BLOCS À LÉCHER

5.1. Utilisation des blocs à lécher

Les animaux ont besoin d'équilibrer leur ration en éléments minéraux (voir 1.1 de ce chapitre et manuel de zootechnie). On a vu que les déplacements des hardes d'animaux sauvages dans les steppes et les savanes pouvaient être liés à leurs besoins minéraux (voir paragraphe 1.1). Les migrations des troupeaux nomades permettent souvent de couvrir les mêmes besoins ; c'est ce qu'on appelle les cures salées qui sont nécessaires pour assurer une bonne reproduction dans les troupeaux.

L'extension des terres cultivées (3.2 du chapitre 1 et chapitre 11) a notamment pour effet d'entraver les migrations ; c'est un des buts des diverses politiques de sédentarisation. Une des conséquences de ces limitations est de couper l'accès au sel à beaucoup de troupeaux, d'où une dégradation dans la condition des animaux et de leur reproduction. On peut remédier à cette lacune en fournissant aux troupeaux des **blocs à lécher** qui pourront être :
– des blocs de sel tels qu'on les extrait des carrières ;
– des blocs artificiels préparés pour l'élevage.

Les premiers sont disposés sur le sol tandis que les seconds, de forme cylindrique et munis d'un trou central, sont suspendus à un piquet. Cela a pour effet d'en limiter la dégradation.

L'observation montre que, lorsqu'un bloc à lécher est proposé à un troupeau, après quelques jours d'adaptation au cours desquels les animaux semblent faire de ces blocs une consommation abusive, cette activité anormale cesse et les prélèvements deviennent plus discrets.

5.2. Fabrication des blocs à lécher

Le mode artisanal de fabrication des blocs à lécher proposé par les spécialistes de l'ONG "Vétérinaires sans frontière" est simple.

Dans un premier temps, on réunit des os, ramassés en brousse ou récupérés à l'abattoir. Ces os sont calcinés en utilisant un petit feu de bois sur lequel les os sont placés successivement ; la calcination est satisfaisante lorsque l'os est devenu blanc mat, sinon il faut recommencer. Les os calcinés sont ensuite broyés et le broyat obtenu tamisé de manière à obtenir une poudre. Il faut compter 4 kilogrammes d'os frais pour un seul de poudre.

Il faut alors mélanger avec soin 1 volume d'argile broyé, 1 volume de ciment, 3 volumes de sel concassé et 8 volumes de poudre d'os ; une boîte de conserve vide pourra être utilisée pour mesurer ces volumes. Le mélange est mouillé de la quantité d'eau juste nécessaire pour la prise du ciment (en général 1 boîte d'eau), remué et enfin moulé dans un récipient de 3 à 5 litres (comme une cuvette ou une grande boîte de conserve) ; un bâton est planté au centre pour ménager un trou de suspension. Le séchage à l'air libre demande 2 semaines.

Lorsque c'est nécessaire, il est possible d'enrichir les blocs en oligo-éléments (cuivre, zinc, manganèse, cobalt...). L'additif devra être préparé en laboratoire et distribué aux éleveurs.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉES

Aubréville A. (1949), *Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale*, Soc. Edit. Géogr. Marit. Col., Paris, 352 p.

Bernus E. (1973), "Le sel du désert", *Atlas Air France*, 88 : 44-67.

Bernus E. et Bernus S. (1972), "Du sel et des dattes. Introduction à l'étude de la communauté d'In Gall et de Tegidda-n-tesemt", *Études nigériennes*, 31, 1-125.

Bruzon V. (1990), *Les Savanes du nord de la Côte-d'Ivoire, Mésologie et dynamique : l'herbe, le feu et le pâturage*, thèse, Paris VII, 301 p.

Calvière B. (1987), *Complémentation minérale, les ruminants domestiques en pays Alar (région Awash) : mise en place d'une unité de fabrication locale et d'un réseau de distribution de blocs à lécher enrichis de cuivre*, Rapport de mission, mission VSF, Éthiopie, 24 p.

EMVT (1990), Fiches techniques d'élevage tropical : *La Complémentation minérale*, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort.

Joffre R. (1982), "Réflexions sur le feu pastoral en Corse", *Fourrages*, 91 : 73-98.

Koffi A. (1982), *Étude des effets du feu et de la pluviosité sur la production fourragère dans deux types de savanes du centre de la Côte-d'Ivoire*, thèse, USTL, Montpellier, 159 p.

Soltner D. (1978), *L'arbre et la haie*, coll. "Sci. et Tech. agricoles", Angers, 104 p.

Soltner D. (1978), *Planter des haies, brise-vent, bandes boisées*, coll. "Sci. et Tech. agricoles", Angers, 50 p.

Trabaud L. (1990), "Feu et potentialités pastorales en garrigue de chêne kermès", *Fourrages*, 122 : 175-187.

Le Flamboyant, Bulletin de liaison des membres du réseau "Arbres tropicaux", SILVA, 21 rue Paul-Bert, 94130 Nogent-sur-Marne, 22e numéro en juillet 92.

QUELQUES QUESTIONS ET EXERCICES

1. Le fil lisse des "clôtures modernes" est-il plus ou moins tendu que le fil barbelé de la clôture classique ? A quelle propriété des fils peut-on lier la différence de tension ?

2. Comment les passages accessibles en permanence aux véhicules et interdisant la sortie des animaux sont-ils réalisés ?

3. Comment les constructeurs ont-ils résolu le problème de la visibilité insuffisante des fils de clôture électrique ?

4. A quoi servent les pierres à lécher ?

5. Quel est l'élément minéral le mieux représenté dans les Graminées et quelle est l'importance de la différence par rapport aux autres éléments ?

6. Tentez de donner les usages et rôles des feux de brousse en Afrique.

7. Précisez les différences d'action entre les feux précoces et tardifs en savane.

8. Précisez la différence entre l'essartage et l'écobuage.

9. Sur quelles caractéristiques biologiques le choix des essences retenues pour l'établissement d'une haie vive est-il basé ?

10. Dans quelles conditions le gardiennage du troupeau est-il préférable à la mise en place de clôtures ?

Chapitre 8

LES ANIMAUX AU PÂTURAGE

1. INTRODUCTION SUR LES RACES DU TROUPEAU

A la faveur des migrations humaines et des vicissitudes de l'histoire, les populations d'animaux domestiques ont globalement diffusé du Proche-Orient vers le reste du monde. Les conditions de milieu très contrastées et la variété des structures d'exploitation ont façonné une mosaïque de races locales bien adaptées aux conditions locales. C'est à partir de quelques-unes des races locales rustiques que les sélections opérées, depuis le XIX^{e} siècle, et surtout depuis 50 ans, dans les régions d'élevage intensif, ont donné les races performantes actuelles qui ont extériorisé telle ou telle potentialité particulière.

Dans les pays où l'intensification a pu se développer, l'extension des races productives, objet de l'attention des chercheurs, a entraîné la régression, voire la disparition, des races locales les moins productives. Le phénomène a souvent été poussé par l'action de l'administration. C'est ainsi qu'en France, les races Bretonne, du Mézenc, Female ont disparu. D'autres ont échappé de peu, comme les bovins Bleu du nord, dont la race, condamnée par les "spécialistes" en France, a été sauvée par les fermiers belges, avant que les généticiens ne lui découvrent un gène de "culard" dont l'extériorisation est maintenant l'objet de leurs soins.

Les mêmes caractères d'adaptation se retrouvent de l'une à l'autre :
- résistance aux écarts thermiques et à la chaleur,
- adaptation à consommer des végétations ligneuses ou pauvres,
- résistance à certaines maladies (piroplasmose, trypanosomose).

• Les bovins des rives de la Méditerranée sont parfaitement capables d'utiliser les parcours quand ils en exploitent les sites les plus favorables. Le rameau Brun qui a essaimé dans ces zones est tantôt de grande taille (Modicana en Italie), tantôt de petite taille (du type de la Brune de l'Atlas). Le type Tarentaise, bon producteur de lait dans des conditions difficiles, a une aire d'extension limitée. Le rameau Frison conquiert les zones favorables et les croisés local × Frison font leur apparition jusque dans les parcours du Maroc, de l'Algérie ou de la Turquie, malgré leurs médiocres facultés d'adaptation.

• Chez les ovins, les races laitières et les races à viande se partagent la Méditerranée. Au nord et à l'est, traite des brebis et fabrication de fromages sont la marque de certains systèmes de production n'utilisant les parcours qu'en quelques périodes de l'année. Mais sur l'ensemble du pourtour méditerranéen, les races à viande n'ont pas les mêmes exigences et valorisent beaucoup mieux les parcours. Le groupe des races jarreuses donne une laine dépréciée par les filatures industrielles, mais très ap-

précieée comme laine à tapis, car elle ne feutre pas et assure une excellente régulation thermique. On les trouve dans toute l'Afrique du Nord (race de montagne "Berbère", race des plateaux comme la Sardi, la Timahdite, la Beni Guild, race des steppes algériennes, race à grosse queue comme la Barbarine, la Doglic turque et l'Awassi du Proche-Orient). Les races à laine et les races Mérinos occupent le nord de la Méditerranée. Là où l'intensification est possible, les croisements apparaissent. Mais sur parcours, ces races ovines locales très rustiques n'ont pas leur équivalent.

• Les caprins, qui font preuve d'une grande plasticité, sont présents dans des systèmes de production très variés, des zones désertiques aux milieux les mieux favorisés. Les troupeaux laitiers – dont certains très intensifs, en France notamment – utilisent d'autant moins les parcours qu'ils sont plus productifs, mais il n'y a pas incompatibilité systématique entre lait et parcours. Les troupeaux à viande occupent les parties les plus pauvres jusqu'aux marges désertiques, là où le mouton lui-même ne peut survivre. Le rameau nord-africain aux poils noirs, gros et résistants, constitue une population de plus de 10 millions d'individus. L'Espagne est aussi un excellent réservoir de races bien adaptées aux parcours (Serrana, Retinta extremena, Blanca andaluza, Verata...).

Il est donc important en milieu pastoral de faire confiance aux animaux de race locale, adaptés aux conditions difficiles.

Compte tenu des contraintes propres à l'élevage extensif, les performances des races rustiques sont en général modestes, et la quasi-totalité du lait est consommée par le jeune ou par la famille de l'éleveur.

Chez les petits ruminants, les mâles sont en permanence dans les troupeaux. Il ne faut cependant *pas minimiser les autres productions ou les autres fonctions tenues par le troupeau qui est, en réalité, multifonctionnel* :
– il assure une partie des besoins familiaux par le biais de l'autoconsommation, qui porte plus souvent sur la viande de chèvre que sur celle de mouton ;
– il assure un apport de fumier, qui peut même dans certains systèmes (irrigués, oasis...) constituer un produit prioritaire qui asservit la conduite du troupeau ;
– il joue le rôle de banque et constitue un capital et une trésorerie qu'on mobilise pour les gros achats (bovins) ou les achats courants du marché (ovins et caprins) ;
– il remplit bien sûr un rôle social, comme dans tous les pays, mais plus qu'ailleurs dans les sociétés d'éleveurs ;
– la traction animale et le portage concernent tout spécialement les équidés et les camélins, et secondairement les bovins dans certaines régions.

2. ETHNOLOGIE ANIMALE

Il semble qu'à part l'âne et les espèces voisines du lama, la plupart des espèces animales domestiques exploitées par les pasteurs aient été apprivoisées en Asie occidentale (chevaux, dromadaires, moutons, chèvres) ou moyenne (yack, buffle) et à partir (surtout pour les premières) de souches sauvages possédant une très grande variabilité génétique, d'où la variabilité extrême des races exploitées par les pasteurs. Il n'est pas possible d'en faire un inventaire complet dans le cadre de ce manuel qui se contentera d'un survol rapide de cette diversité par l'examen de quelques races bovines, ovines et caprines et de quelques mots sur les autres espèces élevées par le pasteur.

2.1. Bovins

2.1.1. Généralités

L'animal sauvage qui serait à l'origine des bovins actuels (*Bos taurus*) est l'**aurochs** (*Bos primigenius*) dont les derniers spécimens se sont éteints en Pologne au XVIII^e siècle. A partir de là, le plus ancien des bovins domestiques est de type hamitique à longues cornes, domestiqué il y a déjà 8 000 ans en Mésopotamie. La chronologie de son expansion vers l'Afrique d'une part, l'Europe et l'Asie d'autre part, semble établie avec une relative clarté. Cette forme apprivoisée de l'aurochs aurait été croisée avec les variétés locales d'aurochs sauvages.

En Afrique, la race hamitique à longues cornes a donné à ses descendants directs, les taurins de la race N'Dama, une résistance héréditaire à un fléau typiquement africain : la trypanosomose bovine.

Ce bovin avait une taille moyenne à grande, il était dépourvu de bosse, doté d'un cornage développé et parfois très important, généralement en forme de coupe ou de lyre, mais le cornage a souvent été modifié par les pasteurs pour des motifs esthétiques.

Dans la même région de Mésopotamie, 2 000 ans environ plus tard, un nouveau type d'animal apparaît, il s'agit d'une bête de format plus réduit, au cornage atrophié, semblable à celui des vaches de Jersey, Holstein ou Baoulé d'aujourd'hui. Apparu il y a environ 6 000 ans, ce type bovin se répand rapidement sur les trois continents où il coexiste et parfois se substitue à son prédécesseur hamitique ; les deux types ayant été utilisés pour le trait, le lait et la boucherie.

Enfin, il y a près de 4 000 ans, soit environ vingt siècles après le bovin à courtes cornes, apparaît le **zébu** (*Bos indicus*), dans une région correspondant probablement à l'actuel Afghanistan. Ce bovin à bosse représente une forme adaptée à la sécheresse, et il n'y aurait aucune preuve de l'existence d'une forme sauvage ni de croisements avec une espèce voisine. Le zébu, animal des steppes chaudes, se serait répandu de préférence vers la zone tropicale et aurait été favorisé par l'aridité croissante de ces derniers millénaires ainsi que par une résistance à la peste bovine supérieure à celle des autres animaux.

L'Inde n'aurait été colonisée par cette espèce que depuis 3 000 à 3 500 ans, à la faveur de migrations humaines. Les nombreuses variétés de zébus d'Afrique et de Madagascar résultent d'une différenciation locale à partir d'importations relativement tardives (entre le VIII^e et le XIV^e siècle) en provenance d'Iran et du Pakistan.

Le bovin asiatique par excellence est le **buffle d'Asie** (*Bos bubalus*), qui ne subsiste à l'état sauvage qu'en Inde et à Ceylan. Aimant l'eau, il est particulièrement adapté au travail dans les rizières. Pour cette raison, il est très répandu dans toute l'Asie du Sud. Sa progression vers l'ouest, le long des cours d'eau et dans les régions de marécages – en Iran, en Égypte, en Turquie, dans les Balkans et même en Italie au Moyen Age – est liée aux migrations des Zotts ou Djats ("Tsiganes") au VIII^e siècle.

L'Asie du Sud compte trois autres espèces de bovins domestiques, mais dont on trouve encore des spécimens à l'état sauvage : le **gaur** (*Bos gaurus frontalis*) du Bengale et de Malaisie, le **banteng** (*Bos javanicus*) de Bali et le **kouprey** (*Bos sauveli*) du Cambodge.

L'Asie comporte en outre une espèce très originale pour son adaptation à l'altitude et au froid : doté d'une épaisse toison laineuse, le **yak** (*Bos grunniens*) existe encore à l'état sauvage dans l'Himalaya. Il a permis aux tribus tibétaines de développer un genre de vie pastorale particulier.

2.1.2. Quelques races taurines tropicales

• **Race N'Dama**. Les taurins de type N'Dama, connus aussi sous le nom générique de **taurins à longues cornes de l'Afrique de l'Ouest**, forment le groupe de bovins trypanotolérants le plus important, avec près de 4 millions de têtes en Afrique de l'Ouest ; l'aire d'extension naturelle de cette race est centrée sur le massif du Fouta-Djalon en Guinée et déborde sur les pays voisins. Cette race a eu une large diffusion en dehors de son berceau.

L'aire d'extension naturelle comprend huit pays parmi lesquels :
– 4 où les N'Dama sont très largement dominants : Guinée, Guinée-Bissau, Gambie et Sierra Leone ;
– 2 où les N'Dama sont au contact des zébus qui sont dominants : Mali et Sénégal ; dans ces pays, on trouve des métis naturels N'Dama × zébu ;
– 2 où les N'Dama sont au contact de taurins à courtes cornes : Libéria et Côte-d'Ivoire ; la Côte-d'Ivoire ayant accueilli dans les années 70 beaucoup de zébus, les N'Dama et les taurins à courtes cornes présents traditionnellement dans ce pays sont maintenant au contact des zébus dans le nord du pays.

Cette race a, de plus, fait l'objet d'implantations dans de nombreux pays d'Afrique occidentale et centrale. Elle se rencontre dans des milieux naturels diversifiés. Vers la zone équatoriale, elle s'est adaptée jusqu'aux limites de la forêt guinéenne au Sierra Leone, en Haute-Guinée, au Libéria, en Côte-d'Ivoire... Vers la zone soudanienne, on la rencontre naturellement jusqu'à l'isohyète 1 000 mm environ, en Gambie, au Sénégal oriental, au Sud-Mali... Cela traduit des qualités d'adaptation intéressantes qui ont été mises à profit pour des sélections diverses.

Le N'Dama est un bovin de taille inférieure à la moyenne (tableau 8.1). La robe la plus fréquente est fauve, uniforme, décolorée sous le ventre. Les extrémités (tête, extrémités des membres, queue) sont souvent plus foncées, parfois presque noires.

Tableau 8.1. Mensurations des races bovines citées.

Race	Taureaux			Vaches			Réf.
	H	P	M	H	P	M	
Taurins							
Kouri	1,49	1,94	650	1,37	1,84	400	[2]
N'Dama	1,16	1,67	280	1,14	1,56	240	[1]
r. des lagunes	1,05	1,52	125	0,90	1,46	100	[2]
Baoulé	1,05	1,40	210	1,00	1,38	200	[2]
Salers	1,55	2,40	1 075	1,40	2,10	730	[6]
Gasconne	1,45	2,30	950	1,35	1,93	650	[4]
Aubrac	1,40	2,20	1 000	1,30	1,90	700	[3]
Tarine	1,40	2,15	800	1,25	1,90	550	[5]
Zébus							
M'Bororo	1,55	1,45	350	1,21	1,44	250	[1, 7]
Boran	1,40	2,08	620	1,20	1,65	380	[1]
Gir	1,36	1,83	550	1,30	1,68	390	[1]
Azawak	1,30	1,85	300	1,20	1,55	250	[2]
r. malgache	1,22	1,72	350	1,15	1,47	250	[1]

H : hauteur au garrot en mètre ; P : périmètre du thorax en mètre ; M : masse en kilogrammes.

Sources : [1] Pagot J. (1983), *L'élevage en pays tropicaux*, coll. "Techn. Agric. Prod. Trop.", Maisonneuve et Larose, Paris, 582 p. ; [2] Doutressoul G. (1947), *L'élevage en Afrique occidentale française*, Larose, Paris, 298 p. ; [3] Union Aubrac (1993), *in lit.* ; [4] UPRA Gasconne (1993), in *Gascon Magazine*, 10 : 1-4 ; [5] UPRA Tarine (1986), *in lit.* ; [6] Bonal A., Bougler J., Del Porto P. et Havy A. (1992), *La race de Salers*, Herd Book Salers, Aurillac, 32 p. ; [7] EMVT (1993), *in lit.*

Il existe un pourcentage faible (< 20 %) de robes pie, les taches blanches étant fréquemment mouchetées de brun. Exceptionnellement, on rencontre dans les troupeaux des animaux pie-noir. Le cornage du N'Dama est solide, bien développé, le plus souvent en lyre ou en coupe, mais on rencontre aussi des animaux à cornage atrophié, voire même à cornes flottantes.

La conformation du N'Dama dans son berceau de race est médiocre, mais peut devenir bonne si les conditions d'élevage le deviennent. Le corps est plutôt court, avec des masses musculaires bien développées, les membres sont fins, les sabots petits et durs. Le tempérament est éveillé, doux et maniable en élevage traditionnel, il peut devenir indiscipliné en ranching.

Les aptitudes laitières des N'Dama sont médiocres et la vocation unanimement reconnue de cette race est la production de viande dans les savanes préforestières infestées de tsé-tsé où sa trypanotolérance lui confère un avantage exceptionnel. Sa croissance est bonne et les caractéristiques bouchères intéressantes (tableau 8.2).

Tableau 8.2. Caractéristiques bouchères de la race N'Dama.

	Taureau	Vache
Rendement	50,7	44,4
Rendement net	65,2	58,4
Carcasse, dont	76,1	73,7
à rôtir	35,3	35,6
à bouillir	40,8	38,1
Os	17,8	19,4
Suif	5,9	6,1
Déchets	0,3	0,7

Source : Pagot J. (1983), *op. cit.*

L'amélioration génétique de la race est conduite dans des ranches de multiplication, en faisant se reproduire entre eux les animaux ayant les meilleures performances et provenant des divers pays d'Afrique, du Sénégal au Zaïre.

• **Race Kouri**. Selon les éleveurs de la région du lac Tchad, cette race est autochtone, mais, comme le N'Dama, elle descend sans doute du bovin hamitique à longues cornes. La Kouri est une race stabilisée dont le berceau se situe au lac Tchad, dans une région comprise entre 12° 20' et 14° 20' de latitude nord d'une part, 13° et 15° 30' de longitude est d'autre part.

C'est une race de grande taille (la plus grande d'Afrique), dépourvue de bosse, caractérisée par une hypertrophie du cornage. La tête est longue et rectiligne, le front large, creusé par l'implantation des cornes qui sont le caractère le plus remarquable de cette race. Les cornes, de section circulaire, peuvent atteindre 70 à 130 cm de long pour 35 à 55 cm de circonférence à la base. Elles sont disposées en croissant très ouvert ; elles sont parfois bulbeuses, parfois absentes ; leur structure alvéolée diminue leur densité, ce qui peut favoriser la traversée des cours d'eau à la nage.

La robe est en général blanche avec des muqueuses pigmentées, mais les individus rouges ou pie-rouge existent. Les membres sont longs, puissants, les sabots fragiles, larges et très ouverts.

La production laitière se situe de 3 à 6 $L \cdot j^{-1}$, ce qui donne une lactation de 600 à 800 kg de lait. C'est aussi une bonne productrice de viande. Cette race est très menacée en raison de son faible effectif, ce qui est regrettable en raison de sa valeur bouchère ; elle mériterait d'être mieux étudiée et sauvegardée.

• **Les taurins à courtes cornes**. La situation des taurins à courtes cornes est plus complexe. Leur zone d'extension naturelle est constituée des pays côtiers, depuis le Libéria jusqu'au Cameroun, avec de plus quelques régions au sud du Mali et du Burkina Faso. Il n'y a donc pratiquement pas de recouvrement avec les zones d'ex-

tension naturelle des races précédentes. Les diffusions assez récentes de N'Dama dans pratiquement tous les pays de cette zone et leur utilisation comme taureaux améliorateurs ont introduit depuis peu certains croisements entre ces deux groupes.

Parmi ces bovins, deux types se dégagent, comportant eux-mêmes plusieurs races :
– type **nain**, avec la race des lagunes et les races Muturu ;
– type **standard des savanes**, avec les races Baoulé ou Lobi (Côte-d'Ivoire), Somba (Togo), Ghana shorthorn (Ghana), Doyao, Namshi, Bakosi, Kirdi, Kapsiki (Cameroun).

Contrairement aux précédents, les taurins à courtes cornes ne sont pratiquement jamais entre les mains de populations à tradition pastorale ; sédentaires, ils constituent dans l'économie des villages un appoint occasionnel aux revenus des cultures. Dans leur berceau de race, ils vivent dans et autour des villages, se nourrissant à leur gré dans les jachères. Ils ne sont pas traits, sauf s'ils sont gardés par un berger peul. Ils sont peu employés pour la culture attelée, mais ils sont abattus pour la viande et peuvent faire l'objet d'une commercialisation active en bouvillons de boucherie. Traditionnellement, ils jouent souvent un rôle essentiel dans les échanges et les abatages rituels des sociétés concernés : dots, funérailles, etc.

• **Race des lagunes**. Cette race est caractérisée (voir tableau 8.1) par un crâne large, des cornes courtes et fortes à la base. Son habitat est limité à la basse Côte-d'Ivoire, au bas Togo, au bas Bénin. Il est assez largement admis que l'origine des races naines et des savanes serait commune ; la différenciation phénotypique se serait faite en fonction des différents habitats.

Lors de la peste bovine de 1892, les animaux de la race des lagunes ne furent pas touchés par l'épizootie et les Peuls reconstituèrent leurs troupeaux par des croisements avec ces animaux.

Ce sont des animaux de petite taille (0,80 à 1 m), à robe noire ou brune, de conformation massive, d'une masse moyenne de 100 à 200 kg. Leur tête est courte, large et massive. Le chignon est bien marqué, bas et garni d'un toupet de longs poils raides. Le front est large, plat. Les orbites sont saillantes. Les cornes sont grosses, courtes, rondes, pointues. Celles de la femelle sont plus fines, à section ovalaire, courtes et dirigées le plus souvent en avant, recourbées en haut ou en bas, mais les cornes flottantes ou absentes sont fréquentes, ainsi que chez tous les bovins élevés en région humide. Le mufle est noir et épais. La robe est généralement noire avec ou sans taches blanches, souvent pie-noire, les robes rouges et dérivées sont rares. Les poils sont longs et grossiers.

La conformation du mâle est bonne pour la production de la viande, et la femelle est une médiocre laitière.

• **Race Baoulé**. Bien que de très petite taille, il faut souligner la remarquable race Baoulé qui peuple surtout le nord de la Côte-d'Ivoire. C'est un bovin de petite taille (voir tableau 8.1), légèrement supérieure à celle des bovins des lagunes.

La tête est massive, le front plat. Les cornes sont courtes. Les arcades orbitaires ne sont pas saillantes, les oreilles sont courtes, larges, portées horizontalement. L'encolure est courte, mince chez la vache, très forte chez le taureau. Le fanon est développé chez le mâle. Le garrot est droit, le dos droit, le rein large. L'épaule est longue et musclée, la poitrine descendue, la cuisse et les fesses sont bien dessinées. La queue est légèrement surélevée à son insertion. Les membres sont fins. La robe est pie-noire, pie-jaune ou jaune, rarement fauve ou froment. Les extrémités sont foncées, noires ou marquées de noir.

L'aptitude laitière est très faible (2 $L \cdot j^{-1}$), mais la race est intéressante comme productrice de viande. Les animaux conservent en toute saison un excellent état. Les rendements sont de l'ordre de 55 %, mais la viande n'est pas persillée, même chez les sujets engraissés.

L'amélioration génétique de cette race est suivie de façon systématique en Côte-d'Ivoire (voir paragraphe 3.1). Certains lui reprochent sa petite taille, mais les pays qui ne consomment que de la viande de mouton ont des animaux encore plus petits ! Par ailleurs sa trypanotolérance est un avantage.

2.1.3. Quelques races taurines européennes

Il serait fastidieux de décrire les races taurines européennes sur lesquelles il existe une abondante documentation (voir le manuel de zootechnie). Celles qui sont décrites ici présentent un intérêt tout particulier pour l'amélioration génétique en systèmes extensifs des pays chauds, ou pour l'exploitation des pâturages extensifs des pays tempérés.

• **Race Aubrac**. Cette race est originaire du sud du Massif central où elle est traditionnellement exploitée pour le travail, le lait et la viande (rendement de 63 % à 16 mois). Certains troupeaux transhument entre les régions les plus basses et les hauts plateaux ; d'autres passent l'hiver sur place dans de grandes étables. Ils vivent en plein air pendant six mois sur ces plateaux où ils subissent de fortes variations de températures (en été, il peut geler n'importe quelle nuit et faire plus de 30 °C le jour) et sont exposés à l'automne à des vents froids et violents.

C'est une bête (voir tableau 8.1) dont la robe est beige, parfois lavée de brun sur les épaules, surtout chez le mâle. Les muqueuses sont noires, le cornage est fin et évasé.

Depuis une vingtaine d'années que la traction animale est abandonnée, cette race est orientée maintenant vers la viande, en race pure ou croisée. Sa conformation et son aptitude laitière sont bonnes (taux butyreux 42 %), la fécondité est élevée.

Un programme de sélection vise au maintien de ces qualités et de cette rusticité, appréciées en Amérique du Nord et dans les pays méditerranéens.

• **Race gasconne**. La Gasconne est originaire de la bordure centrale et orientale des Pyrénées, donc de montagnes escarpées à végétation pauvre et souvent ligneuse. Les vaches sont de plus en plus conduites en troupeaux de mères allaitantes, vélant précocement en fin d'hiver et au début du printemps, allaitant ensuite en estive (1 000 à 2 000 m d'altitude) ; les veaux sont sevrés à l'automne.

La Gasconne est une race rustique (voir tableau 8.1), vivant et se reproduisant bien en conditions difficiles (relief, climat). Elle possède d'excellentes qualités d'élevage :
– résistance à la chaleur,
– aptitude à la marche,
– facilité à supporter de fortes alternances de régimes alimentaires,
– bonne fertilité,
– vélages faciles,
– longévité,
– bonne aptitude au travail, qui fut longtemps exploitée dans tout le sud-ouest de la France.

Elle a été exportée en Amérique du Nord et du Sud ainsi qu'en Bulgarie ; elle apparaît bien armée pour répondre aux besoins des pays méditerranéens.

Le programme de sélection a donc pour objectif le maintien de la rusticité et de la

fécondité en même temps que l'amélioration des aptitudes bouchères ; les taurillons issus de vaches d'élite sont testés sur leur aptitude à s'adapter à des changements brusques de régimes alimentaires.

L'utilisation de la race gasconne vise à exploiter en race pure les régions les plus pauvres et les plus difficiles dans lesquelles la race peut exprimer ses caractères de rusticité, et, ailleurs, à utiliser les qualités maternelles par croisement en vue d'une production de viande de qualité.

• **Races Pie rouge de l'Est**. Il s'agit d'un ensemble de races dont la robe est plus ou moins tachée d'un rouge plus ou moins foncé. En France, ce sont des races de type jurassique qui recouvrent les Alpes et le Jura ; elles s'étendent en Suisse (avec la Simmenthal), en Autriche, Hongrie, Slovaquie et jusqu'en Ukraine. En France, elles sont représentées par :
– la Tarine, petite (voir tableau 8.1), à robe fauve, localisée dans le centre des Alpes ;
– la Pie rouge de l'Est, grande et forte, à taches claires ;
– l'Abondance, des Alpes du Nord, plus petite et dont la tête et le ventre sont blanc ;
– la Montbéliarde dans le Jura, dont la taille est moyenne et les taches foncées.

Ce sont de remarquables laitières dont le lait est à l'origine des fromages à pâte cuite : gruyère, emmenthal, comté. Elles sont très bien adaptées aux conditions difficiles de la haute montagne grâce à leur rusticité, leur aptitude à la marche et leur grande capacité à valoriser des fourrages grossiers.

• **Race de Salers**. Originaire du Cantal, dans le Massif central de la France, la Salers fait partie d'une famille de races "rouges" qu'on retrouve en Espagne (Retintas), au Portugal (Alentejana et Algarvia), en Grande-Bretagne (North Devon), en Allemagne et jusqu'en Europe de l'Est. Elle était traditionnellement utilisée pour la production d'un excellent lait, base de la fabrication d'un fromage célèbre depuis l'Antiquité ; elle produit une viande de qualité (rendement de 65 % à 16 mois) ; pendant longtemps, elle a fourni de grands bœufs de travail.

Très rustique et ayant une bonne aptitude à la marche, elle passe l'hiver en étable et transhume d'avril à octobre en montagne où elle supporte très bien les variations climatiques d'un climat très frais et particulièrement humide.

Les Salers sont des animaux de grande taille (voir tableau 8.1) et pouvant atteindre une masse élevée (mâles jusqu'à 1 420 kg, femelles 970 kg) ; la robe est acajou uniforme et les muqueuses sombres, les onglons noirs, le cornage, long et fin, est évasé en lyre. C'est un animal prolifique dont les femelles sont bonnes nourrices et ont une longue période d'activité (jusqu'à 13 vélages) ; il assure la garantie d'obtenir un veau vigoureux par an et par vache sans difficultés de vélage. C'est une race utilisée pour des croisements industriels. Après une période de régression due à la motorisation de l'agriculture et à la surproduction laitière, elle se redéveloppe en France comme nourricière en élevage allaitant. Elle est exportée dans toute l'Europe jusqu'en Russie et surtout en Allemagne, en Amérique du Nord et du Sud, en Afrique du Sud, pour des élevages en race pure ou en croisement avec des races locales.

Un programme de sélection vise à maintenir les aptitudes laitières et les qualités d'élevage, à développer les aptitudes bouchères par une amélioration de sa conformation, et à développer l'orientation vers la vache allaitante. Cette race est utilisée en croisement avec les races Hereford, Angus, Shorthorn, pour une amélioration de la qualité des carcasses et de l'adaptation aux conditions du ranching en milieu continental sec, mais aussi avec les zébus Brahman, les produits présentant d'intéressantes améliorations de la conformation, de la fécondité et une bonne adaptation des veaux aux conditions difficiles.

2.1.4. Quelques races de zébus tropicaux

Le zébu est un animal du type rectiligne, longiligne, de haute taille, à encolure longue et mince, à poitrine haute et étroite, à fanon descendu et plissé, à croupe inclinée, cuisses et fesses minces, membres hauts. Le type originel est rarement trouvé à l'état pur.

Les cornes des zébus sont souvent insérées dans le prolongement de la ligne du chignon ; elles ne sont rejetées dès leur origine ni en avant ni en arrière, et la forme de leur section est circulaire. Ces cornes se tordent légèrement avec l'âge. Leur disposition et leur longueur sont très variables (en coupe, en croissant, en lyre basse, en lyre haute).

Les membres sont fins et longs, à articulations fortes rappelant ceux des ruminants coureurs. Les sabots sont larges, évasés, à bonne corne, souvent noire.

La robe est très variable, mais dans son ensemble elle est plutôt claire à extrémités noires, notamment chez de nombreux Peuls qui sélectionnent dans les gris clairs. Les noirs, fauves, rouge-pie sont fréquents. Le mufle et les autres téguments sont le plus souvent pigmentés.

Le dimorphisme sexuel est moins accentué chez les zébus que chez les taurins, surtout chez les races à grande transhumance tels les Bororodji. Il n'y a guère, en dehors des caractères sexuels primaires, qu'une différence de taille, de masse et de grosseur des cornes.

L'aptitude laitière de la vache zébu est plus prononcée que chez la vache taurine africaine. La mamelle et les pis sont plus développés, la production varie de 2 à 3 $L \cdot j^{-1}$.

D'une façon générale, les zébus doivent à leur poitrine basse, à leurs cuisses arrondies, et malgré la brièveté de leur corps par rapport au taurin, d'être de bons animaux de boucherie. Le rendement à l'abattage dépasse couramment 50 % pour les bœufs en bon état.

Grâce à ses allures légères et rapides, le zébu est employé comme monture. Il porte de lourdes charges, de l'ordre de 100 kg durant 25 à 30 $km \cdot j^{-1}$.

• **Race American Brahman**. C'est une race créée au début du XX^{e} siècle aux États-Unis à partir de type Gir (Inde) pour la zone subtropicale du pays. Elle a été exportée au Cameroun, à Madagascar et en Thaïlande.

La race American Brahman est fixée et gérée par une association d'éleveurs fondée en 1924, qui a défini un standard :
– apparence générale : deux couleurs sont acceptées, rouge et gris, uniformes ou se mélangeant graduellement. La peau dépigmentée est une tare. Le mufle et les sabots sont foncés. Les animaux doivent avoir un format satisfaisant, 750 à 1 000 kg pour les mâles, 450 à 700 kg pour les femelles adultes en bon état ;
– le fanon et le fourreau sont développés et tombants chez les mâles (ce qui présente des inconvénients dans les pâturages épineux) ;
– la conformation est massive, large, profonde, moyennement près du sol. Le dos est droit avec une croupe légèrement arrondie. La bosse doit être bien développée chez les mâles, placée directement au-dessus des épaules en forme de haricot. Le front est large et plat, modérément proéminent ; la face courte, légèrement retroussée vers le nez. Les oreilles tombantes traduisent l'influence de la souche prédominante. Le tempérament est alerte mais docile.

D'une manière générale, le Brahman est un animal d'élevage de plein air en ranching tropical sec. Le type de production le plus fréquent est le bouvillon de 24 à

30 mois fini en embouche intensive. Les aptitudes laitières de cette race n'ont apparemment pas suscité d'intérêt, sauf à Madagascar. Bien que modestes, elles assurent aux veaux une croissance satisfaisante et supérieure en tous cas à celle de nombreuses autres races de zébus.

Le Brahman a été introduit et utilisé en croisements améliorants pour la production de viande dans de nombreux pays tropicaux d'Asie et d'Amérique latine (Mexique, Brésil) ; il est employé pour le trait à Madagascar et en Asie du Sud-Est. Sa principale aptitude est la production de viande en élevage de plein air. Comparé aux zébus autochtones malgaches, il représente une amélioration sensible, malheureusement desservie par une excessive sensibilité à la dermatophilose. Son amélioration génétique est activement poursuivie par l'American Breeders Association et ses filiales.

• **Race Azawak**. Le zébu de l'Azawak est à classer dans le groupe plus vaste des races sahéliennes dont il est un type évolué élevé par les Touareg et par les Bellah qui nomadisent dans les vallées de l'Azawak, du Tadist nord ou de l'Azah, et par quelques tribus peules, entre le 3° et 7° degré de longitude est et les 15° et 20° de latitude nord, à cheval sur les frontières du Mali et du Niger.

Ce zébu aurait été amené dans cette région pour fuir une épizootie sévissant sur les rives du fleuve Niger. Il semble avoir été introduit par les éleveurs de race blanche arrivés au Sahel entre les VII^{e} et XI^{e} siècle.

Le cheptel de zébu à courtes cornes du Mali s'élève à environ 2 700 000 têtes, en bonne partie proche du type des zébus de l'Azawak. Cette race est peu répandue en dehors de son berceau, encore qu'il existe dans tout le Sahel des zébus à courtes cornes qui présentent avec elle de fortes similitudes et qui sont élevées, soit par des pasteurs arabes et maures (zébu Kréda, zébu maure), soit, mais plus rarement, par des populations peules.

Le zébu de l'Azawak est un animal de taille moyenne (voir tableau 8.1), ramassé, assez près de terre. On trouve tous les types de robes. La bosse est développée et dressée, moins marquée chez la femelle. La tête est fine, à profil droit, l'oreille petite. Les cornes sont courtes, en coupe ou en croissant, parfois asymétriques ou absentes.

Les éleveurs de zébus Azawak sont nomades ; ils transhument en saison des pluies aux limites nord du Sahel et vers le sud en saison sèche, après les récoltes dans les secteurs de culture du mil ou de l'arachide. Ils séjournent une partie de l'année près des points d'eau "natronés". Les animaux sont exploités pour le lait ou le portage, et commercialisés pour la boucherie. Les cuirs sont tannés et utilisés par un artisanat local actif.

La production laitière est de l'ordre de 600 L·an^{-1}, mais peut atteindre 750 litres avec une bonne alimentation, parfois même 900. L'amélioration génétique est poursuivie au Niger, notamment à la station de Toukounous.

• **Race Boran**. Le Boran est originaire de l'Éthiopie d'où il a été introduit dans les zones arides du Kenya il y a un demi-siècle. Là, il a été amélioré par sélection dans les élevages européens. Cette race est maintenant très répandue dans toute la corne de l'Afrique.

C'est un animal d'un format légèrement supérieur à la moyenne (voir tableau 8.1). Les robes claires, isabelle ou grises sont les plus fréquentes, mais on trouve des animaux rouges ou mouchetés. Le fanon, le pli ombilical et la bosse sont bien développés chez le taureau ; la bosse peut être absente chez la vache. La tête est longue, le chanfrein généralement convexe, le mufle large. Le cornage est variable, habituellement court, en coupe, mais parfois long.

C'est avant tout un animal de plein air, adapté aux grands espaces et donc au pastoralisme même nomade. La production laitière dépasse 1 500 kg·an^{-1} (elle reste inférieure à celle des races bovines européennes importées en Afrique orientale). Sa vocation véritable est la production de viande. Dans les troupeaux traditionnels, les animaux de boucherie sont commercialisés à un âge avancé ; mais, dans les élevages modernes, les jeunes animaux sont parfois élevés en embouche intensive.

Une société des éleveurs de Boran existe au Kenya ; elle anime et oriente la sélection de la race.

• **Race M'Bororo**. Particulièrement aptes aux longs déplacements, à la quête de l'eau et de la nourriture, les zébus M'Bororo sont caractéristiques des zones semi-arides. Leur présence au Sahel est ancienne ; elle a même été rattachée aux gravures rupestres du Tassili. Les effectifs des M'Bororo sont estimés à plus de 8 000 000 têtes. Originaires du Niger, ces animaux ont migré avec leurs éleveurs à la recherche de conditions plus favorables. C'est ainsi qu'un effectif important se retrouve en République centrafricaine après une longue migration à travers le Nigeria et le Cameroun.

C'est un animal de taille moyenne (voir tableau 8.1), pourvu d'un cornage très développé. Sa robe peut être, selon les sélections faites par les Peuls, rouge, blanche ou pie-rouge moucheté, mais tous ont la même conformation élevée et osseuse.

L'aptitude caractéristique du zébu M'Bororo est de tirer parti de la végétation naturelle de parcours très pauvres. La production laitière des femelles, bien que faible, est exploitée. Les aptitudes bouchères n'ont pas été étudiées. On considère que, compte tenu de son format, ce zébu fournit des carcasses lourdes, mais avec un mauvais rendement.

Une amélioration génétique avait été entreprise en RCA, mais elle a été abandonnée, ce qui est regrettable, eu égard aux effectifs concernés.

• **Race Gir**. Le zébu de race Gir est originaire de la côte occidentale de l'Inde. Dans cette région, les forêts, malgré leur épaisseur, sont plus exploitées pour le pâturage que pour la production de bois. Le Gir est utilisé pour améliorer les populations des régions voisines en Inde. En outre, dès 1890, il a été exporté au Brésil où il continue à être élevé en race pure et a contribué à la formation d'autres races.

Le Gir (voir tableau 8.1) a un format moyen, ou légèrement supérieur à la moyenne. Il est pourvu d'une robe tachetée de rouge, parfois uniformément rouge. Les taches sont de densité variable ; de froment clair à une teinte presque noire, et de dimensions variées, ce sont souvent des mouchetures. La particularité la plus remarquable du Gir est un front proéminent et très large, au point que les yeux paraissent mi-clos, ce qui donne à l'animal un "air endormi" ; les oreilles sont très longues et pendantes, tournées vers l'avant et pourvues à leur extrémité d'une échancrure caractéristique. Le cornage est court et massif, se développant d'abord vers le bas et l'arrière puis vers le haut et l'avant. Le fanon est peu développé ; les sabots, noirs et de dimensions moyennes, sont très durs.

Cette race est utilisée aussi bien par des éleveurs sédentaires que par des nomades. A partir de la fin de la saison des pluies, les troupeaux transhument vers la forêt. Les bœufs et les vaches allaitantes restent au village et reçoivent une nourriture complémentaire à base de son de blé, paille de légumineuses et céréales. Les bœufs sont employés pour la culture attelée.

Au Brésil, les Gir sont élevés en ranching pour la boucherie ; en effet, leurs aptitudes laitières sont médiocres ou tout au plus moyennes (1 700 kg·an^{-1}) et l'apti-

tude principale, particulièrement développée dans ce pays, est la viande. L'amélioration génétique est activement poursuivie au Brésil et en Inde.

• **Race malgache**. Le zébu malgache a été introduit dans l'île il y a 1 000 ans environ à partir de l'Afrique. La race est très homogène et comporte 10 000 000 têtes environ.

C'est un animal de taille moyenne (voir tableau 8.1), dont la robe, variable, combine le blanc et le noir ; le cornage est moyennement développé, en coupe ou en lyre. La bosse, très marquée chez le mâle, est dressée ; chez la femelle, elle est parfois effacée. La tête est petite, avec un profil rectiligne, souvent concave ; les oreilles sont petites.

La tradition ancienne des vols de bœufs a généralisé la pratique de parcage nocturne. Encore aujourd'hui, les troupeaux sont employés pour le piétinage des rizières au début de la saison des pluies, en période où les animaux sont malheureusement en mauvais état.

L'aptitude laitière du zébu malgache est faible ; la vache a un tempérament ombrageux et ne donne son lait qu'à son veau (6 litres en 12 jours) ; il en résulte que la traite est peu pratiquée à Madagascar. Les troupeaux sont élevés pour la viande et le travail. En effet, la véritable aptitude du zébu malgache est la production de viande. Madagascar produisait, pour le marché intérieur et l'exportation, des bœufs d'herbage de 5 à 8 ans ayant souvent bénéficié d'une finition de 6 à 12 mois ; quelques animaux de la région de Tananarive étaient embouchés très intensivement pour la production de carcasses grasses (bœufs de fosse). La mise en culture des savanes de bas-fonds, due au développement démographique, fait évoluer ces pratiques.

L'amélioration génétique du zébu malgache est activement menée à Madagascar dans la direction viande, mais aussi, par croisement avec des races taurines européennes, vers le lait.

2.1.5. Quelques métis zébus × taurins

Le métissage zébu × taurin est fréquent dans une aire continue du Sénégal au Nigeria en passant par le sud du Mali, le Burkina Faso, le nord de la Côte-d'Ivoire, du Ghana, du Togo et du Bénin. Cette bande est voisine de l'isohyète 900 mm et correspond au climat soudanien ; c'est une importante zone de culture.

Ce phénomène semble s'amplifier depuis les transhumances et les migrations exceptionnelles des zébus vers le sud en raison des années sèches de ces vingt dernières années. La voie de croisement la plus courante est d'ailleurs taureau zébu × vache taurine, recherchée pour augmenter le format des produits pour la traction animale ou la production de viande.

L'effectif des métis dans l'ouest de l'Afrique était estimé à 2 500 000 en 1978 ; ils n'ont pu qu'augmenter depuis.

Deux groupes de métis peuvent être distingués suivant que la race taurine support est le N'Dama ou une race à courtes cornes.

• **Les métis zébus × N'Dama**. Ils se rencontrent essentiellement dans l'Ouest ; ce sont les Djakoré du Sénégal et les Bambara du Mali. Ces animaux se révèlent très intéressants pour la traction bovine et, c'est dans cette zone de métissage que l'association entre l'agriculture et l'élevage est la plus importante et la plus évolutive.

• **Les métis zébus × taurins à courtes cornes**. Ils forment un ensemble de populations qui sont appelées :
– Mere au Burkina Faso, et dans le nord de la Côte-d'Ivoire,

– Sanga au Ghana,
– Bourgou au Bénin,
– Kétéku au Nigeria.

Ces populations sont parfois relativement stabilisées et même considérées, dans l'attente de confirmation par marqueurs génétiques, comme des taurins. La robe des Bourgou, des Kétéku et des Sanga est blanc plus ou moins taché de noir.

Ces races métis sont de plus en plus fréquentes dans le sud des pays concernés (plaine d'Accra au Ghana par exemple), même en zone côtière où elles absorbent les taurins nains (race des lagunes).

2.2. Ovins

2.2.1. Généralités

L'origine du mouton (*Ovis aries*) n'est pas connue avec certitude ; la plus probable réside dans un mouflon oriental (*Ovis orientalis* d'Asie Mineure ou même, dans certains cas, *O. ammon* d'Asie centrale), qui aurait été domestiqué au début du VII^{e} millénaire dans les montagnes du Moyen-Orient et qui aurait ensuite gagné, en moins d'un millénaire, d'une part l'Europe occidentale en suivant la côte méditerranéenne, d'autre part l'Afrique et l'Asie orientale. L'hypothèse d'une domestication séparée du mouton en Europe, à partir du mouflon européen (*O. musimon*), est maintenant exclue, puisqu'il a été démontré récemment que ce mouflon lui-même résultait d'un retour d'animaux domestiques à la vie sauvage ; c'est le "marronnage".

Entre les animaux des pâturages humides d'Europe nord-occidentale et les variétés sans laine d'Afrique ou à queue grasse du Moyen-Orient (de la Libye à l'Iran), le mouton s'est montré capable d'un grand nombre d'adaptations, qui expliquent sa diffusion actuelle du Groenland et de la Sibérie à l'Australie, et de la Chine à l'Amérique du Sud.

S'y ajoutent des facteurs culturels : le gardiennage des troupeaux peut être assuré par des enfants, de nombreux rites religieux s'accompagnent de sacrifices de jeunes animaux ou d'animaux préparés à cet effet. Enfin, la carcasse d'un mouton (ou d'un caprin) n'est pas tellement grosse qu'il faille plus d'une ou deux familles pour la consommer.

2.2.2. Quelques races ovines des pays tropicaux

Les races qui constituent l'important cheptel africain qui parcourt les steppes de part et d'autre du Sahara sont regroupées en 2 types eux-mêmes subdivisés selon la taille moyenne en sous-types ; il s'agit :
– des moutons à poils ;
– des moutons à laine.

Quelques-unes des races qui constituent ces groupes seront présentées ici.

• Les moutons à poils

Plusieurs types principaux peuvent être distingués :
– les ovins de grande taille de la zone aride,
– les ovins nains de la zone humide,
– les ovins de savane de taille intermédiaire.

Les races de grande taille sont aux mains des pasteurs nomades et vivent au nord dans la zone sahélienne, où la steppe à Mimosées, qui couvre environ 500 000 km^2,

en nourrit 4 à 5 millions, avec autant de chèvres pour à peine 1 million d'habitants. Elle est avant tout, et pour longtemps, destinée à une vocation pastorale, et son aménagement permettrait un grand développement de l'élevage ovin.

Les races de petite taille sont élevées par des sédentaires des régions sud. C'est un élevage familial, sous un climat chaud et humide, où les conditions de vie sont défavorables au mouton et ne permettent pas l'exploitation de grands troupeaux.

Ces races ovines naines sont néanmoins très bien adaptées à cet environnement et très répandues, de même que les caprins nains qui leur sont souvent associés.

Races maures à poils ras. Ces moutons, avec un effectif approximatif de 1,5 million, occupent au nord du 15° de latitude les zones sud-saharienne et sahélienne. De l'ouest à l'est on les trouve dans toute la Mauritanie, au Sénégal dans la partie nord, peu au-dessous du fleuve, au Mali où ils se mêlent aux moutons touaregs, ces derniers les supplantant dans la région de Tombouctou.

La tête est forte, à front plat, à chanfrein convexe, avec une face étroite, un museau fin. L'œil est gros, elliptique, à fente palpébrale horizontale et saillie orbitaire, moyennement accusée. Les oreilles sont tombantes, longues et grosses.

Le mâle seul porte des cornes prismatiques à la base, avec une face antérieure plus étroite que les deux autres, et plus ou moins arrondie, qui se dirigent en arrière, en bas, puis en avant, en forme de crochet. La pointe est déviée en dehors. Les cornes sont atrophiées ou absentes chez le mouton.

Le pelage est ras, la couleur varie suivant les sous-races : pie-noir chez les moutons peuls, pie avec de petites taches noires chez les Warabé, blanc uni chez les Bali-bali, bicolore chez les Oudah, l'avant étant brun foncé ou noir, l'arrière blanc.

Il s'agit de l'un des meilleurs moutons de boucherie (rendement de 48 à 50 %). Ils prennent facilement une graisse de couverture ou de rognon, ferme et de couleur blanche. La viande, de belle couleur, n'a pas d'odeur de suint. La taille des côtelettes correspond à la demande des restaurants.

Sèches, les peaux pèsent de 0,6 à 0,8 kg. De belle taille, et tannées avec des gousses d'acacia, elles donnent des "filalis" de qualité qui sont utilisés sur place par les artisans.

La brebis est bonne laitière, à mamelle volumineuse, à trayons longs et bien écartés. La brebis est traite matin et soir. Le lait est à la base de l'alimentation du Targui qui exploite son troupeau ovin, comme le Peul son toupeau bovin.

Races peules à poils ras. Ce sont les races les plus répandues dans la partie sahélienne des bassins du Sénégal et du Niger et jusqu'au Soudan. D'assez grande taille (tableau 8.3), ces animaux ont la tête forte et longue, le front plat.

Les cornes sont très développées chez le mâle, portées horizontalement de chaque côté du front, avec les pointes dirigées en dehors. Celles de la brebis sont fines et longues. Les oreilles sont étroites, minces, tombantes. La nuque est pourvue d'un bourrelet chez le bélier et le mouton. Le cou est musclé sans crinière, ni camail, fort chez le mâle, mince chez les brebis.

Le dos est légèrement plongeant, le rein court et large. La croupe inclinée est ronde chez le sujet gras. La queue fine atteint le jarret. Les membres sont solides, assez musclés, les sabots larges et noirs.

Le pelage des moutons peuls est ras, sous robe le plus souvent claire, parfois tachetée de fauve ou de marron : c'est le "Diamala". Le Bali-bali du Niger est pie. Le Sam-

Tableau 8.3. Mensurations des races ovines et caprines citées.

Race	Mâles			Femelles			Réf.
	H	P	M	H	P	M	
Ovins							
r. peule à poils ras	82	102	45	74	83	22	[2]
Djalonké	65	75	35	59	67	25	[6, 7]
Macina	75	89	40	70	81	35	[2]
Lacaune	80		115	70		75	[3]
Manech	85	125	70	75	105	55	[4]
Caprins							
r. sahélienne	80	105	37	70	84	30	[2]
Maradi	65		27	62		23	[2]
r. alpine	95	120	90	75	90	65	[5]
Saanen	100	130	95	80	100	70	[5]

H : hauteur au garrot en centimètres ; P : périmètre du thorax en centimètres ; M : masse en kilogrammes.

Sources : [1] Pagot J. (1983), *op. cit.* ; [2] Doutressoul G. (1947), *op. cit.* ; [3] UPRA Lacaune (1993), *Lacaune-viande*, 18 p. et *Lacaune-viande*, 24 p., Rodez ; [4] UPRA Manech (1993), in *lit.* ; [5] Caprigène (1993), *Les races caprines françaises*, Blois, 8 p. ; [6] EMVT (1993), in *lit.* ; [7] Vallevand F. et Branchaert R. (1975), "La race Djalonké au Cameroun", *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.* **28**(4) : 523-545.

bourou, du nom d'une tribu peule du Sahel soudanais, est marron. Son cornage, caractéristique en spires lâches, horizontales, transversales, rappelle celui du mouflon, et peut atteindre de grandes dimensions.

C'est un des meilleurs moutons de boucherie, dont les carcasses, atteignant un rendement de 50 %, ont une belle couleur sans odeur de suint. La peau est utilisée par les artisans.

Races du Fouta-Djalon. Appelées aussi Djalonké, ces races sont élevées au sud du 14^{e} parallèle, de l'ouest à l'est de l'Afrique. Elles sont de petite taille (voir tableau 8.3) et bien adaptées à des climats assez humides. Leur profil est rectiligne, le front plat, le chanfrein légèrement busqué chez les béliers, la tête large, la face moyennement longue, le museau épais.

Les cornes du bélier, de longueur moyenne, sont prismatiques, et s'enroulent d'arrière en avant en spirale fermée, la pointe arrive à toucher la joue. Chez la brebis, elles sont généralement absentes. L'encolure est de longueur moyenne, portant quelquefois des pendeloques. Le corps est cylindrique, le garrot est noyé chez la brebis, la fesse est ronde. La robe est blanche avec des taches noires plus ou moins étendues sur la tête et l'encolure, parfois sur tout le devant. Le poil est ras et brillant sur le corps, aussi bien chez les brebis que chez les béliers. Chez ces derniers, il forme une crinière et un camail, rappelant le mouflon. La taille varie de 0,40 m à 0,60 m et, en général, les sujets des zones les plus méridionales sont plus bas sur pattes. La masse varie de 20 à 30 kg. Le rendement en viande est de 46 à 48 %. La viande est de bonne qualité. La prolificité est bonne.

Des essais de croisement améliorants avec le Mérinos ont donné des moutons dont les toisons atteignaient de 400 à 500 g ; ils n'ont pas eu de suite.

Race maure à poils longs. Ces animaux, de taille moyenne, sont voisins des races sahéliennes, mais leur conformation est plus étriquée. Leur toison est noire, parfois tachée de blanc, formée de longs poils raides sur un léger duvet. C'est un médiocre animal de boucherie qu'on a tenté de croiser avec le Karakul pour obtenir des toisons du type "astrakan", mais la vulgarisation n'a guère été possible.

Race targuie. Au nombre de 2 millions, ces moutons sont élevés par les Touareg et les Maures au centre du Sahara. Ils vivent au Mali sur les rives du Niger, à l'est de l'aire des moutons maures. Leurs caractères sont voisins de ceux des moutons maures à poils ras, mais ils sont convexilignes avec un front bombé, un chanfrein busqué. Ils sont courts et ramassés. La tête est moyenne, le museau fin. Les cornes sont fortes en spirale et dirigée vers l'arrière. Les béliers présentent souvent un bourrelet graisseux sur la nuque. L'encolure est longue, les pendeloques irrégulières. Les cuisses sont plates et les jambes longues ; c'est un bon mouton de boucherie.

Les différences de pelage et de forme permettent de distinguer deux variétés :
– un grand mouton targui de 70 à 80 cm, à robe blanche plus ou moins tachetée ;
– un petit mouton de 50 à 60 cm à toison gris fauve.

• **Les moutons à laine**

Parmi ces moutons, si nombreux à travers le monde, deux races vivant en zone tropicale seront retenues ici.

Race du Macina. Cette race est extrêmement ancienne, puisqu'elle figure sur les gravures rupestres du Sahara et semble bien avoir une origine commune avec les moutons à laine d'Afrique du Nord et de Syrie. Les 2 millions de têtes de cette race vivent entre 14° N et 15° N, dans des régions semi-arides ou subhumides où les troupeaux transhument.

Leur profil est légèrement busqué, les oreilles tombantes, larges et minces, les pendeloques assez fréquentes. Les béliers portent des cornes très développées, prismatiques, dirigées vers l'arrière. Lorsque les femelles portent des cornes, elles sont de taille réduite. La carcasse est légère, l'encolure est courte, le dos droit et tranchant, la croupe avalée est peu musclée, la queue longue (voir tableau 8.3).

Les troupeaux sont de faible importance, rares sont ceux qui dépassent la centaine de têtes. Ils sont entretenus en élevage extensif, ramenés chaque soir dans des enclos limités par des branchages d'épineux.

La monte est libre. La première mise bas a lieu vers 18 mois, les naissances gémellaires sont fréquentes. Les jeunes béliers sont souvent castrés et vendus comme "moutons de case", vivant près des habitations, et recevant les sous-produits de la préparation des aliments, en particulier son de riz ou de mil. Bien nourris, ils atteignent des masses supérieures à 70-80 kg et sont sacrifiés à l'occasion de l'Aïd el-Kébir.

Ces moutons sont le plus souvent élevés pour la laine qui couvre jusqu'à la tête mais laisse le ventre nu. La toison est habituellement blanche, les taches, quand il y en a, sont brunes ou noires, et situées sur la tête. La toison est sèche (pas de suint), ouverte, jarreuse, formée de mèches vrillées. A un an, elle pèse jusqu'à 1,2 kg, plus généralement 700 g. Les brins ont de 15 à 20 cm. Leur diamètre moyen est de 45 µm avec des extrêmes de 20 à 95 µm. La laine est facilement filée à la main et utilisée pour la confection de tissus et des couvertures dites de "Mopti", que l'on trouve dans toute l'Afrique de l'Ouest ; elle constitue d'excellents matelas.

Les carcasses ont peu de muscle, la graisse de couverture est pratiquement inexistante, la graisse de rognon est peu abondante, le rendement dépasse rarement 40 %. La brebis donne de 200 à 400 g de lait en début de lactation.

Malgré quelques résultats encourageants obtenus dans des croisements avec le Mérinos, les essais ont été abandonnés, en raison de l'insuffisance des débouchés rentables.

Races à queue grasse. Appelés aussi Barbarins, ces moutons se rencontrent dans toute la région méditerranéenne arabe et en Turquie ; les races de l'Afrique de l'Est

et de Madagascar peuvent être rattachées à ce rameau. Les différences entre les races abyssine, massaï, à queue longue du Tanganyka, malgache se distinguent surtout par les dimensions de la queue ; dans les races Somali black head, Perse et de l'Afrique de l'Est, le dépôt de graisse remonte sur la croupe.

La toison, à mèches longues, est faite d'une laine grossière, blanche ou beige, avec des taches marrons, quelquefois noires sans répartition très régulière, mais plus fréquentes sur la tête.

La queue grasse, de forme globuleuse, peut atteindre 5 à 6 kg. Ce sont des moutons à viande, dont le rendement du fait de la masse de la queue dépasse 60 % et dont la viande a une odeur forte.

2.2.3. Quelques races ovines des pays méditerranéens

Toutes les races méditerranéennes sont productrices de laine ; nous présenterons ici un survol de la situation au Maroc pour souligner la diversité de l'élevage ovin méditerranéen.

Races de l'Atlas

Ces races, nombreuses et présentes dans tout l'Atlas, sont de petite taille et d'une extrême rusticité. Les animaux ont un cou assez court, un dos droit et une tête légère et petite. Ces races sont regroupées en deux catégories.

• Races des plateaux de l'Est, de taille moyenne, avec une toison blanche, ouverte et de finesse moyenne. Le ventre, la tête et les membres sont nus. Chez le mâle, les cornes en spirale sont très développées. Il en existe trois variétés :
– la Harcha, la plus grande et la plus lourde ; elle est bonne productrice d'une viande de qualité, sa laine est très variable. Cette race atteint 15 à 17 kg à 90 jours pour des adultes de 40 à 45 kg ;
– la Tounsinnt a une toison plus homogène ;
– la Zoulay est plus petite, avec une laine plus grossière.

• Races de plateaux de l'Ouest qui comportent deux types :
– la Tadla (ou race de Boujaad), de grande taille, dont la toison est de teinte jaune ;
– la Beni-Meskine (ou race de Sardi), plus petite et dont la toison est plus grossière et blanche, les extrémités, le cou et le ventre étant dépourvus de laine. Les mâles ont de grandes cornes en spirale très développée. Les jeunes atteignent 18 à 20 kg en 90 j pour un adulte de 45 à 55 kg.

Une race intermédiaire, la Timahdite

La transhumance très active a amené les animaux des races précédentes à se croiser, ce qui a produit un type intermédiaire reconnu comme une race : la Timahdite. C'est une bête de taille et de masse moyen, à tête brune et dont les pattes et la toison sont blanches. Elle est réputée pour sa bonne conformation et sa rusticité. On y reconnaît deux types :
– la Zaian, proche de la Tadla ;
– la Hamman-Azrou, proche de la Beni-Meskine.

Races de la côte atlantique

Les animaux de ces races ont un long cou et un important fanon ; leur hauteur au garrot est sensiblement la même que celle des Tadla, mais avec un masse moindre ; les jeunes atteignent 17 à 22 kg à 90 jours pour des adultes de 35 à 40 kg. La toison est blanche, la tête sombre. On distingue deux types :
– la Doukkala-Abda, qui a une laine grossière ;

– la Beni-Ahsen, malgré une laine fine qui traduit une parenté avec le Mérinos, voit ses effectifs décroître régulièrement.

2.2.4. Quelques races ovines des pays tempérés

• **Race charmoise**. Élevée le plus souvent dans des conditions de milieu très difficiles, la Charmoise a une excellente réputation de rusticité et de résistance. Elle peut traverser des périodes de disette et reprendre ensuite sa croissance et son engraissement dès le retour des conditions favorables. C'est une race qui s'entretient aisément et coûte, en définitive, peu cher.

La Charmoise constitue le fond des effectifs des grands troupeaux de plein air du centre-ouest de la France. Les agnelages se font traditionnellement sous abri et les agneaux sont élevés à l'herbe. Mère et agneau affrontent alors des périodes de froid ou de sécheresse. Malgré ces conditions parfois difficiles, l'éleveur produit des agneaux "finis" sur des repousses d'automne et sans complémentation. La carcasse de l'agneau, pesant 16 à 18 kg, est très bien conformée.

L'orientation de la sélection tend, tout en conservant les qualités de conformation, à obtenir une augmentation de la productivité grâce à un accroissement de la masse de la carcasse et à l'amélioration de la prolificité et de la valeur laitière des brebis.

La conformation exceptionnelle de la race est la principale raison du succès que rencontre le bélier de la Charmoise dans les schémas de croisements industriels pour la production d'agneaux de boucherie de qualité. Son emploi sur des agnelles, de quelque race qu'elles soient, procure la certitude de mises bas sans problème. La Charmoise fait l'objet d'exportations sous des climats très divers : Antilles, Espagne, Grande-Bretagne, Italie, Tchad...

• **Race Lacaune**. La race Lacaune est utilisée pour la production de lait et de viande (voir tableau 8.3). Elle constitue la première race de brebis laitières par ses effectifs et par ses performances ; elle possède aussi des qualités de reproduction (désaisonnement, prolificité), de croissance et de rusticité qui font que les brebis sont très recherchées pour la production d'agneaux de boucherie de haute qualité. La brebis Lacaune est un animal de semi-plein air, bien adapté au pâturage en parcours.

La production laitière est en moyenne, de 189 litres en 161 jours de traite, par brebis soumise au contrôle laitier officiel. La production moyenne des meilleurs élevages dépasse 220 litres par brebis et par an. Le lait est principalement destiné à la fabrication du roquefort, fromage mondialement réputé.

L'agnelage a lieu de novembre à mars ; les agneaux sont sevrés à 4-5 semaines ; la traite débute immédiatement et dure jusqu'en juin-juillet. En bergerie l'hiver, le troupeau sort au pâturage et rentre chaque soir le reste de l'année.

Le programme de sélection laitière de la race Lacaune fait intervenir :
– le contrôle des saillies et l'insémination artificielle ;
– le contrôle laitier officiel, quantitatif et qualitatif, ainsi que la tenue du carnet d'agnelage ;
– des centres d'élevage qui regroupent des jeunes mâles issus d'accouplements raisonnés.

Chaque année, 450 mâles sont testés sur la valeur laitière de leurs filles en ferme ; les meilleurs béliers ainsi indexés sont accouplés avec les mères à béliers, pour engendrer la nouvelle génération de mâles.

La diffusion du progrès génétique chez les éleveurs est assurée par la vente de

jeunes mâles pour la monte naturelle. Ce système de sélection est d'une efficacité incontestable : les performances laitières ont presque doublé en 20 ans, passant de 99 litres en 1965 à 189 litres en 1989.

Les élevages à viande sont sélectionnés sur les caractères de reproduction (prolificité) et sur les aptitudes bouchères.

La race Lacaune fait l'objet d'exportations diverses : Antilles, Brésil, Espagne, île de la Réunion, Italie, Maroc, Portugal, Allemagne, Sénégal.

• **Races pyrénéennes**. Ces races comportent trois branches :
– la branche basco-béarnaise,
– la branche Manech à tête noire,
– la branche Manech à tête rousse.

Elles ont toutes les trois la même face busquée et leurs béliers ont le même cornage spiralé, prismatique et fortement cannelé.

Traditionnellement élevées en montagne, ces races sont adaptées aux parcours d'altitude et aux fortes variations de température. Les brebis, de petit format (voir tableau 8.3), ont des besoins d'entretien faibles, permettant un chargement à l'hectare plus élevé. Elles sont bonnes laitières, faciles à traire, et aptes au désaisonnement.

Les mises bas ont lieu de novembre à avril. Les agneaux, sevrés à l'âge de 5-6 mois, sont appréciés pour la consommation festive. La totalité du lait produit est transformée en un fromage à pâte pressée, caractéristique de la région.

Sur environ 350 000 brebis traites, 38 000 sont soumises au contrôle laitier officiel. En 1986, la production moyenne a été de 92 litres en 129 jours de traite. Les performances progressent régulièrement de 2 à 3 litres par an. La production moyenne des meilleurs élevages dépasse 120 litres.

Le programme de sélection laitière s'appuie sur l'insémination artificielle, en utilisant de jeunes béliers, testés sur la valeur de leurs filles.

• **Race solognote**. C'est une des dernières races rustiques de France. Elle est brune, grande et dépourvue de cornes. Deux caractères justifient qu'elle ne soit pas abandonnée :
– sa viande est particulièrement savoureuse,
– les naissances de jumeaux sont fréquentes.

Elle fait l'objet de travaux de sélection depuis 50 ans.

2.3. Caprins

2.3.1. Généralités

La chèvre domestique (*Capra hircus hircus*) est restée plus proche que le mouton de l'espèce sauvage du Zagros et du Caucase (*C. hircus aegagrus*).

Domestiquée au début du VII^e^ millénaire sur les contreforts du Zagros iranien, la chèvre a probablement suivi un itinéraire de diffusion comparable à celui du mouton. La domestication a entraîné chez elle une évolution de la forme des cornes ; à partir de l'espèce souche à cornes "en cimeterre", se seraient ainsi développés trois rameaux distincts. Tandis que les chèvres européennes et les chèvres naines tropicales conservaient plus ou moins la forme originale, les chèvres asiatiques développaient des cornes à enroulement homonyme (vers l'intérieur) et les chèvres afri-

caines des cornes à enroulement hétéronyme (vers l'extérieur). Cependant, en raison de sa plus faible plasticité, la chèvre est restée plus cantonnée que le mouton dans les habitats difficiles, arides, montagneux, où sa rusticité est précieuse, quoiqu'elle attaque et détruise la végétation ligneuse quand elle est mal gardée.

Dans la plupart des régions pastorales, les chèvres ont été, pendant très longtemps, élevées en semi-liberté sans qu'il y ait eu de la part des éleveurs une volonté délibérée de sélection ; seuls l'isolement géographique et les conditions de milieu ont déterminé leur évolution. C'est ainsi que les caractères des chèvres sahéliennes sont pratiquement les mêmes au Sénégal, au Niger, au Soudan, en Égypte, en Éthiopie et au Kenya, et qu'ils s'opposent nettement à ceux des chèvres des zones humides des régions proches de l'Atlantique.

La parenté entre les caprins d'Égypte et du Sahel est due certainement au fait que les chèvres subsistent mieux que les moutons dans les zones très sèches et utilisent au mieux les pâturages grossiers arbustifs et épineux.

Quelle que soit la région tropicale où ils sont élevés, ces animaux supportent mal la claustration. Ils peuvent vivre avec une infestation parasitaire moyenne, mais sont très sensibles aux viroses (peste des petits ruminants) et aux mycoplasmoses.

2.3.2. Quelques races de chèvres

Les races de chèvres sont très nombreuses dans le monde ; certaines d'entre elles sont cantonnées à des élevages intensifs, en Europe, en Israël, ou dans des élevages sédentaires, par exemple comme animaux de case. Par contre, il y a beaucoup de races caprines spécialisées dans l'élevage extensif, parce que ce sont des bêtes bonnes marcheuses et grimpeuses, capables d'exploiter des végétations assez lignifiées.

En ce qui concerne les régions chaudes, nous retiendrons trois groupes de races, et deux pour les régions tempérées.

• **Race sahélienne**. C'est une grande chèvre (près de 75 cm au garrot) dont la tête est petite, le front plat, la face courte. Les cornes des boucs sont longues, épaisses, aplaties et spiralées, ascendantes ; les oreilles sont courtes horizontalement ou tombantes ; barbiche et pendeloques sont fréquentes. La croupe est courte et inclinée, la queue courte et relevée. Le pis est bien descendu, les trayons faciles à traire. La robe, dont le poil est fin et ras, varie : deux ou trois couleurs, noir, blanc, rouge chez les troupeaux touareg, grise chez les troupeaux maures, mélangée en Éthiopie.

Très prolifiques, ces chèvres donnent souvent des jumeaux ; leur production laitière est de 70 kg pour des lactations de 120 jours. La viande sans odeur a un rendement de 40 à 50 %.

• **Chèvre du Fouta-Djalon**. C'est surtout une chèvre sédentaire, plus petite que la précédente (50 cm au garrot), présente du nord au sud de la zone soudanienne. Très indépendante, elle vit en liberté autour des villages et rentre pour la traite et pour manger les suppléments que lui donnent les propriétaires.

La tête est forte, le profil rectiligne. Les cornes assez développées, à peine spiralées, dirigées en dehors et en arrière. Les oreilles sont longues, fines, étroites, portées souvent horizontalement. Le corps est trapu, ramassé, la croupe courte, inclinée. La poitrine est large, les membres trapus et musclés, la queue courte et relevée. La robe se ramène à deux types : brune à extrémités noires avec raie de mulet, et blanche avec des taches noires, quelquefois tricolore. La barbiche est courte et peu fournie chez le mâle, non constante chez la femelle.

Très rustique et résistante aux trypanosomoses, cette race est prolifique et donne souvent deux chevreaux par portée ; elle est peu laitière comparée aux chèvres du Sahel. Le mâle castré s'engraisse facilement et donne une viande excellente, très appréciée des autochtones.

• **Chèvre de Maradi**. Chèvre de taille moyenne (environ 65 cm au garrot) dont la tête est fine, le cornage moyen est triangulaire et développé vers l'arrière, les oreilles sont longues et tombantes. L'encolure est courte, le corps ample et les membres grêles. La robe est chatain avec des reflets acajou, le poil ras et serré. Très prolifique, bonne laitière, cette chèvre est un bon animal de boucherie (rendement supérieur à 50 %) dont la peau fine et serrée est très appréciée en maroquinerie de luxe.

Elle est élevée dans le Sahel, surtout dans le Niger et le nord du Nigeria. Une amélioration génétique est en cours par sélection massale, ce qui a permis son extension progressive dans toute l'Afrique de l'Ouest.

• **Chèvre de race alpine**. Originaire des Alpes, cette chèvre est de taille moyenne (voir tableau 8.3). Cornue ou motte, au poil ras, elle est actuellement répandue dans toutes les zones françaises d'élevage caprin où elle s'est substituée aux races locales, car elle s'adapte aussi bien aux régions de plaine qu'à la vie de montagne. Homogène dans sa conformation, elle présente une certaine variété dans la couleur de sa robe, la chamoisée étant la plus fréquente. Elle a été exportée dans tout le Bassin méditerranéen, aux Antilles en République centrafricaine et aux États-Unis.

Cette chèvre est une grande laitière, rustique, précoce et prolifique (180 %). Apte à valoriser au mieux toutes les surfaces fourragères, parcours et sous-produits, cette race se prête à toutes les techniques d'élevage, aussi bien extensives qu'intensives. Dans l'élevage moyen, la production de lait est de 600 $kg \cdot an^{-1}$ en 240 j. Elle peut même atteindre 2 000 kg. Le taux moyen de matière protéique est de 26,8 % et celui de matières grasses de 32,6 %.

• **Chèvre de race Saanen**. Très répandue dans le monde, cette chèvre, originaire des Alpes bernoises (Suisse), est caractérisée par sa robe blanche, à poils ras. Les animaux sont trapus (voir tableau 8.3), solides et paisibles ; ils s'adaptent bien à l'élevage intensif. Cette race s'est bien implantée dans le sud-est de la France, mais on en trouve des troupeaux purs dans le Centre et l'Ouest. Elle a été si largement exportée que c'est peut-être actuellement la plus répandue dans le monde.

Les caractéristiques de production de la Saanen sont très voisines de celles de la race alpine dont elle n'est pas distinguée dans les statistiques.

Pour ces deux races, la mise en place d'un contrôle laitier a servi de base à la sélection et à l'amélioration des performances. La sélection se fait sur :
– la quantité de matière protéique du lait qui conditionne la production fromagère ;
– la production laitière ;
– la conformation laitière et la facilité de traite ;
– la précocité sexuelle.

Rustiques et excellentes laitières, les races caprines françaises améliorent leur format et leur rendement laitier. Elles sont exportées sous des climats très divers : Bassin méditerranéen, Afrique, Antilles...

2.4. Camélidés

2.4.1. Généralités

Cette famille est originaire d'Amérique du Nord où elle s'est éteinte au Pléistocène. Elle est composée de deux genres.

Le genre *Camelus*, qui s'est répandu dans la zone paléarctique par le détroit de Behring lorsqu'il a été asséché, comporte :

• le **chameau de Bactriane** (*Camelus bactrianus*) à deux bosses et dont la toison brune est épaisse. Adapté aux climats continentaux à hivers rigoureux, il a pénétré, par l'Iran, jusqu'en Mésopotamie où les Assyriens l'ont connu avant le dromadaire. Parfois utilisé monté ou attelé, c'est l'animal de bât caractéristique des caravanes d'Asie centrale. Il en existe encore des hardes à l'état sauvage ;

• le **dromadaire** (*Camelus dromedarius*) n'a qu'une bosse et une toison fine et claire. Il a été domestiqué en Arabie vers 2500 av. J.-C., et il est devenu l'animal typique des sociétés du désert de la Syrie au Sahara. Après avoir gagné l'Afrique du Nord avant la période romaine, il est maintenant répandu de l'Inde à la Mauritanie et de la Turquie à la Somalie.

Le genre *Lama*, qui s'est répandu dans la direction méridionale, dans les montagnes d'Amérique du Sud, comporte 4 espèces ; 2 sont sauvages, ou presque, le guanaco et la vigogne, et 2 domestiques, le lama et l'alpaga (domestiqués vers 4000 av. J.-C.). Ils ont permis une vie pastorale intense et originale, fondée sur l'exploitation successive d'étages de végétation complémentaires des Andes, produisant lait, viande et laine et assurant les transports. En ce qui concerne les deux espèces domestiques :

• l'**alpaga** (*Lama pacos*) vit entre 4 200 et 4 800 m d'altitude, surtout au Pérou et en Bolivie ; c'est l'espèce domestique la plus intéressante en raison de la qualité de sa laine ; les deux races Huacaya et Suri se distinguent par leur toison ;

• le **lama** (*Lama glama*) vit entre 2 300 et 4 000 m, en coexistence avec les troupeaux ovins ; plus lourds que les précédents, ils comportent aussi 2 races, les Tapada et les Cara Sullo. Ce sont surtout des animaux de bât dont l'élevage recule devant la mécanisation.

Les camélidés sont des ruminants qui se distinguent des autres par quelques particularités anatomiques :
– leur lèvre supérieure est fendue, les deux moitiés étant indépendantes peuvent faire une palpation sélective ;
– leur estomac comporte trois compartiments animés de puissantes contractions, la fermentation anaréobie des aliments se fait dans les deux premiers ;
– la goutière œsophagienne est peu marquée.

2.4.2. Les dromadaires

Le succès des dromadaires dans les climats arides est dû à leurs particularités physiologiques :
– ils peuvent espacer leurs prises d'eau de plusieurs jours ; en été, un dromadaire peut ne boire que tous les 7 à 10 jours ; la fréquence des prises d'eau est plus élevée en hiver pendant la "cure salée" en raison de la composition de la végétation consommée. Un dromadaire peut boire 100 L d'eau en une fois après une longue privation ;
– leurs pieds larges et en coussinet leur facilitent la marche, spécialement sur les terrains sableux.

A l'inverse, ils supportent mal les climats "humides" où la saison aride dure moins de 8 mois et, à l'exception de races particulières, évitent les zones marécageuses (delta du Nil, marais du Chott El Arab...). En régions arides, c'est l'animal des nomades ; mais il est quelquefois attelé dans les secteurs cultivés. Son extension à partir de la péninsule arabique est relativement récente en Afrique ; elle est liée à la progression de l'islam. Elle n'a été ralentie que par le développement des véhicules à moteur, effet qui est maintenant contrebalancé par les besoins en produits animaux : viande rouge en Algérie, lait en Somalie et en Mauritanie.

Suivant leur conformation (grands ou petits, à pieds large ou étroit), leur destination (bât ou selle), leur habitat (plaine ou montagne), de nombreuses races ont été distinguées, mais il y a beaucoup de types mixtes et les croisements avec des sujets arabiques originaires du berceau ne sont pas rares. La Somalie, qui possède le plus important troupeau (voir chapitre 2), reconnaît deux types et six "races". L'Algérie en reconnaît 9, toutes représentées, parfois sous d'autres noms, dans toute l'Afrique du Nord (figure 8.1). Il faut encore ajouter une dizaine de races dans les pays du Sahel.

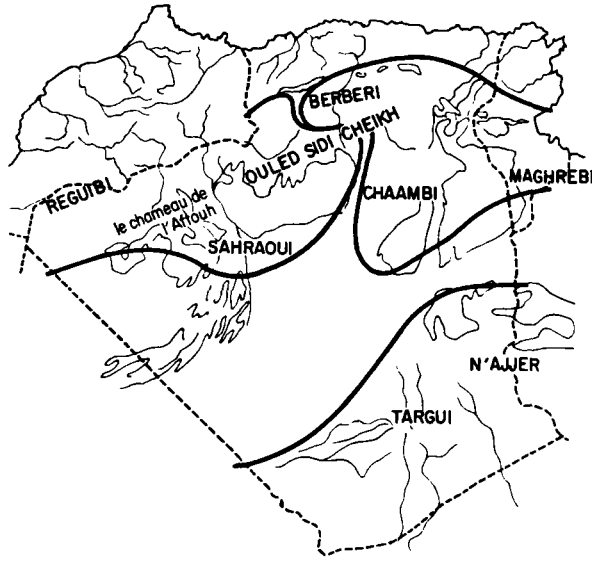


Figure 8.1. Aire de répartition des principales races de dromadaires en Algérie.
Source : d'après Ben Aissa M. (1989), "Le dromadaire en Algérie", *Options méditerranéennes*, a-2 : 19-28.

Productions

Le dromadaire doit satisfaire tous les besoins en produits animaux de son propriétaire ; il fournit lait, viande, laine et travail.

• Le lait. Selon le stade, le rang de la lactation et la disponibilité en fourrage et en eau, la production de lait d'une chamelle varie de 1 à 8 $kg \cdot j^{-1}$ pour une lactation de 12 mois. La densité du lait est de 1,026 (lait de vache 1,033), le taux butyreux de l'ordre de 33 et la teneur en matière sèche de 130 $g \cdot L^{-1}$. La production totale varie de 1 000 à 1 900 litres (figure 8.2). L'intervalle entre deux parturitions est de 13 à 25 mois.

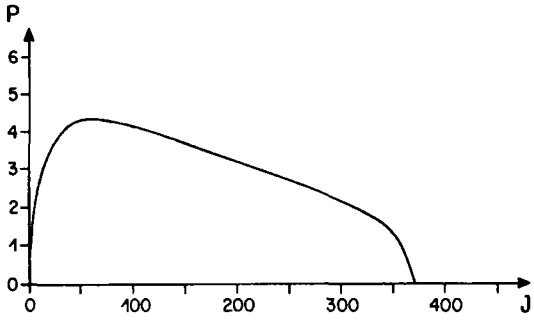


Figure 8.2. Courbe de lactation de la chamelle Dankali (Somalie).
P : production en litres de lait par jour ;
J : nombre de jours après la parturition.
Source : d'après Richard D. et Gérard D. (1989), "La production laitière du dromadaire Dankali (Éthiopie)", *Rev. Élev. Méd. Vét. Pays trop.*, 42(1) : 97-104.

• La viande. Les populations des régions steppiques et sahariennes d'Algérie

consomment du dromadaire comme viande rouge à raison d'environ 2 kg·an^{-1} (6 à Tamanrasset). Un dromadaire moyen donne une carcasse de 160 à 180 kg.

• Le travail. Le dromadaire a longtemps servi avant tout de moyen de transport, et cela reste vrai, même si son utilité diminue devant les moyens mécaniques. Il se développe depuis peu des compétitions sportives internationales (endurance et vitesse) de dromadaires montés.
– Cet animal peut parcourir de 50 à 200 km·j^{-1}, à la vitesse moyenne de 10 à 12 km·h^{-1} ; le dressage commence à 3 ans et l'animal n'est pleinement exploitable qu'à 6 ans.
– Il peut porter des charges de 150 à 200 kg par étapes de 20 à 25 km·j^{-1} et à une vitesse de 4 km·h^{-1}. L'animal de bât n'est pleinement exploitable qu'à partir de 6 ans et peut travailler 12 ans.
– Il peut servir pour la culture attelée, sa puissance est alors de l'ordre d'1 CV, et comme source d'énergie pour l'extraction de l'eau (noria).

• Le poil. Le poil du chameau est beige, foncé dans les races steppiques du Nord et d'autant plus clair que la race est plus méridionale. Les animaux qui ont un poil assez épais pour être tondus le sont au printemps ; ils fournissent 1 à 4 kg d'une laine qui sera filée pour tous les besoins textiles de son propriétaire, du burnous à la tente et aux cordes.

• Le cuir. Bien plus épais que celui des bovins, le cuir du dromadaire est utilisé pour confectionner les pièces d'usure : semelles, sellerie, harnais...

Systèmes d'élevage

Les élevages de dromadaires sont sédentaires, transhumants ou nomades. Ils sont étroitement lié aux disponibilités fourragères et aux points d'eau. La baisse des précipitations au Sahel pose de difficiles problèmes à cet élevage ; ainsi, en Mauritanie, de très bons pâturages ne peuvent plus être exploités en raison du tarissement des points d'abreuvement. Dans beaucoup de régions sahéliennes, l'élevage est lié aux cures salées : en hiver, les animaux sont conduits vers des végétations riches en sels (surtout chlorure de sodium) pour compenser les très faibles teneurs minérales des végétations estivales. L'absence de ces cures salées entraîne des carences physiologiques et des avortements (voir chapitre 7).

L'élevage combine des caractères de plusieurs systèmes en mettant l'accent sur le nomadisme :
– un troupeau peut être composé uniquement de mâles destinés au bât ;
– ou surtout de femelles pour la reproduction et la production de lait avec un ou deux étalons ;
– les dromadaires sont libres de chercher eux-mêmes leur nourriture ; les femelles ne s'écartent pas beaucoup de l'étalon qui surveille son harem et marche toujours à l'arrière ;
– dans les régions les plus arides, les animaux sont en liberté complète ; ils savent où se trouvent les puits auprès desquels ils retrouvent les bergers qui leur donnent à boire et ils y reviennent régulièrement ;
– pour reconnaître ses animaux, chaque tribu, chaque famille, a une marque particulière appliquée sur l'animal, en général au fer (figure 8.3).

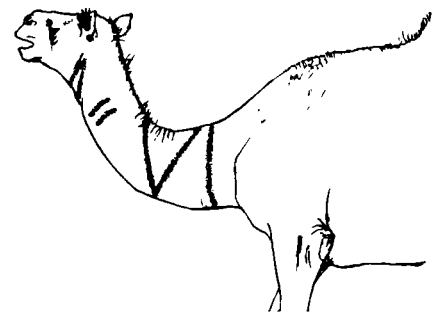


Figure 8.3. Marque d'un dromadaire toubou dans le Bahr-El-Ghazal (Tchad).
Source : d'après une photo de I. Yosko (1992).

La gestation dure en moyenne 386 jours ; après le sevrage les mâles peuvent être vendus en boucherie ou gardés jusqu'à 2 ans ; ils sont alors castrés et engraissés pour la boucherie. Les femelles sont conservées pour la reproduction en remplacement de celles qui sont réformées. Un seul étalon est retenu par troupeau et l'élevage en consanguinité est la règle.

La masse moyenne d'un chamelon à la naissance est de 30 kg (de 25 à 40), il tète librement sa mère pendant 12 mois. Les éleveurs ont développé des techniques particulières pour assurer l'"adoption" des chamelons excédentaires par les femelles qui ont perdu leur petit, le phénomène n'étant pas spontané. Des techniques d'allaitement artificiel sont en cours d'étude.

2.4.3. Les camélidés américains

Malgré la domestication, les camélidés sud-américains ont une structure sociale forte et hiérarchisée. Le troupeau au pâturage possède un ou plusieurs guetteurs postés à sa périphérie, mais il tolère bien les herbivores des autres espèces domestiques : moutons, chèvres.

• **Reproduction**. Dans les conditions d'élevage des hauts plateaux des Andes, la période de reproduction des lamas se situe en été, donc de décembre à mars, pendant la saison humide, au cours de laquelle la végétation est la plus abondante. La reproduction est possible toute l'année.

Dans la pratique, la gestation est de l'ordre de 335 jours chez les lamas et de 345 jours chez les alpagas et le réaccouplement peu après la parturition assure une grande stabilité de l'époque de la reproduction. Habituellement, les mâles sont élevés séparément des femelles. A la mise en lutte, l'activité sexuelle est très intense les premiers jours, et environ 75 % des femelles réceptives sont effectivement saillies la première semaine. Cette activité retombe vite, mais reprend lorsque les mâles sont changés de troupeau.

Pour la mise bas, les femelles s'isolent par beau temps ; la parturition est rapide (5 à 90 min). Les femelles flairent leur petit mais ne le lèchent pas. Elles pratiquent facilement l'adoption.

• **Nutrition**. Ces animaux broutent environ 8 à 9 heures par jour, parfois plus si la végétation est très pauvre, sans interruption au cours des heures chaudes estivales. La rumination a lieu la nuit.

Les alpagas sont essentiellement des brouteurs d'herbe alors que les lamas mangent aussi des ligneux, mais en moindre proportion que les chèvres, ce qui fait qu'ils ne sont que de médiocres "débroussailleurs".

Les besoins des lamas sont mal connus ; ils seraient inférieurs à 60 kcal·kg vif$^{-0,75}$. Les besoins azotés sont pratiquement ignorés mais ils sont certainement inférieurs à ceux des ovins en raison de leur aptitude à recycler l'urée. Il ne semble pas y avoir de différence de digestibilité de bons fourrages entre ces camélidés et les ovins ; par contre, les lamas digèrent mieux les fourrages de médiocre qualité.

Les besoins en eau rapportés à la quantité de matière sèche ingérée semblent plus faible chez les lamas (1,6 L·kg MS^{-1}) que chez les alpagas où elle serait de l'ordre de celle des ovins (2,2 L·kg MS^{-1}).

• **Productions**. Traditionnellement, les camélidés sont exploités en Amérique du Sud pour leur viande, leur laine et le portage.

– Le rendement en viande des lamas est de 55 % pour les mâles et de 52 % pour les femelles, avec des carcasses d'environ 100 kg.
– Seuls les lamas adultes sont bâtés, ils peuvent porter 40 kg pendant 20 jours en parcourant 60 $km \cdot j^{-1}$.
– La production de laine de qualité est la principale ressource de cet élevage. Les alpagas ont un seul type de poil ; les fibres sont longues, souples, très fines, sans poils grossiers et d'une couleur claire très homogène, mais varient d'un animal à l'autre. La taille et la finesse des fibres dépendent du sexe et des conditions d'alimentation ; la masse des toisons varie de 1,5 à 3 kg. Les lamas ont deux types de fibres qu'il faut séparer avant utilisation ; la laine des lamas est surtout utilisée pour une production textile artisanale tandis que celle des alpagas fait l'objet d'un commerce international.

2.5. Chevaux et ânes

Le premier équidé domestiqué fut l'**âne** (*Equus asinus*) vers 5000 av. J.-C. dans la vallée du Nil (il subsiste encore à l'état sauvage en Afrique orientale) et son homologue des steppes de l'Asie du Sud-Ouest, l'**onagre** (*E. emionus onager*), à peu près à la même époque en Mésopotamie, où il servit de moyen de transport ordinaire pendant près de trois millénaires. Pour des raisons obscures, la domestication de l'onagre a été abandonnée ; l'âne, lui, s'est répandu jusqu'à la Chine, dans un peuplement assez clairsemé, et sur la rive nord de la Méditerranée jusqu'à la France et la Grande-Bretagne, où il apparaît d'ailleurs assez tard.

Les ancêtres du **cheval** (*Equus ferus*) ont peuplé l'hémisphère nord jusqu'au Paléolithique, mais ont disparu d'Amérique du Nord à l'Holocène, jusqu'à l'"invasion" européenne au XVI^e^ siècle. Le cheval sauvage présente deux sous-espèces : le taki ou cheval de Przewalsky (*E. ferus przewalskii*) dont il resterait des spécimens sauvages en Mongolie, et le tarpan (*E. ferus gmelini*) disparu d'Ukraine à la fin du XIX^e^ siècle. C'est là, plus précisément dans le sud de l'Ukraine, qu'il a été domestiqué vers 3500 av. J.-C., soit près de quatre millénaires après le bœuf et le mouton.

Le cheval est passé en relativement peu de temps, avec la domestication, du statut de gibier à celui d'animal de trait. Le char à roues avait été inventé pour le bœuf dans le Moyen-Orient du IV^e^ millénaire av. J.-C., puis adapté à l'âne par les Sumériens au III^e^ millénaire av. J.-C. Avec cheval, il est devenu arme de guerre. A partir de l'Asie occidentale, l'extension de l'utilisation du char à chevaux a été très rapide, gagnant l'Europe au cours de l'âge du Bronze.

Pendant ce temps, l'équitation faisait de timides apparitions vers 2000 av. J.-C., avec un équipement extrêmement rudimentaire. La monte en arrière du garrot est apparue plus tard (mais où et quand, c'est un mystère) et se généralise progressivement ; la notion de cavalerie, qui suppose une monte efficace, n'apparaît que chez les Hittites (Turquie) vers 800 av. J.-C., d'où elle se généralise vers l'Égypte et l'Afrique du Nord, l'Asie centrale et enfin le monde hellénique. La selle et les étriers ne sont apparus qu'au Moyen Age en Asie centrale. De même le collier d'épaule de l'attelage actuel n'a été imaginé qu'au début du Moyen Age, mais la bricole antique est encore utilisée pour tirer les véhicules les plus légers.

Il aura donc fallu à l'Homme plusieurs millénaires pour domestiquer le cheval, plusieurs autres millénaires pour réussir à le monter, et encore plusieurs millénaires pour mettre au point les instruments de son utilisation optimale, qui n'aura duré que quelques siècles, puisque actuellement les engins mécaniques se substituent au cheval dans presque toutes ses utilisations.

Ane et cheval sont interféconds ; leurs produits, le **mulet** et le **bardot**, sont stériles. Ce sont des animaux très sobres, très robustes qui ont conservé les qualités de leurs deux géniteurs, de sorte que dans de nombreuses régions (montagnes du Moyen-Orient par exemple), le mulet a supplanté le cheval, qui ne subsiste que pour engendrer les mulets.

2.6. Cervidés

Beaucoup d'espèces de cervidés ont fait l'objet d'un début de domestication, soit pour leur viande (**cerf, élan**) soit pour leur beauté (**daim**). Depuis quelques années, en particulier dans le cadre du programme Jachère de la PAC de Bruxelles, l'élevage du cerf se développe en Europe, mais sans atteindre l'importance qu'a celle du **cerf de Java** (*Cervus rufa*) en Nouvelle-Calédonie où la production de sa viande est une ressource économique essentielle.

Le **renne** (*Rangifer tarandus*) a été domestiqué sur une grande échelle. Originaire d'Amérique, il s'est répandu pendant les périodes glaciaires dans tout l'hémisphère nord, où il était intensément chassé. A la fin de la dernière de ces périodes, il s'est réfugié dans la toundra-taïga où il se nourrit principalement de lichens. Il y subsiste encore presque partout à l'état sauvage. Il a été domestiqué en Eurasie, à partir de 3000 av. J.-C., probablement par des populations samoyèdes. Cet animal a permis une très grande gamme de civilisations originales, depuis celle des Lapons de Scandinavie jusqu'aux Koryaks du Kamtchatka, depuis les Samoyèdes de Sibérie jusqu'aux Tsaatan de Mongolie.

2.7. Chien

Le canidé domestique, et même l'animal domestique par excellence, celui auquel chacun pense immédiatement, c'est le **chien** (*Canis familiaris*), le plus ancien compagnon de l'homme. Les premières traces de sa domestication remontent à 7000 av. J.-C. en Anatolie, à – 10 000 en Europe centrale et septentrionale, – 12 000 en Iran et même à – 13 000 en Sibérie.

Cette domestication est intervenue de manière indépendante en une multitude d'endroits et à partir de souches probablement différentes. C'est que les caractères biologiques des chiens donnaient partout à l'homme au moins trois bonnes raisons de les domestiquer :
– rabatteurs et pisteurs de gibier, ils faisaient des auxiliaires de chasse particulièrement précieux ;
– omnivores, ils constituaient aux alentours des habitations d'excellents "éboueurs" ;
– sentinelles attentives, ils gardaient les campements.

L'origine du chien semble être la domestication du loup (*Canis lupus*). On pense que les rapports qu'entretenaient les loups et les chasseurs-cueilleurs, qui étaient certes concurrents, mais pas obligatoirement en conflit perpétuel, ont pu faciliter cette domestication.

La communauté d'intérêt a pu être au départ comparable à la hiérarchie dans la chasse des carnivores africains : le plus fort tue et mange le premier (lion) ; les autres (hyènes et chacals), bien qu'excellents chasseurs s'il le faut, se partagent les carcasses. Cette situation peut se concevoir comme un prélude au commensalisme qui a dû s'établir sous une forme probablement plus complexe entre les loups et les hommes, aboutissant à l'intégration de l'animal dans la société humaine.

Cette intégration a sans doute été facilitée par la façon dont s'établit la hiérarchisation dans le clan des loups. Le loup intégré à un groupe humain prenant une place dans la hiérarchie, se soumettant à son maître comme il se serait soumis à son meneur dans son clan.

3. SÉLECTION GÉNÉTIQUE

3.1. En milieu d'élevage traditionnel

Un certain nombre de programmes d'amélioration des races locales se sont développés sur les bovins d'Afrique occidentale. L'ouvrage de la FAO, intitulé *Les Bovins d'Afrique, types et races*, faisait déjà état d'un certain nombre de structures d'appui : services de l'élevage, stations zootechniques... qui avaient des actions plus ou moins intégrées sur l'amélioration et la gestion des ressources génétiques bovines. En règle générale, les actions sur les troupeaux traditionnels sont restées cantonnées aux domaines suivants :
– prophylaxie vétérinaire systématique : programmes de vaccination contre les principales épizooties telles que la peste bovine, la péripneumonie... ;
– interventions vétérinaires ponctuelles sur des foyers de maladies ou à la demande des éleveurs (charbon, pasteurellose) ;
– contrôle des effectifs (plus ou moins fiable) et des mouvements des animaux permettant, dans une certaine mesure, de suivre, sinon de réguler, les charges en bétail à l'échelle de régions plus ou moins importantes ;
– complémentations alimentaires parfois : minéraux, compléments protéiniques.

Les éléments de gestion génétique sont modestes et laissés essentiellement sous le contrôle des éleveurs ; les tentatives menées dans ce domaine sont du type :
– sélection massale dans les troupeaux par castration des mâles jugés défectueux ;
– diffusion de géniteurs "sélectionnés" produits dans des troupeaux d'amélioration en station ou en ranch ;
– plus rarement, tentatives d'organisation des éleveurs.

Les races qui ont fait l'objet de programmes d'amélioration génétique sont en particulier :
• parmi les bovins trypanotolérants : la race N'Dama et la race Baoulé ;
• parmi les zébus : les zébus Gobra au Sénégal, les zébus Azawak au Niger et les zébus de l'Adamaoua.

Ces programmes ont été conçus le plus souvent dans l'optique d'une sélection sur un noyau amélioré (station, centre d'élevage...) et d'une diffusion de géniteurs mâles améliorés dans le milieu d'élevage environnant. Ce schéma général a été appliqué par exemple au Ferlo sénégalais pour le zébu Gobra, au Sierra Leone et en Côte-d'Ivoire sur taurin N'Dama, etc. La race N'Dama a été l'objet de nombreuses opérations de sélection ou de multiplication en Guinée, au Sénégal (station de Kolda en Casamance), en Côte-d'Ivoire (centre de recherches zootechniques de Minankro-Bouaké), au Mali (ranch de Yanfolila), au Nigeria.

Ce type de programme conventionnel d'amélioration génétique pose deux problèmes :
– la diffusion de géniteurs améliorés en station dans le milieu d'élevage ne se fait pas sans difficultés (problèmes sanitaires en particulier) ;
– il n'est pas évident que le progrès génétique obtenu lentement en milieu contrôlé

(station ou centre d'amélioration et de multiplication) s'extériorise dans le milieu d'élevage.

Un certain nombre d'exemples, dans différents pays, semblent illustrer assez clairement cette illusion encore trop répandue de l'amélioration génétique par la diffusion de quelques géniteurs améliorés dans d'importantes populations bovines. En revanche, l'introduction d'un animal peut être l'occasion d'un contact avec l'éleveur et du début d'une action de suivi, de contrôle de performances et de sélection massale ; il ne faut donc pas négliger les effets induits ou complémentaires de certaines actions de ce type.

Concernant les actions d'amélioration génétique dans le milieu d'élevage réel, il faut tenir compte du caractère très contraignant d'un milieu naturel défavorable. Ce milieu exerce une forte pression de sélection naturelle qui s'oppose aux tentatives d'amélioration génétique qui ne maintiendraient pas la rusticité des races locales. Heureusement, il existe une variabilité génétique importante qui doit être utilisée au mieux dans une optique d'adaptation du "matériel génétique animal" aux conditions naturelles (environnement alimentaire, sanitaire) et aux différents systèmes d'élevage. Une réflexion sérieuse nous semble devoir être menée dans cette optique pour organiser et contrôler des schémas de stratification génétique et pour maintenir un certain équilibre entre les populations bovines.

Il est à noter que fort peu d'actions sont menées sur les taurins à courtes cornes malgré les recommandations répétées de la FAO et de l'UNEP pour un programme de conservation de ces populations taurines de faible effectif et menacées d'absorption. Les taurins nains de type "race des lagunes" sont les plus menacés car en nombre beaucoup moins important que les taurins à courtes cornes de savane (Baoulé, Somba,...) ; toutefois, ces derniers se trouvent actuellement dans des zones où le développement des cultures, la descente progressive des zébus, et la recherche d'animaux plus lourds pour la culture attelée tendent à remettre en question leur élevage et la pureté génétique de ces populations.

Pour la race Baoulé, représentative des taurins à courtes cornes de savane, un programme exemplaire mené en milieu villageois au nord de la Côte-d'Ivoire, doit être cité. Dans ce programme, la recherche en liaison avec le développement a mis en place un suivi sur environ 10 000 têtes avec des contrôles de performances et d'événements adaptés aux conditions du milieu rural. Les méthodes d'enregistrement, de constitution d'une base de données et de traitement de l'information ont été mises au point. Cette étude a été le support d'une meilleure connaissance des systèmes d'élevage et d'une réflexion originale sur les possibilités d'amélioration génétique en milieu villageois.

Les types métis de zébus et de taurins à courte cornes (Djakoré, Mere, Sanga...), qui prennent de plus en plus d'importance dans l'optique de l'association de l'agriculture et de l'élevage, n'ont pratiquement pas fait l'objet d'études précises d'un point de vue génétique ou zootechnique.

Ces croisements zébu × taurin apparaissent comme une manière efficace d'exploiter la variabilité interraciale ; les taurins sont, en effet, de bons supports de croisement : mères adaptées, de format modeste, de fertilité satisfaisante, etc. Se pose alors le problème classique de renouvellement des femelles de race taurine comme point de départ des croisements. De ce point de vue, il paraît essentiel de maintenir volontairement des noyaux d'élevage taurin assez purs car les phénomènes engagés dans de nombreuses régions ne vont pas dans ce sens.

Il est urgent d'organiser et de contrôler les flux génétiques importants observés ac-

tuellement, et de préserver certaines populations de races rustiques pures. Des programmes d'amélioration génétique ou de sélection en milieu ouvert peuvent être envisagés en prenant appui sur les organisations de producteurs.

3.2. Par introduction de races étrangères

Ces méthodes, utilisées dans un certain nombre de pays d'Afrique, ont eu globalement un impact relativement modeste quand il s'agissait de races "exotiques", en provenance d'autres continents.

Au contraire, la race bovine africaine N'Dama a utilement essaimé dans la plupart des pays de la zone ; au Zaïre, l'opération est particulièrement démonstrative avec environ 250 000 têtes (1980). Dans plusieurs autres pays, qui ne sont pas dans la zone d'extension naturelle de la race N'Dama, les effectifs ne sont pas négligeables, après des introductions relativement récentes : Congo, Ghana, Nigeria, Gabon, Cameroun, Bénin, Togo.

Les races importées d'autres continents peuvent améliorer la production laitière ; il existe en Afrique de l'Ouest quelques exemples plus ou moins réussis d'élevage de race pure ou de croisements avec des races telles que zébus Sahiwal et Red Sindhi, taurins des races frisonne, jersiaise et montbéliarde. Si les conditions d'élevage (alimentation, contrôle sanitaire) sont satisfaisantes, il paraît, en effet, logique de profiter des potentialités laitières de races étrangères plutôt que de reprendre le long processus d'amélioration par sélection des races locales africaines ; celles-ci, élevées dans un milieu très contraignant, ont en effet subi l'effet d'une forte pression de sélection naturelle peu favorable à la production laitière. Le programme de sélection serait donc très long avant d'obtenir des niveaux de production compatibles avec les conditions économiques de ces projets d'élevage.

Des introductions de races étrangères assez nombreuses ont été effectuées pour la production de viande. On peut citer en particulier le zébu Brahman et la race taurine charolaise. Le zébu Brahman présente une adaptation intéressante aux conditions difficiles d'alimentation, mais il a parfois posé des problèmes d'adaptation au climat humide, révélant une certaine sensibilité aux maladies de la peau en particulier (dermatophilose au Nigeria et au Cameroun).

En conclusion, les introductions de races étrangères ne sont pas à rejeter systématiquement, d'autant plus que l'insémination artificielle et les transferts d'embryon offrent des possibilités techniques de transfert très intéressantes. Toutefois, les expériences vécues en Afrique de l'Ouest incitent à beaucoup de prudence dans ce domaine. Ces opérations ne devraient être entreprises qu'avec des objectifs précis et dans des conditions de maîtrise de l'élevage (soins, conduite, alimentation) adaptées aux exigences des races importées et en conservant les caractères de rusticité des races locales.

4. GESTION DE L'ANIMAL SUR LE PARCOURS

Quand un zootechnicien s'intéresse à l'animal sur le parcours, il se heurte à un problème essentiel qui est de ne pouvoir évaluer la quantité et la qualité de ce que l'animal consomme. Les obstacles viennent de l'hétérogénéité de la végétation, de l'étendue de l'espace pastoral et de sa topographie, du comportement des animaux

qui exercent un tri, de la multiplicité des ressources alimentaires éclatées sur des structures foncières composites. Bien sûr "en y mettant le prix", sur un site particulier, avec un dispositif expérimental lourd, il est possible d'évaluer dans le temps (calendrier fourrager) et dans l'espace (stratégie d'utilisation du parcours), ce que l'animal consomme. Mais qu'en reste-t-il pour le pastoraliste confronté au terrain ? Les références sont-elles utilisables et à quelles conditions ? Quelle démarche adopter pour un résultat et un conseil pratique ?

Tout d'abord, la complexité des interactions entre l'animal et le parcours sera examinée pour dégager les rythmes d'activité des animaux, les particularités de leur comportement alimentaire et spatial, ce qu'ils mangent en quantité et en qualité là où on a pu le mesurer.

C'est à partir des connaissances de base de cette "science pastorale" que seront abordés ensuite les problèmes de la gestion des troupeaux sur parcours en mettant, autant que faire se peut, ces connaissances au service d'une pratique dans le cadre d'une démarche souvent empirique. Car s'il faut savoir comment les animaux utilisent le parcours, comment ils se comportent, ce qu'ils tirent du parcours et comment la végétation réagit à leur action avant de prendre des décisions pour améliorer un système pastoral, il ne faut oublier qu'au centre de ce système se trouve l'éleveur qui décide en dernier ressort, et adopte une conduite du troupeau adaptée aux contraintes de son propre système de production et du milieu économique, social et politique dans lequel il se trouve. Aucune action technique, si modeste soit-elle, ne peut s'abstraire du cadre socio-économique où elle s'inscrit, ni se passer d'une étude approfondie de la stratégie et des motivations de l'éleveur ou des éleveurs chez qui elle s'applique.

4.1. Les interactions entre l'animal et la végétation pastorale

Lorsqu'un animal exploite un parcours, le zootechnicien, comme l'éleveur, doit se poser plusieurs questions :

• Quel effet la cueillette proprement dite a-t-elle sur la plante ? C'est une question qui a déjà été abordée dans les chapitres 3 et 6.

• Quelle est la valeur nutritionnelle de la biomasse prélevée et quelle quantité l'animal ingère-t-il ? C'est l'étude de la nutrition pastorale, abordée au chapitre 6 et qui sera complétée de quelques données plus spécifiquement zootechniques.

• Comment l'animal se comporte-t-il, comment se déplace-t-il et que choisit-il de consommer ? C'est l'étude des rythmes d'activité et du comportement animal sur parcours.

4.1.1. Les rythmes d'activités de l'animal sur parcours

• **L'activité de paissance**. Au pâturage, l'animal montre un certain nombre d'activités. Il mange, boit, se déplace, se repose, rumine, défèque.

Cette activité se décompose en actes unitaires : la recherche de nourriture, la sélection, la préhension, la mastication et l'avalement. Par conséquent, lorsqu'on mesure le temps de paissance, c'est cette activité composite qu'il faut identifier. Cette "durée de paissance (DP)" est un critère distinct du "temps passé au pâturage (TPP)" qui mesure le temps écoulé entre le départ et le retour à la bergerie, et qui intègre donc tous les types d'activités : paissance, déplacement, repos...

La paissance se répartit en général en deux périodes de la journée, le matin et le soir, décomposées elles-mêmes en petites sous-périodes. La distribution du temps de pais-

sance dans la journée et la durée de paissance (DP) dépendent de plusieurs facteurs (figure 8.4). Ainsi, le début de la première période de paissance (H_1) dépend de l'heure du lever du soleil (HS_1) et l'heure de la fin (H_2) dépend de la durée de paissance nocturne (l), de l'heure du début de paissance (H_1) et de la vitesse d'abaissement du taux d'humidité de l'herbe. L'heure du début de la seconde période de paissance (H_3) dépend de la température maximale de la journée, de la durée de la période chaude (d) et de l'heure du coucher de soleil (HS_2). Enfin, l'heure de la fin de paissance de la journée (H_4) dépend de l'heure du début (H_3), de l'heure du coucher du soleil (HS_2), de la température en H_3 et de la température maximale de la journée.

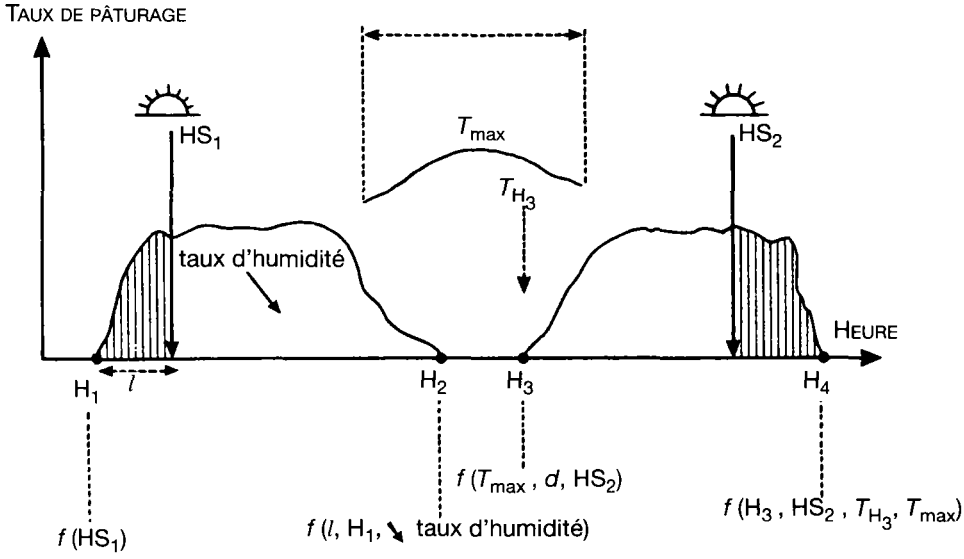


Figure 8.4. Facteurs influençant les périodes de paissance.

H_1 : heure du début de la première période de paissance ; l : durée de paissance nocturne ; HS_1 : heure de lever du soleil ; d : durée de la période de forte chaleur ; H_2 : heure de la fin de la 1re période de paissance ; H_3 : heure du début de la 2e période de paissance ; T_{H_3} : température en H_3 ; T_{max} : température maximale de la journée ; HS_2 : heure du coucher du soleil ; H_4 : heure de la fin de la 2e période de paissance.

Source : d'après Arnold G. et Dudzinski M. (1978), *The ethology of free ranging domestic animals*, Elsevier, Amsterdam, 198 p.

Un autre élément important de variation est la disponibilité en herbe. Plus l'herbe est rare et plus les animaux allongent leur temps de paissance. Les chevaux, qui ne ruminent pas, sont capables de pâturer plus longtemps que les dromadaires, les caprins, les ovins ou les bovins. Sur parcours pauvres, les animaux peuvent pâturer jusqu'à 12 ou 13 heures par journée, y compris pendant la nuit. Ce temps intègre une phase "recherche de la nourriture" de plus en plus longue. La paissance nocturne permet d'accroître dans des proportions intéressantes la durée totale de paissance pendant les périodes chaudes de l'année, tout en permettant la mise à l'abri des animaux en milieu de journée.

Trois conséquences pratiques sont à souligner :
– la création de parcs permet d'allonger la durée de paissance des animaux qui ne dépendent plus d'un gardien et sont libres de leur temps et de leurs mouvements ;
– en période difficile, il faut laisser aux animaux un temps suffisamment long pour qu'ils puissent satisfaire leurs besoins nutritionnels ;
– il faut faire la chasse aux prédateurs (chacals au Maghreb, babouins en Afrique australe...) pour permettre le pâturage nocturne non gardé. Mais l'éradication n'est pas toujours acceptée. Au nord du Portugal, le loup, qui attaque régulièrement les trou-

peaux, est protégé. Enfin, à la proximité des villes et dans les régions très peuplées, les chiens perdus ou abandonnés et les voleurs de bétail sont difficilement contrôlables.

• **Déplacements et abreuvement**. Dans des unités non gardées de type ranch, la distance parcourue dépend principalement de la teneur en eau de la végétation (beaucoup d'eau et les animaux se déplaceront peu), de la taille du parc et bien sûr de la distance au point d'eau. L'évaluation des déplacements est un élément important à considérer pour calculer les besoins des animaux. Des formules existent, ainsi celle de Blaxter qui ajoute 0,59 cal·kg^{-1} par mètre de déplacement horizontal et 6,45 cal·kg^{-1} par mètre vertical aux besoins d'entretien. Dans le Haut-Atlas, pour des déplacements d'ovins de 6 km et sur 500 m de dénivelé, les besoins d'entretien doivent être augmentés de 30 % ; mais si l'herbe se fait rare et que les temps de parcours s'allongent, ces besoins augmentent de 60 à 70 % (tableau 8.4).

Tableau 8.4. *Calcul des besoins journaliers d'une brebis de 30 kg parcourant 6 km·j^{-1} et 500 m de dénivelé.*

Besoins pour le déplacement quotidien et par kilo vif	
0,59 × 6 000	= 3 540 cal
6,45 × 500	= 3 225 cal
total	6 765 cal
Besoins pour une brebis de 30 kg	
6 765 × 30	= 202 950 cal
ou	203 kcal
soit 203/1 730	= 0,12 UF
Besoins totaux en énergie	
besoins d'entretien :	0,42 UF
besoins de déplacement :	0,12 UF
total journalier :	0,52 UF

Valeur nette de l'orge : 1 UF = 1 730 kcal.

En milieu aride, les déplacements s'organisent autour d'un objectif majeur : faire boire les troupeaux. Les rythmes quotidiens de déplacement dépendent de cinq éléments dépendant eux-mêmes de la saison (figure 8.5) : la localisation du campement, la localisation des points d'eau,la distribution spatiale de l'herbe disponible, l'espèce et le type d'animal, et la main-d'œuvre familiale.

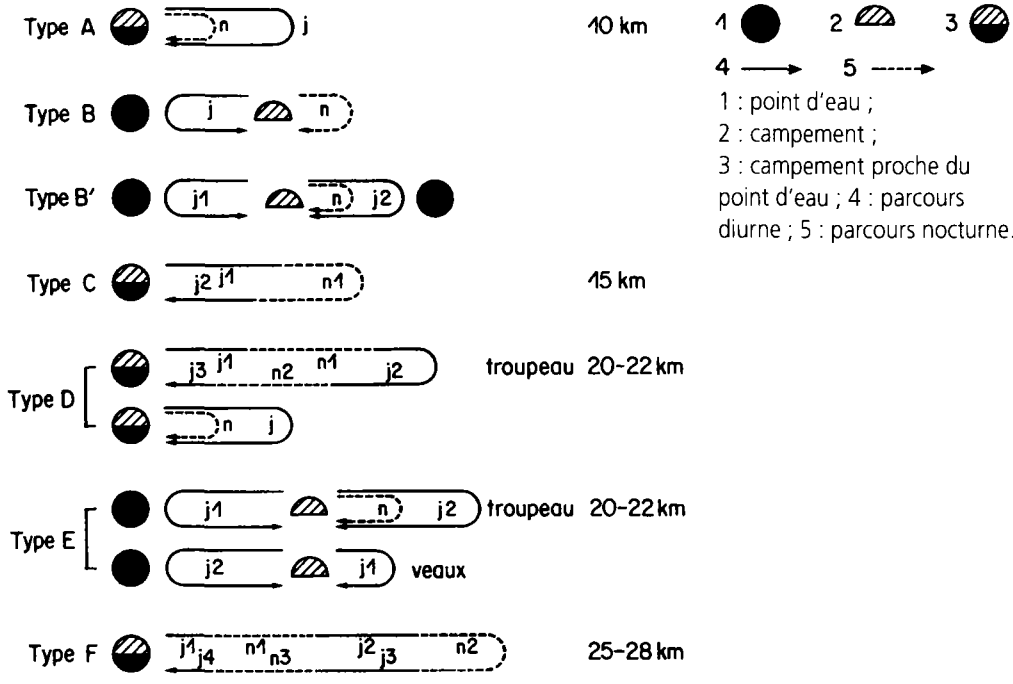


Figure 8.5. Rythmes quotidiens des déplacements du troupeau bovin.

Source : d'après Milleville P. et al. (1982), *Systèmes d'élevage sahéliens de l'Oudalen*, ORSTOM, Paris, 129 p.

Type A. Le campement est situé à proximité du point d'eau ou à quelques kilomètres du campement. L'abreuvement a lieu chaque jour, le troupeau pâture pendant la journée, rentre au campement le soir et, après un long repos, pâture à nouveau pendant la nuit et revient au campement le matin. Le périple diurne s'allonge progressivement au fur et à mesure que l'herbe est consommée près du point d'eau ; la distance maximale atteinte est d'environ 10 km. Ce type de rythme n'implique ni gardiennage, puisque le bétail divague à de faibles distances du campement, ni de scission du troupeau.

Type B. Le campement est situé à plusieurs kilomètres du point d'eau et le rythme adopté est le même que dans le type précédent ; toutefois, la nuit, le bétail peut pâturer dans la direction opposée au point d'eau. La localisation du campement nécessite le transport de l'eau à usage domestique et le déplacement des veaux.

Type B'. La situation du campement permet une utilisation alternée de deux points d'eau, ce qui accroît l'espace disponible en permettant l'usage de pâturages plus diversifiés. Comme le précédent, ce type n'impose pas de gardiennage si l'abreuvement est direct (nappe d'eau libre, mare) ; s'il nécessite une exhaure, il sera réduit à l'accompagnement du troupeau au point d'eau.

Type C. Plus avant dans la saison sèche, le troupeau part du point d'eau en début d'après-midi, gagne par marche rapide des pâturages qu'il atteint à la tombée de la nuit et revient au point d'eau le lendemain matin. La priorité est donnée à la paissance nocturne et une seule traite allaitement a lieu, le matin. Le gardiennage est nécessaire. Ce rythme ne permet d'accéder qu'à des pâturages distants de moins de 15 kilomètres du point d'eau.

Type D. Il correspond à la nécessité de porter plus loin le front de paissance et se situe généralement pendant la seconde partie de la saison sèche. Le troupeau ne s'abreuve plus qu'un jour sur deux ; il quitte le point d'eau l'après-midi du premier jour, passe deux nuits en brousse pendant lesquelles il broute activement et revient au campement le matin du troisième jour. L'abreuvement est suivi de la traite et, en général, un complément d'abreuvement a lieu avant le départ de l'après-midi. Ce type permet d'accéder aux pâturages éloignés de 20 kilomètres et impose la présence continue d'un berger qui se déplace avec le troupeau, se nourrit de laitages et transporte son eau de boisson.

Type E. Le campement est installé à une dizaine de kilomètres du point d'eau. Le troupeau s'y rend le premier jour, revient au campement et gagne le jour suivant des pâturages situés du côté opposé. Le retour du troupeau au campement est possible matin et soir et permet deux allaitements quotidiens. Ce système est particulièrement adapté aux régions fraîches quand le troupeau peut se suffire d'abreuvement tous les deux jours et que le bétail peut s'alimenter entre le campement et le point d'eau. Il est plus contraignant pour les bergers : le campement est souvent temporaire, donc ils sont éloignés de leurs familles et il faut abreuver les veaux au cours du second jour puisqu'ils ne rencontrent pas leurs mères sur le trajet.

Type F. Très rare, il n'est pratiqué par certains éleveurs qu'en période de grande sécheresse parce qu'il correspond à l'extrême limite des possibilités physiques du bétail. Le troupeau ne revient au point d'eau qu'après trois jours, il passe donc trois jours entiers et deux nuits sans boire. Il permet d'exploiter des pâturages situés à 25-30 kilomètres du point d'eau.

• **Autres activités.** Les temps de rumination dépendent de la quantité et de la qualité du consommé. Ils varieront de 5 à 8 heures. On constate ainsi que, sur une séquence nuit-jour de 24 heures (rythme nycthéméral), les temps de repos sont étroi-

tement conditionnés par les conditions du milieu. A titre d'exemple, en période difficile (végétation rare et pauvre), la somme des temps de paissance (10 heures), de rumination (7 heures) et de déplacements depuis la bergerie (2 heures) ne laisse que 5 heures de vrai repos.

L'épandage des déjections animales associé au piétinement des animaux relève d'une activité qui est importante sur parcours. En effet, la gestion de ce transfert des déjections animales, riches en éléments fertilisants, permet de faire évoluer et d'enrichir la composition de la flore. C'est une des stratégies retenues quand on la combine à une circulation des animaux sous forte charge dans des parcs.

Ainsi brièvement décrites, ces activités de paissance, de déplacement, de repos, d'abreuvement, déterminent chez l'animal une certaine attitude vis-à-vis de l'espace pastoral ; c'est le **comportement territorial**.

4.1.2. Le comportement territorial

En général, un parcours est utilisé de manière hétérogène pour des raisons variées : topographie, type de végétation, disposition des points d'eau et des abris... Ainsi, dans l'exemple présenté sur la figure 8.6, le comportement territorial de moutons australiens en parc est conditionné d'abord par le point d'eau, puis par "l'effet clôture" que les animaux longent avant de pâturer le centre de la parcelle où la pression de pâturage est la plus faible, enfin par un "effet topographie" peu marqué.

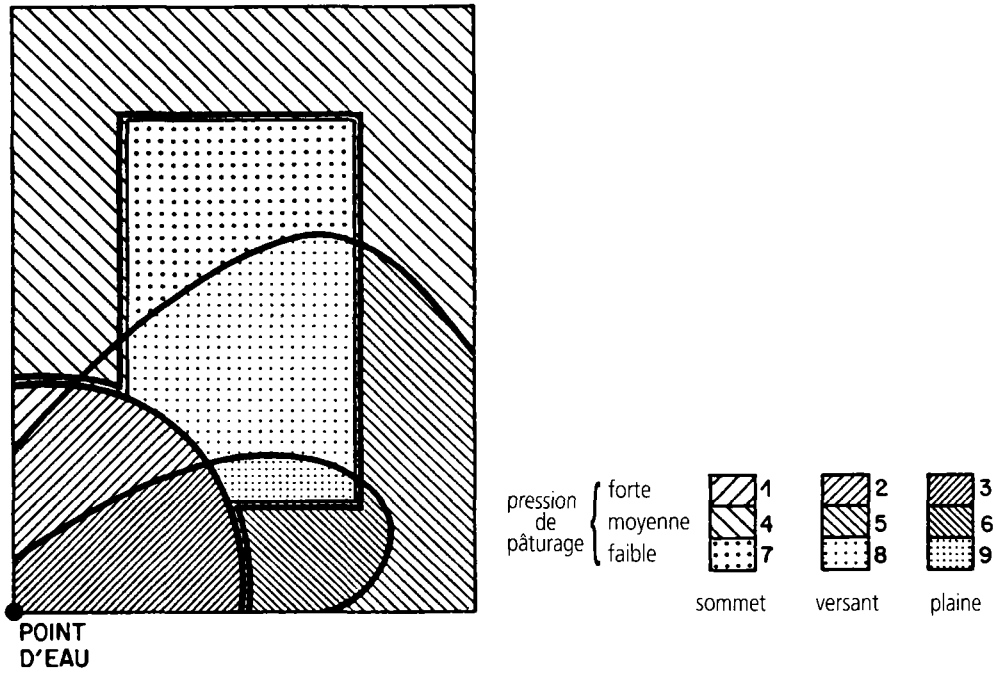


Figure 8.6. Modèle de prédiction du comportement territorial de moutons au pâturage dans un parc.

Source : d'après Goodall (1967), in Arnold G. et Dudzinski M. (1978), *op. cit.*

Dans l'exemple de la figure 8.7, l'apport de foin rassemble les moutons près des aires d'alimentation.

Le pasteur peut agir efficacement sur le comportement territorial... dans les limites de ce que permet le comportement alimentaire.

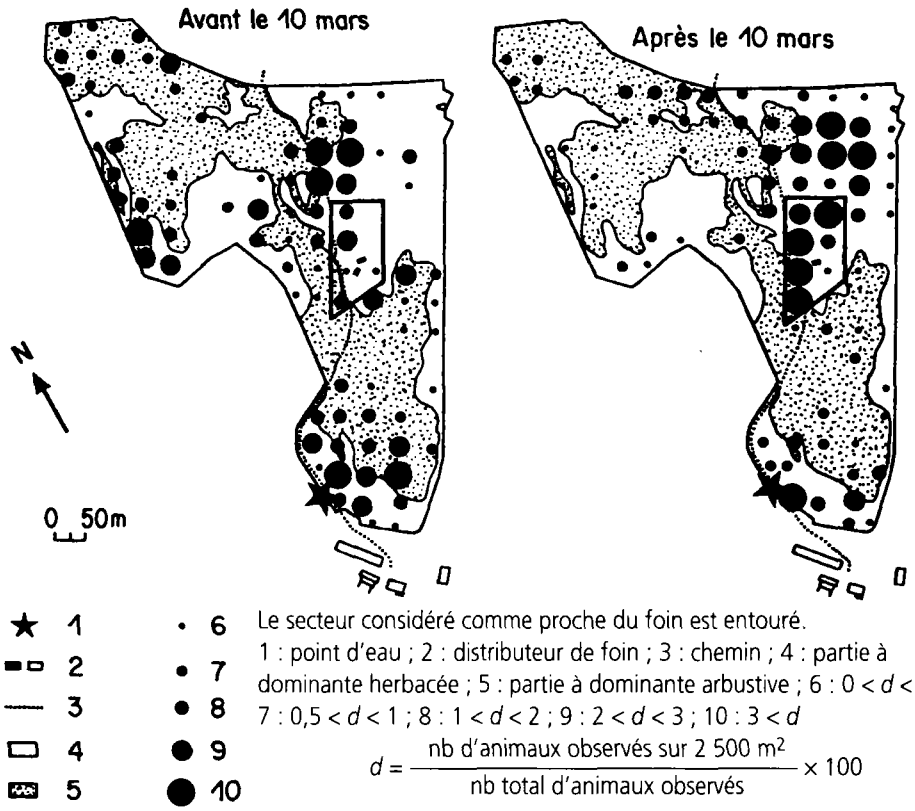


Figure 8.7. Comparaison de la répartition moyenne des densités d'occupation au pâturage par surface de 2 500 m² avant et après la distribution de foin riche (10 mars) sur un causse de Lozère (France).

Source : redessiné d'après des documents communiqués par D. Hubert.

4.1.3. Le comportement alimentaire sur parcours

Dans les systèmes pastoraux des régions chaudes, l'étude du comportement alimentaire des animaux revêt une importance particulière, car la biomasse végétale disponible, avec sa flore complexe, diversifiée et hétérogène, ne peut donner qu'une médiocre idée de la composition de la ration ingérée. On se heurte en effet à deux difficultés essentielles :

– la première difficulté est d'identifier convenablement ce "disponible" alimentaire. Est-ce l'ensemble de la biomasse verte, ou sèche, jusqu'à une certaine hauteur (1,5 m ou 2 m) ? Faut-il tenir compte de la litière sèche, de l'écorce des arbres ; l'action du berger ne vient-elle pas modifier les limites proposées ?

– la deuxième est d'identifier avec certitude ce que l'animal choisit et d'en tirer des conséquences pertinentes, compte tenu de l'extrême variabilité des résultats et de la

Tableau 8.5. Contribution de l'alfa à la ration d'ovins et de caprins sous différentes charges dans des steppes marocaines.

Charge	Mars		Mai		Juillet	
	Caprin	Ovin	Caprin	Ovin	Caprin	Ovin
forte	12,2	21,0	13,2	14,5	-	-
moyenne	1,3	7,9	-	-	-	-
faible	1,4	1,6	-	-	1,4	-

Source : Narjisse H., Annasser Z. et Hemissi A. (1991), "Comportement alimentaire des ovins et des caprins sur un parcours forestier à base de chêne vert", *Proc. Seminar FAO on Goat nutritional and feeding*, Potenza, n° 88.

valeur toute relative de la palatibilité d'une plante. Telle plante réputée immangeable peut dans certaines circonstances être consommée. Par exemple *Stipa tenacissima* n'est consommée qu'en certaines périodes (printemps), par certains animaux (ovins et caprins) et pour une certaine charge (forte), ce qui permet de nuancer, et parfois d'infirmer, l'affirmation péremptoire : "l'alfa n'est pas consommé" (tableau 8.5).

L'étude du comportement alimentaire est donc essentielle, mais délicate, et requiert des méthodes d'étude complexes qui ne sont pas abordées dans ce manuel.

• Quelques définitions

La prise de nourriture se décompose en actions simples dont les deux premières, **recherche de nourriture et sélection de la partie consommée**, se rapportent au comportement alimentaire.

L'animal, par les choix qu'il fait, manifeste un appétit de caractère instinctif déterminé par les qualités organoleptiques des aliments. Cet appétit est sollicité surtout par la perception visuelle, l'odeur, le goût des espèces végétales. On parle donc de l'appétibilité, ou plus exactement de la palatibilité des espèces (voir 2.1.4 du chapitre 3). L'aliment a des qualités qui lui sont propres, ce sont notamment les teneurs en cellulose brute et en protéines, qui déterminent son **ingestibilité**, c'est-à-dire la quantité consommable de cette espèce si elle était distribuée à volonté (paramètre qui a peu de sens sur le parcours). Par ailleurs, une espèce végétale est plus ou moins bien acceptée par les différents animaux. On parlera alors de **préférence** pour tout ce qui relève de l'animal : espèce, type, état physiologique...

Le choix fait donc intervenir des éléments se rapportant à la plante (la palatibilité) et à l'animal (la préférence), mais sur un mode interactif si étroit qu'il est souvent difficile d'identifier la cause exacte du choix.

• Les facteurs de la palatibilité

La composition chimique. Une plante est d'autant plus appréciée que son taux de matières azotées est élevé et son taux de cellulose brute faible (tableau 8.6).

Tableau 8.6. Comparaison de la composition chimique de la ration collectée par l'animal (fistule œsophagienne) et de la végétation disponible.

	MS %	MAT	MCel	MAD
(1) Extrait fistule	29,4	7,04	35,9	3,1
(2) Végétation disponible	25,1	4,2	38,9	1,3
[(1) – (2)] × 100	+ 17	+ 68	– 8	+ 138

Source : Bredon R., Torell D. et Marshall B. (1967), "Measurements of selective grazing of tropical pastures using esophageal steers", *J. Rg. Mgt*, 20 : 317-320.

L'effet du tri se manifeste par la sélection d'une ration plus riche en protéines brutes (ici + 68 %) et surtout en protéines digestibles (ici + 138 %). Bien évidemment l'animal n'"analyse" pas la cellulose ou la protéine, mais il réagit à un ensemble de stimuli corrélés à ces différents composants : la couleur verte, l'aspect, l'odeur, le goût...

Le rapport feuilles/tiges/graines. Compte tenu de leurs compositions chimiques respectives, les tiges sont, bien entendu et sauf exception, moins appréciées que les feuilles. Quant aux fruits et aux graines, ils font souvent l'objet d'une forte consommation ; ainsi, à l'époque des châtaignes ou des glands, il arrive que les animaux consacrent beaucoup de temps à leur recherche, plutôt qu'à celle de toute autre végétation. Les risques d'intoxication ne sont alors pas négligeables et réclament de la vigilance de la part du berger.

Éléments répulsifs. Les caractères précédents ne sont pas toujours essentiels, car les plantes peuvent présenter des organes vulnérants (épines, poils) ou contenir des substances répulsives qui en freinent ou en empêchent la consommation.

Le cas des ligneux est important à considérer à ce propos. On trouve en effet dans de nombreuses plantes, et notamment celles dont le feuillage est pérenne, des substances telles que huiles essentielles, graisses, isoflavones, acides organiques ou tanins. Ces métabolites dits "secondaires" agissent de différentes manières :
– par inhibition de la flore microbienne, ils réduisent la digestibilité ;
– par le développement d'un goût ou d'une odeur forte, qui déplaisent à l'animal, ils réduisent les quantités consommées ;
– en libérant des toxines, ils agissent sur les fonctions physiologiques.

Certains écologues ont élaboré une théorie sur la "défense chimique" des plantes, lesquelles, sous l'effet d'un surpâturage répété, synthétiseraient l'un ou l'autre de ces métabolites répulsifs. Ainsi, dans une expérience sur des pâturages de petits ligneux, *Coleogyne ramosissima*, les chèvres qui pâturent ne marquent pas de préférences pour les rameaux de la base ou du sommet quand les charges sont faibles ou modérées, mais elles préfèrent nettement les rameaux de la base sous charge forte, car ceux-ci ont alors une concentration en tanins moins élevée que les rameaux du sommet (tableau 8.7).

Tableau 8.7. Charges et taux d'utilisation des rameaux dans un pâturage de *Coleogyne ramosissima*.

Pâturage	Charge	Taux d'utilisation des rameaux	
		terminaux	de la base
intensif	2,0	39	67
modéré	1,0	29	30
léger	0,5	11	14
% tannin	–	0,92	0,65

Source : Malechek F. et Provenza F. (1981), "Feeding behaviour and nutrition of goats on rangelands", Actes Symp. Int. : *Nutrition et systèmes alimentaires de la chèvre*, Tours, mai 81, 411-428.

L'effet saison. La composition botanique de la ration des ruminants sur parcours présente des variations importantes au cours de l'année. Elles s'expliquent simplement par le cumul des caractères cités précédemment : composition chimique, rapport feuilles/tiges/graines, éléments répulsifs qui évoluent au fil des saisons. La disponibilité relative des différentes espèces va jouer également un rôle important en poussant l'animal à consommer une plus grande quantité de ce qui est immédiatement disponible.

Ainsi la consommation relative des espèces végétales d'un site varie tout au long de l'année, comme le souligne le tableau 8.8 qui montre ce que les caprins prélèvent dans la végétation d'une formation complexe ligneuse haute, basse et herbacée d'un littoral méditerranéen.

Cet exemple permet de souligner la grande diversité des choix opérés dans les strates de la végétation, la forte sélectivité exercée sur les parties d'une même espèce (fleur, feuilles ou fruits), et l'effet saisonnier qui pousse les chèvres à consommer les espèces ligneuses à feuillage persistant en hiver, mais aussi au printemps pour certaines espèces comme le frêne.

• Les facteurs de la préférence manifestée par les animaux

Participation des organes des sens. Les ruminants comme les autres mammifères sont susceptibles de réagir à quatre stimuli différents : le sucré, le salé, l'acidité, l'amertume, mais à deux niveaux distincts. Le premier niveau de repérage définit le **seuil de sensibilité**, le second définit le **seuil de tolérance** au-delà duquel il y a

Tableau 8.8. Composition botanique de la ration sélectionnée par des caprins sur des parcours du Haut-Atlas marocain.

Espèces	24-25 mai	4-5 juil.	11-12 oct.	10-11 janv.	24-25 avril
Ligneux hauts	73,3	2,6	74,9	91,1	27,8
Quercus Ilex : total	18,9	0,5	29,5	77,8	11,3
Quercus Ilex : feuillage	18,9	0,5	4,5	8,3	11,3
Quercus Ilex : glands	-	-	25,0	69,5	-
Juniperus phoenicea	1,0	-	38,9	1,9	0,9
Juniperus oxycedrus	11,6	2,1	1,1	14,6	6,4
Fraxinus dimorpha	41,8	-	5,6	-	9,2
Ligneux bas	7,8	26,9	10,7	3,9	65,5
Buxus balearicus	0,2	-	-	-	-
Daphne cnidium	0,1	-	0,6	-	-
Colutea sp.	2,3	1,0	-	-	-
Jasminus fruticans	-	-	0,1	-	-
Cytisus purgans : fleurs	1,2	-	-	-	55,2
Globularia nanii	0,6	14,6	1,2	0,4	0,8
Ormenis scariosa	3,1	-	8,5	0,9	0,3
Genista scorpius : fruits	0,2	10,0	-	-	-
Thymus sp.	0,5	1,1	0,1	0,4	9,2
Coronilla minima	-	0,1	0,2	1,9	-
Divers	-	0,1	-	0,3	0,1
Plantes herbacées	18,6	70,6	14,1	1,7	6,5
Mentha sylvestris	0,8	-	4,8	-	-
Odontites powelii	-	1,3	7,5	-	-
Verbascum sp.	2,4	-	-	-	-
Graminées diverses et autres plantes	14,9	68,6	1,8	1,7	6,5
Champignons	-	0,7	-	-	-

Source : Bourbouze A. (1982), *L'Élevage dans la montagne marocaine. Organisation de l'espace et utilisation par les éleveurs du Haut-Atlas*, thèse, INA-PG, Paris, 345 p.

refus. Ainsi, les caprins seraient à la fois plus sensibles et toléreraient mieux l'amertume (donc les fortes teneurs en tanins) que les autres ruminants ; les bovins réagiraient mieux (seuil de sensibilité) au sucré... Mais ces données sont insuffisantes car l'âge de l'animal et les phénomènes d'adaptation peuvent interférer.

Le passé nutritionnel et l'apprentissage. Là également l'unanimité des spécialistes n'est pas faite sur le rôle de l'expérience nutritionnelle des animaux, qui semble pourtant déterminante dans quelques expériences. Ainsi, dans les garrigues languedociennes, les ovins caussenards, originaires du site, consomment le chêne kermès plus et plus tôt en saison que des Mérinos d'Arles amenés de l'extérieur et qui marquent un temps d'adaptation de 2 à 3 mois.

Sur les parcours du Maroc, les ovins expérimentés consomment plus les armoises (*Artemisia* sp.) que les autres surtout quand les possibilités de choix sont réduites (tableau 8.9).

Les espèces animales. Bovins, ovins, caprins et chevaux ne consomment pas les mêmes espèces, tant parmi les ligneux et les Graminées que parmi les autres herbacées. Les caprins sont capables d'ingérer de plus fortes quantités d'espèces ligneuses (50 à 90 %) que les ovins (20 à 40 %), les chevaux (10 à 30 %) ou les bovins (5 à 10 %). La chèvre, sans marquer de prédilection particulière pour les ligneux, en

Tableau 8.9. Contribution d'*Artemisia herba-alba* dans la ration d'ovins et caprins expérimentés ou non.

Période	Alternative sur la disponibilité en fourrage	Ovins		Caprins
		expérimentés	non expérimentés	non expérimentés
Août	forte	7	1	0
	faible	30	5	0
Novembre	forte	0	1	0
	faible	19	6	1

Source : Narjisse H. (1981), *Acceptability of big sagebrush to sheep and goats, Roles of monoterpenes*, Ph. D. Dissertation, Utah St. Univ., Logan.

consomme de nombreuses espèces : chêne vert, chêne liège, arbousier, bruyère, genêt dans le maquis corse, chêne vert, frêne, globulaire et cytise dans le Haut-Atlas.

Par contre, les herbacées sont toujours dominantes dans la ration des ovins ; ces derniers ne se portent vers les strates ligneuses qu'en période hivernale et en fin d'été, et ils collectent plutôt les fruits (glands).

Il faut se garder de toute généralisation tant les situations sont diverses. Dans le Ferlo sénégalais, bovins et ovins présentent des rations peu différentes, et la concurrence entre les deux espèces est manifeste ; leurs **niches alimentaires** étant dans ce cas assez proches, le taux de chevauchement est élevé (figure 8.8) ; il est, par contre, faible dans le nord-ouest du Kenya où les rations des différentes espèces sont très différentes (figure 3.15).

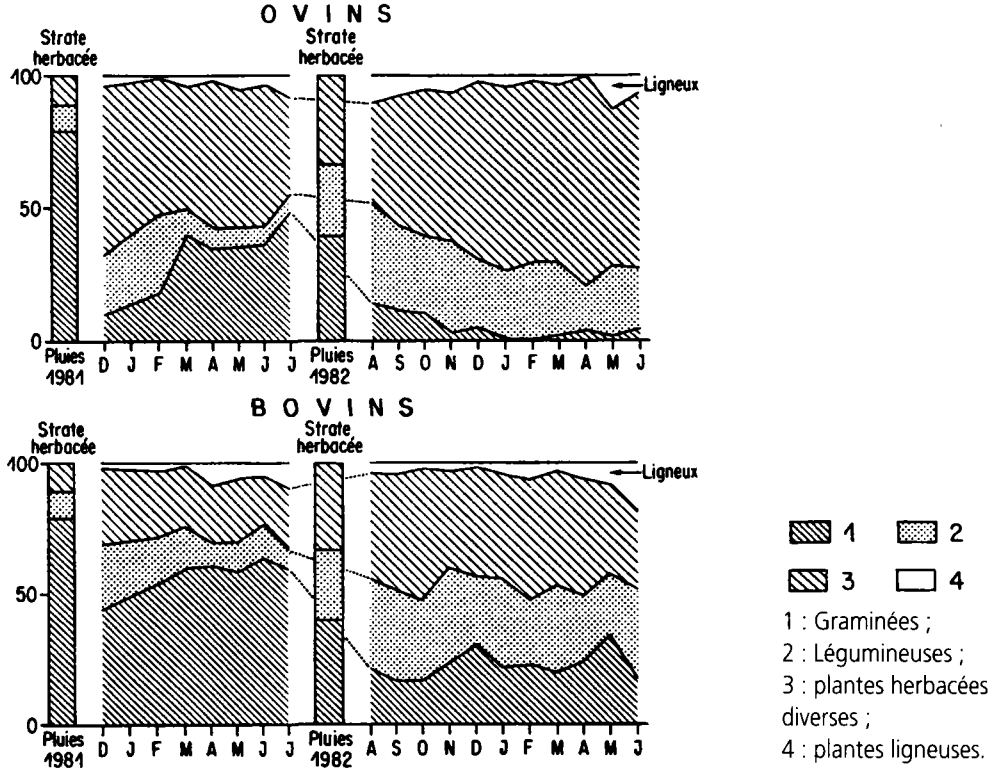


Figure 8.8. Composition botanique du pâturage et du régime alimentaire de bovins et d'ovins sur des parcours du Ferlo (Doli, Sénégal).

Source : d'après Guérin M. (1987), *Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéliens (Sénégal)*, thèse, ENSA Montpellier, 215 p.

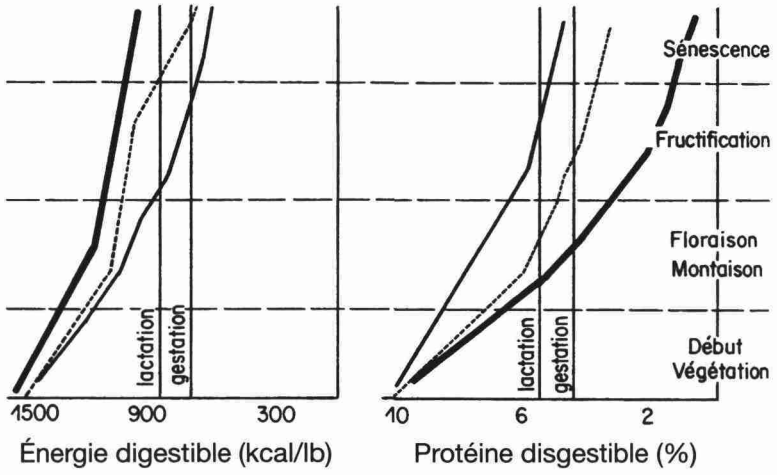
L'étude du comportement alimentaire donne donc une double information :
– **zootechnique** : composition botanique de la ration, répartition des apports entre les strates de végétation, participation des espèces dans le calendrier alimentaire, valeur nutritionnelle des espèces végétales ;
– **pastorale** : plantes sélectionnées et impact de l'animal sur celles-ci, évolution prévisible de la végétation.

L'identification des espèces clés, c'est-à-dire celles qui jouent un rôle majeur dans l'alimentation des animaux, est donc un préalable à toute intervention sur le parcours et sur le troupeau.

4.1.4. La valeur nutritionnelle de la ration ingérée

Un parcours pauvre, donc peu productif, produit-il une herbe de mauvaise qualité ? En fait, non. Grâce aux choix que l'animal opère dans ces végétations composites, la ration peut être d'excellente qualité.

Les Graminées et les autres herbacées n'ont pas les mêmes qualités nutritionnelles que les ligneux (figure 8.9). Les premières sont de bons fourrages en début de saison, tandis que les ligneux marquent une meilleure tenue en protéines. C'est une des raisons pour lesquelles, à la fin de l'été, les animaux se tournent vers les strates ligneuses qui conservent une plus forte teneur en protéines. Leur digestibilité reste cependant médiocre toute l'année, sauf à l'émergence des feuilles. Certaines espèces ligneuses sont cependant d'excellents fourrages (voir paragraphes 2.2 du chapitre 3 et 3 du chapitre 5).



— 1 — 2 ------ 3 1 : Graminées ; 2 : autres espèces herbacées ; 3 : ligneux. Les lignes verticales marquent les besoins des animaux en fonction de leur état.

Figure 8.9. Comparaison de la valeur nutritive de trois classes de fourrages en fonction de leur phase phénologique.

Source : d'après Cook C. et Wayne (1971), "Energy budget of range and range livestock", *Colorado St. Univ. Exp. Stat. Bull.*, n° 109.

L'effet saisonnier reste toutefois d'importance variable (figure 8.10).

En milieu méditerranéen, l'effet saisonnier est accusé, si bien qu'après la courte période végétative, la digestibilité et la teneur en matières azotées du parcours chutent rapidement. Par exemple, en Tunisie, en quatre semaines, la digestibilité de la matière organique passe de 65 à 53 % et la teneur en protéines brutes de 12,5 à 9,5 %. Dans les garrigues, de mai à août, la chute est plus forte de 70 % à 49 % et de 24 % à 9 % respectivement.

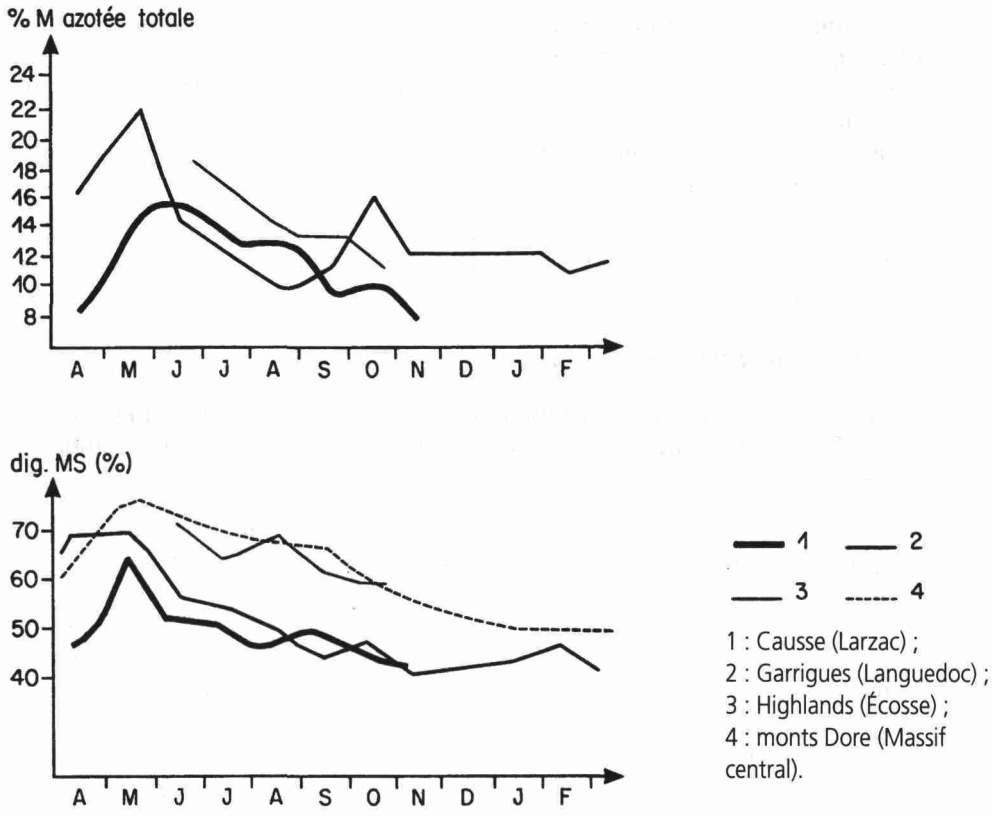


Figure 8.10. Variations de la digestibilité *in vitro* et des teneurs azotées du fourrage ingéré par des brebis.

Sur les parcours que les animaux pâturent toute l'année, de nombreuses espèces végétales participent à la ration. Les ligneux par exemple jouent un certain rôle en hiver ou en milieu d'été. Il faut donc prendre soigneusement en compte l'ensemble du cycle annuel dans la gestion d'un parcours et ne pas tout sacrifier à la recherche d'une forte production d'herbe de printemps sans se préoccuper du reste de l'année.

4.1.5. Les quantités consommées sur parcours

• La régulation comportementale

Rappelons que la quantité ingérée sur parcours est le produit de la durée de paissance quotidien (en minutes) par le rythme de coups de dents (RCD, en coups de dents par minute) et par la "masse moyenne du coup de dents", ou PCD, qui correspond à la masse de végétation sectionnée par le mouvement des mâchoires produit par les animaux quand ils paissent ; le PCD s'exprime en grammes par coup de dents.

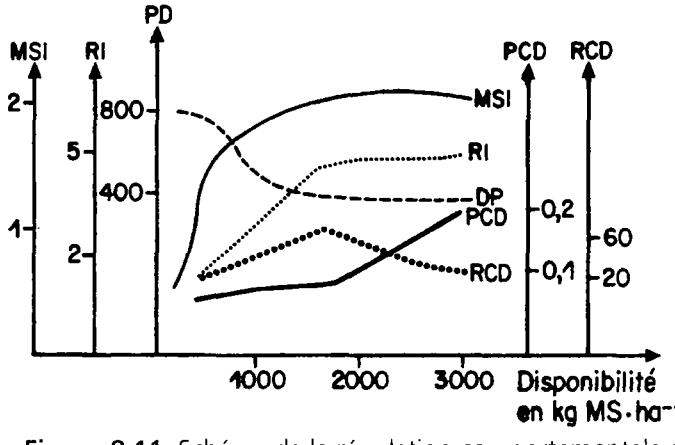
Les ruminants utilisent trois mécanismes distincts pour contrôler les quantités qu'ils ingèrent :

– pour les fourrages dont la digestibilité est supérieure à 0,70, la régulation est de type **métabolique** : les quantités ingérées sont alors limitées par les besoins exprimés par les animaux. Cette situation, sans être exceptionnelle, n'est pas courante sur parcours ;

– pour les fourrages dont la digestibilité est inférieure à 0,70, la régulation est de type **physique** parce que l'ingestion est limitée par le volume du rumen. Pour un animal

donné, ayant une capacité d'ingestion définie par sa masse sur pieds et son potentiel de production, le fourrage est consommé en quantité différente selon son ingestibilité qui dépend surtout du coefficient de digestibilité de la matière organique ; c'est une situation courante en période normale sur parcours ; par exemple, une brebis de 40 kg consomme 1 kg MS sur une végétation de printemps dont la digestibilité est de 0,70 mais ne peut ingérer que 0,7 kg MS en été, quand la digestibilité chute à 0,50 ;
– sur parcours pauvre, où les disponibilités sont restreintes, la régulation précédente ne joue plus, car, en situation de rareté, la régulation est essentiellement de type comportemental.

Quand le parcours s'appauvrit (figure 8.11), quatre phénomènes interviennent dans un certain ordre :
– une **diminution du PCD** ; c'est normal et prévisible puisque dans une végétation moins dense et moins haute, la bouche de l'animal (qui opère comme la barre de coupe d'une machine agricole !) ne peut prélever qu'une biomasse plus faible. Sur l'exemple cité plus haut, le PCD passe de 0,2 g à moins de 0,05 g pour des brebis ;
– une **accélération du RCD** qui peut dépasser 70 coups de dents par minute tant que la végétation sélectionnée reste "à portée de mâchoires" ; cela permet à l'animal de compenser la diminution du PCD. Au-delà d'un certain seuil (dans notre exemple 1 800 kg MS·ha^{-1}) le RCD diminue inéluctablement car, à la prise de végétation, s'ajoute un temps de recherche de plus en plus long. Aussi le débit de matière sèche ou rythme d'ingestion (RI), égal au produit RCD × PCD, diminue-t-il à son tour de 5 g·min^{-1} à moins de 2 g·min^{-1} ;
– un **allongement de la durée de paissance** permet alors à l'animal de s'adapter à cette nouvelle situation. Mais il arrive un moment, variable selon le type de végétation, de recouvrement, d'accessibilité, où un temps de recherche et de déplacement de plus en plus long s'ajoute au temps de paissance. Les quantités ingérées quotidiennement diminuent ;
– sur des végétations encore plus éparses, il y a **décrochage**. Malgré les différentes modifications de son comportement, l'animal ne peut plus assurer correctement sa ration.



MSi : matière sèche ingérée par jour (en kg) ; RI : rythme d'ingestion en g MS·min^{-1} ; DP : durée de paissance ; PCD : masse du coup de dent en g MS ; RCD : nombre de coups de dents par minute.

Figure 8.11. Schéma de la régulation comportementale des animaux sur parcours.
Source : d'après Allden W. et Whittaker I. (1970), "The determinant of herbage intake by grazing sheep : the interrelationship of factor influencing herbage intake and availability", *Aust. J. Agric. Res.*, 21 : 755-766.

Ainsi, dans l'expérience citée, tant que l'herbe disponible dépasse 3 t MS·ha^{-1}, la brebis n'a besoin que de 7 heures de paissance. Au-dessous de 3 tonnes, son rythme d'ingestion (en g MS·min^{-1}) diminue et la durée de paissance augmente. A 500 kg d'herbe par hectare, le rythme d'ingestion a baissé de 75 %, mais cette durée plafonne à 12 heures : les quantités ingérées diminuent.

Il se dégage donc trois principes fondamentaux dans la conduite d'un troupeau au pâturage ; pour satisfaire les besoins alimentaires des animaux, il faut :

– un temps de gardiennage suffisant, faute duquel l'animal ne peut satisfaire ses besoins en temps voulu, même si l'état du pâturage le permet ;
– offrir à l'animal des parcelles de plus en plus grandes au fur et à mesure que la saison s'avance ;
– lui permettre de beaucoup se déplacer en période de restriction.

• Les autres sources de variation de l'ingestion

Outre la disponibilité de la végétation consommable qui vient d'être analysée, les quantités consommées dépendent, notamment, des qualités nutritionnelles de la ration et des éventuels apports complémentaires de concentrés.

Les qualités nutritionnelles de la ration. Comme pour n'importe quel autre type de fourrage, les quantités ingérées sur parcours sont étroitement liées à la digestibilité et à la teneur en matières azotées de la végétation sélectionnée. L'effet saisonnier sera donc fortement marqué :
– au printemps, sur le Causse et en Garrigues (figure 8.12) les niveaux de consommation sont particulièrement élevés et atteignent 2,4 kg MS par 100 kg vifs par jour, ce qui permet aux brebis en lactation de satisfaire la totalité de leurs besoins sur le parcours. En effet, en cette période, l'herbe est riche en matières azotées et très digestible, ce qui accélère le transit digestif et permet un fort niveau de consommation ;

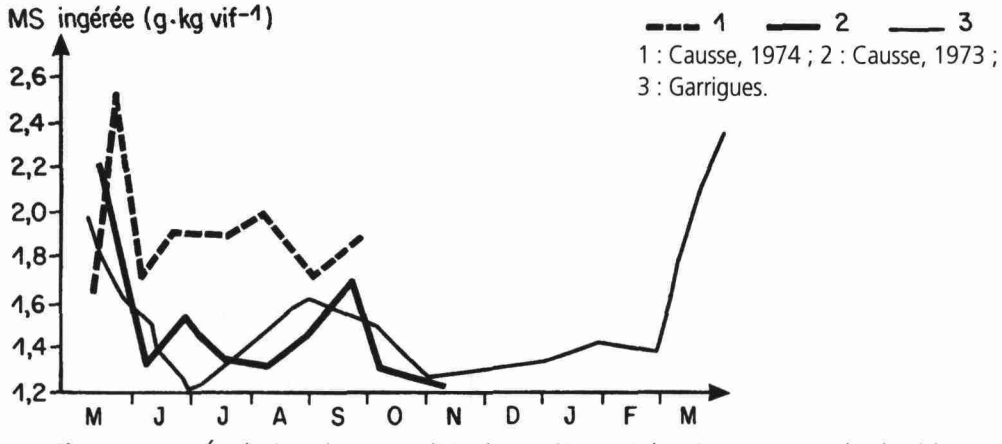


Figure 8.12. Évolution des quantités de matières sèches ingérées par les brebis.

– plus tard, quand la teneur en cellulose brute augmente, les quantités ingérées diminuent. En Garrigues, le phénomène est très brutal, puisqu'en un mois le niveau d'ingestion passe de 2,0 à 1,2 kg MS pour 100 kg vifs ;
– en 1974, sur le Causse, l'année étant pluvieuse, la teneur en cellulose brute n'a jamais été très élevée et la consommation s'est maintenue à un bon niveau.

Les espèces animales montrent à ce propos des réactions différentes. Au Ferlo (Sénégal), les ovins semblent marquer des amplitudes de consommation plus fortes que celles des bovins (tableau 8.10).

Tableau 8.10. Quantités journalières ingérées par des bovins et des ovins sur parcours du Ferlo.

Consommation kg MS par 100 kg vifs	Bovins	Ovins
Début saison des pluies	1,6	1,8
Pleine saison des pluies	2,5	3,2-3,8
Saison sèche	2,0	2,7-3,2

Source : d'après Guérin M. (1987), *op. cit.*

Apport de concentrés en com-

plément. La confrontation des apports du parcours aux besoins des animaux montre qu'en général les besoins en protéines sont moins longtemps satisfaits que les besoins énergétiques. Le déficit azoté apparaît au moins un mois avant le déficit énergétique, sauf sur des parcours arbustifs où l'inverse est quelquefois constaté.

Il faut donc envisager de complémenter l'alimentation des animaux sur les parcours, après avoir déterminé l'élément qui est déficitaire, énergie ou azote, variable selon le type de parcours et le type de production.

Les quantités de concentré distribuées ne sauraient dépasser 20 à 25 % du total de la ration. En effet, chaque kilo de concentré ingéré provoque la diminution (ou quelquefois, plus rarement, l'augmentation) d'une certaine quantité des fourrages ingérés sur parcours (de – 1,4 à + 0,3 kg MS par kg MS de concentré). C'est le **taux de substitution** qui est d'autant plus faible que les fourrages ont une ingestibilité plus basse. Un apport très limité (10 à 15 %) d'un concentré riche en azote et minéraux peut accroître la consommation d'un fourrage pauvre caractérisé par un excès de fibres longues lignifiées, un manque d'azote digestible et une carence en minéraux comme le phosphore. Cet apport ponctuel, qui ne se substitue pas aux fourrages pâturés, stimule au contraire la digestion et l'absorption des produits de la dégradation. C'est un simple additif dont l'intérêt nutritionnel est démontré (mais qui n'est pas nécessairement économiquement rentable). Les mélanges urée + mélasse + minéraux (phosphore et soufre) sont les plus utilisés.

Par contre, la distribution abusive de fortes quantités d'orge sur parcours, comme cela se pratique au Maghreb, se traduit par une mauvaise utilisation des ressources pastorales par suite de la substitution qui s'opère entre fourrage et concentré (tableau 8.11) et, en période de sécheresse, l'augmentation du bétail entraîne un surpâturage tel que la destruction complète de la végétation est possible.

Tableau 8.11. Substitution fourrage et concentré sur parcours (taux de substitution de 0,5).

Consommation en kg MS·tête^{-1}·j^{-1}	Sur parcours	Orge	Total
Ovins non complémentés	0,8	-	0,8
Ovins complémentés	0,6	0,4	1,0

La connaissance des bases scientifiques de cette interaction entre l'animal et la végétation pastorale se révèle donc indispensable, bien que la mobilisation de ce type de connaissance, en termes d'actions pratiques pour la gestion du troupeau, reste difficile.

L'éleveur sur parcours est en effet confronté à une double exigence : produire de la viande, du lait, de la laine... de la façon la plus rationnelle et la moins coûteuse, tout en respectant l'équilibre du milieu qu'il exploite, voire en l'améliorant. Ce compromis, difficile à trouver, ne peut être obtenu que grâce à une meilleure compréhension des mécanismes et des caractéristiques particulières de cette interaction animal et végétation. C'est de cette confrontation que peut naître une gestion mieux raisonnée et moins pragmatique du troupeau.

4.2. La gestion des troupeaux sur parcours

4.2.1. Types d'espaces pastoraux

Deux contextes bien différents s'opposent selon que les espaces consacrés au pastoralisme sont soumis à de fortes ou à de faibles pressions d'utilisation.

• Dans les espaces pastoraux où existe une **forte pression de pâturage**, les parcours, et le bétail qui l'exploite, produisent peu, mais les charges supportées par l'éleveur sont en général faibles. C'est le cas des espaces pastoraux maghrébins ou

sahéliens dont le statut foncier est de trois types : domaine public de l'État, géré par les forestiers ou autres agents territoriaux, domaine collectif des collectivités locales, domaine privé.

• Il est apparu des espaces de **déprise agricole** dans toute l'Europe méridionale, où le développement des élevages ovin et caprin ont accompagné la régression des autres productions agricoles et la marginalisation économique et humaine des exploitations agricoles. Celles qui ont pu se moderniser ont souvent regroupé des terres mécanisables pour la production fourragère avec des espaces laissés vacants, forestiers ou non, proches de l'exploitation ou lointains (transhumance).

Dans ces deux cas, l'espace du pâturage est hétérogène et complexe parce que constitué de végétations différentes et de terres de statuts fonciers variables. Les solutions proposées sont les suivantes :

• Dans les pays à forte pression pastorale et démographique, il faut protéger les parcours du surpâturage, améliorer la production de la végétation et gérer son utilisation par les animaux.

• Dans les régions de déprise agricole, il faut lutter contre l'embroussaillement et les risques d'incendie, rénover les friches et les landes, ou réintroduire le bétail dans les espaces forestiers de faible valeur économique.

Dans ces deux contextes, les mêmes grands principes d'intervention sur la conduite du troupeau s'appliquent : gérer la charge, organiser la circulation des animaux dans le cadre de systèmes de pâturage, équilibrer les ressources alimentaires et les besoins animaux, agir sur la structure des troupeaux.

4.2.2. La gestion de la charge

• Quelques définitions indispensables

Charge, *C* : c'est le nombre d'animaux d'un type précis par hectare et pour une période donnée. (Ex. : la charge de ce parcours est de 2 brebis par hectare au printemps.)

Densité, *D* : c'est le nombre d'animaux par hectare pour une courte période sur une parcelle. (Ex. : la densité dans ce parc est de 25 chèvres par hectare pendant les 4 jours de son utilisation.)

Capacité de pâturage, Ca : c'est le nombre de jours × nombre d'animaux par hectare pour une période déterminée. (Ex. : 6 brebis pâturent au printemps 2 ha pendant 20 jours ; Ca = 60 jours × brebis par hectare qu'on écrira : JB = 60 au printemps, 60 jours-brebis.)

Pression de pâturage, PP : c'est le nombre d'animaux d'un type précis par unité de masse d'herbe pour une période déterminée. (Ex. : la pression de pâturage en été est de 1,6 brebis·t^{-1} MS d'herbe disponible.)

Herbe offerte, HO : c'est la masse d'herbe disponible par kilo vif d'animal sur le parcours. (Ex. : 18 kg MS d'herbe par kg vif d'animal.)

Production animale par hectare, qui est simplement le produit : charge × production par animal dans la période considérée. (Ex. : le parcours a produit en une année 35 kg de croît par hectare.)

On remarque que PP et HO sont inversement reliés. Mais ces deux critères sont essentiellement utilisables sur des parcours herbacés où la masse de l'herbe disponible est mesurable. Ce n'est pas le cas dans des parcours hétérogènes.

Chacun de ces critères présente des qualités et des défauts. Certains sont commodes mais imprécis ; par exemple, la charge se réfère au nombre d'animaux mis sur le parcours, il faut donc qu'ils soient de même espèce et d'un type précis (brebis d'une race déterminée ou agneaux d'un certain âge) pour éviter des approximations abusives. D'autres critères sont plus rigoureux mais peu utilisables sur parcours, par exemple l'herbe offerte (HO) car la collecte expérimentale pour mesurer le disponible n'est pas toujours envisageable. Aucun critère n'est parfait, il faut donc savoir en utiliser plusieurs.

• **Variation de la charge**

La gestion de la charge est un élément essentiel de la conduite du pâturage, de la gestion du troupeau et de la réussite économique de l'éleveur. Cependant, compte tenu de la complexité des paramètres qui entrent en jeu, et malgré les connaissances accumulées sur l'animal au parcours, il est clair que, dans la pratique et sur un site spécifique, il n'y a pas de substitut à l'expérience de l'éleveur. La recherche de la charge optimale doit par conséquent s'appuyer sur une double expérience théorique et pratique.

Influence de la charge sur la production animale. En termes de performances zootechniques, il apparaît une relative incompatibilité entre de fortes performances animales individuelles et une forte production à l'hectare. En effet, lorsque la charge augmente, les animaux qui étaient à leur optimum commencent à se faire concurrence : la disponibilité en herbe décroît, les choix faits par les animaux les conduisent vers des végétations de moindre qualité, enfin les besoins énergétiques des animaux s'accroissent car leurs déplacements augmentent. Le croît par animal diminue donc régulièrement jusqu'à s'annuler quand les animaux sont simplement à l'entretien. C'est ce qu'expriment sous des formes différentes, les courbes rassemblées dans le premier graphique de la figure 8.13.

La production animale par hectare (P) est égale au produit du croît individuel (y) par le nombre d'individus, c'est-à-dire par la charge (x) : $P = yx$. Or le croît individuel diminue quand la charge augmente :

$$y = a - bx$$

donc

$$P = x(a - bx) = ax - bx^2.$$

Cette production P suit une courbe qui atteint un maximum, x_m, représentant la charge optimale. On voit donc qu'il n'est pas possible d'avoir en même temps des animaux au maximum de leur croît individuel et les productions par hectare les plus fortes.

Mais ces modèles théoriques (il y en a d'autres) ne rendent pas compte de la complexité des situations. Pourquoi ? De quel optimum parle-t-on ?

Pour l'éleveur, les objectifs peuvent varier. S'il veut "finir" des animaux à l'herbe, il cherche une charge faible pour que les animaux aient une croissance maximale. S'il dispose de peu de surface, il souhaite maximiser la production à l'hectare. Sur des parcours collectifs, il n'hésite pas à surcharger (s'il ne le fait pas, son voisin le fera !).

En termes économiques, le profit maximal ne correspond donc pas au produit animal maximal : le produit brut à l'hectare est égal au produit animal P multiplié par le prix de vente moyen d'un animal V :

$$\text{Produit brut} = PV = V(ax - bx^2)$$

tandis que les charges financières sont proportionnelles au nombre d'animaux, soit Cx, le profit est donc :

$$\text{Revenu net} = V(ax - bx^2) - Cx$$

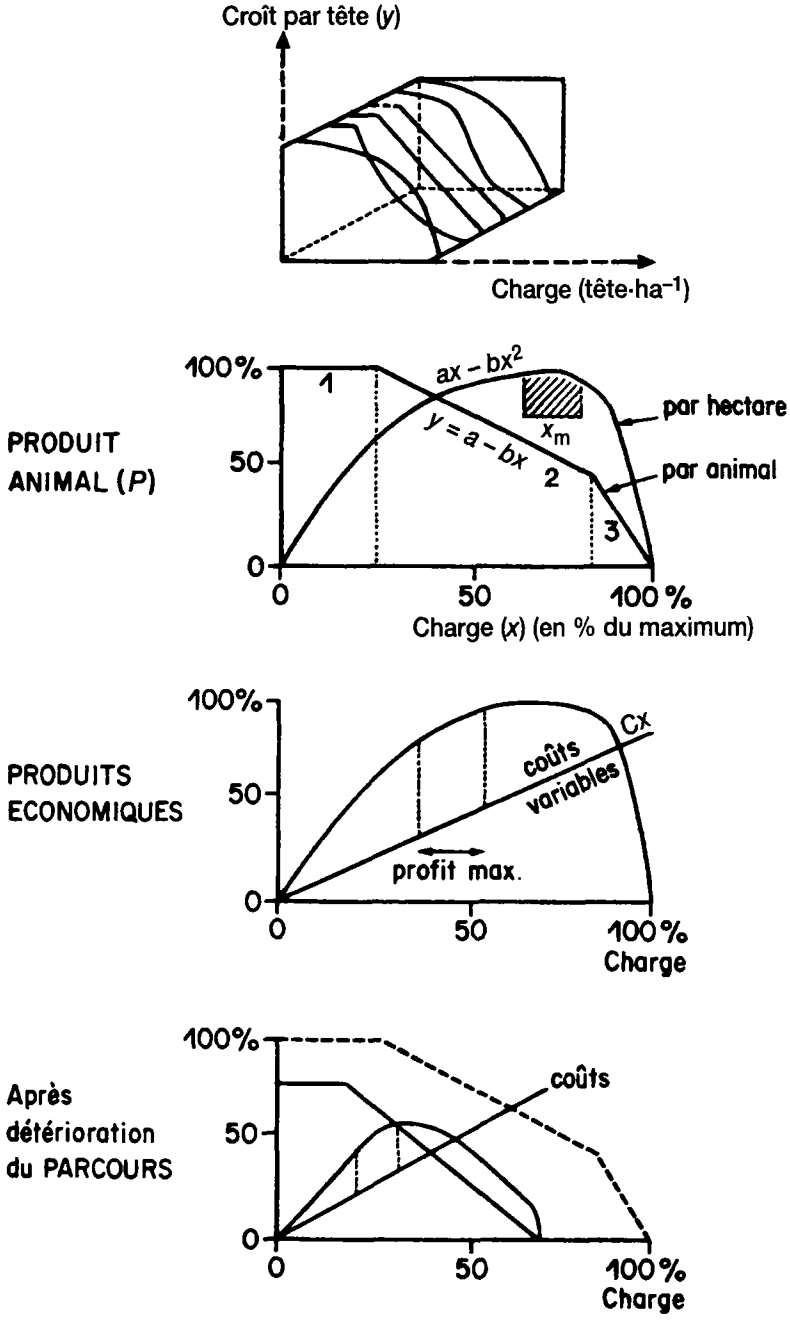


Figure 8.13. Influence de la charge sur les productions.

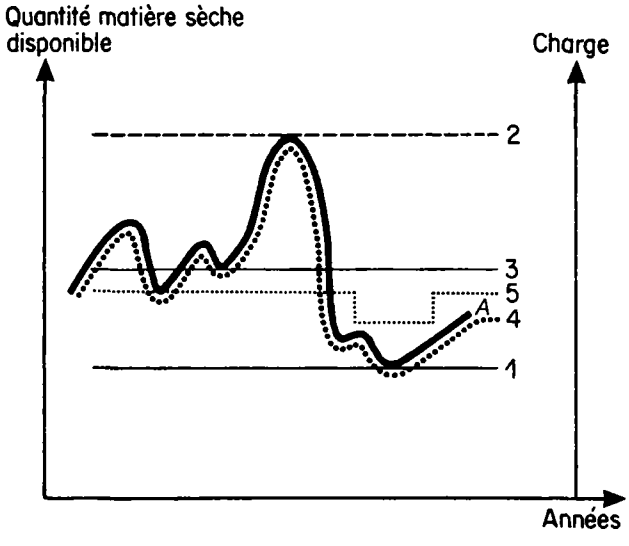
Source : d'après Wilson A., Harrington G. et Beale I. (1984), "Grazing management" in *Management of Australia's rangelands*, CSIRO, Cambera, ch. 9 : 129-139.

Dans ces conditions, le revenu net maximal est atteint pour des charges inférieures à x_m (figure 8.13). Sur un parcours dégradé, la charge optimale est naturellement plus faible.

De façon plus pratique, une charge forte permet de meilleurs revenus pour un cycle d'années favorables, mais en cas d'année sèche, les pertes sont alors considérables et annulent l'avantage acquis. Il faut donc opter pour une charge modérée.

Variations de la charge selon l'année et les saisons. Dans les systèmes de type "ranching" (les mieux étudiés et les plus normatifs), il est possible d'élaborer une véritable stratégie pour adapter la charge aux ressources annuelles ; cinq modes de gestion de la variabilité climatique sont possibles (figure 8.14) :
– la charge est ajustée au niveau le plus bas de l'année la plus sèche ; cette stratégie pessimiste n'est jamais adoptée ;
– la charge est fixée au niveau le plus haut de la meilleure année ; cette stratégie, beaucoup trop risquée, est inapplicable ;
– la charge est placée au niveau de la moyenne des années calculées ; c'est une stratégie souvent adoptée qui implique l'apport de compléments pour compenser les déficits alimentaires ;
– la charge est variable et suit les fluctuations climatiques. L'ajustement est appliqué en fin de période de croissance de l'herbe ; cette stratégie, idéale aux yeux de l'éleveur, n'est pas facilement applicable car elle rencontre plusieurs difficultés :
  * difficulté d'estimation de l'état des ressources disponibles,
  * prix d'achat trop élevé des animaux maigres et à engraisser les bonnes années,
  * risque sanitaire pour l'introduction de nouveaux animaux,
  * très fortes réticences psychologiques pour abattre des animaux autant qu'il le faudrait les mauvaises années ;
– la charge est constante et fixée à 90 % de la charge moyenne calculée. Il faut prévoir une réduction sensible en cas de sécheresse forte et prolongée ; c'est la stratégie la plus sage.

Dans la plupart des cas qui se rapportent au contexte pastoral traditionnel, les fluctuations climatiques sont plus souvent subies que gérées. En période de sécheresse, la "stratégie" se résume alors à une surexploitation des ressources pastorales (qui ne permet pas la reconstitution de réserves suffisantes) et, parfois, à des apports de compléments sous forme d'orge et de paille.



A : variation de la production végétale ; 1 : charge réglée sur la plus mauvaise année ; 2 : charge réglée sur la meilleure année ; 3 : charge réglée sur l'année moyenne ; 4 : charge variable ajustée à la production ; 5 : charge réglée à 90 % de la charge moyenne avec réduction en cas de sécheresse prolongée.

Figure 8.14. Stratégies pour l'adaptation de la charge selon les années.

• Taux d'utilisation du parcours

Dans les situations maîtrisées, l'éleveur doit se demander dans quelles proportions les ressources pastorales sont exploitables et quel doit être le taux d'utilisation optimal. Le raisonnement s'appuie sur l'estimation de la matière sèche résiduelle et le calcul consiste à déterminer la charge et le temps de passage optimaux de telle sorte qu'il reste sur le sol une biomasse résiduelle suffisante, variable selon les

types de parcours et tenant compte de la période de paissance, incluant ou non la période de croissance, de la vigueur et de la qualité du parcours, de la distance aux points d'eau et de la topographie.

Ainsi, aux États-Unis, les spécialistes du *range management* proposent les taux d'utilisation suivants, variables selon les sites :
– zones humides, 45 à 60 % ;
– zones semi-arides, 35 à 40 % ;
– zones arides, 25 à 30 %.

Ces taux varient dans la fourchette indiquée en fonction du **plan de pâturage prévisionnel** et ne se substituent pas à l'expérience de l'éleveur. Ces calculs partent des trois principes suivants :
– la biomasse disponible est mesurable, ce qui est loin d'être toujours le cas ;
– le taux d'utilisation optimal est fixé par l'expérience ;
– la surface pâturée est connue avec précision.

Les quantités de matières sèches consommées par les animaux en une journée sont estimées en adoptant les normes classiques :
– parcours riches, ou début de saison : 2,6 kg MS pour 100 kg vifs. Par exemple, une brebis de 40 kg consommera par jour $2{,}6 \times 0{,}4 = 1{,}04$ kg MS ;
– parcours pauvres, ou fin de saison : 1,5 kg MS pour 100 kg vifs ;
– chevaux et ânes : 3,0 kg MS pour 100 kg vifs.

Premier exemple d'application : le troupeau homogène. Soit un parcours de 1 000 ha qui porte 500 kg MS·ha^{-1} disponible, dont le taux d'utilisation est estimé à 40 %, pour une période de paissance de 200 jours. Quelle sera la charge moyenne pour les brebis allaitantes ?

– la quantité de fourrage disponible est égale au produit de la production par hectare par le taux d'utilisation et par la surface :

$$500 \times 0{,}40 \times 1\,000 = 200\,000 \text{ kg MS}$$

– la consommation des animaux est donnée par le produit de la masse des brebis par leur niveau d'appétit (en kg MS par 100 kg vifs) et par la durée de la période de pâture :

$$40 \times 0{,}025 \times 200 = 200 \text{ kg MS par brebis}$$

– nombre de brebis entretenues :

$$200\,000/200 = 1\,000 \text{ brebis}$$

– charge moyenne sur la période :

$$1\,000/1\,000 = 1 \text{ brebis·ha}^{-1}.$$

En fin de saison de pâture, il doit rester en principe 300 kg MS·ha^{-1} puisque le taux d'utilisation est fixé à 40 %.

Second exemple d'application : le troupeau mixte. Dans le cas fréquent où ovins, bovins et caprins sont en troupeaux mélangés, le calcul dépend du **taux de chevauchement** des niches alimentaires des différentes espèces animales :
– s'il est faible, on fait des calculs indépendants, un pour chaque espèce, tenant compte de leurs consommations différentes ;
– s'il est moyen, on peut théoriquement faire une adéquation en fonction de ce taux, mais il est plus prudent de se fonder sur un effet non additif en se rappelant qu'en période difficile le taux de chevauchement s'élève rapidement ;
– s'il est fort, toutes les espèces consommant la même végétation, il faut faire un calcul global sur la base des UGB (en première approximation, 1 ovin = 0,02 bovin) ;

On peut ainsi rassembler des éléments de calcul pour déterminer en début de saison une charge raisonnable, susceptible d'être corrigée en fin de saison de croissance. Mais ces évaluations sujettes à caution ne proposent dans tous les cas qu'un cadre à l'intérieur duquel l'éleveur organise la circulation des troupeaux.

4.2.3. Principaux systèmes de pâturage

La plupart des techniques rationnelles d'utilisation de l'herbe proposent une discontinuité de la paissance dans le temps et dans l'espace, donc le contrôle de la charge animale permanent dans le cadre d'un système de pâturage ; mais un pâturage continu est aussi possible.

• **Utilisation discontinue**. La discontinuité suppose des périodes de **mise en défens** de certaines parcelles. Elles s'organisent selon trois modes qui ont des effets différents sur la végétation (tableau 8.12).

Tableau 8.12. Les trois modes de mise en défens.

Mode	Report ou pâturage différé	Repos annuel	Rotation
Caractéristique	Report de pâturage au-delà de la période de croissance critique pour que les espèces clés puissent produire des graines	Durée du repos minimale d'un an	Déplacements du troupeau sur plusieurs parcelles selon un schéma préétabli
Effet sur la végétation	Augmentation de la vigueur et du recouvrement des meilleures espèces	Reconstitution des réserves des plantes	Permettre périodiquement aux plantes clés de ne pas être pâturées en période critique de croissance

La circulation des troupeaux s'organise à son tour selon différents systèmes. De très nombreuses formules ont été proposées ; parmi celles-ci citons (figure 8.15) :
– le **pâturage continu**. C'est la formule la plus simple... et qui dans de nombreuses circonstances est la plus efficiente ;
– la **rotation avec pâturage différé**. Le pâturage est différé au printemps alternativement sur deux parcelles sur une rotation de deux ans ;
– la **rotation avec pâturage et repos**. Le pâturage total la 1re année est suivi la 2e d'un repos annuel, puis d'un pâturage différé la 3e. La 4e année de repos total permet la production des nouveaux semis. Le pâturage de la 5e année n'intervient qu'après la floraison ;
– le **système trois troupeaux/quatre pâturages** (*Merrill systeme*). Chaque parcelle est pâturée en continu pendant un an, suivi d'un repos de 4 mois. La phase de repos se déplace en 3 ans sur trois périodes différentes. C'est un système qui n'est logique que si les pluies ont une probabilité de tomber en toutes saisons ;
– la **rotation rapide** (*Savory*). Ce système a fait l'objet de nombreuses polémiques. Fondé sur des rotations rapides, à charge forte, pendant peu de temps (voir figure 8.15) il est censé améliorer l'infiltration d'eau, activer le cycle des minéraux, réduire la sélectivité et assurer une meilleure répartition du pâturage dans l'espace, allonger la période de croissance des plantes, réduire le taux des plantes non pâturées. Sa complexité et ses effets à moyen terme en réduisent cependant les avantages, comme l'ont démontré plusieurs expériences (voir tableau 8.13).

• **Utilisation continue**. Plusieurs pastoralistes pensent que le pâturage continu pratiqué à charge normale est une formule tout à fait viable. En effet, le principal reproche fait au pâturage continu est que la coupe sans relâche des plantes les plus

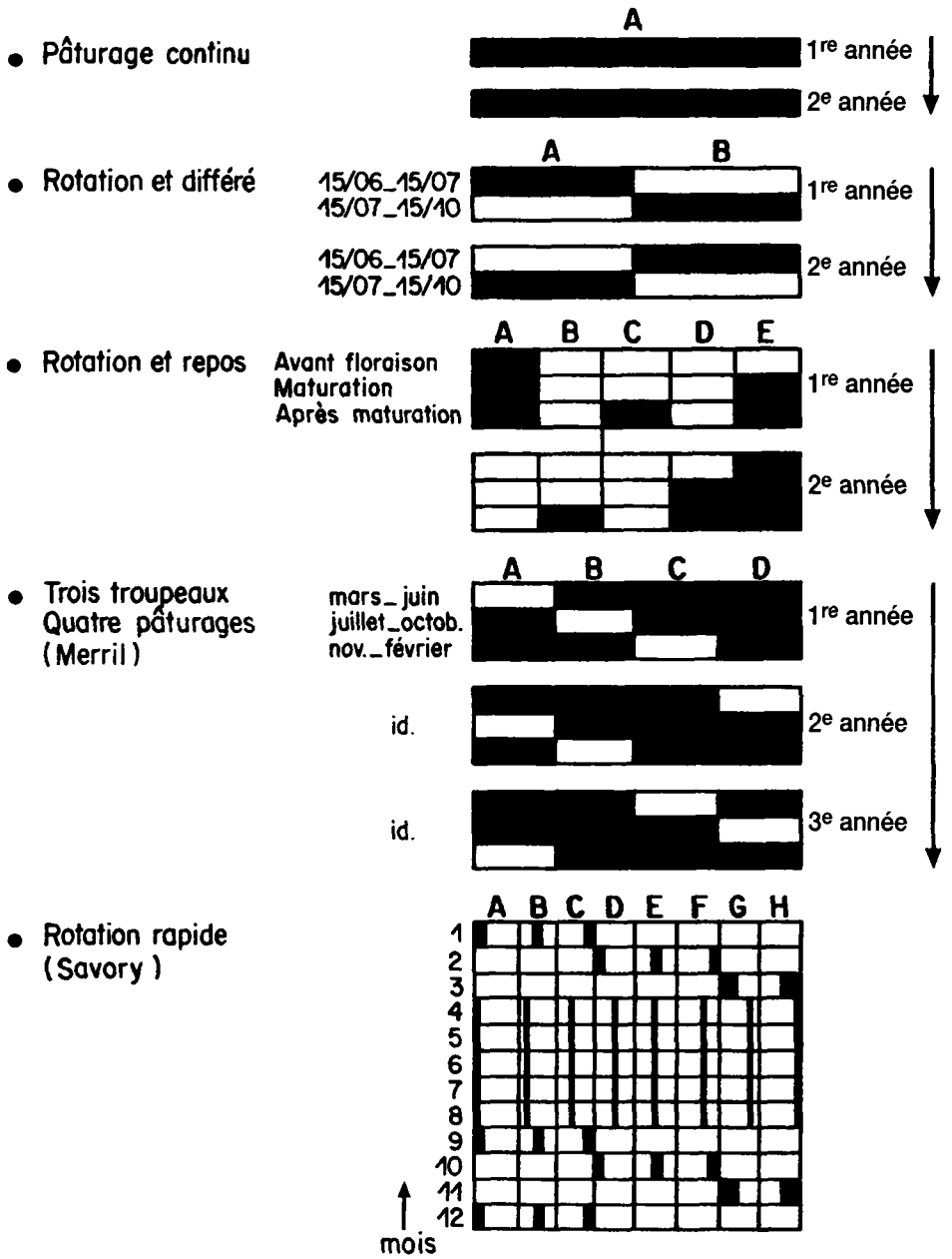


Figure 8.15. Les principaux systèmes de pâturage.

recherchées, notamment les Graminées pendant la période critique de croissance, est néfaste. C'est méconnaître l'importance de la sélectivité opérée par les animaux dont les préférences varient beaucoup d'une saison à l'autre, déterminant une très grande diversité de comportement. La hiérarchie qui s'établit entre les plantes en fonction de leur palatibilité d'une saison à l'autre assure naturellement le repos des plantes sur quelques périodes de l'année. Le seul vrai problème de paissance continu résiderait dans la mauvaise distribution des animaux qui surpâturent les aires les plus favorables, ce à quoi ses partisans répondent que sur des parcelles clôturées, l'effet clôture introduit aussi de fortes hétérogénéités.

Les comparaisons établies sur des parcours du Texas confirment la complexité du problème (tableau 8.13).

Tableau 8.13. Bilan économique en francs français de quatre systèmes de pâturage pour des bovins allaitants.

	Pâturage continu		3 troupeaux/4 pâturages	Rotation rapide
	lourd	modéré	(Merrill)	(Savory)
Produit brut				
par vache	1 500	1 530	1 570	1 350
par ha	300	260	270	360
Revenu net				
par vache	560	670	660	350
par ha	110	120	110	90

Source : d'après Heitschmidt R. (1986), "Short-duration grazing at the Texas Experimental Ranch" in *Proc. Short-duration grazing and current issues in grazing management short course*, Washington St. Univ. Cooperative Extension Serv., Puilman.

Si le pâturage est en bon état, une utilisation continue et contrôlée est parfaitement acceptable ; mais, si le pâturage n'est pas en équilibre ou est fragile (surpâturage, érosion...), les systèmes d'utilisation discontinue sont préférables, mais à condition :
– qu'ils favorisent effectivement l'augmentation de la densité des bonnes espèces fourragères ;
– qu'il y ait suffisamment de plantes pérennes, car elles sont plus sensibles et plus gravement touchées par le surpâturage que les plantes annuelles ;
– que l'avantage d'un système de pâturage soit testé sur une longue période, car la composition floristique évolue très lentement ;
– que toutes les conséquences économiques de l'implantation des clôtures, des points d'eau, des mouvements du troupeau soient soigneusement évaluées.

En règle générale, sur des pâturages où les plantes pérennes dominent, la combinaison de systèmes en rotation et de pâturage différé peut être efficace.

4.2.4. Parcours d'*Artemisia herba-alba*

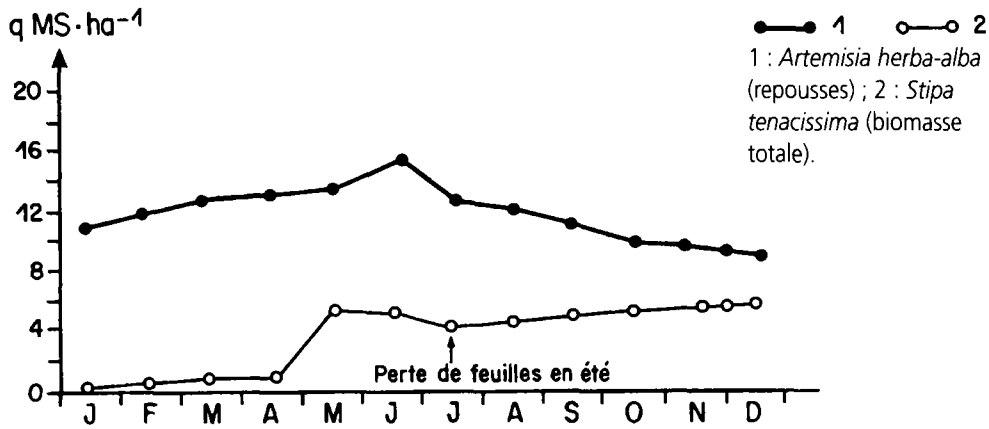


Figure 8.16. Variation annuelle de la production de matière sèche des espèces dominantes dans les Hauts-Plateaux algériens.

Source : d'après Vinogradov B. et Rodin L. (1970), "Essai de détermination du rendement des pâturages" in *Étude géobotanique des pâturages du secteur ouest de département de Medea (Algérie)*, éd. Naouka, Léningrad, 223 p.

L'utilisation rationnelle des parcours d'*Artemisia herba-alba* constitue un bon exemple de combinaison des systèmes en rotation et différé. La production végétale présente les variations saisonnières suivantes (figure 8.16) :

– lent accroissement en hiver et au début du printemps à cause des températures faibles,
– pousse énergique en avril et début mai consécutive à l'élévation de température,
– ralentissement pendant l'été (déssèchement et chute partielle des feuilles),
– reprise plus ou moins active d'automne, liée pratiquement aux pluies.

Un premier prélèvement tardif de l'armoise, à la mi-mai, ne diminue pas la production totale ; il produit 600 à 700 kg·ha^{-1}, mais laisse à la plante des réserves suffisantes pour une production de 200 à 300 kg·ha^{-1} sous forme de repousses de fin de printemps-début été (tableaux 8.14 et 8.15).

Tableau 8.14. Variation de la production des repousses d'*Artemisia herba-alba* en fonction du nombre de coupes.

Nombre de coupes	Dates	Production (quintaux) récoltée	totale
2	1re coupe (26 juin)	6,3	
	2e coupe (9 septembre)	0,3	6,6
3	1re coupe (26 juin)	6,3	
	2e coupe (5 août)	0,2	
	3e coupe (29 octobre)	0,5	7,0
4	1re coupe (17 mai)	6,7	
	2e coupe (26 juin)	0,9	
	3e coupe (3 août)	1,3	
	4e coupe (9 septembre)	0,9	9,8

Source : d'après Vinogradov B. et Rodin L. (1970), *op. cit.*

Tableau 8.15. Variation de la production totale d'*Artemisiaherba-alba* pour quatre prélèvements, en fonction de la date de la première coupe et de la seconde.

Date de la 1re coupe	Date de la 2e coupe	Production totale (quintaux)
23 février	24 juin	4,3
	1er avril	1,5-2,2
2 avril	16 mai	2,4-5,6
	26 juin	3,5
17 mai	26 juin	9,8

Source : d'après Vinogradov B. et Rodin L. (1970), *op. cit.*

Malheureusement, la pratique actuelle est une exploitation précoce et continue qui cause une sérieuse de diminution des rendements qui sont tombés à 50-150 kg·ha^{-1}.

4.2.5. Les limites d'application

La gestion rationnelle de la charge et l'organisation d'un système de pâturage cohérent s'appliquent à des systèmes agraires où les contraintes de type législatif, social, physique, financier sont faibles. C'est le cas sur les vastes parcours du Sud et de l'Ouest américain, de quelques pays d'Amérique du Sud, d'Australie ou d'Afrique du Sud, dans ces systèmes extensifs dits de "ranching".

Mais ailleurs, l'élevage sur parcours est associé à un système agraire où les contraintes pour conduire le troupeau sur un mode rationnel sont nombreuses. Le pastoraliste œuvrant auprès de ces sociétés pastorales doit par conséquent faire preuve d'une grande modestie et de beaucoup de réalisme pour améliorer le mode d'utilisation des parcours.

C'est la raison pour laquelle, dans les structures agraires complexes du sud de la France, la méthode de travail proposée est délibérément empirique, c'est-à-dire partant de l'expérience. On lira avec intérêt au chapitre 9 la démarche qui part de l'analyse précise des pratiques des éleveurs, élabore lentement un référentiel avant de construire un modèle d'action. Cette méthode, peu normative certes, est opératoire et de type "recherche-développement" ; elle peut être plus efficace qu'une analyse fondée sur l'évaluation de la charge optimale dans un système de pâturage prédéterminé.

4.2.6. La gestion de l'équilibre entre les ressources et les besoins des animaux

L'éleveur est confronté à une tâche complexe, puisqu'il lui faut raisonner l'exploitation des parcours par son troupeau en fonction de ses objectifs de production et des besoins de son troupeau. Il lui faut donc ajuster en permanence l'équilibre entre l'offre alimentaire variable au fil des saisons et les besoins animaux liés au cycle biologique du troupeau. Cet ajustement se fera d'autant mieux que le système sera souple et adaptable :
– souplesse de l'offre alimentaire, en mobilisant différentes surfaces, en se déplaçant, en complémentant ;
– souplesse des besoins animaux, en jouant sur la mobilisation des réserves corporelles.

L'éleveur gère donc une équation à quatre termes :

Ressources pastorales et agricoles	+	Compléments	+	Réserves corporelles des animaux	=	Besoins calculés à partir des performances

• **Mobilisation des réserves corporelles**

Dans les systèmes pastoraux, les animaux sont soumis à certaines époques de l'année à de fortes restrictions alimentaires. La mobilisation des réserves corporelles accumulées en période favorable joue alors un rôle important dans l'équilibre de l'alimentation. Ces réserves, constituées essentiellement de lipides, sont utilisées par les femelles avec un très bon rendement, surtout pendant la lactation.

Certaines races bien adaptées arrivent à perdre le tiers de leur masse, qui passe de 22 à 15 kg pour des chèvres nomades, de 38 à 27 kg pour des brebis Barbarin. La femelle qui maigrit fait appel à ses réserves de graisse, de protéines et d'eau ; par exemple, lorsqu'une brebis barbarine perd 8 kg, il y a 4 kg de graisse, 2,9 kg de protéines et de matières minérales et 1,1 kg d'eau.

Les graisses qui sont mobilisées viennent des tissus graisseux sous-cutanés, périrénaux, de la queue ou des fesses grasses pour certaines races ovines, ou de la bosse des dromadaires.

Il faut savoir profiter de cette capacité qu'ont les animaux de mobiliser leurs réserves. Mais il faut aussi savoir comment contrôler l'état des animaux et quand intervenir.

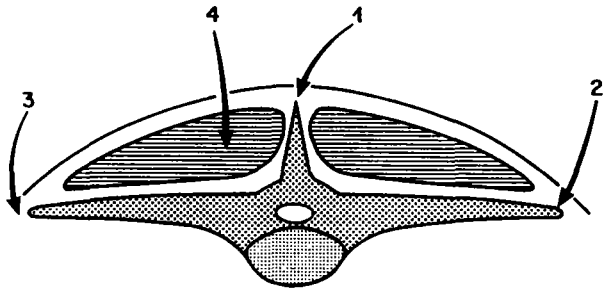
Comment contrôler l'état des animaux sur parcours ? La première méthode consiste à peser régulièrement les animaux adultes, en particulier les femelles, en tenant compte de leur état de gestation.

Plus simplement, on peut utiliser la méthode des maniements ou palpations chez la brebis, plus récemment de la vache, à partir d'une grille de référence.

Le premier point à observer dans l'appréciation de l'état corporel est la proéminence des apophyses épineuses des vertèbres lombaires ; sur la ligne médiane du dos, les apophyses apparaissent plus ou moins saillantes ou plus ou moins arrondies. Le second point consiste à déterminer la proéminence et le "degré de couverture" des apophyses transverses.

On juge ensuite l'importance des tissus musculaires et adipeux situés sous les apophyses transverses par la facilité avec laquelle on peut engager les doigts sous les extrémités de ces apophyses.

Enfin, on estime le développement du muscle (taille de la noix de côtelette) et du gras de couverture dans l'angle que font entre elles les apophyses épineuses et transverses (figure 8.17).



1 : proéminence des apophyses épineuses ; 2 : proéminence des apophyses transverses ; 3 : degré de couverture des extrémités des apophyses transverses ; 4 : épaisseur des tissus entre apophyses épineuses et transverses.

Figure 8.17. Les quatre étapes de l'attribution d'une note d'état corporel par maniement de la région lombaire de la brebis.

Source : d'après Russel A., Doney J. et Gunn R. (1969), "Subjective assesment of body fat in live sheep", *J. Agric. Sci. Cumb.*, 72 : 451-454.

Chaque estimation est notée de 0 à 5 ; enfin, une note terminale, moyenne de ces notes élémentaires, est attribuée aux animaux.

L'échelle suivante traduit donc l'état général des moutons :

Note 0 : animal extrêmement émacié et sur le point de mourir ; il est impossible de détecter des tissus musculaires ou adipeux entre la peau et l'os.

Note 1 : les apophyses épineuses sont saillantes et pointues. Les apophyses transverses sont également pointues, les doigts passant facilement sous leurs extrémités et il est possible de les engager entre elles. La noix du muscle est peu épaisse et on ne détecte pas de gras de couverture.

Note 2 : les apophyses épineuses sont encore proéminentes, mais sans "rugosité". Chaque apophyse est sentie au toucher simplement comme une ondulation. Les apophyses transverses sont également arrondies et sans rugosité et il est possible, en exerçant une légère pression d'engager les doigts entre leurs extrémités. La noix du muscle est d'épaisseur moyenne avec une faible couverture adipeuse.

Note 3 : les apophyses épineuses forment seulement de très légères ondulations souples ; chacun de ces os ne peut être individualisé que sous l'effet d'une pression des doigts. Les apophyses transverses sont très bien couvertes et seule une forte pression permet d'en sentir les extrémités. La noix du muscle est "pleine" et sa couverture adipeuse est moyenne.

Note 4 : seule la pression permet de détecter les apophyses épineuses sous la forme d'une ligne dure entre les deux muscles (recouverts de gras) qui forment une surface continue. On ne peut pas sentir les extrémités des apophyses transverses. La noix du muscle est "pleine" avec une épaisse couverture adipeuse.

Note 5 : les apophyses épineuses ne peuvent être détectées, même avec une pression ferme. Les deux muscles recouverts de graisse sont proéminents et on observe une dépression le long de la ligne médiane du dos. Les apophyses transverses ne peuvent être détectées. La noix des muscles est très "pleine" avec une très épaisse couverture adipeuse. D'importantes masses de graisse se sont déposées sur la croupe et dans la queue.

L'état général des bovins est traduit par :

Note 0 : le bassin est bien visible, le ligament sacro-tubéral très sec, le détroit cau-

dal très creusé, les vertèbres sont apparentes. Sur le flanc, la crête est très visible, la ligne du dos très irrégulière, les apophyses bien individualisées.

Note 1 : le bassin est perceptible, le ligament sec, le détroit très profond, le corps vertébral n'est pas apparent. Sur le flanc, la crête est visible, la ligne du dos irrégulière ; on peut compter aisément les apophyses.

Note 2 : la pointe des fesses est sans couverture ; le ligament bien isolé est légèrement couvert, le détroit profond, l'épine dorsale marquée et peu couverte. La crête de la hanche n'est pas apparente mais l'angle est vif. Les apophyses transverses peuvent être distinguées.

Note 3 : la queue est bien dégagée, la pointe des fesses couverte mais non noyée ; le ligament sacro-tubéral bien visible est épais. Le détroit caudal net, l'épine dorsale est apparente. L'ilium fait saillie mais est couvert. L'épine dorsale est bien dessinée, le rein creusé, les apophyses visibles.

Note 4 : les masses grasses débordent largement la pointe des fesses, le ligament sacro-tubéral est à peine visible, le détroit caudal presque insensible et l'épine dorsale à peine visible. Ilium apparent et angle ouvert, colonne vertébrale repérable, rein plat.

Note 5 : base de la queue noyée dans un rond de tissus gras, ligament et détroit caudal invisibles, dos plat et arrondi ; localisation de la hanche et de la colonne vertébrale impossible, rein plat, creux du flanc comblé.

Quand intervenir ? L'amaigrissement ne doit pas être excessif. Dans l'exemple cité (figure 8.18), l'objectif est de ne pas perdre en milieu de lactation plus de 15 % de la masse vive maximale, ni de descendre en dessous de la note 2 d'état corporel. Par contre, la brebis doit être en excellent état à la lutte (note 3). Il faut donc intervenir par des apports de compléments, produits ou achetés, ou par une modification de la gestion du parcours.

L'étude des réserves corporelles permet donc de mieux maîtriser la conduite du troupeau et les coûts d'alimentation sur parcours.

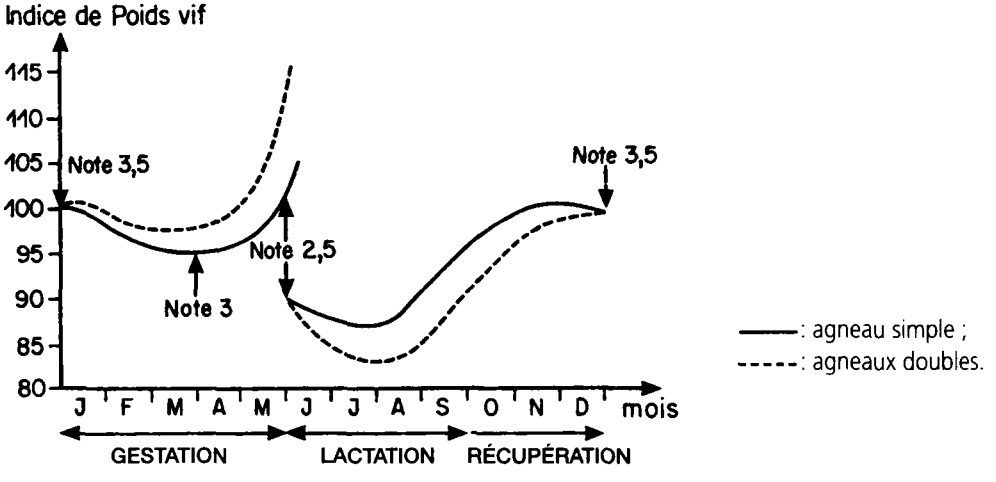


Figure 8.18. Évolution de la masse d'une brebis adulte au cours d'un cycle annuel de reproduction (mise bas d'avril).

Source : d'après Russel A., Doney J., et Gunn R. (1969), *op. cit.*

• **Équilibre alimentaire et prise de décisions**

La gestion de l'équation à quatre termes du paragraphe précédent supposerait que chacun d'eux soit connu avec précision. Or, ce n'est pas le cas. Les ressources pastorales et agricoles (c'est-à-dire les quantités consommées au pâturage) sont souvent difficiles à quantifier et l'état corporel est estimé par maniement ; seuls les besoins liés aux performances et l'apport à l'auge en complément sont connus avec précision. C'est pourtant sur cette équation que l'éleveur appuie ses décisions (tableau 8.16).

Tableau 8.16. Indicateurs, objectifs et décisions en milieu pastoral.

Séquence de décision	Ressources pastorales et agricoles	Complément	Réserve corporelle	Performances zootechniques
Information et indicateurs	Le temps État de la végétation Stocks disponibles sur pied	Prix et qualité du concentré	Note d'état corporel	Pesée des jeunes et GMQ* Production laitière ou fromagère
Objectifs	Nettoyer une parcelle Éviter le pâturage en période sensible Abreuvement, abri		Respecter les notes d'état par rapport au cycle de production prévu	Performance minimale compte tenu du marché et des besoins familiaux
Décisions sur la conduite à court terme (régulation)	Modification des circuits pâturage (avec berger) Allongement de la période de pâturage gardé Changement de parcelle (parc) et adaptation de la chaîne de pâturage	Apport d'un concentré adapté (énergie et azote)		Modification éventuelle des objectifs de production
Décisions à long terme (stratégiques)	Départ en transhumance			Mise en association ou vente d'animaux

* GMQ est le gain moyen quotidien.

Par l'utilisation de quelques indicateurs soigneusement choisis, l'éleveur peut ainsi **piloter** le système d'élevage en réalisant une série d'ajustements successifs qui modifient la conduite du parcours et la conduite du troupeau (questions qui seront développées dans le chapitre suivant). Cette démarche fait abstraction des "boîtes noires" du système et s'appuie sur des indicateurs sans qu'il soit nécessaire de connaître le détail du comportement animal et des quantités consommées sur parcours.

4.2.7. Calage du cycle biologique et choix de la période de mise bas

Le choix de la période de mise bas est lourd de conséquences puisqu'il détermine

les grands équilibres entre l'offre et les besoins. Dans les systèmes pastoraux qui font peu appel à des ressources d'appoint ou à des stocks, cet ajustement prend toute son importance. Les besoins du troupeau atteignant leur maximum dans les quelques mois qui suivent la mise bas, il convient d'organiser les saillies de telle sorte que les naissances interviennent au début de la phase de production maximale d'herbe des parcours. En réalité, la situation est plus complexe et c'est l'ensemble du système de production qui doit être pris en compte pour fixer ce moment :

• la **disponibilité fourragère réelle** : ce peut être le printemps, mais ce peut être aussi l'automne si les prés sont mis en défens pour faire du foin ou si les parcours produisent des fruits (châtaignes, glands, etc.) ;

• les **contraintes physiologiques** : les ovins présentent un anœstrus saisonnier qui varie beaucoup selon les races. Par ailleurs, leur faculté à mobiliser leurs réserves corporelles, puis à réengraisser, est un élément important. En effet, il faut qu'après la mise bas, la femelle puisse rapidement récupérer pour arriver en état au moment de la lutte ;

• la **charge** : si la charge est faible, le choix de la date de saillie est relativement indifférent sur le plan des apports ;

• la **disponibilité en main-d'œuvre** : dans l'impossibilité de les laisser à part, les éleveurs laissent souvent les mâles en permanence dans les troupeaux. Les naissances sont alors tantôt étalées chez les bovins, tantôt réparties (par exemple au Maghreb d'octobre à mai) chez les ovins, compte tenu de l'anœstrus saisonnier de printemps (janvier à mai environ) ;

• les **objectifs de production et le marché** : les prix du marché peuvent dicter un choix précis. Par exemple, la vente d'agneaux gras pour les fêtes de fin d'année, la vente de mâle d'un an pour la "fête du mouton" (Aïd el Kebir) orientent précisément les dates de lutte ;

• les **objectifs de la transhumance** : les éleveurs s'efforcent d'éviter les déplacements importants à de jeunes animaux. Les mises bas doivent donc se terminer 4 à 5 mois avant la montée en estive quand tous les animaux se déplacent (Maghreb). Si seuls les adultes montent, les éleveurs s'arrangent pour organiser la lutte avant la transhumance de juin, afin que leurs brebis soient luttées par des béliers choisis par le berger et non pas laissées au hasard dans les rassemblements des estives (sud du Massif central) ;

• les **possibilités commerciales** d'appliquer des mesures tactiques d'achat de fourrage, de compléments ou de vente d'animaux introduisent plus de souplesse dans les choix.

Un exemple d'interaction de ces facteurs est donné sur la figure 8.19 qui porte sur la production ovine sur les parcours du Moyen-Atlas au Maroc. L'objectif souhaité de l'agnelage d'automne indiqué sur la figure n'est cependant pas toujours atteint : si l'année est médiocre ou si la compétition sur parcours trop forte, la reprise de poids au printemps est insuffisante pour que les brebis soient saillies en mai, d'où mise bas d'hiver ou de printemps, vente impossible des agneaux avant l'automne suivant et mortalité d'agneaux au cœur de l'été.

En milieu très difficile, la priorité est d'assurer la reproduction, donc faire en sorte que la période favorable corresponde à la phase de reprise de poids qui précède les saillies... mais en s'organisant pour que les débuts de la lactation soient convenablement assurés.

Dès la fin de la lactation, au moment où ses réserves corporelles sont au plus bas (note = 2), la brebis se livre à une véritable course de vitesse pour reconstituer ses réserves et arriver 4 mois plus tard (voir figure 8.18) dans un état suffisant (note = 3,5) pour la période de lutte. Cette phase de reconstitution, qui correspond aux besoins physiologiques bas d'une brebis vide, n'en constitue pas moins un moment clé du cycle biologique où les ressources pastorales doivent assurer à la fois l'engraissement des mères et la croissance de l'agneau qui, pour être vendu avant l'été, devra dans l'exemple choisi (figure 8.19) faire plus de 100 $g \cdot j^{-1}$.

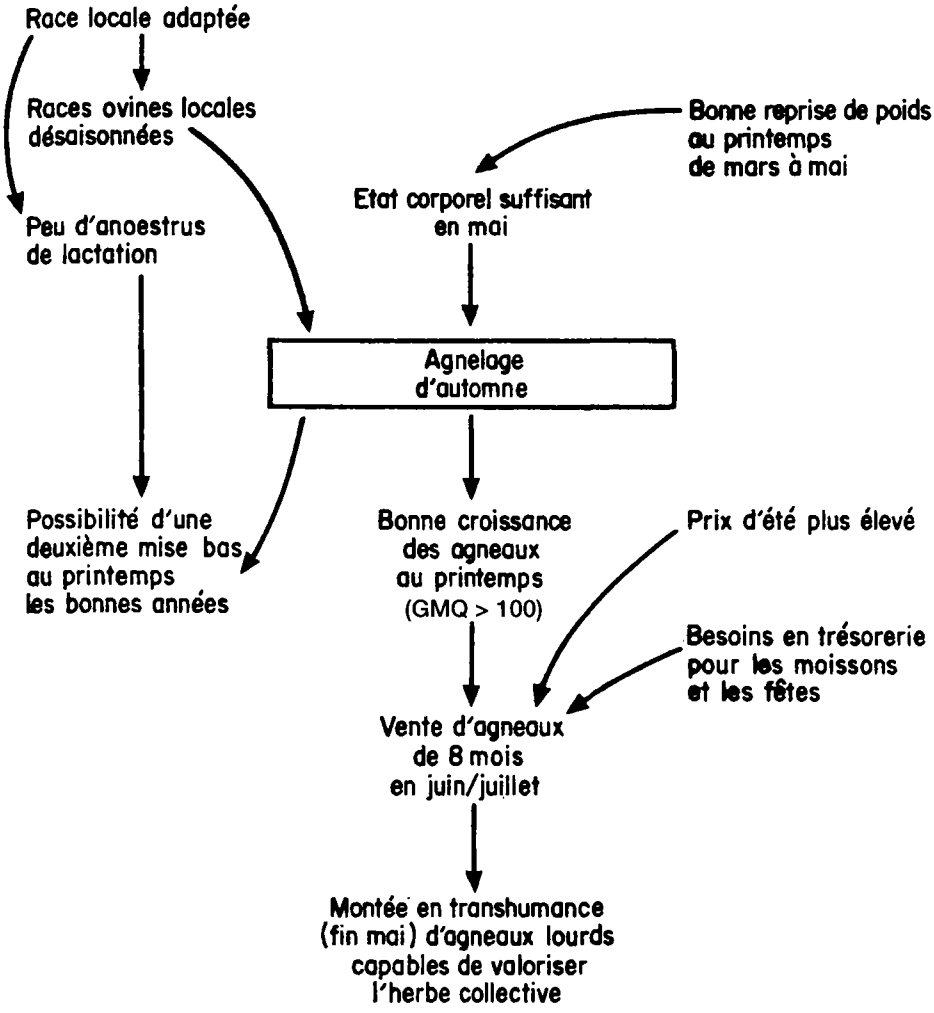


Figure 8.19. Les déterminants de la période d'agnelage (Maroc, Moyen-Atlas).

En revanche, dans des milieux moins difficiles, et avec des races dont le potentiel de croissance est plus élevé, il redevient plus rationnel de faire coïncider la mise-bas avec la période la plus favorable.

4.3. Actions sur la structure des troupeaux

Au-delà de la gestion du parcours et du troupeau, à plus long terme, il y a des décisions qui engagent la structure même du système d'élevage et peuvent permettre une meilleure utilisation des ressources pastorales.

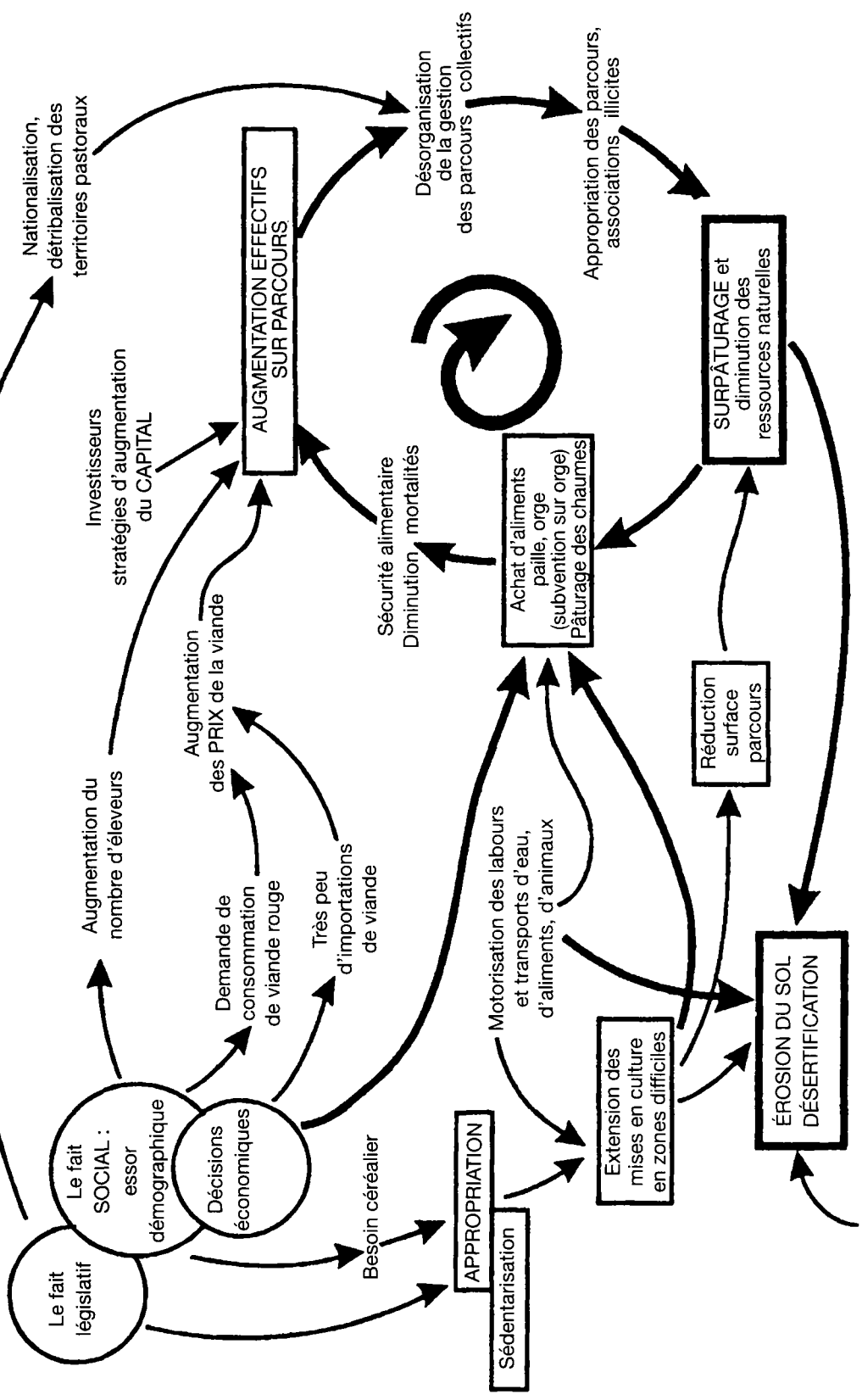


Figure 8.20. Enjeux sur les parcours collectifs.

4.3.1. Organisation du système pastoral

• **Problèmes des parcours collectifs**. Sur les parcours collectifs, la gestion pastorale se pose en termes très particuliers. Dans la plupart des cas, il n'y a pas de limitation de principe aux effectifs. Si autrefois les mécanismes de régulation jouaient à plein lors des hécatombes cycliques qui ramenaient les effectifs à des niveaux supportables, actuellement les éleveurs sont victimes de décisions économiques et de contraintes juridiques et sociologiques qui les font s'enfoncer dans un piège (figure 8.20). Des éleveurs de plus en plus nombreux, des prix de la viande élevés, des prix des céréales bas, une pression démographique qui provoque l'extension des cultures au détriment des parcours, la motorisation, la désorganisation des règles coutumières... tous ces facteurs contribuent à une augmentation inéluctable des effectifs et à la surexploitation des parcours.

• **Ajustement des effectifs**. Ce n'est certainement pas en imposant du jour au lendemain une limite stricte qu'il sera possible de réduire les effectifs sur les parcours collectifs ; les mesures autoritaires n'ont jamais donné de bons résultats en pastoralisme.

Plusieurs formules ont été testées sur des périmètres pastoraux aménagés :
– laisser les éleveurs s'arranger entre eux sur la base d'un effectif global maximal ;
– partager le parcours en parcelles individuelles ;
– instituer des taxes progressives sans limitation d'effectif (50 premières brebis gratuites, 2 F par brebis de 50 à 100, 5 F par brebis de 100 à 200, 10 F par brebis au-delà de 200). Il faut cependant contrôler la démultiplication des grands troupeaux par le jeu des alliances familiales ou des associations.

Il faut doubler impérativement ces mesures de limitation des effectifs par des actions incitatives : vendre plus d'animaux, vendre plus tôt, vendre plus de mâles jeunes.

Mais en amont de ces mesures techniques, ce sont des décisions d'ordre juridique, économique et social qui seront seules capables d'inverser la tendance actuelle (voir le chapitre 13).

4.3.2. Composition des troupeaux et taux d'exploitation

• **Un constat**. Pourquoi les éleveurs gardent-ils tant d'animaux dans leur troupeau, au-delà de leurs besoins de renouvellement ? La proportion de mâles, d'animaux âgés, de femelles improductives est en effet trop forte par rapport aux normes zootechniques habituelles (voir le manuel de zootechnie).

Plusieurs raisons à cela : à poids égal, les jeunes animaux ne se vendent pas mieux que les adultes. L'éleveur a donc intérêt à amener ses animaux au poids maximal, puisqu'il considère l'énergie (UF) des parcours comme gratuite. L'éleveur perd donc de l'argent quand il vend ses animaux trop tôt. Peu lui importe qu'il faille 2 fois plus d'UF pour fabriquer un kilo de croît à 18 mois qu'à 4 mois, puisque le coût marginal de production est très faible.

Le troupeau est aussi une banque, ce qui signifie que les ventes ne sont pas rassemblées sur la période la plus favorable (par rapport au cours ou aux disponibilités fourragères), mais qu'elles sont réparties tout au long de l'année. Par exemple, 2 ou 3 moutons seront vendus chaque mois pour assurer les dépenses de la famille ; environ 30 animaux seront vendus bon ou mal an, ce qui suppose un troupeau d'environ 150 animaux pour un taux d'exploitation de 20 %.

Selon les besoins, tous les types d'animaux seront susceptibles d'être vendus. L'éleveur est donc relativement indifférent aux fluctuations des prix du marché. Notamment quand il y a de l'herbe en abondance, il ne laisse pas échapper cette énergie qu'un autre éleveur peut lui prendre.

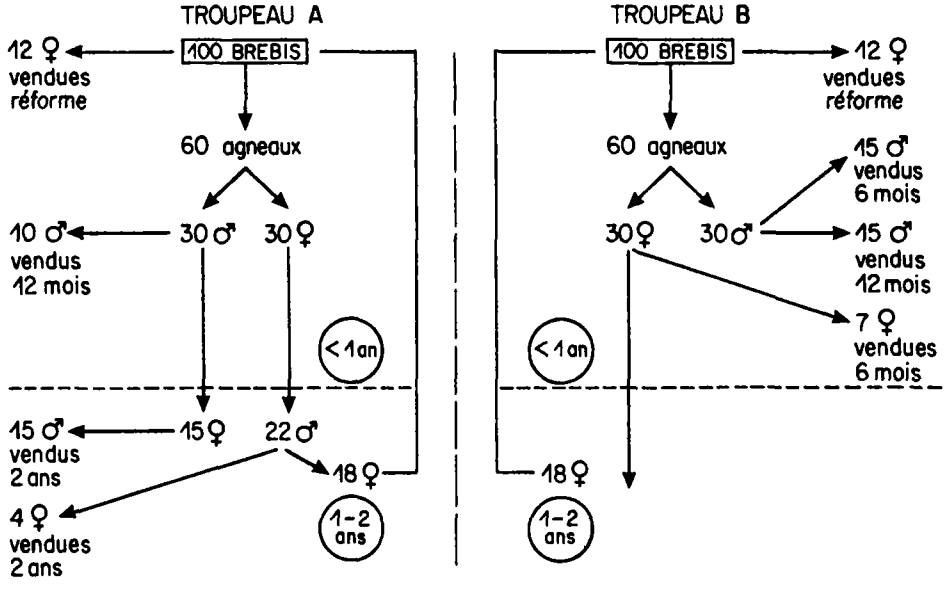
Enfin, l'importance des associations sur le bétail n'incite pas l'éleveur à pratiquer une sélection forte sur ses femelles. Même âgée, chaque femelle "court sa chance" d'être fécondée et d'avoir un produit, à bon prix, puisque l'herbe collective est gratuite.

• **Comment améliorer la situation**. Peut-on intervenir pour modifier la composition des troupeaux et l'efficience de ces productions ?

Il faut inciter les éleveurs à vendre des animaux plus jeunes. Sur l'exemple de la figure 8.21, la production du troupeau augmente sensiblement (16 %) sans modification des performances des brebis. Mais les agneaux doivent recevoir une alimentation complémentaire pour être finis avant l'été (naissance en novembre, sevrage en mars, finition et vente en mai).

Seule une politique des prix favorisant ou subventionnant la viande jeune peut sensibiliser les éleveurs à ce déstockage, sinon ils n'y ont aucun intérêt.

La décharge des parcours avant l'été devrait concerner :
– des agneaux engraissés qui ont reçu des compléments ;
– des agneaux maigres destinés à être engraissés ailleurs ;
– les agnelles excédentaires ;
– les brebis les plus âgées, juste avant la lutte.



	Troupeau A	Troupeau B
Effectif moyen	197 (= 100 + 60 + 15 + 22)	167 (= 100 + 7/2 + 15/2 + 38 + 18)
Effectif vendu	41	49
Taux d'exploitation numérique	21 % (= 41/197)	29 % (= 49/167)
Masse vendue en vif	1 373 kg	1 591 kg
	(= 12 x 35 + 10 x 30 + 15 x 35 + 4 x 32)	(= 12 x 35 + 15 x 30 + 15 x 35 + 7 x 28)
Productivité pondérale en vif	7 kg (= 1 375/197)	9 kg (= 1 595/167)
Productivité pondérale en net	3,5 kg	4,5 kg
Productivité par brebis	13,7 kg (= 1 373/100)	15,9 kg (= 1 595/100)

Figure 8.21. Effet sur la productivité du troupeau de l'abaissement de l'âge de commercialisation.

• **Le mélange des espèces : les troupeaux mixtes**. L'intérêt que les éleveurs portent aux troupeaux mixtes a déjà été souligné, en particulier en ce qui concerne l'association ovins-caprins. La définition d'un équilibre optimal entre les deux espèces est difficile à déterminer, mais les arguments sont nombreux pour justifier cette pratique courante en milieu difficile :
– au niveau de la parcelle pâturée, les niches alimentaires ne sont pas les mêmes, le comportement territorial est favorablement modifié, le parasitisme spécifique est diminué ;
– au niveau du troupeau, la conduite mixte offre des avantages sur le plan de l'organisation et du gardiennage ;
– au niveau familial, la diversification des produits est importante en économie de subsistance.

Il faut donc maintenir le mélange des espèces et lui reconnaître une plus grande efficacité.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉES

Chupin D., Wagner H. et Wilson T. (eds.) (1993), *L'Amélioration génétique des bovins en Afrique de l'Ouest*, Études FAO production et santé animale n° 110, FAO, Rome, 296 p.

Collectif (1989-1990), *Fiches techniques d'élevage tropical*, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 2 fascicules.

Collectif (1989), "Séminaire sur la digestion, la nutrition et l'alimentation du dromadaire", Actes Coll. Ouargla, *Options méditerranéennes*, série A, 2 : 1-187.

Bazin S. (1984), *Grille de notation de l'état d'engraissement des vaches Pie noire*, RMED Bovin, ITEB, Paris, 32 p.

Bourbouze A. et Rubino R. (eds.) (1992), *Terres collectives en Méditerranée*, Réseau Parcours, CIHEAM-IAM, Montpellier, 280 p.

Bourbouze A. (ed.) (sous presse), *Manuel de zootechnie*, coll. "Universités francophones", Hatier-AUPELF/UREF, Paris.

Chardonnet Ph. et Lartiges A. (1993), "La faune sauvage terrestre vertébrée de Nouvelle-Calédonie", *Bull. Off. Nat. Chasse*, 181 : 29-31 (bibliographie).

Dedieu B., Gibon A. et Roux M. (1991), *Notations d'état corporel des brebis et diagnostic des systèmes d'élevage ovin*, INRA-SAD, Versailles.

Digard J.-P. (1990), *L'Homme et les animaux domestiques. Anthropologie d'une passion*, Fayard, Paris, 325 p.

Diop P. (1993), *Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants*, EDICEF/AUPELF, Paris, 300 p.

Faye B. (1990), *Éleveurs d'Éthiopie*, Karthala, Paris, 196 p.

Guérin H., Maignon G. et Rasamlainarivo J.-H. (1989), *L'Alimentation du bétail à Madagascar*, Études et synthèses, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort et DRZV, Antananarivo.

Helmer D. (1992), *La Domestication des animaux par les hommes préhistoriques*, Masson, Paris, 184 p.

Lhoste Ph., Dollé V., Rousseau J. et Soltner D. (1993), *Zootechnie des régions chaudes : Les systèmes d'élevage*, coll. "Manuels et précis d'élevage", CIRAD, ministère Coop., Paris, 288 p.

Martin-Rosset W. (ed.), *L'Alimentation des chevaux*, INRA, Paris, 232 p.

Pagot J. (1985), *L'Élevage en pays tropicaux*, coll. "Techniques agricoles et productions tropicales", Maisonneuve & Larose, Paris, 526 p.
Perrin G. (1993), *Pathologie caprine et production*, Actes IIe Coll. Int. Niort, Études et synthèses n° 42, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort et CNEVA, Niort, 699 p.
Planhol X. de (1969), "Le chien de berger : développement et signification géographique d'une technique pastorale", *Bull. Ass. Géogr. Fr.*, 370 : 355-368.
Prud'hon M. et al. (1993), "Les camélidés sud-américains : le point des connaissances, *INRA Prod. Anim.*, **6**(1) : 5-15.
Richard D. (ed.) (1984), *Le Dromadaire et son élevage*, Études et synthèses n° 12, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort.
Richard D. et Gérard D. (1989), "La production laitière des dromadaires Dankali (Éthiopie)", *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **42**(1) : 97-103.
Saint-Martin G. (1993), *Peut-on améliorer les performances de reproduction des camelins* ? Études et synthèses n° 41, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort & GTZ, 438 p.

QUELQUES QUESTIONS ET EXERCICES

1. Compte tenu des rythmes d'activité qui caractérisent les animaux sur parcours, quelles conséquences pratiques en tirez-vous pour une meilleure gestion des parcours ?

2. Comment peut-on identifier la ration animale sur parcours ?

3. Comment cette ration évolue-t-elle au cours de la saison ?

4. Quelle information l'étude du comportement alimentaire permet-elle ?

5. Quelles différences caractérisent les valeurs nutritives des Graminées de celles des feuilles des espèces ligneuses ?

6. Quels mécanismes principaux les ruminants utilisent-ils pour contrôler les quantités qu'ils ingèrent ?

7. De quoi dépend la masse d'herbe ramassée par un "coup de dent" ou une bouchée ?

8. Qu'est-ce que le taux de substitution entre fourrage et concentré ? de quel ordre est-il sur parcours ?

9. Quelle influence la charge exerce-t-elle sur la production animale ?

10. Qu'est-ce que le taux d'utilisation du parcours ?

11. Calculez la charge moyenne pour des brebis vides sur parcours de qualité moyenne, sachant que le parcours est de 400 ha et porte 600 kg $MS \cdot ha^{-1}$ disponibles, avec un taux d'utilisation souhaité de 50 % pour une période de paissance de 150 jours.

12. Que faut-il penser du système de rotation rapide dit "Savory" ?

13. Donnez les bases de la gestion par l'éleveur de l'équilibre entre ressources.

14. Comment choisir une bonne période de mise bas ?

Chapitre 9

LE TROUPEAU AU PÂTURAGE

La conduite de l'alimentation du troupeau dans un système avec pâturage est complexe parce qu'elle est fondée sur l'utilisation de végétations très diverses à base de Graminées, d'autres plantes herbacées, de feuilles et de fruits de ligneux hauts ou bas, pour obtenir des ressources variées, puisque la consommation concerne tantôt une végétation en croissance active, tantôt une végétation sèche. En outre, les productions végétales sont l'objet de fluctuations interannuelles sur lesquelles le pasteur n'a pas de prise.

Celui-ci est donc obligé de mettre en place une organisation complexe d'utilisation de ses terrains, qui dépendra autant de la structure de l'espace pastoral disponible que de l'attente de son troupeau.

1. POINTS DE VUE SUR L'ESPACE PASTORAL

1.1. Les masses végétales de l'espace écologique

C'est la végétation qui constitue le fondement même des ressources pastorales. L'approche phyto-écologique dispose de méthodes pour cartographier un territoire en fonction de sa végétation (figure 9.1). Ce point de vue exprime la **diversité spécifique et structurale entre et dans les communautés végétales** caractérisant l'**espace écologique** (voir chapitre 2). L'évaluation se fait en termes de phytomasse disponible qui, combinée à des valeurs de composition chimique, permet des expressions du territoire sous forme de **valeur fourragère** et de **valeur pastorale** (voir chapitre 6).

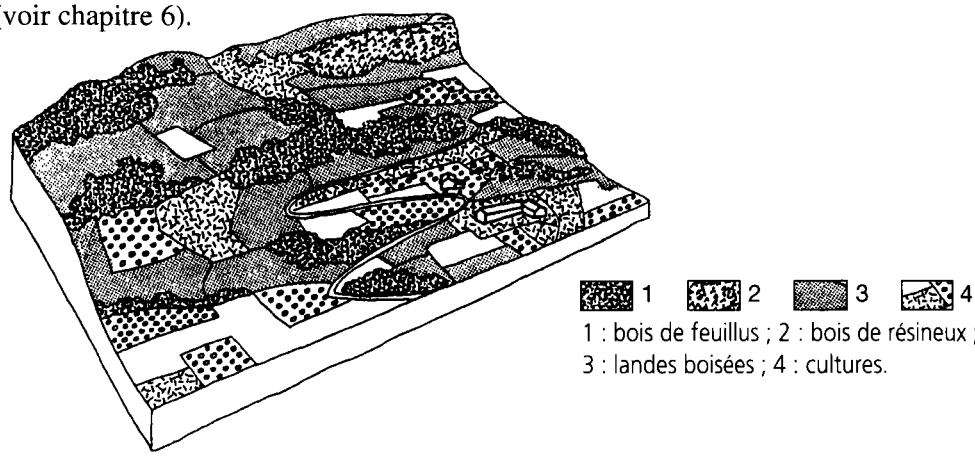


Figure 9.1. Un territoire perçu selon le point de vue écologique des formations végétales.
Source : Hubert B. (1991), "Comment raisonner de manière systémique l'utilisation du territoire pastoral ?", *Actes IV, Congr. Int. Terres de parcours*, AFP, Montpellier, 1026-1043.

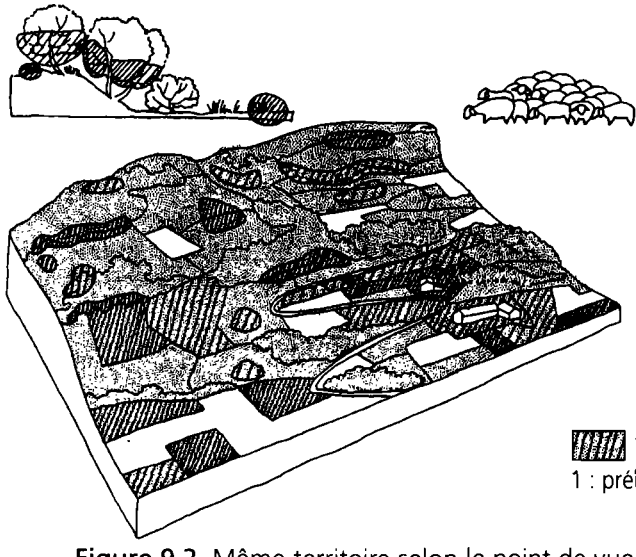
1.2. Le point de vue sur l'animal au pâturage

Par rapport à cette "offre", les animaux au pâturage ont tendance à exercer une sélection alimentaire qui les amène à choisir certaines communautés végétales et, au sein de celles-ci, certaines espèces végétales (voir figure 3.15 et chapitre 8).

Une caractérisation moyenne des choix alimentaires n'a pas grand sens, puisqu'un troupeau a un régime alimentaire très différent sur un même territoire selon l'orientation de son comportement par l'éleveur et selon les saisons (sèche, humide ou de transition), au fil desquelles les animaux choisissent des espèces ou des organes végétaux différents (feuilles vertes ou sèches, fleurs et fruits). Dans ce cas, un critère classique comme la composition chimique (exprimée par le rapport MAT/ADL[1] ou la teneur en tanins condensés) n'est un bon facteur explicatif des choix qu'à certaines saisons. Les choix alimentaires de ce troupeau dépendent de la diversité des espèces présentes et surtout de leur état phénologique.

Des espèces herbacées négligées en période de disponibilités fourragères importantes et variées peuvent devenir la base de la ration en période de sécheresse. Leur consommation peut également être liée à celle des feuillages verts d'arbustes riches en minéraux et parfois même en matières azotées (voir chapitres 3 et 5).

Cela conduit à nuancer le point de vue précédent : la **valeur fourragère** ne s'exprime pas uniquement par l'offre mais par la capacité que les herbivores peuvent développer à se constituer des rations au sein d'une diversité d'espèces et d'organes végétaux. On parlera alors de la **valeur alimentaire** de ces rations constituées à partir d'un espace ressource, celle-ci dépendra en particulier de l'espèce animale considérée et des saisons. Ce point est illustré par la figure 9.2 qui corrige la figure 9.1 en introduisant une nouvelle sectorisation liée au comportement du bétail au pâturage.



1

1 : prélèvement sur la végétation en place.

Figure 9.2. Même territoire selon le point de vue de l'animal au pâturage.
Source : Hubert B. (1991), *op. cit.*

1.3. Le point de vue de l'éleveur

L'ensemble d'un territoire est rarement laissé libre au troupeau tout au long de la journée et tout au long de l'année ; il est souvent séparé en lots qui ne sont pas menés à l'identique au sein de l'"espace ressource".

1. ADL : *Acid detergent lignine*, teneur en lignino-cellulose.

Pour l'éleveur, le territoire est le plus souvent organisé en secteurs ou quartiers qui seront pâturés au fil des saisons, selon les besoins alimentaires de ces lots, l'état des animaux et leur capacité de déplacement. Le territoire peut être découpé physiquement par des clôtures, distinguant des enclos qui seront utilisés séparément et successivement ; il peut aussi l'être de manière virtuelle dans le cadre de circuits de pâturage réalisés pour constituer la ration quotidienne :
– ils sont fondés sur des milieux variés ;
– ils associent des communautés végétales différentes ;
– ils évoluent au fil des saisons selon l'état phénologique des plantes et les cycles physiologiques des animaux.

Le berger pilote ainsi les prélèvements dans le temps et dans l'espace, de façon à assurer l'alimentation de son troupeau de la manière qui lui semble la plus satisfaisante pour la réalisation de ses objectifs : il privilégie certaines zones à certaines périodes, en met d'autres en réserve, etc. Il effectue ces choix en fonction :
– de sa perception de la demande alimentaire du troupeau, caractérisée par celles des lots qu'il a constitués ;
– de sa perception de l'état des végétations et des conditions de réalisation des ressources ;
– du temps de travail dont il dispose et qu'il peut affecter à la conduite du pâturage du troupeau, compte tenu du temps nécessaire à l'alimentation des animaux ;
– d'autres éléments, comme la maîtrise foncière du territoire concerné et la possibilité d'enclore certaines parties ;
– des données socio-économiques pourront peser aussi sur les décisions finalement retenues.

La **valeur d'usage de l'espace** (figure 9.3) intègre alors la diversité des communautés végétales, le statut et la sécurité foncière, l'existence et la qualité des équipements (clôtures, points d'eau, etc.), qui permettent d'organiser chaque repas journalier au cours des saisons.

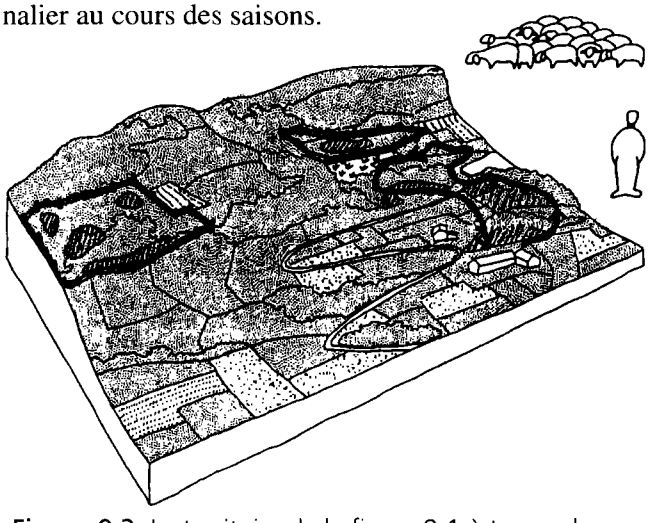


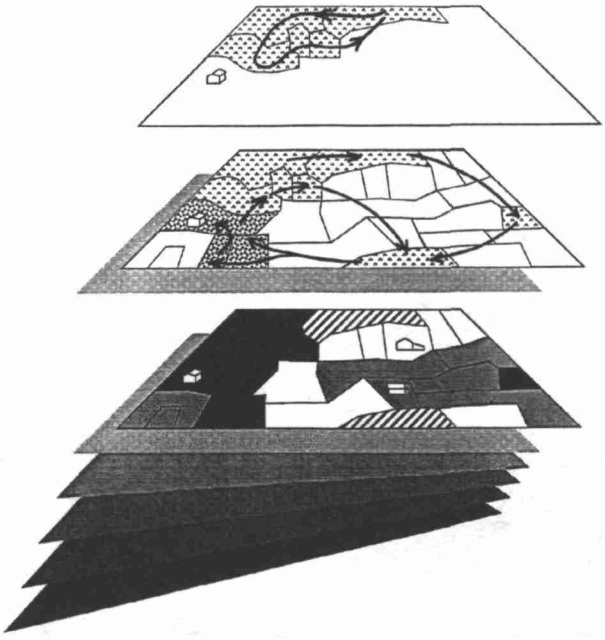
Figure 9.3. Le territoire de la figure 9.1 à travers les pratiques pastorales de l'éleveur.
Source : Hubert B. (1991), *op. cit.*

1.4. La perception du temps

Le pâturage connaît une dimension temporelle qui ne saurait se réduire à la seule prise en compte d'un déroulement chronologique, le temps intervient pour :
– l'enchaînement des actions de l'éleveur,

– la constitution de la ration des animaux,
– les saisons, qui modifient l'état de la végétation,
– les dynamiques écologiques, qui transforment la composition, la structure et l'architecture des formations végétales,
– les changements sociaux et l'innovation technique,
– la constitution d'une société locale,
– le partage du territoire et des activités.

Selon les questions posées, le processus du pâturage peut être abordé à plusieurs échelles d'espace et de temps ; la figure 9.4 en présente trois :
• l'échelle du circuit journalier, qui associe les formations végétales fréquentées par un troupeau au cours de la journée ;
• l'échelle de la campagne de pâturage, où se retrouvent les unités qui contribuent à l'alimentation d'un troupeau au fil des saisons : le territoire du système d'élevage ; il peut être éclaté, collectif ou recouvrir plusieurs systèmes ;
• l'échelle qui permet la prise en compte des systèmes d'élevage concernés par le même espace pastoral ; c'est celle qui permet de rendre compte des interactions écologiques d'une mosaïque d'écosystèmes soumis à la diversité de pratiques résultant des interactions au sein du système social local, donc du "paysage".



1. Le circuit journalier.

2. La chaîne de pâturage annuelle.

3. L'espace partagé entre plusieurs éleveurs : en noir par l'éleveur A ; en grisé par l'éleveur B ; en blanc par l'éleveur C ; en hachuré les territoires partagés entre l'éleveur A et un des deux autres.

Figure 9.4. Trois niveaux d'organisation spatio-temporelle.
Source : Hubert B. (1991), *op. cit.*

2. COMPRENDRE, DÉCRIRE ET REPRÉSENTER UN SYSTÈME D'ÉLEVAGE

2.1. Partir de l'observation des pratiques de l'éleveur

La relation végétation/troupeau est pilotée par un éleveur qui met en œuvre des **pratiques de conduite de pâturage et d'allotement**, fonction des informations dont il dispose sur l'état des termes de cette relation.

Les pratiques se distinguent des techniques en ce sens que celles-ci peuvent être décrites indépendamment de l'homme qui les met en œuvre, alors que celles-là sont liées à l'opérateur et aux conditions dans lesquelles il exerce son métier ; les **pratiques sont donc de l'ordre de l'action**.

Les "manières de faire" des éleveurs sont directement observables et elles peuvent être connues par enquête directe ou par entretien (voir chapitre 10). De même, il est possible de les évaluer et de les caractériser selon leurs **modalités** (que fait l'agriculteur et comment le fait-il ?), leur **efficacité** (quels sont les résultats de cette action ?) et leur **opportunité** (pourquoi fait-il cela ?). Enfin, il semble utile de distinguer l'**effet** d'une pratique, qui se mesure sur les objets directement concernés par les opérations techniques, des **conséquences** plus ou moins lointaines qu'entraîne par ailleurs l'adoption de cette pratique (sur la carrière des animaux, sur la dynamique de la végétation, etc.).

2.2. S'approcher du modèle d'action de l'éleveur

L'éleveur ajuste de manière conjointe ses objectifs et son action sur la réalité et se constitue, pour ce faire, un véritable "guide pour l'action", qui comprend :
• un ou plusieurs **objectifs** généraux ;
• un **programme** prévisionnel et des objectifs d'état intermédiaires qui définissent des points de passage obligés et des moments où il pourra faire des bilans en vue de "mesurer" où il en est de la réalisation de ses objectifs généraux ;
• un **corps de règles** qui, en fonction d'événements passés et futurs perçus comme possibles, définit, à certaines étapes du programme, la nature des décisions à prendre pour parvenir au déroulement souhaité et la nature des solutions de rechange à mettre en œuvre si, à certains moments, le déroulement souhaité n'est pas réalisable.

Dans le cas d'un système d'élevage, les objectifs généraux peuvent être divers ; ils sont déterminés par les prévisions de commercialisation et portent, en général, sur des productions animales à travers la **conduite de la reproduction et de l'alimentation** d'un troupeau.

Ce programme détermine le déroulement du cycle biologique du troupeau que l'éleveur commande par le choix de la période de lutte ou de saillie. Il conditionne la succession des événements sur l'ensemble de la campagne :
– la date de mise bas,
– les périodes de croissance des jeunes,
– les périodes de mobilisation ou de reconstitution des réserves corporelles des mères.

Il détermine aussi les affectations et les critères de choix sur les modes d'exploitation des parcelles selon la succession des saisons.

3. LE CONCEPT DE FONCTION POUR L'ANALYSE, LA DESCRIPTION ET LA REPRÉSENTATION DES PRATIQUES

Décrire et caractériser l'organisation du pâturage implique de s'attacher à la caractérisation du **fonctionnement** plus qu'à l'état, et aux **pratiques** plus qu'aux structures. C'est l'objectif du concept de fonction.

Analyser les surfaces de l'exploitation consiste d'abord à décrire leur utilisation. Autrement dit, il s'agit, dans le système d'alimentation des animaux, d'affecter à des fonctions les diverses parties du territoire utilisé. On peut ainsi aborder la cohérence d'ensemble du système technique (chaîne de pâturage), et mieux prendre les décisions concrètes sur l'exploitation des parcelles.

3.1. Chaîne de pâturage

L'identification des fonctions permet de construire une représentation explicative de l'utilisation du territoire de l'exploitation, exprimée sous la forme d'une chaîne de pâturage. Chacune des fonctions identifiées fait intervenir en général plusieurs parcelles.

Concrètement, la description des fonctions des surfaces traduit les pratiques de l'éleveur, en distinguant leur contenu de leur finalité. Autrement dit, il faut séparer le "comment" est mobilisée une parcelle (itinéraire technique) du "pourquoi" elle est utilisée (attente alimentaire, sécurité, rôles annexes).

Les fonctions ordinaires les plus fréquentes sont alimentaires : elles ajustent les besoins de l'animal-pilote à la ressource utilisée. D'autres fonctions sont déterminées directement par les surfaces elles-mêmes : elles caractérisent en particulier les fluctuations de la production végétale ou la gestion du couvert. D'autres fonctions sont liées au troupeau, d'autres encore sont déterminées par le travail de l'éleveur, par exemple la fonction "parc du dimanche".

3.2. Le cadre opérationnel

Ces fonctions traduisent une approche des différentes pratiques, de leur reconnaissance, et de leur mode de résolution ; elle offrent ainsi un cadre opérationnel pour les prises de décisions. Leur diversité couvre, en première approche, l'ensemble des questions de pilotage et rend compte, par le haut, de la cohérence de la campagne et, par le bas, des options de l'**itinéraire technique**. Il faut revenir sur les éléments de détermination et de caractérisation des fonctions : la demande, l'offre et leur ajustement.

4. LA DEMANDE

4.1. Préalables : des lots pratiques représentés par l'animal pilote

L'éleveur alimente et gère son troupeau par lots pratiques. A l'intérieur de ces lots peuvent coexister des animaux à des stades physiologiques très différents. Face à cette hétérogénéité, l'éleveur est guidé dans ses choix d'apports alimentaires par **un** des types d'animaux du lot, mais qui n'**est pas forcément celui qui est dans l'état physiologique le plus exigeant, ni forcément le plus représenté en nombre**. Par exemple, en mars, coexistent dans le même lot des brebis traites depuis 3 mois et des antenaises traites depuis un mois seulement. L'éleveur, pour des raisons d'économie, choisit de baisser la ration ; il fait un choix au détriment des antenaises qui seront pénalisées. La couverture du niveau de demande retenu qui en résulte n'est pas directement écrite dans les recommandations d'alimentation définies selon les

stades physiologiques d'un animal. Ici, l'éleveur va ajuster ses apports à la hauteur d'un compromis entre les 2 types d'animaux. Ce compromis peut être vu comme la couverture des besoins d'un animal fictif : l'**animal pilote**. Dans le cas précédent, par exemple, l'éleveur alimentera l'ensemble du lot à 110 ou 130 % des besoins moyens des brebis adultes (l'animal pilote) pour éviter de trop pénaliser les antenaises (l'animal sensible).

C'est à partir de l'évolution des besoins de l'animal pilote que pourront être représentés les niveaux successifs de la demande des lots pratiques.

En fait, l'éleveur organise la demande de son troupeau :
– en constituant des lots ;
– en fixant les dates de certains événements du calendrier de production ou de celui de la reproduction ;
– mais aussi en choisissant de couvrir totalement, ou en partie seulement, la demande des lots à certaines périodes de la campagne.

L'analyse du troisième point est aussi importante que celle des deux premiers ; elle intègre une idée clé :
la couverture permanente des besoins n'est pas un objectif en soi.

• Parce qu'elle est difficile à réaliser et source de surcoûts : couvrir les besoins signifie suralimenter systématiquement une partie des lots, ou bien pratiquer des allotements en nombre incompatible avec les équipements ou le travail de l'éleveur.

• Parce que l'offre alimentaire varie en quantité et en qualité avec les saisons et que la compensation par achats extérieurs ou report de stocks ne sont pas toujours économiquement justifiés.

• Parce que des variations gérées d'état corporel des animaux peuvent avoir un intérêt : en effet, dans le cycle physiologique de la brebis, la reprise de poids en période de lutte favorise la réussite ; en outre, retaper des brebis en période d'abondance ou les laisser maigrir en période de pénurie, c'est transférer, sous forme de graisse, les ressources de l'exploitation d'une époque où elles sont excédentaires vers une autre où elles sont déficitaires.

4.2. Le découpage temporel de la demande

La demande de chacun des lots pratiques est découpée en périodes homogènes caractérisables par :
• l'animal pilote, donc par un niveau de demande différent des périodes précédente et suivante ;
• des bornes de début et de fin de période repérées par :
– des événements-troupeau concernant la production et la reproduction,
– des changements de pratiques de l'éleveur (allotement, rationnement),
et caractérisées par des indicateurs de changement de période.

Par exemple, dans le système "Roquefort" des hauts plateaux calcaires du Massif central de la France, 30 à 35 jours après la mise au bélier, le troupeau n'est plus considéré en lutte mais à l'entretien – même si le bélier est encore dans le troupeau – car, à cette date, les brebis sont supposées pleines.

La plupart des bornes sont mobiles dans le temps. Les indicateurs de changement de période sont les repères à partir desquels l'éleveur décide de changer de période, donc de niveau de demande. Ce peut être une date, un état physiologique de

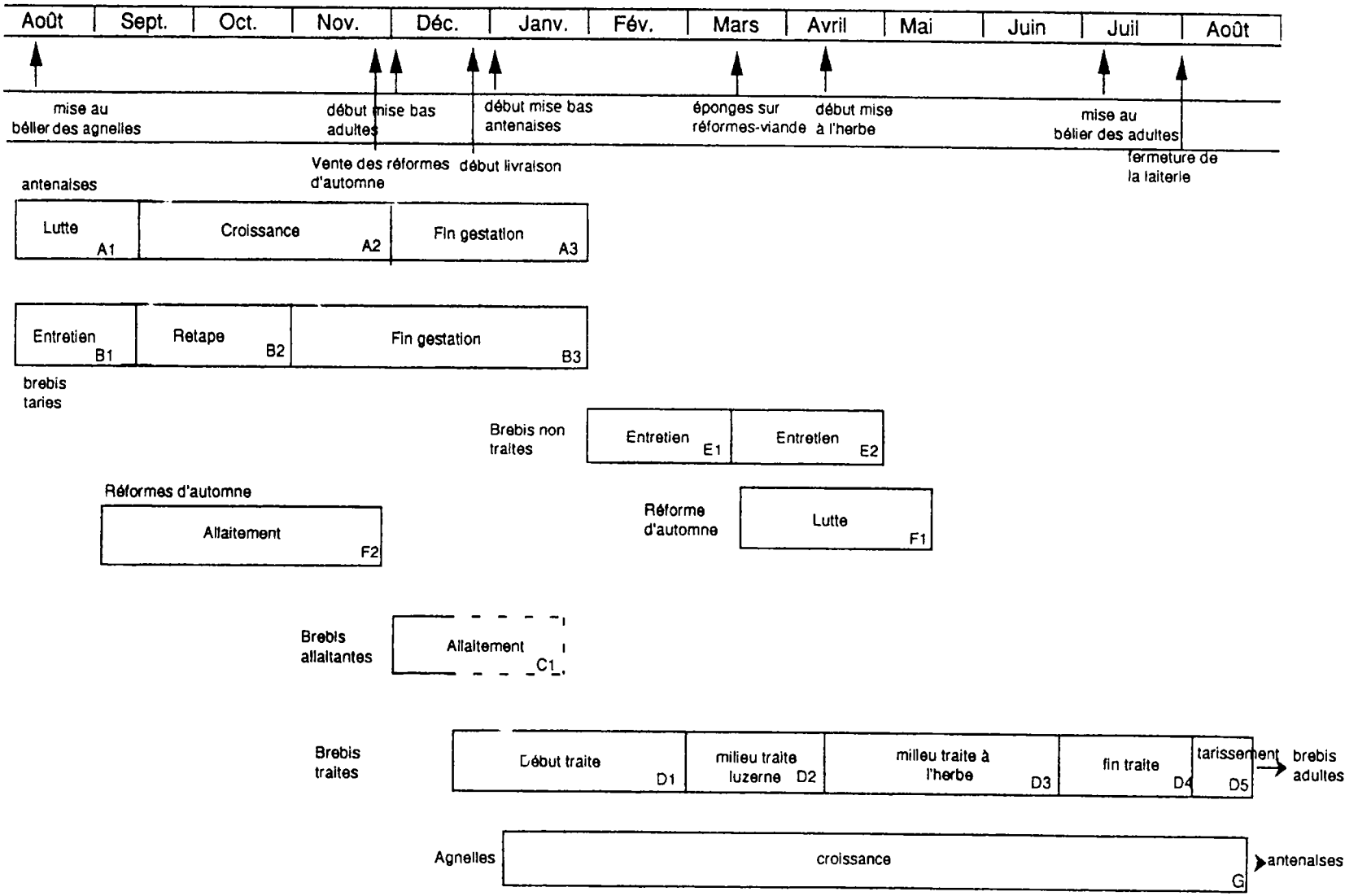


Figure 9.5. Diagramme et calendrier de l'organisation de la demande alimentaire dans le cas type des élevages du rayon de Roquefort (France).

l'animal, une performance (litres de lait produits par brebis), un état des stocks, un état corporel, etc.

4.3. Analyse de la demande alimentaire

• **Chaque période a ses enjeux**. Toujours dans le même exemple de Roquefort, les phases de l'élevage sont traduites sur l'organigramme de la figure 9.5. Pour atteindre ses objectifs en matière de reproduction et de production, l'éleveur dispose de plus ou moins de souplesse selon les périodes. Certaines périodes sont déterminantes : périodes C1 et D1 de début de traite et périodes D4 et A1 de lutte.

Pendant C1 et D1 se jouent, d'une part la hauteur du "pic laitier", et donc le niveau de production laitière potentielle de la brebis, d'autre part la persistance laitière qui dépend du contrôle de l'amaigrissement des brebis à cette période.

Au cours des périodes D4 et A1 se jouent la production du troupeau, mais aussi l'étalement des mises bas et donc le coût alimentaire de la campagne.

• **États-objectifs**. Sur cette base, côté demande, la réussite du projet peut se repérer sur l'état des animaux à des moments précis ; on parle alors d'**état-objectif clé**.

Ainsi, l'état corporel des animaux à la mise bas est déterminant sur le niveau de démarrage de la traite. Dans le cas type proposé ici, pour un objectif de 190 litres par brebis traite, la note d'état des brebis (voir 3.2.6 du chapitre 8) devrait être de 3 ou 3,25

Cette note est elle-même sous la dépendance d'un autre objectif : l'état corporel en début de période de retape. Celui-ci doit être caractérisé par une note dépassant le seuil de 2,75 environ. En effet, la période de retape ne dure qu'un mois et demi et le gain maximal d'état envisageable est de 0,7 point dans ce laps de temps (soit 150 g de gain moyen quotidien par jour).

• **Les périodes clés de la demande**. L'analyse de la demande permet d'apprécier le poids des contraintes zootechniques sur les objectifs de l'éleveur et de les hiérarchiser par la mise en évidence de périodes clés jalonnées par des états objectifs.

Cette réflexion doit s'appuyer sur des considérations relatives à la réussite de l'objectif, donc aux performances, et aux difficultés de réalisation ; il y a :
– des périodes où les états-objectifs sont faciles à obtenir ;
– à l'inverse, il y a des périodes plus problématiques, par exemple soumises à des aléas (climatiques ou autres) :
  * aléas gérés (c'est-à-dire intégrés aux prévisions de chaque campagne),
  * aléas assumés (c'est-à-dire rattrapés à d'autres périodes).

La demande alimentaire se raisonne sur la pratique concrète de l'éleveur : l'allotement, les variations d'état corporel, les caractéristiques des produits, les attentes sur les performances (résultats de reproduction et niveau de production).

5. L'OFFRE ALIMENTAIRE

L'offre alimentaire ne peut se limiter à la seule appréciation de la production des surfaces fourragères ou pastorales ; il n'y a pas obligatoirement concordance entre la production d'une surface et son niveau effectif d'utilisation.

5.1. Les données de base sur l'offre

5.1.1. Le repérage de la diversité

Pour connaître l'offre en ressources alimentaires, il faut caractériser :
• la diversité de la production végétale en fonction du type de végétation (cultures, prairies, pelouses, landes ou bois) ;
• la variation au cours du temps des ressources fourragères et pastorales : une lande pâturée au printemps sur l'herbe qui pousse n'est pas la même ressource qu'une lande de nature phytosociologique identique réservée pour son stock sur pied en été.

5.1.2. L'organisation de l'offre par l'éleveur

A partir de cette diversité des ressources, l'éleveur peut organiser l'offre alimentaire en les affectant à telle ou telle période de demande. Il distribue et gère les quantités et qualités de prélèvement par des modes d'exploitation différents.

Un premier niveau de décision est l'affectation de surfaces à chaque période de demande ; les vieilles prairies temporaires servent au pâturage pendant la lactation de printemps ; des parcours sont réservés pour le pâturage de fin de printemps, puis d'été.

Un deuxième niveau est la prise en compte des fluctuations de l'offre dues aux aléas climatiques, en particulier par une affectation supplémentaire ou le retrait de surfaces (ex. : ouverture à la paissance de bois ou de forêts certains étés, ou fauche et fenaison de surfaces habituellement pâturées).

Des différences importantes de production végétale existent entre les saisons successives dans l'année et entre les régions. La figure 9.6 traduit cette variabilité dans plusieurs contextes pédo-climatiques de la zone tempérée.

Selon la production et la répartition sur l'année (périodes de pousse ou de repos végétatif, périodes de croissance ou de développement...), selon les différences de fabrication et de maintien sur pied des végétaux (herbe, broussailles, feuilles et fruits des arbres), l'éleveur distingue :
• les surfaces fourragères mécanisées qui nécessitent des apports périodiques d'engrais et de semences pour assurer leur renouvellement : cultures de céréales, dérobées, fourragères annuelles, prairies artificielles et temporaires, certaines prairies naturelles ;
• les surfaces pastorales, qui elles, sont issues de végétations spontanées ou d'implantations déjà anciennes (plus d'une douzaine d'années) pour lesquelles la maîtrise repose essentiellement sur l'utilisation par le paissance : la plupart des prairies naturelles, les bonnes pelouses fauchables, pacages, alpages, landes, bois, et, sous d'autres climats, steppes et savanes.

Chacun de ces types de végétation est caractérisé par le niveau de sa production, sa répartition annuelle et le mode de maintenance sur pied. Il en résulte une disponibilité fourragère ou pastorale qui peut au moins être estimée en valeur relative (figure 9.7) ; il est nécessaire de caractériser ainsi l'ensemble des surfaces de l'exploitation.

Ainsi, la lande de genêt purgatif de la figure 9.7 présente un profil de disponibilité (production et maintien sur pied), peu élevé au printemps, mais maintenu en fin de printemps et peu diminué en été grâce à ce ligneux. L'automne est mieux loti, par reprise de la pousse herbacée et continuation de la croissance ligneuse ; enfin la chute d'arrière-saison est lente à cause de la lignification d'une forte proportion de la pousse annuelle.

Dans le schéma de la figure 9.8, les événements relatifs à la végétation ont été répertoriés selon le calendrier (départ ou arrêt de la pousse, mise en route du développement...).

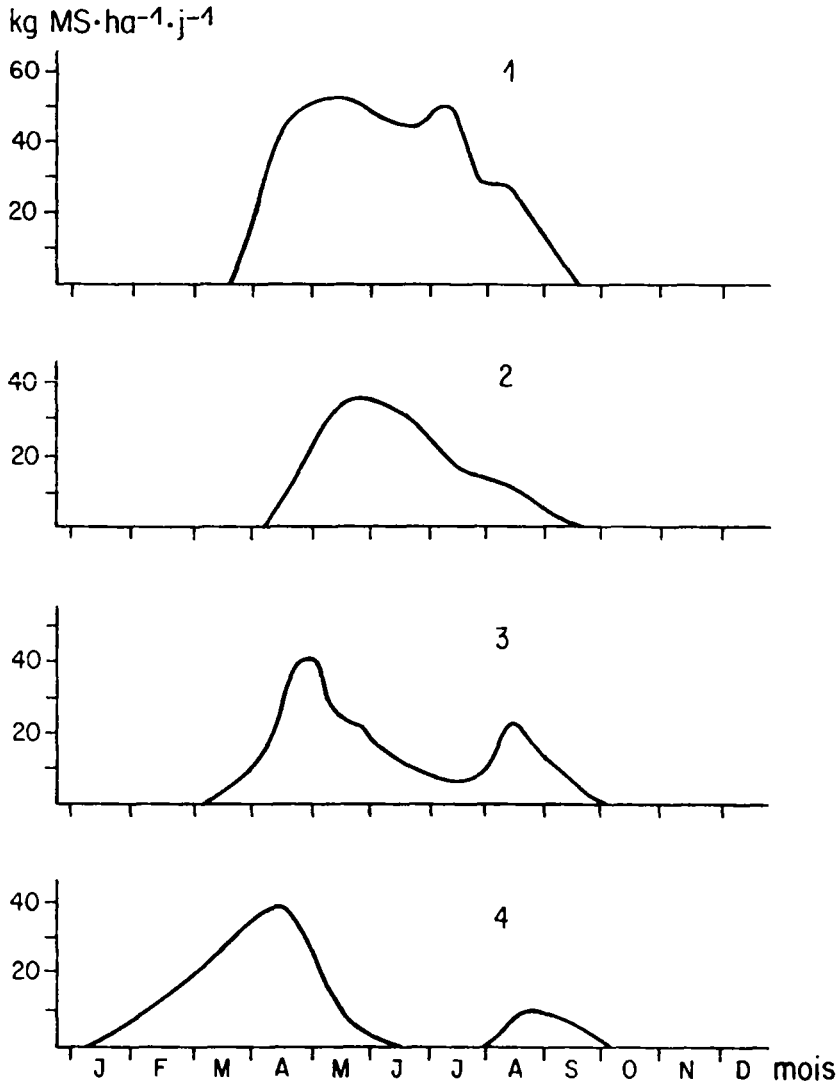


Figure 9.6. Variation annuelle de la production végétale dans plusieurs régions de la zone tempérée.

1 : estives basses d'Auvergne (entre 1 100 et 1 200 m) ; 2 : estives hautes d'Auvergne (au-dessus de 1 400 m) ; 3 : causse du Larzac (800 m subméditerranéen) ; 4 : garrigues du Montpelliérais (300 m méditerranéen).

Source : complété d'après Le Grenier de Theix X. (1978), *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*, INRA, Versailles, 570 p.

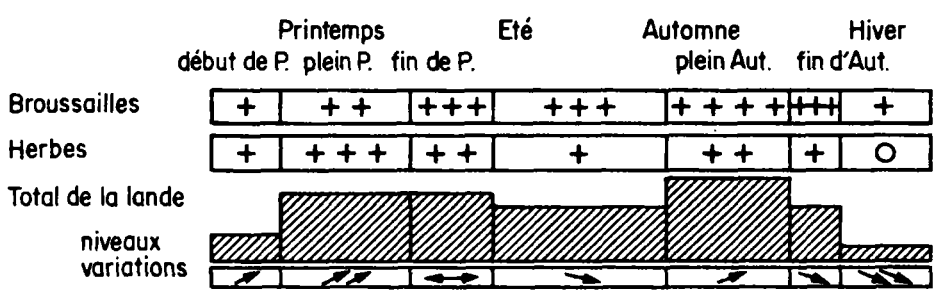


Figure 9.7. Disponibilités pastorales d'une lande de genêt.

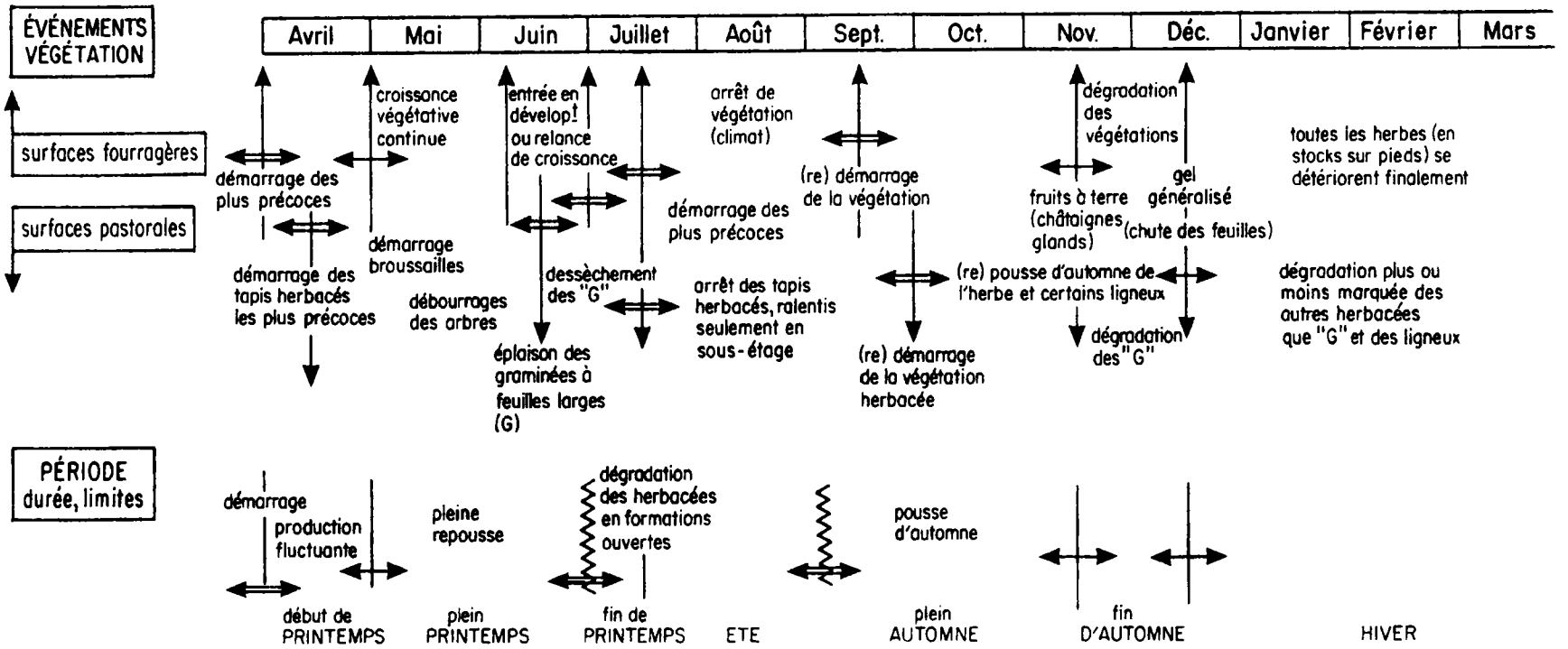


Figure 9.8. Exemple d'un schéma de saisonnement de la production végétale.

Les périodes, ainsi découpées, ont été qualifiées par la saison (cinq saisons de base : trois sur le printemps et deux pour l'automne ; mais il est possible de distinguer deux périodes au plein printemps pour les surfaces fourragères). Les dates retenues font référence à l'"année normale", les fluctuations possibles ont été signalées.

5.1.3. Distribution de la production et diversité des ressources

La valorisation effective de chaque surface correspond à une distribution spécifique de sa production sur la campagne selon un mode d'exploitation particulier, c'est-à-dire avec des périodes et des intensités de pâturage données. Bien que le type de production végétale marque profondément la nature et la quantité de l'offre alimentaire des surfaces, il reste pourtant encore à l'éleveur une assez grande latitude quant à la distribution effective des disponibilités sur la campagne : par les modes d'exploitation parcellaires applicables aux milieux (périodes, durée et intensité d'utilisation), il va pouvoir les répartir différemment : les transférer par récolte, les décaler par déprimage ou les maintenir sur pied..., mais aussi les ralentir ou les stimuler.

Dans les systèmes extensifs, où les surfaces pastorales sont importantes, le transfert de la production végétale par le stockage est difficile ; il faut conserver la pousse sur pied ou la décaler pour valoriser les surfaces de manières multiples.

Ceci est au cœur du débat sur les enjeux techniques et économiques actuels. En effet, avec le pâturage, chaque végétation implantée ou spontanée va pouvoir être "manipulée" :
– pour faire varier la pousse (vitesse de croissance et quantité produite),
– pour ralentir ou empêcher des phases de développement,
– pour entraîner, même au prix d'une baisse de production, un ré-équilibrage entre saisons,
avec, souvent, pour conséquence une modification du couvert végétal et de sa composition botanique vers de nouveaux équilibres.

Les pratiques possibles sont nombreuses par des combinaisons variées d'utilisation en périodes de végétation et le recours à des stocks sur pied. Cependant, tout n'est pas possible :
– certaines périodicités de passage ou intensités de pâturage ne permettent pas le renouvellement de la ressource ;
– chaque mode d'exploitation est plus ou moins opportun, ou peut être impossible, pour fabriquer telle ou telle ressource ;
– à l'inverse, une végétation est plus ou moins apte à résister aux manipulations.

La **ressource**, comme réalisation concrète de la production, peut être représentée par un cartouche montrant la distribution, le niveau de valorisation et le mode de prélèvement au pâturage.

5.2. Un exemple

Pour les pelouses caussenardes de Graminées à feuilles fines, il est possible de réaliser quatre types de ressources ; une, classique mais peu répandue actuellement, basée sur la pousse de l'herbe, et trois autres plus communes spécialisées sur d'autres saisons.

• Le mode d'exploitation classique (figure 9.9a) permet l'amélioration par le pâturage de la pelouse utilisée et l'extension des Graminées à feuilles larges plus productives ; les tableaux suivants (9.1, 9.2, 9.3 et 9.4) montrent les fonctions remplies, les époques et le mode de gestion correspondant.

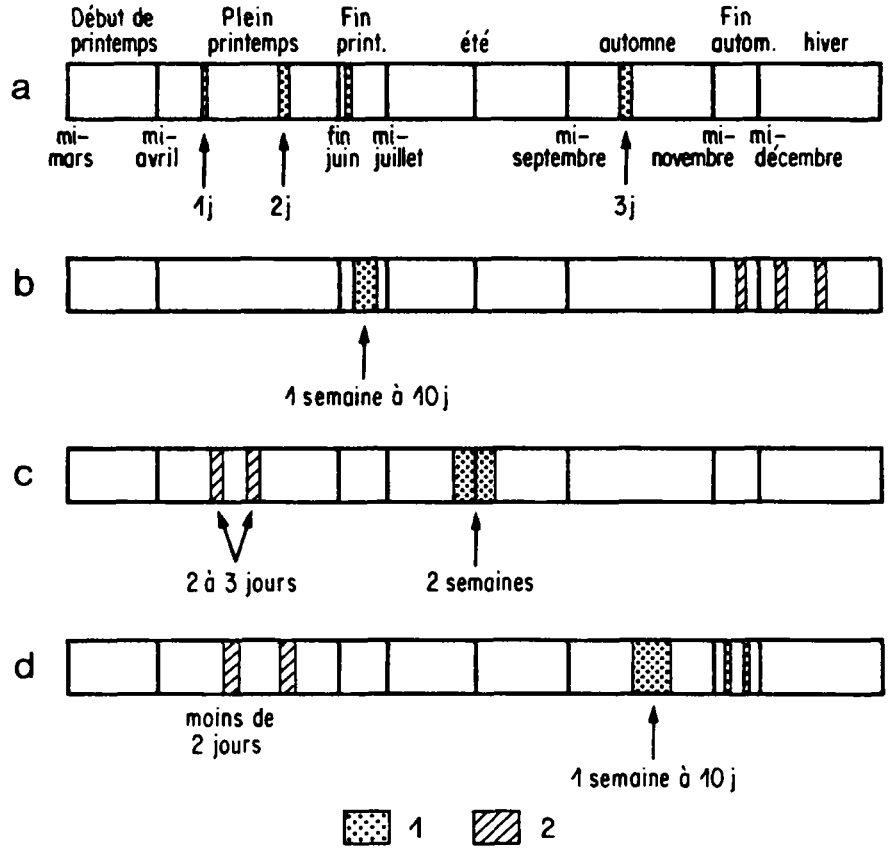


Figure 9.9. Quatre modes d'exploitation des pelouses des Causses du sud de la France. a : mode d'exploitation sur la pousse de l'herbe ; b, c, d : trois modes d'exploitation spécialisés à d'autres saisons ; 1 : utilisation obligatoire par les animaux ; 2 : passage complémentaire facultatif.

- Le premier mode d'exploitation spécialisé (intersaison, figure 9.9b) assure la maîtrise de la ressource par une utilisation en fin de printemps (tableau 9.2).
- Un autre mode spécialisé assure mieux l'alimentation au cours de l'été (figure 9.9c et tableau 9.3).
- Un troisième mode spécialisé est concentré sur l'alimentation automnale (figure 9.9d et tableau 9.4).

Tableau 9.1. Mode d'exploitation printemps/automne sur la pousse de l'herbe.

Époque et durée d'utilisation	Fonction	Mode de prélèvement	Taille des parcs	Observations
Plein printemps 500 à 700 JB·ha^{-1}	Brebis en lactation ou allaitement et croissance des jeunes	Utilisation complète + "soupade" de 1/2 h sur Légumineuses	1,5 à 2,5 hectares pour 200 brebis	Cet objectif ne pourra être atteint qu'au terme de 3 à 5 ans
Plein automne 200 à 300 JB·ha^{-1}	Adultes à l'entretien	Complet		L'utilisation à l'automne dépend de la repousse

Tableau 9.2. Mode d'exploitation spécialisé sur la fin du printemps dans les Causses du sud de la France.

Époque et durée d'utilisation	Fonction	Mode de prélèvement	Taille des parcs	Observations
Fin printemps 300 à 500 JB·ha^{-1}	Brebis en lactation ou allaitement et croissance des jeunes	Utilisation complète + "soupade" de 1/2 h sur Légumineuses	5 à 7 hectares pour 200 brebis	Cet objectif ne pourra être atteint qu'au terme de 3 à 5 ans
Automne-hiver (facultatif) 100 à 200 JB·ha^{-1}	Adultes à l'entretien			Utilisation à l'automne de la repousse très souple

Tableau 9.3. Mode d'exploitation spécialisé sur l'été dans les Causses du sud de la France.

Époque et durée d'utilisation	Fonction	Mode de prélèvement	Taille des parcs	Observations
Plein printemps < 100 JB·ha^{-1}	Brebis en lactation ou allaitement des jeunes	Utilisation incomplète (tri) + "soupade" si nécessaire	10 à 15 hectares pour 200 brebis	Peut servir de régulation de pâturage au printemps
Plein automne 200 à 300 JB·ha^{-1}	Adultes à l'entretien	Complet		

Tableau 9.4. Mode d'exploitation spécialisé sur l'automne dans les Causses du sud de la France.

Époque et durée d'utilisation	Fonction	Mode de prélèvement	Taille des parcs	Observations
Plein printemps (facultatif) 100 à 150 JB·ha^{-1}	Brebis en lactation ou allaitement des agneaux	Tri + "soupade" de sainfoin ou de luzerne	5 à 7 hectares pour 200 brebis	Peut servir de régulation de pâturage de printemps
Plein automne 200 à 300 JB·ha^{-1}	Adultes à l'entretien	Complet		Forcer la consommation des refus

5.3. La conduite des surfaces

Une ressource est autant fixée par le mode d'exploitation parcellaire que par la nature de la végétation utilisée, et bien souvent, c'est le mode d'exploitation qui détermine la ressource par la succession dans la parcelle des utilisations diverses et leur répartition sur la campagne, et peut-être surtout, car c'est moins facilement abordé, par l'intensité de pâturage à chacun des passages (le **mode de prélèvement**).

Il n'y a pas obligation de toujours "racler" (mode de prélèvement fourrager ou gestion) pour reproduire une ressource ; il suffit de la rabattre, sans refus, à une période donnée. Plus même, lors d'un passage, laisser aux animaux la possibilité de trier, donc de choisir ce qu'ils prélèvent autorise l'utilisation de parcelles qui autrement seraient laissées de côté en raison de leur médiocrité ; de la même manière, l'usage facultatif que représente le tri donne sécurité et souplesse à l'offre fourragère et pastorale ; le transfert par la récolte n'étant pas – heureusement pour les surfaces pastorales – la seule solution pour décaler l'utilisation ou maîtriser la production végétale.

Tableau 9.5. Caractérisation des modes de prélèvement.

Mode de prélèvement	But	Moyen	Évolution et renouvellement	Décisions d'entrée et de sortie	Indicateurs	
					d'entrée	de sortie
I Fourrager	Assurer une quantité et une qualité maximales de l'herbe ingérée	Rester sur l'herbe en croissance (ex. : empêcher l'épiaison des Graminées)	Dépend d'une gestion stricte du pâturage, sinon passage aux modes III et II	La parcelle est pâturée à une (ou pendant une) période déterminée sur la parcelle elle-même	Stades de croissance et de développement des herbacés	Rabattement homogène du tapis herbacé
II Tri	Augmenter la qualité de la ration prélevée en permettant aux animaux de choisir	Surface suffisante, chargement instantané faible (ou durée d'utilisation courte avec un temps de présence quotidien long)	Sélection de certaines plantes : dérive possible de la flore Ce tri nécessite un mode de prélèvement autre (III ou I) ou une intervention mécanique à d'autres périodes	On entre dans la parcelle quand l'utilisation de la précédente est finie La sortie est décidée quand il faut pâturer la suivante	Sur d'autres parcelles (précédentes ou suivantes)	Seuil atteint pour le choix (tri) nécessaire au type d'animal pâturant
III Gestion	Limiter l'embroussaillement et assurer la pérennité de l'herbe	Pâture : complète du tapis herbacé et partielle de la pousse annuelle des ligneux bas Une complémentation peut être nécessaire	Maintien de la ressource ; possibilité d'amélioration à certaines périodes précises	On entre quand on doit quitter une autre parcelle On sort quand la parcelle est finie		Rabattement homogène du tapis herbacé (consommation d'éventuels ligneux bas)

Source : d'après Capillon A. (ed.) (1990), *Recherches sur les systèmes herbagers*, coll. "Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement", n° 17, INRA.

Tout comme l'état des animaux est noté par maniement (voir chapitre 8), et peut devenir pour la demande un outil d'évaluation, de diagnostic et certainement un élément du pilotage, il est aussi possible de "manier" la végétation : "notation" par suivi de lignes de quadrats permanents (voir chapitre 3), par exemple, pour évaluer l'état des surfaces, argumenter l'affectation, et décider entrée, sortie et succession de parcelles.

6. DE L'AJUSTEMENT DEMANDE/OFFRE À LA STRATÉGIE ALIMENTAIRE

Nous avons vu précédemment comment décrire et caractériser la demande et l'offre alimentaires. Chacune d'elles est marquée par une périodicité propre : niveaux de besoins à couvrir ou saisonnement de la production végétale.

Pour construire son système fourrager, l'éleveur va ajuster les deux avec une nouvelle périodicité annuelle, sous la forme d'une suite de séquences avec, pour chacune, des options particulières. Ces options concernent l'affectation et l'utilisation des surfaces, les variations de l'état corporel des reproductrices ou la vitesse de croissance des élèves.

Chacune de ces séquences a une place, une fonction dans le fonctionnement de l'ensemble, elles sont les éléments constitutifs de la stratégie d'alimentation.

6.1. L'affectation des surfaces

Après avoir reconnu les unités de son exploitation et retenu les ressources qu'il compte pouvoir fabriquer, l'éleveur arrête une première série de décisions sur l'utilisation de son terrain : il affecte des surfaces à chacune des périodes qui ont été mises en évidence précédemment, au cours de la mise à plat de la demande (figure 9.10).

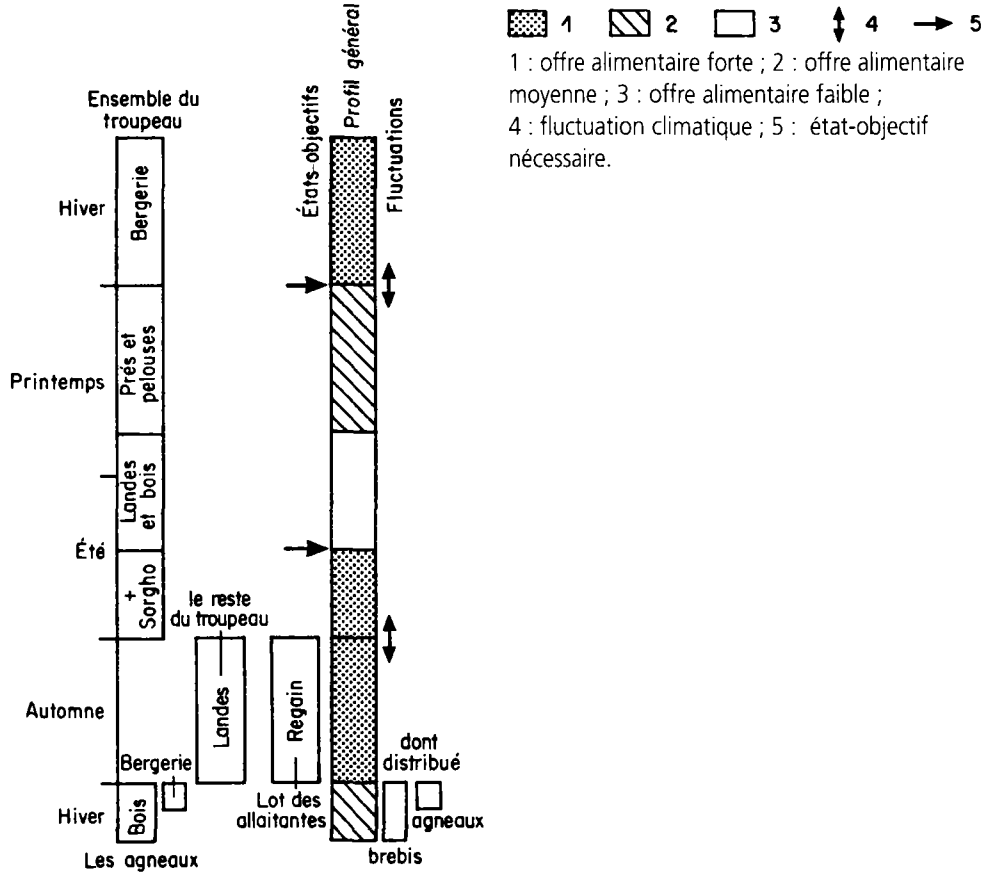


Figure 9.10. Un exemple d'affectation des terrains et de politique de distribution.

Il y a ainsi passage à une nouvelle périodicité sur la base, non pas de l'une ou l'autre des considérations habituelles (besoins et production végétale), mais sur la succession des ajustements entre ces deux éléments maintenant représentés par un profil de demande et un profil d'offre.

Cette phase, complètement dictée par le projet de production, est sous la dépendance de la conduite de la reproduction, du type de produits, du travail, du matériel et des aménagements ; elle correspond à la fixation des **fonctions alimentaires**. Celles-ci correspondent aux séquences résultant du découpage de la campagne par les périodes "demande" et les périodes "offre". Pendant la durée de chacune d'elles, l'ajustement entre la demande et l'offre est considéré comme homogène.

Cette notion de fonction alimentaire peut être étendue à certaines périodes particulières souvent courtes, où ce qui est en cause n'est pas tellement le niveau de besoin mais plutôt la gestion d'une transition dans la physiologie des animaux (mise à l'herbe, tarissement).

Afin de les comparer ou de créer des références, les fonctions alimentaires devront avoir une dénomination relatant :
- le niveau de la demande (niveau de besoin de l'"animal pilote" : préparation de la lactation, allaitement, retape de tel ou tel animal, "*flushing*"...) ;
- le contexte "offre" (la saison) ;
- une appréciation de la participation du pâturage à l'alimentation des animaux.

Cette série de fonctions alimentaires peut se représenter en un schéma sur un fond calendaire. Il met en regard les séquences (issues du découpage par les périodes de la demande animale et les saisons) et les surfaces concernées par chacune d'elles (figure 9.11).

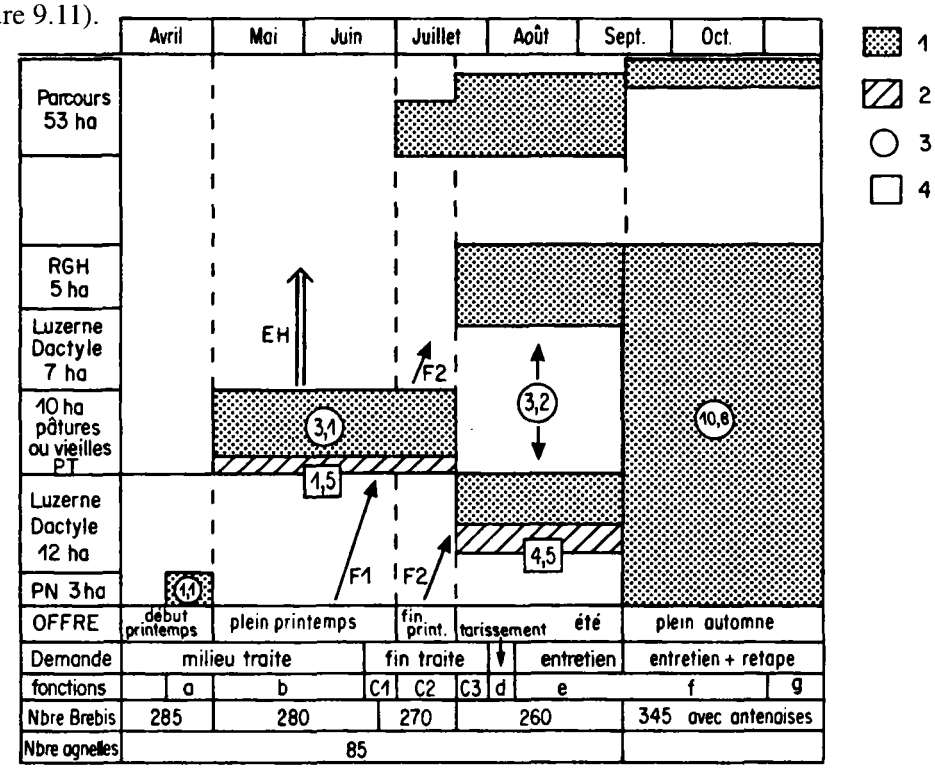


Figure 9.11. L'affectation des surfaces dans le temps pour un élevage de 300 brebis hivernées dans les Causses du sud de la France.

1 : pâture des brebis ; 2 : pâture des agnelles ; 3 : surface affectée à chaque agnelle ; 4 : ensilage (4 ares par tête) ; F1 et F2 : foin (idem).

L'éleveur s'appuie sur des règles pour dérouler sa campagne et réussir l'affectation de ses surfaces; il fait des choix et prend des décisions selon des critères et des indicateurs plus ou moins explicites.

Sans prétendre tout couvrir, il est utile et possible de retenir les éléments de caractérisation des ruptures de séquence : état animal, état de végétation, parcelle(s) décisive(s), niveau de performance, et d'être vigilant pour recueillir tout autre clé de décision, comme les contraintes de travail par exemple.

6.2. Le système fourrager intègre la sécurité des ressources

L'éleveur ne va pas se contenter de ces seules décisions trop rigides et un peu mécanistes. La réalisation de l'ajustement offre/demande est en effet soumise à des aléas, dus à des variations de résultats effectivement obtenus (un nombre de mises bas assez différent de celui attendu...), sur la demande, ou liés au climat sur l'offre (un hiver prolongé...). Ces risques peuvent être, au moins en partie, anticipés. Il est possible de faire des hypothèses sur leur importance et les périodes où ils interviennent.

On est alors en mesure d'intégrer à l'avance dans le pilotage des ressources l'affranchissement vis-à-vis de la majeure partie des aléas :
• soit en affectant des ressources spécialement à cet usage (surfaces pâturées ou alimentation distribuée) ;
• soit en ménageant des possibilités de rattrapage, en utilisant la souplesse des modes d'exploitation des surfaces.

Ce pilotage du risque est essentiel dans tous les systèmes où les aléas, en particulier climatiques, sont très importants, comme c'est le cas dans les régions méditerranéennes. *A l'heure où les considérations sur les coûts de production prennent une importance croissante, cette anticipation autrement que par un surdimensionnement de l'offre devient un élément déterminant : tout risque subi coûte cher si on doit en rattraper les conséquences sur les résultats.*

Ainsi, après que soit fixée la politique d'affectation "habituelle/ordinaire", c'est-à-dire la façon d'assurer les fonctions alimentaires, il faut prévoir les pratiques qui permettront d'assurer les périodes soumises aux fluctuations. Ce sont les **fonctions de sécurité**. Cette nouvelle série de pratiques ont, elles aussi, leurs règles de fonctionnement et leurs modes de pilotage, articulés à ceux des autres fonctions et opérant sur le même type d'arguments (critères et indicateurs).

Pendant le déroulement de la campagne, les variations possibles sont positionnées soit au cœur même d'une fonction alimentaire, soit entre deux fonctions alimentaires successives. Les fonctions de sécurité sont donc de deux sortes : les régulations et les soudures.

• Les **régulations** recouvrent les pratiques qui remédient aux fluctuations de production au cours d'une fonction alimentaire :
– attente entre deux cycles de pâturage tournant rapide,
– attente pour entrer dans une parcelle dont l'état n'est pas encore jugé conforme à celui qui est souhaité,
– "décharge" pour animaux d'un pâturage continu trop chargé,
– récolte d'une parcelle en trop,
– mode de prélèvement en tri prévu dans l'itinéraire technique.

• Les **soudures** sont mises en place pour résoudre les manques de disponibilités en fin de fonction alimentaire dus au retard d'arrivée de la production habituellement prévue pour la couverture de la fonction alimentaire suivante.

Combler ce déficit, c'est par exemple exploiter en fin d'été des bois, spécialisés "arrière-saison", alors que les ressources estivales sont finies et que les regains de l'automne tardent à venir.

La prise en compte de ces fonctions de sécurité peut être déterminante dans l'affectation d'une ressource. Le choix d'un itinéraire technique pour une parcelle ou un groupe de parcelles, leur positionnement dans le calendrier fourrager, peut être dicté par leur capacité à remplir une fonction de soudure ou de régulation, même si ceci implique de ne pas "maximiser" la valorisation de leur potentiel de production.

On pourra ainsi préférer utiliser les pelouses de causses en été, plutôt qu'en fin de printemps, de façon à se réserver une possibilité de régulation du pâturage tournant de plein printemps. Ce peut être un moyen d'éviter de surdimensionnner l'affectation de surfaces cultivées à cette fonction, avec les conséquences de gestion – et de coûts – d'une telle option.

6.3. De l'enchaînement des fonctions à la stratégie d'alimentation

Le chaînage de fonctions peut maintenant être représenté, en ajoutant aux fonctions alimentaires, précédemment dessinées, les fonctions de sécurité. Pour être complet, il faudra encore positionner quelques fonctions annexes (décharge, contention,...) et la création des stocks (figure 9.12). Tous les moments et époques correspondant aux périodes et fonctions que l'on vient d'identifier, sont "pointables/repérables" par un état de la ressource et un état de la demande : en effet, il faut, pour un lot donné, une quantité et une qualité d'aliments donnés à telle date, pour une durée déterminée.

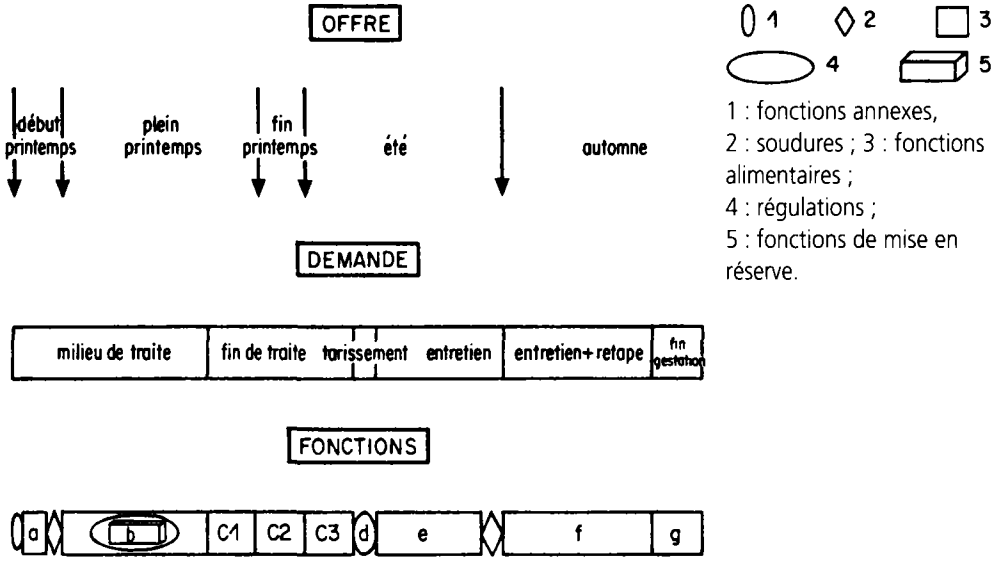


Figure 9.12. Exemple d'analyse des fonctions au pâturage : cas du lot principal des adultes.

L'organisation de l'offre, l'organisation de la demande ainsi que le déroulement de leur ajustement mis en place par l'éleveur, sont ainsi balisés par des états-objectifs qui "marquent" le début et la fin d'une période.

Cette première mise en ordre venue directement d'une réflexion autonome sur la demande et sur l'offre, donne une représentation de l'ensemble de la campagne

d'alimentation sous la forme d'une suite de fonctions (séquences d'ajustement) cadrées dans des périodes (de la demande et de l'offre) avec des pointeurs aux limites significatives.

Il existe toutefois des relations en termes de conséquence ou de condition entre ces périodes. Il est possible d'établir un ordre dans le déroulement des séquences (les fonctions), tantôt selon l'état de la ressource, tantôt selon un événement-troupeau. Toutes les périodes (par rapport à la demande ou à l'offre) et finalement toutes les fonctions (par rapport à l'ajustement des deux) n'ont pas le même poids, le même enjeu, les mêmes difficultés ou aléas de réussite. Il est possible d'identifier les moments clés qui jalonnent la réussite du projet et des fonctions clés qui les "commandent".

C'est à partir de l'intégration de cette dernière expertise, intégrant les hiérarchies et les priorités dans le système d'alimentation et dans le système fourrager que l'on obtient une représentation de la stratégie d'alimentation, mettant en évidence :
– la série de fonctions,
– pointée par des états de ressources ou d'autres critères (état corporel, performance, travail...),
– avec les moments, les périodes et les fonctions clés.

Une représentation simplifiée de cette stratégie mettra en parallèle la demande et l'offre, avec une série de plages de niveaux (fort, moyen ou faible) pointées par une suite d'états-objectifs avec leurs critères d'évaluation (en particulier pour le pilotage) et les fonctions clés (figure 9.13). Elle souligne le mode de résolution des enjeux du projet de production, c'est-à-dire les options techniques retenues pour ajuster demande et offre par rapport à leurs propres périodes clés.

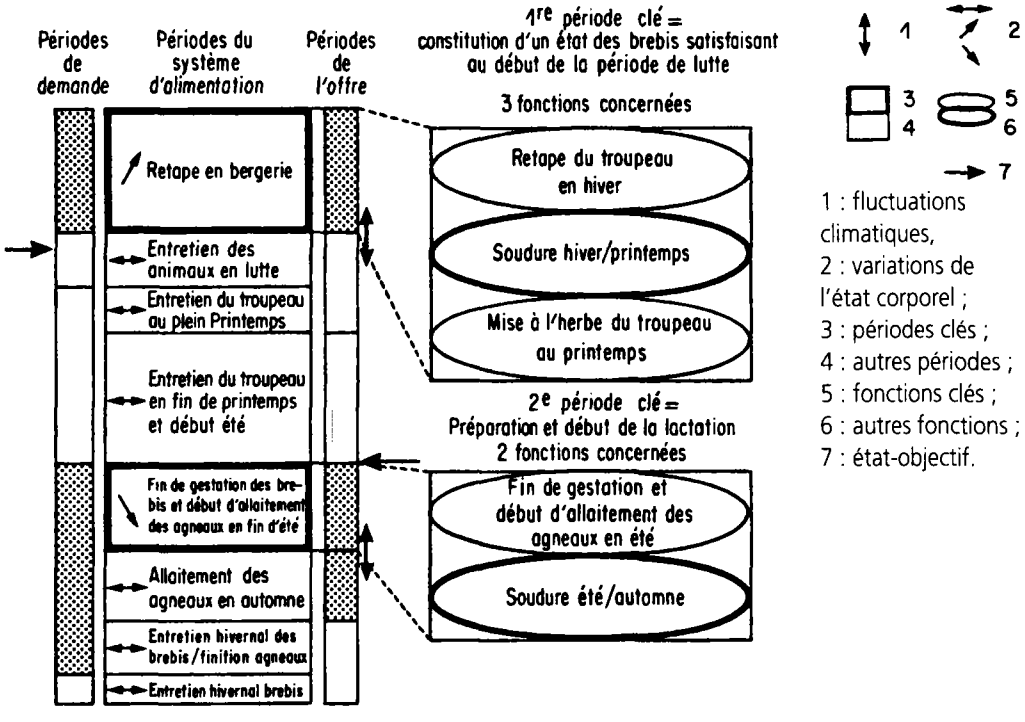


Figure 9.13. Stratégie d'alimentation : option d'ajustement de l'offre et de la demande, les enjeux.

L'ensemble des options choisies, l'engagement effectif dans telle ou telle pratique parcellaire font appel à des réflexions, à des raisonnements et à des prises de décision de niveaux différents. Au fur et à mesure du déroulement concret de la cam-

pagne, les degrés de liberté s'épuisent ; il est donc impératif d'avoir prévu en amont, dans la stratégie, l'essentiel des marges de manœuvre. Cette représentation permet en outre de positionner ensemble les trois niveaux – articulés – que gère l'éleveur :

- le niveau **stratégique** avec la mise en parallèle de la demande et de l'offre, et tout particulièrement le positionnement des fonctions de régulation et de soudure ;
- le niveau **tactique** avec des alternatives de résolution de certaines périodes et fonctions ;
- le niveau **opérationnel**, au jour le jour, pour ajuster le temps de sortie, l'intensité de pâturage...

Ainsi, dans l'exemple discuté ici :
– du côté demande, une note plancher d'état corporel à la mise bas, ou pour l'offre, une quantité et qualité de ressources suffisantes en tout début septembre pour un agnelage d'automne sont des états-objectifs qui servent à l'évaluation ou au pilotage du déroulement du système d'alimentation ;
– la période de retape avant la fin de gestation représente une période clé pour l'acquisition de l'état à la mise bas ;
– un minimum de surface irriguée en été est une des tactiques possibles pour la fonction clé "soudure été/automne".

7. DE LA STRATÉGIE ALIMENTAIRE À L'APPUI TECHNIQUE

Tout système fourrager concret peut être "caricaturé" par l'appartenance à un type de stratégie d'alimentation, c'est-à-dire à une liste ordonnée de fonctions alimentaires, de fonctions de sécurité et annexes, "pondérée" par les quelques fonctions clés qui expliquent la majeure partie des problèmes "utilisation et gestion des surfaces" rencontrés dans le type de stratégie en question.

Le point d'entrée du travail d'appui technique, sur l'utilisation et la gestion des surfaces, consistera donc à rapprocher le système d'alimentation de l'exploitation visitée d'une stratégie connue, décrite par une batterie limitée de critères d'appartenance. Sur cette base, le technicien d'appui technique disposera d'un cheminement spécifique et d'un canevas de discussions avec l'éleveur propre au cas traité, leur permettant de prendre des orientations puis des décisions d'action, particulièrement, sur des itinéraires techniques parcellaires.

Cette première destination du travail présenté ici entre en phase de test sur les systèmes dits pastoraux dans le réseau CAPSUD. La validation en cours consiste :

(a) à prendre une information réduite (comme la nature et la taille des surfaces de printemps au lieu de la structure complète d'exploitation...) pour se reconnaître dans une des stratégies alimentaires repérées ;

(b) se retrouver alors dans un cheminement spécifique : fonctions clés, références tactiques et parcellaires correspondantes, alertes propres et orientations conséquentes sur les décisions opérationnelles éventuellement nécessitées par le diagnostic porté ;

(c) mise à plat d'un plan de campagne, voire d'une réorientation à moyen terme.

Toutes ces propositions exigent de structurer un référentiel sur l'utilisation et la gestion des surfaces fourragères et pastorales. Il doit assurer le couplage de deux séries de données :

• des résultats concrets chez des éleveurs pour les tactiques (fonctions), précisées par les pratiques élémentaires en correspondance (modes d'exploitation des parcelles ou des circuits...) ;
• des recommandations tactiques et des recommandations opérationnelles à la parcelle, élaborées par l'accumulation des données précédentes jugée suffisante pour la fabrication d'une référence valide.

L'alimentation de la base de données (les résultats observés dans les élevages) pourra être largement automatisée. A l'inverse, l'usage du référentiel doit pouvoir intégrer un maximum de "pré-digestion" ; par exemple, ouverture préférentielle aux seuls renseignements et chiffres utiles, ciblés par l'appartenance ou la filiation à une stratégie : fonctions clés, type de territoire, cheminement de la réflexion.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉES

Guérin G. et Bellon S. (1990), Analyse des fonctions des surfaces pastorales dans les systèmes fourragers en zone méditerranéenne, in Capillon A. (ed.) (1990), *Recherches sur les systèmes herbagers*, coll. "Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement", INRA, 17 : 147-159.

Guérin G. et Léger F. (1992), "Évolution des systèmes d'élevage en zone méditerranéenne et problématique d'aménagement de l'espace : une étude de cas", Actes du symposium *Étude des systèmes d'élevage*, Saragosse sept. 92, 15 p.

Guérin G., Léger F. et Pfimlin A. (1994), *Stratégies d'alimentation : Méthodologie d'analyse et de diagnostic de l'utilisation et de la gestion des surfaces fourragères et pastorales*, coll. "Lignes", Institut de l'élevage, Paris, 36 p.

Hubert B., Lasseur J., Coppel B. et Jullian P. (1988), "Fonctions et usage des ressources herbacées", C.R. XVI^{e} Congr. int. *Herbages*, Nice : 1351-1352.

Hubert B., Bellon S., Chassany J.-P., Guérin G., Martinand P. et Prévost F. (1990), "Intégrer les activités pastorales dans la gestion de l'espace méditerranéen", *Forêts Médit.*, **11**(3) : 238-251.

Hubert B., Méot A., Havet A., Lasseur J., Coppel B. (1990), "Systèmes fourragers et conduite de troupeaux : caractérisation des pratiques par l'étude de l'organisation du territoire", in Capillon A. (ed.) (1990), *Recherches sur les systèmes herbagers*, coll. "Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement", INRA, 17 : 159-174.

Hubert B. (1991), "Comment raisonner de manière systémique l'utilisation du territoire pastoral ?", C.R. IV^{e} Congr. int. *Terres à pâturage*, Montpellier, 25 p.

Les articles de Guérin, Bellon et Pfimlin dans le numéro spécial de *Fourrages* sur les journées "Extensification de la production fourragère".

Qarro M. et de Montard F.-X. (1989), "Étude de la productivité des parcours de la zone d'Aïn Leuh (Moyen-Atlas) I", *Agronomie*, 9 : 477-487.

QUELQUES QUESTIONS ET EXERCICES

1. Dans l'analyse de la demande alimentaire, quelle est la définition et l'intérêt de l'"animal pilote" ?

2. Comment caractériser l'offre alimentaire ?

3. Le pilotage du risque est essentiel dans tous les systèmes par rapport aux aléas importants, pourquoi ?

4. Qu'est-ce qu'un aléa contrôlé ?

5. Précisez par des exemples ce que sont les fonctions de sécurité : régulations, soudures.

6. En quoi l'approche fonctionnelle est-elle de nature qualitative ?

7. Que permet l'approche fonctionnelle, grâce à sa façon d'analyser l'ajustement stratégique recherché par l'éleveur ?

8. Pensez-vous que l'approche fonctionnelle puis être transposée à l'analyse des systèmes nomadisants d'Afrique tropicale ?

Chapitre 10

LES ENQUÊTES ZOOTECHNIQUES ET LEUR INTERPRÉTATION

1. INTRODUCTION

Pour le pastoraliste, la connaissance du troupeau et des pratiques d'élevage est un élément clé de la gestion des parcours. La variété des climats, des populations animales et des ethnies de pasteurs ou d'agropasteurs se traduit par une grande variabilité des conduites d'élevage. En effet, face au milieu, l'éleveur réagit en fonction de son ethnie (agropasteur ou éleveur), de sa famille (force de travail disponible), de son troupeau (petits ruminants, bovins, camelins).

Par exemple, au cours des récentes sécheresses au Sahel, les éleveurs peuls, qui avaient perdu tout ou partie de leur cheptel bovin, ont adopté des itinéraires techniques variés face à la crise.

- Une majorité d'entre eux n'a pas hésité à changer la composition des troupeaux survivants. Les bovins ont été vendus ou échangés contre des dromadaires et des petits ruminants, espèces plus aptes à faire face à des privations importantes.

- D'autres ont migré vers la zone soudanienne, plus arrosée, malgré la présence de glossines (par exemple la migration peule vers la région de Sidéradougou au Burkina Faso).

- Parfois, le comportement de l'éleveur s'est modifié : un habitat en dur a pu venir remplacer la hutte traditionnelle, les jeunes continuent à assurer la transhumance, mais la majeure partie de la famille consacre désormais son temps aux cultures vivrières ou de rente. Quelques familles ont choisi de reconvertir leur capital animal dans un investissement immobilier.

- Certaines familles se sédentarisent quelques années, le temps de reconstituer leur cheptel avec d'autres espèces ou d'autres races, et repartent ensuite dans la zone pastorale.

Ces exemples montrent comment un accident climatique augmente la variabilité du système. L'identification et la connaissance des types d'élevage sont nécessaires à ceux qui souhaitent proposer des améliorations des systèmes pastoraux. L'estimation des paramètres de la production et de leur évolution est indispensable pour établir un diagnostic et proposer des améliorations.

La typologie des élevages, la connaissance des pratiques des éleveurs et l'estimation des paramètres de base nécessitent deux outils d'investigation particuliers :

- l'enquête (*rapid survey*) : elle doit donner une bonne image instantanée de la situation de l'élevage ;
- le suivi (*continuous survey*) : il permet de collecter les informations sur une séquence de temps beaucoup plus longue ; c'est un film des événements vécus par le troupeau.

La typologie des élevages est réalisée à partir de questionnaires intégrant des données sociologiques, géographiques, économiques et zootechniques. Les enquêtes fournissent en général une excellente estimation de la structure moyenne des troupeaux.

Les paramètres de reproduction du troupeau obtenus par enquête sont souvent imprécis ; ils ne peuvent être précisés que grâce à un suivi chronologique. La collecte des paramètres d'exploitation et des paramètres pondéraux et de production (lait, laine...) ne peuvent être collectés que grâce au suivi.

En résumé, les enquêtes conviennent mieux à l'évaluation des paramètres démographiques (structure, croissance, etc. d'une population animale) ; les suivis vont permettre d'évaluer les paramètres physiologiques et économiques.

Cette différence fondamentale implique que l'utilisation de l'une ou l'autre de ces techniques sera fonction des objectifs de l'étude. Un équilibre doit être trouvé entre l'urgence de posséder les résultats préalables à une décision, la nécessité de mettre en évidence des variations saisonnières, la précision désirée et les moyens financiers disponibles.

2. ENQUÊTES

2.1. Types d'enquêtes

Les paramètres qui permettent d'établir la situation des élevages d'une région doivent aussi aider à choisir les interventions à mettre en œuvre par la suite, soit grâce à leur intégration directe, soit par l'utilisation de simulations de développement. L'évolution de ces paramètres est également importante à suivre au cours du déroulement du projet afin de pouvoir corriger les orientations ou de proposer de nouveaux choix techniques. En fin de progamme, ce seront les révélateurs de la réussite du projet.

Dans la recherche de ce type d'information, il convient de considérer des échantillons représentatifs des populations animales d'espèces souvent différentes réparties sur de vastes territoires. Cependant, ces investigations doivent être réalisées dans un laps de temps suffisamment court pour limiter les interactions dues au milieu et pour ne pas retarder la mise en place des structures de développement. Les objectifs principaux de ces enquêtes sont :

– de montrer la grande variabilité de ces milieux complexes ;
– d'évaluer les effets des améliorations suggérées sur le matériel animal.

2.2. Objectifs des enquêtes zootechniques

Les enquêtes zootechniques permettent l'évaluation de l'ensemble des paramètres démographiques (pyramide des âges, fertilité, fécondité, croissance...) nécessaires à la préparation ou à la planification de la plupart des opérations de développement de l'élevage. Elles doivent permettre, à l'échelle d'une grande région ou d'un pays, de préciser :
– les types d'élevage et de troupeaux d'une région ;
– la composition des troupeaux ;
– les caractéristiques démographiques : structure par âge et par sexe ;
– les principaux paramètres économiques.

Ces renseignements complètent les informations classiquement obtenues par les services de l'élevage à l'occasion des campagnes de vaccination ou de la surveillance des marchés à bétail et des abattoirs : espèces, races, effectifs estimés, situation sanitaire, effectifs d'animaux commercialisés ou abattus.

Le diagnostic des types d'élevage est nécessaire pour :
– le choix des interventions à mettre en œuvre ;
– l'évaluation de l'intérêt économique d'un projet.

Par exemple, dans le premier cas, l'enquête met en évidence une production faible pour un type d'élevage et montre si elle provient d'une fécondité insuffisante ou mortalité importante. Le choix des thèmes à vulgariser en découlera.

L'importance du gain économique entre la situation de départ et celle qui est espérée en fin de projet justifie la décision de son financement. Seules les enquêtes de troupeaux peuvent permettre de cerner cette situation de départ.

2.3. Plan de sondage

Lorsqu'une base de sondage existe, la technique de l'échantillonnage en grappe (figure 10.1) est utilisée.

La méthode développée par le CIRAD-EMVT est un système d'échantillonnage non totalement aléatoire : chaque enquêteur se voit assigner le nombre d'observations qu'il doit effectuer, le territoire à prospecter, une liste de villages et un nombre minimal de troupeaux à enquêter par semaine ; il est libre du choix de son échantillon (figure 10.2).

Les risques d'erreurs de mesure sont grands ; en conséquence, les paramètres obtenus sont représentatifs du groupe d'éleveurs issu de la typologie, et non de la région. La généralisation à une région, à une ethnie ou à un pays n'est pas possible. Ainsi, dans une région de Guinée, l'enquête révèle que la fertilité moyenne des élevages peuls est supérieure à celle des élevages malinké donc un taux moyen régional ne signifierait rien et ne pourrait donc traduire l'état de l'élevage dans la région.

Si l'objectif de l'étude est de fournir des paramètres représentatifs d'une région, le sondage doit être réalisé selon une technique classique qui exige une base fiable.

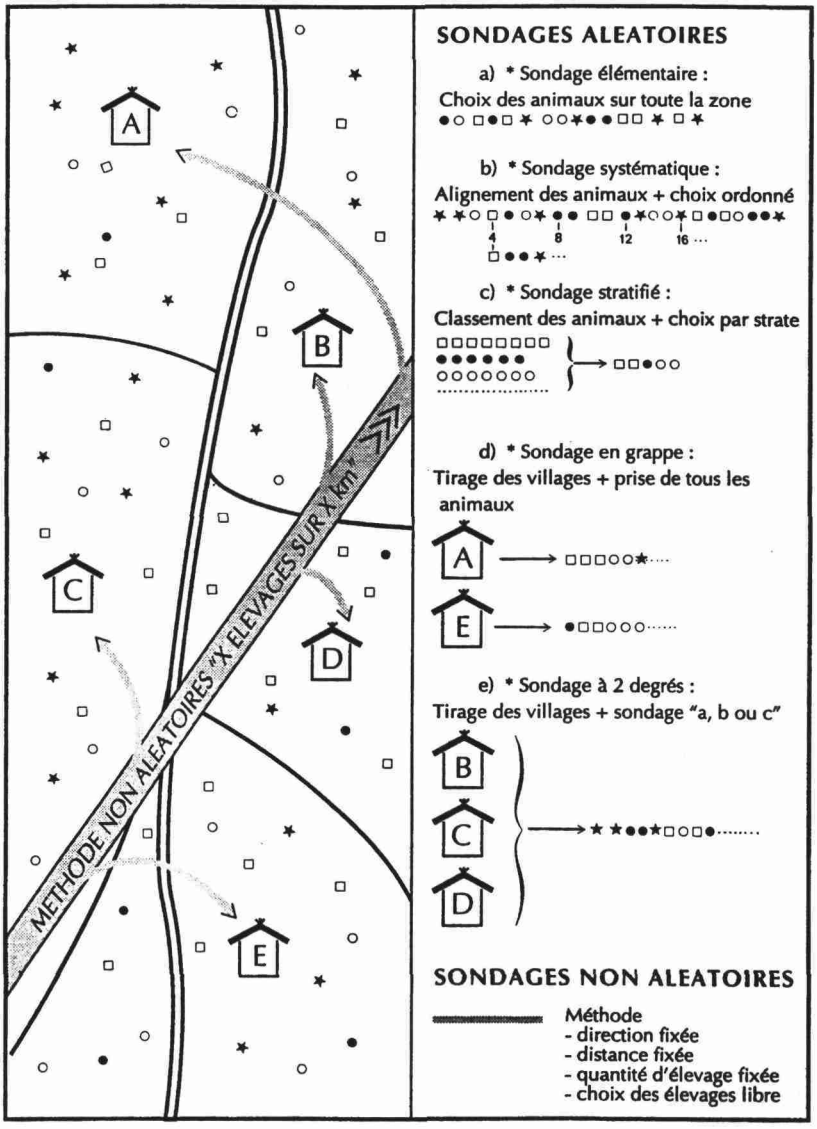


Figure 10.1. Schéma de la technique d'échantillonnage en grappe.

2.4. Questionnaire

Quel que soit le mode de sondage utilisé, il est essentiel d'avoir un questionnaire clair, précis, attractif et valorisant pour l'"enquêté" et l'enquêteur.

La mise au point des fiches d'enquête a amené le service de zootechnie du CIRAD-EMVT à privilégier la transcription en clair des informations collectées par l'enquêteur. Des essais de codage de certaines informations se sont avérés peu concluants. L'utilisation de fiches de couleurs différentes par thèmes et par espèces pour les fiches "carrière de femelles" facilite le travail de l'enquêteur. La fiche "état du troupeau" utilisée pour réaliser la typologie est modifiée à chaque nouvelle enquête pour tenir compte des spécificités de chaque pays dans le domaine de l'élevage. Les fiches sont rédigées dans la langue de travail des enquêteurs.

Les fiches sont testées au moment de la pré-enquête lors de la formation des enquê-

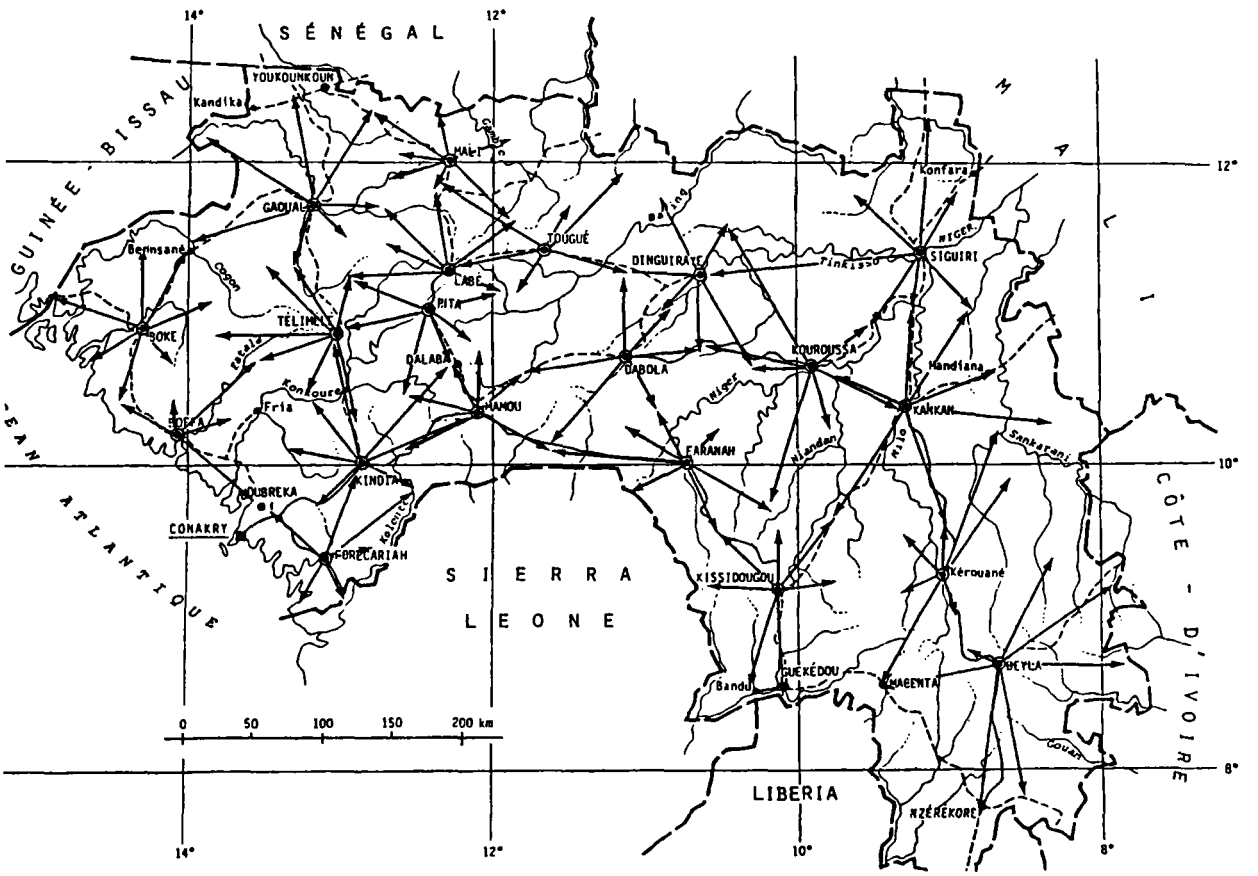


Figure 10.2. Carte des itinéraires des enquêteurs en Guinée.

teurs avant le démarrage de l'enquête proprement dite. Les résultats de l'enquête sont d'autant plus précis que l'enquête est conduite sur une période courte, si possible au cours d'une seule saison. Le caractère fermé du questionnaire ajoute certainement à la clarté et à la précision du document. La bonne qualité de la typographie et une mise en page fonctionnelle rendent le document attractif. Cette qualité, ainsi que la fourniture à l'enquêteur du matériel d'équipement (classeurs, crayons, sacoches, moyens de déplacement), valorise le travail de ce dernier et respecte l'enquêté.

Le nombre d'enquêteurs à recruter est une fonction optimisée de la durée envisageable de l'enquête, du budget et de la taille du cheptel dont il s'agit d'évaluer la production.

Les effectifs à considérer sont fonction de la nature et du nombre de paramètres à mesurer. Les études conduites par le CIRAD-EMVT montrent, par exemple, que pour obtenir une bonne estimation de la fertilité, environ 300 femelles par classe d'âge et par type d'élevage identifié étaient nécessaires. Dans tous les cas, l'enquête est menée sur plusieurs milliers de têtes (tableau 10.1). Le traite-

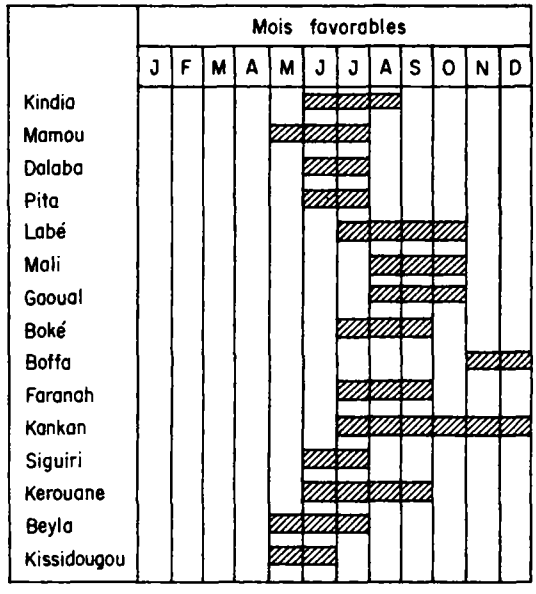
Tableau 10.1. Récapitulatif du nombre d'animaux enquêtés dans cinq pays.

Pays	Animaux	Effectifs
Guinée	Bovins Ovins-Caprins	45 000 15 000
Cameroun (extrême-nord)	Ovins-Caprins	9 500
Tchad	Bovins	103 200
Comores	Bovins Ovins-Caprins	5 600 6 800
Niger (centre-est)	Camelins	18 000

ment d'une telle masse d'informations ne peut s'envisager que grâce à l'informatique. Le coût du traitement est alors inférieur au quart du coût global de l'enquête.

Nombre d'enquêtes fort onéreuses restent au placard par absence de traitement et par non réponse aux problèmes posés. Chez les transhumants, il est important d'enquêter lorsque les animaux sont regroupés (période de repos, regroupement autour des points d'eau, des cures salées...) ; chez les sédentaires, la période d'enquête sera fonction du calendrier cultural et de la disponibilité des animaux (en dehors de la saison des cultures et des récoltes, de préférence avant le départ au pâturage le matin ou au retour le soir). Le calendrier de l'enquête, prenant en compte ces contraintes, est complété lors de la pré-enquête (tableau 10.2).

Tableau 10.2. Exemple de planification de l'enquête Guinée.



Par nature, ces enquêtes ne peuvent fournir d'indication, ni sur les variations saisonnières des paramètres écologiques et zootechniques, ni, à fortiori, sur l'évolution d'un individu particulier. Seules des opérations de suivi peuvent fournir ce type d'information.

3. LES SUIVIS ZOOTECHNIQUES

Le suivi consiste à étudier finement le déroulement séquentiel des événements de la vie d'un animal identifié.

3.1. L'identification individuelle des animaux

• **En élevage intensif**. Il faut rappeler ici les difficultés rencontrées lors de l'identification des animaux sur le terrain. Dans les pays industrialisés, cette pratique, selon un système codé unique, remonte à la création des livres généalogiques. Les animaux reproducteurs ont un numéro tatoué à l'oreille. Depuis une quinzaine d'années, les marques en plastique fixées à l'oreille permettent une identification à distance sans avoir à manipuler l'animal. Dans ces pays, la stabilité des effectifs de reproducteurs au cours de l'année, la faible mortalité et la stabilité géographique des élevages concourent à rendre les contrôles de performances et les mesures de production fiables et aisées. Dans les élevages laitiers à forte production, les animaux sont identifiés à l'aide de boucles magnétiques, ou à puces, permettant la parfaite identification de l'animal et un échange d'informations avec l'unité de gestion informatisée. Ainsi par exemple, la distribution de la ration complémentaire à base de concentrés coûteux peut être entièrement gérée par l'ordinateur en fonction des

paramètres de production (quantité de lait, stade de lactation, poids vif de l'animal, etc.). Si l'introduction d'un système analogue (identification par code à barres) dans les grands troupeaux ovins transhumants du sud de la France a fortement simplifié le contrôle des performances des reproducteurs, la situation est loin d'être aussi aisée dans les zones pastorales des pays en voie de développement.

• **En élevage extensif**. Aucun système d'identification généralisé n'existe dans ces pays ; les éleveurs ont leur propre système. Il s'agit essentiellement de marques apposées sur la robe de l'animal, soit au fer rouge soit avec la pointe d'un couteau (voir figure 8.3). Il est très rare que cette identification soit individuelle, généralement elle représente un clan ou une famille ; lorsqu'un animal reçoit un nom, c'est très fréquemment le nom de sa mère (ou de son père). Chez les petits ruminants, les pratiques de l'identification par encoches des oreilles ou par cicatrices sur les joues de l'animal sont courantes, mais là aussi il est très rare d'avoir affaire à un marquage individuel. Ces marques d'identification se compliquent parfois de cicatrices d'incisions réalisées par la médecine traditionnelle.

Pour réaliser un suivi de certains animaux, il est impératif de mettre en place un système d'identification univoque, stable et fiable. La pratique des boucles en plastique à l'oreille se généralise dans les grands établissements d'élevage (figure 10.3). Chez les éleveurs traditionnels, le marquage par cette méthode est souvent reçu avec réserve, sinon hostilité (pour des raisons esthétiques, sanitaires et fiscales). La désinfection de la plaie du trocard est nécessaire pour éviter des infections secondaires beaucoup plus fréquentes que sous des climats tempérés. Les boucles munies de systèmes auto-perforants sont à préférer aux autres modèles.

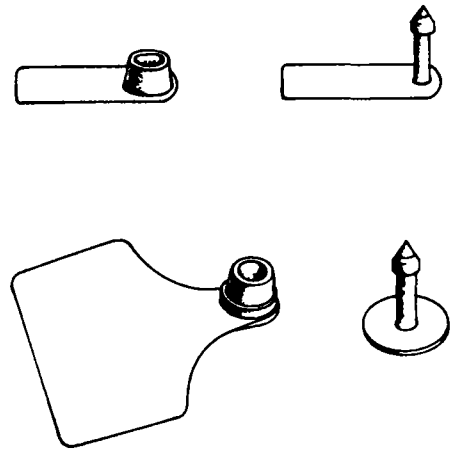


Figure 10.3. Exemple d'identification par boucle d'oreille.

3.2. Les buts du suivi

Le rôle du suivi est essentiel dans la connaissance des mécanismes de prise de décision chez l'éleveur et dans celle de la logique des choix face aux alternatives techniques ou économiques. En effet, le suivi permet :
– de préciser les relations entre le milieu et l'évolution des paramètres zootechniques ;
– de préciser les relations des paramètres zootechniques entre eux ;
– de mettre au point un certain nombre d'indicateurs de crise pour anticiper la réaction de l'éleveur dans le cas d'une situation de crise climatique, économique ou sanitaire.

Les paramètres économiques interviennent largement dans la prise de décision de l'éleveur. Au Burkina Faso, l'étude de la part de la vente des petits ruminants dans la formation du revenu monétaire de l'éleveur a permis d'identifier le type d'animal qui était le plus fréquemment mis en marché au moment de la "soudure" (période de fin de saison sèche où les conditions de vie deviennent très dures). Les jeunes mâles les plus lourds, représentant les souches les plus intéressantes du troupeau, sont alors vendus en priorité. Leur sortie définitive abaisse le niveau génétique moyen du troupeau.

Les éleveurs sont parfaitement conscients des inconvénients d'une telle pratique, mais la nécessité absolue pour eux d'acheter des céréales et les intrants de la prochaine campagne agricole ne leur laisse pas de choix dans le cadre des techniques de production traditionnelles. Il a donc été nécessaire de proposer aux éleveurs de nouvelles techniques d'embouche pour leur permettre d'augmenter leur revenu tout en conservant leurs meilleurs agneaux comme reproducteurs.

3.3. Mise en place d'un suivi

Le suivi est plus efficace s'il est mis en place après une typologie des systèmes d'élevage (tableau 10.3) réalisée à partir de l'enquête préliminaire ; dans ce cas, les troupeaux doivent être tirés au hasard parmi les élevages appartenant à chacun des types reconnus. En fait, la contrainte d'un suivi pour un éleveur est telle (marquage des animaux, manipulations, prises d'échantillons biologiques, etc.) que, parmi les élevages tirés au sort, ne sont conservés que ceux dont les propriétaires acceptent de collaborer au projet. Un biais est ainsi introduit dans l'échantillonnage par la sélection des éleveurs les plus dynamiques. Il faut en tenir compte, et si possible le corriger, lors de l'exploitation des observations.

Tableau 10.3. Classement des typologies possibles.

TYPE STRUCTUREL • zonage • repérage des situations • choix
TYPE FONCTIONNEL • analyse de fonctionnement • performance des systèmes • évolution des situations
TYPE OPÉRATIONNEL • mise en place des actions • repérage des cibles • choix et évolution

Le poids et le coût d'un suivi implique la nécessité de faire une enquête localisée pour aller au-delà du diagnostic du type d'élevage jusqu'au type d'exploitation (voir chapitre 9). Les questionnaires utilisés sont alors beaucoup plus détaillés.

Ce questionnaire permet de récolter, par interrogation directe du chef de famille, des renseignements généraux sur l'exploitation et sur l'économie des différentes productions. Sa grille d'analyse doit permettre de déterminer ou de calculer :
• la force de travail disponible dans l'unité familiale ; l'étude des temps de travaux permet de cerner l'utilisation de la main-d'œuvre familiale ;
• les caractéristiques physiques de l'exploitation (productions végétales, surfaces cultivées pour les différentes cultures annuelles ou pérennes, surfaces en jachère, vergers ou plantations, etc.).
• la composition du (ou des) troupeaux, prenant en compte les espèces, la répartition par sexe et par grandes classes d'âge, le devenir des produits ;
• les conduites d'élevage avec des informations sur le type de propriété, le système d'exploitation du pâturage, les techniques d'abreuvement, etc. ;
• les structures vétérinaires disponibles et les soins prophylactiques pratiqués.

Une autre partie traite de l'économie familiale et permet d'évaluer le revenu monétaire et les marges brutes par spéculation (ces paramètres peuvent alors être comparés avec les valeurs moyennes calculées à partir des données de la première partie).

Par exemple, pour six districts administratifs de la Somalie centrale, 30 villages ont été tirés au sort après stratification parmi 150 environ pour chacune des strates. Dans chacun de ces villages il était prévu de tirer au hasard 40 familles, l'interview

portant uniquement sur les chefs de famille volontaires. Finalement, 361 exploitations ont été visitées, ce qui représente "un taux de sondage" de 15 % environ.

Au Burkina Faso, le choix des villages a été fait selon des critères établis par des études précédentes. Dans chaque village, pour l'ensemble des troupeaux de petits ruminants, les animaux furent mesurés, pesés et identifiés. 124 troupeaux, représentatifs des deux grands systèmes d'élevage (Mossi et Peuls), soit 3 900 ovins et caprins, ont été suivis pendant 3 ans. Chaque enquêteur suivait une quinzaine de troupeaux du même village. Les animaux étaient pesés au cours des visites systématiques mensuelles, et les événements survenus dans le troupeau (naissances, mortalité, achats, ventes, échanges, autoconsommation) étaient notés lors des visites hebdomadaires.

La durée d'un tel suivi est essentiellement fonction de l'espèce animale. Elle ne peut pas être inférieure à une génération, c'est-à-dire à l'âge moyen des parents lorsque naissent les premiers petits conservés comme reproducteurs pour la génération suivante. En milieu tropical, cet intervalle peut être estimé à 3 ans pour les petits ruminants et 6 ans pour les bovins, alors qu'il est égal à 1,5 et 3,5 ans dans les pays tempérés.

Si la fécondité est souvent peu élevée, il faut augmenter la durée de l'étude pour avoir un nombre significatif de descendants connus, en évitant que l'étude se déroule pendant une période exceptionnelle.

La bonne circulation du matériel et des informations entraîne des charges de main-d'œuvre et de logistique qui pèsent lourdement sur le budget des opérations de suivi. Des essais de normalisation et d'informatisation de la collecte et du traitement de ces suivis ont conduit à l'élaboration de plusieurs logiciels[1].

Les suivis requièrent une formation particulière des techniciens qui en sont chargés. Il leur faut des connaissances agricoles et vétérinaires plus importantes que celles qui suffisent à ceux qui sont chargés des enquêtes zootechniques. Leur contact permanent avec les éleveurs peut leur faire gagner la confiance des éleveurs et assurer la réussite des opérations de suivi. Ils seront amenés à prodiguer des conseils aux bergers ou même à traiter les animaux voire les vacciner. Le chercheur responsable doit être présent sur le terrain pour faire face à toute situation nouvelle pour l'élevage considéré.

Sauf pour le calcul des paramètres zootechniques normalisés, il n'existe pas de traitement des données pré-établi comme pour les enquêtes. Les typologies d'exploitations sont établies avec l'aide des analyses multidimensionnelles (ACP, AFC, CHA, Cluster analyse) parmi lesquelles l'analyse discriminante est toujours nécessaire. Mais, le chercheur qui traite les données doit surtout avoir une excellente connaissance du milieu sur lequel il travaille.

A condition d'avoir des effectifs suffisants, l'analyse de variance, qui utilise des modèles à effets fixes (saison, année de naissance ou de parturition, rang de naissance, sexe, type de naissance, etc.) permet de tester les différences de moyenne entre classes :
– des paramètres de reproduction, âge à la première mise bas, intervalle de mise bas, taille de la portée ;
– les masses à un âge type et aux périodes cruciales de la vie de l'animal, post-partum, naissance, sevrage, début/fin de saison des pluies... ;
– l'âge et la raison de la sortie du troupeau, etc.

1. Parmi les plus utilisés, citons ceux du CIRAD-EMVT-ISRA, dont le logiciel "Panurge" gère le projet PPR au Sénégal ; un nouveau produit, "Pikbeu" (CIRAD-EMVT) est fonctionnel sur plusieurs sites africains. Ces deux premiers logiciels ont été développés pour des suivis en milieu réel tandis que le logiciel "Ideas", du CIPEA/ILCA, est écrit pour le suivi de troupeaux en station.

Le CIPEA/ILCA a défini trois indices de production ramenés à l'année, à la masse vive post-partum de la mère ou à la masse métabolique de la mère (c'est-à-dire à sa masse élevée à la puissance 0,75) :

$$\text{indice I} = \frac{\text{masse totale de la portée à 150 j}}{\text{intervalle entre deux mises bas (j)}} \times 365$$

$$\text{indice II} = \frac{\text{indice I}}{\text{masse post-partum de la mère}}$$

$$\text{indice III} = \frac{\text{indice I}}{\text{masse métabolique de la mère}}$$

L'ensemble des animaux marqués et suivis, dont les performances sont connues, peut constituer le noyau d'une base de sélection.

4. RÉSULTATS OBTENUS À L'AIDE DES ENQUÊTES ET DES SUIVIS ZOOTECHNIQUES

4.1. Les structures de troupeau

Les structures des troupeaux illustrées par les pyramides des âges constituent les premiers résultats importants des données démographiques (figure 10.4).

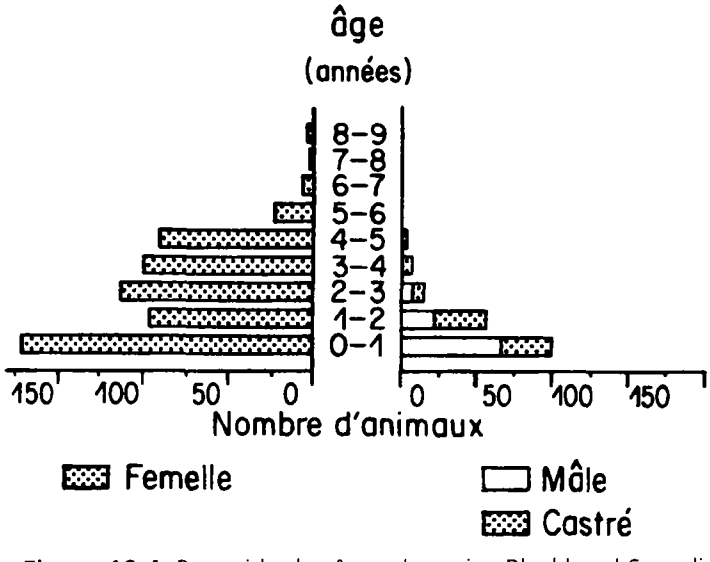


Figure 10.4. Pyramide des âges des ovins Blackhead Somali.

4.1.1. Race

La détermination de la race des animaux du troupeau (voir paragraphe 2 du chapitre 8) est un problème commun aux enquêtes et aux suivis. Les descriptions des "races locales" fournissent généralement une assez bonne traduction de la couleur de la robe et quelques mensurations. La même population peut très bien apparaître sous deux noms différents selon le pays (chèvres *White Somali* en Somalie, *Galla* en Éthiopie et *Somali black-head* au Kenya). Au cours d'une enquête, il est souvent

possible de noter simplement le patron de la robe. Dans le suivi, il peut être intéressant de caractériser la population par :
– plusieurs données pondérales,
– des "marqueurs" génétiques visibles (cornes, pendeloques, oreilles, etc.),
– la description du patron de la robe (tableau 10.4).

Tableau 10.4. Fréquences relatives des groupes phénotypiques par espèce et par sexe.

	Ovins (*n* = 1 912)			Caprins (*n* = 2 727)		
	Mâle	Femelle	Castré	Mâle	Femelle	Castré
Cornes	9,9	11,2	14,5	98,6	95,9	96,6
Pendeloques	4,0	3,9	0,5	4,1	5,6	4,7
Robe blanche	0,7	1,4	0,5	67,7	70,0	70,9
Tête noire/blanche	99,3	98,3	99,5			
blanc/noir				15,3	9,6	11,5
noire		0,1			0,1	
blanc/brun		0,2		11,5	17,4	14,9
brun					0,3	0,2
blanc/noir/brun				5,2	2,7	2,7

Source : d'après Bourzat D. (1989), *Les petits ruminants dans les systèmes de production des zones arides et semi-arides de Somalie et du Burkina Faso*, thèse, Paris XII, 331 p.

La caractérisation génétique de la population fait intervenir des marqueurs biologiques (groupes sanguins, caryotypes, caséine...) complémentaires des précédents et moins aisés à relever. Ils permettent de mieux connaître les populations et de les situer les unes par rapport aux autres.

4.1.2. Sexe

La répartition des sexes (femelle, mâle ou mâle castré) dans chaque classe d'âge complète la pyramide des âges donnée (voir figure 10.4). Elle est distincte du *sex-ratio* (qui est le rapport numérique des sexes à la naissance). L'analyse de la répartition des sexes par classe d'âge et de sa variation traduisent l'histoire du troupeau et de son utilisation : âge moyen à la mise sur le marché, à la castration, etc.

4.1.3. L'âge et sa détermination

La détermination de l'âge est fondamentalement différente selon que l'on mène une enquête ou un suivi.

• **Dans les enquêtes**. Pendant les enquêtes, il est pratiquement impossible de pratiquer le **bouchage**[2] de tous les animaux ; l'âge est donc estimé par interview du propriétaire.

Des simulations d'erreur montrent que la pyramide des âges commence à présenter des distorsions sensibles à partir d'un taux d'erreur de 35 % sur l'âge des animaux (figure 10.5) ; ces mêmes tests, répétés avec des effectifs enquêtés plus faibles, mettent en évidence que, dès que l'on travaille par enquêtes, avec des effectifs inférieurs à 5 000 têtes, la structure du troupeau devient peu fiable.

Sur des effectifs importants, la pyramide des âges est un paramètre extrêmement stable et robuste. Dans le cas des suivis, cette pyramide enregistre des fluctuations saisonnières, qui illustrent les accidents climatiques ou sanitaires.

2. Pratique qui consite à faire ouvrir la bouche des animaux pour observer leur table dentaire.

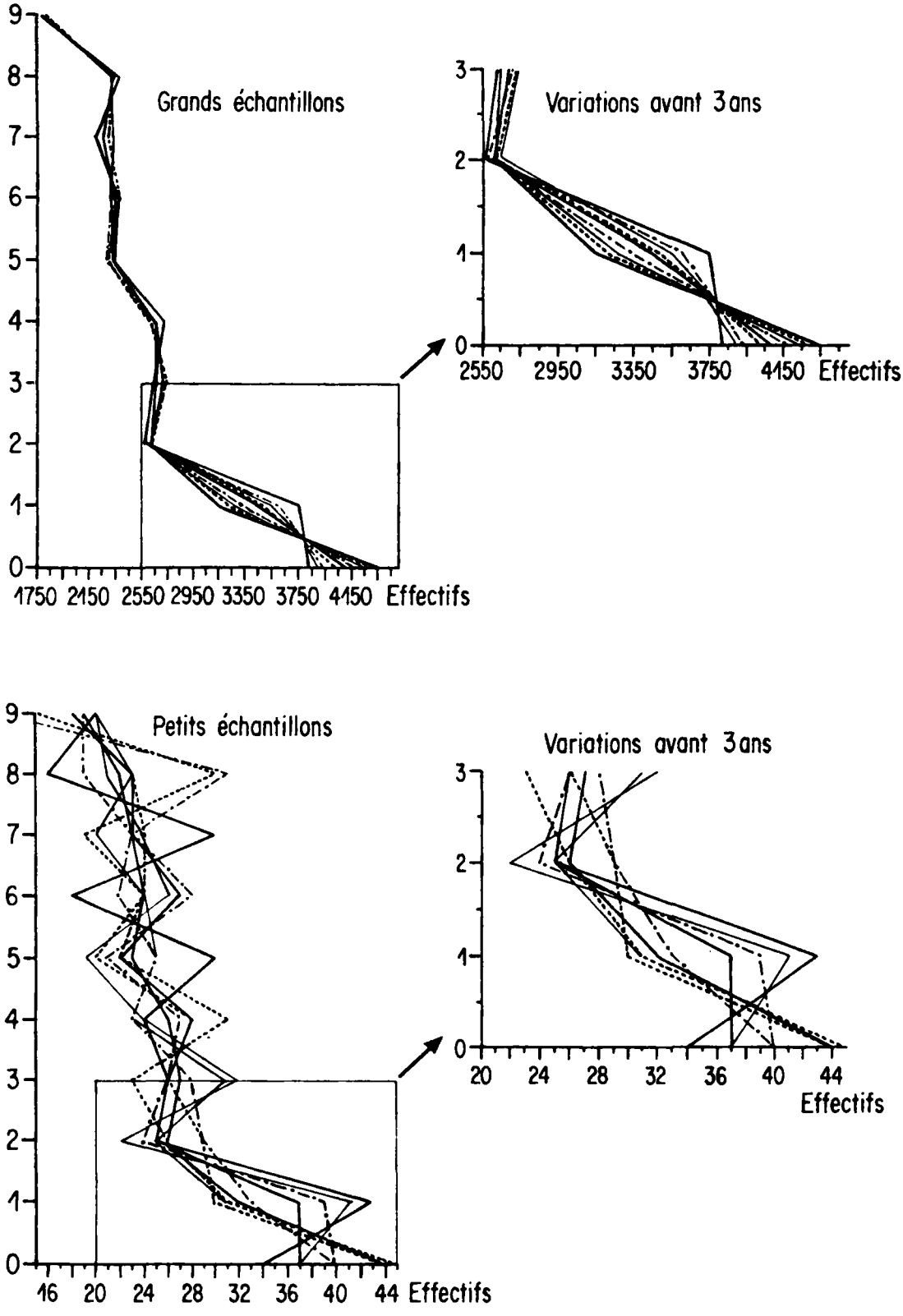


Figure 10.5. Distorsion de la pyramide des âges en fonction de différents niveaux d'erreur d'estimation de l'âge.

• **Dans les suivis**. Dans le cas du suivi, l'âge est connu exactement car la date de naissance des animaux est enregistrée. Lors du démarrage du suivi, l'âge des animaux est estimé par l'observation de la table dentaire, par interview de l'éleveur et par recalage sur un calendrier établi à partir de repères dans le temps connus de l'éleveur (grande sécheresse, investiture d'un chef traditionnel, etc.). La table dentaire est assez fiable jusqu'à l'émergence des coins adultes, ensuite les conditions de pâturage peuvent entraîner des usures atypiques qui rendent difficile l'estimation de l'âge (tableau 10.5).

Tableau 10.5. Variation de l'âge en mois de l'éruption des dents adultes des bovins en Afrique et en Europe.

Population	Incisives			
	I	II	III	IV
Taurins européens	18 - 24	30 - 36	42 - 48	54 - 60
Zébus africains	26 - 29	32 - 36	39 - 43	54 - 60
Taurins africains	26 - 32	32 - 38	39 - 46	46 - ?

I : 2 dents adultes (pinces) ; II : 4 dents adultes (pinces et 1 mitoyenne) ; III : 6 dents adultes (pinces et mitoyennes) ; IV : 8 dents adultes.

Il est important de noter que peu de travaux existent sur ce sujet dans les pays de la zone intertropicale. La plupart des tables dentaires sont des adaptations des tables utilisées pour les animaux domestiques des zones tempérées et laissent donc à désirer.

Pour une bonne estimation de l'âge à la première mise bas, il est nécessaire d'avoir un échantillon d'au moins une trentaine de femelles.

4.2. Développement du troupeau

Le développement d'un troupeau résulte de trois éléments :
– achat/vente d'animaux,
– accueil/prêt et dons d'animaux,
– naissance/mortalité.

• **Achat/vente d'animaux**. Les **transactions commerciales** sont très saisonnières. En zone sahélienne et soudano-sahélienne, les achats ont généralement lieu à l'automne, après les récoltes des agropasteurs : les surplus de récoltes sont vendus et transformés en cheptel. Toutefois, certains éleveurs vendent du bétail au printemps, en fin de saison sèche, afin d'acheter les vivres indispensables à la famille en période de "soudure", et, éventuellement, les semences. Au cours des grandes sécheresses, les achats massifs des opérateurs extérieurs aux circuits traditionnels provoquent la chute des cours ; les éleveurs se voient spoliés de leurs troupeaux à des prix insignifiants (1 500 F CFA pour un mâle de trois ans au Sahel en 1984).

• **Échanges d'animaux**. Les **prêts d'animaux** participent au renforcement des liens entre familles ou entre membres d'une même famille. Ils peuvent être accordés à un éleveur malchanceux du clan, à condition que sa responsabilité technique n'ait pas été engagée dans la perte de ses animaux. Les modalités de remboursement du prêt sont fixées par les autorités traditionnelles qui ont accepté le prêt. Généralement, l'éleveur s'engage à remettre le même animal (même âge, même sexe), avec quelquefois une partie de sa production.

Le **confiage** est un deuxième type d'échange d'animaux qui complique également la compréhension de la dynamique du troupeau. Il s'agit d'une forme d'assurance trouvée par les pasteurs face aux risques climatiques, sanitaires et quelquefois politiques. Il permet de disperser le troupeau sur un vaste espace géographique et réduit les risques de les voir tous frappés par le manque de pâturage ou par une épizootie.

Un suivi soigneusement effectué permet de suivre les animaux d'un troupeau à l'autre. Les variations saisonnières sont ainsi bien mises en valeur et les ventes et achats réalisés la même année apparaissent lors du bilan de fin d'année. Ces variations saisonnières, et en particulier les achats/ventes de la même année, sont complètement occultées dans les enquêtes. Pour fixer la date de l'enquête, il convient de retenir la période de l'année où ces opérations sont le moins actives.

• **Naissances**. Les naissances représentent l'élément principal de croissance du troupeau. Il apparaît que les avortements, les morts-nés et les jeunes sacrifiés à la naissance sont le plus souvent oubliés. Le phénomène inverse peut se produire, dans le cas où l'enquêteur passe chez l'éleveur juste après une vague d'avortements : l'éleveur a alors tendance inconsciemment à surévaluer les pertes. C'est une des raisons qui fait que, selon les espèces et les régions, seuls les résultats des 3 ou 5 dernières années sont pris en compte pour calculer les paramètres de reproduction.

Traditionnellement, les femelles en âge de procréer sont appelées "femelles reproductrices". Dans le cas d'une enquête, la date et l'âge à la première mise bas ne sont pas connus, la part de jeunes femelles aptes à reproduire doit être estimée. Une faible erreur d'appréciation peut, dans ce cas, avoir des retentissements importants sur le diagnostic porté sur un troupeau ou sur un système d'élevage.

L'estimation des paramètres de reproduction dans le cas des enquêtes est directement inspirée des travaux des démographes. La meilleure estimation possible de la fertilité globale d'un troupeau théorique, issu du regroupement de plusieurs troupeaux réels, reste la pente de la droite de régression linéaire du nombre de mises bas en fonction de l'âge des reproductrices appartenant au troupeau considéré. Il est évident que, dans ce troupeau théorique, existent des femelles impubères et des femelles stériles. Ces dernières pénalisent les paramètres de reproduction. L'inverse de la droite de régression fournit l'âge moyen à la première mise bas. La fécondité peut être estimée en considérant non plus le nombre de mises bas mais celui des produits en fonction de l'âge des reproductrices. La prolificité, ou nombre de produits par mise bas, est une fonction simple des deux paramètres précédents.

• **Mortalité**. L'estimation du nombre d'avortements, de mort-nés et de mortalité précoce reste toujours extrêmement délicate dans le cas d'une enquête. Chez les nomades d'Afrique de l'Est, le sacrifice des jeunes mâles dans la semaine qui suit la naissance est une pratique courante qui permet d'augmenter la part de la production laitière destinée à la famille. Dans les cas extrêmes, les jeunes femelles peuvent aussi être sacrifiées. Lors de l'enquête, il est rare, surtout chez les petits ruminants, que l'éleveur se souvienne du nombre de jeunes animaux ainsi sacrifiés. Dans ce cas, seule la distorsion apparue sur la pyramide des âges permet d'estimer l'ampleur de cette pratique (figure 10.6). Il est plus facile de diagnostiquer un intervalle de vêlage long qu'un taux d'avortement élevé. Même dans le cas d'un suivi, les avortements précoces sont rarement tracés, seul l'allongement anormal de l'intervalle entre parturitions et la baisse de fertilité permettent de les appréhender.

Le choix de l'âge à la réforme va également influencer les paramètres de reproduction. Un âge de réforme supérieur à 10-12 ans chez les bovins, ou à 8 ans chez les ovins augmente le nombre de femelles reproductrices ; l'intervalle moyen entre

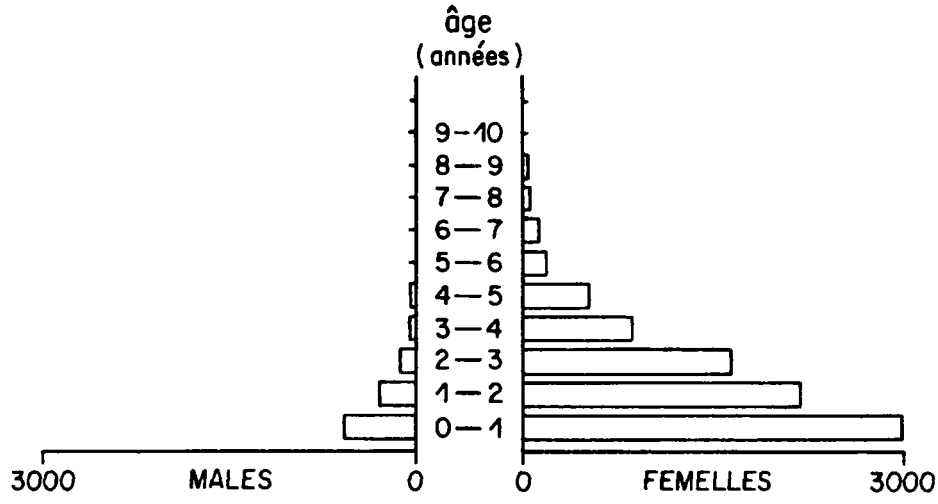


Figure 10.6. Pyramide des âges des caprins de Djibouti.

mises bas se trouve allongé car les vieilles femelles mettent bas moins fréquemment que les jeunes, d'où une diminution de la fertilité. L'observation de la stratégie de réforme des animaux âgés, au cours du suivi, va apporter des informations intéressantes sur l'évolution du groupe d'éleveurs considéré. Nous avons vu que, dans le cas d'un élevage transhumant, la capitalisation était un des objectifs principaux. La gestion du risque implique la garde au sein du troupeau des plus vieux animaux, même s'ils ne produisent presque plus. Leur longévité est par elle-même gage de leur adaptation au milieu et de leur rusticité. Est-il correct de parler d'animaux de réforme dans ces systèmes d'élevage ?

Une diminution sensible du nombre de vieilles femelles entraîne un abaissement de l'âge moyen du troupeau, qui peut indiquer une stratégie de l'éleveur plus orientée vers le marché, ce qui est le cas lorsque les pasteurs se sédentarisent (delta du fleuve Sénégal par exemple).

A l'opposé, un relèvement important de l'âge moyen du troupeau peut être observé en réponse à une situation de catastrophe ; les éleveurs n'hésitent pas à vendre les jeunes animaux et conservent les vieilles femelles qu'ils savent pouvoir résister.

Dans les élevages transhumants, les difficultés de suivi reposent sur le maintien de la fréquence de passage du technicien en fonction de l'amplitude de la transhumance. Chez les Peuls, les transhumances de faible amplitude permettent au technicien de rester en contact avec le troupeau et de poursuivre les passages réguliers d'enregistrement. Par contre, chez les grands nomades (Somalis par exemple), les déplacements sont très importants, peu prévisibles, et il faut confier les enregistrements à un jeune éleveur.

4.3. Les paramètres de production

4.3.1. Taux et quotient

Dans les élevages intensifs des pays industrialisés, du fait de la gestion des troupeaux et du contrôle des facteurs de production, les effectifs de reproducteurs d'un troupeau en "vitesse de croisière" restent très stables au cours d'une année et même d'une année sur l'autre ; il est alors possible de se référer à un effectif moyen au cours de l'année et de calculer des taux, c'est-à-dire des pourcentages. Par contre, dans les systèmes d'élevage extensifs, notamment des pays en développement, les

effectifs ainsi que leurs variations sont moins bien connus et subissent des fluctuations importantes au cours de l'année ou d'une année à l'autre. Comme il est difficile de se référer à un effectif moyen, il est préférable de se reporter à un effectif initial pour une cohorte d'animaux déterminée. Les paramètres de production ainsi calculés à partir d'un effectif initial sont alors des "quotients" plutôt que des taux.

4.3.2. Les principaux taux zootechniques

• **Quotient et taux de mortalité**. Le nombre d'animaux morts au cours de l'année appartenant à la même cohorte des animaux de 0-1 an du début de l'année constitue le **quotient de mortalité**. Ce quotient est souvent transformé en un taux (tableau 10.6) dont l'intervalle de confiance, parfois important, peut être déduit d'un abaque.

Dans un suivi, puisque la date de naissance de l'animal est connue avec précision, il n'est pas difficile de constituer des cohortes et donc de calculer le quotient de mortalité.

Tableau 10.6. Taux et quotient de mortalité.

nombre d'animaux de la classe 0-1 an morts	$n = 15$
effectif moyen de cette classe	$N = 200$
quotient de mortalité	$Q = 15/200$
taux de mortalité	$100\ Q = 7{,}5\ \%$

Pour les enquêtes, lors de la reconstitution des carrières des femelles reproductrices, il est difficile d'obtenir de façon suffisamment précise l'âge des animaux pour reconstituer des cohortes.

• **Taux d'exploitation**. Les mêmes remarques s'appliquent au taux d'exploitation. Communément, l'"exploitation" d'un troupeau est constituée par les ventes augmentées des dons et de l'autoconsommation, et diminuées des pertes.

• **Croît**. Le dernier paramètre important utilisé par les zootechniciens est le croît du troupeau. Ce dernier ne peut être calculé de façon immédiate, mais il peut être obtenu à posteriori, soit par suivi, soit par simulation à partir de données d'enquête.

$$\text{Croît moyen annuel} = \frac{(N_2 - N_1)}{N_1}$$

avec N_1 : effectif début d'année et N_2 : effectif fin d'année. L'effectif de départ (N_1) et la date d'enquête sont choisis par l'enquêteur.

L'expression du croît montre la sensibilité très forte de ce paramètre aux variations d'effectifs de reproducteurs. Dans les pays des zones arides et semi-arides, on considère que le croît moyen annuel pour un troupeau de bovins avoisine 3 % en année normale et 12 à 15 % pour les petits ruminants. Ce paramètre n'a vraiment de sens que pour des troupeaux presque stabilisés. En effet, un troupeau en cours de reconstitution va montrer un croît très élevé, alors qu'en période de déstockage rapide, ce rapport va devenir rapidement négatif. Face à des résultats qui semblent "aberrants", il convient de se référer à la situation climatique de façon à voir si l'on est face à un phénomène conjoncturel.

Le suivi permet d'évaluer, en plus des éléments vus précédemment, d'autres indicateurs de la gestion des troupeaux. La finesse de l'évaluation va permettre de comprendre la réaction de l'éleveur face à un accident.

• **Avortements**. Ces accidents sont toujours difficiles à enregistrer, en particulier quand ils sont précoces. Ils sont certainement encore moins décelables chez les espèces à cycle court. La fréquence des avortements, leur répartition dans le temps et dans l'espace fournissent des éléments de diagnostic de la "santé" de l'élevage.

• **Mortalité**. C'est sans doute le paramètre démographique majeur dans les régions arides et semi-arides. Généralement très élevée, la mortalité frappe principalement les jeunes.

La mortalité pré-sevrage, entre la naissance et le sevrage, est toujours très élevée. La période de mise bas, les conditions d'alimentation des mères, la disponibilité en eau et les prélèvements de lait pour les besoins humains sont les facteurs déterminants des taux de mortalité plus ou moins élevés de cette période.

L'étude des variations saisonnières de la mortalité et des avortements donnent des indications sur la nature de ces mortalités et permet de mettre en place des plans de prophylaxie adaptés. Ainsi, dans le nord du Burkina Faso, deux périodes critiques ont été mises en évidence sur les petits ruminants :
– la première, au début de la saison sèche froide (novembre, février), où les animaux sont principalement frappés par les épizooties ;
– la seconde, en fin de saison chaude et début de la saison des pluies, où les animaux affaiblis par la disette de la saison sèche sont exposés à la flambée parasitaire.

L'identification de sous-populations ou d'individus résistants aux maladies est un axe de recherche important.

4.3.3. Autres taux importants

• **L'âge à la première mise bas**. Cet âge reflète à la fois la capacité physiologique de la femelle à se reproduire et l'option choisie par l'éleveur concernant la reproduction de ses animaux. Dans les systèmes extensifs, le contrôle des accouplements est peu pratiqué, ce qui conduit souvent des jeunes femelles à être saillies très jeunes. Dans la majorité des cas, une saillie précoce va déboucher sur un avortement qui aura pour effet de retarder l'âge de la première mise bas. Chez les petits ruminants, certains éleveurs pratiquent le contrôle de l'accouplement par contention du fourreau de la verge à l'aide d'une ficelle attachée à la base du scrotum (figure 10.7).

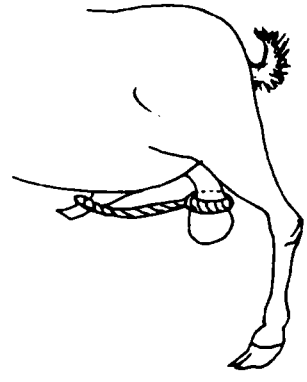


Figure 10.7. Technique de contrôle des accouplements pratiquée par les Peuls du Sénégal.

• **Intervalle de mise bas**. Cette durée (au-delà des contraintes physiologiques) donne des indications sur la stratégie de gestion du troupeau par l'éleveur pour obtenir la production laitière la plus étalée et la plus régulière possible au cours de l'année. Un intervalle long après une mise bas précoce révèle généralement des troubles de la reproduction liés à un mauvais état physiologique de la jeune femelle, incapable de récupérer après sa gestation. Il peut être aussi le résultat d'un recalage du cycle de l'animal après une mise bas à une période défavorable. Les variations de ces deux paramètres peuvent être analysées par rapport au temps (l'année, l'année de naissance), à la filiation ou à des données plus physiologiques comme le type de mise bas, l'état corporel de l'animal ou le rang de mise bas de la mère.

• **Répartition des naissances**. Elle met en évidence le rôle prépondérant des conditions climatiques et de l'alimentation sur les cycles de reproduction des espèces animales. L'importance de la disponibilité alimentaire sur la répartition des mises bas (figure 10.8) est particulièrement nette dans les populations locales de petits ruminants, habituellement non saisonnées. Ainsi, la plus grande dispersion

des naissances chez les caprins peut être expliquée par leur plus grande capacité à utiliser le pâturage arbustif.

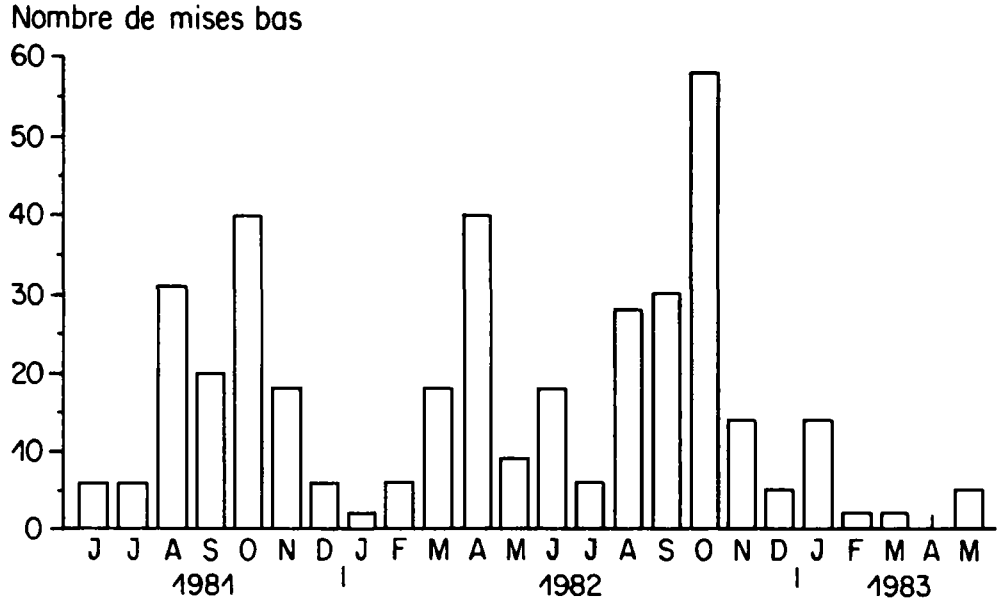


Figure 10.8. Répartition des mises bas des ovins au Burkina Faso.

4.3.4. Productions

Production laitière

Les suivis permettent d'évaluer les productions individuelles de l'animal. Le lait est la plus importante de ces productions. Dans les régions arides d'Afrique de l'Est, chez les petits ruminants et chez les dromadaires, il n'est pas rare que les jeunes mâles soient sacrifiés après la phase colostrale ; cela permet d'allonger la durée de lactation pour fournir le lait à toute la famille. Les protocoles de mesure de la part de lait prélevée par l'éleveur et de celle qui est laissée au jeune sont fort complexes et n'apportent pas toujours de réponse satisfaisante, mais le suivi de la croissance des jeunes permet d'avoir une bonne estimation de la production laitière de la mère.

La mise à la reproduction se raisonne en regard des besoins en lait et du nombre de femelles en fin de gestation ou en lactation. Il n'est pas rare de voir des femelles maintenues à la traite malgré une production inférieure à 1 $L \cdot j^{-1}$.

Croissance

La croissance des individus peut être approchée par une enquête "synchronique" en mesurant la masse des animaux d'âges différents.

Dans tous les cas, l'estimation de la masse reste la phase la plus délicate des travaux de suivi ou d'enquête. Pour les petits ruminants, la masse est mesurée par pesée directe, à l'aide d'une bascule ou d'un dynamomètre et toujours à la même heure. Pour les femelles, on retient la masse post-partum et la masse au moment du sevrage du jeune.

Le rythme des pesées des bovins varie avec leur âge, une le troisième jour, pour évaluer la masse à la naissance, puis à quinze jours et à trente jours, et une fois par mois jusqu'au sevrage et ensuite deux à trois fois par an, en fonction des périodes critiques de l'alimentation.

Chez les bovins et les dromadaires, la pesée directe demanderait des bascules encombrantes et difficiles à transporter ; leur masse est estimée par une méthode morphométrique, la **barymétrie**. Le périmètre thoracique est bien corrélé avec la masse, mais plusieurs mesures sont souvent combinées pour une appréciation plus affinée ; ainsi la croissance des chamelons est suivie en mesurant, en mètres :
– la hauteur au garrot, H,
– le périmètre thoracique, P,
– le périmètre abdominal, A,
et en combinant ces mesures par une relation "barymétrique" donnant la masse en kilogrammes :

$$M = 52\ PAH$$

Un indicateur plus synthétique de la masse et des capacités de reproduction (une femelle trop maigre ne se reproduit généralement pas) est la note d'état corporel (voir 4.2.6 du chapitre 8) évaluée par maniements (base de la queue, sternum, région lombaire, côtes).

Il est nécessaire de déterminer le niveau d'amaigrissement à partir duquel une femelle n'arrive pas à récupérer une activité reproductive normale.

Divers

Parmi les autres productions mesurables au cours des suivis, il faut noter :

• Peaux et laine. Dans les zones arides et semi-arides d'Afrique intertropicale la production de laine est marginale. La production de peaux dans cette zone se limite à l'approvisionnement des tanneries de Maradi au Niger et de Kano-Sokoto au Nigeria, qui traitent les peaux de la chèvre rousse de Maradi (baptisée Red Sokoto Goat au Nigeria). Il faut cependant noter les troupeaux de moutons Karakul, élevés en bordure du désert du Kalahari au Bostwana et en Afrique du Sud. La production de laine a une plus grande importance en Afrique du Nord et en Asie.

En Asie, le poil de certaines races de chèvres est arraché par peignage pour produire une "laine" de luxe. Dans les steppes centrales, les peaux de très jeunes agneaux sont tannées spécialement pour donner des fourrures recherchées.

Le commerce des cuirs et peaux est difficile à cerner, compte tenu de la part importante du traitement et de l'utilisation locale des peaux (outres, coussins, parois de tentes, ustensiles de cuisine, tapis de prière...).

Cependant, des séchoirs installés près des abattoirs contrôlés permettent la collecte des cuirs verts dans la majorité des pays. L'Éthiopie s'est dotée d'un réseau de tanneries qui permet de traiter dans de bonnes conditions les peaux de bovins et de petits ruminants abattus dans le pays. Ces cuirs de qualité sont en grande partie exportés vers les pays industrialisés.

• Graisse. La graisse des ovins à queue grasse est fort appréciée ; une grande quantité est autoconsommée, le reste est commercialisé.

• Fumier. Enfin la production de fumier peut faire l'objet d'un marché entre éleveurs et agriculteurs. Les contrats de fumure sont sans doute la manifestation la plus élaborée de ce marché. L'éleveur est autorisé à venir faire paître ses troupeaux sur les chaumes de l'agriculteur en contrepartie de la fumure représentée par les déjections des animaux ; de plus, l'agriculteur offre l'accès à son puits pour l'abreuvement des animaux.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉES

SCEES (1982), *Enquête prairies 1982 - Instruction générale d'enquête*, ministère de l'Agriculture, Paris, 50 p.

Collectif (1989-1990), *Fiches techniques d'élevage tropical*, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 2 fascicules.

Dedieu B., Gibon A. et Roux M. (1991), *Notations d'état corporel des brebis et diagnostic des systèmes d'élevage ovin*, INRA-SAD, Versailles.

Faugère O. et Faugère B. (1986), "Suivi de troupeaux et contrôles des performances individuelles des petits ruminants en milieu traditionnel africain", *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **39**(1) : 29-40.

Faugère O. et Faugère B. (1993), *Les Logiciels en élevage : suivi individuel dans les systèmes d'élevage traditionnel*, ISRA, Dakar, et CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 338 p.

Landais E. et Faye J. (1986), *Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique tropicale*, coll. "Études et synthèses" n° 20, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 734 p.

Pagot J. (1985), *L'Élevage en pays tropicaux*, coll. "Techniques agricoles et productions tropicales", Maisonneuve et Larose, Paris, 526 p.

Fourastier J. et Grais B. (1984), *Les Indices statistiques*, Masson, Paris, 150 p.

QUELQUES QUESTIONS ET EXERCICES

1. Comment procéder pour tirer "au hasard" 10 éleveurs à questionner dans une liste de 50 ?

2. Comment tirer deux grappes de 5 éleveurs dans une liste de 50 vivant dans 3 villages ?

3. Expliquez la différence entre le quotient de mortalité et le taux de mortalité.

4. Qu'est-ce que le sex-ratio ?

5. Pourquoi une enquête doit-elle être faite au cours d'une seule saison ?

6. Expliquez pourquoi le nombre exact d'avortements est difficile à évaluer.

7. Qu'est-ce que la masse métabolique ?

8. Donnez et commentez la formule du croît moyen annuel.

9. Les femelles des élevages extensifs sont-elles plus précoces que celles des élevages intensifs ?

10. Pourquoi les mises bas des chèvres sont-elles plus dispersées dans le temps que celles des brebis dans la même région ?

Chapitre 11

LES PEUPLES PASTEURS

La gestion des ressources pastorales est considérée par certains jeunes chercheurs comme une science récente d'origine américaine, alors que les principes de base du pastoralisme étaient posés partout dans le monde au Néolithique.

L'emploi des outils, et surtout du feu, a causé très tôt un déboisement progressif des prairies et savanes boisées où vécurent les premiers hommes. Les animaux sont devenus pour l'homme une source d'alimentation, d'habillement, de transport, de culte, d'art, de sport ; en retour, il leur assure protection et alimentation. Beaucoup de contes africains traduisent les relations intimes, presque spirituelles, qui peuvent exister entre l'homme et les animaux domestiques.

Selon ces contes conservés par les griots, l'origine du pastoralisme est intimement associée à celle de l'homme.

- Les premiers agriculteurs ont maintenu les animaux domesticables autour de leurs champs et de leur demeure.

- Les premiers nomades ont suivi les troupeaux d'herbivores au cours de leurs déplacements saisonniers, aussi bien au Moyen-Orient qu'en Afrique tropicale, en Laponie, en Sibérie ou en Amérique du Sud.

Si les hommes de la Préhistoire sont éleveurs, leur bétail n'est pas nourri dans des bâtiments, et il doit paître aux alentours du village, plus ou moins loin selon les saisons et en fonction de la diversité du milieu.

En Afrique, la tradition orale des Peuls considère que les courants migratoires sont immémoriaux et que l'exploitation communautaire de l'espace était la règle. Les productions pastorales étaient directement dépendantes des conditions climatiques ; en saison sèche, les éleveurs étaient contraints de se déplacer vers les bas-fonds. Selon cette tradition, l'assèchement complet des mares conduisit les pasteurs à creuser des puits pour abreuver les troupeaux.

1. CARACTÉRISTIQUES DES PEUPLES PASTEURS

1.1. Cadre socio-culturel

Le comportement des peuples pasteurs a souvent été perçu comme étant très conservateur parce qu'il repose sur les "lois" régulatrices qui régissent le groupe ethnique. Les objectifs des éleveurs ne sont pas nécessairement en accord avec ce que re-

cherche la société moderne, mais ils concordent avec la conception socio-culturelle de leur communauté. Par exemple un des objectifs de l'éleveur, dans la société traditionnelle, est d'accroître son troupeau. Pour un Européen, ceci devrait s'accompagner d'un effort de conservation et d'amélioration des ressources pastorales, mais les pasteurs eux-mêmes disent souvent que l'objectif principal de l'éleveur est d'accroître son prestige social, politique et même religieux. Les animaux sont considérés comme une "caisse d'épargne".

L'Européen sédentaire ne comprend pas que le nomade puisse toujours espérer trouver de l'herbe "un peu plus loin", au-delà de l'horizon proche, toujours espérer que l'année sera bonne, que son troupeau engraissera et se multipliera.

Dans les environnements semi-arides caractérisés par un haut degré de variabilité, le concept de conditions moyennes n'a aucune signification : il faut toujours tenter sa chance. Pourquoi vendre des animaux qui donnent prestige et pouvoir ? Même les animaux vieux et stériles, qui sont conduits de parcours en parcours toute l'année, sont une thésaurisation. L'éleveur vend ou tue un animal seulement lorsqu'il en a besoin. Pour lui, la production d'animaux de qualité est sans grande importance d'autant plus que les prix ne sont pas incitatifs. Individuellement, aucun éleveur ne se sent responsable de la croissance globale du nombre d'animaux au-delà de la charge supportable par les pâturages et de leur détérioration. La situation empire quand l'éleveur est persuadé que le feu régénère les pâturages.

1.2. Mode de vie

La notion de mode de vie est très riche, et ses éléments les plus caractéristiques comprennent l'habitat et l'habitation, les modes d'appropriation et d'exploitation du sol, l'organisation sociale, les valeurs morales et même certaines tendances artistiques.

De nombreux exemples montrent que la diversité d'origine des populations de pasteurs s'atténue du fait de leur vie dans des cadres naturels présentant de nombreuses caractéristiques communes. En Afrique, l'ampleur des migrations et la fréquence des déplacements encore récents ont contribué à réduire le rôle des éléments proprement ethniques dans l'établissement des modes de vie.

Le centre du Sahel, autour de la cuvette tchadienne, est un "centre de hautes pressions humaines", d'où ont rayonné plusieurs courants de peuplement vers tous les pays sahéliens et sahélo-soudaniens.

De l'extraordinaire va-et-vient des tribus sahéliennes et des immigrants venus de l'est (Haut-Nil) et de l'histoire troublée des grands royaumes (Kanem-Bornou), résultent des localisations dont les origines profondes ne sont pas toujours connues. L'islamisation de cette région débute au XVII^{e} siècle, sous l'influence des conquérants du Bornou et des commerçants haoussa. L'opposition, voire l'hostilité entre plaine et montagne, est permanente, mais l'un et l'autre milieu présentent des éléments de même origine et de même culture. L'apport nilotique se précise vers le Logone, à travers la haute et fine stature des habitants et leur vocation pastorale. L'installation des Peuls, d'abord pacifique puis conquérante, renforce la distinction entre gens de montagne et gens de plaine, entre islamisés et païens.

Au Cameroun par exemple, l'Adamaoua et ses environs se trouvent à la limite des zones soudanaise et bantoue, mais la localisation de ces deux grands groupes est assez théorique : les Soudanais habitent au nord de l'équateur dans un grand arc de cercle qui joindrait le Sénégal au Cameroun ; les Bantous occupent l'Afrique équatoriale et australe.

Les Peuls, qu'ils soient originaires de l'Afrique orientale ou de l'Afrique du Nord, sont extrêmement métissés à la suite de leurs amples migrations. La conquête peule, combinée au compartimentage du relief, a provoqué des mouvements très complexes se traduisant par une variété ethnique extraordinaire : avancée vers le sud des Babouté ; coexistence d'une partie des Mboum avec les Peuls ; poussée vers l'ouest des Tikaar Bamaoun et des Bamiléké ; les Bassa, derniers venus, ont été contraints de pénétrer dans la forêt dense. Quoi qu'il en soit, les Peuls sont si fortement liés au pastoralisme africain qu'ils méritent une étude spéciale ; l'accent sera mis sur le rameau Fulbé.

2. LA CRISE PASTORALE

2.1. Présentation des structures sociales d'une population pastorale traditionnelle : les Foulbé

• **Le lignage**. Pour les Peuls d'Afrique, dans le domaine de la parenté, la réalité la plus vivante est le lignage entendu comme "segment généalogique". *La conscience de "tribu" n'est pas aussi vivante que celle du lignage*. Aucun rite ne rassemble les membres d'une même tribu, ni ne les fait agir en commun pour un but collectif. Mais l'individu se définit à partir de son lignage pour s'intégrer dans la grande communauté de l'ethnie peule.

L'individu appartient à la fois au lignage paternel et au lignage maternel, mais c'est à la lignée paternelle qu'il s'identifie socialement. C'est à l'intérieur de ce cercle lignager que se déroule l'intense vie familiale. Les membres d'un même lignage cherchent à se rencontrer à toute occasion : fêtes religieuses, naissance, imposition du nom, circoncision, mariage, décès. Il règne à l'intérieur du lignage une intense volonté de renforcer l'union parentale qui explique le système matrimonial.

Les Fulbé aiment voir se multiplier les liens de parenté pour intégrer les individus dans plusieurs relations parentales à la fois. Ceci leur donne le sentiment de "solidifier" le cercle parental. La pratique de l'**endogamie** répond à ce désir, puisqu'elle unit des individus étroitement apparentés : l'homme est autorisé à épouser sa cousine parallèle paternelle (la fille du frère de son père ou celle d'un cousin de son père), sa cousine croisée paternelle (la fille de la sœur de son père ou celle d'une cousine de son père). Dans son lignage utérin, l'individu est autorisé à prendre pour épouse sa cousine croisée maternelle (la fille du frère de sa mère ou celle du cousin de sa mère), sa cousine parallèle maternelle (la fille de la sœur de sa mère ou celle de la cousine de sa mère). L'union avec une tante paternelle éloignée est tolérée.

• **L'organisation sociale**. Le village (*wuro*) constitue l'unité de base, dirigée par le *ardo*, appelé aussi *jaoro*, terme que les linguistes considèrent comme une contraction de *jaymu wuro* (le maître du wuro). Pour être *ardo*, il faut être âgé, mais aussi être de bonne moralité et très expérimenté. L'*ardo* doit être en mesure de résoudre les problèmes qui se posent dans son *wuro*, et il joue aussi le rôle d'intermédiaire avec les populations voisines.

Autrefois, le village était autonome, et souverain sur son territoire, mais, au début du XIX^{e} siècle, et surtout après 1802, date de la guerre sainte lancée par Usmanu Bii Fodue, le village est devenu une collectivité de personnes intégrée dans une entité centralisée plus forte. A sa tête se trouve le *lamido*, entouré de plusieurs dignitaires ;

en dessous apparaît le *lawan*, qui administre plusieurs villages. Désormais le *jaoro* a peu de pouvoirs et apparaît très souvent commme un simple conseiller. Toute affaire non réglée par le *jaoro* est déférée devant la cour du *lawan* puis du *lamido*. Les crimes importants comme le meurtre sont immédiatement traduits devant le tribunal du *lamido*.

Le *jaoro* est aussi le gestionnaire du patrimoine du village. En matière foncière, il assure la garde de toutes les terres vacantes. Il n'en est cependant pas le propriétaire. Le *jaoro* veille également à une meilleure association entre l'agriculture et l'élevage. Dès que les premières semences commencent à germer, le *lawan* ou le *lamido* annoncent l'interdiction pour le bétail d'aller dans les champs cultivés. L'annonce est faite le jour du marché hebdomadaire, par un serviteur du chef. L'interdiction est levée dès la fin des récoltes. Le *jaoro* veille aussi à ce que les chemins qui conduisent les troupeaux aux pâturages soient bien tracés. Comme ces chemins traversent des champs proches des cases, ils doivent être parfois bordés de haies.

• **L'organisation politique**. La société fulbé est divisée en hommes de pouvoir (le *lamino*, une partie de sa famille et les dignitaires) et en hommes du commun. Il existe aussi une distinction entre hommes libres et esclaves ; un esclave peut être un dignitaire.

Une autre différenciation est fondée sur les activités professionnelles : à côté de l'élevage et de l'agriculture, les métiers de forgeron et de griot ont de tout temps occupé une place inférieure ; dans une même famille, des personnes peuvent exercer des métiers très différents, allant des plus prestigieux aux plus méprisés.

Le dernier type de stratification sociale que connaît la société fulbé est créé par l'âge. La première classe d'âge regroupe, en principe, les garçons non encore circoncis ; la deuxième va des adolescents nouvellement circoncis jusqu'aux adultes de trente à quarante-cinq ans ; la troisième classe est constituée de personnes âgées de quarante-cinq ans et plus.

• **Relations entre agriculteurs et éleveurs**. Les relations agriculteurs-éleveurs se posent avec une acuité particulière au nord-ouest du Cameroun. La situation s'y dégrade depuis quelques années par suite d'une extension rapide des cultures dans les pâturages. La délimitation des terrains affectés à l'élevage a été réalisée presque partout par l'administration, mais elle n'est pas respectée, et les éleveurs se plaignent des agissements des agriculteurs qui accaparent les terrains réservés aux pâturages.

L'administration s'en remet aux chefs traditionnels ou aux chefs des sous-secteurs d'élevage ou enfin aux membres d'un "bureau consultatif". Mais aucune de ces instances n'a l'autorité suffisante pour faire respecter la délimitation officielle. Jusqu'en 1975, il existait un service administratif spécifique pour traiter les conflits entre agriculteurs et éleveurs. Il était dirigé par un inspecteur, adjoint direct du gouverneur de la province, repésenté dans chaque département par des sous-inspecteurs ; chargé de délimiter les pâturages et les cultures, il détenait le pouvoir de déférer en justice les contrevenants.

Les éleveurs ne peuvent plus résister à l'installation des cultures de maïs ou de cultures vivrières, et aux plantations d'eucalyptus. En cas de dégâts aux cultures, l'agent du service de l'agriculture fait une estimation des dommages et impose au propriétaire du troupeau une amende, parfois exorbitante. L'administration ne réussit plus à s'imposer dans les conflits. Progressivement, les agriculteurs, plus nombreux, expulsent les pasteurs.

2.2. Analyse de la gestion spatiale

L'élevage africain (figure 11.1) a souvent été caractérisé d'élevage extensif, mais ce terme est inadapté car il devrait être réservé à une technique très précise, permettant de produire du bétail en utilisant très peu de main-d'œuvre et d'intrants pour élever de grands troupeaux.

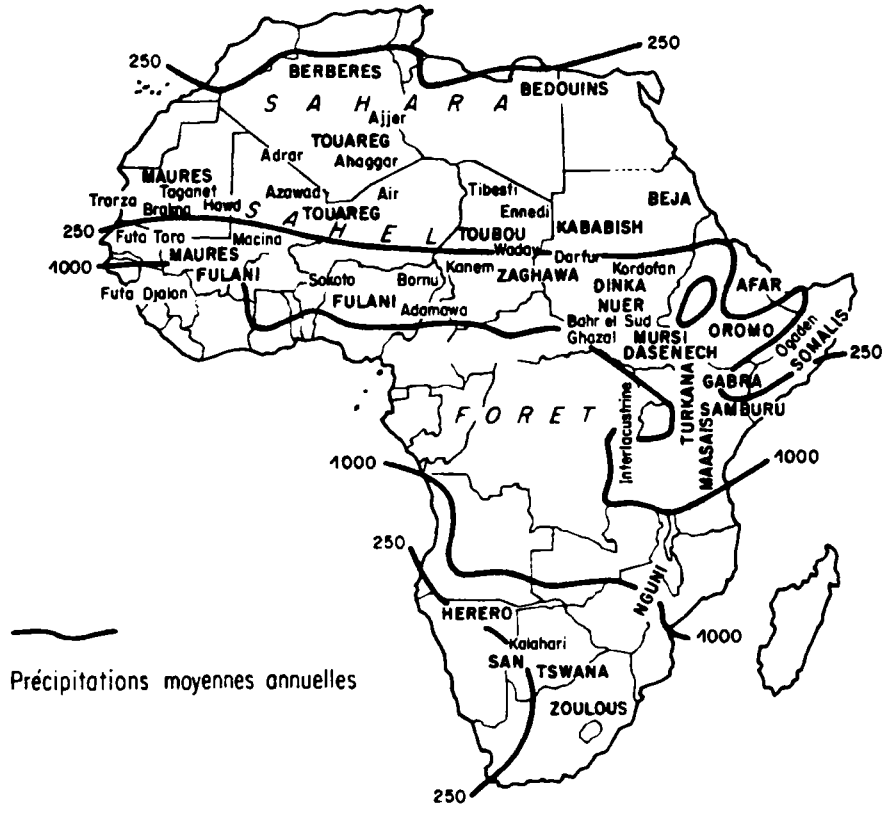


Figure 11.1. Répartition des peuples pasteurs d'Afrique. Les Fulani regroupent les Peuls, les Foulbé, les M'Bororo...

Source : d'après Galaty J. et Bonte P. (ed.) (1991), *Herdmen, warriors and traders. Pastoralism in Africa*, Westview Press, 338 p.

L'élevage conduit dans les zones sahéliennes ou sahélo-soudaniennes d'Afrique, sur de grands espaces, devrait plutôt être qualifié de **déambulatoire**, car les unités de production sont en fait de petite taille puisqu'il existe très peu de grands propriétaires. Tant qu'il sera conçu et perçu comme une "cueillette", toute tentative d'amélioration des méthodes d'élevage sera vouée à l'échec. Et pourtant, dans le contexte actuel, il ne semble pas qu'il y ait de meilleure alternative.

Les éleveurs ont généralement une très bonne connaissance des parcours de la région. Ils savent où et quand conduire leur troupeau. Même si parfois ils laissent un trop grand nombre d'animaux épuiser les maigres pâturages, leur intention n'est jamais d'exploiter de manière destructive leurs parcours ; ils sont dépassés par les problèmes écologiques posés par l'accroissement de la charge animale due :
– à l'efficacité des traitements sanitaires ;
– à la baisse de la production des pâturages liée au surpâturage et à la baisse des précipitations ;
– à la diminution des espaces pastoraux grignotés par l'extension des surfaces cultivées.

La gestion des animaux dans ces systèmes est très difficile. En particulier, il faudrait isoler les taureaux pour que la reproduction ait lieu à une date choisie, conduisant la mise bas au début de la saison des pluies. Ceci permettrait aussi de mettre en œuvre un programme de sélection. Il a parfois été constaté dans certaines communautés d'éleveurs que les prélèvements excessifs de lait étaient cause d'un accroissement de la mortalité des veaux. Mais les pasteurs ont absolument besoin de ce lait pour faire vivre leur famille ou pour se procurer le mil qu'ils ne cultivent pas eux-mêmes.

Un ensemble de connaissances a été amassé par les communautés pastorales au cours des siècles, et il aboutit à un mode de vie d'une efficacité remarquable. La véritable force de la communauté réside dans ce qui ne peut pas être vu, ce qui est dans la tête des anciens et qui est transmis aux enfants le soir autour du feu. Les traditions sont suivies, non parce que la présente génération ne connaît rien, mais parce que la difficile expérience ancestrale a montré, dans le cadre de la technique disponible, les meilleures règles à suivre.

Peu de personnes ont essayé de comprendre le fondement du comportement des peuples pasteurs. Les études précises ont régulièrement montré que la **stratégie de survie** pratiquée était optimale dans le contexte de l'époque et les pasteurs ont vécu dans ces milieux pendant des siècles en les entretenant correctement. Mais les conditions techniques ont tellement changé, qu'elles dépassent souvent la capacité d'adaptation de la société pastorale. Il faut maintenant générer un "nouveau type d'homme" ayant pleinement conscience des nouvelles règles du jeu. Telle est la pierre angulaire des programmes d'aménagement.

2.2.1. Gestion pastorale de l'espace

Le travail le plus important est fourni lors des grandes transhumances, surtout pour l'abreuvement. Là où le cheptel peut survivre sans aide, les propriétaires du troupeau se contentent de le surveiller. Les pasteurs sont peu sensibles à la notion moderne de **production animale**. La notion de **cueillette** rend mieux compte de leur comportement : les animaux ne sont pas immortels et il faut bien, un jour ou l'autre en vendre quelques-uns et consommer ceux qui, trop âgés, ne peuvent plus se reproduire ou suivre le troupeau. En réalité, aucun animal n'est jamais vraiment perdu et le tombeau du bœuf c'est l'estomac des Africains.

Cette "cueillette" ne concerne que les grands troupeaux. Les petits éleveurs exploitent réellement leur troupeau qui alimente seul le budget familial ; ils sont même parfois contraints à le surexploiter jusqu'à la **décapitalisation** lorsque les conditions de marché sont très défavorables.

S'il est relativement facile de mettre en place des systèmes d'encadrement chez les paysans, pour accroître leur productivité, les traditions des grands pasteurs transhumants sont difficiles à modifier, parce qu'elles sont le seul point d'appui d'une population qui se sent menacée de disparition. L'approche de ces éleveurs n'est pas aisée, les techniques apportées de l'extérieur s'adaptent mal. Les collectivités d'éleveurs ont seulement accepté la prophylaxie des maladies contagieuses, grâce à l'action de services d'élevage disposant de moyens suffisants.

Le nomadisme

Le nomadisme pastoral est un système de production caractérisé par un constant déplacement des éleveurs et de leurs troupeaux, pendant toute l'année, à la recherche de l'eau et de l'herbe.

Les nomades et leurs troupeaux ont un mode de vie directement soumis aux fluctuations climatiques. Les investissements dans le système sont très faibles, tout

comme la production. La maîtrise de ce système d'élevage est très difficile. Les innovations exogènes ne sont pas adoptées parce qu'elles ne sont pas la réponse à la logique économique et sociale des éleveurs.

Malheureusement un certain nombre d'éléments contribuent à la décadence croissante des parcours sahéliens et sahélo-soudaniens :
– la balkanisation de l'Afrique ;
– la centralisation administrative à l'échelle de la région ;
– l'occupation agricole croissante de l'espace, à la suite de la croissance démographique ;
– l'introduction de techniques d'élevage modernes (points d'eau, vétérinaires, etc.) sans amélioration parallèle des parcours et du système de gestion ;
– l'attitude sociale des éleveurs.

La transhumance

La transhumance semble mieux adaptée au contexte économique actuel que le système nomadique, car elle permet à la partie de la famille qui reste sur place pendant la saison sèche de recevoir les services sociaux de base pendant toute l'année, services qui sont assurés pour l'ensemble de la famille pendant la saison des pluies.

Le système de production transhumant consiste en un déplacement saisonnier des troupeaux, d'une région à une autre, par des éleveurs qui ont une résidence permanente.

• En régions chaudes. Pendant la saison des pluies, le cheptel est rassemblé près du village, lorsque les mares sont en eau, et que le pâturage est vert, riche et abondant. A la fin de la saison des pluies, l'eau disparaît rapidement et la transhumance vers le sud commence, selon des itinéraires presque immuables. Cette descente se fait lentement, en utilisant les mares et les nappes phréatiques temporaires. Le cheptel se trouve rassemblé au début de la saison sèche autour des puits permanents, ou le long des fleuves. Durant toute la saison sèche, les troupeaux sont concentrés sur des pâturages constitués par les herbes sèches restées sur pied quand les feux de brousse ne les ont pas réduits en cendres, ou dans les bas-fonds où le retrait progressif de l'eau et la persistance de l'humidité dans le sol induisent la croissance et le développement d'un tapis herbacé vert relativement plus frais et nutritif.

Dès les premières pluies, la transhumance reprend en sens inverse ; sa vitesse est conditionnée par l'arrivée des précipitations.

• En régions froides. Dans ces régions, c'est en hiver que le cheptel est rassemblé autour des villages ; lorsque la végétation d'altitude reprend, les troupeaux sont conduits en montagne pour la durée de la belle saison par des itinéraires également immuables empruntant des chemins particuliers, nommés **drailles** en Europe. Dès les premières neiges, la transhumance reprend en sens inverse pour un retour au village.

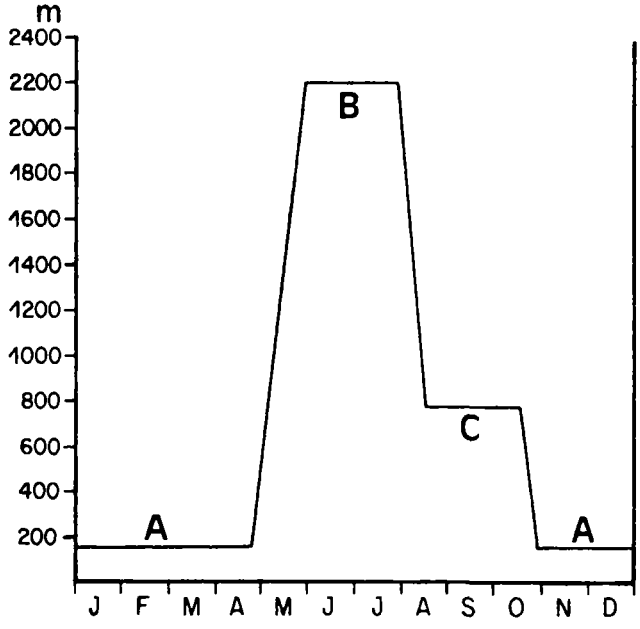
Actuellement, la législation réglemente étroitement la transhumance dans les pays d'Europe, en vue de limiter la propagation des épizooties ; ses aspects très contraignants ont eu surtout pour effet d'entraîner un régression très nette de cette forme d'élevage.

• Avantages et inconvénients. La transhumance a bien des avantages, mais elle pose aussi des problèmes particuliers. Les plus importants d'entre eux sont :
– les conditions d'élevage des jeunes bêtes, puisqu'elles naissent près des villages et doivent très jeunes entreprendre le long déplacement de la tranhumance ;
– la "finition" des animaux de boucherie, en raison de l'éloignement de la zone de consommation, qui accroît les difficultés de collecte et de commercialisation et

oblige à produire un animal capable de gagner à pied les centres d'abattage ; depuis quelques années, l'utilisation de camions a permis de vendre des animaux plus jeunes et mieux conformés, mais cela risque aussi d'entraîner l'abattage prématuré de bons géniteurs ;
– la pénurie d'eau en saison sèche, qui oblige à conduire des animaux jusqu'à la limite de la région insalubre pour le zébu (trypanosome), et dans des régions très peuplées, de plus en plus cultivées.

L'estivage

Comme dans le système précédent, il s'agit de faire faire aux troupeaux un déplacement saisonnier, mais cette fois au sein d'une même région, entre des pâturages de plaine utilisés l'hiver et des pâturages d'altitude pour l'été. Si la différence d'altitude, et donc de phénologie, est faible, le système utilise seulement deux pâturages, ou ensembles de pâturages, un en bas et un en haut ; par contre, si la différence d'altitude est très importante, il faut un train de pâturages comportant un ou plusieurs échelons à des altitudes intermédiaires. Ces échelons sont plus souvent utilisés au printemps parce que la chute de température en fin de saison est bien plus rapide que sa montée au début, mais ils sont parfois nécessaires en automne (figure 11.2).



A : quartiers d'hiver ;
B : quartiers d'été ; C : étape automnale à la redescente.
La distance du quartier d'hiver à celui d'été est, ici, de 350 km et les étapes journalières parcourues par le troupeau de 12 km en moyenne.

Figure 11.2. Planning d'utilisation des pâturages par les éleveurs du Khorasan (Iran).
Source : d'après Papoli-Yazdi M. (1991), *Le Nomadisme dans le nord du Khorasan*, Inst. français de recherches en Iran, Téhéran, Louvain (diffusion Ed. Peeters), 434 p.

En altitude, le troupeau exploite un ou plusieurs parcours proches d'un **chalet**. Selon les régions, ces parcours d'altitude sont appelés des **montagnes**, des **alpages** ou des **alpes** ; la migration printanière est l'**inalpage** ou la montée et le retour en plaine le **désalpage** ou la descente. Pour limiter les frais de garde, et parce que les bergers compétents deviennent rares, les pâturages d'altitude sont maintenant de plus en plus souvent clos, voire subdivisés par des fils barbelés. Les pâturages d'altitude appartiennent parfois au propriétaire du troupeau comme ceux de la plaine ; mais, ils sont souvent loués à des propriétaires particuliers, des associations foncières, des collectivités locales, voire à l'État.

L'élevage extensif sédentaire en Afrique

Dans ce système, les animaux sont élevés dans le village ou dans ses environs pendant toute l'année. Dans certaines régions, les éleveurs laissent les troupeaux en totale liberté. Les propriétaires ignorent parfois où se trouvent les animaux, quelque part dans la brousse, la steppe ou le maquis ; ils peuvent même ne pas en connaître l'effectif.

Le bétail vit alors "comme il peut", cherche lui-même sa pâture et son abreuvement. Les éleveurs sédentaires des régions forestières confient parfois le gardiennage à un Peul. Parmi ces populations sédentaires se trouvent aussi des Peuls qui ne transhument jamais, parce que de bons pâturages de saison sèche se trouvent non loin de leur résidence permanente.

En région soudanienne, l'agriculture (ou la pêche) est ici généralement l'activité principale. Les agriculteurs, qui peuvent avoir de grands troupeaux, confient, pendant la saison sèche, une partie de leurs animaux à des éleveurs sahéliens transhumants. Paradoxalement, la plupart des agriculteurs de ces régions sont peu accoutumés à ce travail d'élevage ; pourtant, ils peuvent obtenir des résultats très intéressants (par exemple, dans la vallée du Logone).

Les animaux utilisés pour l'agriculture reçoivent un minimum de soins ; ils sont généralement bien gardiennés et un léger complément alimentaire leur est parfois distribué. L'utilisation du cheptel par l'agriculteur est considérée comme un "mal nécessaire". Ces paysans ont besoin du travail animal, mais ils "subissent" le bétail plus qu'ils n'en "profitent".

L'utilisation rationnelle de toutes les possibilités par le cheptel est insuffisante :
- le fumier est très exceptionnellement récolté ; on se contente de rassembler la terre des parcs de stabulation, où les bouses séchées n'ont rien de comparable avec un bon fumier humique ;
- l'exploitation laitière est peu pratiquée, même autour des villages où cette production serait pourtant rentable.

Cet élevage représente l'amorce de l'association de l'agriculture et de l'élevage ; les paysans ont fait un premier effort pour dresser les animaux et les utiliser. Les conditions d'alimentation du bétail sont favorables. Les possibilités de conseils aux paysans sont meilleures que dans les régions d'élevage extensif.

Le développement des ranchs

Au fil des années, les conceptions en matière d'élevage évoluent. Les ranchs privés se développent, formant d'abord des "îles" au milieu des pâturages d'accès libre. Dans certaines "zones d'intervention", tous les pâturages sont répartis en ranchs attribués individuellement à des éleveurs. A l'origine il s'agissait de créer uniquement de petits "ranchs familiaux" de 250 ha en moyenne. En s'en tenant à cette superficie, la majorité des éleveurs pouvait accéder à la propriété dans le partage des pâturages. En fait, ces ranchs sont souvent créés par de riches éleveurs citadins qui expulsent de nombreux petits éleveurs. Les vrais éleveurs se trouvent ainsi repoussés au loin et sur des terres peu fertiles.

Certaines entreprises d'élevage – qualifiées de ranchs capitalistes – requièrent des capitaux importants par l'étendue des pâturages, la taille du cheptel et le volume des investissements consacrés aux infrastructures : pistes, ponts, clôtures, réserves d'eau, bains détiqueurs, pare-feux. Les troupeaux y sont confiés à de nombreux bergers, véritables ouvriers répartis en équipes, et payés au mois. Changeant périodiquement de troupeaux, ils ne s'attachent à aucun en particulier. Ces bergers sont ravitaillés en

produits alimentaires, qui sont ensuite déduits des salaires. Il apparaît ainsi une injection importante de capitaux dans une entreprise rurale, mais ce type d'élevage sécrète une prolétarisation de la main-d'œuvre pastorale, privée de tout espoir de promotion.

L'instauration de ranchs privés abolit l'ancien statut des pâturages accessibles à tous. Elle jette un discrédit important sur les pouvoirs traditionnels dont les chefs se révèlent incapables de défendre leur population. Quant au *lamido*, même s'il se prétend encore le propriétaire éminent de toute la terre de son territoire, personne ne lui demande ni son avis ni son autorisation.

2.2.2. Les formes d'organisation des éleveurs

• **Les initiatives externes**. La plupart des éleveurs ne connaissent aucun moyen de freiner la dégradation régulière des pâturages. Ces actions impliquent des investissements et des travaux que les éleveurs s'estiment incapables de fournir. Aussi, les initiatives en matière de pâturages sont le plus souvent extérieures aux sociétés pastorales et souvent difficilement acceptées. Les initiatives récentes ont provoqué un remodelage important de ces sociétés.

Dans le cas du **ranch collectif**, les pâturages sont alloués à un groupe de familles qui les exploitent de façon collective. Chaque famille reste cependant propriétaire de son troupeau. Le ranch collectif diffère du principe du ranch "coopératif", défini par une propriété collective à la fois des pâturages et des animaux. Il entérine le statut du bétail et des pâturages en apportant simplement des améliorations dans leur gestion et en faisant respecter une rotation. Les règles de gestion du ranch collectif sont décidées par un comité constitué de représentants des éleveurs et du personnel technique. Les participations des éleveurs sont proportionnelles au nombre d'animaux possédés.

Dans ce type de gestion, les éleveurs restent dans leur campement. Les nouvelles règles d'exploitation des pâturages comprennent : l'arrêt des feux de brousse, le maintien des animaux dans les parcs attribués, et l'interdiction d'entrée d'animaux de l'extérieur. La direction du ranch entreprend des travaux d'infrastructure : construction d'un parc de traitement des animaux et d'un bain détiqueur, d'un hangar de stockage, édification de clôtures en fils barbelés autour du ranch et à l'intérieur de celui-ci, pour diviser les parcs alloués aux éleveurs. Un petit parc central est réservé au troupeau de la direction, jouant un rôle de démonstration. Des parcelles de fourrages artificiels (comme *Tripsacum laxum*) sont installées pour améliorer l'alimentation des animaux en saison sèche, s'ils ne transhument plus.

Malheureusement, les techniques mises en œuvre par la direction du ranch échouent souvent : les clôtures en piquets d'eucalyptus ne résistent pas à l'épreuve du temps, les parcelles de fourrages ne sont pas gérées correctement et disparaissent. Les mauvaises herbes (fougères) s'étendent, la mauvaise répartition de la charge accélère le développement des fourrés. La dégradation de l'espace oblige les éleveurs à reprendre la transhumance, ne serait-ce que sur de courtes distances. Malgré ces échecs techniques, les éleveurs semblent plutôt satisfaits car ce système leur permet de conserver leurs parcours et de s'opposer fermement à l'expansion de l'agriculture, et à l'arrivée d'autres éleveurs non inclus dans le programme. Les membres du ranch offrent maintenant l'image de quelques privilégiés au sein d'un monde pastoral en crise.

La pédagogie générale des projets de développement rural en Afrique a toujours été d'introduire administrativement une nouvelle technique pour montrer sa supériorité, en pensant que, devant l'évidence des faits, les paysans seront amenés à l'adopter et à en prendre la responsabilité. Malheureusement, souvent, les structures d'encadrement et de gestion des innovations du secteur pastoral n'ont pas été menées de ma-

nière assez prolongée pour convaincre les éleveurs. Or, les avantages d'une gestion rigoureuse des pâturages ne s'imposent que lentement. Ils peuvent entraîner l'adhésion lors d'une bonne saison des pluies, mais laisser des doutes dans le contexte d'années sèches. Très souvent, à la fin du financement des projets, les éleveurs sont abandonnés et reprennent, lentement mais sûrement, leurs anciennes habitudes. La gestion collective des terres exige une cohésion très forte, fondée sur un thème pastoral créateur de solidarité comme la création de points d'eau, la mise en défens des bas-fonds pour la saison sèche, la diffusion des médicaments.

• **Les initiatives internes**. A côté des initiatives exogènes, généralement réalisées à la demande du gouvernement, les communautés pastorales s'organisent quelquefois en coopératives d'éleveurs.

Le troupeau en copropriété dispose rarement de parcours délimités et enregistrés au nom de la coopérative ; il exploite des pâturages d'accès libre à tous les autres éleveurs.

Ces coopératives, souvent lancées par des groupes plus ou moins homogènes, ont des objectifs réalistes et des ambitions limitées. En dépit de leur dynamisme et de leur ténacité face aux épreuves, elles ne font généralement pas l'objet d'une attention particulière des pouvoirs publics. En marge de ces structures modestes, mais adaptées au contexte local, les gouvernements continuent à se lancer dans des structures géantes, portant en elles les germes de grands risques et dont la moindre défaillance entraîne des catastrophes financières et économiques.

2.3. La décadence des sociétés pastorales

La décadence des sociétés pastorales est aujourd'hui un phénomène général. Dans presque toutes les régions d'élevage apparaît une inquiétude profonde quant à l'avenir. La décadence comporte essentiellement trois éléments :
– remise en cause de la société dans son fonctionnement,
– effritement de l'encadrement,
– choc des nouvelles formes de cultures et d'élevage.

2.3.1. Le concept de crise

La crise est une notion familière à chacun : elle tend à devenir une forme de vie. Une crise économique est une rupture d'équilibre entre la production et la consommation. Mais la sous-production ou la surproduction sont loin de traduire toute la réalité de la crise, qui est vécue comme une désintégration temporaire de la société, une absence ou (ce qui revient au même) une pléthore de pôles attracteurs des représentations et des pratiques. La crise se caractérise par l'hésitation du groupe sur la ligne de conduite à tenir, un sentiment vif et généralisé de désorientation et même un début de désintégration sociale.

La crise est aussi un phénomène évolutif : ses manifestations peuvent demeurer longtemps discrètes, latentes, pour n'apparaître au grand jour qu'après un processus de perturbation du mécanisme régulateur. Cette perturbation peut être engendrée par le développement de ses contradictions internes ou sous l'intervention d'un facteur extérieur.

2.3.2. Origine et développement de la crise actuelle

• **Une stratégie particulière**. Dans un contexte économique classique, lorsque la conjoncture devient défavorable, le producteur baisse le niveau de sa production

pour l'adapter à la réduction de la demande, en attendant une amélioration du marché qui lui permettra un redéploiement. Les éleveurs sédentaires d'Europe, des États-Unis ou d'Australie raisonnent de cette manière.

L'éleveur nomade traditionnel, aussi longtemps qu'il reste fidèle à son éthique, ne réduit pas la taille de son cheptel dans les périodes de conjoncture difficile, ou face à une chute des prix ; au contraire, il cherche à en augmenter la taille. Cette pratique était justifiée dans un système assez régulièrement cyclique où les périodes de vaches grasses arrivaient assez rapidement après les années de vaches maigres : l'éleveur intelligent était alors celui qui anticipait adroitement la reprise en profitant de la période de bas prix pour augmenter son troupeau. Il se retrouvait alors après la crise avec un capital et un prestige social supérieurs à ceux qu'il avait avant.

La crise actuelle associe un assèchement climatique prolongé, une augmentation démographique et une pression agricole accrue. La réaction classique de l'éleveur nomade ne correspond plus à la situation et a pour effet d'accentuer les problèmes. Mais la prise en compte de cette pratique aide à comprendre que les conditions de milieu ne peuvent expliquer seules la crise actuelle que connaissent les peuples pasteurs.

• **Les tensions sociales**. Dans les sociétés pastorales, les tensions sociales ne datent pas d'aujourd'hui. La main-d'œuvre était abondante autrefois pour l'entretien du bétail. Chaque troupeau était confié à un berger, assisté de deux aides, d'origine servile dans beaucoup de régions d'Afrique. Chacun assurait la garde à tour de rôle et le troupeau ne restait jamais seul. Lorsque le "progrès social" et la libération des populations serviles arrivèrent, sous l'influence européenne, les aides commencèrent à faire défaut ; les bergers devinrent trop peu nombreux pour assurer en permanence la garde du troupeau. Depuis 1940, les cultures commerciales ont pris une grande extension dans beaucoup de régions. Les éleveurs furent alors privés de main-d'œuvre salariée. Maintenant, les enfants renâclent à garder et à soigner les animaux de leurs parents, ils négligent le détiquage en saison des pluies, ils laissent le troupeau abandonné à lui-même, et vendent même des animaux à l'insu des parents !

Les jeunes assimilent la vie en compagnie du troupeau à un comportement archaïque. Par ailleurs, le pouvoir de décision en matière d'élevage leur échappe. Chez les Foulbé, ce sont les anciens qui décident de toutes les questions importantes relatives aux animaux (vente des animaux, destination des revenus...). Les jeunes sont écartés de la gestion du troupeau. Le père réside au village et entretient le fils, qui assure la garde du troupeau en brousse, mais il ne lui assure pas de salaire. Dès que le fils atteint un certain âge, il aspire à gagner un peu d'argent personnel. Certes, il peut compter sur l'héritage du cheptel, mais cette perspective reste bien lointaine. C'est parfois le père qui encourage les enfants à aller chercher fortune ailleurs.

L'engouement des jeunes pour le mode de vie urbain a, dans beaucoup de cas, conduit les anciens à se méfier foncièrement des fils dès qu'ils atteignent l'adolescence. Ils les redoutent à cause des détournements d'animaux et acceptent de moins en moins de leur transférer la propriété du bétail. Les relations difficiles entre générations s'expliquent par le statut juridique de ce bétail, notamment son mode d'héritage. Toutes ces tensions traduisent, de façon plus ou moins profonde, une perte de confiance dans l'avenir de l'élevage extensif.

• **Un encadrement en décadence**. L'offensive contre les pâturages menée par les agriculteurs se fait partout sentir. Dans certains secteurs, les cultures encerclent les habitations des éleveurs installés là depuis des décennies. L'administration s'en remet aux autorités traditionnelles, les exhortant à user de leur autorité. Mais, au-

jourd'hui, l'armature politique et technique qui encadrait les populations pastorales perd son efficacité. Au lieu de réagir favorablement à ce relâchement de leur encadrement, la plupart des éleveurs le ressentent avec amertume. Ils en sont troublés. C'est ainsi que le rôle d'intermédiaire et de protecteur des intérêts pastoraux de certains chefs tombe en désuétude. Ils ne peuvent plus intervenir en cas de querelle entre l'un des leurs et un cultivateur, par exemple. Dans certaines régions, le chef (*ardo*) ne réussit même plus à cimenter un groupe d'éleveurs unis autour de sa personnalité. Même dans les sociétés foulbé, les *lamido* n'encadrent plus guère leurs populations. Avec la perte de pouvoir des chefs locaux, c'est le règne de l'individualisme : chaque éleveur ne compte plus que sur ses forces et, à la rigueur, sur l'aide de ses parents les plus proches.

Finalement, les éleveurs sont incapables de résister à la poussée des cultures. En cas de dégâts, l'estimation des dommages est réalisée par l'agent de l'agriculture et imposée aux propriétaires du troupeau. Face au mordant des cultivateurs, les éleveurs bénéficiaient autrefois d'une protection administrative, aujourd'hui, ils risquent d'être expulsés.

Les revenus des éleveurs ne proviennent guère que des ventes de bétail, plus importantes que celles du lait ; une grande part du produit des ventes est prélevée par la fiscalité, les maquignons et les intermédiaires qui "vivent sur le dos de l'éleveur". La solution consisterait à développer les marchés aux bestiaux et à réformer le système fiscal et les règlements de police, car les tracasseries imposées aux déplacements du bétail vers les marchés favorisent des circuits commerciaux parallèles.

• **Un système vétérinaire insuffisant**. Les défaillances de l'assistance vétérinaire semblent de plus en plus importantes. En principe, les services de l'élevage ont la charge d'enrayer les grandes épizooties. En réalité, ils traitent seulement contre la peste bovine, avec des vaccinations assez régulières, dont le prix officiel est fixé à 20 francs, mais la somme demandée peut atteindre 75 francs, voire 100 francs, dans les secteurs isolés. L'intervention des infirmiers ne s'opère que contre une rémunération parfois très élevée. Dans toutes les régions d'élevage, la même plainte commence à apparaître comme un refrain affligeant : "Les centres vétérinaires et zootechniques ne disposent d'aucun produit vétérinaire. Les éleveurs, sachant qu'il n'y a rien, ne perdent plus leur temps à aller voir nos chefs de centres." Des trafics de contrebande se développent, montrant que l'insuffisance de médicaments est artificielle et comme entretenue pour favoriser les ventes au marché noir...

3. UN PROGRÈS TECHNIQUE ASSIMILÉ : CONSÉQUENCES

Les implantations autoritaires d'innovations technologiques ont parfois des conséquences préjudiciables, aussi bien sur les populations que sur leur cadre de vie, ou n'ont souvent qu'un piètre succès. Mais lorsque le progrès technique est volontairement assimilé par les populations, alors il se diffuse très vite et ses conséquences peuvent s'étendre très loin dans la vie des personnes concernées.

C'est ce qui est arrivé aux Kurdes du Nord-Khorasan des montagnes du nord-est de l'Iran, à la frontière du Turkestan. Ils vivent d'un élevage familial de troupeaux mixtes de moutons et de chèvres donnant des produits laitiers dont une partie est autoconsommée et une partie commercialisée.

3.1. Les techniques traditionnelles de transformation du lait

On retrouve dans la région deux chaînes techniques menant l'une au fromage, l'autre au beurre et à ses sous-produits ; cette dernière est la plus fréquente.

3.1.1. Un produit principal : le beurre

Le principal produit laitier préparé par cette population est le beurre. La **baratte traditionnelle** se compose essentiellement d'une outre en peau de chèvre montée sur un trépied de bois. Une femme secoue fortement pendant une heure et demie à deux heures l'outre à peu près pleine de yaourt (lait fermenté) jusqu'à ce que le beurre se sépare du babeurre.

Avec la baratte traditionnelle, on ne parvient jamais à récupérer toute la matière grasse du lait. D'après le témoignage des éleveurs, au moins un quart de la matière grasse reste dans le babeurre. En général, une baratte traditionnelle contient de 10 à 12 kg de yaourt. Comme une brebis ou une chèvre donne par jour un demi-kilo de lait en moyenne, c'est donc la production de 20 à 25 femelles que contient la baratte.

Le barattage exige presque deux heures de travail, si bien qu'en moyenne une femme ne peut baratter que quatre fois par jour, ce qui correspond à la production de 80 à 100 laitières. Cette nécessité commande pour l'essentiel les rapports socio-économiques et même la composition de la famille. Si un chef de famille possède 300 bêtes à lait mais que sa famille ne comprend que deux femmes adultes (supposons une mère et une grande fille), il ne sera possible de traire et de baratter que la production de 200 têtes de petit bétail au maximum. Le chef de famille sera donc obligé de chercher une autre solution pour les 100 dernières têtes de son troupeau :
– soit demander l'appoint de la main-d'œuvre des familles pauvres qui étaient autrefois nombreuses dans les campements ;
– soit épouser une autre femme et pratiquer la polygamie ;
– soit laisser les agneaux téter tout le lait de leur mère.

3.1.2. Les produits annexes

Le barattage fournit de nombreux sous-produits.

• **Le beurre fondu**. Les éleveurs conservent le beurre ramassé quotidiennement dans les outres en peau de chèvre, le salent à raison d'à peu près 50 g de sel par kilo. Les gens qui fabriquent le beurre dans leur quartier hivernal, par exemple, les semi-nomades de la vallée de Kalât-e Nâderi, font fondre leur beurre deux fois pendant toute la durée de la lactation. Une première fois quand ils arrivent dans le quartier estival, ou plutôt quand ils entrent dans leur village situé sur le chemin du quartier hivernal vers le quartier estival, et une seconde fois à la fin de la lactation, toujours dans le village.

Les nomades qui ne commencent la traite que dans le quartier estival fondent en une seule fois tout le beurre de l'été à la fin de la durée de la traite s'ils veulent le vendre sur place ou aux marchands ambulants. Mais, s'ils désirent garder leur beurre pour l'hiver, le beurre brut est transporté dans le quartier hivernal où il est fondu. Comme le beurre fondu est liquide pendant l'été et l'automne, les éleveurs ne le préparent pas en montagne pour éviter le risque de le perdre lors de la migration, par déchirement des outres.

Il y a deux sortes de beurre fondu :
– si l'on peut faire bouillir le beurre pour enlever le petit lait qui reste encore dans le beurre, on obtient du "beurre fondu pour bouillie", qui peut être conservé pen-

dant un an et demi et même deux ans, sans changer de goût. En général, il existe 40 à 50 g de petit lait dans un kilo de beurre ; le petit lait séparé du beurre après ébullition est consommé par les éleveurs ;
– la seconde sorte de beurre fondu appelée "beurre fondu peu cuit" n'est pas bouilli et contient encore un peu de petit lait, ce qui fait qu'il ne se conserve pas longtemps : au bout de trois ou quatre mois, il surit. En faisant de la sorte, l'éleveur gagne un peu plus, à la condition que son acheteur ne soit pas un bon connaisseur et ne s'aperçoive pas de la tricherie dont il est victime.

On conserve généralement le beurre fondu dans des bidons de 16 kilos. Pour une bonne conservation, il est nécessaire d'y mélanger 100 g de gros sel par bidon, mais il y a des éleveurs qui, pour gagner davantage, incorporent jusqu'à un kilo de sel. Le beurre fondu obtenu pendant les deux premiers mois de la durée de la traite (au printemps) se vend plus cher, car son goût et son odeur sont plus agréables que ceux du beurre fondu obtenu à la fin de la traite. Les éleveurs prétendent que cette meilleure qualité provient de l'herbe qui est plus abondante et de l'eau qui est plus fraîche.

• **Le babeurre**. Le babeurre, appelé *dough*, peut être consommé en l'état, mais ce produit, très prisé des Iraniens, doit être vendu très rapidement sur le marché des villes, et les quartiers estivaux des nomades du Khorasan en sont éloignés et les routes sont en mauvais état. Aussi, ce produit est pratiquement absent des marchés du Khorasan septentrional alors qu'il est très répandu dans certaines villes comme Hamadân, très proche des alpages de l'Alvand.

• **Le *mâstinah***. Le babeurre, égoutté dans un sac de toile, donne une pâte consommable comme du fromage frais ; ce produit ne peut être conservé longtemps, car au bout de quelques jours son goût devient acide. Aussi, peu d'éleveurs le préparent dans la région ; ils n'ont pas le temps d'aller tous les trois ou quatre jours en ville pour y vendre un produit bon marché.

• **Le *kachk***. Pour préparer le *kachk*, les éleveurs font cuire le babeurre dans un récipient de métal jusqu'à ce que la plus grande partie de l'eau soit évaporée. Ce qui reste est alors déposé dans un sac de toile que l'on suspend à un trépied. Une fois la pâte bien égouttée, on ajoute 200 et 300 g de sel pour 4 kg. Puis, on la façonne en boulettes qui sont placées sur une planche pour qu'elles finissent de durcir au soleil et soient faciles à transporter.

C'est un produit sec, conservable pendant toute une année, et que les nomades peuvent vendre quand ils le désirent, dans la pratique, à l'automne ou à la fin de la lactation.

• **Le *qara-qorot***. C'est le dernier sous-produit de la chaîne de fabrication du beurre : le liquide qui s'égoutte pendant la préparation du *kachk* est recueilli et réduit à feu doux, ce qui donne une pâte noire, le *qara-qorot*, utilisé comme condiment ; c'est un produit de bonne conservation que le nomade peut vendre quand il le désire.

3.1.3. La consommation d'énergie

On constate que la transformation traditionnelle du lait nécessite de l'énergie pour faire bouillir et rebouillir le lait et ses dérivés. Pour parvenir jusqu'au *qara-qorot*, il faut pratiquement évaporer la quasi-totalité de l'eau existant au départ dans le lait, ainsi que celle que l'on rajoute dans le yaourt avant de le baratter.

Or, le combustible essentiel utilisé par les éleveurs du Khorasan dans leurs quartiers estivaux est le bois, qui existe en assez grande quantité dans les montagnes de cette région. Les éleveurs s'attaquent donc aux forêts pour assurer leurs besoins en

énergie, et la transformation du lait constitue ainsi une cause très importante du déboisement et de l'érosion dans cette région, dont les effets sont certainement supérieurs à ceux du surpâturage.

Dans chaque famille nomade traditionnelle, un ou deux hommes étaient responsables du ramassage du bois dans la montagne et de son transport, généralement effectué à dos d'âne jusqu'au campement. Pour transformer 500 kg de lait, production journalière de 1 000 têtes de petit bétail, en yaourt, il fallait 200 kg de bois, mais 600 kg pour arriver jusqu'au *kachk* et 700 kg pour obtenir le *qara-qorot*. C'est donc en définitive 1,4 kg de bois qui devait être consommé pour obtenir la gamme complète des sous-produits d'un kilo de lait.

D'après les statistiques du centre vétérinaire du Khorasan, en 1978, il y avait 5 097 100 têtes de petit bétail dans le nord de la province. Supposons que :
– seulement 50 % de ce cheptel, soit 2 548 550 têtes, étaient des brebis laitières ;
– la traite dure 80 jours, ce qui est un minimum ;
– chaque femelle donne en moyenne 40 kg de lait pendant ces 80 jours (moins que la moyenne nationale).

Alors, la production totale de lait a été de 102 000 tonnes en 1978. Si la transformation porte sur les 2/3 seulement, soit sur 68 000 t et en comptant 1,3 kg de bois pour la transformation d'un kilo de lait, c'est un minimum de 88 400 t de bois que la méthode traditionnelle de barattage aurait exigé.

Depuis le début du XX^{e} siècle, la forêt a donc été saignée annuellement de 25 000 à 40 000 stères, et cela sans aucune plantation de compensation de la part des éleveurs.

Par ce simple raisonnement, tenu à partir de données volontairement sous-estimées, on peut mesurer l'ampleur du préjudice subi par la forêt du Nord-Khorasan.

3.2. Une innovation technique : l'écrémeuse

3.2.1. L'appareil

Par **baratte mécanique**, on entend en Iran la centrifugeuse à l'aide de laquelle on obtient la crème contenue dans le lait. En France, cet appareil est généralement connu sous l'appellation d'écrémeuse. Tous les pasteurs du Khorasan, qu'ils soient Kurdes, Turcs ou Persans, utilisent le même nom persan de *tcharkhe chir* (le "tourniquet à lait"). Cette appellation unique a été répandue par les commerçants et non par les éleveurs eux-mêmes.

Il s'agit d'un appareil simple, qui fonctionne à la main. Il récupère la quasi-totalité de la matière grasse du lait. On met le lait dans le réservoir supérieur ; le lait écrémé sort par l'un des deux tuyaux d'évacuation, la matière grasse par l'autre. La capacité est commercialement évaluée en "tasses", du nom de la pièce de base de cet appareil à partir de laquelle s'opère la séparation de la matière grasse et du petit lait ; le plus petit appareil, possédant 11 tasses, permet d'écrémer 80 kg de lait en une heure.

L'apparition de ce simple appareil a bouleversé les conditions socio-économiques de la vie nomade, d'autant plus que sa diffusion a été extrêmement rapide, grâce à son prix d'achat relativement modique, soit le prix de vente de troix à cinq agneaux, ou d'une cinquantaine de kilo de beurre.

3.2.2. L'obtention du beurre à l'aide de la baratte mécanique

Tout d'abord, le lait est filtré, puis placé dans l'appareil, qui récupère presque toute la matière grasse. Après le barattage, on obtient deux produits : la crème, c'est-à-dire la

matière grasse, et le petit lait. La crème reste mélangée avec une faible quantité de lait, elle se présente donc comme une sorte de lait très gras. Pour obtenir le beurre, on le porte à ébullition, puis on y ajoute un peu de yaourt précédemment préparé, et au bout de quelques heures, le yaourt très gras obtenu est baratté dans la baratte traditionnelle pendant 20 minutes, au bout desquelles le beurre se sépare du petit lait. On voit que la préparation du yaourt et l'utilisation de la baratte traditionnelle restent toutes les deux nécessaires, mais *l'écrémeuse permet de gagner du temps et de l'énergie, car elle permet de baratter une quantité de yaourt très inférieure pour une même quantité de lait traité au départ.*

Après le rebarattage traditionnel du yaourt préparé à partir de la crème obtenue à la centrifugeuse, on retrouve une faible quantité de babeurre. Il peut être transformé en *mâstinah* destiné à la vente, mais il est généralement consommé par la famille, ou bien utilisé pour la conservation du fromage et du beurre.

3.2.3. Conséquences de l'utilisation de la baratte mécanique

• **Diminution de la charge de travail des femmes**. Une femme forte et entraînée était capable de baratter au maximum le lait de 80 à 100 brebis avec l'outil traditionnel, tandis qu'avec une baratte mécanique de 21 tasses, une femme de force moyenne baratte facilement le lait de 800 têtes de petit bétail dans le même temps.

Autrefois, la femme d'une famille possédant 100 brebis était obligée de baratter tous les jours. Elle se levait vers trois heures du matin et elle barattait jusqu'à 8 ou 9 heures avant d'aller traire ; elle était souvent obligée de recommencer le barattage dans la soirée pour traiter le babeurre qui restait. Aujourd'hui, avec la baratte mécanique, la même femme possédant le même nombre de brebis ne baratte que tous les deux ou trois jours, et pendant quatre heures environ.

Beaucoup de femmes racontent qu'autrefois elles n'étaient pas capables d'effectuer la traite de plus de 60 à 70 animaux en une seule fois, parce qu'elles étaient fatiguées après cinq ou six heures de barattage. Au-delà de ce nombre d'animaux, il leur arrivait de s'endormir tout en trayant. Aujourd'hui, ces mêmes femmes, même les plus âgées, sont capables d'effectuer la traite de 100 brebis en une seule fois, pendant le temps limité que le troupeau peut rester au campement. En outre, autrefois, elles étaient obligées de préparer le *kachk* et le *qara-qorot*, tandis qu'aujourd'hui elles jettent le petit lait obtenu après barattage mécanique, ce qui raccourcit d'autant leur travail. Une fillette âgée de 10-12 ans peut traire, mais elle n'est pas capable de baratter avec la baratte traditionnelle, alors qu'elle peut aisément manier la centrifugeuse.

• **Déclin de la polygamie**. L'introduction de l'écrémeuse a eu une incidence inattendue et brutale sur l'évolution de la polygamie, car, en dehors du domaine de l'affectivité que l'on peut espérer trouver à la base de tout mariage, il est incontestable que cet appareil remplace facilement et à peu de frais une partie du travail de plusieurs femmes.

Les femmes sont bien conscientes de l'influence de l'introduction de l'écrémeuse sur leur condition. Avec beaucoup d'humour, certaines ont affirmé que cette machine est leur "*haou*". En effet, dans le système de la polygamie, les femmes mariées à un même homme sont dites *haou* !

• **Amélioration de l'état sanitaire des femmes nomades**. Tous les éleveurs, hommes et femmes, sont d'accord pour dire que, depuis l'introduction du "tourniquet à lait", les femmes vivent plus longtemps. "Les femmes barattaient jusqu'à en mourir" était une réflexion courante chez beaucoup d'éleveurs. La saison de la traite était en effet la période où le taux de mortalité était le plus élevé et on a cité

le cas de quatre femmes mortes pendant le barattage, épuisées par la dureté de ce travail, le manque de sommeil et la maladie. Beaucoup de femmes ne dormaient que quatre heures par nuit, et parfois même moins pendant la durée de la traite. Elles souffraient souvent d'une déformation de la colonne vertébrale.

• **Baisse considérable de la consommation de bois**. Désormais, avec l'écrémeuse, les éleveurs n'ont besoin que de très peu de bois, environ 10 % au maximum du volume nécessaire avec les méthodes traditionnelles. Alors qu'il leur fallait ramasser tous les jours le bois, ou faire appel à des bûcherons pour ce travail, aujourd'hui, ils ne vont plus le chercher qu'une fois par semaine, voire tous les dix jours.

En 1978, à peu près 90 % des éleveurs ont adopté l'écrémeuse mécanique, si bien que l'on peut admettre que cette année-là la consommation de bois nécessaire à la transformation du lait dans le nord du Khorasan a déjà été ramenée à 16 700 tonnes (1/10 des 88 000 tonnes plus 10 % seulement du reste consommé par la préparation moderne des produits laitiers, soit 7 920 tonnes).

• **Diminution des effectifs des bêtes de somme**. Il n'est plus nécessaire de réserver un âne pour le transport du bois pendant la durée de la lactation. La multiplication des véhicules à moteur joue également un rôle important, mais touche surtout les chameaux et les chevaux plutôt que les ânes.

• **Réduction de la gamme des produits laitiers**. Depuis l'apparition de l'écrémeuse, les sous-produits du beurre ont presque disparu. Ceux que l'on trouve sur les marchés proviennent d'éleveurs utilisant toujours la baratte traditionnelle. L'écrémeuse a également provoqué la diminution de la quantité de fromage produit par les éleveurs du Khorasan. En effet, la cause essentielle de la transformation du lait en fromage par les semi-nomades dans les quartiers hivernaux et pendant la migration ne résidait pas dans la faible teneur en matière grasse du lait, mais plutôt dans le fait qu'ils manquaient de bois et n'avaient pas assez de temps pour fabriquer du beurre avec les méthodes traditionnelles. De ce point de vue aussi, la nouvelle technique de production, plus rapide et beaucoup moins gourmande en combustible, permet de fabriquer du beurre dès le début de la lactation.

• **Modifications des modes de vie**. Une conséquence inattendue de l'utilisation du tourniquet à lait a été l'augmentation spectaculaire de la consommation des boisons gazeuses non alcoolisées de type Coca-Cola pour remplacer le babeurre.

Les jeunes gens disposent de loisirs jusque-là inconnus ; en effet, avant l'introduction de cet appareil, ils avaient la charge d'approvisionner "l'entreprise" en combustible. Le ramassage du bois et son transport, sur des trajets de plus en plus longs prenaient un temps considérable ; il ont maintenant du temps libre pour rencontrer leurs amis des villages proches. Les jeunes filles consacrent maintenant un temps appréciable au tissage de tapis, dont la vente augmente d'autant les revenus familiaux.

• **Amélioration des revenus**. L'évolution des revenus familiaux consécutifs à l'achat d'une écrémeuse peut être illustrée par un exemple concret dans lequel il faut voir les unités monétaires plus comme des repères que comme des valeurs absolues.

Une famille de deux garçons et deux filles avait, en utilisant la méthode traditionnelle de valorisation des produits laitiers, un revenu annuel équivalent à :	11 000 FF.
Le chef de famille achète en début d'année un "tourniquet à lait" pour :	2 200 FF.
Il revend son âne pour :	200 FF.
Il a donc réalisé un investissement de :	2 000 FF.

Selon la nouvelle technique, le revenu annuel de la filière lait passe à :	16 000 FF.
Les deux filles utilisent le temps libéré à tisser des tapis ; cet artisanat rapporte :	1 000 FF.
Le chiffre d'affaire familial est donc de :	17 000 FF.
L'augmentation du chiffre d'affaire est de :	6 000 FF.
En tenant compte d'un amortissement de l'écrémeuse sur 10 ans, il est diminué de :	200 FF.
Le revenu familial varie donc de :	+ 5 800 FF.
soit une augmentation de :	53 %

à laquelle il faut ajouter le salaire rapporté par le fils aîné.
Le travail est plus rapide, de sorte que le rendement financier de l'heure de travail passe de 2 à 11 FF ; **il est donc multiplié par cinq**.

• **Transformations de la société**. L'adoption de la centrifugeuse a précipité l'évolution de la société nomade, mais elle a activé la sédentarisation des familles les plus pauvres. Dans le passé, en effet, les familles relativement riches, et qui possédaient plusieurs centaines de têtes de petit bétail, étaient obligées de demander le concours des familles pauvres pour traiter le lait. Les familles pauvres de leur côté n'étaient pas capables d'équilibrer leur budget sans s'employer un certain temps chez leurs voisins plus fortunés.

Or, le barattage était un des travaux que les femmes pauvres effectuaient couramment. L'écrémeuse mécanique a supprimé ce travail. De même, de nombreux chefs de famille pauvres qui ramassaient du bois pour les familles aisées ont eux aussi perdu leur travail. Ces familles ont été contraintes d'abandonner la vie nomade pour se sédentariser, souvent dans des conditions difficiles, à la périphérie des villes.

Inversement, les familles aisées ont tiré un grand bénéfice de l'acquisition du tourniquet à lait, et ont sensiblement amélioré leurs conditions matérielles.

Le groupe social intermédiaire (environ 30 % des familles en 1979 composé de paysans et de semi-nomades, et dont le troupeau était trop réduit pour justifier l'achat d'une centrifugeuse, a résolu le problème du barattage en s'associant de trois manières différentes :
– des familles ne possédant que quelques têtes ont réuni leurs troupeaux pour n'avoir à baratter le lait qu'une fois par semaine environ, chacun travaillant à tour de rôle la totalité du lait, soit avec une baratte traditionnelle, soit à l'aide d'une baratte mécanique appartenant à l'un d'entre eux ou louée à un tiers ;
– les femmes apportent le lait chez leurs voisines pour le baratter à l'aide de l'écrémeuse moyennant le paiement d'un loyer ;
– une famille ne disposant que d'une dizaine de têtes, par exemple, peut aussi s'associer avec un voisin qui, lui, en possède une centaine et dispose d'une baratte mécanique. Chaque jour, tout le lait est travaillé ensemble par les femmes des deux familles, mais les produits laitiers ne reviennent au propriétaire du petit troupeau que tous les dix ou onze jours.

L'influence de l'introduction de l'écrémeuse ne peut certes s'isoler de nombreux autres facteurs de transformation de la société nomade, mais cet exemple montre clairement comment une innovation technique peut avoir à elle seule un impact très profond dans les domaines les plus variés.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉES

Boukhobza M. (1982), *L'Agropastoralisme traditionnel en Algérie*, OPU, Alger, 458 p.
Digard J.-P. (1987), "Problèmes de terminologie et de typologie des déplacements de nomades", Paris, Collège de France, laboratoire d'ethnologie préhistorique, *Séminaire sur les structures d'habitat* : 187-197
Galaty J. (ed.) (1981), *L'Avenir des peuples pasteurs*, C.R. Conf. Nairobi 4-8 août 1981, CRDI, Ottawa, 432 p.
Gallais J. (1975), *Pasteurs et paysans du Gourma. La condition sahélienne*, mémoire, Centre des études géographiques tropicales, 239 p.
Helmer D. (1992), *La Domestication des animaux domestiques par les hommes préhistoriques*, Masson, Paris, 184 p.
Nkurikiyimfura J. (1994), *Le gros bétail et la société rwandaise, évolution historique : des XII^e^-XIV^e^ siècles à 1958*, L'Harmattan, Paris, 195 p.
Oxby C. (1990), *Peuples pasteurs en crise, Les réponses des ONG en Afrique*, Ateliers du développenemt, Syros Alternatives, Paris, 142 p.
Papoli-Yazdi M. (1991), *Le Nomadisme dans le nord du Khorasan*, Inst. français de recherches en Iran, Téhéran, Louvain (diffusion Ed. Peeters), 435 p.
Santoir Ch. (1983), *Raison pastorale et politique de développement, Les Peuls sénégalais face aux aménagements*, ORSTOM, Paris, 185 p.

QUELQUES QUESTIONS ET EXERCICES

1. Pourquoi les sociétés peules sont-elles si mobiles ?

2. Qu'est-ce que l'estivage ?

3. Explicitez les différences entre le nomadisme et la transhumance.

4. Quel genre de tensions familiales y a-t-il dans les sociétés nomades africaines ?

5. Que faut-il pour qu'un appareil, une technique, constitue un "progrès" dans une société d'éleveurs traditionnels ?

6. Comment fonctionne une écrémeuse ?

7. Comment s'opère le barattage traditionnel dans les peuples nomades ? Quels sont ses inconvénients ?

Chapitre 12

ÉVOLUTION DES PÂTURAGES

Les pâturages se dégradent ou s'améliorent dans le cours du temps. On précisera d'abord ce qu'est la dégradation d'un pâturage, puis des exemples seront proposés, tant en régions tempérées que chaudes.

1. LA DÉGRADATION DES PÂTURAGES

1.1. Le concept de dégradation

Le concept de **dégradation**, même d'un pâturage, est loin d'avoir la netteté qu'on lui attribue souvent. Il faut préciser le point de vue adopté pour donner un sens à ce concept. Beaucoup d'écologues estiment que l'envahissement de pâturages par des ligneux n'est pas une dégradation, mais un progrès vers la forêt qu'il convient d'encourager, parce que la forêt est productrice d'une matière première de prix, le bois, ou parce qu'il traduit une "remontée" biologique.

Le point de vue du pastoraliste doit être celui du berger : nourrir le plus grand troupeau possible d'animaux le plus productif possible sur l'espace disponible ; c'est-à-dire optimiser le nombre d'animaux et la production tout en assurant la pérennité du "système". La dégradation se caractérisera par l'écart entre la situation observée et l'optimum déterminé par le climat et le sol.

1.2. Production et climax

1.2.1. Le "modèle de succession pastorale"

Un modèle simple, encore quelquefois enseigné, supposait que la production d'un pâturage est étroitement liée à sa position par rapport au climax (figure 12.1). Cette théorie a été nommée le "modèle de succession pastorale".

En fait, l'état observable d'un pâturage résulte d'une interaction entre deux "forces", la **tendance évolutive** qui tend à reconstituer la végétation climax, et la **pression de pâturage**, liée à la charge animale, qui s'opposerait à

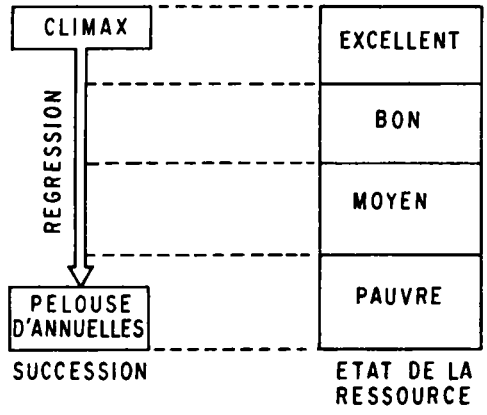


Figure 12.1. Relation supposée entre la production d'un pâturage et sa position par rapport au climax.

Source : d'après Behnke R. et Scoones I. (1992), *Methinking range ecology : Implication for rangeland management in Africa*, Paper n° 33, IIED, Londres, 43 p.

cette tendance. A une charge particulière correspond un état de la végétation et à chaque état correspond une charge d'équilibre. Pour chaque type de pâturage, cela se traduit par une courbe caractéristique (figure 12.2). Lorsque la charge est trop forte (zone I sur la figure et point A) la végétation s'appauvrit jusqu'au point d'équilibre P sur la courbe caractéristique ; lorsque la charge est trop faible (zone II sur la même figure), la végétation se ferme jusqu'au point d'équilibre.

Beaucoup de travaux ont été consacrés à essayer de valider cette théorie sur des situations concrètes. Mais, la représentation d'une végétation par un point supposerait que les conditions de milieu sont stables ; or, elles ne le sont pas, en particulier sur le plan climatique (le pasteur peut répondre à la sécheresse en réduisant la pression de pâturage afin de maintenir l'équilibre). Il faut alors proposer plusieurs courbes tenant compte des fluctuations climatiques (figure 12.3).

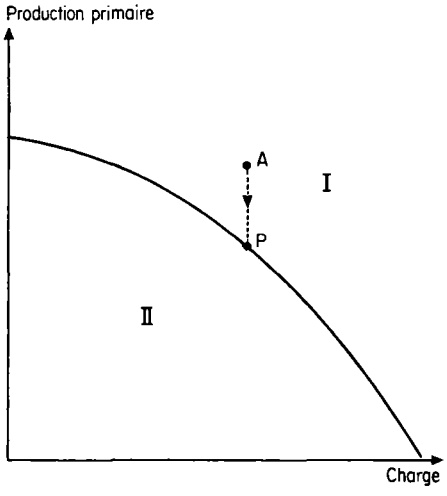


Figure 12.2. "Fonction d'équilibre" entre la végétation d'un pâturage et sa charge animale.

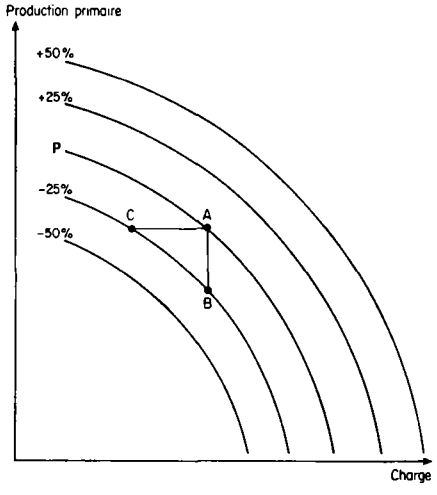


Figure 12.3. Fonction d'équilibre entre la végétation d'un pâturage et sa charge animale sous climat variable.
A : équilibre production primaire-charge en situation moyenne ; B : adaptation à des précipitations plus faibles par réduction de la charge ; C : adaptation sous charge constante.

1.2.2. Critique de la théorie

Comme toute théorie biologique, cette opinion recèle une part de vérité. Il est vrai que la végétation se reconstitue après le départ du berger. Mais, si le troupeau reste trop longtemps, le "climax" passé, en équilibre avec la faune naturelle, ne reviendra plus :

- Les états atteints après surcharge, en particulier les pelouses d'annuelles, peuvent être irréversibles et les mises en défens sont alors incapables de compenser les dégradations excessives, parce que les semenciers d'espèces pérennes ont disparu.
- Certaines pelouses présentent une dégradation significative et permanente malgré des charges constantes (c'est le cas des nardaies).

En outre, dans les régions tempérées, le climax est généralement forestier et donc fort peu productif sur le plan pastoral. Pour obtenir une production, il faut d'abord défricher la forêt puis implanter un pâturage, mais l'augmentation de la valeur pastorale n'est pas une fonction simple du couvert arboré et les courbes théoriques ne peuvent pas être calculées.

Dans les régions tropicales, le feu provoqué par l'homme passe régulièrement dans les savanes et le climax est pratiquement inconnu.

1.3. Un modèle d'équilibre dynamique

1.3.1. État d'équilibre

Les expériences faites au pays de Galles sur des prairies permanentes anciennes soumises depuis une centaine d'années à des traitements différents ont montré que la **flore d'une formation herbacée dense est très stable** ; la reproduction, l'extension des espèces présentes se font essentiellement par voie végétative (talles, rhizomes, stolons) ; les germinations ne se font qu'à la faveur d'ouvertures importantes de la couverture du tapis végétal. Par contre, d'un traitement à l'autre, d'une année à l'autre, les recouvrements des espèces peuvent différer de manière très sensible ; c'est la **végétation qui est soumise en premier lieu aux variations du milieu**.

1.3.2. Les processus évolutifs de dégradation

Les espèces les plus productrices, celles dont la valeur bromatologique (voir 3.2 du chapitre 6) est la plus élevée, sont souvent peu compétitives. La composition floristique en équilibre avec le climat et l'utilisation est instable. Si, par exemple, la charge réelle devient nettement plus faible que la charge potentielle, les espèces végétales banales concurrenceront les meilleures, parce que leur développement ne sera plus limité par le broutage, le piétinement, les restitutions organiques (les meilleures espèces des pâturages sont aussi des nitrophytes). Leur développement plus libre limite celui des bonnes espèces qui voient leur **contribution** diminuer. La valeur du pâturage baisse.

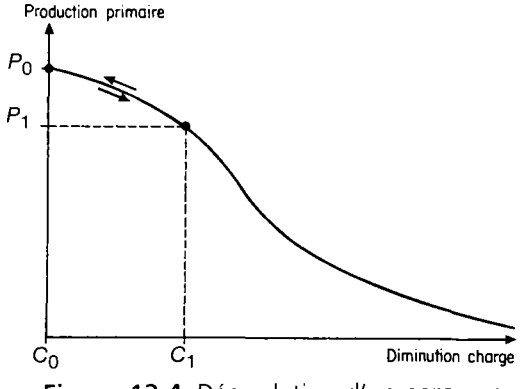


Figure 12.4. Dégradation d'un parcours par sous-pâturage.

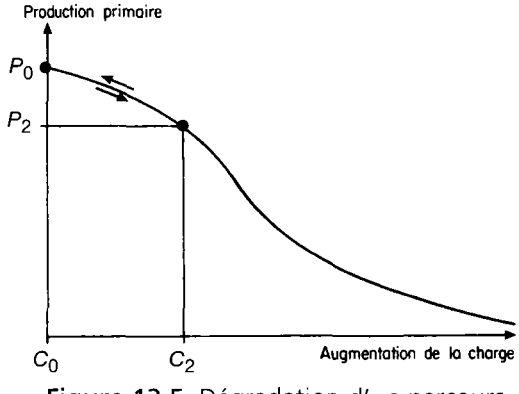


Figure 12.5. Dégradation d'un parcours par surpâturage.

Si la diminution de la charge est temporaire, les contributions des espèces ne changent pas instantanément car la végétation possède une certaine **inertie**, variable selon les types de végétation. Le pâturage n'a pas, cette année là, exprimé toutes ses potentialités ; c'est tout ; l'année suivante, il pourra le faire. Cependant, lorsque la diminution de la pression pastorale persiste, un nouvel équilibre peut être atteint, correspondant à une nouvelle charge potentielle plus faible : la **végétation s'est dégradée par sous-pâturage**. La figure 12.4 traduit la dynamique qui vient d'être décrite.

A l'inverse, lorsque la charge réelle dépasse largement les possibilités du pâturage, les bonnes espèces, râpées dès leur apparition, s'épuisent et disparaissent. Cette diminution est réversible si une mise en défens permet à la végétation de se reconsti-

tuer, et un nouvel équilibre, moins productif, se fait jour si la charge reste trop élevée. Si elle augmente encore, la végétation continue de se dégrader ; les plantes en rosette plaquées au sol remplacent les Graminées ; des surfaces nues apparaissent progressivement et la végétation peut même être remplacée, dans un premier temps par des espèces annuelles (voir chapitre 3) et, dans un second temps, par du sol nu. La **végétation s'est dégradée par surpâturage**. La figure 12.5 traduit cette succession d'étapes.

Il y aura encore dégradation, même en maintenant une charge constante, si les animaux sont concentrés dans un autre endroit de l'exploitation une partie de la journée et la nuit (voir figure 8.4). En effet, il y a alors extraction de la fertilité, sans restitution, et exportation vers cet autre endroit qui s'en trouve amélioré ; des exemples seront développés dans les paragraphes suivants. La végétation s'est dégradée par une **exploitation "minière"**. La figure 12.6 réunit ces trois situations typiques, étant entendu que des situations intermédiaires sont toujours possibles.

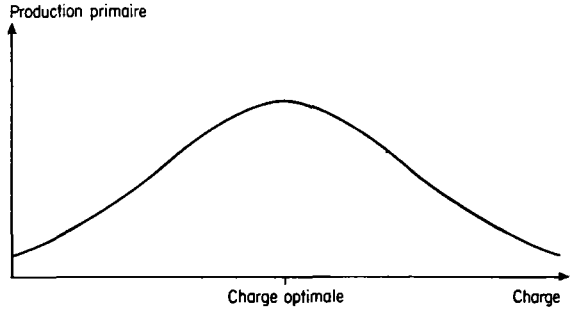


Figure 12.6. Schéma général de la dégradation d'un parcours.

1.3.3. Caractérisation de l'équilibre dynamique

La végétation des pâturages est caractérisée par une hétérogénéité importante à l'échelle de l'unité de pâturage, et les mesures de caractéristiques faites en divers emplacements de la même unité peuvent donner des résultats sensiblement différents. Comme il a été dit plus haut, ces différences portent souvent plus sur la végétation que sur la flore. Un aménagement correspondant à une augmentation ou à une diminution de la charge entraîne des modifications des dominances relatives des espèces. Ces modifications sont fréquemment analysées d'une manière globale par une **analyse factorielle des correspondances** (AFC)[1] qui porte sur un tableau dont les lignes sont les espèces et dont les colonnes correspondent aux observations. Il y a plusieurs observations pour chaque "état", les statisticiens parlent de répétitions. Les états correspondent à des observations échelonnées dans le temps (3 fois par an, 2 fois par an, chaque année, tous les deux ou trois ans, mais de manière aussi régulière que possible) effectuées dans chacun des traitements de l'essai. Le résultat du traitement se présente sous la forme d'un premier nuage de points où chacun est l'image d'une espèce et d'un second, représenté sur le même plan, où chaque point est l'image d'une observation. On note que les images des répétitions d'un même état se regroupent au voisinage les unes des autres et constituent ainsi un sous-nuage. Il y a donc un sous-nuage par traitement et par date.

Les informations contenues dans ces sous-nuages sont résumées par le barycentre[2] et l'ellipse de variance[3] de chaque sous-nuage. L'évolution de la végétation sous l'influence des traitements comparés se traduit par la ligne qui joint les barycentres

1. L'analyse des tableaux conjoints proposée par le professeur Escouffier à Montpellier peut être avantageusement utilisée.
2. Dont les coordonnées sont les moyennes des coordonnées des points du nuage.
3. Qui est sur le plan, l'équivalent de l'intervalle $\pm\sigma$ dans une distribution normale.

successifs dans l'ordre chronologique, ligne qui est appelée le **cheminement** de la végétation dans le nuage floristique qui sert de fond à l'analyse (figure 12.7).

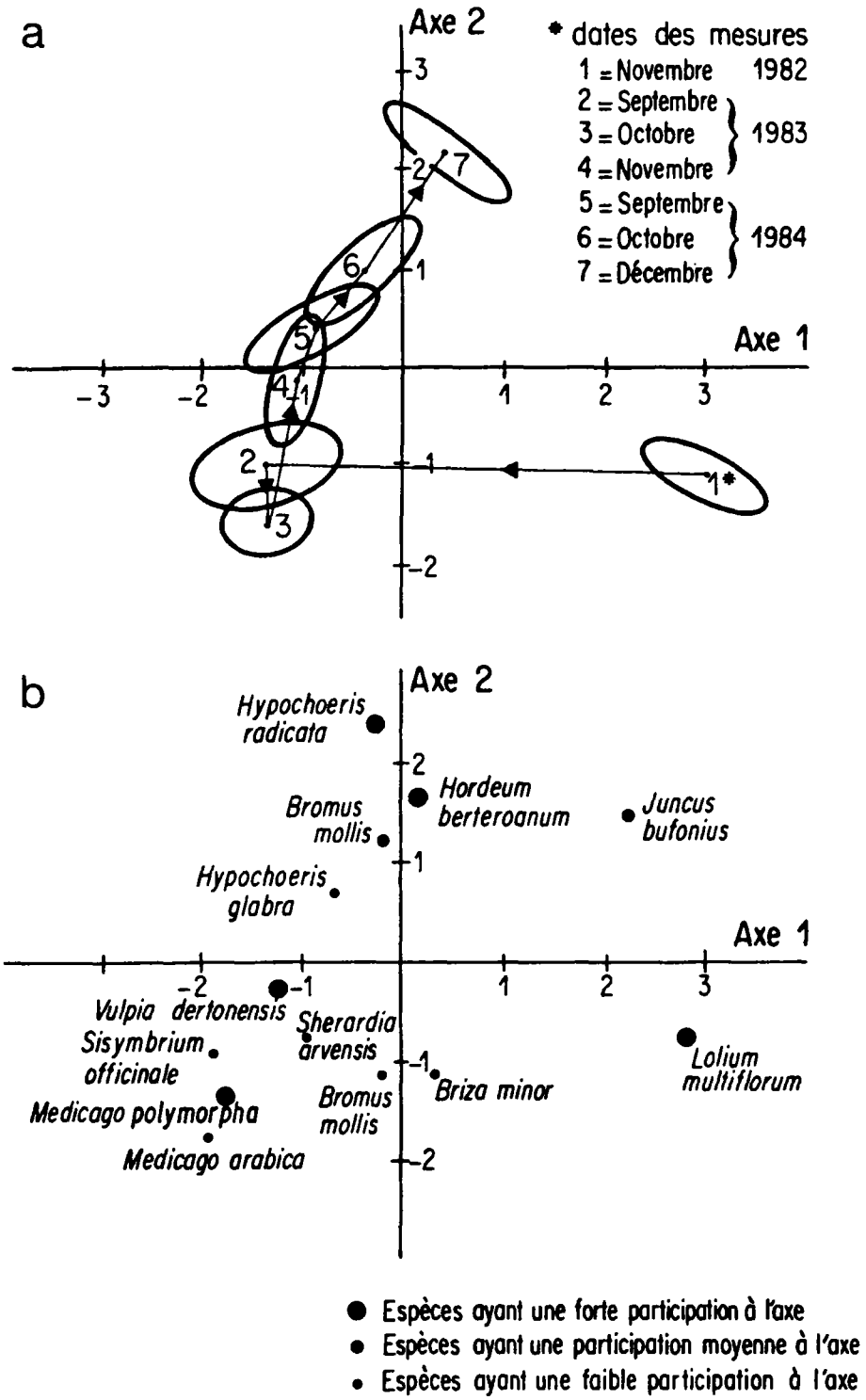


Figure 12.7. Analyse diachronique d'une végétation d'un pâturage soumis à un aménagement.

Source : Hubert B. (1978), *Évaluation du rôle de la végétation des parcours dans le bilan écologique et agro-économique des Causses*, thèse, UST du Languedoc, Montpellier, 247 p.

Dans des végétations "stables", l'ellipse est de taille réduite, alors que sa taille est beaucoup plus importante dans des végétations "fluctuantes".

On peut s'interroger sur le degré de signification de l'écart qui sépare deux barycentres, successifs ou non, compte tenu de la variabilité qui leur est associée et que traduisent leurs ellipses de variance respectives. Une **analyse discriminante** permet de répondre à cette question[4]. Si les sous-nuages des images de la végétation d'un traitement particulier à des dates successives ne sont pas significativement différents les uns des autres, la **végétation est parvenue à un état stable** en équilibre avec l'aménagement qui lui a été imposé ; c'est un **équilibre dynamique** dont la situation exacte sur le fond dépend de l'hétérogénéité stationnelle, du climat annuel (année sèche ou humide, froide ou chaude, temps très souvent couvert ou dégagé), et de la date de l'observation (phénophase, date du dernier passage du bétail, etc.)

1.3.4. Dégradation

En fait, une théorie dynamique des pâturages n'est qu'une forme d'une dynamique écologique générale tenant compte :
– de l'**inertie démographique** : certaines communautés végétales n'apparaissent qu'à la suite d'une catastrophe écologique mais persistent très longtemps après disparition des circonstances initiales, en particulier en raison de la disparition des semenciers ;
– de **"catastrophes" pastorales** : la liaison entre le recouvrement des espèces et la charge n'est pas linéaire et peut varier de manière discontinue et irréversible malgré la variation progressive des charges, même sans disparition des espèces ;
– du jeu de la **compétition interspécifique** : les relations interspécifiques dépendent des abondances des espèces et des états métastables[5], différents du climax ;
– de l'influence des **feux** : qui favorisent les espèces herbacées et certaines formations non ligneuses ;
– de **modifications de milieu** : une ouverture de la végétation, même peu importante, une modification de la surface du sol, en particulier un tassement, peuvent initier un départ d'érosion.

• **Surexploitation**. Une steppe d'espèces pérennes est le type de formation végétale le plus proche du modèle de la figure 12.1, mais elle s'en écarte ainsi que le montre le raisonnement suivant.

L'exploitation de la ressource à la date t_0 la fait passer du niveau A au niveau B. Le niveau de la ressource auquel se trouve le pâturage au temps t_1 s'obtient par une translation S' de la courbe S, de manière à ce que S' passe par B ; le nouveau niveau de la ressource est le point C, intersection de S' avec la verticale en t_1 (figure 12.8).

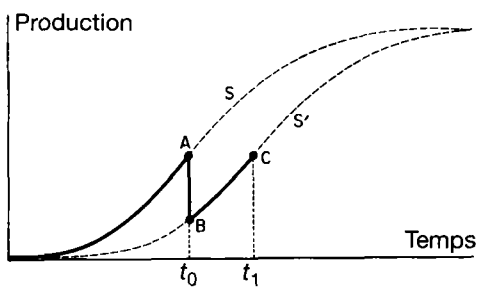


Figure 12.8. Évolution du niveau de la ressource d'un pâturage quelque temps après une exploitation.

Si C est au même niveau que A, l'état de la ressource est retrouvé, le pâturage est

4. On se reportera utilement au manuel de Tomassone R., STAF-ITCF : *Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle discriminante ?* ITCF, Paris, 1988.
5. Un système est dans un état métastable s'il oscille autour d'une moyenne aussi longtemps qu'il reste soumis à de faibles perturbations ; il s'en éloigne radicalement s'il est soumis à une perturbation forte.

dans un état métastable et sa production se maintient (figure 12.9) ; mais, quand C est situé en dessous de A, la ressource ne s'est pas convenablement reconstituée dans l'intervalle t_1-t_0 qui sépare les deux exploitations. Si cette situation se maintient, le potentiel de production diminue et le pâturage se dégrade (figure 12.10).

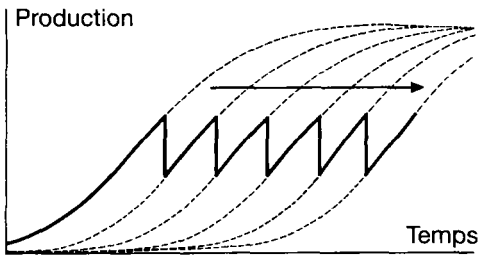


Figure 12.9. Influence de l'exploitation de la végétation d'un pâturage sur son vieillissement.

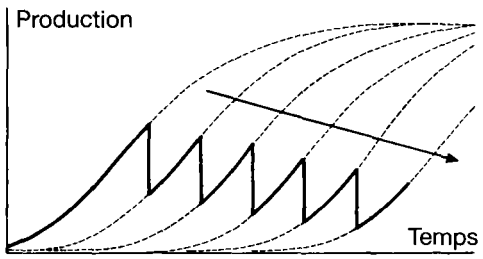


Figure 12.10. Dégradation de la ressource d'un pâturage.

• **Sous-exploitation**. Le climax est, par définition, une végétation âgée, or la production annuelle d'une végétation diminue quand elle devient très âgée (figure 12.11). Il faut encore ajouter que l'exploitation de la végétation au stade B l'empêche de parvenir à la sénescence du stade C et donc au climax comme cela apparaît sur la figure 12.9.

Ce qui vient d'être présenté reste assez général. Pour illustrer ces phénomènes, leur fonctionnement sera illustré par des exemples pris dans des régions climatiques très contrastées :
– montagnes tempérées froides,
– hauts plateaux méditerranéens arides,
– savanes humides.

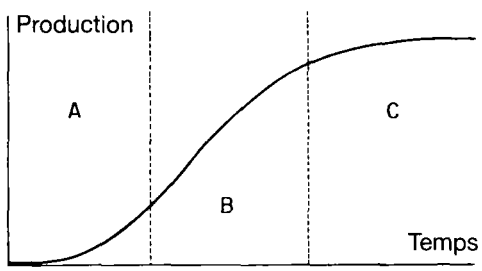


Figure 12.11. Variation de la production d'une végétation avec son âge.
A : végétation juvénile ;
B : végétation adulte ;
C : végétation sénescente.

2. ÉVOLUTION DES PARCOURS EN RÉGIONS TEMPÉRÉES

Ces premiers exemples viendront des montagnes françaises, et pour beaucoup du Massif central, si souvent qualifiées de défavorisées, voire de marginales, dans le contexte socio-économique actuel.

2.1. Évolution de la végétation

2.1.1. Végétation et activités humaines

• **Contrôle de la fertilité**

Dans les pâturages, surtout extensifs, la première, et souvent la seule fumure, est constituée par les déjections animales. Les techniques de gardiennage et la conduite

du pâturage conditionnent la localisation de la fumure. Trois situations typiques se présentent (figure 12.12) :
– les éléments fertilisants sont l'objet de **transferts externes** ; ils sont emportés depuis les terroirs "appauvris", landes et parcours, vers les terroirs "enrichis", souvent réservés aux cultures ;
– les **transferts internes** ont lieu au sein du pâturage où les déplacements du troupeau sont conditionnés par le gardiennage et quelquefois par des clôtures. Ils permettent l'enrichissement de certaines parties au sein de l'unité pastorale. On obtient ainsi des parcelles améliorées qui, si elles sont clôturées, permettent un début de gestion sous forme de pâturage tournant ;
– le **cloisonnement intégral** avec le pâturage tournant et un chargement adapté permet d'entretenir la fertilité de façon homogène.

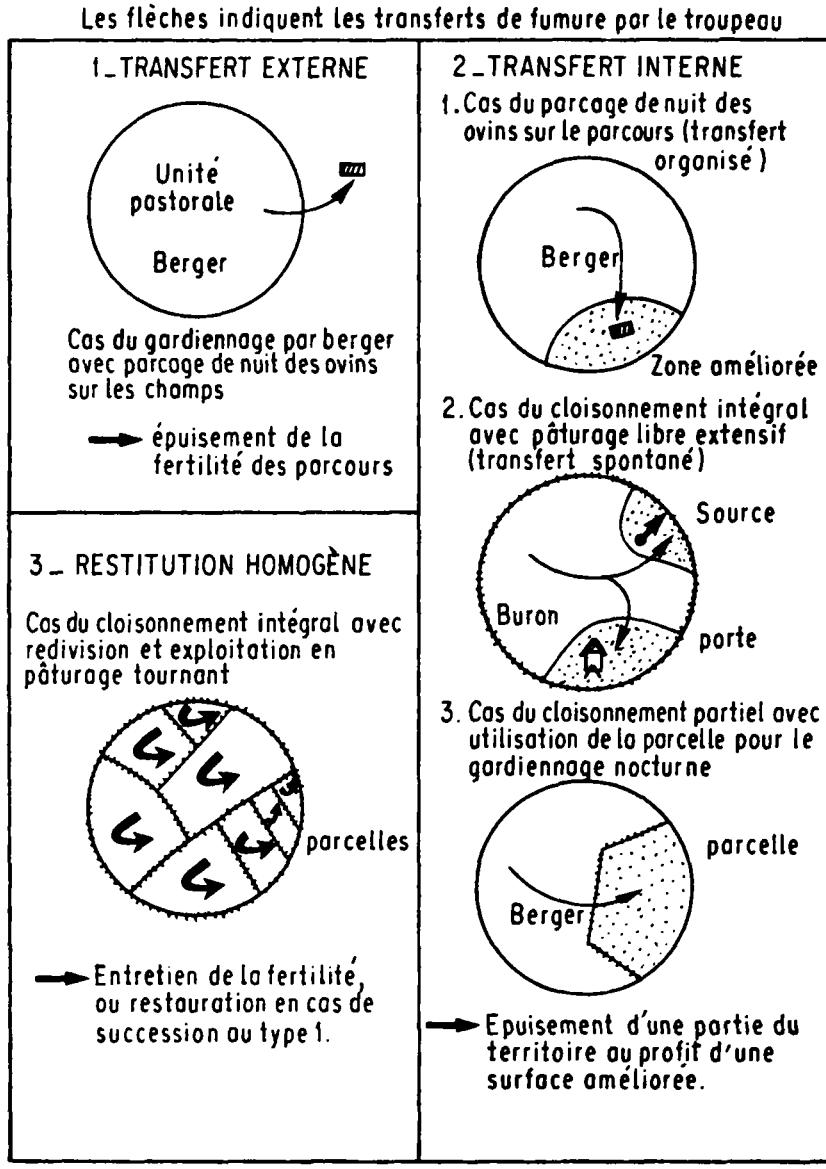


Figure 12.12. Contrôle de la fertilité animale sur une unité d'estive.
Source : d'après Loiseau P. (1987), in *Mieux utiliser les estives*, L'homme G. (ed.),ENITA, Lempdes et PNR Volcans, Clermont-Ferrand, 200 p.

• **Contrôle de l'action animale**

Le troupeau agit directement sur le peuplement par la coupe et le piétinement. Des seuils de chargement correspondant à un niveau donné de maîtrise du peuplement végétal ont pu être définis (figure 12.13), même si la connaissance de l'évolution des peuplements n'est pas parfaite.

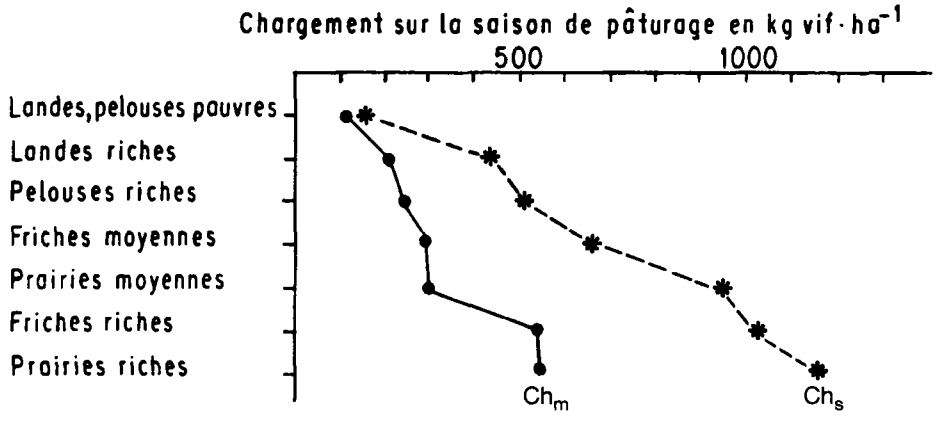


Figure 12.13. Seuils de chargement pour le contrôle de la végétation.
Ch_m : seuil de maîtrise des ligneux ; Ch_s : seuil de stabilité des herbacés.
Source : Loiseau P. (1987), *op. cit.*

Seuil de maîtrise des espèces ligneuses. Pour maîtriser le développement des ligneux, la pression de pâturage doit être telle que le taux de consommation de la production primaire totale soit supérieur à 20 %.

Sur la base de 3 000 UF nécessaires pour 600 kg vifs, pendant 1 an et d'une digestibilité du fourrage récolté de 0,7, et en désignant par QI_m les quantités ingérées (kg MS·ha^{-1}·an^{-1}) et par P la production totale du peuplement, la maîtrise est assurée si :

$$QI_m = 0{,}2P$$

En indiquant que le bétail est nourri normalement avec Ch_m (kg vifs·ha^{-1}·saison^{-1}) la charge nécessaire pour obtenir cette maîtrise et n la durée de la saison d'estive potentielle (en jours), cette expression devient :

$$QI_m = 0{,}02n\ Ch_m$$

ce qui donne la valeur de la charge potentielle :

$$Ch_m = \frac{10P}{n}$$

Seuil de maîtrise des espèces herbacées. On utilise la formule de Daget et Poissonet (voir chapitre 6) qui s'applique à une végétation en équilibre avec le chargement :

$$Ch_s = 0{,}02\ VP$$

où Ch_s est la charge de stabilité (UGB·ha^{-1}·an^{-1}) et VP l'indice de valeur pastorale.

On obtient, en traduisant Ch_s en masse vive à l'hectare par saison :

$$Ch_s = 4\,380\frac{VP}{n}$$

Par exemple, dans l'hypothèse d'une saison d'estive de 150 jours, la figure 12.13 donne un exemple de valeur des 2 seuils de chargement pour quelques grands types de peuplements végétaux du Massif central.

2.1.2. Évolution de la végétation des pâturages selon leur gestion

Dans le temps, se succèdent des séquences ou des **cycles de végétation** (figure 12.14) qui résultent de la gestion des peuplements pastoraux, ou de leur absence de gestion.

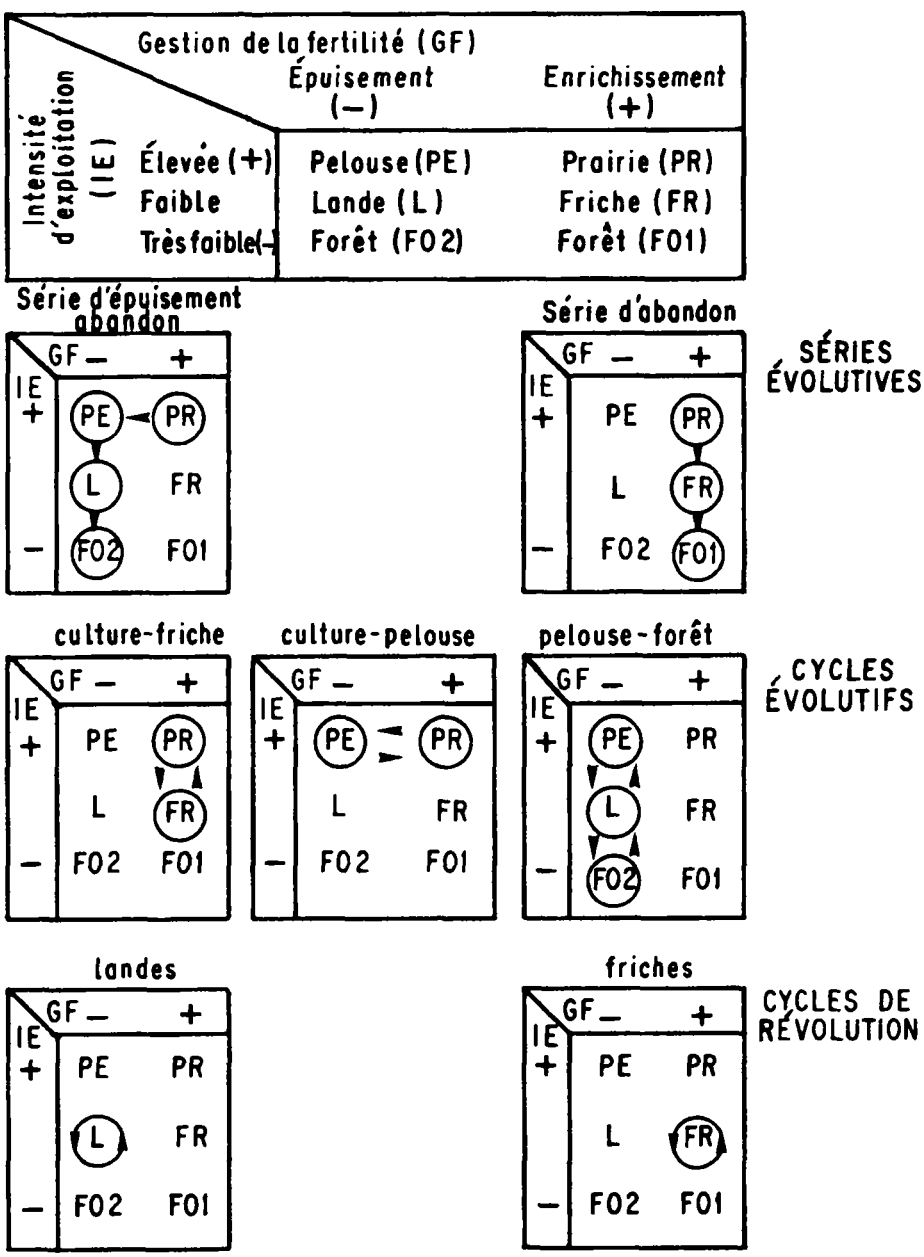


Figure 12.14. Évolution de la végétation selon la gestion.

Source : Loiseau P. (1987), *op. cit.*

• **Séquences régressives**

Épuisement-abandon. L'exploitation "minière" d'une prairie par une trop forte charge la transforme en pelouse pauvre. Si l'éleveur tente alors d'alléger la pression de pâturage, la pelouse se transforme en lande (pour une charge inférieure à 150 kg vifs·ha^{-1}·saison^{-1}).

Abandon. La sous-exploitation d'un peuplement prairial aboutit à la friche (par exemple de *Sarothamnus scoparius*, lorsque des semences de cette espèce existent dans le sol ou dans les friches voisines). L'abandon total conduit à la forêt de feuillus ou de résineux si le sol est acide.

• **Cycles de végétation**

Les pratiques agricoles s'efforcent de rompre, ou de stabiliser, les successions évolutives afin d'assurer le renouvellement de la ressource pastorale.

Rotation culture-friche. Après une phase de culture, l'éleveur laisse s'établir une friche de *Sarothamnus scoparius*, et, après une jachère faiblement pâturée de 5 ans au moins, le terrain enrichi par ce genêt est défriché et recultivé.

Rotation culture-pelouse. Après une phase de culture ou de gestion pastorale comprenant des apports de fumure, le terrain est exploité sans restitutions proportionnelles. La pression de pâturage maintient un couvert herbacé mais la qualité du peuplement et la fertilité du sol se dégradent.

• **Cycles de stabilisation**

Lande. Dans une période où la charge est faible, la biomasse s'accumule et la lande atteint une phase de maturité et de biomasse maximale. A ce stade, le peuplement peut être facilement détruit par le piétinement, le débroussaillage ou le feu. Le rajeunissement est possible par l'augmentation de la pression du pâturage sans destruction des souches. Les plantes de la lande peuvent s'étendre à nouveau à l'occasion d'une baisse, même temporaire, de la charge. Le cycle peut durer 20 ans. La charge varie de 0 à 200 kg vifs·ha^{-1} et la biomasse de 0 à 20 t MS·ha^{-1}. Le cas typique est celui des landes de callune (*Calluna vulgaris*) des régions granitiques.

Friche. Dans la friche de *Sarothamnus scoparius*, le cycle commence par la germination de ce genêt et se termine au bout de 12 à 15 ans par la mort naturelle des adultes. Entre le début de la sénescence et la phase de croissance rapide des genêts, l'herbe se développe et la pression de pâturage peut augmenter. La charge varie de 0 à 500 kg vifs·ha^{-1} au cours du cycle et la biomasse totale de 0 à 40 t MS·ha^{-1}.

2.2. Diagnostic appliqué à la gestion du pâturage

Le diagnostic consiste à comparer la situation observée à un "référentiel", grâce à un ensemble de symptômes ou d'indices. Ce qui vient d'être dit pour caractériser l'évolution de la végétation permet de construire le diagnostic sur une analyse fine à l'**échelle de la station écologique**, unité d'espace usuelle sur le terrain pour l'enregistrement des éléments du diagnostic. Un diagnostic parcellaire exige d'enregistrer les données du milieu sur l'ensemble des stations écologiques qui constituent le pâturage.

L'unité d'espace à laquelle s'applique la gestion est habituellement un peu plus grande, c'est la **parcelle**, délimitée par une clôture, ou le "**quartier**" dans les pâturages non cloisonnés ("montagnes", alpages, etc.).

Les recommandations pour une parcelle (ou un quartier) vont interférer avec les pa-

ramètres de production (travail, cheptel, fumures, etc.) des autres parcelles du système de pâturage. Pour un diagnostic sur le système de pâturage, le plus souvent composé d'unités spatiales contrastées sur le plan de l'état et de la gestion, il faudra réaliser plusieurs diagnostics parcellaires, suivis d'un diagnostic d'ensemble sur le système du pâturage.

Le diagnostic de l'équilibre de la gestion du pâturage pourra être prononcé par comparaison entre la position du point représentatif de la parcelle et la droite d'équilibre donnée par la relation de Daget et Poissonet (figure 12.15).

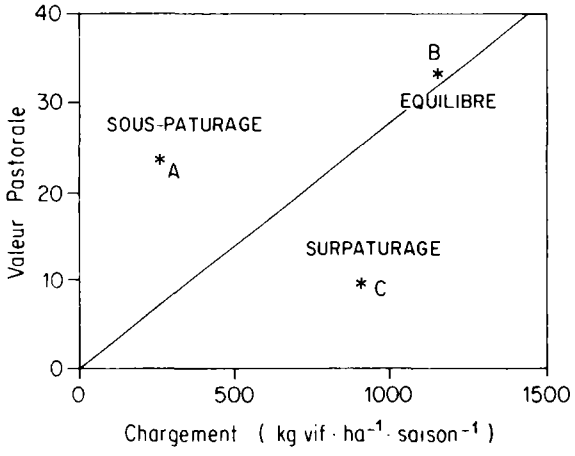


Figure 12.15. Diagnostic des conditions de pâturage selon la relation de Daget et Poissonet. *Source* : Loiseau P. (1987), *op. cit.*

2.3. Choix d'un itinéraire technique

2.3.1. Les éléments du système de pâturage

Il faut commencer par définir les objectifs assignés aux parcelles en fonction des besoins que la connaissance du cheptel et de son évolution permet de calculer.

Choix de l'effectif du troupeau. La démarche repose sur le diagnostic de la végétation :
– mesure de la composition botanique sur plusieurs stations représentatives des faciès de végétation ;
– typologie pastorale des faciès et évaluation de leur indice de valeur pastorale (VP) ;
– cartographie des faciès et évaluation de leurs surfaces respectives dans chaque parcelle ;
– calcul de l'indice moyen de VP par parcelle et pour la durée de l'estive ;
– application de la relation de Daget et Poissonet (voir paragraphe 3.2.3 du chapitre 6).

2.3.2. Le diagnostic selon la charge et la valeur pastorale

La charge en UGB·ha^{-1}·an^{-1} est reliée à la valeur pastorale par :

$$Ch = 0{,}02\ VP$$

ou, en passant à la masse vive en kg vifs·ha^{-1}·an^{-1} :

$$Ch = 12\ VP.$$

En tenant compte de la durée moyenne de la saison de pâturage de n jours, on obtient (en kg vifs·ha^{-1}·saison^{-1}) :

$$\text{Ch} = 12\ \text{VP}\ \frac{365}{n}$$

(Pour n = 120 j, cette relation donne Ch = 36,5 VP.)

En têtes de bétail par saison, notion plus concrète pour le berger ou le vacher, on a :

$$\text{Effectif} = \frac{12\ \text{VP}\ (365S)}{nM}$$

où S est l'aire du pâturage en hectare et M la masse moyenne d'un animal.

• **Mode d'exploitation**. Celui-ci peut être direct : surveillance par un berger ou un vacher, ou discontinu : cloisonnement accompagné d'un contrôle discontinu.

Le **gardiennage nocturne** nécessite une contention des animaux sur une surface fermée. Il s'agit soit de plusieurs parcelles fixes recevant à cette occasion une charge instantanée de plusieurs dizaines de têtes par hectare (jusqu'à 200), soit du parc de nuit mobile où les animaux sont serrées à raison de quelques mètres carrés chacun (jusqu'à 10 000 têtes par hectare). Le parcage de nuit permet alors, par la concentration des déjections et l'action très forte du piétinement, une amélioration très rapide de la végétation des parcs. La mise en défens temporaire permet une reconstitution plus rapide d'une végétation surpâturée et la mise en réserve d'une partie des ressources pour les périodes de plus faible production.

D'un autre côté, la mise en pâturage est réalisée avec des charges instantanées plus élevées qui permettent une exploitation plus complète et plus homogène des fourrages offerts, ainsi qu'une restitution plus homogène des fumures.

La combinaison des périodes de mise en défens et de mise en pâturage aboutit à la définition d'un mode d'exploitation particulier : le **pâturage tournant**, ou rotatif, qui permet d'atteindre simultanément deux objectifs :
– l'affouragement immédiat ;
– la préparation de l'affouragement à venir.

Si la charge est trop faible, la végétation vieillit et perd en qualité à cause de la forte proportion de tiges ; le troupeau est "débordé par l'herbe". Ne pas réussir à consommer correctement la première pousse expose à "traîner des refus" d'un cycle à l'autre, et à mal valoriser les repousses en fin de saison.

Si, au contraire, les animaux sont arrivés trop tôt en saison sur le pâturage, ou en cas de charge trop forte, la première parcelle devra être quittée rapidement. Mais le temps de croissance trop faible n'aura pas permis une pousse suffisante et le passage rapide d'une parcelle à l'autre reviendra à détruire tour à tour sur chaque parcelle les jeunes feuilles qui commençaient à peine à croître ; on dit alors que "la rotation s'emballe" et que le troupeau "court après l'herbe".

Cette dynamique de la végétation peut être contrôlée avec précision quand la végétation a été étudiée de manière à caractériser chacune des stations écologiques.

• **Fertilisation et amendements**. Dans les parcours bien analysés et bien gérés, la fertilisation peut devenir rentable.

– La chaux présente un intérêt pour les sols très acides où elle réactive les cycles biologiques. Elle est également très utile sur les pelouses les mieux consommées et sur celles où *Trifolium repens* est présent, car elle stimule la végétation de cette

bonne espèce appréciée des animaux. Les apports de chaux magnésienne seront progressifs : 1 à 2 $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$, de façon à remonter le pH au-dessus de 5,5.

– Dans les mêmes situations, on peut aussi recommander des apports de 100 kg de $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ sous forme de scories, tous les 2 ans et 100 kg $K_2O \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ pendant plusieurs années.

– Dans les systèmes dégradés ou peu intensifiés, l'azote ne sera recommandé que dans des cas très précis, pour régulariser la production. Il est plus efficace de favoriser le développement des Légumineuses.

2.3.3. Combinaison de végétations de qualités inégales

Considérons le cas d'estives comprenant deux types de végétation bien différenciés : des prairies et des landes. Le système de pâturage dépend alors de deux paramètres essentiels :
– le rapport de qualité entre les prairies (V_p) et les landes (V_l) soit :

$$Q = \frac{V_p}{V_l} \text{ compris entre 2 et 10}$$

– le rapport entre les surfaces des prairies (S_p) et des landes (S_l), soit :

$$S = \frac{S_p}{S_l} \text{ compris entre 0,1 et 2.}$$

Les disponibilités fourragères sont mesurées respectivement pour les prairies par V_pS_p et pour les landes V_lS_l ; le temps de pâturage sur les landes, exprimé en pourcentage du temps total d'estive, s'écrit :

$$T_l = \frac{100\ V_lS_l}{V_pS_p + V_lS_l}$$

ou encore

$$T_l = \frac{100}{QS + 1}$$

Ce paramètre conditionne le système de pâturage :
Cas 1 : La gestion de la lande n'est pas prioritaire ; elle sert seulement de surface de récupération de fourrages pendant la reconstitution des réserves des prairies.
Cas 2 : Ce système comporte beaucoup de lande : 80 % des surfaces et environ la moitié du temps de séjour. Cela justifie son utilisation tournante en deux parcs. Sur la prairie, on peut envisager l'utilisation d'azote pour renforcer, si nécessaire, la repousse d'automne.

2.3.4. Un exemple d'amélioration par le pâturage des ovins dans les monts du Forez

• **Situation géographique**. Les monts du Forez sont une chaîne de montagnes granitiques arrondies dont l'axe est orienté nord-ouest/sud-est (figure 12.16). Ce massif comporte 8 000 ha dans les "Hautes-Chaumes", territoires pastoraux situés à une altitude de 1 100 à 1 600 m.

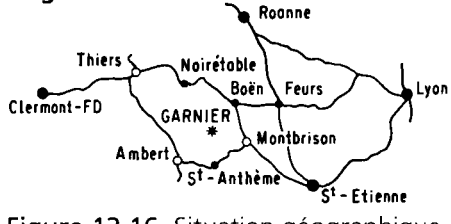


Figure 12.16. Situation géographique du Forez et de l'estive de Garnier.

Les sols sont des rankers cryptopodzoliques de montagne humide, d'une profondeur moyenne de 40 à 50 cm, très humifères (50 % de matière organique entre 0 et 5 cm) et avec un pH inférieur à 4,5 sur la lande de callune et 4,5 à 5 sur les prairies ("fumées"). Les précipitations sont de 1 500 mm dont 900 à 1 000 tombent entre mai à octobre.

• **Ancien système agro-pastoral**. Autrefois, l'exploitation des Hautes-Chaumes était basée sur le système des "jasseries" ou "loges" (figure 12.17) qui étaient des étables où les troupeaux étaient rassemblés chaque nuit. Leur emplacement, en ligne sur une rupture de pente et proche d'un point d'eau, permettait l'amélioration des surfaces situées immédiatement en dessous ; en effet, par un système de rigoles judicieusement conduites, le lisier entraîné par l'eau de nettoyage, provoquait l'apparition d'une végétation nitrophile abondante, les "**fumées**". Le reste de la végétation des Hautes-Chaumes était, et est toujours, constitué de landes de callune plus ou moins ouvertes.

La majorité des jasseries a été abandonnée au cours des années 50 ; les "fumées" se dégradent, la lande s'étend. En 1966, la SICA (Société d'intérêt collectif agricole) d'estive de Garnier a été constituée pour reprendre environ 600 ha, avec 850 ovins et 17 génisses.

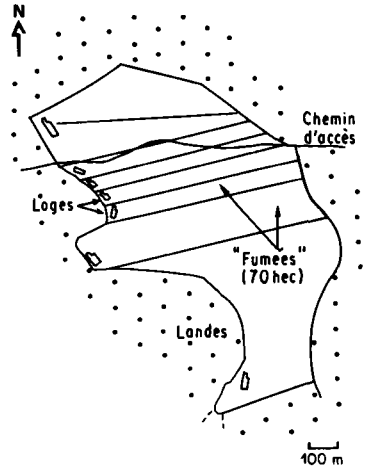


Figure 12.17. Ancien système d'exploitation de l'estive du Garnier typique du Forez.
Source : d'après le plan cadastral 1935 de Saint-Bonnet-le-Courreau.

• **Amélioration pastorale par le gardiennage et le cloisonnement progressif**. L'amélioration de la lande a été conduite par le cloisonnement progressif, qui a permis :
– de moduler la charge ;
– de limiter les frais de gardiennage ;
– de passer progressivement de 3,5 brebis·ha^{-1} sur les parcours à 6,5 brebis·ha^{-1} dans les parcs.

Des chargements instantanés de 45 brebis·ha^{-1} ont montré qu'une exploitation plus intensive et plus rapide permet une meilleure repousse.

L'évolution a été très progressive (figure 12.18).

1966 à 1971 : clôture et cloisonnement des "fumées" utilisées essentiellement par les bovins dont le nombre passe de 17 à 114 génisses (figure 12.18A).

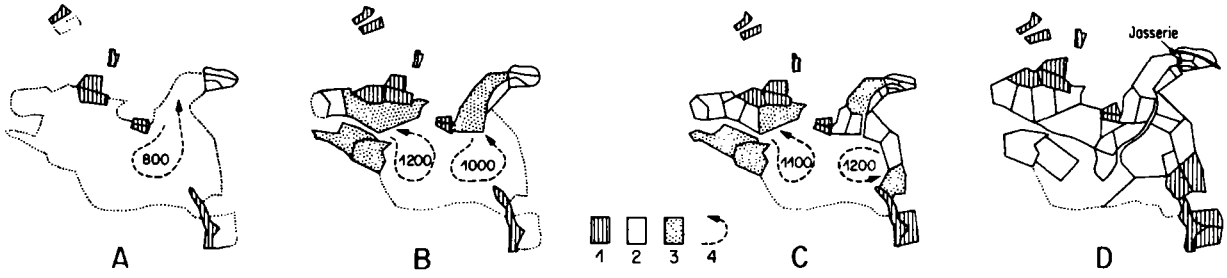


Figure 12.18. Évolution des effectifs et du cloisonnement dans la SICA de Garnier.
A : (1970) 800 ovins utilisent 600 ha dont 19 en 3 parcs ; B : (1973) 3 600 ovins utilisent 750 ha dont 250 en 9 parcs ; C : (1980) 3 140 ovins utilisent 750 ha dont 330 en 21 parcs ; D : (1985) 2 900 ovins utilisent 750 ha dont 450 en 26 parcs.
1 : parcs bovins ; 2 et 3 : parcs ovins ; 4 : parcours diurnes avec berger sur la lande non cloisonnée.

1972 à 1980 : les ovins sont divisés en deux grands troupeaux. Pendant la journée, les brebis (4 par ha) sont gardées sur la lande et, le soir, elles sont regroupées sur les parcs de nuit (20 à 40 brebis·ha^{-1}). Dans ces parcs de nuit, la callune régresse et les Graminées se développent (figure 12.18B et C).

A partir de 1980, un système tournant très simplifié est mis en place sur deux parcelles d'altitude, de taille et de qualité différentes (tableau 12.1). Cela a permis de séparer les troupeaux selon la race et l'âge de reproduction. Ce système n'a pas permis une conduite optimale de la végétation, malgré l'apport d'amendements calciques, d'une fumure phospho-potassique et de broyages de la callune.

Tableau 12.1. Comparaison des parcelles tournantes de l'estive de Garnier.

Altitude	Surface	Exploitation		Charge moyenne		
		Date	Durée	br·j·ha^{-1}	br·ha^{-1}	kg vif·ha^{-1}
1 350 m	6-14	16.6/20.7 10.9/10.10	72 j	1 250	10,4	525
1 475 m	17-34	21.7/9.9	51 j	500	4,6	210

Un pâturage "pilote" a alors été expérimenté en regroupant 600 brebis conduites auparavant en trois lots (pour 120 jours d'estive en moyenne). Ce pâturage a privilégié les petits parcs à basse altitude (figure 12.19).

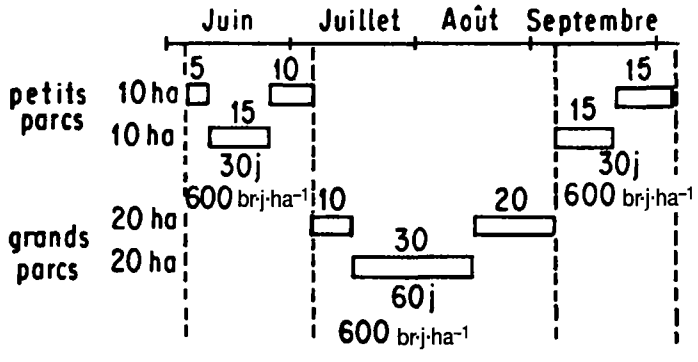
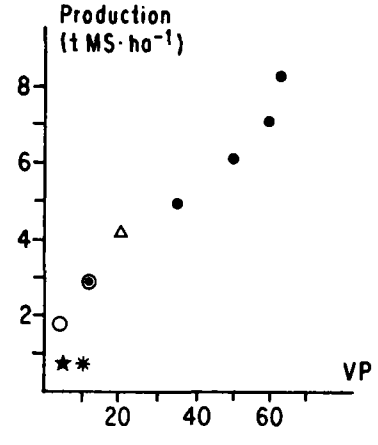


Figure 12.19. Une forme possible de conduite améliorée de pâturage ovin mieux adaptée au fourrage automnal.

En 1991, l'estive comportait 46 parcs clôturés (53 km de clôture), le travail du berger et de son aide consistant à effectuer la surveillance, les changements de parcs, les traitements sanitaires.



● 1 △ 2 ◉ 3 ○ 4 ★ 5 ✱ 6

1 : prairies anciennes ; 2 : aire de couchage ; 3 : pâturage tournant sous chargement moyen (200 à 400 kg vif·ha^{-1}, pelouse de *Festuca rubra* ; 4 : pâturage tournant sous chargement fort (400 à 500 kg·ha^{-1}), zones humides et pelouses de *Nardus stricta* ; 5 : pâturage continu sous chargement fort, zones sèches et pelouses de *Carex* ; 6 : lande initiale peu pâturée (environ 100 kg vif·ha^{-1}).

Figure 12.20. État de la végétation des pâturages du Forez après 15 ans de bonne conduite de l'exploitation par les ovins.

Les faciès végétaux ont évolué grâce à la bonne conduite du pâturage (figure 12.20). Amendements et fertilisation phospho-potassique restent nécessaires pour aider les Légumineuses et les bonnes Graminées de la lande.

2.4. Techniques de lutte contre les plantes envahissantes

2.4.1. Débroussaillage mécanique

Le débroussaillage est souvent présenté comme un préalable à un bon développement des herbacées. Mais, si la pression de propagation des espèces fourragères est insuffisante, des espèces indésirables héliophytes (gaillets, plantes rampantes ou en rosette) risquent de remplacer rapidement les broussailles. Le surpâturage des animaux est facilité par l'absence des ligneux et les plantes refusées par le bétail se développent rapidement, c'est le cas de *Nardus stricta*, Graminée héliophyte qui stérilise progressivement les pâturages montagnards mal traités (figure 12.21).

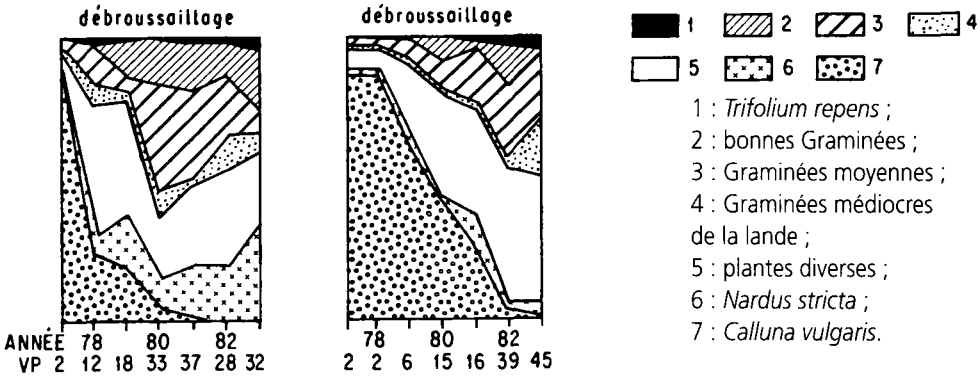


Figure 12.21. Effet du débroussaillage sur l'évolution d'une lande fertilisée.

L'intervention mécanique devra respecter la strate herbacée basse et le sol, de façon à éviter toute mise à nu importante du sol qui peut entraîner une érosion compromettant toute rénovation pastorale. Il faut faire preuve d'une grande prudence dans l'usage des moyens mécaniques de destruction.

2.4.2. Utilisation du désherbage chimique

Le désherbage chimique peut être utilisé pour améliorer la composition botanique par des herbicides sélectifs (avec ou sans sursemis) ou pour détruire totalement la végétation ; il faut alors resemer, avec ou sans travail du sol.

Désherbage sélectif

• Époque de traitement

– Les **traitements de fin d'été** doivent être effectués sur une végétation encore active, mais peu développée. Le sol, en général bien ressuyé, les rendra plus faciles. Il convient de les préférer lorsqu'il s'agit de plantes vivaces ou en végétation à cette période de l'année. De plus, le trèfle blanc est plus résistant en fin d'été et donc moins affecté par les phytohormones ; les Légumineuses se rétablissent dès l'arrière-saison et la prairie retrouve un bon potentiel de production dès l'exploitation de printemps.

– Les **traitements de printemps** sont effectués à la reprise de végétation, ils détruisent ou ralentissent fortement les Légumineuses qui ont du mal à se rétablir à

cause de la concurrence des Graminées moins affectées par le traitement. Cette application de printemps peut être imposée par des mauvaises herbes qui ne sont sensibles qu'à cette période (*Ranunculus bulbosus*, plantes à bulbe telles que *Narcissus poeticus*).

– Les **traitements successifs** sont nécessaires lorsque les mauvaises herbes vivaces donnent des repousses à partir de leurs organes de réserve souterrains, ou que d'autres mauvaises herbes se développent dans les espaces laissés libres. Il est préférable d'attendre deux ans entre deux traitements pour ne pas trop épuiser les Légumineuses.

• Choix du produit. La **matière active**, ou l'association de matières actives, sera choisie en fonction de ce qui doit être détruit (figure 12.22).

Matières actives et associations	MAUVAISES HERBES														Trèfle
	Rumex	Fougère	Jonc	Rouce	Chardon	Ortie	Colchique	Pissenlit	Plantain	Marguerite	Grande berce	Géranium	Gallet	Renoncule	
2,4 D	△	△	●	△	○	○	●	○	●	△	△	☆	△	△	
MCPA	△	△	○	△	○	△	△	○	●	△	△	△	△	○	✱
Clopyralid + MCPA + MCP	○	☆	☆	☆	●	☆	☆	○	☆	☆	△	○	☆	●	
Metsulfuron - méthyle	●	☆	☆	☆	●	☆	●	○	△	☆	△	●	△	●	
Dichlorprop + 2,4 D	△	△	△	☆	●	△	☆	○	○	●	△	○	●	○	
MCPP + MCPA + dicamba	○	△	△	△	●	☆	☆	●	●	△	☆	○	●	●	
fluroxypyr	●	△	△	○	△	○	○	○	△	△	△	△	●	△	
Clopyralid + MCPA + 2,4 D	○	△	△	△	●	○	○	●	●	☆	△	△	△	●	
MCPA + dicamba	●	☆	●	△	●	○	○	●	●	○	○	●	○	●	
dichlorprop + MCPP + MCPA	○	△	○	△	●	○	○	●	●	△	△	○	●	●	
dichlorprop + 2,4 D + piclorame	●	△	△	☆	●	○	☆	●	●	●	○	●	○	●	
MCPA + 2,4 D + piclorame	○	☆	☆	☆	●	☆	☆	○	○	☆	△	☆	☆	●	
MCPP + MCPA + 2,4 D + piclorame	○	☆	☆	☆	●	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	●	
Triclopyr	●	△	△	●	○	●	○	○	○	☆	●	○	●	○	
triclopyr + clopyralid	●	△	△	●	●	●	☆	●	●	☆	●	○	●	○	
Triclopyr + 2,4 D	●	☆	○	●	●	●	☆	●	○	☆	○	☆	☆	○	
asulame	○	●	☆	△	☆	☆	☆	○	△	☆	☆	☆	☆	●	✱

● 1 ○ 2 △ 3 ☆ 4 ✱ 5

Figure 12.22. Sensibilité des principales mauvaises herbes aux herbicides.
1 : efficacité satisfaisante ; 2 : efficacité moyenne ; 3 : efficacité insuffisante ; 4 : sans information ; 5 : tolérance.

Les produits qui contiennent des phytohormones sous forme "ester" sont plus efficaces que ceux qui contiennent la forme "sel" ; leur action est plus rapide et moins affectée par les temps pluvieux.

• Technique d'application. La température moyenne d'utilisation de la plupart des phytohormones se situe au-dessus de 10 à 12 °C.

L'application du produit ne porte sur l'ensemble de la prairie que si l'infestation est généralisée. Il est préférable d'effectuer un traitement localisé dès l'apparition des premières taches des espèces indésirables. Certains appareils permettent de traiter plante par plante dès l'apparition des premières mauvaises herbes.

• Conditions du succès. Le désherbage sélectif n'élimine pas définitivement une plante envahissante s'il n'est pas porté remède à ce qui a provoqué l'apparition de cet hôte indésirable (mauvaise gestion de la fertilité, mauvaise gestion de la récolte, excès d'eau...).

Destruction des broussailles

Les broussailles se développent dans les prairies sous-exploitées. Leur élimination par les moyens mécaniques n'est pas toujours suffisante, et l'utilisation d'herbicides, associée ou non à des traitements mécaniques, permet une destruction plus rapide et plus complète. Lorsque les broussailles ou les arbustes sont très développés, le traitement est facilité par un rabattage de la végétation (recépage). Le produit chimique est appliqué aussitôt après la coupe, ou sur les repousses, suivant le volume de végétation active restant en place.

Les principales matières actives utilisées sont : le 2,4,5-T ; 2,4,5-T associé au 2,4-D ; l'amminotriazole associé au thiocyanate d'ammonium (pour l'hiver seulement), le sulfamate d'ammonium.

Destruction totale de la végétation

• Opportunité. Le renouvellement total du gazon avec un resemis demande des investissements plus élevés et amène, à long terme, un plus grand risque d'instabilité de la nouvelle composition botanique. En effet, en altitude, les espèces locales et leurs écotypes sont mieux adaptés aux froids de l'hiver que les variétés du commerce qui ont été sélectionnées en plaine. Le resemis sera donc réservé aux cas exceptionnels : prairies depuis longtemps très fortement envahies par les mauvaises herbes, composition botanique ne permettant pas une amélioration de la production par l'exploitation et la fertilisation rationnelles.

• Principales matières actives utilisables :
– Paraquat (4 $L \cdot ha^{-1}$). Le plus souvent utilisé à l'automne, en période de végétation. Il agit rapidement (4-5 jours) et ne présente aucune persistance d'action, le resemis immédiat est donc possible.
– Glyphosate (3 $L \cdot ha^{-1}$ contre les espèces annuelles ou bisannuelles ; 6 $L \cdot ha^{-1}$ en présence de plantes vivaces). Le résultat est obtenu au bout de 2 à 3 semaines, il faut donc attendre 3 semaines si l'on désire travailler le sol mais le resemis immédiat est possible sans travail de sol.
– Amminotriazole + thiocynate d'ammonium (10 $L \cdot ha^{-1}$ contre les espèces annuelles ou bisannuelles ; 20 $L \cdot ha^{-1}$ en présence de plantes vivaces). Les traitements sont en général effectués en fin d'été ou en automne sur végétation encore active. Il faut attendre deux mois pour faire un resemis.

2.4.3. Sursemis et resemis des prairies

Les installations de prairies sans labour et les restaurations de pâturages sans travail du sol ont l'avantage d'éviter les risques de remontée des pierres et le développement de l'érosion.

Sursemis

Le sursemis s'effectue dans une végétation vivante, en général après un désherbage sélectif aux hormones. S'il est effectué après un débrousaillage, il peut limiter le développement d'héliophytes non fourragères. Ainsi, pour lutter contre *Anthriscus sylvestris* dans le Cantal (prés de fauche, altitude 1 000 m) et dans le Beaufort (Préalpes, plaine alluviale, altitude 800 m), un désherbage sélectif après la 1re coupe de printemps est suivi d'un sursemis de dactyle ou de ray-grass anglais ; un deuxième désherbage sélectif est effectué à l'automne et reste ensuite nécessaire tous les 2 ans, lorsque cette plante réoccupe plus de 25 % de la biomasse.

La réussite du sursemis est conditionnée par l'obtention d'un bon contact graine-sol (un "rappuyage" est souvent nécessaire) car ce contact est difficile à réaliser dans les sols de prairies riches en matières organiques.

Resemis

Le resemis s'effectue après destruction totale de la vieille prairie par un désherbage total. Cette technique coûteuse et risquée ne doit être employée que dans les cas extrêmes. Dans la pratique, il convient de distinguer deux cas.

• Sur un **sol travaillé**, trois itinéraires sont possibles :
– Si le sol ne présente pas de risques de remontées de cailloux ou d'érosion, un passage de rotavator permettra d'obtenir un meilleur lit de semences.
– Désherbage total à l'automne et semis au printemps avec un semoir spécial pour semis direct.
– Un désherbage total est effectué et il est suivi, après la mort des plantes à l'automne, d'un hersage (herse émousseuse ou herse légère) qui favorisera pendant l'hiver la destruction des résidus organiques (action des vers de terre). Au printemps, l'évolution hivernale de la structure aura tassé la terre et le lit de semence est réalisé par un hersage léger suivi du semis ; un roulage (au cultipacker plutôt qu'au rouleau ordinaire) et un épandage de fumier faciliteront le contact sol-graine.

• Sur sol de **vieille prairie**, l'horizon supérieur du sol est très riche en matière organique peu décomposée (parfois 50 % ou plus dans les 10 premiers centimètres) ; le rotavator risque de "souffler" le sol, tandis qu'un désherbage total n'est pas toujours suffisant. Pour ne pas augmenter la quantité de matière organique à digérer par le sol, un broyage ou une fauche réduit la végétation ; ensuite il faut nettoyer le terrain en ôtant les bourres de vieilles plantes fourragères, et les broussailles coupées qui seront brûlées. Ensuite, un amendement double de chaux et d'azote à l'automne facilite la digestion des débris végétaux. L'installation d'une culture pionnière un an avant le semis définitif laisse le temps aux matières organiques d'évoluer et permet une meilleure installation de la prairie (figures 12.23 et 12.24, tableau 12.2).

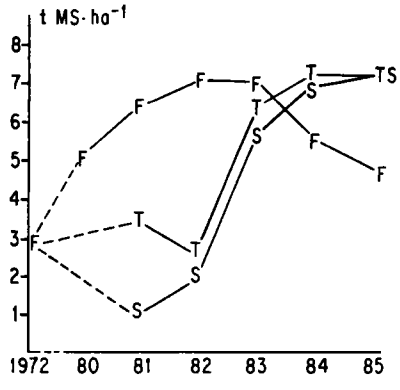


Figure 12.23. Production de matière sèche obtenue directement par fertilisation d'une vieille pelouse ou après un resemis derrière une culture pionnière.
F : flore naturelle ; T : travail du sol ; S : semis direct.
Source : d'après Loiseau P. et de Montard F. (1986), "Gestion pastorale et évolution des landes dans le Massif central", *Fourrages*, 112 : 363-381.

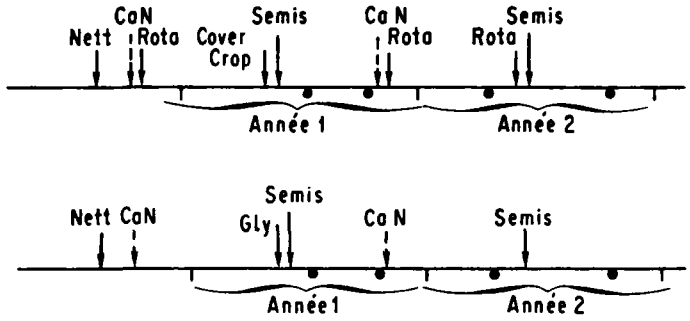


Figure 12.24. Deux itinéraires techniques pour le resemis en sol très organique de pelouse pauvre de *Nardus stricta* dans les monts Dore.

Source : d'après Loiseau P. et de Montard F. (1986), *op. cit.*

Tableau 12.2. Coût du semis selon deux itinéraires techniques.

Itinéraires	A	B	C
Méthode traditionnelle			
Déchiquetage du gazon, labour, préparation du sol, semis, roulage	1 608	6	10
Semis sans retournement du sol			
• Traitement herbicide pendant la saison de végétation :			
2 pulvérisations suivant herbicide :			
Glyphosate + Paraquat	1 412	3	4
Paraquat + Paraquat	1 340	3	4
• Traitement herbicide à l'automne :			
1 pulvérisation d'Amminotriazole puis hersage lourd avant semis, semoir normal, roulage après semis	1 220	4	6

A : coût en francs 1985 ; B : nombre d'interventions ; C : heures par hectare.

Source : d'après Laissus R. (1987), in *Mieux utiliser les estives*, L'homme G. (ed.), ENITA, P.R. du Forez et FIDAR, Lempdes.

Choix des espèces à implanter

• Le dactyle assure à la pelouse créée une bonne pérennité au-dessus de 1 000 m d'altitude. Il est cependant exigeant vis-à-vis du sol, long à lever et à s'installer ; le choix de variétés tardives permet d'éviter les accidents dus aux dernières gelées.

• La fétuque élevée, de bonne pérennité en dessous de 1 000 m, elle est plus tolérante que le dactyle vis-à-vis de l'humidité.

• Le trèfle blanc est toujours utile, même s'il se maintient mal sur sol pauvre.

• En dessous de 1 000 m, et sur des sols de bonne fertilité, le ray-grass anglais sera très productif là où de grandes sécheresses estivales ne sont pas à craindre.

Tableau 12.3. Exemple de doses de semis ($kg \cdot ha^{-1}$).

Ray-grass anglais diploïde	30
Ray-grass anglais tétraploïde	35
Fétuque élevée	35
Dactyle	20-25
Trèfle blanc	4

Dans des conditions de semis difficile, il faut augmenter les doses (indiquées au tableau 12.3) de 30 à 60 %.

2.4.4. Indications de lutte contre quelques espèces

• *Pteridium aquilinum*. La propagation de la fougère aigle se fait souvent à partir des surfaces boisées voisines des pâturages, et la diminution de la pression de pâturage favorise son développement. Cette espèce présente de nombreux inconvé-

nients : toxicité des jeunes frondes pour les chevaux et les jeunes bovins, diminution des disponibilités en fourrage, gardiennage plus difficile.

La fauche maîtrise bien cette fougère à condition d'être répétée plusieurs fois dans l'année. Le chaulage la défavorise.

Pour la lutte chimique, l'Asulame, à la dose de 4 000 $g \cdot ha^{-1}$ de matière active, est très efficace. Il doit être appliqué quand les frondes sont bien développées. Prévoir un resemis sur les taches de sol nu. Le Glyphosate est efficace et plus rapide, mais il fait plus de dégâts sur le reste de la végétation. Il ne sera utilisé que lorsqu'un resemis est envisagé.

• *Rumex* spp. Les oseilles, et notamment *Rumex obtusifolius*, préfèrent les prairies bien pourvues en éléments fertilisants et peu denses. Ce sont des plantes envahissantes et de faible qualité fourragère.

Un traitement plante par plante fait avec soin peut être efficace :
– à l'Asulame avec seringue Rodoss ou pulvérisation à dos ;
– au Glyphosate avec mèche ou seringue Rodoss.

Pour les peuplements plus denses, un traitement par pulvérisation d'Asulame doit être fait au stade rosette bien développée. L'association 2,4-DP + 2,4-D + Piclorame au stade rosette bien développée est efficace mais il a l'inconvénient de détruire le trèfle blanc.

2.4.5. Utilisation du feu

Le feu est rarement employé en montagne, il est dangereux et souvent plus néfaste qu'utile. Couper la callune et la brûler sur place détériore fortement la strate herbacée et risque d'installer l'érosion. La recolonisation par la flore spontanée est aléatoire et les resemis difficiles.

2.5. Extension et amélioration d'une estive sur lande de callune. Résultats à long terme

Pour le domaine de Garnier, l'évolution des surfaces mises à disposition du troupeau est donnée par la figure 12.25. A partir de 1983, les bonnes prairies ("fumées") n'ont plus représenté que le quart de la surface totale consacrée à ce troupeau, constitué de génisses d'en moyenne 460 kg vifs, qui est passé de 39 à 89 têtes en 5 ans.

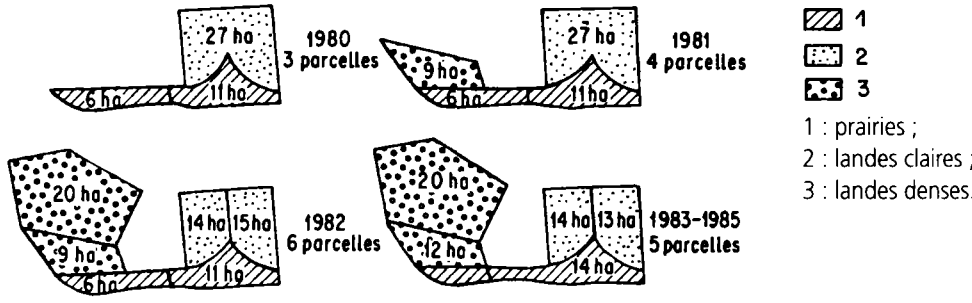


Figure 12.25. Évolution des surfaces de la SICA du Garnier affectées aux génisses.

Source : Loiseau P., Ignace J. et L'homme G. (1987), "Extension et amélioration d'une estive sur lande à callune", *Fourrages*, 112 : 363-381.

Le nombre de parcelles est passé de 3 à 6 en 2 ans, par adjonction de 2 parcelles de lande dense et la division d'une parcelle de lande claire. Il est redescendu à 5 à partir de 1983 pour une meilleure conduite du troupeau.

La figure 12.26 donne l'illustration du calendrier de pâture de 1982 et 1983. Le tableau donne l'évolution des chargements, y compris en 1990 où les prairies et les landes ont reçu une autre affectation.

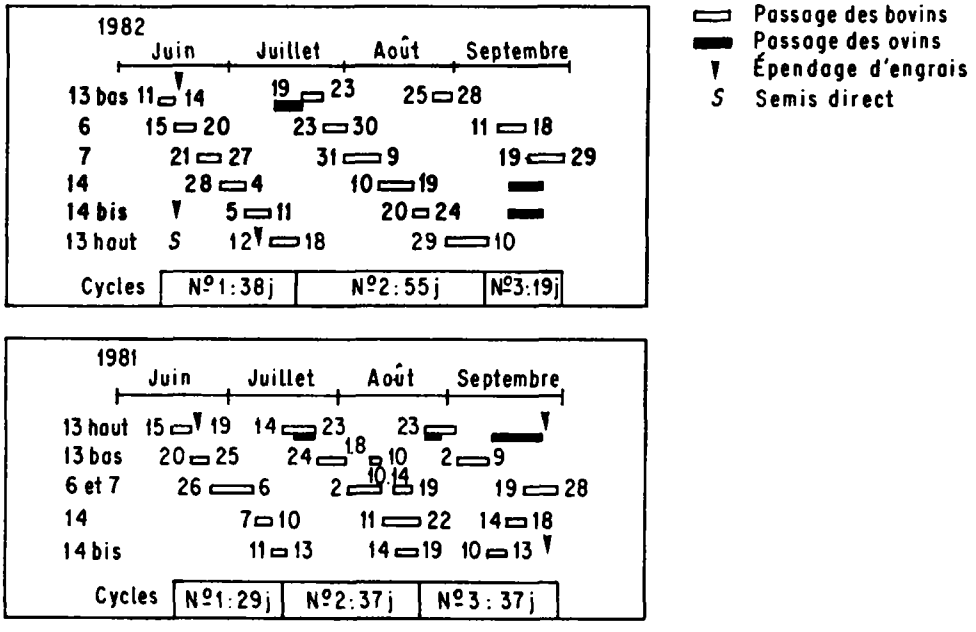


Figure 12.26. Calendrier de pâture à la SICA de Garnier sur les landes.

Tableau 12.4. Évolution du chargement de l'estive de Garnier au cours de l'amélioration des parcours.

Surfaces	Charge en kilos vifs par hectare et par saison			
	1982	1983	1985	1990
Prairies (17 ha)	650	650	650	
Landes améliorées (27 ha)	275	275	275	500
Landes brûlées (9 ha)	390	420	500	
Landes fauchées	230	420	480	650
Ensemble				
• Durée en jours	113	108	120	120
• Charge	340	350	450	540

Les performances zootechniques auxquelles ont abouti ces améliorations des parcours de l'estive de Granier ont été bonnes : plus de 500 g de gain de poids vif par tête et par jour accompagnant une augmentation très sensible de la valeur pastorale. Quantitativement, la production des landes (3,1 à 4,6 t MS·ha^{-1}·an^{-1}) est améliorée ; alors que leur production était de 10 à 30 % de celle des prairies des "fumées", elle a atteint 60-100 % (figure 12.27).

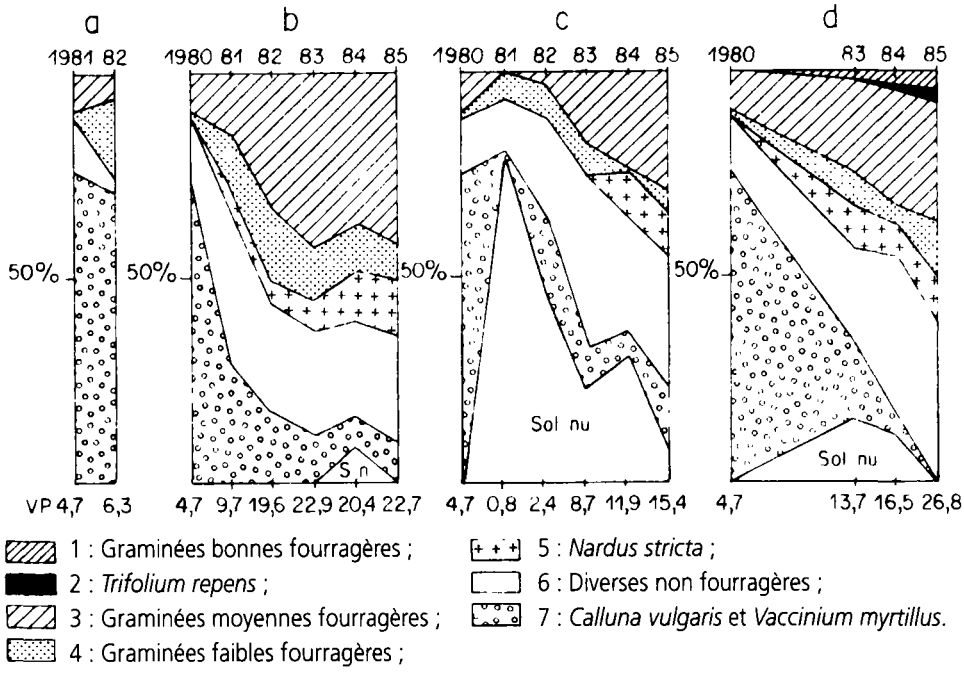


Figure 12.27. Évolution de la valeur pastorale et de la composition botanique des landes de l'estive de Garnier sous l'effet des traitements.

a : témoin initial ; b : la fauche de la lande suivie du ramassage permet un développement rapide de Graminées (*Festuca rubra* et *Agrostis tenuis*). En 5 ans les ligneux passent de 75 à 5 % ; c : la fauche suivie de l'élimination des débits par le feu ralentit la colonisation par les Graminées. Il reste une forte proportion de sol nu ; d : itinéraire technique plus intensifié il montre au bout de cinq ans un bon développement des Graminées et un début d'installation de *Dactylis glomerata* et de *Trifolium repens*.

Source : Loiseau P., Ignace J. et L'homme G. (1987), *op. cit.*

Mesurés en 1990 (figure 12.28) les résultats du semis direct montrent une évolution de la valeur pastorale de 30 à 51 (20-24 pour le témoin). Le trèfle blanc passe de 3 à 37 % de la VP et le dactyle de 6 à 30 %.

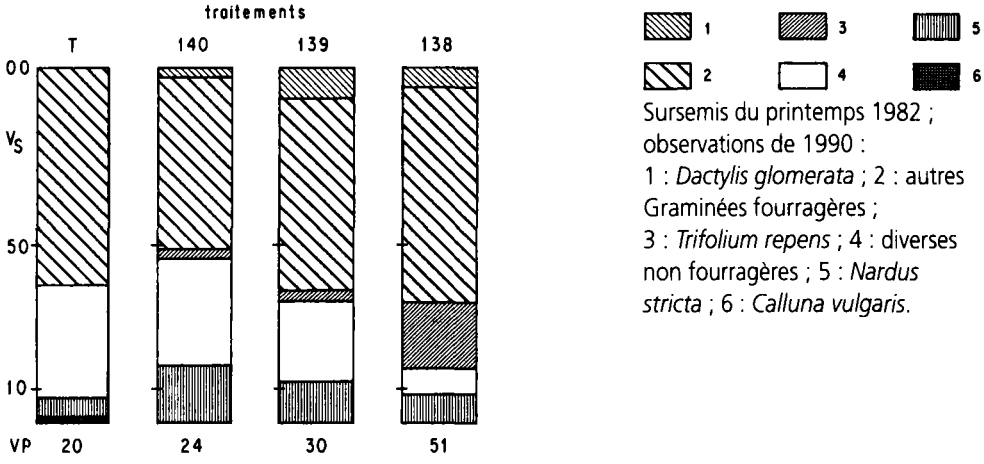


Figure 12.28. Évolution de la valeur pastorale et de la composition botanique des landes de l'estive de Garnier sous l'effet des sursemis.

Source : d'après L'homme G. et al. (1991), in Daget Ph., *IVe Congrès int. des terres de parcours, 22-26 avril 1991, Résumés*, Ass. fr. Past., Montpellier, n° 362.

2.6. Conclusions

La restauration des espaces pastoraux doit prendre en compte et réaliser un équilibre entre :
• les fonctions de production,
• les fonctions de service :
– gestion du paysage pour le tourisme, la chasse,
– protection des forêts contre les incendies,
– activités sportives et culturelles.

Sur le plan économique, les charges financières liées au foncier et les coûts fixes de fonctionnement peuvent devenir limitants pour la mise en valeur des parcours et l'entretien de l'espace, mais des interventions groupées en permettent une forte réduction.

Le succès de l'amélioration dépend de la stratégie d'utilisation de tous les facteurs de production, avant, pendant et après la transformation.

3. ÉVOLUTION DES PARCOURS MÉDITERRANÉENS

3.1. Les facteurs de dégradation

La dégradation des terres de parcours dans les régions méditerranéennes sèches résulte de l'influence plus ou moins prédominante de facteurs physiques, socio-économiques et biologiques. Leur action conjuguée engendre un déséquilibre écologique qui se traduit par une régression des ressources pastorales disponibles, entraînant ainsi un processus de désertification très souvent irréversible.

• **Vulnérabilité des parcours méditerranéens**. Le principal facteur physique risquant de favoriser la dégradation est le climat. L'irrégularité des pluies et leur mauvaise répartition, les fortes températures des zones méditerranéennes donnent lieu à des périodes de sécheresse estivale marquée d'une durée souvent supérieure à 6 mois.

Le deuxième facteur concerne les réseaux hydrographiques et la disparition des points d'eau. Les cours d'eau sont caractérisés par des écoulements temporaires et des crues irrégulières mais néanmoins importantes, survenant après les averses et provoquant ainsi une dégradation et une érosion des sols. Le rareté des points d'eau a des conséquences néfastes pour la végétation. Ces points d'eau attirent les éleveurs et la surcharge animale, et par conséquent l'intensité du piétinement provoqué dans ces zones ont pour résultat la disparition quasi totale de la végétation.

Enfin, l'érosion éolienne doit être prise en considération en tant que facteur important de dégradation dans ces systèmes ouverts. En effet, les vents secs et chauds des zones arides contribuent à accentuer l'action desséchante de la température. De plus, du fait des transports de matières et en particulier des grains de sable, ils ont un effet abrasif sur la végétation et sont surtout fréquents au printemps et en été, plus rares en automne et en hiver.

• **Les facteurs socio-économiques**. La dégradation des pâturages résulte également d'une gestion très souvent anarchique des parcours.

Dans ces régions, le troupeau est essentiellement composé de moutons et de chèvres avec des dromadaires dans les régions désertiques. Les éleveurs ont un

mode de vie nomade ou semi-nomade et pratiquent la transhumance en quête de points d'eau et de meilleurs pâturages, qui de ce fait, sont soumis à une utilisation intense et tendent à devenir peu productifs et à long terme non renouvelables.

L'augmentation du niveau de vie de ces dernières décennies et les poussées démographiques ont mené les populations vers une consommation plus importante de protéines animales. La conséquence est une modification des pratiques pastorales. L'élevage devient de plus en plus intensif, ce qui augmente le surpâturage des parcours.

De plus, les techniques modernes qui visent à améliorer les conditions de vie des pasteurs, en leur permettant l'acquisition de camions, sont également un facteur important de dégradation. Elles permettent une exploitation plus intense de secteurs qui étaient plus ou moins protégés car difficiles d'accès.

Enfin, l'introduction de l'agriculture en sec pour la production de céréales ou de cultures fourragères peut entraîner une exploitation abusive des sols de faible profondeur et pauvres en matière organique, ouvrant la voie à la désertification.

3.2. Méthodes d'amélioration et de restauration des parcours

• **La mise en défens**, qui est un arrêt momentané de l'action humaine et de la pression animale, est une méthode efficace pour permettre la régénération des espèces vivaces si la dégradation qu'a subi le parcours n'est pas trop intense. Selon les conditions climatiques, la durée de la mise en défens utile peut varier d'une saison pluvieuse à 10 années (ou même plus) jusqu'à l'extériorisation des potentialités de régénération de la végétation.

Les avantages de la mise en défens proviennent de son faible prix de revient et de ce qu'elle nécessite peu de moyens humains.

• **La limitation de la charge animale**. La limitation du cheptel, ou "sous-pacage", consiste à admettre une charge animale inférieure à la charge potentielle d'équilibre. Cette réduction a l'avantage de permettre la régénération des espèces les plus recherchées. Cette méthode est plus contraignante que la précédente car elle exige un contrôle sévère des troupeaux par les éleveurs.

• **La rotation** consiste à laisser reposer le pâturage à certaines saisons de façon à permettre aux espèces les plus recherchées de se développer complètement et de réaliser leur cycle biologique entre deux exploitations successives.

Ce mode de gestion est difficile à réaliser dans les milieux traditionnels, car il implique une mutation des pratiques de l'élevage, mais il permet une exploitation pastorale intensive des terres les plus favorables.

• **Introduction d'espèces fourragères**. L'utilisation des resemis et des sursemis de plantes fourragères ou de plantations d'arbustes fourragers offre de grandes espérances quand la dégradation n'est pas trop accentuée.

Les semis impliquent un programme de sélection de semences d'espèces locales adaptées aux conditions du milieu. La sélection d'écotypes ayant une bonne valeur nutritive, une période de végétation assez longue pouvant fournir une production importante implique une connaissance approfondie de la flore. Ces semis exigent également une gestion rationnelle des pâturages et un contrôle rigoureux de la charge animale.

Des expériences ont été effectuées avec succès avec des resemis d'espèces locales comme *Hedysarum carnosum, Atriplex halimus* et *Atriplex nummularia* à Ksar Chellala, Tadmit et Djelfa sur des parcelles limitées.

La plantation d'arbustes fourragers enrichit la couverture végétale et les valeurs fourragères du parcours en luttant contre l'érosion. Mais comme le semis, elle exige un contrôle absolu des troupeaux et des techniques de multiplication très précises dans des pépinières.

3.3. Cas des parcours steppiques en Algérie

36 millions d'hectares sont concernés par l'activité pastorale en Algérie. Les hautes plaines steppiques, situées entre l'Atlas tellien, au nord, et l'Atlas saharien au sud (figure 12.29) en couvrent plus de 20 millions dont 75 % sont utilisés comme parcours.

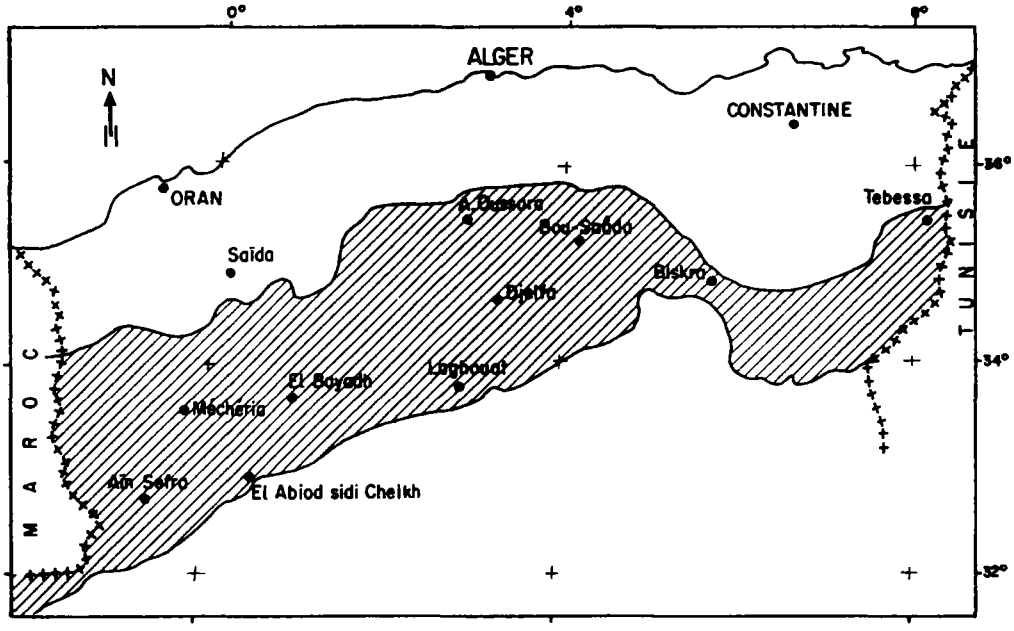


Figure 12.29. Extension des steppes pâturées en Algérie.

• Il y a 10 millions d'hectares de steppes en assez bon état.

• Il y a 5 millions d'hectares de parcours fortement dégradés, dont :
– 2,5 millions d'hectares improductifs (sable, roches nues, chotts...) ;
– 1,4 million d'hectares en forêts et maquis ;
– 1,1 million en cultures marginales de céréales.

Les 15 millions d'hectares de parcours du couvert végétal se composent de :
– 4 millions d'hectares à dominante d'alfa (*Stipa tenacissima*) ;
– 3 millions d'hectares à dominante d'armoise blanche (*Artemisia herba alba*).
– 2 millions d'hectares à dominante de sparte (*Lygeum spartum*) ;
– 1 million d'hectares à dominante d'*Atriplex* spp. ;
– 5 millions d'hectares à dominante de divers.

De nombreux travaux ont contribué à la caractérisation écologique de ces régions, à l'évaluation des ressources pastorales, souvent sous forme de cartes, et à des études socio-économiques qui ont démontré l'influence humaine sur la dégradation des pâturages.

3.3.1. Conditions physiques

• **Conditions climatiques**. Malgré sa grande diversité oro-topographique et phytogéographique, l'Algérie est soumise au climat méditerranéen. Les steppes sont limitées, au nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec les cultures extensives du blé et, au sud, par l'isohyète 100 mm qui coïncide avec la limite méridionale de l'extension de l'alfa (*Stipa tenacissima*).

Ces 20 dernières années ont connu une diminution notable des précipitations qui a contribué à l'évolution régressive des ressources végétales.

Les températures sont également importantes à considérer. Presque partout, janvier est le mois le plus froid avec une valeur de la moyenne des températures minimales (m) qui varie de –1,8 °C (El Bayadh) à 6,7 °C (Biskra), correspondant ainsi aux variantes à hivers froid, frais et tempéré. Juillet reste le mois le plus chaud avec des valeurs de la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M) variant de 33 °C (Aflou) à 41,7 °C (Ouled Djellal à l'ouest de Biskra).

Dans les régions steppiques algériennes, la température moyenne varie de 19 à 24 °C.

Le tableau 12.5 et la figure 12.30 précisent l'aridité des steppes algériennes et la fraîcheur de leur climat.

Tableau 12.4. Bioclimat des stations steppiques algériennes.

Stations	Q_2	m	Bioclimat	Stations	Q_2	m	Bioclimat
Saïda	43,7	2,6	Semi-aride inférieur frais	Djelfa	32	- 0,8	Aride supérieur froid
Aïn Oussera	23,7	2,0	Aride supérieur frais	Aïn Sefra	17,5	- 0,6	Aride inférieur froid
M'Sila	13	2,5	Aride inférieur frais	El Abiod sidi Cheikh	10,8	1,2	Peraride supérieur frais
Tebessa	34,1	1,7	Semi-aride inférieur frais	Laghouat	16,9	1,9	Aride inférieur frais
Mecheria	29,9	1,5	Aride supérieur frais	Bou Saâda	27,4	3,7	Aride supérieur tempéré
El Bayadh	32	- 1,8	Aride supérieur froid	Biskra	15,3	6,7	Aride inférieur tempéré
Aflou	34,5	- 1,3	Semi-aride inférieur froid	Ksar Chellala	28,4	1,6	Aride supérieur frais

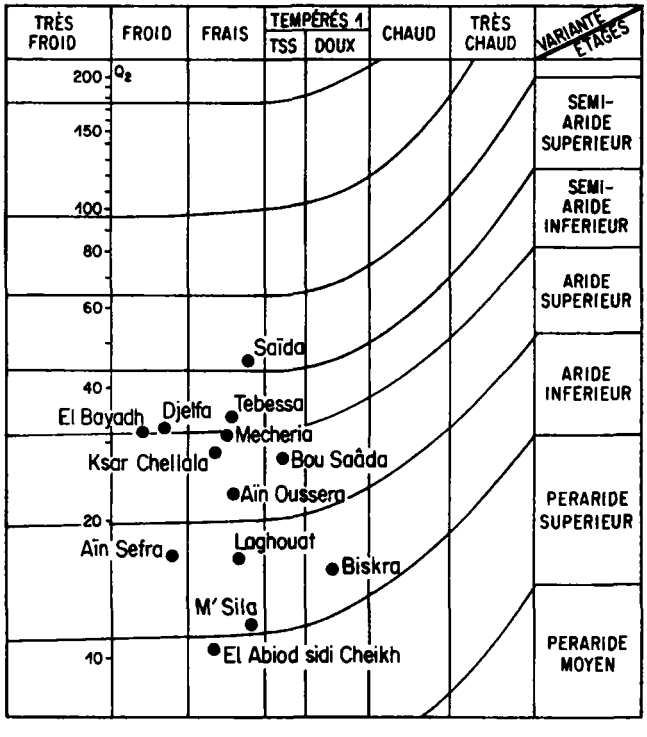


Figure 12.30. Les steppes des Hauts-Plateaux algériens dans le climagramme d'Emberger.

• **Conditions édaphiques**. Les steppes algériennes reposent en général sur des calcaires lacustres.

– Sur les versants de l'Atlas saharien, les sols érodés sont des lithosols et des régosols colonisés par des steppes arborées à genévrier rouge (*Juniperus phenicea*) et à alfa (*Stipa tenacissima*).

– Sur les glacis polygéniques du Quaternaire se développent surtout des sols bruns calcaires xériques à croûtes et des siérozems.

Tous ces sols ont une faible épaisseur et sont pauvres en matière organique ; ils sont plus profonds et parfois utilisés par l'agriculture dans le lit des oueds et dans les dayas (dépressions).

3.3.2. État actuel : production et valeur pastorale

Pour chaque chaque espèce ou catégorie d'espèces végétales, la quantité (R_i) de matière végétale utilisable par le mouton et sa valeur énergétique (V_i), donnent la productivité pastorale de l'espèce i (P_i), exprimée en UF·ha^{-1}·an^{-1} selon la formule :

$$P_i = R_i V_i$$

La productivité pastorale d'une station est obtenue en faisant la somme des productivités spécifiques des espèces de la station.

La valeur pastorale. Les mesures de production pastorale (P) et de valeurs pastorales (VP) dans les steppes algériennes ont permis d'établir une relation entre les deux paramètres hautement significative (figure 12.31) :

$$P = 7{,}52 \text{ VP}.$$

Ce résultat permet de déduire la production pastorale, qui est difficile à déterminer, à partir de la valeur pastorale facilement mesurable.

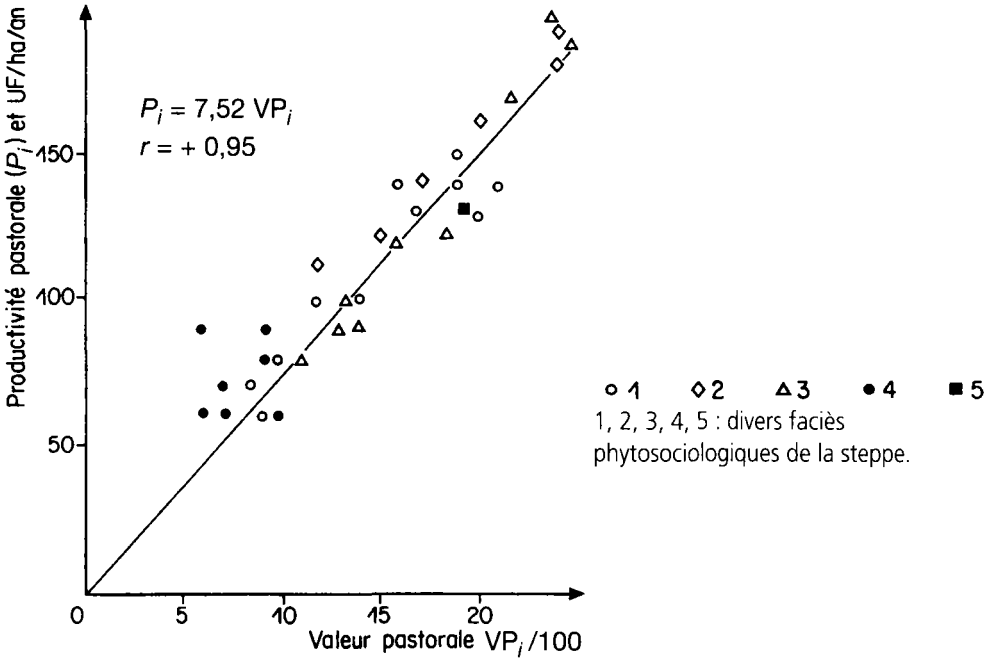


Figure 12.31. Relation entre la productivité pastorale et la valeur pastorale dans les steppes algériennes.

Source : d'après Aïdoud A. (1983), *Contribution à l'étude des écosystèmes du Sud-Oranais*, thèse, université H. Boumediene, Alger, 254 p.

Cette relation permet également de calculer la capacité de change potentielle d'un parcours. En effet, connaissant les besoins énergétiques des animaux (en moyenne 400 UF·an^{-1} pour une brebis ayant un agneau par an), la superficie (S) nécessaire pour un mouton est donnée par :

$$S = \frac{400}{7{,}52\ \mathrm{VP}} = \frac{53}{\mathrm{VP}}$$

Cette équation est représentée par un abaque sur la figure 12.32.

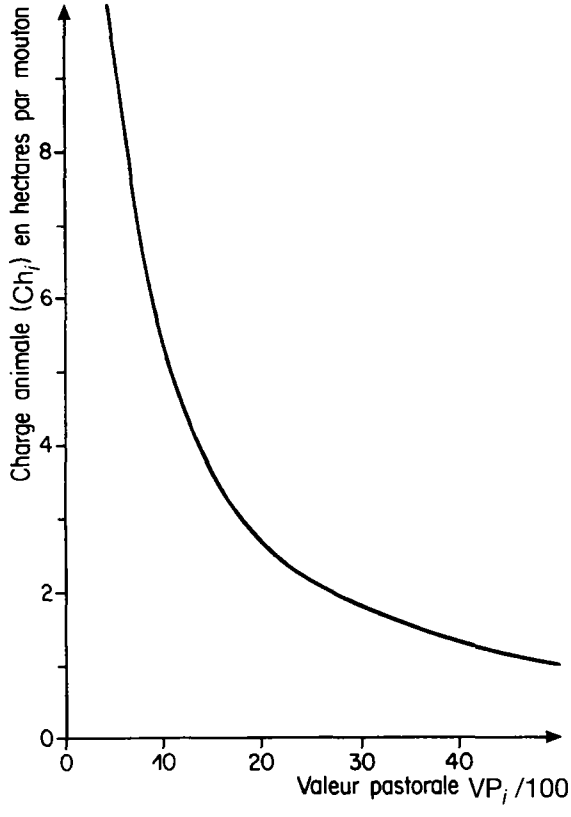


Figure 12.32. Relation entre la charge et la valeur pastorale dans les steppes algériennes.

3.4. Caractérisation pastorale des parcours steppiques

Jusqu'à la fin des années 70, les steppes algériennes se sont maintenues avec un taux de recouvrement des espèces pérennes variant de 15 à 60 % et des phytomasses comprises entre 600 et 2000 kg MS·ha^{-1}. La production énergétique est souvent fournie par des éphémères et, de ce fait, plus de 50 % de cette production se trouve extrêmement concentrée au printemps. C'est pourquoi il est utile de considérer trois catégories d'espèces :

catégorie P_1 : espèces vivaces de faible intérêt $\quad IS_i < 5$
catégorie P_2 : espèces vivaces d'intérêt plus élevé $\quad IS_i > 5$
catégorie A : éphémères de bonne qualité

Les parcours sont classés en types selon la dominance de ces catégories (tableau 12.6).

Les types pastoraux I, II, IV et V présentent une très faible variation saisonnière, les types III et VI une variation moyenne, et le type VII est caractérisé par une production saisonnière très variable.

Tableau 12.6. Définition des types pastoraux.

		Première catégorie dominante		
		P_1	P_2	A
Deuxième catégorie dominante	P_1	Type I	Type IV	Type VIII
	P_2	Type II	Type V	Type VIII
	A	Type III	Type VI	Type VII

Source : d'après Aïdoud A. (1983), *op. cit.*

Les parcours les plus faciles à utiliser sont ceux des types III et VI, qui présentent une variation saisonnière moyenne et une production de vivaces importante servant d'appoint durant les saisons sèches. L'exploitation intense de ces deux types de parcours les dégrade et conduit aux faciès à sparte du type III et à armoise du type VI.

• Le **sparte** (*Lygeum spartum*) en lui-même ne présente qu'un faible intérêt pastoral ; sa valeur énergétique varie de 0,3 à 0,4 UF·kg MS^{-1}, mais les faciès où il domine constituent des parcours d'assez bonne qualité car ils présentent une importante diversité floristique et une production moyenne relativement élevée d'environ 110 kg $MS \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ avec une valeur alimentaire moyenne de 100 $UF \cdot ha^{-1}$. Sur sable, associé à des psammophytes telles que *Aristida pungens* et *Artemisia campestris*, la production peut atteindre 200 $UF \cdot an^{-1}$.

La charge potentielle de ces parcours est de 2 à 4 hectares par mouton.

• Les **faciès à armoise blanche** (*Artemisia herba-alba*) sont considérés comme les meilleurs parcours. Cette espèce a une valeur fourragère moyenne de 0,45 UF·kg MS^{-1}, pouvant atteindre 0,9 UF·kg MS^{-1} au printemps. L'armoise est consommée toute l'année et particulièrement en été et en hiver où elle constitue une réserve substantielle. C'est souvent dans ces parcours que la pression anthropique est la plus intense et la dégradation la plus importante. Sur sol superficiel avec peu d'espèces éphémères, ils appartiennnent aux types IV et V.

• Les **faciès à alfa** (*Stipa tenacissima*) constituent des parcours médiocres parce que l'alfa ne présente qu'une faible valeur fourragère (0,35 UF·kg MS^{-1}). Les inflorescences sont très recherchées par les ovins car leur valeur énergétique atteint 0,60 UF·kg MS^{-1}. Ces parcours n'ont d'intérêt pastoral que si l'alfa est accompagné d'un riche cortège floristique et s'il est associé à une deuxième espèce dominante de bonne qualité. Ils se classent dans les types I, II et III. Leur production est de 70 à 140 $UF \cdot ha^{-1}$ et il faut de 3 à 6 hectares par mouton.

• Les **faciès à remt** (*Arthrophytum scoparium*) correspondent également aux types I et II et constituent des parcours de mauvaise qualité. Le remt présente une valeur énergétique de 0,2 UF·kg MS^{-1}, mais il végète dans des conditions très défavorables. Les parcours à remt sont localisés dans les étages bioclimatiques arides.

Il faut prévoir entre 4 et 7 hectares par mouton, pour une production comprise entre 60 et 90 $UF \cdot ha^{-1}$, mais ils sont fréquentés principalement par les dromadaires

• Les **faciès à psammophytes** comprennent des espèces vivaces telles que *Aristida pungens, Thymelaea microphylla, Artemisia campestris.* L'intérêt de ces parcours apparaît au printemps (type pastoral VII). Ils sont utilisés très intensément pendant cette période. Leur production pastorale varie de 100 à 130 $UF \cdot ha^{-1}$ et il faut en prévoir entre 3 et 4 ha par mouton.

• Les **terrains salins** sont localisés aux bords des chotts et des sebkhas. Leurs pâturages sont constitués d'halophytes, tels que *Atriplex halimus, Suaeda fruticosa* qui

ont une bonne valeur fourragère. Leur production pastorale est estimée à 130 UF·ha^{-1} et il faut environ un demi-hectare par mouton, soit une charge potentielle de 2 moutons·ha^{-1}.

3.4.1. La dégradation des pâturages

• **La sécheresse**. Les steppes algériennes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations. Mais, les dernières décennies ont connu une diminution notable des précipitations avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse. La diminution générale des précipitations est de l'ordre de 18 à 27 % (tableau 12.7), mais, pour certaines stations, notamment du sud-ouest de l'Oranais, les pluviosités annuelles n'ont parfois pas dépassé 25 % de la moyenne.

Tableau 12.7. Diminution des précipitations sur les hauts plateaux du Sud-Oranais.

Stations	Précipitations (mm·an^{-1})			% Diminution
	1913-1938	1952-1975	1975-1990	
Saïda	430	419	320	25 %
El Kreider	208	184	166	18 %
Mecheria	293	310	213	27 %
Aïn Sefra	192	194	156	20 %

On note également une augmentation des températures : moyenne des minimums du mois le plus froid (m) variant de – 0,3 à 2,6 °C pour la première période (1952-1974) et de 0,8 à 3 °C pour la période 1977-1990.

Ces perturbations climatiques ont contribué en grande partie à la dégradation de ces milieux déjà très sensibles.

• **Les problèmes socio-économiques**. La population des hauts plateaux a augmenté de 30 % en trente ans. La population nomade passe de 60 % de la population totale algérienne au début du siècle à 16 % actuellement. De plus, une évolution importante du cheptel (figure 12.33) accentue encore la surexploitation des potentialités pastorales.

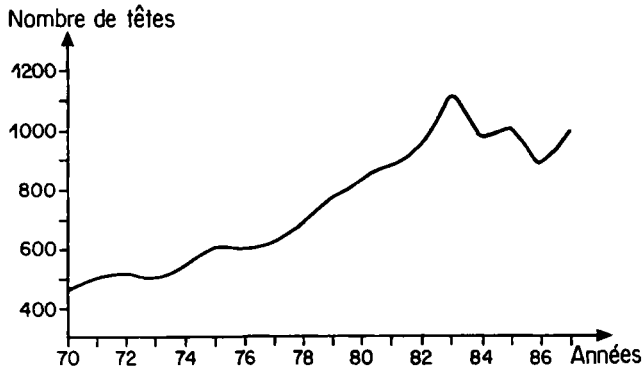


Figure 12.33. Accroissement du troupeau ovin en Algérie.

Source : d'après Boutonnet J. (1989), *La Spéculation ovine en Algérie, un produit clé de la céréaliculture*, Notes & Doc n° 90, Économie et sociologie rurales, ENSA, Montpellier, 2 vol.

3.4.2. Réduction des potentialités pastorales

Entre 1960 et 1980, le taux de recouvrement des espèces pérennes a diminué de plus de moitié et il reste une phytomasse moyenne inférieure à 500 kg MS·ha^{-1}.

Dans le sud-ouest de l'Oranais, les nappes d'alfa, qui couvraient une superficie de 4 millions d'hectares et représentaient la principale ressource de la steppe, ne subsistent que sous forme d'étendues surexploitées et dégradées (tableaux 12.8 et 12.9).

Tableau 12.8. Variation de la phytomasse de l'alfa dans le Sud-Algérois.

Année	1968	1985	1991	1992
kg MS·ha^{-1}	6 500	1 500	300	100

Source : d'après Melzi S. (1992), "Évolution du processus de désertification dans la région présaharienne", *Biocénoses*.

Tableau 12.9. Analyses comparatives dans la steppe d'alfa.

	1976	1989
Éléments du sol %		
Éléments grossiers	6	6
Sable	12	64
Pellicule de glaçage	14	3
Couverture végétale (%)		
Espèces annuelles	48	23
Espèces pérennes	11	9
Partie verte de l'alfa	34	2
Phytomasse (kg MS·ha^{-1})	2 100	750
Production (UF·ha^{-1}·an^{-1})	130	60

Source : d'après Aïdoud A. et Nedjraoui D. (1992), "The steppes of alfa (*Stipa tenacissima* L.) and their utilisation by sheeps", in *Plant animal interactions in mediterranean-type ecosystems, MEDECOS VI*, Montpellier, 62-67.

Tableau 12.10. Cheptel recensé en 1985 en Algérie.

Catégories d'animaux	Nbre de têtes x103	Besoins UF/tête
Brebis	7 000	350
Chèvres	600	400
Vaches	120	2 400
Chevaux	200	1 050
Chameaux	130	2 000

Source : d'après Boutonnet J. (1989), *op. cit.*

Le potentiel des pâturages de la steppe est passé de 0,18 à 0,09 équivalent-brebis par hectare et l'ensemble de la steppe ne peut plus nourrir qu'un million d'équivalent-brebis.

Or, actuellement on recense 7 millions de brebis (tableau 12.10) et environ 1,5 million d'autres herbivores (dromadaires, chèvres, chevaux, ânes et bovins). Les pâturages steppiques ne fournissent que 10 % des besoins du cheptel actuel.

Les éleveurs de la steppe ont de tout temps pratiqué la transhumance :
– l'été vers la zone céréalière du nord, c'est l'"*achaba*" ;
– l'hiver vers le désert, l'"*azzaba*" ;
– le temps de pâturage sur la steppe durant seulement 4 ou 5 mois en demi-saison.

Actuellement, seuls 2 millions d'équivalents-brebis pratiquent l'*achaba* et 1,5 à 2 millions l'*azzaba*.

3.4.3. Essai d'amélioration et de restauration

• **Création de coopératives**. Une cinquantaine de coopératives ont été créées par l'Association pour le développement de l'élevage et du pastoralisme (ADEP) sur tout le territoire dans le cadre de la révolution agraire. Plusieurs aménagements locaux ont été effectués :
– mise en défens,
– collecte des plantes fourragères,
– construction d'abris pour le cheptel,
– acquisitions d'infrastructures,
– mise en valeur des périmètres (ex. : Tadmit).

• **La mise en défens**. L'expérience tentée dans la steppe à armoise blanche (*Artemisia herba alba*) de la coopérative de Yahiaoui (Aïn Oussera), a montré qu'une

mise en défens de 7 ans faisait remonter le recouvrement de la végétation de 30 % à plus de 75 %, mais que la diversité biologique est moins importante à l'intérieur qu'à l'extérieur de cette mise en défens.

C'est une idée "naïve" de croire que les problèmes de la dégradation des parcours puissent être réglés par des mises en défens réalisés sans plan d'ensemble ; il faut prendre en considération la diversité des parcours et de leurs évolutions possibles, et enfin le caractère historique de la crise.

Faut-il garder seulement l'effectif que permettent de nourrir les possibilités pastorales de la steppe ? Ce serait seulement dans la perspective d'une transformation des relations sociales et des conditions de production. Il faudrait prévoir pour l'été l'accueil temporaire dans le Tell de troupeaux de la steppe par contrats entre bergers et agriculteurs, ainsi que les engraissements d'agneaux issus de troupeaux de la steppe.

4. ÉVOLUTION DES PARCOURS TROPICAUX

4.1. Région sahélienne[6]

Le pastoralisme sahélien a probablement connu sa période la plus prospère pendant les années 60. La steppe sahélienne à Graminées annuelles, parsemée de touffes d'espèces vivaces, recouvrait les sols sablonneux et les glacis limoneux. Les troupeaux de moutons, de chèvres, de bovins et de dromadaires transhumaient des mares vers les puits en exploitant au mieux les ressources saisonnières des parcours. Les besoins monétaires des familles (vêtements, thé, sucre, farine et impôts) étaient couverts par la vente de l'excédent de bétail qui était nécessaire à l'approvisionnement des villes de l'intérieur et des pays côtiers.

La production pastorale sahélienne s'est ensuite fortement détériorée depuis 1970. Cela s'est traduit par une diminution des cheptels nationaux. Pour les 5 pays à forte dominance sahélienne (Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Tchad), le cheptel bovin est déjà passé de 18,5 millions de têtes en 1968 à 14,5 millions en 1977.

La diminution des précipitations annuelles dans tout le Sahel, qui est apparue depuis 20 ans, a pour conséquence la contraction du couvert végétal du nord vers le sud et des hauts de versant vers les bas de versants. Ce phénomène a entraîné la disparition de peuplements entiers. Le potentiel fourrager s'en est trouvé amoindri, entraînant la diminution du bétail par mortalité ou transhumance lointaine, ainsi que des déplacements de population.

4.1.1. Dégradations des pâturages sahéliens

• **Les précipitations**. Dans les pays du Sahel, les précipitations présentent une importante variabilité interannuelle mais surtout une nette décroissance, surtout depuis la fin des années 60. Les précipitations normales successives de Saint-Louis au Sénégal et de Kaedi en Mauritanie illustrent ce phénomène.

Cette diminution du module pluviométrique est accompagnée d'une diminution de la variabilité interannuelle, de sorte que les années sèches sont de plus en plus sèches, de plus en plus fréquentes et de moins en moins compensées par des années humides (figure 12.34).

6. Section largement inspirée des travaux de Gabriel Boudet au CIRAD-EMVT.

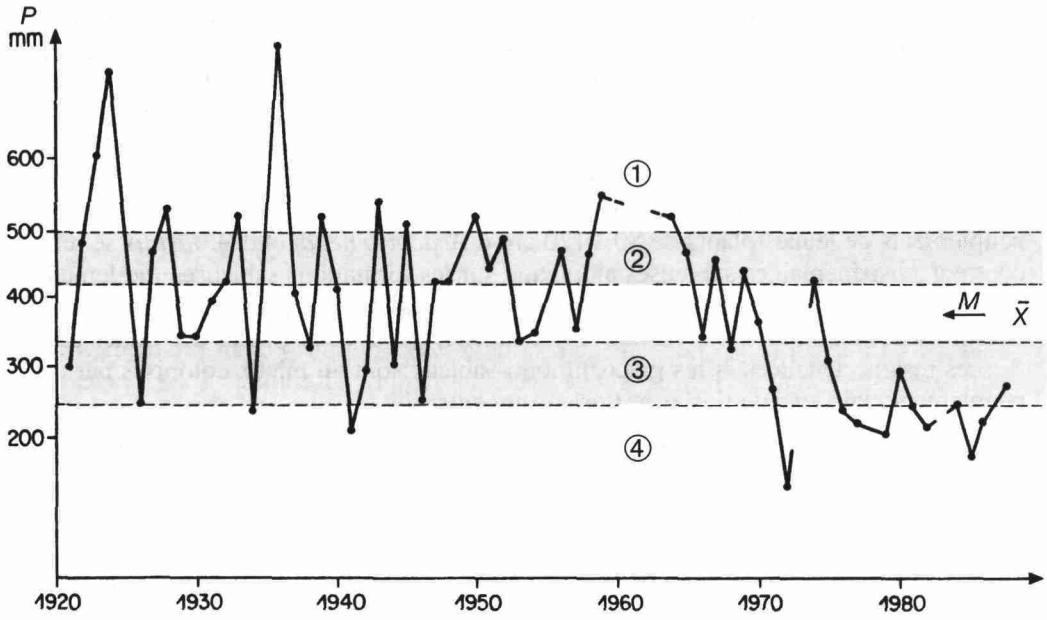


Figure 12.34. Raréfaction des précipitations au Sahel, cas de Kaédi, Mauritanie.
① : années fortement excédentaires ; ② : années excédentaires ; ③ : années déficitaires ; ④ : années fortement déficitaires.
Source : Boudet G. (1989), "Évolution de la végétation des parcours sahéliens et possibilité de réhabilitation", *Fourrages*, 120 : 401-416.

• **Évolution des sols et de la végétation**. La raréfaction des pluies limite les germinations des espèces herbacées, tue les plantules et livre un sol ameubli par l'activité biologique antérieure aux vents qui érodent le sol, déchaussent herbes et arbres, transportent les éléments fins du sol, les tamisent et les redéposent en strates de textures différentes. Il en résulte un relief de néoformation déstabilisé, avec des matériaux juvéniles mobiles et des reliquats de sols tronqués, privés de leur horizon agrologique superficiel, érodés, lissés par le frottement des grains de sable et imperméabilisés. Ces sols tronqués constituent des impluviums où les rares averses ruissellent, alors que dans les zones de piégeage par obstacles ou dépression, les sols de cuvettes ont été noyés sous les matériaux d'apport, surtout éoliens.

Le ruissellement réduit les possibilités d'alimentation des réserves hydriques du sol. Ceci amplifie la concurrence entre les espèces herbacées vivaces et les espèces ligneuses. Il en résulte la destruction en tache de peuplements entiers, au fur et à mesure de la diminution des réserves hydriques.

L'impact de cette évolution diffère selon les types de terrain :
– sur les petites collines à cuirasse latéritique et sur les terrains détritiques gravillonnaires, la végétation herbeuse a disparu et les arbustes ont dépéri (en particulier *Pterocarpus lucens*) ;
– sur les sols sablonneux, *Acacia senegal* et *A. tortilis* se sont rapidement desséchés ainsi que la plupart des Graminées vivaces ;
– sur les sols limoneux, particulièrement en situation de glacis, *Acacia ehrenbergiana* est mort, ainsi que bien des espèces herbacées. Ces mortalités sont apparues vers 1972, au début de la phase de sécheresse.

Grâce à des années pluvieuses exceptionnelles à partir de 1975, des plantules d'espèces ligneuses se sont ensuite installées en pénéplaines sableuses ou en bas de pente,

ainsi que quelques herbes vivaces. Par exemple, à Gao au Mali, les précipitations de 1975 ont été de 373 mm contre une moyenne de 260 mm entre 1920 et 1977, et de 193 mm entre 1969 et 1978. En 1975, sont alors apparues de nombreuses levées d'*Acacia senegal* sur pénéplaines sableuses, de *Pterocarpus lucens* dans les dépressions des buttes cuirassées, et de nombreuses levées de Graminées vivaces, comme *Aristida sieberiana* et *Hyperthelia dissoluta*, sur pénéplaines sableuses. De même en Mauritanie, une prospection récente a confirmé une certaine régénération : de beaux peuplements de jeunes plants de 80 à 120 cm d'*Acacia senegal* et d'*A. tortilis* se rencontrent sur pénéplaines sableuses alors, que sur les formations sableuses mollement ondulées, le faux genêt, *Leptadenia pyrotechnica*, s'est multiplié, associé souvent à la Graminée vivace *Panicum turgidum*. En revanche, les surfaces planes des buttes cuirassées restent dénudées et les glacis limono-sableux sont au mieux colonisés par un peuplement clairsemé de l'arbuste *Boscia senegalensis*.

Ces régénérations ont pu se faire sur place, dans leur biotope, mais aussi grâce au transport des semences par le vent (*Leptadenia*) ou par les fèces des animaux. C'est ainsi que de beaux plants d'*Acacia tortilis* peuvent être observés aux abords d'un forage mis en activité après 1972 au Séno Mango, à l'est de Mopti au Mali, là où ne poussait que *Combretum glutinosum*, espèce ligneuse à feuilles larges et caduques.

Le couvert végétal a pu ainsi se reconstituer, en profitant des années pluvieuses, mais dans l'ensemble le cortège floristique du fonds prairial reste appauvri. En particulier, *Cenchrus biflorus*, Graminée annuelle mais bien consommée en vert et à l'état de paille, tend à devenir dominante, alors qu'elle était auparavant localisée aux alentours des points d'abreuvement.

• **Modifications des activités humaines**. Les régions du Sahel sont habitées par des agro-pasteurs sédentaires, éleveurs d'ovins, de caprins ou de bovins et pratiquant une agriculture céréalière centrée sur la culture du mil, du maïs, ou, dans les régions les plus proches du Niger, du riz. Ces agro-pasteurs partagent l'espace avec des groupes nomades élevant surtout des bovins dans la zone sahélo-soudanienne et des dromadaires dans la zone sahélo-saharienne (voir chapitre 8).

Hors des zones inondées où se pratique la culture de décrue, l'emprise foncière reste, en liaison avec le mode de vie nomade dominant, essentiellement précaire, car les parcours sont considérés comme des terres collectives de plusieurs pays du Sahel. La législation récente vise à abolir la tenure traditionnelle et en particulier à supprimer la propriété collective, celle des puits par exemple. Elle étend le domaine de l'État à toutes les terres laissées vacantes par l'abolition du droit coutumier (voir chapitre 13).

Cependant, l'usage des ressources fourragères des parcours demeure ouvert à tous. Personne ne jouissant à cet égard de privilèges particuliers, nul ne se sent investi du devoir de protéger ou de gérer ces pâturages.

La dégradation du milieu observée au cours des quinze dernières années est principalement, sinon exclusivement, attribuée par les populations locales à la baisse des précipitations, qui relève elle-même de la seule volonté divine ; mais, devant la dégradation des conditions d'existence, les populations ont dû adapter leurs activités traditionnelles.

Les transhumances ont été brutalement modifiées, de gros troupeaux ont été envoyés dans les pays du Sud, pendant que quelques animaux étaient gardés près des points de fixation des familles. Les éleveurs ont changé la composition de leur cheptel en augmentant la proportion des petits ruminants à cycle de reproduction plus rapide et celle des dromadaires qui se contentent d'espèces végétales peu pa-

latables et vont pâturer sur des territoires dépourvus de points d'abreuvement.

Les cultures pluviales de céréales ont été multipliées et déplacées des glacis vers les fonds de vallées. Les cultures de décrue avec des diguettes, édifiées souvent avec l'aide monétaire de villageois immigrés, ont pris une extension croissante.

Mais la concentration dans les vallées des activités agricoles (cultures et pacages) près des centres de sédentarisation (points d'eau) risque d'entraîner une surexploitation localisée, ajoutant des "taches de désertisation" à la "désertification" générale d'origine climatique.

Le schéma de la figure 12.35 montre l'enchaînement des processus qui, de la baisse des précipitations et de l'accroissement démographique, conduisent à la dégradation des pâturages et à la dégénérescence du pastoralisme. Mais, si l'accroissement démographique peut être considéré comme irréversible, les précipitations quant à elles évoluent suivant des cycles, et une augmentation entraîne une certaine remontée biologique qui se traduit par la restauration, au moins partielle, des potentialités des pâturages.

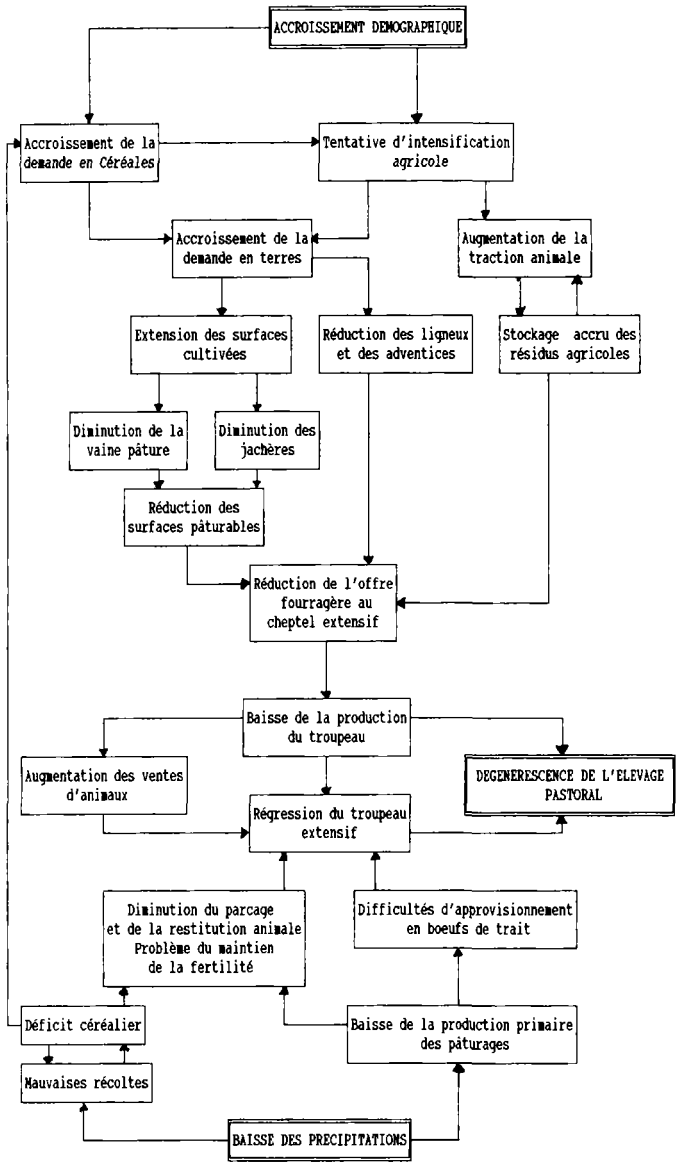


Figure 12.35. Schéma de la dégradation des pâturages sahéliens.

Source : modifié d'après Faye S. (1993), *Situation et perspectives de l'élevage bovin dans les systèmes agro-pastoraux denses de la zone sahélo-soudananienne*, thèse, ENSA, Montpellier, 220 p.

4.1.2. Amélioration et restauration des pâturages sahéliens

• Préparation du sol

Le principe de base est de collecter, sur des pentes faibles, l'eau, les colluvions et les semences, en profitant à la fois des transports éoliens et hydriques. Ceci suppose des aménagements associant ameublissement du sol et obstacles, et réalisés le plus tôt possible en saison sèche.

A la pioche ou même en culture attelée avec charrue et houe, il est possible de préparer des lunules d'une dizaine de mètres d'ouverture disposées en quinconce, face à la pente (figure 12.36).

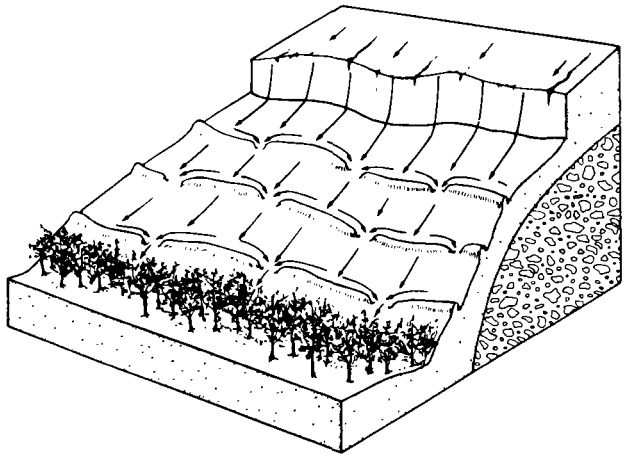


Figure 12.36. Principe d'un aménagement de restauration par récupération des eaux de ruissellement.
Source : d'après Boudet G. (1989), *op. cit.*

Au tracteur, il est plus rentable de limiter le travail à des sections rectilignes disposées le long des courbes de niveau. Les obstacles sont alors constitués par un dispositif en sillon-billon et l'ameublissement peut être effectué à la sous-soleuse ou à la charrue. Sur terrain très peu pentu ou à pente irrégulière, le travail peut être réalisé en colimaçon, dispositif permettant de compenser les effets contraires des différentes pentes (figure 12.37).

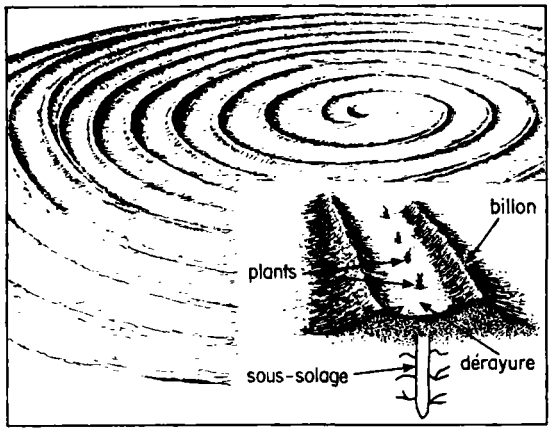


Figure 12.37. Dispositif en colimaçon d'un sillon-billon pour pentes très faibles ou irrégulières.
Source : Boudet G. (1989), *op. cit.*

Terrains salés. Le sel de la vallée du Sénégal est d'origine fossile. Ces dépôts salés sont surmontés par des terres "douces". L'aménagement de casiers d'irrigation et l'édification de canaux surélevés remobilisent des solutions salées par suite du dessalement et du drainage des parcelles irriguées. En saison sèche, la remontée par capillarité des ions Mg et Ca accentue le caractère foisonnant des parties surélevées des cuvettes avec accumulation des salants chlorurés.

Si la raie de sous-solage favorise le dessalement en profondeur par pénétration des eaux pluviales, le complexe sillon-billon accentue le contraste entre un fond de sillon dessalé, mais colmaté car destructuré, et une crête de billon foisonnante par salinité.

C'est pourquoi la raie surélevée accolée de 2 billons semble la plus propice à la réinstallation d'un couvert végétal (figure 12.38).

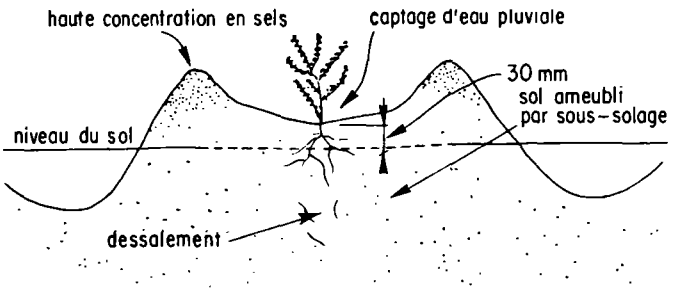


Figure 12.38. Dispositif en billon surélevé pour les sols salés.
Source : Boudet G. (1989), *op. cit.*

A défaut, l'implantation de semis ou de jeunes plants à flanc de billon est préférable à la plantation au fond du sillon, surtout si le billon est ameubli de bas en haut par le travail conjoint de 2 socs ou disques.

Terrains finement sableux. Situés en terrasses des cordons sableux, les terrains finement sableux sont recherchés pour la culture traditionnelle de petit mil, niébé, oseille de Guinée, pastèque. A la mise en jachère, le sol est souvent tassé et colmaté.

Sur ces terrains, un simple travail au Camel Pitter (l'appareil de sursemis australien) ne peut être efficace que s'il est effectué en saison sèche, avec semis de graines protégées par un traitement fongicide-insecticide et si possible avec enrobage. Un sursemis au Camel Pitter peut également être réalisé en saison sèche sur raies de sous-solage, bien qu'il semble préférable de semer en poquets à la houe à main aux premières pluies.

Si la pente est faible mais nette, un aménagement de banquettes peut être envisagé à la charrue tractée sur sous-solage préalable (figure 12.39). Des courbes de niveau, distantes de 10 à 15 mètres, sont matérialisées par 3 raies de sous-solage espacées de 1,50 mètre, puis la bande éclatée est labourée par 3 aller et retour de charrue bi-disque, le labour étant réalisé en banquettes alternées d'environ 50 mètres. Le sillon en amont des banquettes est essentiel car il s'avère que c'est à son emplacement que le gain de production se maintient au fil des années (figure 12.40).

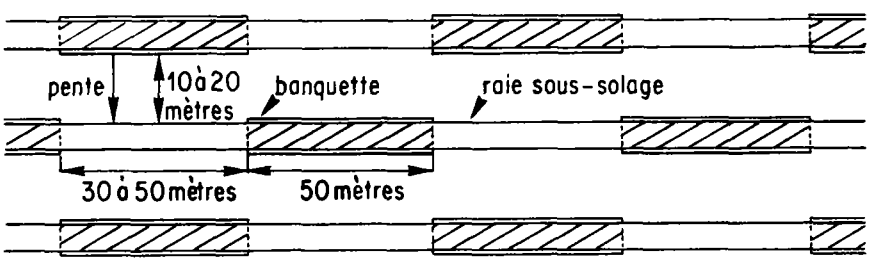


Figure 12.39. Plan d'aménagement d'un glacis par des banquettes.
Source : Boudet G. (1989), *op. cit.*

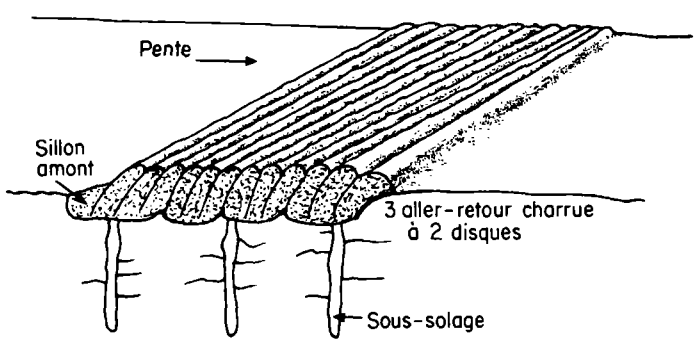


Figure 12.40. Schéma de banquette .
Source : Boudet G. (1989), *op. cit.*

Terrains à sables grossiers. Sur les dunes rubéfiées, des enclos en branchages d'épineux sont édifiés pour la culture traditionnelle des pastèques-fruits et pastèques-béref à graines comestibles. L'intensification agricole s'y développe avec l'irrigation par aspersion de maraîchage, de maïs. L'introduction de cultures fourragères dans l'assolement devrait y être vulgarisable très prochainement.

Ces terrains restent avant tout des parcours extensifs où, localement, un enrichissement floristique peut se justifier. Il peut être réalisé au Camel Pitter, de préférence sur un sol dénudé (surpâturage, feu accidentel, déficit hydrique).

Terres franches. Sur terrain meuble et non colmaté, le travail du sol peut être réduit au creusement de cuvettes à l'aide de disques excentrés. L'appareil de sursemis australien Camel Pitter procède ainsi. Pour améliorer la collecte de l'eau, il est cependant nécessaire de retourner la terre vers l'aval et donc de commencer le travail en tournant autour d'un point bas.

• **Préparation des semences**

La brièveté de la saison des pluies au Sahel fait que les plantes accomplissent leur cycle en 1 à 3 mois. Pendant les 9 mois de saison sèche qui séparent deux saisons des pluies, le stock semencier du sol va être soumis à un balayage continu par le vent et en proie, d'autre part, aux divers consommateurs primaires des sols. Cela conduit à procéder à des semis et à des sursemis pour restaurer le stock initial de semences et à introduire, ou réinstaller, des espèces productives et de qualité. Mais, le succès d'un semis dépend :
– de la qualité des semences,
– du mode de dispersion de ces semences.

Modalités de récolte. Les semences doivent être récoltées à un seuil de maturité satisfaisant : les panicules de Graminées sont à couper lorsque le quart environ des épillets se détache. Si les chaumes sont longs et souples, il est possible de les courber et de rassembler les inflorescences, la tête en bas, dans un sac de jute, où tomberont les épillets mûrs (*Andropogon gayanus, Panicum maximum*...).

Beaucoup de gousses de légumineuses ont une déhiscence brutale à maturité avec projection des graines. Les gousses presque mûres, reconnaissables à leur couleur, sont collectées de préférence le matin et ramassées dans un sac de jute où elles sèchent et éclatent. Les semences tombées au sol à maturité ont le meilleur pouvoir germinatif et il est préférable de les récolter par balayage avec ou sans fauchage préalable. Ceci est recommandé pour *Macroptilium* sp. et aussi pour la Graminée *Andropogon gayanus*.

Certaines graines sont recherchées par les fourmis et c'est particulièrement le cas pour *Stylosanthes* sp. Il est alors facile d'ouvrir les fourmilières et de collecter les infrutescences qui y sont stockées avec une forte proportion de graines fertiles.

Conditionnement des semences. Pour bien se conserver, les graines ne doivent pas contenir plus de 10 % d'eau. Elles sont de préférence séchées au soleil sur une bâche, ou à défaut dans un courant d'air chaud ou à l'étuve à 65 °C. Pour éviter leur réhumectation et même des moisissures, il est nécessaire de les stocker dans un sac hermétique (papier d'aluminium pour de faibles quantités, ou sachet en polyéthylène soudé à chaud), ou dans un magasin climatisé (par diminution conjointe de la température et de l'humidité).

Les graines de légumineuses sont stockées dans des bouteilles ou des bocaux pour de petites quantités afin d'éviter les attaques d'insectes. Un poudrage au Lindane élimine les insectes prédateurs.

Prétraitement des semences. Un prétraitement améliore le pouvoir germinatif des semences dures, en particulier pour les graines de Légumineuses. Parmi les diverses recettes de prétraitement testées, les suivantes peuvent être recommandées :

– La **scarification** a pour but d'éclater ou de rompre le tégument externe de la graine ; elle est obtenue en frottant les graines entre 2 feuilles de papier émeri fixées sur des planchettes ou entre une dalle cimentée et un morceau de parpaing. Pour des quantités importantes, la scarification peut être réalisée avec un polisseur à riz où l'écartement des lamelles de caoutchouc est réglé en conséquence. Cette technique mécanisée a été mise au point pour le traitement des semences de *Stylosanthes*. Ce traitement à sec peut être effectué bien avant le semis, mais il est recommandé de protéger les semences par une poudre fongicide pour limiter les contaminations.

Les semences barbues d'*Andropogon gayanus* et *Cenchrus ciliaris* sont préparées par pilonnage, dans un mortier de cuisine, d'un mélange de semences et de sable mouillé, jusqu'à décorticage d'une forte proportion de caryopses. Le mélange humide doit être semé à la main dès le lendemain.

Les semences de *Cenchrus ciliaris* peuvent être passées à la décortiqueuse villageoise à riz. Les caryopses dénudés se retrouvent à la sortie des sons avec des débris réduits en poussière, alors que barbes et gros débris d'enveloppes sortent au niveau "grains". Les sons sont alors vannés pour éliminer les poussières, et les caryopses peuvent être semés au Camel Pitter en les mélangeant à de la farine basse de riz.

Les semences d'*Andropogon gayanus* peuvent aussi être passées au moulin à mil en remplaçant la grille par un grillage à petites mailles rectangulaires. Les caryopses sont séparés des enveloppes en réglant convenablement la vitesse. Le procédé est intéressant et mérite d'être amélioré, en particulier pour limiter les brisures de caryopses.

– Le **trempage** dans de l'eau à température ambiante est pratiqué habituellement pendant une dizaine d'heures. Le trempage jusqu'à imbibition est poursuivi jusqu'à ce que les graines tombent au fond du récipient. Le semis direct ou en pépinière doit intervenir immédiatement après. Un semis mécanisé peut être envisagé à condition d'effectuer le trempage dans la journée et de le faire suivre d'un ressuyage sur un tamis pendant la nuit suivante.

– L'**ébouillantage** consiste à verser de l'eau portée à ébullition sur les graines qui restent immergées jusqu'à refroidissement de l'eau. Mais il est aussi possible de verser les graines dans l'eau bouillante qu'on laisse bouillir pendant la durée du traitement (1 à 3 minutes). On laisse ensuite tremper les graines jusqu'à refroidissement.

– L'**enrobage** est une technique industrialisée en Europe pour plusieurs sortes de semences. Les graines destinées à un semis en sec avant les pluies, en particulier lorsqu'elles ont subi une scarification, devraient être préalablement enrobées, avec adjonction d'un mélange fongicide-insecticide en poudre mouillable, à base de Lindane et de Manèbe par exemple. Pour les semences de Légumineuses, du phosphate bicalcique devrait également être incorporé au mélange (envion 500 g par kg de semences). La cohésion de l'enrobage est améliorée en ajoutant de la gomme arabique.

Pour semer les espèces dont les semences sont barbues, comme *Cenchrus ciliaris*, il est recommandé de faire un enrobage pour faciliter l'utilisation des semoirs. Dans une calebasse, une bouillie de terre argileuse est d'abord préparée. Les semences de *Cenchrus* sont alors incorporées à la boue liquide et le tout est malaxé à la main jusqu'à l'obtention de petites boulettes de quelques millimètres de diamètre, à l'instar de la préparation du couscous familial. Ces boulettes sont ensuite mises à sécher au soleil.

• Exploitation modérée de saison des pluies

Au cours de la saison des pluies, de la mi-juillet à fin septembre, les pailles résiduelles moisissent et disparaissent après les premiers orages ; les troupeaux doivent glaner les jeunes pousses qui se développent plus vite dans des sites favorisés. De bons résultats zootechniques ont été obtenus avec une charge de 5 à 7 ha·UBT^{-1}, une unité de bétail tropical équivalent à une demi-UGB.

Au cours de la transhumance, les pasteurs remontent vers le nord en suivant le front de verdure qui se développe après l'arrivée des pluies. La charge en bétail est alors relativement faible, à l'exception toutefois des alentours des mares fréquentées successivement par différents groupements d'éleveurs qui pourtant empruntent leur propre circuit.

• Adéquation de la charge de saison sèche au stock fourrager

C'est le principe essentiel d'une bonne gestion des parcours. Le stock fourrager constitué en fin de période de croissance s'amoindrit au cours de la saison sèche, du fait du transport par le vent et de la consommation des différents phytophages. Même sans l'intervention des herbivores domestiques, la phytomasse herbacée diminue de moitié en 6 mois. La fréquentation par les troupeaux entraîne des bris de pailles et l'enfouissement de près du tiers de la masse de pailles résiduelles. Enfin, il s'avère qu'un reliquat de pailles de 300 kg·ha^{-1} asssure un stockage et un captage de semences qui garantissent une bonne reconstitution du couvert herbeux.

Aussi estime-t-on que seul le tiers du stock fourrager de début de saison sèche est consommable par le bétail. Ce dernier consomme en moyenne 2,5 kg de fourrage sec par jour par 100 kg vif, et il devient donc facile d'évaluer la charge optimale de saison sèche. Ces perspectives sont à l'origine de projets d'alerte précoce sur l'état de dégradation prévisible et de suivi de production des parcours.

La production estimée des parcours n'est pas automatiquement un bon indicateur de leur état évolutif. La composition botanique des parcours, par contre, reflète un état d'équilibre ou de déséquilibre avec les pluies, la fertilité des sols et l'intensité du pacage. Un surpâturage se traduit par l'élimination des bonnes espèces fourragères, surtout des vivaces, alors qu'en année de bonne pluviosité, la production d'une espèce résiduelle comme *Cenchrus biflorus* peut demeurer élevée sur un parcours surexploité.

• Protection contre les feux

Le feu poussé par les vents de saison sèche (harmattan) progresse vite dans la steppe sahélienne constituée de pailles fines relativement serrées. Il peut s'éteindre de lui-même lorsque la nappe herbacée est discontinue, ce qui se produit lorsque la production de paille est inférieure à 1 000 kg·ha^{-1}. C'est à partir de là qu'il y a risque de feux et qu'il est nécessaire de prévoir des mesures de protection.

Les feux sont rarement allumés par malveillance, comme par exemple à la suite de conflits pour l'usage de points d'eau permanents. Les feux sont habituellement accidentels et d'origine variée : feux de campements provisoires mal éteints, allumettes ou pipes des voyageurs, bourres d'infrutescences de Graminées s'enflammant contre le pot d'échappement des véhicules...

La lutte contre les feux nécessite l'entretien de réseaux de pare-feu. Ceux-ci doivent être surtout considérés comme des chemins d'accès facilitant la mise en place de contre-feux en cas d'incendie. Ils peuvent être nettoyés à la niveleuse à lame ou "*grader*", au traîneau en barres métalliques, ou à la sarcleuse à traction animale. Ils sont

plus efficaces si 2 bandes nettoyées sont séparées par un espace de 10 mètres, où les pailles seront brûlées de préférence en soirée, en profitant de l'accalmie du vent.

• Réservation de parcours pour la saison chaude

Des essais de charge sur parcours sahéliens ont montré que la réservation de pailles sur pied pour les 3 mois les plus chauds, et de préférence à faible distance d'un point d'abreuvement, a réduit la perte de poids des animaux en croissance. Sans cela, celle-ci peut dépasser 10 % et entraîner des mortalités.

Des réservations furent réalisées par des coopératives d'éleveurs dans la région de Gao au Mali. Elles étaient respectées par les coopérateurs mais les étrangers préféraient être verbalisés par les patrouilleurs de la coopérative en considérant l'amende versée comme un droit de pacage.

• Mises en défens pluriannuelles

A Kaédi, en Mauritanie, au bout de 3 ans, les ligneux en place présentent un beau développement et quelques espèces annuelles, Graminées et Légumineuses écologiquement adaptées, commencent à s'implanter. Cependant, la recolonisation des terrains dénudés n'est effective qu'après des interventions de restauration de parcours.

La mise en défens pluriannuelle pose un problème délicat de mise en place, car elle est difficile à intégrer dans le mode de vie des pasteurs sahéliens et dans leur approche de l'appropriation de la terre et de la végétation (voir chapitre 13). Il est préférable de la faire porter sur des surfaces réduites à proximité des villages, et il faut qu'*un, au moins, des membres de la communauté soit investi de la charge de gardien.*

Les parcelles de quelques hectares doivent être clôturées avec du grillage Ursus, qui est fabriqué localement à Nouakchott. Ce grillage, d'une hauteur de 1,50 m, est tendu sur des piquets métalliques distants de 10 m ; des piquets de tension en poutrelles profilées en I et scellées au béton sont disposés à chaque coin de parcelle et au milieu du grand côté (intervalle de 100 m). Le prix de revient de cette clôture est de 20 000 FF (1988), soit 33 FF le mètre courant. Les chevreaux parviennent malgré tout à se glisser à travers les mailles rectangulaires. Aussi a-t-on tenté d'obstruer ces mailles inférieures avec des branchages épineux. Grâce à une autorisation de coupe du service de défense et de protection de la nature, des branches d'*Acacia ehrenbergiana* ont été fixées sur la partie inférieure du grillage, mais dans les zones sensibles cela favorise le piégeage du sable, qui constitue en deux ans un bourrelet de plus d'un mètre neutralisant la clôture.

Une clôture de 1,30 m, associant un grillage "poulailler" de 90 cm sous-tendu par 3 rangs de barbelés et surmonté d'un quatrième rang de piquets en fer cornière de 2 m, équidistants de 6 m, alternant avec des chevrons de bois, longs d'un mètre et larges de 5 cm, a un coût du même ordre de grandeur, mais n'est pas non plus totalement efficace, car les chevreaux se glissent en dessous.

Ce type de grillage, comme les piquets de fer, est sensible à la rouille dans les zones inondables et exige de lourds frais d'entretien qui s'ajoutent au gardiennage.

Dès la première saison des pluies, l'absence de bétail et donc de broutage provoque une véritable explosion de la croissance des végétaux ligneux en place, de grosses cépées rejetant de souches ; *Acacia ehrenbergiana, A. nilota, A. albida, Bauhinia rufescens, Ziziphus spina-christi.* Par contre la reprise du couvert herbacé est beaucoup plus discrète.

En saison des pluies, le sable de surface, déstabilisé par suite de l'absence de ra-

cines et collets de plantes herbacées, se déplace au gré des vents, constituant des bourrelets et même des nebkas, tantôt d'une côté, tantôt de l'autre, le reste du terrain étant véritablement balayé et dégagé de tous matériaux meubles.

Quelques plants réussissent pourtant à s'installer : *Corchorus fascicularis, Indigofera senegalensis, Tribulus terrestris*, avec 430 kg MS·ha^{-1} contre 160 hors clôture. A la troisième année, l'effet clôture se traduit en plus par un enrichissement floristique avec réapparition d'espèces liées aux conditions stationnelles : *Aristida funiculata, Enneapogon desvauxii, Eragrostis pilosa, Schoenefeldia gracilis*. En même temps, les nebkas et cordons sableux s'émoussent et sont colonisés par une nappe de *Cenchrus biflorus* et de *Tragus berteronianus*.

4.1.3. Règles de la restauration des savanes sèches

Des "tables de la loi" pour une gestion rationnelle des parcours sahéliens pourraient être aisément promulguées :

- exploiter modérément les parcours avec une charge faible en saison des pluies ;
- adapter la charge de la saison sèche au stock fourrager de l'année ;
- protéger contre les feux les parcours desservis par des points d'abreuvement permanents fréquentés en saison sèche ;
- réserver des parcours (stock de paille sur pied) pour la période chaude de la fin de saison sèche ;
- mettre en défens 3 à 5 ans les parcours appauvris pour permettre la régénération des ligneux et des herbes vivaces, dans une opération de réhabilitation.

4.2. Savanes humides[7]

Dans les savanes humides, la biomasse épigée de la strate herbacée peut atteindre 15 t MS·ha^{-1} ; elle diminue quand l'altitude augmente et quand les précipitations ou les températures diminuent. Cette végétation est dominée par *Andropogon gayanus, Hyparrhenia diplandra, H. filipendula, Panicum phragmitoides, Loudetia kagerensis* ; les espèces ligneuses sont toujours présentes.

Une exploitation équilibrée, consommant les 2/3 de la biomasse herbacée et faisant intervenir des feux périodiques, permet de maintenir le niveau optimal de production de ces savanes.

4.2.1. Dégradation des savanes humides

• **Par sous-pâturage**. Sous l'action d'un sous-pâturage, consommation insuffisante ou raréfaction des feux, la savane est progressivement envahie par les ligneux sous le couvert desquels les espèces les plus productives disparaissent au profit de sciaphytes peu productives. La production globale de ces savanes est ainsi proportionnelle au couvert ligneux (figure 12.41). La production et la valeur du tapis végétal diminuant, la charge potentielle décroît aussi, ces pâturages sont négligés, les mises à feu abandonnées et le couvert ligneux augmente.

Lorsque le couvert est important, la mouche tsé-tsé s'introduit à partir des galeries et interdit pratiquement l'accès de ces savanes boisées au bétail. Le terme de l'évolution est une forêt claire sur strate herbacée, puis une forêt secondaire.

7. Section largement appuyée sur les travaux de Georges Rippstein au CIRAD-EMVT.

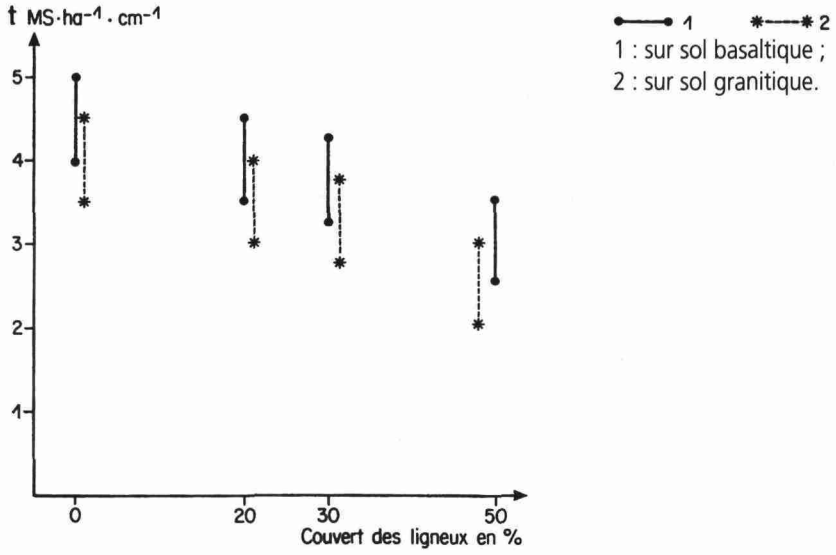


Figure 12.41. Variation de la production des savanes humides avec l'importance de la strate arborée au Cameroun.

Source : redessiné d'après Rippstein G. (1985), *Étude sur la végétation de l'Adamaoua*, Études et synthèses n°14, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 370 p.

• **Par surpâturage**. Le surpâturage, correspondant à une consommation supérieure aux 2/3 de la biomasse herbacée aérienne, entraîne aussi une dégradation d'ensemble. Dans un premier temps, les meilleures espèces, *Hyparrhenia diplandra, Andropogon schirensis, Panicum phragmitoides*, les plus consommées, disparaissent tandis que les moins bonnes (*Hyparrhenia filipendula, Ctenium newtonii*) négligées par le bétail, augmentent. La contribution de *Brachiaria brizanta*, très bonne espèce, augmente aussi beaucoup dans un premier temps, car son port prostré est favorisé par le piétinement ; elle peut maintenir la valeur pastorale du pâturage à un niveau assez élevé, mais son importance traduit le début de la dégradation et un bon potentiel de restauration.

Dans un second temps, le piétinement, l'arrachage des souches, aussi bien par les pieds que par les dents des animaux, l'épuisement des espèces, et par suite leur mort ouvrent le tapis végétal et mettent le sol à nu, qui perd alors sa structure sous l'impact des pluies. L'ouverture augmente, une érosion peut démarrer, surtout si le terrain est en pente. La valeur de la végétation diminue de plus en plus et son exploitation régresse, les feux sont abandonnés, et dès lors l'embroussaillement apparaît et s'accélère progressivement. A terme, une forêt secondaire est le stade ultime de l'évolution lorsque l'érosion n'est pas trop rapide.

4.2.2. Règles de restauration des savanes humides

Le maintien ou la restauration du potentiel pastoral des savanes humides suppose le respect des règles suivantes :

• maintien d'un couvert ligneux ouvert inférieur à 50 % et si possible de l'ordre de 25 % ;
• observation d'un repos périodique annuel et d'une rotation ;
• maintien d'une charge "optimale" consommant les 2/3 de la biomasse herbacée en saison humide et réduite de moitié en saison sèche ;
• suppression momentanée de la consommation des repousses après un feu, une fauche ou une surconsommation de saison sèche.

4.2.3. Mise en œuvre

Pour atteindre ces objectifs, on utilisera des feux précoces 1 an sur 2 (voir chapitre 7) sur les formations dont la végétation est la plus claire, et des feux tardifs sur celles dont la végétation est la plus dense et la plus envahie par les ligneux. Ces feux seront mis à des végétations herbacées non pâturées au cours de la saison des pluies précédente, de manière à avoir une efficacité maximale. De toutes manières, une surveillance attentive s'impose pour éviter les débordements souvent dramatiques des incendies, surtout par grand vent.

La rotation peut être obtenue par une division en parcs dans les exploitations du type ranch, mais aussi par le gardiennage des troupeaux, les gardiens orientant leurs animaux dans telle ou telle partie, et interdisant l'accès à telle ou telle autre. Les problèmes relatifs au contrôle de la charge sont plus difficiles à maîtriser, les éleveurs ayant une tendance très nette à augmenter la taille de leurs troupeaux, et la surcharge permanente des savanes étant la cause la plus importante des dégradations, surtout à proximité des villages et des points d'eau.

5. PRINCIPE CENTRAL DE L'AMÉLIORATION DES PÂTURAGES

A plusieurs reprises, il a été souligné que le "bon état" d'un pâturage constituait un équilibre "métastable" de la végétation. Équilibre qui résulte d'un jeu d'action-réaction entre deux "forces" contraires :

- une tendance "naturelle" vers le climax, c'est-à-dire vers une végétation spontanée en équilibre avec le climat, le sol et la pression naturelle des animaux sauvages, et dans laquelles l'action humaine reste ténue ;
- une pression pastorale qui se traduit par un prélèvement sur la végétation, qui peut être important, par les herbivores du troupeau.

Le pâturage en bon état correspond à un équilibre productif entre ces deux tendances. Lorsque l'une d'elles prend trop d'importance, donc dans les cas de sous-exploitation si c'est la première, de surexploitation si c'est la seconde, la végétation subit une restructuration, généralement moins productive si elle n'est pas accompagnée de mesures d'ajustement. Cette modification est d'autant plus importante que les écarts sont plus accentués, que sa durée est prolongée et que les mesures d'accompagnement sont plus réduites.

Une étude régionale permettra de comprendre la dynamique générale des pâturages et de les rattacher à l'une des 5 catégories suivantes :

I = très bon état
II = bon état
III = état moyen
IV = dégradés
V = très dégradés

La quantité d'énergie à investir (en travail, en argent, en produits) pour remonter les pâturages d'une classe dans la précédente est d'autant plus forte que la dégradation est plus accentuée.

Le principe[8] central de l'amélioration des pâturages se rassemble dans les règles

8. Principe : **règle d'action** s'appuyant sur un jugement de valeur et constituant un modèle en s'exprimant par des règles ou des lois (*Le Robert*).

suivantes, qui orientent les efforts à entreprendre selon l'énergie à investir et l'augmentation relative de production à espérer :

1. Les pâturages de la classe V sont laissés à leur sort.

2. Le premier effort consistera à remonter les pâturages :
– **a.** d'abord de la classe III dans la II,
– **b.** puis ceux de la classe IV dans la III,
– **c.** enfin ceux de la classe II dans la classe I.

3. Le second effort consistera à empêcher toute redescente d'une classe dans la classe inférieure.

Ainsi, le tableau 12.11 rassemble les chiffres des enquêtes agricoles effectuées en Grande-Bretagne.

Tableau 12.11. Répartition des différents types de pâturages en Grande-Bretagne.

Classe	1939	1959	Différence
I	3	8	+ 5
II	7	12	+ 5
III	25	22	– 3
IV	53	46	– 7
V	12	12	0

L'évolution des pâturages entre ces deux dates correspond à une amélioration qui se traduit par un gain de 10 point des classes I et II. Elle peut aisément être interprétée comme une application du principe qui vient d'être énoncé :

- conformément à la règle 1, la classe V n'a pas bougé ;
- une application de la règle 2a fait passer 10 des parcelles de III en II ;
- 7 des parcelles relevant de la classe IV ont été montées dans la classe III ; c'est l'application de la règle 2b ;
- une application de la règle 2c fait passer 5 des parcelles de II en I ;
- l'ensemble des variations observées traduit l'application réussie de la règle 3.

Tout l'ensemble du chapitre n'a fait qu'exposer comment suivre ou provoquer cette évolution dans diverses situations biogéographiques.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉES

Aïdoud A. et Nedjraoui D. (1992), "The steppes of alfa (*Stipa tenacissima* L.) and their utilisation by sheeps", in *Plant animal interactions in mediterranean-type ecosystems*, Costas et Thanos (eds.), compte rendu de la 6e conférence sur les écosystèmes de climat méditerranéen, MEDECOS VI, Montpellier, 62-67.

Balent G. (1986), "Modélisation de l'évolution des surfaces pastorales dans les Pyrénées centrales. Mise au point d'un référentiel microrégional de diagnostic au niveau de la parcelle", *Cahiers Rech. Dev.*, 9-10 : 92-99.

Balent G. (1987), *Structure, fonctionnement et évolution d'un système pastoral*, thèse, Rennes I, 146 p.

Boudet G. (1989), "Évolution de la végétation des parcours sahéliens et possibilité de réhabilitation", *Fourrages*, 120 : 401-416.

Boudet G., Carrière M., Christy P., Guérin H., Le Jan C., Cheikh A.W., Promtep S. et Reiss D. (1989), *Pâturages et élevage au sud de la Mauritanie. Étude intégrée sur les pâturages, leur conservation et leur restauration*, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 282 p.

Boudet G., César J., Giovannozzi G. et Grego S. (1991), *Semi-intensification de la*

production fourragère par restauration de jachères et de parcours en vallée du Sénégal, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 51 p.
Boudet G., Diatta A. et Mandret G. (1988), *Restauration des parcours sahéliens au Sénégal*, IEMVT, Maisons-Alfort, 49 p.
Boutonnet J. (1989), *La Spéculation ovine en Algérie. Un produit clé de la céréaliculture*, Économie et sociologie rurale, ENSA, Montpellier, n° 90, 45 p + annexes.
Kaabèche M. (1990), *Les Groupements végétaux de la région de Boussaada (Algérie). Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb*, thèse, Paris-Sud Orsay, 104 p. et annexes.
L'homme G. et Couhert J. (1986), "Mise en valeur pastorale à la SICA de Garnier. Estive et développement rural dans le Forez", *Fourrages*, hors-série : 119-128.
L'homme G. (ed.) (1987), *Mieux utiliser les estives*, ENITA, P.R. du Forez et FIDAR, Lempdes, 200 p.
Loiseau P. (1991), "Diagnostic appliqué à la gestion des pâturages de montagne", *Fourrages*, 125 : 41-59.
Loiseau P., Ignace J. et L'homme G. (1987), "Extension et amélioration d'une estive sur lande à callune", *Fourrages*, 112 : 363-381.
Melzi S. (1992), "Évolution du processus de la désertification dans la région présaharienne", Actes du premier séminaire maghrébin sur la biologie et l'écologie des zones arides, Naâma, 1991, *Biocénoses* à paraître.
Nedjraoui D. (1988), *Adaptation de l'alfa (*Stipa tenacissima *L.) aux conditions stationnelles*, thèse, université H. Boumediene, Alger, 256 p.
Rippstein G. (1986), *Étude sur la végétation de l'Adamaoua, Evolution, conservation, régénération et amélioration d'un écosystème au Cameroun*, Pub. Spéc., I.R.Z. n° 5, IEMVT, Maisons-Alfort, 370 p.
URBT (1991), *Rapport phytoécologique et pastoral. Wilaya de Biskra Daïra de Ouled Djellal*, URBT Alger. 149 p + cartes + annexes.
Williams G. (1983), "Le contrôle de la fougère aigle dans les pâturages", *Fourrages*, 112 : 383-397.

QUELQUES QUESTIONS ET EXERCICES

1. Connaissez vous le climax de l'endroit où vous êtes en ce moment ?

2. Qu'est-ce qu'une perturbation forte pour un système "métastable" ?

3. Est-il toujours facile de distinguer la surexploitation de la sous-exploitation ? Peuvent-elles coexister dans le même système pastoral ?

4. Dans quels cas une végétation qui change beaucoup au cours de l'année peut-elle être considérée comme en équilibre ?

5. Pour restaurer les pâturages d'une région par lesquels faut-il commencer ?

6. Comment les espèces annuelles interviennent-elles dans la valeur pastorale d'une steppe ?

7. Décrivez les "diguettes" et expliquez leur usage.

8. Les savanes arborées sont-elles plus productives que les savanes claires ?

9. Expliquez si le climax est très productif.

10. Comment faire disparaître les broussailles d'un pâturage dégradé sans débroussaillant ni machine ?

11. Qu'est-ce qu'un "sursemis" ?

12. Explicitez les avantages et les inconvénients d'une "mise en défens".

13. On dit que le succès d'une amélioration pastorale dépend de la stratégie d'utilisation de tous les facteurs de production, avant, pendant et après la transformation. Que pensez-vous de ces affirmations ? Trouvez, dans votre secteur d'activité, des exemples les confirmant en totalité ou en partie.

14. En quoi le débroussaillement mécanique peut-il être dangereux ? Quelles sont les limites agronomiques de son utilisation ?

15. Pourquoi la mise en place d'un plan de rénovation pastorale doit-il être accompagné et suivi d'un "pilotage" ?

16. L'utilisation du feu peut être la meilleure et la pire des techniques sous des contextes agro-climatiques différents. Pourquoi ? Donnez des exemples de bonne et de mauvaise utilisation.

17. Quels rapports y a-t-il entre la mouche tsé-tsé et la dynamique évolutive de la savane ?

Chapitre 13

QUELQUES ASPECTS JURIDIQUES DU PASTORALISME

1. LES OUTILS JURIDIQUES POUR LA MAÎTRISE DU FONCIER DANS LES RÉGIONS PASTORALES FRANCAISES

Le développement du pastoralisme en France dépend de la volonté des utilisateurs et des propriétaires de se structurer pour arriver à une meilleure gestion de l'espace.

Les régions pastorales se situent souvent en montagne ou en zones défavorisées, c'est-à-dire dans des régions où la déprise agricole a été et reste très importante : les propriétaires fonciers sont très nombreux et ne sont plus éleveurs. Il faut donc assurer aux utilisateurs une bonne stabilité foncière mais aussi organiser et aménager le territoire pastoral afin d'avoir une gestion cohérente.

Le législateur a mis en place tout un dispositif juridique pour permettre à la fois la maîtrise du foncier et l'organisation collective des éleveurs et des propriétaires.

1.1. Assurer la sécurité foncière

1.1.1. Les contrats de location

• **Le bail à ferme ou fermage**. C'est un contrat entre un propriétaire (le bailleur) et le fermier par lequel le bailleur loue pour une durée déterminée un fonds agricole moyennant le paiement d'un loyer appelé fermage, calculé en quantité de denrées comprises dans une fourchette définie par arrêté préfectoral.

La durée minimale du bail est de 9 ans mais il se prolonge par "tacite reconduction". Les principales caractéristiques de ce contrat sont :

– Il est soumis au statut du fermage.

– Le bail écrit est une règle de preuve de son existence, mais ce n'est pas une règle de fond.

– Le fermier peut avoir droit à une indemnité pour les améliorations du fonds qu'il a apporté au bien loué (drainage).

– Le fermier bénéficie du droit de préemption en cas de vente du fonds loué.

• **Le bail à long terme**. La loi du 31/12/70 révisée par celle du 15/07/75 et par la loi d'orientation du 4/07/80 garantit au preneur une installation durable sur les biens loués par des baux de longue durée. Ils ont 3 formes :
– bail à 18 ans, renouvelé tacitement par périodes de 9 ans ;
– bail à 25 ans, pas de renouvellement automatique ;
– bail de carrière institué depuis la loi de 1980 ; durée minimale 25 ans. Il prend fin lorsque le preneur atteint l'âge de la retraite.

Par rapport au bail standard, les baux à long terme présentent un certain nombre de particularités :

– Ils doivent nécessairement être explicites, donc écrits.

– Un état des lieux contradictoire est obligatoire avant l'entrée en jouissance du preneur.

– Ils sont exonérés de la taxe de publicité foncière mais sont soumis à la formalité de la publicité foncière à la conservation des hypothèques.

– Les droits de successions dont ils sont grévés sont réduits de moitié.

– Le renouvellement du bail est soumis à un régime particulier.

• **Le bail emphytéotique**. C'est un bail de très longue durée, de 18 à 99 ans, qui confère au preneur un droit réel sur le fonds. Il doit être publié à la conservation des hypothèques et n'est pas soumis au statut du fermage.

• **La vente d'herbe**. C'est un accord tacite entre un propriétaire et un éleveur pour réaliser une récolte sur pied ou vente d'herbe. Le statut du fermage lui est applicable.

Cette situation issue de la tradition est un véritable obstacle à tout progrès, personne ne voulant réaliser les améliorations foncières nécessaires du fait de l'absence de sécurité.

• **Les baux pastoraux**. Par application de la loi du 3/1/72 relative à la mise en valeur pastorale dans les régions de montagne des **groupements pastoraux** peuvent être créés en vue de l'exploitation des pâturages situés dans ces régions. Leur statut juridique est variable : société, association, syndicat, groupement d'intérêt économique.

Les terres à vocation pastorale des zones montagnardes peuvent donner lieu à trois types de contrats pour leur exploitation, soit des baux ruraux (de droit commun) mais aussi des contrats dans le cadre d'une convention départementale, soit enfin des conventions pluriannuelles de pâturage. Ces conventions peuvent prévoir des travaux d'aménagement, d'équipement ou d'entretien qui seront en conformité avec des limites particulières fixées par un arrêté préfectoral après avis de la chambre d'agriculture.

Cette procédure permet de débloquer certaines situations pour des biens indivis par exemple. Mais elle est moins favorable au preneur qu'un bail. En effet, celui-ci n'a pas droit au renouvellement automatique et ne bénéficie pas du droit de préemption en cas de vente de fonds.

• **Les baux des collectivités publiques**. Les baux consentis sur le domaine de l'État, des départements, des communes et des établissements publics sont soumis au statut du fermage. Toutefois, le bailleur peut s'opposer au renouvellement du bail en faisant connaître au preneur, 18 mois avant la fin du bail, sa décision d'utiliser le bien loué à une fin d'intérêt général.

Le preneur est privé de son droit de préemption en cas de vente à un organisme

ayant un but public et le bail peut être résilié en tout ou partie lorsque les biens loués sont nécessaires à la réalisation d'un projet d'intérêt public.

1.1.2. Améliorer l'organisation foncière du territoire pastoral

L'association foncière pastorale (appelée souvent AFP) est une personne morale constituée entre des propriétaires de terres situées en zone de montagne ou en zone pastorale en vue de favoriser le regroupement, l'aménagement, l'entretien de ces terres et de contribuer au maintien et au développement de la vie rurale. C'est une forme particulière d'association syndicale.

La loi prévoit trois catégories d'associations foncières :

• l'association foncière **libre** constituée par le consentement unanime des propriétaires sans aucune intervention de l'administration (loi du 21/06/1865) ;

• l'association foncière **autorisée** constituée sous le contrôle de l'administration à l'initiative des propriétaires intéressés qui sollicitent l'intervention du préfet ; par arrêté, le préfet soumet le projet à une enquête administrative, mais il ne peut autoriser l'association que si certaines conditions sont remplies ; en particulier, le projet doit être approuvé par la majorité des propriétaires représentant au moins la moitié des superficies ; lorsque les collectivités territoriales participent à l'association, il suffit qu'elles représentent 50 % de la surface pour que l'association soit créée ;

• l'association foncière **forcée** est constituée d'office par le préfet lorsque l'état d'abandon des fonds ou le défaut d'entretien est de nature à constituer un danger.

L'association foncière pastorale a pour objet d'assurer l'aménagement, l'entretien et la gestion des ouvrages collectifs permettant une bonne utilisation des fonds (travaux nécessaires à l'amélioration ou à la protection des sols, mise en valeur des fonds). Elle peut exploiter directement les terres qu'elle a rassemblées et aménagées ou conférer l'usage des terres à des tiers, par exemple en location à des groupements pastoraux. Ses statuts doivent définir les pouvoirs dont elle dispose.

Ses ressources résultent des taxes et des cotisations dues par les propriétaires, auxquelles il faut ajouter les subventions et les aides publiques. Les dépenses sont réparties entre les propriétaires ; parfois des collectivités territoriales étrangères à l'AFP peuvent participer aux dépenses, la quote-part qui incombe à chaque collectivité est fixée par un arrêté.

1.2. Organisation collective des éleveurs

Plusieurs modes d'organisation collective peuvent être envisagés pour une meilleure utilisation du foncier et permettre une gestion correcte des troupeaux.

1.2.1. L'association type loi 1901

L'association est la convention par laquelle deux ou plusieurs personnes physiques ou morales mettent en commun d'une façon permanente leurs connaissances ou leur activité dans un but autre que de partager des bénéfices. Elle se crée par déclaration à la préfecture. En cas de dissolution, les associés ne reprennent que leurs apports personnels.

L'association est dotée d'une personnalité morale mais n'est dotée que d'une capacité juridique réduite. Elle peut bénéficier d'apports, de cotisations, recevoir des subventions, elle n'est soumise à l'impôt que si elle réalise des opérations de caractère lucratif.

1.2.2. Le syndicat

Les syndicats sont des associations professionnelles dont le but est de défendre les intérêts de leurs adhérents qui exercent le même métier. Ils sont réglementés par la loi du 21/03/1884, complétée par celle du 12/03/1920. Il ne peut avoir pour objet que l'étude et la défense des intérêts économiques, sociaux, moraux, industriels, commerciaux et agricoles de ses membres.

En principe, un syndicat ne peut être constitué qu'entre personnes exerçant une même profession ou des professions similaires ; l'adhésion et le retrait sont totalement libres.

Pour fonder un syndicat, il suffit :
– de rédiger les statuts ;
– de désigner les personnes chargées de l'administration du syndicat ;
– de déposer les statuts et la liste des administrateurs à la mairie du lieu du siège du syndicat.

Les syndicats jouissent de la personnalité morale. Ils peuvent accomplir tous les actes juridiques relatifs à la gestion de leur patrimoine et à la défense des intérêts professionnels. Ils peuvent protester et se défendre en justice. Leur capacité juridique est plus grande que celle de l'association.

• **Les statuts**. Ce sont les statuts qui règlent la vie et le fonctionnement du syndicat ; ils doivent être respectés par tous les adhérents. Ils stipulent en particulier : le nom et la durée du syndicat, ses buts et les moyens à utiliser pour les atteindre ; ils fixent son fonctionnement ; ils peuvent être complétés par un règlement intérieur.

• **Fonctionnement**

Conseil d'administration. Le syndicat est administré par son conseil qui délègue généralement ses pouvoirs au président. Il se réunit chaque fois que cela est nécessaire pour assurer le bon fonctionnement du syndicat (contrôle des différentes actions engagées, admissions, exclusions, problèmes techniques). Il est généralement renouvelable par fraction. Les fonctions d'administrateurs sont gratuites.

L'assemblée générale. Elle regroupe tous les adhérents, une ou deux fois par an, selon les dispositions des statuts et a pour objet d'examiner, d'approuver ou de rectifier les comptes, d'adopter des motions, d'élire les membres du conseil d'administration. Chaque syndiqué dispose d'une voix lors des votes.

L'assemblée générale extraordinaire. Elle peut être convoquée pour des motifs graves : dissolution, modifications des statuts ; les décisions doivent alors être prises à la majorité des deux tiers.

Ressources. Les syndicats n'ont pas de but lucratif, cependant toute action syndicale demande des ressources ; elles proviennent des cotisations des membres, des dons, legs et subventions, des intérêts des capitaux placés. Les syndicats ne peuvent distribuer à leurs membres les excédents de recettes ; ceux-ci doivent constituer des réserves, servir à l'achat de matériel ou être distribués à des œuvres d'intérêt général intéressant la profession agricole (coopératives, mutuelles...). Ils sont exonérés de l'impôt sur les sociétés pour les opérations faites avec les adhérents.

Dissolution. Elle peut être prononcée par une assemblée générale extraordinaire conformément aux précisions des statuts. Les biens du syndicat sont alors affectés à une œuvre d'intérêt agricole.

• **Conclusion**. Les syndicats agricoles sont à l'origine de toutes les associations professionnelles ; ils permettent d'apporter des solutions aux problèmes d'ordre technique et contribuent à la formation professionnelle de leurs adhérents. Tout adhérent à un syndicat doit faire preuve d'esprit syndical : il doit assister aux réunions, payer sa cotisation, faire passer l'intérêt général avant l'intérêt particulier ; de lui dépend l'action du syndicat.

1.2.3. Les sociétés

Les sociétés sont des personnes morales dont les membres ont décidé par contrat, de mettre quelque chose en commun, des biens, du travail, dans le but d'exercer une activité économique. A la différence des associations, les sociétés sont donc des groupements ayant pour but d'exercer une activité productrice en faisant ou non des bénéfices. On distingue généralement :
– les sociétés civiles,
– les sociétés commerciales,
– les sociétés coopératives agricoles.

• **Les sociétés civiles**. Ces sociétés n'ont pas le droit d'avoir une activité commerciale ; elles ne font que des opérations civiles, en particulier des opérations immobilières et agricoles. Elle se caractérise par son objet qui doit être purement civil. C'est toujours une société de personnes, jamais une société de capitaux. Certaines des sociétés civiles répondent particulièrement aux besoins de l'agriculture : les GFA, les GAEC, les groupements forestiers, etc.

• **Les sociétés commerciales**. Elles ont seules le droit de faire des opérations commerciales. On distingue, mais de façon moins nette depuis 1966 :
– la **société de personnes**, dans ce cas, le contrat constitutif repose sur la considération, la connaissance des associés. Le capital mis en commun est divisé en parts sociales ;
– la **société de capitaux**, la personnalité des sociétaires ne joue aucun rôle ; seuls comptent les capitaux qu'ils apportent.

• **Les sociétés coopératives agricoles**. Elles ont pour fonction la gestion des intérêts économiques des agriculteurs alors que les syndicats s'occupent de la défense des intérêts de la profession. Mais elles doivent rester des moyens au service des agriculteurs et non devenir des fins en elles-mêmes.

Les deux principaux textes régissant les sociétés coopératives agricoles sont la loi du 10/09/1947, portant statut de la coopération agricole et celle du 27/07/1972 qui renouvelle leur statut juridique. "*Les coopératives ont essentiellement pour but de réduire, au bénéfice de leurs membres et par l'effort de tous, le prix de revient ou le prix de vente de certains services, en assumant les fonctions d'entrepreneurs ou d'intermédiaires dont la rémunération grèverait le prix de revient*" (article I du statut).

La coopérative agricole est une société de personnes à capital variable. On ne peut l'assimiler à une société civile ou commerciale car elle dispose d'un statut particulier et unique quelle que soit son activité ou sa taille. L'adhésion est liée à l'agrément du conseil d'administration. Elle ne peut admettre de capitaux non agricoles et ne peut changer de forme juridique.

L'adhésion donne au coopérateur le droit de participer à la marche de la coopérative, le droit à l'information et un droit sur les excédents (sous forme de ristourne). Elle l'oblige à respecter ses engagements. En contrepartie, les adhérents, appelés **associés coopérateurs**, acceptent un double engagement :

– utiliser les services de la société pour une durée déterminée,
– souscrire une quote-part du capital en fonction de cet engagement d'activité.

Ils sont civilement responsables d'une fraction des dettes ou obligations de leur coopérative, nées avant leur départ. Toutes les parts ont la même valeur quelle que soit la date de souscription (minimum fixé à 10 F, mais le nombre de parts par exploitation doit être proportionnel à sa taille ou à son niveau d'engagement dans la coopérative).

Depuis 1972, sur décision d'une assemblée générale extraordinaire, il peut être admis des associés non coopérateurs dont la liste limitative est fixée par la loi (anciens coopérateurs, salariés de la coopérative agricole, caisse de crédit agricole, chambre d'agriculture, GIE agricole, institut de développement industriel). Ils peuvent participer à la marche de la coopérative mais leur présence est pondérée. Ils sont tenus informés comme les autres associés mais n'ont pas droit aux ristournes annuelles.

En résumé, la coopérative agricole est :
– une société de personnes capables de contrôler les nouvelles adhésions,
– une société protégée contre l'influence des capitaux non agricoles et qui ne peut changer de forme juridique,
– une société qui ne peut traiter plus de 20 % de son chiffre d'affaire avec les non-adhérents.

Elle offre ainsi le maximum de garanties juridiques de maintenir le pouvoir entre les mains des agriculteurs qui l'ont créée et l'utilisent. Cependant, dans certains cas, les agriculteurs peuvent avoir besoin du concours de personnes extérieures à l'agriculture qui ne pourraient adhérer à une coopérative agricole. Une SICA est alors mieux adaptée.

• **Les sociétés d'intérêt collectif agricole (SICA)**. Les SICA sont des sociétés agricoles proches des coopératives et utilisées chaque fois que celles-ci sont mal adaptées aux buts poursuivis. Nées en 1906, elles ne se sont développées qu'à partir de 1960 grâce à la loi d'orientation agricole qui leur donne un statut juridique précis, codifié par le décret du 5/08/1961. Elles ont maintenant pour but d'assurer des services de toutes natures non seulement aux agriculteurs mais encore aux personnes dont les professions ont des intérêts voisins de l'agriculture.

Les SICA peuvent se constituer sous forme de sociétés anonymes, de sociétés en commandite par action, de sociétés civiles ou enfin de sociétés à responsabilité limitée. Quelle que soit la formule utilisée, les agriculteurs doivent obligatoirement :
– disposer de plus de 50 % sans dépasser 80 % des voix à l'assemblée générale ;
– réaliser avec la SICA la moitié au moins du chiffre d'affaires ou du volume des affaires.

Les SICA peuvent avoir des usagers, agriculteurs ou non. Par contre, les excédents, comme dans les coopératives, sont répartis sous forme de ristourne aux sociétaires, ceux provenant des usagers étant portés en réserve.

Les adhérents des SICA sont des agriculteurs (parts A) et les caisses du Crédit agricole et les groupements pouvant s'affilier au Crédit agricole et les personnes physiques ou morales dont l'activité peut favoriser l'action de la société (parts B). Depuis 1967, les agriculteurs, personnes morales qui peuvent s'affilier aux caisses de crédit mutuel agricole et les caisses de crédit doivent disposer de 50 à 80 % des voix.

Les statuts doivent être en conformité avec le régime juridique adopté ; les règles

de constitution sont, d'une part, propres à la forme juridique adoptée et, d'autre part, particulières aux SICA ; il s'agit notamment de leur inscription sur un registre général tenu par le ministère de l'Agriculture, ce qui nécessite le dépôt, dans les quinze jours suivant leur constitution, d'une copie de leurs statuts et de la liste de leurs membres.

De plus, les SICA, comme les SA et les SARL, doivent présenter un certificat d'immatriculation au registre du commerce. En cas de modification de la forme, elle ne peut que se transformer en coopérative.

Depuis la réforme du statut juridique des coopératives intervenu en 1972, les différences entre sociétés coopératives agricoles et SICA sont sensiblement atténuées ; de sorte que leurs fonctionnements sont dans leurs grandes lignes comparables :
– elles n'ont pas de buts lucratifs,
– elles ont pour objectifs la création ou la gestion d'installations ou d'équipements et la réalisation de services dans l'intérêt des agriculteurs ou de tous les habitants.

Elles sont cependant originales, car elles peuvent adopter plusieurs formes juridiques, compter dans une certaine mesure des adhérents non agriculteurs et traiter avec des usagers non sociétaires. Cette plus grande souplesse fait que la formule SICA apparaît devoir encore être préférée à la coopérative dans les secteurs où elle a fait ses preuves.

• **Les groupements pastoraux**. Créé par la loi du 3/01/1972, le groupement pastoral réunit des éleveurs qui acceptent de mettre leurs animaux dans un troupeau commun en vue d'une exploitation rationnelle des pâturages de montagne. L'activité du groupement peut être plus large qu'un simple estivage (élevage, commercialisation...).

Il devrait être constitué sous forme de société, mais depuis la loi du 9/05/1977 la forme "société" n'est plus obligatoire, sauf si le groupement comporte une personne morale autre que SICA, GAEC, coopérative agricole. Les 2/3 des membres doivent être des agriculteurs de montagne ou de piémont. Ils sont soumis à l'agrément du préfet après avis de la commission départementale des structures. L'accord est donné compte tenu des intérêts techniques, économiques, sociaux du projet et de l'organisation rationnelle de l'élevage. La durée minimale du groupement est de 9 ans.

1.3. Conclusion

Il existe toute une panoplie d'outils juridiques pour organiser le pastoralisme. L'organisation juridique choisie doit être adaptée à la situation et évoluer avec elle. Dans tous les cas la démarche reste identique, il faut dissocier la maîtrise du foncier de sa gestion :
– structurer les utilisateurs dans une organisation dotée de la personnalité morale (association, coopérative, SICA) ;
– structurer si besoin est les propriétaires ;
– passer une convention entre le représentant des propriétaires et le représentant des utilisateurs.

2. FAIRE BOIRE LES ANIMAUX EN ZONE ARIDE[1]

"*L'eau est source de vie pour tous les êtres vivants.* Cette loi générale, l'est particulièrement dans les zones prédésertiques au sein desquelles les usagers ont été obligés, au cours des siècles, de mettre au point des règles d'accès tout à fait essentielles. Pasteurs, nomades, cultivateurs des oasis, travailleurs des mines de sel, caravaniers ont dû dégager des modes de régulation pour permettre à tous de boire, d'abreuver, d'irriguer, d'emporter l'eau, etc., tout en préservant un minimum de paix sociale par le droit à l'eau."

2.1. La zone d'étude

L'Azawagh est une région traditionnellement pastorale du Niger habitée par des Touareg, des Arabes et des Peuls, tous étant traditionnellement éleveurs nomades. Les deux premiers groupes sont les plus anciennement implantés, avec des parcours relativement réguliers, alors que les derniers, arrivés tout au plus depuis quelques décennies, pratiquent un système mobile d'exploitation de l'espace. Dans cette zone aride (moins de 300 mm de pluie par an), l'activité principale a été longtemps l'élevage extensif des bovins, des ovins-caprins et des camelins. Mais avec les sécheresses et l'appauvrissement des pasteurs, nombreuses ont été les tentatives d'agriculture avec, au demeurant, des résultats extrêmement aléatoires.

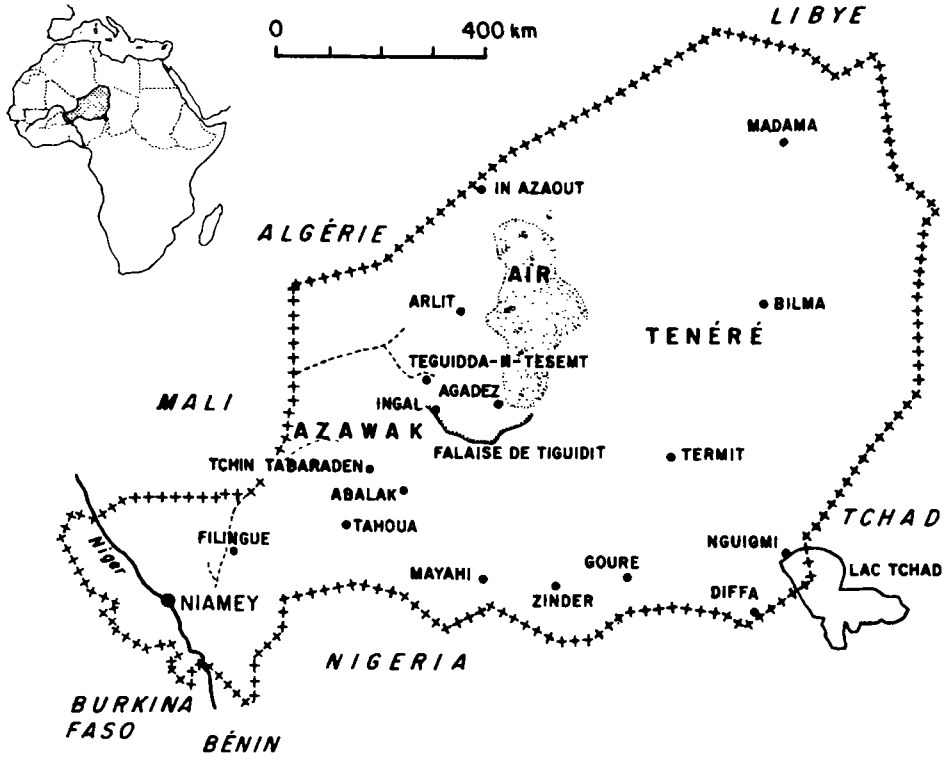


Figure 13.1. Localisation de l'Azawak au Niger.

Source : Bernus E. (1991), *Touareg, chronique de l'Azawak*, éd. Plume, Paris, 176 p.

1. Texte repris d'un article de André Marty publié dans *Histoire du développement*, 20 : 6-10, avec la bienveillante autorisation de l'auteur et de la revue.

2.2. L'accès à l'eau

• **Une multitude de situations**. L'hydraulique pastorale connaît une grande variété de cas de figure. D'un côté, il y a les eaux de surface : les mares permanentes ou temporaires (ailleurs il peut y avoir des rivières, des fleuves, des lacs, des sources). D'un autre, les eaux souterraines, plus ou moins profondes, dépendant ou non des pluies, soit fossiles, soit renouvelables, parfois artésiennes, atteignables selon les cas par des forages, des puits profonds ou des puisards, entraînant différents systèmes d'exhaure (mécanique dans les stations de pompage, traction animale, puisage manuel) mettant en œuvre des savoir-faire et des techniques souvent complexes.

Cette diversité est, elle-même, modulée dans la durée. Selon les saisons, tel système technique d'accès à l'eau sera plus ou moins longtemps pratiqué. Généralement les pasteurs commencent par utiliser les eaux de surface temporaires avant de se rabattre sur les eaux permanentes réservées pour la fin de la saison sèche. Les années à faible pluviométrie restreignent évidemment le champ des possibilités et obligent à un retour précoce sur les points d'eau les mieux garantis.

La dispersion dans l'espace est aussi un facteur avec lequel il faut compter, selon que la source d'eau est unique et isolée ou non, selon que son débit est considérable ou très faible, selon qu'il existe ou pas de pâturages adéquats en quantité et qualité aux alentours. Il arrive fréquemment que le même campement (unité résidentielle mobile, regroupant un nombre variable de familles) ait recours, en même temps, à des points d'eau différents (certaines espèces étant abreuvées par exemple au puits alors que d'autres se satisfont d'un puisard plus proche).

Une autre donnée importante est l'usage fait de cette eau. Pendant longtemps, dans ces régions, il était essentiellement d'ordre pastoral. Il s'agissait seulement d'abreuver les animaux et de garantir l'eau de boisson aux gens. Mais, récemment, les points d'eau permanents tendent à devenir des lieux de fixation, sinon de sédentarisation. De véritables cités ont émergé là où il n'y avait que des campements mobiles, transformant de fond en comble le paysage (routes, pistes, ceintures de déforestation de plus en plus larges, etc.). Bien souvent l'appauvrissement des éleveurs s'est accompagné d'un passage à l'agriculture soit pluviale (mil, sorgho), soit irriguée dans les bas-fonds (maraîchage...). Dans ce dernier cas, l'eau sert prioritairement les besoins des jardins, repoussant généralement les troupeaux vers les zones les plus sèches et les plus marginales.

• **L'eau au cœur du système pastoral**. Quelle que soit sa formule technique, le point d'eau occupe toujours un rôle tout à fait central au sein des stratégies des pasteurs dans leurs mouvements dans l'espace. Ceux-ci, contrairement à l'apparence, ne se font jamais au hasard. Ils sont le fruit de décisions prises en fonction de paramètres **agrostologiques** (disponibilité d'espèces herbacées ou arbustives appétées), **hydrauliques** (qualité et quantité de l'eau), **sanitaires** (présence ou non de foyers de maladies), **sociaux** (proximité de campements apparentés ou alliés...), etc.

Quoi qu'il en soit, le point d'eau est toujours déterminant pour accéder aux pâturages. En dehors de la saison des pluies où l'eau peut abonder et de la saison fraîche au cours de laquelle seuls les moutons et les dromadaires peuvent se satisfaire (sans abreuvement) de pastèques, pour les premiers, et de *Schouwia thebaica,* pour les seconds, la vie est impossible sans les points d'eau. Certaines aires restent ainsi quasiment inutilisées pendant la saison sèche.

Fondamentalement, l'eau commande l'accès aux pâturages. Celui qui a accès à la première peut acccéder aux seconds.

• **La capacité d'abreuvement**. La capacité d'abreuvement est liée à la nature du point d'eau : une station de pompage ou une mare permanente attirent nécessairement une charge animale plus grande qu'un puits profond de plus de 70 mètres, le temps d'exhaure et le diamètre limité étant dans ce dernier cas des facteurs forcément limitatifs.

La capacité d'abreuvement du point d'eau est une donnée déterminante ; plus le nombre d'animaux abreuvés peut être élevé et plus le débit est grand, plus vite les pâturages environnants peuvent être consommés.

Ceci suppose donc une liaison adéquate entre la nature du ou des points d'eau pratiqués et l'existence des pâturages environnants. Si ces derniers font défaut, il faudra se déplacer au moins temporairement. Si l'eau est abondante et si son accès est totalement libre, le pâturage risque fort de disparaître très vite. Si une limitation de fait est exercée, ne serait-ce que par le travail de l'exhaure, l'alimentation des troupeaux pourra être davantage garantie dans le temps, à condition bien sûr que les ressources existent au départ de la saison sèche.

C'est dire que le groupe ou l'individu qui parvient à maîtriser l'utilisation du point d'eau contrôle l'espace pastoral voisin. *L'hydraulique pastorale se situe donc bel et bien au cœur des dispositions en matière de droits : elle est le point nodal des enjeux fonciers.*

2.3. Un enchevêtrement de droits

2.3.1. Les droits traditionnels

Traditionnellement, les pasteurs ont des droits sur une portion d'espace (*akal* en tamajeq, *ngenndi* en fulfude) que nous proposons de traduire par **terroir d'attache**. C'est là qu'un groupe de campements, apparentés ou non entre eux, mais généralement en affinité, a l'habitude de séjourner pendant la saison sèche, c'est-à-dire la majeure partie de l'année. C'est seulement avec l'hivernage qu'a lieu la transhumance. Autrefois celle-ci concernait tous les gens et tous les troupeaux. Aujourd'hui elle tend à n'être que partielle, certains cherchant à se fixer toute l'année, notamment s'ils cultivent. Même les mauvaises années, il n'est pas rare que quelques familles restent là, accrochées, en attendant que le gros des campements ne revienne "au pays" au terme de ce qui est ressenti comme un exil. L'attachement au terroir – où souvent des tombes témoignent que des parents ont vécu là – est tout à fait remarquable.

Le terroir d'attache est vécu comme un espace pôle d'attraction qui se définit par le ou les points d'eau et les pâturages avoisinants, les limites de ceux-ci étant grosso modo déterminées par le rayon de déplacement des troupeaux qui reviennent chaque soir au campement.

Affirmation de droit, certes, mais il s'agit de droits spécifiques liés à la nature du système pastoral. Ceux-ci sont d'abord de nature collective. La propriété privée individuelle d'un puits peut exister mais elle reste limitée (la vente par exemple ne pouvant avoir lieu qu'avec l'assentiment du groupe). De plus l'exercice de ces droits n'a rien d'exclusif : d'autres peuvent s'abreuver et pâturer dans des limites acceptables par la communauté d'accueil. Ce faisant, celle-ci peut espérer être payée en retour le jour où elle disposera de ressources insuffisantes sur son terroir. On sait en effet que, dépendantes des pluies, celles-ci restent fondamentalement aléatoires et que les systèmes d'exploitation doivent faire preuve d'une grande capacité d'adaptation et de flexibilité.

Une autre caractéristique concerne la diversité des situations en matière d'emprise foncière. Des groupes politiquement forts ou riches parviennent mieux que d'autres à limiter les flux en provenance de l'extérieur. Les terroirs à mares ou à petits puisards à renouveler chaque année ont également une plus faible capacité à réguler les arrivants que ceux dotés de puits. Ceux-ci sont généralement considérés comme le meilleur outil de gestion pastorale à condition toutefois que les distances qui les séparent les uns des autres restent assez grandes. De même, en raison du relief, les zones de montagne sont plus faciles à contrôler que les pâturages de plaine.

Il convient également de préciser que cet exercice du droit fonctionne différemment selon l'ancienneté des groupes dans la zone. Ainsi le terroir d'attache tel qu'il vient d'être défini est beaucoup plus sensible chez les Touareg et les Maures que chez les Peuls Wodaabe réputés pour leur extrême mobilité. Mais là encore, parmi ces derniers, il faut préciser que les descendants des premiers arrivés cherchent à acquérir des puits pour pouvoir établir leurs propres terroirs d'attache, à l'image de leurs voisins, alors que les plus récents apparaissent encore comme des "nomades sans territoires", d'où leurs nombreux déplacements.

Une question se pose enfin : celle des preuves des droits avancés. Les réponses apparaissent sous la forme d'un faisceau de critères. Les plus souvent avancés sont l'ancienneté (dans l'ordre d'arrivée) mais aussi la permanence (la régularité sur les lieux) et l'investissement travail (le forage de puits ou de puisards, la protection des ressources et notamment des arbres, la lutte contre les bêtes sauvages et contre les feux). Il arrive aussi que des groupes aient payé dans le passé un droit de pâture à l'autorité coutumière de la zone. Enfin, il faut ajouter un dernier critère : la reconnaissance par les groupes voisins que telle communauté occupe bel et bien tels lieux et qu'elle y est chez elle. N'a-t-on pas d'ailleurs l'habitude de désigner ses membres comme les habitants précisément de tel endroit ("ceux de...") ?

2.3.2. Le droit musulman

Il n'est pas toujours facile de dissocier le droit musulman du droit traditionnel, car le premier, même s'il n'est vraiment connu que des lettrés, incorpore le second quand celui-ci n'est pas en contradiction avec l'Islam et quand, de plus, il a pour souci déclaré de ne pas violer les préceptes issus du Coran. Il faut cependant préciser qu'au sein des sociétés guerrières, les religieux ont généralement joué un rôle de modérateurs dans les rapports souvent rugueux qu'entretenaient les groupes voisins.

Assez curieusement, le droit musulman, tel qu'il est énoncé localement, reste assez imprécis et laisse de fait la tradition – une tradition qu'il a lui-même influencée – jouer son rôle. Il semble lui-même naviguer entre deux principes :

• celui de la **libre utilisation des ressources naturelles** qui n'ont fait l'objet d'aucun travail humain ; c'est le cas des produits de cueillette, des pâturages, de l'eau des mares et des sources naturelles, qui peuvent être utilisés par ceux qui collectent, pâturent ou abreuvent. Ils ne peuvent être interdits ni vendus tant qu'ils n'ont fait l'objet d'aucun travail en place ; même si la terre relève d'une autorité coutumière reconnue, celle-ci ne doit pas empêcher l'usage de ressources naturelles ;

• celui de la **vivification** : la terre appartient à celui qui la fait vivre. Il existe trois manières principales de la faire vivre, selon les interlocuteurs locaux : le champ, le puits et l'habitat ; autrement dit, c'est le travail qui est à la base du droit.

L'élevage est alors incontestablement une activité productive au même titre que l'agriculture. La question de savoir s'il crée autant de droits que celle-ci reste discutée. Certains estiment que la permanence ou la régularité dans un espace donné

entraînent une domestication, une artificialisation certaine de la Nature. La lutte contre la coupe des arbres et les feux de brousse est aussi présentée comme source de droits.

Dans la pratique, on comprendra que le foncier est avant tout, ici comme ailleurs, un rapport de force politique. Il faut noter toutefois que l'accès à l'eau, absolument vital, n'est jamais interdit pour les gens et les troupeaux de passage. Seule, une limitation dans la durée du transit peut être demandée.

2.3.3. Le droit étatique

Celui-ci est aussi très complexe. D'une part, on trouve les textes officiels, datant de périodes différentes, souvent peu diffusés et mal connus. D'autre part, on a les discours tenus par les représentants de l'État qui peuvent être assez différents des premiers, du moins quand on essaie d'approcher la perception qu'en a la population locale.

Celle-ci, pour l'essentiel analphabète, a du mal à capter les écrits et préfère s'en remettre aux interprétations orales, procédé plus conforme de toute manière à la culture traditionnelle. Encore faut-il que le contenu des discours soit cohérent et corroboré par les pratiques. Or les contradictions ne manquent pas. Ainsi la limite nord des cultures n'a jamais été respectée : des agriculteurs ne cessent de s'installer au-delà et, lors des conflits, ont les mêmes droits que ceux des zones typiquement agricoles. De plus, à la suite des sécheresses, les éleveurs ont très nettement été encouragés à cultiver les bas-fonds ou même à pratiquer les cultures pluviales. C'est dire qu'il n'y a plus de zone pastorale distincte de la zone agricole.

L'affirmation selon laquelle la terre appartient à l'État jointe à la multiplication de forages à grand débit et de puits publics a puissamment joué dans le sens de la déstructuration des anciens droits, notamment en facilitant l'arrivée de nombreux troupeaux en provenance d'autres régions. La politique suivie est donc celle de la libre circulation et de l'ouverture totale, celle-ci restant seulement limitée par la disponibilité des ressources. Outre que les stations de pompage ont représenté une très lourde charge pour l'État, on sait que celles-ci ont attiré énormément de cheptel entraînant une disparition des vivaces et une exploitation accélérée et centrifuge des plantes annuelles. Les mesures de gestion envisagées au départ n'ont jamais pu être appliquées.

On touche là *la difficulté d'une réelle maîtrise des ressources pastorales en dehors d'une concertation avec les groupes utilisateurs*. Ce constat a fini par amener les responsables à reconsidérer les problèmes et à opérer une nouvelle approche qui reste à concrétiser encore.

En attendant, la situation foncière reste confuse car elle résulte de la combinaison des trois systèmes qui viennent d'être passés en revue. Les effets sont plutôt néfastes car la principale caractéristique est la quasi-absence de gestion des ressources (la principale disposition étant la fixation des dates d'ouverture et de fermeture des stations de pompage, le fonctionnement étant d'ailleurs, depuis peu, à la charge directe des utilisateurs).

2.4. Nécessité d'un nouvel ordre plus solidaire et responsable

La fameuse théorie de Garett Hardin sur la "tragédie des communaux", condamnant les formes d'appropriation collective (les individus étant supposés y être en position de concurrence destructive des ressources), s'applique en fait aux formes d'ouverture totale, lorsque l'accès aux ressources est laissé totalement libre. Dans

le cas qui nous occupe, l'État n'a pas su sécréter un système de gestion adéquat et ses performances sont nettement inférieures, dans ce domaine, à celles que parvenait à assurer le système traditionnel modulé quelque peu par le droit musulman.

La production pastorale suppose l'existence d'instances responsables capables de négocier les entrées et les sorties en fonction des ressources réellement disponibles et nécessairement fluctuantes selon les années et les saisons. La nature aléatoire des conditions de production empêche tout système de droits qui se voudrait exclusif et contraire à la mobilité. Elle n'en a pas moins besoin d'être gérée avec la possibilité de limiter l'accès dans le temps ou l'espace. L'ouverture totale comme la fermeture totale ne peuvent être de mise. Entre les deux, il y a place pour la négociation requise par le droit et le devoir de réciprocité (aujourd'hui A accueille B parce qu'il le peut et parce que demain il sait qu'il pourra à son tour être accueilli).

C'est dire que la gestion est possible, même si l'appropriation n'est pas de nature exclusive et absolue, comme dans le cas de la propriété privée. Un système de droits prioritaires et non exclusifs est la seule possibilité dans le cas étudié. Son fonctionnement pendant des siècles l'atteste. Seule, sa revitalisation sur des bases nouvelles, tenant compte des modifications environnementales, sociales, politiques et techniques, semble en mesure de donner satisfaction. Encore faut-il qu'un contenu concret soit donné à cette notion de priorité, laquelle comporte une dimension d'antériorité temporelle, mais aussi d'aptitude à établir les modalités concrètes de l'ouverture ou de la limitation pour les tiers. Il nous semble, pour notre part, que les terroirs d'attache dûment reconnus par l'État, les collectivités et les communautés voisines pourraient constituer un tel cadre dans la recherche d'une gestion à la fois solidaire et responsable.

3. LE PASTORALISME AFRICAIN FACE AUX PROBLÈMES FONCIERS[2]

Dans les sociétés pastorales africaines, la question foncière est d'autant plus mal posée qu'elle est singulièrement compliquée. La première difficulté tient au "prisme" propriétariste marquant les études foncières et obligeant à traiter les rapports fonciers en termes de **propriété collective** ou des **biens communs**, et on en verra l'usage impropre par la suite, pour caractériser le rapport à la terre. On sait maintenant mieux identifier la difficulté constituée par la propriété. Une deuxième difficulté tient aux conditions d'observation et au vieil acte-réflexe anti-nomade ; à la manière de l'adage "classe laborieuse, classe dangereuse", on pourrait faire correspondre l'aphorisme "société nomade, société instable", car pèse sur le nomadisme le préjugé à l'encontre du vagabond, sans domicile fixe, donc sans foi ni loi. Pour injustes qu'ils soient, de tels préjugés laissent cependant apercevoir l'idée d'une spécificité des situations foncières. Mais, ces situations ont été, le plus souvent, exprimées dans le registre du politique, en vue de tenter de protéger des groupes qui étaient menacés dans leur survie ou dans leurs modes de reproduction. C'est alors en termes de "souveraineté" que la revendication des pasteurs à se voir reconnaître un espace pastoral ou un territoire a été exprimée, mais toujours de manière impropre dans la perspective foncière.

En effet, le lien de souveraineté territorial exprime l'exercice d'une autorité sur les hommes, en principe exclusive de toute autre autorité dans la conception moderne

2. Texte préparé avec l'aide de Jacqueline Le Roy et de Bernard Otche.

de la souveraineté que traduit Rousseau quand il écrit qu'"*il est de l'essence de la puissance souveraine de ne pouvoir être limitée ; elle peut tout ou elle n'est rien*". Or, ce que nous devons prendre en compte ici c'est le rapport des hommes avec les choses, terre ou ressources naturelles renouvelables, dans des contextes écologiques ou économiques où leur contrôle ne peut être exclusif et absolu et doit être au contraire partagé et géré **en commun**.

Pour avancer dans une étude compréhensive de ces situations, nous allons :
– dégager les exigences de l'analyse, en vue de construire un tableau des diverses solutions disponibles ;
– puis, à travers un recensement de la littérature disponible, décrire certaines des applications mises en œuvre par les sociétés pastorales, en privilégiant la recherche de la diversité des situations et l'originalité des montages juridico-fonciers ;
– enfin, montrer que ces dispositifs s'inscrivent nécessairement dans des constructions juridiques plus vastes qui, sous l'influence du droit moderne, mettent en évidence la complexité du rapport foncier.

Celui-ci n'implique pas seulement la régulation de l'accès à la terre mais aussi une gestion dynamique de la transmission des droits et de la gestion des conflits dans tous les domaines où la terre et ses ressources sont des enjeux de la reproduction des sociétés pastorales.

3.1. Quelques précautions de méthode

Une fois posé le caractère original ou irréductible des pratiques foncières pastorales, trois types de contraintes doivent chacune être passées en revue comme autant de facteurs pouvant influer sur les situations concrètes à prendre en considération pour construire un modèle foncier pertinent.

Ces trois difficultés sont les suivantes. En premier lieu les références notionnelles et les conceptions juridiques mises en œuvre sont le produit de rencontres, parfois inattendues, entre le droit coutumier, le droit musulman et le droit étatique. Mais indépendamment de la tradition, de la religion et de l'adhésion à l'État-nation, les doses utilisées dans ce "métissage" sont variables et aucun cocktail ne saurait être considéré comme préféré ou préférable.

Ensuite, il y a en effet un travail "inachevé" (et sans doute inachevable dans la situation actuelle caractérisée par une transition imparfaite vers la généralisation du capital sur les lieux de la production) sur les notions de possession et de propriété. Pour tenter d'expliquer l'équilibre relatif auquel on est arrivé, la recherche-développement use du concept de maîtrise et envisage principalement la **situation foncière des pasteurs à travers trois statuts : maîtrise prioritaire, maîtrise spécialisée, maîtrise exclusive**. Nous les retrouverons ultérieurement.

Enfin, ce pluriel est en effet d'autant plus indispensable que les catégories juridiques utilisées traditionnellement pour rendre compte des rapports entre les hommes et les choses varient non seulement en raison de l'influence de l'idéologie de la propriété mais également des opportunités ouvertes (ou laissées) aux acteurs pour s'adapter à un jeu dont les règles sont de plus en plus difficiles à contrôler.

Sans détailler les implications de ces trois types de facteurs, les points à étudier sont les suivants :
• les pratiques juridiques contemporaines sont "métisses" ;
• la pensée juridique africaine avait organisé le rapport aux choses en fonction de trois niveaux : "l'avoir", la "possession relative", la "maîtrise exclusive" ;

• il faut éviter de figer les pratiques foncières pastorales dans un primitivisme que viendrait invalider les transformations en cours.

3.1.1. Pratiques juridiques métisses

L'idée que les pratiques juridiques contemporaines sont métisses a cessé d'étonner et devrait rallier progressivement l'attention des praticiens. Dans les sociétés sahéliennes, au moins trois registres normatifs s'offrent aux acteurs et, bien souvent, les registres coutumiers sont nombreux et surtout fluides et ouverts à la négociation. Cette pluralité de registres peut être un objet de scandale pour le juriste positiviste mais offre de nombreuses opportunités soit pour trouver la solution la plus appropriée, soit pour façonner des explications syncrétiques. Si la terre est traitée par la tradition comme un être, un génie ou un dieu, par la pensée islamique comme devant être vivifiée et par le droit colonial comme à mettre en valeur en tant que "bien", les acteurs ont cherché à relier ces connotations. Il est bien connu que la pratique foncière valorise le droit de celui qui cultive la terre ou de "celui qui la met en valeur" dans une perspective polysémique qui, indiquent certains auteurs, n'exclut pas les éleveurs. Le forage d'un puits, des aménagements de cours d'eau, la protection de la végétation ouvrent des droits fonciers qui peuvent se référer tantôt au droit coutumier, tantôt au droit islamique, tantôt, ici et là, au droit de l'État.

Plus le mélange est fort, plus sécurisées seront les pratiques foncières.

3.1.2. Organisation de la propriété foncière africaine

Entre la souveraineté comme exercice d'un pouvoir sur les hommes et la propriété comme puissance sur les choses exercée privativement, la pensée juridique africaine avait, indépendamment du mode de production privilégié, organisé le rapport aux choses en fonction de trois niveaux, du plus lâche au plus précis. Tant chez les Touareg que chez les Haoussa et les Wolof, on note trois positions connotant l'**avoir**, la **possession relative**, la **maîtrise exclusive**.

Le travail réalisé à l'occasion de la préparation du code rural du Niger puis de sa rédaction, a conduit à **généraliser la notion de maîtrise** pour caractériser la diversité de ces positions et l'unité de conception présidant tant dans le droit traditionnel qu'en relation avec la notion de propriété du code civil. La notion de maîtrise suggère l'exercice d'un pouvoir et d'une puissance, donnant une responsabilité particulière à celui qui, par un acte d'affectation de l'espace, a réservé plus ou moins exclusivement cet espace. La notion de la maîtrise permet de relier les références à la souveraineté et à la propriété qui "encadrent" les pratiques foncières pastorales en soulignant qu'à leur intersection des droits et des obligations particulières peuvent naître d'une affectation de l'espace, et que cette responsabilité doit être **plus ou moins préservée ou sécurisée** ; cette expression "plus ou moins" signifie qu'une maîtrise peut ouvrir à plusieurs prérogatives différentes. Le plus souvent, pour le pasteur, la **maîtrise foncière** (sur l'espace des pâturages et ses ressources) sera **prioritaire**, selon les descriptions du terroir d'attache qu'offrent les exemples nigériens.

Mais ces points d'eau pourront faire l'objet d'une maîtrise spécialisée ou exclusive selon qu'il s'agit de puisards ou de puits foncés (et payés par une famille ou un groupement). Rares sont les cas ou un puits fera l'objet d'une maîtrise exclusive et absolue, c'est-à-dire d'un droit de propriété privée ouvrant l'exercice discrétionnaire du droit d'en disposer. Mais plusieurs auteurs soulignent des évolutions considérables durant ces dernières années, ce qui laisse supposer de nouvelles adaptations des idées possessives non seulement concernant les puits mais aussi le fourrage et les espaces pastoraux.

3.1.3. Les idées et les mœurs évoluent

Les idées évoluent en effet rapidement et on doit éviter de figer les pratiques foncières pastorales dans un primitivisme que viendrait invalider les transformations en cours.

Les idées évoluent souvent beaucoup plus vite que les procédures toujours plus lentes mais indispensables à la sécurisation des acteurs. Ce décalage entre les justifications des acteurs, les buts qu'il poursuivent et les procédures dont ils disposent est au cœur des problèmes fonciers du pastoralisme. La recherche-développement est mal équipée pour en traiter en dehors de quelques outils comme le schéma d'aménagement foncier et la trame foncière.

Par ailleurs, l'analyse foncière ne peut se développer de manière structuraliste ou synchronique en négligeant la prise en compte des dynamiques sociales et la capacité des éleveurs à s'adapter à diverses opportunités selon des calculs économiques prospectifs qui peuvent contredire la planification ou les prévisions. La variation des ressources mais aussi les opportunités du marché ou la pression des agriculteurs sont, avec l'évolution des administrations, autant de paramètres pesant sur les idées foncières. Elles interfèrent sur la tendance à l'énonciation d'un rapport foncier s'exprimant de plus en plus comme une maîtrise exclusive et absolue sur des ressources et s'éloignant ainsi de l'impossible exercice d'une souveraineté pour se rapprocher de plus en plus de la propriété. En conséquence, c'est en tenant compte de la diversité de ces paramètres, et du "calage" différent du rapport foncier, qu'on peut tenter d'aborder la dimension pastorale des politiques foncières ou la dimension foncière des politiques pastorales, ainsi qu'on a essayé, difficilement, de le réaliser dans le code rural du Niger.

Deux convictions guident les premiers efforts dans ce sens :

> on ne doit pas bloquer l'adaptation des pasteurs ni par un zonage, ni par l'idéalisation d'un type d'activité ou d'une monospécialisation.

Tenant compte de l'interdépendance vécue ou prônée entre les zones, les activités et les marchés, il faut garantir aux pasteurs une sécurité minimale dans chacune des productions concourant à l'accroissement du produit intérieur et laisser la possibilité de changer de protection juridique (droit foncier) en changeant d'activité (passage du pastoralisme à l'agro-pastoralisme, retour de l'élevage sédentaire à l'élevage extensif)... Cette opportunité est offerte par la notion de maîtrise et sa capacité d'adaptation aux diverses situations pour lesquelles il faudra des régulations assurées non par la fiction d'un titre de propriété mais par l'intervention d'autorités locales paritaires et décentralisées.

3.2. Un modèle des maîtrises foncières

Dans un rapport récent rédigé pour le ministère français de la Recherche et de l'Espace, consacré à la *Mobilisation de la terre dans les stratégies de développement rural en Afrique noire*, Paris APREFA-LAJP, 1992, nous avons été amené à théoriser la notion de maîtrise, non seulement comme étant à l'intersection des concepts de souveraineté et de propriété, mais aussi en autorisant la construction d'un modèle commun aux conceptions foncières traditionnelles et modernes. Depuis les journées d'études sur les problèmes fonciers en Afrique qui ont, en septembre 1980, fondé une approche interdisciplinaire de la question foncière, il est convenu que le premier obstacle à une juste compréhension de notre problématique tient à

ce que nous avions appelé "le référent précolonial" comme image caricaturale des rapports fonciers construite à l'époque de la mise en valeur coloniale. Conçue comme le contraire de la propriété, la conception africaine a été travestie. Mais, au-delà de l'indispensable correction de l'analyse, il convenait de construire un modèle interculturel qui permette de saisir, à travers des critères communs à la fois les traits spécifiques et les caractères communs des deux expériences.

Le modèle construit repose sur le postulat selon lequel les situations foncières actuelles sont définies à la fois par un mode de contrôle de la terre (unité homme-homme dans la terminologie de P. Bohannan) et par un mode d'utilisation des ressources (unité homme-chose, selon le même auteur). Ces deux modes n'ont pas la même importance dans les dispositifs traditionnels et modernes mais, comme le montrait Bohannan en 1963, leur corrélation est indispensable pour que le rapport foncier soit substantiellement construit et que la sécurisation soit susceptible d'être assurée.

• **Le rapport homme-homme, déterminant les modes de contrôle, dits "maîtrises foncières"**. Au-delà de l'apparence de solutions différenciées dans les droits traditionnel et moderne, nous posons le principe d'un emboîtement possible de leurs dispositifs, sur la base d'un droit **métissé** et d'une gestion opportuniste et **fonctionnelle** des catégories juridiques par les pasteurs.

Sur l'axe horizontal, nous avons reporté les trois maîtrises "traditionnelles" (prioritaire, spécialisée, exclusive) que nous venons d'identifier. Nous les complèterons des maîtrises dites "modernes" relatives aux deux types de richesses qui sont prises en compte par la théorie civiliste : les biens (la maîtrise est, selon la doctrine civiliste, "exclusive et absolue") et les choses (nous la dirons "indifférenciée"). Nous obtenons ainsi un continuum de cinq maîtrises foncières, hiérarchiquement ordonnées du moins au plus absolu.

• **Le rapport homme-chose, déterminant les modes d'utilisation des ressources**. Dans les sociétés individualistes occidentales où les relations sont conçues en sous-évaluant le rôle des groupes ou des collectifs, sauf l'unité la plus large à l'échelle de l'État-nation, les rapports sociaux et juridiques sont différenciés selon le binôme privé/public. Est **privé** ce qui relève de l'individu. Est **public** ce qui est commun à tous les individus comme citoyens d'un État. Dans les sociétés africaines, qui ne sont pas "collectivistes" comme on l'écrit imprudemment mais **communautaristes**, c'est-à-dire qui recherchent un équilibre, toujours tensionnel, entre les intérêts du groupe et ceux des individus qui le composent, les rapports sociaux sont nécessairement d'une autre nature.

Dans des travaux antérieurs, nous avons souligné que ces rapports pouvaient être de trois types, **internes** à la communauté de référence, internes-externes ou **d'alliance**, quand on noue des alliances (matrimoniales, sacrificielles...) entre deux communautés qui gardent par ailleurs leur identité et leur spécificité, **externes**, enfin, dans des rapports entre communautés. Nous nous intéresserons surtout dans la suite de ce travail aux rapports internes et externes qui, dans les modes d'utilisation traditionnelle des ressources, donnent naissance à deux types de régulations : le système d'exploitation des sols pour les rapports internes, les systèmes de répartition des terres pour les rapports externes.

D'un point de vue strictement traditionnel et en s'en tenant à l'étude du foncier comme étant celle des "biens fonds" (comme le suggère l'étymologie) ce sont surtout les rapports internes qui devraient retenir notre attention. Comme le remarque M. Dupire, reprenant les catégories précédentes, "*si on s'en tient à une définition stricte et juridique, il n'existe pas de tenure foncière sans mode de répartition des*

terres et d'exploitation des sols [...]. Beaucoup de populations pastorales en seraient donc dépourvues et particulièrement celles qui n'ont pas d'attache fixe et ne sont pas propriétaires des pâturages qu'elles utilisent." Dans ce cas, les sociétés ne connaîtraient qu'un système d'exploitation des sols en relation avec un mode d'organisation socio-politique conçu à l'intérieur d'un modèle lignager.

Comme cet auteur, nous ne nous enfermerons ni dans une interprétation juridique, ni dans une théorie propriétariste, ni dans un ethnocentrisme. Aussi constaterons-nous l'impossibilité de réduire le foncier à "*une tenure foncière visualisée par un bornage*" (ib.) ou l'analyse des pratiques foncières pastorales au seul système d'exploitation des sols. Dans les situations contemporaines, l'influence des catégories occidentales est, là aussi, considérable, ne serait-ce qu'en raison de la réalisation d'ouvrages publics, comme les forages qui ont induit des nouvelles pratiques d'appropriation ou en rapport avec la généralisation des idées propriétaristes en matière de puits, de parcelles ou d'habitat.

Donc, parallèlement aux modes de contrôle, les catégories du public et du privé comme de l'interne et de l'externe peuvent se combiner sur les bases suivantes :

– est **public** ce qui est commun à tous, groupes ou individus, et en libre accès,
– est **externe** ce qui est commun à certains groupes et accessible à ceux qui en partagent le contrôle,
– est **interne** ce qui est commun à un seul groupe ou communauté, l'accès étant déterminé par la qualité de membre,
– est **privé** ce qui est propre à une personne morale ou physique.

Elles peuvent être introduites sur l'axe vertical d'un tableau où les catégories internes et externes des régulations communautaires sont centrales et encadrées par les catégories privé et public.

• **Le modèle des maîtrises foncières**. Le tableau 13.1, combinant les modes de contrôle et les modes d'utilisation, permet de mettre en évidence vingt modes de régulation qui vont être illustrées à partir des sociétés pastorales.

Tableau 13.1. Régulations possibles des rapports de l'homme à la terre.

Modes d'utilisation des richesses	Maîtrises exercées sur des ressources communes				
	indifférenciée	prioritaire	spécialisée	exclusive	exclusive absolue
	1	2	3	4	5
Public A	A1	A2	A3	A4	A5
Externe B	B1	B2	B3	B4	B5
Interne C	C1	C2	C3	C4	C5
Privé D	D1	D2	D3	D4	D5

Le test ainsi réalisé a pour objectif de montrer qu'on peut aborder l'analyse des situations foncières pastorales dans une perspective théorique plus large que celle qui les enferme dans les cadres du propriétarisme, que ce soit en termes de propriété collective ou de propriété privée.

3.3. Diversité des solutions et des montages juridico-fonciers

La diversité des situations rencontrées en Afrique subsaharienne, rend difficle d'aborder la question foncière en termes de propriété. En effet : "*La transhumance commune n'implique aucune appropriation exclusive des pâturages. Les parcours des différentes populations pastorales – peule, touareg, bella – s'enchevêtrent, mais leur synchronisation est fixée par l'usage et provoque rarement de conflits entre les transhumants wodaabe. Leurs droits sur certains points d'eau sont mieux établis – séanes* [puits temporaires] *appartenant à ceux qui les ont creusées, puits construits par cotisation des membres de la fraction – mais les Wodaabe ne possèdent pas le sol sur lequel ceux-ci sont aménagés. C'est pourquoi l'utilisation des puits profonds ou forages creusés par l'administration a provoqué de fréquents conflits entre les premiers occupants et les immigrants peuls. Néanmoins la fraction ou le groupe migratoire fixé sur une aire de déplacement défend âprement sinon agressivement les droits d'usage acquis et cherche à en obtenir d'autres. Puisque les conditions écologiques le permettent, cette recherche d'une certaine stabilité territoriale exprime le désir de fonder d'une manière durable l'unité socio-économique du groupe*[3]."

Cette analyse met en évidence l'incidence des rythmes saisonniers et l'originalité de solutions foncières, influencées par les modes d'installation fondés sur une infiltration progressive. La différenciation des situations, impliquant des réponses foncières particulières et originales, est également rencontrée dans le Niger.

"*Chaque groupe d'éleveurs utilise traditionnellement des terrains de parcours le long d'un itinéraire allant des cures salées aux terrains de fonio sauvage et aux terres cultivées (sud de la région) en fréquentant les mares temporaires, les mares permanentes, les puisards ou les puits. Le déplacement des troupeaux du groupe s'effectue de points d'eau en points d'eau, les troupeaux pâturant alentour. Cette exploitation diffuse du terroir se limite, surtout en saison des pluies, à l'exploitation des couloirs colluviaux du réseau hydrographique avec des points forts d'utilisation correspondant aux mares importantes et surtout aux cures salées, autour desquelles des terrains surchargés présentent les effets des processus d'érosion. En saison sèche, les éleveurs sont tributaires des points d'eau permanents. Ils subdi visent fréquemment leur cheptel en unités résidentielles avec le troupeau laitier abreuvé de préférence aux puits et aux puisards et en unités de production d'environ 100 têtes de bétail confiées aux bergers avec abreuvement aux mares. Le terroir est alors tacitement aménagé à partir des points d'abreuvement : répartition des unités de résidence à égale distance de l'abreuvement, respect d'une distance d'au moins 5 km entre les unités et dispersion des unités de production au-delà ; le pacage s'effectue à l'extérieur des emplacements d'unités pendant une journée et la journée suivante est réservée aux déplacements pour l'abreuvement*[4]."

L'importance de l'accès à l'eau comme contrainte majeure rencontrée par les sociétés pastorales est clairement soulignée ainsi que son incidence directe sur les modes d'appropriation qu'elles ont mis en œuvre (voir paragraphe 2). Quand il s'agit des espaces pastoraux, il devient indispensable de prendre en compte aussi, et souvent prioritairement, l'accès du bétail à l'eau et donc d'envisager le foncier comme comprenant non seulement la terre mais la terre et l'eau en tant que parties d'un même ensemble : l'espace ou les espaces dont dispose une communauté pour vivre et pratiquer ses activités productives.

---

3. Dupire M. (1975), "Exploitation des sols, communautés et organisation lignagère des pasteurs Wodaabe (Niger)", in *Pastoralism in Tropical Africa*, Th. Monod (ed.), IAI, OUP, p. 322.
4. Boudet G. (1978), *Le rôle et les limites de la recherche dans l'amélioration de la gestion des parcours sahéliens. Maîtrise de l'espace agraire et développement en Afrique tropicale*, ORSTOM, Paris, 408 p.

Ceci conduit à développer trois propositions sous la forme de principes :

• *Principe 1.* L'eau est aussi déterminante que la terre dans la pensée comme dans la pratique des éleveurs ; l'eau doit donc être incluse dans toute réflexion sur le foncier pastoral.

• *Principe 2.* Les choix des éleveurs, et donc leurs pratiques, sont souvent conditionnés par des facteurs indirects qui doivent être pris en considération ; la relation éleveur-bétail-espace est presque toujours complexe.

• *Principe 3.* La production pastorale, et les zones qu'elle utilise ne sont pas isolées ni isolables du contexte général ; les complémentarités comme les concurrences doivent être abordées, en particulier avec les activités agricoles.

Mais, outre l'accès à l'eau, il faut aussi tenir compte des difficultés d'alimentation des troupeaux. Mais, pour la nourriture qui, pourtant, pose parfois des problèmes cruciaux, l'éleveur a le sentiment qu'il peut mieux faire face à une situation difficile en emmenant son bétail plus loin (les animaux ne sont parfois abreuvés que tous les deux jours) en utilisant des résidus agricoles ou, parfois, en achetant des compléments alimentaires. Ainsi, se trouvent soulignées la variété des ressources alimentaires, l'incidence foncière de leur localisation/disponibilité sous forme de pâturages (herbacés mais aussi aériens impliquant une connaissance du foncier forestier) et l'exploitation qui peut en être faite par des non-pasteurs (agriculteurs ou agro-pasteurs) ou par des urbains.

Ces différents facteurs conduisent donc à retenir les solutions suivantes, parmi les vingt situations identifiées dans le tableau 13.1, étant entendu que les activités pastorales intègrent l'agriculture quand elle est un élément du pastoralisme. Ainsi, une certaine sédentarité et certaines solutions des agro-pasteurs font partie du domaine d'analyse.

A1 : maîtrise foncière indifférenciée exercée sur les terres de cures salées communes à tous

A2 : forages et puits publics non affectés

A3 : maîtrise foncière spécialisée sur les forages et puits publics affectés

B1 : maîtrise foncière prioritaire exercée sur les pistes "domaniales" de transhumance ou d'accès aux marchés

B2 : maîtrise foncière villageoise sur une fraction des pâturages réservée comme gîtes d'étape ou affectée aux vaches laitières

B3 : maîtrise foncière spécialisée par partage des pâturages par plusieurs groupes gérant en commun un terroir d'attache

C2 : maîtrise foncière prioritaire exercée sur les séanes ou puits temporaires et sur les pâturages arbustifs

C3 : maîtrise foncière spécialisée exercée par le partage commun de pâturages ou/et de champs entre plusieurs familles au sein d'une communauté résidentielle

C4 : maîtrise foncière exclusive exercée sur les pâturages ou les puits au profit d'une communauté parentale

3.3.1. Solution A1. Maîtrise foncière sur les cures salées : exemple sahélien

Le sel et le natron sont des ressources minérales auxquelles les pasteurs sahéliens attachent beaucoup d'importance. Plusieurs salines situées en zone présaharienne attirent les troupeaux pendant la saison des pluies pour les célèbres cures salées. Certaines sont le point de départ d'un commerce caravanier qui alimente les mar-

chés du Sud. C'est notamment le cas pour Idjil en Mauritanie, Raodeni au Mali, Bilma et Tagdidda-N'Tesunt pour le Niger. A ces lieux célèbres, il faut ajouter de nombreuses terres salées fréquentées par les troupeaux à l'intérieur même de la zone pastorale (sans oublier certains végétaux eux-mêmes salés, tel *Cornulaca monacantha*). Ces espaces sont très convoités par les pasteurs, qui remontent de très loin et qui recherchent dans ces cures salées l'amélioration de l'état de santé et du niveau de production de leurs animaux (engraissement, augmentation de la lactation, amélioration de la fécondité).

Le statut foncier de ces zones de cures salées n'a pas fait l'objet d'étude récente, mais elles font l'objet de si fortes pressions, qu'on peut demander si ne commence pas à s'appliquer ici la théorie de Garett Hardin, dite tragédie des communaux, selon laquelle "*les individus font supporter à la collectivité leurs propres gains en animaux en prélevant au maximum les ressources*".

Sur les terres de cures salées, ouvertes à tous quel que soit l'ordre d'arrivée ou la position statutaire des groupes dans leurs rapports hiérarchiques résultant de l'histoire et des évolutions socio-économiques récentes, les bergers peuvent utiliser les ressources en sel et en natron sans avoir à tenir compte de droits communautaires ou d'obligations pré-établis. Ils n'auraient pas non plus à respecter une réglementation émise par l'État, bien que juridiquement ces espaces relèvent en principe du domaine de l'État et que celui-ci, à ce titre, puisse édicter une telle réglementation, qui n'aurait, d'ailleurs, aucune chance d'être respectée.

3.3.2. Solution A2. Forages et puits publics non affectés : exemple nigérien

La situation des points d'eau modernes, et particulièrement des puits cimentés, est très délicate, car leur accès public fait apparaître de nombreuses distorsions. Même en bonne année, ce sont surtout des lieux de passage où la notion de résidents, et donc de gestionnaire potentiel des pâturages, tend à s'estomper. Par ailleurs, le principe selon lequel un point d'eau peut conférer un droit foncier préférentiel sur les pâturages ne s'applique pas aux puits cimentés, surtout en situation de compétition entre les utilisateurs résidents et de passage.

La possibilité de voir se concrétiser la "tragédie des communaux" est particulièrement liée à ce type de situation : les puits et les forages creusés par l'État permettent l'utilisation d'un grand nombre de pâturages mais, n'appartenant à personne en particulier, leur accès est laissé libre à tous les éleveurs, et les pâturages qui se situent à proximité de ces nouveaux points d'eau sont très vite surexploités. C'est pour lutter contre les conséquences de la surexploitation conduisant à la désertification que la recherche-développement prône de passer à la solution A3 suivante.

Le Niger, en réglant, par le décret 61- 254/MER-MAS du 2 déc. 1961, les conditions d'utilisation des stations de pompage des puits publics, avait cru pouvoir gérer de manière étatique et centralisée la circulation des troupeaux d'un puits à l'autre en ouvrant ou en fermant les stations, tout en maintenant certains droits d'utilisation des pâturages durant la période de fermeture selon les dispositions de son article 4. Ce mode de gestion a échoué parce qu'il est difficile d'adapter le mode administratif de gestion à la réalité des précipitations et d'adapter la capacité de charge théorique des pâturages à l'état réel de la couverture herbacée.

3.3.3. Solution A3. Forages et puits publics affectés : expériences nigérienne et malienne

Il convient désormais de rétrocéder la gestion des puits publics aux groupes d'usagers réunis en GMP (groupements mutualistes pastoraux), autrement dit de les leur

attribuer. Cette attribution devrait s'insérer dans un contexte d'ensemble capable de prendre en compte la globalité des différents types de points d'eau et leur complémentarité (puits, mares, puisards, forages artésiens, stations de pompage...). C'est certainement l'expérience du PENCE dans les arrondissements de Goure et de Tanout qui jusqu'à présent est allée le plus loin dans l'organisation des pasteurs sur une base territoriale : ces GMP reposent surtout sur des critères socio-géographiques, où sont combinés des liens de parenté ou de voisinage et l'utilisation d'un même espace. Dernièrement s'opère un regroupement de GMP voisins (4 à 7) en GVC (groupements à vocation coopérative), dont la fonction principale est précisément la gestion des pâturages. De plus, 16 nouveaux puits viennent de faire l'objet d'une attribution à des GMP déjà constitués, lesquels sont chargés de les gérer avec les parcours environnants. La principale limite reconnue, tant par les responsables du projet que par les éleveurs, tient à la fragilité juridique du contrat autour des puits tant que le code rural ne sera pas promulgué et mis en application.

Au Mali, en 1988, cette démarche a fait l'objet de "propositions d'orientation d'une politique d'ensemble", comme éléments d'une politique de l'hydraulique pastorale au Mali. En contrepartie d'une contribution financière demandée à des groupements d'éleveurs pour la réalisation de nouveaux ouvrages par l'État, avec le financement de la Caisse française de développement, les relations juridiques entre l'État et ces groupements doivent être juridiquement organisés.

Des contrats de gestion d'ouvrages publics[5] détermineraient les droits et obligations de chacune des parties. Dans le cadre de ce contrat de gestion, le groupement serait considéré comme exerçant une fonction de service public et aurait ainsi la possibilité d'opposer à des éleveurs étrangers au groupement les principes d'un "code de bonne conduite" annexé au cahier des charges. L'État, ici l'État malien représenté par l'ODEM, est chargé d'assurer le contrôle de l'ordre public au nom de l'intérêt général.

Ces groupements devraient s'organiser en associations pastorales pour se conformer au dispositif réglementaire disponible à l'époque au Mali. L'évolution juridique et politique que connaît le Mali depuis mars 1991 autorisera sans doute d'autres formes d'organisation mais ne doit pas faire oublier la nécessité de trouver une formule juridique de reconnaissance de la personnalité juridique et de l'autonomie financière des groupements.

Si la participation financière de la communauté d'éleveurs, bénéficiaire de la réalisation hydro-agricole effectuée, paraît constituer une condition nécessaire à l'exercice d'une discipline concertée de mise en valeur de l'espace ainsi aménagé, elle n'est pas suffisante. Il faut qu'à la responsabilité soit associée l'autorité sur l'ouvrage et le terroir d'attache, ce qui ne peut être trouvé que par des formules juridiques fondées sur une approche contractuelle, paritaire et décentralisée.

3.3.4. Solution B1. Les pistes "domaniales" de transhumance ou d'accès aux marchés

• **La démarche soudanienne dans le Kordofan méridional**. L'Institut pour des études environnementales (Institute for Environmental Studies) de l'université de Khartoum a préparé, en 1985, une étude d'impact relative à la réalisation de pistes de transhumance entre le Nil et le Darfour, traversant le Kordofan méridional. Comme il est, malheureusement, d'usage dans ce genre d'approches, la dimension foncière est largement sous-estimée car, selon les catégories anglo-saxonnes, les

5. Dont le modèle est reproduit dans Le Bris E., Le Roy E., Mathieu P. (eds.) (1991), *L'Appropriation de la terre en Afrique noire*, Karthala, Paris, p. 308.

problèmes pris en considération relèvent de l'usage des ressources (*land-use*) plutôt que de la sécurisation du dispositif (*land-tenure*). Le foncier ne fait ainsi l'objet que d'indications superficielles, associées à la présentation du milieu physique et des populations. La description suivante suggère que la terre "appartenant" à l'État, le tracé des pistes s'inscrit dans ce type de rapport juridique.

La terre appartient au gouvernement. Cependant, le peuple a un droit d'usage réglé par les coutumes tribales. Ainsi un particulier peut y conduire autant d'animaux qu'il le veut et ces animaux peuvent paître n'importe où, tant qu'ils n'endommagent pas les cultures d'une autre personne.

Mais il n'est pas fait mention ensuite des modes de concrétisation sur le terrain de ces pistes (bornages, par exemple) ni du règlement des conflits liés aux inévitables dégâts de cultures lorsque les pistes sont "fermées" par des champs cultivés. Ceci est regrettable, car une telle étude d'impact passe à côté de son objet qui est de sécuriser les pasteurs, non seulement en recensant les ressources en eau ou en fourrages, mais aussi, en tirant les conséquences des droits étatiques par une "police foncière" efficace.

• **La solution burkinabé actuelle**. Le nouveau dispositif de la "réorganisation agraire et foncière" (RAF) adopté le 4 juin 1991 aborde, de manière discontinue, le statut domanial des pistes de transhumance. Tout d'abord, le ZATU An VIII N 39 bis prévoit, en son article 2, que "*le domaine foncier national est de plein droit propriété de l'État*". Puis, l'article 12 indique que "*certains biens immeubles du domaine foncier national (DFN), en raison de leur nature, de leur destination et de leur affectation, bénéficient de mesures particulières de gestion et de protection, en particulier, les voies de communication de toute nature avec leurs emprises et dépendances légales*". Les pistes sont abordées dans le règlement d'application (dit Kiti) N An VIII-328 ter, au titre des aménagements pastoraux, spécialement des mouvements de bétail. Il résulte, des articles 73 à 82, que les pistes font l'objet de procédures de classement et de déclassement où le législateur burkinabé distingue quatre situations particulières :
– la **piste de bétail**, "*voie qui permet le convoyage à pied du bétail des zones de production vers les zones de consommation. Elle conduit généralement à des marchés à bétail. La piste à bétail doit faire l'objet d'aménagements comportant des zones de pacage et des balises*" (art. 73) ;
– la **piste de transhumance**, "*itinéraire des animaux en transhumance. Elle se confond parfois sur certains tronçons à la piste à bétail mais reste liée à la disponibilité en eau et en pâturage sur le parcours*" (art. 74) ;
– la **piste d'accès** "*passage qui permet au bétail d'accéder aux points d'eau et aux pâturages*" (art. 75) ;
– le **couloir d'accès** qui relie les zones de production, dites "*zones pastorales*", aux marchés et aux pistes de transhumance (art. 81).

Traitant ensuite des conditions d'occupation et de jouissance des terres rurales (III^{e} partie), ce texte organise dans deux articles les conditions d'utilisation de ces pistes :

Article 181 : "*L'utilisation des pistes de transhumance et pistes à bétail peut donner lieu à paiement de taxes et de redevances. Leur entretien incombe à chaque province dans ses limites territoriales.*"

Article 182 : "*Les déplacements des troupeaux de bétail en transhumance à l'intérieur et à l'extérieur du Burkina Faso sont subordonnés à la délivrance préalable d'un certificat de transhumance ou d'un certificat international de transhumance selon les cas. Sont considérés comme en transhumance les troupeaux de bétail se déplaçant et pâturant hors des limites de leurs zones de pâture habituelles.*"

L'expérience burkinabé montre l'incidence des procédures tant juridiques que physiques d'aménagement de l'espace et l'importance d'une approche concertée de la circulation du bétail (en relation avec les aménagements agricoles) pour éviter la divagation des troupeaux et les conflits avec les agriculteurs. La maîtrise prioritaire des pasteurs doit être encadrée par des dispositifs étatiques, au risque d'une certaine bureaucratisation que n'évite pas le Burkina Faso.

3.3.5. Solution B2. Les puits communautaires ou villageois et les gîtes d'étapes

• **Cas des puits communautaires ou "villageois"**. Compte tenu d'un simple principe de réciprocité, l'usage des puits communautaires ne peut pas appartenir exclusivement à un petit groupe de familles. Il doit être ouvert aux troupeaux de passage, mais sans que leur présence prolongée puisse aboutir à une réduction trop rapide du stock fourrager utilisé par les résidents sur les pâturages accessibles aux animaux à partir du puits. Ainsi les résidents ont un droit d'usage prioritaire mais non exclusif sur le point d'eau dont l'accès est ouvert sous certaines conditions aux gens de passage.

La pratique la plus courante pour l'éleveur de passage consiste à demander aux résidents la permission d'abreuver sur le puits et de négocier son temps de séjour. Le fait de disposer d'un droit d'accès prioritaire sur l'eau et de pouvoir en négocier le partage avec des utilisateurs extérieurs, fournit aux agro-pasteurs une empreinte foncière qui tendrait à bien résister au temps.

Un tel dispositif semble ne demander aucune intervention, surtout en matière de transformation des droits fonciers "prioritaires" en propriété exclusive et absolue. Dans ces zones, l'interdépendance entre les acteurs et les puits est indispensable en raison de l'aléa climatique et la formule décrite paraît correspondre à la gestion de ce type d'insécurité.

• **Gîtes de nuit ou d'étape et pâturages des vaches laitières dans le delta intérieur du Niger**. Selon Noumou Diakité, ces situations correspondent à une "fixation". "*Faussement appelée sédentarisation des nomades la* ***fixation*** *est un passage obligé pour la sécurisation du nomade. La zone de fixation, surtout autour d'un point d'eau ou le long d'un fleuve est mise en valeur et fait l'objet d'une gestion spécifique. En général, elle est retenue et mise en réserve pour une exploitation en période de soudure. Le campement s'installe dès l'arrivée de cette période et y garde uniquement les animaux productifs (femelles laitières).*"

Techniquement, ces principes généraux donnent lieu à deux formules d'organisation foncière, spatialement différentes mais fort proches quant aux modalités.

– Le *harima* : c'est une terre de pacage, commune au village, sise près de l'agglomération et placée sous la garde du chef de village (ou du chef berger) qui y maintient l'ordre et en assure la défense. Ces pâturages sont exclusivement réservés à une catégorie de troupeaux et leur étendue varie en fonction de l'importance numérique des usagers. Le droit de pacage est interdit, non seulement aux *garci*[6] du village, mais aussi aux troupeaux étrangers. Ces terres de pâturages et les couloirs y conduisant ou *goumpi* ne peuvent pas être mis en culture.

– Le *waldaware* (*foroba* en bambara) : c'est le point de rassemblement, un passage commun plutôt qu'un pâturage. Les bêtes y restent une nuit et rentrent au matin dans leurs pâturages respectifs sous la surveillance du chef berger (ou du chef de village). Aucune famille ne peut en revendiquer la possession. En fait, les *bille*[7] entrent généralement dans cette catégorie... bien que l'usage de certains *bille* situés au

6. Dans le delta central du Niger, *garci* désigne le gros du troupeau.
7. Dans le delta central du Niger, *bille* (au sing. *winde*) désigne les gîtes pastoraux.

cœur des pâturages individuels ou familiaux soit interdit aux troupeaux étrangers. Il va sans dire que la mise en valeur agricole de ces zones est en principe interdite.

Comme le souligne précisément Salmana Cissé, les droits portant sur le *harima* et le *waldaware* font partie d'un ensemble plus vaste et plus complexe de droits qui constituent le *leydi*, à la fois comme "possession" d'un goupe et comme "domaine" lignager sous l'autorité du *diowro*. On retiendra en particulier qu'en association avec le droit "politique" plutôt que foncier du *beitel* ("terre de commandement attachée à la chefferie") des situations connexes aux précédentes étaient traditionnellement organisées selon la même formule : "Les grands axes de transhumance ou *burti* (y compris leurs gîtes pastoraux), les couloirs de passage ou *jinornde*[8], constituent une autre forme de propriété commune liée à l'exercice du leydi."

Ces formules d'organisation foncière doivent maintenant être envisagées dans une perspective de planification régionale et nationale tant en raison du dysfonctionnement du sytème des *leyde* que des transformations des milieux (sous les angles écologiques et productifs) et de l'ampleur de la crise pastorale.

3.3.6. Solution B3. Le partage des pâturages par plusieurs groupes sur un terroir d'attache : les données nigériennes

Rappelons qu'un terroir d'attache est l'aire géographique où vit régulièrement, pendant la majeure partie de l'année, l'essentiel du groupe humain concerné et à laquelle il reste "attaché" lorsqu'il part en transhumance ou que, récemment, plusieurs de ses membres partent pour l'exode. Si on s'en éloigne, ce n'est que provisoirement. Inutile de dire qu'avec le renforcement des tendances vers l'agriculture, l'ancrage au terroir se renforce encore plus.

Non seulement les points d'eau du terroir mais aussi les terres à pâturages environnants sont déclarés comme faisant l'objet de droits d'appropriation, les limites externes étant déterminées par le rayon utilisé quotidiennement par les laitières qui rentrent au campement tous les soirs. Les troupeaux, dits "secs" et qui parfois s'éloignent à la recherche de pâturages plus abondants, ne peuvent être utilisés pour tracer le rayon du terroir.

Certains responsables n'hésitent pas à affirmer que l'élevage crée autant de droits que l'agriculture : "Nous mettons en valeur le terroir en y gardant le bétail, en protégeant les arbres, en luttant contre les feux et les fauves, en creusant des puits. Tout cela nous le faisons pour nous. Et de même que le champ est délimité, le terroir est lui aussi délimité par le rayon qui permet d'exploiter le point d'eau."

La propriété est liée à la manière dont à une époque donnée les gens mettent la terre en valeur. Aujourd'hui comme autrefois l'élevage est une façon de mettre en valeur la terre et cela justifie l'appropriation foncière.

Même si le terroir d'attache n'est que la conceptualisation récente des droits politico-fonciers des pasteurs, sous l'influence de la primauté reconnue aux activités agricoles dans les politiques de développement et dans les modes de règlement des conflits, elle pourrait avoir une certaine incidence sur la sécurisation des droits des éleveurs. Organisé sur une base endogène et **topocentrique** (le topocentre étant naturellement le puits autour duquel les animaux paissent), le terroir d'attache connaît nécessairement une zone neutre entre ses propres finages et le terroir d'attache voisin. Par son caractère topocentrique et l'ambiguïté des droits qui s'exercent sur ces zones neutres, le terroir d'attache pose des problèmes "techniques" mais aussi idéologiques à ceux qui ne pensent les rapports fonciers qu'en termes de "géométrie" (la

8. Dans le delta central du Niger, *jinornde* (*ynorde* au singulier) désigne le gué.

terre est appréhendée en fonction de sa superficie) et d'"exclusivité" (une terre, un droit, un bénéficiaire). Sous réserve que ces difficultés mentales soient résolues, la référence aux terroirs d'attache pourrait être préférée à la formule de "territoires pastoraux bornés" voire immatriculés, préconisée pour protéger les droits fonciers des pasteurs mais pouvant prêter à une gestion exclusive des ressources *contraire à une approche fondée sur l'interdépendance et la complémentarité des zones* (voir ci-dessus solutions A2 et A3).

3.3.7. Solution C2. Les *séanes* ou puits temporaires et les pâturages arbustifs

• **Les puits temporaires : exemple burkinabé**. En système agro-pastoral, c'est la profondeur de la nappe phréatique qui détermine le statut foncier de certains puits. Si elle est peu profonde, les puits sont creusés dans le lit des marigots dès leur assèchement ; ils ne sont pas busés et s'effondrent dès que les pluies remplissent de nouveau les cours d'eau. Chaque chef de famille creuse donc chaque année un ou plusieurs puits pour abreuver son propre bétail et l'accès à tous les puits est libre pour les usages domestiques. Tout homme séjournant quelque temps dans la région avec son bétail creuse les puits dont il a besoin. Par ailleurs, l'eau n'est jamais refusée aux troupeaux de passage. Cette situation – eau peu profonde – n'est généralement pas liée à un état de pénurie et ne donne pas lieu à des difficultés techniques : c'est donc celle qui occasionne le moins de procédures.

Dans le cas des pasteurs résidant à proximité des fleuves et des mares permanentes, la question du rapport à l'eau ne se pose plus en tant que telle, mais est fonction de l'organisation des voies d'accès, situations étudiées précédemment dans les solutions B1 et B2.

• **Les pâturages arbustifs**. En saison sèche, et surtout à la fin, lorsque l'herbe devient rare, les pâturages arbustifs sont d'une grande importance. Or, ils se situent dans les zones les plus humides, sur les rives des points d'eau en particulier, là où s'effectuent les cultures de décrue et les cultures irriguées. Ces deux types d'utilisation de l'espace sont en concurrence et donnent parfois lieu à des conflits. Dans les systèmes agro-pastoraux peuls, les zones de pâturages arbustifs sont traditionnellement réservés au bétail et aucune culture n'y est pratiquée (ex. au nord du Burkina Faso). La coupe du feuillage pour le bétail stabulé en ville peut aussi être en concurrence avec la pâture paysanne. Aucune autorisation n'est à demander pour l'utilisation des pâturages arbustifs ; en revanche, en principe, pour ouvrir un champ sous pluie ou en zone de décrue ou d'irrigation, une autorisation est nécessaire auprès du chef politique ou territorial local ou de ceux qui pratiquent déjà des cultures sur ces mêmes lieux.

Ces solutions foncières traditionnelles entrent souvent en concurrence non seulement avec les activités agricoles mais aussi avec les logiques techniques des services de développement rural. Les codes des eaux et forêts ont eu tendance à réprimer ces pratiques soit au nom de l'hygiène (pour les puits temporaires) soit au nom d'une gestion "rationnelle" des ressources naturelles, sans se préoccuper des modes locaux de gestion et de préservation des pâturages. De telles contradictions ne peuvent être surmontées que dans le cadre d'une approche participative et dans la perspective de plans ou de programmes régionaux de gestion des ressources naturelles renouvelables.

3.3.8. Solution C3. Partage de pâturages entre plusieurs familles au sein d'une communauté résidentielle : exemple du complexe pâturages-champs en lanières du Gulbi N'Kaba

Utilisant des puisards creusés dans la vallée fossile ou des puits de villages haoussa, les pasteurs-cultivateurs peuls au Niger tout au long du Gulbi N'Kaba pra-

tiquent souvent la culture dans des champs représentés par de longues bandes de terre en forme de lanières pouvant atteindre deux kilomètres. L'aspect géométrique de cette structure agraire est remarquable. Il s'agit d'un ensemble de longues bandes de terrain en forme de rectangles d'inégale largeur, séparées en saison des pluies par d'étroites lignes d'herbes et toujours perpendiculaires à l'axe du Gulbi N'kaba. Orientées du sud au nord, elles présentent les mêmes subdivisions qui révèlent une utilisation rationnelle du sol et une remarquable maîtrise de l'espace occupé par un petit groupe d'éleveurs peuls depuis trois générations seulement.

Du nord au sud apparaissent successivement la brousse inculte, puis un alignement d'enclos formant une rangée d'orientation est-ouest, ensuite une aire de cultures diverses et enfin des portions de terre en jachère. La brousse inculte, qui précède le terroir proprement dit, est à la fois une réserve grignotée chaque année par les cultures et une aire de parcours des animaux du groupe pastoral.

L'originalité des terroirs en lanières réside essentiellement dans la mobilité des champs et de l'habitat qui se déplacent chaque année selon une progression bien réglée. Les terres cultivées gagnent progressivement sur la réserve de brousse d'une centaine de mètres vers le nord. En principe une aire égale est laissée en jachère vers le sud. Elle correspond aux parcelles les plus anciennement cultivées dont l'épuisement est constaté au fur et à mesure qu'avance le terroir vers le nord.

Cette progression de l'aire de culture par bonds réguliers s'accompagne du déplacement des enclos familiaux à la lisière des terres en friche. Aussi le même alignement de la rangée de cases apparaît-il après chaque bond annuel. Le cycle des déplacements s'échelonne sur quinze ans, soit un nombre équivalent de bonds annuels réalisés du sud vers le nord sur toute la longueur du terroir.

Ce type de solution foncière est naturellement adapté à un environnement physique et social particulier, autorisant une translation des champs dans un espace "infini" où n'existe pas de pression foncière et où la concurrence agriculture-élevage est résolue par un agro-pastoralisme extensif. Il est à craindre que cette belle épure n'ait plus la possibilité de se reproduire dans les situations actuelles de pression démographique et de risques climatiques accrus.

3.3.9. Solution C4. Maîtrise exclusive sur les pâturages ou les puits

• **Appropriation des pâturages : les Peuls en République centrafricaine**. Les solutions adoptées par les éleveurs peuls de la République centrafricaine, pour lutter contre la dégradation des pâturages, impliquent d'une part de résoudre les problèmes sanitaires, d'autre part d'envisager une gestion rationnelle des pâturages qui, par ailleurs, sans obligatoirement la supprimer, limite la transhumance de saison sèche en permettant de nourrir les animaux sur les pâturages de saison des pluies plus longtemps, sinon toute l'année.

Mais, une telle gestion technique pose un problème de fond qui est d'ordre foncier, moins vis-à-vis des premiers occupants que des autres éleveurs. Dans la mesure où, traditionnellement, le pâturage est un droit sans réserve de tout éleveur sur l'ensemble des parcours qui fait que même un *ardo* (voir 2.1 du chapitre 11) ne peut empêcher un autre éleveur de conduire ses bêtes près des siennes, tout effort d'amélioration du pâturage profitera non seulement à son auteur mais à n'importe quel autre éleveur. Plus grave, n'importe qui pourra contrarier à sa guise le plan de gestion mis au point... Seuls certains éleveurs enrichis et dotés d'un certain prestige politique ou moral ont pu, d'une certaine manière, "s'approprier" des pâturages, grâce à l'argent qui permet de négocier avec les chefs autochtones, de mettre en place des clôtures et d'entretenir la vigilance d'une clientèle nombreuse, et, de ce

fait, s'assurer un contrôle partiel ou total. Mais, il s'agit de cas isolés et fameux qu'il semble peu souhaitable d'encourager.

La solution préconisée par l'État est de reprendre dans une certaine mesure le concept de "zone d'élevage", mais en l'approfondissant. Il s'agit de l'attribution, à titre exclusif et définitif, d'un ensemble bien défini et délimité de pâturages à un groupe d'éleveurs liés par la parenté et des intérêts communs, avec pour contrepartie l'engagement d'appliquer un cahier des charges techniques relatif notamment à la gestion de ces pâturages, concédés en indivis au groupe (et non à chacun de ses membres) et utilisés à titre collectif.

Les auteurs qui ont travaillé sur l'élevage et le pastoralisme en Centrafrique soulignent la spécificité des problèmes écologiques et climatiques, levant généralement le problème de l'abreuvement mais introduisant d'autres contraintes, au plan sanitaire mais aussi des fourrages. Cette option de politique foncière pastorale, qui reste prudente en limitant les conséquences de l'appropriation et en évitant que le pâturage ne devienne un bien marchand susceptible d'une totale et discrétionnaire aliénation, ne peut être envisagée comme une solution généralisable à l'ensemble des situations africaines.

• **Les M'Bororo du Cameroun**. Les rapports entre cultivateurs et éleveurs sont conflictuels. L'opposition entre les M'Bororo qui se rattachent au monde peul et les autochtones de culture "bantoue" est, en effet, pratiquement totale. La divergence d'intérêts économiques entre les deux populations déclenche ou cristallise des conflits toujours latents dont les extensions de cultures aux dépens des pâturages ou les dégâts provoqués par les troupeaux fournissent les motifs les plus fréquents. La fixation des M'Bororo pendant une grande partie de l'année au campement est donc très inégale d'un groupe à l'autre. De façon logique, le groupe le plus ancien au Bamenda est celui qui change le moins de résidence. Mais l'ancienneté de séjour n'entraîne sans doute pas seule l'attache à un pâturage. L'hivernage à haute altitude, en pâturages très salubres, engage peut-être davantage les M'Bororo à retourner chaque année au même campement. Inversement, l'installation à la périphérie d'une aire d'élevage favoriserait les changements de résidence d'une année sur l'autre.

Même les M'Bororo nomades ne sont pas tout le temps mobiles. D'une saison à l'autre, des périodes d'immobilité succèdent à d'autres marquées par des déplacements répétés. En zones soudanienne et guinéenne, ceux-ci se produisent surtout lors de la saison sèche. La sédentarisation des nomades s'applique moins à l'attache à une résidence d'hivernage qu'à une réduction de la mobilité en saison sèche ; la sédentarisation équivaut alors à l'arrêt de la transhumance.

Les anciens nomades du Bamenda ne suivent pas une évolution uniforme les amenant à la sédentarité par une mobilité amoindrie et régularisée, puis une transhumance de plus en plus écourtée et, enfin, une immobilisation complète. Certains abandonnent tout de suite les déplacements saisonniers, mais restent mobiles à plus long terme. D'autres ralentissent leur mobilité à long terme, mais maintiennent la transhumance. Mieux, c'est le recours à la transhumance qui leur permet de s'ancrer à leur site d'hivernage. Au Bamenda, une transhumance régulière, marquée par le retour pendulaire aux mêmes pâturages saisonniers, précède fréquemment la fixation en hivernage.

L'élevage transhumant ne représente pas une transition entre le nomadisme et ce qui serait une sédentarité achevée. C'est un système d'élevage parfaitement adapté aux régions tropicales à alternance saisonnière très marquée. En chargeant très fort les pâturages d'attache lors de la saison la plus favorable puis en les délestant en-

suite de la plus grosse partie du cheptel, il respecte les variations saisonnières des capacités de charge. Plutôt qu'une phase transitoire dans une série évolutive de systèmes d'élevage, c'est une situation et une solution technique très stable.

Un plan de sédentarisation et de développement de l'élevage est élaboré dès les premières années 40. Le cheptel augmente rapidement et des conflits surviennent avec les cultivateurs. Le plan se traduit par une démarcation partielle des pâturages et des cultures. Mais des administrateurs estiment que ce plan offre une part trop belle aux M'Bororo et qu'il défavorise les autochtones. Cette prise de position, appuyée par une anthropologue, aboutit à l'institution de *grazing rules*, des règlements de pâturage, en 1947. Ils accordent aux *native authorities* le pouvoir de fixer les effectifs maximaux de cheptel qu'elles acceptent dans leur territoire. Cette décision est compensée par l'octroi de *grazing permits*, des permis de pâturage, aux M'Bororo qui se fixent à leur campement d'hivernage. Ce n'est pas un titre foncier, mais une assurance de pouvoir jouir paisiblement des pâturages. Cette législation pastorale a joué un grand rôle dans la stabilisation des *ardo* d'abord, puis d'autres familles, de proche en proche.

Les années d'accès à l'indépendance ayant donné lieu à des excès, le Cameroun occidental reprend à son compte, par une loi, les règlements de la période coloniale, et remet en place une procédure de délimitation des pâturages. De même, la transhumance est organisée : affectation des pâturages de saison sèche par *ardo*, décision des dates de départ et de retour des troupeaux.

• **L'appropriation exclusive des puits familiaux**. L'installation d'un puits au fond de la cuvette par un puisatier traditionnel conférait rapidement aux nouveaux arrivants un droit particulier et reconnu comme tel par les autres habitants de la région. Dans la pratique, en effet, il s'agit très rarement de la propriété d'un seul individu mais beaucoup plus d'un groupe de familles généralement coparentes ou corésidentes autour de la cuvette. Le plus souvent, les frais de construction du puits traditionnel sont généralement partagés entre ces familles, ce qui fait de cet ouvrage une véritable "entreprise collective" préméditée. Par ailleurs, compte tenu d'un simple principe de réciprocité, l'usage de ce puits ne peut pas appartenir exclusivement à un petit groupe de familles, dans un environnement vaste et qui requiert le plus souvent une grande mobilité des animaux. Il doit être ouvert aux animaux de passage mais sans que leur présence prolongée puisse aboutir à une réduction trop simple du stock fourrager utilisé par les résidents sur les pâturages accessibles aux animaux à partir du puits.

Les exemples présentés ci-dessus sont liés à des situations de transition entre le pastoralisme et la sédentarité et sont caractéristiques du développement d'un agro-pastoralisme. La généralisation de ce type de situation suppose que les choix des politiques de développement rural autorisent la sécurisation à travers une approche compréhensive de la spécificité des situations et des solutions foncières.

3.3.10. Solution D3. Maîtrise foncière individuelle devenant exclusive : exemple des Peuls de Faranah en Guinée

A Modia, en Guinée, les Peuls vivent et cultivent sur les plateaux ; ils pratiquent une culture intensive à l'intérieur de leurs *tapade*, grands enclos autour des habitations qui reçoivent une fumure organique importante issu de leur élevage bovin.

Les Sankaranka habitent au village et cultivent les bas-fonds proches. D'après eux l'ensemble des terres du village sont sous leur contrôle. Ils ont simplement prêté quelques domaines sur plateau aux familles peules pour repeupler ce petit village qui risquait d'être "mangé" par le bourg de Faranah. En effet Modia n'est qu'à

3 km de Faranah et de nombreuses personnes, habitant en ville, viennent travailler des parcelles au village. Cette situation aurait eu vite fait de faire mourir Modia si les Peuls n'étaient pas venus y habiter.

Quoi qu'il en soit, les Peuls considèrent qu'ils sont chez eux sur les parcelles qu'ils cultivent. Un des premiers Peuls installé à Modia affirme même : "Personne ne pourra m'obliger à partir, c'est seulement mort que je quitterais la surface de cette terre !"

Il s'agit bien ici d'une appropriation privative des terres par des éleveurs guinéens. Mais, faut-il le souligner, ces situations ne sont plus représentatives du pastoralisme et échappent ainsi à l'objet de ce manuel ainsi que l'étude des autres formes d'organisation foncière des éleveurs reposant sur la sédentarité et conjuguant la propriété privée et l'exercice des maîtrises prioritaires ou spécialisées de pâturage et de pacage.

3.4. La sécurisation foncière et le droit moderne

La sécurisation des pratiques foncières des sociétés pastorales est l'objet actuellement d'une nouvelle prise en considération qui ne doit pas seulement enfermer la recherche dans une étude technique des conditions et procédures de la sécurisation mais, d'abord, sur le sens à donner au terme sécurisation, entendant par "sens", sa "signification et sa direction".

La direction que prennent les pratiques foncières pastorales prête à discussions. Sous l'effet de l'idéologie de la propriété, une interprétation simplicatrice des évolutions réelles aurait tendance à ne considérer comme seuls facteurs positifs que ceux qui vont dans le sens d'une généralisation de la propriété privée. Les informations présentées ici justifient une conception plus extensive des orientations à donner aux politiques pastorales. Elles supposent de ne pas succomber à cette maladie "infantile" des études foncières actuelles qu'on pourrait dénommer le "syndrome de la tragédie des communs", en reprenant le titre du célèbre article de Garett Hardin déjà évoqué. Elles impliquent enfin d'accepter, au moins temporairement, de gérer les incertitudes relatives aux orientations à donner aux interventions, en restant au plus près des pratiques d'acteurs et en renonçant aux approches prométhéennes antérieures.

Par ailleurs, la sécurisation a plusieurs significations qui ne se recouvrent pas nécessairement selon la situation qu'occupent les différents acteurs et les enjeux qu'ils sont susceptibles de maîtriser. La position plus ou moins marginale des pasteurs dans les systèmes politiques et dans le développement rural induit des pratiques plutôt réactives ou adaptatives pouvant déboucher sur des formes de violence. Les interventions techniques négligeant, en outre, trop souvent le capital de solutions pratiques et les potentialités créatives pour imposer leur vision de la production pastorale, donc de l'organisation sociale et foncière, nous sommes le plus souvent face à des contextes d'insécurité à l'échelle locale ou nationale. Un fort besoin de sécurisation s'exprime alors, mais ne peut le plus souvent être relayé et initié qu'à l'échelle internationale, par les bailleurs de fonds et les organisations non gouvernementales, mais en fonction de leurs logiques propres d'intervention parfois trop développementaliste, voire ethnocentrique.

Pour contribuer à faire émerger les conditions d'une sécurisation foncière des sociétés pastorales, nous allons, dans les dernières pages de ce chapitre examiner quelques contraintes juridiques à prendre en considération dans deux domaines qui paraissent fondamentaux :

• l'accès aux ressources, c'est-à-dire à la terre par et pour les potentialités qu'elle recèle pour les pasteurs ;
• le règlement des conflits, condition d'une approche consensuelle du développement pastoral et rural.

3.4.1. Les conditions d'accès à la terre et aux ressources naturelles

Pour étudier comment le droit peut contribuer à sécuriser les pasteurs dans ce domaine, deux lectures, l'une positiviste, l'autre pragmatique, peuvent être adoptées.

• **Droit positif**. Une lecture positiviste ne s'intéresse qu'au droit (normes et sanctions) que l'État reconnaît comme appartenant à l'ordre juridique officiel. Ce sont les lois qu'il promulgue et les systèmes juridiques dont il reconnaît l'application sur son territoire (par exemple les conventions internationales). Mais il est très rare que les États africains reconnaissent l'application des systèmes juridiques qui, antérieurement à la colonisation, prévalaient localement. Le **droit coutumier** (employé ici avec toutes les réserves d'usage) et la *charia* (ou droit islamique) ne sont qu'exceptionnellement (Soudan) intégré au droit positif. Et, s'il y est fait référence dans les principes généraux du droit constitutionnel, c'est de manière stylistique, car l'organisation juridique et judiciaire n'en tient pas compte pour le foncier. Lorsque les dispositifs d'accès à la terre reposent principalement sur la coutume ou le droit coutumier islamisé (ainsi au Tchad) une telle ignorance est intenable et suppose, sans négliger la connaissance du droit positif, d'opter pour une approche plus pragmatique.

• **Approche pragmatique**. Il faut souligner deux des caractéristiques de l'approche pragmatique et anthropologique du droit. D'une part, elle valorise les pratiques plutôt que les discours ou les représentations idéales d'un "droit tel qu'il doit être", afin de coller au plus près des situations de terrain. D'autre part, elle considère avec un intérêt particulier le "juridique par le bas". Sous cet angle, le caractère métis des dispositifs et des solutions serait le trait particulier des modalités d'accès à la terre à privilégier. Il permettrait, en combinant les apports de trois systèmes juridiques, de rendre complémentaires des approches que le droit positif pense comme exclusifs et que la pratique hiérarchise. Nous allons donc mettre en évidence les apports successifs de la coutume foncière, du droit musulman (là où il est invoqué) et du droit moderne.

• **L'apport de la coutume : l'incidence du statut foncier**. Il faut bien distinguer entre la coutume telle que les sociétés africaines l'appréhendent et le droit coutumier tel que le colonisateur britannique ou français l'a conçu, en tentant de répéter en Afrique une évolution connue à la fin du Moyen Age par les sociétés européennes, et aboutissant en Angleterre au *Common Law,* et en France au droit commun coutumier puis au droit codifié.

> La **coutume** est la manière de dire les manières de faire pour assurer la reproduction de la société.

Dans des groupes restreints dont la reproduction serait menacée en rendant publics les principes d'organisation, la coutume s'exprime à travers des énoncés peu nombreux et principalement sous la forme d'interdits applicables à telle ou telle catégorie de membres du groupe. De ce fait, c'est principalement à travers des interdictions qu'on peut identifier la dimension normative positive et plus exactement les modèles de comportements reconnus ou privilégiés et susceptibles d'être éventuellement sanctionnés. La coutume met ainsi en œuvre une grammaire juridique si originale aux yeux des Occidentaux qu'elle a été rarement été prise au sérieux et, encore moins, sérieusement analysée.

Pourtant, les peuples d'Afrique tropicale disposent d'une série de concepts pour parler et traiter des rapports entre eux et les choses, et l'aspect spatial de leur organisation sociale trouve, d'une façon ou d'une autre, une expression ouverte en paroles et en actes.

Parmi ces concepts, les **statuts** des acteurs sont un élément essentiel du lexique foncier. En définissant la position juridique, c'est-à-dire les droits et obligations corrélatifs au modèle de comportement qui est attendu, le statut permet de mettre en évidence les maîtrises foncières qui sont reconnues comme susceptibles d'être mises en œuvre au sein d'un groupe. Accéder à un statut dans une société communautariste, ce n'est pas seulement bénéficier de nouveaux droits, c'est, d'abord et surtout, devoir faire face aux obligations correspondantes. Car, le communautarisme implique, pour assurer une solidarité minimale, que l'individu assume ses obligations avant de pouvoir réclamer le bénéfice de ses droits.

Ainsi l'accès aux ressources naturelles est d'abord déterminé par le statut de l'acteur, entendant par **acteur** celui qui est habilité à agir juridiquement au sein du groupe ou en sa qualité de représentant. Dès lors, on comprend que des facteurs qui ne relèvent ni du droit ni du foncier soient si importants. Ici c'est le rôle fondamental des alliances matrimoniales, de l'endogamie et des rapports de soumission et de clientélisme avec des populations pré-établies. Ailleurs, c'est l'incidence du religieux, le poids de l'initiation.

Ainsi se trouve soulignée une autre dimension des conceptions africaines, la terre étant une interface entre le visible et l'invisible.

Si le poids de certains facteurs a pu changer et si les facteurs économiques ou financiers paraissent avoir plus d'influence maintenant que la noblesse d'origine ou l'appartenance à une lignée maraboutique, il n'en apparaît pas moins, qu'à l'encontre des naïvetés des auteurs évolutionnistes, le *statut n'a pas cédé sa place au contrat*. L'un et l'autre, ayant toujours coexisté, changent de place ou de rôle. Mais le statut reste un élément essentiel d'identification des positions sociales et juridiques, sans doute moins précis qu'avant, puisqu'on peut plus facilement usurper un statut. Dans l'analyse des situations foncières, il faut veiller attentivement à l'emploi d'une terminologie adaptée pour que les appellations scientifiques correspondent précisément aux conceptions endogènes et à leur évolution actuelle.

• **L'apport du droit musulman**. Une étude des pasteurs du sud-ouest de la Mauritanie[9] montre comment la charia et les textes sacrés de l'Islam se superposent aux droits collectifs antérieurs (quelquefois en les niant) et introduisent une légalité autre, celle de la communauté des croyants, équivalents à priori devant Dieu et ne se distinguant que par leur piété et leurs bonnes actions. Les contradictions que révèle l'évolution actuelle de l'organisation foncière pastorale :
– perpétuation des droits collectifs antérieurs,
– affirmation du libre accès aux pâturages,
sont donc bien réelles, révélées de manière aiguë par la sécheresse, mais qui n'en sont pas la conséquence. Elles manifestent les transformations des systèmes pastoraux dans le nouvel espace national mauritanien et elles sont les enjeux d'options politiques qui peuvent être diverses selon les choix économiques et sociologiques qui seront faits. La question foncière tend à se poser dans la Mauritanie actuelle comme une question politique. C'est cependant dans le domaine agricole que cette question se pose le plus. Si la tendance est souvent une affirmation des droits col-

9. Pierre Bonte (1987), "L'herbe ou le sol ? L'évolution du système foncier pastoral en Mauritanie du Sud-Ouest", in *Hériter en pays musulman*, Gast M. (ed.), CNRS, Marseille, 210-211.

lectifs là où ils peuvent être préservés, la référence insistante à la charia, à des principes juridiques d'ordre religieux ainsi que les nécessités du temps amènent les éleveurs à de nouvelles nuances. Ainsi distinguent-ils souvent les droits fonciers sur le sol résultant d'une mise en valeur et d'une exploitation ancestrale et les droits sur le pâturage lui-même, sur la végétation utile, don de Dieu et qui peut être exploitée par tous. A travers ces arguties subtiles se joue en fait le destin des collectivités pastorales qui tentent de perpétuer un ordre bouleversé depuis près d'un siècle.

Il s'agit donc d'une transformation interne du droit pour devenir plus proche des enseignements de la charia et d'une réinterprétation des droits fonciers profitant particulièrement à ceux "qui vivifient de manière permanente la terre par leur travail" : les agriculteurs. Dans un tel contexte, le droit musulman peut être autant facteur de sécurité pour certains, les agriculteurs, que d'insécurité pour d'autres, les pasteurs. C'est pourquoi, dans le contexte nigérien de présentation du terroir d'attache, il paraissait si nécessaire d'interpréter le forage d'un puits comme une mise en valeur par vivification pour permettre à ses auteurs de bénéficier de la même sécurité juridique que les agriculteurs.

• **Le droit moderne : la terre, bien aliénable**. L'importance des ruptures introduites par les conceptions coloniales de la propriété, et la politique domaniale qui en a résulté pour transformer des droits autochtones imparfaits en droits de propriété, a déjà été soulignée. C'est dans ce registre que la notion de mise en valeur tire tout son sens. On passe d'une **mise au travail** (vivification) à une **mise en valeur** en recherchant à dégager un surplus susceptible de réinvestissements cumulatifs. Le titre qui autorise l'accès à la terre et le partage de ses ressources est alors discriminant. Puisque, dans la conception du Code civil, la terre est un bien immeuble par nature, ceux qui ne possèdent pas de titre de propriété sont naturellement pénalisés par rapport à ceux qui en ont un, les propriétaires. Même si les États ont tenté de consolider certains droits collectifs ou communautaires des pasteurs, ce fut sans changer la matrice conceptuelle et donc d'une manière "paternaliste".

Dans un tel contexte, on comprend mieux pourquoi les pasteurs font si fréquemment appel à la coutume et sont si réticents à se soumettre à la juridiction de l'État ou de la charia, tout en étant de bons citoyens et d'excellents croyants. Seule la coutume, par son dispositif statutaire, est susceptible de leur donner la possibilité de contrôler les nouveaux venus et d'user d'arguments contrôlables (au moins par eux) pour réguler l'accès aux sols et aux ressources naturelles. Le droit musulman et le droit étatique ne pourraient y contribuer que si l'interprétation qui en est donnée n'était pas systématiquement contraire à l'intérêt des pasteurs, comme le révèle une brève évocation du règlement des conflits.

3.4.2. L'inégalité dans le règlement des conflits

Au Sahel, des situations d'inégalité criante dans le règlement des conflits sont fréquentes. Un agriculteur, par exemple, sème au début de la période de cultures dans un couloir de transhumance borné. Ce couloir ainsi coupé, le premier troupeau arrivant doit nécessairement causer des dégâts aux cultures. L'autorité locale (parfois complice) recoit la plainte de l'agriculteur et saisit une ou plusieurs bêtes, à moins qu'elle n'arrête le berger et ne mette son bétail en fourrière. Puis, dans le cadre d'une confusion des responsabilités d'instruction, de jugement et d'exécution de la décision, instruisant la plainte, procédant à l'enquête contradictoire, condamnant le berger et vendant sa bête sur le marché, l'autorité locale prélève sur les troupeaux ce qui a tous les traits d'une dîme, d'une taxe "féodale" de péage, ou les attributs d'un racket.

Ce type de situation (observé en 1988 dans la région de Mopti au Mali) est tenu par les pasteurs pour une des contraintes incontournables de leur situation de pasteurs, comme les criquets ou les vents de sable. Il n'en est pas moins contradictoire avec l'exigence de "l'État de droit" et le respect des droits de l'homme, et également avec une sécurisation minimale des pasteurs. Il existe ainsi deux poids et deux mesures puisque l'arbitraire est total et que les autorités pourraient provoquer, voire créer de toutes pièces, une situation conflictuelle les autorisant à intervenir et pénaliser. Pour une part, plusieurs des révoltes observées dans les pays du Sahel sont liées au dérèglement des fonctions d'autorité de l'administration territoriale.

Les causes des conflits sont sans doute nombreuses, tant entre pasteurs en situation de raréfaction des ressources qu'entre pasteurs et agriculteurs lorsqu'à la crise des écosystèmes s'ajoute une affectation des espaces pastoraux à d'autres usages (par exemple les bourgoutières du delta intérieur du Niger à la riziculture). Mais, malgré leur nombre, non seulement ces conflits sont nécessaires mais, surtout, ils sont susceptibles d'être résolus.

D'une part ces conflits sont inévitables parce qu'ils sont liés à une phase de réadaptation des systèmes pastoraux. Entre le mirage des sociétés pastorales souveraines (et parfois esclavagistes) et les dures réalités de la fixation, voire de la sédentarisation forcée, les pasteurs vivent une transition d'autant plus complexe que le futur est largement incertain. Pour lever cette incertitude, il faut mesurer les nouveaux enjeux et leurs conditions de matérialisation en mesurant le poids des différentes contraintes. Ouvrir un conflit peut correspondre à ce type de besoin, non pour tout gagner mais pour aboutir à un consensus minimal résultant de la prise en considération d'un ensemble de facteurs, dans le cadre d'une négociation globale avec tous les acteurs concernés et en fonction de toutes ces contraintes. Car, d'autre part, si on change de philosophie juridico-judiciaire et qu'on accepte de faire prévaloir un ordre négocié plutôt qu'une justice imposée, si on accepte une approche du développement fondée sur une gestion paritaire et décentralisée, si, enfin, on reste fidèle aux enseignements de certains aspects positifs de l'histoire précoloniale et coloniale, on peut se donner les moyens institutionnels de réduire cette inégalité devant le règlement des conflits et de contribuer à la sécurisation des pasteurs.

Selon nos analyses, cette sécurisation passe par la réunion de deux conditions principales. Tout d'abord, il convient d'instaurer un nouveau climat de confiance et de solidarité en associant les diverses parties prenantes autour d'autorités situées à l'interface des divers acteurs et fondant leur légitimité sur des critères tant traditionnels que modernes, tant moraux que techniques.

D'autre part, il faut faire évoluer le droit pour privilégier les règles de procédure (conditions d'accès aux juridictions, de procès impartial et d'exécution des décisions) sans présupposer qu'on puisse enfermer toutes les situations ("volatiles" parce que liées à une situation de transition) dans des règles de fond ou dans un code pastoral. Pour laisser ouvertes certaines opporunités, prendre en compte des intérêts changeants et mouvants, il faut conjuguer la flexibilité et l'impartialité. S'il convient de restaurer les fonctions de souveraineté de l'État en Afrique, il faut également reconstruire la société sur des principes qui, en Afrique, ont déjà fait leurs preuves. En particulier, il ne faut pas considérer que l'uniformité dans le traitement des situations soit nécessairement la condition et le moyen de l'égalité et de la liberté. Cette uniformité est liée, en Occident, au mythe du contrat social mais n'a pas empêché qu'il y ait, de tout temps, "des gens plus égaux que d'autres". L'Afrique possède, avec le principe mythique de la complémentarité des différences que l'on retrouve dans nombre de récits de fondation, un cadre conceptuel à la hauteur de la difficile instauration d'un climat d'entente et de solidarité dyna-

mique entre pasteurs, agriculteurs et pêcheurs. Pourquoi ne pas fonder la nécessaire sécurisation des ruraux sur une philosophie de l'action qui puisse les mobiliser et exprimer les fondements de leurs civilisations ?

Ainsi se dessine quelques axes des nouvelles politiques foncières et de gestion des ressources naturelles qui devront inéluctablement être élaborées par les États africains pour relever les défis que connaissent les sociétés pastorales. Face à un Droit qui les exclut, les pasteurs ont répondu par des stratégies de contournement ou de détournement qui les ont finalement marginalisés et peuvent aboutir à une ségrégation. Pour réintroduire les sociétés pastorales dans la communauté nationale et leur redonner confiance, pour créer les conditions d'un avenir moins incertain, il faut d'abord approfondir la connaissance de leurs expériences pour ensuite en permettre l'usage et les adaptations indispensables.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES CONSEILLÉEES

Abou A., Marty A., Youssouf I. et Any I. (1990), *Les Régimes fonciers pastoraux, étude et propositions*, Niamey, secrétariat permanent du code rural, 12 p.

Bernard A. (1992), *Problématique foncière et développement pastoral en République centrafricaine*, Yaoundé.

Bonte P. (1987), "L'herbe ou le sol ? L'évolution du système foncier pastoral en Mauritanie du Sud-Ouest", in *Hériter en pays musulman*, Gast M. (ed.), CNRS, Marseille, 210-211.

Bosc P. et al. (eds.) (1993), *Le Développement agricole au Sahel, II : Recherches et techniques*, CIRAD, Montpellier, 250 p.

Boudet G. (1978), *Le rôle et les limites de la recherche dans l'amélioration de la gestion des parcours sahéliens. Maîtrise de l'espace agraire et développement en Afrique tropicale*, ORSTOM, Paris, 408 p.

Boukhobza M. (1982), *L'Agropastoralisme traditionnel en Algérie*, OPU, Alger, 458 p.

Boutrais J., *Entre nomadisme et sédentarité, les M'Bororo à l'ouest du Cameroun. Le développement rural en question*, ORSTOM, Paris, 225 p.

Bruggeman H. et Hoefsloot H. (1992), "Pasteurs et villageois : un nouveau code rural", *Lettre du réseau Rech. Dévelop.*, 16 : 28-29.

Cissé S. (1983), "Les leyde du delta central du Niger : tenure traditionnelle ou exemple d'un aménagement de territoire classique ?" in *Enjeux fonciers en Afrique noire*, Le Bris et al. (eds.), 178-189.

Clauzel J. (1992), "L'administration coloniale française et les sociétés nomades dans l'ancienne Afrique occidentale française", *Politique africaine*, 46 : 99-116.

Collectif (1990), "Le Droit et ses pratiques", *Politique africaine*, 40.

Crousse B., Le Bris E. et Le Roy E. (1986), *Espaces disputés en Afrique noire. Pratiques foncières locales*, Karthala, Paris, 428 p.

Desjeux D. (1991), "Stratégies paysannes face à l'incertitude foncière", in *L'Appropriation de la terre en Afrique noire*, Le Bris et al. (eds.), 199-203.

Diakité N., *Situation de l'élevage au Mali, le développement agricole au Sahel,* in *Le Développement agricole au Sahel, II : Recherches et techniques*, Bosc P. et al. (eds.), 163-204.

Diarra S. (1978), *Les Stratégies spatiales des éleveurs-cultivateurs peuls du Niger central agricole, Maîtrise de l'espace agraire et développement en Afrique tropicale*, ORSTOM, Paris, 89 p.

Gazzaniga J.-L. et Ourliac J.-P. (1979), *Le Droit de l'eau*, Librairies techniques (LITEC), Paris, 248 p.

Habou A., Marty A., Youssouf I. et Any I. (1990), *Les Régimes fonciers pastoraux, Étude et propositions* (rapport de mission au Niger, janv. et fév. 1990), IRAM, Paris, 12 p.

Horton R. et al. (1990), *La Pensée métisse, croyances africaines et rationalité occidentale en questions*, PUF, Paris, et IUED, Genève, 272 p.

Jammes D. (1993), *La Terre des Malinke*, mémoire CNEARC, Montpellier.

Kamto M. (1994), *Droit de l'environnement en Afrique*, EDICEF/AUPELF, Paris.

Kintz D. (1991), "Le foncier dans la pensée et dans la pratique des éleveurs et des agro-éleveurs", in *L'Appropriation de la terre en Afrique noire*, Le Bris et al. (eds.) : 37-48.

Kintz D. (1983), "Pastoralisme, agro-pastoralisme et organisation foncière : le cas des Peuls", in *Enjeux fonciers en Afrique noire*, Le Bris et al. (eds.), 213-214.

Le Bris E., Le Roy E. et Leimdorfer F. (ed.) (1983), *Enjeux fonciers en Afrique noire*, ORSTOM-Karthala, Paris, 425 p.

Le Bris E., Le Roy E., Mathieu P. (eds.) (1991), *L'Appropriation de la terre en Afrique noire. Manuel d'analyses, de décision et de gestion foncières*, Karthala, Paris, 360 p.

Le Roy E. (1991), *La Propriété foncière du code Napoléon en Afrique ; l'échec logique de la raison écrite. Un droit inviolable et sacré, la propriété*, ADEF, Paris, 145-150.

Le Roy E. (1991), *Une politique foncière pour l'Afrique de l'an 2000. L'avenir des tiers-mondes*, PUF-IEDES, Paris, 194-211.

Le Roy E. (1992), "Le droit des pasteurs, propriété privée, souveraineté spatiale ou maîtrise foncière", *Lettre du réseau Rech. Dévelop.*, 16 : 17-21.

Le Roy E. (1983), "L'impossible généralisation de la propriété ; de la tragédie des communaux à la maîtrise d'un patrimoine commun aux nationaux. La mobilisation de la terre", in *Enjeux fonciers en Afrique noire*, Le Bris et al. (eds.), p. 267.

Madjarian G. (1991), *L'Invention de la propriété, de la terre sacrée à la société marchande*, L'Harmattan, Paris, 313 p.

Marty A. (1992), "Les pasteurs aussi ont des attaches territoriales", *Lettre du réseau Recherche et Développement*, 16 : 22-23.

Marty A. et al. (1990), *Les Régimes fonciers pastoraux, étude et propositions*, IRAM, Paris : 6-41.

Marty A. et Bonnet B. (1992), "Les zones pastorales", in *Le développement agricole au Sahel*, CIRAD, Montpellier, tome 1 : 237-238.

Marty A. (1990), "Les organisations coopératives en milieu pastoral : héritages et enjeux", *Cahiers des Sciences humaines*, **26** (1-2) : 121-135.

Marty A. (1990), *Les Régimes fonciers pastoraux, étude et propositions*, IRAM, Paris, 28 p.

Pougoue P. (1994), *Droit foncier en Afrique*, EDICEF/AUPELF, Paris.

Prieur M. (1994), *Droit comparé de l'environnement*, EDICEF/AUPELF, Paris.

Thébaud B. (1990), "Politiques d'hydraulique pastorale et gestion de l'espace au Sahel", *Cahiers des Sciences humaines*, **26** (1-2) : 13-31.

Thébaud B. et Granry E. (1992), "Puits et espaces pastoraux. Diffa Niger", in *Le Développement agricole au Sahel*, CIRAD, Montpellier, tome 3 : 261-262.

Imprimé en France par l'Imprimerie Hérissey - 27000 Évreux - Dépôt légal : 09698-06/95 - N° d'impression : 69532

La collection **Universités francophones**, créée en 1988 à l'initiative de l'UREF, propose des ouvrages modernes répondant aux besoins des étudiants de deuxième et troisième cycle universitaire ainsi qu'aux chercheurs francophones, et se compose de titres originaux paraissant régulièrement.

Leurs auteurs appartiennent conjointement aux pays du Sud et du Nord et rendent compte des résultats de recherches et des études récentes entreprises en français à travers le monde. Ils permettent à cette collection pluridisciplinaire de couvrir progressivement l'ensemble des enseignements universitaires en français.

Enfin, la vente des ouvrages destinés aux pays du Sud, à un prix préférentiel, tient compte des exigences économiques nationales et assure une diffusion adaptée aux pays francophones.

Ainsi, la collection **Universités francophones** constitue une bibliothèque de référence comprenant des ouvrages universitaires répondant aux besoins des étudiants, des enseignants et des chercheurs de langue française.

Le mode de vie des pasteurs est souvent analysé comme une survivance et le pastoralisme comme une discipline passéiste. L'avenir serait uniquement au développement agricole. Si une certaine extension de l'agriculture s'impose, d'immenses territoires lui restent fermés, en raison de contraintes climatiques sévères ou de la volonté des populations. D'autres lui échappent dont une partie seulement rejoint la forêt, en raison de la déprise agricole ou de mouvements de population. C'est le domaine pastoral. Ces vastes territoires doivent être aménagés, gérés selon des techniques particulières pour rester productifs et conserver leurs potentiels.

Cet ouvrage, œuvre d'un groupe d'enseignants, de chercheurs, de gestionnaires de spécialités et d'origines très variées, issus de plusieurs pays francophones, développe les grandes lignes d'une approche globale de ces systèmes de production originaux qui constituent le pastoralisme.

Prix France : 250 FF • Prix Canada : 62 $ CAD • Prix préférentiel UREF (Afrique, Asie, Amérique latine, Moyen-Orient, Haïti) : 60 FF

9 782218 062599

I.S.S.N. 0993-3948
Diffusion Hachette D.I. ou ELLIPSES selon pays 59.4597.7
Distribution Canada D.P.L.U.