

MUTAGENÈSE ET UTILISATION DE RADIO-ELEMENTS
EN AMÉLIORATION VARIÉTALE DU RIZ

M. ARRAUDEAU

Institut de Recherches Agronomiques
à Madagascar (I.R.A.T. - I.R.A.M.)

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 22 290

Cote : B

MUTAGENÈSE ET UTILISATION DE RADIO-ELEMENTS
EN AMÉLIORATION VARIÉTALE DU RIZ

- RESUME -

L'amélioration variétale du riz à Madagascar fait appel d'une part à la technique classique de l'hybridation, mais emploie d'autre part la mutagénèse comme inducteur de matériel végétal nouveau.

L'irradiateur en fonctionnement à Madagascar ouvre un vaste champ de possibilités au sélectionneur.

La mutagénèse chez le riz est une méthode ayant déjà acquis une réelle importance; l'emploi des radio-isotopes en amélioration variétale de cette plante le prouve. Si les programmes en cours n'ont, à Madagascar, qu'une portée actuelle relativement réduite, il est absolument certain qu'à l'avenir, il sera fait bien souvent appel aux potentialités d'un tel appareil, tant pour l'obtention de larges modifications chez la plante que pour la suppression éventuelle d'un seul caractère défavorable chez une variété.

Toutefois, malgré les très vastes promesses qui nous sont ainsi offertes, il est nécessaire de se garder d'un optimisme exagéré, et ce serait faire preuve de bien peu de réalisme que d'en conclure que les problèmes seront résolus sans difficultés.

L'utilisation de radio-éléments permet en effet de bouleverser plus ou moins profondément la constitution génique d'une plante, mais les obtentions revêtent toujours un caractère aléatoire. Malgré cet aspect hasardeux, elle est néanmoins très séduisante, tant par la simplicité des traitements que par la relative rapidité de l'obtention des descendance susceptibles d'applications pratiques.

INTRODUCTION

Les mutations induites, entre autres par un emploi judicieux des radio-isotopes, représentent non seulement un moyen important, mais parfois même le seul, d'obtention de caractères nouveaux chez les plantes; le riz n'échappe pas à cette loi très générale qui présente quatre aspects principaux :

1^o- Elles constituent la seule méthodologie envisageable pour la création de composantes originales chez une plante. Dans ce cas, elles substituent un nouvel acquis héréditaire à un stock génétique ancien.

2^o- Elles conduisent le plus souvent à un gain de temps précieux, par l'obtention plus rapide que par la voie de l'hybridation du caractère désirable souhaité. Cette obtention est néanmoins aléatoire et n'a pas de caractère généralisable.

3^o- Elles permettent de rompre certaines liaisons très étroites entre caractères dont les facteurs géniques sont extrêmement rapprochés sur un même chromosome.

4^o- Elles offrent l'avantage de maintenir dans certains cas l'intégralité de la constitution génétique d'une variété, tout en éliminant un caractère éminemment défavorable dont il serait pratiquement impossible de se défaire par tout autre procédé.

En conséquence, tout en ayant conscience qu'un discernement rigoureux doit précéder l'emploi de radio-éléments en sélection variétale, le sélectionneur trouve là un processus élégant permettant de tourner des difficultés sérieuses.

1/- LES METHODES D'OBTENTION DE MUTANTS CHEZ LE RIZ

Elles relèvent de l'emploi de deux groupes de facteurs mutagènes : d'une part ceux relevant d'une action physique, tels rayons X, rayons gamma, neutrons, etc..., d'autre part ceux ayant une action chimique, tels la nitrosométhylurée et le méthane sulfonate d'éthyle entre autres.

1.1.- La mutagénèse physique

De nombreuses sources de rayonnement ont été et sont encore utilisées sur le riz. Les neutrons, et en particulier les neutrons thermiques, les rayons X, les rayons Beta et surtout les rayons gamma. Ce dernier type de rayonnement électromagnétique de très courte longueur d'onde, produit entre autres sources par le ⁶⁰Co est couramment employé sur le riz; les doses les plus usitées varient entre 15 et 35 kr, au total; elles peuvent être appliquées en une ou plusieurs fois, en des laps de temps variables, sur des graines dont l'humidité est de 12 à 14 %. Les courbes de létalité sont indiquées sur le graphique 1.

1.2.- La mutagénèse chimique

Elle consiste à mettre en contact la partie de la plante à traiter - généralement les graines. - avec un gaz ou un liquide approprié, ayant une action mutagène proche de celle constatée à l'aide des agents physiques. Les composés chimiques sont très nombreux et pour n'en citer que les plus importants : Myleran (1-4 di-méthane-sulfonyl-butane), Diexoxybutane, EOC (8-éthoxycaféine), M.S.E. (méthane sulfonate d'éthyle), uréthane, nitrosométhylurée (NMU), nitrosoguanidine (NG).

Ces substances, dites "radiomimétiques" conduisent à l'obtention de mutants, tout comme les rayons gamma par exemple. Toutefois, leur action n'est pas rigoureusement identique à celle de ces derniers et les spectres de mutants, c'est-à-dire la gamme de caractères nouveaux obtenus, ne sont pas les mêmes. Pour prendre un des plus classiques, le M.S.E., les courbes de létalité obtenues - graphique 2 - varient selon les concentrations utilisées et les variétés traitées.

Citons enfin les cultures de jeunes plantules dans un milieu contenant du phosphate disodique marqué au ^{32}P , dosé à 12,5 μC par graine de riz, ayant conduit en 1959 au Japon à l'obtention de mutants à paille courte.

1.3.- Récapitulation schématique des doses

Les doses les plus courantes concernent :

Neutrons rapides : de 300 à 2600 rads

Neutrons thermiques : de 5 à $15 \times 10^{12}/\text{cm}^2$

Rayons X : de 15 à 25 kR

Rayons Beta : Avec le ^{32}P , de 2,5 à 40 microcuries par graine

Rayons gamma : de 10 à 45 kR

M.S.E. : de 0,1 à 1,5 %, en solution dans l'eau

N.M.U. : de 0,01 à 0,05 %

Ces méthodes, qu'elles relèvent de l'irradiation ou d'un traitement chimique, conduisent à l'obtention de mutants, dont la gamme chez le riz est extrêmement large.

2/- LES RESULTATS DE LA MUTAGENESE CHEZ LE RIZ

2.1.- Obtentions de mutants

Chandraratna, dans "Genetics and breeding of Rice", indique un certain nombre d'obtentions de caractères induits à partir de variétés traitées aux rayons gamma, aux rayons X et aux neutrons thermiques.

Les résultats ont conduit à des modifications dans la densité des grains sur la panicule, la date d'épiaison, la hauteur de la paille, la résistance aux maladies - et notamment piriculariose, helminthosporiose et corticium.

Plus récemment, les obtentions concernent :

- Mutants érectoïdes (plantes à paille courte et rigide), à rendements meilleurs et plus résistants aux maladies que les variétés d'origine Taichung Nat.1, Taichung 179 et Chianung 242 - à Formose, par rayons X et neutrons thermiques.

- Modifications dans les caractères du grain chez Taichung Native 1 et Taichung 65 aux Indes, par rayons gamma et action conjuguée de N.M.U. et M.S.E.

- Rendement amélioré sur Nahngmon S-4, Bangkhen 293, etc... au Thailand : obtention de NM - N₁-4 et NM-X-131.

- Augmentation du poids de la panicule sur Norin No 8 au Japon.

- Résistance à la piriculariose sur Norin No 8 au Japon.

- Semi-nanisme, nanisme, précocité, résistance à la verse sur Kangni 27 et Dokri Basmati au Pakistan (Très nombreuses lignées obtenues).

- Précocité, rendement élevé, résistance aux maladies avec Habiganj II et Habiganj VI au Pakistan.

- Précocité aux Philippines, sur Peta, BPI 76, C 18, IR 8.

- Résistance à la verse, allongement du grain, paille courte, augmentation du rendement, précocité, sur diverses variétés en France, sur Allorio, Balilla, Cigalon. Obtention de Lambda et de DELTA, notamment.

- Paille courte sur Palkweng en Corée.

- Augmentation de la teneur en protéines, par obtention des variétés Glut 1 et Glut 2 à partir de Taichung 65, aux Indes.

Il est donc parfaitement prouvé que la mutagénèse radio-induite à l'aide du 60 Cobalt assure de notables améliorations variétales.

2.2.- Principales mutations observées chez le riz

Cette liste n'est pas limitative, tout en donnant un aperçu du très grand nombre de mutations observées :

- a/- Mutants chlorophylliens : Albinos, Viridis, Xantha, Chlorina (les viridis sont peu fréquents); Striations diverses.
- b/- Modifications de la feuille : Teinte, longueur, largeur.
- c/- "- de la panicule: Compacité, poids, nombre de grains, longueur.
- d/- "- des talles : port, nombre.
- e/- "- des grains paddy : Teinte des glumes et glumelles, dimensions.
- f/- "- de caryopse : dimensions, teinte, translucidité.
- g/- Caractères divers : modifications de l'aristation, du taux de sterilité, du taux d'égrenage, de la pilosité.
- h/- Résistance aux maladies et insectes : augmentation ou diminution.

3/- PROGRAMME EN COURS A MADAGASCAR

Les études entreprises actuellement n'ont qu'une portée relativement réduite et ont trait essentiellement d'une part à la recherche des doses d'irradiation les plus adaptées au matériel végétal retenu et d'autre part à l'obtention de recombinants mutiques à partir d'une variété aristée.

3.1.- Recherche des doses d'irradiation

Si les limites générales pour l'emploi des doses sont connues chez le riz, de très nombreuses données expérimentales ont montré qu'il existait une variabilité dans la réponse de diverses variétés à une même dose. Le graphique 1 donne, par rapport à un témoin non traité, le pourcentage de survie de graines irradiées sous des doses croissantes et ce, pour diverses variétés se plaçant entre les deux extrêmes. La grande majorité des variétés de riz présente une réponse de ce type, mais certaines peuvent relever de particularismes divers. D'où la nécessité d'établir le graphique pour chaque variété.

En règle générale, le traitement retenu est celui qui entraîne un pourcentage de survie de l'ordre de 50 % du total des graines traitées. C'est ce que l'on appelle la dose létale à 50 %, ou, en abrégé, D.L.50.

Les premiers traitements effectués à Madagascar sur une variété originaire du Japon, Kagoshima, Hakamuri 1, et préconisée en culture pluviale dans certaines régions des Hauts-Plateaux malgaches, ont permis de constater que la dose requise pour l'obtention de la D.L.50 est proche de 25.000 rads, administrés en une seule fois.

3.2.- Obtention de recombinants mutiques

Certaines variétés de riz présentent, à l'extrémité du grain de paddy, un prolongement fin et dur, dénommé arête, de longueur variable; ces arêtes, si elles constituent une barrière efficace contre les oiseaux granivores, représentent par contre un inconvénient sérieux tant au pilonnage qu'à l'usinage d'une part en formant des conglomérats de grains difficiles à fragmenter et d'autre part, en raison de leur dureté, en pouvant provoquer des accidents en cours des diverses manipulations et même éventuellement par ingestion. Il est alors nécessaire de les supprimer.

En dehors évidemment des ebarbeuses mécaniques, avant usinage, l'hybridation avec une variété non aristée, dénommée alors mutique, peut alors être envisagée. Mais, outre que cette dernière voie d'obtention est longue, elle n'est pas toujours utilisable. La mutagénèse offre alors des perspectives intéressantes, de par sa rapidité d'obtention des types de grains recherchés.

Ainsi, le Kagoshima-Hakamuri 1, variété aristée, a été traitée sous différentes doses, dans le but d'obtenir une nouvelle variété mutique, présentant évidemment au moins toutes les qualités du géniteur de départ.

4/- PERSPECTIVES D'AVENIR

Théoriquement, elles sont extrêmement vastes et le champ d'investigation peut être très étendu. Les résultats obtenus dans d'autres pays sont en effet particulièrement encourageants. Elles sont néanmoins limitées d'une part en raison des moyens d'études des descendances qu'elles imposent et d'autre part en raison de la difficulté de résoudre parfaitement certains problèmes.

La mutagénèse peut et doit être un précieux appoint pour l'amélioration variétale du riz à Madagascar, en particulier sur les sujets suivants :

- Raccourcissement de la hauteur de la paille chez les riz sensibles à la verse.
- Allongement du grain dans le cas de certaines variétés introduites à grains ronds, très intéressantes de par leurs autres caractères.
- Précocité pour l'obtention de variétés destinées à la double culture.
- Augmentation de la teneur en protéines.

Le problème de la résistance aux maladies n'est pas évoqué ici, car s'il peut relever expérimentalement de tels traitements, il semble peu probable qu'une solution résolument satisfaisante et constante puisse être obtenue par leur aide.

4.1.- Diminution de la hauteur de la paille

De nombreuses sélections locales sont très intéressantes de par leur grain long translucide et leur potentiel rendement; leur sensibilité à la verse est par contre un défaut sérieux. La mutagénèse est ici d'un grand secours et devrait permettre, par un emploi judicieux des radio-éléments l'obtention de formes à paille plus courte et plus rigide. De tels résultats ont été déjà obtenus, conjointement à une très forte réduction du cycle végétatif, par mutagénèse chimique sur le MK.34, variété de grande culture au Lac Alaotra.

4.2.- Allongement du grain

Certaines variétés introduites, telles le 1632 et le 1657, ont des potentiels rendements très élevés et de nombreuses autres qualités, mais présentent un grain court quoique translucide. Une augmentation de la longueur de ce grain, sans rien perdre par ailleurs de leurs autres caractères, serait d'un grand intérêt, en ce qu'elle combinerait alors la productivité et la qualité du grain.

4.3.- Précocité

Ce problème est moins aigu que les deux précédents, en ce sens que nous possédons en collection de très nombreuses variétés précoces ou très précoces; cependant ces dernières présentent souvent de nombreux défauts - faible tallage, port chétif, faible productivité - Il s'avererait en conséquence intéressant d'induire une précocité plus marquée à certains géniteurs qui, tels le 1632, sont très intéressants, mais dont le cycle est parfois un peu trop long. Ce gain de précocité ne pourra sans doute s'obtenir qu'aux dépens du rendement qui sera très probablement alors légèrement plus faible. Mais il peut être décisif dans le cas de la double culture.

4.4.- Teneur en protéines

Il s'agit ici d'un programme à plus long terme que les précédents, en raison même de sa complexité et des moyens qu'il nécessite. Le problème n'est pas tellement d'obtenir par mutagénèse des variétés à forte teneur en protéines - des expériences ont déjà prouvé dans d'autres pays que c'est parfaitement faisable - mais bien de conjuguer une teneur élevée avec des qualités agronomiques indéniables.

En outre, si théoriquement, une augmentation de la teneur en protéines de 6 %, celle-ci passant de 9 à 15 % par exemple, réduit le tonnage paddy nécessaire, pour une même quantité globale de protéines produites, de 40 %, ce résultat, avec ce qu'il comprend comme diminution de quantité de riz consommée par habitant pour une même valeur nutritionnelle protéinique, est peu perçu par le consommateur.

Ce problème est donc extrêmement séduisant et son intérêt n'est pas à souligner, mais il est délicat et relativement complexe.

CONCLUSION

L'emploi des radio-éléments au cours de programmes d'amélioration variétale du riz permet ainsi de bouleverser plus ou moins profondément la constitution génique d'une variété, et, en particulier de modifier dans certains cas un seul caractère en laissant intact le reste du patrimoine héréditaire.

Néanmoins, il est bon de souligner que les obtentions sont toujours aléatoires et que les probabilités d'apparition du mutant recherché sont réduites, sinon très faibles. D'où la nécessité de traiter une grande masse de matériel végétal, entraînant ainsi un travail d'observations important sur de nombreuses lignées.

Cependant le gain de temps ainsi obtenu, par rapport aux hybridations tout autant, sinon plus, délicates à mener, la simplicité et l'efficacité des opérations de départ, consistant dans le traitement lui-même, rend cet emploi particulièrement séduisant, compte tenu de plus des résultats très encourageants qui y ont déjà été obtenus.
