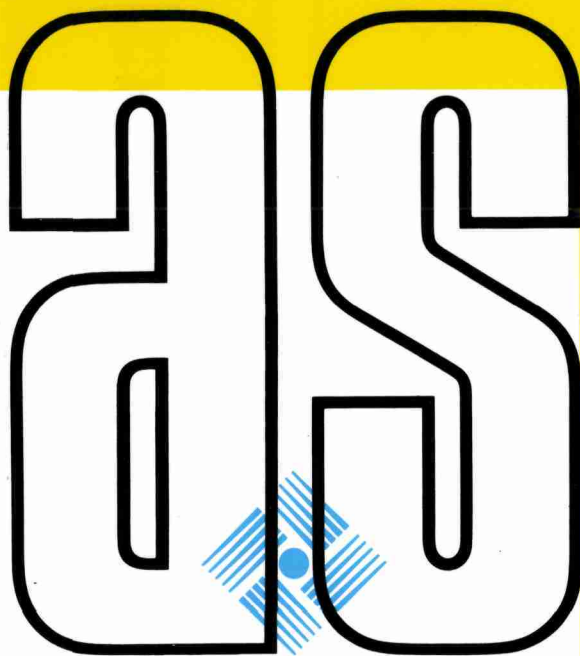


Noureddine Chalbi  
Yves Demarly



**actualité scientifique**

**L'AMELIORATION**  
des  
**PLANTES**  
pour  
**L'ADAPTATION**  
aux  
**MILIEUX**  
**ARIDES**

AUPELF

**JL** John Libbey  
EUROTEXT  
PARIS · LONDRES



**L'AMÉLIORATION DES PLANTES  
POUR L'ADAPTATION  
AUX MILIEUX ARIDES**

**British Library Cataloguing in Publication Data**

L'amélioration des plantes pour l'adaptation  
aux milieux arides.

1. Arid regions. Crops. Cultivation

I. Chalbi Nouredine II. Series

631.509154

ISBN 0-86196-252-2

**Editions John Libbey Eurotext**

6, rue Blanche, 92120 Montrouge,  
France

Tél. : (1) 47 35 85 52

**John Libbey and Company Ltd**

13, Smith Yard, Summerley Street,  
London SW18 4HR, England

Tél. : (1) 947.27.77

**John Libbey CIC**

Via Spallanzani 11,  
00161, Rome, Italy

Tél : (06) 862.289

© 1991, Paris

Il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage — loi du 11 mars 1957  
— sans autorisation de l'éditeur ou du Centre Français du Copyright, 6 bis rue Gabriel Laumain —  
75010 Paris, France.

# **L'AMÉLIORATION DES PLANTES POUR L'ADAPTATION AUX MILIEUX ARIDES**

Deuxièmes Journées scientifiques  
du réseau « Biotechnologies végétales »  
Tunis, 4-9 décembre 1989

## **RESPONSABLES SCIENTIFIQUES**

Noureddine Chalbi

Yves Demarly



## **Les collections « *Universités francophones* » de l'UREF :**

### **Un instrument nouveau pour consolider l'espace scientifique francophone**

L'Université des Réseaux d'Expression Française (l'UREF) a créé un ensemble de collections « Universités francophones » qui sont les instruments nécessaires d'une vie scientifique de qualité dans l'espace scientifique francophone.

Fruit de la collaboration de chercheurs du Nord et du Sud, dans le cadre; notamment, des journées scientifiques et des colloques organisés par les réseaux de recherche partagée de l'UREF, ces « Actualités scientifiques » veulent, en consolidant la coopération scientifique entre tous les partenaires de la francophonie, contribuer à la promotion de la recherche en langue française.

Cette nouvelle collection est complétée par une collection de manuels universitaires et par une collection d'ouvrages scientifiques » (« Sciences en marche »).

**Professeur Michel Guillou**  
Directeur Général de l'AUPELF  
Recteur de l'UREF

# Sommaire

Liste des auteurs.....	VII
Avant-propos. <i>N. Chalbi</i> .....	IX
Introduction. <i>Y. Demarly</i> .....	XI
<b>1. Utilisation de la variation somaclonale et de la sélection <i>in vitro</i> à l'amélioration du riz. <i>J. Bouharmont</i>.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Quantification des désordres photosynthétiques chez la plante stressée : aspects conceptuels et méthodologiques. <i>M. Ernez, R. Lannoye</i> .....</b>	<b>9</b>
<b>3. Polymorphisme variétal de résistance à la sécheresse chez les céréales à paille : cas du blé. <i>M. Ben Salem, J.P. Vieira da Silva</i> .....</b>	<b>25</b>
<b>4. Tolérance génétique des céréales au VJNO et à la sécheresse. <i>C.A. Saint-Pierre, Ph. Monneveux, A. Comeau</i> .....</b>	<b>35</b>
<b>5. Approche de l'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse. Cas de l'arachide au Sénégal. <i>J.L. Khalfaoui</i> .....</b>	<b>51</b>
<b>6. Stratégie d'implantation d'un système d'espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen. <i>P. Dutuit, Y. Pourrat, V.L. Dodeman</i> .....</b>	<b>65</b>
<b>7. Les protéines de choc thermique : un modèle moléculaire de réponse des génomes végétaux aux stress abiotiques. <i>P. du Jardin, C. Lejour</i>.....</b>	<b>75</b>
<b>8. Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. <i>E. Zid, C. Grignon</i> .....</b>	<b>91</b>
<b>9. Problèmes soulevés par les tests précoces de la productivité. <i>B. Kouamé</i> ..</b>	<b>109</b>

## Sommaire

<b>10. Méthode d'évaluation du comportement du palmier à huile vis-à-vis de la fusariose vasculaire due à <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>elaeidis</i>. Résultats.</b> <i>J.L. Renard, H. de Franqueville, J. Meunier, J.M. Noiret</i> .....	121
<b>11. Analyse des capacités androgénétiques de génotypes marocains de <i>Triticum durum</i>.</b> <i>H. Chlyah, N. Saidi</i> .....	135
<b>12. Modification de la conductance stomatique de diverses origines tunisiennes de caroubier (<i>Ceratonia siliqua</i> L.) soumises à une contrainte hydrique prolongée.</b> <i>M.N. Rejeb, D. Laffray, P. Louguet</i> .....	149
<b>13. Les chocs thermiques et leurs applications.</b> <i>J. Dubois</i> .....	159
<b>14. Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver ?</b> <i>Ph. Monneveux</i> .....	165
<b>15. Méthodologie de sélection par utilisation de la valeur en lignée et la production d'haploïdes doublés chez le piment.</b> <i>H. Harzallah, N. Chalbi</i> ..	187
<b>16. Analyse de l'adaptation à l'aridité de quelques ressources génétiques locales d'orge (<i>Hordeum vulgare</i> L.) comparativement à des variétés améliorées.</b> <i>M. Elfalah, N. Chalbi, M. El Guazzah</i> .....	197
<b>17. Vitro-variation chez des haplodiploïdes d'orge (<i>H. Vulgare</i>) issus de culture <i>in vitro</i>.</b> <i>M. Sibi, M. Kandil</i> .....	211



## Liste des auteurs

- Ben Salem M.** INRAT, 2049 Ariana, Tunis, Tunisie.
- Bouharmont J.** Université catholique de Louvain, Laboratoire de cytogénétique, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.
- Chalbi N.** Laboratoire de génétique et biométrie, faculté des Sciences, campus universitaire, 1060 Tunis, Tunisie.
- Chlyah H.** Laboratoire de physiologie végétale, département de biologie, université Mohammed V, BP 1014, Rabat, Maroc
- Comeau A.** Agriculture Canada Ste-Foy, Québec, G1V 2L3 Canada.
- De Franqueville H.** IRHO/CIRAD, plantation expérimentale R. Michaux, BP8, Dabou, Côte-d'Ivoire.
- Dodeman V.L.** Groupe des semences artificielles, université Paris-Sud, faculté de pharmacie, laboratoire de botanique, Tour E1-2nd, 92290 Chatenay-Malabry, France.
- Dubois J.** Station d'amélioration des plantes, 4 rue du Bordia, 5800 Gembloux, Belgique.
- Du Jardin P.** Laboratoire de génétique et amélioration des plantes, faculté des sciences agronomiques, 5800 Gembloux, Belgique.
- Dutuit P.** Groupe des semences artificielles, université Paris-Sud, faculté de pharmacie, laboratoire de botanique, Tour E1-2nd, 92290 Chatenay-Malabry, France.
- Elfalah M.** Institut national de la recherche agronomique, rue 7050, 2080 Ariana, Tunisie.
- El Guazzah M.** Laboratoire de génétique et biométrie, faculté des sciences, campus universitaire, 1060 Tunis, Tunisie.
- Ernez M.** Laboratoire de physiologie végétale, université libre de Bruxelles, 28 avenue Paul-Heger, CP169, 1050 Bruxelles, Belgique.
- Grignon C.** Biochimie et physiologie végétales, école nationale supérieure agronomique, INRA, CNRS, URA 573, 34060 Montpellier Cedex 1, France.
- Harzallah H.** Laboratoire de génétique et biométrie, faculté des Sciences, campus universitaire, 1060 Tunis, Tunisie.

*Liste des auteurs*

- Kandil M.** ENSAIA, 2 avenue de la Forêt-de-Haye, 54500 Vandœuvre, France.
- Khalfaoui J.L.** Centre d'étude régional pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse (CERAAS), ISRA-CNRA, BP 53 Bambey, Sénégal.
- Kouamé B.** Station principale de la ME 13, BP 989, Abidjan 13 PK30, Côte-d'Ivoire.
- Laffray D.** Laboratoire de physiologie végétale, UFR sciences, université Paris-Val-de-Marne, 94010 Créteil, France.
- Lejour C.** Station d'amélioration des plantes, centre de recherches agronomiques, 4 rue du Bordia, 5800 Gembloux, Belgique.
- Louquet P.** Laboratoire de physiologie végétale, UFR sciences, université Paris-Val-de-Marne, 94010 Créteil, France.
- Lannoye R.** Laboratoire de physiologie végétale, université libre de Bruxelles, 28 avenue Paul Heger, CP169, 1050 Bruxelles, Belgique.
- Meunier J.** IRHO/CIRAD, division phytopathologie et division sélection, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 01, France.
- Monneveux Ph.** Ecole nationale supérieure agronomique, Chaire de phytotechnie : station d'amélioration des plantes, ENSA-INRA, 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex, France.
- Noiret J.M.** IRHO/CIRAD, division phytopathologie et division sélection, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 01, France.
- Pourrat Y.** Groupe de semences artificielles, université Paris-Sud, faculté de pharmacie, laboratoire de botanique, Tour E1-2nd, 92290 Chatenay-Malabry, France.
- Rejeb M.N.** Laboratoire d'écologie forestière, INRF, BP 2, 2080 Ariana, 2080, Tunisie.
- Renard J.L.** IRHO/CIRAD, division phytopathologie et division sélection, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 01, France.
- Saidi N.** Laboratoire de physiologie végétale, département de biologie, université Mohammed V, BP 1014, Rabat, Maroc.
- Sibi M.** ENSAIA, 2 avenue de la Forêt-de-Haye, 54500 Vandœuvre, France.
- Saint-Pierre C.A.** Université Laval, Ste-Foy, Québec, G1K 7P4 Canada.
- Vieira da Silva J.P.** Laboratoire d'écologie générale et appliquée, université Paris VII, 2 place Jussieu, 75221 Paris Cedex 05, France.
- Zid E.** Laboratoire de physiologie végétale, faculté des sciences de Tunis, campus universitaire, 1060 Tunis, Tunisie.

## Avant-propos

Les Premières Journées de l'UREF se sont tenues au Québec en 1987; elles ont jeté de « nouveaux regards » sur l'amélioration des plantes traditionnelles. Les premiers hominidés ont réalisé pour la survie de l'espèce une « domestication inconsciente » des végétaux, dont une bonne part est à l'heure actuelle la base de notre alimentation. L'amélioration des ressources génétiques végétales par l'homme apparaîtra beaucoup plus tard comme une « évolution dirigée ».

L'introduction toute récente de la biotechnologie et de ses techniques étonnantes dans ce domaine de la recherche phytotechnique marque un changement net dans la pensée et dans le choix des méthodes. La flore ne pourra plus être regardée de la même façon quand on prend en considération les manipulations génétiques qui permettent ainsi par exemple de contourner les barrières de l'incompatible ou de créer des espèces dotées de fonctions et de spécificités totalement différentes des espèces vivantes dont elles sont la synthèse vivante, ou encore pratiquer l'haplodiploïdisation et d'autres techniques...

Les recherches relatives à l'adaptation des végétaux aux milieux arides ont toujours occupé une place de choix parmi les préoccupations scientifiques des phytotechniciens pour les raisons économiques évidentes : « nourrir les hommes demain ».

Si ce domaine d'un intérêt vital a intéressé la plupart du temps les disciplines les plus diverses de façon séparée, très rares ont cependant été les occasions où la confrontation des idées entre disciplines a pu se faire.

Le thème « Amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides », retenu par le Comité du Réseau Biotechnologie Végétales de l'UREF, coordonné par Monsieur le professeur Yves Domarly, fera l'objet des Deuxièmes Journées Scientifiques. Il intéressera des phytotechniciens, des généticiens et des physiologistes appartenant à des institutions de pays d'expression française qui viendront à Tunis. Leur débat et leurs points de vue n'auront pas d'autre but que de contribuer à créer de « nouveaux dialogues » sur les méthodologies de sélection, le criblage précoce et en particulier dans les conditions de la manifestation de l'aridité.

L'organisation et la préparation de ces Deuxièmes Journées Scientifiques, placées sous le Haut Patronnage de Monsieur le Ministre de l'Education, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, n'ont pu être possible

*Avant-propos*

qu'avec le concours scientifique matériel et logistique de nombreux organismes et individus.

- L'Université des Réseaux d'Expression Française.
- L'Association des Universités partiellement ou entièrement de Langue Française.
- Le Rectorat de l'Université de Tunis II.
- La Faculté des Sciences de Tunis.
- Les scientifiques et chercheurs attachés au laboratoire de génétique et biométrie de la Faculté des Sciences de Tunis.

Qu'ils soient assurés de notre gratitude pour l'intérêt qu'ils accordent à cette rencontre scientifique.

**Professeur Noureddine Chalbi**

# Introduction

Le Comité de Réseau « Biotechnologies végétales » avait choisi comme thème pour ses Journées Scientifiques (Tunis, 4-9 décembre 1989) : *L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides.*

L'UREF, à l'origine de ce réseau thématique de recherche partagée et la faculté des sciences de Tunis, par le biais du Professeur Noureddine Chalbi, en étaient les organisateurs.

Cette rencontre a fait l'objet de grands débats scientifiques et d'échanges fructueux entre nord et sud et entre scientifiques reconnus et jeunes chercheurs.

Une soixantaine d'intervenants francophones, hommes de terrain, physiologistes, spécialistes en biotechnologie, (africains pour les trois quarts) ont évoqué plus spécialement trois aspects dans le but d'une motivation commune : être plus efficace dans la sélection des plantes adaptées aux conditions d'aridité.

Une première série d'exposés portait sur l'étude et l'identification des paramètres génétiques et physiologiques les plus efficaces permettant un criblage précoce de plantes adaptées à des contraintes directement ou indirectement liées à l'aridité (stress salin et hydrique, désordre photosynthétique, productivité).

Une autre série de présentations ouvrait les débats sur les données génétiques récentes et les solutions biotechnologiques utilisables pour une sélection de génotypes adaptés aux facteurs de l'aridité (choc thermique, intérêt de l'haploïde).

Enfin, le troisième volet des Journées consistait en une présentation d'expériences en cours et de résultats concrets déjà acquis, servant de base à la mise au point de meilleures stratégies de sélection (sélection *in vitro*, variation clonale, génotypes).

Des premières réflexions ont émergées de ces discussions.

Dans le domaine des tests et des prédicteurs, l'accent a été mis sur la recherche des tests précoces corrélés fidèlement à une adaptation aux facteurs de l'aridité consiste à anticiper sur l'expression du phénotype global pour se rapprocher d'une réaction plus proche de l'information génétique : on espère ainsi éliminer les effets interactifs du stade de développement de la plante, des techniques culturales, des irrégularités climatiques et édaphiques. Les débats ont bien montré les points faibles de cette approche qui tend vers des paramètres moléculaires : en effet, l'adaptation, au sens agronomique du terme, est souvent liée à un fonctionnement

## Introduction

intégré de l'organisme qui peut développer, selon les contraintes, des voies stratégiques multiples.

Lorsque des paramètres partiels, dans ces stratégies, sont corrélés positivement, la situation est relativement simple car on peut parvenir à identifier des tests solides. En revanche, bien souvent, des corrélations négatives existent entre les diverses possibilités adaptatives; dans ce cas, l'obtention d'un prédicteur fiable est aléatoire. On peut alors envisager la construction de fonctions discriminantes aboutissant à des index de sélection intégrant plusieurs paramètres, affectés, chacun d'un coefficient de contribution.

En ce qui concerne les aspects génétiques, une nette différence doit être faite entre l'adaptation à des conditions d'aridité accidentelles (par exemple, la sécheresse des années 1988-1989 en France) et l'aridité des milieux sahéliens qui est régulièrement répétée. Dans le premier cas les génotypes doivent répondre à l'« imprévisibilité » des contraintes par une charge génétique soit au niveau des populations (reproduction en allogamie, grande diversité allélique) soit au niveau individuel (plasticité génétique reposant sur des épistasies interlinkats, alloloïdie, fluctuations cytoplasmiques) : tous ces facteurs donnent prise à la sélection. Dans le second cas, l'adaptation repose sur une constitution génétique constamment réactive à la contrainte : il est donc possible d'individualiser des protéines et des gènes caractérisant la résistance. Par exemple, l'intérêt des HSP (protéines de réaction aux chocs thermiques) a été analysé, en soulignant que ce ne sont pas ces protéines, par elles-mêmes, qui caractériseraient le pouvoir adaptatif, mais les différences entre les HSP d'une espèce très résistante et celles d'une espèce voisine très sensible (des céréales comme le miel et le maïs pourraient fournir ce type de modèle).

La recherche de variants, par culture *in vitro* (et notamment par androgenèse) peut permettre une sélection de résistances au niveau cellulaire. Le problème reste ici, de maintenir ces nouvelles expressions cellulaires durant la régénération des plantes. Un certain nombre de résultats encourageants a été obtenu dans ce domaine.

Un certain nombre de conclusions ont permis de définir quelques stratégies à mettre en œuvre :

- la nécessité d'entretenir un polymorphisme variétal est démontrée par l'analyse de cas concrets présentés aussi bien sûr les blés durs, les blés tendres que sur les arachides;

- la probabilité d'identifier des facteurs génétiques d'adaptation à l'aridité est beaucoup plus élevée chez les anciennes populations traditionnellement cultivées. D'où la nécessité, pour certaines régions, de les évaluer rapidement et d'en assurer la gestion;

- l'état haploïde, obtenu par androgenèse, gynogenèse ou hybridation interspécifique, constitue un matériel de choix : par sa structure même : lisibilité plus grande des gènes, qu'ils soient exprimés directement ou couplés à un prédicteur; par son aptitude à donner des variants, notamment en androgenèse, comme cela a été illustré sur riz, orge et blé;

- l'expression des facteurs génétiques d'adaptation entre en interaction avec multiples facteurs biotiques et abiotiques. Il semble probable que, pour la plupart, ces facteurs ont une héritabilité faible et, parfois, des corrélations négatives entre eux; ceci oblige à construire des index tenant compte de l'héritabilité;

### *Introduction*

— certains pensent qu'une approche démographique portant sur plusieurs cultures définissant un écosystème où les facteurs adaptatifs entreraient en synergie doit être tentée : des propositions en ce sens ont été présentées.

Pour évaluer ces Journées, on peut d'ores et déjà affirmer que des opérations concrètes, réalisées au sein même du réseau, ont été présentées et de nouvelles voies ébauchées.

Confronter des points de vue, sans barrière linguistique, permet un enrichissement mutuel des expérimentations, trouver des synergies entre les résultats d'une recherche, assister les choix sur le terrain... Telles ont été les réalités quotidiennes de ces Journées de haute qualité scientifique.

**Professeur Yves Demarly**

