

Riz
FMN / 177

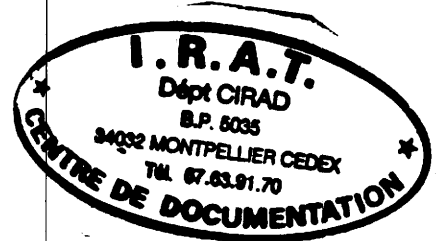
RETAIL



AMELIORATION VARIETALE DU RIZ EN AFRIQUE DE L'OUEST

PAR C. POISSON (*)

F15



BIBLIOTHÈQUE
N° F15
Date: 21/04/1989

B00
1170

21. AVR. 1989

(*) C. POISSON, sélectionneur riz, IRAT/CIRAD, BP 5035, 34032 MONTPELLIER CEDEX 1

Communication présentée à la Revue Annuelle de la Riziculture, ADRAO, Bouaké, Côte-d'Ivoire, 24 au 26 avril 1989.



AMELIORATION VARIETALE DU RIZ EN AFRIQUE DE L'OUEST

I - ENJEUX ET CONTRAINTES

1) La riziculture pluviale

La riziculture pluviale, avec plus d'1,6 million d'ha, est de loin le type de riziculture le plus répandu en Afrique de l'Ouest.

Parmi les différents systèmes de culture pratiqués, le système itinérant reste le mode de production de riz le plus fréquent. Il s'agit d'un type traditionnel de culture où le paysan cultive le riz pendant deux ou trois ans derrière une défriche avant d'abandonner son champ et d'entreprendre une nouvelle défriche ailleurs.

Dans de nombreuses régions, la pression démographique a fait réduire le temps de la jachère à des durées trop faibles pour assurer une bonne régénération de la végétation et le retour d'un niveau correct de la fertilité des sols. Le milieu devient alors plus contraignant et les rendements diminuent.

L'amélioration d'une telle riziculture suppose l'adoption par le paysan de techniques permettant de maintenir la fertilité des sols, de limiter la nuisibilité de l'enherbement ... Une grande partie de ces techniques sont aujourd'hui disponibles mais ne peuvent raisonnablement s'utiliser que dans le cas d'un système sédentarisé de cultures. Dispositifs antiérosifs, rotations de cultures, préparations soignées du terrain, fertilisation raisonnée sont autant de règles qu'il convient d'appliquer. L'accès à un certain niveau d'intensification paraît nécessaire pour rentabiliser les investissements effectués en matière d'engrais, de main-d'oeuvre, de pesticides et l'utilisation de variétés productives est dans ce cas indispensable. D'autre part, pour répondre à l'accroissement de la consommation de la plupart de ces pays d'Afrique de l'Ouest, l'intensification de la riziculture a été le choix politique d'un certain nombre d'états, et par conséquent un objectif fixé à la recherche.

La crise économique a retardé l'application d'une telle politique qui nécessitait par ailleurs et dans la plupart des cas d'importantes réformes concernant le régime foncier, l'organisation de la filière, l'accès au crédit, l'encadrement, l'incitation du paysan à ce système de riziculture (prix rémunérateurs...)

Un tel objectif reste cependant d'actualité avec la politique d'autosuffisance alimentaire choisie par plusieurs pays et la recherche de variétés productives adaptées à ce niveau d'intensification doit être maintenue même si l'on sait que la sédentarisation se fera lentement et progressivement. En terme d'objectifs de sélection, il convient donc de poursuivre la mise au point de variétés de cycle court et moyen cumulant productivité, stabilité de rendement et qualités du grain. La fumure azotée accentuant généralement la vulnérabilité des variétés de riz vis à vis de la pyriculariose, une attention particulière devra être accordée à la résistance variétale à cette maladie cryptogamique.

Mais il convient de répondre également à la demande immédiate de variétés améliorées pour une riziculture à faible niveau d'intensification. Il s'agit là d'identifier des variétés d'un cycle total de 3 à 5 mois, adaptées à des environnements contraignants, c'est-à-dire à des sols déséquilibrés du point de vue minéral, à une alimentation hydrique déficitaire, ainsi qu'aux propres contraintes du paysan pour le semis, la récolte, le transport ...

2) Riziculture irriguée

C'est la forme la plus intensive de la riziculture, où la maîtrise de l'eau permet, avec l'utilisation de variétés productives et d'intrants en rapport, d'accéder à des niveaux élevés de rendements. Ce type de riziculture qui couvre en Afrique de l'Ouest entre 400 000 et 600 000 hectares a connu un accroissement important au cours des années 70. Mais les coûts des aménagements ont aujourd'hui atteint des niveaux tels qu'ils fragilisent la rentabilité des périmètres irrigués. L'extension de cette riziculture est actuellement limitée à des réhabilitations de grands périmètres ou à la réalisation de petites unités.

Parmi les contraintes physiques, la toxicité du fer se retrouve fréquemment. En région sahélienne où la double culture est pratiquée, les froids de décembre à février sont considérés comme des facteurs importants de la limitation des rendements.

Certaines contraintes biologiques deviennent préoccupantes avec le développement récent des maladies virales comme la panachure jaune du riz (RYMV) qui viennent se superposer à la pression déjà forte des maladies cryptogamiques comme la pyriculariose. D'autre part, c'est dans ce type de riziculture que l'on rencontre la plus forte proportion des insectes parasites du riz. Les foreurs de tiges comme Diopsis sp., Maliarpha separatella, Chilo sp peuvent être responsables de pertes de rendement de 20 à 30 % mais Orseolia oryzivora reste l'insecte le plus dangereux ; ses attaques ont anéanti des récoltes entières en particulier dans le sud du Burkina Faso.

3) Riziculture flottante et d'immersion profonde

Avec plus de 15 % des superficies rizicultivées, ce type de riziculture est surtout répandu au Mali dans la boucle du Niger (160 000 ha), en haute Guinée (150 000 ha), dans le sud du Nigéria (100 000 ha). Il s'agit d'une riziculture extensive pratiquée dans de grandes plaines alluviales où l'inondation est inféodée au régime des crues.

Quatre types de facteurs agissent sur la production du riz :

- le facteur climatique correspondant à la phase pluviale où le riz est soumis à des conditions très variables d'alimentation hydrique,
- le facteur hydrologique correspondant à la période où la crue du fleuve assure l'alimentation hydrique de la plante,
- les facteurs agronomiques permettant d'agir sur les facteurs de production,
- le facteur variétal jouant sur la faculté d'adaptation de la plante aux variations des facteurs précédents.

Pour le sélectionneur, il convient d'identifier des variétés de cycle moyen ou long, supportant une alimentation hydrique irrégulière, principalement en début de cycle, et adaptées à une montée plus ou moins rapide de la lame d'inondation.

4) Riziculture inondée et de nappe

Cette riziculture est pratiquée dans des bas-fonds, plaines ou dépressions, dont l'enjeu économique n'est pas encore bien précisé. Actuellement, on peut estimer que cette riziculture représente entre 5 et 10 % des superficies rizicoles d'Afrique de l'Ouest, ce qui est très en deçà de son potentiel. Elle mérite une attention particulière de la recherche dans la mesure où les innovations variétales en particulier, proposées pour les autres formes de riziculture, ne sont pas toujours bien adaptées à cette riziculture.

L'aléa hydrologique avec la grande variabilité de l'inondation dans le temps et dans l'espace constitue la contrainte la plus importante pour l'intensification de la riziculture inondée. Les alternances de situations exondée et inondée entraînent souvent chez le riz des désordres physiologiques et pathologiques préjudiciables à une bonne croissance de la plante. L'irrégularité du régime hydrologique de la plaine ou du bas-fond ne permet pas toujours d'optimiser le calage des cycles végétatifs du riz, d'où un choix difficile de dates de semis et de variétés.

La baisse de la fertilité des sols et en particulier de ceux en bordure des bas-fonds est également une contrainte importante.

La toxicité du fer se retrouve également très souvent dans ces milieux hydromorphes où l'absence de maîtrise de l'eau ne permet pas d'effectuer un drainage périodique pour oxyder la forme ferreuse du fer, toxique pour les plantes. Le paysan est parfois contraint à pratiquer la culture du riz sur billons, assurant un drainage localisé du sol.

D'autre part, l'enherbement important dans ce milieu pseudo-aquatique dissuade souvent le paysan de mener une culture intensive. Parmi les maladies, la pyriculariose peut provoquer d'importants dégâts notamment dans le cas d'une alimentation hydrique déficitaire. La panachure jaune du riz (RYMV) se développe également en Afrique de l'Ouest et mérite une grande vigilance. Enfin, on peut signaler l'apparition récente au Mali, au Burkina Faso et en Côte-d'Ivoire d'un nouveau champignon Corallocytostroma oryzae caractérisé par une importante fructification à l'extrémité des talles mais qui reste pour l'instant sans incidence économique.

5) Riziculture de mangrove

Cette riziculture est pratiquée sur près de 200 000 hectares en Afrique de l'Ouest principalement en Guinée (64 000 ha en Guinée Conakry, 76 000 ha en Guinée Bissau), Gambie (27 000 ha), Sierra Leone (20 000 ha), Sénégal (10 000 ha).

Pour assurer l'approvisionnement régulier de grandes zones urbaines d'Afrique de l'Ouest, aujourd'hui essentiellement en provenance d'Asie, il est tentant de développer et améliorer ce type de riziculture dont le potentiel est estimé à plusieurs centaines de milliers d'hectares.

Mais la mise en valeur de cette forme de riziculture reste délicate.

En fonction de la situation topographique de la rizière par rapport au bras de mer ou à l'estuaire, le champ du paysan est soumis au risque de salinisation excessive par l'eau de mer ou à celui d'une acidification contraignante pour le riz si le sol reste trop longtemps à sec (oxydation des sulfates en sulfure de fer et acide sulfurique par l'action des bactéries sulfato-réductrices).

Le système traditionnel de mise en valeur des mangroves est basé sur des aménagements réalisés manuellement et utilisés astucieusement pour diminuer salinisation et acidification des terres. Mais le paysan ne reste pas à l'abri de ces problèmes qui peuvent s'amplifier dès la moindre modification des paramètres climatiques.

C'est ainsi qu'après la pluviosité déficitaire de la dernière décennie, de nombreuses rizières furent abandonnées.

Cependant, en raison du nombre important de paysans vivants de cette culture et de son enjeu économique, la recherche a entrepris des actions pour tenter d'améliorer cette riziculture, du moins dans les zones les plus favorables. Du point de vue de l'amélioration variétale, il s'agit d'identifier ou de créer des variétés adaptées aux conditions contraignantes d'acidité et de salinité des sols ainsi qu'à celles d'une inondation non contrôlée.

II - OBJECTIFS ET METHODES

Pour identifier un matériel végétal adapté à ces différentes contraintes tout en répondant aux exigences du paysan, du rizier et du consommateur, les sélectionneurs des différents pays, qu'ils appartiennent à des structures nationales ou internationales de recherche agronomique, ont adopté des stratégies visant une exploitation raisonnée de la variabilité génétique du riz.

C'est ainsi que de nombreuses actions ont été entreprises pour rassembler la variabilité génétique existante, pour créer une variabilité nouvelle utilisable par le sélectionneur et pour apprécier cette variabilité afin de l'utiliser de façon optimale.

1) Rassemblement de la variabilité génétique existante

C'est le point de départ de tout programme fondé sur l'exploitation des ressources génétiques. La plupart des pays d'Afrique de l'Ouest ayant un tel programme ont collecté les variétés locales et introduit des variétés d'autres pays africains et d'institutions internationales (IRRI, CIAT, IITA, ADRAO, CIRAD-IRAT). L'évaluation agronomique de ces introductions est réalisée au sein de collections de travail. Plus de 8 500 variétés ont ainsi été introduites en Côte-d'Ivoire, 2 500 au Sénégal, 1 500 au Burkina Faso ...

L'enrichissement des ressources génétiques s'est particulièrement fait à partir d'un vaste programme de prospections en Afrique initié par l'IBPGR, à partir de 1974. Les structures nationales de recherche, l'ORSTOM, l'IRAT, l'IITA et l'ADRAO ont largement contribué à cette importante collecte des espèces de riz, cultivées et sauvages apparentées. (G. BEZANCON, A. BORGEL, J. BOZZA, A. DE KOCHKO, A. GHESQUIERE, G. KOFFI, K. MIEZAN, J.L.PHAM, G. SECOND ... 1974 à 1983).

* Pour ce qui concerne les espèces cultivées, la diversité observée par électrophorèse sur l'ensemble des cultivars traditionnels d'Oryza sativa prospectés s'est révélée comparable à celle d'une collection mondiale bien qu'organisée différemment. Elle fait d'autre part apparaître quelques allèles très rares, jamais observés ailleurs, espèces cultivées et sauvages confondues. (A. DE KOCHKO 1987).

L'espèce Oryza glaberrima, originaire du delta central du Niger au Mali a été largement supplantée par Oryza sativa et ne s'est maintenue dans des zones marginales de culture que grâce à quelques caractères intéressants (adaptation à la riziculture flottante et de mangrove).

La valeur agronomique de quelques variétés de cette espèce, originaire notamment de Guinée, a été étudiée en Côte-d'Ivoire en condition pluviale et inondée dans une expérimentation pluriannuelle et multilocale. (G.CLEMENT et G. KOFFI 1986).

* Parmi les espèces sauvages, Oryza breviligulata révèle une plus large diversité qu'Oryza glaberrima, tandis que l'intérêt d'Oryza longistaminata en tant que ressource génétique provient de ses caractères particuliers comme l'allogamie, l'autoincompatibilité et la présence de rhizomes. En particulier, les caractères d'allogamie sont intéressants pour la production d'hybrides F1. D'autre part, des facteurs de résistance à des insectes (Diopsis sp., Nephotettix viresceus), à la sécheresse et aux températures élevées ont été observés chez cette espèce.

2) Création de variabilité génétique

2-1 croisements intra sativa

Les croisements intra sativa constituent le moyen le plus largement utilisé par les structures nationales et internationales pour élargir la variabilité génétique utilisable par le sélectionneur. Le rythme annuel des croisements effectués est variable d'un pays à un autre, en fonction de ses moyens humains et financiers, et de son engagement dans l'amélioration variétale ; la moyenne se situant entre 5 et 50 croisements annuels, l'IITA a aujourd'hui réalisé plus de 2 500 croisements (ALLURI et al 1986). Les techniques d'hybridation utilisées diffèrent peu d'un pays à un autre. Toutefois, lorsqu'il y a grand nombre de croisements à effectuer, une amélioration a été mise au point par l'IRAT (J. TAILLEBOIS 1987) : des tiges portant des panicules des parents cultivés en plein champ sont coupées à la base, effeuillées et mises à tremper dans de l'eau sous abri, où castration et pollinisation pourront se faire au stade idéal.

2-2 croisements interspécifiques

Les croisements interspécifiques sont plus limités et restent prospectifs. Ils ont néanmoins permis de mettre en évidence l'intérêt d'un "enrichissement" d'Oryza glaberrima par Oryza breviligulata pour démarrer un schéma de sélection.

De nombreux travaux avaient montré la possibilité de transfert d'un gène spécifique, tel que la résistance monogénique à une maladie, d'une espèce sauvage vers une espèce cultivée, mais peu se rapportaient à l'introggression de caractères quantitatifs. L'ORSTOM en Côte-d'Ivoire poursuit ses travaux dans ce domaine ainsi que dans la recherche des recombinaisons favorables dans des croisements Oryza sativa par Oryza glaberrima et des croisements trois voies espèce cultivée par Oryza longistaminata et par espèce cultivée, l'espèce cultivée pouvant être Oryza sativa ou Oryza glaberrima.

2-3 mutagénèse

Il n'a été fait appel à la mutagénèse en Afrique de l'Ouest que pour des actions précises comme la recherche d'une taille moyenne chez des variétés agronomiquement intéressantes. C'est principalement la voie physique qui a été utilisée à cette fin avec la collaboration de l'INRA/France (R.MARIE) et de l'AIEA.

La variété IRAT 13 aujourd'hui encore largement utilisée dans des programmes de sélection a été obtenue par irradiation lente aux rayons gammas du Cobalt 60, de semences d'une variété traditionnelle Ouest-Africaine (M.JACQUOT). Un tel traitement a été récemment appliqué sur des variétés brésiliennes et leur sélection entreprise en Côte-d'Ivoire.

2-4 biotechnologies

Certaines techniques nouvelles s'apparentant aux biotechnologies sont proches de l'utilisation opérationnelle au sein d'un programme de création variétale. Le recours aux vitrométhodes pour la sélection de plantes résistantes au froid ou à de fortes teneurs en sel du

sol est une voie riche d'espoir. DEKEYSER et son équipe (Université de Louvain) ont vérifié que la résistance de la plante à ces deux types de contraintes s'exprimait également au niveau cellulaire, ce qui laisse entrevoir l'intérêt de la sélection in vitro.

3) Analyse de la variabilité génétique

La connaissance du génome des variétés que l'on utilise, l'estimation de la variabilité exploitable, la connaissance du déterminisme génétique des principaux caractères à sélectionner, l'appréciation de l'aptitude à la combinaison des géniteurs pour un ou plusieurs caractères permettent une exploitation raisonnée des ressources génétiques et favorisent l'obtention au moindre coût de variétés ajustées aux idéotypes préalablement fixés.

Une telle démarche a été suivie par quelques institutions d'Afrique de l'Ouest et notamment l'IDESSA en Côte-d'Ivoire. (G. CLEMENT et C. POISSON 1984).

3-1 analyse morpho-physiologique

Réalisée par JACQUOT et ARNAUD (1979) et pratiquée sur des caractères très divers, cette analyse fournit une classification utile en particulier pour situer la place des riz pluviaux dans l'espèce Oryza sativa.

3-2 l'électrophorèse d'isozymes

Cette technique a permis de traduire un polymorphisme génétique que l'on ne pouvait atteindre par des méthodes biométriques et d'évaluer les distances génétiques entre groupes mis en évidence. (J.C. GLASZMANN - G. SECOND 1982).

Six groupes enzymatiques ont pu être ainsi déterminés sur la base du polymorphisme génétique de 15 loci.

La connaissance de l'appartenance des géniteurs à l'un des groupes enzymatiques vient en complément de leur évaluation morphologique et agronomique. Cette somme de connaissances représente une base rationnelle pour le choix des stratégies d'hybridation. La classification enzymatique concordant avec divers autres schémas permet de prévoir, dans une large mesure, le comportement des géniteurs dans un programme d'amélioration variétale. C'est ainsi que la diversité des origines des géniteurs contribue à augmenter la probabilité d'apparition de recombinants originaux et intéressants. L'effectif des populations à cribler et l'intensité de sélection à exercer sont variables en fonction de l'éloignement génétique des géniteurs.

Environ 4 000 variétés et lignées ont déjà été classées, dont plus d'un millier à la demande des sélectionneurs d'Afrique de l'Ouest.

3-3 analyses diallèles

Le choix des géniteurs peut être également orienté par la connaissance des modalités de transmission des caractères et des qualités individuelles. Des travaux ont été réalisés dans ce domaine en Côte-d'Ivoire et en particulier sur le déterminisme génétique de la longueur du grain, de l'égrenage, de l'ouverture des glumelles, de la translucidité du grain. (G. CLEMENT et C. POISSON 1985-1986).

4) Utilisation de la variabilité génétique

L'obtention de variétés adaptées aux contraintes identifiées reste la finalité de tout programme de création variétale. A partir des outils pour apprécier la variabilité génétique, la plupart des approches utilisées en Afrique de l'Ouest convergent pour rechercher un progrès génétique optimum.

4-1 Méthodes de sélection

Parmi ces méthodes, la sélection généalogique est la plus largement utilisée. Son efficacité et sa rapidité pour atteindre l'homogénéité et la valeur agronomique recherchée n'est plus à démontrer. Elle a toutefois l'inconvénient d'éliminer en deuxième génération un certain nombre de combinaisons favorables parfois masquées par un hétérosis résiduel notamment dans le cas de croisements entre des géniteurs génétiquement éloignés. La méthode bulk est dans ce cas préférée (Côte-d'Ivoire, Sénégal).

La sélection récurrente a été introduite récemment en Afrique de l'Ouest après sa mise au point au Brésil (J. TAILLEBOIS). Par alternance de phases de recombinaisons et de sélections au sein d'une population, ce type de sélection permet d'augmenter la fréquence des gènes favorables pour un ou des caractères polygéniques donnés. L'IDESSA (Côte-d'Ivoire) a choisi cette voie en collaboration avec le CNPAF (Brésil) et le CIRAD pour tenter d'améliorer le niveau de résistance à la pyriculariose.

Sélection récurrente et sélection classique sont complémentaires. Une stratégie globale de sélection doit combiner progrès à long terme obtenu par sélection récurrente et progrès à court terme obtenu par sélection créatrice.

Le recours à l'androgénèse pour fixer plus rapidement les lignées est pratiqué, en collaboration avec le laboratoire d'haplodiploïdes de l'IRAT en Guadeloupe, par huit pays d'Afrique de l'Ouest associés dans un programme commun. Cette technique, qui a nécessité de nombreux travaux de mise au point sur la composition des milieux de culture, les facteurs physiques influençant les différentes phases, est maintenant opérationnelle et permet un gain de temps de deux à trois ans par rapport aux méthodes classiques.

4-2 Evaluation variétale

Les variétés créées par les instituts de recherche nationaux ou internationaux font l'objet d'évaluations régulières dans une large gamme d'environnements et sous différents systèmes de culture. Les

dispositifs sont très variables d'un pays à un autre. Les évaluations préliminaires de rendement sont le plus souvent conduites en milieu contrôlé au sein de stations de recherche tandis que les évaluations multilocales sont réalisées dans des stations régionales ou points d'appui de la recherche ainsi que dans des points d'observation des sociétés de développement.

Le réseau IRTP-Africa complète avantageusement ce dispositif en permettant aux chercheurs des différents pays de tester leurs lignées ou variétés à travers une grande diversité d'environnements, de les comparer avec d'autres variétés et d'identifier des variétés ou géniteurs ayant un spectre étendu de résistance ou tolérance aux agressions du milieu.

Ce réseau se divise actuellement en plusieurs pépinières pour deux types de riziculture, pluviale et irriguée, et couvre toute l'Afrique. Il est coordonné conjointement par l'IITA et l'ADRAO.

4-3 Multiplication des semences

La diffusion des variétés nécessite la plupart du temps des opérations semencières et le succès d'une variété nouvelle est en grande partie conditionné par l'organisation de sa multiplication. De nombreux pays d'Afrique de l'Ouest ont lancé à partir des années 70 d'importants programmes de production semencière avec l'aide notamment du S.I.D.P. (Seed Improvement Development Program de la FAO).

Les résultats de telles opérations sont souvent restés limités en raison du coût élevé de la production de semences certifiées de qualité et de la durée limitée des financements extérieurs.

La régionalisation de ces opérations n'a pas atteint non plus le succès escompté.

III - RESULTATS

1) Innovations variétales

Les premières variétés nouvelles créées en Afrique de l'Ouest étaient surtout destinées à des systèmes intensifs de production pour répondre aux orientations politiques de l'intensification de la riziculture.

C'est ainsi que la taille des plantes a été diminuée pour favoriser une meilleure réponse à la fumure sans entraîner de verse. Des variétés de différents cycles ont été diffusées en particulier pour la riziculture pluviale et irriguée.

Après cette première vague variétale, les efforts de la recherche se sont focalisés sur la stabilité du rendement et sur la qualité du grain et ceci pour tous les types de riziculture.

Des variétés très performantes ont ainsi été obtenues avec une qualité du grain appréciée aussi bien de l'agriculteur (grain glabre) que de l'usinier (résistance à la brisure) ou du consommateur (bonne tenue à la cuisson). Des variétés comme ITA 212, ITA 222, ou ITA 306 appartiennent à cette génération pour la riziculture irriguée ou inondée, ou IRAT 170, IDSA6, IRAT 216, IITA 117, ITA 235, ITA 257 pour la riziculture pluviale. Elles sont aujourd'hui largement cultivées dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest et d'Amérique Latine.

Tout en poursuivant les travaux pour rechercher des variétés cumulant productivité, stabilité de rendement et haute qualité du grain, les recherches s'orientent aujourd'hui vers une création de variétés plus rustiques mieux adaptées aux systèmes faiblement intensifs.

2) Stabilité du rendement

2-1 Résistance à la pyriculariose

La création de variétés résistantes à la pyriculariose a constitué l'objectif prioritaire de plusieurs équipes de recherches d'Afrique de l'Ouest (Sénégal, Burkina Faso, Côte-d'Ivoire, Nigéria). Les stratégies de création ont divergé quelque peu d'une équipe à l'autre selon la nature recherchée de la résistance. C'est ainsi que la recherche de la résistance totale monogénique a, dans un premier temps, été préférée. Des géniteurs comme Tetep ou Carreon ont souvent été utilisés pour incorporer au sein des variétés agronomiquement intéressantes leurs gènes de résistance après des séries de croisements retour. D'intéressantes variétés ont ainsi été obtenues en particulier pour la riziculture irriguée ou inondée. Mais les faillites répétées de la résistance spécifique de certaines variétés, notamment en condition pluviale, ont conduit les sélectionneurs à rechercher plutôt une résistance de type horizontal supposée plus durable.

En raison d'une part de son caractère polygénique, et d'autre part des interactions in situ avec la résistance spécifique, ce type de résistance reste délicat à obtenir. Des méthodologies ont toutefois été mises au point (JL. NOTTEGHEM, 84) et sont aujourd'hui appliquées en Côte-d'Ivoire et dans les pays associés au sein de programmes communs. Elles concernent l'analyse de la résistance des géniteurs, et des segregants obtenus, la régionalisation de la sélection, l'utilisation en inoculation artificielle de souches monoclonales choisies pour leur virulence vis à vis des parents.

Une variété comme IDSA 6 a pu ainsi maintenir le bon niveau de résistance à la pyriculariose d'un de ses parents M312 A, mutant de la variété bien connue 63-83.

Des progrès restent cependant à faire en particulier pour les variétés pluviales précoces encore insuffisamment résistantes contre cette maladie cryptogamique en système intensif.

2-2 Résistance à la panachure jaune du riz (RYMV)

Des criblages variétaux réalisés dans plusieurs pays ont mis en relief différents niveaux de résistance variétale au RYMV. Les variétés aquatiques de type indica se révèlent beaucoup plus sensibles que les variétés pluviales de type japonica au sens large. L'IITA s'est engagé depuis 1982 dans un programme de création variétale. MOROBEREKAN et LAC 23, variétés pluviales très connues remarquées pour leur bon niveau de tolérance à cette maladie, ont été largement utilisées dans des croisements avec des variétés irriguées demi-naines.

Des croisements retour ont été initiés afin de retrouver l'architecture caractéristique des variétés irriguées sans perdre la précieuse résistance à la maladie virale.

En 1987, quelques lignées en 5e génération se révélaient d'une productivité proche des témoins sensibles comme ITA 212. Cet axe de recherche est actuellement poursuivi.

2-3 Résistance à la toxicité du fer

Les travaux les plus importants ont été menés simultanément au Libéria et au Nigéria dans le cadre d'un programme conjoint entre l'IITA, l'USAID et le CARI du Libéria.

La variété SUAKOKO 8 fut la première obtention variétale vulgarisée pour sa tolérance à la toxicité du fer. Elle fut ensuite le point de départ d'un programme de croisements visant à cumuler productivité et résistance à la toxicité du fer.

Les meilleurs recombinaisons actuellement identifiés sont issus du croisement entre SUAKOKO 8 par IR5 et ITA 247 avec une canopie proche de celle des variétés irriguées productives.

Dans les zones de forte toxicité du fer, les expérimentations menées par l'IITA ont mis en évidence l'intérêt de la culture de variétés sur billons. Cela permet d'espérer une réduction sensible des pertes de rendement dues à la toxicité du fer dans de nombreuses régions productrices de riz en Afrique de l'Ouest.

2-4 Résistance à la sécheresse

La recherche de variétés résistantes à la sécheresse a été une des préoccupations majeures de bon nombre d'équipes de recherches travaillant sur le riz pluvial en Afrique de l'Ouest. Différentes voies ont été explorées avec plus ou moins de succès :

Deux mécanismes d'adaptation à la sécheresse ont guidé les recherches menées en collaboration avec le Brésil (coopération CIRAD-CNPAF) :

- 1) l'évitement du stress interne par maintien de l'absorption d'eau et limitation des pertes d'eau (potentiel hydrique élevé) ;
- 2) la tolérance au déficit hydrique par maintien des fonctions métaboliques avec l'abaissement du potentiel hydrique.

La variabilité génétique pour le second mécanisme s'est révélée être très faible et peu exploitable dans le cadre d'un programme d'amélioration variétale.

Par contre, le premier mécanisme a constitué un axe de recherches intéressant. La profondeur d'enracinement a été reconnue comme une des meilleures adaptations de la plante aux aléas hydriques. La variabilité génétique pour ce facteur est importante et différentes méthodes ont été mises au point pour faciliter l'identification des cultivars à enracinement profond : sonde à neutrons, semelle artificielle de labour (L. SEGUY IRAT/Brésil), herbicide appliqué en profondeur (P. SIBAND - L. N'CHO IDESSA/Côte-d'Ivoire).

La capacité de la plante à accumuler de l'amidon dans les tiges et racines ainsi que la capacité à le transférer vers la panicule au cours de périodes de déficit hydrique a représenté également une voie d'étude.

2-5 Adaptation à l'inondation

Certaines variétés créées pour la riziculture irriguée semblent bien adaptées à la culture inondée de bas-fond (ALLURI et al - IITA 1983). Des variétés comme ITA 121, 212, 222, 230, 306 et plus récemment des lignées issues des croisements de TOX 1-3 par GISSI 27, se sont révélées très performantes en conditions hydromorphiques avec cependant une phase du développement particulièrement sensible : le passage du stade hétérotrophe au stade autotrophe. L'éventail des variétés améliorées proposées est plus réduit si l'alimentation minérale est déficitaire ou si les fluctuations de régimes hydriques sont importantes.

L'IITA a entrepris dès 1984 un programme de croisements en recherchant un type de plante intermédiaire entre la riziculture pluviale et aquatique.

Des travaux de physiologie menés en collaboration par l'IRAT et le CEA de Cadarache, ont montré que l'oxygénation du système racinaire est un des processus essentiels au bon fonctionnement de la plante (M. PUARD et Ph. COUCHAT, 1984). L'aptitude à supporter l'inondation est fortement liée à la capacité de transport de l'oxygène vers les racines. Une variabilité importante de cette capacité d'oxygénation des racines suivant l'origine génétique du riz a été mise en évidence. Les variétés de type indica sont plus adaptées à transporter l'oxygène des feuilles aux racines que les variétés pluviales de type japonica.

L'analyse structurale des racines séminales de quelques variétés de riz, effectuée au microscope électronique à balayage, a mis en évidence le rôle important des espaces lacuneux du cortex dans ce transport

d'oxygène. Cette étude a notamment démontré qu'un riz pluvial est mieux adapté aux conditions aquatiques qu'un riz aquatique aux conditions pluviales.

L'installation précoce du mécanisme de transport d'oxygène chez une variété la prédispose à une adaptation à l'inondation et ce critère a été utilisé en sélection régionale au Mali, sur des descendance issues de croisements indica par japonica (IDSA 30, IDSA 31, IRAT 312).

Un tel criblage doit cependant tenir compte d'un certain nombre de facteurs du milieu comme l'acidité du sol qui favorise la destruction du cortex racinaire. Dans ces conditions, si intervient une baisse du potentiel hydrique du sol ou si la demande évaporatrice est accélérée (fort ensoleillement ou période de vent), la plante ne résiste pas à la deshydratation et se dessèche malgré une disponibilité en eau dans le sol.

2-6 Adaptation à l'inondation profonde

Les travaux les plus récents ont été entrepris par l'ADRAO de 1979 à 1986 sur la station de Mopti. Des croisements ont été réalisés, des traitements mutagènes ont été appliqués avec la collaboration de l'AIEA sur des variétés de l'espèce O.glaberrima. Mais c'est parmi les introductions que des variétés plus performantes ont été remarquées. BKN 6986, BKN 6322 et FRRS 43-3 sont citées comme les plus régulièrement productives dans des conditions d'inondation irrégulière. Les variétés DM 16 et DM 17 restent très appréciées pour leur grande plasticité. L'expérimentation pour ce type de riziculture est aujourd'hui poursuivie en Guinée.

2-7 Adaptation à la riziculture de Mangrove

Le centre ADRAO de KOKUPR en Sierra Leone a réalisé les travaux d'amélioration variétale les plus importants en Afrique de l'Ouest.

De nombreuses introductions ont été réalisées en provenance de différents pays d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud. Une partie de ces ressources génétiques a été acquise grâce à la conduite des pépinières internationales du réseau IRTP : IRLRON, IRSATON, ASSS, TSSS.

Parmi les cycles courts, des variétés améliorées comme IR 10781-143-2-3, IR 13426-9-2-1, B 2360-6-7-1 ont ainsi été remarquées pour leur niveau élevé de productivité. Par contre, pour les cycles longs, les variétés traditionnelles type BAY DANH, KUATIK PUTIH restent les plus régulièrement productives.

Mais c'est au sein du programme de création variétale que le progrès génétique a été le plus remarquable.

La variété ROK 5 est aujourd'hui recommandée pour l'ensemble des régions pratiquant la riziculture de mangrove. De nouvelles obtentions comme ROK 21 sont citées par JONES et JABATI comme performantes pour leur niveau productif, leur plasticité, leur faculté à supporter des repiquages tardifs et leur bonne réponse à la fumure.

IV - PERSPECTIVES

Malgré la performance d'un certain nombre de variétés nouvelles améliorées, leur adoption par le paysan africain reste timide. Les raisons en sont multiples. La dégradation de l'environnement socio-économique de ces dernières années vis-à-vis des cultures vivrières en Afrique et du riz en particulier, n'est pas étrangère à cette lenteur d'appropriation. Néanmoins, la recherche se doit de redoubler ses efforts pour mieux prendre en compte la variabilité dans l'espace et dans le temps des contraintes physiques, biologiques, agronomiques et socio-économiques de la riziculture.

Parmi les stratégies utilisables en amélioration variétale, l'approche multilocale constitue une des voies les plus rapides et les plus sûres pour obtenir un matériel végétal adapté à cette large variabilité d'environnements.

Au cours de travaux récents, Y. MBODJ (ISRA-SENEGAL) a mis en évidence l'influence combinée de plusieurs facteurs contribuant à modifier les réactions de la plante vis-à-vis de la pyriculariose. Parmi ceux-ci, les variations locales des races de Pyricularia oryzae, les déséquilibres minéraux dus à l'apport de fortes doses d'azote et les déficits de submersion sont les plus déterminants. La mise en place d'un dispositif multilocal et pluriannuel combinant ces différents facteurs a permis de sélectionner des variétés pourvues d'une résistance stable à la pyriculariose.

Dans cette démarche multilocale, le réseau d'évaluation variétale, de type IRTP- Afrique, coordonné par l'IITA et l'ADRAO, a démontré son efficacité pour repérer les variétés adaptées à une large gamme de milieux. Une telle action doit être poursuivie et encouragée.

Mais il convient également d'encourager les structures nationales de recherches à créer elles-mêmes un matériel végétal performant. La régionalisation de la sélection avec la constitution d'équipes pluridisciplinaires de chercheurs de différents pays réunis autour de programmes communs est une voie séduisante. Le réseau riz de la CORAF favorise cette dynamique.

L'approche systémique doit être également privilégiée si l'on veut créer des variétés mieux adaptées aux contraintes identifiées, tout en préservant l'environnement (maintien de la fertilité et de la propreté des sols en culture fixée). Différentes méthodes ont été mises au point mais il est permis de penser que celles raccourcissant les circuits entre la recherche et le développement et associant le paysan à l'orientation des recherches ont le plus de chances d'aboutir au transfert réel des acquis de cette recherche.

Trop longtemps on a exclu la moindre participation du paysan à l'élaboration de toutes innovations en espérant, sans doute naïvement, qu'elles seraient adoptées sans réserve.

Une plus grande association entre chercheurs, vulgarisateurs et paysans devrait contribuer à favoriser une meilleure diffusion de nouveaux systèmes de production avec des variétés nouvelles améliorées. Cette démarche ascendante, d'apparence banale, est en réalité fondamentalement différente de la démarche descendante trop souvent habituelle. Elle n'est d'ailleurs pas limitée à la recherche agronomique, on l'observe également dans d'autres disciplines scientifiques ; en médecine par exemple, on cherche aujourd'hui à favoriser l'expression des problèmes de santé par les intéressés eux-mêmes afin de mieux orienter les actions correspondantes.

Former les jeunes sélectionneurs à manier ces nouveaux concepts agronomiques ou à utiliser des outils modernes pour mieux exploiter la variabilité génétique est également un objectif qu'il convient de ne pas négliger. Les centres internationaux de recherches devraient avoir un rôle prédominant à jouer dans ce domaine de la formation. Reste à responsabiliser par la suite ces nouveaux chercheurs au sein de programmes où la pluridisciplinarité est de règle, afin de récolter le meilleur bénéfice de ces investissements humains.

Il conviendra enfin de favoriser la circulation des hommes et des idées afin de créer une véritable communauté scientifique régionale.

Un tel libre échange scientifique devrait contribuer à donner une impulsion nouvelle à la recherche africaine. On peut espérer que dans le même temps, les politiques agricoles des pays africains permettront un nouvel élan à la riziculture.

Agronomes et sélectionneurs doivent être dès maintenant prêts pour soutenir cet essor.

BIBLIOGRAPHIE

ABIFARIN A.O., 1983. Activités de l'ADRAO dans le cadre du programme international sur le riz en 1982.

ABIFARIN A.O., 1985. Mode of inheritance, of tolerance to iron toxicity in two rice cultivars. In : International Rice Genetics Symposium, Manila, Philippines, Mai.

ABIFARIN A.O., 1985. Mode of inheritance of tolerance to iron in two rice cultivars.

ADRAO. Highlights 1985-1987.

ADRAO. Rapport annuel 1986.

ADRAO, 1987. La riziculture d'immersion profonde et la riziculture flottante en Afrique de l'Ouest. Bilan des activités de la station régionale de l'ADRAO à Mopti (Mali) 1979-1986.

ADRAO, 1988. Stratégie de l'ADRAO 1990 - 2000.

ADRAO, 1988.

- Riz de mangrove : stratégies de recherche et plan d'activités proposés pour les sols défavorables.

- Continuum riz pluvial (riz de bas-fonds : stratégie de recherche et plan d'activités proposés pour les sols défavorables.

- Riz irrigué dans le Sahel : stratégie de recherche et plan d'activités proposés pour les sols défavorables.

In : Revue annuelle de la riziculture, Bouaké, Côte-d'Ivoire.

AHMADI N., PUARD M., 1984. Comportements hydriques de deux types variétaux de riz à l'égard des potentiels décroissants de l'eau dans le milieu nutritif. *L'Agron. Trop.*, 39 (3).

ALLURI K., ZAMAN SMH. et al, 1986. Report on international rice testing program for Africa.

ALLURI K., 1985. Screening rice varieties in acid upland soils. In : Second International Upland Rice Conference, Djakarta, Indonesia.

ALLURI K., MASAJO T.M., KAUNG ZAN, JOHN V.T., ALAM M.S., 1985. Upland rice improvement in humid and subhumid tropics of West Africa. In : Second International Upland Rice Conference, Djakarta, Indonesia.

BEZANCON G., 1982. Synthèses sur les prospections de riz réalisées en Afrique de l'Ouest. In : Réunion IRAT-ORSTOM, Paris.

BEZANCON G., 1982. Analyse du complexe des espèces annuelles de riz d'origine africaine. Relations entre formes sauvages, adventices et cultivées. In : Réunion IRAT-ORSTOM, Paris.

BOUHARMONT T., OLIVER M. et DUMONT DE CHASSART M., 1984. Cytological observations in some hybrids between the rice species Oryza sativa L. and O. glaberrima. In : *Euphyca* (34) 75-81.

CLEMENT G., POISSON C., 1984. Analyse de croisements intra et intergroupes chez O. sativa. Applications à la sélection du riz pluvial en Côte-d'Ivoire. Nogent-sur-Marne, IRAT, 78 p. (Mémoires et Travaux de l'IRAT, n° 8).

CLEMENT G., POISSON C., 1984. Analyse diallèle de trois caractères quantitatifs chez cinq variétés précoces de riz (Oryza sativa). Applications à la sélection. L'Agron. Trop., 39 (2).

CLEMENT G., POISSON C., 1984. Etude de l'hérédité de la translucidité chez cinq variétés de riz (Oryza sativa). Applications pratiques en sélection. L'Agron. Trop., 39 (3).

CLEMENT G., POISSON C., 1986. Les problèmes de la stérilité dans les croisements indica par japonica pour l'amélioration du riz (O. sativa L.). I - La recherche de la comptabilité hybride. L'Agron. Trop., 41 (1).

CLEMENT G., POISSON C., 1986. Les problèmes de la stérilité dans les croisements indica par japonica pour l'amélioration du riz (O. sativa L.). II - L'évolution de la stérilité initiale au cours des générations d'autofécondation. L'Agron. Trop., 41 (1).

DALLARD J., PETIOT M., 1979. Un appareil pour la mesure de la faculté d'égrenage des riz. L'Agron. Trop., 34 (4).

DE KOCHKO A., 1987. Variability isozymique du riz traditionnel (Oryza sativa L.) en Afrique. In : Theoretical and Applied Genetics, vol. 73, N° 5.

FAGADE S.O. et al., 1987. IRAT 170 : a high yielding medium duration upland rice for Nigeria. In : IRRI Newsletter.

FAYE A., Gningue M., Mane O., 1987. Héritabilité de la faculté de tallage pour trois croisements de riz pluvial. In : International Rice research Newsletter, vol. 12, N° 3.

GHEQUIERE A., 1985. Evolution of Oryza longistaminata. In : International Rice Genetics Symposium, Manila, Philippines, Mai.

GLASZMANN J.C., 1985. Variabilité enzymatique du riz (Oryza sativa L.), son importance pour la compréhension de la structure écogéographique de l'espèce. Nogent, IRAT, 126 p. (Mémoires et travaux de l'IRAT n° 9).

GLASZMANN J.C., BENOIT H., ARNAUD M., 1984. Classification des riz cultivés (Oryza sativa L.). Utilisation de la variabilité enzymatique. L'Agron. Trop., 39 (1).

GUIDERDONI E., COURTOIS B., DECHANET R., FELDMANN P., 1986. la production de lignées haploïdes doublées de riz (Oryza sativa L.) par culture d'anthers in vitro. L'Agron. Trop., 41 (3-4).

JACQUOT M., ARNAUD M., 1979. Classification numérique des variétés de riz. L'Agron. Trop., 34.

JACQUOT M., KOFFI G., 1982. Amélioration variétale du riz pluvial à l'IRAT et à l'IDESSA. In : Réunion sur le riz pluvial IDESSA-IRRI-IRAT. Bouaké, Côte-d'Ivoire.

JACQUOT M., 1985. Rice breeding for unfavorable upland conditions. In : International Rice Research Conference, IRRI, Manila, Philippines, 1-5 June.

JAMIN P. Y., 1987. La double culture du riz dans la vallée du fleuve Sénégal : mythe ou réalité ? In : Les Cahiers de la Recherche-Développement, n° 12.

JOHN V.T., ZAN KAUNG, 1985. Varietal improvement and its impact on present and future trends of rice production in Africa. In : International Rice Commission of FAO, 16th session, Manilla, Philippines.

JOHN V.T., THOTTAPILLY G., RECKHAUS P.M., 1988. Rice yellow mottle virus disease in Africa. In : 5th International Congress of Plant Pathology, Kyoto, Japan.

JONES H.G., 1979. Screening for tolerance of photosynthesis to osmotic and saline stress using rice leaf slices. In : Photosynthetica, 13 (1).

JONES M.P., 1985. Genetic analysis of salt tolerance of mangrove swamp rice. In : International Rice Genetics Symposium, Manila, Philippines.

LOWE J.A., 1987. Mise au point de plus de 30 variétés élités par l'Afrique. In : Echo de l'IITA, 2 (4).

MIEZAN K., 1985. Genetic structure of African traditional rice cultivars. In : International Rice Genetics symposium, Manila, Philippines.

MIEZAN K., CHOUDHURY M.A., GHESQUIERE A., KOFFI G., 1985. The use of Oryza sativa and O. glaberrima in West African farming systems. In : Second International Upland Rice Conference, Djakarta, Indonesia.

NOTTEGHEM J.L., 1985. Définition d'une stratégie d'utilisation de la résistance par analyse génétique des relations hôte-parasite. Cas du couple riz- Pyricularia Oryzae. L'Agron. Trop., 40 (2).

NOTTEGHEM J.L., 1985. Blast resistance methodologies in the Ivory Coast, 1972-1985. In : 2nd International Upland Rice Conference, URRICC, Djakarta, Indonesia.

NOTTEGHEM J.L., 1989. La création de variétés résistantes : cas du riz et de la pyriculariose. A paraître dans Bull. Soc. Bot.

N'DA KOUASSI A., 1984. Réponse physiologique du riz au déficit hydrique. Etude comparée de deux types culturaux (variété pluviale, variété aquatique). Thèse doctorat ingénieur, ENSA de Montpellier.

POISSON C., DOUMBIA S., 1987. Variétés nouvelles de riz et conseils pratiques pour une riziculture moderne. Nouvelles Editions Africaines, Abidjan, 64 p.

PUARD M., COUCHAT Ph., LASCEVE G., 1986. Importance de l'oxygénation des racines du riz (Oryza sativa) en culture inondée. L'Agron. Trop., 42.

PUARD M., COUCHAT Ph., BOSSY J.P., 1986. Modifications anatomiques induites dans les racines de séminales de riz (Oryza sativa) par les conditions de culture. L'Agron. Trop., 41.

REYNIERS F.-N., 1984. Critères de tolérance à la sécheresse du riz pluvial en fonction du milieu édaphique. In : Colloque GERDAT "Résistance à la sécheresse en milieu intertropical ; quelles recherches pour le moyen terme?" Dakar, Sénégal, 24-27 sept.

RUF F., 1984. Trois années de tests de variétés de riz IRAT de culture pluviale chez les planteurs du centre-ouest ivoirien. In : Bulletin de la commission internationale du riz, vol. 23 n°1.

SECOND G., 1982. Origine of the genetic diversity of cultivated rice (Oryza sp.). Study of the polymorphism scored at 40 isozym loci. J. Genet, Japan. 57, 25-57.

TAILLEBOIS J., CASTRO E.M., 1986. A new crossing technique. In : International Rice Research Newsletter, June, 11 (3) : 6.

VALES M., 1985. Etude de la résistance complète à Pyricularia oryzae. Cav. d'hybrides Oryza sativa x O. longistaminata et de leur parent O. longistaminata. L'Agron. Trop., 40 (2).

VALES M., TOPKA G., OLLITRAULT P., 1986. Comparaison de trois méthodes d'identification des souches de Pyricularia oryzae Cav. L'Agron. Trop., 41 (3-4).