

BILAN DE SIX ANNEES DE RECHERCHES  
SUR L'EMPLOI DES RAYONNEMENTS IONISANTS  
POUR L'AMELIORATION DES PLANTES AU SENEGAL

A.F. BILQUEZ, C. MAGNE et J.P. MARTIN

Département de Génétique de l'ORSTOM \*  
Centres de Recherches Agronomiques de BAMBEY  
et de RICHARD TOLL. SENEGAL

I. INTRODUCTION

L'arachide, le mil et le riz représentent trois des productions les plus importantes pour la vie du Sénégal : le mil et le riz parce qu'ils constituent la base essentielle de l'alimentation des populations locales, l'arachide parce qu'elle représente l'une des principales sources destinées à alimenter les caisses de la trésorerie sénégalaise.

La production annuelle de l'arachide, dont la moyenne se situe actuellement aux environs de 900.000 tonnes, laisse, chaque année, 19 milliards de francs CFA à 400.000 ou 500.000 familles paysannes, plusieurs milliards de francs CFA au Commerce, à l'Industrie et à l'Etat sous forme de taxes. Elle représente environ 85 % des exportations du pays et le cinquième du produit national brut.

---

\* Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, 24, rue Bayard  
PARIS 8°.

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 15065 XI

B 15065

JUIN 1964

On compte actuellement, sur les 2.000.000 ha de terres cultivées annuellement au Sénégal, approximativement 1.000.000 ha d'arachide, 830.000 ha de mil et 66.000 ha de riz, soit respectivement 50,40 et 3,2 % du total des terres cultivées.

Il existe en réalité deux sortes de mil : "le gros mil" ou "sorgho", qui est une graminée de la famille des Andropogonées, et le "petit mil", ou "mil pénicillaire", qui doit être rapporté à l'espèce Pennisetum typhoides (Burm), Stapf et Hubbard. Les statistiques agricoles ne font généralement pas la différence entre ces deux sortes de mil, mais on peut estimer raisonnablement quelles interviennent dans une proportion sensiblement égale dans l'ensemble de la production en mil du pays.

L'arachide, le mil et le riz font depuis déjà de nombreuses années, l'objet de travaux d'amélioration au Sénégal. C'est tout naturellement que les techniques de production expérimentale de variations héréditaires sont venues s'ajouter, au cours de ces dernières années, aux autres techniques plus anciennes de travail : la sélection et l'exploitation des hybrides.

La technique de production expérimentale des variations héréditaires a été considérée, dès le départ, comme un moyen susceptible d'apporter plus rapidement ou plus facilement, donc plus économiquement, des solutions à certains problèmes particuliers que l'on éprouvait quelque peine à résoudre par le seul emploi des méthodes traditionnelles de travail.

Les problèmes posés sont de natures diverses. Certains correspondent à la poursuite d'objectifs très précis. Exemples :

1 - Obtention, à partir de la variété de riz D 52/37 particulièrement appréciée pour son rendement, son adaptation à différents milieux et la qualité de son grain, de types courts, résistants à la verse, les uns plus précoces, les autres plus tardifs, de façon à permettre l'étalement dans le temps de la récolte mécanique de cette variété.

2 - Obtention de mils pénicillaires précoces, à fort tallage, et suffisamment aristés pour offrir une barrière efficace aux dégâts des oiseaux.

3 - Induction d'un certain degré de dormance des graines chez les variétés précoces d'arachide du groupe spanish, en vue de limiter les pertes dues aux germinations en terre au moment de la récolte, ou celles qui peuvent avoir lieu en tas après la récolte, les années où se produisent des chutes de pluies tardives.

D'autres problèmes posés correspondent à la poursuite d'objectifs moins précis, par exemple : recherche des possibilités d'induction d'une variabilité utile nouvelle, chez certaines variétés de plantes autogames déjà exploitées en grande culture, dans le but de permettre la réalisation de nouveaux progrès à partir de ces variétés, sans perdre pour autant les caractéristiques d'adaptation au milieu qu'elles possèdent.

Nous examinerons dans quelle mesure il nous a été possible de résoudre ces différentes sortes de problèmes, qui concernent pour la plupart des caractères de nature quantitative.

## II. MATERIEL ET METHODES

On a eu recours uniquement à la technique de traitement des graines par les rayons X.

Les irradiations ont été faites à l'aide d'un appareil fonctionnant à 140 Kv, 15 mA sans filtre.

Les graines irradiées ont été conditionnées avant l'irradiation, de façon telle que leur teneur en eau au moment de l'irradiation, soit la même pour toutes les variétés d'une même espèce.

Les semis ont eu lieu 2 à 4 semaines après l'irradiation. Les graines irradiées ont été stockées pendant ce délai, dans des conditions qui étaient aussi identiques que possible pour les diverses variétés de la même espèce.

Il est apparu, au cours d'essais préliminaires destinés à calculer la dose de radiations à appliquer aux différents échantillons à traiter, qu'il existait chez les diverses espèces en étude, des différences de sensibilité plus ou moins grandes d'une variété à l'autre au sein de la même espèce.

Les résultats les plus nets ont été observés avec l'arachide, chez laquelle on a trouvé des différences de sensibilité variant dans une proportion de 1 (variété 28.204) à 1,7 (variété 48.115), quel que soit le critère utilisé : degré de développement des plantes atteint un nombre de jours déterminé après le semis, date d'apparition de la première fleur, nombre total de graines récoltées

par plante (2); on notera que ces deux variétés diffèrent l'une de l'autre à la fois par le taux en acide linoléique des acides gras dans les graines, qui serait selon BOWEN et THICK (3), l'un des facteurs responsables possible des différences de radiosensibilité entre certaines espèces, et par le rythme d'hydratation des graines au cours de la germination, qui serait un caractère dont GELIN, EHRENBURG et BLIXTH (7) ont supposé qu'il pourrait également jouer un rôle dans le degré de radiosensibilité des graines. Le taux en acide linoléique des acides gras des graines de 28.204 est de 29 %, celui des graines de 48.115 de 11 %; la variété la moins sensible aux rayons X est celle qui possède le taux d'acide linoléique le plus élevé. C'est en contradiction avec l'hypothèse formulée par BOWEN et THICK. On constate par contre, conformément à l'hypothèse émise par GELIN, EHRENBURG et BLIXTH pour expliquer certaines différences de sensibilité observées chez le pois, que la variété la plus sensible est celle qui s'hydrate le plus rapidement au cours de la germination : le poids des graines de la variété 48.115 manifeste une augmentation de 78 % par rapport au poids initial, 55 heures après la mise en germination, alors que l'augmentation atteint seulement 52 % chez la variété 28.204.

Les différences variétales de sensibilité apparaissent moins importantes chez le riz; on a cependant trouvé qu'il fallait, dans le cas des graines sèches, (teneur en eau des graines au moment de l'irradiation égale à 8,5 %), une dose de 26.000 r pour provoquer une réduction de 50 % de la taille des plantules au stade 2 feuilles, par rapport aux témoins non irradiés, chez les variétés 25.558 et Sintiane Diofor, alors qu'il suffisait de 20.000 r pour obtenir le même résultat avec la variété Bentoubala.

On a noté également, dans le cas du mil pénicillaire, qu'une dose de Rx de 20.000 r appliquée à des graines dont la teneur en eau au moment de l'irradiation était de 7,0 %, provoquait une réduction du taux de survie des plantes au stade 2 feuilles de 100 % par rapport au témoin non irradié chez la variété 48.56 lorsque la germination et la croissance des jeunes plantes avaient lieu à une température de 30°C, alors que, dans les mêmes conditions de travail, cette dose ne provoquait qu'une réduction de 14 % chez la variété 60 T1.

Ceci nous a conduit à adopter pour les travaux que nous voulions entreprendre dans un but pratique, des doses de radiations différentes d'une variété à l'autre au sein de la même espèce. On a choisi comme dose d'irradiation :

- pour les céréales (mil pénicillaire et riz), la dose qui correspond approximativement à une réduction de 50 % de la taille des plantes parvenues au stade 2 ou 3 feuilles (tableau I).

- pour l'arachide, celle qui correspond approximativement à une réduction de 50 % du nombre moyen de graines par plante.  
(Figures 1 et 2).

On a été amené ainsi à utiliser des doses de radiations de

- 20.000 r avec la variété d'arachide 28.204 et des graines ayant une teneur en eau de 5 %;
- 16.000 r avec la variété d'arachide 29.103 et des graines ayant une teneur en eau de 5 %;
- 12.500 r avec la variété d'arachide 28.206 et des graines ayant une teneur en eau de 5 %;
- 16.500 r avec la variété de mil 56.09 et des graines ayant une teneur en eau de 8 %;
- 26.000 r avec la variété de riz Sintiane Diofor et des graines ayant une teneur en eau de 9 %.

TABLEAU I

Réduction de la taille des plantules  $X_1$  en fonction de la dose,  
chez le mil 5609

Traitement	Taille des plantes en mm au stade 3 f.	Valeur en % du témoin.
Témoin non irradié	138,6 $\pm$ 18	100
5.000 r	111 $\pm$ 17,9	79,9
10.000 r	105,5 $\pm$ 21,9	75,9
15.000 r	70,3 $\pm$ 13,7	50,6
20.000 r	61,3 $\pm$ 18,7	44,1

Les deux autres variétés de riz utilisées dans nos études : D 52/37 et Makalioka 823 ont été irradiées à différentes doses (14.000 - 21.000 - 28.000 - 35.000 et 42.000 r) et à 2 humidités de graines : 9 et 16 %.

Les effets observés sur les plantes  $X_1$  semées directement au champ ont été généralement plus marqués que ceux prévus à la suite des essais préliminaires effectués en serre. Des différences de même nature ont été enregistrées par GAUL (5) qui a conseillé, pour cette raison, de procéder, chaque fois que cela est possible, à un semis et à un démarrage de la croissance des plantes en serre.

Les plantes  $X_1$  destinées à être étudiées en  $X_2$  ont été choisies d'une façon différente selon les espèces considérées. Dans le cas du riz, on a récolté séparément chaque panicule. Dans le cas du mil, qui est une espèce à allogamie prépondérante, et dans celui de l'arachide, où chaque plante  $X_1$  constitue une chimère très complexe du fait même de la structure de la graine (la graine d'arachide est formée en effet de 2 cotylédons et d'une proplantule chez laquelle on distingue de façon nettement visible la tige principale, les 2 rameaux cotylédonnaires et 7 à 10 feuilles), on s'est borné à prendre un échantillon au hasard parmi le bulk des semences récoltées.

Le choix des plantes à partir de la  $X_2$  ne présente aucune difficulté lorsqu'on a en vue un objectif bien déterminé, et qui correspond à la recherche d'un caractère ayant un aspect phénotypique nettement tranché. Le problème est différent lorsqu'on considère des caractères quantitatifs dont l'appréciation peut être faite difficilement à partir d'individus isolés, comme par exemple le rendement. Dans ce cas GAUL (5) a préconisé de choisir les plantes en se servant de caractères intermédiaires d'observation facile, mais de nature polygénique, dont les variations constitueraient par leur présence une présomption que la plante considérée peut être porteuse d'autres mutations. La présomption sera évidemment d'autant plus forte que le caractère indicateur choisi sera contrôlé par un nombre plus élevé de gènes.

Nous avons eu recours à cette méthode dans le cas de l'arachide. Nous avons utilisé comme caractère indicateur les variations produites dans les dimensions du feuillage, la forme et la grosseur des gousses; ces deux derniers caractères constituent d'ailleurs les caractères intéressants en eux-mêmes sur le plan pratique.

Nous avons accordé également une attention très particulière chez l'arachide au degré de luxuriance des plantes. L'expérience nous a montré, grâce à certains mutants très particuliers (plantes apétiolulées, plantes à feuillage cireux) qu'il se produisait dans les différentes descendance issues du matériel irradié, un nombre relativement très élevé de croisements naturels par rapport à ce qui a lieu dans les populations non irradiées, où le taux de fécondation croisé est de l'ordre de 0,4 % pour les variétés précoces et 0,9 % pour les variétés tardives.

CALDECOTT (4) a déjà attiré l'attention sur l'augmentation de la fréquence des croisements dans les populations irradiées et les risques qu'il y a à ce qu'il se produise des introductions de caractères étrangers dans le matériel traité si celui-ci est mal isolé. On n'a pas insisté jusqu'à présent, à notre connaissance, sur l'intérêt que peuvent avoir les hybridations qui se produisent entre individus d'une même population irradiée. Les croisements qui se produisent entre individus différents d'une même population irradiée peuvent contribuer de façon importante à l'augmentation de la variabilité induite par l'irradiation, ainsi que nous en avons eu de nombreuses preuves dans le cas de l'arachide.

Beaucoup de plantes  $X_2$  ou  $X_3$  qui montraient chez l'arachide une luxuriance particulière, ont prouvé, par les ségrégations auxquelles elles ont donné lieu dans leur descendance, qu'elles étaient le résultat de croisements qui s'étaient produits à la génération précédente. Comme nous avons pris grand soin d'isoler les populations irradiées en étude, ces croisements n'ont donc pu se faire qu'entre individus ayant subi l'un et l'autre les effets de l'irradiation. Beaucoup des variations les plus importantes que nous avons pu extraire des descendance irradiées ont été trouvées dans la descendance de ces plantes. Il est évidemment assez facile de détecter chez l'arachide quelles sont les plantes qui peuvent être de nature hybride, car l'arachide est une espèce qui manifeste à un degré élevé des phénomènes d'hétérosis. Il n'en est pas ainsi chez toutes les espèces, mais on peut se demander jusqu'à quel point une partie importante des variations nouvelles isolées en  $X_3$  ou en  $X_4$ , chez les espèces qui se manifestent par des effets d'hétérosis en  $F_1$ , ne seraient pas seulement la conséquence de croisements entre individus mutants au cours des générations précédentes.

### III. RÉSULTATS EXPERIMENTAUX

#### 1 - Résultats sur mil pénicillaire.

L'objectif qui nous avait été imposé consistait à induire une avance de précocité chez une variété de mil semi tardive en provenance de la région du Niger et caractérisée par une forme particulière d'aristation.

L'aristation chez les mils est due au développement des soies involucreales prenant naissance sur le pédicelle, à la base de l'épillet. Chez les mils aristés sénégalais, qui sont tous des mils tardifs, il n'y a qu'une seule soie qui s'allonge à la base de chaque épillet; il y en a 3 ou 4 chez les mils nigériens du groupe auquel appartient la population choisie. D'où une densité d'aristation beaucoup plus forte par unité de surface et par voie de conséquence, une meilleure protection du grain contre les dégâts des oiseaux.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau II.

On constate que les populations  $X_1$  et  $X_2$  conservent une valeur moyenne sensiblement identique à celle de la population d'origine, mais qu'il y a une très nette augmentation de la variabilité, surtout en  $X_2$ . Cette augmentation s'est faite de façon symétrique par rapport à la moyenne, ce qui a permis d'isoler par autofécondation, des souches  $X_3$  les unes plus précoces, les autres plus tardives que ne l'était la population d'origine.

L'augmentation de la variabilité en  $X_1$  s'explique vraisemblablement en grande partie par les modifications de nature physiologique non héréditaires que manifestent généralement les plantes de la première génération. On peut se demander cependant dans quelle mesure cette augmentation de variabilité ne pourrait pas être l'expression visible d'une modification des systèmes génétiques, dès la première génération. Cela est parfaitement concevable si le caractère considéré est contrôlé par un système polygénique formé en majeure partie de gènes additifs. On ne connaît pas de façon précise quel est le déterminisme génétique des variations de précocité qui existent chez les mils qui, comme la variété étudiée, se montrent indifférents à la longueur du jour. Le fait que l'augmentation de la variabilité en  $X_2$  se soit faite de façon symétrique par rapport à la moyenne cadrerait assez bien avec l'hypothèse de la présence de gènes additifs.



TABLEAU II

Caractéristiques des différentes générations dans la descendance d'un mil irradié.

Population	Nombre d'individus	Epiaison moyenne en nombre de jours après le semis ( $m \pm \sigma$ )	Coefficient de variation
X0	254	77,3 $\pm$ 4,7	6,0
X1	56	78,7 $\pm$ 7,6	9,6
X2	1330	79,3 $\pm$ 10,3	12,9
Souches précoces			
- 01	323	61,9 $\pm$ 4,4	7,2
- 03	267	63,2 $\pm$ 4,4	7,0
- 08	516	63,7 $\pm$ 5,0	7,8
Souches tardives			
- 11	274	104,4 $\pm$ 4,7	4,5
- 12	253	102,7 $\pm$ 5,2	5,0
Syn. 1 formé à partir des souches précoces X3	1308	68 $\pm$ 5,1	7,5

Comme le mil est une espèce à allogamie prépondérante et que les variétés cultivées sont des populations, on peut évidemment se demander dans quelle mesure les modifications de précocité observées ne correspondent pas à l'isolement de complexes géniques qui existaient déjà dans les populations de départ. On notera que celle-ci possède, de même que toutes les populations de mil que nous avons eu l'occasion d'étudier du point de vue de la précocité, un coefficient de variabilité relativement faible. Les caractéristiques de ces populations demeurent relativement constantes d'une année sur l'autre. On retrouve d'une génération à l'autre à peu près la même moyenne et le même écart type. Il y a donc de grandes chances pour que les modifications de précocité que nous avons obtenues soient réellement un effet de l'irradiation. Nous ne pouvons cependant pas l'affirmer.

Il ne nous est pas possible d'affirmer davantage que les modifications qui ont été observées dans le degré d'aristation des plantes soient dûes à l'irradiation. Pourtant, nous avons isolé en  $X_3$ , un type d'aristation auquel nous ne connaissons pas d'équivalent dans les autres populations. (figure 3)

## 2 - Résultats sur riz.

L'étude des mutants chlorophylliens à la  $X_2$  chez le riz a montré qu'une même panicule pouvait provenir de plusieurs cellules embryonnaires différentes, ce qui a déjà été signalé par BEKENDAM (1), mais qu'inversement plusieurs panicules d'une même plante pouvaient tirer leur origine d'une même cellule embryonnaire.

Ceci se remarque plus particulièrement chez les riz qui ont été repiqués, et est vraisemblablement dû au fait qu'un grand nombre des talles qui se forment après le repiquage proviennent de bourgeonnements de la base des tiges, plutôt que du développement des cellules appartenant au plateau de tallage. Il semble que, dans leur grande majorité, les plantes ne présentent pas plus de deux ou trois secteurs mutables indépendamment (Tableau III).

La recherche de mutants utiles a été dirigée vers l'obtention, chez les variétés D. 52/37, Sintiane Diofor et I 141, de plantes à paille plus courte que celles de la variété d'origine, à cycle de maturation décalée et, dans le cas des variétés I 141 et Sintiane Diofor, à meilleure qualité de grain.

Il a été possible d'isoler parmi les plantes  $X_2$  de la variété Sintiane Diofor une plante ayant un paddy nettement plus étroit et translucide que celui de la variété d'origine. Cette variation, actuellement en  $X_3$ , est la seule variation utile intéressant le grain qu'on ait pu trouver.

TABLEAU III

Répartition des plantes suivant le nombre de panicules portant la même mutation.

Nombre de panicules avec la même mutation	Nombre de panicules examinées par plante X <sub>1</sub>		
	3	4	5
1	2 + (3)	4 + (4)	7 + (18)
2	1	5	10
3	-	1	6
4	-	1	4
5	-	-	1

Les chiffres entre parenthèses correspondent à des plantes avec une seule plantule mutée.

On a enregistré, par contre, des variations de précocité et des variations de taille plus ou moins grandes dans la descendance irradiée de chacune des trois variétés étudiées. L'ampleur des variations et leur sens diffère cependant nettement d'une variété à l'autre, ainsi qu'on peut le constater en examinant les courbes de fréquences des hauteurs pour les variétés D 52/37 et T 141 (Fig. 4)

Pour la variété D 52/37 à paille très longue, la courbe s'étale uniquement vers les pailles courtes, la moyenne étant légèrement inférieure à celle du témoin. Pour la variété T 141 qui a une taille inférieure de 40 cm à celle de D 52/37, l'étalement dans la population  $X_2$  se fait dans les deux sens, avec déplacement de la moyenne vers les tailles élevées.

On a dû éliminer de nombreux mutants à paille très courte par suite d'un taux de stérilité trop élevé; on a par contre retenu nombre de plantes qui se trouvaient vers les limites de variation de la variété normale. Leur caractère mutant étant de ce fait incertain, il faut attendre la génération  $X_3$  pour se prononcer à leur sujet.

De nombreux mutants précoces et tardifs ont été trouvés dans la descendance  $X_2$ . Pour la variété D 52/37, la plante la plus précoce a mis 25 jours de moins pour arriver à l'épiaison, et la plus tardive 12 jours de plus. Bon nombre de ces plantes, surtout les tardives, étaient en grande partie stériles.

Au total, dans une population d'environ 10.000 plantes  $X_2$ , les mutants certains pour la taille et le cycle se répartissent de la manière suivante :

<u>Mutants</u>	<u>Nombre</u>	
Précoces	88	( peu de plantes stériles)
Tardifs	99	(
		) beaucoup de plantes stériles
Courts	331	(

### 3 - Résultats sur arachide.

Le programme de travail sur arachide ne comportait pas d'objectif précis, en dehors d'un essai d'induction de dormance des graines chez les variétés précoces d'arachide appartenant au groupe Spanish. Cet objectif n'a pu être atteint, malgré l'étude répétée d'année en année, depuis 1957, de plusieurs dizaines de milliers de plantes.

Nos observations ont porté plus particulièrement sur les composantes du rendement : la grosseur des gousses et des graines, le nombre de graines par plante, la richesse en huile des graines.

1/ Grosseur des gousses et des graines. Il nous a été possible d'extraire de la descendance du matériel irradié, quelle que soit la variété choisie, des plantes ayant des gousses et des graines plus petites que celles de la variété d'origine, d'autres ayant des gousses et des graines plus grosses que celles de la variété d'origine.

L'étude faite avec la variété 28.206, dans laquelle on a utilisé la longueur moyenne des gousses bigraines par plante comme critère, montre qu'il est possible d'observer en  $X_2$  une très nette augmentation de la variabilité du caractère considéré (figure 6).

La population témoin et la population  $X_2$  présentent des moyennes qui ne diffèrent pas significativement l'une de l'autre (21,91  $\pm$  0,13 pour le témoin; 21,69  $\pm$  0,39 pour la  $X_2$ ), mais le coefficient de variation passe de 4,6 % pour la population témoin à 8,2 % pour la population  $X_2$ . Les variances des deux populations sont très significativement différentes l'une de l'autre.

Le choix des mutants en  $X_2$  peut être fait assez facilement sur la base d'un simple examen visuel, comme le prouve la figure 7 qui représente différentes variations de grosseur et de forme des gousses, observées en  $X_2$  chez une autre variété d'arachide : la variété 28.204, qui est une arachide du groupe spanish, alors que la variété 28.206, citée précédemment, appartient au groupe virginia.

On a isolé de cette façon, à partir de la 28.204, plusieurs lignées actuellement en  $X_8$  qui possèdent des graines nettement plus grosses que celles de la variété d'origine (poids de 100 graines compris entre 62 et 68 g. selon la lignée considérée, contre 54 g. pour le témoin).

Il est intéressant de noter que plusieurs de ces lignées en  $X_8$  ne diffèrent de la souche d'origine que par la grosseur des gousses et des graines et les dimensions du feuillage; toutes les autres caractéristiques importantes sur le plan pratique : le port de la plante, la précocité, la forme des gousses, la coloration du tégument des graines et le goût des graines, sont restées identiques à celles de la variété d'origine. Ceci constitue, il est vrai, un cas assez exceptionnel. Toutes les lignées  $X_8$  de ce type proviennent en réalité d'un seul pied mère  $X_2$ . Cet exemple suffit cependant pour démontrer qu'il est possible d'obtenir par irradiation, une modification dans la valeur de certains caractères quantitatifs sans que cela entraîne obligatoirement une modification de la valeur des autres caractères les plus utiles.

Les variations les plus importantes qu'on ait obtenues dans la grosseur des gousses et des graines ont, toutefois, été observées dans la descendance irradiée d'une autre variété d'arachide du groupe virginia : la variété 29.103.

Il a été possible d'extraire de la descendance irradiée de cette variété, dont le poids moyen de 100 graines est de 59 g., plusieurs lignées à grosses graines dont le poids moyen de 100 graines varie, selon la lignée, de 78 à 96 grammes, et plusieurs lignées à petites graines dont le poids moyen de 100 graines varie, selon la lignée, de 31 à 20 g.

Ces lignées ont été extraites à partir d'une même plante  $X_3$  dont la grosseur des gousses ne différait pas sensiblement de celle du type d'origine, du moins à l'examen sur table, mais que son développement végétatif avait fait soupçonner d'être une plante hybride  $F_1$ , provenant par conséquent d'un croisement naturel entre deux individus voisins de la génération précédente  $X_2$ .

Cet exemple nous montre l'intérêt qu'il peut y avoir à étudier systématiquement les hybrides naturels qui se produisent entre les plantes d'une même descendance irradiée chaque fois qu'on a la possibilité de les détecter. C'est vraisemblablement l'avis de MAC KEY (13) qui recommande de tout mettre en oeuvre pour favoriser les hybridations naturelles dans la descendance irradiée des plantes autogames lorsqu'on a pour objectif d'améliorer certains caractères quantitatifs.

Cet exemple montre aussi l'intérêt qu'il peut y avoir à recroiser entre elles les différentes formes mutantes d'un même caractère lorsqu'il s'en produit, ce qui est généralement le cas lorsqu'on travaille sur des caractères quantitatifs. HAGBERG (12) et HOFFMANN (cité dans la discussion de HAGBERG (12)) ont, du reste, déjà montré l'un et l'autre, l'intérêt de cette méthode dont l'emploi mériterait d'être fortement développé.

2/ Nombre de graines par plante. Il dépend à la fois du nombre des gousses de la plante et du nombre de graines par gousse.

Les variétés que nous avons utilisées dans nos expériences sont des variétés qui possèdent normalement deux graines par gousse. Il existe cependant, chez toutes ces variétés, un certain pourcentage de gousses qui ne renferment qu'une seule graine. Le pourcentage moyen de gousses monograines par plante est à peu près constant pour une variété placée dans des conditions de milieu données; mais ce pourcentage varie d'une variété à l'autre (voir tableau IV).

Il se produit en  $X_1$ , chez toutes les variétés, une augmentation du % moyen de gousses monograines, qui est d'autant plus forte que la dose est plus élevée. Cette augmentation semble à peu près proportionnelle à la dose; le coefficient angulaire de la droite varie cependant selon la variété considérée. (2)

Il apparait en  $X_2$  et dans les générations ultérieures, à côté de plantes qui ont conservé ou retrouvé le % moyen de gousses monograines caractéristique de la variété, certaines plantes qui conservent un taux très élevé de monograines et d'autres qui possèdent au contraire, un taux de monograines légèrement inférieur à celui de la variété d'origine.

Les plantes qui ont conservé ou récupéré un taux normal de monograines, ou acquis un taux de monograines inférieur à la normale, sont évidemment celles qui intéressent le plus directement le sélectionneur préoccupé d'obtenir des augmentations de rendement. Ce sont les seules que nous avons considérées dans nos études sur l'influence que l'irradiation peut avoir sur l'augmentation du nombre de gousses par plante.

Il n'est cependant pas exclu que les plantes ayant un pourcentage élevé de monograines, ne puissent être utilisées également avec profit dans d'autres programmes, car leur étude cytologique a montré qu'il s'agissait de plantes ayant subi des modifications de structure chromosomique, en particulier des translocations.

Le nombre de gousses par plante est un caractère qui est fortement influencé par les conditions de milieu et qui donne en réalité, difficilement prise à la sélection. Le coefficient d'héritabilité de ce caractère est extrêmement faible.

On constate cependant en  $X_2$  une variabilité nettement plus forte de ce caractère, du fait de la présence en plus grand nombre de plantes ayant un développement végétatif très réduit, et de plantes ayant, au contraire, un développement végétatif nettement au-dessus de celui de la moyenne des plantes témoins.

TABLEAU IV

% moyen de monograines caractéristiques de 2 variétés du groupe virginia 48.115 et 59.55, pour une même localité, mais au cours de deux années différentes 1961 - 1962.

	1 9 6 1	1 9 6 2
<u>48.115</u>	9 %	5,7 %
<u>59.55</u>	22 %	17,8 %



On peut supposer, dans ce dernier cas, qu'il s'agit dans une certaine mesure, de la manifestation d'un effet d'hétérosis qui peut s'expliquer, soit en admettant que la plante considérée serait un hybride  $F_1$  issu du croisement de deux plantes  $X_1$ , soit en admettant que la plante considérée ne fait qu'exprimer certaines modifications géniques produites par l'irradiation, et qui influent directement sur le phénomène d'hétérosis ainsi qu'il semble que cela puisse se produire d'après les travaux de GREGORY (8, 9, 10).

On a choisi dans une population  $X_2$  de la variété 29.103, 35 plantes ayant un développement végétatif nettement supérieur à celui du témoin et qui se différenciaient en outre de celui-ci, à la fois par le poids total des gousses et le nombre des gousses par plante. La production de chacune des plantes retenues était supérieure à la moyenne du témoin + 2 $\sigma$ .

On a choisi parallèlement, dans cette même population, 4 plantes ayant à la fois un développement végétatif, un nombre de gousses et un poids total de gousses par plante, très faible par rapport au témoin. La production de chacune des plantes retenues était inférieure à la moyenne du témoin - 2 $\sigma$ .

La descendance de ces plantes  $X_2$  a été cultivée en  $X_3$  selon un schéma pédigrée, sans répétition, mais avec témoin adjacent de part et d'autre.

On a conservé à la récolte, uniquement les numéros qui avaient, dans le premier cas, une productivité moyenne supérieure, dans le second cas, une productivité moyenne inférieure à celle des deux témoins adjacents.

On a bulké ensemble, à l'intérieur de chacune des familles retenues, toutes les plantes qui, dans le cas des familles à haut rendement, avaient un rendement supérieur à la moyenne de la famille, et dans le cas des familles à bas rendement, toutes celles qui avaient un rendement inférieur à la moyenne de la famille.

Les familles  $X_4$  ont été disposées sur le terrain selon un schéma d'essai comparatif par bloc avec répartition au hasard.

Les résultats de cet essai montrent que

a) Les familles  $X_4$  provenant des plantes  $X_2$  à bas rendement, conservent en  $X_4$  un développement végétatif faible et une faible productivité. Celle-ci provient à la fois d'une diminution de la grosseur des gousses (poids de 100 graines égal respectivement à : 31, 42, 45 g. pour les 3 familles en étude, contre 57,9 g. pour le témoin) et d'une réduction du nombre des gousses par plante vraisemblablement liée directement à la réduction du développement végétatif (nombre moyen de

gousses par plante égal respectivement à : 15,29,33 pour les 3 familles en étude contre 45 pour le témoin).

b) Les familles  $X_4$  provenant de plantes  $X_2$  à haut rendement et conservées après le test  $X_3$ , manifestent en  $X_4$  un rendement qui apparait arithmétiquement supérieur dans tous les cas à celui du témoin. La différence de rendement par rapport au témoin n'apparait cependant statistiquement supérieur que dans une seule famille sur les 7 en étude.

La supériorité du rendement de cette famille apparait comme la conséquence à la fois d'une augmentation de la grosseur des graines, statistiquement significative (poids de 100 graines égal à 65,6 g. contre 57,9 pour le témoin) et aussi, d'une légère augmentation du nombre moyen des gousses par plante, bien que cette augmentation ne soit pas statistiquement significative (53,3 contre 45,2 pour le témoin).

On ne constate, chez les 6 autres lignées étudiées, aucune différence par rapport au témoin en ce qui concerne le nombre des gousses. La supériorité arithmétique de rendement que l'on observe, provient dans tous les cas d'une légère, mais non statistiquement significative, augmentation de la grosseur des graines.

Ces résultats, bien que fort incomplets, nous montrent qu'il est tout à fait possible d'isoler dans la descendance d'une population d'arachide irradiée, des types ayant un rendement différent de celui de la variété d'origine, ainsi que cela a déjà été parfaitement démontré par GREGORY (11).

Celui-ci a utilisé le poids de gousses par plante comme critère d'appréciation du rendement. Il ne précise pas si les modifications de rendement observées au stade final correspondent à une modification du nombre moyen des gousses par plante, ou à une modification de la grosseur des gousses et des graines. Il apparait dans le cas particulier que nous avons étudié, et celui d'autres études en cours, que les modifications de rendement observées dans la descendance du matériel irradié soient surtout la conséquence d'une modification de la grosseur des gousses et des graines.

Les variations que l'on enregistre, en particulier en  $X_2$ , dans le nombre moyen des gousses par plantes, semblent être surtout, en dehors des questions d'influence du milieu, l'expression de l'existence d'un phénomène d'hétérosis dont GREGORY a été le premier à montrer qu'il pouvait être la conséquence de l'irradiation (8 - 9) mais dont les effets s'évanouissent progressivement au cours des générations successives de descendance.

3/ Richesse en huile des graines : les études sur le degré de variabilité des caractères chimiques chez les plantes, se heurtent très souvent à la difficulté de pouvoir faire une évaluation rapide, mais cependant suffisamment précise, des différentes valeurs qui peuvent être prises par ces caractères.

Les études sur la richesse en huile des graines d'arachide n'échappent pas à cette règle. Aussi notre première tâche a-t-elle été de chercher à tourner cette difficulté.

Nous avons trouvé qu'il existait, sous réserve de se placer dans certaines conditions de travail, un lien très étroit entre la richesse en huile des graines d'arachide et l'aptitude des cotylédons détachés de la graine à flotter ou non lorsqu'on les plonge dans des solutions salines de densités différentes (14).

L'emploi de cette méthode pour l'analyse de plantes  $X_2$  et de plantes témoins de la variété 28.206, a montré (figure 8) qu'il existait en  $X_2$  une variabilité de la richesse en huile des graines plus forte que celle qui existait dans la population témoin non irradiée.

La moyenne reste la même dans les deux populations, mais le coefficient de variabilité passe de 4,8 % chez la population témoin, à 7,5 % chez la  $X_2$  ; l'augmentation de la variabilité se fait aussi bien dans le sens d'une augmentation de la richesse en huile des graines que dans le sens d'une diminution de cette richesse.

Les résultats qui ont été observés avec la variété 28.206 ne constituent pas quelque chose de particulier à cette variété. Il a, en effet, été possible, par l'application de la même méthode d'appréciation de la richesse en huile des graines, d'isoler de la descendance irradiée d'une autre variété, la variété 28.204, des familles qui possèdent effectivement une richesse en huile des graines supérieure à celle de la variété d'origine, d'autres qui sont moins riches que la variété d'origine (Tableau V).

On notera que les différentes lignées qui ont été isolées dans la descendance de la variété 28.204 ont toutes été isolées dans la descendance de plantes  $X_2$  qui avaient été choisies en fonction de modifications de port ou de feuillage. Ces lignées n'ont donc pas exactement le même phénotype que celui de la variété d'origine. Les résultats obtenus sont quand même très encourageants. Ils confirment, ajoutés à ceux obtenus par RAWLINGS et al (16) au cours de leurs recherches sur le soja, que l'irradiation peut être un moyen très efficace pour l'amélioration de la richesse en huile des graines chez certaines espèces de plantes.

TABLEAU V

Teneur en huile de différentes lignées isolées dans la descendance irradiée de la variété 28.204.

Matériel étudié	Densité des solutions salines utilisées									% d'huile
	1111	1097	1082	1067	1051	1035	1018	1000	1000	
Population Témoin										
1 <sup>o</sup> échantillon	4	14	33	9	1					46,9
2 <sup>o</sup> "	3	25	50	41	1					47,3
3 <sup>o</sup> "	-	3	23	25	5					48,2
4 <sup>o</sup> "	7	20	44	19	17	1				47,8
5 <sup>o</sup> "	2	24	40	9	2	0				46,4
Descendances irradiées comparables au Témoin	-	14	31	19	12					47,5
	-	9	53	16	-					47,7
	1	22	63	16	10					46,6
	3	11	50	11	3					47,6
Descendances irradiées plus riches en huile			1	1	14	12	17	6	1	53,5
			-	3	18	12	12	4	1	51,3
			-	1	27	31	7	4	-	53,2
					14	21	4	9	5	51,7
					15	25	11	7	9	51,2
Descendances irradiées moins riches en huile	14	29	18	3						45,3
	-	32	42	12						45,3

(reproduit avec l'autorisation de la revue OLEAGINEUX)

#### IV. CONCLUSION

Les travaux qui ont été poursuivis au Sénégal depuis 1957, sur l'emploi des rayonnements ionisants pour l'amélioration de l'arachide, du riz et du mil, ont abouti à des résultats divers.

Certains constituent un échec indiscutable. C'est le cas des travaux qui ont été faits en vue d'induire une dormance des graines chez les variétés précoces d'arachide ou de rompre la liaison qui existe chez cette espèce entre la tardivité et la dormance; c'est aussi le cas des travaux, non mentionnés jusqu'à présent, qui ont été faits en vue de rompre la liaison qui existe entre la grosseur des gousses et l'épaisseur des coques.

D'autres résultats peuvent être considérés comme des succès partiels. C'est le cas de ceux obtenus en conclusion des travaux qui ont été effectués dans le but de modifier la durée de cycle de maturation ou la taille des plantes chez le riz. On a bien obtenu une modification de ces caractères, mais celle-ci ne s'est pas toujours produite dans le sens où on l'aurait désiré. L'ampleur et le sens des variations produites diffèrent d'une variété à l'autre.

Il existe enfin d'autres résultats qui peuvent être considérés comme de réels succès. C'est le cas de ceux qui ont été obtenus à la suite des travaux entrepris dans le but de modifier la grosseur des gousses et des graines chez l'arachide, ou ceux qui ont été obtenus à la suite des travaux entrepris dans le but de modifier la teneur en huile des graines, chez cette même espèce. On a pu obtenir, chez toutes les variétés étudiées, une modification de la valeur de ces caractères, aussi bien dans un sens que dans l'autre par rapport à celle du type d'origine.

Les résultats qui ont été obtenus au cours de ces études permettent à notre avis, de mettre en évidence au moins deux choses :

1) L'importance du génotype. Ceci est particulièrement net, comme on a pu le voir, en ce qui concerne l'étude de l'évolution de la taille des plantes chez le riz.

2) L'importance que revêt le caractère, considéré en lui-même. Il y a des caractères qui n'ont pu être modifiés et ceci, malgré l'étude d'un très nombreux matériel.

Il apparait, compte tenu des connaissances malheureusement encore très incomplètes que l'on a sur le déterminisme génétique de ces caractères, que tous les résultats qui peuvent être considérés comme des succès réels, correspondent à des caractères dont on sait qu'ils sont susceptibles de manifester une haute héritabilité et qu'ils aboutissent, lorsqu'on les introduit dans les croisements, à une F1 plus ou moins intermédiaire par rapport aux deux types parentaux.

C'est pourquoi, nous pensons qu'il pourrait y avoir grand profit à étudier d'une façon plus détaillée que cela n'a été fait jusqu'à présent, quel est le mode d'évolution des caractères quantitatifs et des systèmes génétiques qui les contrôlent, en fonction du mode d'action des gènes considérés (additivité, dominance, épistasie), dans la descendance d'un matériel soumis à l'action des agents mutagènes, qu'ils soient de nature chimique ou physique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) BEKENDAM, J. (1961). X - Ray - induced mutations in Rice. Symposium on the effects of ionizing radiation on seeds IAEA, 609-629.
- (2) BILQUEZ, A.F., MARTIN, J.P. (1961). Différence variétale de sensibilité aux rayons X chez l'arachide. J.Agr.Trop.Bot.appl. 1, 30-43.
- (3) BOWEN, H.J.M., THICK, J. (1961). Effects of seed extracts on radiosensitivity. Symposium on the effects of ionizing radiation on seeds IAEA, 75-82.
- (4) CALDECOTT, R.S., STEVENS, H., ROBERTS, B.J. (1959). Stem rust resistant variants in irradiated populations. Mutations or field hybrids ? Agron. Jour. 51, 401-403.
- (5) GAUL, H. (1961). Studies on diplontic selection after X - irradiation of Barley seeds. Symposium on the effects of ionizing radiation on seeds IAEA, 117-138.
- (6) GAUL, H. (1961). Use of induced mutants in seed propagated species. Mutation and Plant Breeding. NAS - NRC 891, 206-251.
- (7) GELIN, O., EHRENBERG, L., BLIXTH, ST. (1958). Genetically conditioned influences on radiation sensitivity in Peas. Agr. Hort. genetica 16, 78-102.
- (8) GREGORY, W.C. (1955). X - Ray breeding of Peanut. Agron.Journ. 47, 396-399.
- (9) GREGORY, W.C. (1956). The comparative effects of radiation and hybridization in plant breeding. Proc. Int. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy. 12, 48-51.
- (10) GREGORY, W.C. (1956). Induction of useful mutations in the Peanut. Brookhaven Symp. in Biol. 9, 177-190.
- (11) GREGORY, W.C. (1961). The efficacy of mutation breeding. Mutation and Plant Breeding NAS - NRC 891, 461 - 481.
- (12) HAGBERG, H. (1959). Barley mutations used as a model for the application of cytogenetics and other sciences in plant breeding. Proc. 2nd Congr. Eucarpia, 235-248.

- (13) MAC KEY, J. (1961). Methods of utilizing induced mutation in crop improvement Mutation and Plant Breeding NAS - NRC 891, 336-364.
- (14) MAGNE, C., BILQUEZ, A.F. (1963). Une méthode simple et rapide d'apprécier la richesse en huile des graines d'arachide utilisable en sélection végétale. Oléagineux 18, 571-574.
- (15) OKA, H.J., HAYASHI, J., SHIOJIRI, I. (1958). Induced mutation of polygenes for quantitative characters in Rice. J.Hered. 49, 11-14.
- (16) RAWLINGS, J.D., HANWAY, D.G., GARDNER, C.O. (1958). Variation in quantitative characters of Soybeans after seed irradiation. Agron.Journ. 50, 524-528.



Nombre moyen de graines par plante  
en % du témoin

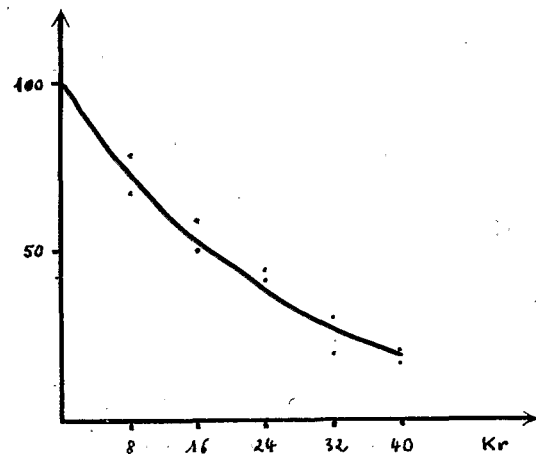


Fig. 1

Réduction du nombre moyen de graines par plante en fonction de la dose de Rx chez la variété d'arachide 28.204 ( teneur en eau de graines au moment de l'irradiation : 5% )

Survie au stade 3 feuilles  
en % du témoin

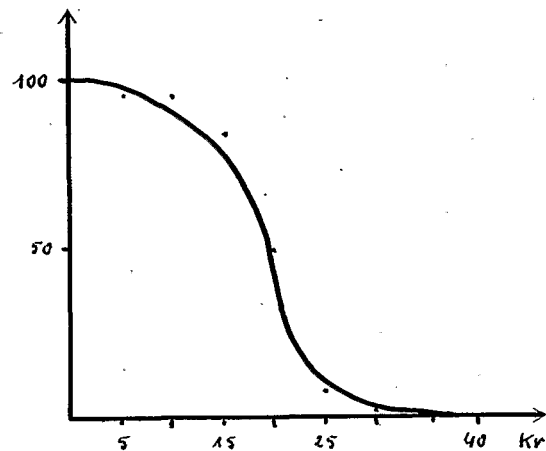


Fig. 2

Effet de l'irradiation sur la viabilité des plantes chez le mil 5609

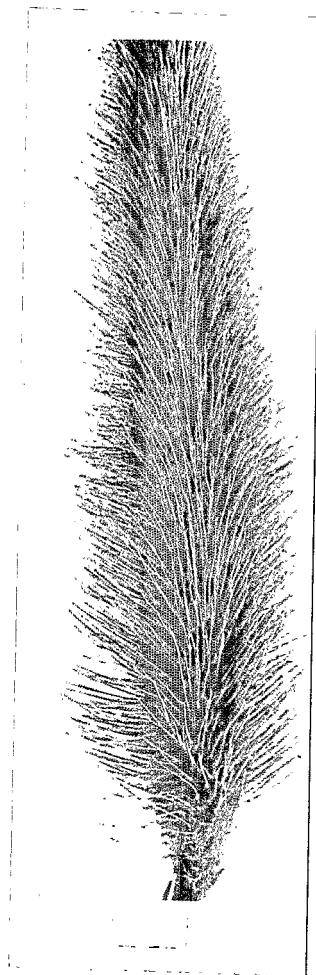


Fig. 3

Photographie d'un épi de mil 5609 SE 14 à très forte aristation

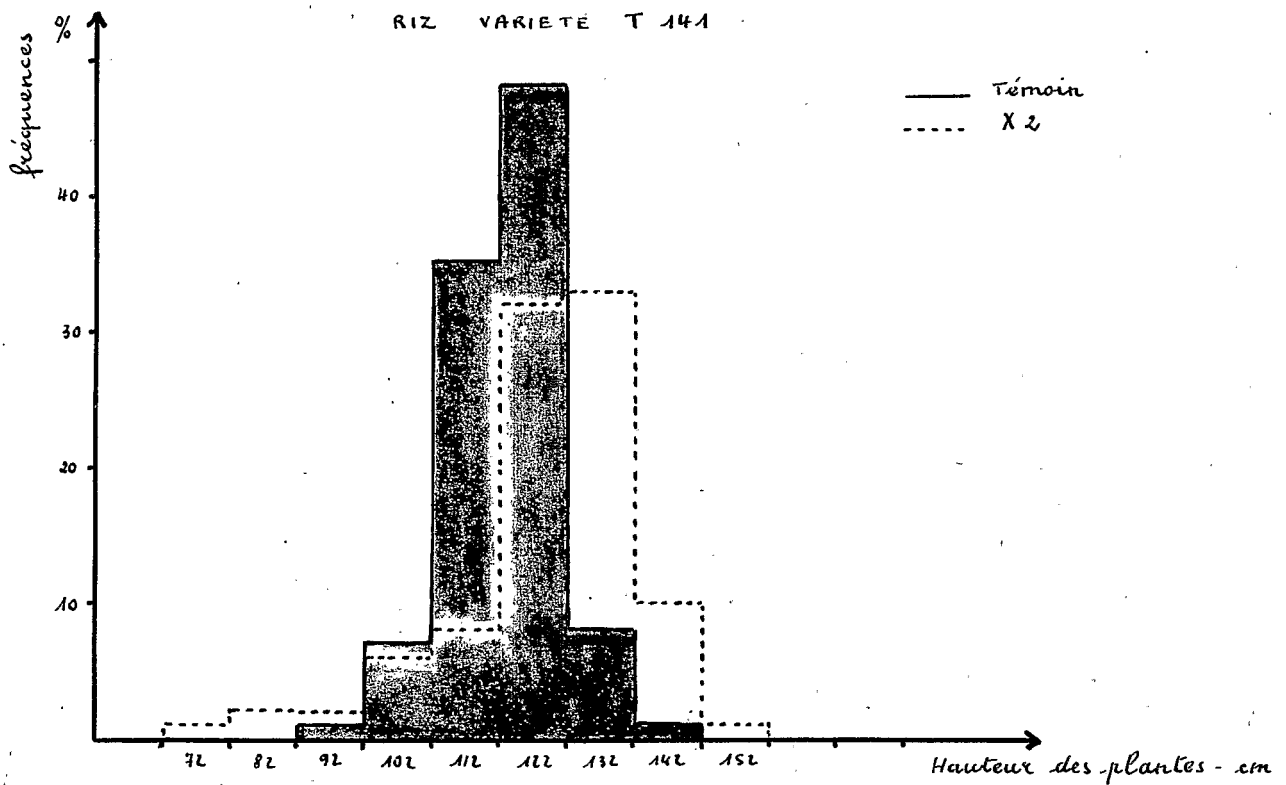
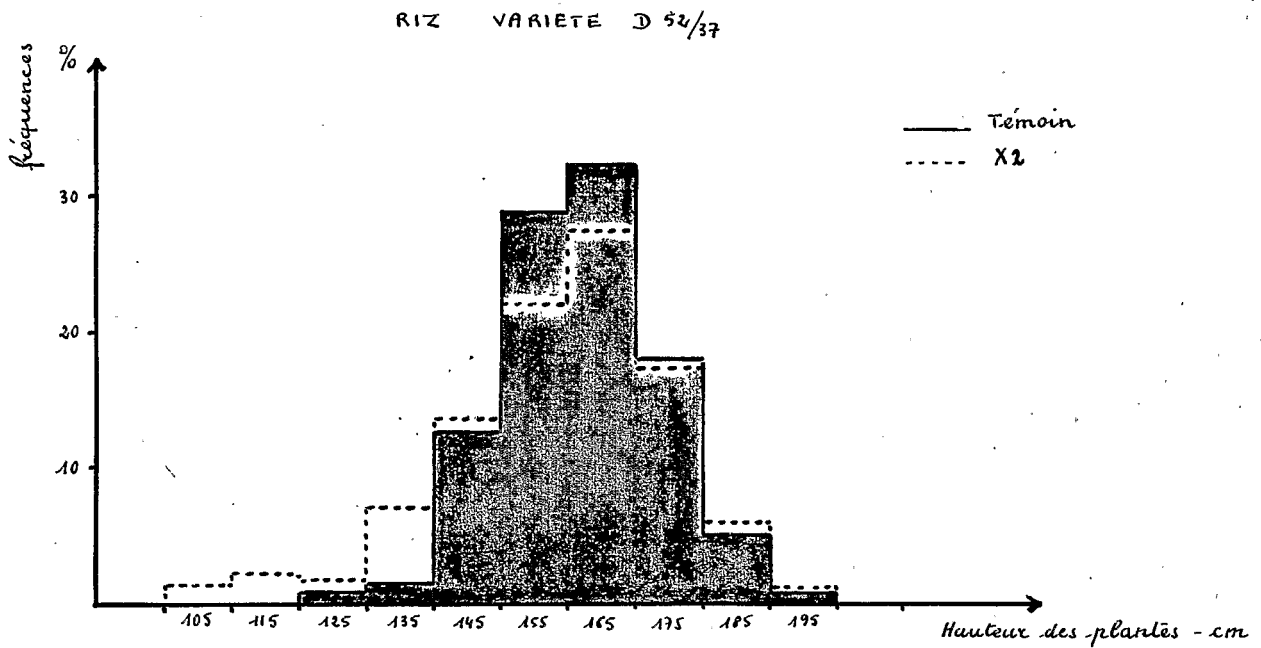


Fig. 4

Courbes de variabilité de la hauteur des plantes pour le témoin et la X<sub>2</sub> chez 2 variétés de riz : D 52/37, T. 141

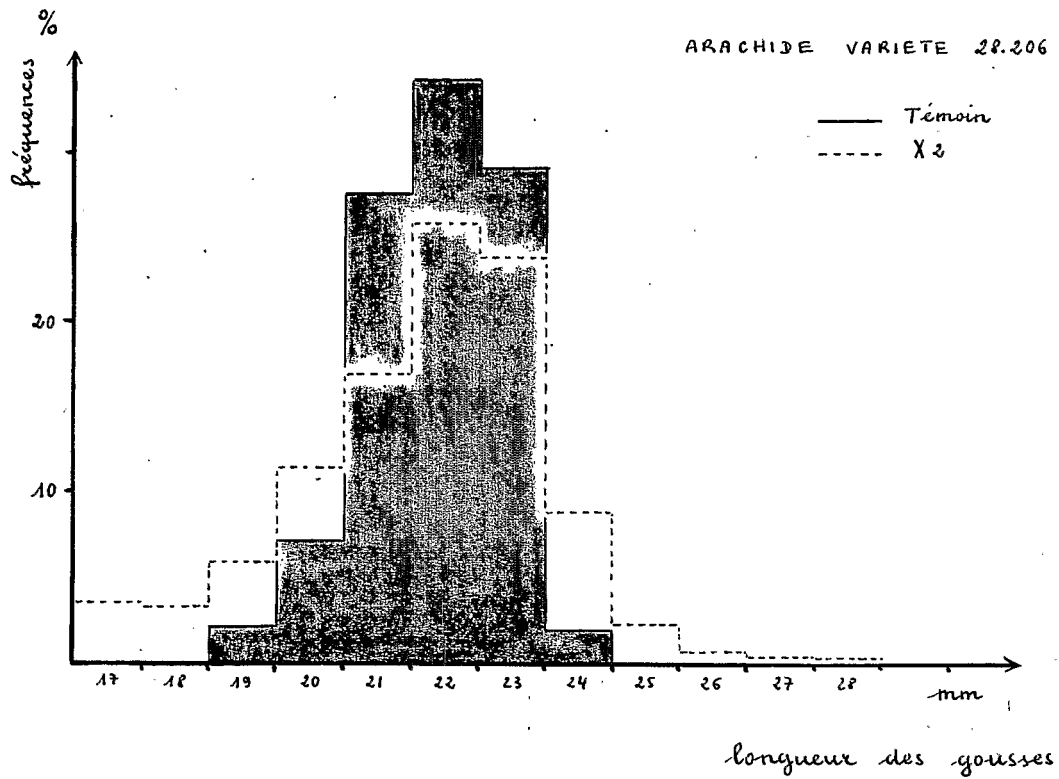


Fig. 6

Courbes de variabilité de la longueur des gousses  
 chez le témoin 28.206 et la X2



Fig. 5

Photographie d'une plante normale de la variété de riz D 52/37, et de 2 mutants pour la taille, isolés en  $X_2$ .

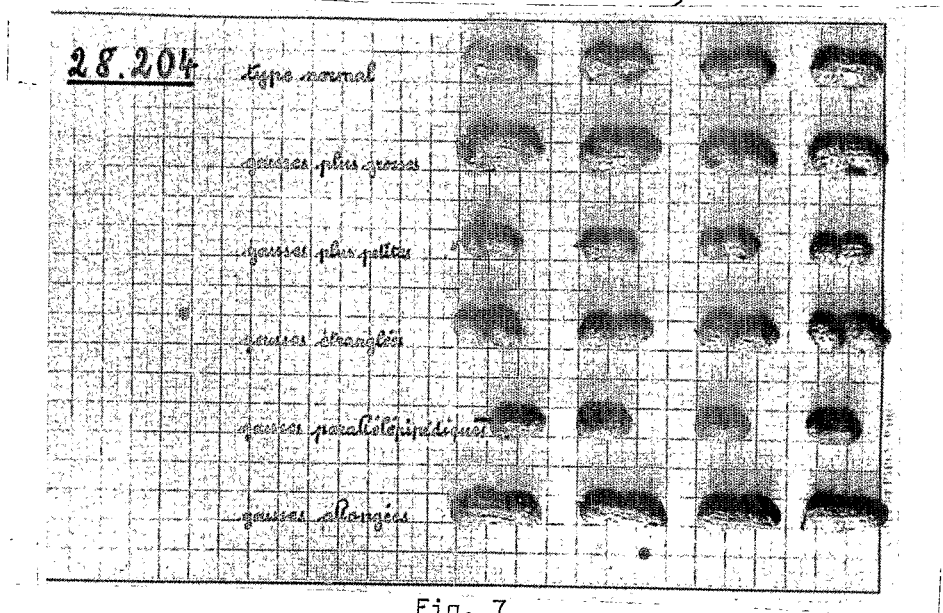


Fig. 7

Photographie des modifications de forme et de grosseur des gousses observées dans la descendance  $X_2$  28.204.

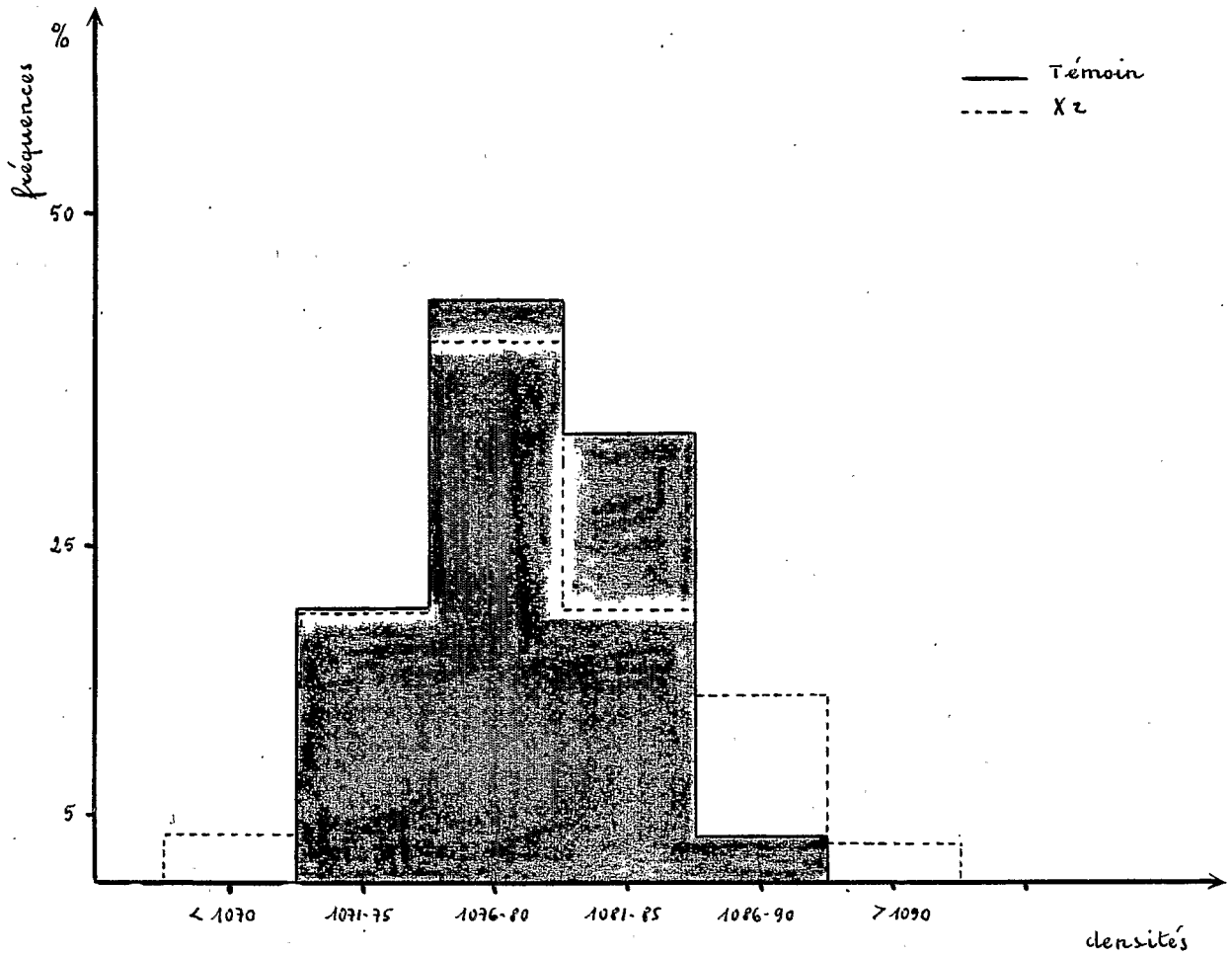


Fig. 8

Courbes de variabilité de la richesse en huile des graines chez la 28.206 témoin et X<sub>2</sub>