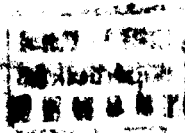


1985/61

CERAAS



## Création variétale d'arachide adaptée aux contraintes pluviométriques des zones semi-arides

J.-L. B. Khalfaoui et D. Annerose<sup>1</sup>

CN0101113  
F315  
KHA

### Résumé

La bioclimatologie permet à présent de mieux cerner les paramètres liés à l'alimentation hydrique, essentiels à la mise en place d'un programme de création variétale pour les zones semi-arides. Notamment elle précise deux données fondamentales en fonction de la région où doit être diffusée la variété: la longueur optimale théorique de cycle et les risques dus à la répartition temporelle des précipitations.

L'illustration portera sur un programme d'amélioration génétique de l'arachide mené à l'ISRA, au CNRA et Bamby. Celui-ci vise à créer des variétés adaptées aux deux types de sécheresse sévissant dans la zone Nord et Centre du pays. Dans la zone Nord, l'hivernage se caractérise par sa faible durée par laquelle les variétés la plus précoces actuellement vulgarisées (90 jours) ne sont plus adaptées. Le but est de créer, par back-cross entre ces cultivars et un géniteur de précocité, des variétés dont le cycle plus court soit capable de s'inscrire dans les limites de la saison des pluies. Dans la zone Centre, l'hivernage y est davantage étalé dans le temps, mais entrecoupé de périodes de sécheresse plus ou moins longues. Le but est de créer, par sélection récurrente portant sur la production de différents caractères physiologiques d'adaptation à la sécheresse, des variétés de cycle précoce (90 jours) et demi-précoce (105 jours) capables de supporter des périodes de stress hydrique en cours de cycle.

### Abstract

**Breeding Groundnut Varieties for the Semi-Arid Zones:** At present bioclimatology helps to identify water-balance parameters that are essential for breeding varieties for the semi-arid tropics. It identifies in particular two basic data for the region where the variety is to be released: the optimal length of the growing season and the risks due to the temporal distribution of rainfall.

A groundnut breeding program at ISRA, CNRA, Bamby is discussed. This programme aims at developing varieties that are adapted to two types of drought conditions affecting the northern and central regions of the country. The northern region is characterized by a short rainy season, to which the early-maturing varieties (90 days), now available are no longer adapted. The purpose is to develop, through backcross between these varieties and an early-maturing parent, new varieties of shorter duration which would fit within the limits of the rainy season. In the central region the rainy season is longer, but is interrupted by relatively long droughts. Here, the objective is to develop, through recurrent selection on productive capacity and different features of physiological adaptation to drought, short-duration (90 days) and medium-duration (105 days) varieties that can withstand periods of drought stress during their growing cycle.

<sup>1</sup> IRHO/CIRAD, Dakar, Sénégal.

ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics). 1986. Agrometeorology of groundnut. Proceedings of International Symposium, 21-26 Aug 1985, ICRISAT Sahelian Center, Niamey, Niger. Patancheru, A.P. SO2 324. India: ICRISAT.

## Introduction

Parmi les facteurs climatiques prévalant dans les zones semi arides, le facteur limitant est sans aucun doute l'alimentation hydrique qui, dans de nombreuses régions, approche le seuil minimum nécessaire à la pratique de l'agriculture.

Confronté à ce problème les questions que se pose le sélectionneur sont, dans un premier temps, les mêmes que celles des autres spécialistes de l'agriculture travaillant dans ces régions, à savoir essentiellement combien pleut-il? et surtout comment?

La bioclimatologie permet de mieux cerner ces questions en précisant, notamment, deux données fondamentales en fonction de la région où doivent être vulgarisées les variétés :

La longueur de la période des pluies qui conditionne la longueur optimale du cycle que l'on peut cultiver;

Le volume et la répartition temporelle des pluies pendant cette période qui vont préciser les risques de stress hydriques en cours de cycle (Dancette 1986).

## Choix de la longueur du cycle

Avant de débiter un programme d'amélioration, la première tâche du sélectionneur est de choisir la longueur du cycle qu'il va chercher à obtenir.

Le choix est guidé par deux principes de base. Premièrement, permettre à la variété de pouvoir inscrire son cycle dans la durée de la saison des pluies. Deuxièmement, il est clairement établi que tout gain de précocité entraîne une perte du potentiel de production. Afin d'optimiser la culture, il faut donc faire coïncider le plus exactement possible la longueur du cycle avec celle de l'hivernage.

La principale difficulté réside dans les fluctuations importantes de la longueur de la saison des pluies qui rendent difficile la détermination de la longueur optimale du cycle. Une optimisation est donc nécessaire, qui consiste à fixer un certain pourcentage d'année où le cycle doit s'inscrire dans la saison des pluies, le principal critère devant être la rentabilité économique.

Dans la zone semi-aride du Sénégal, deux localités (région Centre et région Nord) vont permettre de fixer le cadre de ce choix des cycles et les méthodes de sélection permettant de les obtenir. Elles vont mettre

également en évidence la tendance à la diminution de la durée de la saison des pluies que l'on observe depuis une quinzaine d'années.

## Bambey (région Centre)

Si l'on observe la Figure 1, la longueur potentielle du cycle en fonction des années de 1960 à 1984, c'est-à-dire la durée entre la première pluie de semis et la dernière pluie utile plus dix jours correspondant environ à la période suivant la dernière pluie pendant laquelle la culture utilise la réserve en eau disponible dans le sol, on s'aperçoit qu'à partir de 1970 se produit une baisse de la durée potentielle du cycle qui rend une semi-tardive de 110 jours inadaptée 7 années sur 15 alors qu'elle ne l'était qu'une année sur 10 pour la période antérieure durant laquelle elle était vulgarisée.

Cela impose une diminution du cycle des variétés à créer pour cette région, cycle que l'on peut fixer à environ 100 jours qui aurait permis de satisfaire 12 années sur 15.

Le cycle pourra être aisément obtenu par les méthodes classiques de sélection de l'arachide (génétique, bulk, SSD, etc.) puisqu'il est intermédiaire dans la gamme de précocité disponible en collection.

## Louga (région Nord)

En ce qui concerne Louga, la Figure 2 montre que pour cette région le cycle potentiel a très fortement diminué. A partir de 1972, on constate qu'une variété hâtive de 90 jours alors vulgarisée n'est plus adaptée que seulement 4 années sur 13 alors que dans la période précédente elle l'avait été 11 années sur 12.

Cette chute a été telle qu'après 1971 même une variété de 75 jours qui représente la limite inférieure de précocité actuellement disponible en collection, n'aurait pu achever son cycle qu'une année sur deux. Ce qui est loin d'être satisfaisant.

Pour l'instant, la création de variété d'arachide de cycle inférieur à 75 jours est extrêmement hypothétique. Elle passe, dans un premier temps, par la création d'un génotype extrêmement précoce que l'on peut espérer obtenir soit par transgression entre des génotypes très précoces, soit par mutagenèse. La tâche sera certainement ardue.

Si les conditions climatiques ne s'améliorent pas, il semble donc peu probable que l'arachide puisse, dans un avenir proche, se réinstaller dans la région de Louga.

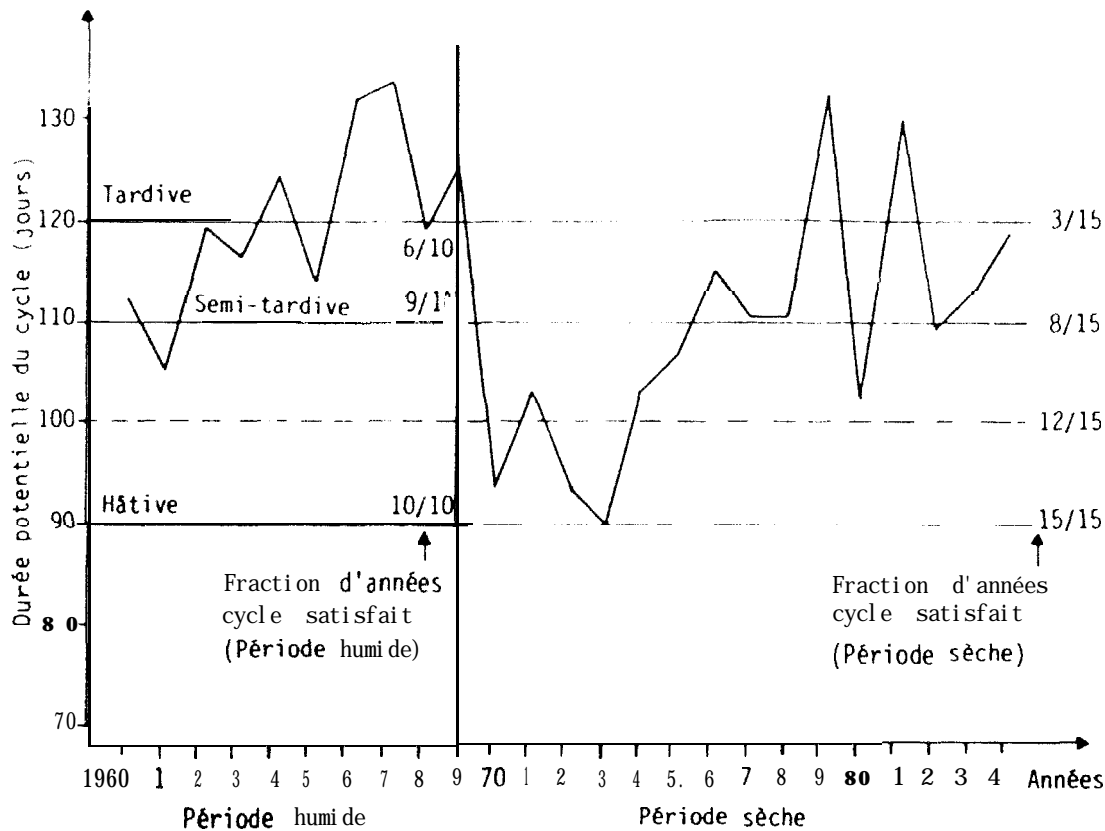


Figure 1. Durée potentielle du cycle en fonction du temps à Bambey. Sénégal.

On peut remarquer que le cycle exigé actuellement dans cette région, d'après la Figure 2 de l'ordre de 55 à 60 jours, correspond aux capacités du niébé, qui est donc appelé à avoir un développement très important dans la région Nord.

#### Région intermédiaire

De la région de Bambey à celle de Louga, on assiste à une chute de la durée potentielle du cycle. La limite Nord d'implantation de l'arachide sera fixée par la précocité maximale disponible en collection, à savoir 75 jours, que l'on peut espérer conférer aux cultivars.

La création d'une variété agronomique de 75 jours pose certains problèmes. Le géniteur le plus précoce dont on dispose, Chico, fait 75 jours, mais est agronomiquement peu intéressant : faible productivité malgré une certaine aptitude à la combinaison pour ce caractère, et qualités technologiques médiocres.

Par sélection génétologique, à partir d'un croisement entre Chico et une bonne variété agronomique, il est

difficile d'obtenir une variété de 75 jours à qualités agronomiques favorables car la tendance avec une telle méthode, comme avec celles qui lui sont apparentées, est de créer des variétés de comportement plus ou moins intermédiaire entre les deux parents initiaux.

Pour pallier cet inconvénient, une autre méthode de sélection envisageable est actuellement tentée au CNRA de Bambey : il s'agit du backcross. Le principe est de transférer uniquement les allèles de précocité de Chico aux variétés agronomiquement valables, par une succession de rétrocroisements. Les deux variétés dont on cherche à diminuer ainsi le cycle sont celles vulgarisées dans le Centre Nord du Sénégal : 55-437 et 73-30 de 90 jours. Cette dernière possède une qualité supplémentaire importante : la dormance qui lui permet d'éviter les pertes par régermination en cas de pluies de fin de cycle survenant alors que les graines sont mûres.

Le principe du backcross est simple. À partir du croisement entre Chico, le géniteur de précocité, et 73-30 ou 55-437 (les parents récurrents) on obtient

une F1 donc l'autofécondation permet aux allèles de précocité de Chico, qui sont récessifs, de s'exprimer. Parmi les plantes F2, les plus précoces sont choisies et recroisées avec le parent récurrent. Au cours des back cross, on tend ainsi vers la variété agronomique intéressante tout en vérifiant à chaque étape que les allèles de précocité de Chico sont toujours présents. A partir du backcross 5 ou 6 on obtient un génotype pratiquement isogénisé par rapport à la variété agronomiquement intéressante. C'est-à-dire qu'il possède pratiquement tous les allèles de 7330 ou 55-437, sauf ceux de précocité qui sont ceux de Chico.

### Risques de périodes de sécheresse en cours de cycle

Le deuxième problème majeur, après la durée de l'hivernage, se situe au niveau de la répartition des précipitations pendant cette période.

En effet si l'on examine un exemple type, celui de la pluviométrie à Bambey en 1984 (Fig. 3) on constate que la longueur de l'hivernage a été favorable puisqu'elle aurait permis à une tardive de 120 jours de réaliser son cycle. Par contre deux périodes de sécheresse importante ont eu lieu en cours de culture. La première de 15 jours, entre le 45<sup>e</sup> et le 60<sup>e</sup> jour, est survenue durant la phase de développement de l'arachide la plus sensible à la sécheresse pour la production, celle de la fructification. La deuxième de 13 jours, entre le 68<sup>e</sup> et 81<sup>e</sup> jour, s'est produite durant la maturation des gousses formées et le remplissage des gousses correspondant aux dernières fleurs utiles. Ces deux périodes de sécheresse ont eu pour effet de sérieusement péjorer la production arachidière dans cette région.

Face à ce problème de stress hydrique en cours de cycle, la solution qu'offre la sélection est de créer des cultivars adaptés à la sécheresse, capables de supporter ces périodes.

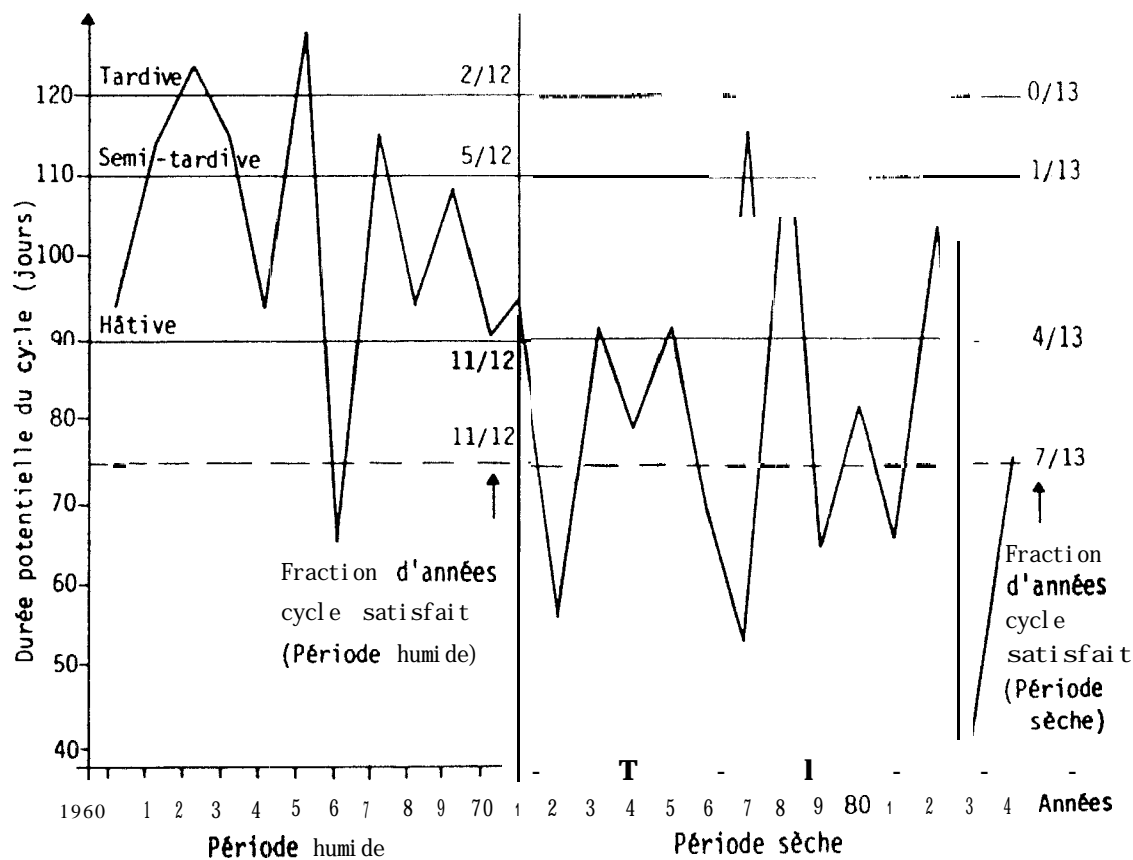


Figure 2. Durée potentielle du cycle en fonction du temps à Louga, Sénégal.

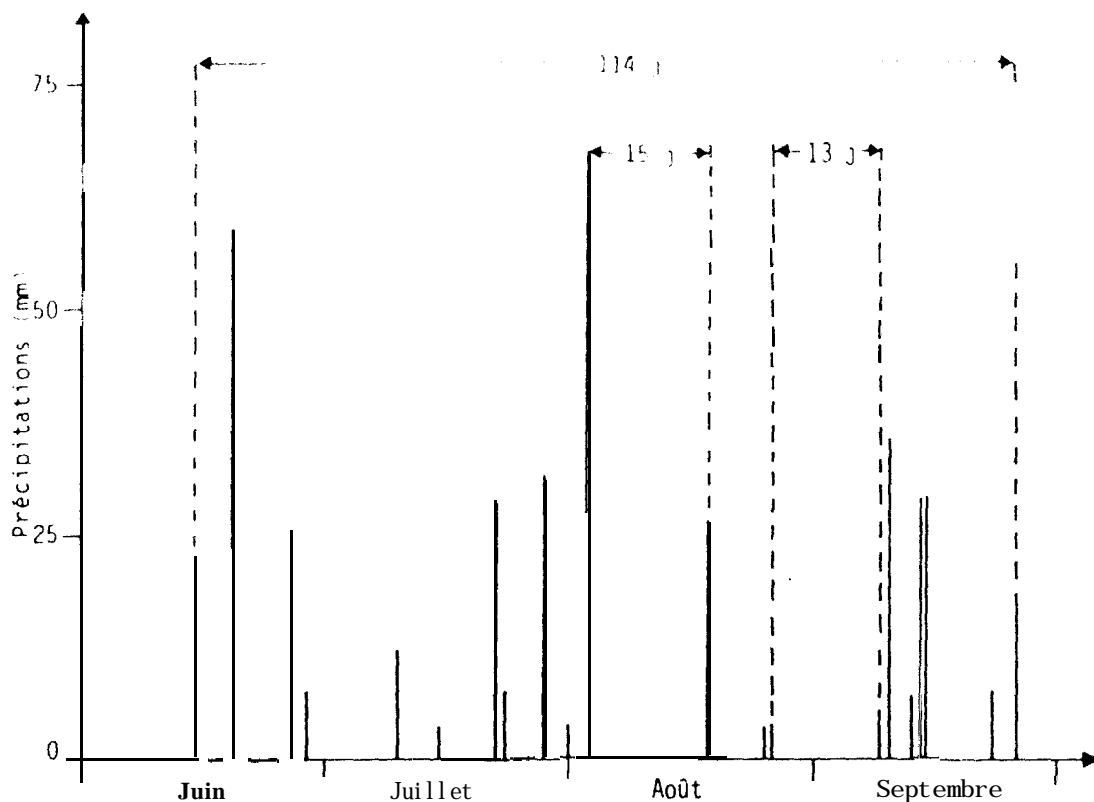


Figure 3. Pluviométrie à Bambeey en 1984.

### Principes de sélection pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse

#### Sélection sur la productivité en conditions de sécheresse

Jusqu'à présent les variétés d'arachide adaptées à la sécheresse ont été créées par sélection basée sur la productivité en conditions naturelles comportant des périodes de stress hydrique, les génotypes les plus aptes à supporter ces périodes étant par conséquent ceux les plus productifs (Sullivan 1972, O'Toole et Chang 1977). Ce type de sélection peut être qualifié d'indirect puisqu'il n'évalue pas directement le degré d'adaptation proprement dite des individus.

L'amélioration de l'adaptation à la sécheresse basée sur la productivité présente de sérieuses limitations qui tiennent essentiellement au manque de constance, à la fois quantitative et qualitative, de la pression de sélection exercée d'une génération à l'autre (Lewis et Christiansen 1982).

D'un point de vue quantitatif, le degré de sécheresse sévissant d'une année à l'autre est extrêmement variable, pouvant même aller jusqu'à être nul.

D'un point de vue qualitatif, la productivité étant sous l'influence de plusieurs conditions environnementales, la réponse à la sécheresse peut subir l'interférence d'autres facteurs occasionnels du milieu, tel qu'une attaque pathogène, qui rendent difficiles, voire impossibles, le dépistage des bons génotypes. D'autre part, il est à présent établi que les conséquences sur la vie et la productivité de la plante, ainsi que les mécanismes physiologiques d'adaptation impliqués, varient suivant le stade du développement qui subit le stress. Or d'une année à l'autre les périodes de sécheresse ne surviennent aux mêmes moments donc aux mêmes stades ontogénétiques. Par conséquent, au cours des générations de la création variétale, la pression de sélection va se déplacer de mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse à d'autres.

Ce manque de constance de la pression de sélection impose un progrès aléatoire et lent qui tend à plafonner.

## Sélection sur les mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse

Les progrès de la physiologie dans la compréhension des mécanismes physiologiques impliqués dans l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées et notamment de l'arachide, offrent de nouvelles perspectives à l'amélioration génétique de ce caractère (Ketring 1986). En effet, en portant directement sur ces mécanismes physiologiques, elle permet de maintenir homogène la pression de sélection tout au long du programme de création variétale. Ce type de sélection peut être qualifié de direct.

Une telle méthode présente deux difficultés majeures : premièrement, l'adaptation à la sécheresse étant la résultante de l'intervention de plusieurs mécanismes morphologiques, anatomiques, biochimiques et physiologiques constitutifs ou inductifs (Ahmadi 1983), la sélection doit, pour être efficace, porter sur un certain nombre de caractères complémentaires parmi ces mécanismes. De plus la création de cultivars ne saurait se limiter à l'amélioration de ces caractères physiologiques, car ceux-ci présentent un coût fonctionnel et génétique pour la productivité. Cela implique, par conséquent, de sélectionner également la productivité sous peine d'aboutir à la création non pas d'une variété d'arachide mais, si l'on peut dire, à celle d'un "Cactus". On voit donc, en première instance, que c'est une amélioration extrêmement polygénique, donc complexe, que l'on cherche à accomplir.

La deuxième contrainte, corollaire de la première est que plus une amélioration est polygénique, plus elle nécessite une variabilité génétique importante. Elle impose de multiplier le nombre de géniteurs, donc le nombre d'intercroisements à réaliser, et de les choisir soigneusement pour leurs qualités complémentaires.

Cette approche n'est réalisable que dans le cadre d'une collaboration étroite entre le sélectionneur et le physiologiste. Celui-ci doit déterminer les stades critiques du développement et les caractères physiologiques à améliorer. Il met au point les tests de suivi de ces caractères qui doivent être reproductibles, non destructifs afin d'assurer une descendance aux individus retenus et capables d'évaluer rapidement un grand nombre de plantes.

## Méthodes de sélection

Examinons brièvement, les méthodes de sélection disponibles pour l'amélioration de l'adaptation à la séche-

resse (Khalfoun 1985)

## Méthodes de sélection classiques

Les méthodes classiques de création variétale (généalogique, bulk, SSD), employées directement, auront une portée limitée sur un caractère aussi polygénique que l'adaptation à la sécheresse car elles présentent deux inconvénients majeurs. Elles font intervenir :

un nombre limité de géniteurs, le plus souvent deux rarement plus de trois, ce qui limite le nombre d'allèles favorables disponibles;

un nombre limité de recombinaisons efficaces puisque l'on tend rapidement vers l'homozygotie, ce qui limite les chances de réunir les allèles favorables dans le même génotype en une bonne balance Interne

## Sélection récurrente

Il existe une autre méthode de sélection utilisable au préalable: la sélection récurrente (Gallais 1977, 1978). Elle consiste à réaliser à partir d'une population de départ à variabilité génétique large, une succession de cycles de sélection comprenant chacun une phase de choix des meilleurs individus et une phase de brassage génétique où ils sont intercroisés.

Elle présente trois avantages majeurs :

Elle assure un progrès constant et prolongé, en évitant les pertes de variabilité intéressante.

Elle augmente la fréquence des allèles favorables dans la population.

Elle multiplie les recombinaisons génétiques.

Les deux derniers points concourent à augmenter la probabilité de réunir les allèles favorables en un même génotype.

Lorsque le niveau atteint est jugé suffisant, chaque population peut être le point de départ d'une méthode classique de création variétale. La sélection récurrente, préalable aux méthodes classiques, est une voie d'amélioration exigeante en temps et en moyen mais souple d'utilisation. En effet, elle permet : de concilier l'amélioration à long et moyen terme, d'être "entretenu" par des apports contrôlés de variabilité génétique nouvelle et d'être "gelé" momentanément

si la priorité est mise sur l'extraction de variétés à partir de la population améliorée.

### Illustration : Programme d'amélioration de l'adaptation à la sécheresse au Centre national de recherche agronomique de Bambeby

Ce programme a débuté en 1983. Dans un premier temps, huit variétés ont été choisies premièrement, pour leurs bons comportements aux tests physiologiques d'adaptation à la sécheresse et leur bonne production au champ en conditions de sécheresse; deuxièmement, pour la distance génétique importante qui doit exister entre elles (Tab. 1).

Ces huit variétés ont été ensuite intercroisées en pyramide afin de brasser leur matériel génétique et créer une population de départ, à base génétique large, constituée d'individus au génotype équilibré entre les différents parents initiaux.

La sélection récurrente proprement dite, qui débute cette année, s'effectue à chaque cycle sur les descendances issues d'autofécondation (Tests S1) afin de permettre aux allèles récessifs favorables de pouvoir s'exprimer.

La sélection des individus à retenir se fait selon deux processus qui se déroulent en parallèle. Le premier consiste en un essai de productivité au champ en conditions naturelles. Le deuxième comprend les tests en laboratoire de deux mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse jugés fondamentaux pour l'arachide (Cautreau 1982) :

la résistance protoplasmique : c'est-à-dire la résis-

tance des membranes cellulaires à la dislocation par les chocs qu'ils soient osmotiques ou thermiques,

les réserves en amidon des racines qui permettent à la plante de maintenir ses activités d'entretien et partiellement de croissance, en mobilisant ses réserves glucidiques, ceci en période de sécheresse au cours de laquelle, afin de limiter ses pertes en eau, elle ferme ses stomates, ce qui entraîne un arrêt des échanges gazeux et par conséquent de l'activité photosynthétique.

D'autres tests sont en cours de mise au point, qui seront adjoints aux deux précédents, lors des cycles ultérieurs; notamment la vitesse de croissance et l'importance du système racinaire et le contrôle de la transpiration.

À l'issue de ces deux criblages, les meilleurs individus des meilleures familles sont intercroisés afin de créer la population améliorée.

### Conclusion

Face au grave problème de l'alimentation hydrique qui se pose dans les zones semi-arides, l'amélioration génétique de l'arachide possède trois atouts majeurs : premièrement, le progrès de la physiologie permet une approche plus rationnelle et efficace; deuxièmement, la sélection dispose d'une variabilité génétique importante qui n'a été jusqu'à présent, que très partiellement utilisée; troisièmement, l'utilisation d'une amélioration génétique de fond telle que la sélection récurrente devrait apporter un progrès nettement plus soutenu à moyen et long terme.

L'utilisation intégrée de ces trois données devrait permettre à la sélection de jouer au mieux son rôle, et un rôle certainement important, dans l'action pluridisciplinaire qui doit être mise en place et menée à bien.

### Bibliographie

- Ahmadi, N. 1983. Variabilité génétique et hérédité de mécanismes de tolérance à la sécheresse chez le riz *Oryza sativa* L. 1. Développement du système racinaire. 2. Sensibilité stomatique au déficit hydrique. *L'Agronomie Tropicale* 38(2) 110-122.
- Dancette, C. 1986. Alimentation en eau de l'arachide en zone tropicale semi-aride. *Ces comptes rendus*.

Tableau 1. Variétés choisies par le programme d'amélioration de l'adaptation à la sécheresse à Bambeby, Sénégal.

Variétés	Cycle (jours)	Botanique	Origine géographique
47-16	120	Virginia	Inde
59-127	120	Virginia	Burkina Faso
57-422	105/110	Virginia	Etats-Unis
73-33	105	Virginia	Etats-Unis x Australie
55437	90	Spanish	Argentine
TS-32-1	90	Spanish	Burkina Faso
79-40	90	Spanish	Inde (Mutagénèse)
68-111	90	Spanish	Afrique du Sud