

CNS70012
F600
NDI

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES

CENTRE NORD BASSIN ARACHIDIER
(CNBA)

**ETUDES PHYSIOLOGIQUES PRELIMINAIRES A LA
RECHERCHE DE METHODES DE SUIVI DE LA
DORMANCE DANS LES DESCENDANCES DES
CROISEMENTS FLEUR 11 x 73-30 et 55-437 x 73-30**

Par Dr. Aly NDIAYE
Chercheur/Physiologiste
à l'ISRA

MARS 1997

1. introduction

La nouvelle variété d'arachide Fleur 11 récemment vulgarisée dans les régions de Thiès et de Diourbel suscite beaucoup d'intérêt, notamment chez les producteurs. Elle a en effet un potentiel de production qui est de 30 % supérieur à celui de la variété 55-437, traditionnellement vulgarisée dans ces zones. Ses atouts font qu'on la retrouve même en dehors de sa zone de recommandation, notamment au sud du bassin arachidier.

Cette variété, comme la plupart des variétés de type "Spanish" n'est malheureusement pas dormante. Ceci peut-être un handicap dans certains cas d'hivernage. En effet, lorsque les pluies se prolongent, surtout après des périodes de sécheresse, il risque d'y avoir de nombreuses regerminations au champ. La situation peut être très grave si ces sécheresses interviennent après la formation des premières gousses. Compte tenu de la variabilité des types d'hivernage, variabilité sur laquelle nous ne pouvons agir présentement, on mesure alors les limites posées par la non dormance de cette variété. On perçoit dès lors l'intérêt qu'il y a d'améliorer la dormance de graines de Fleur 11 et surtout celle de graines des descendance issues de cette variété. Il est reconnu que la dormance chez les variétés d'arachide hâtives est un caractère intéressant (Wadia et al., 1987). On a essayé d'introduire la dormance dans des graines de type "Spanish" en effectuant des pulvérisations foliaires avec l'hydrazide malique (Kentring, 1977a ; Nagarjun et Radder, 1983).

Selon Wadia et al. (1987), la voie génétique a été très peu utilisée. Au Sénégal, nous avons heureusement quelques exemples de cette pratique :

- Mauboussin (1966) a signalé des croisements de la 47-16 ("Virginia") dormante avec la 55-437 ("Spanish") non dormante,

La 73-30 vient du croisement de la 61-24 ("Spanish") avec la SO-127 ("Virginia")

C'est encore cette voie génétique qui a été choisie pour améliorer la dormance des descendance de Fleur 11. En effet, la Fleur 11 a été croisée avec la 73-30 ("Spanish") dormante. Un programme semblable est aussi conduit avec la 55-437 qui est croisée avec la 73-30.

Présentement, le travail de sélection se situe au niveau des générations F5 et F6. Il est alors intéressant que par des tests physiologiques appropriés, basés sur des marqueurs connus de dormance, on puisse suivre la transmission de ce caractère du parent dormant aux descendance et guider ainsi les choix du sélectionneur.

Nous tenterons dans ce qui va suivre d'avoir une meilleure connaissance de la dormance de l'arachide et des processus physiologiques mis en jeu. Nous verrons ensuite selon les moyens disponibles par quelle(s) méthode(s) nous pourrions suivre la transmission de ce caractère dans le travail d'amélioration initié pour le sélectionneur.

II. Quelques considérations générales sur la dormance, celle de l'arachide en particulier

Le phénomène de dormance peut être défini par le fait que la graine qui a atteint la maturité ne germe pas, bien que les conditions dans lesquelles elle se trouve soient normalement favorables à sa germination. Il faut en effet distinguer l'état de quiescence (où la graine est au repos en attendant les conditions favorables à sa germination) de la dormance (Copeland et Mc Donald, 1985). On notera que la dormance est généralement plus répandue chez les espèces sauvages, où elle est décrite comme un moyen de survie, que chez les espèces

domestiquées par l'homme (Pattee et Young, 1982). Les espèces domestiquées depuis très longtemps sont généralement plus dormantes que celles qui l'ont été plus récemment (Copeland et Mc Donald, 1985)

Villiers (9 172) a étudié plusieurs cas de dormance incluant l'immaturation de l'embryon, l'imperméabilité de la pellicule séminale à l'eau et aux gaz et le rôle de certains composés biochimiques situés dans l'embryon.

Bouffil (1951) se fondant sur des résultats qu'il a obtenus, a indiqué que les variétés hâtives d'arachide atteignent leur maturité: physiologique en même temps que leur maturité apparente et que si les conditions étaient réunies (humidité et température) elles germaient sur pied au champ. A l'opposé, les variétés tardives n'atteignent leur maturité physiologique que 30 jours après arrachage et ceci indépendamment de la date d'arrachage Il concluait qu'avec ces dernières on ne devait donc pas craindre une germination sur pied comme cela pourrait arriver avec les variétés hâtives

Chez l'arachide, les types "Valencia" et "Spanish" sont généralement peu (quelques semaines) ou pas dormantes alors que les "Virginia" le sont souvent chez ces dernières, la dormance peut aller jusqu'à 3 à 4 mois et même plus. Ces données peuvent varier sous l'influence de certaines conditions comme nous le verrons plus loin

Au Sénégal, les variétés 28-206 et 69-1 0 1 par exemple sont de type "Virginia" et sont dormantes, alors que la 55-437 et la Fleur 11 sont de type "Spanish" et non dormantes

Au niveau des Etats-Unis d'Amérique la variété NC 13 de type "Virginia" a une très bonne dormance et est souvent utilisée dans des études de dormance

Cette règle sur la dormance des différents types d'arachide souffre de quelques exceptions. Dans une synthèse sur la taxonomie des arachides commerciales cultivées aux Etats-Unis d'Amérique, synthèse en relation avec la dormance, Bailey et Bear (1973a) ont indiqué que l'espèce Arachis hypogea L. a deux sous-espèces ayant une importance commerciale la sous espèce hypogea (type "Virginia") et la sous espèce fastigiata Waldron qui inclut la variante vulgaris ("Spanish") et celle fastiniata ("Valencia") Malgré la généralisation faisant des variétés "Spanish" et Valencia" des types non dormants et les "Virginia" des types dormantes, ces auteurs ont trouvé dans la même étude qu'il y avait des niveaux de dormance très variables dans certains types de "Spanish" et de "Valencia"

Au Sénégal par exemple, nous avons la 73-30 qui est de type Spanish et qui est dormante

Smart (1994) a indiqué que les graines immatures d'une variété sont plus dormantes que celles mûres de la même variété Toole et al. (1964) ont montré qu'il peut y avoir une grande différence dans la dormance des graines d'arachide. Dans la même étude, ces auteurs ont montré que des plantes développées sur une longue période produisaient des graines moins dormantes que celles récoltées plus précocement.

Au niveau de la gousse d'arachide, la graine basale est plus dormante que celle apicale et au niveau des trigraïnes, la dormance de la graine du milieu est intermédiaire entre celles des deux extrêmes (Toole et al., 1964, Smart, 1994; Gillier et Sylvestre 1969)

III. Importance des conditions de production sur la dormance de l'arachide

Comme nous l'avons signalé plus haut, les conditions de production jouent un rôle important dans le comportement du matériel.

Ainsi Smart (1994) a signalé qu'il pouvait y avoir des niveaux de dormance variable dans différents lots d'une même variété d'arachide selon les conditions de production. Il note que des graines dormantes pouvaient perdre leur dormance si elles étaient maintenues dans le sol bien après leur maturité.

Chez des variétés d'arachide de type "Spanish" Wadia et al (1987) ont montré qu'il a été observé que la graine à l'intérieur des gousses attachées à la plante ne germaient que progressivement si la plante-mère restait saine et si elle était bien alimentée en eau, tandis que des contraintes telles que les maladies, les sécheresses, les ravageurs pouvaient augmenter le taux de germination de graines mûres de façon considérable.

Dans des travaux où il évaluait le taux de non-dormance au champ de variétés d'arachide au Sénégal, Gautreau (1984) a indiqué qu'une variété de dormance non absolue comme la 73-3.3 pouvait présenter des taux réels de germination au champ très différents d'une année à l'autre en cas de pluies non désirées. Il ajoutait qu'à l'échelon de la culture, une mortalité prématurée liée à des conditions climatiques défavorables se traduisait par un surcroît de germinations en cas de pluies parasites.

Il faut indiquer que lors d'un développement normal d'un pied d'arachide des inhibiteurs de germination sont envoyés de la plante vers le fruit par le cordon ombilical qu'est le pédoncule. Ceci montre l'intérêt qu'il y a à garder ce pédoncule fonctionnel, donc à l'état frais. Or les sécheresses, surtout celles qui interviennent après la formation des premières gousses assèchent ce pédoncule et, de ce fait, bloquent le passage des informations vers le fruit. Ainsi se créent des conditions favorables à des regerminations avec le retour des pluies.

La campagne 1984 à Bambey est un cas typique d'hivernage pouvant être préjudiciable à la qualité et à la quantité de la production d'arachide. En effet, l'hivernage a été très précoce cette année-là et les premiers semis en arachide ont eu lieu en mi-juin. Il y a eu un arrêt des pluies et un deuxième semis n'a pu être réalisé que le 10 Juillet. Le mois d'Août n'a pas été très pluvieux. Avec le retour des pluies dans la deuxième décennie de Septembre, il y a eu beaucoup de regerminations chez l'arachide. Ainsi, des regerminations ont été observées non seulement sur la 55-437 ("Spanish") mais également sur des variétés de type "Virginia" (73-33, 57-422 et 79-2). (Ndiaye, 1985, 1986).

Il faut noter que la fructification souterraine de l'arachide augmente la prédisposition des graines à la germination..

Dans les travaux cités plus haut (Bailey et Bear, 1973a), des variétés "Spanish" et "Valencia" séchées en meules au champ pendant 4 à 7 semaines ont exhibé un taux de dormance de 70 %, alors qu'une lignée "Virginia" n'a donné que 3% de dormance.

Tous ces résultats montrent, encore une fois, toute l'importance des conditions de production et de conduite des opérations post-récolte sur la manifestation de la dormance chez l'arachide.

IV. Physiologie de la dormance au niveau de la graine

1. Rôle des enveloppes dans la dormance

Smart (1994) se fondant sur la revue de Bhapkar et al (1986) a rapporté que, selon plusieurs auteurs, la dormance liée à la pellicule séminale de la graine était en rapport avec des inhibiteurs de germination solubles dans l'eau et, dans certains cas, c'était plutôt la lenteur de l'absorption de l'eau par la graine sèche qui était en cause

Chez certaines plantes, on signale l'existence des inhibiteurs osmotiques situés dans l'enveloppe de la graine ou dans le fruit. En effet, des composés tels que les sucres et les sels sont tellement compétitifs pour l'eau que leur présence limite la disponibilité de celle-ci pour la graine, ce qui fait que cette dernière ne germe pas (Copeland et Mc Donald, 1985)

Smart (1994) a indiqué qu'en dépit des résultats rapportés dans la synthèse réalisée par Bhapkar et al (1986, op.cit) et qui fait état d'une dormance liée à la pellicule séminale et même si l'enlèvement de celle-ci facilitait la germination de plusieurs classes de maturité de graines comme rapporté par Toole et al. (1964), on ne pouvait pas dire que la dormance de la graine résidait entièrement dans la pellicule séminale Selon lui, il fallait reconnaître qu'il y avait une vraie dormance liée à l'embryon lui-même

2. Rôle de certains composés biochimiques dans l'expression ou non de la dormance

Il a été également rapporté des différences dans la composition de certains composés biochimiques entre les graines dormantes et celles non dormantes Cette différence existerait aussi bien pendant la phase de développement qu'à la maturité

Pattee et Young (1982) ont indiqué que la dormance chez l'arachide était liée à des barrières métaboliques endogènes, probablement à des enzymes qui empêcheraient la synthèse de protéines et/ou la dégradation et le transport de substances nutritives vers l'embryon

En effet, l'action des substances, comme l'acide abscissique, l'éthylène, l'acide gibbérélinique, les cytokinines, et de quelques composés phénoliques, des cyanides notamment, serait importante à considérer dans la dormance des graines

Ainsi, Sreeramulu et Rao (1971 a) comparant deux variétés d'arachide, la TMV-3 dormante et la TMV-2 non dormante ont trouvé que les inhibiteurs de germination augmentaient dans la fraction acide des deux extractions, mais que les concentrations étaient plus importantes chez la variété dormante Par ailleurs, les mêmes auteurs (Sreeramulu et Rao, 1971 b) ont rapporté que la variété TMV-3 dormante avait une concentration en acides phénoliques plus importante pendant son développement que la variété non dormante TMV-2. une différence avait été également relevée dans la nature des composés phénoliques présents La variété dormante tendait à accumuler une grande quantité d'acides phénoliques inhibiteurs de la germination tandis que chez la variété non dormante on notait une prépondérance d'acides phénoliques synergiques

De leur côté Narasimhareddy et Swamy (1979a) ont rapporté que TMV-3 accumulait des composés agissant comme l'acide abscissique La variété TMV-2 réalisait elle aussi une accumulation de ces composés mais cette accumulation était suivie d'un rapide déclin Ils ont trouvé également que les variétés dormantes possédaient moins de cytokinines que les non dormantes.

D'autres travaux **sur** l'aspect biochimique de la dormance ont été réalisés par Ketring et Morgan

Dans une étude où des auteurs (Ketring et Morgan, 1970) comparant les actions de phytohormones (l'acide indole-3-acétique, l'acide gibbérellique, l'éthylène et l'acide 2-chloroéthyl phosphonique) **sur** la dormance de graines type "Virginia" ont trouvé que l'éthylène donnait les meilleurs résultats. En effet, l'éthylène apparaissait comme étant le composé le plus approprié pour initier les réactions nécessaires devant conduire les cellules dormantes à un état actif de développement.

Dans une autre étude (Ketring et Morgan, 1971) visant à déterminer la germination, les productions d'éthylène et de CO₂ chez **des** variétés dormantes d'arachide (type "Virginia") lors d'un traitement avec des régulateurs de croissance, il a été établi que les cytokinines stimulaient la germination et la production d'éthylène et que le maximum de production était réalisé après 24 heures d'expérimentation. Ainsi l'événement majeur dans la germination de la graine d'arachide dormante consiste en la production d'éthylène par celle-ci. L'acide abscissique quant à lui s'est révélé être un inhibiteur de la germination.

Ces mêmes auteurs (Ketring et Morgan, 1972) ont essayé de déterminer le rôle de l'éthylène endogène et ceux de quelques inhibiteurs **lors** des maturations naturelles et artificielles de graines d'arachide dormantes de type "Virginia". Ils ont trouvé que l'acide abscissique inhibait la germination et la production d'éthylène chez les graines mûres. Kermodé et al. (1986) ont relevé les mêmes effets de l'acide abscissique sur la germination d'autres espèces. Dans l'expérience de Ketring et Morgan, la kinétine inversait les effets de l'acide abscissique, cette action étant corrélée avec la possibilité de stimuler la production d'éthylène. L'éthylène inversait également les effets de l'acide abscissique. Ces auteurs concluaient que la graine qui germe produit de l'éthylène avant la sortie de la radicule (hypocotyle). Ils estimaient que cette production d'éthylène devrait être égale à 2 à 3 nanolitres par gramme de matière fraîche et par heure pour pouvoir rompre la dormance chez les graines utilisées. Il fallait presque 2 fois plus d'éthylène pour la graine basale plus dormante que pour la graine apicale.

Ainsi Smart (1994) rapportant les travaux de Ketring et Morgan (1970, 1971, 1972) indiquait que la production d'éthylène était un préalable essentiel à la germination. Les effets bénéfiques de l'acide gibbérellinique sur la germination se manifestaient à travers son action sur la promotion de la production d'éthylène. L'auteur poursuivait en disant que l'on peut penser que les graines qui avaient une faible dormance ou celles qui étaient totalement non dormantes, mettaient leur système de synthèse d'éthylène en place durant le développement. Elles devraient alors soit avoir un bas niveau d'acide abscissique soit avoir une sensibilité réduite vis à vis de cet acide.

En résumé, on peut dire, comme indiqué par Pattee et Young (1982), que des graines d'arachides mûres et dormantes ont des taux élevés d'acide abscissique, de composés phénoliques, inhibiteurs pour l'essentiel et de coumarine. Par contre, elles ont des niveaux relativement bas de cytokinines, de gibbérelline et une faible capacité de production d'éthylène. A l'opposé, les variétés non dormantes ont de bas niveaux d'acide abscissique, de composés phénoliques avec prédominance des synergiques, et de coumarine. Les taux de cytokinines et de gibbérellines y sont élevés. Elles ont la capacité de produire 2 à 3 nanolitres d'éthylène par gramme de matière sèche et par heure.

3. Etat des lieux et perspectives

Comme nous l'avons indiqué plus haut, le niveau de sélection des croisements Fleur 11 x 73-30 et 57-437 x 73-30 se situe aux générations FS et F6. **Lors** de l'hivernage 1995, des tests aux champ et au laboratoire ont permis de réaliser un début d'évaluation des descendance

des croisements effectués (Ndoye et al., 1996). Le travail a consisté à laisser le matériel sur place 2 à 4 semaines après sa maturité physiologique et à arroser au besoin. Son taux de germination a été évalué au champ. Des tests de germination ont également été conduits au laboratoire. Les résultats ont montré que certaines descendance avaient des taux de germination comparables à ceux de la 73-30. Ceci est un résultat encourageant qu'il s'agira d'améliorer en renforçant la composante physiologique dans la suite du travail. On pourrait envisager des études au champ et au laboratoire basées sur des critères que l'on peut qualifier de biophysiques. L'expérimentation menée en 1955 rentre dans ce cadre, il faudrait alors renforcer et systématiser les critères physiologiques. On pourrait également envisager d'autres pistes effectuer par exemple des récoltes échelonnées combinées ou non à des irrigations et compléter par des études aux laboratoires. Dans un travail semblable au notre (suivi de la dormance notamment) Wadia et al. (1987) ont utilisé des méthodes de laboratoires simples. Ces travaux leur ont permis d'identifier dans les descendance des croisements de matériel de la sous espèce fastigiata avec celui de la sous espèce hypogea des arachides à ramifications séquentielles (fastigiata) et dormantes. Ils, ont par la même méthode évité le facteur de confusion lié à la dormance des graines fraîches.

Vous pourrions également explorer la voie biochimique. Ainsi la meilleure connaissance que nous avons par rapport à la composition, à la dynamique de formation et de disparition de certains composés biochimiques pourrait également nous aider dans ce travail de sélection. Nous souhaiterions développer cet aspect de la question dans la suite de nos travaux de sélection pour la dormance. Ces marqueurs pourraient en effet nous permettre de suivre la transmission des caractères de dormance des parents aux descendance. Pour approfondir la question, des contacts avaient été pris avec le laboratoire de l'Ecole Supérieure Polytechnique, du Département de chimie de la Faculté des Sciences, du Département de Biologie Végétale de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Compte tenu de la particularité du sujet, il ressortait des discussions et contacts que le département de Biologie Végétale serait la structure la mieux indiquée pour le travail envisagé. Les discussions menées au niveau dudit département avec le Dr Traoré ont été concluantes. Celui-ci serait disposé à travailler avec notre équipe. Plusieurs marqueurs biochimiques de la dormance ont été évoqués et la possibilité de leur suivi chez les descendance des croisements envisagée. Parmi ces composés, l'éthylène a été particulièrement ciblé eu égard notamment à ce qui a été signalé, dans les chapitres précédents concernant son rôle dans la manifestation de la dormance.

Signalons par ailleurs que le laboratoire du Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse a été également sollicité et ses responsables pensent qu'il sera opérationnel d'ici la campagne agricole prochaine (1997), ce qui nous ouvre une autre possibilité de collaboration.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bailey, W.K. and Bear, JE 1973a : seed dormancy of different botanical type of peanuts, Arachis hypogea L. J. Amer. Peanut Res. and Educ. Assoc. 5 : 40-47
2. Bouffil, F. 1951 Biologie, écologie et sélection de l'arachide au Sénégal Bulletin scientifique N°1. Direction de l'agriculture, de l'élevage et des forêts. Ministère de la France d'outre-mer
3. Bhapkar, D G., Patil, P.S. and Patil, V P , 1986 Dormancy in groundnut - a review Journal of Maharashtra Agricultural Universities, 11 68-71
4. Copeland, L O , and Mc Donald, 1985 Principles of seed science and technology Second edition Macmillan Publishing company New York Collier Macmillan publishers London 103 - 120
5. Gautreau, J , 1984 : Evaluation des taux effectifs de non-dormance au champ d'arachides sénégalaises Oléagineux 39. 2 X3-88
6. Gillier, P et Sylvestre, P , 1969 L'arachide. G.P Maisonneuve et Rose Paris 33 48
7. Kermode, A.R, Bewley, J D Dasgupta, J and Misra, S , 1986 : The transition from seed development to germination a key role for desiccation ? Hort Science 21 1113-1118
8. Ketring, D L and Morgan P W . 1970 Physiology of oil seeds I regulation of dormancy in Virginia Type peanut seeds Plant Physiology. 45 268-272
9. Ketring, D L. and Morgan P W., 1971 Physiology of oil seeds II Dormancy release in virginia type peanut seeds. by plant growth regulators Plant Physiology, 47 488-492
10. Ketring, D L. and Morgan, 1972 Physiology of oil seeds IV Role of endogenous ethylene and inhibitory regulators during natural and induced afterripening of dormant Virginia type peanut seeds Plant Physiology. 50 382-387
11. Mauboussin J.C. 1966 : Amélioration de l'arachide Etude en cours sur la dormance et la longueur du cycle. Réunion Samaru - Bambey. 11 p
12. Nagarjun, P , Radder G.D 1983 Studies on induction of seed dormancy in bunch type groundnut Seed Res. 11. 24-31
13. Narasimhareddy S.B. and Swamy, P.N., 1979a Abscisic Acid like inhibitors and Cytokinins in developing seeds of dormant and non dormant varieties of peanut (Arachis hypogea L.) Exp. Bot., 30 37-42
14. Ndiaye, A , 1985. Etude physiologique de l'arachide d'huile D Développement et tolérance à la sécheresse Doc n° 11 ISRA/CNRA (Mai 1985) 5- 17

15. Ndiaye, A., 1986 : Croissance, floraison, fructification, maturation et dormance de l'arachide dans les conditions édaphoclimatiques de Bambey. Réunion d'évaluation programme Arachide. Doc. ISRA/CNRA-Bambey (Avril 1986) : 1-22
16. Ndoye, O., Senghor, J.S., Sy, A., Fall, I. 1996 Sélection générale Arachide Rapport analytique 1995 Doc ISRA/CNRA-Bambey (Mars 1996) 20 - 26
17. Pattee, H.E. and Young C.T., 1982 : Peanut Science Technology; American Peanut Research and Education Society (APRES) Yoakunu, Texas - USA : 411 - 457
18. Smart, J 1994 : The groundnut Crop A scientific basis for improvement Chapman and Hall London-Glasgow, Weinheim New York-Tokyo-Melbourne-Madras 138 - 172
19. Sreeramulu, N and RAO, I.M., 1971a Physiological studies on dormancy in seeds of groundnut (Arachis 273-280L) Australian J Bot . 19
20. Sreeramulu. N and RAO, I.M 1971b Physiological studies on dormancy in seeds of groundnut (Arachis hypogea L) II Changes in phenolic substances during the développement of the non-dormant and dormant seeds J Indian Bot Soc , 50 342-349
21. Toole, V K Barley, W.K and Toole, E H 1964 Factors influencing dormancy of peanut seeds Plant Physiology, 39 822-832
22. Villiers, T A 1972 Seed dormancy In J T Kozlowski, ed Seed biology Vol II Academic press, Inc, New York 2 19-281
23. Wadia, K DR , Nageswara Rao, R C . and Williams J H , 1987 Une méthode améliorée d'identification des descendances dormantes a ramification séquentielle provenant de populations dérivées de croisements entre des espèces d'arachide (Arachis hypogea L) non-dormantes (sous espèces fastigiata) et dormantes (sous espèces hypogea). Oléagineux 37. (2) 75-79