

CN0101581
F315

REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un peuple - Un but - Une foi

MIH

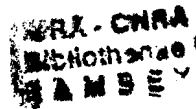
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET
DE L'ELEVAGE



ECOLE NATIONALE DES CADRES RURAUX
DE BAMBEY

INSTITUT SENEGALAIS DE:
RECHERCHE AGRICOLE
ISRA/CNRA-BAMBEY



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR
DES TRAVAUX AGRICOLES (I.T.A)

THEME :
**COMPARAISON DE DEUX
TECHNIQUES D'HYBRIDATION CHEZ
L'ARACHIDE (*Arachis hypogaea* L.)**

Présenté et soutenu par :

M^{me} Francine MIHINDOU
35^{ème} PROMOTION

Tuteur de stage
Ousmane NDOYE
Sélectionneur
CNRA - BAMBEY

Maître de stage
Fily DEMBELE
Professeur à l'ENCR
BAMBEY

Novembre 2000

DEDICACES

Je dédie ce travail à:

- 3 Dieu le Tout Puissant; tu as exhaussé l'une de mes grandes supplications; gloire te soit rendue,
- 0 Mon pere André Richard NZIGOU BOUCKAS; tu nous as appris depuis nos premiers pas que seul le travail valorise l'homme et nous l'avons compris. Merci pour ces sages conseils et que Dieu le Tout Puissant t'accorde longue vie afin que tu récoltes ce que tu as semé.
- ◇ Ma mère Marie NZIGOU BOUCKAS; pour les sacrifices auxquels tu as consenti et pour la sagesse dont tu as fait preuve pour la réussite de tes enfants; puisse ce travail te reconforter et que Dieu t'accorde aussi une longue vie pour récolter le fruit de tes souffrances.
- ◇ Mon époux Joseph MIHINDOU DITSIBA; loin des yeux, près du cœur; puisse ce travail contribuer a notre bonheur.
- ◇ Mes frères et sœurs: Djess NZIGOU, Lemy NZIGOU, Jérémie NZIGOU, Jeannette NZIGOU, Christine NZIGOU, Hortense NZIGOU, Amélie NZIGOU, Odette NZIGOU, Rufine NZIGOU; de par votre soutien et vos encouragements, puissent nos liens se resserrer d'avantage.
- ◇ Mes enfants, neveux et nièces: Coëlla Joyce MIHINDOU, Joëly Stécia MIHINDOU, Yves, Aymard, Rodrigue, Ghislain, Emma, Maryse, Charlaine, Arcelle; ce travail ne saurait vous remercier assez pour le soutien moral durant ces trois années d'épreuve.
- 3 Toute la communauté chrétienne de l'Eglise Evangélique de Bambey et de Dakar; pour vos prières adressées au Seigneur à mon endroit; grâce et paix vous soient données de la part de Dieu notre Père.
- ◇ Mon frère Daniel YANON; tu as été tout près de moi pendant ce long séjour passé au Sénégal.

REMERCIEMENTS

01/07/2024

Au terme de mes études à l'E.N.C.R, sanctionnées par le présent document, ma reconnaissance et mes remerciements sont adressés

- ◇ Au gouvernement gabonais qui a bien voulu financer cette formation pendant trois années d'étude.
- ◇ A Mme Julienne MBAZOGHO, Directrice du personnel au Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et du Développement Rural (Gabon) qui a intervenu efficacement à ce stage.
- ◇ A Mr Ousmane NDOYE tuteur de mon stage, chercheur à la sélection arachide au C.N.R. A; pour le choix de ce thème et surtout de m'avoir accepté au sein de son service pour passer ce stage ; son encadrement! son initiation en amélioration des plantes, ses conseils pratiques et ses remarques pertinentes, son appui tant technique que moral tout au long de ce travail, reste à jamais gravés dans ma mémoire. A travers vous
- ◇ Mr Ameth SY, Mr Matar HANN tous techniciens; pour leur soutien physique, moral et matériel apporté et les expériences transmises ainsi qu'à tout le personnel temporaire; pour leur aide physique apportée tout au long de cette période.
- ◇ A Mr Sidi Haïrou CAMARA, Directeur de l'E.N.C.R; pour son sens humain et l'esprit de famille entretenu au sein de l'école. A travers vous tout le personnel administratif.
- ◇ A Mr Fili DEMBELE Ingénieur Agronome, professeur à l'E.N.C.R qui a bien voulu, par son encadrement, contribuer à la réussite de ce travail, A travers vous tout le corps enseignant du Département Production Végétale (D.P.V).
- Y A Mr Kisma WAGUE, chercheur à l'I.S.R.A; pour son soutien moral et matériel, pour la qualité de ses renseignements encourageant.

- ◇ A Mr Almamy NDIAYE, technicien au C.N.R.A, Mr Youssou NDIAYE au laboratoire (C.N.R. A); pour votre soutien moral et matériel durant cette période.

 - ◇ Mme Rosalie DIOUF documentaliste (C.N.R.A); pour sa disponibilité et sa gentillesse.

 - ◇ A mes fi-ères et sœurs de l'Eglise Evangélique de Bambey; pour votre soutien moral et spirituel.

 - ◇ A mes collègues de la 35^e promotion en particulier: Ousaynou TALL, Romuald MAMFOUMBI MOUNGUENGUI, Hilaire MOUBAMBA, Ndongo LOUM, Celestin MOUNGONGA, Ismaëla DIOUF et à ceux de la 36^e promotion.
-

LISTE DES SIGLES

CIRAD:	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
C.N.R.A:	Centre National de la Recherche Agronomique
E.N.C.R:	Ecole Nationale des Cadres Ruraux
F.A.O:	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
I.B.P.G.R:	International Board for Plant Genetic Resource
I.C.R.I.S.A.T:	International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics
I.P.G.R.I:	International Plant Genetic Resource Institute
I.S.R.A:	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
SATEC:	Société d'Aide Technique et de Coopération
U.S.D.A:	United State Department of Agriculture

LISTE DES ABREVIATIONS

A.C:	Avec chapeau
F Poll:	Fleur pollinisée
Gous:	Gousse
Gynoph:	Gynophore
J.A.S:	Jour après semis
S c	Sans chapeau

LISTE DES FIGURES et des TABLEAUX

Fig 1:	Schéma d'une fleur aérienne
Fig2:	Schéma d'une fleur souterraine

- Fig3: Schéma de type de ramification
- Fig4: Schéma d'une fleur d'arachide
- Fig5: Schéma de l'inflorescence de l'arachide
- Fig6: Schéma de semis d'un bac
- Tabl1: Production mondiale d'arachide en coque
- Tabl2: Comparaison des caractères agronomiques de trois types d'arachide
- Tabl3: Résultats du croisement 55-437 x Fleur 11 du bac 1: AC et SC
- Tabl4: Résultats du croisement 57-422 x Fleur 11 du bac 1: AC et SC
- Tabl5: Résultats du croisement 55-437 x Fleur 11 du bac 2: AC et SC
- Tabl6: Résultats du croisement 57-422 x Fleur 11 du bac 2: AC et SC
- Tabl7: Nombre total de gynophores et de gousses et leurs pourcentages obtenus par technique pour le croisement 55-437 x Fleur 11 du premier bac
- Tabl8: Nombre total de gynophores et de gousses et leurs pourcentages obtenus par technique pour le croisement 57-422 x Fleur 11 du premier bac.
- Tabl9: Nombre de gynophores et de gousses et leurs pourcentages obtenus par technique pour le croisement 55-437 x Fleur 11 du deuxième bac.
- Tabl10: Nombre de gynophores et de gousses et leurs pourcentages obtenus par technique pour le croisement 57-422 x Fleur 11 du deuxième bac.
- Tabl11: Résultats de la combinaison des deux bacs pour le croisement 55-437 x Fleur 11 (AC et SC).
- Tabl12: Résultats de la combinaison des deux bacs pour le croisement 57-422 x Fleur 11 (AC et SC).
- Tabl13: Résultats de la combinaison des deux types de croisements par technique.

ANNEXES

Courbe de floraison de la Fleur 11 (bac1)

Courbe de floraison de la Fleur 11 (bac 2)

RESUME

L'objectif global de tout programme de sélection est l'amélioration du rendement, Pour y arriver, un certain nombre d'objectifs prioritaires ont été proposés pour l'amélioration variétale de l'arachide,

- l'amélioration de la tolérance à la sécheresse ;
- la résistance aux maladies ;
- l'obtention du matériel précoce et dormant
- l'amélioration des caractères technologiques.

Ainsi ces contraintes abiotiques tels que les changements climatiques, en particulier la réduction de la saison des pluies en Afrique subsaharienne et le développement de la culture dans les régions marginales, ont conduit à rechercher des variétés à cycle court résistantes à la sécheresse (KHALFAOUI, 1991).

Les contraintes biotiques (les maladies foliaires,) ont fait l'objet de nombreux travaux ces dernières années, notamment à l'Institut National de Recherche Agronomique (NIGAM et al, 1990), en collaboration avec les instituts de recherche de l'Afrique de l'Ouest et le C.I.R.A.D et aux Etats-Unis (WYNNE et al, 1991).

Ces travaux ont permis de mettre en évidence de nombreuses sources de résistance à la rouille, à la cercosporiose tardive et à la rosette, Ces recherches ont abouti, au Sénégal et au Burkina, à la création et à la vulgarisation de variétés résistantes parmi lesquelles celles qui ont servi à mener cette étude.

L'amélioration du rendement est tributaire de la variabilité génétique Ainsi cherche-t-on à augmenter cette variabilité génétique par différentes techniques notamment l'hybridation manuelle. Ce travail avait pour objectif de comparer l'efficacité de deux techniques d'hybridation

La première technique consistait à couvrir la fleur pollinisée d'un chapeau fait à l'aide d'un papier buvard trempé dans de l'eau distillée, afin de maintenir l'humidité relative autour de la fleur pendant un peu plus longtemps.

La deuxième technique quant à elle, consistait à laisser la fleur pollinisée à la température ambiante de la serre

Les résultats obtenus ont montré que la technique de couverture de la fleur pollinisée (AC) est meilleure: que celle qui n'utilisait pas de chapeau (SC). En effet le taux de transformation des fleurs pollinisées en gynophores ainsi que le taux de réussite sont meilleurs pour AC comparé à SC, avec 37,19% et 71,52% contre 34,49% et 62,34% respectivement pour les gynophores et le taux de réussite

Pour obtenir de meilleurs résultats en hybridation de l'arachide, l'utilisation de la technique AC se justifie surtout dans nos conditions, pendant la contre-saison, période à laquelle se font en général les hybridations sur l'arachide.

PREMIERE PARTIE

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I/ INTRODUCTION

L'arachide est une plante herbacée plus ou moins lignifiée, annuelle ou pérenne. Elle appartient au genre *Arachis* qui comprend une trentaine d'espèces identifiées (Stalker, 1983 j. Jusqu'à présent une seule est cultivée : *Arachis hypogaea* L décrite par Linnée en 1753. Cet oléoprotéagineux se prête à de nombreuses utilisations alimentaires, Sa graine, à la fois riche en huile (50%) et en protéines (25%), fait l'objet d'emploi très diversifiés selon les pays producteurs. En Afrique , le petit exploitant de la zone soudano-sahélienne la consomment sous forme de légume, de sauce ou d'huile artisanale. L'huile d'arachide fait également l'objet d'une extraction industrielle (par solvant ou par pression), pour la consommation locale ou l'exportation. Elle est appréciée pour ses qualités nutritionnelles , sa stabilité et son bon comportement à la chaleur. Sa composition en acide gras est proche de l'optimum (50% d'acide gras mono-insaturés, 25% de poly-insaturés et 25% de saturés). Dans les pays producteurs comme les Etats-Unis, l'huile d'arachide est en revanche considérée comme une denrée secondaire par rapport aux multiples produits élaborés, à forte valeur ajoutée, obtenus par traitement industriel de la graine: beurre, pâte, confiserie et enrobés divers. Le tourteaux sous produit de l'extraction de l'huile, est un aliment du bétail apprécié des éleveurs et des fabricants d'aliments composés. Il contient près de (50%) de protéines. Les coques vides, résultant du traitement des gousses est un sous produit non négligeable. Elles servent de combustible dans les chaudières à lits fluide qui alimentent de nombreuses huileries. Enfin, les fanes d'arachide sont riches en matière azotée digestible et ont une bonne valeur alimentaire (0,47 unité fourragère en moyenne) (Clavel et Gautreau, 1997).

Elles sont utilisées pour l'alimentation du bétail dans les régions tropicales et subtropicales ou leur valeur marchande peut avoisiner celle de l'arachide en coque à certaines périodes de l'année.

De bons rendements ainsi que des gousses et des graines de qualité sont à la base de ces multiples utilisations de l'arachide. L'amélioration de l'arachide par les techniques d'hybridation dont la réussite conditionne le succès de cette opération est à la base de la lutte génétique contre les contraintes biotiques et abiotiques.

Tableau 1: Production mondiale d'arachide en coque.

198

pays	Superficie 10 ³ ha	rdt kg/ha	production 10 ³ t
I- Inde	7500	973	7300
Chine	3316	1766	5855
Etats-Unis	655	2779	1816
II- Afrique	5725	806	4614
Asie	12590	1222	1.538
A centrale /nord	795	2481	1972
Amérique du Sud	373	1899	708
Australie	32	1344	43
Europe	14	1788	25
III- Israël	5	4600	23
Malaisie	2	3333	5
Maurice	1	2947	2
Argentine	190	2328	443
Egypte	10	2200	2
Japon	23	2031	46
IV- Monde	19535	1165	22752

Légende:

I Les principaux pays producteurs dans le monde

II Comparaison des surfaces cultivées, rendement et production/ région

III Quelques pays à fort rendement

IV Production mondiale

(source: annuaire statistique de la FAO 1988).

Le tableau 1 donne un aperçu de la production mondiale d'arachide en coque. Il présente les trois principaux pays producteurs et compare les surfaces et les rendements des grandes régions de production.

Les travaux d'amélioration chez l'arachide, comme chez toutes les autres plantes cultivées reposent sur la connaissance du mode de reproduction de l'espèce et du mode d'hérédité des caractères les plus importants pour l'utilisateur et le sélectionneur. Toute nouvelle connaissance sur ce sujet permet d'améliorer l'efficacité de la sélection en évitant de s'engager dans des

impasses. Ces travaux d'amélioration ont principalement été basés sur les caractères morphologiques, agronomiques et cytogénétiques. Cette culture étant soumise à des aléas climatiques, par exemple au Sénégal où les précipitations et surtout leurs répartitions dans le temps sont toujours le facteur limitant de cette culture tropicale. C'est ainsi que des centres de recherche ont été créés dans les grands pays producteurs, travaillant sur l'amélioration génétique de l'arachide avec pour objectif de créer des variétés très productives et bien adaptées aux conditions de culture. Ces centres ont pu créer ou sélectionner des variétés qui ont été largement vulgarisées.

Chaque programme d'amélioration des plantes doit avoir des objectifs bien définis qui soient raisonnables tant économiquement que biologiquement. C'est ainsi que nous avons étudié à l'I.S.R.A. de Bambey, deux méthodes d'hybridation, pour comparer leur efficacité afin d'identifier celle qui a le plus fort taux de réussite. Les variétés utilisées pour la réalisation de cette étude sont: 55.437, 57.422 et Fleur 11.

III/ ORIGINE ET DOMESTICATION DE L'ARACHIDE

L'espèce *A. hypogea* serait originaire de l'Amérique du sud, dans une région située aux confins de la Bolivie, de l'Argentine et du Paraguay , où l'espèce sauvage tétraploïde: *A. monticola*, considérée comme son ancêtre probable se trouve bien représentée. *A. monticola* est très proche de l'arachide cultivée et se croise d'ailleurs spontanément avec elle. L'arachide cultivée présente également des affinités avec des espèces annuelles diploïdes, comme *A. batizocoi* et *A. duranensis*, qui pourraient être ses ancêtres diploïdes immédiats.

A partir de son centre d'origine, l'arachide aurait gagné l'ensemble du continent sud américain, où on reconnaît actuellement 6 centres de diversification secondaire et tertiaire: la région de Guaranis au sud-est du Brésil et en Uruguay; le Goiás et le Minas Gerais au Brésil; le Rondônia et le nord-ouest du Mato Grosso au Brésil; le Piémont est-andin en Bolivie; le Pérou; le nord-est du Brésil (Krapovickas, 1969; Gregory et Gregory, 1976).

L'arachide aurait été domestiquée il y a plus de 3500 ans , De nombreux vestiges archéologiques témoignent de l'ancienneté: de sa culture dans la région de l'actuelle Pérou (Hammons, 1994) Au XVIe siècle, les portugais l'ont introduite à partir du Brésil en Afrique, en Inde et en Extrême Orient. Les espagnols l'ont emportée à partir de la côte ouest de l'Amérique du sud, dans le pacifique ouest, en Indonésie et en Chine. L'arachide a ensuite gagné, à partir de l'Asie, l'Afrique de l'est. Vers le milieu du XV^e siècle, elle est parvenue en Amérique du Nord et dans les autres régions du monde.

La convergence en Afrique, de matériels provenant du Brésil d'une part, des Philippines, de l'Inde et de la Chine d'autre part, fait de ce continent un important centre tertiaire de diversification

III/ DESCRIPTION BOTANIQUE

A/ SYSTEMATIQUE DE L'ARACHIDE

Le genre *Arachis* appartient à la famille des Légumineuses la sous-famille des Papilionacées, à la tribu des Aeschynoménées et à la sous tribu des Stylosanthinées (Stalker, 1983). C'est une plante fortement autogame où le taux d'hybridation naturelle peut atteindre 6%. L'arachide a un taux d'allogamie très faible avec 0,2 % pour le groupe virginia (Sauger, 1949); 6,6 % pour les groupes spanish et valencia (Bouffil, 1951).

1° Morphologie de l'arachide

Les arachides cultivées sont érigées ou rampantes.

La tige principale d'ordre n née du bourgeon terminal de l'épicotyle est toujours érigée, les ramifications suivantes d'ordre $n+1$, $n+2$, ... sont ascendantes dans les formes érigées, ou courant sur le sol une partie au moins de leur longueur chez les formes rampantes (Bunting, 1955).

Les arachides cultivées forment deux groupes

- ◇ Le groupe à ramifications séquentielles dont les inflorescences apparaissent à plusieurs noeuds successifs des ramifications, et en général les rameaux végétatifs ne se forment plus lorsqu'apparaissent les rameaux reproducteurs. Ce type présente un axe central, 4 à 6 ramifications d'ordre $n+1$, rarement plus.
- ◇ Le groupe à ramifications alternées d'ordre $n+1$ sont également au nombre de 4 à 6, voire plus. Elles donnent successivement deux rameaux végétatifs et deux rameaux reproducteurs. Les arachides de ce type peuvent être rampantes ou érigées, dans ce cas, leur port est différent de celui du type séquentiel du fait d'une ramification leur donnant un aspect buissonnant.

La tige principale et les ramifications, primaires peuvent avoir 0,70 m de long, selon les variétés et les conditions du milieu. Les ramifications sont toujours herbacées, de couleur vert clair, vert sombre ou pourpre. Elles sont de section anguleuse dans le jeune âge et deviennent cylindriques en vieillissant. La moelle centrale disparaît avec le temps, les plus âgées sont creuses

Le système racinaire, selon les études menées par Yarbrough, 1949, est formé d'un pivot central qui peut s'enfoncer à plus de 1 m dans des sols cultivés et des racines latérales qui naissent à diverses hauteurs sur ce pivot, se ramifient pour constituer un chevelu dense.

L'hypocotyle et les ramifications aériennes au contact du sol donnent naissance à des racines adventives. Les racines de l'arachide portent des nodules dus à l'association symbiotique de la plante et des bactéries fixatrices d'azote. Ces nodules apparaissent environ 15 jours après levée. Les feuilles sont normalement pennées avec deux paires de folioles portées par un pétiole de 4 à 9 cm de longueur environ. Les folioles sont subsessiles, opposées de forme plus ou moins elliptique, de couleur verte plus ou moins foncée ou jaune selon les variétés. Les pétioles sont enserrées à leur base par deux stipules larges, long et lancéolés. La dimension des feuilles est en général plus importante au sommet qu'à la base; les folioles portent des stomates à leur deux faces et comportent un mésophylle spongieux. Elles se replient la nuit et s'étalent le jour (Shibuya, 1935).

Biologie florale

Les inflorescences de l'arachide prennent naissance sur les rameaux végétatifs, à l'aisselle d'une feuille complète ou rudimentaire et comportent à chacun de leur nœud une feuille rudimentaire.

Les fleurs sont jaune, papilionacées et sessiles. L'arachide possède deux sortes de fleurs: les fleurs aériennes et les fleurs souterraines.

a/- Les fleurs aériennes

Elles sont ainsi constituées de:

Le calice qui comprend 5 pétales vert clair, dont 4 sont soudés presque entièrement par leur bord n'ayant de libre que leur partie terminale pointue, le cinquième en grande partie libre, constituant l'éperon, est simplement soudé par sa base aux autres. A l'épanouissement de la fleur, ce dernier se place généralement devant la carène, alors que les autres sépales sont situés derrière l'étendard. Les 5 sépales se prolongent à leur base en un tube calicinal assez fin appelé pédoncule floral (Figure 1 a), Ce tube est de dimensions variables (on trouve des fleurs à tube très long, alors que d'autres sont à tube court)

La corolle qui comprend un étendard jaune citron. auréolé jaune foncé sur son tiers extérieur dans les deux tiers inférieurs, il est strié des lignes radiales orangées, de deux ailes en coquille, jaune citron; le bord supérieur d'un pétale recouvre l'autre, abritant ainsi la carène dans sa partie supérieure (Figure 1 b). La carène blanche est incurvée et rostrée. A sa partie terminale, les pétales s'enroulent sur eux-mêmes, fermant parfaitement l'extrémité de la chambre où sont logées les étamines (Figure 1 d).

L'androcée comprend 10 étamines dont 4 ont une anthère sphérique et 4, une anthère allongée, à déhiscence longitudinale. En plus de ces 8 étamines, il existe deux filets soudés ne possédant pas d'anthères: le plus souvent l'un est plus grand que l'autre. Les 2 étamines opposées à l'étendard sont stériles; les filets, libres à leur partie supérieure, sont soudés à leur partie inférieure et forme un tube dans lequel passe le style (Figure 1 e).

Le gynécée qui comprend l'ovaire à une seule carpelle, située à la base du tube calicinal, insérée sur la tige par un très court gynophore qui s'allonge rapidement après fécondation. Le style fin et long traverse le tube calicinal, pour aboutir au milieu de la fleur. Le stigmate plumeux, débouche au-dessus des anthères et possède un petit réceptacle mamelonné.

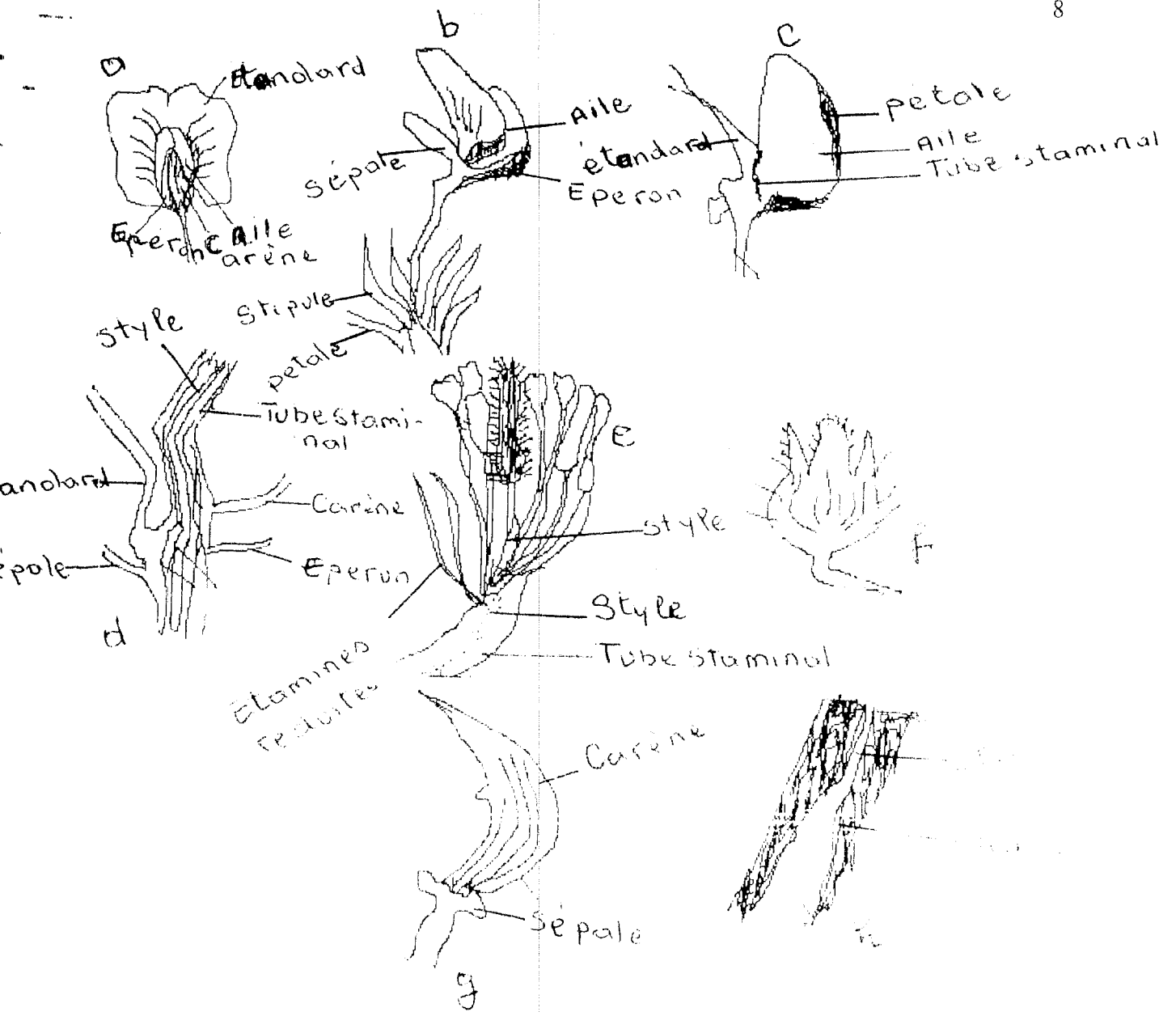


Figure 1. Fleur aeriennne

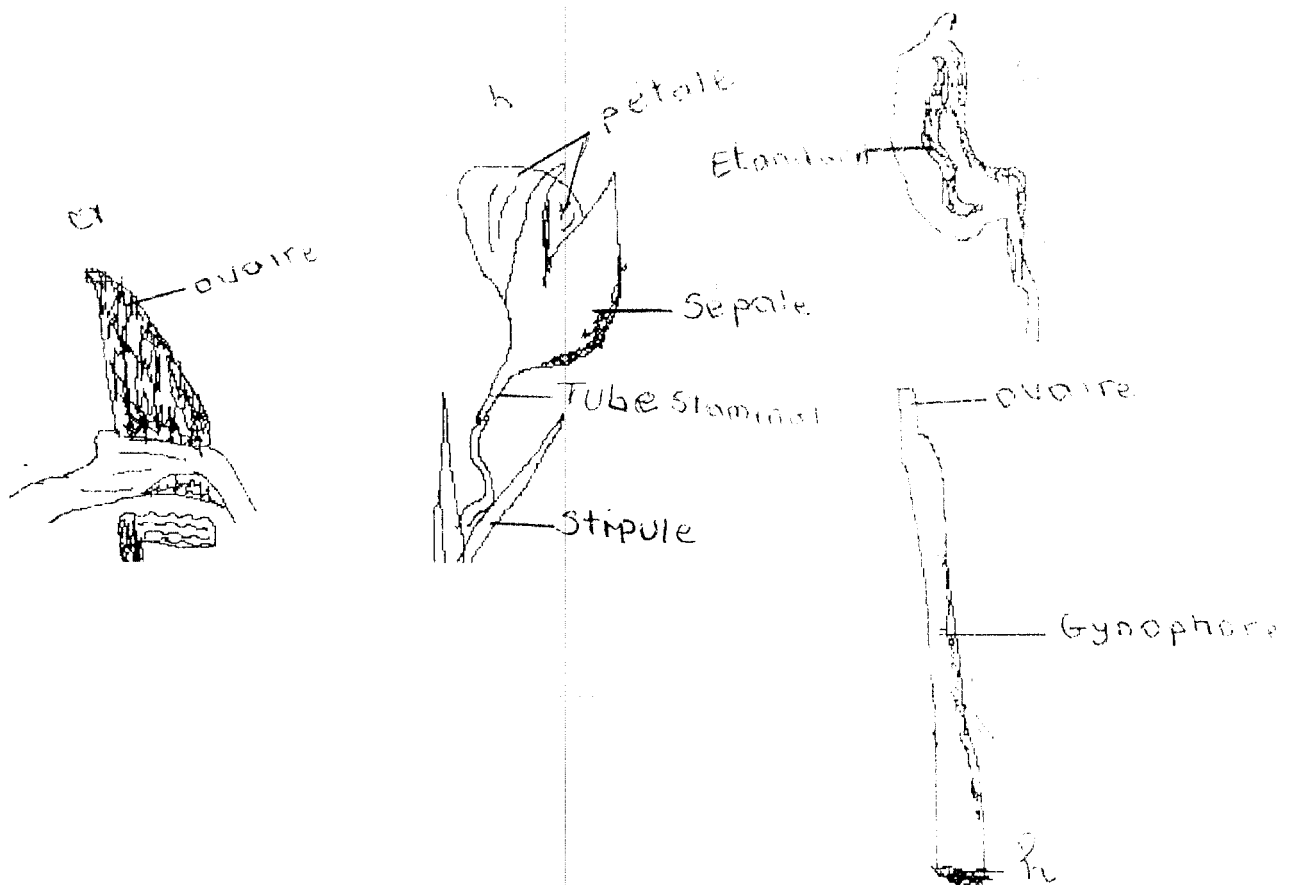
b/ Les fleurs souterraines

Ces fleurs existent chez toutes les variétés d'arachide, mais elles sont exceptionnelles chez les arachides tardives (3 à 4% des pieds seulement), elles sont fréquentes chez les variétés hâtives et se rencontrent sur 99% des plantes (Niclaes et Demol, 1958)

Leur fréquence varie avec l'âge de la plante. Elles apparaissent en même temps que les fleurs aériennes: elles sont nombreuses pendant 15 jours à 3 semaines puis deviennent rares. Cette floraison n'intéresse que le début de la floraison aérienne.

Ces fleurs prennent naissance en général, à la base des deux tiges situées au bas de la tige principale. Ces tiges sont presque toujours enterrées à leur base, c'est donc sous terre que ces fleurs naissent. Quelques unes se développent normalement et viennent s'épanouir à la lumière, d'autres plus nombreuses restent enterrées. Elles sont cléistogames c'est-à-dire qu'elles se fanent sans s'épanouir. Elles se différencient des fleurs aériennes par leurs sépales qui restent blancs au lieu d'être verts.

Les pétales sont de même couleur que ceux des fleurs aériennes, ils sont souvent frêpés. Le tube calicinal est court ou replié sur lui-même, l'androcée et le gynécée ont la même constitution que dans les fleurs aériennes. Ces fleurs sont fertiles.



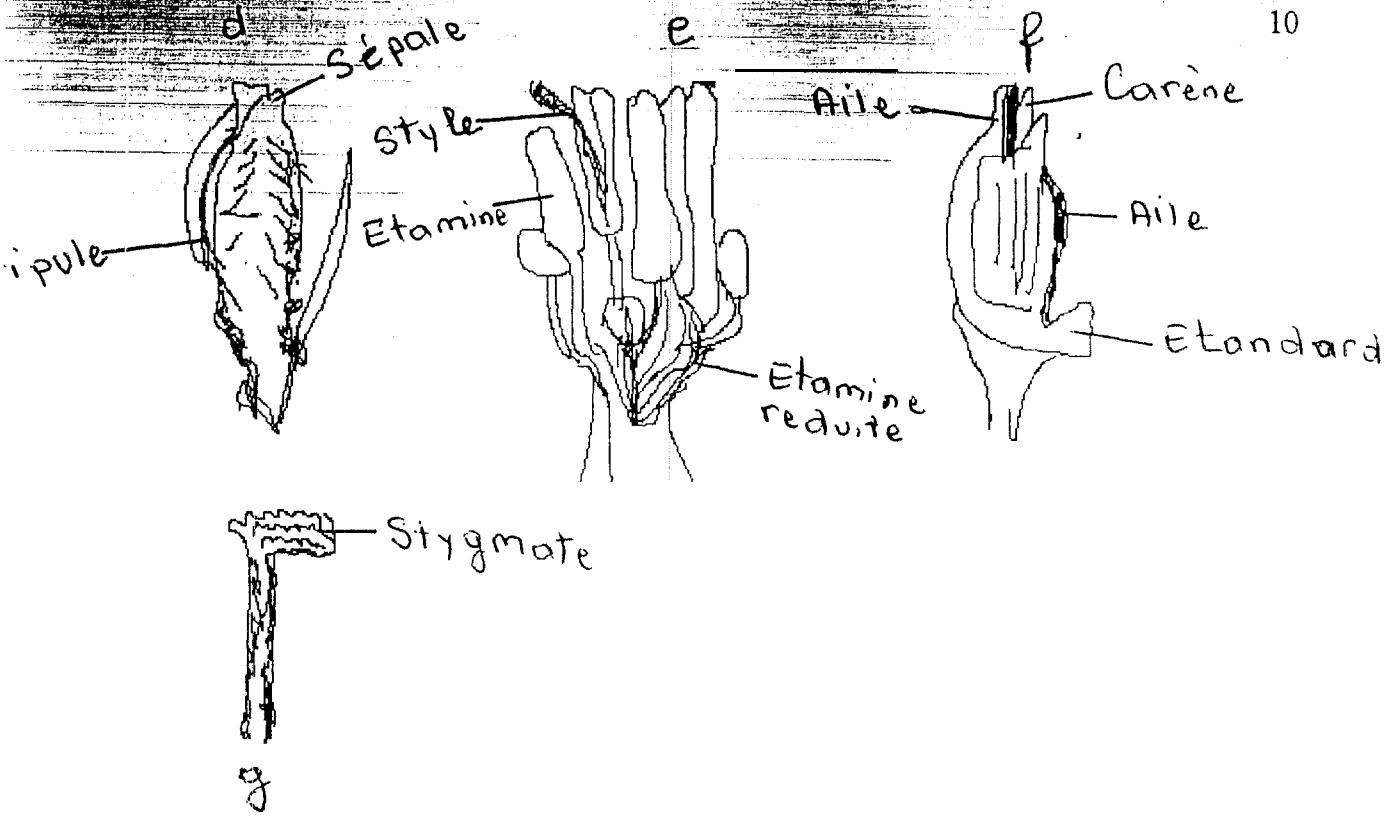


Figure 2: Fleur souterraine

2/ Stade de développement

L'arachide est une plante herbacée annuelle dont le cycle de développement, d'une durée variant de 80 à 125 jours. Le cycle de développement d'après Bouffil, (1951) peut être divisé en 3 phases: la germination, la floraison, la fructification et la maturation.

a/- La germination

La durée de cette phase est une caractéristique variétale dans une situation écologique donnée; en climat tropical c'est autour de 32 à 34°C: que la germination est plus rapide. Dans ces conditions elle est réalisée en 4 à 5 jours après semis, tant pour les variétés hâtives (Valencia et Spanish) que pour les variétés tardives (Virginia).

- Des graines d'arachide placées au contact de terre humidifiée (taux d'imbibition 35 à 40%) augmentent de volume par absorption d'eau. Deux jours après, la radicule très pointue apparaît et la racine principale s'allonge très rapidement, les racines secondaires apparaissent un peu plus tard. La longueur maximale de la radicule pendant ce stade est d'environ 25 mm, avec un

développement journalier de 10 à 20 mm. A ce moment l'axe hypocotylé se développe très légèrement, puis les cotylédons s'écartent pour laisser passer la tigelle. Lorsque la racine principale atteint une certaine dimension, l'axe hypocotylé se développe et remonte les cotylédons à environ 1cm du sol. En général, les cotylédons sont hypogés, mais il arrive que l'axe hypocotylé les sorte du sol. La longueur de l'axe hypocotylé est proportionnelle à la profondeur à laquelle la graine a été enterrée.

b/ La floraison

La fleur s'épanouit et se fane dans la même journée: cette caractéristique permet d'étudier la marche de la floraison, au cours du cycle végétatif de la plante. Cette floraison qui commence environ 3 semaines à 1 mois après semis se poursuit jusqu'à l'arrachage. Cette allure plus ou moins étalée de la floraison, le nombre total des fleurs produites, le coefficient de fertilité de ces fleurs et la durée de maturation des fruits dépendent des facteurs climatiques et aussi de la variété. Toutefois, le nombre des fleurs émises passent entre le 40^e et le 60^e jour après semis et décroît ensuite régulièrement. Les fleurs formées les 2 ou 3 premières semaines, période de "floraison utile", ont un plus fort taux de réussite (jusqu'à 60%). La période de floraison est davantage groupée pour les variétés hâtives que les variétés tardives. La floraison se poursuit tout au long de la vie de plante. Elle comprend 4 stades:

- 0 La progression lente
- ◊ La progression rapide
- ◊ Le palier de forte floraison
- 0 La chute de la floraison. (Annexe).

La progression lente de la floraison se stabilise assez rapidement et le palier de forte floraison dure environ 17 à 20 jours après semis, elle se situe en moyenne entre le 55^e et le 75^e jour après semis. La chute de la floraison suit immédiatement le palier de forte floraison et se poursuit jusqu'à la récolte. Pendant cette période seules quelques fleurs apparaissent par pied.

c/- La fructification et la maturation

La fécondation et le développement du fruit limitent la floraison. Une semaine après fécondation, l'ovaire s'allonge et forme le gynophore qui pénètre dans le sol une dizaine de jours plus tard.

Shear et Miller, (1955), ont établi une corrélation entre les températures décroissantes, à la fin du cycle végétatif, et la vitesse de développement des fruits d'une arachide de type virginia. Les durées qui séparent fécondation et maturation, la maturité étant appréciée par le poids moyen des fruits, passent approximativement de 10 à 13 semaines lorsque les températures moyennes varient entre 22 et 25°C.

En règle générale, la phase de maturation dure 40 (variétés hâtives) à 55 jours (variétés tardives); elle se fait en deux temps: d'abord le développement de la coque, la taille de la graine n'évoluant que très peu; ensuite le développement de la graine commençant par un fort accroissement de la pellicule, puis finalement de l'amande.

Schenk, (1961) montre que le poids frais de la coque atteint son maximum deux à trois semaines après pénétration du gynophore dans le sol et la quantité de matière sèche accumulée est maximale à la sixième semaine (Spanish et Valencia) ou à la dixième semaine (Virginia).

B/ CLASSIFICATION DE L'ARACHIDE CULTIVEE

Jusqu'à présent, la classification de l'arachide cultivée repose sur les caractères phénotypiques (botaniques. ou agronomiques). Puis interviennent le système de ramification et l'ordre d'apparition des bourgeons végétatifs et reproductifs qui sont les critères les plus couramment utilisés. Cette classification a permis de séparer les arachides en trois groupes (Gregory et al, 195 1): le type spanish, le type valencia et le type virginia.

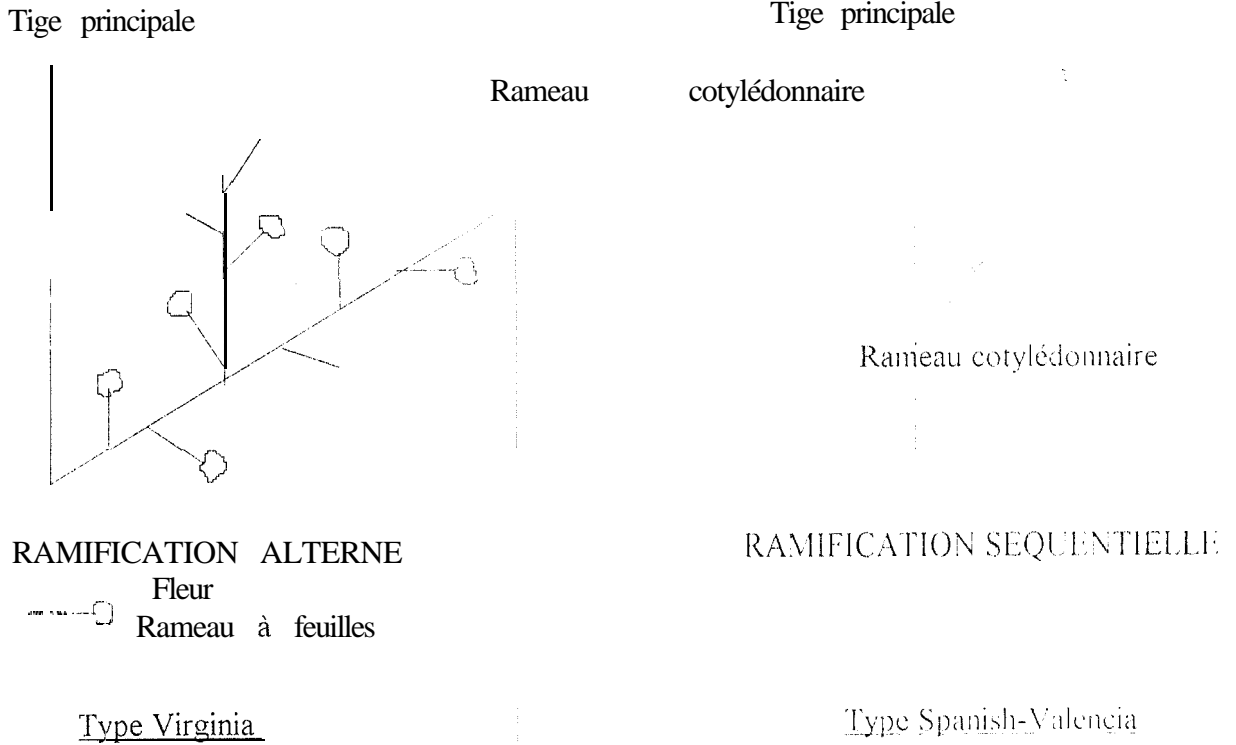
Bunting, (1955, 1958) a modifié cette classification en distinguant deux grands groupes:

◇ le groupe à ramification séquentielle

3 le groupe à ramification alternée.

A ces groupes correspondent respectivement les types spanish-valencia d'une part et le type virginia d'autre part.

Figure 3: TYPE DE RAMIFICATION



La distinction entre les types spanish-valencia et virginia s'effectue de la manière suivante:
(Tableau 2)

Tableau 2 : comparaison des caractères agronomiques de trois types d'arachide.

Caractères	spanish-valencia	virginia
1. port	érigé	rampant ou érigé
2. feuille:		
-couleur	vert clair (valencia) vert foncé (spanish)	vert très foncé
-taille	grosse (valencia) moyenne (spanish)	petite
3. graine		
-nbre/gousse	2 à 5 (valencia) 1 à 3 (spanish)	1 à 3
-dormance	pas de dormance	dormance 30 jours après maturité
-couleur du tégument (pour couleur rose)	rose clair	rose saumon
-rapport acide oléique/ acide linoléique	moins de 2	plus de 2
4. résistance aux maladies		
- cercosporiose	sensible	résistant
-rosette	sensible	résistant
5. cycle végétatif	court (85 à 110 jours)	long (105 à 160 jours)

Source: Giller et Sylvestre, 1969.

C/ DISTINCTION DES VARIETES D'ARACHIDE

Les diverses variétés d'arachide peuvent être reconnues d'après leurs caractères génétiques: par la dimension et la forme des gousses, les ornementsations, le nombre des graines par gousse ou encore la couleur du tégument séminal.

On distingue quatre classes selon les dimensions des gousses:

- ♠ gousses très grosses (plus de 20 mm)
- ♠ gousses grosses (15 à 20 mm)
- ♠ gousses moyennes (10 à 15 mm)
- ♠ gousses petites (moins de 10 mm).

Les gousses présentent une à plusieurs constrictions ou ceintures, plus ou moins marquées qui séparent les graines sur les faces ventrales ou dorsales

L'extrémité distale de la gousse présente un bec de forme variée.

L'ornementation des gousses dessine des reticulations plus ou moins accentuées

La couleur du tégument séminal peut être blanche, rose, rouge, jaune violacée, noire et même pie rouge.

IV/ AMELIORATION GENETIQUE DE L' ESPECE

On sait que l'amélioration génétique de toute espèce de plante nécessite tout un cortège de disciplines qui interviennent sur le corps central des opérations de création variétale proprement dite . En fait, toute décision opérationnelle se ramène à un bilan économique; bien plus, le bilan ne s'équilibre pas de la même manière, selon qu'il est ramené à un court terme (moins de 5 ans), à moyen terme (5 à 10 ans) ou à long terme (10 ans et plus).

Le moyen terme constitue une opération rationnelle si l'on sait que la création d'une variété exige un délai de 10 ans environ entre le moment où son idéotype est esquissé et le moment où elle est commercialisée. On peut répartir les opérations génétiques nécessaires à la création d'une variété en quatre phases plus ou moins concomitantes:

- 0 phase 1: gestion de sources (ou ressources) dans lesquelles sont choisis les génotypes travaillés.
- 0 phase 2: remaniement dans les génotypes sources entraînant des ségrégations ou des diversifications ,
- 0 phase 3 : sélection, dans la diversité ainsi créée, s'accompagnant d'une stabilisation des types retenus; on appelle aussi cette phase sélection stabilisatrice.
- ◇ phase 4 : opération aboutissant à la multiplication en nombre du génotype sélectionné.

1/ Amélioration variétale de l'arachide

a/- Aspect général

L'arachide cultivée est une plante allotétraploïde ($2n = 4x = 40$) à autogamie stricte Ceci a un certain nombre de répercussions sur le schéma d'amélioration:

- 0 les populations naturelles sont constituées d'une mosaïque de types généralement stables.

◇ la conservation des lignées pures en autofécondation est aisée.

L'arachide présente des caractères défavorables pour le sélectionneur:

- 0 faible nombre de graines par gousse.
- 0 faible nombre' de gousses par pied.
- 0 fructification hypogée.

Il est donc difficile de tester la descendance d'un pied selon des dispositifs statistiques, et impossible d'observer la production en végétation. tant en quantité qu'en qualité.

Les critères de sélection diffèrent selon qu'il s'agit d'arachide de bouche (taille du fruit, aspect texture de la graine, saveur de l'amande), ou d'arachide d'huilerie (rendement en graine, richesse en huile, qualité du tourteau).

De Pins (1983) a proposé un certain nombre d'objectifs prioritaires pour l'amélioration variétale de l'arachide:

- 0 l'obtention des variétés hautement productives.
- 0 l'amélioration de la tolérance à la sécheresse.
- ◇ la résistance à la pénétration des champignons (*Aspergillus flavus*)
- 0 la résistance à la Cercosporiose précoce et tardive (*Cercospora arachidicola* et *Cercosporidium personatum*).
- 0 la résistance à la rosette (*Aphis craccivora*)
- 0 l'obtention du matériel précoce et dormant
- 0 l'amélioration des caractères technologiques et notamment la qualité.

La sélection doit porter sur le rendement au décorticage, le poids de 100 graines, le taux de semences, la teneur en huile, les compositions en acides gras de l'huile et en acides aminés des tourteaux.

Pour atteindre ces objectifs, la diversité du matériel de base joue une importance fondamentale et conditionne directement le progrès génétique

Cette diversité génétique peut être obtenue par:

- ◇ l'introduction de matériel extérieur,
- ◇ la prospection de types sauvages, suivi d'hybridations interspécifiques,
- ◇ la modification artificielle du niveau de diploidie (par colchicine),
- ◇ l'introduction des mutations par des agents physiques ou chimiques

b/ La sélection

Elle permet une reproduction différentielle des recombinaisons; dans les parcelles du sélectionneur, la sélection naturelle (imposée par l'environnement) et la sélection humaine (ou artificielle) entrent en jeu continuellement

En amélioration des plantes, la sélection faite par le sélectionneur est efficace; elle est supposée accroître continuellement l'adaptation des nouvelles variétés aux nouveaux environnements créés par l'agriculture. Le processus décisionnel auquel est assujéti une nouvelle variété débute avec la parcelle du sélectionneur et se termine par l'évaluation de ses utilisations agricoles et industrielles.

cl- Critère de sélection pour améliorer le rendement

L'étude des corrélations entre caractères morphologiques et le rendement chez l'arachide a été effectuée par de nombreux auteurs et révisée par Lakshmaiah et al., (1983). Pour améliorer le rendement, on a proposé que la sélection s'exerce en tenant compte du nombre de gousses mûres, du nombre et de la longueur des ramifications secondaires et du nombre des noeuds sur celles-ci.

Ces caractéristiques présentent en effet une corrélation positive significative avec le rendement, par contre, la surface foliaire est négativement corrélée.

La méthode de sélection a pour objectif l'obtention des lignées stabilisées, aussi pures que possible qui puissent se maintenir identiques à elles mêmes

Ces lignées peuvent être obtenues par:

- ◇ choix dans des populations naturelles ou peu améliorées, locales ou étrangères,
- ◇ introduction directe des lignées stabilisées
- ◇ création des nouvelles lignées à partir des populations soumises à des agents mutagènes (rayonnements, substances chimiques).

d/- Les méthodes de sélection de l'arachide

On décrira plus spécialement les méthodes employées au Sénégal, qui sont très voisines de celles utilisées par tous les sélectionneurs. Seule la hiérarchie des objectifs, les moyens matériels mis en œuvre, l'intensité du travail de sélection diffèrent selon les pays.

Les méthodes de sélection les plus employées pour l'arachide sont les méthodes classiques d'amélioration des plantes autogames.

- ◇ La sélection massale qui consiste à choisir des phénotypes les plus intéressants à l'intérieur de la population à améliorer, n'est plus utilisée. Elle intéresse en effet, des populations à large base génétique qui n'existent plus aujourd'hui. L'utilisation des biotechnologies commence à peine; la sélection assistée par marqueurs est encore embryonnaire
- ◇ La sélection généalogique (pédigrée) est la plus employée. Il s'agit de suivre les descendances d'une plante hybride F_1 de génération en génération. Les plantes choisies sont semées en ligne, ce qui permet d'individualiser et de suivre les descendances d'une génération à l'autre. Les lignées sont fixées après six ou sept générations successives d'autofécondation naturelle. Pour l'arachide, la génération F_2 est généralement constituée par une population de 500 à 1000 plantes au sein de laquelle on choisit les meilleures pour la génération suivante. C'est cette méthode qui a permis de sélectionner la résistance à la rouille et à la cercosporiose à partir de croisements des variétés multi-résistantes et des variétés adaptées, aux croisements auxquels elles sont destinées (Kochert, 1994).
- ◇ La sélection par backcross (rétrocroisement) est utilisée pour transférer un nombre réduit de caractères, de préférence dominants d'un parent dit donneur à une variété à améliorer dite récurrente. En conséquence, l'objectif de cette méthode consistera à obtenir une variété nouvelle très semblable au parent récurrent et qui en comportera le caractère transféré du parent donneur. Pour cela, la F_1 issue de leur croisement sera recroisée autant de fois que nécessaire pour obtenir des lignées proches du parent récurrent. Ainsi parmi les lignées de différentes descendances appelées backcross 1 ($B + BC_1$) et BC_2, BC_3, BC_n , le choix des

plantes à croiser avec le parent récurrent sera fait en tenant compte de la présence de tous les caractères utiles de ce dernier associés à celui à transférer du parent donneur. Après un certain niveau de consanguinité des lignées sélectionnées par rapport au parent récurrent, les rétrocroisements sont arrêtés et le relais pris avec une suite d'autofécondation de plantes et lignées associées à leur description précise. Finalement, on obtient une ou plusieurs lignées stabilisées comportant le caractère à transférer, ainsi que tous les caractères utiles du parent récurrent. Cette méthode a été utilisée avec succès sur l'arachide pour transférer la résistance au virus de la rosette (variété 69.10 I et KH149 A) et pour obtenir des variétés très précoces destinées à l'Afrique de l'Ouest (Kochert, 1994).

◇ La sélection récurrente est la méthode la plus efficace pour sélectionner les caractères polygéniques à l'hérédité additive ou pour réaliser une sélection multicritère. Elle est rarement utilisée pour l'arachide en raison des difficultés liées aux nombres d'hybridations manuelles nécessaires en l'absence de systèmes de stérilité mâle génique pour reconstituer, à chaque cycle de sélection, la variabilité génétique initiale. Un programme de sélection récurrente est mené depuis 1985 au Sénégal pour améliorer l'adaptation à la sécheresse (Clavel et Annerose, 1995).

2/ Les sources génétiques de l'arachide

Les principales collections d'arachide sont conservées à l'I.C.R.I.S.A.T (International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics) en Inde (12000 accessions) et à l'U.S.D.A. (United States Department of Agriculture) aux Etats Unis (7500 accessions)

Les ressources génétiques de l'arachide comprennent les variétés originaires des centres de diversité, les lignées pures sélectionnées, mais aussi des dizaines d'espèces sauvages du genre *Arachis*. La caractérisation de ces ressources a été standardisée grâce à une collaboration étroite entre l'I.B.P.G.R (International Board for Plant Genetic Resource) devenu I.P.G.R.I (International Plant Genetic Resource Institute). Ces descripteurs qui étaient au départ sur-tout agromorphologiques, ont été complétés par des données sur le comportement face aux maladies, aux insectes et à la sécheresse (I.C.R.I.S.A.T, 1981). Les études taxonomiques et cytogénétiques au sein du genre *Arachis* ont permis d'évaluer ce matériel et d'identifier de

nombreuses sources de résistance, notamment aux maladies fongiques foliaires et virales, dans l'espèce sauvage. L'utilisation de ce matériel pour l'amélioration de l'arachide, se heurte encore à un certain nombre d'obstacles, en particulier à l'incompatibilité en croisement de différentes espèces dues à des barrières qui se situent avant et après la fécondation. Elle est cependant la condition essentielle du progrès de l'amélioration de l'arachide.

3/ Hybridation

L'hybridation en amélioration des plantes est une méthode de croisement entre le parent adapté localement d'une part et le parent moins adapté ou parent sauvage d'autre part. Elle vise à introduire un caractère précis (par ex. une résistance à une maladie) d'un parent étranger.

Une variété hybride est le résultat d'un croisement (première génération). On distingue trois types d'hybrides:

- ◇ l'hybride simple $(A \times B) = F1$
- ◇ l'hybride 3 voies $[(A \times B) = F1] \times C = F1$
- ◇ l'hybride double ou 4 voies $[(A \times B) \times (C \times D) = F1]$

Les hybrides simples sont les plus courants en amélioration de l'arachide.

Sur la base des résultats obtenus lors de l'évaluation des hybrides, on procède au choix des meilleures formes qui sont considérées comme de nouvelles variétés. Elles sont confirmées d'abord au niveau interne (en station de recherche), puis au niveau externe (essais multilocaux) en milieu rural, avant d'être intégré successivement dans la vulgarisation.

Il existe deux types d'hybridation: l'hybridation manuelle (ou artificielle) et l'hybridation naturelle.

a./- Hybridation manuelle (ou artificielle)

Elle consiste à effectuer à la main, l'émasculature des fleurs sur les plantes femelles bien isolées qui seront ensuite pollinisées avec du pollen prélevé sur les fleurs des plantes mâles également bien isolées

Pour distinguer les fleurs manuellement pollinisées de celles naturellement autofécondées, il importe de marquer à l'aide d'un fil de couleur portant une étiquette qui précisera le type de pollinisation, la date et le cas échéant, le géniteur mâle.

L'hybridation manuelle donne de bons résultats, avec un taux élevé de réussite et de nouaison (fructification).

b/- Hybridation naturelle

Elle se produit après autofécondation des fleurs c'est-à-dire, le stigmate, en contact avec le pollen, provoque une fécondation de l'ovaire.

4/ La pollinisation

La pollinisation est le transport des grains de pollen après la déhiscence des anthères, jusqu'au stigmate de l'ovaire.

Il existe deux modes de pollinisation:

- ◇ la pollinisation directe qui se fait par pesanteur, lorsque les étamines sont plus hautes que le stigmate, Les grains de pollen, à la déhiscence des anthères, tombent directement sur le stigmate pour provoquer la fécondation.
- ◇ La pollinisation indirecte qui se fait par l'intervention:
 - * du vent (pollinisation anémophile)
 - * des insectes (pollinisation entomophile)
 - * des oiseaux (pollinisation ornithophile)

* des chauves souris (pollinisation zoïdiophile)

* de l'eau (pollinisation hydrophile)

* de l'homme (pollinisation artificielle)

Cette dernière est celle qui intéresse notre étude menée à l' I. S. R. A. de Bambey dans le laboratoire de sélection de l'arachide.

DEUXIEME PARTIE

EXPERIMENTATION

V/ PARTIE EXPERIMENTALE

A/ MATERIEL ET METHODES

1/ Matériel végétal

Dans le cadre de cette étude, des graines d'arachide (variétés 55-437, 57-422 et la Fleur 11) ont été utilisées.

Le choix porté sur ces variétés est dû au fait que ces dernières ont un cycle végétatif court (Fleur 11 et 55-437) ou intermédiaire (57-422) pouvant permettre l'exécution de l'expérience pendant cette courte période de stage.

a/- **Caractéristiques** des **variétés** utilisées

La Fleur 11

La fleur 11 d'origine chinoise a été sélectionnée au C.N.R.A de Bambey en 1993. Elle appartient à la classification botanique du groupe Spanish et a un cycle végétatif de 90 jours (cycle court). Elle possède les caractéristiques suivantes:

- ◇ un port érigé, avec des folioles grandes et un groupement des gousses.
- ◇ d'assez grosses gousses bigraines , avec une ceinture peu marquée et un bec moyen avec crête
- Y un réseau marqué
- ◇ une coque mince
- ◇ des graines allongées à méplat marqué, rose clair.

Le poids de 100 gousses atteint 130 à 140 g et celui de 100 graines, 50 à 55 g

Le rendement au décorticage est de 70,3 à 72 % avec une teneur en huile variant entre 50 et 51% de la graine sèche.

La Feur 11 est une variété non dormante le rapport gousses/paille est moyen; la densité optimale de semis est de 13 5.000 pieds/ha (50 x15); le poids des graines/ha atteint 75 à 80kg. Elle est une variété très productive et bien adaptée aux conditions de culture en zone sèche (Mortreuil, 1993).

La variété 55-437

Cette variété d'origine sud-américaine, reçue de Hongrie, a été sélectionnée à l'I. S. R. A.-C.N.R.A de Bambey (Sénégal) en 1955.

C'est une variété à cycle végétatif court (90 jours) appartenant à la classification botanique du groupe Spanish.

Morphologiquement, la 55-437 possède des caractéristiques suivantes:

- ◊ un port érigé, des folioles grandes et un groupement excellent des gousses.
- ◊ des gousses petites, pratiquement sans bec, à coque mince, ceinture peu marquée et un réseau très net.
- ◊ des graines rondes, à léger méplat, rose clair et un tégument séminal lisse.

Du point de vue agronomique, le poids de 100 gousses atteint 80 à 95 g; le poids de 100 graines varie entre 35 et 38 g ; le rendement au décorticage est de 75 % et la teneur en huile est de 49 % de la graine sèche.

C'est une variété non dormante (70 % de levée immédiat); le rapport gousse/ paille est moyen; la densité optimale au semis est de 166000 pieds/ha; le poids des graines/ha est de 60 kg , la résistance à la sécheresse et aux maladies est bonne; le pourcentage d'acide oléique de l'huile est de 46 à 49 % et celui de l'acide linoléique est égal à 27 à 30 % (Bockelée-Morvan, 1983).

La variété 57-422

fa 57-422 a été sélectionnée au C.N.R.A Bambey (Sénégal) en 1957 (Rockelée-Morvan, 1983)

Elle appartient au groupe Virginia et son cycle végétatif est de 105 à 110 jours (variété intermédiaire).

Elle a un port érigé, des folioles grandes et claires, la graine est grosse, à bec assez marqué, ceinture très marquée, la coque est très mince et le réseau efface. La graine est rose, jaunâtre, parfois bosselé, grosse, allongée, à méplat léger

Le poids de 100 gousses peut atteindre 165 à 175g celui de 100 graines 65 à 69g. Le rendement au décorticage est de 78 % et la teneur en huile atteint 50 % de la graine sèche.

C'est une variété dormante, ayant un taux de germination allant de 0 à 5 % d'une durée d'un mois environ. Le rapport gousse/paille est bon; la densité optimale au semis est de 100 000 pieds/ha et le poids des graines/ha de 70 kg.

La résistance à la sécheresse est moyenne. Par contre, elle est sensible à la cercosporiose, peu sensible au jaunissement de la graine, tolérante au clump.

Le taux en acide oléique de l'huile varie entre 50 et 53 % et 27 et 30 % pour l'acide linoléique. Cette variété de type intermédiaire convient aux régions à longueur de saisons des pluies variant entre 90 et 120 jours et ayant une croissance rapide en début de végétation. La production est très groupée et homogène à maturité.

b/- Pratique de l'hybridation manuelle sur l'arachide

La fleur de l'arachide se développe la nuit, la fécondation naturelle se produit vers 4h du matin et la fleur se flétrit dans la journée suivante. Les fleurs sont portées par un rameau reproducteur très court, naissant à l'aisselle de la feuille (Figures 4 et 5).

Figure 4: d'arachide

coupée longitudinalement

a. calice b: étandard c: aile
d: carène e: anthères f: colonne
staminale g: stigmate

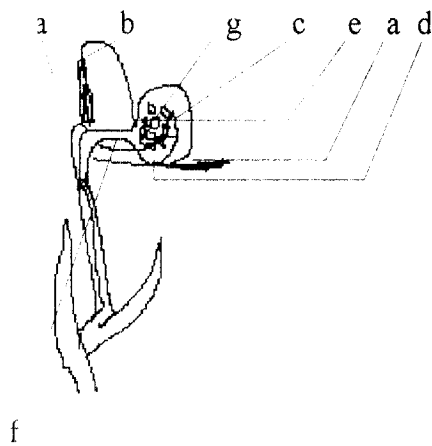
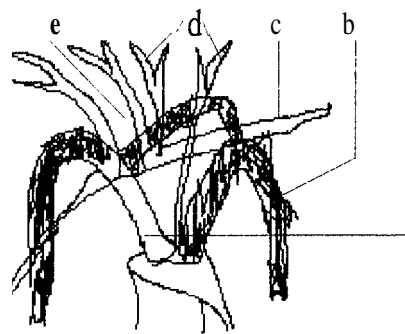


Figure 5: Inflorescence

a: axe de l'inflorescence b: gynophores
c: bractées situées à la base de chaque branche florale
d: bractées bifides situées à la base de chaque fleur
e: bourgeon terminal de l'inflorescence



c/- Les étapes de l'hybridation manuelle

◇ castration:

On la pratique en fin d'après midi (16h-18h environ) sur les boutons floraux. Après arrachage de la carène (en tirant vers le bas), les 10 étamines sont soigneusement enlevées à la pince. Le stigmate (organe femelle), dont on prendra soin de ne pas léser l'extrémité, reste alors seul entre les deux ailes de la fleur.

◇ fécondation

Elle se pratique le lendemain matin (entre 15h et 9h, suivant les conditions atmosphériques). Le pollen des fleurs mâles est apporté en plaçant le "chapeau" constitué par l'extrémité de la carène contenant les étamines, sur le stigmate. Si la brumisation est impossible, l'humidité relative saturante au voisinage de la fleur fécondée sera assurée en plaçant, au dessus de la fleur un petit chapeau en papier filtre humecté qui sert aussi pour le repérage rapide des fleurs fécondées.

◇ marquage

La fleur hybridée est marquée à l'aide d'un fil de couleur (rouge de préférence) portant une étiquette où est mentionnée la date de l'hybridation. Le fil de couleur devra être noué au niveau des bractées de l'inflorescence correspondant à la fleur fécondée afin d'éviter toutes confusions avec l'inflorescence voisine.

Le gynophore apparaît au bout d'une semaine environ: il est marqué le plutôt possible en nouant de façon très lâche le fil utilisé pour marquer la fleur correspondante.

◇ récolte

Les gousses hybrides sont récoltées à la date voulue, traitées, ensachées, étiquetées et conservées avec soin.

d/- Recommandations

3 le semis des fleurs femelles sera opéré " à hauteur d'homme " afin de limiter les contraintes de fatigue au niveau du dos de l'opérateur.

◇ l'arrosage ne devra pas être excessif sous peine de limiter le nombre des fleurs surtout sur les mâles.

◇ les plantes devront être maintenues dans le meilleur état sanitaire possible: surveillance des pucerons et des maladies et traitements phytosanitaires.

0 la période la plus favorable est située pendant les trois premières semaines de floraison (tant pour les femelles que pour les mâles). En pratique, on commencera les hybridations dès l'apparition des fleurs et ces dernières ne devront pas se poursuivre au delà d'un mois

0 le ratio femelle/mâle devra être de 1/2 Cinq plantes femelles pour dix plantes mâles doivent permettre d'obtenir cinquante gousses hybrides (soit 10 fleurs hybridées par femelle en moyenne).

- ◇ pour les dates de semis on devra tenir compte des différences de cycle entre les mâles et les femelles: dans le cas de cycle identique, les semis d'une partie des plantes mâles pourront être effectués une semaine avant celui des femelles, l'autre partie aura lieu en même temps.
- V on veillera à enlever toutes les fleurs non castrées des rameaux florifères au fur et à mesure des hybridations afin de ne pas risquer de confusion avec les gynophores apparus ultérieurement.
- ◇ récolte: les gousses issues de l'autofécondation des pieds mâles sont également récoltées afin de vérifier la conformité du parent ou pour démarrer éventuellement une série de sélections généalogiques (en particulier dans le cas d'un programme de retrecroisements).

2/ Autres matériels

Au cours de cet essai, divers matériels ont été utilisés; il s'agit notamment de:

- trois bacs en bois dont les dimensions sont les suivantes:

Bac 1 (contenant les variétés mâle et femelles pour la première répétition): $L = 1,96\text{m}$;

$l = 0,96\text{ m}$; $h = 0,34\text{m}$;

$S = 1,881\text{m}^2$.

Bac 2 (contenant les variétés femelles pour la deuxième répétition): $L = 1,69\text{ m}$; $l = 0,56\text{ m}$;

$h = 0,215\text{ m}$; $S = 0,946\text{ m}^2$

Bac 3 (contenant la variété mâle pour la deuxième répétition): $L = 0,81\text{ m}$; $l = 0,49\text{ m}$;

$h = 0,22\text{ m}$; $S = 0,396\text{m}^2$

- un terreau servant de support pour le semis.

B/ TECHNIQUES UTILISEES

1/ Site expérimentale et préparation des bacs d'essais

L'ensemble des opérations s'est déroulée à la serre "arachide" du C.N.R. A à Bambey (Sénégal).

Après le remplissage des bacs avec du terreau, un apport d'engrais ternaire

NPK (6-20-10) à la dose de 70 g /bac a été 'ajouté suivi d'un arrosage copieux

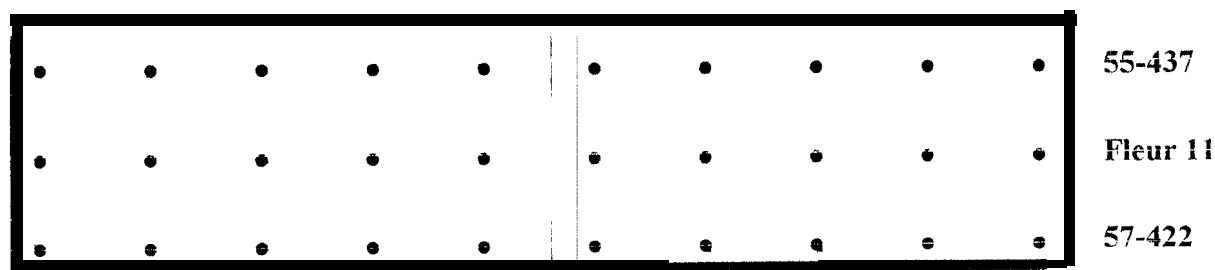
2/ Dispositif expérimental et mise en place

Un dispositif en blocs de Fisher avec deux répétitions pour chaque type d'expérimentation a été mis en place. Chaque répétition était constituée de 10 pieds.

Après un traitement de semences au Granox (insecticide ayant la composition suivante: Thirame 15 %, Benomyl 7 % Carbofuran 10 %) à la dose de 0,05783g pour 57,83g de semences. Le semis a été effectuée à la main selon un écartement de 50 cm entre les lignes et 15 cm entre les poquets. La date de semis du deuxième essai (deuxième bac) a été décalée afin de ne pas avoir à manipuler beaucoup trop de fleurs en même temps.

Figure 6: Schéma de semis d'un bac

Pieds couverts avec un chapeau (AC) , Pieds non couverts avec un chapeau (SC)



Fleur 11 = Parent donneur 55-437 et 57-422 sont les parents receveurs

La levée complète du premier bac a eu lieu six jours après semis, tandis celle du deuxième essai a eu lieu au cinquième jour après semis. Les travaux d'entretien ont été effectués (arrosage, désherbage, sarclage-binage).

3/ Suivi de la floraison et hybridation

Le début de la floraison est marqué comme la date à laquelle au moins une fleur a été émise. C'est ainsi que la première fleur sur la variété Fleur 11, variété considérée comme mâle, est apparue au 2^e jour après semis (JAS).

La floraison sur le deuxième bac a débuté au 24^e jour après semis et le 25^e jour fut la date à laquelle: les croisements ont commencé.

Les croisements se sont déroulés de la manière suivante:

0 La veille (entre 17h et 19h), castration 'de tous les boutons floraux apparus sur les pieds femelles (55-437 et 57-422), suivi d'un marquage au fil, noué au niveau des bractées de l'inflorescence correspondant au bouton castré afin d'éviter toute confusion avec l'inflorescence voisine.

◇ Le lendemain matin, entre 7h et 10h, pollinisation des boutons castrés la veille et qui se sont épanouis pendant la nuit. Le travail commençait par le comptage des fleurs apparues sur la variété mâle et se poursuivait ensuite avec la pollinisation qui consistait à prendre à l'aide d'une pince, le pollen des fleurs mâles (Fleur1 1) qu'il fallait mettre sur le stigmate des fleurs femelles (55-437 et 57-422) pour provoquer la fécondation. Pour comparer les deux méthodes, le bac a été divisé en deux parties:

* la première allait du 1^{er} au 5^e pied. Aussitôt après pollinisation, un chapeau en papier buvard humecté d'eau distillée a été posé pour recouvrir la fleur afin de maintenir l'humidité relative élevée autour de celle-ci.

* la deuxième partait du 6^e au 10^e pied, Ici les fleurs pollinisées n'étaient pas recouvertes par un chapeau; seule l'humidité ambiante était considérée.

4/ DEROULEMENT DES CROISEMENTS

L'obtention de 35 fleurs pollinisées au minimum par pied, marquait la fin des croisements

≡≡ Premier essai (bac 1)

- ◇ Les croisements sur la variété 55-437 ont débuté au 24[°] JAS et se sont prolongés jusqu'au 43[°] JAS.
- ◇ Ceux de la variété 57-422 ont débuté au 25[°] JAS et se sont arrêtés au 53[°] JAS.

≡ Deuxième essai (bac 2)

- ◇ les croisements de la variété 55-437 se sont étalés du 22[°] au 55[°] JAS
- ◇ ceux de la 57-422 ont commencé au 25[°] jour et se sont arrêtés au 54[°] JAS

Les fleurs de la variété mâle (Fleur 11 j) quant à elles, sont comptées quotidiennement pour la vérification du ratio femelle/mâle (Graphique 1).

a/ Marquage des gynophores

Tout au long de la phase de croisement, les gynophores qui apparaissent, tous les dix jours environ, sont marqués le plutôt possible d'un fil. En fait le fil qui avait servi pour marquer la fleur pollinisée est utilisé pour marquer le gynophore.

b/ Récolte

La récolte a eu lieu au 104^{er} JAS. L'arrachage des pieds a été fait à la main et regroupé selon le type d'expérimentation. Le détachement des gousses des pieds a été effectué au laboratoire

Ainsi seules les gousses nouées avec un fil c'est-à-dire les gousses hybridées, ont été retenues pour l'évaluation des deux méthodes d'hybridation. Après avoir regroupé les gousses hybridées par pied et par méthode, nous avons procédé à l'analyse des résultats.

5/ RESULTATS

Les résultats obtenus sont présentés d'abord par méthode d'hybridation c'est-à-dire avec chapeau (AC) ou sans chapeau (SC) par variété et par bac d'hybridation c'est-à-dire par répétition,

Le Premier bloc

'Tableaux 3: Résultats du croisement 55-43' x Fleur 11 (bac 1)

Technique AC

N° pied	Nbre.F.poll	Nbre gynoph	Nbre gous	%gynoph	%gous
1	41	14	8	34,15	57,14
2	42	9	9	21,43	100,00
3	42	12	7	28,57	58,33
4	43	15	14	34,88	93,33
5	35	15	6	42,86	40,00

Technique SC

N° pied	Nbre F poll	Nbre gynop	Nbre gous	% gynoph	% gous
1	39	14	9	35,90	64,29
2	36	11	10	30,56	90,91
3	35	20	8	57,14	40,00
4	40	21	10	52,50	47,62
5	38	19	8	50,00	42,11

Le nombre de fleurs pollinisées par pied est supérieur pour AC comparé à SC pour la variété 5 5-437. Cependant, on constate qu'en général le nombre de gynophores apparus par pied est en faveur de SC. Néanmoins le nombre de gousses par pied ne diffère pas de beaucoup

Tableau 4: Résultats du croisement 7-422 x Fleur 11 (bac 1)

Technique AC

N° pied	Nbre F. poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
1	40	19	17	47,50	89,47
2	37	16	12	43,24	75,00
3	37	14	13	37,84	92,86
4	38	16	15	42,11	93,75
5	35	16	15	45,71	93,75

Technique SC

N° pied	Nbre F. Poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
1	37	8	5	21,62	62,50
2	38	9	8	23,68	88,50
3	35	7	7	20,00	100,00
4	37	14	11	37,84	78,57
5	35	18	9	51,43	50,00

Pour ce qui concerne le croisement 57-422 x Fleur1 1, le nombre de fleurs pollinisées par pied est sensiblement égal. Toutefois on constate que la méthode AC produit beaucoup plus de gynophores par pied et également il a un taux de transformation gynophores-gousses (taux de réussite) plus élevé par pied.

Deuxieme bac

Compte tenu des écartements entre les poquets de la longueur du deuxième bac, la méthode SC ne compte que 4 pieds au lieu de 5 comme pour la méthode AC pour les deux croisements que sont 55-437 x Fleur1 1 et 57-422 x Fleur11.

Tableau 5: Résultats du croisement 55-437 x Fleur11 (bac 2)

Technique AC

N° pied	Nbre F. pol	Nbre gynop	Nbre gous	% gynop	% gous
	57	20	11	35,09	55,00
2	40	14	8	35,00	57,14
3	51	16	12	31,37	75,00
4	37	15	12	40,54	80,00
5	40	19	12	47,50	63,16

Technique SC

N° pied	Nbre F. poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
1	58	18	8	31,03	44,44
2	42	10	8	23,81	80,00
3	37	10	7	27,03	70,00
4	38	11	8	28,95	72,73

On constate que le nombre de fleur pollinisées par pied n'est pas très différent pour les deux méthodes. Cependant la production de gynophores par pied est supérieure pour la méthode AC. Il en est de même aussi du nombre de gousses par pied. Ainsi donc le taux de réussite est également à l'avantage de la méthode AC.

Tableau 6: Résultats du croisement 57-422 A Fleur 11 (bac 2)

Technique AC

N° pied	Fibre F. poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
1	36	19	10	52,78	52,63
2	52	19	10	36,54	52,63
3	35	12	10	34,29	83,33
4	37	11	10	29,73	90,91
5	37	11	5	29,73	45,45

Technique SC

N° pied	Nbre F. poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
1	36	10	7	27,78	70,00
2	37	14	14	37,84	100,00
3	37	12	6	32,43	50,00
4	38	13	5	34,21	46,15

Le nombre de fleurs pollinisées par pied est sensiblement la même pour les deux méthodes. Le nombre de gynophores produit par pied est supérieur pour la méthode AC par rapport à la méthode SC. Le nombre de gousses est également supérieur pour la méthode AC. Malgré cette supériorité du nombre de gynophores et du nombre de gousses, le taux de réussite semble être à l'avantage de la méthode SC si on prend les pieds individuellement.

DESCRIPTION DE LA SITUATION GENERALE

Comparaison des deux techniques

* Premier bac:

Tableau 7: Nombre total de gynophores et de gousses et leurs pourcentages obtenus par technique pour le croisement 55-437 x Fleur 11 du premier bac.

Technique AC: 55-437 x Fleur11

Nbre Fl. Pol.	Nbr gynoph.	N b r e	gous	% gynoph	% gous
2033	65	44		32,01	67,69

Technique SC 55-437 x Fleur 11

Nbre Fi. Pol	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
188	85	45	45,21	52,94

En comparant les deux techniques, pour le croisement 55-437 x Fleur11 on observe que sur 203 fleurs pollinisées avec la technique AC, on a obtenu 65 gynophores seulement soit un pourcentage de 32,01 %. Alors qu'avec la méthode SC, sur 188 fleurs pollinisées, 85 gynophores ont été obtenus soit un pourcentage de 45,21%

Par rapport aux gousses, le nombre total obtenu avec la technique SC est légèrement supérieur à celui de AC (45 contre 44). Toutefois le taux de réussite de AC est bien supérieur à celui de SC (67,69 % contre 52,94 %).

Tableau 8: Nombre total de gynophores et de gousses et leurs pourcentages obtenus par technique pour le croisement 57-422 x Fleur 11 du premier bac.

Technique AC: 57-422 x Fleur 11

Nbre Fl. Poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
187	81	72	43,31	88,89

Technique SC: 57-422 x Fleur 11

Nbre Fl. Poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
182	56	40	30,77	71,43

En ce qui concerne le croisement 57-422 x Fleur 11, le nombre total de fleurs pollinisées est sensiblement le même pour les deux techniques, mais le nombre de gynophores produit est largement supérieur pour AC (81 au total) que pour SC qui a obtenu un total de 56 gynophores. Cette tendance est la même pour le nombre total de gousses qui est de 72 pour AC et 40 pour SC. On constate ainsi un taux de réussite de loin supérieur pour AC que pour SC, 88,89% et 71,43% respectivement pour AC et SC.

* Deuxième bac

Tableau 9: Nombre de gynophores et de gousses et leurs pourcentages obtenus par technique pour le croisement 55-437 x Fleur 11 du deuxième bac

Technique AC: 55-437 x Fleur 11

Nbre Fl. Poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
225	84	55	37,33	65,48

Technique SC: 55-437 x Fleur 11

Nbre Fl Poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
175	49	31	28	63,26

La transformation des fleurs en gynophores se fait avec beaucoup plus d'efficacité pour la technique AC que pour SC. En effet le pourcentage de gynophores est de 37,33 % pour la méthode AC et 23 % pour la technique SC. Le taux de réussite est en faveur de la technique AC avec 65,48% des gynophores qui deviennent des gousses alors qu'il est de 63,26 % pour SC.

Tableau 10: Nombre de gynophores et de gousses et leurs pourcentages obtenus par technique pour le croisement 57-422 x Fleur 11 du deuxième bac.

Technique AC: 57-422 x Fleur 11

Nbre Fl Poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	%-gous
197	72	45	36,55	62,5

Méthode SC

Nbre Fl Poll	Nbre gynoph	N b r e gous	% gynoph	% gous
148	49	33	33,11	67,35

On constate pour ce croisement que le nombre de gynophores et le nombre de gousses sont plus élevés pour la technique AC que pour la technique SC. La transformation des fleurs pollinisées en gynophores est également meilleure pour la technique AC. En effet, le taux est

de 36,55 % contre 33,11 % respectivement pour AC et SC. Cependant, le taux de réussite, c'est-à-dire la transformation des gynophores en gousses est à l'avantage de la technique SC; 67,35 % des gynophores deviennent des gousses, contre 62,5 % pour AC.

Combinaison des deux techniques pour un même croisement

Tableau 11: Résultats de la combinaison des deux bacs pour le croisement 55-437 x Fleur 11.

55-437 x Fleur-11 (AC)

Nbre Fl Poli	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
428	149	99	34,81	66,44

55-437 x Fleur 11 (SC)

Nbre Fl Poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
363	134	76	26,01	56,72

On constate que le nombre total de gynophores et le nombre total de gousses sont plus élevés pour AC dans les deux essais (bacs).

La transformation des fleurs en gynophores est plus élevée pour la technique SC que pour AC. Toutefois, le taux de réussite est beaucoup plus élevé pour la technique AC: 66,44 % contre 56,72 % pour SC.

Tableau 12: Résultats de la combinaison des deux bacs pour le croisement 57-422 x Fleur 11

57-422 x Fleur 11 (AC)

Nbre Fl Poll	Nbre gynoph	Nbre pour	% gynoph	% gous
384	153	117	39,84	76,47

57-422 x Fleur 11 (SC)

Nbre Fl Poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
330	105	73	31,82	69,52

Le constat fait sur le croisement entre 57-422 x Fleur 11 montre que le nombre total de gynophores et le nombre total de gousses sont plus élevés pour la technique AC dans les deux essais. La transformation des fleurs en gynophores est également élevée pour la technique AC que pour SC et le taux de réussite est encore en la faveur de la technique AC (76,47 % contre 69,52 %).

Combinaison des deux types d'expérimentation

Tableau 13: Résultats de la combinaison des deux types de croisements par technique

Technique AC

Nbre Fl Poil	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
812	302	216	37,19	71,52

Technique SC

Nbre Fl. poll	Nbre gynoph	Nbre gous	% gynoph	% gous
693	239	143	36,42	69,52

Les chiffres obtenus par la technique AC sont supérieurs à ceux de la technique SC tant pour le nombre total de gynophores que pour celui de gousses. En conséquence le pourcentage de gynophores et le taux de réussite sont à l'avantage de la technique AC (Tableau 11); la différence du taux de réussite est presque de 10 points (71,52 % pour AC contre 62,34 %)

6/ DISCUSSION

La réussite d'une hybridation est fonction des conditions de sa réalisation, mais aussi et surtout de la technique utilisée.

Dans nos conditions expérimentales, nous avons observé que la technique AC est plus performante que la technique SC tant pour le croisement 55-437 x Fleur 11 que pour le croisement 57-422 x Fleur 11.

En effet, le taux de transformation des fleurs pollinisées en gynophores et le taux de réussite pour l'ensemble de l'expérimentation est supérieure pour AC, 37,19% et 76,47% respectivement pour les gynophores et le taux réussite, que pour SC qui a 34,49% de fleurs pollinisées devenues des gynophores et 62,34% de réussite (Tableau 11).

La supériorité de la technique AC par rapport à la technique SC tient au fait que l'humidité relative autour de la fleur pollinisée est maintenue un peu plus longtemps, ce qui améliore du coup la fécondation de cette fleur.

Par contre, avec la technique de l'air ambiant, c'est-à-dire sans un chapeau imbibé d'eau autour de la fleur, le stigmate et le pollen se dessèchent assez rapidement, ce qui ne favorise pas la formation du tube pollinique et donc la fécondation.

Ainsi donc, dans les conditions expérimentales de Bambey, l'utilisation autour de la fleur pollinisée d'un chapeau imbibé d'eau améliore significativement les taux de réussite de l'hybridation des fleurs d'arachide.

7/ CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'utilisation de la technique "avec chapeau" dans l'hybridation chez l'arachide s'avère donc nécessaire si on veut arriver à disposer de descendants F₁ en assez grand nombre

Compte tenu du fait que la fleur de l'arachide cultivée est sensiblement la même pour les différents types, mais aussi du fait que le taux de réussite de l'hybridation conditionne grandement l'efficacité de la recherche de la variabilité nécessaire à l'obtention de l'idéotype désiré, une bonne technique d'hybridation est à rechercher.

La technique "avec chapeau" doit être utilisée surtout dans les cas de croisements entre les arachides cultivées et les arachides sauvages afin d'en augmenter l'efficacité

Pendant la saison sèche, dans les régions du Sahel la technique "avec chapeau" trouve un plus grand intérêt puisque pendant cette période l'humidité relative est très faible à cause des vents chauds et secs de l'harmattan.

Il s'y ajoute que la plupart des hybridations sont conduites durant cette période dite de contre-saison afin de pouvoir avancer la génération F₁ en F₂ durant l'hivernage qui suit,

8/ REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- Bockelée-Morvan, A. 1983. Les différentes variétés d'arachide cultivée au Sénégal Oléagineux, Vol. 38 (2), p. x-y.
- 2- Bouffil, F. 1951 : Biologie, évolution et sélection de l'arachide au Sénégal Coll Tech d'Agric. Trop. 111 p.
- 3- Bunting, A.H. - 1955 : A classification of cultivated groundnuts Emp. J of Exp. Agric Vol.23, n°91, p. 158-170
- 4- Bunting A.H. -1958 : A further note on the classification of cultivated groundnuts Emp J of Exp Agric. Vol 26,n°103, p.254-25
- 5- Clavel, D. et D. Annerose. 1995 Amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide. In: projets de recherche 1987-1991, vol 2, p.27-32.
- 6- Clavel, D. et J. Gautreau. 1997. L'arachide *In* Amélioration des plantes tropicales P.61-81
- 7- Demarly, Y. - 1977. Génétique et amélioration des plantes. Coll. Sciences Agronomiques 287 p.
- 8- DePins, O. 1989. Amélioration variétale de la production des semences sélectionnées. Oléagineux. Vol. 38, n° 2, p. 61-65
- 9- Eksomtramage, T. 1989. Contribution à l'étude du polymorphisme enzymatique chez l'arachide cultivée. Mémoire de D.E.A. Université de Rennes I France, 51 pp
- 10- FAO. 1989. Annuaire de la production 1988. FAO, Rome, p. 157-158
- 11- Gennin, A. 1963, Caractéristiques des différents types d'arachide cultivées et moyens de les reconnaître. Oléagineux. Vol. 18(2), p.763-766.
- 12- Gennin, A. 1990. La botanique appliquée à l'horticulture. Lavoisier 4^e éd
- 13- Gillier, P. et P. Sylvestre, 1969. L'arachide. Coll. Tech. Agric et productions tropicales Ed. Maisonneuve et Larose, Paris,
- 14- Gregory, W.C. B.W. Smith., et J.A. Yarbrough 1951 Morphology, genetics and breeding: In The peanut the unpredictable legume. A symposium Washington The Nat Fert Assoc. p. 28-88.
- 15- Gregory W.C et Gregory M. P. 1976. Groundnut *Arachis hypogaea* (leguminosae-Papilionaceae): In Evolution of crops plants. Simmonds, N.W. (ed). Longman, London UK, p 151-154

- 16- Gregory, W.C. A. Krapovickas, et M. P. Gregory. 1980 Structure, variation, evolution and classification in *Arachis In: advances in Sciences*, R J. Summerfield et A.H. Bunting ed, Kwe, Royaume-Uni, Royal Botanic Gardens. P.468-481.
- 13- Hammons, S. 1994. The origin and history of the groundnut in: the groundnut crop, J. Smartt éd. Londres Royaume Uni. Chapman and Hall, p. 24-42.
- 19- IBPGR, ICRISAT. 1981. Groundnut description, Rome, Italie IBPGR, 23 p
- 20- Jorand, J. et Gillier, P. 1964. Quelques caractéristiques des types d'arachides non cultivées. *Oléagineux*. Vol 19, n°4, p.231-236.
- 21- Khalfaoui, J.L. 1988. Approche de l'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées en zones semi-arides. Application au cas de l'arachide (*Arachis hypogaea L.*) destinée à la région sèche du Sénégal. Thèse de Docteur en sciences Université de Paris-Sud,
- 22- Lakshmaiah, B. P.S. Reddy et B. Muralimohan Reddy. 1983. Critères de sélection pour améliorer le rendement de l'arachide (*Arachis hypogaea L.*). *Oléagineux*, vol.38, n°11, p 612-613.
- 23- Mortreuil, J.C. 1993. Une nouvelle variété d'arachide pour l'Afrique; *Fleur !*. *Oléagineux*, Vol. 48 (2): p 99-102
- 24- Niclaes, J. et Demol, J. 1958 La floraison de l'arachide dans les conditions climatiques de Bambesa. Bruxelles, *Bull. Agric. Congo Belge*, Vol 49, n°6, p.1501-1512.
- 25- SATEC, (1968): Manuel de la culture de l'arachide au Sénégal
- 26- Sauger, L. 1949. Hybridation de l'arachide à Bambey. Paris. *l'Agron. Trop.*, vol 4, n°11, p. 618-624
- 27- Schenk, R.V. 1961. Development of the peanut fruit. *Georgia Agric. Exp. Stat. Bull.*, n° 32, 53 p.
- 28- Schilling, R. 1989. L'arachide: quelques rappels, *Arachide Info*, n°2, p. 12-18
- 29- Schilling, R. 1996. L'arachide en Afrique Tropicale. Maisonneuve et Larose, CTA
- 30- Sheart, G.M et Miller, L.L. 1955 Factor affecting fruit development of the JumboRunner peanut. *Madison Agro. J.* vol. 47, n°8, p.354-357.
- 31- Shibuya, T. 1935. Morphological and physiological studies on the fructification of peanut (*Arachis hypogaea L.*) *Formose. Imp. Univ.* 120 p.
- 32- Stalker H.T. 1983. Cytotaxonomy of *Arachis* proceedings of an international workshop. ICRISAT. P. 65-79.

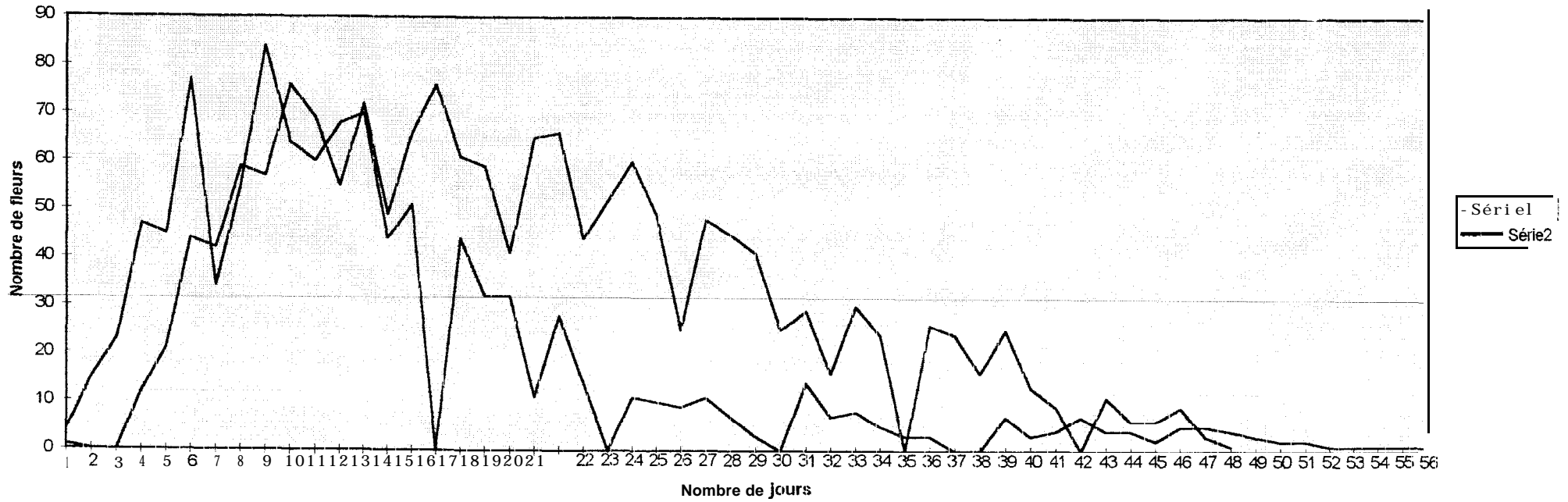
33- Yarbrought, J. A 1919. (*Arachis hypogaea* L.), its history, histology, physiology and utility. Penn. Univ. Bot. Cal. Contrib. Vol 4, p.301-338.

34- Yarbrought, J.A. 1949. (*Arachis hypogaea* L.) The seding its cotyledons, hypocotyl and roots. Baltimore. Amer. J. of Bot. Vol. 36, n°12, p.758-772.

TROISIEME PARTIE

ANNEXES

Courbe de floraison de la Fleur 11



Série 1 : bac 1
Série 2 : bac 2