

DEMARCHE POUR L'OBTENTION DE LA RESISTANCE VARIETALE A LA SECHERESSE*

Cas du riz pluvial

F.N. REYNIERS et M. JACQUOT**

RESUME — Pour l'amélioration variétale du riz pluvial, des travaux sont conduits en Côte d'Ivoire depuis 1973, la démarche consistant à :

- 1) évaluer la variabilité génétique pour la tolérance à la sécheresse,
- 2) identifier les caractères de cette tolérance,
- 3) mettre au point des modalités de criblage à l'usage du sélectionneur.

La tolérance à la sécheresse est, dans ces travaux, définie par l'effet recherché, c'est-à-dire un rendement élevé en grains en cas de sécheresse.

Le criblage variétal pour l'enracinement en profondeur est plus spécialement décrit. Une hypothèse est formulée sur l'intérêt de la faculté de migration des photosynthats en cas de sécheresse.

Mots-clé : riz pluvial, résistance à la sécheresse, enracinement, criblage variétal, Côte d'Ivoire.

Face au déficit de l'alimentation hydrique des cultures, la solution généralement retenue il y a une dizaine d'années était l'irrigation, du moins en culture intensive; dans les autres cas, le risque de chute de rendement était considéré comme inévitable.

Cette attitude a partiellement changé du fait, en particulier, de la rareté et de la cherté de l'eau.

Pour le riz, le problème du déficit de l'alimentation hydrique se pose avec la même intensité que pour d'autres cultures. En effet, si une grande partie de la production du riz est obtenue en conditions aquatiques, une partie non négligeable est et restera longtemps réalisée en conditions pluviales, sur terres exondées et drainées. Il s'agit du riz pluvial dont il sera question ici.

Pour pallier tant le déficit hydrique global que la mauvaise répartition des pluies, on peut agir à plusieurs niveaux :

- choix des régions ayant une pluviosité convenant à la culture considérée,
- choix des sols ayant une réserve et une disponibilité en eau favorables,

- utilisation de techniques de culture permettant une exploitation optimale des ressources hydriques,
- enfin, et ce sera notre propos, sélection de variétés tolérant des périodes de sécheresse.

Les travaux de recherches rapportés ici ont été réalisés en Côte d'Ivoire, de 1973 à 1978, à la Station IDESSA de Bouaké, dépendant du Ministère de la Recherche Scientifique de Côte d'Ivoire.

La démarche suivie consiste à :

- évaluer la variabilité génétique pour la tolérance à la sécheresse,
- identifier les caractères de cette tolérance,
- mettre au point des modalités de criblage à l'usage du sélectionneur.

Cette démarche a un but très appliqué. Elle doit en particulier donner une évaluation des avantages et des limites de l'amélioration variétale pour la tolérance à la sécheresse. Dans cette optique nous avons défini celle-ci par l'effet que nous recherchons, c'est-à-dire un rendement en grains maximum en cas de sécheresse.

* Présenté aux quinzièmes journées de l'hydraulique de la Société Hydrotechnique de France - Toulouse - 5-7 septembre 1978.

** REYNIERS (F.N.) — IRAT/IDESSA, B.P. 633, Bouaké - Côte d'Ivoire
JACQUOT (M.) — IRAT/GERDAT, B.P. 5035, Montpellier — France.

22 JUL. 1980
O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence
n° 10.050 BAPUM

EVALUATION DE LA VARIABILITE GENETIQUE POUR LA TOLERANCE A LA SECHERESSE

Du fait que cette tolérance est évaluée par le rendement en cas de sécheresse, nous avons choisi de comparer des variétés ayant un potentiel de rendement élevé et équivalent (de l'ordre de 50 q/ha) mais diverses quant à leur morphologie. Les travaux de sélection précédents permettent un tel choix.

Les essais sont réalisés à cheval sur la saison normale de culture et la contresaison, de façon à pouvoir imposer une sécheresse lors de phases de développement déterminées, et les mêmes pour toutes les variétés quel que soit leur cycle. Les autres conditions de culture sont par ailleurs voisines des conditions normales.

Les stades du développement pendant lesquels la sécheresse est imposée sont préférentiellement les stades de pré- et de post-épiaison, qui sont les plus critiques. La sécheresse dure environ 20 à 25 jours,

ce qui correspond à un déficit de 110 mm en moyenne par rapport aux besoins en eau estimés d'après l'évaporation d'un bac classe A.

Des résultats rapportés dans le tableau I, il ressort que les variétés répondent différemment. Il y a donc une variabilité génétique pour la tolérance à la sécheresse.

Environ 40 variétés, d'origine géographique et génétique variable ont ainsi été testées. Avec ces variétés, les écarts de rendement en cas de sécheresse n'ont en fait pas été supérieurs à ceux indiqués dans le tableau I.

L'intérêt de ces essais a été de confirmer a posteriori la valeur de variétés sélectionnées, telle IRAT 13, de disposer de variétés tolérantes pour d'autres recherches, enfin d'avoir une première estimation de ce que l'on peut attendre de l'amélioration variétale pour le rendement en cas de sécheresse.

Tableau I
RENDEMENTS (en t. ha⁻¹) DE DIVERSES VARIETES EN CAS DE SECHERESSE D'ENVIRON 25 JOURS

Variétés	Stade de début sécheresse		
	10 JAE (1)	30 JAE	45 JAE
«pluviale» améliorée, de taille moyenne IRAT 13	3,0	3,2	—
«pluviale» améliorée, africaine, de taille haute 63-83	2,1	2,5	—
«irriguée» améliorée, de taille courte IR 480	— (2)	2,2	—
«pluviale» améliorée, brésilienne, de taille haute IGUAPE CATETO	—	1,6	—
«pluviale» traditionnelle, africaine, de taille haute MOROBEREKAN	—	1,5	2,0
«pluviale» traditionnelle, asiatique, de taille haute PALAWAN	—	1,3	3,5

JAE : jours avant épiaison.

(1) JAE : jours avant épiaison.

(2) — : signifie que la variété en question n'a pas été expérimentée dans ces conditions.

IDENTIFICATION DE CARACTERES DE TOLERANCE

Les possibilités de cribler sur le rendement en cas de sécheresse sont limitées; on est donc amené à déterminer des facteurs de tolérance à la sécheresse sur lesquels pourra porter la sélection, si possible dès les premières générations. L'autre objectif est, à moyen terme, de cumuler différents caractères de tolérance dans une même variété.

Deux méthodes ont été utilisées : étude des effets de la sécheresse sur plusieurs variétés et comparaison de deux variétés présentant des tolérances à la sécheresse différentes. La première constate les différences, la seconde cherche à les expliquer.

Effets de la sécheresse

Des effets de la sécheresse se font ressentir sur les parties végétatives : hauteur, tallage, surface foliaire,

matière sèche, diamètre des tiges, et sur les parties reproductives : toutes les composantes du rendement sont affectées, la longueur des panicules, la durée du cycle et la durée de l'épiaison.

Les comparaisons variétales n'apportent en fait que peu d'informations sur la tolérance variétale car, suivant le stade de développement, le classement des variétés peut s'inverser.

Un exemple : si la sécheresse se produit à la montaison, la hauteur de plante de la variété IRAT 13 est moins affectée que celle de la variété IRAT 9; par contre si la sécheresse se produit à l'épiaison, c'est celle de la variété IRAT 9 qui est la moins affectée. De plus le taux de réduction de la hauteur n'est pas lié à la tolérance globale à la sécheresse.

La méthode consistant à observer les effets de la sécheresse sur d'autres paramètres que le rendement ne peut donc pas être utilisée pour cribler les variétés.

Elle permet cependant de mieux cerner les effets de la sécheresse et donc les mécanismes de son action.

Comparaisons variétales

Des comparaisons ont été faites entre IR 5, variété de taille courte, à fort tallage, à tiges fines, sélectionnée pour la culture irriguée, et Moroberekan, variété traditionnelle de riziculture pluviale, de taille haute, à faible tallage, à feuilles larges, à tiges épaisses.

Des comparaisons ont été également faites entre 63-83, autre variété de riziculture pluviale, et IRAT 13, mutant de 63-83 (traitement aux rayons gamma par M. Marie, sur appareil du Centre de l'Energie Atomique de Cadarache). IRAT 13 a une taille moyenne (120 cm) alors que 63-83 a une taille haute (150 cm).

Des essais (REYNIERS, 1976) ont montré que IRAT 13 est plus tolérant à la sécheresse que 63-83 au stade remplissage du grain. Par ailleurs, on sait (Reyniers et coll., 1976) que Moroberekan est plus tolérant que IR 5 lorsque les périodes de sécheresse sont de courte durée, en raison d'un taux de fertilité des talles plus élevé et d'un enracinement plus profond.

La meilleure tolérance de IRAT 13 par rapport à 63-83 semble s'expliquer par une migration (ou translocation) apparente des photosynthats, des tiges vers les grains, en cas de sécheresse pendant la phase de remplissage des grains (Tableau II). On aurait alors (Tableau III) un rapport grain/paille plus élevé.

Tableau II
MIGRATION APPARENTE DES TIGES
VERS LES GRAINS ENTRE LA FLORAISON
ET LA MATURITE
(en % du rendement en grains)

Année	Variétés	Sécheresse	Témoin
1977	IRAT 13	26	4
	63-83	0	0
1978	IRAT 13	31	0
	63-83	0	8

Tableau III
RAPPORT GRAIN/PAILLE

Variétés	Sécheresse	Témoin
IRAT 13	0,74	1,3
63-83	0,56	1,0

MODALITES DE CRIBLAGE VARIETAL

Des trois critères de tolérance mis en évidence, à savoir un taux de fertilité des talles élevé, un rapport

grain/paille élevé, un enracinement profond, nous ne traiterons ici que du troisième, en raison des résultats déjà nombreux que nous avons obtenus quant à son application, que l'on sait difficile.

Pour cribler des variétés en fonction de leur enracinement, il importe que les conditions de culture soient bien définies. En effet, deux variétés peuvent présenter des profondeurs d'enracinement assez semblables dans un milieu ameubli et homogène, et très différentes dans des conditions pratiques de culture au champ.

Le stade végétatif est important aussi pour le criblage. Pour les variétés IR 5 et Moroberekan cultivées au champ, il a été montré (REYNIERS et coll., 1976) que la profondeur maximale est atteinte à partir du 70e jour après le semis; chez le riz, l'épiaison peut être considérée comme le stade à partir duquel la croissance des racines est arrêtée.

Les études et observations sur l'enracinement rapportés ci-après ont été faites en conditions de culture au champ et après le stade d'allongement maximal des racines.

Prélèvements horizontaux du sol

Un criblage de 150 variétés a été effectué (JACQUOT et LE BUANEC, 1975, non publié) en prélevant les racines avec des cylindres horizontaux, entre 40 et 60 cm de profondeur.

Une forte variabilité génétique a été mise en évidence, la moyenne des masses racinaires variant dans un rapport de 1 à 10 selon les variétés.

Toutefois une très forte fluctuation conduit à des coefficients de variation de l'ordre de 100 % dans les conditions du test.

Compte tenu des moyens importants en main d'œuvre et en terrain qu'un tel criblage nécessite, d'autres modalités d'investigation ont été étudiées.

Utilisation d'un traceur radioactif

Le placement d'un traceur radioactif dans le sol à une profondeur choisie permettant d'y détecter l'existence et éventuellement l'activité des racines, évite en particulier tout le travail de terrassement et de déterrage des racines et semble donc a priori intéressant pour un criblage variétal en conditions normales de culture.

Dans une première étape, on a mis au point une technique pour classer les variétés selon la présence ou l'absence de racines à un mètre de profondeur. Sur 53 variétés testées, 12 ont montré des racines à cette profondeur chez toutes les plantes testées (REYNIERS et TRUONG, 1977). Le tableau IV indique quelques résultats obtenus.

Tableau IV
RADIOACTIVITE AU NIVEAU DES GRAINS
CHEZ QUELQUES VARIETES TESTEES

Variétés	Nombre de plantes radioactives sur 6 testées	Activité spécifique en coups /100 sec/10 grains
PRATAO	6	434
LAC 23	6	422
63-83	6	314
MACK FAY DENG	6	174
O S 6	6	137
PALAWAN	6	65
CHIANAN 8	5	160
BLUE BONNET	5	68
MOROBREKAN	3	101
IRAT 13	3	57
MENDI	3	373
ZAKPALE	0	0

Cependant une masse racinaire à un mètre de profondeur n'est pas forcément significative d'une activité d'absorption hydrique importante. D'autre part le classement des variétés par ce test demeure grossier.

Nous avons alors été amenés à comparer les variétés selon leur activité caractérisée par leur absorption de phosphore 32. Les premiers résultats (Reyniers et coll., 1978) montrent que dans certaines conditions d'expérimentation, il existe une relation entre l'activité du phosphore 32 dans la plante d'une part, l'absorption hydrique et la masse racinaire d'autre part. Cette relation n'est pas linéaire. Les caractéristiques minérales et hydriques du sol, qui varient selon la profondeur, n'ont pas été prises en compte dans cette expérience. D'ores et déjà, toutefois, on peut admettre la possibilité de cribler des variétés au stade de remplissage des grains selon un critère d'activité racinaire en mesurant la radioactivité due au ^{32}P dans les parties aériennes, deux semaines après la localisation du traqueur à une profondeur de 60 cm.

La mise en évidence de différences d'activité du simple au double demande un échantillonnage de 36 plantes au minimum. Pour des différences d'activité du simple au triple, le nombre requis de plantes est 12. Ceci peut suffire dans certains cas. Il convient souvent en effet de procéder au criblage des variétés par étapes. Un précriblage en conditions artificielles apparaît d'ailleurs envisageable avec la technique de culture sur brouillard (TRUONG et BEUNARD, 1978).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les analyses variétales effectuées à Bouaké par différentes techniques confirment qu'il existe une variabilité génétique importante pour la profondeur d'enracinement chez le riz. D'une manière générale, les variétés de culture pluviale ont un enracinement plus profond que les variétés irriguées. Les variétés de culture pluviale diffèrent elles-mêmes entre elles pour ce caractère. Cependant, si on évalue la résistance à la sécheresse selon le critère que nous avons choisi, c'est-à-dire le rendement en grains en cas de sécheresse, ce ne sont

pas forcément les variétés ayant l'enracinement le plus profond qui se révèlent les plus résistantes.

A cela on peut avancer deux explications. D'une part, bon nombre de variétés de riz pluvial ont un potentiel de rendement relativement faible. D'autre part, d'autres critères jouent, telle la migration des photosynthats en période de sécheresse, comme il semble que ce soit le cas chez la variété IRAT 13.

Si cela est exact, on aura concilié chez cette variété à la fois l'amélioration pour le rendement en grains et l'amélioration pour la résistance à la sécheresse, en d'autres termes l'aptitude à un rendement élevé et l'aptitude à un rendement régulier. Les essais comparatifs variétaux réalisés ces dernières années confirment d'ailleurs cette hypothèse.

Ainsi divers caractères ou facteurs de tolérance à la sécheresse sont mis en évidence chez le riz. L'attention du sélectionneur doit se porter sur une combinaison de ces caractères de façon à obtenir un haut degré de tolérance globale à cette agression.

Il est encore trop tôt pour estimer la validité de la démarche suivie pour sélectionner des variétés tolérantes à la sécheresse. Certains résultats sont à confirmer, la variabilité génétique pour les caractères recensés est loin d'être entièrement explorée, le déterminisme génétique de ces caractères à étudier.

Un intérêt de cette démarche est de relier, par un travail d'équipe pluridisciplinaire, les études agronomiques et génétiques aux études des mécanismes physiologiques; or, comme le souligne LAUDE (1972), cet aspect est particulièrement important.

Bibliographie

- LAUDE (H.M.) — 1972 — Physiological aspect of drought resistance. In : Drought injury in crops. Publié par C.S.S.A.
- PICARD (D.) et JACQUOT (M.) — 1976 — Rythmes d'émission comparés des racines nodales de trois variétés de riz. In : Agr. Trop. XXX-1-2, pp. 159-169.
- TRUONG (B.) et BEUNARD (P.) — 1978 — Etude de la croissance racinaire de six variétés de riz pluvial en culture aéronomique — Premiers résultats. Doc. multigraphié — IRAT/GERDAT Montpellier.
- REYNIERS (F.N.) et KALMS (J.M.) — 1975 — Study of varietal drought resistance in rice for its improvement — Proceedings of physiology program formulation workshop. Publié par IITA-Ibadan (Nigeria), pp. 59-65.
- REYNIERS (F.N.), KALMS (J.M.) et RIDDERS (J.) — 1976 — Différences de comportement d'un riz pluvial et d'un riz irrigué en condition d'alimentation hydrique déficitaire — Agro. Trop. XXXI-2, 1976, pp. 179-187.
- REYNIERS (F.N.) — 1976 — Classement des variétés et critères de sélection pour la tolérance à la sécheresse du riz pluvial. Séminaire Amélioration variétale du riz pluvial — ADRAO — Monrovia (Libéria).
- REYNIERS (F.N.) et TRUONG (B.) — 1977 — Criblage variétal du riz pluvial pour la profondeur d'enracinement avec du phosphore 32. Document présenté au Séminaire «le Riz en Afrique» — IITA-Ibadan (Nigeria).
- REYNIERS (F.N.), TRUONG (B.), BOIS (J.F.), BONNIN (E.) et THOMIN (G.) — Premiers résultats sur la mise au point d'une méthode pour caractériser l'activité racinaire en profondeur du riz pluvial au champ au moyen du phosphore 32. Application au criblage variétal. Colloque de phytopédologie organisé par l'AIEA à Colombo, Sri Lanka, décembre 1978.