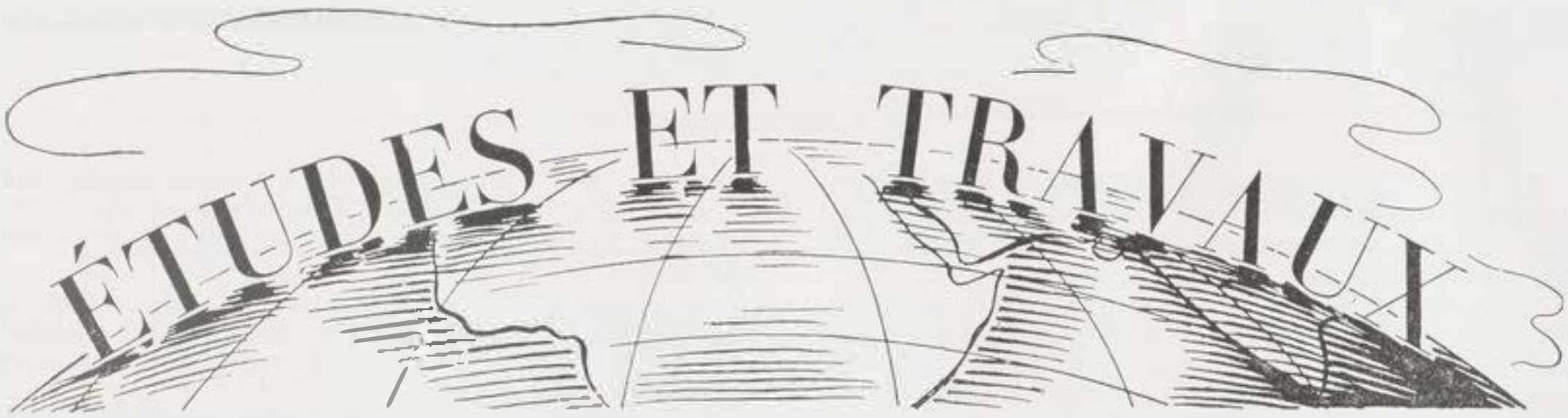


MONOGRAPHIE DES RECHERCHES CONDUITES A BAMBEY SUR L'ARACHIDE *

par

P. SILVESTRE,

Chef du Service des Tubercules et Légumineuses Alimentaires
Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières

AVANT-PROPOS

Chacun dans leur discipline, de nombreux agronomes se sont penchés et se penchent encore à Bambey sur les problèmes posés par l'amélioration de l'agriculture dans les pays à climat soudanais de l'ouest africain et particulièrement du Sénégal.

Les résultats qu'ils ont acquis sont très importants tant au point de vue scientifique qu'économique.

L'arachide, qui est l'une des principales cultures de ces régions et la quasi-unique richesse du Sénégal, a été l'objet d'études particulièrement développées.

La première étude de synthèse traitant de cette culture fut publiée en juin 1947 par M. Bouffil *alors Directeur du Centre de Recherches Agronomiques de Bambey, sous le titre : Biologie, Ecologie et Sélection de l'Arachide au Sénégal (Bulletin Scientifique nº 1).*

Mais le grand nombre et la dispersion des autres publications, auxquelles ces études ont donné lieu, a paru justifier notre tentative de réunir, à nouveau en un seul document, non seulement les résultats actuellement atteints, mais également ceux obtenus à chacune des étapes de la recherche depuis l'origine des travaux.

On a cherché à ce que ce document permette à tout agronome travaillant dans cette voie, d'acquérir rapidement une connaissance synthétique des améliorations apportées à la culture de l'arachide par les travaux du CRA de Bambey et une connaissance analytique du processus de ces travaux.

Enfin, on a voulu que ce document constitue aussi un bilan en montrant quelles étaient actuellement les répercussions économiques des résultats vulgarisés et ce que l'on pouvait raisonnablement espérer d'une mise en pratique générale des derniers résultats acquis.

* Cette monographie a été réalisée non seulement à l'aide des publications des chercheurs du CRA de Bambey, dont la bibliographie est donnée *in fine*, mais également de résultats de travaux non encore diffusés, auxquels le directeur et les spécialistes du CRA ont bien voulu nous laisser largement accéder.

Nous remercions, ici, très vivement MM. Sauger, Tourte, Bonfils, Charreau, Fauche, Vidal, Mercier, Maubousson, Poulain, Nicou, Tardieu et tout particulièrement R. Bouffil, alors Directeur du CRA, qui nous ont apporté une aide précieuse lors de notre séjour à Bambey.

Nous tenons en outre à souligner le rôle prépondérant qu'ont joué dans la conception et l'orientation des recherches les directeurs successifs du CRA, notamment MM. Sagot, Jeannin et Bouffil et les chefs des deux divisions scientifique et agronomique MM. Sauger et Tourte.

L'obligation de donner une présentation systématique à la synthèse des travaux s'étendant sur plusieurs décades ne nous a pas toujours permis de faire ressortir comme il convenait les rôles multiples joués par les personnalités citées plus haut et de donner une idée exacte de ce qui leur revient ; qu'elles veuillent bien ne pas nous en tenir rigueur.

Note de la Rédaction. — Les articles publiés dans *L'Agronomie Tropicale*, quelle que soit la personnalité ou la fonction de leur auteur, n'expriment qu'une opinion personnelle et ne sauraient être considérés comme une indication de la politique ou des intentions du Département.

INTRODUCTION

La ferme administrative installée à Bambey en 1913 avait initialement une vocation de production ; elle orienta son activité vers l'expérimentation agricole à partir de 1921.

Cette évolution a été consacrée par la création officielle le 10 mars 1924 de la Station Expérimentale de l'arachide et a bénéficié de l'appui du commerce local et de fonds provenant du Consortium des Oléagineux*.

Dès lors la sélection par voie généalogique de l'arachide est entreprise.

Les recherches sur les fumures et amendements débutent en 1929.

En 1930 et 1933, deux concours de matériels de culture attelée ouvrent la voie à des recherches dans ce domaine.

Les travaux sur le mil commencent en 1935.

En 1938, la station voit son champ d'action étendu à tous les pays de l'Afrique occidentale de climat soudanien en devenant Secteur Soudanais de Recherches Agronomiques.

A cette époque, les programmes s'étendent aux domaines de la chimie agricole, de l'entomologie et de l'élevage. Mais les travaux sont rapidement mis en veilleuse du fait de la guerre ; ils ne reprendront que vers 1947, époque à laquelle, grâce aux crédits du Fonds d'investissement pour le développement économique et social, la station, qui devient Centre de Recherches Agronomiques en 1950, pourra développer ses installations et ses programmes.

A partir de ce moment, tous les aspects de la recherche agronomique en zone soudano-sahélienne, à l'exclusion des recherches rizicoles, sont abordés :

Les travaux d'amélioration variétale, poursuivis sur arachide et mils sont entrepris sur : les sorgho, ricin, manioc ainsi que sur diverses Légumineuses.

Les recherches sur l'amélioration culturale font appel à des recherches préliminaires ou complémentaires de physiologie végétale, de pédologie, de pathologie et porteront de plus en plus sur les assolements et les systèmes culturaux, nécessitant le développement des études sur la culture attelée, l'élevage, la mécanisation et l'économie rurale en général.

Nous n'examinerons, ci-après, qu'une tranche très particulière (et que nous avons été souvent obligé de découper très artificiellement dans un ensemble complexe) des résultats des recherches faites au CRA Bambey, ceux qui concernent l'arachide. Nous traiterons sucessivement :

1) de la plante,
2) du milieu,
3) de l'amélioration variétale,
4) de l'amélioration culturale,
5) des maladies et parasites,
6) de la conservation des stocks,
7) de la vulgarisation des résultats obtenus.

* Le Consortium des Oléagineux a été créé après la guerre de 1914-1918. Une part des bénéfices réalisés par les huiliers a été consacrée à des recherches sur l'amélioration des oléagineux. C'est grâce à ce fonds que les stations de Bambey (arachide), La Mé (Côte d'Ivoire) et Pobé (Dahomey) ont été créées.

CHAPITRE I

CONNAISSANCE DE LA PLANTE

Lorsque les recherches commencent à Bambey, les travaux d'ordre général : botanique, biologie, physiologie sont encore peu avancés ; aussi les chercheurs qui se sont succédé ont eu à effectuer de nombreuses observations dans ces domaines.

Ils ont ainsi apporté une contribution très substantielle à la connaissance générale de la plante, connaissance nécessaire aux travaux d'amélioration des variétés et des techniques culturales et qui conditionne aussi, dans une large mesure, les recherches relatives à la nutrition minérale de la plante.

A) BOTANIQUE

Arachis hypogaea est une Légumineuse annuelle qui fait partie du sous-ordre des Papilionacées et, selon A. Chevalier, de la sous-tribu des Arachidinées.

1) La plantule

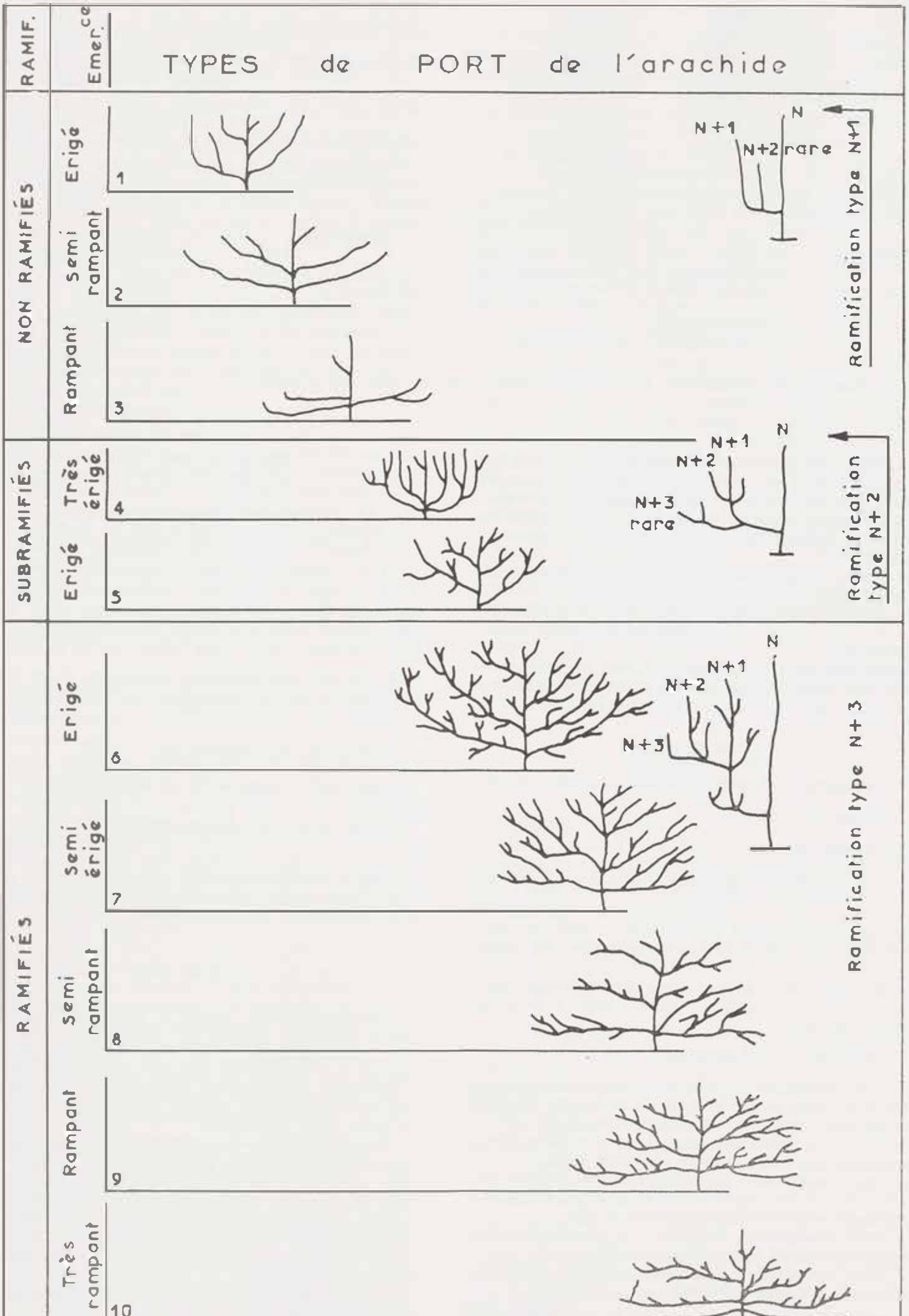
Bouffil (16) observe que, deux jours après la mise en germoir d'une graine, la radicule apparaît et s'allonge très rapidement. Celle-ci atteint 46 mm quatre jours après son apparition (moyenne de quatre-vingt-dix-huit observations). Elle s'allonge encore de 11 mm le cinquième jours. Les racines secondaires apparaissent trois jours après la germination.

Les poils absorbants sont longs et disposés en colerette à la base de certaines radicelles. L'axe hypocotylé n'apparait que sept jours après la germination : sa longueur dépend de la profondeur du semis de la graine. Il est épais, environ trois fois plus que la racine principale au collet, turgescent et lisse. Bouffil lui assigne une structure de tige d'après sa morphologie externe (type Boukombé). Ceci est confirmé plus tard par L. Thevenin qui en étudie la structure interne (146). Cet auteur montre que cette structure reste inchangée chez une plante âgée bien que l'hypocotyle ait alors une fonction de racine et porte des radicelles.

Les cotylédons s'ouvrent alors qu'ils sont à environ 1 cm au-dessous du niveau du sol et laissent passer la tige primaire qui rapidement portera deux tiges opposées, puis deux autres disposées perpendiculairement aux premières, les premières ramifications sont insérées à la base même de la tige principale et peuvent de ce fait demeurer enterrées sur une petite partie de leur longueur. Les cotylédons peuvent persister pendant plus d'un mois sous forme de moignons ridés.

2) La plante

La plante a un port étalé ou érigé suivant les types variétaux : on distingue généralement des types : érigés, rampants, semi-érigés, semi-rampants. Cependant de nombreux types de transition existent. Cathérinet (59) montre que les mesures


TYPES de PORT de l'arachide
RAMIF.
Emerce
NON RAMIFIÉS
Erigé
1
Semi rampant
2
Rampant
3
N
N+1
N+2 rare
Ramification type N+1
SUBRAMIFIÉS
Très érigé
4
Erigé
5
N
N+1
N+2
N+3 rare
Ramification type N+2
RAMIFIÉS
Erigé
6
Semi érigé
7
Semi rampant
8
N
N+1
N+2
N+3
Ramification type N+3
Rampant
9
Très rampant
10

CLASSIFICATION DU PORT DE L'ARACHIDE

N°	Désignation du port		Caractéristiques	Lignée de référence	Type variétal de la lignée de référence
	Ramification	Emergence*			
1	Non ramifié	Erigé	S'affaissant en cours de végétation	Rouge de Plovdiv	Valencia
2	»	Semi-rampant		Natitingou-Rampante	Natitingou. Rampante
3	»	Rampant	Allure en croix	32-6	Saloum/Baol.
4	Sub-ramifié	Très érigé	Rameaux presque verticaux, allure fastigiée	47-41	Java
5	»	Erigé	Aspect semi-buissonnant	Spanish.	Spanish.
6	Ramifié	Erigé	Aspect buissonnant.	28-206	Saloum. Dressé
7	»	Semi-érigé	Allure pyramidale.	48-15 A	»
8	»	Semi-rampant	Rameaux sinueux feuillage récurvé et cloqué	52-5	Boukombé.
9	»	Rampant		24-11	Baol-Rampant
10	»	Très rampant	Aspect plaqué	Rasteiro	Rasteiro.

* Seules ont été mentionnées les classes rencontrées dans la collection de Bambey.

d'inclinaison des rameaux n'aboutissent pas à des conclusions statistiquement significatives ; il montre l'existence de divers types de ramification de l'arachide suivant la plus ou moins grande subdivision des rameaux primaires en rameaux secondaires et tertiaires.

Les divers types ainsi définis sont schématisés dans la planche ci-contre :

Les types de port les plus fréquemment rencontrés sont : non ramifié érigé, subramifié érigé, ramifié rampant.

Les feuilles sont à quatre folioles opposées de couleur vert assez foncé chez les variétés tardives et vert plus clair chez les variétés hâtives.

3) Les fleurs

Elles sont de deux types : aériennes et souterraines.

a) FLEURS AÉRIENNES.

Elles comprennent :

1) Un calice à cinq sépales, dont quatre soudés presque entièrement ; cette pièce est vert clair mais sa coloration varie en intensité suivant qu'elle est plus ou moins exposée à la lumière et devient violacée chez les plants atteints de rosette (TARDIEU 145).

Le calice se prolonge par un tube calicinal dont la longueur est variable et sans rapport avec la fertilité de la fleur.

2) Une corolle qui comprend :

α) Un étendard jaune citron, voire même orangé, radialement veiné et auréolé et jaune foncé, l'intensité de la coloration de cette zone marginale et surtout sa longueur peuvent constituer des caractères de classification. CAMERINET (64) distingue :

zone marginale supérieure à la moitié du rayon de l'étendard (types hâtifs (Valencia, Spanish, Porto Alegre sauf Volete du Sénégal),

zone marginale inférieure à la moitié du rayon de l'étendard (type Boukombé),

zone marginale égale à la moitié du rayon de l'étendard (Volete du Sénégal).

β) Deux ailes jaune citron dont la forme permet de distinguer trois groupes variétaux (TARDIEU 145) :

aile falciforme, type 28-206,

aile grossièrement triangulaire, type 24-11,

forme intermédiaire : aile en languette.

γ) Une carène blanche incurvée et rostrée.

3) Un androcée, qui comprend huit étamines dont quatre à anthères sphériques et quatre à anthères allongées ; il y a en outre deux filets de dimension différente sans anthère, soudés à leur base formant tube dans lequel passe le style.

4) Le gynécée présente un ovaire à un seul carpelle inséré sur la tige par un gynophore très court qui s'allonge après fécondation.

b) FLEURS SOUTERRAINES.

Elles sont fréquentes surtout chez les variétés hâtives (99 % des plantes) et plus rares chez les tardives (3 à 4 %). Elles prennent naissance sur les portions souterraines des premières ramifications. Ces fleurs sont cleistogames et fertiles. Dans la pratique de l'hybridation, ces fleurs qui ne peuvent être supprimées, nécessitent le marquage de celles artificiellement fécondées.

4) Le fruit

Immédiatement après la fécondation, le gynophore s'allonge et enterre l'ovaire qui ne commence son développement que dans le sol. La majeure partie des fruits est portée par les ramifications inférieures. BOUYER, COLLOT et MARA (46) observent que 90 % des gousses sont sur les quatre rameaux de base chez le 28-206.

A maturité, la gousse est extérieurement jaunâtre et ornementée, elle présente à la base un bec plus ou moins développé, à proximité de la cicatrice laissée par le style, à la partie supérieure un reste de gynophore, la partie médiane présente un étranglement plus ou moins accusé (ceinture). Tous ces caractères constituent des caractères de classification.

Intérieurement, la gousse est blanche avant maturité et noire après.

La graine présente une partie obliquement aplatie dans la région où elle est en contact avec la

graine voisine. Dans les gousses à deux graines, la graine inférieure est légèrement plus arrondie et plus grosse que la graine supérieure.

L'épicarpe a généralement une coloration qui va du rose clair au grenat foncé.

L. THEVENIN étudie l'anatomie du fruit entre la fécondation et la maturité (147).

Immédiatement après la fécondation, les ovules en position anatrope, occupent la plus grande partie du volume de l'ovaire. La paroi ovarienne est formée de deux tissus, l'un externe lâche, l'autre interne plus serré et riche en chromatine. L'ovule est alors formée d'une paroi externe à une assise de cellule et d'une cavité interne.

Quelques heures plus tard on observe une importance accrue de la paroi de l'ovule et la présence d'un tissu quadrillé, intensément colorable dans l'ovule, au pôle opposé à l'insertion du style.

Au moment où le gynophore s'est un peu allongé, la paroi ovarienne apparait plus épaisse, formée de plusieurs assises de cellules.

De l'extérieur vers l'intérieur, on trouve :

a) Une assise palissadique de cellules à granulations. Ces granulations qui persisteront même lorsque le gynophore sera en position hypogée, ne sont ni des leucoplastes, ni des vacuoles réduites, ni des globules graisseux, ni des tanins, ni des grains d'amidon, ni des pigments. Elles paraissent spécifiques des gynophores d'arachide, mais l'A. n'a pas pu formuler d'hypothèse quant à leur nature exacte.

b) Une double ou triple assise de cellules plates à cytoplasme clair, sans doute cellules en sommeil.

c) Trois ou quatre assises de cellules à cytoplasme contenant des granulations plus diffuses que les précédentes.

d) Des cellules en couches nombreuses à gros noyaux, parcourues par des faisceaux conducteurs, qui apparaitront de plus en ptus importants aux stades suivants.

e) Une couche de cellules riches en amidon intensément colorable.

f) Une zone où les cellules épousent la forme des ovules et où les divisions paraissent s'effectuer radialement et qui semble devoir constituer la paroi interne de la gousse.

L'ovule montre ensuite une assise cellulaire externe indépendante de la coque et assez bien séparée du corps de l'ovule, vraisemblablement te légument séminal: au-dessous, le nucelle est constitué d'assises cellulaires semblables, concentriques, à l'exception de la zone quadrillée et colorable dont la nature exacte n'a pas été déterminée ; l'assise la plus interne mieux organisée paraît constituer la première assise de l'albumen : à l'intérieur de la cavité l'embryon à cellules claires est bien visible.

Au cours du développement du fruit, l'albumen demeurera longtemps constitué par une seule couche de cellules ; son développement aux dépens du nucelle, et celui des cotylédons aux dépens de l'albumen, n'interviendront qu'au moment où le gynophore est déjà renflé. Lorsque le fruit a atteint ses dimensions définitives, les ovules sont encore extrêmement petits. Au cours de la maturation, paraît intervenir une exfoliation des couches externes du fruit, le dénudant jusqu'à la zone des faisceaux conducteurs qui constitueront son ornementation externe.

5) Etudes caryologiques

L'objet des études caryologiques est (rapp. 1949), la caractérisation des variétés ou des espèces par la forme des chromosomes ou leur nombre ; cette connaissance, qui a été utile pour l'amélioration de nombreuses autres espèces (blé, orge, coton), paraît utile pour les travaux d'hybridation.

M. TARDIEU et L. THEVENIN (144) ont abordé cette étude de 1950 à 1952 sur sept variétés. Ils signalent les difficultés rencontrées dans l'examen des chromosomes pendant les meioses ; la division homéotypique ne se fait pas simultanément dans les deux cellules filles issues de la division hétérotypique, on trouve quelquefois deux tétrades nouvelles accolées à une cellule non encore divisée ; l'examen des mitoses est plus fructueux. Dans toutes les observations des nombres chromosomiques voisins de quarante sont trouvés.

Bien que des études biométriques n'aient pas été faites, il semblerait que ptusieurs types de chromosomes existent chez l'arachide ; chromosomes de petite taille rencontrés dans la variété Criollo originaire de l'Equateur; chromosomes moyens dans la lignée 24-11 et chromosomes grands dans la 28-206.

Dans des observations faites sur des racines monstrueuses résultant de traitement par fongicide SAF 104 à des doses supérieures ou égales à 3 %, des cellules polyptoïdes ont été observées en 1950, les expériences reprises en 1951, avec quinze produits différents à dose normale, ont permis dans certains cas de retrouver des monstruosités mais aucun cas de polyploïdie.

Des études ultérieures de mitoses (rapports 1956-1958) par la technique d'écrasement à l'orceine sur les lignées 28-206 et 28-201 confirment le nombre chromosomique de 40.

6) Etude des liaisons de certains caractères botaniques

TARDIEU (145) observe que les arachides, dont les fleurs sont à aile falciforme ont un calice qui présente une encoche au niveau du pseudo pédoncule floral, ce caractère ne se retrouve pas dans les autres types.

CATHERINET (62) note une corrélation entre l'absence de coloration du tégument séminal et l'absence de veines radiales sur l'étendard.

JACQUOT (96) étudie en 1959 les caractères suivants :

Possibilité d'invagination de la base du calice (il ne s'agit ici que d'une possibilité liée à l'absorption de l'eau par la plante. Lorsque cette possibilité existe, elle se manifeste sur des fleurs coupées, dont on a placé le pédoncule dans l'eau).

Angle du tube caticinal et du tube staminal qui peut être droit ou obtus.

Forme de l'aile (triangulaire ou falciforme.

Absence ou présence d'un lobe à la partie inférieure de l'aile.

Coloration rouge des nervures au-dessous de la côte de l'aile.

Les observations sont faites systématiquement sur toutes tes lignées en collection.

L'A. remarque que 77,1 % des lignées hâtives présentent :

une invagination possible de la base du calice.

un angle des tubes calicinal et staminal droit,
une aile falciforme,
une aile lobée à sa base,
une coloration des nervures de part et d'autre de la côte de l'aile.,
tandis que 95,2% des variétés tardives présentent simultanément les caractères inverses.

Par contre, dans les deux cas, toutes les autres combinaisons de caractère existent mais avec des fréquences très faibles.

Tous les caractères observés paraissent donc sous la dépendance de gènes indépendants. Les types aberrants se rencontrent notamment dans les descendances d'hybrides.

L'A. confirme d'autres observations sur les liaisons de certains caractères :

feuillage foncé des variétés tardives,

les bourgeons floraux peuvent se succéder sur les rameaux chez les variétés hâtives, alors qu'elles alternent avec les bourgeons végétatifs chez les tardives.

les types de gousses des variétés hâtives sont différents de ceux des variétés tardives.

le tégument séminal est plus souvent rose clair chez les hâtives et rose-saumon chez les tardives.

7) Recherches botaniques en cours

Malgré la somme de connaissances acquises dans ce domaine, il n'est encore pas toujours possible de distinguer des lignées voisines par des caractères botaniques définis.

Les caractères actuellement à l'étude sont les suivants :

coloration des organes végétatifs des lignées hâtives (coloration des pétioles et des pétiolules),

caractères du tégument séminal (présence ou absence de macule et de ride — coloration d'après le code de Munsell et Seguy),

stipules foliacés (stipules élargis sur les feuilles de rang un, deux et quelquefois trois de la tige principale),

étude photographique des formes foliaires,

longueur des entrenœuds (des différences significatives entre certaines lignées pour les quatre premières),

folioles supplémentaires,

coloration des pétiolules,

oligophyllie (trois folioles sur les feuilles de rang un).

B) BIOLOGIE. ÉCOLOGIE

1) Développement de la plante

Les conditions optimum de germination des graines d'arachide selon Cathericet (61) qui expérimente des températures allant de 24° C à 38° C, se situent à 32° C. Bouyer (44) indique que la levée se manifeste quatre jours après le semis et que la plantule devient indépendante par l'apparition de chlorophylle le cinquième jour.

Cet A. distingue trois phases du développement de la plante :

phase initiale de croissance lente, qui dure une trentaine de jours dans des conditions de pluviométrie normale,

phase de croissance rapide qui dure du deuxième mois de végétation jusque vers le soixante-dix-septième jour après le semis,

phases de fructification et de maturation qui chevauchent partiellement ; cette phase correspond à une stabilisation du développement végétatif.

La durée du cycle évolutif qui peut aller approximativement de quatre-vingt-dix à cent vingt jours est une caractéristique variétale.

Bouffil (16) distingue :

a) Les types hatifs :

Ils donnent des fruits susceptibles de germer dans une proportion notable à la fin du cycle (38 % le jour de la récolte faite quatre-vingt-douze jours après le semis et 80 % une semaine après la récolte) et qui, dans des conditions d'humidité du sol convenables, peuvent germer en terre si la récolte n'est pas faite en temps voulu. Les variétés de ce type sont à date de maturation fixe, elles ne se dessaisonnent pas.

b) Les types tardifs.

Leur cycle est de cent dix à cent vingt jours, leurs graines ne germent pratiquement pas (0 à 5 %) pendant les vingt à vingt-cinq jours, qui suivent la récolte, que celle-ci soit effectuée précocement ou tardivement. Une faculté germinative normale n'est observée qu'environ une trentaine de jours après la récolte.

Il résulte de cela que la longueur du cycle des variétés de type tardif est influencée par les conditions climatiques ; une période pluvieuse longue permet de l'allonger sans risque de voir les graines germer en terre. Dans ce type la proportion de graines germant avant récolte n'excède jamais 1 ‰ à 1 % (Jacquot 96).

Bouffil observe que l'absence de dormance chez les graines des variétés hâtives est peut-être due à une hormone ; l'arrosage de graines mûres d'une variété tardive avec de l'eau de macération de graines de variétés hâtives réduit la dormance des premières.

2) Biologie florale et allure de la floraison

Bouffil (16) a étudié la floraison de l'arachide. Tardieu (113) a confirmé les données acquises.

A Bambey, avec la lignée 24-11 les semis étant effectués vers la mi-juillet, les premières fleurs apparaissent de vingt et un à vingt-six jours après le semis : tous les jours, de nouvelles fleurs se forment.

Chaque fleur apparait vers seize heures sous forme de bouton vert, elle atteint sa taille normale vers vingt et une heure : entre vingt-trois et vingt-quatre heures les anthères sont bien visibles, mais non déhiscentes ; la fécondation commence vers quatre heures et la fleur s'épanouit au début du jour. A dix heures tout le pollen s'est accumulé à l'extrémité de la carène et à douze heures, la fleur est fanée et le gynophore commence à s'allonger.

Ce processus implique donc une autogamie quasi absolue.

Quarante jours s'écoulent entre l'apparition de la fleur et la maturité complète de la gousse.

On distingue trois phases principales dans la floraison :

un stade de progression lente, 16 à 21 jours,

un stade de progression rapide, 11 à 13 jours,

un palier de forte floraison, 12 à 20 jours et une chute de la floraison.

Ces observations concernent la floraison aérienne: les fleurs souterraines apparaissent en même temps que les premières fleurs aériennes, mais deviennent rares après deux à trois semaines.

Les étapes de la floraison varient peu quant à leur durée dans les différentes écologies de l'Afrique occidentale ; elles varient par contre en intensité. Sur une même lignée pure, la 28-20, le nombre maximum de fleurs formées par jour est de 10,6 en Casamance, 28 à M'Pesoba (Mali), 32 à Kayes (Mali), 26 à Bambey (observation faite en 1942).

TARDIEU (143) précise l'influence des conditions écologiques sur la floraison ; il étudie à Bambey l'influence de la date de semis, des conditions météorologiques ainsi que l'action de certains produits, un fongicide Aresan et deux accélérateurs de croissance Biormone arachide et Biormone AR 2.

La floraison est notée de cinq en cinq jours après l'apparition de la première fleur.

On observe ainsi, que la date de semis a une action significative sur la floraison : le semis du 15 juillet produit davantage de fleurs pendant les quarante-cinq premiers jours de floraison que ceux des 3 et 25 juillet, ensuite le retard est rattrapé par la première date de semis ; après le quarante-cinquième jour, la troisième date produit moins de fleurs que les deux premières.

Le coefficient de fertilité (fleurs nécessaires pour la formation d'une gousse) des fleurs est légèrement plus faible pour les semis tardifs, la corrélation est significative : ce coefficient varie de 5,6 pour le premier semis à 4 pour le dernier.

Les divers traitements effectués à l'aide de différents produits ne montrent pas de différences entre eux, mais donnent tous une floraison diminuée par rapport au témoin.

La floraison est légèrement influencée :

1) par l'insolation de la veille, les fortes insolations donnent une augmentation de la production de fleurs :

2) par la température maxima de la veille, une température élevée fait décroître la production de fleurs :

3) par les précipitations, les pluies diminuent la floraison du lendemain.

Les phénomènes étudiés ont encore une action sur la floraison du surlendemain s'ils ont été intenses mais plus sur la floraison du troisième jour.

TARDIEU a établi, pour les deux variétés 24-11 et 28-201, les courbes en S caractéristiques des fréquences cumulées d'apparition des fleurs. Il en donne les équations.

Le pourcentage y de fleur produit au jour x est donné par la formule :

$$\log_e \frac{y}{100-y} = 0{,}083\ (x - 37),\ \text{pour la 28-204;}$$

et $\log_e \frac{y}{100-y} = 0{,}124\ (x - 10{,}6),$ pour la 24-11.

Le processus physiologique de la floraison paraît être une caractéristique variétale.

Les variétés, qui donnent les rendements les plus élevés, sont celles qui produisent le plus de fleurs durant les premières phases de la floraison.

3) Nyctinastisme des folioles

Les folioles de l'arachide sont étalées pendant le jour, elles se redressent pendant la nuit, sans toutefois que les folioles d'une même paire entrent complètement en contact.

4) Développement radiculaire et symbiose bactérienne

Le système radiculaire de la jeune plante est observé par BOUFFIL (36). Cet auteur note que le développement intense du système radiculaire se situe pendant la période qui précède le développement intense de la végétation aérienne.

JAUBERT (97-98) étudie la symbiose bactérienne de l'arachide. Quelques observations contribuant à la connaissance d'*Arachis hypogaea* seront résumées ci-après.

Les jeunes nodosités, de petite taille, ne contiennent que des formes en bâtonnet de *Bacterium radicicola*. Les bacilles de 1 à 2 µ, sont très mobiles en suspension dans l'eau. Les nodosités âgées, de taille plus grande, ne contiennent que des bactéroïdes en massue ou grossièrement arrondis.

L'A. confirme l'existence d'un manchon de bacilles et de mycorhizes autour des gynophores observé par A. CHEVALIER (1930). Il observe la présence de nodosités sans bacilles (vraisemblablement tués par le soleil) sur l'axe hypocotylé et un ralentissement de la vie microbienne en saison sèche : des pieds d'arachide en végétation après la saison des pluies présentent des nombres décroissants de nodosité à mesure qu'on avance dans la saison sèche.

Le temps nécessaire à la formation des nodules paraît dépendre des conditions climatiques ; une pluviométrie faible (Louga) l'allonge, il est différent selon la lignée utilisée.

Des souches de bactéries différentes, spécifiques de chaque type érigé en rampant, paraissent exister.

L'A. a isolé une souche spécifique de la 28-206 érigée qui n'infestait pas la 31-33 rampante.

Enfin, il observe que les sols de Bambey sont naturellement assez riches en bactéries.

5) Adaptation écologique des types variétaux

BOUFFIL (16) observe qu'avant 1932, époque à laquelle des mélanges de semences provenant de diverses régions ont eu lieu, les populations d'arachide cultivées au Sénégal présentent des fruits à forme particulière pour chaque région de culture ; cette adaptation de différents types résulte à la fois d'un choix exercé par les cultivateurs et d'une sélection naturelle due aux facteurs écologiques.

Les populations cultivées dans les régions sèches sont à coque plus mince que celles cultivées dans les régions humides.

Le poids de cent graines parfaitement mûres (graine de semence) est caractéristique des types écologiques :

Type	Poids de cent graines
Louga	30 à 33 g
Baol nord	33 à 36 g
Baol	36 à 39 g
Sine	39 à 42 g
Saloum	42 à 45 g
Soudan	plus de 45 g

Croissance de l'arachide

Absorption de l'eau et élaboration de la matière sèche

	Prélèvement	1 (6 j. après semis)	3 (14 j. après semis)	5 (22 j. après semis)	7 (30 j. après semis)	9 (42 j. après semis)	10 (49 j. après semis)	11 (56 j. après semis)	12 (65 j. après semis)	13 (70 j. après semis)	14 (77 j. après semis)	15 (84 j. après semis)	16 (91 j. après semis)	17 (98 j. après semis)	18 (105 j. après semis)	19 (112 j. après semis)
Eau absorbée	Quantité théorique à l'hectare en kg (55.555 plants) — Cotylédons (+ pellicule)	27,6	3,0	1,0												
	Racines	12	8	22	28	119	120	177	220	213	208	178	170	176	191	174
	Tiges	44	36	128	198	1.182	1.993	2.894	2.902	6.056	8.178	6.944	7.230	7.872	7.509	6.495
	Feuilles	11	69	265	500	1.649	2.448	3.638	3.753	7.533	11.267	9.473	9.647	9.534	8.390	7.878
	Gynophores + fleurs				1,8	57,4	233,3	254	496	617	1.000	1.427	1.289	1.426	1.238	1.189
	Gousses					7,4	174,3	395,2	1.831	3.745	3.498	5.556	4.230	5.597	4.696	4.336
	Total	91,6	116	416	727,8	3.014,8	4.968,6	7.358,2	9.202	18.164	26.151	23.578	22.566	24.605	22.624	20.072
	Humidité des différents organes — Cotylédons de la graine-mère	69,3	66,7													
	Racines	92,3	80,0	81,5	80,0	71,3	69,0	72,0	75,1	70,6	66,0	61,5	64,6	63,3	67,7	68,0
	Tiges	91,7	85,7	87,7	85,0	87,7	84,9	85,1	84,3	83,2	83,6	77,6	78,6	78,2	76,3	76,5
	Feuilles	84,6	85,2	85,5	86,5	85,3	86,1	84,5	81,0	83,8	82,9	80,2	79,9	78,6	76,2	76,7
	Gousses					92,5	93,2	89,0	88,5	82,1	75,0	68,1	59,7	60,3	54,1	51,5
	Humidité moyenne de la plante entière	83,0	84,1	86,0	85,8	85,6	85,7	84,6	84,9	83,1	80,9	76,2	74,6	73,2	69,9	69,1
Matière sèche élaborée	Quantité théorique à l'hectare en kg (55.000 plants) — Cotylédons (+ pellicule)	12,4	1,5	traces												
	Racines	1	2	5	7	18	54	69	72	89	107	98	93	102	91	82
	Tiges	4	6	18	35	166	354	508	542	1.222	1.611	2.011	1.970	2.202	2.341	1.994
	Feuilles	2	12	45	78	285	385	671	715	1.467	2.322	2.338	2.431	2.600	2.622	2.400
	Gynophores + fleurs				0,2	5,6	23,7	44	72	128	292	306	333	426	169	122
	Gousses					0,6	12,7	48,8	238	799	1.835	2.611	2.859	3.681	3.985	4.097
	Total	19,4	21,5	68	120,2	505,2	829,4	1.340,8	1.639	3.705	6.167	7.364	7.686	9.011	9.508	8.995
	Répartition centésimale entre ces différents organes — Cotylédons de la graine-mère	61,9	7,0	traces												
	Racines	5,2	9,3	7,4	5,8	9,5	6,5	5,2	4,4	2,4	1,8	1,3	1,2	1,1	0,9	0,9
	Tiges	20,9	27,9	26,5	29,1	32,9	42,7	37,9	33,1	33,0	26,1	27,3	25,7	24,5	24,6	22,2
	Feuilles	10,3	55,8	66,1	64,9	56,4	46,4	50,0	43,6	39,6	37,6	31,8	31,7	28,9	27,6	26,7
	Gousses					0,1	1,5	3,6	14,5	21,5	29,7	35,5	37,1	40,8	42,0	45,5
	Pourcentage moyen de matière sèche dans la plante entière	17,0	15,6	14,0	14,2	14,1	14,3	15,1	15,1	16,9	19,1	23,8	25,4	26,8	30,1	30,9

(Extrait de « *L'Agronomie Tropicale* » 1949, p. 236 « Croissance et nutrition minérale de l'arachide » par S. Bouyer)

C) PHYSIOLOGIE

BOUYER (14) étudie en 1941-42 la physiologie de l'eau, l'élaboration de la matière sèche, la nutrition minérale et la lipogénèse.

1) Physiologie de l'eau et formation de matière sèche

Au cours de la germination, cet A. observe que dans un sol à 8 % d'humidité, la teneur en eau de la graine passe en six jours de 7,3 % à 8,3 %. Durant la même période les cotylédons perdent 50 % de leur matière sèche, vingt jours après le semis ils sont presque complètement vidés de leur substance.

La matière grasse de la graine commence à disparaître le troisième jour et, après huit jours, il n'en reste plus que 10 % de la teneur initiale.

L'absorption de l'eau et l'élaboration de la matière sèche, à partir du moment où la plantule devient indépendante de la graine, sont résumées par le tableau ci-contre.

Pendant les trente premiers jours, la croissance est lente et la quantité de matière sèche élaborée est de l'ordre de 120 kg/ha dont 78 contenue dans les feuilles. La fin de cette période est caractérisée par une diminution de la teneur en eau de la plante et une augmentation de la matière sèche.

Pendant la phase de végétation active qui suit, la quantité de matière sèche élaborée est considérable, environ 6 t/ha. L'importance des feuilles par rapport à l'ensemble de la plante diminue, passant de 65 à 37 %, tandis que celle des tiges passe de 29 à 43 % et celle des gousses de 0 à 30 %.

2) Absorption des différents éléments minéraux

La potasse est absorbée en quasi totalité au cours de la phase de développement intense, il n'y a pratiquement plus d'absorption pendant la phase de fructification ; pour le calcium et le magnésium on observe un rythme d'absorption semblable ; ce rythme suit celui du développement de la plante.

Des difficultés pratiques ont empêché l'auteur de suivre les rythmes d'absorption des éléments N et P, mais le tableau suivant indique les teneurs théoriques en kg/ha (55.555 plants) des divers éléments pour chaque partie de la plante à la récolte.

	K_2O	CaO	MgO	N	P_2O_5
Racines	1,72	0,93	0,27	1,49	0,26
Tiges	69,45	33,13	24,12	36,09	4,98
Feuilles	57,18	66,17	29,16	87,12	9,36
Gynophores				9,16	1,65
Coques	15,74	2,97	2,67	9,40	0,77
Pellicule				3,45	0,20
Amande	21,10	3,85	14,12	142,16	21,16
Total	165,49	107,05	70,64	288,87	41,3

Ces résultats correspondent en fait à des rendements théoriques très élevés de plus de 4.000 kg/ha. Pour une production de 1 t/ha, l'utilisation par la plante des éléments minéraux serait :

N = 70 kg
P_2O_5 = 10 kg
K_2O = 28 kg
CaO = 18 kg
MgO = 12 kg

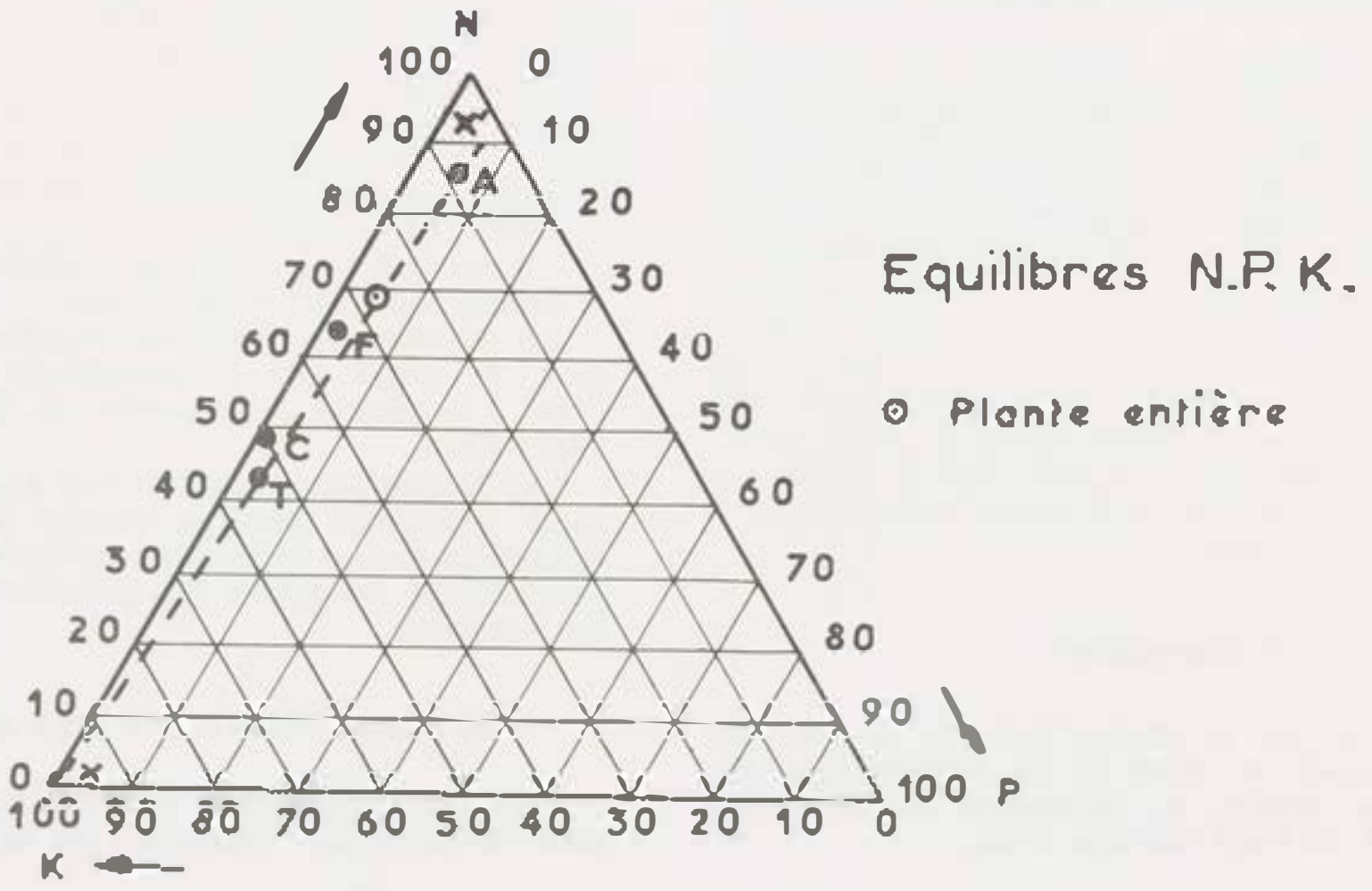
Les valeurs ainsi trouvées ne s'accordent pas parfaitement avec celles données, pour différents autres pays par des auteurs étrangers, surtout en ce qui concerne les bases ; elles sont assez concordantes pour l'azote et l'acide phosphorique, mais parmi les plus faibles pour ce dernier.

Des équilibres assez constants sont trouvés entre K, Ca, Mg pour les diverses parties de la plante. Le rapport $\frac{Mg}{Ca}$ est toujours de l'ordre 1,22 dans les feuilles ; dans les amandes, au contraire, il est voisin de 0,21, le magnésium y étant en quantité importante.

Enfin l'équilibre de N P K dans la plante entière est le suivant :

N 68,9 %
P 1,3 %
K 26,8 %

Les équilibres minéraux dans les différentes parties de la plante sont figurés dans le diagramme triangulaire ci-après.



L'étude de la nulrition minérale de l'arachide. conduite de 1947 à 1951 par BOUYER, COLLOT, MARA (46) par la méthode du diagnostic foliaire, apporte d'intéressanles indications sur l'assimilation des divers éléments au cours du développement de la plante.

Cependant, cette étude n'a pas été poursuivie suffisamment pour qu'elle puisse fournir des indications pour l'établissement de fumures minérales, c'est l'IRHO qui, reprenant par la suite ces recherches au Sénégal, a obtenu d'utiles résultats dans ce domaine.

Les éludes de BOUYER, COLLOT et MARA ont porté sur deux localités, Louga (pluviométrie faible) Bambey (pluviométrie moyenne) avec ou sans fumures (celles-ci de deux types : 8-8-20 el 5-10-25).

En ce qui concerne les rendements, les AA. n'observent que des différences plausibles entre les localités, non significatives entre les types de fumures, mais hautement significatives entre témoins et fumures.

Six prélèvements foliaires ont été faits :

p1) préfloraison, vingtième jour après le semis	
p2) floraison générale, trentième jour après le semis	première feuille des rameaux cotylédonaires
p3) début de fructification, cinquantième jour après le semis	
p4) fructification, soixante-quinztème jour après le semis	cinquième feuille des rameaux cotylédonaires
p5) centième jour après le semis	douzième feuille d'un rameau secondaire du rameau cotylédonaire
p6) récolte	quinzième feuille du même rameau

On observe ici des différences significatives dues au facteur rang de la feuille et assez souvent pour une même feuille au facteur âge physiologique.

Le facleur fertilité initiale du sol donne des résultats intéressants. Les sols de Bambey, plus riches en phosphore et moins riches en potasse que ceux de Louga. entraînent une alimentation phosphorée significalivement supérieure et une alimentation potassique significativemenl inférieure à ceux de Longa.

Les récentes recherches entreprises en 1960 par JACQUINOT à l'aide de traceurs radioactifs sont de nature à élucider de nombreux problèmes touchant l'assimilation des éléments minéraux par la plante.

Ces toutes premières observations ne portent que sur le phosphore. On note que lorsqu'un engrais phosphaté est placé à 10 cm de profondeur, la quasi totalité du P absorbé par la plante, après trente-huit jours, provient de cet engrais alors que 35 % seulement en proviennent lorsque l'engrais est placé en surface ; quatre-vingt-dix-huit jours après l'épandage de l'engrais quel que soit le mode de placement, le P de la plante provient pour environ 30 % de celui de l'engrais.

3) Lipogénèse

Comme on l'a vu, la disparition de la matière grasse de l'amande au cours de la germination est très rapide, par contre sa formation au cours du développement du fruit est très lente.

Au cinquante-sixième jour de végétation, la teneur en lipide des graines est de 30,5 % ; elle est de 55,9 % au cent douzième jour (récolte).

L'enrichissement en matière grasse au cours du cycle est donné dans le tableau suivant :

Nombre de jours après le semis.	Teneur en matière grasse pour cent de matière sèche des amandes provenant des gousses développées.
56	30,5
63	37,7
70	43,8
77	46,6
84	51,3
91	54,5
98	55,8
105	55
112	55,9

La formation des acides gras et leur combinaison avec la glycérine ne s'effectuent que si la teneur en eau est suffisamment faible, or celle-ci passe de 69,1 % à 31,4 %, du soixante-troisième au quatre-vingt-dix-huitième jour. Une trop grande humidité du sol en fin de fructification est préjudiciable à la maluration. Il semble que la synthèse des glycérides ne s'achève qu'au cours du séchage des gousses après récolte et que les matières grasses, dont la teneur est pratiquement maximum quinze jours avant la récolte, soient à ce moment-là constituées pour une part importante par des acides gras encore libres.

Enfin, rappelons qu'un rôle important est attribué au magnésium dans la lipogénèse.

* * *

Les observations faites sur l'écobiologie et la physiologie de l'arachide permettent quelques conclusions pratiques.

La connaissance de la biologie florale constitue le stade préliminaire des travaux d'hybridation.

La récolte chez les variétés hâtives doit être faite exactement au moment opportun, afin de n'avoir aucune perte pouvant résulter de la germination en terre de quelques graines.

La période de culture pour les variétés hâlives ou tardives doit être suffisamment précoce pour que la date de récolte, qui est généralement conditionnée par l'arrêt des pluies, intervienne au moins quarante jours après la fin de la période de forte floraison, de sorte que le plus grand nombre possible de fleurs formées, ait le temps de donner des fruits mûrs.

Un excès d'eau en fin de végétation, peut nuire à la bonne maturation des fruits.

En matière de nutrition minérale, il est intéressant de noter que le potassium n'est réellement utile à la plante qu'à partir du deuxième mois de végétation.

Les indications acquises sur les équilibres minéraux, existants dans la plante entière et sur les quanlités de ces éléments exportées par les récoltes, permettent de guider les premières recherches sur les fumures.

D) CLASSIFICATION DES ARACHIDES

BOUFFIL (16) admet la classification d'*A. hypogaea* donnée par WALDRON en deux sous-espèces :

asiatica à port érigé et *africana* à port rampant, mais propose de distinguer dans chacune d'elles, les types *tarda* et *precox*. Cependant le type *africana precox* n'a pas été rencontré dans la collection de Bambey.

Jacquot (96) pense que le port devrait être considéré comme un caractère secondaire. Les arachides devraient être classées en deux grands groupes hâtifs et tardifs.

Les principes d'une classification complète des arachides sont donnés en 1947 (rapport technique). Les diverses classes sont établies en fonction des caractères suivants :

Port et cycle :

érigées-hâtives, semi érigées-hâtives, érigées-demi-hâtives, semi érigées-demi hâtives, semi érigées-tardives, rampantes tardives, rampantes très tardives.

Couleur de pellicule :

rouge-grenat, rose clair, rose-saumon, grenat violacé.

Forme de gousse :

seize types sont désignés par les noms de variétés caractéristiques.

Poids moyen de cent gousses :

moins de 75 g, 75 g à 125 g, 125 à 175 g, plus de 175 g.

Pourcentage des arachides à deux graines :

moins de 18 %, 18-23 %, 23-30 %, 30-35 %, plus de 35 %.

La classification actuellement utilisée est celle donnée par Bouffil et Sauger (30).

On résumera cette classification de la façon suivante :

1) Arachides érigées hâtives

Port fastigié avec gousses réunies autour du pivot central. Hâtivité, les caractères liés aux précédents sont : coloration vert clair du feuillage, non dormance des graines.

a) Tégument séminal rose clair :

α) Type Java : gousse à bec net surmonté d'une sorte de cimier à peu près rectiligne au sommet de la gousse, ceinture à peine visible ou nulle sur la face ventrale, très marquée sur la face dorsale, partie dorsale inférieure de la gousse très rebondie, parfois presque anguleuse, réseau saillant, deux graines.

β) Type Volète du Sénégal : gousse à bec nul ou léger, à sommet arrondi, ceinture nettement marquée même sur la face ventrale, réseau saillant, deux graines.

γ) Type Spanish : gousse de forme semblable à celle de la Volète du Sénégal, mais de dimensions plus petites.

δ) Type intermédiaire entre Java et Spanish : gousse ayant des caractères moins bien définis que ces deux types et tenant plus ou moins de l'un et de l'autre.

b) Tégument séminal rouge-grenat :

α) Type Natal : gousse à bec léger ou nul, de forme intermédiaire, Java-Volète, ceinture nulle ou à peine marquée sur la face dorsale, face ventrale plate et de profil presque rectiligne, gousses à trois graines extrêmement rares, réseau peu marqué.

β) Type Valencia : très fort pourcentage de gousse à trois et quatre graines, la face ventrale de ces gousses est plate et rarement marquée par des ceintures, la face dorsale seule étant plus ou moins sinueuse de profil, réseau très effacé, bec léger.

c) Tégument séminal noir violacé :

Type Porto Alegre : gousse de même forme et de mêmes caractères que les gousses du type Valencia, la seule différence portant sur la couleur du tégument séminal.

2) Arachides tardives

Dormance des graines. Coloration vert foncé du feuillage.

Port semi-érigé :

a) Tégument séminal rose-saumon.

α) Type Jumbo : grosse gousse à bec net, ceinture marquée, à deux graines, réseau moyen.

β) Type Kolo Saba : grosse arachide à trois graines, à bec, ceintures marquées, réseau saillant.

γ) Type Virginia Bunch : même gousse que Jumbo mais plus petite, ceinturée, bec net, réseau moyen, à deux graines.

δ) Type Saloum dressé : gousse à deux graines avec ou sans bec, réseau moyen, un peu moins grosse que le type Virginia.

ε) Type Guerté Niaye dressé : gousse très épaisse et courte, sans bec, non ceinturée, à côtes très saillantes, peu serrées et très peu anastomosées, à deux graines, rarement trois graines.

ζ) Type Mamou, trois graines : gousse à trois graines, mince et droite, à bec, à côtes longitudinales saillantes, serrées les unes contre les autres et à peine anastomosées, dépressions nulles sur la surface ventrale et très peu marquées sur la face dorsale.

b) Tégument séminal blanc crème.

Port rampant :

a) Tégument séminal rose-saumon.

α) Type Chine : gousse homologue du type Jumbo dans les ports rampants.

β) Type Virginia Runner : homologue en port rampant du type Virginia Bunch pour les caractères des gousses.

γ) Type Youkounkoun : gousse à deux-trois graines, de grosseur moyenne.

δ) Type Saloum rampant : gousse semblable à celle du type Saloum dressé.

ε) Type Baol : gousse à deux graines, plus petite que celle du type Saloum, avec ou sans bec, réseau moyen.

ζ) Type Cayor : petite gousse à deux graines avec ou sans bec.

θ) Type Guerté Niaye rampant : même gousse que le type dressé.

b) Tégument séminal rouge-grenat :

Type Youkounkoun : gousse moyenne, à deux-trois graines, à bec, réseau moyen, même forme que les gousses du type Youkounkoun à tégument séminal rose-saumon.

c) Tégument séminal blanc-crème :

Type Philippine White : gousse à deux-trois graines, à bec, ceinture moyenne, réseau moyen, semblable à la Youkounkoun.

Catherinet ajoute en 1955 un nouveau type variétal qu'il appelle le type Boukombe * (61).

Le port est « ramifié semi-rampant ».

Les gousses sont grosses, généralement allongées, sans bec ou avec bec souvent ceinturées, le réseau est net et sculpté, la côte de déhiscence est réduite à une ligne très fine dans une dépression formée par les côtes voisines.

Le caractère le plus typique est la présence de stipules d'allure foliacée sur les deux ou trois premières feuilles, à partir des feuilles de rang quatre, les stipules deviennent généralement plus longs que dans les autres types.

Les fleurs sont grandes, avec un étendard caractéristique présentant des ondulations.

La plage orangée, située au centre de l'étendard, est très réduite occupant le tiers de la hauteur de ce dernier, la marge externe est réduite à un liseré.

Le cycle est long : cent trente-cinq jours à Bambey.

Actuellement, une nouvelle classification est en cours d'élaboration.

Celleci sera basée :

1) sur le caractère hâtif ou tardif,

2) sur le port en fonction des travaux de Catherinet (59) cités plus haul,

3) enfin sur les caractères botaniques du fruit déjà utilisés, sur les caractères floraux récemment étudiés par Catherinet et Tardieu, et éventuellement sur les nouveaux caractères en cours d'étude.

* Ce type de port fait référence aux travaux de cet A. sur ce caractère (59) voir chapitre précédent.

CHAPITRE II

CONNAISSANCE DU MILIEU

On examinera ici les connaissances acquises sur les climats et les sols des différentes zones arachidières.

A. CLIMAT

Peu de recherches systématiques ont été faites dans ce domaine, cependant des renseignements utiles proviennent des Services Météorologiques locaux et de nombreuses observations ont été faites au cours des diverses expérimentations sur arachide.

Actuellement, des études climatologiques sont entreprises en collaboration par le CRA et la Faculté des Sciences de Dakar ; elles visent à déterminer les températures de l'air à différents niveaux et à établir des bilans thermiques du sol.

On donnera ci-après quelques indications climatologiques nécessaires à la compréhension des recherches sur arachide.

Zones climatiques en Afrique occidentale

Les cartes ci-jointes indiquent :

1° Les isohyètes moyennes en Afrique occidentale.

2° La répartition des pluies dans les principaux centres du Sénégal.

Les graphiques ci-après indiquent :

1° Les humidités relatives mensuelles moyennes pour les centres de Bambey, Kaolack, Ziguinchor.

2° Les températures moyennes mensuelles pour les mêmes centres.

Le facteur climatique le plus important pour l'agriculture est la pluie. Les chutes d'eau sont pratiquement nulles de novembre à mai. Toutefois, l'humidité relative, élevée en fin de cycle végétatif, et l'abaissement de la température qui intervient à cette époque, favorisent la formation de condensations nocturnes souvent utiles à la dernière période de végétation, principalement aux mils, sorghos et ricins dont la récolte n'est pas encore faite.

B. SOLS

Les recherches pédologiques faites à Bambey revêtent deux aspects principaux :

étude et inventaire des sols en place dans les principales zones d'influence du Centre de Recherches Agronomiques,

étude de l'évolution du sol sous divers systèmes de culture en relation avec les recherches sur les fumures et les rotations.

1) Etude et inventaire des sols

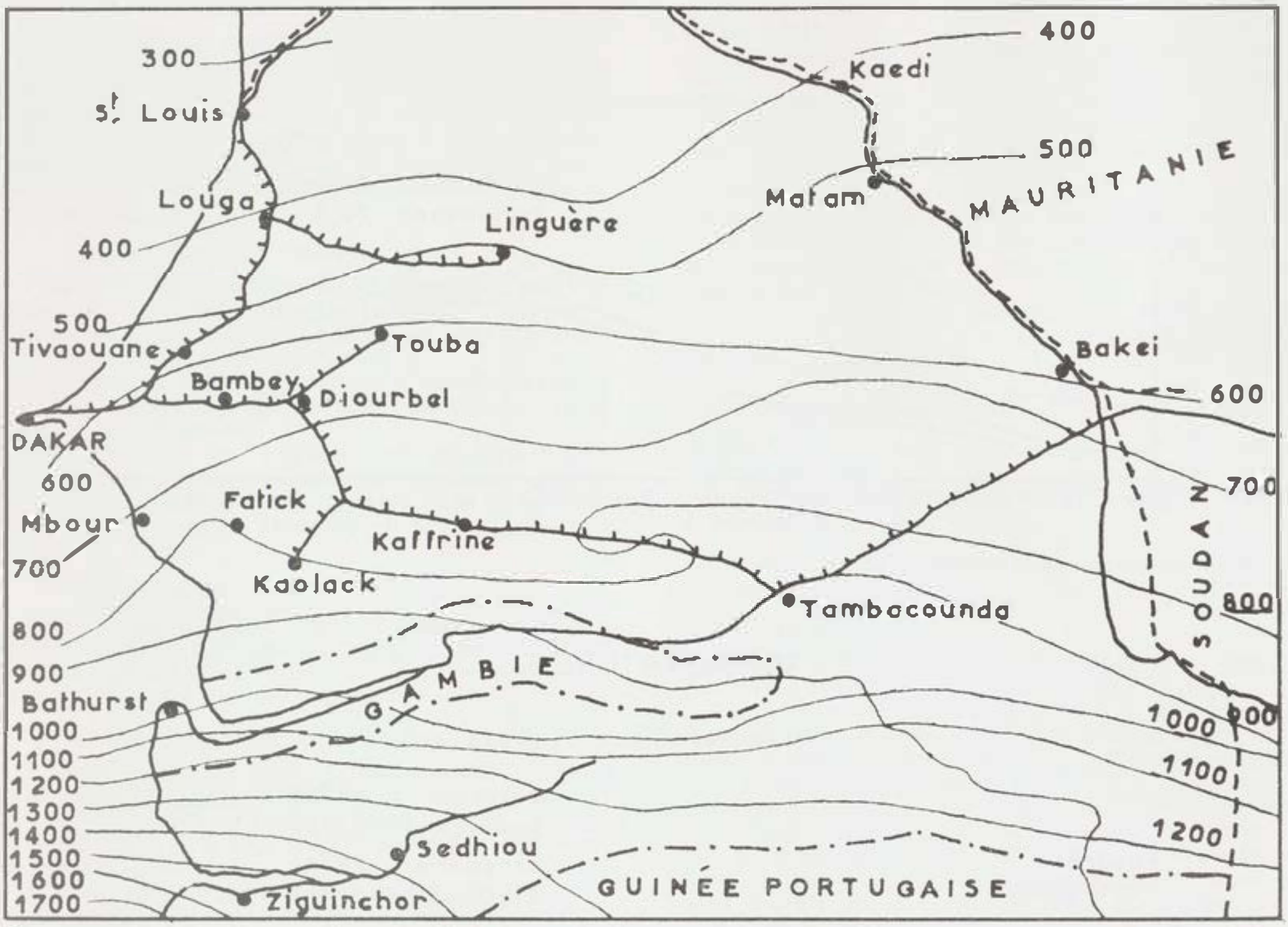
Avant les missions du professeur Aubert et les travaux d'ordre pédologique de ses élèves, Bouyen avait entrepris, dans le cadre de l'activité du laboratoire de Chimie Agricole du Secteur Soudanais de Recherches Agronomiques, une étude agrologique d'ensemble des sols du Sénégal (42), résumée ci-après :

a) Classification agrologique.

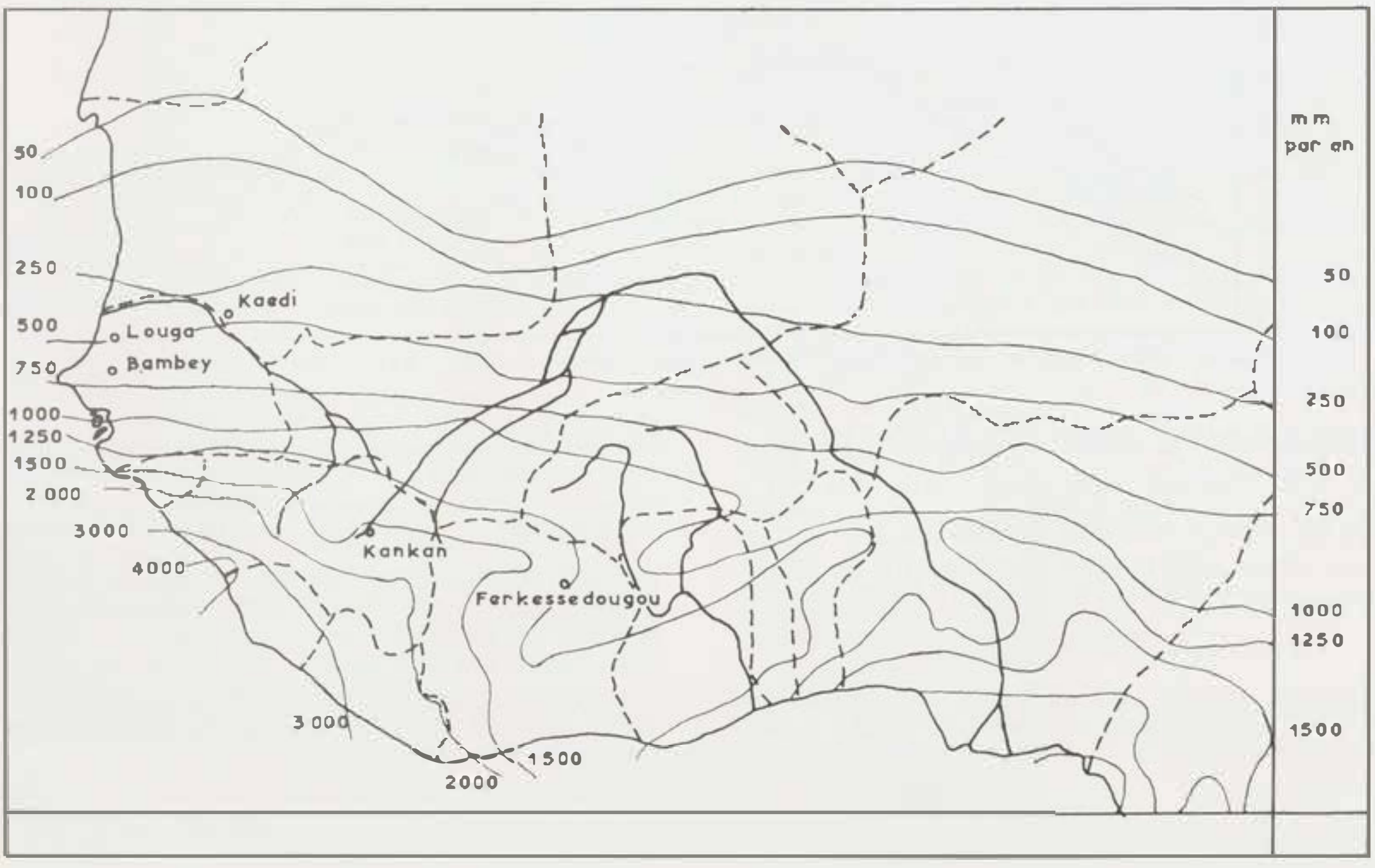
Après avoir exposé les facteurs de la formation des sols (roches-mères, climat, végétation, facteur humain), l'A. a été amené à distinguer huit grandes classes de terres arables : sols sableux, sols sablo-argileux, sols argilo-sableux, sols argileux, sols humifères, sols calcaires, sols ferrugineux, sols salés. Ce sont les sols sableux (« dior » des pays Ouolof et Sérère — « dieri » du pays Toucouleur) et les sols argilo-sableux (« deck-dior » des pays Ouolof et Sérère — « kegne-kegne » du pays Mandingue), qui constituent les terres à arachides ; ces noms vernaculaires ont une réelle valeur agro-pédologique, car l'agriculteur sénégalais connaît

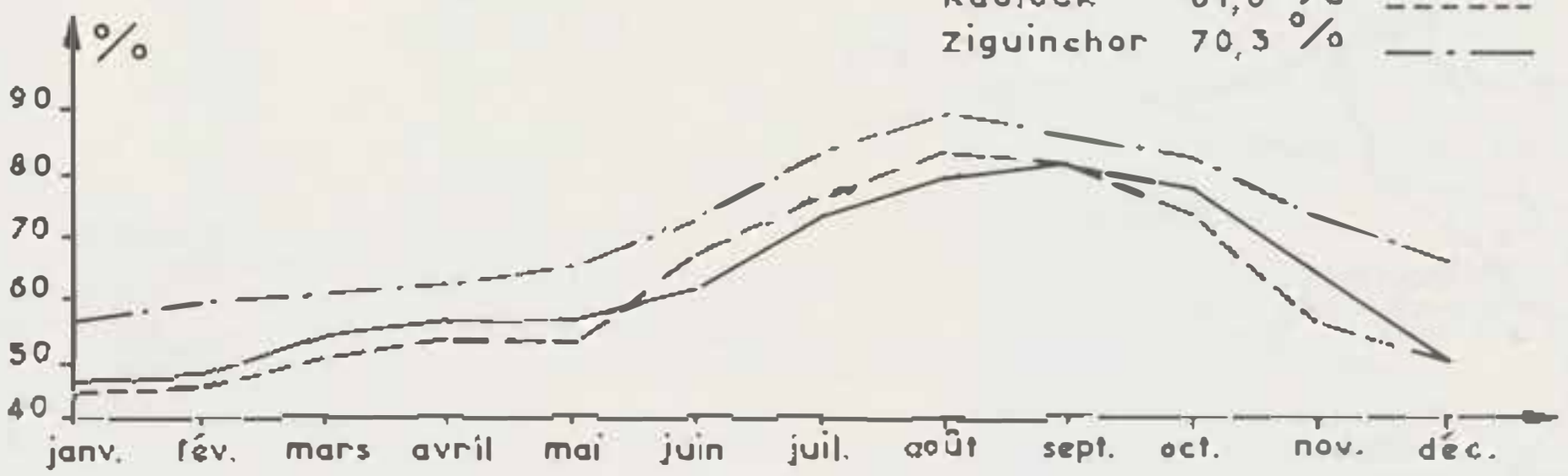
PLUIES au SÉNÉGAL

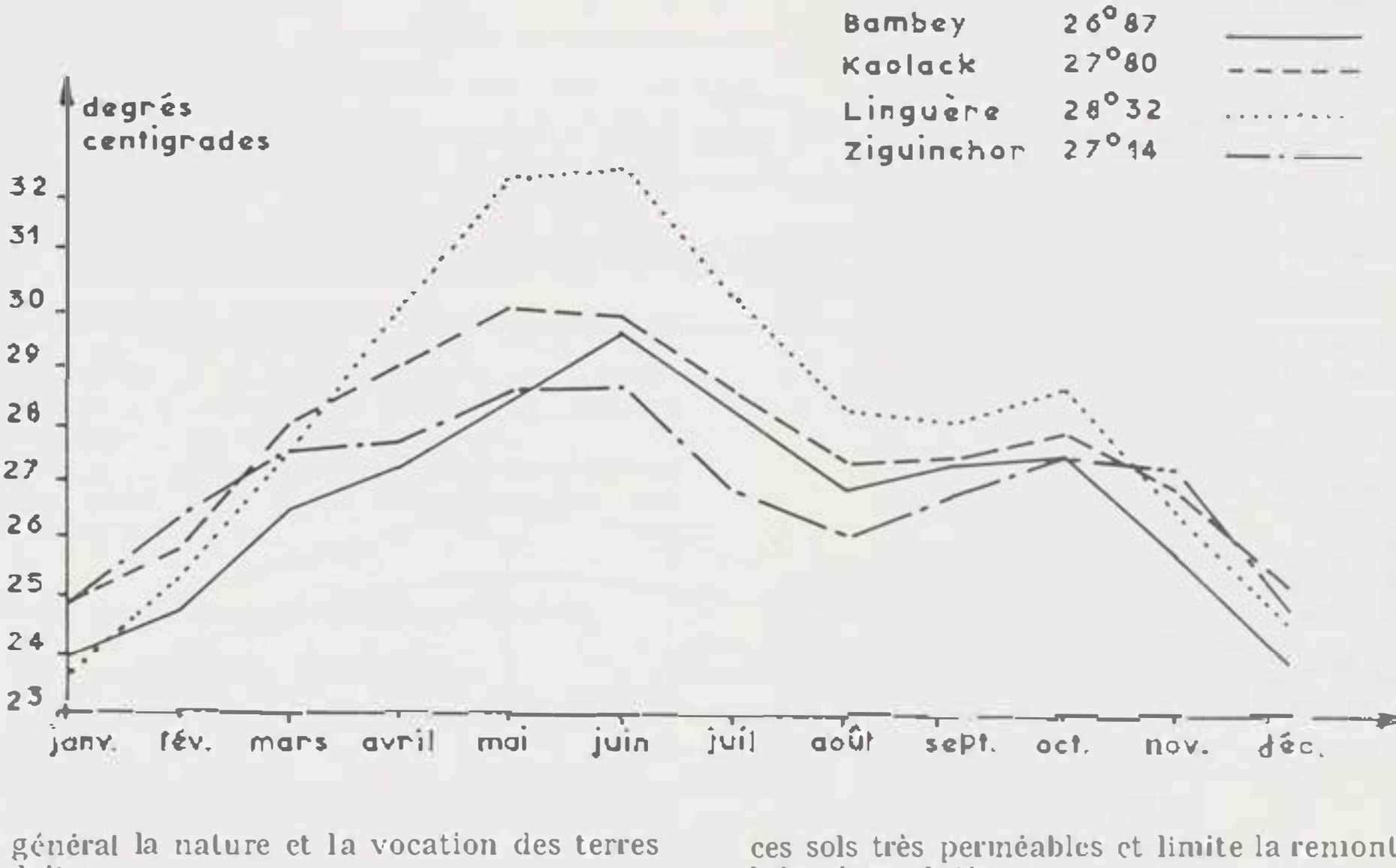
(ISOHYÈTES 1931-1960)



PLUIE en AFRIQUE OCCIDENTALE







bien en général la nature et la vocation des terres qu'il exploite.

b) *Les terres à arachides du Sénégal.*

Le même A. (41) caractérise ensuite les principales terres à arachide du Sénégal.

*b*1) Constituants sableux.

Il s'agit presque toujours de sable quartzeux qui ne peut libérer aucun élément fertilisant, sa proportion est toujours élevée 90 à 98 %, ce qui rend ces sols très perméables et limite la remontée capillaire des solutions.

Le rapport $\frac{\text{sable grossier}}{\text{sable fin}}$ constitue un bon critère de dégradation, il atteint 50 dans les terres les plus dégradées du Cayor et oscille entre 20 et 40 dans le Baol et le Sine Saloum.

*b*2) Fraction limon.

Elle est inférieure à 1 % dans le Sénégal occidental et varie de 1 à 3 % dans le Sine-Saloum et la région de Tambacounda.

b3) Fraction argile.

C'est d'elle que dépend la capacité d'échange et dans une certaine mesure la fertilité. Cependant en contrepartie, à des teneurs en argile élevées, correspondent des difficultés de récolte, celle-ci ayant lieu en terrain sec dans les zones à faible pluviométrie (zones septentrionale et centrale du Sénégal) ; au Soudan et au Niger la teneur en argile ne doit pas dépasser 7 à 8 ‰.

b4) Constituant organique.

Dans les sols surexploités, la teneur en matière organique peut descendre jusqu'à 0,2 % (Cayor) ; dans le Baol elle avoisine 0,1-0,8 % et peut atteindre 1 à 2 % dans les terres neuves.

La fraction humus (méthode Chaminade) conduit aux mêmes conclusions, elle n'est que de 0,1 ‰ dans les sols dégradés.

La technique de l'engrais vert est susceptible d'augmenter fortement les teneurs en humus. Cette augmentation a été de 31 % trois mois après l'enfouissement de mil à Bambey et de 50 % dans la région de Thies.

b5) Réaction du sol.

Elle est plus faible dans les terres humifères méridionales (6-6,5) que dans les terres dégradées du nord (6,5-7,0) et plus faible au cours de la saison des pluies qu'en fin de saison sèche.

b6) Composition chimique.

L'azote n'existe qu'en faible quantité 0,25 à 0,50 ‰ (Kjeldahl). Dans les terres récemment défrichées, riches en matière organique, le rapport C/N est élevé, 12 à 16, l'enrichissement en azote est nécessaire.

L'acide phosphorique total existe généralement en faible quantité, 0,10 à 0,20 ‰, dans le Cayor et le Baol. Dans le Sine Saloum méridional, par contre, on trouve des teneurs plus élevées 0,5-2 ‰.

Le tableau suivant indique les teneurs en P_2O_5 assimilable et total pour 1.000 g de terre fine dans les principales terres à arachide du Sénégal.

		P_2O_5 assimilable	Total
Bayac (Région de Louga)	terrain fatigué	0,03	0,09
K. Amadou Binta (Rég. Louga)	»	0,02	0,09
Centre exp. de Louga	»	0,03	0,08
	fertilité moy.		0,25
Bambey	bon terrain	0,02	1,18
Ngueyt Seon (Baol)	terrain fatigué	0,02	
Kassane (rég. Kaffrine)	fertilité moy.	0,01	
Ribot (Sine Saloum or)	bon terrain	0,02	
Loure ( )	»	0,01	
Nettebouhou (cercle de Tambacounda)	»	0,01	0,53
Centre exp. de Sinthiou Malème	très bon terrain	0,06	
» de Nioro du Rip	»	0,01	1,88
Santamba (Niombato)	»	0,16	0,44

Le rapport P_2O_5 total/P_2O_5 assimilable varie de 3 dans les sols épuisés du Cayor à 20 dans les terrains fertiles.

Dans le premier cas, P_2O_5 utilisable par la plante est pratiquement équivalent à la fraction soluble à l'acide citrique ; dans le second cas la fraction utilisable est plus élevée que la fraction obtenue par extraction citrique.

La potasse totale se trouve également en faible quantité 0,10 à 0,30 ‰.

Le calcium par contre présente une teneur convenable 1 à 2 ‰.

La capacité de saturation qui dépend des colloïdes du sol est évidemment faible : 2 à 3 meq pour 100 g de terre à Louga, 4 à 7 ailleurs.

La somme des bases échangeables varie de 1,5 à 2,5 meq pour 100 g de terre dans le Cayor et de 2 à 5 dans les autres régions.

Le degré de saturation varie de 70 à 95.

Les besoins théoriques de chaux pour amener le sol à la neutralité sont de 150 kg/ha de CaO à Bambey, mais l'expérience montre que les besoins réels sont de 2,5 t/ha de chaux.

Enfin, en ce qui concerne les équilibres de cathions, on observe une adsorption élective du calcium, le rapport Ca à la somme des bases échangeables varie de 50 à 70. $\frac{Ca}{Mg}$ varie de 2 à 4 et $\frac{Ca}{K}$ de 5 à 25.

c) *Etudes pédologiques particulières de certaines régions à arachide du Sénégal.*

Diverses études précisent les connaissances sur certains sols à arachides.

Sols de Louga.

Faure (86-82) apporte une importante contribution à l'étude des sols de la région de Louga.

Cet A. étudie des profils typiques d'une séquence dunaire caractéristique, d'un sol ferrugineux tropical peu lessivé sous longue jachère et sous culture et de sols bruns et rouges.

Les premiers sont les terres dior, formées sur sable peu argileux ; ils constituent les terres à arachide actuelles, ils sont érodés par l'eau et le vent et dégradés par les cultures répétées mais se sont maintenus en bon état dans les régions peu cultivées, d'accès difficile.

Une étude granulométrique et morphoscopique de leurs constituants sableux (82) montre qu'il est constitué par une même famille de sable présentant trois maxima de fréquence pour les dimensions 0,2-0,25 mm, 0,12-0,16 mm, 0,08-0,1 mm ; un quatrième maximum apparaissant en surface. Ces maxima se retrouvent pour les mêmes dimensions en profondeur indiquant que les conditions de sédimentation n'ont pas changé, à l'intensité près, au cours du dépôt.

Les courbes dimensionnelles suggèrent que des remaniements ultérieurs du dépôt sont intervenus et que l'un des agents de transport a eu une importance croissante au cours du dépôt.

On remarque en outre, des actions secondaires tendant à l'enlèvement des sables fins et très fins, surtout au sommet des dunes, dû à l'érosion éolienne, à laquelle s'ajoute une érosion par l'eau.

L'origine de ces sables apparaît triple : marine, éolienne et fluviatile.

Les sables de Bambey sont au contraire, typiquement d'origine marine.

Les sols bruns (dek) sont soit des sols mal drainés (position topographique ou forte teneur en argile), soit des sols calcaires. Leur richesse chimique est bonne mais leur propriété physique les rend peu aptes à la culture de l'arachide.

Il semble que la pratique de l'engrais vert soit de nature à améliorer ces deux types de sol.

Sols de Bambey.

Les sols de Bambey sont étudiés en détail par Bonfils et Faure (12) ; ils se classent parmi :

1) les sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés (dior),

2) les sols hydromorphes d'engorgement temporaire partiel donnant des terres un peu plus argileuses (dek),

3) les sols hydromorphes d'engorgement temporaire total donnant des terres argilo-humifères (ban),

4) enfin, un type de transition entre les sols dior et dek (dek-dior).

Les AA. étudient particulièrement les deux premiers types de sol. Ils observent sur un sol dior, dans les premiers centimètres de l'horizon humifère des sables ne formant aucun agrégat (sables déliés), au-dessous une croûte durcie de texture très sableuse, de structure nuciforme et de porosité moyenne : la cohésion est faible de 25 à 50 ou 100 cm, une couche brune plus cohérente, au-dessous un horizon d'accumulation plus rouge et plus argileux et ensuite jusque vers six mètres un horizon plus clair mais sans sable blanc. Ces sols sont très profondément évolués.

Dans les positions interdunaires (sols dek-dior) l'horizon de surface a une texture plus argileuse.

Les sols dek présentent souvent une surface brune durcie et croûtée, l'horizon supérieur est de texture sableuse, structure nuciforme de faible porosité, la cohésion est plus grande que dans les précédents.

Dans l'horizon sous-jacent, on trouve un peu plus d'argile et une structure plus anguleuse.

Vers 100 cm, la texture est plus argileuse encore et la structure polyédrique compacte ; au-dessous se trouve la couche marno-calcaire.

Les sols ban présentent un horizon de surface de 30 cm, mais pouvant atteindre 1 mètre, brun-noir avec des fentes de retrait importantes.

Les principales caractéristiques chimiques sont indiquées ci-après :

	Dior	Dek
Mat. organique totale %	0,28	0,45
Humus (Chaminade) ‰	0.18	0.30
Acidité	6	
Eléments totaux ‰		
N	0.20	0,30
P_2O_5	0.13	0,15
K_2O	0.20	
CaO	1,8	1.8
Na_2O	0,20	
MgO	0.35	
Eléments échangeables		
K	1.5	1.1
Ca	10	40
Na	1.5	1,3
Mg		18
Capacité d'échange meq/kg.	20	70 à 100
Degré de saturation %	60-80	70
P_2O_5 Truog ppm	6-20	6-20
Alumine libre ‰	0.1-0.6	
Fer libre ‰	1,9	4.5

Sols de la région de Thiès.

Enfin, les mêmes AA. procèdent à une étude d'ensemble très complète des sols, d'une vaste région centrée sur Khombole et située grosso modo entre Bambey et Thiès (13).

Cette étude leur permet de dresser une carte au 1/100.000 des sols de cette région, accompagnée de quatre cartons consacrés au matériau originel, à la végétation, à la richesse du sol en phosphore total et à la vocation des terres ; elle montre une dissymétrie entre la frange occidentale et le reste de la région.

Le quart occidental est occupé par un plateau étroit, versant doucement vers l'est, les sols y sont soit squelettiques soit complexes et recouverts d'un fourré dense et épineux. Les teneurs en phosphore total y sont importantes mais leur vocation est forestière.

Le reste de la région a un relief dunaire, c'est en majorité composé de sols dior cultivés en arachide ; mais le problème est pour eux, celui de leur conservation et du maintien de leur fertilité. Les recherches doivent être orientées vers l'institution d'une rotation avec engrais vert et le développement de l'emploi des fumures minérales.

Dispersés dans les sols dior, apparaissent quelques sols sableux sur gravillons et cuirasse, mais surtout des sols hydromorphes sur les zones dépressionnaires, ces sols conviennent bien surtout au sorgho, le manioc y pousse bien, l'arachide y donne aussi de très bons résultats, mais elle demande une préparation mécanique des terres et des conditions suffisantes d'humidité au moment de la récolte.

Les sols sableux humifères (dior noirs) conviennent au riz et aux cultures maraîchères, tandis que les sols argilo-humifères des mares (ban) ne conviennent qu'au riz.

Le travail d'inventaire et de cartographie des sols se poursuit actuellement par la région de Fatick M'Bour située au sud de la précédente, où les terres moins exclusivement à arachides, permettent des cultures plus diversifées.

d) *Etude de certains sols à arachide extérieurs au Sénégal.*

*d*1) Mali.

La région de Kayes (Mali) est étudiée en 1951 par Bouyer et Auguste (57) (canton Logo, Diomboko, Guidimaka et Kamera). Ils donnent quelques précisions sur les sols à arachide. Ce sont des sols nettement évolués relativement pauvres.

On distingue : sols sableux :

a) d'apport éolien : sable blanc, très peu humifère kegni-kegni goué) ; sable noir plus humifère (kegni kegni fé) ; sable rouge sur le plateau de Koniakary (kegni-kegni blé) :

b) résultant de la décomposition de la roche mère sur place : arènes granitiques incultivables ou sables résultant de la décomposition de grès siliceux.

sols sablo-argileux : les plus répandus sur les plateaux. Ils résultent du mélange d'apport sableux d'origine éolienne ou éluviale et d'argiles provenant de la décomposition de la roche-mère.

Ces terres sont de fertilité très moyenne, en général légèrement trop compactes pour l'arachide.

Bouyer (58) étudie en 1953 les sols de la zone d'influence de la station expérimentale de M'Pesoba.

Les sols sableux se rencontrent sur les plateaux ou les formations récentes d'origine éolienne ; ils sont très évolués et dégradés, peu humifères, pauvres en argile et en bases échangeables ; ils sont peu fréquents, ce sont les sols à arachide-mil (cantons de Ganadougou, Zegucdougou, Niengucle Dougou, Karangasso, Zebala).

d2) Guinée.

A l'issue d'une mission en Guinée en 1953, Bouyer (rap. ann. 1954) apporte quelques indications sur les sols à arachide de bouche de la région de Youkounkoun et sur les sols utilisés pour les essais d'arachides à la station de Kankan.

Dans le Youkounkoun les sols appartiennent au sousordre des sols ferrugineux vraisemblablement à cuirasse ; cette région comprend :

le Coniagui où les terres de culture sont sableuses :

le Bassari où elles sont sablo-argileuses, argileuses ou sableuses, assez souvent gravillonnaires, l'arachide y occupe trop souvent les pentes déboisées ;

le Badiar où les plateaux sablo-argileux ou argilo-sableux paraissent être les plus favorables à l'extension des cultures d'arachide de bouche.

Les sols à arachides de bouche de la région de Youkounkoun ont des teneurs moyennes en matière organique et en éléments fertilisants et sont nettement lessivés surtout en ce qui concerne l'argile.

Les sols à arachides de la station de Kankan sont de deux types : sableux assez dégradés appelés Kiguedougou et gravillonnaires sableux ou sablo-argileux appelés Beredougou.

2) Etude de l'évolution de certains sols à arachide

Ces études sont de deux sortes : étude de l'évolution de sol en place sous divers systèmes d'exploitation et études en cases lyshnétriques.

a) *Evolution de sol en place.*

a1) Sous culture mécanisée.

La première de ces études (Bouyer) porte sur l'évolution physicochimique d'un sol soumis aux conditions normales d'exploitation du secteur expérimental de modernisation agricole de Boulel.

Elle a commencé en 1951 et doit se terminer en 1961.

La rotation qui était d'abord triennale (arachide, mil sorgho, engrais vert) est devenue quadriennale (arachide, mil, arachide, sorgho-engrais vert) : arachide et engrais vert sont cultivés mécaniquement tandis que le mil est cultivé à la main par les colons.

L'A. délimite sur une sole ainsi conduite, par des repères de visée (le bornage n'étant pas possible en raison de la culture mécanique), un carré latin dans lequel sont répartis les prélèvements d'échantillons.

Le carré est à dix objets (dix années de prélèvement).

Une subdivision des parcelles permet de faire deux prélèvements par an, l'un en saison des pluies, l'autre en saison sèche.

Chaque prélèvement comporte la prise de trois échantillons à 10, 40 et 75 cm de profondeur, qui seront analysés du point de vue physique et chimique au laboratoire.

Bien que le cycle complet des observations ne soit pas terminé, l'auteur donne de premiers résultats (49-48).

La première arachide en 1951 n'a pas reçu d'engrais, le premier mil et les autres arachides ont reçu 150 kg/ha de 6-20-10, N étant apporté par du sulfate d'ammoniaque, P moitié par du baylifos, moitié par du phosphate bicalcique et K par du chlorure.

Le terrain choisi appartient au sous-ordre des sols ferrugineux tropicaux, groupe des sols nettement lessivés (sol rouge).

Les observations sont les suivantes :

Evolution de la composition granulométrique.

Les faits les plus importants sont la diminution des teneurs, dans la terre arable, en argile et en sable fin. Les variations sont peu importantes mais significatives. La teneur en argile diminue nettement dès la troisième année alors que le rapport sable grossier/sables totaux augmente d'abord faiblement et plus nettement à partir de la cinquième année.

	1951		1958	
	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide
Sables grossiers/100 sables totaux ...	24,2	23,9	32,9	32,0
argile	9,2	8,9	7,8	7,7

La disparition des éléments fins de l'horizon superficiel n'est pas due au lessivage. En effet, aucun enrichissement corrélatif des horizons sous-jacents n'est observé. Cette disparition est donc imputable à l'érosion superficielle par l'eau et le vent.

Matière organique et humus.

Après le premier enfouissement d'engrais vert, en 1953, on constate un enrichissement considérable de la teneur en humus (Chaminadle). Celle-ci primitivement de 0,20 ‰ passe à 0,26 ‰ immédiatement après l'enfouissement et à 0,33 et 0,35 dans les prélèvements de l'année suivante ; l'humification s'est donc poursuivie pendant la saison sèche. Par la suite, les teneurs en humus ne cessent de décroître pour atteindre 0,14 ‰ en 1956. Après le deuxième enfouissement de matière verte en 1957, on ne constate pas d'enrichissement.

L'enrichissement en matière organique totale après le premier enfouissement est faible. Le carbone total passe de 0,31 % à 0,38 %, par la suite on n'observe plus de variation, le rapport C/N ne varie pratiquement pas.

Eléments fertilisants.

L'acide phosphorique total et l'azote n'ont pas varié pendant les huit années d'expérience. Les teneurs en azote manifestent une tendance à la diminution (0,35 ‰ au début, 0,29 et 0,31 les dernières années) non significative.

Le potassium échangeable accuse une légère baisse de 0,09 meq à 0,05.

Ca et Mg échangeables diminuent de façon marquée.

La somme des bases échangeables passe de 1,90 meq p. 100 à l'origine à 1,41 meq à la fin.

Les mesures de pH montrent à tous les niveaux une acidification légère mais constante.

Evolution de la composition du profil

Prélèvements	Horizons	Argile %	Matière organique totale %	pH	Ca échangeable meq %	K échangeable meq %	Somme des bases échangeables meq %
Premier prélèvement de 1951 (saison sèche)	10-20 cm	9,2	0,53	6,5	1,08	0,06	1,90
	34-45 cm	16,6	0,33	6,1	0,72	0,03	1,36
	70-80 cm	22,7	0,35	6,3	1,22	0,03	2,16
Dernier prélèvement de 1958 (saison humide)	10-20 cm	7,2	0,56	5,8	1,00	0,03	1,41
	35-45 cm	15,6	0,32	5,5	0,73	0,02	1,16
	70-80 cm	24,8	0,31	5,5	0,90	0,03	1,79

Cette étude montre l'absence de dégradation grave des sols mais une légère évolution dans le sens de l'appauvrissement.

Il semble que la dose d'engrais de 150 kg/ha choisie comme la plus économique est un peu insuffisante, des apports azotés plus importants, sur mil et peut-être sur engrais vert, seraient souhaitables. Enfin un léger chaulage et peut-être un apport magnésien pourraient être envisagés.

a2) Sous divers assolements.

Cette étude débute à Bambey en 1960, sur de grandes parcelles où sont comparées depuis 1956 : arachide continue et rotation arachide - mil - jachère, et jachère continue sans fumure, sur sol dior. Grâce à une subdivision permettant vingt-quatre répétitions sur les deux premiers traitements et seize sur le dernier, on étudie les qualités chimique et physique du sol en faisant une large place aux études de structure.

Les premières observations sur les rendements d'arachide montrent une baisse assez régulière de ceux-ci sur les sols en culture continue et au contraire un maintien de leur niveau sur rotation. (Dossier agronomie).

Les premiers résultats de l'étude du sol (communication personnelle de M. Poulain) ne montrent pas de différence en ce qui concerne la matière organique totale et les teneurs en humus en fonction des traitements. Les recherches actuelles sont encore au stade de la mise au point des méthodes visant à déceler les différences de qualité d'humus (acides humiques et fulviques).

Le coefficient de minéralisation de carbone décroît de la jachère à la rotation et à l'arachide continue, le phosphore assimilable est maximum sur la rotation, le pH diminue dans le sens jachère, rotation, arachide continue.

La capacité d'échange est plus élevée sur jachère.

En ce qui concerne l'aspect physique, la détermination de trois paramètres est en cours de mise au point.

Dispersion. Ce coefficient diminue dans le sens jachère, rotation, arachide continue.

Agrégation. Tests à l'eau, à l'alcool et au benzène ; ce dernier seul met en évidence des différences nettes qui évoluent dans le même sens que le coefficient de dispersion.

Vitesse de filtration (porosité).

Elles sont très faibles malgré les fortes teneurs en sable, mais sont également décroissantes comme les précédents paramètres.

Il semble donc, dès maintenant, que divers tests de structure pourront être aptes à caractériser le niveau de fertilité des sols.

Ces tests seront systématiquement étudiés à l'avenir sur les parcelles des divers essais multilocaux de fumure et pourront être reliés aux observations faites sur les rendements.

b) *Etudes en cases lysimétriques.*

Commencées en 1954, elles ont pour objet d'établir les bilans hydrique et minéral dans trois types de sol dek, dior et rouge de Boulel soumis à deux rotations différentes :

1) arachide, mil, arachide, engrais vert avec engrais 6-20-10 à 150 kg/ha sur arachide,

2) arachide, mil, jachère brûlée sans apports minéraux.

Quelques conclusions provisoires des travaux de Bonnels et Charreau, portant sur les années 1954, et 1957, nous ont été communiquées. Elles concernent le bilan minéral.

Si on compare les exportations des divers éléments par rapport aux réserves du sol, on constate qu'elles sont faibles pour N (1 % des réserves de N total exporté sous forme nitrique), très faibles pour le phosphore 2 ‰ de P_2O_5 assimilable (Truog) par rapport à P_2O_5 total, et plus élevées pour K_2O 10 ‰ des réserves en K_2O échangeables.

Par rapport auxéléments apportés par la fumure, on constate que les exportations de N sont très variables mais souvent supérieures aux quantités apportées par la fumure (jusqu'à six fois). Elles sont négligeables pour P_2O_5 (1,5 %). Enfin très variables pour la potasse mais importantes, de 20 à 150 % des quantités apportées, il semble que les quantités moyennes exportées se situeraient à 25 %.

c) *Etudes en bacs de végétation.*

Elles sont effectuées par Vidal.

Commencées seulement en 1959, elles visent à établir le bilan minéral du complexe plante-sol-eau ; elles ne portent que sur l'horizon superficiel de 40 cm.

Les rotations suivantes sont comparées :

mil engrais vert, arachide, mil arachide,

jachère naturelle brûlée, arachide, mil arachide,

jachère naturelle enfouie, arachide, mil, arachide ;

avec ou sans application :

de phosphate naturel (baylifos) 500 kg/ha sur jachère et engrais vert,

de chlorure de potassium 85 kg/ha sur arachide,

de sulfate d'ammoniaque 150 kg/ha sur mil, de plus des bacs restent en jachère nue avec ou sans les compléments minéraux indiqués ci-dessus, apportés séparément chadue année.

Un essai semblable est mis en place sur le terrain pour établir les comparaisons utiles concernant la mobilisation des éléments minéraux par les plants.

Les premiers résultats (1959 avec une très faible pluviométrie) ne portent que sur les diverses jachères ou engrais vert (150)

Les pertes par lessivage des divers éléments minéraux ne sont pas influencées par les phosphatages de fond. Le tableau suivant indique leur variation en fonction des différentes jachères ou engrais vert.

	Eau m³/ha	Eléments kg/ha				
		N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Mil engrais vert	952	1,6	0.11	3,9	25	4.3
Jachère naturelle enfouie	967	6,3	0.16	6,9	30,8	20.2
Jachère naturelle brûlée	913	6,6	0,09	6,2	29,2	10.1
Terrain nu	1.393	15.6	0.30	13,8	77,6	38,9

On note que les pertes en P_2O_5 sont pratiquement négligeables dans tous les cas.

Les pertes d'azote, de potasse, de chaux et de magnésie s'observent tout à fait en début de végétation, ce fait expliquant que l'engrais vert, dont le départ est plus rapide que la jachère, limite mieux les pertes que celle-ci.

3) Microbiologie des sols à arachide (50-51)

L'objet des études microbiologiques du sol faites par BOUYER en 1951 est :

1) la comparaison au point de vue biologie microbienne des bonnes terres à arachide (type Bambey) et des terres dégradées (Louga),

2) l'activité de la microflore sur l'humification des engrais verts.

Les sols dégradés de type Louga se caractérisent, on l'a vu, par des teneurs en argile, en humus et en sable fin plus faibles que les autres.

L'étude de la fixation de l'azote atmosphérique par ensemencement des grains de terre sur silicogel avec milieu nutritif montre un développement de colonies sur 30 à 50 % des grains à Bambey et 60 à 70 % à Louga.

La majorité des colonies est formée d'espèces du genre *Azotobacter*, quelques unes contiennent à la fois *Azotobacter* et *Clostridium*.

L'étude des microorganismes dégradateurs aérobie de la cellulose (ensemencement de plaque de solicogel avec solution nutritive et cellulose) montre que 30 à 35 % des grains de terre sont fertiles à Bambey et 20 à 40 à Louga.

Dans le premier cas, on observe une prédominance des colonies bactériennes avec association *Cytophaga-Cocci* et, dans le second, des colonies fongiques.

La nitrification parait s'accomplir normalement dans son premier stade (ferments nitreux) notamment dans les sols peu dégradés.

Le deuxième stade, nitrification proprement dite, donne des résultats peu nets, des nombres infimes de colonies se sont développés même un mois après l'ensemencement.

L'étude de la décomposition de la matière organique apportée par un mil engrais vert par les agents cellulolytiques a donné les résultats suivants :

	% de grains fertiles	
	avant enfouissement	trois mois après enfouissement
Bambey	30 %	10 %
Louga	20 %	18 %

L'enrichissement déjà net un mois après l'enfouissement est maximum trois mois après.

On note en outre, que cet enfouissement favorise, notamment à Bambey où ils étaient peu nombreux, les champignons cellulolytiques qui deviennent presqu'aussi importants que les bactéries.

Une telle modification ne paraît pas nuisible puisque l'enfouissement de matière verte a montré par ailleurs qu'elle était susceptible d'accroître considérablement la teneur en humus.

C. MILIEU VÉGÉTAL

Végétation spontanée des terres à arachide

Les recherches botaniques n'ont été entreprises que récemment à Bambey.

Cependant, le CRA possède un double de l'important herbier constitué par le RP BERHAUT. Ce document est actuellement en cours d'étude ; il comprend trois mille numéros et vient d'être complété par quatre cents nouveaux numéros.

A côté de cet inventaire de la flore naturelle de la zone d'influence du Centre de Recherches, des travaux d'ordre phytosociologiques sont commencés sur l'évolution de cette flore en fonction des systèmes culturaux.

Les premiers résultats des observations faites à ce sujet nous ont été communiqués par MERLIER.

Parallèlement aux études d'évolution des sols, MERLIER étudie les associations végétales, qui se forment suivant le système de culture.

Il observe à Bambey, dans deux jachères continues semblables, une prédominance de *Tephrosia bracteolata* dans l'une, d'*Andropogon gayanus* dans l'autre.

Sur jachère, suivant une culture continue d'arachide, *Hibiscus asper* est l'espèce la plus apparente en outre quatre espèces y sont plus développées que sur jachère continue, ce sont : *Cassia mimosoides*, *Eragrostis tremula*, *Oldenlandia grandiflora*, *Monechma hispidum* ; parmi les autres espèces rencontrées, il faut citer : *Clenium elegans*, *Tephrosia bracteolata*, *Sesbania sinuocarinata*.

Sur jachère en fin de rotation, la physionomie est semblable à la précédente, mais *Hibiscus asper* y est plus nombreux et la strate herbacée paraît moins développée.

La même flore se retrouve partout, soixante quatorze espèces, mais avec des différences de dominance. Seul *Centaurea perrottetii* se trouve uniquement après culture et *Digitaria gayana* dans les jachères continues.

D'autres observations sont faites en fonction du traitement des jachères : naturelle, enfouie en brûlée.

Dans le premier cas, on observe une association à dominance d'*Eragrostis tenella*, *Trichoneura mollis*, *Digitaria longiflora*, *Ipomea Pes-tigridis*, *Sesbania bispinosa*, *Cassia obtusifolia*, tandis que certaines espèces, sans être dominantes, paraissent favorisées par ce traitement, c'est le cas de *Tephrosia linearis*, *Fimbristylis exilis*, *Schizachyrium exile* et que d'autres ne sont présentées que dans ce type de jachère : *Stylosanthes erecta*, *Tephrosia lathyroides*, *Hibiscus rhombifolia*, *Penniselum pedicellatum*, *Cleome monophylla*, *Indigofera pilosa*, *Gisekia pharnaceoides*.

Après jachère brûlée, les espèces dominantes sont : *Alysicarpus vaginalis*, *Hibiscus asper*, *Milracarpus scaber*, *Brachiaria racemosa*, *Merremia angustifolia*, *Digitaria gayana*, *Borreria radiata* *B. stachydea*, *Centaurea perrottetii* l'espèce paraissant la plus favorisée par le traitement est *Cenchrus biflorus*, les espèces seulement présentes dans ce traitement sont : *Cassia absus*, *Sporobolus granularis*, *Dactyloctenium ægyptium*, *Leptadenia lancifolia*, *Physalis minima*.

Enfin quelques espèces sont indifférentes, tandis que d'autres sans être indifférentes, s'équilibrent soit par leur nombre, soit par leur développement dans les deux types de jachères.

Ces observations, qui ne sont qu'à leur début, ne peuvent permettre encore aucune conclusion, mais il semble que l'on puisse espérer trouver des corrélations entre certaines caractéristiques chimiques du sol (qualité d'humus) sa structure et les associations végétales.

CHAPITRE III

AMÉLIORATION VARIÉTALE

Le caractère essentiellement autogame de l'arachide a conduit, dès le début des travaux, à rechercher l'amélioration de cette espèce par la constitution de lignées pures.

On se réservait la possibilité, pour palier l'adaptabilité généralement restreinte des lignées pures à des conditions écologiques variables, de reconstituer, si besoin était, des populations à l'aide de quelques lignées voisines et d'adaptation un peu différente.

L'expérience a montré que cela n'était pas nécessaire ; de plus, cette technique aurait considérablement compliqué la tâche des organismes chargés de la vulgarisation des variétés améliorées

On examinera successivement au cours de ce chapitre :

a) Les objectifs de l'amélioration variétale.

b) Les techniques utilisées pour la création des lignées :

sélection généalogique,
hybridation,
jarovisation,
colchicinisation,
radiogénétique.

c) Les techniques mises en œuvre pour le choix des lignées en fonction des objectifs d'amélioration, c'est-à-dire le processus des essais variétaux.

d) Les résultats de l'amélioration variétale.

A) OBJECTIFS DE L'AMÉLIORATION VARIÉTALE

Comme pour toute espèce végétale, l'amélioration de l'arachide concerne l'amélioration :

a) de ses aptitudes agronomiques, à savoir essentiellement le rendement avec ses principales composantes, adaptation écologique et résistance aux maladies ;

b) de la qualité des produits obtenus en fonction de leur utilisation : richesse en huile, qualités des gousses conformes au type de bouche ou de confiserie, etc...

Ces divers critères de qualités agronomiques ou technologiques sont essentiellement appréciés au stade du choix des lignées, c'est-à-dire au cours des divers essais variétaux ; cependant, il en est tenu compte, au moins pour certains d'entre eux, dès le stade précédent, celui de la création des lignées par les diverses méthodes d'amélioration mises en œuvre, on verra ce qu'il en est exactement au cours des paragraphes suivants ; on se bornera à indiquer ici sur quelles bases sont jugées les diverses qualités recherchées.

1) Rendement

On détermine : le rendement en gousse brut après battage,

le rendement en gousses total après adjonction du poids des gousses restées en terre,

le coefficient de ventilage (éliminations des gousses vides),

le rendement au décorticage,

le degré de maturité (% de gousses mûres, moyennement mûres, non mûres),

le rendement en paille,

le pourcentage total de levée,

la rapidité de levée (nombre de jours nécessaires à la levée de 50 % des graines).

La comparaison de ces divers facteurs, dans des conditions de culture différentes, permet d'apprécier le degré d'adaptation écologique des variétés et, dans une certaine mesure, leur résistance aux maladies ; des tests complémentaires sont cependant nécessaires.

Les maladies affectant le plus sérieusement l'arachide et justiciables de la génétique sont : d'abord la rosette qui n'est que sporadique au Sénégal mais emphytique en Haute Volta et Côte d'Ivoire et la cercosporiose moins importante.

Les tests de résistance à ces maladies sont les suivants.

ROSETTE.

La résistance est mesurée par une cotation du degré d'attaque (144) ; deux cents plants sont notés de 0 à 4 selon la gravité des symptômes foliaires observés.

La meilleure période pour effectuer cette cotation se situe pendant la phase de développement lent de la maladie (voir chap. V, rosette); en outre, la cotation doit être effectuée à un même moment pour toutes les lignées à l'étude ; cependant l'expérience montre qu'on peut considérer comme comparables des cotations établies sur une période de huit jours pendant cette phase.

Les cotations sont réalisées soit à l'occasion d'une attaque généralisée de la maladie soit à la suite d'infections systématiques.

On procède alors à ces infections par dépôt sur les plants à l'étude de quelques pucerons résultant d'un élevage en cages grillagées sur pieds d'arachide virosés.

CERCOSPORIOSE.

Le critère de résistance utilisé par JAUBERT (99-102) est le délai que la maladie, après s'être développée lentement, met à s'amplifier soudainement (éclatement de l'infection).

L'étude de la richesse en protéines et de leur qualité a été faite sur quatorze variétés, mais n'a pas révélé de différences justifiant la prise en considération de ces caractères.

b) HUILERIE (138).

Du point de vue de l'industriel, c'est la richesse moyenne en huile d'un lot qui présente seule de l'intérêt, mais cette teneur est la résultante de plusieurs facteurs, que le généticien devra étudier séparément. Ces facteurs sont : degré de maturité de la récolte (proportion de gousses parfaitement mûres à la fin du cycle), rendement au décorticage et enfin teneur en huile spécifique de la lignée appréciée par la teneur en huile des graines parfaitement mûres.

L'appréciation de la teneur en huile peut comporter certaines imprécisions dues à plusieurs facteurs. L'erreur imputable à la méthode de dosage (méthode internationale) et à l'opérateur, est très faible ; elle devient nulle pour celle imputable à ce dernier dès qu'il a procédé à deux cents analyses *.

BOUYER montre que, pour une variété tardive, la maturité complète est atteinte au quatre-vingt-seizième jour après le semis, correspondant à un maximum constant de la teneur en huile des amandes provenant des gousses les mieux développées.

Cependant cette teneur exprimée par rapport aux gousses continue à s'accroître jusqu'au cent douzième jour, correspondant à une dessiccation des coques.

Le lieu de culture a une influence marquée sur la teneur en huile des amandes mûres, des variations de l'ordre de 2 % sont enregistrées. L'année de culture ne paraît pas avoir d'influence.

La date de prélèvement d'échantillon est une source de variation dans les résultats, mais ces variations qui n'ont pas un sens déterminé paraissent être dues aux erreurs d'échantillonnage. Celles-ci en effet, qui peuvent atteindre 1,5 % et même 2 %, sont une des principales sources d'imprécision.

Dans ces conditions, les dosages de matière grasse doivent être faits sur des amandes parfaitement mûres, provenant de récoltes faites dans les aires de prédilection de chaque lignée et sur un nombre suffisant d'échantillons pour diminuer l'erreur d'échantillonnage.

Les variations maximum observées entre lignées différentes n'excèdent jamais 4 à 5 %.

La teneur en huile apparaît donc comme un facteur secondaire devant intervenir dans le choix des lignées après le rendement et en fonction des autres facteurs influençant la teneur en matière grasse de la récolte tout venant et qui sont principalement la proportion de gousses mûres et le rendement au décorticage.

c) COMMERCIALISATION AU TITRE D'ARACHIDE DE BOUCHE.

Les lignées productrices de fruits de grand format sont analysées en fonction des normes exigées pour la qualification arachides de bouche.

Ces normes sont actuellement les suivantes :

2) Qualités des produits obtenus

Les principales destinations des arachides cultivées sont l'alimentation locale, l'huilerie et la commercialisation au titre d'arachide de bouche.

a) ALIMENTATION LOCALE.

Le rôle vivrier de l'arachide, relativement limité au Sénégal, est plus important dans les autres pays d'Afrique. Les critères qui pourraient intervenir ici seraient les qualités organoleptiques, les qualités nutritionnelles des protides.

Les qualités organoleptiques n'ont pas fait jusqu'à maintenant l'objet d'études particulières.

* Depuis 1959, la teneur en matière grasse est déterminée par une méthode rapide (oléomètre du CNTA), qui donne une précision de 1/100.

Qualités	Variété	Couleur	Gousses à trois/quatre graines	Poids aux cent gousses	Tolérance monogrames % en nombre	Tolérance corps étrangers et coques vides (% poids)	Tolérance défauts (en points de pénalisation)	
							Coques	Graines
ARACHIDES TROIS/QUATRE GRAINES								
Extra	U	U	100 %	220	0	0,5	40	40
Supérieure	U	U	80 %	175	1	1	80	80
Courante	U	U	60 %	165	2	1,5	120	120
Limite	U	M	60 %	150	5	2	160	160
ARACHIDES DEUX GRAINES								
Extra	U	U		200	0	0,5	40	40
Supérieure	U	U		175	1	1	80	80
Courante	M	M		160	2	1,5	120	120
Limite	M	M		150	5	2	160	160

U signifie uniforme pour un même lot ;
M » mélangé pour un même lot.
Les qualités « deux graines » extra et supérieure ne doivent contenir aucune arachide à trois/quatre graines.
Le poids aux cent gousses de la qualité « deux graines limite » sera de 140 grammes en 1960 et de 145 grammes en 1961.

B) TECHNIQUES D'AMÉLIORATION VARIÉTALE

a) Sélection généalogique

Elle commence à Bambey en 1921 et se poursuit encore aujourd'hui.

L'idée directrice est d'isoler, dans les populations d'arachides adaptées à des zones écologiques bien déterminées, les lignées pures ayant les plus grandes possibilités de production pour les multiplier par la suite dans leur zone d'origine.

1) CRITÈRES DE SÉLECTION.

Au stade de la constitution des lignées les critères sont de pureté génétique, ce sont donc essentiellement des caractères botaniques.

L'arachide est particulièrement pauvre en caractères botaniques facilement observables, permettant d'établir des distinctions entre lignées et d'étudier la valeur génétique d'un pied-mère par l'examen de la distribution de ces caractères dans la descendance.

En l'absence de tels critères, les premiers travaux de sélection entrepris par SEGUELA sont basés sur ceux proposés par NEVANO (16 et rapport tech. 1931) qui sont en fait des critères de productivité.

En 1921, on utilise le premier critère de NEVANO : nombre de gousses par pied ; en 1929, on utilise le second critère proposé par cet auteur : poids des gousses d'un pied et en 1931, on utilise une combinaison de ces deux critères, auxquels on ajoute le poids moyen d'une gousse. La régularité de ces caractères dans les descendances est appréciée, au début, par l'établissement des courbes de fréquence.

En fait, ces bases de sélection ne sont pas suffisantes en raison du caractère très fluctuant et très dépendant des conditions de culture des critères utilisés.

Elles n'en ont pas moins permis de créer dès cette époque, des lignées qui sont encore aujourd'hui parmi les meilleures (28-206).

Par la suite ces caractères ne seront plus relevés qu'à titre complémentaire.

Le Professeur A. CHEVALIER encourage, en 1931, les chercheurs à baser la sélection à ce stade sur des caractères purement botaniques. Des travaux réalisés en France avec le Professeur ALABOUVETTE font espérer un moment la possibilité de pouvoir utiliser le caractère pilosité de la plante, mais ce caractère se révèle en définitive variable au cours de la vie de la plante.

A partir de 1935, des recherches sont faites sur l'hérédité d'un coefficient de productivité : nombre de gousses formées sur nombre de fleurs. Cette recherche n'apporte par de résultats (rap. 1945).

Cependant, les observations faites depuis le début des travaux sur le port, la hâtivité, et sur les caractères morphologiques de la gousse et de la graine, permettent une distinction plus précise des lignées. Ces dernières caractéristiques servent de critères à partir de 1935 et sont coordonnées en une classification des arachides par BOUFFIL et SAUGER en 1949, dont on a donné l'essentiel au chapitre précédent.

Les observations botaniques faites par TARDIEU (145), CATHERINET (62) et JACQUOT (96) déjà citées, permettront l'élaboration prochaine d'une classification plus complète qui réunira tous les critères de sélection utilisés à ce stade.

Les caractères de la gousse et de la graine, s'ils ne permettent pas à eux seuls de distinguer des lignées voisines, demeurent cependant importants, en raison de la possibilité qu'ils offrent de déterminer le degré de pureté variétale des semences au stade de la vulgarisation.

2) PRATIQUE DE LA SÉLECTION.

Le processus des opérations suit le schéma classique de toute sélection généalogique.

a) Population de départ.

Elle est constituée par des populations recueillies dans différentes zones de culture de l'arachide, au Sénégal et dans les autres pays africains d'expansion française par des populations introduites de divers pays arachidiers du monde.

Les diverses origines des populations étrangères sont les suivantes :

Origine	existant au 10/1/61	fin 1958
Madagascar	8	15
Turquie	3	4
Union Sud-africaine	4	18
Argentine	5	11
Congo Belge	5	8
Etats-Unis	13	15
Indes	5	13
Nigéria	5	1
Soudan	12	239
Tanganyika	3	7
Brésil	6	15
Mongolie	2	3
Indonésie	1	3
U R S S	1	5
Corée	2	2
Cuba	1	2
Gambie	7	8
Syrie	3	6
Gold Coast	2	6
Chine	2	12
Cambodge	1	1
Grèce	1	1
Australie	1	3
Ile Maurice	4	18
Angola	7	13
Chypre	2	2
Papouasie	1	1
Japon	8	11
Comores	1	1
Iran	1	1
Israël	5	9
Nigéria	1	16
Fernando Po (Guinée Espagnole)	2	14
Maroc	0	2
Espagne	0	1
Equateur	0	1
Rhodésie du sud	0	8
Nyassaland	0	2
Queensland	0	1
Uruguay	0	8
Tahiti	0	1
Ouganda	0	2
Malaisie	0	8
Açores	0	1
Somalie britannique	0	2
Vénézuéla	0	10
Ceylan	0	10

N.B.) Les populations qui ne figurent plus en 1961 ont généralement donné des lignées maintenues en sélection généalogique ou en collection.

Les populations sont classées en fonction du type variétal qu'elles présentent.

Lorsqu'une nouvelle population est introduite, si elle provient de prospections faites dans une zone géographique particulière du Sénégal ou d'autres pays africains, on aura prélevé dans les cultures de cette zone, un échantillon aussi représentatif que possible. Il est alors probable que des formes d'arachides différentes apparaîtront, appartenant à plusieurs groupes de la classification.

Ces groupes seront cultivés séparément dans la collection classée. S'il s'agit d'une variété introduite de l'étranger, elle présente souvent une grande uniformité de caractère, il peut s'agir même dans ce cas de lignées pures.

b) Choix des pieds-mères dans une population.

Le choix d'une année porte généralement sur quelques centaines de pieds-mères issus d'une ou plusieurs populations.

Des observations faites sur le terrain en cours de végétation, portant sur l'aspect général des plantes, port, développement, leur résistance apparente à la sécheresse, l'allure de la floraison, le groupement de la fructification permettent de choisir les pieds-mères. Ce choix constitue en fait une présélection.

Les pieds-mères sont alors :

1) identifiés par deux nombres, le premier indiquant le millésime de l'année, le second étant un numéro d'ordre ;

2) catalogués sur un registre.

Les récoltes sont ensachées et étiquetées séparément et les gousses et graines sont étudiées et décrites en fonction des critères de classification au laboratoire. Toutes les observations faites sont transcrites sur le registre mentionné plus haut, dont on trouvera ci-après les rubriques.

Numéro de la lignée .....
Type .....

Année de choix .....
Origine .....
Port de la plante .....
Cycle végétatif .....
Caractères floraux * .....

Poids total des gousses { à une graine ..... / à deux graines ..... / à trois graines ..... } Total .....

Rapport { Poids des gousses .. / Nombre de gousses . } .....

DESCRIPTION DE LA GOUSSE

Régularité .....
Grosseur .....
Bec .....
Epaisseur de la coque .....
Dépression .....
Côte .....
Réseau .....

DESCRIPTION DE LA GRAINE

Grosseur .....
Troncature .....
Epaisseur de la pellicule .....
Couleur de la pellicule .....
Poids de 100 graines .....

* à partir de 1961.

RAISONS DU CHOIX

Nota. Le type fait référence à la classification utilisée ; il résume donc tous les caractères botaniques en fonction desquels la classification a été établie.

c) Première année de culture pédigrée.

Les gousses provenant de chaque pied retenu sont semées sur une seule parcelle ou une seule ligne.

On étudie au cours de végétation les divers caractères notés lors du choix et on récolte séparément les cinq pieds reproduisant le mieux ces caractères, les autres pieds sont récoltés en vrac.

L'étude en laboratoire des caractères morphologiques des gousses et graines est faite à la fois sur les cinq pieds séparés et sur le vrac.

La production de l'un des cinq pieds retenus est choisie pour perpétuer la lignée l'année suivante, tandis que celles de deux autres sont conservées en réserve pour le cas où un aléa viendrait à détruire la culture de la descendance du pied retenu.

d) Deuxième année de culture pédigrée.

Le même processus d'observation et les mêmes modalités de choix sont répétés, le vrac peut être éventuellement conservé pour des collections testées si la lignée est retenue à ce stade.

e) Années suivantes.

Si au cours de la seconde année de culture pédigrée la lignée se montre insuffisamment fixée, on poursuit la sélection en isolant éventuellement les types en ségrégation qui seront numérotés A, B, C.

Les lignées fixées mais à caractères botaniques ou morphologiques irréguliers ou à fructification insuffisante sont éliminées.

Les lignées stables pendant cinq ou six ans de culture pédigrée non éliminées se répartissent en deux groupes :

1) elles présentent un intérêt botanique ou morphologique mais laissent prévoir un intérêt agronomique limité, elles sont alors classées en collection,

2) elles sont régulières et conformes au type agronomique recherché, elles sont alors destinées aux essais variétaux.

Remarques.

On remarquera que, bien qu'il s'agisse ici de la constitution des lignées, certains caractères de productivité sont notés : aspect végétatif au choix des pieds-mères, poids des gousses récoltées ensuite.

Par ailleurs, certaines observations sont faites occasionnellement à n'importe quel stade de la sélection : résistance à la sécheresse, à diverses maladies (rosette).

Il faut en outre signaler que certains choix sont orientés dès l'origine dans un but particulier :

Résistance à la rosette : les choix peuvent porter sur des pieds occasionnellement distingués pour leur résistance à cette virose (attaque généralisée en 1952) ou sur des lignées issues de populations introduites de région, où la rosette sévit à l'état emphytique (Haute-Volta, Côte d'Ivoire) les lignées sont alors testées systématiquement par infection dirigée au cours de la sélection généalogique.

Arachides de bouche, comme précédemment, elles peuvent être distinguées occasionnellement ou résulter d'introduction spéciale. Les lignées sont alors analysées en fonction des normes.

b) Hybridation

1) But de l'hybridation (Rapp. annuels).

Le but est toujours la réunion dans une seule lignée de caractères appartenant à des lignées distinctes.

Les hybridations faites par R. Sagot et F. Bouffil en 1929, puis celles faites par les mêmes et R. Luziau en 1933, 1934 et 1936 ont pour objet d'unir le caractère érigé en vue de la culture mécanique de certaines lignées aux caractères productivité et tardivité de lignées rampantes.

Le même but est recherché en 1946 par Sauger et Luziau et par Sauger en 1947, à partir d'une variété semi-érigée 28-206 et une rampante 24-11 en 1946 et 29-56 en 1947. D'autres hybridations visent à associer les caractères productivité des deux parents et de retrouver le caractère coque mince des lignées 24-11 et 29-56.

En 1955, le programme d'hybridation est principalement orienté sur la résistance à la rosette, les géniteurs utilisés, porteurs de ce caractère, sont d'une part ceux qui ont été remarqués lors de l'attaque généralisée en 1952 : 48-14, 48-37, 48-13, d'autre part des lignées issues d'introduction provenant de pays à rosette : cent premiers numéros du choix 59.

D'autres objectifs peuvent être assignés à l'hybridation :

union du caractère productivité à un caractère format de gousse satisfaisant aux normes des arachides de bouche ;

introduction d'un caractère morphologique distinctif dans une lignée donnée, etc...

2) Principes de l'étude de la descendance des hybrides.

Le principal souci de l'hybrideur est de ne pas se trouver submergé par le nombre des descendances ; des éliminations rapides doivent être faites. Sauger établit une classification des caractères servant de base à cette élimination aux divers stades des travaux (135).

Il distingue :

a) Les caractères à conserver impérativement.

Ce sont, par exemple, un état des caractères suivants : port, pourcentage d'amande, teneur en huile, rendement, résistance à la rosette.

Parmi ceux-ci certains peu fluctuants pouvant être déterminés sur un petit nombre de plants et seront des caractères d'élimination précoce : port, pourcentage d'amande dans les gousses, résistance à la rosette.

D'autres trop fluctuants, richesse en huile, rendement seront des caractères d'élimination retardée.

Le classement des caractères dans ces catégories ne dépend pas nécessairement de la nature du caractère mais surtout des moyens dont on dispose pour les apprécier.

La résistance à la rosette pourra s'apprécier sur un seul pied si on pratique une infection dirigée, mais seulement en grande surface et dans un pays où la virose sévit de façon permanente, dans le cas contraire.

La teneur en huile des amandes parfaitement mûres s'appréciera également à des stades différents des travaux selon que les méthodes de dosage employées exigent de grands ou de petits échantillons.

b) Les caractères à ne conserver que facultativement.

Ce sont : α) des caractères typiquement héréditaires, et ils seront des caractères d'élimination précoce s'ils sont facilement observables. Ils serviront uniquement à juger de l'homozygotie et à procéder à des éliminations sur cette base, mais non en fonction de l'état qu'ils présentent puisque celui-ci est par définition indifférent ;

β) des caractères trop fluctuants : ils n'interviendront qu'en fin d'étude pour départager des descendances homozygotes qui présenteraient par ailleurs des valeurs équivalentes.

3) Connaissance du déterminisme génétique des caractères recherchés.

Si certains caractères importants, comme le rendement, sont dépendants de composantes génétiques trop nombreuses pour être connues, d'autres sous la dépendance d'un ou quelques gènes peuvent l'être mieux.

La connaissance précise du déterminisme génétique permet, en calculant le nombre de pieds nécessaires à la manifestation de toutes les combinaisons possibles, d'exercer dès que ce nombre est atteint une élimination précoce des pieds porteurs du caractère dans son état indésirable.

Cette connaissance est actuellement très limitée. On savait, et les observations faites à Bambey tendent à le confirmer, que la disjonction des hybrides rampant x érigé est du type 3-1, le caractère rampant est dominant, des gènes modificateurs paraissent déterminer toute une gamme de types rampants légèrement différents les uns des autres.

La résistance à la rosette paraît commandée par deux gènes récessifs homologues, le type de disjonction est 1-15.

Certaines observations relatives à des hérédités plurifactorielles demandent à être complétées.

Le caractère aspect des types précoces, c'est-à-dire feuillage plus clair et port érigé des types précoces, paraît dominant sur l'aspect des types tardifs.

Le caractère nombre de loges supérieur à deux, domine le caractère une et deux loges.

4) Pratique de l'hybridation.

Elle est basée sur la biologie florale de l'arachide.

La castration est effectuée, vers 18 heures, à la pince. Les fleurs non ensachées, étant donné le faible risque de la fécondation extérieure, sont pollinisées le lendemain matin avec le pollen choisi, déposé à l'aide d'une pince : le taux de réussite varie, suivant les conditions extérieures et les croisements, de une graine pour dix pollinisations à une graine pour trois pollinisations (moyenne une pour cinq). Ces pollinisations sont effectuées à sec.

Cette méthode a été mise au point par Boeuf, puis par L. Sauger (134) seule l'heure de castration, autrefois fixée entre 23 heures et minuit, a été avancée depuis 1955 pour plus de commodité, l'efficacité ne souffrant nullement d'une castration précoce.

5) Pratique des éliminations.

La méthode suivante a été employée pour les hydrides 1946-1957.

On effectue plusieurs dizaines d'hybridations. On obtient en moyenne une graine pour quatre ou cinq hybridations.

On peut disposer de deux à trente ou quarante graines qui seront semées sur une ligne et donneront la F_1.

La production de chaque pied de la F_1 est semée sur une ligne. Le nombre de pieds obtenu en F_2 peut varier approximativement de vingt à deux mille.

Selon les caractères recherchés et la connaissance que l'on a de leur déterminisme génétique, on peut, notamment dans le cas d'un nombre élevé de pieds, procéder à des éliminations sur les critères d'élimination précoce : dans les autres cas, on attendra la F_3 pour avoir un nombre assez élevé de plants.

Lorsqu'on procède à des choix de pieds en F_2 ou F_3 comme il vient d'être dit, chacun de ces pieds constituera des têtes de lignées.

Les plants non retenus constitueront la population hybride qui s'enrichira au cours des années des éliminations suivantes.

Lorsque le nombre des têtes de lignées est suffisamment réduit par les éliminations (à une vingtaine environ) on procède aux épreuves d'homozygotie par le test Crépin.

La production de dix pieds de la même généalogie est semée sur dix lignes côte à côte. Le test est positif si les dix descendances sont identiques entre elles.

Les lignées n'y satisfaisant pas sont éliminées.

A ce stade, les lignées obtenues par hybridation seront traitées comme celles issues de la sélection, c'est-à-dire comparées dans des essais variétaux.

La population hybride permettra de prolonger les résultats des hybridations en donnant lieu éventuellement à des choix de pieds-mères traités en sélection généalogique.

6) Technique particulière : Back cross.

Dans la recherche de variétés productives et résistantes à la rosette, on utilise depuis 1956 la technique des croisements de retour. Plusieurs hybridations sont réalisées entre d'une part plusieurs parents productifs et plusieurs parents choisis pour leur résistance à la rosette d'autre part.

Dans ce cas, après la première hybridation, on laissera s'autoféconder naturellement les plants de la F_1. Cette F_2 étant entièrement sensible (la résistance à la rosette étant un caractère récessif), est cultivée en parcelle où quelques précautions seront prises en vue d'éviter une attaque de rosette qui pourrait diminuer fortement la production (traitement insecticide systémique).

En F_2 tous les pieds seront l'objet de test systématique de résistance. Des pucerons cultivés sur pieds sensibles rosettés en cage grillagée sont apportés à raison de trois ou quatre par plante, à trois reprises, en cours de végétation.

Tous les pieds manifestant les premiers symptômes de la maladie sont alors éliminés et détruits.

On procède alors à de nouvelles hybridations entre les pieds résistants retenus et le parent sensible bon producteur.

Le même processus que précédemment est renouvelé trois fois.

7) Étude d'héritabilité des composantes du rendement dans les descendances d'hybrides.

Deux de ces composantes sont : poids d'une gousse et nombre de gousses par pied. Les études consistent à mesurer la partie de variance génétique en F_2 qui peut être fixée, par opposition à celle non fixable due à des effets de milieu, de dominance ou d'interaction de gènes, afin de déterminer les caractères à sélectionner en priorité et les chances de gain de la sélection. Ces études commencées en 1957, reprises en 1959, sont longues, car le critère définitif de la valeur d'un croisement chez une plante autogame est le rendement des meilleures lignées pures qu'on peut en tirer après réalisation de l'homozygotie (six à sept générations). On ne peut raisonnablement en attendre de résultats définitifs avant 1967-1968. Une méthode de culture à contre saison permettra peut-être de réduire ce délai d'un ou deux ans.

c) Autres méthodes d'amélioration variétale

1) Jarovisation (Rapp. annuels).

L'objet de cette méthode inspirée d'auteurs russes est de réduire le cycle de plante ou plus exactement d'en avancer la période de floraison utile de manière à accroître les rendements.

Elle s'apparente aux techniques de vernalisation consistant à déterminer un départ végétatif des graines et à l'arrêter ensuite, mais vise à obtenir des résultats non seulement sur les plants, issus des graines traitées mais également sur leur hérédité.

On humidifie des graines qu'on laisse germer trente-six heures. Ces graines sont alors placées dans une étuve à 50-55° pendant des temps variables : dix heures, deux fois, trois fois ou quatre fois dix heures séparées de repos.

Ces traitements effectués par Bouffil en 1934, en 1935 et 1940, dont on a étudié les effets sur les descendances jusqu'en 1946 n'ont apporté aucune des modifications signalées par la littérature russe.

2) Colchicinisation.

Elle vise à l'obtention de polyploïdes. Essais effectués par Mlle Thévenin.

En 1948, des graines des lignées 24-11 et 28-206, en début de germination, sont traitées par immersion, sans submersion totale dans des solutions à 0,04 et 0,2 % de colchicine pendant des durées de dix-huit, quarante et soixante-douze heures.

Dans tous les cas, on observe des hypertrophies de la graine mais les levées sont très défectueuses ; les solutions faiblement concentrées appliquées longtemps et sur des graines à peine germées paraissent les traitements les meilleurs.

Les plants issus des graines colchinisées donnent des gousses présentant toutes des anomalies.

Cependant ces traitements repris en 1957 n'ont apporté, jusqu'à maintenant, aucun résultat d'ordre génétique.

3) Radiogénétique.

Des études de radiogénétique commencent en 1957 à Bambey conduites par le personnel de la section de génétique de l'orstom sous la conduite de Bilquez. Elles comportent une partie de recherches fondamentales :

Détermination des conditions optima d'irradiation des espèces tropicales cultivées pour induire des variations héréditaires ;

Etude du mécanisme génétique des différences variétales de sensibilité aux R. X.

Etude de l'évolution des systèmes génétiques qui régissent l'hérédité des caractères quantitatifs dans la descendance d'un matériel irradié, et des recherches appliquées.

Induction de variations dans le port, la forme et la couleur du feuillage, la taille des organes végétatifs, la forme et la dimension de la gousse, la coloration du tégument séminal et la précocité chez plusieurs variétés d'arachides: 28-201, 48-115, 29-103.

Création, en particulier, d'un type à grosses gousses à partir de la 28-204.

Ces études comportent des recherches préliminaires ou complémentaires des recherches fondamentales.

Déterminisme génétique de certaines variations naturelles existant chez l'arachide et de certaines variations induites expérimentalement. Actuellement ces études concernent l'hérédité de la précocité, de la dormance et d'un type apetiolé apparu dans la descendance irradiée de la 28-204.

C) CHOIX DES LIGNÉES. ESSAIS VARIÉTAUX

I) Essais régionaux

2) Historique.

Les meilleures lignées font l'objet d'essais comparatifs. Ces essais, d'abord réalisés à Bambey, le sont à partir de 1935 dans diverses localités représentant les principales zones écologiques du Sénégal : Thies, Louga, Kaolak, Casamance, ensuite dans les stations créées par le service local d'Agriculture : Louga pour le nord, Nioro du Rip pour le sud, Sinthiou Malème pour l'est, auxquels viennent s'ajouter en 1950 deux autres centres où sont expérimentées les lignées utilisables en culture mécanisée Boulel et Séfa.

Des essais variétaux ont été mis également en place dans les centres extérieurs au Sénégal.

En 1939, au Niger à Tarna et très récemment quelques essais à Kolo. A la même date en Guinée à Kankan et en Haute-Volta à Saria, puis plus récemment à Benfoa (1948) et Farako Ba (1951).

En 1940, au Soudan à M'Pesoba et Koukoulou (ces dernières jusqu'en 1944). Enfin en 1949, au Dahomey à Ina.

Quelques essais ont été faits effectivement en Côte d'Ivoire, au cours des dernières années, à Ferkessedougou.

Autrefois, les meilleures lignées (une vingtaine) étaient choisies par appréciation de leur rendement sur leur production en gousses par pied et le nombre de gousses par pied (avec et sans les gousses restées en terre) et le poids moyen d'une gousse au cours du processus de sélection généalogique.

Ce premier choix était alors placé en essais comparatifs proprement dits pendant trois à cinq ans.

Les essais comparatifs à cette époque étaient réalisés sur des parcelles de 100 à 150 m² avec trois ou quatre répétitions.

Dans ce schéma, les essais variétaux en grande parcelle constituaient en outre, pour les lignées à vulgariser, le stade de multiplication intermédiaire.

Depuis 1946, le dispositif d'essai est amélioré, il est réalisé sous forme de couples avec huit répétitions.

A partir de 1958, un stade intermédiaire de comparaison est introduit entre la sélection généalogique et les essais variétaux proprement dits en raison de nombreuses introductions réalisées et du grand nombre de lignées obtenues. C'est la collection testée, qui conduit au schéma actuel de la comparaison des variétés.

2) Pratique actuelle des essais variétaux.

a) Collection testée.

La collection testée est mise en place à Bambey, dans les centres du Sénégal et dans les centres extérieurs.

Elle permet :

α) à Bambey, d'exercer un premier choix dans le grand nombre de lignées produites au cours de ces dernières années (606 en 1960) ;

β) dans les centres extérieurs, d'expérimenter systématiquement toutes les lignées en sélection ou en collection au CRA.

Cet essai permet de séparer rapidement : les lignées peu nombreuses qui passeront immédiate-

RECTO

Classement*													Port	Cycle	Type	Lignée N°
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				

Points d'essai Bambey			1re année				2e année				3e année				4e année				5e année			
			Parcel.		Pied		Parcel.		Pied		Parcel.		Pied		Parcel.		Pied		Parcel.		Pied	
			%	S	%	S	%	S	%	S	%	S	%	S	%	S	%	S	%	S	%	S
Bambey																						
Louga																						
Nioro																						
Sinth.																						
C. G. O. T.																						
Sema																						
M'Pesoba																						
Katib.																						
Kankan																						
Ferke																						
Farako																						
Saria																						
Ina																						
Glidji																						
Tama																						

* Les cases sont réservées à des cavaliers d'identification pour classement : parent d'hybride, cycle, port, résistance à la rosette, valeur de bouche, essai en cours.

ment en essai comparatif proprement dit, les lignées moins intéressantes à tester en essais comparatifs au fur et à mesure des possibilités, conservées en collection (le plus grand nombre) et les lignées peu nombreuses à rejeter immédiatement.

Le dispositif est celui des couples à deux répétitions : chaque parcelle est constituée par une seule ligne de 25 m. Chaque lignée est placée à côté d'un témoin de port et de cycle semblables. La récolte est faite sur toute la ligne, si l'homogénéité est suffisante, ou sur une portion de 12 m seulement sur la lignée et le témoin voisin, si une hétérogénéité se manifeste.

b) Essais comparatifs proprement dits.

Ils sont exécutés à Bambey et dans toutes les stations régionales.

Une cinquantaine de variétés en général (cent en 1960 à Bambey). Les meilleures de la collection testée sont comparées dans un dispositif à huit répétitions et avec des modalités d'exécution identiques à celles de la collection testée.

Les mêmes variétés restent en essais comparatifs variétaux en général cinq ans, parfois six. Chacune fait l'objet d'une fiche du modèle ci-joint, où sont mentionnées ses principales performances.

Dans les collections testées et les essais comparatifs régionaux, les choix sont exercés en utilisant tous les critères énumérés précédemment.

II) Essais multilocaux

Ils débutent en 1950 au Sénégal dans six localités puis dans quinze en 1952. Ce nombre est porté à

VERSO

EXAMEN SUR TABLE

Années d'observation	Conformité	Homogénéité	Régularité	Levée maximum	Aspect végétatif	Normes A.B.		Conclusions sur mise en essai et multiplicat.
						G.O.	C.R.	
1960	Conforme » »	Homogène » »	régulier ± non					
19								
19								
19								
19								
19								
19								

vingt-trois l'année suivante. Depuis cette date le nombre des localités est variable mais oscille autour de vingt. Il peut être réduit lorsque les aires écologiques les plus favorables aux meilleures lignées étant définies, il ne s'agit plus que d'en préciser les limites.

L'expérimentation multilocale est en outre commencée en Haute-Volta avec six points d'essais pour la zone centre-est et quatre points pour l'ouest; au Mali avec cinq localités (zone de M'Pesoba); au Dahomey avec trois localités; trente-quatre au Niger; sept zone ouest, quinze zone centre et douze zone ouest.

Ces essais portent en général sur huit à dix variétés qui sont comparées pendant cinq à six ans. Ils sont conduits comme les essais comparatifs régionaux, mais sur des champs appartenant à des cultivateurs autochtones, sur lesquels devait normalement venir une culture d'arachide dans la rotation utilisée localement. Les parcelles sont en outre choisies en fonction de leur homogénéité et non de leur fertilité. La préparation et les façons culturales sont strictement celles en usage localement.

Les mesures de rendement portent sur la récolte brute en arachide en coque sans adjonction des gousses restées en terre. Une interprétation des résultats est également faite à titre indicatif sur le rendement brut par pied et, également à titre indicatif, on note les éléments pouvant avoir une incidence sur la commercialisation : pertes au ventilage industriel, rendement au décorticage, teneur en huile. La vulgarisation des techniques de désinfection des semences étant en voie de développement rapide, on envisage de comparer, dans un proche avenir, les lignées après traitement des semences par le mélange insecticide-fongicide vulgarisé.

La délimitation des aires écologiques optimum de chaque lignée ne peut pas être directement obtenue en utilisant les résultats de l'expérimentation multilocale exprimés en kg/ha puisque les rendements varient souvent considérablement d'une localité à l'autre (136).

La comparaison des variétés pourrait être plus valablement faite en exprimant leur rendement en pour cent du témoin. Cependant le témoin n'étant pas partout parfaitement adapté, on préfère exprimer les résultats en pour cent de ceux de la meilleure variété de chaque essai, c'est-à-dire du rendement maxima pouvant être atteint dans chaque point.

Les résultats permettent de tracer sur des cartes des courbes de niveau de rendement de chaque lignée par rapport au rendement maximum. Ces courbes correspondent à 100 %, 95 %, 90 %, 85 %. Une grande distance entre chacune d'elles révèlera de larges possibilités d'adaptation de la lignée et sera un élément favorable du choix.

D) RÉSULTATS DE L'AMÉLIORATION VARIÉTALE

Les résultats de l'amélioration variétale sont :

α) L'ensemble des lignées créées qui figurent à l'index Seminum arachides du Centre de Recherches Agronomiques de Bambey.

β) Les enscignements apportés par les expérimentations variétales sur les performances agronomiques des lignées dans leurs zones d'adaptation écologique.

La vulgarisation des meilleures variétés sera traitée dans un chapitre particulier.

1) INDEX SEMINUM.

a) *Arachis hypogæa.*

La classification des types adoptée est celle de BOUFFIL-SAUGER (1949). Un INDEX SEMINUM détaillé par variété avec une remise à jour de la classification tenant compte des études parues sur ce sujet et des observations au C R A depuis 1949 paraîtra en 1962.

1) VARIÉTÉS RAMIFIÉES (Alternately branched des auteurs de langue anglaise).

A. Variétés à cycle long (115-130 jours à BAMBEY) avec dormance des graines.

- Erigées
  - + Saloum : 407 numéros dont 199 résistantes à la rosette chlorotique, graines roses (parfois blanches ou rouges).
  - + Baol : 29 dont 3 résistanteas à 1 rosette chlorotique (graines rose)
  - + Virginia Bunch : 105 dont 4 résistantes à la rosette chlorotique (graines roses)
  - + Guerté Niaye : 24 (graines roses)
  - + Mamon 3 graines : 7 (roses)
  - + Mamou 2 graines : 7 (roses)
  - + Kolosaba : 60 (graines roses parfois rouges)
- Rampantes
  - + Salouni rampant, 69 graines roses
  - + Baol rampant, 82 graines roses
  - + Virginia runner, 10 graines roses
  - + Gayor rampant, 11 graines roses
  - + Guerté Niaye rampant, 8 graines roses
  - + Youkounkoun. 17 (16 roses, 1 rouge)
  - + Mamou, 2 graines 2
  - + Philippine White 1
  - + Type Criollo rasteiro, graine pic (rouge et blanc) 3.

B. Variétés à cycle très long 135-150 jours à Bambey avec dormance des graines.

- Boukombé : 7.

2) VARIÉTÉS SUBRAMIFIÉES OU NON RAMIFIÉES.

(Sequentially branched des auteurs de langue anglaise). Toujours érigées à cycle court (90 à 105 jours à Bambey), sans dormance des graines.

- + Java à 2 et 3 graines : 157, grains en majorité roses mais aussi rouges, violet-noir, violettes et blanches.
- + Volètes du Sénégal : 62, graines en majorité roses mais aussi rouges, violet-noir, violettes et blanches.
- + Spanish : 32, graines en majorité roses mais aussi rouges, violet-noir et blanches.
- + Natal : 25, graines en majorité rouges mais aussi blanches et roses.
- + Valencia : 63, graines en majorité rouges mais aussi blanches et roses.
- + Porto Alegre : 6, Identiques à Valencia à graines violet-noir.

b) Arachis prostrata BENTH.

c) Arachis pusilla BENTH.

d) Arachis glabrata BENTH.

2) RÉSULTATS DE L'EXPÉRIMENTATION VARIÉTALE.

a) Sénégal.

C'est dans ce pays que les résultats sont les plus avancés et les plus précis.

L'expérimentation multilocale a permis de délimiter les zones de prédilection des meilleures lignées, 47-16 pour le nord, 48-115 pour le centre et 28-206 pour le sud. Ces zones sont indiquées sur les cartes jointes.

Les lignées, qui sont susceptibles de prendre dans l'avenir le relai des lignées actuellement les meilleures, sont en cours d'expérimentation dans les centres régionaux du Sénégal.

Les derniers résultats pluriannuels de ces centres sont les suivants :

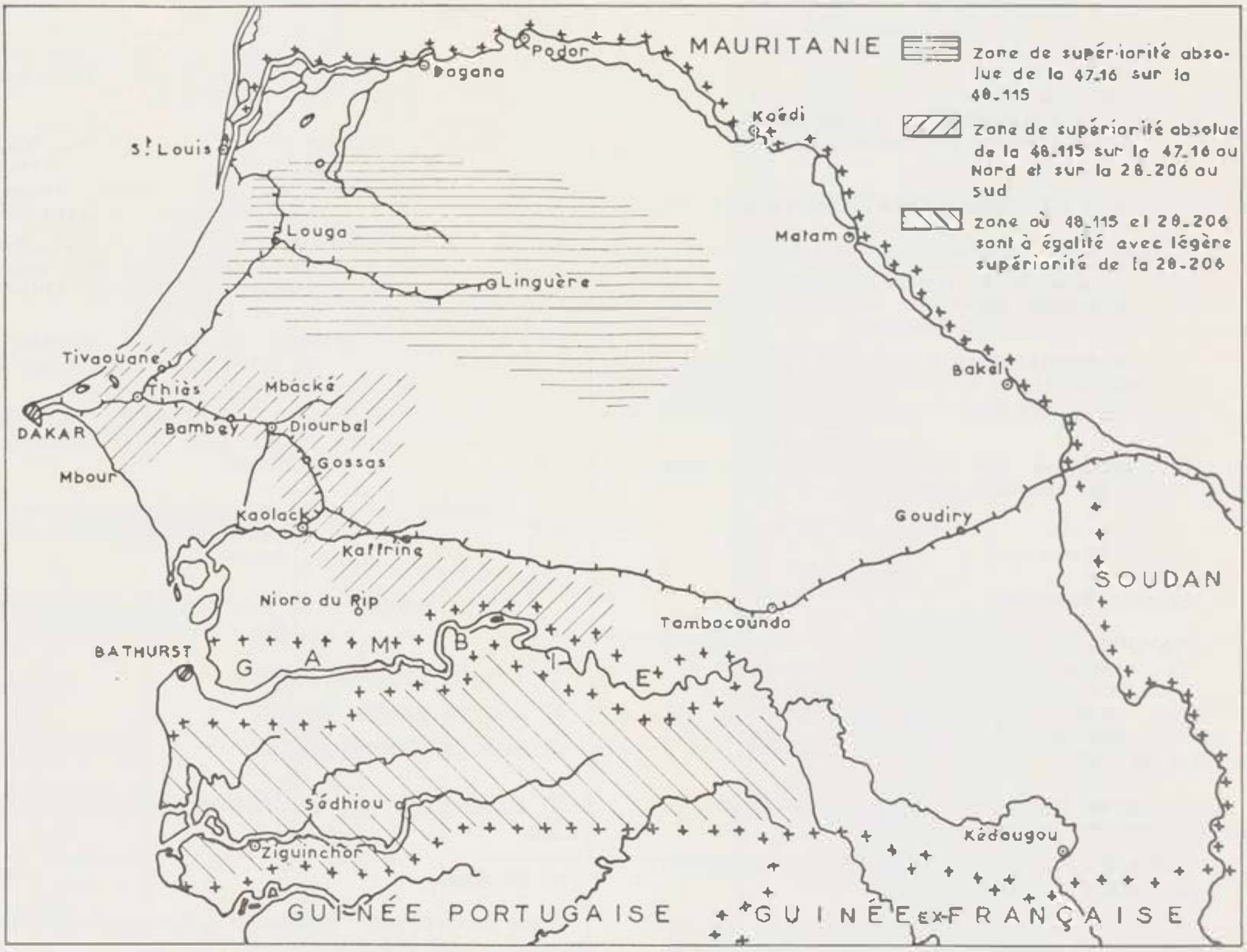
Bambey :

Var. érigées tardives : témoin 28-206 1620 kg/ha

48 - 115 + 17 %
51 - 40 + 18 %

Var. érigées hâtives : témoin 28 - 204 1123 kg/ha.

AB	47 - 3	+ 31 %	47 - 57	+ 21 %
AB	47 - 4	+ 36 %	47 - 61	+ 23 %
	47 - 10	+ 23 %	48 - 11913	+ 21 %
	47 - 24	+ 30 %	48 - 115A	+ 24 %
	40 - 93	+ 14 %	47 - 8	+ 20 %
	41 - 37	+ 17 %	32 - 5	+ 11 %
	47 - 12	+ 16 %	47 - 5	+ 10 %
	47 - 28	+ 18 %	47 - 65	+ 20 %



Var. rampantes tardives : témoin 24-11 1760 kg/ha.

47 - 7	+ 16 %	31 - 119	+ 26 %
45 - 31	+ 25 %	47 - 16	+ 42 %
28 - 212A	+ 36 %	53 - 76	+ 33 %
28 - 232	+ 37 %	53 - 83	+ 28 %
32 - 15	+ 50 %	53 - 84	+ 28 %

Var. de bouche :

En 1960, une variété introduite de type Virginia Bunch s'est révélée particulièrement intéressante donnant une plus value de 18 % par rapport au témoin 28 - 206 et dépassant largement les normes tant en gousses qu'en graines.

Nioro du Rip. :

Témoin 28 - 206 790 kg/ha.

Aucune variété ne lui est supérieure de façon significative.

SEMA Boulel :

Variétés tardives : témoin 28 - 206 1925 kg/ha

Aucune variété ne lui est supérieure.

Variétés hâtives : témoin 28 - 201 1613 kg/ha

47 - 4	+ 20 %	48 - 115A	+ 12 %
47 - 3	+ 25 %	48 - 115B	+ 19 %
47 - 57	+ 11 %		

Arachide de bouche : témoin 28-206, 1.792 kg/ha.

28-209 B, 4,5%	normes poids de 100 gousses non triées atteint presque les normes.
41-11, 4 %	qualité limitée.
Rustembung 28 %	qualité extra.
1 AB 41-11	= témoin.

SEFA :

Témoin 28-206.

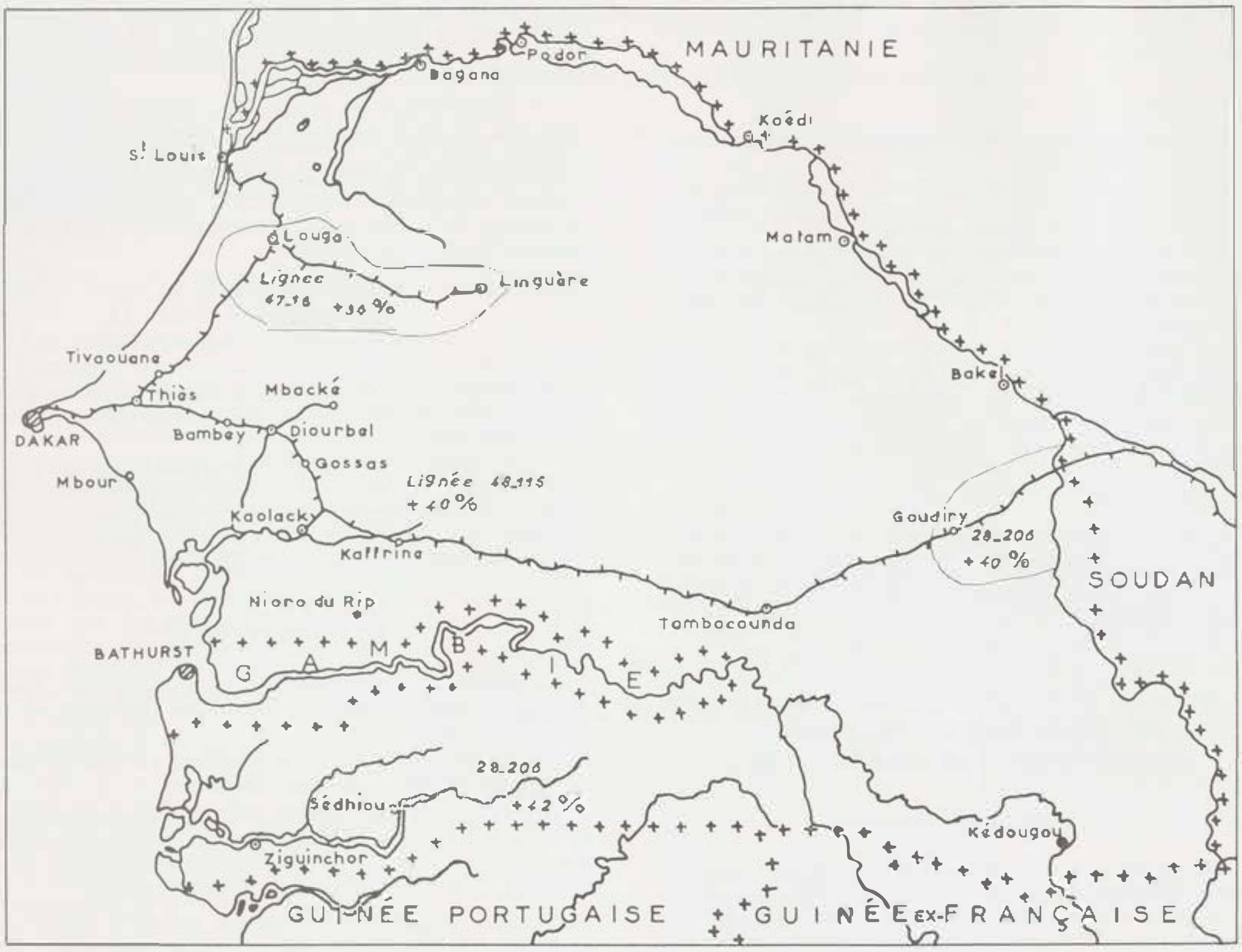
- Avec engrais 2.253/kg/ha en 1960.
  50-16 + 25 %
  68.7A + 7 % } sur 4 ans

- Sans engrais 1.757 kg/ha en 1960.
  53.4A + 15 %
  50-16 + 16 % } sur 4 ans.

b) Côte d'Ivoire :

A Sirano les variétés résistant à la rosette ont des rendements très supérieurs aux variétés sensibles en année à rosette et à peu près égaux en l'absence de la maladie.

48 - 21, 48 - 36, 51 - 11, 52 - 12, 48 - 34, 52 - 13, 52 - 14 résistantes ont des rendements de 904 à 1 334 kg/ha en 1958 et de 1 261 à 1 570 kg/ha en 1959, alors que les variétés sensibles 48 - 115, 48 - 140, 50 - 9, 50 - 16, 50 - 33 ont des rendements de 396 à 686 kg en 1958 et de 1038 à 1 780 en 1959.



Augmentation de rendement des lignées sélectionnées par rapport aux variétés communes

c) Mali :

Variétés tardives.

Les essais multilocaux de 1951 à 1958 montrent la supériorité de 29 - 103 + 50 % par rapport à la variété locale pour la zone de M'Pesoba.

Les résultats de M'Pesoba et San groupes font apparaitre l'intérêt des lignées 29 - 103, 29 - 207, 48 - 38 et 28 - 206.

A Kayes, 29 - 103, 28 - 207 donnent des plus-values de 35 à 45 % par rapport au témoin local.

Cependant, pour l'ensemble de cette région, les lignées 28 - 207 ou 28 - 206 seront peut-être à préférer à la 29 - 103, en raison du faible rendement au décorticage de cette dernière.

A Dioila, les lignées 48 - 115, 48 - 110 et 48 - 38 viennent en tête avec 30 % de plus-values par rapport au témoin local.

A Katibougou, seules 29 - 103 et 28 - 207 surpassent les variétés locales de 10 à 15 %.

Pour la même raison que précédemment, dans la région de Katibougou, Dioila, c'est la 48 - 115 qui tend à s'imposer.

Variétés hâtives :

M'Pesoba	47 - 4	+ 16 % témoin local
	47 - 3	+ 12 %
Segou	47 - 4	+ 49 %
	47 - 3	+ 27 %
	17 - 10	+ 29 %

Arachides de bouche.

A M'Pesoba, supériorité de Miniantiga et Rustenbourg, qui répondent aux normes tant en gousses qu'en graines.

d) Haute-Volta.

Dans la région ouest, les lignées 47-43, 28 - 207, 48 - 115 se classent en tête. A la station de Farako Ba avec 28 - 206 comme témoin, les lignées 29 - 103, 48 - 38, 48 - 115 apportent respectivement des plus-values de 44 %, 25 % et 17 % ; mais le problème actuel est la recherche de variétés résistantes à la rosette. Les lignées présentant cette caractéristique des choix 48 - 55 - 56 sont à l'étude L'IRHO travaille également sur cette question à Niangoloko avec un programme d'hybridation.

Dans les régions centre et est, les lignées 50 - 16, 29 - 103 et 50 - 9 apparaissent comme les plus prometteuses.

e) Niger.

L'expérimentation multilocale est très récente dans le secteur ouest ; les lignées : 47 - 43, 48 - 115, 28 - 207, 48 - 115B, 28 - 206, 51 - 11, 52 - 14, 28 - 207, 48 - 38, TD - 55, 42 - 94, 24 - 11 sont intéressantes dans diverses localités ; dans le secteur centre les lignées venant le plus fréquemment en tête sont : 31 - 33, 42 - 94, TD 55, 28 - 206, 45 - 11, 47 - 43, 24 - 11, 24 - 5, 28 - 206, 28 - 207, 48 - 28 B, 47-20, 48 - 38.

En station, à Tarna, la 47 - 33 se révèle la meilleure, après quatre ans d'essais, parmi les variétés érigées tardives, la 45-7 parmi les rampantes tardives ; parmi les hâtives : 47 - 30, 47 - 31, 47 - 20, 40 - 67, 47 - 28 B sont parmi les meilleures.

f) Dahomey.

Dans la région nord-est, les essais montrent l'intérêt de la lignée 48 - 37 qui apporte des plus values de 25 à 120 % par rapport aux variétés communes et qui se révèle supérieure à 28 - 206 déjà vulgarisée.

E) ÉTUDES SUR LA SÉLECTION NATURELLE ET L'HYBRIDATION NATURELLE CHEZ L'ARACHIDE

1° Sélection naturelle

Un essai réalisé pendant douze années de cultures successives de 1937 à 1948, conduit par Bouffil, (24) vise à établir la cause qui favorise le maintien d'une lignée ou d'un type d'arachide dans une région donnée aux dépens de celles ou de ceux avec lesquels cette variété est cultivée en mélange.

Trois lignées très faciles à distinguer l'une de l'autre sont choisies :

24 - 5 rampante, à petites gousses, sans bec, adaptée aux régions sèches.

24 - 11 rampante, à gousses moyennes, avec bec, adaptée aux régions moyennement humides.

28 - 206 semi érigée, à gousses moyennement grosses, sans bec, adaptée aux régions humides.

Ces variétés sont cultivées en mélange égal, la première année, et les années suivantes en mélange proportionnel au nombre de graines de semences trouvées pour chaque lignée dans la récolte précédente.

L'étude du facteur, pourcentage de graines semées de chaque lignée d'année en année, montre, qu'après neuf ans, la 28 - 206 n'est plus représentée que par 1 % du total et qu'elle disparaît complètement la onzième année. La 24 - 11 n'est plus représentée que par 3 % au terme de l'expérience, la 24 - 5 ayant pratiquement éliminé les deux autres.

Le poids moyen de gousses par pied récolté est de 40 g pour la 24 - 5, 44 g pour la 24 - 11 et 42 g pour la 28 - 206 ; ce facteur n'a donc pu intervenir.

Le nombre moyen de pieds récoltés pour cent graines semées, donne l'avantage à la 24 - 5 avec 73 %, mais n'explique pas les différences observées entre 24 - 11 et 28 - 206 qui ont toutes deux 65 %.

Le poids moyen de gousses récoltées par graine semée est le même pour 24 - 5 et 24 - 11 (29 g) et 19 g pour la 28 - 206. Il n'explique pas l'élimination de la 24 - 11.

Le pourcentage de graines de semences par rapport aux gousses récoltées est le même pour les trois lignées : 50,5 %.

Seul le nombre de graines de semenees par kg de gousses récoltées, corrélatif du poids moyen des semences de la lignée considérée, permet de donner une explication satisfaisante.

Ce nombre est de 1.708 pour la 24 - 5
de 1 266 pour la 24 - 11.
et de 1 052 pour la 28 - 206.

A productivité semblable, la lignée qui a les plus petites graines, possède un coefficient de reproduction plus élevé.

Ainsi la 24 - 5 se maintiendrait en mélange avec la 24 - 11 dans une zone où son rendement serait de 74,2 % de cette dernière, de même elle se maintiendrait en mélange avec la 28 - 206, si sa production n'excédait 61,6 % de la production de celle-ci.

2° Hybridation naturelle

La sélection généalogique fait quelquefois, mais rarement, apparaître le caractère hybride d'un pied-mère choisi.

Dans les conditions de Bambey, l'hybridation naturelle est extrêmement difficile.

Bouffil cultive pendant vingt années successives deux lignées côte à côte, distantes de 75 cm, l'une érigée hâtive, l'autre rampante tardive sans trouver d'hybride dans leur descendance.

Sauger reprend l'expérience en 1948 (134) ; il cultive en alternance sur chaque ligne 28 - 206 semi-érigée à gousse sans bec et 24 - 11 rampante à gousse avec bec, avec un décalage des variétés d'une ligne à l'autre, de sorte que chaque plant d'une même variété soit entouré de quatre plants de l'autre.

La dominance du caractère rampant sur le caractère érigé permet de séparer dans la première descendance de la 28 - 206 des pieds hybrides. De tels pieds ont été trouvés et leur descendance a confirmé leur caractère hybride. Le taux d'hybridation naturelle dans le sens 28 - 206 → 24 - 11 se situe entre 2 et 5 ‰. Dans le sens 24 - 11 → 28 - 206 le taux d'hybridation n'a pas été calculé, mais paraît être inférieur à 1 %.

Les études sur le taux d'allogamie des variétés hâtives et tardives sont reprises en 1960.

La biologie florale de l'arachide est telle que l'hybridation naturelle ne peut résulter que du transport du pollen par un insecte.

Bouffil suspecte le mylabre (*Decapoloma affinis*) prédateur des fleurs d'arachide, d'être l'agent de ce transfert. Il cultive de 1931 à 1933 deux lignées : l'une rampante, l'autre érigée sous cages grillagées en présence de quelques insectes et obtient effectivement en 1933 quelques gousses donnant des pieds à caractère hybride.

Sauger pense que les thrips qui se rencontrent en grand nombre dans les fleurs peuvent être des agents d'hybridation encore plus actifs que les mylabres.

CHAPITRE IV

AMÉLIORATION DES TECHNIQUES DE PRODUCTION

On examinera ici successivement les études faites sur les fumures, les techniques culturales, les assolements, les matériels de culture et les systèmes culturaux.

I) FUMURES

Les recherches sur les fumures commencent tôt à Bambey. Des travaux sur cette question étaient déjà inscrits au programme de la station en 1926, ils ne cesseront d'être poursuivis depuis cette date.

Les conditions économiques de la période 1926-1946 ne permettent pas d'envisager comme proche la vulgarisation d'engrais chimiques ; les premières études portent principalement sur les amendements : amendements calciques ou à base de phosphates naturels dont certains gisements existent au Sénégal.

On ne traitera pas toujours séparément dans l'exposé suivant, les études sur les engrais minéraux et celles sur les amendements qui ont été souvent conduites simultanément et dont on n'a pas toujours distingué les effets propres, notamment dans le cas des amendements phosphatés.

L'étude des fumures minérales s'est amplement développée depuis la dernière guerre faisant suite aux premières recherches de Bouyer sur la physiologie et la nutrition minérale de la plante. A partir de cette époque l'expérimentation est facilitée par l'emploi de dispositifs permettant l'analyse statistique des résultats.

L'étude des fumures organiques a donné lieu à quelques expérimentations très anciennes sur le fumier de ferme, expérimentations abandonnées par la suite en raison des faibles possibilités de production de cet engrais dans les régions de culture de l'arachide.

Ces recherches sont reprises actuellement mais n'en sont guère qu'au stade préliminaire de la mise au point des méthodes de production du fumier, en milieu indigène, des recherches sur les effets de l'utilisation du fumier étant considérées comme assez avancées par rapport à celles-là ».

Dans le domaine des études sur les fumures organiques, ce sont les recherches sur les engrais verts qui ont été les plus développées.

A) ENGRAIS MINÉRAUX ET AMENDEMENTS

On examinera ci-après les principaux résultats obtenus dans ce domaine d'abord et, assez brièvement, ceux acquis avant guerre dans des essais en grandes parcelles n'ayant pas donné lieu à interprétation statistique et ensuite ceux résultant d'une expérimentation plus récente, plus précise et étendue progressivement à toute la zone d'influence de Bambey, le premier de ces essais date de 1938 mais l'absence de chercheurs résultant de leur mobilisation pendant la guerre ne fait réellement partir cette nouvelle période d'études que de 1946.

Parmi les travaux récents, on distinguera :

1) les recherches portant sur la détermination des meilleures fumures complètes à appliquer à l'arachide annuellement,

2) les études particulières sur les phosphates,

3) les études des fumures minérales d'assolement.

Ces derniers aspects des recherches feront appel à des résultats acquis dans d'autres domaines et qui seront exposés dans les paragraphes suivants, en particulier : étude des engrais verts et des rotations.

a) Expérimentations réalisées pendant la période d'avant-guerre

Les premières observations faites à Bambey sur l'action des éléments minéraux sont rapportées par Rambert (118) (1926-1927).

Cet A. signale que les apports de 200 kg/ha de superphosphate et 400 kg/ha de phosphates naturels donnent respectivement des plus-values de 47 % et 35 % ; l'adjonction à ces fumures phosphatées de 300 kg/ha de cendre de tige de mil à 3 % de K_2O diminue ces plus-values (29 % dans le premier cas et moins-values dans le second), alors que l'effet propre de la cendre de tige de mil seule à 500 kg/ha se situe entre + 11 et + 16 %.

Les travaux réalisés par la suite, durant la période considérée ont été récapitulés par Sagot et Bouffil (quinze ans d'essais d'engrais et d'amendements sur l'arachide (32). On en donnera les résultats dans les tableaux suivants.

Fumures à dominance phosphatée

Années d'essais	Nombre d'essais ou répétitions	Traitement	Plus-values + Moins-values —	Observations	
1928-1937	15	Superphosphate 250, 300, 350, 400 ou 500 kg/ha.	+11,15		P
1929-1933	11	Scorie 300 ou 400 kg/ha.	+11,72		
1933	4	Engrais magnésien à 300 ou 400 kg/ha	+28,89	vraisemblablement phosphate magnésien	seul
1929-1931	3	Superphosphate 250 kg/ha, cyanamide 50 kg/ha.	—14,31		
1929-1933	5	Scorie 250 kg/ha, cyanamide 50 kg/ha	—10,11		P
1939	1	Phosphate bic. 250 kg/ha, nitrate de soude 125 kg/ha.	+ 7,60	peu probant, un seul essai	et
1939	1	Phosphate bic. 250 kg/ha, nitrate de chaux 125 kg/ha.	— 7,25	» »	N
1939	1	Phosphate bic. 250 kg/ha, sulfate d'ammoniaque	— 1,93	» »	
1928	1	Superphosphate 400 kg/ha, sylvinite 250 kg/ha.	+25,78		P et
1928	1	Phosphate précipité 200 kg/ha, Sylvinite 250 kg/ha.	+ 7,95		K

ENGRAIS COMPLETS NPK

Années d'essais	Nombre d'essais à une répétition ou nombre de répétitions	Traitement	Plus-values + Moins-values —	Observations
1929-1932	8	Superphosphate 250 à 300 kg Sulfate d'amm. 40 à 50 kg Sulfate de pot. 150 à 250 kg	+ 30,14	Un seul essai présente une moins-value.
1929-1932	5	Scories 250 kg/ha Sulfate d'amm. 50 kg/ha Sulfate de pot. 250 kg/ha	+ 37,46	Tous les essais sont positifs
1929-1931	2	Superphosphate 250 kg/ha Sulfate d'amm. 50 kg/ha Sulfate de pot. 250 kg/ha	+ 19,10 %	Peu probant
1929-1931	2	Scories 250 kg/ha Sulfate d'amm. 50 kg/ha Sylvinite 250 kg/ha	— 2.11 %	Peu probant
1931-1932	4	Superphosphate 150 kg/ha Tourteau d'ara. 200 kg/ha Sylvinite 150 kg/ha	+ 6,17 %	Peu probant
1930-1932	6	Superphosphate 300 kg/ha Sulfate d'amm. 40 kg/ha Nitrate 140 kg/ha Sulfate de pot. 150 kg/ha	+ 27,05	Un seul essai présente une moins-value
1928	1	Superphosphate 400 kg/ha Nitrate de chaux 60 kg/ha Sylvinite 250 kg/ha	+ 23,37	
1928	1	Superphosphate 250 kg/ha Nitrate de soude 50 kg/ha Sylvinite 250 kg/ha	+ 21,82 %	
1939	4	Phosphate bical. 250 kg/ha Nitrate de soude ou de chaux 125 kg/ha Sulfate de pot. 250 kg/ha	+ 6,24 %	
1939	2	Phosphate bical. 150 kg/ha Sulfate d'amm. 125 kg/ha Sulfate de pot. 250 kg/ha	+ 2,79 %	Les deux essais sont positifs
1928	3	Engrais complet à 600, 700 et 800 kg/ha Viande desséchée 3 % de N Sulf. de K 10 % de K_2O Poudre d'os 9 % de P_2O_5	+ 22.62 %	

ENGRAIS UNIQUEMENT AZOTÉS

1930-1932	5	Cyanamide à 100, 150 ou 200 kg/ha	+ 1.17	Non probant

ENGRAIS UNIQUEMENT POTASSIQUE

1930-1932	3	Sulfate de potasse 150 kg/ha	+ 1,57 %	
1930-1932	3	Sylvinite 300 kg/ha	+ 9,22 %	Aucune moins-value

Bien qu'il soit difficile d'accorder un degré de signification à ces essais, on retiendra un indice net d'action positive des engrais phosphatés employés seuls, sous diverses formes : superphosphate, scories ou engrais magnésiens (essais bénéficiant du plus grand nombre de répétitions) pour des doses allant de 45 à 90 kg de P_2O_5 à l'hectare.

Une action inconstante des adjuvants N ou K aux engrais phosphatés dans des formules incomplètes, une action nulle des engrais azotés employés

seuls et une action semble-t-il positive de la sylvinite employée seule, mais une action positive généralement très forte des formules N P K complètes.

Sur trente-six essais élémentaires, sept seulement présentent des écarts négatifs généralement faibles.

Bouffil estime à cette époque, que c'est une formule de type 5-11-22 qui paraît le mieux convenir à l'arachide (56).

Le même A. (32), analysant cette série d'expérimentation d'un point de vue économique en 1944, conclut à la non rentabilité de l'utilisation des engrais minéraux dans les conditions économiques de l'époque.

Amendements.

a) Chaux.

Des essais faits par Ramberi (118) (1926-27) sur les amendements calciques (chaux de Rufisque) donnent des résultats contradictoires ; les doses de 400 kg et 200 kg/ha donnent des rendements en gousses légèrement inférieurs au témoin, alors que la dose de 300 kg donne une plus-value de 35 %. Dans tous les cas, le rendement en paille est amélioré par les amendements.

Trois séries d'essais sont effectuéesde 1934 à 1943 par Sagor et Bouffil. Chacune comporte des applications initiales uniques de 2, 3 et 4 tonnes de chaux à l'hectare, la dernière recevant en outre une seule fois, au début de l'expérimentation, dans les trois traitements. 25 t de fumier à l'hectare.

Les parcelles ont été cultivées de façon ininterrompue suivant la succession arachide-mil jusqu'à la fin de l'expérience.

Dans chaque série, on obtient un résultat sur arachide tous les deux ans, donc cinq résultats au total. On trouvera ci-après, par série, les moyennes de ces cinq résultats.

Rendements en % du témoin

Première série*

	2 t/ha de chaux	3 t/ha de chaux	4 t/ha de chaux
% moyenne d'aug.	6.48 %	20,59	20,16
Rend. moyen du témoin	1566.6	1566.6	1594,4

Deuxième série (mêmes traitements)

% moyenne d'aug.	27,22 %	38,10	33,95
Rend. moyen du témoin	1547,9	1547,9	1547,9

Troisième série (mêmes traitements plus 25 t de fumier de ferme)

% moyenne d'aug.	59,10 %	38,14	24.91
Rend. moyen du témoin	1596.2	1596,2	1596,2

Les chiffres ci-dessus montrent l'action très nette de tels traitements et particulièrement l'intérêt d'un apport de 3 tonnes de chaux, sans fumure organique initiale et 2 tonnes avec fumure organique.

Des plus-values importantes sont, quoique généralement moindres, également enregistrées sur la culture d'assolement, le mil.

Cependant un essai de 1935 et 1936, où divers engrais potassiques et le phosphate tricalcique sont étudiés sur parcelles chaulées à 3 t/ha ou non chaulées, montre un effet dépressif du chaulage sur l'action du phosphate tricalcique et sur les diverses formes de potasse apportées, par contre le mil suivant, pour lequel l'arrière-action des engrais se manifeste peu, est plus productif avec chaulage.

b) Marne.

La marne utilisée dans ces essais est la marne de Louga, assez pauvre en chaux, aussi est-elle apportée à la dose massive de 6 tonnes à l'hectare, en 1936, sur cinq parcelles cultivées, en assolement arachide-mil, jusqu'en 1945 en comparaison, avec cinq parcelles témoins. Ces essais ont été effectués par Sagot et Bouffil.

La production moyennedes parcellestraitées pendant toute la durée de l'expérience est de 1.460,3 kg/ha contre 1296,4 pour le témoin soit, une augmentation de 8,9 %.

Les plus-values des rendements des cultures d'arachide dues au marnage sont moins importantes que celles dues au chaulage, mais n'en sont pas moins nettes. Par contre, les plus-values obtenues avec le mil paraissent plus importantes que dans les essais précédents.

c) Phosphates naturels de Civé.

Les phosphates naturels de Civé (nord du Sénégal) présentent la composition suivante :

P_2O_5	31,95 %
CaO	45,11
SiO_2	5,40
Al_2O_3	4,58
Fe_2O_3	2,06

Ils peuvent être considérés à la fois comme engrais et comme amendement, aussi les essais réalisés de 1937 à 1943 les mettent-ils en comparaison à des doses croissantes : 750, 1.000, 1.250, 1.500 et 1.750 kg/ha apportées une fois pour toutes au début de l'expérimentation dans un assolement mil-arachide comme dans le cas précédent.

Essais de phosphates de Civé

	Traitement en kg/ha				
	750	1 000	1 250	1 500	1 750
Rendement moyen des cultures d'arachides de 1937 à 1943 sur les parcelles traitées.....	960.8	935,5	965,6	1 .062,2	944.2
Pourcentage d'augmentation de rendement par rapport au témoin	14,4	11,1	15,0	26,5	12,1

* Terrain épuisé au départ de l'expérience

On constate en général des plus-values croissantes en fonction des doses de phosphate apportées. BOUFFIL attribue à la constitution plus argileuse du sol de la parcelle traitée à une tonne/hectare (7,7 % contre 3,9 % dans les autres), la faible augmentalion de rendement observée.

Le mil par contre, paraît mieux réagir à l'apport phosphaté sur parcelle argileuse.

Dans une deuxième série d'expérimentation, on a comparé l'action, sur sept années de culture arachide-mil, d'un apport initial de 1.250 kg de phosphate naturel complété par des apports uniques, également en début de culture, de divers compléments minéraux. Ces compléments minéraux n'ayant pu avoir un effet durable, il n'est guère possible de juger de leur action, par contre celle du phosphate naturel confirme les essais précédents.

On trouvera ci-après les résultats de cette expérimentation.

APPORT INITIAL DE 1.250 kg DE PHOSPHATE

	Témoin sans phosph. ni complément	+ Sulf. de K 300	+ Nitrate Ca 150 + Sulf. K 300	+ Nitrate Na 150 + Sulf. K 300	+ Sulf. NH_4 100 + Sulf. K 300
1937	1.143.1	1.407,5	1.617,5	1.570	1.537,5
1939	1.383,3	2.182,5	2.055	1.985	2.175
1941	1.414,8	2.365,5	2.101,5	2.115,5	1.653
1943	692.1	1.636,5	1.538	675	916,5
% moyen. d'augm. .		63,86	57.81	36.95	35,58

Dans cette série, les pourcentages moyens d'augmentation de rendement, élevés pour l'arachide, le sont encore davantage pour le mil.

Une troisième série d'essais présente des conditions analogues de traitement avec en outre un apport initial complémentaire de 2.000 kg de chaux.

APPORT INITIAL DE 1.250 kg DE PHOSPHATE ET DE 2.000 kg DE CHAUX

	Témoin	Ph. 1.250 kg	Ph. 1.250 kg Chaux 2.000 kg	Ph. 1.250 kg Chaux 2.000 kg Nitrate Ca 150 kg Sulfate K 300 kg	Ph. 1.250 kg Chaux 2.000 kg Nitrate Na 150 kg Sulfate K 300 kg	Ph. 1.250 kg Nitrate Ca 150 kg Sulf. K. 300 kg	Ph. 1.250 kg Sulf. NH_4 100 kg Sulf. K 300 kg	Ph. 1.250 kg Chaux 2.000 kg Sulf. NH_4 100 kg Sulf. K 300 kg
1937	1.581,2	1.462,5	1.815	1.702,5	1.612.5			
1939	1.720	2.155	2.525	2.585	2.385			
1941	1.589	2.201.5	2.513,5	2.256,5	1.761			
1943	898.5	1.978	1.778	1.767	1.252			
% moyenne d'augm. .		34,68	49,61	43,56	21,10			

Les résultats sont peu différents du précédent en ce qui concerne l'arachide, mais très inférieurs pour le mil, compris entre 4,35 % et 28,41 % suggérant peut-être une action néfaste de la chaux sur l'assimilabilité du phosphore.

Enfin, une quatrième série d'essais recoupe les trois précédents avec les traitements indiqués dans le tableau suivant, effectués en une seule fois en 1937.

	Témoin	Ph. 1.250 kg	Ph. 1.250 kg Chaux 2.000 kg	Ph. 1.250 kg Chaux 2.000 kg Nitrate Ca 150 kg Sulfate K 300 kg	Ph. 1.250 kg Chaux 2.000 kg Nitrate Na 150 kg Sulfate K 300 kg	Ph. 1.250 kg Nitrate Ca 150 kg Sulf. K. 300 kg	Ph. 1.250 kg Sulf. NH_4 100 kg Sulf. K 300 kg	Ph. 1.250 kg Chaux 2.000 kg Sulf. NH_4 100 kg Sulf. K 300 kg
1938	2.238,7	2.050	2.617,5	2.745	2.380	2.412	2.525	2.612,5
1940	1.226,2	1.247,5	1.530	1.595	1.435	1.577,5	1.512,5	1.642,5
1942	551	497,5	616	553	699,5	810	732,5	573
% d'augm.		5.58	19,25	22,48	12,31	19,40	18,67	20,11

Une remarque intéressante a été faite par BOUYER (47) dix ans après l'application de phosphate de Civé, les teneurs du sol en P_2O_5 assimilables (DYER) sont de 0,07 % dans les parcelles traitées à 1.000 et 1.250 kg/ha et seulement de 0,01 % dans les témoins.

On signalera encore un essai réalisé par SAGOT (125) en 1934, visant à établir l'action du chaulage avec ou sans engrais complet.

L'essai est réalisé sur des microparcelles de surface légèrement inférieure à 2 m². Ces parcelles sont constituées de terre soigneusement homogénéisée, placée dans des bacs en maçonnerie sans fond et enfouis dans le sol.

On indique ci-après, les traitements et les rendements correspondants :

		Poids de gousses	Poids de graines	Coefficient de maturité
15	Témoin non traité	403	292	100
18	Chaux à 2 t/ha	—	—	—
19	Chaux à 4 t/ha	433	324	126,1
20	Phosphate de chaux à 4 t/ha	408	319	128,4
12	Chaux à 300 kg/ha plus engrais	417	306	103,4
13	Chaux à 1 t/ha plus engrais	446	319	121
14	Chaux à 2 t/ha »	411	328	131,3
16	Chaux à 3 t/ha »	500	372	141,1
17	Chaux à 4 t/ha »	505	375	143

Ces résultats montrent l'action favorable de doses croissantes de chaux sur l'utilisation des engrais minéraux. Cette action paraît être due, au moins en partie, à une floraison rendue plus précoce par les fortes doses de chaux, de cinq jours par rapport au témoin et de trois jours par rapport à la dose 300 kg/ha.

Une conclusion générale peut êtretirée de cessept années d'expérimentation sur les amendements calciques ou phosphocalciques, elle l'est par Bourfil (32), qui estime que les meilleures doses à employer sont 3.000 kg de chaux ou 1.500 kg de phosphates naturels par hectare, que ces traitements pourraient être rentables et que, de ce point de vue, l'emploi du phosphate, exigeant des frais de transport et manipulations moindres, doit être préféré.

Il pense que s'il est difficile de convaincre les cultivateurs de procéder à l'enfouissement de ces amendements, ils pourraient les épandre sur les jachères, où les animaux sont parqués au cours de l'hivernage, fin-août ou début-septembre au moment où l'activité agricole diminue.

b) Etudes récentes sur les fumures

A partir de 1946, une nouvelle période d'étude va s'ouvrir correspondant : à un élargissement des activités de Bambey et à un accroissement de ses moyens de travail.

Pendant la guerre, la mise en marche du laboratoire de chimie agricole va permettre de commencer l'étude des sols à arachide et de la nutrition minérale de la plante ; l'emploi de dispositifs expérimentaux permettant l'analyse statistique des résultats ouvre l'ère où des résultats précis pourront être atteints.

Les études deviennent plus complexes : on peut distinguer plusieurs grandes voies de recherche :

1) Recherche des facteurs limitant de la croissance de l'arachide, en essais factoriels, puis recherche d'une fumure minérale équilibrée, grâce à des essais à somme constante.

Quelquefois les parcelles d'essais sont réutilisées l'année suivante pour l'étude des effets résiduels ouvrant ainsi la voie aux recherches sur les fumures d'assolement.

Cette recherche se complique progressivement en fonction des résultats obtenus dans d'autres voies, d'une part en fonction de ceux obtenus sur la réponse aux fumures des lignées sélectionnées conduisant à l'étude des interactions (variété × fumure) dans diverses localités, d'autre part en fonction des travaux sur les phosphates conduisant à l'étude de substitution partielle au phosphate bicalcique des formules par des phosphates d'origine locale.

2) Recherches sur les fumures d'assolement qui visent à déterminer l'évolution des besoins des cultures, compte tenu des apports minéraux antérieurs et du système de succession culturale adopté.

3) Recherches sur les phosphates locaux. Les études antérieures ayant montré la grande utilité du phosphore pour l'arachide sur les sols du Sénégal et la rentabilité des phosphatages de fonds avec des phosphates peu solubles. On étudie d'abord l'efficacité des divers phosphates produits au Sénégal, ensuite on cherche d'une part à introduire les phosphates locaux dans les fumures annuelles comme on l'a dit ci-dessus, d'autre part à les utiliser dans des fumures d'assolement en les apportant au début de la rotation sur jachère ou engrais vert.

Les dernières recherches constituent une synthèse de ces diverses préoccupations en faisant appel à des résultats acquis dans d'autres domaines (engrais verts, techniques cutturales, etc...).

Parallèlement à ces grands thèmes de recherches, certaines expérimentations portent sur l'emploi d'oligoéléments et sur des formes différentes d'engrais ; ces dernières sont généralement faites à la demande des fabricants.

Les travaux réalisés dans ces diverses voies sont essentiellement dus à Tourte.

Avant d'examiner successivement ces divers ordres de recherche, on signalera les résultats d'une expérimentation conduite en 1937 et 1938.

Massibot et Vidal (114) se proposent de donner une réponse provisoire aux divers problèmes indiqués ci-dessus : fumure annuelle de l'arachide, action de certains phosphates d'origine locale et effets résiduels des engrais sur les autres plantes d'assolement à Louga, nord de la zone arachidière du Sénégal. Cet essai, qui est le premier disposé de façon statistiquement analysable, n'a malheureusement pas été conduit à son terme.

Les résultats montrent que les phosphates locaux (phosphate de Civé) sont sans action la première année, leur effet résiduel n'a pas été analysé. Pour la série d'essais 1937-1938, le phosphate bicalcique (152 kg/ha de P_2O_5) augmente les rendements d'arachide de 13 %, alors que N et K sont sans action.

Cependant pour l'année 1937, seulement l'action de la potasse 115 kg/ha de K_2O, provenant du sulfate de potasse, augmente de façon significative les rendements en paille et en gousses, ces derniers de 12 % ; l'azote a seulement une action sur la production de paille.

L'arrière action sur arachide des engrais apportés sur sorgho précédant est élevée, 80 % pour le phosbhate bicalcique, l'azote n'a un effet résiduel que sur la production de paille.

b1) Recherche de formules de fumure minérale annuelle de l'arachide

A) Sénégal.

Le premier travail, réalisé dans cette voie par Sauger et Genuyt en 1947 (131) vise à déterminer rapidement à la fois une formule et une dose d'emploi valables en culture mécanisée de l'arachide culture qui débutait alors dans les environs de Kaffrine *.

* Bloc expérimental de culture mécanisée de l'arachide.

Neuf formules N P K sont comparées. Elles sont composées : de sulfate d'ammoniaque, phosphate bicalcique et chlorure de potassium * à trois doses 150, 250, 350 kg/ha.

Parmi les formules choisies, cinq, pauvres en azote, sont voisines de la formule 5-11-22 préconisée antérieurement par BOUFFIL, les autres sont choisies, l'une riche en azote, l'autre riche en potasse.

Les résultats montrent le peu d'intérêt des fortes doses d'engrais.

Les formules les plus intéressantes sont les suivantes :

9- 7-19 à 150 kg/ha	21 %
9- 7-19 à 250 kg/ha	22,4 %
6-15-17 à 250 kg/ha	21,7 %
14-10- 3 à 150 kg/ha	18,5 %

Dans les conditions économiques de l'époque, la formule la plus rentable est la première qui apporte un bénéfice de 927 f/ha.

C'est donc une fumure de formule commerciale de type 8-8-20 qui est alors préconisée pour les conditions de cultures précitées.

Ayant ainsi donné une réponse provisoire au problème formule et dose à employer dans un système rationnel et mécanisé de culture de l'arachide, il fallait étudier le problème plus général de la fumure de cette plante valable pour l'ensemble du Sénégal.

A cette époque, deux faits commandent cette recherche, une baisse sensible de la production et une augmentation des prix de l'arachide permettant d'envisager l'emploi des engrais chimiques en agriculture traditionnelle.

a) Première étude portant sur les facteurs limitants de la croissance à employer.

La première investigation dans ce sens est réalisée dans trois centres : Bambey, Nioro du Rip et Sinthiou Malème situés dans les zones, où les conditions climatiques permettent des rendements plus élevés que dans le nord, font espérer une meilleure rentabilité des fumures minérales.

Les essais sont réalisés sur plans factoriels ; les doses de chaque élément sont :

0-10-20 kg/ha de N
0-10-20-40 kg/ha de P_2O_5
0-50-100 kg/ha de K_2O

α) Résultats en première année

Etude par centre

A Bambey, Nioro du Rip et Sinthiou Nalème, l'action de P_2O_5 est toujours hautement significative. Les intéractions N × P × K ne sont en général pas significatives mais ont une forte probabilité d'action. De nombreuses formules ont une action très significativement supérieure au témoin mais ne diffèrent généralement pas entre elles.

Les plus values arithmétiquement les plus fortes sont les suivantes :

A Bambey, ce sont : 5-10-25 à 200 kg/ha qui donne 19,1 % d'augmentation de rendement,

1-8-20 à 250 kg/ha :	20,4 %
8-8-20 à 250 kg/ha :	22 %
et 7-17-17 à 300 kg/ha :	20,1 %

A Nioro du Rip, viennent en tête :

0- 8-40 à 125 kg/ha :	16,7 %
4-16-20 à 250 kg/ha :	14,4 %
6- 6-29 à 175 kg/ha :	13,7 %

* Ces trois engrais seront, sauf indication contraire, toujours utilisés dans les essais de fumures minérales réalisés par la suite.

A Sinthiou Malème, vingt-trois combinaisons sont supérieures au témoin, avec des plus values de 16 à 43 %, beaucoup plus élevées que dans les deux cas précédents.

Etude multilocale

Une interprétation multilocale des résultats pour les deux centres de Bambey et Nioro (45) apporte d'intéressantes précisions.

L'action de l'azote est significative ; les apports de 10 et 20 kg/ha donnant respectivement des plus values de 7,3 et 7,9 %.

Celle de la potasse ne l'est pas.

Celle des phosphates l'est très hautement.

Enfin, on observe de fortes probabilités d'intéraction (P × emplacement) et (N P K × emplacement) suggérant l'idée que les meilleures formules ne sont pas les mêmes pour les deux centres.

Etude économique

Une étude économique de ces fumures (43) fait apparaître comme apportant des plus values rémunératrices, seulement deux formules à Bambey et Nioro.

Bambey	5-10-25 à 200 kg/ha
	16- 8- 0 à 125 kg/ha
Nioro	0- 8-40 à 125 kg/ha
	0-13-33 à 150 kg/ha

Par contre, seize formules sont rentables à Sinthiou Malème.

Les bénéfices les plus élevés sont obtenus avec

10-20- 0 à 200 kg/ha
5-10-25 à 200 kg/ha
4-16-20 à 250 kg/ha

Ces chiffres tendent surtout à montrer qu'à cette époque les faibles doses d'engrais sont économiquement valables.

β) Résultats en seconde année

A Bambey et Nioro, les parcelles sont réensemencées en arachide l'année suivante afin d'étudier l'arrière action des engrais dans le cas, où le développement de la culture intensive conduirait à cultiver, sur le même terrain, deux soles successives d'arachide.

Cette arrière action se révèle nulle à Bambey, sans doute en raison d'une pluviométrie déficitaire, mais par contre importante à Nioro du Rip où les précipitations ont été normales.

Les plus values suivantes sont obtenues :

0-20-25 à 200 kg/ha	26 %
6- 6-29 à 350 kg/ha	26 %
5-10-25 à 400 kg/ha	24 %
6- 3-31 à 325 kg/ha	21 %
7-13-17 à 300 kg/ha	21 %

Une interprétation multilocale fait apparaître :

une action non significative de l'azote,

une action hautement significative de la potasse, qui apporte environ 8 % de plus value en effet résiduel pour 50 et 100 kg/ha de K_2O

et évidemment une action encore hautement significative de P_2O_5 dont l'effet résiduel est de 6,7 %, enfin des intéractions (N K × emplacement) et (N P K × emplacement) significatives.

En conclusion, ces essais montrent une action en première année des facteurs N et P alors qu'en seconde année s'exerce celle de P et K, montrant l'intérêt des formules riches en P_2O_5.

L'étude économique portant sur les deux années fait apparaître comme seules rentables à Bambey, les formules : 5-10-25 à 200 kg/ha et 16-8-0 à 125 kg/ha.

A Nioro du Rip, au contraire, le nombre des formules rentables est augmenté considérablement, parmi elles les plus intéressantes sont par ordre décroissant :

0-13-33 à 150 kg/ha
10-20- 0 à 1000 kg/ha
6- 6-29 à 175 kg/ha
16- 8- 0 à 125 kg/ha
7-27- 0 à 150 kg/ha

Les conclusions de cette expérimentation sont :

1) l'intérêt majeur du phosphore,

2) l'intérêt de l'azote en première année et du potassium en deuxième année,

3) la difficulté de trouver une formule équilibrée nettement supérieure aux autres, mais l'indication que des formules différentes sont adaptées à des localités différentes,

4) le peu d'intérêt des doses élevées de fumure minérale.

Notons enfin que les plus values dues aux effets directs, escomptées au début de l'essai n'ont nulle part été atteintes.

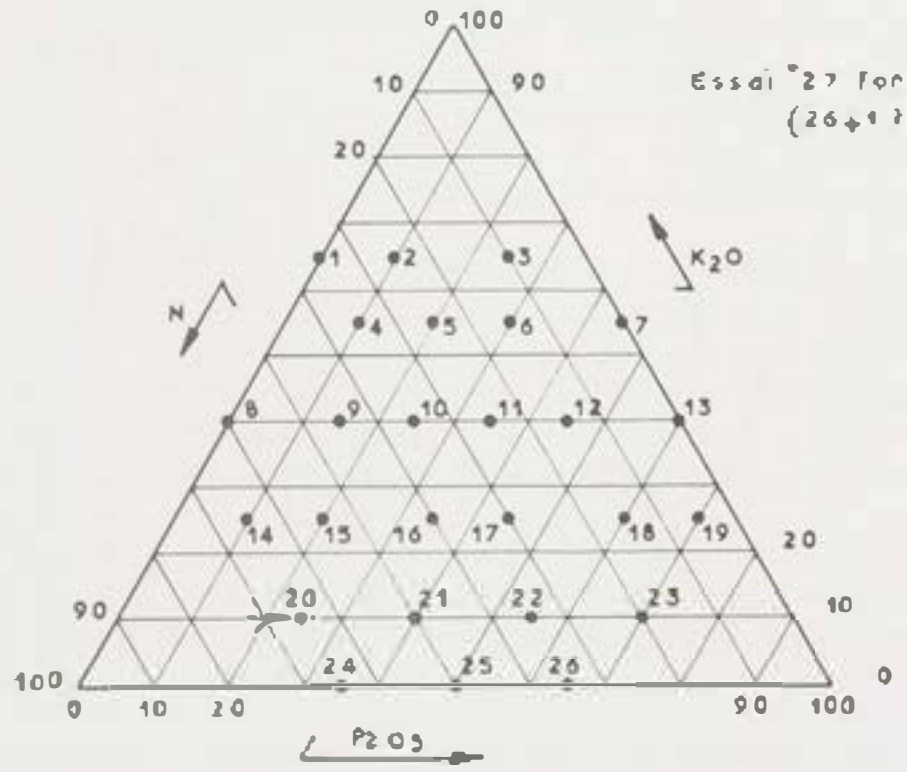
b) Nouvelle étude des équilibres

Partant de ces bases, les travaux, réalisés par la suite, s'attachent plus particulièrement, pour une dose d'engrais unique (somme constante) à déterminer les équilibres des éléments N P K les plus intéressants.

On a vu que les essais antérieurs avaient exploré, avec différentes doses d'application, surtout les équilibres qui se rapprochaient le plus des besoins effectifs de l'arachide en éléments N P K. Mais on pouvait se demander si la carence en phosphore, que ces besoins traduisaient, une fois comblée, la plante ne répondrait pas plus fortement à d'autres éléments et particulièrement à la potasse.

Dans les travaux qui suivent (152) TOURTE explore systématiquement tous les points du triangle d'équilibre dans les principales zones écologiques du Sénégal à partir de 1950 : Bambey, Nioro du Rip, Sinthiou Malème et Séfa.

Les vingt-six équilibres figurés dans le triangle ci-dessous sont comparés à un témoin non fumé.



Le dispositif expérimental dans cette étude est celui des blocs simples à vingt-sept parcelles élémentaires de 12 × 3 m avec huit répétitions.

Une interprétation des résultats en 1952 est donnée par centre d'essai.

α) Sur une seule culture d'arachide

A Sinthiou Malème, les essais étant réalisés à la fois sur terrain neuf et sur terrain de vieille culture, les résultats montrent l'intérêt de l'équilibre correspondant à la formule 5,5-21,8-9,1 qui procure 55 % d'augmentation de rendement.

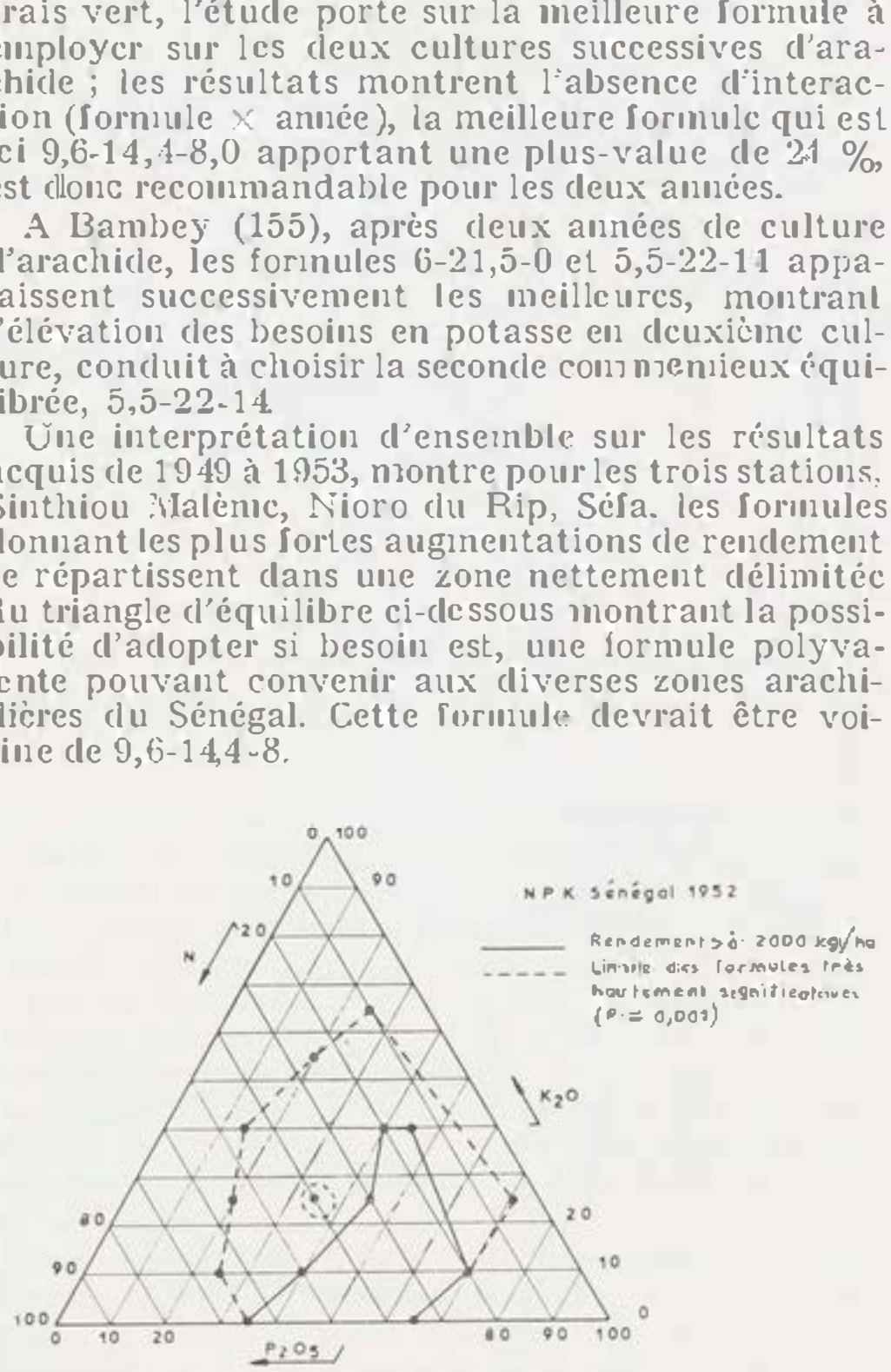
A Nioro du Rip, 9,6-14,4-8,0 paraît mieux équilibrée que la formule 8,87-19,3 proche de la 8-8-20 déjà vulgarisée, bien que la plus value qu'elle apporte 28 % soit un peu plus faible que pour cette dernière 31 %.

β) Sur deux cultures successives d'arachide

A Séfa, avec un système intensif de production qui comporte la succession arachide, arachide, engrais vert, l'étude porte sur la meilleure formule à employer sur les deux cultures successives d'arachide ; les résultats montrent l'absence d'interaction (formule × année), la meilleure formule qui est ici 9,6-14,4-8,0 apportant une plus-value de 24 %, est donc recommandable pour les deux années.

A Bambey (155), après deux années de culture d'arachide, les formules 6-21,5-0 et 5,5-22-11 apparaissent successivement les meilleures, montrant l'élévation des besoins en potasse en deuxième culture, conduit à choisir la seconde comme meilleur équilibrée, 5,5-22-14.

Une interprétation d'ensemble sur les résultats acquis de 1949 à 1953, montre pour les trois stations, Sinthiou Malème, Nioro du Rip, Séfa, les formules donnant les plus fortes augmentations de rendement se répartissent dans une zone nettement délimitée du triangle d'équilibre ci-dessous montrant la possibilité d'adopter si besoin est, une formule polyvalente pouvant convenir aux diverses zones arachidières du Sénégal. Cette formule devrait être voisine de 9,6-14,4-8.



En 1953, TOURTE et FAUCHE (153) exposent une méthode d'interprétation graphique des résultats d'engrais qui vient compléter l'analyse classique.

Ils tracent la courbe des rendements en fonction des quantités de chacun des éléments apportés : les autres éléments demeurant évidemment variables, la courbe n'est pas caractéristique du seul élément considéré mais elle facilite la détermination des équilibres optimum. Cette étude confirme en général les conclusions exposées précédemment sauf pour

Séfa, où elle tend à donner la préférence aux formules assez pauvres en azote, du type 2-28-10.

c) Expérimentation multilocale

En 1953, les travaux sur les fumures minérales étant suffisamment avancés dans les stations du Sénégal, des expérimentations multilocales sont mises en route, afin de déterminer les formules les mieux adaptées aux diverses écologies.

Les objectifs de cette recherche dépendent cependant de certaines exigences imposées par la vulgarisation, notamment la nécessité de ne pas pulvériser les formules en en proposant de différentes pour chaque micro-région naturelle. Il est nécessaire en effet que les organismes distributeurs puissent utiliser chacun une seule formule d'engrais valable sur toute l'étendue de leur zone d'action.

Corrélativement, cette nécessité de trouver des formules assez polyvalentes a conduit à la recherche de formules complètes en éléments N P K.

α) Essais de cinq formules

Une première série expérimentale conduite de 1953 à 1958 utilise pour chaque localité la variété communément employée : lignée sélectionnée déjà vulgarisée ou variété locale.

Cinq formules d'engrais et un témoin sont comparés.

Les formules sont choisies : quatre sur le pourtour et une au centre de la zone du triangle d'équilibre dont les essais antérieurs avaient montré l'intérêt au Sénégal. Ce sont les suivantes :

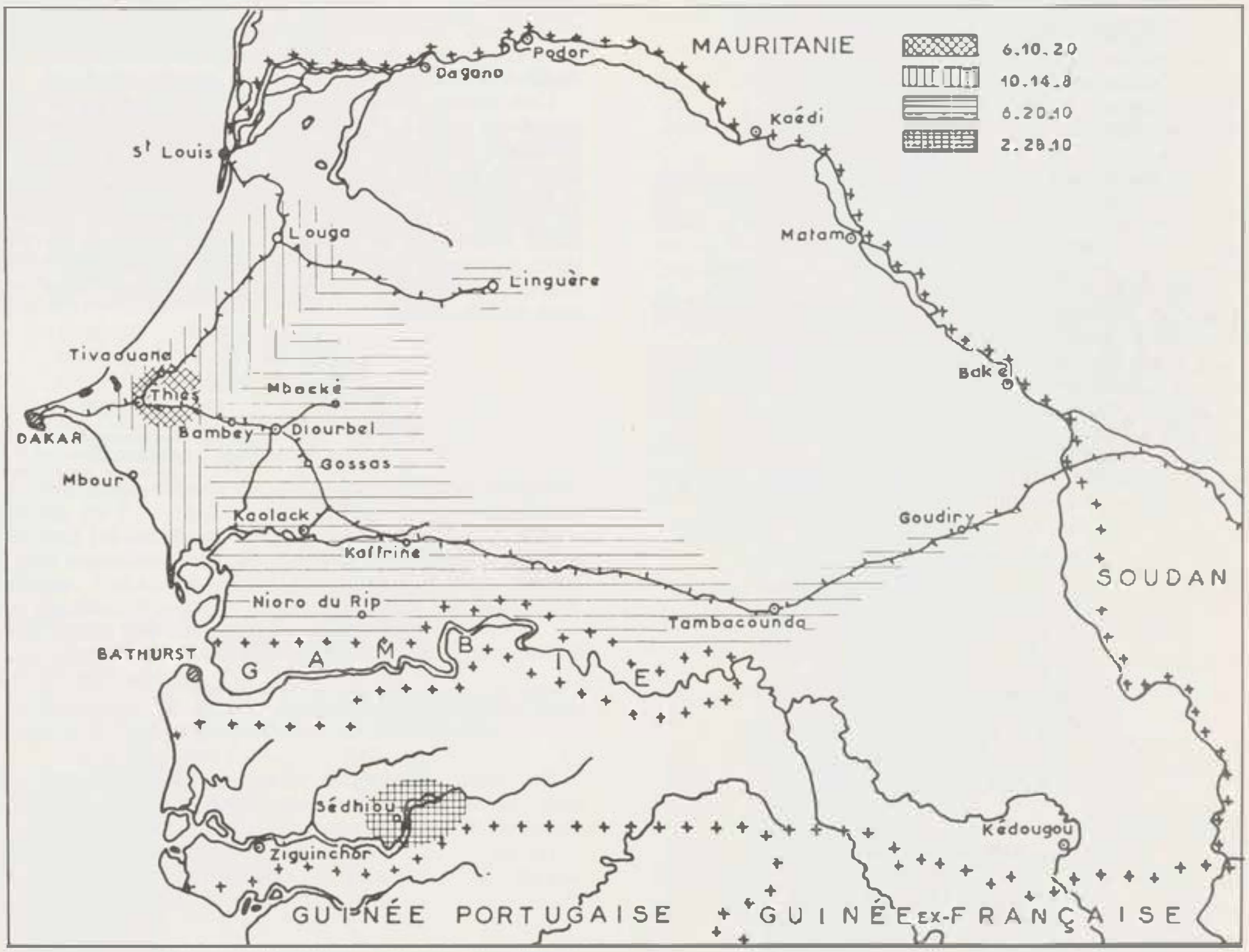
1) 5,8-11,5-21,2
2) 9,6-14,4- 8
3) 5,5-21,8- 9,1
4) 1,6- 6,1- 2,3
5) 6,8-23,7- 3,4

La dose d'emploi est 150 kg/ha.

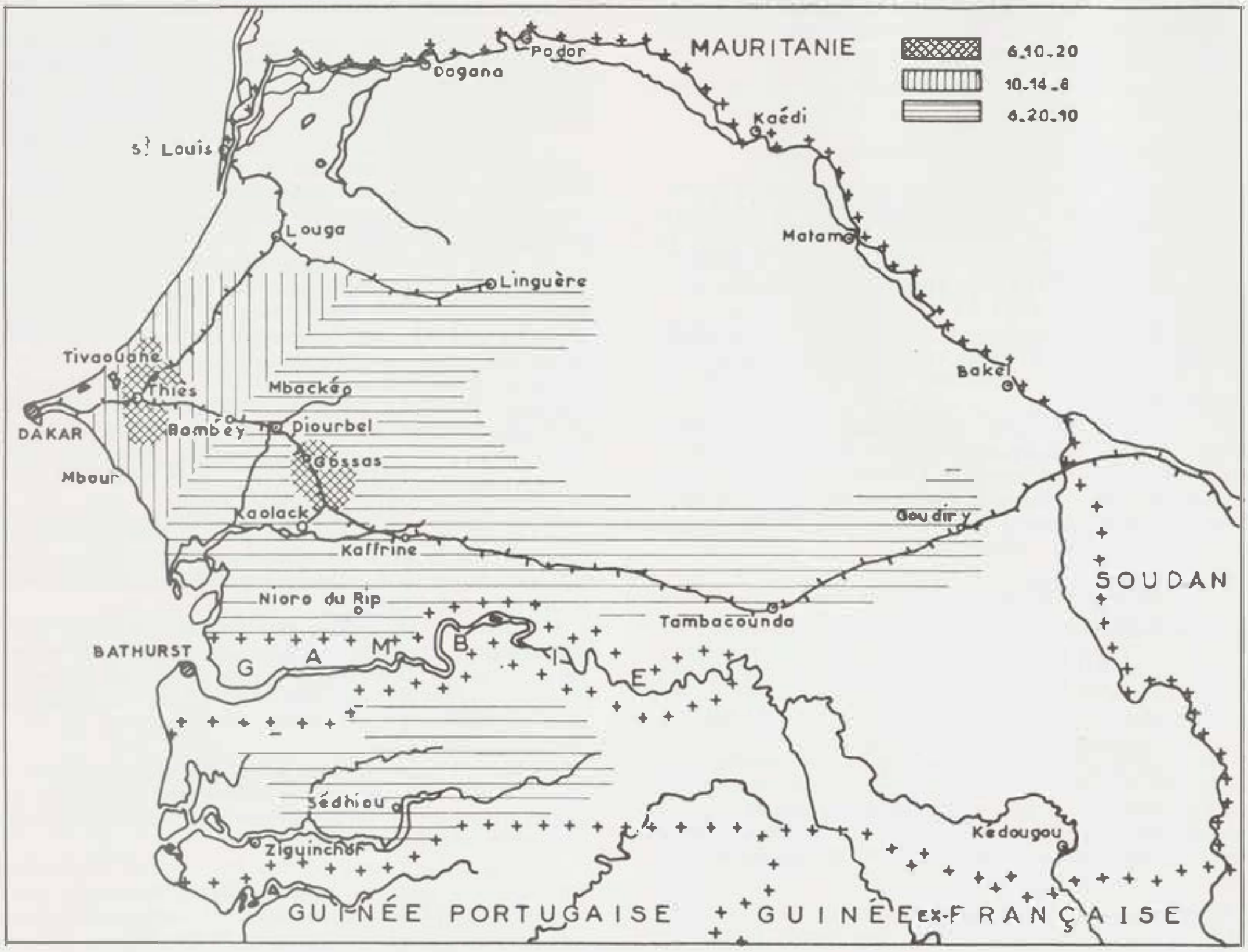
L'expérimentation a comporté au total quatre-vingt-trois essais répartis dans l'ensemble de la zone arachidière. Chaque essai comprend deux carrés latins à six traitements.

Les résultats des premières campagnes d'essais permettent déjà l'établissement de cartes indiquant les plus-values obtenues avec chaque formule (155-159) (carte 1).

Au terme de l'expérimentation l'interprétation pluriannuelle et multilocale des résultats (rapport dactylogr.) confirme et précise les premiers résultats



Cartographie provisoire des engrais Arachide 1954 d'après les résultats CRA Bambey et IRHO.



Fumure minérale de l'arachide. Résultat du CRA Bambey (1958).

donnés et permet l'établissement de la carte ci-contre (carte 2).

On remarque que les besoins minéraux de l'arachide peuvent être satisfaits par trois formules différentes seulement.

- Formule 10-14-8 : Dans la région nord-ouest, la tache des sols phosphatés de Thies mise à part, la formule 2) apparaît supérieure, de façon significative ou hautement significative à toutes les autres sauf à 1) qui n'est statistiquement supérieure qu'à la formule 3) ; l'interaction année ou emplacement × formule est hautement significative indiquant que certains éléments sont plus ou moins nécessaires selon les localités et les conditions climatiques de chaque année.

Formule 6-20-10 : Elle convient à la majeure partie du Sénégal (régions nord-est, centre et sud).

Dans le nord-est (Linguère Thiel) (les essais ne portent ici que sur l'année 1953) elle apparaît statistiquement supérieure à toutes les autres, sauf à la formule 2) qui se classe arithmétiquement en seconde position.

Dans la région centre (Diourbel) plusieurs formules sont à peu près équivalentes, sauf 4) très pauvre en phosphore, qui est statistiquement inférieure à toutes les autres.

Dans les régions sud Kaolak Tambakounda et Casamance, les deux formules riches en phosphate 3) et 5) sont statistiquement supérieures à toutes les autres et l'interaction (année ou emplacement × formule) est hautement significative.

Les différences arithmétiques donneraient un avantage à 3) au nord de la Gambie et à 5) au sud, ce qui est conforme aux résultats antérieurement acquis et qui tendaient à faire préconiser une formule de type 2-28-10 pour la région de Séfa.

Les observations faites ailleurs sur l'évolution des besoins en potasse de l'arachide, les besoins en phosphore une fois comblés, font préférer la formule 3).

Formule 6-10-20 : Cette formule se révèle supérieure de façon hautement ou très hautement significative à toutes les autres dans la zone des sols phosphatés de Thies et ceci de façon absolue puisque l'interaction (année ou emplacement × formule) n'y est pas significative, dans la zone de Gossas Guinguineo elle est statistiquement supérieure à toutes les formules sauf à la formule 3), ici des formules différentes pourraient être mieux adaptées à des microrégions différentes ou selon les années considérées.

Cette expérimentation satisfait parfaitement aux objectifs qui lui étaient assignés. Les recherches multilocales sur fumure annuelle de l'arachide qui suivent, visent seulement à apporter certaines précisions :

a) sur les doses optimum d'engrais dans certaines localités,

b) sur l'action de l'élément Ca,

c) sur les différences variétales de réponse aux fumures.

β) essai NPK × meilleure variété

Il s'agit ici de plusieurs essais réalisés dans le but de distinguer entre des formules, qui n'étaient pas apparues très distinctes dans les essais précédents, et d'apporter des précisions sur les doses d'emploi.

Ils sont modifiés d'une année à l'autre en fonction des enseignements qu'ils apportent.

Contrairement aux essais précédents, on prendra ici pour chaque localité la variété la mieuxadaptée, qui n'est pas nécessairement celle qui est déjà en vulgarisation.

En 1958 et 1959, les essais sont conduits sous forme de blocs subdivisés, 8 formules N P K avec des doses variables plus un témoin.

Ils sont réalisés dans la zone centrale à : Badiane, Gossas, Diossongue, Diarère et en Casamance : Guerina, Sedhiou, Velingara.

Les résultats sont les suivants :

1958, Badiane. Deux formules significatives :

4,1-27,2-7 à 147 kg/ha
3,7-24,3-12,4 à 164 kg/ha

1958, Diossongne. Deux formules signif.catives:

6,2-20,6-10,4 à 97 kg/ha
4,3-21,5-14,6 à 139 kg/ha

1958, Gossas. Aucune formule significative, les apports de 30 kg/ha de P_2O_5 et 20 de K_2O paraissent être les meilleurs correspondant à une formule 4,3-21,5-14,6 à 139 kg/ha.

1959, Diarere. Toutes les formules sont signif.catives, 4,3-21,5-14,6 à 139 kg/ha paraît la mieux équilibrée.

1958, Guerina. Toutes les formules sont très significatives, la meilleure étant 3,7-24,3-12,4 à 164 kg/ha.

1959, Sedhiou. Une formule significative 4,9-24,5-8,3 à 122 kg/ha.

1959, Velingara. Aucune formule signif.cative; 5,2-17,5-17,9 à 114 kg/ha paraît la mieux équilibrée.

Ces résultats complètent ceux apportés par l'expérimentation multilocale 1953-58 ; ils tendent à confirmer les besoins très élevés en phosphore montrés par les essais antérieurs dans la région de Guerina et Sedhiou (Séfa) en Basse Casamance.

En 1960, ces essais se poursuivent en factoriel 3 × 3 × 3

N est apporté à 0-6 et 12 kg/ha
P_2O_5 0-20 et 40
K_2O 0-20 et 40

Les points d'essais sont,

pour la zone nord : Coki, Linguère, Sagatta,
pour la zone centre : Tivaouane, Touba, Diourbel, Dikhao, Takhoum Gossas.

Les résultats confirment en générall es précédents dans la zone nord, où l'on note principalement l'action de l'azote et du phosphore ; dans la zone moyenne on relève une forte action de la potasse et une action notable du phosphore (Tivaouane et Gossas), sauf à Takhoum et Diourbel, où cette action est nulle ou négative et demande à être vérif.ée.

γ) Essais : variétés × fumure

Avant d'examiner les essais multilocaux qui sont l'objet de ce paragraphe, on relatera rapidement les précédents essais réalisés en station en vue de déterminer :

1) si parmi les lignées vulgarisées ou devant l'être prochainement, certaines ne montreraient pas une meilleure réponse aux engrais que d'autres,

2) si les doses optima ne se révéleraient pas différentes selon les lignées.

En 1951 (141) les lignées, 24-11 et 28-206 déjà vulgarisées, sont comparées à Bambey du point de vue réponse à différentes doses d'engrais aux lignées 28-207 et 42-94, dont le comportement les fait envisager pour une vulgarisation prochaine.

La formule utilisée est 10-15-8 (qui paraissait à l'époque la mieux adaptée à l'écologie de Bambey) avec des doses de 0, 100, 200, 300, 400 kg/ha.

Le dispositif d'expérimentation est celuides blocs subdivisés avec quinze répétitions.

Les semences étant désinfectées, on observe que la dose 100 kg améliore un peu le pourcentage de levée, mais toutes les doses augmentent proportionnellement à leur importance la mortalité en cours de végétation.

On observe en outre, que toutes les doses d'engrais donnent des rendements significativement supérieurs au témoin, mais ne diffèrent pas entre elles et que les lignées 28-206 et 28-207 semi-érigées sont globalement supérieures aux lignées 42-94 et 24-11 rampantes.

Enfin, les lignées prises séparément, répondent de façon semblable aux doses efficaces 100 kg/ha d'engrais, on observe pour toutes une augmentation à peu près uniforme de 25 %.

Aux autres doses, toutes les lignées répondent par des accroissements semblables, sauf pour la 42-94, qui répond de façon signif.cativement inférieure aux doses 200 et 300 qu'aux doses 100 et 400. Ce cas, compte-tenu de la précision remarquable obtenue dans cet essai, demeure inexpliqué et justifie les études ultérieures.

Dans les essais 1952 et 1953, les variétés comparées sont : 28-206, 28-207, 24-11, 42-91, trois formules d'engrais : 6-10-20, 10-14-8 et 6-20-10 sont employées aux doses 0,75, 150 et 300 kg/ha.

Tout d'abord, on observe une nette supériorité de 28-206 et 28-207 sur les deux autres lignées. L'action des engrais est toujours significative pour au moins une des doses employées ; l'effet des doses et des formules est variable d'une année à l'autre, la dose 150 kg/ha apparaît toutefois comme la plus intéressante globalement. Enfin, les différences de réponse de lignées aux engrais n'apparaissent pas nettement. L'observation, faite précédemment au sujet de la 42-94, ne se retrouve plus si on considère les deux années d'expérimentation.

Un essai à Bambey et Boulel de la 48-115 comparé aux 28-206 et 47-16 avec trois formules : 6-20-10, 6-10-20 et 10-14-8 aux doses 0, 150 et 300 kg/ha montre, pour l'ensemble des traitements, une supériorité très hautement significative de la 28-206 sur les deux autres variétés.

Pour l'ensemble des variétés, les doses d'engrais diffèrent statistiquement entre elles, les plus efficaces étant les plus fortes.

Enfin, en l'absence d'engrais, 28-206 et 48-115 diffèrent peu, mais 28-206 et 47-16 répondent beaucoup mieux à l'engrais que la 48-115.

L'absence de réponse de la 48-115 a conduit à s'assurer que ce comportement ne résultait pas

d'une sensibilité de cette lignée à une carence en oligoélément.

Parmi les éléments Zn, B, Cu, Mn, aucun d'eux n'a d'effet marqué à Boulel, tandis qu'à Bambey des actions seulement plausibles sont observées avec Mn (25 kg/ha de SO_4Mn) sur sol dior et avec Zn (15 kg/ha de SO_4Zn) sur sol dek.

On peut conclure de ces diverses expérimentations que, si les variétés ne répondent pas toujours aux différents engrais ou aux différentes doses de la même manière, ces différences s'amenuisent lorsqu'on considère plusieurs années successives.

Les facteurs climatiques paraissent agir sur l'utilisation de l'engrais de façon différente selon les variétés.

δ) Essais multilocaux

Ils visent : 1) à départager deux lignées, en cours de vulgarisation, dans les zones limites, où leur choix demeure indécis auxquelles on adjoint une troisième pour étude complémentaire,

2) à préciser la meilleure fumure minérale dans diverses écologies.

Ces essais sont conduits en factoriel avec certaines interactions confondues.

δ_1 Essai 1958 : trois variétés, P K Ca, 3 × 2 × 2 × 2

Il a pour objet de comparer les trois meilleures variétés avec des compléments P K Ca aux doses suivantes :

P 0 et 40 kg/ha de P_2O_5
K 0 et 40 kg/ha de K_2O
Ca 0 et 200 kg/ha de CaO

à Keur Lahine, Same Dicbel et Diossongue avec 28-206, 48-115, 48-38, limite sud de la 48-115 et nord de la 28-206.

Les premiers résultats montrent partout et sur toutes variétés des actions très marquées du phosphore et de la potasse sauf pour ce dernier élément à Same Diebel, où il paraît avoir un effet dépressif sur la 48-38 seulement.

L'action globale de Ca est variable souvent peu marquée, elle semble dépressive à Diossongue sur toutes les variétés mais plus spécialement sur la 48-38.

Avec des apports phospho-potassiques, le complément calcique paraît nécessaire sur 28-206 et 48-38 à Keur Lahine et à Same Diebel, la 48-115 dont les rendements d'ensemble sont inférieurs aux deux variétés ci-dessus, marque par contre peu d'intérêt pour cet élément.

δ_2 Essai 1959 : trois variétés × P K Ca, 3 × 3 × 3 × 2

L'échelon 1959 légèrement modifié, compare : trois variétés, trois doses de P_2O_5 : 0 - 20 - 40 kg/ha, trois doses de K_2O : 0 - 20 - 40 kg/ha et deux doses de CaO : 0 - 200 kg/ha dans treize localités.

A Sagatta, Tilmakha, Tivaouane et Touba, on compare 48-115 et 47-16 qui sont ici, la première près de sa limite nord, la seconde près de sa limite sud : sont adjointes respectivement 48-38, 31-33, 52-11 et 47-11 (la 52-11 étant essayée à Tivaouane en raison de sa résistance à la rosette et de la présence de cette maladie dans la localité).

Au centre de l'aire de vulgarisation de la 48-115, cette lignée est comparée à différentes autres à l'étude :

à M'Bour avec 28-206 et 48-38
à Diourbel avec 47-16 et 31-33
à Diakhao avec 28-206 et 52-11
à Gossas avec 48-38 et 52-11

Enfin à la limite ou dans la zone de la 28-206, on compare cette lignée à

Diossongue	48-115 et 48-38	
Keur Lahine	48-115 et 48-38	
Same Diebel	48-115 et 28-207	
Gucrina	48-115 et 48-38	Casamance
Kolda	48-115 et 48-38	Casamance

En ce qui concerne les lignées, on observe généralement une supériorité de celles qui sont au centre de leur aire de vulgarisation et une égalité des deux lignées vulgarisées sur les zones limitrophes.

A signaler cependant que si la 28-206 est toujours la mieux placée au sud de l'axe Kaffrine, Tambacounda y compris en basse Casamance, on observe une supériorité nette de la 48-38 à Kolda (Haute-Casamance).

Dans la zone nord (zone de la 47-16) aucune lignée ne répond nettement aux éléments apportés.

A la limite de la zone précédente et de la zone de prédilection de la 48-115 (Sagatta) on observe des effets positifs, semblables pour toutes les variétés, du phosphore et de la potasse et un léger effet dépressif de la chaux.

A l'intérieur de la zone à 48-115, on observe des effets généralement marqués de P_2O_5 sur ces variétés et des effets variables de la potasse et de la chaux.

En Casamance, les effets du phosphore sont toujours importants et ceux de la potasse ne sont nets qu'en Basse Casamance et particulièrement sur la 28-206.

Ces essais ne portant que sur une seule année, il est trop tôt pour conclure à des différences dans la réponse aux fumures des diverses variétés étudiées. Les résultats devront être interprétés pluriannuellement, multilocalement et également en fonction des données des analyses de sol qui sont en cours pour chaque point d'essai.

δ_3 Essai 1960, trois variétés × P K Ca, 3 × 3 × 3 × 2

Conduit avec les mêmes protocoles qu'en 1959 sur un axe est-ouest Tambacounda - Diossongue et un point d'essai à Guérina (Casamance), ils confirment l'action variable de la chaux : négative ou nulle surtout sur 48-115, quelquefois faiblement positive sur 28-206.

L'action du phosphore est nettement plus forte dans le centre est et la basse Casamance que dans le centre ouest.

δ_4 Essai : deux variétés x N P K Ca, 1958-60

Cet essai, comme les précédents, a pour but de préciser le comportement de deux variétés vis à vis d'apports, indépendants les uns des autres, d'éléments minéraux dans deux localités : Notto (tache de Thies) où il est commencé depuis 1958, et Tilmakha (centre nord) depuis 1960.

Il est implanté sous forme de factoriel 2x2x2x2x2

N est apporté à	0 et	9 kg/ha
P_2O_5	0 et	15 kg/ha
K_2O	0 et	30 kg/ha
CaO	0 et	150 kg/ha

A Notto (tache des sols phosphatés de Thies) où les variétés sont 48-115 et 52-11, cette dernière résistant à la rosette, une interprétation portant sur les trois années 1958-59-60 montre :

une supériorité très significative de la 48-115 sur la 52-11 de 22 %,

un effet également très significatif de la potasse 22 % et des influences non significatives de P_2O_5, N et CaO.

Les actions de P et K sont en général très fortes, mais K est toujours supérieur en l'absence de P_2O_5.

L'intéraction variété x K est significative, la 52-11 réagit plus fortement que la 48-115. L'intéraction N × P est négative, K × Ca non significative et N × Ca est par contre fortement positive.

En résumé, c'est surtout à la potasse que les variétés réagissent dans cette localité.

En première année d'essai (1960), à Tilmakha la 47-16 apparaît toujours supérieure à la 48-115.

Ici les effets de K_2O et CaO sont positifs et significatifs ; 47-16 paraissant réagir mieux au premier facteur que 48-115 et inversement pour cette dernière.

Les effets de P_2O_5 et N ne sont pas significatifs quoiqu'ici encore on observe des différences arithmétiques suggérant que 47-16 réagit mieux à P_2O_5 que 48-115 et moins bien à l'azote ; les intéractions P × K sont très marquées et positives et particulièrement pour la 47-16.

On observe donc ici des réactions aux éléments minéraux et particulièrement à P et K nettement plus fortes sur la variété la mieux adaptée que sur l'autre.

2) Essais extérieurs au Sénégal

Les essais extérieurs commencés en 1954 ou 1955 uniquement dans les centres ne sont devenus multilocaux que plus récemment.

Seules les cinq formules expérimentées multilocalement au Sénégal sont étudiées et seulement à la dose 200 kg/ha, la rentabilité de l'engrais étant moins assurée dans les pays de l'intérieur.

a) Essai cinq formules à Saria 1954-1958 (rap. Haute Volta, Bambey)

Arithmétiquement, les meilleures formules sont : 6,8-23,7-3,4 et 5,5-21,8-9,1 qui donnent en augmentation une moyenne de rendement respectivement de 47 et 43 %, mais les autres qui donnent des plus-values de 31 à 39 % ne leur sont pas significativement différentes.

B) A Farako Ba (1955-58) :

Les résultats sont très semblables à ceux de Saria, mais les plus-values sont encore plus élevées et l'intérêt des formules phosphatées encore plus net ; 5,5-21,8-9,1 et 6,8-23,7-3,4 donnent respectivement 54 et 53 % d'augmentation de rendement, les autres donnent des-plus values de 25 à 43 %. La variété utilisée ici, 48-37 résistant à la rosette, paraît répondre particulièrement bien à la fumure.

c) Ina (Dahomey) (1954-58).

Ici encore la meilleure formule est une fumure à dominance phosphatée : 5,5-21,8-9,1 (6-20-10), qui procure 54 % d'augmentation de rendement, vient ensuite 6,8-23,7-3,4 avec 41 %, les autres apportant des plus-values de 24 à 38 % dans l'ordre des proportions en P_2O_5 croissantes.

De plus, les parcelles d'essais ayant chaque fois été cultivées en sorgho non fumé, l'année suivante on observe un effet résiduel de la meilleure formule (6-20-10), qui procure une plus-value moyenne dans les quatre ans d'expérience de 30 %.

d) Essais multilocaux Dahomey.

Commencés dans trois localités en 1956 et 1957, Savalou, Bohicon, Porto Novo, ils sont étendus à la lumière des premiers résultats, à partir de 1958, surtout dans la zone nord.

Les essais sont trop peu avancés pour qu'en puissent être données des interprétations multilocales et pluriannuelles.

Dans les localités nord se manifestent généralement les plus-values significatives les plus fortes pour les formules phosphatées.

e) Au Mali.

Mis en place depuis 1954 et 1955, dans la zone soudanienne nord, M'Pesoba, San, Katibougou, Ségou, Kisa-Kayes des plus-values généralement élevées de 30 à 40 % sont observées. Les formules les plus fréquemment en tête sont 6,8-23,7-3,4 et 5,5-21,8-9,1, c'est-à-dire les formules phosphatées sauf à San où la formule 5,8-11,5-21 paraît être meilleure.

Les différences entre meilleure formule n'étant généralement pas significatives, il semble que la formule 6-20-10 pourrait être d'application générale dans cette région.

f) Essai cinq formules à Tarna, Niger (1954-58).

On obtient la plus forte plus-value moyenne (25 %) avec la formule 6-20-10 ; les autres donnent des plus-values moyennes de 8 à 19 %.

Des essais huit formules sont mis en place en 1959 dans quinze localités.

Les solutions trouvées au problème de la fumure minérale annuelle de l'arachide en culture traditionnelle peuvent être considérées comme satisfaite pour le moment au Sénégal et en bonne voie de l'être rapidement dans les autres pays de l'Afrique occidentale sèche.

C) Relations entre la réponse des plantes aux engrais et les teneurs du sol en éléments minéraux.

Au cours des expérimentations multilocales, des analyses d'éléments minéraux du sol de chaque point d'essai sont réalisées en vue d'étudier les relations entre la richesse du sol en ces éléments et l'action des engrais.

α) Phosphates.

Bouyer (52) recherche une corrélation entre les rendements de l'arachide obtenus au cours des essais multilocaux d'engrais et les teneurs du sol en P_2O_5 données par diverses méthodes d'analyse.

En 1904, il met en évidence une corrélation positive significative entre rendement et teneur du sol en P_2O_5 total sur parcelle non fumée.

Teneurs en P_2O_5 p.p.m :

< 100	réponse très nette
100 à 160	réponse nette
160 à 200	réponse faible
> 200	réponse nulle

En 1955, il obtient une corrélation entre les teneurs du sol en P_2O_5 total et le pourcentage du rendement par rapport au rendement maximum obtenu. Pour 50 p.p.m, de P_2O_5 dans le sol, le rendement n'est que la moitié du rendement maximum.

Celui-ci serait obtenu à 90 % pour 130-140 p.p.m.

L'A montre que la loi des excédents moins que proportionnels de Mitscherlich s'applique remarquablement à certains essais.

Enfin l'étude des corrélations obtenues entre rendement et P_2O_5 par diverses méthodes d'analyse montre l'intérêt de la détermination de P_2O_5 total.

Pour cette détermination, la méthode de Bray semble devoir donner des résultats, on peut dire dès maintenant que l'arachide ne répond plus à la fumure phosphatée pour des teneurs du sol Bray de 30 p.p.m.

b) Potasse.

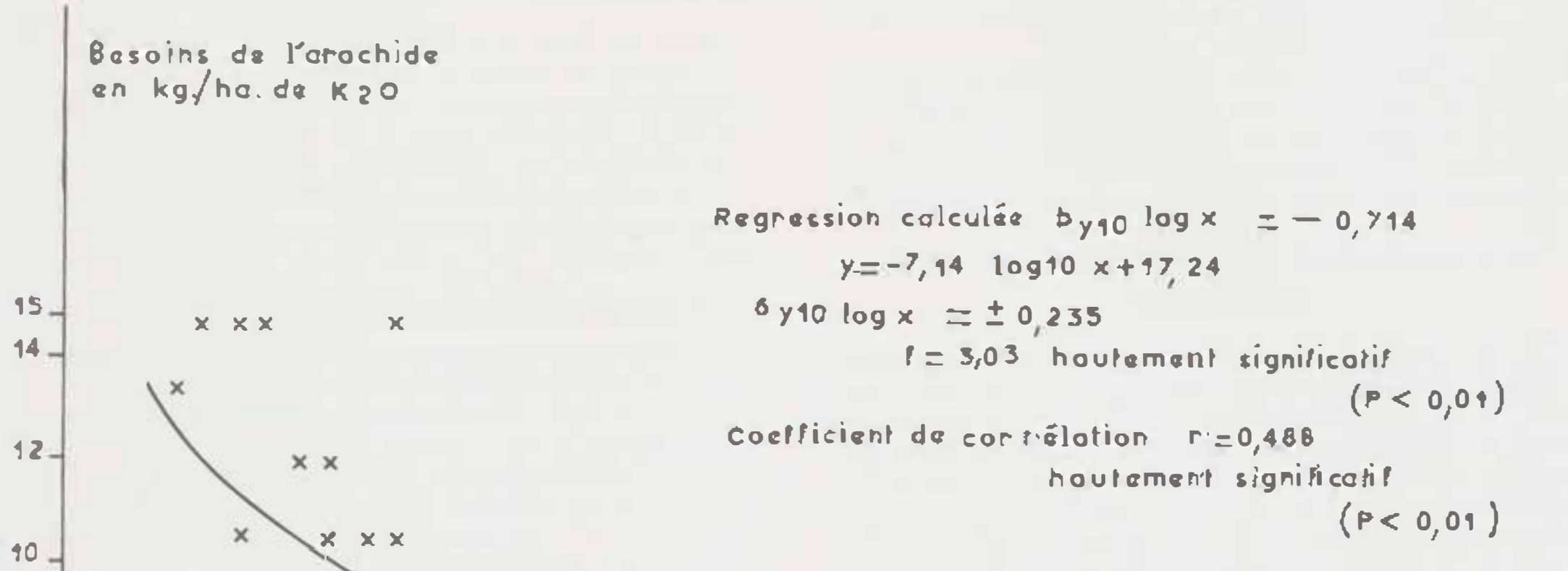
Faure et Gimouves (83), partant des mêmes essais multilocaux, trouvent une corrélation hautement significative, quel que soit le type de sol entre les besoins de l'arachide exprimés par sa réponse aux fumures potassiques et la tenur du sol en K_2O échangeable. La courbe permet de calculer les besoins en potasse.

En même temps que l'étude de l'action des fumures minérales les plus appropriées à la culture de l'arachide aux cours d'essais annuellement renouvelés sur des parcelles différentes, le problème se posait de rechercher les formules adéquates à l'ensemble d'une succession culturale. Plusieurs expérimentations sont alors entreprises.

Tout d'abord est entreprise une étude des divers équilibres possibles (vingt-sept formules) à une seule dose, 150 kg/ha, sur une succession culturale.

Cet essai est réalisé à Bambey de 1949 à 1952 et 1950 à 1953 et à Nioro du Rip de 1952 à 1954.

Une étude de diverses doses d'engrais minéraux, la technique des engrais verts permettent de penser que des doses supérieures à 150 kg/ha pouvaient devenir rentables.



b2) Etude des fumures NPK sur rotation culturale

1) Bambey (152).

Cette étude porte sur quatre années et la suite culturale ci-après :

1949 arachide avec engrais
1950 arachide sans engrais
1951 jachère
1952 arachide avec engrais

L'analyse des résultats montre une absence d'interaction (formules × année) indiquant que les meilleures formules sont valables pour toutes les années.

Les formules très faiblement azotées sont les meilleures (observation fréquente sur sol très cultivé), celles sans azote : 0-20, 2-24,7 et 0-26, 1-17,4 apportent respectivement des plus-values de 42 et 40 %, mais il semble qu'on doive leur préférer des formules mieux équilibrées : 9,6-14,4-8,0, qui apporte 33 % d'augmentation de rendement ou 5,5-21,8-9,1 qui en apporte 31 %.

Une autre étude (155) du même ordre, porte sur la succession :

1950 arachide avec engrais
1951 mil sans engrais
1952 jachère sans engrais
1953 arachide avec engrais.

Les résultats montrent toujours une absence d'interaction (formule × année), cependant on note encore une diminution des besoins en azote et une augmentation de ceux en potasse de la première à la quatrième année, la formule 5,5-21,8-9,1 conserve néanmoins son intérêt.

2) Nioro du Rip (159).

L'essai de vingt-sept formules porte sur la succession:

1952 arachide avec engrais,
1953 mil sans engrais,
1954 arachide avec engrais.

L'interprétation pluriannuelle fait apparaître l'intérêt des formules suivantes par ordre décroissant : 6,8-23,7-3,4 ; 8,8-7-19,3 ; 13,1-4,4-11,7 ; 4,1-10,3-26,8. Huit autres formules ont encore des effets hautement significatifs.

On note : des besoins en azote nets, mais plus faibles pour la deuxième arachide, des besoins en P_2O_5 sensiblement égaux à ceux des premières années et des besoins en potasse accrus.

L'enseignement tiré de ces essais est la persistance des besoins en P_2O_5 qui ne sont peut-être pas complètement satisfaits par la fumure de 150 kg/ha ; la diminution des besoins en azote sur sol intensément cultivé et par contre l'élévation de ceux en potasse.

b3) Etudes sur les phosphates naturels du Sénégal

On a vu qu'une expérimentation ancienne avait montré l'intérêt pour des cultures successives d'arachide, d'un apport initial unique à 1500 kg/ha (350 kg de P_2O_5) de phosphates naturels de Civé ; ces phosphates ne devaient malheureusement jamais être exploités. Par contre des gisements nouveaux étaient découverts dans la région de Thiès à Lam-Lam et à Méhé, sous forme de lentilles dont l'exploitation à ciel ouvert allait pouvoir débuter en raison de leur importance.

Les phosphates obtenus sont de plusieurs sortes :

Gisement de Lam-Lam.

Phosphate de chaux ou « Baylifos » à 34 % de P_2O_5, 47 % de CaO.

Phosphate d'alumine à 32 % de P_2O5, 10-12 % de CaO et 34-35 % d'Al_2O_3.

Phosphate d'alumine solubilisé ou « Phospal » à 34 % de P_2O_5, dont 26 % solubles au citrate et 12 % de CaO.

Gisement de Taïba.

Schlamms phosphatés à 20 % de P_2O_5. Ce sont ces sous-produits de l'enrichissement en P_2O_5 des phosphates naturels de ce gisement, les phosphates enrichis étant jusqu'à maintenant réservés à l'exportation.

1) *Essais préliminaires*

Essais 1946-1947.

Au cours d'un essai préliminaire (1946) on compare: baylifos, phospal et phosphate d'alumine brut broyés finement (maille 100) à une seule dose 375 kg/ha de P_2O_5. Les résultats sont les suivants :

	Accroissement de rendement (rap. 1946) à l'hectare	par pied
Phosphate de chaux	17,2 %	15,1 %
» d'alumine brut	4,4	5,3
» » solubilisé	8,7	15,5

Un essai de 1947 visant à déterminer la meilleure dose d'emploi du phospal donne des résultats négatifs.

2) *Etude des phosphates naturels en fumure de fond*

a) Essais de phosphatages de fond sur la première culture d'une rotation (1948-1954).

Ces travaux sont conduits par Bouyer et ses collaborateurs (54-55-56-52-149).

Des phosphates de chaux et d'alumine, ce dernier brut ou calciné, sont comparés en fumure de fond sur la première culture d'assolement avec le phosphate bicalcique et le phospal employés en fumure annuelle. Les traitements comportent en outre deux doses d'application :

dose faible : 10 kg/ha P_2O_5 par an et 90 kg/ha en fumure de fond,

dose forte : 40 kg/ha de P_2O_5 par an et 360 kg en fumure de fond et sont complétés ou non par un apport N K sur la base d'une formule 8-8-20.

L'essai est réalisé sur la succession suivante : arachide - arachide — mil — arachide — arachide — jachère — arachide.

Les résultats de ces essais sont donnés dans le tableau suivant.

Essais de phosphatages de fond sur la première culture d'une rotation (1948-1954)

	1948	1949	1951	1952	1954	Moy. sur les rendements	Plus-value		Dépenses (fr. CFA)		Bénéfice
							kg d'arachide	fr. CFA	Phosphate	N K	
1) Fumures annuelles											
a) Faible dose (10 kg/ha P_2O_5)											
phospal	+ 12 %	— 3 %	+ 19 %	+ 30 %	+ 28 %	+ 17 %	1.003	20.060	1.380	9.200	9.480
bicalcique	+ 15 %	— 7 %	+ 30 %	+ 44 %	+ 22 %	+ 21 %	1.373	24.460	2.240	9.200	16.020
b) Forte dose (40 kg/ha P_2O_5)											
phospal	+ 11 %	+ 34 %	+ 31 %	+ 51 %	+ 28 %	+ 26 %	1.469	29.380	5.520	9.200	11.660
bicalcique	+ 11 %	+ 5 %	+ 22 %	+ 37 %	+ 33 %	+ 19 %	1.083	21.660	8.960	9.200	3.500
2) Fumures de fond											
a) Faible dose (90 kg/ha P_2O_5)											
tricalcique	+ 11 %	— 8 %	+ 26 %	+ 37 %	+ 28 %	+ 20 %	1.174	23.480	2.010	9.200	12.270
alumine brut	+ 7 %	— 15 %	+ 17 %	+ 33 %	+ 10 %	+ 13 %	759	15.180	—	—	—
phospal	+ 10 %	+ 8 %	+ 16 %	— 1 %	+ 13 %	+ 11 %	622	12.410	2.490	9.200	750
b) Forte dose (360 kg/ha P_2O_5)											
tricalcique	+ 9 %	0 %	+ 42 %	+ 50 %	+ 42 %	+ 28 %	1.563	31.260	8.040	9.200	14.020
alumine brut	0 %	— 10 %	+ 2 %	+ 7 %	+ 19 %	+ 2 %	123	2.160	—	—	—
phospal	+ 3 %	— 1 %	+ 35 %	+ 34 %	+ 32 %	+ 21 %	1.143	22.860	9.960	9.200	3.700

(Extrait des Annales 1957, tableau III, p. 59)

Notons que la culture de mil intervenue en 1950 sur ces parcelles a montré des plus-values très substantielles (32 et 38 %) avec phospal et tricalcique en fumure de fond, 35 % avec phosphate bicalcique en fumure annuelle et 21 % avec phospal en fumure annuelle.

Seul le phosphate d'alumine brut donne des résultats nettement inférieurs aux autres traitements.

L'influence du complément N K est probable en première année, mais non significative, elle est de plus en plus forte au cours des années suivantes. Il n'y a généralement pas de différences significatives résultant des doses employées.

Bien que cet essai n'apporte pas tous les enseignements qu'on aurait pu en attendre en raison de l'insuffisance des répétitions (cinq), de l'hétérogénéité des parcelles et de divers aléas qui se sont manifestés notamment en 1949 (pluies insuffisantes) et en 1954 (forte attaque de rosette), il montre :

α) En fumure annuelle, que le phospal est plus efficace aux fortes doses, 100 kg/ha paraissant un apport insuffisant. En général, les effets des fumures tendent à être cumulatifs d'une année à l'autre : la portion de P_2O_5 non utilisée une année serait peu entraînée et viendrait s'ajouter à la fraction soluble des apports des années suivantes.

β) En fumure de fond, une action retardée donnant les plus fortes plus-values à partir de la troisième année et souvent la quatrième et la cinquième (phosphatée tricalcique à forte dose).

γ) Au point de vue économique, les meilleurs traitements sont les phosphatages annuels au phosphate bicalcique ou au phospal à forte dose et les phosphatages de fond au tricalcique.

b) Essai de phosphatage de fond sur engrais vert 1955

Le phosphatage de fond sur la première culture de l'assolement ne se traduit généralement, par des plus-values élevées, qu'après quelques années de culture. Aussi a-t-on étudié la possibilité d'accroître la rapidité d'action de la fumure de fond en l'appliquant sur la jachère ou l'engrais vert précédant la rotation.

Des essais sont mis en place à Bambey et Nioro du Rip.

Le phosphatage est réalisé à trois doses : 0, 500, 1000 kg/ha avec deux types de phosphate : phospal et haylifos.

Le sous-trailement jachère-engrais vert se décompose en:

jachère simple,
jachère enfouie,
mil engrais vert

Enfin sur le bloc subdivisé, on étudie avec confounding partiel les effets de deux compléments N P K.

Ces compléments sont :

sur arachide 0
6-10-20 à 150 kg/ha
6-20-10 à 150 kg/ha

sur mil 0
15- 0-15 à 100 kg/ha
14- 7- 7 à 100 kg/ha

Les résultats sont les suivants :

ESSAI DE PHOSPHATAGE DE FOND SUR ENGRAIS VERT (1955)

Effets			Bambey 1956	Nioro du Rip 1956
1) JACHÈRE (effet moyen pour les deux localités)				
		jachère simple	2.850	
		jachère enfouie ...	2.960	
		engrais vert	3.030	
2) NATURE DES PHOSPHATES				
phospal		jachère simple	2.540	3.520
		jachère enfouie ...	2.620	3.620
		engrais vert	2.770	3.410
baylifos		jachère simple	2.500	3.430
		jachère enfouie ...	2.660	3.650
		engrais vert.....	2.700	3.650
3) DOSE DES PHOSPHATES				
0		jachère simple	2.520	3.350
		jachère enfouie ...	2.640	3.500
		engrais vert.....	2.660	3.370
500 kg/ha		jachère simple	2.540	3.510
		jachère enfouie ...	2.680	3.760
		engrais vert.....	2.760	3.680
1.000 kg/ha		jachère simple	2.500	3.500
		jachère enfouie ...	2.610	3.650
		engrais vert.....	2.770	3.540
4) COMPLÉMENTS NPK				
0		jachère simple	2.350	3.060
		jachère enfouie ...	2.570	3.400
		engrais vert.....	2.590	3.290
6-10-20		jachère simple	2.590	3.650
		jachère enfouie ...	2.680	3.710
		engrais vert	2.770	3.660
6-20-10		jachère simple	2.620	3.710
		jachère enfouie ...	2.670	3.810
		engrais vert.....	2.830	3.640

Tant à Bambey qu'à Nioro, l'enfouissement de matière verte apparaît significativement supérieur à la jachère enfouie et celle-ci significativement supérieure à la jachère simpe.

Les phosphates apparaissent égaux quant à leur nature sauf à Nioro, où, sur engrais vert, le baylifos manifeste une supériorité.

Quant à leur dose, elle est sans action significative par rapport au témoin à Bambey mais l'est à Nioro ; la dose 500 kg/ha étant la meilleure.

L'action du complément N P K est hautement significative dans les deux stations sans que des différences apparaissent entre les deux formules.

Enfin l'interaction (complément minéral × nature du phosphate) significative à Bambey, où seul le baylifos permet la manifestation du complément minéral, souligne l'intérêt de cette forme de phosphate.

Sur mil en seconde année de culture, les résultats sont peu concluants en raison de l'hétérogénéité des parcelles d'essais.

La conclusion d'ensemble paraît être l'intérêt :

1) du phosphatage de fond et particulièrement avec baylifos à 500 kg/ha,

2) de l'enfouissement de matière verte,

3) du complément annuel N P K.

Un bilan économique de l'opération ne portant que sur les résultats de la culture d'arachide, est donné dans le tableau suivant. Les chiffres représentent des francs CFA par hectare.

Il manifeste surtout l'intérêt des compléments N P K, le large amortissement de l'enfouissement de matière verte et l'intérêt du phosphatage de fond surtout à Nioro du Rip, où la pluviométrie est plus abondante qu'à Bambey.

c) Essais de Sinthiou Malème et Katibougou

Ils débutent en 1954 et sont semblables aux précédents mais n'étudient que l'action du baylifos à différentes doses sur engrais vert seulement.

BILAN ÉCONOMIQUE DE L'ESSAI DE PHOSPHATAGE DE FOND SUR ENGRAIS VERT (1955)

		Sans baylifos				Avec 500 kg baylifos				
		Sans complément minéral	6-10-20	6-20-10	Moyenne	Sans complément minéral	6-10-20	6-20-10	Moyenne	Moyenne
Bambey	jachère simple	0	— 750	4.850	+ 1.370	— 8.300	3.550	1.150	— 1.300	+ 60
	jachère enfouie	6.300	550	750	+ 2.530	200	50	— 550	— 100	+ 810
	engrais vert	3.900	— 450	3.550	+ 2.330	— 2.200	1.650	850	+ 100	+ 810
	Moyenne	3.400	— 220	+ 3.050	+ 2.080	— 3.430	1.750	480	— 400	
Nioro	jachère simple	0	10.650	14.450	+ 8.370	— 2.500	9.750	12.150	— 6.470	+7.420
	jachère enfouie	3.300	11.950	11.750	+ 9.000	6.800	10.650	10.850	+ 9.430	+9.210
	engrais vert	— 100	16.550	4.550	+ 7.000	8.200	10.850	19.050	+12.700	+9.850
	Moyenne	+1.070	+13.050	+10.250	+ 8.120	+ 4.170	+10.420	+14.020	+ 9.530	

Les résultats sont résumés ci-après :

Effets	Sinthiou Malème 1955	Sinthiou Malème 1957	Katibougou 1955
DOSES DE PHOSPHATES :			
0	2.054	1.961	1.450
500 kg/ha	2.144	2.158	1.667
1.000 kg/ha	2.260	2.158	1.700
COMPLÉMENTS NPK :			
0	1.732	1.600	1.322
6-10-20	2.354	2.340	1.748
6-20-10	2.377	2.337	1.748

1) En première année (arachide).

Alors qu'à Katibougou les deux doses de fumure de fond sont, comme à Bambey et Nioro, statistiquement équivalentes et significativement supérieures au témoin, à Sinthiou Malème toutes les doses diffèrent de façon hautement significative, la plus forte étant la plus efficace.

Dans les deux stations, les compléments minéraux sont, comme dans le cas précédent, une influence significativement élevée mais ne diffèrent pas entre eux.

Enfin, on note l'influence favorable à Sinthiou de l'enfouissement de matière verte.

2) Sur le mil suivant, dans les deux cas, l'action du complément N P K est très marquée. A Sinthiou, l'action du phosphatage est d'autant plus grande que les doses sont plus élevées, ceci de façon significative mais uniquement sans complément N P K. A Katibougou, la même observation est à faire pour l'action globale du phosphatage de fond.

3) En troisième année de culture à Bambey (arachide), les observations faites en première année sont confirmées.

Pour Sinthiou Malème, un bilan économique portant sur l'ensemble de la rotation et prenant comme terme de comparaison la jachère simple sans aucun traitement, ne fait apparaître un déficit que pour l'engrais vert sans traitement : les techniques les plus largement bénéficiaires sont celles comprenant des traitements N P K avec ou sans phosphatage de fond (+ 20.000 à 29.000 fr CFA/ha).

Les formules qui viennent en tête dans ces conditions sont :

a) Sur jachère simple :

1) phosphate de fond à 500 kg avec complément 6-10-20 arachide, et 15-0-15 mil,

2) sans phosphate de fond mais complément riche en phosphate 6-20-10 et 14-7-7.

b) Avec engrais vert.

3) phosphate de fond à 500 kg avec complément riche en potasse, 6-10-20 et 15-0-15.

Des essais semblables aux précédents avec baylifos, seulement à trois doses, sont réalisés à Boulel (SEMA) avec application de phosphate en fumure de fond sur jachère seulement et à Saria avec application sur jachère simple, jachère enfouie et engrais vert. Dans le premier cas, on utilise quatre formules de compléments annuels NPK : 11,5-0-21,3 ; 8,8-7-19,3 ; 9,6-14,4-8 ; 5,5-21,8-9,1 aux doses de 150 kg/ha sur arachide et 100 kg/ha sur mil.

Dans le second cas, avec un complément sur arachide 5,5-0-9 à 100 kg/ha dérivant de la formule commerciale 6-20-10, dans laquelle P_2O_5 est apporté par la fumure de fond et sur mil 14-7-7 à 100 kg/ha.

	Boulel (1954)		Saria (1955)	
	1955	1957	1956 (arachide)	1958 (mil)
PHOSPHATES				
0	1.924	885		1.386
500 kg/ha	2.032	944		1.747
1.000 kg/ha	2.181	921		1.814
NPK			NPK	
0-0-0	1.923	872	0	1.180
11,5-0-21,3	1.981	894	5,5-0-9	1.819
8,8-7-19,3	2.072	919		
9,6-14,4-8	2.113	949		
5,6-21,8-9,1	2.136	957		

Ces résultats montreut à Boulel l'effet marqué du phosphatage sur engrais vert dès la première année de culture, les différences de rendement sont hautement significatives. Pour les compléments N P K les meilleurs sont 8,8-7-19,3 ; 5,5-21, 8-9,1 : 11,5-0-21,3 qui sont les plus riches en potasse, en deuxième arachide (troisième année) de culture, l'intérêt de formules potassiques s'accentue et la formule 11,5-0-21,3 devient la meilleure.

Enfin, remarquons que sur la culture de mil (deuxième année), ce sont les formules fortement azotées qui viennent en tête.

Au point de vue économique, toutes les combinaisons apportent des plus-values par rapport au témoin sauf une : formule la moins potassique avec 500 kg de baylifos en fumurc de fond. La meilleurc solution est 500 kg de baylifos en fumure de fond avec formule nitro-potassique 11,5-0-21,3.

A Saria, aucune différence significative n'est enregistrée entre jachère simple, jachère enfouie et engrais vert, tout au plus remarque-t-on un intérêt arithmétique croissant du premier au dernier traitement.

Aucune différence n'est enregistrée entre phospal et baylifos ; les deux doses donnent des différences hautement signifIcatives par rapport au témoin mais non entre elles.

Le complément N K apporte une plus-value de 23 % hautement significative et on note une forte interaction phosphate × complément N K.

Les observations faites sur le mil en seconde année corroborent celles de première année sur arachide.

La situation géographique de Saria (I-Haute-Volta) constitue un lourd handicap à la rentabilité des techniques expérimentées ; aussi plusieurs des objets mis en comparaison entraînent-ils des déficits. On note cependant, avec intérêt, des bénéfices croissants de la jachère simple à la jachère enfouie et à l'engrais vert, à condition d'avoir pratiqué une fumure de fond 500 kg /ha de baylifos avec complément annuel N K ou N P K.

Au terme de ces expérimentations. diverses observations se dégagent.

Action généralement marquéc de l'azote mais tendant à diminuer en fin de succession.

Besoins au contraire accrus de potasse à mesure qu'on avance dans le cycle et à condition que la carence phosphatée soit comblée.

Action bénéfique de l'enfouissement de matière verte sur la rapidité d'utilisation d'une fumure de fond phosphatée et même dans certains cas intérêt économique de la pratique des engrais verts plus marquée que celle des jachères simples ou enfouies.

Enfin, au point de vue phosphates, on note le peu d'intérêt du phosphate d'alumine brut par rapport aux deux autres formes et entre celles-ci s'établit une légère préférence pour le baylifos par rapport au phospal.

A ce sujet, il convient de remarquer que la question s'est posée d'une toxicité possible de l'alumine.

FAURE (149) montre qu'une tonne/ha de phospal apporte environ 75 mg d'$Al_2 O_3$ par kg de terre et que cette terre (dior) en contient déjà 4.000 à 8.000 mg dont 600 à 800 mg libre. Les analyses de sol faites en 1956 sur les essais de 1948 ne montrent pas de différence dans les teneurs du sol, tant en $Al_2 O_3$ total que libre, entre les témoins et les parcelles ayant reçu phospal ou bicalcique.

Enfin, le phosphatage de fond présente un intérêt d'autant plus grand que la région où il est utilisé est à forte pluviométrie.

Cette constatation, qui paraissait s'imposer à l'observation des résultats, a justifié une étude particulière (149) (TOURTE et ses coll.) pour laquelle on a calculé la régression entre réponse au phosphatage de fond en première année et pluviométrie utile, supposée être la pluviométrie totale de l'année.

La régression linéaire est hautement signifIcative, le terme du second degré ne l'est cependant pas malgré une forte probabilité. Le graphique ci-joint reproduit ces courbes ainsi que celle non significative de l'effet de la pluviométrie sur l'utilisation des phosphates par la culture suivante, le mil.

L'efficacité du phosphatage de fard semble donc accrue par des pluies abondantes.

Ce traitement serait sans effet, en première année, au-dessous d'une pluviométrie moyenne de 600 mm, on peut, cependant se demander si par effet cumulatif, on n'observerait pas une solubilisation des phosphates apportés après quelques années ; le déplacement vers la gauche de la courbe de seconde année (mil) inciterait à le faire penser.

Examinant les relations du phosphatage avec la pluviométrie sous son aspect économique, les auteurs remarquent que pour une rotation le phosphatage est rentable s'il procure une plus-value de 10 % sur un rendement de base de 800 kg/ha, le graphique montre que cette augmentation est atteinte pour 800 mm d'eau par an. La zone limitée par l'isohyétc 800 mm correspond au Sénégal à peu près à l'axe Fatick-Tambacouda.

En fait, cc calcul ne tient pas compte des interactions phosphatage × compléments minéraux et n'est établi que pour une rotation et pour des terres sensiblement plus riches que la moyenne de celle de la zone arachidière. Il est donc vraisemblable que le phosphatage de fond sera rentable sensiblement plus au nord.

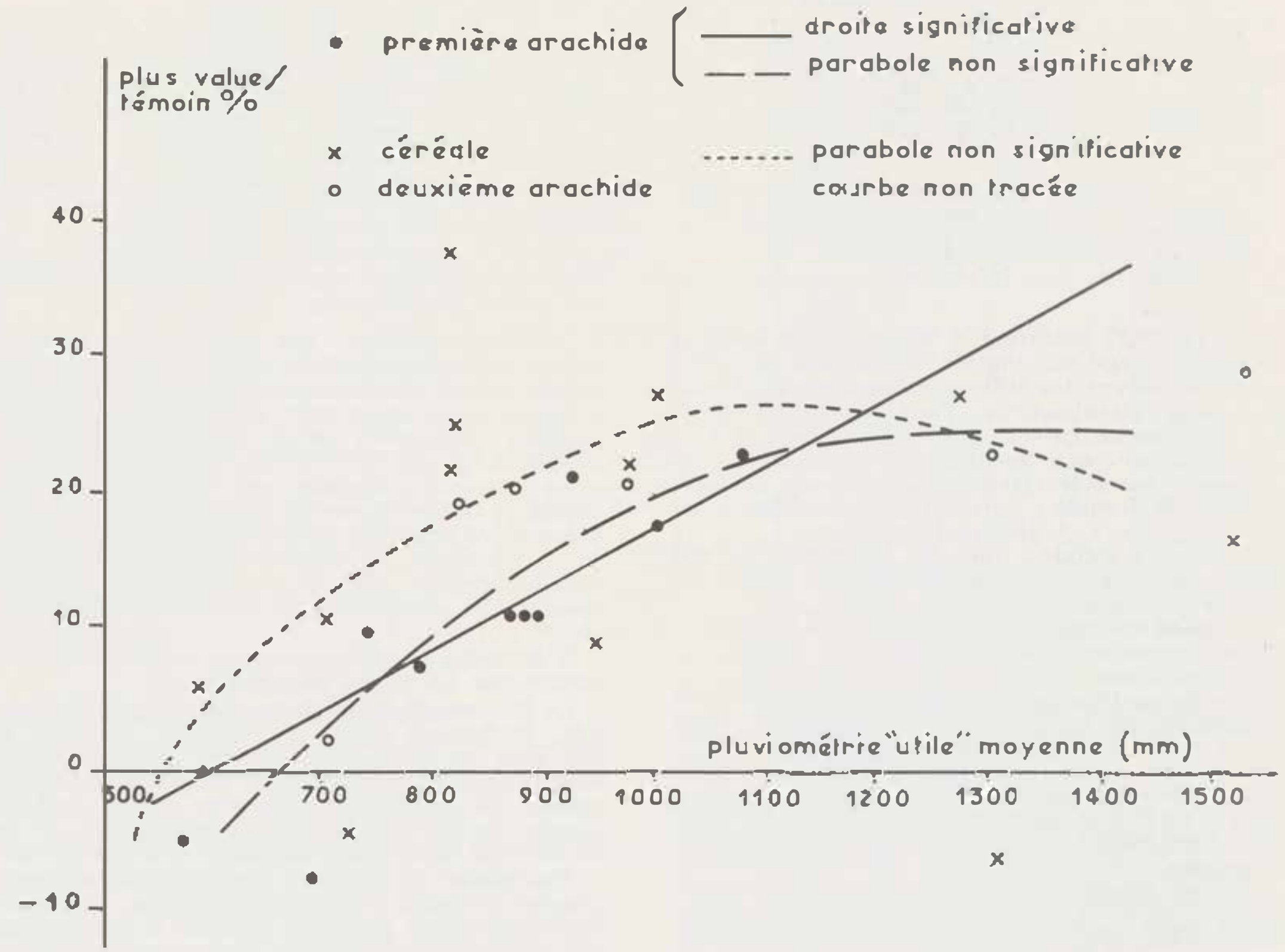
d) Etudes d'amendements calciques.

Diverses considérations, résultats anciens des essais de chaulage et de plâtrage, observations faites à Boulel (49) d'une acidification des sols à la suite de nombreuses cultures répétées sur des terres neuves ont conduit à étudier l'action de divers amendements calciques.

x) Essai de chaulage et de plâtrage (149).

Un essai est mis en place en 1951 à Bambey pour comparer les actions d'applications annuelles de chaux et de plâtre 0-100-200-300 kg/ha de CaO et d'applications uniques initiales de chaux à 0-1000-2000-3000 kg/ha de CaO, avec ou sans complément

ACTION, en FONCTION de la PLUVIOMÉTRIE de 500kg. de bayliphos seul appliqué sur engrais vert (ou jachère) tête de rotation sur le rendement des cultures suivantes.



	Arachide 1951-53 1955-57 kg/gousses	Valeur	Mil 1952-56 kg/grains	Valeur	Valeur totale	Plus-value	Dépense	Bénéfice
CHAUX ANNUELLE :								
0 kg CaO :								
sans NPK	4.255	85.100	1.100	16.500	101.500	●	0	0
avec NPK	5.328	106.560	1.875	28.125	134.685	33.085	14.100	+18.685
100 kg CaO :								
sans NPK	4.572	91.440	1.262	18.930	110.370	8.770	9.600	—
avec NPK	5.656	113.120	1.648	24.720	137.840	36.240	24.000	+12.240
200 kg CaO :								
sans NPK	4.486	39.720	1.300	19.500	109.220	7.620	19.200	—
avec NPK	5.732	114.640	1.748	26.220	140.860	39.260	33.600	+ 5.660
300 kg CaO :								
sans NPK	4.871	97.420	1.475	22.125	119.545	17.945	28.800	—
avec NPK	6.430	128.600	1.765	26.475	155.075	53.475	43.200	+10.275
CHAUX FOND :								
● kg CaO :								
sans NPK	4.223	84.460	1.030	15.450	99.910	0	0	0
avec NPK	5.127	102.540	1.649	24.735	127.275	27.365	14.400	+12.965
1.000 kg CaO :								
sans NPK	4.373	87.460	983	14.745	102.205	2.295	12.000	—
avec NPK	5.610	112.200	1.495	22.425	134.625	34.715	26.400	+ 8.315
2.000 kg CaO :								
sans NPK	4.681	93.620	1.071	16.065	109.685	9.775	24.000	—
avec NPK	6.108	122.160	1.501	22.515	144.675	44.765	38.400	+ 6.365
3.000 kg CaO :								
sans NPK	5.021	100.420	1.285	19.275	119.695	19.785	36.000	—
avec NPK	5.964	119.280	1.622	24.330	143.610	43.700	50.400	— 6.700

1 kg CaO = 12 fr.
1 kg NPK = 18 fr. ; sur quatre arachides et deux mils, 800 kg/ha, 14.400 fr.

N P K 6-20-10, sur une rotation quadriennale arachide-mil-arachide-engrais vert. Les premiers résultats montrent l'action défavorable du plâtrage, notamment en raison de l'interaction négative plâtrage × compléments minéraux ; les résultats du chaulage sont donnés dans le tableau suivant :

L'étude de l'interaction chaulage complément N P K montre que l'engrais minéral agit mieux sans chaulage qu'avec chaulage.

Des comptages de germes nitreux font apparaître une augmentation considérable de leur nombre sur les parcelles ayant reçu de fortes doses de chaux.

CaO	sans NPK	avec NPK
0	156	304
3.000 kg	989	1.554

Les germes cellulolytiques aérobies augmentent également de façon sensible avec les apports de chaux. Enfin le pH est nettement relevé par le chaulage.

En 1959, l'essai est modifié, le plâtrage annuel est remplacé par un chaulage de fond léger 500-1000 et 2000 kg/ha de CaO. Les résultats montrent que le chaulage annuel donne de meilleurs résultats que le chaulage de fond.

Mais les augmentations de rendement obtenues avec un apport annuel de 100 kg de CaO ne sont que d'environ 10 %, ce qui assure à peine la rentabilité de l'opération.

Il se confirme en outre que l'engrais minéral est mieux utilisé sans chaux comme le montre le tableau suivant.

Doses CaO de fond ou annuelles	Plus-values dues à l'apport de 150 kg/ha de 6-20-10
0	36 %
1	31 %
2	21 %
3	15 %

β) Etude de l'action d'un amendement calcique sur des parcelles soumises à des cultures continues d'arachide avec ou sans complément minéral (149).

On observe l'action de deux amendements calcaires appliqués après huit ans de cultures continues d'arachide ayant reçu ou non annuellement divers engrais complets fournis par la société des Potasses d'Alsace.

Les engrais complets, dont certains ont une action importante en première année sont inaptes à maintenir les rendements qui diminuent considérablement par la suite dans toutes les parcelles ainsi que le montre le tableau suivant.

	1948		1949		1950		1951		1952		1953		1954		1955		1956		1957		Moyenne sur dix ans	Plus-value engrais en	pH moyen		
	kg/ha	%																					mars 1956	janvier 197	mars 1958
A) Chaux en 56	1.954	16	487	14	606	12	915	40	250	11	722	23	433	0,5	511	— 20	1.729	25	1.867	28	957	+ 19	5,20	5,86	6,44
B) Baylifos en 56 ..	1.865	11	457	7	349	1	790	21	246	9	686	17	449	4	529	3	1.428	3	1.672	15	867	+ 10	5,18	5,04	6,02
C) (témoin)	1.682	0	428	0	543	0	655	0	226	0	586	0	431	0	514	0	1.385	0	1.455	0	790	0	5,48	5,34	6,22
D) Baylifos en 56 ..	2.024	20	504	18	497	— 8	830	27	241	7	828	41	470	9	520	1	1.631	18	1.608	11	915	+ 16	5,00	5,04	5,96
E) Chaux en 56 ...	1.853	10	501	17	558	3	755	15	217	— 4	754	29	376	— 113	492	— 4	1.995	44	1.932	33	963	+ 19	5,25	5,78	6,28
Rendements multiplications à titre comparatif 28-206	860		730		850		1.650		1650		1.410		497		1.070		1.160		1.380		1.126				

(Extrait des Annales 1957, tableau XVII, p. 98)

A et E ont reçu 2 t de chaux à l'ha
B et D — — baylifos —

Parallèlement, on observe une acidification du sol, aussi procède-t-on en 1956 à une application sur deux parcelles de 2 t/ha de chaux et sur deux autres de 2 t/ha de baylifos.

Ces amendements, et particulièrement la chaux, provoquent une remontée générale des rendements. L'augmentation de rendement également notée dans le témoin provient d'une diffusion latérale du chaulage.

L'étude économique montre que le chaulage est amorti en deux ans dans ce cas d'une terre intensément cultivée.

e) Recherche de la meilleure formule minérale avec phosphatage de fond sur engrais vert (1954-1959).

Les observations faites au cours des essais précédents ayant montré que l'application en fumure de fond sur engrais verts des phosphates naturels du Sénégal favorisait leur assimilation par la plante, il fallait déterminer dans cette optique les équilibres NPK des apports complémentaires les mieux adaptés à cette technique.

En matière de phosphate naturel, le choix se porte sur le baylifos ; la dose utilisée est 500 kg/ha

représentant 170 kg/ha de P_2O_5 et 235 kg/ha de CaO.

Les compléments NPK comparés sont les vingt-sept formules représentant l'exploration complète des divers points du triangle d'équilibre.

Ces essais sont effectués par la méthode des blocs subdivisés à huit répétitions avec une rotation engrais vert-arachide-céréale-arachide à Bambey, Nioro du Rip, Boulel et Séfa, la céréale étant le mil dans les trois premiers centres et le riz de culture sèche dans le dernier.

Une première interprétation complète des résultats est donnée à l'issue de la première succession culturale en 1957 (149).

L'action du phosphate seul est presque toujours nette et hautement significative, la même observation encore plus marquée est faite en l'absence de NPK, où une gradation des effets du phosphatage de fond apparaît clairement ; celui-ci étant d'autant plus efficace que la pluviométrie du lieu où il est appliqué est plus élevée.

Son action croît dans l'ordre suivant : Bambey-Boulel-Nioro-Séfa.

En ce qui concerne l'effet des formules NPK, plusieurs d'entre elles donnent des plus-values statistiquement supérieures au témoin mais non différentes entre elles.

Les meilleures sont :

	Arachide 1955	Mil 1956	Arachide 1957
Bambey	4,1-10,3-26,8 8,8- 7 -19,3 0 -20,2-24,7	11-7,9-12,6	5.8-11,5-21,2 2 -28 -10

	Arachide 55	Mil 56	Arachide 57
Nioro	8,5-12 -13,7 5,6-16,8-15 5,5-21,8- 9,1 4,1-10,3-26,8	10,1-19,3-0	2-28 -10 5,5-21,8- 9,1 8,5-12 -13,7 5,6-16,8-15 4,1-10,3-26,8

	Arachide 55	Riz 56	Arachide 57
Séfa	0 -20,2-24,7 5,8-11,5-21,2 10,5-16,5- 3 0 -26,1-17,4	9,6-14,4-8	0 -20,2-24,7 4,1-10,3-26,8 0 -26,1-17,4

	Arachide 56	Mil 57	
Boulel	5,8-11,5-21,2 11,9-10,4- 7,4 11,3- 3,2-17,7 15,8- 8,5- 0	13,3-13,3-0	

Les formules déjà préconisées à cette époque :

5,5-21,8-9,1 pour Bambey et Nioro, 5,5-21,8-9,1 ; 5,8-11,5-21,2 pour Boulel, 2-28-10 pour Séfa.

paraissent convenables mais le phosphatage de fond tend, encore ici, à faire apparaître pour l'arachide des besoins en potasse légèrement plus élevés ; l'interaction fumure de fond × formule met encore plus nettement en évidence ces besoins, les formules comportant de 20 à 27 % de potasse venant alors constamment en tête.

Enfin la céréale paraît assez peu influencée par la fumure de fond et manifeste généralement des besoins en azote marqués.

L'étude des régressions linéaires et curvilinéaires du rendement en fonction de pourcentages croissant de divers éléments apporte quelques précisions.

α) Azote.

Bambey : les besoins en azote sont peu marqués en première année (régression significative, négative avec ou sans phosphatage mais la parabole non significative avec phosphatage montrerait un sommet pour 5 à 10 % de N dans l'engrais). Ces besoins s'accusent nettement pour le mil et se retrouvent sur la dernière arachide qui manifeste une réponse à l'azote plus forte avec phosphatage.

Nioro du Rip : les besoins sont assez élevés en première arachide sans phosphatage 10 %, mais ne sont pas statistiquement établis dans les autres cas.

Séfa : l'azote est dépressive sur les deux arachides, mais les besoins sont nets pour le riz ; 10-11 % donnant des plus-values légèrement supérieures avec phosphatage de fond.

Boulel : les besoins ne sont pas établis pour l'arachide mais nuls et de l'ordre de 10 % pour le mil.

β) Acide phosphorique.

Bambey : les besoins sont légèrement plus marqués (quoique non significativement) en l'absence de fumure de fond qu'en sa présence pour les arachides; par contre, pour le mil avec phosphatage de fond, la régression non significative est négative et, sans phosphatage, elle présente un sommet pour 15-16 % de P_2O_5 dans l'engrais.

Nioro du Rip : les courbes sont significatives en l'absence de fumure de fond et traduisent des besoins de 15 à 20 % tant sur arachides que sur mil.

Séfa : la même observation peut être faite, les besoins en seconde arachide paraissant un peu moindre qu'en première.

Boulel : les besoins 15-20 % ne sont significatifs que pour le mil.

γ) Potasse.

Bambey : des régressions positives très fortes s'observent dans tous les cas sur arachide, un sommet significatif étant observé pour la seconde vers 20 % de K_2O avec phosphate de fond et non significatif pour 15-18 % sans phosphatage. Aucun besoin significatif n'est remarqué pour le mil.

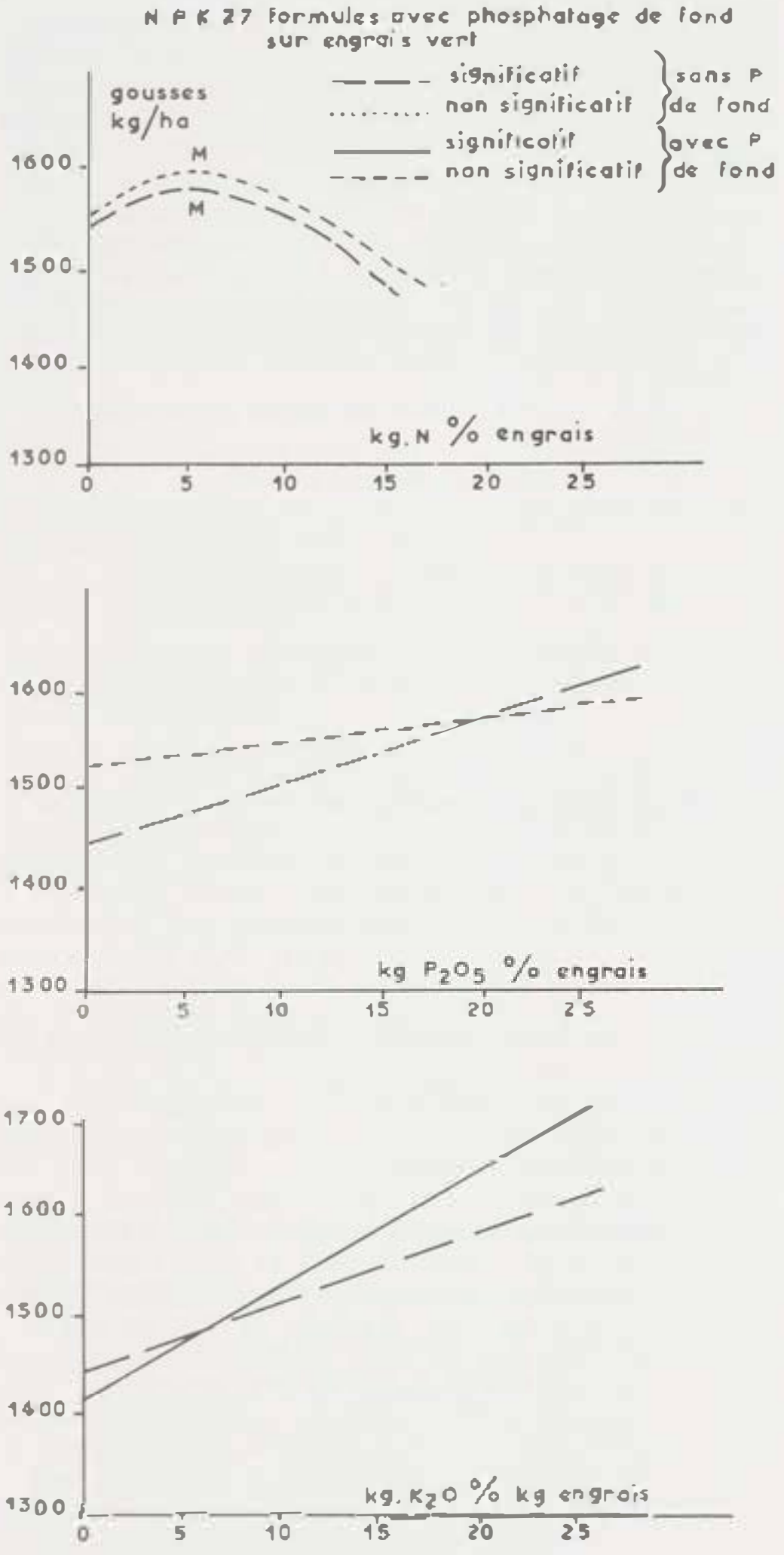
Nioro du Rip : ici encore des régressions significatives positives sont observées sur arachide avec phosphate de fond.

Séfa : même observation que ci-dessus, mais également en l'absence de phosphatage de fond.

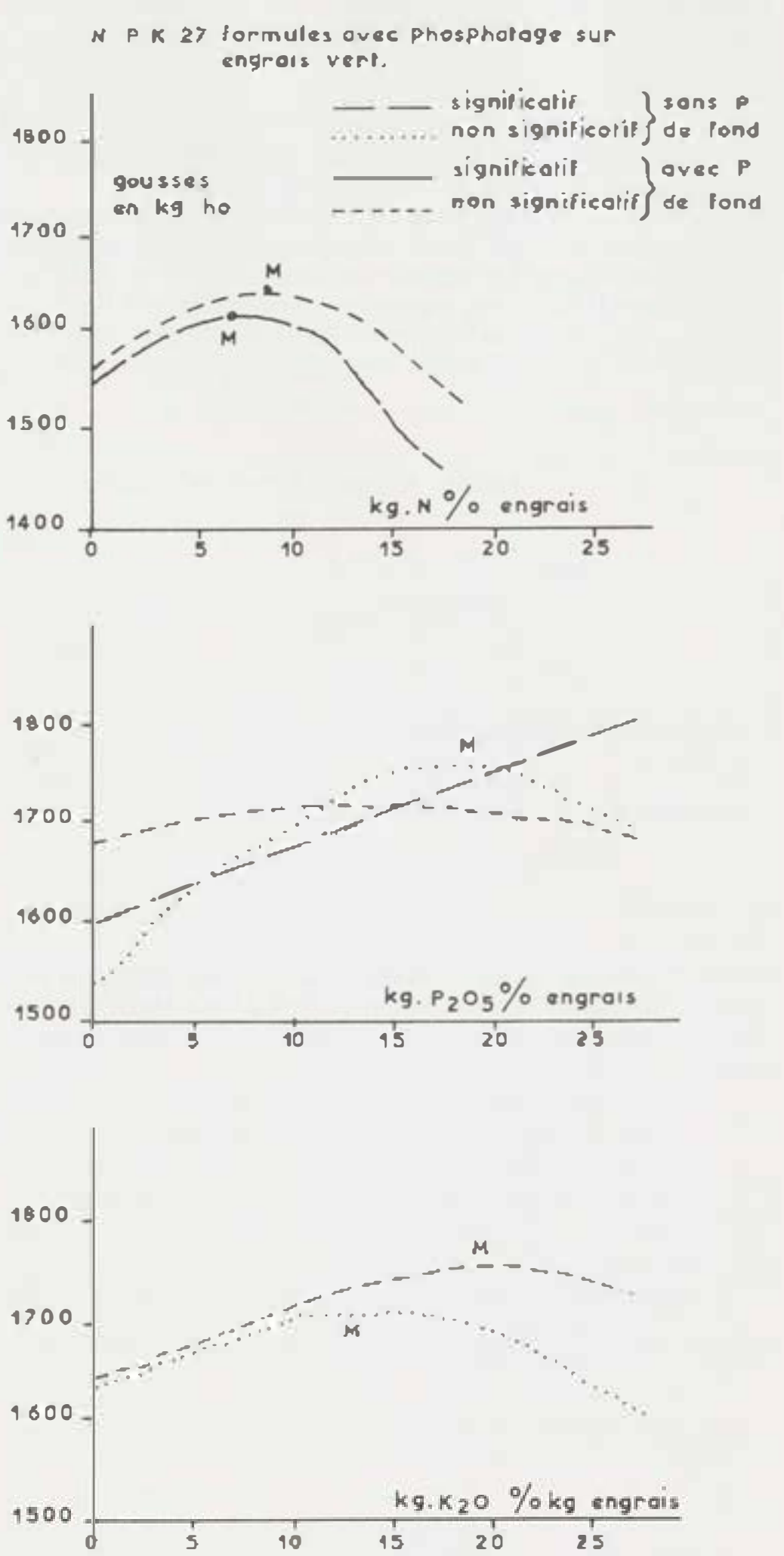
Boulel : action peu nette de la potasse.

Les résultats de 1959 (rapport 58-59) (première arachide de la rotation suivante) à Bambey et Nioro confirment généralement les conclusions données ci-dessus (V. graph. ci-contre pour Bambey).

Réponse aux éléments N P K
BAMBEY (moyennes 1955 1957 1959)



Réponse aux éléments N, P_2O_5 et K_2O
BAMBEY 1959



Le phosphatage de fond (voir graphique ci-dessus pour Bambey) réalisé une seule fois en 1954 comble maintenant complètement les besoins en P_2O_5 qui ne se manifestent plus du tout dans les parcelles où il a été effectué tant à Bambey qu'à Nioro.

Les besoins en azote sont faibles, 5 à 6 kg/ha.

Les besoins en potasse sont très importants : le maximum de la courbe (non significative) correspond à 30 kg/ha à Bambey et à Nioro du Rip ; la régression linéaire significative est très fortement croissante.

Des essais semblables un peu simplifiés ont été entrepris récemment dans certains centres extérieurs au Sénégal : Saria (Haute-Volta), Ina (Dahomey), Tarna (Niger).

Il est encore trop tôt pour juger des résultats de ces essais.

En résumé, on observe :

α) Une action indécise de l'azote sur arachide en l'absence de phosphatage et souvent dépressive en présence de phosphatage. Les auteurs pensent que l'engrais vert pourrait avoir apporté un excès d'azote entraînant un déséquilibre.

β) une action très forte de P_2O_5 en l'absence de fumure de fond, mais jamais significativement établie en sa présence.

γ) une action de la potasse significativement et fortement croissante dans la plupart des cas en fonction des doses et surtout en présence de fumure de fond.

Il est intéressant de se demander avec les auteurs de cette expérimentation comment se comporte la

potasse dans le sol et quelle est la part de la dose apportée qui est utilisée.

Une étude de CHARREAU, non encore parvenue à son terme et ne portant que sur une rotation culturale en case lysimétrique avec divers types de sol, montre que les éléments N et P sont relativement peu lessivés alors que la potasse l'est pour 20 % environ dans un sol dior semblable à celui qui a porté les essais de Bambey et pour 80 % dans un sol du type de ceux de Nioro du Rip.

A l'aide des équations de régression établies pour les réponses à K_2O pour chaque culture d'arachide et compte tenu des exportations réelles en culture non fumée (BOUYER), on calcule le coefficient de lessivage moyen de la potasse restée dans le sol non utilisé par les plantes pour les trois années de culture.

Les valeurs trouvées par cette méthode: 0,3 pour Bambey et voisine de 1 pour Nioro du Rip sont tout à fait en conformité avec les valeurs trouvées en case lysimétrique.

Cette observation et les autres enseignements apportés par l'expérimentation tendent à orienter les recherches actuelles vers un système de fumure dans lequel serait apporté annuellement un engrais à un seul élément, P_2O_5 en fumure de fond sur jachère ou engrais vert, les fumures annuelles étant réparties N sur céréale et K_2O sur arachide.

Le bilan économique d'une telle pratique fait l'objet d'une étude provisoire à la lumière des résultats acquis ici : il est donné comparativement à celui qui résulte de l'emploi des fumures annuelles sans phosphatage de fond dans le tableau suivant.

	Système à fumure de fond et compléments annuels					Système à fumures annuelles				
	Apports/ha	Coût fr. CFA	Plus-value par rapport au témoin absolu kg/ha	Plus-value par rapport au témoin absolu valeur	Bilan	Apports/ha	Coût fr. CFA	Plus-value par rapport au témoin absolu kg/ha	Plus-value par rapport au témoin absolu valeur	Bilan
Engrais vert	500 kg baylifos	3.900	—	—	— 3.900	—	—	—	—	—
Arachide 1 ..	40 kg K_2O	1.050	555***	11.100	+ 10.050	150 kg 6-20-10	2.950	140******	8.800	+ 5.850
Mil	30 kg N*	2.600	215*****	3.700	+ 1.100	100 kg 14- 7- 7	2.000	320*******	1.800	+ 2.800
Arachide 2 ..	40 kg K_2O**	1.050	435******	8.700	+ 7.650	150 kg 6-20-10	2.950	320********	6.400	+ 3.450
					+14.900					+12.100

* Somme des apports des deux années, arachide et mil, à la dose optima pour le mil.
30 kg de N représentant 150 kg de sulfate d'ammoniaque.

** Les apports des années antérieures étant supposés exportés (voir plus haut). 40 kg de K_2O représentent 70 kg de chlorure de potassium.

*** Témoin absolu : 1.600 kg/ha arachide-gousse. Augmentation obtenue par la courbe.

**** Témoin absolu : 610 kg/ha mil-grain. Augmentation obtenue par la courbe.

***** Témoin absolu : 1.150 kg/ha arachide-gousse. Augmentation obtenue par la courbe.

****** Augmentation obtenue avec formule 18.

******* Augmentation la plus forte obtenue l'année à mil (formule 26), afin de réunir les conditions les plus favorables à ce système.

******** Chiffre obtenu à partir de l'arachide 1 par application d'un coefficient traduisant le rapport des rendements 1955 et 1957 : $\frac{1.150}{1.600}$, en supposant l'action de la formule identique les deux années.

Les taux utilisés:

arachide	20 fr/kg
mil	15 fr/kg
baylifos	7.800 fr/tonne
6-20-10	19.650 fr/tonne
14- 7- 7	19.820 fr/tonne
chlorure potassium	15.250 fr/tonne
sulfate ammoniaque	17.450 fr/tonne

(Annales, 1957, p. 89)

Signalons enfin (rapport 1960) une expérimentation portant sur cinq localités situées sur un axe est-ouest entre les isohyètes 800 et 900 mm, commencée en 1957 et comportant la comparaison des deux formules 6-20-10 et 6-10-20 appliquée sur la première seulement ou sur les deux arachides d'une rotation arachide, mil, arachide, engrais vert avec ou sans phosphate de fond, le mil recevant une fumure 14-7-7.

Dès la première année, le phosphatage de fond s'est révélé efficace (action marquée en l'absence de fumure minérale et avec formule 6-10-20) tandis que sur deuxième arachide son action est moins nette.

Plusieurs rotations successives seront nécessaires pour montrer des résultats complets.

3) *Etude des phosphates naturels en fumure annuelle*

Bien que l'utilisation en fumure de fond des phosphates peu solubles paraissent la plus rationnelle, cette technique est encore difficile à vulgariser en raison des frais initiaux qu'elle exige de la part du

cultivateur. Aussi a-t-on recherché la possibilité d'introduire ces phosphates dans les fumures minérales annuelles dont la vulgarisation a commencé et peut se développer rapidement.

Les études faites dans ce sens portent sur la possibilité d'accroître l'assimilabilité des phosphates locaux par un broyage poussé et sur la substitution particlle de ces phosphates au phosphate bicalcique des formules minérales utilisées.

a) Etude du facteur finesse des phosphates naturels sur leur assimilabilité.

Divers essais sont réalisés à Bambey, Nioro du Rip, Sinthiou Malème el Séfa, de 1950 à 1952 avec des phosphates naturels : Baylifos, phosphate d'alumine brut, phospal broyés à trois degrés de finesse :

1) passant au tamis de maille 100
2) — 130
3) — 150

Ces phosphates ainsi traités sont comparés dans une formule complète de type 8-8-20.

Les essais ne révèlent aucune différence due aux modes de broyage des phosphates.

b) Utilisation des phosphates naturels partiellement substitués au phosphate bicalcique des formules NPK complètes.

b_1) Essai 1956.

A Bambey, avec une rotation arachide, mil, arachide, engrais vert, on étudie la possibilité d'une substitution partielle ou totale dans les proportions 0, un tiers, deux tiers, trois tiers du phosphate bicalcique, par phospal, baylifos ou schlamms, avec des doses de P_2O_5 de 0, 10, 20, 40 kg/ha. On étudie en outre l'action de la potasse aux doses de 0, 10, 20, 40 kg/ha de K_2O. Ces parcelles fumées reçoivent un complément azoté constant.

A la fin de la première rotation, les résultats ne font pas ressortir de différences entre les divers phosphates naturels employés seuls ; ils montrent des plus values croissantes pour les doses croissantes de P_2O_5, une efficacité comparable du phosphate bicalcique employé seul et du mélange bicalcique deux tiers et une efficacité moindre pour les autres proportions.

L'action de la potasse est considérable ; les besoins en cet élément sont les plus élevés (40 kg) avec bicalcique seul et bicalcique deux tiers ; avec un tiers bicalcique ils diminuent à 20 kg/ha et sont de 10 à 20 kg/ha avec les phosphates naturels seuls.

Les résultats de la première arachide de la succession suivante paraissent montrer une meilleure assimilation des phosphates naturels.

Les recherches effectuées par la suite portent sur l'association de fumures de fond avec phosphates naturels et de fumures annuelles réalisées en partie avec ces phosphates.

b_2) Essai 1957 sur deux rotations.

Cet essai réalisé dans six localités de la zone, où la pluviométrie permet l'utilisation des phosphates naturels, porte sur deux rotations successives : arachide, mil, arachide, engrais vert.

Il a pour objet principal de confirmer que le phosphate de fond entraîne des besoins accrus en potasse et de comparer l'action des phosphates naturels apportés en fumure de fond et apportés en association avec le phosphate bicalcique dans les fumures annuelles de la première culture d'assolement.

Cet essai comporte les traitements suivants :

1957 Arachide	1958 Mil	1959 Arachide	1960 Mil engrais vert
0	0	0	0
Phospal 500 kg/ha	0	0	phospal 500 kg/ha
6-10-20	14-7-7	0	0
Phospal 500 kg/ha 6-10-20	14-7-7	0	phospal 500 kg/ha
6-10-20 12 kg bicalcique	14-7-7	6-10-20	0
Phospal 500 kg/ha 6-10-20 dont 12 kg bicalcique	14-7-7	6-10-20	phospal 500 kg/ha
6-20-10	14-7-7	0	0
Phospal 500 kg/ha 6-20-10	14-7-7	0	phospal 500 kg/ha
6-20-10 dont 18 kg bicalcique	14-7-7	6-20-10	0
Phospal 500 kg/ha 6-20-10 dont 18 kg bicalcique	14-7-7	6-20-10	phospal 500 kg/ha

des fumures arachide sont à 150 kg/ha
des fumures mil sont à 100 kg/ha.

Dans les formules NPK sans autres indications le phosphore est apporté sous forme phosphate bicalcique uniquement ; dans celles qui comportent une indication de quantité de phosphate bicalcique le reste du phosphore est apporté sous forme de phospal.

b_3) Essai 1957 sur quatre rotations successives : engrais verts arachide-mil-arachide.

Avant que les résultats de l'essai 1956 ne soient acquis, l'amélioration de l'assimilabilité des phosphates naturels avec le temps paraissait probable, ainsi dès 1957, un essai de longue durée était mis en place pour mettre en évidence ce phénomène.

Cet essai, dont le protocole a été établi en collaboration avec l'IRHO, est réalisé simultanément à Bambey et dans la station del'IRHO à Darou.

Le phosphore est apporté sous forme de phosphate bicalcique et de phospal seul ou en mélange avec diverses modalités d'application de telle sorte que tous les traitements aient eu au bout de seize années d'essais 288 kg/ha de P_2O_5.

Ces traitements sont les suivants :

A) Phosphate bicalcique sur chaque culture de chaque rotation.

B) Phosphate bicalcique sur chaque culture de la première rotation, de 2/3 bicalcique et 1/3 phospal sur celles de la seconde, de 1/2 bicalcique et 1/2 phospal sur celles de la troisième et tout phospal sur celles de la dernière.

C) 2/3 bicalcique, 1/3 phospal sur les cultures de première rotation, 1/3 bicalcique, 2/3 phospal sur celles de la seconde et tout phospal sur celles des deux dernières.

D) 1/3 bicalcique, 2/3 phospal sur les cultures de la première rotation et tout phospal sur celles des trois autres.

E) Phospal seul sur toutes cultures.

F) 847 kg/ha de phospal en application unique de fond sur l'engrais vert initial.

G) 777 kg/ha de phospal sur l'engrais vert initial et 20 kg/ha de bicalcique sur toutes les cultures de la première rotation seulement.

H) 354 kg/ha de phospal sur l'engrais vert initial, 40 kg/ha de bicalcique sur les cultures de première rotation, 354 kg/ha de phospal sur l'engrais vert précédant la deuxième rotation.

Toutes les parcelles reçoivent annuellement 40 kg ha de sulfate d'ammoniaque et 20kg/ha de chlorure de potassium, elles sont en outre divisées en deux sous-parcelles, dont l'une reçoit un complément de 40 kg/ha de chlorure de potassium destiné à étudier l'évolution vers un accroissement des besoins en potasse au cours des cultures successives.

Il est évidemment trop tôt pour que se manifestent les multiples enseignements attendus de cette expérimentation qui ne prendra fin qu'en 1973.

Les résultats des premières campagnes, arachide-mil-arachide confirment, ce que l'on savait déjà sur l'accroissement des besoins en potasse dans les parcelles ayant reçu une fumure de fond phosphatée sur engrais vert ; le sous-traitement K augmente de façon significative les rendements en première et troisième année avec phosphate de fond ; son effet résiduel sur mil de seconde année par contre est nul.

En première année, il n'y a pas de différences significatives de rendement entre parcelles ayant reçu diverses proportions de phosphates naturels.

En seconde année, sur mil, tous les traitements étudiés donnent des rendements significativement supérieurs à ceux du témoin sauf cependant le mélange un tiers bicalcique deux tiers phospal.

En troisième année, sur arachide, on n'observe pas de différence entre les traitements ABCDE sans fumure de fond. Les traitements GFH (fumure de fond sans potasse supplémentaire) sont significativement supérieurs au témoin.

Avec potasse supplémentaire tous les traitements, sauf H, sont significativement supérieurs au témoin et G est significativement supérieur à tous les autres traitements. Ce fait confirme les observations antérieures. la fumure minérale complémentaire dans ce traitement est fortement potassique, elle correspond à 6,6-6,6-30 à 120 kg/ha.

En conclusion des travaux sur les phosphates naturels et sur quelques amendements calciques, on retiendra les faits suivants : en matière de phosphatages de fond :

Ceux-ci ne sont économiquement possibles qu'à partir d'une pluviométrie annuelle de 800 mm, cette limite pouvant sans doute être abaissée si les phosphatages sont effectués sur plusieurs rotations successives bénéficiant d'un effet cumulatif des pluies.

Le phosphate tricalcique est toujours supérieur au phosphate d'alumine brut.

Le phospal paraît quelquefois légèrement inférieur au phosphate tricalcique.

Les phosphates d'alumine n'entraînent pas de toxicité aluminique.

La rapidité d'action des phosphatages de fond est accrue par application sur la jachère ou l'engrais vert précédant la rotation par rapport à l'application directe sur la première culture.

Les phosphatages de fond justifient la pratique de l'engrais vert qui devient ainsi quelquefois plus économique que la jachère.

La satisfaction des besoins en phosphore de la plante se traduit par une diminution de ses besoins en azote et une augmentation de ses besoins en potasse.

En matière d'amendements calcaires, la chaux se révèle supérieure au baylifos et surtout au plâtre ; ils apportent une amélioration de la microfaune du sol mais entravent l'action des engrais minéraux, ils se révèlent particulièrement intéressants pour relever le niveau de fertilité des sols surexploités et acidifiés.

En matière d'emploi de phosphates insolubles en fumures annuelles, il semble qu'on puisse dès maintenant préconiser la substitution dans les zones suffisamment pluvieuses du tiers de la dose de phosphate bicalcique des formules usuelles par du phosphate tricalcique.

Signalons à ce sujet, que l'étude très récemment entreprise par JACQUINOT à l'aide d'éléments marqués, citée au paragraphe physiologie de l'arachide, tend à montrer qu'avec une pluviométrie de 780 mm l'assimilation du phosphate tricalcique est la même que celle du bicalcique.

b4) Essais de diverses formes d'engrais minéraux commerciaux

Les engrais les plus couramment utilisés dans les fumures minérales, mis à part les phosphates locaux, sont le sulfate d'ammoniaque, le phosphate bicalcique et le chlorure de potassium. Ces engrais sont généralement considérés comme les meilleurs ou les plus économiques en pays tropicaux.

Quelques fumures minérales constituées par des éléments apportés sous d'autres formes ont donné lieu à quelques expérimentations, souvent d'ailleurs à la demande des fabricants qui les produisent.

On résumera ici les enseignements apportés par ces études.

1) FORME D'AZOTE.

En 1956, on compare au sulfate d'ammoniaque, dans des formules 6-20-10 sur sol dek et 10-14-8 sur sol dior, de l'urée et l'engrais « Elge » à azote uréique.

Dans la première formule sulfate d'ammoniaque ou engrais Elge apparaissent seuls significativement supérieurs au témoin.

Avec la seconde formule au contraire, l'engrais Elgé donne des rendements significativement inférieurs au sulfate d'ammoniaque.

Au point de vue économique, la formule classique apparaît toujours la plus intéressante.

2) FORME DE PHOSPHORE.

α) Un silicophosphate (Rochling phosphate) est expérimenté en 1951 et 1953 à Bambey. Dans les formules 8-8-20 et 10-14-8, il montre la même efficacité que le phosphate bicalcique, par contre employé en mélange avec des phosphates locaux, il se révèle peu intéressant, ceci vraisemblablement du fait que l'anion silicique favorise la précipitation de l'acide phosphorique sous forme de phosphate ferrique.

β) L'emploi de superphosphate dans une formule 6-20-10 s'est révélé intéresssant dans un essai à Bambey en 1955 (plus-value de 29 % par rapport au témoin non fumé contre 17 % avec la formule classique) (140). Il semble toutefois que cet

engrais ne soit pas à recommander dans des terres légèrement acides et ayant tendance à s'acidifier par la culture.

γ) Certains auteurs ayant remarqué que les phosphates naturels étaient mieux utilisés lorsqu'ils étaient finement broyés et intimement mélangés à des sels de potasse, la Société des Potasses d'Alsace a préparé le PK 300 résultant du broyage simultané d'un phosphate naturel et de chlorure de potassium.

En 1955 (149) deux formules de PK 300, 16-25 et 19-19 (proportions respectives du P_2O_5 et K_2O) ont été essayées dans des fumures complètes 6-20-10 (le complément phosphate étant apporté par du phosphate bicalcique). Ces fumures se sont révélées aussi intéressantes que la formule classique apportant des plus-values respectives de 22 % et 18 % par rapport au témoin contre 17 % pour la formule avec phosphate bicalcique seul.

En 1956, les formules 6-20-10 et 10-14-8 avec PK 300 et sulfate d'ammoniaque se révèlent à nouveau d'efficacité comparable aux formules avec phosphate bicalcique quoiqu'arithmétiquement inférieures, par contre une formule 10-14-8 avec urée au lieu de sulfate d'ammoniaque et PK 300 est significativement inférieure à la formule classique.

A partir de 1954 a été commencée par le C.R.A Bambey une série d'expérimentation sur les schlamms (sous produits à 20 % de P_2O_5, de l'exploitation des gisements phosphatiers de Taiba au Sénégal. A une dose de 1 t/ha, des effets directs de 21 % sur arachide et résiduels de 82 % sur mil ont été constatés. Des essais de fond sont en cours.

3) Forme de potasse.

Une nouvelle forme de potasse, le bicarbonate de potasse, est essayée à Bambey à partir de 1957 sur diverses cultures et notamment sur une rotation engrais vert-arachide-mil-arachide. Elle est comparée au chlorure avec ou sans amendement de fond sur l'engrais vert (1 t/ha de chaux ou de baylifos) dans une formule 6-10-20.

Sur arachide en première année, l'action de K_2O est significative avec le chlorure et hautement significative avec le bicarbonate, mais ces deux formes ne diffèrent pas entre elles statistiquement. Sur le mil suivant on ne note aucune action de la potasse quelle que soit sa forme.

4) Engrais complet.

En 1955, on étudie les engrais complets suivants : 6-20-10 réalisé avec du « Calciamon » pour l'apport azote et deux formes de scories appelées Scories I et Scories II pour l'apport phosphate ; 10-10-10 forme granulée et pulvérulente ; 10-10-17 forme granulée et pulvérulente (composition non indiquée par le fabricant).

Aucun de ces engrais n'apporte des plus-values remarquables. Il n'y a pas de différence entre la forme granulée et la forme en poudre des deux dernières formules.

b5) Essais de conditionneurs de sol (85)

Deux conditionneurs, Krilium et SDA 662, étudiés à plusieurs doses et sur deux types de sol, se sont révélés efficaces quant à la modification apportée à la structure du sol, floculation pratiquement complète de l'argile dans les sols sableux et diminution du retrait.

On n'observe cependant aucune modification sur la teneur en eau des terres traitées et aucune action sur le rendement des cultures d'arachide.

Le prix d'ailleurs très élevé de ce produit, même s'il avait une certaine action, ne permettrait guère de l'utiliser avec l'arachide qui demeure une culture pauvre.

b6) Oligoéléments

Les principales recherches du CRA sur les oligoéléments ont été faites à partir de 1950 par Bouyer et Collot.

Ces auteurs ont porté leur attention sur les principaux métaux susceptibles d'avoir une action à faible dose ainsi que sur le bore et le fluor ; le soufre, qui doit d'ailleurs être classé parmi les éléments majeurs, n'a pas été inclus dans ces études.

On signalera seulement ici à propos de ce dernier élément d'une part qu'il a été essayé sur arachide à Bambey en 1934, présenté sous forme colloïdale « Stimuline Caf » en pulvérisation et qu'il a provoqué une augmentation de rendement de 24,3 % (témoin 1.270 kg/ha, avec Stimuline 1.579 kg/ha), d'autre part qu'il a été l'objet d'études approfondies conduites par l'IRHO. Cet organisme a montré une action propre de cet élément dans certains points du Sénégal, dont il a donné la carte. Néanmoins, le soufre est toujours apporté en quantité suffisante par les fumures minérales contenant du sulfate d'ammoniaque.

Les premiers essais de Bouyer sur les éléments mineurs ont été faits à Bambey et Louga (53) en 1950, sans fumure NPK complémentaire.

Les éléments apportés sont :

magnésie	12 kg/ha
sulfate de manganèse	9 kg/ha
molybdate d'ammoniaque	6 kg/ha
oxyde de zinc	6 kg/ha
borate de sodium	15 kg/ha
fluorure de sodium	10 kg/ha

A Bambey, on observe une influence dépressive significative du fluor (— 10,5 %) et du molybdène (— 9,1 %) et seulement plausible du bore (— 7,5 %).

A Louga, aucune influence des divers éléments n'est observée.

L'interprétation bilocale ne fait apparaitre aucune action significative d'aucun élément, mais seulement une action dépressive plausible P. 86 % du molybdène.

En 1951, à Bambey (53) on étudie les mêmes éléments sauf le cuivre avec quelques modifications dans les doses ou dans la forme des éléments suivants :

sulfate de magnésium	à 60 kg/ha
sulfate de manganèse	à 60 kg/ha
borate de soude	à 6 kg/ha
fluorure de soude	à 6 kg/ha

On ne retrouve ici, mais seulement de façon plausible, que la nocivité du molybdène (— 10,6 %). Cependant cet élément a une action favorable sur la formation des nodosités : le poids des nodosités formées dans les parcelles traitées au molybdène est supérieur de façon hautement significative à celui des parcelles témoins.

En 1952 (70), on étudie l'action des oligoéléments éléments apportés par :

sulfate de magnésie	60 kg/ha
molybdate d'ammoniaque ..	6 kg/ha
oxyde de zinc	6 kg/ha
borate de soude	6 kg/ha
sulfate de cuivre	60 kg/ha

employés ensemble ou séparément en complément d'une fumure NPK 6-20-10.

Les résultats ne montrent aucune action des oligoéléments sur l'arachide, en première année, et aucune arrière action sur une deuxième arachide l'année suivante.

On a vu qu'en 1953 la mauvaise réponse de la lignée 48-115 aux engrais minérauxn'était pasattribuable à une carence en oligoéléments. Dans cette expérience on a seulement relevé une action positive plausible à Bambey du manganèse sur sol dior et du zinc sur sol dek.

Quelques expérimentations ultérieures n'ont pas apporté d'enseignements nouveaux sur ce sujet. Collot (74) retrouve une probabilité élevée mais non significative d'action favorable (+ 13,1 %) du manganèse à la dose la plus élevée (40 kg/ha de sulfate), dans un essai sur sol riche sans complément minéral. Ces successeurs (dossiers d'expérimentation) notent une action positive plausible (+ 19,5 %) du zinc (15 kg/ha de sulfate) en complément d'une fumure PK Ca (20 kg/ha de P_2O_5, 40 kg/ha de K_2O et 200 kg/ha de CaO) sur sol dior. Ce résultat paraît en contradiction avec celui obtenu en 1953, dans lequel Zn ne manifestait une action positive plausible que sur sol dek.

On peut conclure de ces études à une action néfaste du molybdène, malgré son effet favorable sur la formation des nodosités de l'arachide et à une légère action positive du manganèse et peut-être du zinc.

Ces résultats ne premettent cependant pas de conseiller l'emploi des oligoéléments, qui sont apparus quelquefois utiles.

Notons toutefois, que les travaux n'ont pas été poursuivis plus avant dans ce domaine par le CRA parce que développés depuis quelques années par l'IRHO. On se reportera utilement aux rapports annuels et publications de cet organisme ; disons seulement que les recherches actuelles de l'IRHO portent sur un complexe d'oligoéléments, la nutramine, qui permettrait d'améliorer l'utilisation des fumures minérales de façon significative et rentable principalement dans la région nord du Sénégal.

On donnera ci-après à titre indicatif les résultats de dosages d'oligoéléments faits en 1957 pour diverses fumures et deux types de sol.

	Fluor g/kg	S g/100g	B mg/kg	Mg g/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Mn mg/kg	Mo mg/kg
Chaux	1,24	0,498	1,5	6,25	6	140	130	—
Chlorure de K	0,15	0,027	<0,5	0,52	11	20	20	100
Sulfate d'ammoniaque.....	0,032	23,86	<0,5	0,07	4		<2	100
Urée	0,03	0,082	<0,5	0,081	1	40	40	
Phosphate bicalcique	0,21	0,69	6,5	0,295	3	200	28	100
Phospal	0,40	0,139	1,0	0,222	21	105	30	150
Baylifos	0,88	0,103	1	0,338		96	33	200
Schlamms	24,9	0,102	0,8	0,833	1	30	165	6.000
Sol dek	0,100	0,033	2,5	0,735	4	44	140	200
Sol dior	0,125	0,017	5,0	0,210	1	40	240	400

On remarque que les quantités d'oligoéléments apportées par les fumures minérales ou existant dans le sol sont minimes. Une fumure de type 6-20-10 à 150 kg/ha apporte environ 3 g/ha de manganèse et le sol (25 cm superficiel) en contient de 50 à 100 g suivant son type.

b7) Etude des modalités d'application des engrais

En même temps que l'étude de l'action des engrais, le problème se posait de déterminer l'influence des modalités de leur application.

Divers modes d'épandage étant utilisés dans différents pays, on met en comparaison à Bambey en 1950 les procédés suivants :

a) à la volée,

b) en ligne simple (side dressing) à 10 cm de la ligne de semis et d'un seul côté,

c) en ligne double à 10 cm, également de part et d'autre de la ligne de semis,

d) en poquet à proximité des graines,

e) en ligne directement sur la plante au début de la floraison (top dressing).

Dans les quatre premiers cas, l'épandage est fait au moment du semis, dans le dernier un mois après.

L'engrais est de formule 10-14-8 à 150 kg/ha apportant 18,7 kg/ha de NH_4, 21,8 kg/ha de P_2O_5, 12,1 kg/ha de K_2O et 17,2 kg/ha de CaO.

Le dispositif expérimental est un carré latin.

Les rendements obtenus se classent ainsi :

a)	1.395 kg/ha.
e)	1.390 »
b)	1.390 »
c)	1.365 »
d)	1.225 »
témoin	1.175 »

L'influence des traitements est hautement significative, *a*, *b*, c, *e* sont statistiquement identiques entre eux et supérieurs au témoin et au traitement *d*.

Seul le placement de l'engrais en poquet apparaît défectueux ; on note la grande efficacité du placement en ligne sur les rangs d'arachide un mois après le semis.

On conclut donc à la possibilité d'épandre l'engrais de quatre façons différentes et en outre celle de l'épandre tardivement ce qui peut avoir de nombreux avantages, notamment pour l'étalement du

travail ou la conjugaison éventuelle de deux traitements engrais et pesticide.

Parallèlement, on étudie par prélèvements et analyses d'échantillons de sol, la rapidité de diffusion des engrais. Cinq prélèvements sont faits :

1) sur la ligne d'arachide puis à 10, 20, 35 et 50 cm de celle-ci en partant du côté où l'engrais a été appliqué en side-dressing simple ;

2) à trois époques : levée, floraison générale, fructification.

En ce qui concerne l'azote ammoniacal, la faible précision des méthodes d'analyse et la faible quantité épandue ne permettent pas de déceler des enrichissements sur les lignes éloignées, on note seulement une diminution de la teneur du sol (de 0,20 °/₀₀ à 0,10 °/₀₀) sur la ligne d'épandage.

Pour le P_2O_5 assimilable, on relève à la levée une teneur dix fois plus élevée du sol sur la ligne d'épandage que sur les lignes situées à dix centimètres de part et d'autre (0,086 °/₀₀ contre 0,008 °/₀₀). A la floraison il y en a encore neuf fois plus et à la fructification trois fois plus.

A cette dernière période, on note en outre des teneurs en P_2O_5 nettement plus élevées qu'initialement sur toutes les lignes éloignées de la ligne d'épandage sauf sur la ligne de semis où la teneur est inchangée. On conclut donc à la diffusion lente de P_2O_5 et à son utilisation par les racines dans les régions les plus voisines de la plante.

K_2O diffuse très rapidement ; à la levée, la teneur du sol en K_2O assimilable sur la ligne d'épandage n'est même pas doublée et dès la période suivante, on n'observe plus de différences entre les lieux de prélèvement.

Enfin CaO assimilable présente une teneur à peine plus élevée sur la ligne d'épandage qu'ailleurs à la première époque de prélèvement ; ce fait n'est pas dû à la diffusion mais vraisemblablement à ce que CaO se solubilise lentement et la teneur du sol en cet élément étant assez élevée, la petite fraction solubilisée ne l'augmente pas de façon importante, contrairement à ce qui s'observe pour P_2O_5. Pour la même raison la diffusion de CaO assimilable n'est pas décelable.

B) FUMURES ORGANIQUES

A) Fumier de ferme.

Dans les conditions actuelles de l'agriculture en Afrique occidentale, la production du fumier de ferme ou même de parc est généralement très faible, particulièrement au Sénégal, aussi peu d'études ont été faites jusqu'à maintenant sur l'action de cet engrais.

On indiquera les quelques résultats expérimentaux obtenus et l'orientation actuelle des recherches faites sur ce sujet à Bambey.

Rambert (118) observe en 1926-27 que des apports de 10 et 20 tonnes/ha de fumier de ferme procurent des plus-values de 33 à 90 %. Ces augmentations de rendement s'accompagnent d'une floraison plus précoce, mais également d'une diminution de la densité moyenne des gousses, qui passe de 38 dans les parcelles témoin à 31 dans les parcelles traitées; cette diminution de densité moyenne paraît due à un accroissement du pourcentage des coques vides :

4- 8 % dans les témoins,
9-13 % dans 10 t/ha de fumier,
19-23 % avec 20 t/ha.

Des essais comprenant des apports de 10 et 20 t/ha de fumier de ferme, soit en totalité sur le mil précédant l'arachide, soit en totalité sur arachide donnent des conclusions semblables aux précédentes pour le dernier cas (+ 33 % avec 10 t/ha; 63 % avec 20 t/ha) et mêmes inconvénients. Les applications faites entièrement sur la culture précédente donnent en ce qui concerne l'arachide des résultats contradictoires.

Enfin, cet auteur obtient des résultats négatifs avec adjonction de 400 kg/ha de phosphate naturel à 10 t/ha de fumier de ferme.

Par la suite, diverses observations confirment en général l'efficacité du fumier de ferme lorsqu'il est de bonne qualité (Journées de la Recherche, avril 1960).

A Bambey, des applications 10 à 12 t/ha sur le mil d'une rotation arachide-mil-jachère, qui se poursuit depuis plus de trente ans sur le même terrain, permettent de maintenir des rendements réguliers de 1.000 kg/ha de mil et 1.400 kg/ha d'arachide.

A M'Pesoba, 15 t/ha de fumier sur coton (première culture de rotation) a un effet résiduel propre sur l'arachide, qui vient en troisième année, de 7 % sans engrais minéraux, et de 27 % avec engrais minéraux.

A Saria, dans les mêmes conditions, l'effet résiduel du fumier sur arachide après trois ans est de 15 % sans NPK, et 27 % avec NPK. Dans la même station sur les essais de rotation, on observe encore une arrière action du fumier quatre ans après l'épandage.

A Tarna (Niger), on observe un effet résiduel en 1960 sur arachide, du fumier apporté l'année précédente sur mil, faisant passer les rendements de 1.421 à 1.749 kg (23 %).

Un essai de 1958 à Bambey sur mil, montre cependant que si un bon fumier a une action toujours importante sur les rendements, un fumier de parc sec et peu humifié peut avoir une action nulle.

L'orientation actuelle des recherches porte donc d'abord sur l'amélioration des méthodes de fabrication du fumier.

On cherchera à éclaircir les points suivants :

1) Construction de la fumière.

2) Quantités et qualités des pailles. Utilisation des tiges de mils et sorghos, des coques d'arachide.

3) Quantités d'eau pour arrosage. Détermination de l'humidité optimum au développement des bactéries nitrificatrices.

Parallèlement, on recherchera :

1) La place du fumier dans l'assolement.

2) Les meilleures dates d'application et doses d'emploi.

3) Son influence directe sur les rendements,

ses effets résiduels, ses intéractions avec les engrais minéraux.

B) Engrais verts.

Les difficultés de production du fumier de ferme de qualité convenable ont conduit à développer les recherches en matière de fumure organique sur l'emploi des engrais verts. Les engrais verts, qui constituent la seule source de matière organique en culture mécanisée (Boulel-Séfa), peuvent être envisagés également en culture autochtone avec le développement de la culture attelée nécessaire pour l'enfouissement.

1) Choix de l'engrais vert (154-34).

Les qualités généralement demandées à une espèce destinée à l'enfouissement en vert sont :

précocité suffisante pour permettre l'enfouissement au milieu de la saison des pluies,

production d'une importante quantité de matière verte,

système radiculaire étendu,
enfouissement aisé,
reproduction facile.

Ces qualités sont souvent difficiles à réunir dans les conditions écologiques des régions arachidières. Les Légumineuses qui pourraient contribuer à un enrichissement en azote du sol présentent divers inconvénients :

rares sont les espèces qui ont des nodosités (Jaubert 98) ;

seuls l'arachide, le *Voandzeia subterranea* et le *Crotalaria retusa* en possèdent normalement au Sénégal,

aucune ne permet un tonnage élevé de matière verte,

elles sont généralement peu hâtives,

leur production semencière est réduite.

En 1931, trois engrais verts, *Crotalaria retusa* et fonio, *Crotalaria retusa*, *Crotalaria juncea* et en 1935, *Tephrosia*, ont été essayés à Bambey sans grand succès, particulièrement pour *C. juncea*. A M'Pesoba (Mali), au contraire, des essais terminés en 1956 ont montré un intérêt égal avec mil et *Crotalaria juncea*.

En définitive, les conditions écologiques ne convenant bien qu'à l'arachide et au mil, c'est cette dernière espèce, mil hâtif Sanio, qui a paru le mieux satisfaire les exigences requises pour la plupart des situations ; elle est cependant avantageusement remplacée par le sorgho partout, où des sols plus argileux et une pluviométrie plus élevée le permettent.

2) Mise au point de sa culture (36).

Les meilleures techniques de production de l'engrais vert ont été déterminées de façon empirique. Elles paraissent être les suivantes :

Après une légère façon culturale (à la déchaumeuse à disque en culture mécanisée) semis à la volée à 40-50 kg/ha après l'établissement des pluies (le semis en ligne à 10 kg/ha donne une quantité de matière verte insuffisante).

Enfouissement au début de l'épiaison vers fin août ; en culture mécanisée cet enfouissement peut être fait à la déchaumeuse ou au cover-crop, de préférence avec tracteur à chenilles.

Les repousses du mil imparfaitement enfouies assurent la couverture du sol par la suite.

3) Efficacité de l'engrais vert.

L'utilisation de l'engrais vert pour le maintien de la fertilité du sol est de pratique ancienne sur les parcelles d'expérimentation du CRA à Bambey.

Le premier essai systématique visant à déterminer son influence sur les rendements de l'arachide est réalisé en 1949 (36) sur sol assez épuisé.

Un mil hâtif semé aux premières pluies est enfoui à la déchaumeuse début septembre et sur la moitié des couples, on étudie la possibilité d'une culture dérobée (tournesol) après enfouissement de la matière verte.

Les parcelles témoins sont en jachère naturelle.

Les résultats à la saison suivante montrent une plus-value de rendement en gousses hautement significative des traitements engrais vert de 16 %, l'effet est encore plus marqué sur le poids total de la récolte (28 %).

La culture dérobée n'a pas donné de résultats satisfaisants, en raison d'une mauvaise adaptation variétale, mais cette technique qui est de nature à couvrir les frais occasionnés par l'engrais vert est envisagée dans des études ultérieures.

Avant d'examiner les derniers essais faits sur les engrais verts, on rappellera certains résultats cités à propos des études sur les phosphatages de fond (120).

L'essai commencé en 1955 à Bambey et Nioro du Rip avait montré le grand intérêt économique de l'enfouissement de matière verte (jachère enfouie ou engrais vert).

La jachère enfouie apparaissait plus intéressante en l'absence de fumures annuelles ou de fond dans ces deux centres, tandis que l'engrais vert se révélait d'un intérêt économique souvent supérieur à la jachère enfouie avec application d'engrais minéraux.

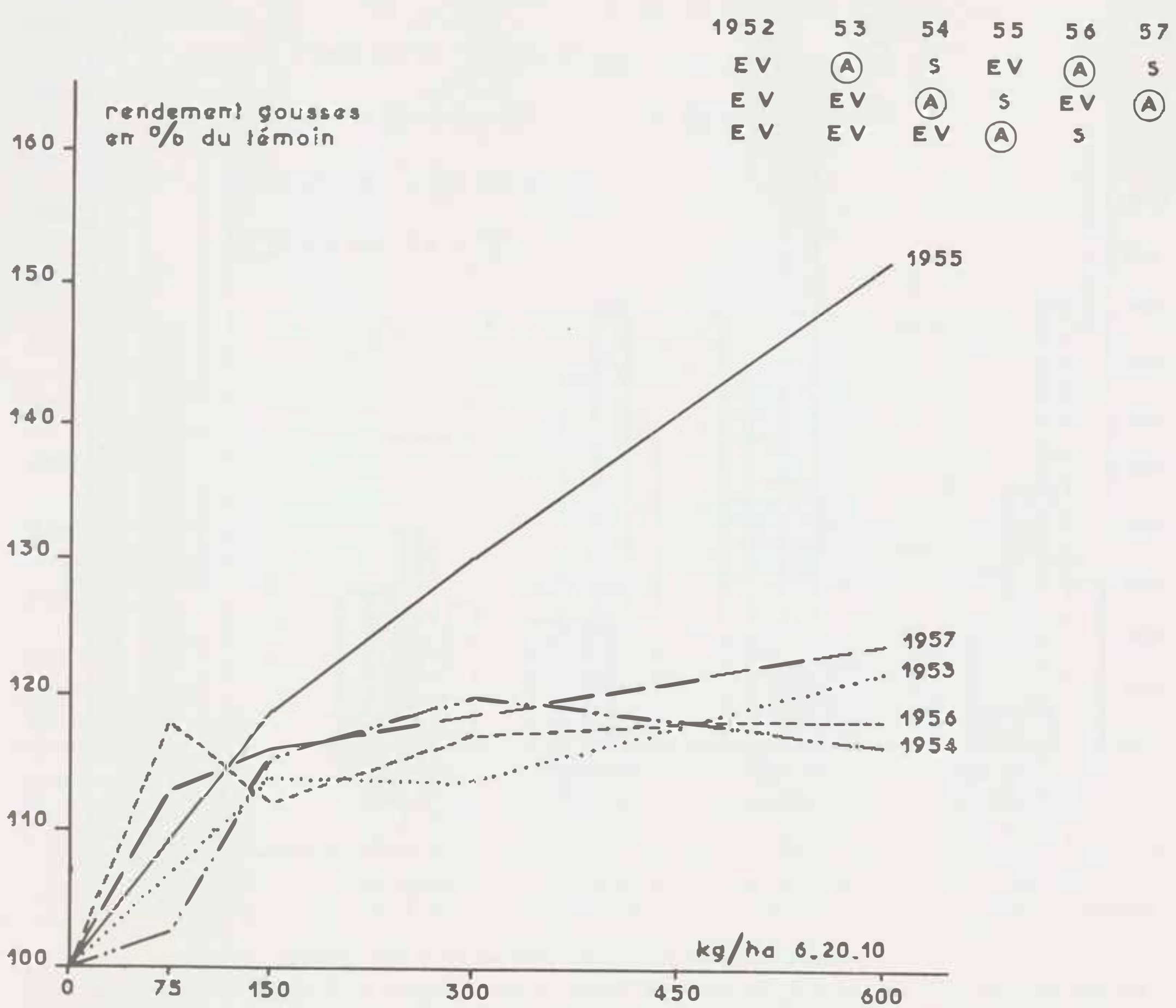
Par contre, sur l'ensemble d'une rotation à Sinthiou Malème, jachère simple, jachère enfouie et engrais vert ont permis des bénéfices élevés mais semblables avec fumure minérale annuelle et avec ou sans fumure de fond (20 à 29.000 fr CFA/ha) ; tandis qu'en l'absence de tous compléments minéraux par comparaison à la jachère simple, la jachère enfouie est légèrement plus économique (+ 1.590 fr/ha) et l'engrais vert moins économique (— 6.335 fr/ha).

Ainsi l'engrais vert apparaît généralement comme favorisant l'action des engrais minéraux.

On a voulu préciser ce fait pour des essais à caractère un peu théorique, on cherche si l'arachide ne répondrait pas à des doses d'engrais supérieures aux 150 kg/ha, qui représentent la dose optimum en culture traditionnelle avec des quantités croissantes d'engrais vert.

I) Essai dose d'engrais vert, dose d'engrais minéral.

En 1952 (139), dans un essai comportant six carrés latins de vingt-cinq parcelles élémentaires, on compare l'action de plusieurs doses d'engrais vert réalisés par une, deux ou trois années successives de sorgho enfoui sur les repousses des cultures d'une rotation arachide-sorgho-arachide aux



Graphique I

doses de fumure minérale 0, 75, 150, 300, 600 kg/ha.

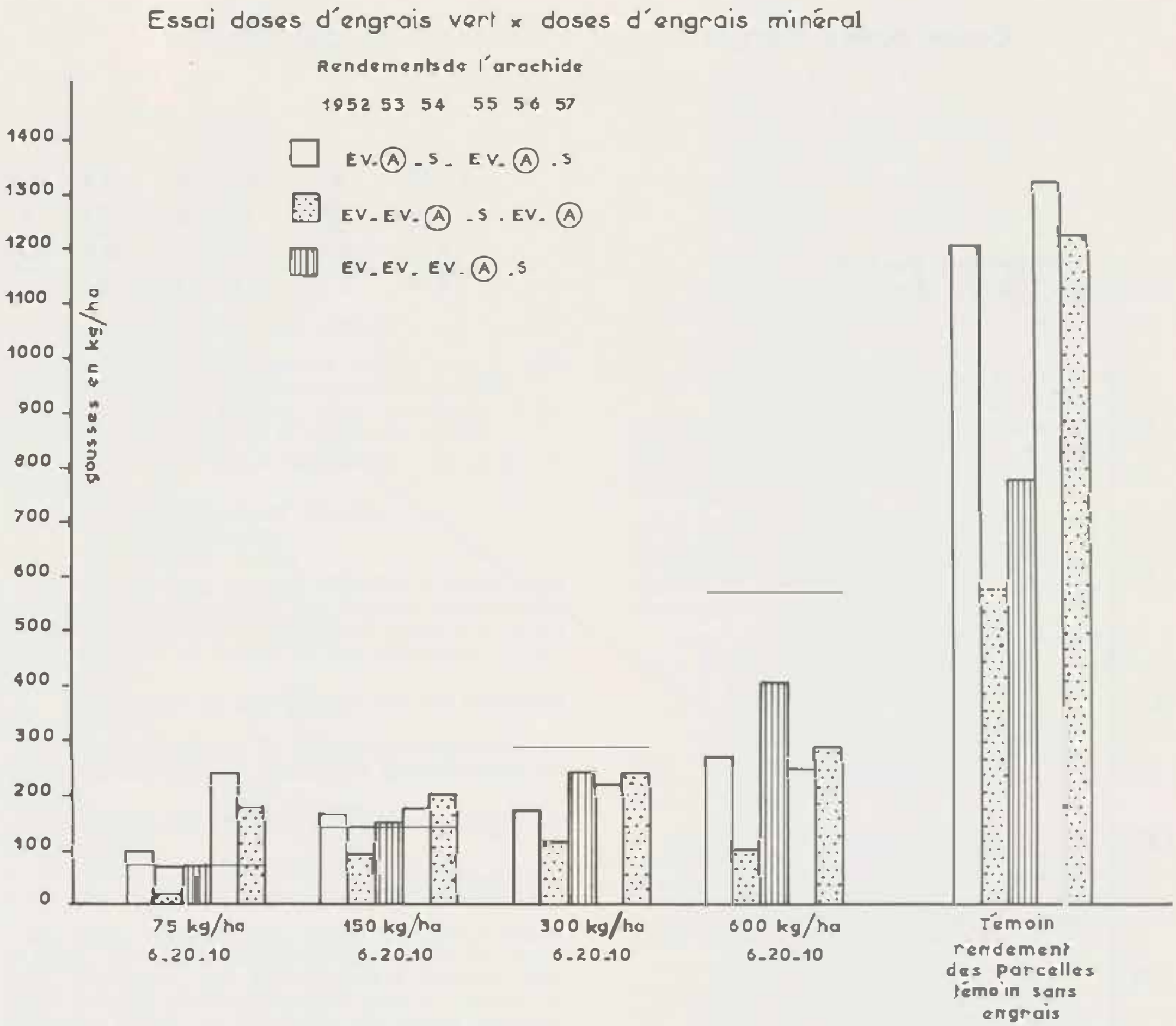
Les formules utilisées sont 6-20-10 sur arachide et 14-7-7 sur sorgho.

Les résultats sont résumés dans les graphiques suivants (Fauchi).

Le graphique I montre qu'une arachide intervenant après trois années successives d'engrais vert (1955) utilise mieux les fortes doses d'engrais minéraux que celle intervenant après un seul engrais vert, l'arachide 1954 (après deux engrais verts) ne manifeste pas le même phénomène par rapport à l'arachide 1953 en raison d'une forte attaque de rosette qui sévit en 1954.

Le graphique II montre qu'en l'absence d'engrais minéraux (témoins) les rendements sont meilleurs après un seul engrais vert qu'après plusieurs, cependant (l'arachide 1954 mise à part encore une fois) les fortes doses d'engrais vert permettent une meilleure utilisation par la plante des engrais minéraux; cette meilleure utilisation n'est cependant pas rentable.

Les cultures de sorgho, par contre (graphique III) montrent, en l'absence de fumure minérale, une augmentation croissante des rendements avec des doses croissantes d'engrais vert, et dans les mêmes conditions une augmentation croissante de la rentabilité des engrais en fonction des doses apportées.



GRAPHIQUE II

Plus-values obtenues par l'apport d'un équilibre NPK 6-20-10.

Le trait horizontal indique le seuil de rentabilité de l'engrais minéral (Engrais = 20 F/kg Arachide = 21 F/kg)

1954 = année à rosette, d'où témoin très faible et plus-values dues à l'engrais aussi

La rentabilité n'est assurée (et de justesse) que pour les doses 75 et 150 kg/ha

Pour les doses plus fortes, il aurait peut-être fallu utiliser des équilibres plus riches en potasse

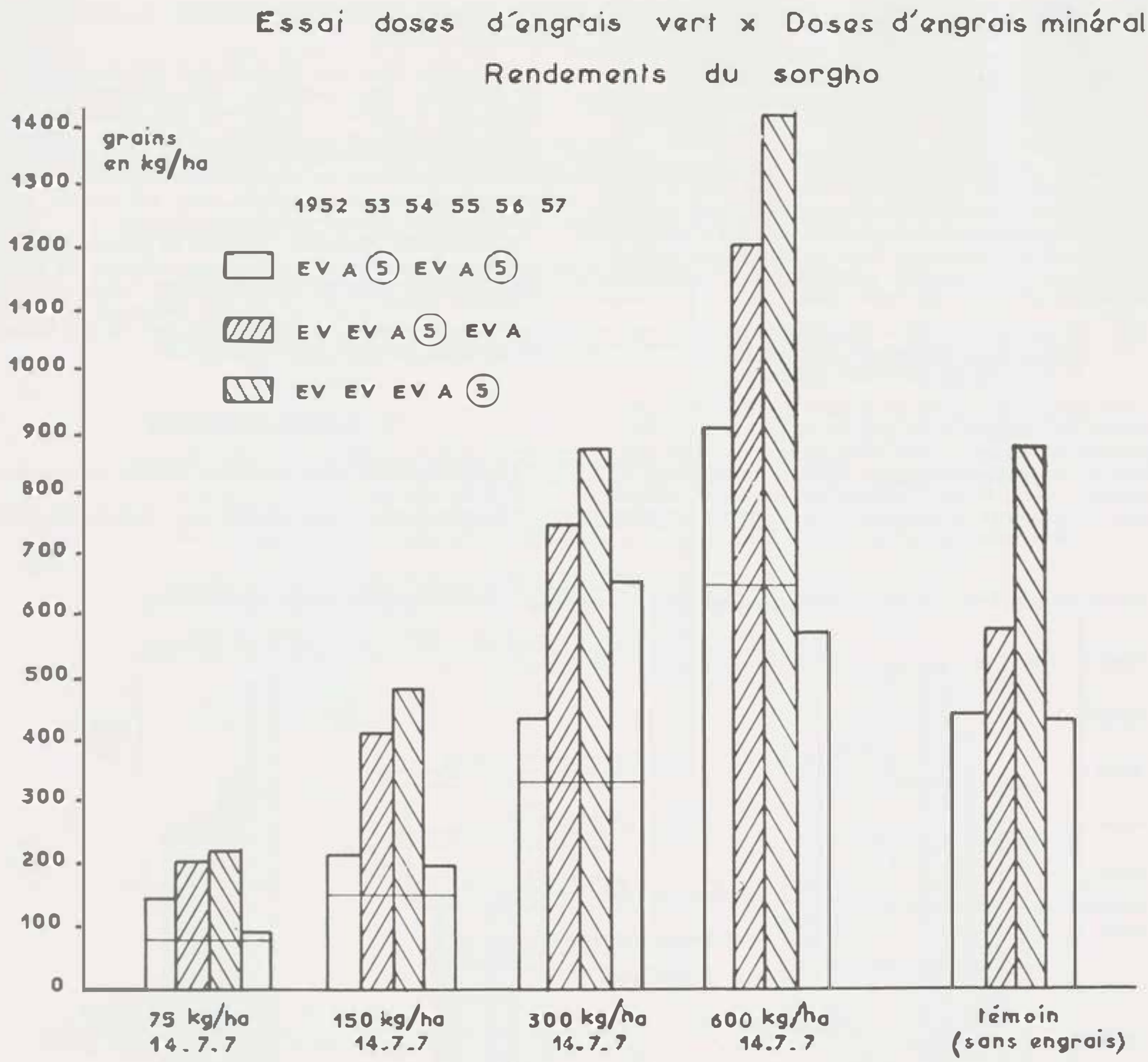
5) Essai jachère-engrais vert, dose d'engrais minéral.

En 1955 (rapport 1958-59) un essai, réalisé sous forme de blocs subdivisés, met en comparaison l'action des mêmes engrais minéraux que dans l'essai précédent aux doses 150 et 300 kg/ha sur une succession arachide-mil-arachide venant après un ou trois ans consécutifs de jachères ou engrais verts.

Les jachères sont de deux types, brûlée ou améliorée, et les engrais verts, Légumineuses ou mil.

Les résultats schématisés dans les graphiques suivants montrent, en l'absence d'engrais minéraux, qu'après un an de jachère ou engrais vert, l'engrais vert mil donne des rendements d'arachide significativement supérieurs aux deux types de jachère, mais cet effet ne se maintient pas sur les cultures suivantes mil 57 et arachide 58. Dans les mêmes conditions, après trois années consécutives de jachère ou engrais vert, la jachère brûlée apparaît comme le meilleur traitement.

Avec application d'engrais minéraux et après une seule année de jachère ou engrais verts, les rendements moyens des deux arachides de la rotation sont croissants dans le sens jachère brûlée, jachère améliorée, engrais vert Légumineuse, engrais vert mil, aussi bien avec les doses 150 kg/ha et 300 kg/ha de complément minéral, et sont supérieurs avec



GRAPHIQUE III

Plus-values obtenues par l'apport d'un équilibre NPK 14-7-7
Le trait horizontal indique le seuil de rentabilité à l'engrais (Engrais = 20 Fs/kg Sorgho = 18 Fs/kg)

cette dernière dose ; de plus c'est la dose 300 kg/ha avec engrais vert mil qui permet la meilleure rentabilité. Sur le mil au contraire, l'engrais vert Légumineuse paraît le plus intéressant et la dose 150 kg/ha d'engrais minéral la plus économique.

Contrairement à ce qui était observé dans l'essai précédent, après trois années consécutives de jachère ou engrais vert, les augmentations de rendements, dues à la forte dose d'engrais minéral n'apparaissent pas plus élevées par rapport à la faible dose que celles obtenues avec une seule année de jachère ou engrais vert et particulièrement pour la jachère améliorée ou la Légumineuse engrais vert.

La comparaison des rendements des deux arachides de la rotation en fonction des précédents, jachère et engrais vert, montre qu'à la fois la meilleure rentabilité et les meilleurs rendements sont assurés par l'engrais vert mil avec complément minéral de 300 kg/ha.

Quelques informations intéressantes sont apportées par les premiers résultats des études faites par VIDAL (166) en bacs de végétation, déjà citées à propos des travaux sur l'évolution des sols.

Les conclusions qui se dégagent des premiers résultats sont les suivantes :

les applications de phosphate tricalcique n'influent ni sur la production de matière sèche des

jachères ou engrais verts, ni sur la quantité d'éléments minéraux mobilisés ;

la jachère naturelle produit un peu plus de matière sèche que l'engrais vert ;

les quantités des divers éléments minéraux mobilisés par jachère on engrais vert ne diffèrent pas signif.cativemcnt.

L'étude des éléments mobilisés par les jachères ou l'engrais vert n'apporte donc pas d'argument décisif permettant de préférer ce dernier. Par contre l'étude des éléments drainés sous jachère et engrais verts montre que ceux-ci dans les conditionsde 1949 permettent d'économiser par rapport à la jachère enfouie :

20 kg/ha de sulfate d'ammoniaque ;
36 kg/ha de chlorure de potassium ;
15 à 20 kg/ha de chaux magnésienne.

Ces économies, dues au départ devégétation plus rapide de l'engrais vert que de la jachère, ne compensent cependant pas à elles seules, dans les conditions de l'expérience, les frais d'installation de l'engrais vert, il faut néanmoins en tenir compte dans l'économie d'ensemble de l'opération dont l'élément le plus important est l'accroissement des rendements.

Il semble donc dès maintenant que la pratique de l'engrais vert permette des rendements plus élevés que la jachère et assurent une rentabilité au moins équivalente et souvent supérieure dans un système de production utilisant des engrais minéraux. L'intérêt de la répétition de plusieurs cultures successives d'engrais vert ne paraît pas démontré.

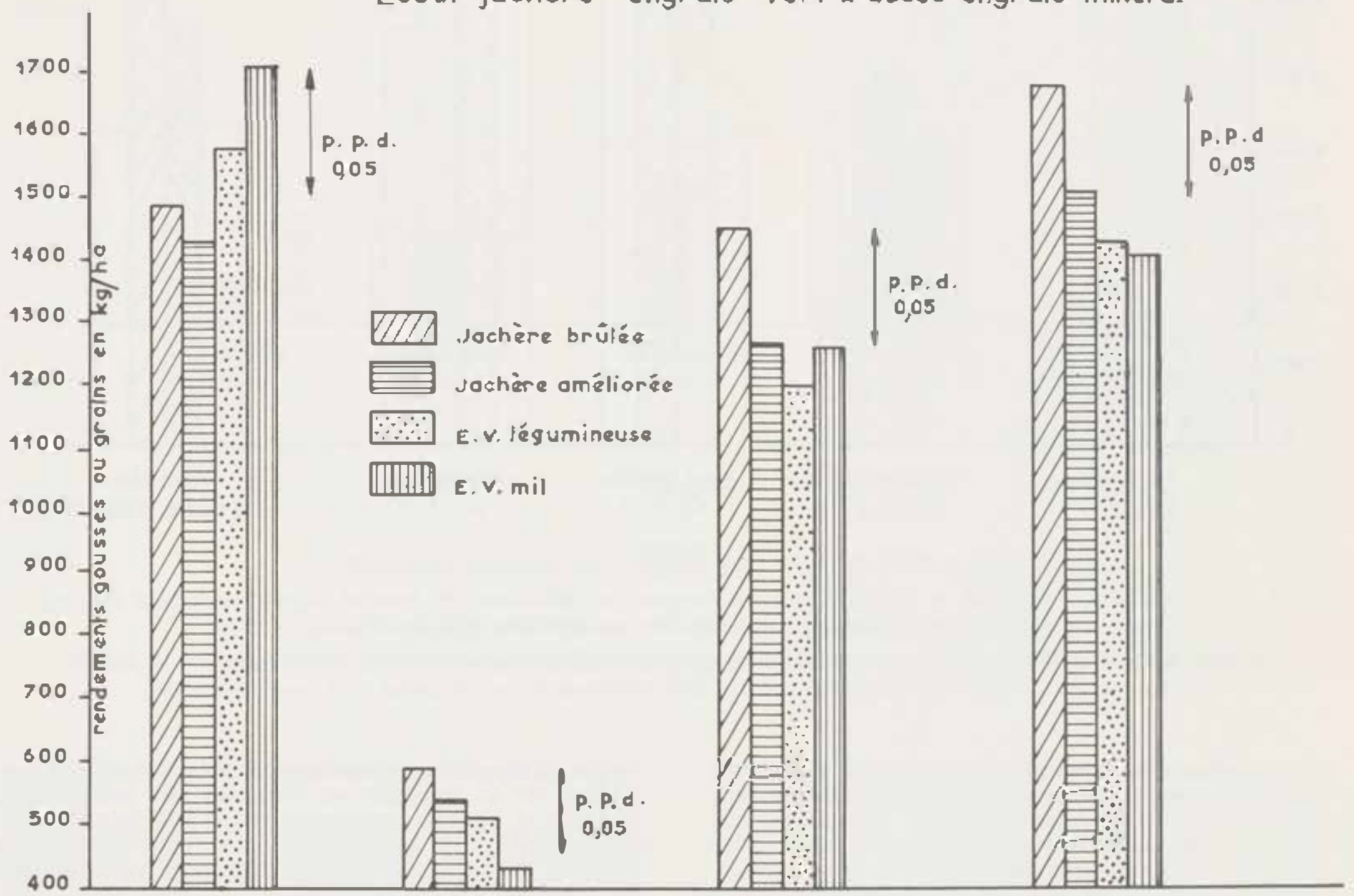
Il reste bien entendu à étudier cc problème dans diverses écologies, mais dès maintenant on peut indiquer que dans les régions à trop faible pluviométrie le développement du mil risque d'être inférieur à celui du recru végétal naturel, ce qui interdit alors la pratique de l'engrais vert.

II. ASSOLEMENTS

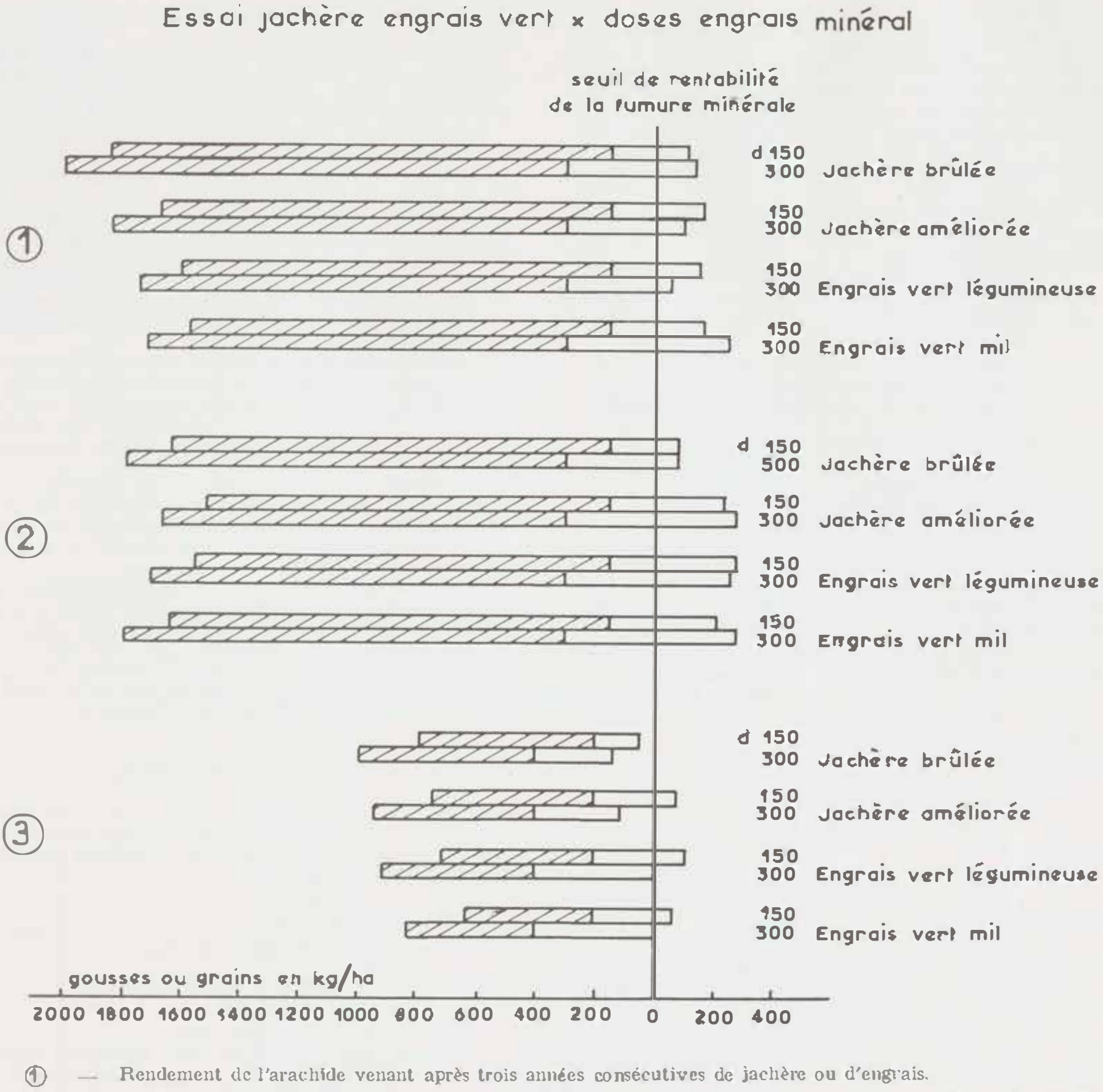
En agriculture traditionnelle, aucune succession culturale rigoureuse n'est observée.

Dans les pays à arachides et mil, dont le Sénégal

Essai jachère engrais vert x doses engrais minéral



Comparaison des traitements jachère ou E.V. sans engrais minéral



① — Rendement de l'arachide venant après trois années consécutives de jachère ou d'engrais.

② — Moyenne des rendements des deux arachides de la rotation : jachère ou engrais vert-arachide mil-arachide.

③ — Rendements du mil de la rotation ci-dessus.

— La partie hachurée représente le rendement des témoins. La partie blanche, l'augmentation de rendements due à l'engrais. Le trait vertical marque le seuil de rentabilité de cet engrais minéral. Seule la partie située à droite de ce trait peut être considérée comme le bénéfice dû à la fumure minérale.

est le type, on trouve des successions quadriennales à une seule espèce se succédant à elle-même, suivies de jachère plus ou moins longue, ou bien une alternance mil-arachide-mil-jachère, ou bien encore une rotation du type arachide-mil-un an de jachère.

Les recherches entreprises dans ce domaine visent à déterminer les assolements qui permettent à la fois un accroissement du potentiel de fertilité du sol et les bénéfices les plus élevés.

Plusieurs essais ont été commencés tant au Sénégal que dans les autres pays d'Afrique où s'étendait l'activité du CRA de Bambey ; comme il s'agit d'essais de très longue durée nécessitant plusieurs rotations culturales successives, aucun n'est encore arrivé à son terme et ne permet de conclusions définitives, cependant des indications intéressantes sont fournies par les premiers résultats.

On donnera ici l'orientation de ces essais et les premières conclusions qu'ils apportent.

A) Essais au Sénégal

Ces essais de rotation actuellement en cours au Sénégal visent d'une part à déterminer, comme on

l'a dit précédemment, la rotation assurant la meilleure économie du sol et le maximum de rentabilité dans les différentes régions arachidières, d'autre part à trouver de nouvelles formules de successions culturales avec des espèces jusqu'ici assez peu produites au Sénégal de façon à assurer une diversif.-cation des cultures ; ces dernières recherches portent sur les sols dek plus polyvalents que les sols dior voués quasi exclusivement à l'arachide et au mil.

Dans le premier ordre de recherche quatre essais sont actuellement en cours comportant des protocoles voisins.

Il s'agit de comparer à une rotation témoin du type jachère-jachère-arachide, des rotations triennales ou quadriennales :

jachère-arachide-mil ;
engrais vert - arachide - mil ;
engrais vert - arachide - arachide ;
engrais vert - arachide - mil - arachide.

De tels essais ont débuté :

à Bambey en 1951 :
à Nioro du Rip et Darou * en 1953 ;
à Sinthiou Malème en 1957.

Dans le deuxième ordre de recherche, un essai, commencé en 1959 à Bambey sur sol dek, compare à une succession de référence : engrais vert + doliques dérobées - arachide - sorgho - arachide, les successions :

engrais vert +** doliques dérobées - ricin - ou tournesol sorgho - niébé + manioc-manioc,
engrais vert + ricin - sorgho - doliques,
engrais vert + manioc - manioc - fourrage - fourrage - sorgho - ricin ou tournesol,

et un essai, mis en place en 1960 à Tiénaba sur terre très dégradée, comparent les successions suivantes :

jachère - jachère - arachide,
jachère - arachide - mil + dolique,
engrais vert + dolique - arachide - mil - arachide,
jachère + dolique - mil - arachide - mil,
engrais vert + manioc - manioc - mil - dolique - arachide.

Ces diverses études sont faites avec et sans engrais minéraux, les formules utilisées sont celles qui sont apparues les meilleures à la suite des essais multilocaux dans chaque région.

A Sinthiou Malème, on étudie en outre l'engrais vert avec ou sans complément azoté (50 kg/ha de sulfate d'ammoniaque).

RÉSULTATS.

Il s'agit ici d'essais de longue durée, des enseignements utiles ne peuvent s'en dégager qu'après plusieurs successions et comme les rotations sont de longueur différente, il faut attendre qu'elles se terminent simultanément.

Ainsi l'essai Bambey 1951 ne se terminera qu'en 1963. Cependant certaines indications sont apportées par les premiers résultats.

Les graphiques ci-après donnent les rendements annuels moyens des arachides dans les parcelles suivant la rotation de référence: jachère-jachère-arachide.

On observe qu'aussi bien avec, que sans fumure minérale, cette rotation est très améliorante mais elle est de faible productivité puisqu'elle ne comporte qu'une culture tous les trois ans.

Le graphique ci-après indique les moyennes des rendements en arachide dans les diverses rotations comparées, exprimés en pour cent de ceux de l'arachide de la rotation témoin.

Les deux premières rotations donnent des rendements sensiblement voisins de ceux de la rotation de référence. On retrouve ici l'intérêt souvent plus grand de la jachère sur l'engrais vert en l'absence de fumure minérale ; la légère infériorité de ce dernier avec fumure minérale est vraisemblablement non significative.

Les deux dernières rotations donnent des rendements moyens en arachide légèrement inférieurs à ceux de la rotation de référence, quoique dans les deux cas les rendements s'améliorent très nettement d'une rotation à l'autre avec emploi de fumure minérale.

Du point de vue économique, la rotation quadriennale la plus intensive est nettement la plus avantageuse, les bénéfices qu'elle procure au cultivateur sont supérieurs de plus de 50 % à ceux apportés par la rotation de référence.

Les premiers résultats de l'essai de rotation de Nioro du Rip sur sol beige résumés dans le graphique ci-après, ne sont pas encore très démonstratifs, puisqu'ils ne portent que sur une seule rotation ; ils tendent cependant à montrer la supériorité de l'engrais vert sur deux années de jachère dans ce centre plus pluvieux que Bambey.

B) Essais extérieurs au Sénégal

Commencés généralement plus tard qu'au Sénégal, aucun ne permet actuellement une interprétation d'ensemble ; on indiquera seulement ci-après les objectifs de ces essais.

1) HAUTE VOLTA.

a) Saria, essai commencé en 1954 :

Il met en comparaison quatre rotations :

jachère - arachide - mil,
engrais vert - arachide - mil,
engrais vert - cotonnier - mil - arachide,
engrais vert - arachide - mil - cotonnier - mil.

On étudie en outre l'action de 15 t/ha de fumier sur cotonnier et d'engrais NPK sur arachide, mil et cotonnier :

arachide	6-20-10	100 kg/ha
mil	10-20- 5	»
cotonnier	13-13- 0	»

Les principaux enseignements à tirer, concernant les actions des fumures minérales et du fumier ont été signalés par ailleurs.

b) Farako-Ba, essai commencé en 1954 :

Il suit le même protocole que l'essai Bambey 1951, le mil engrais vert y étant seulement remplacé par le sorgho.

Les premiers résultats, contrairement à ce qui était observé à Bambey, ne font pas apparaitre la rotation de référence comme améliorant les rendements, ici elle les maintient seulement.

* Le protocole de ces deux essais a été établi en collaboration par le CRA et l'IRHO ; ce dernier organisme contrôlant l'essai de Darou.

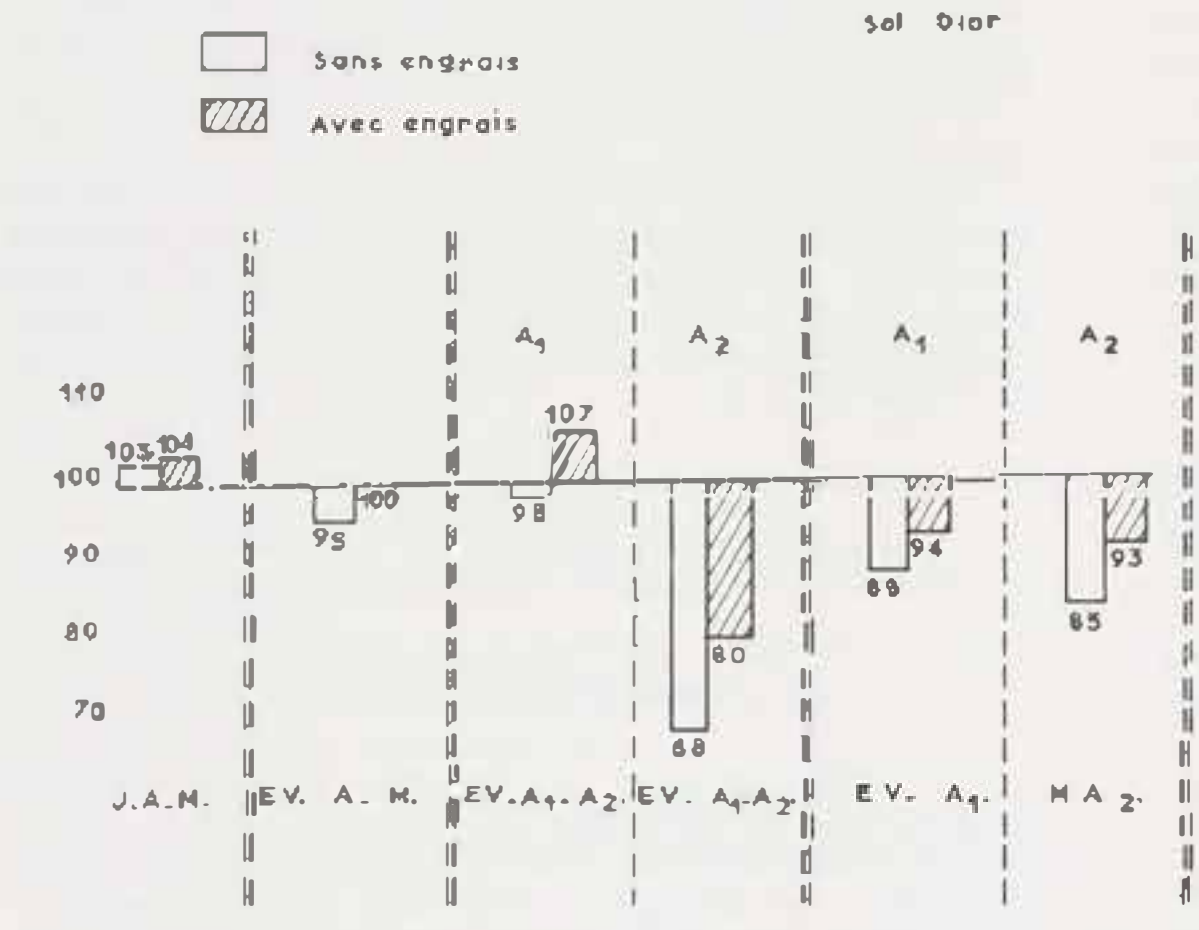
** Le signe + indique que les deux cultures ont été effectuées la même année.

Le signe — sépare deux cultures effectuées chacune une année différente.

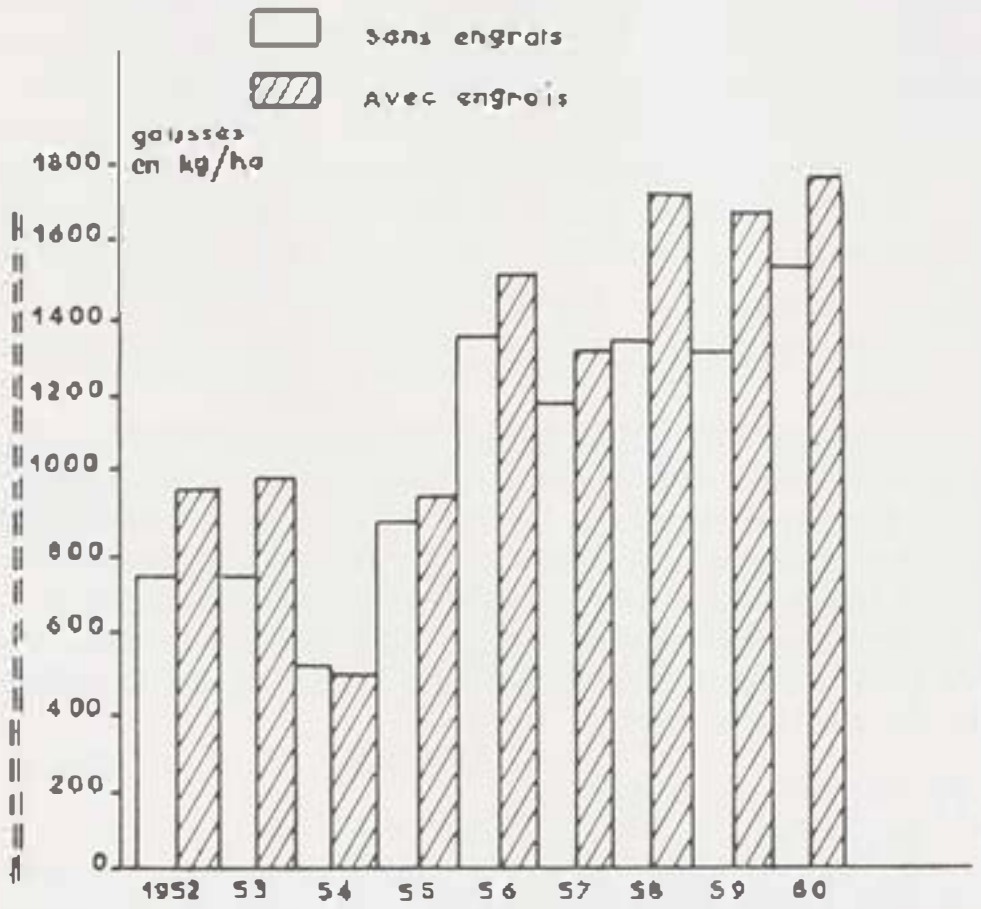
ESSAI de ROTATIONS

BAMBEY 1952 1960

sol Dior



Moyenne des rendements des arachides des différentes rotations étudiées en % des rendements de l'arachide de la rotation de référence : jachère - jachère - arachide

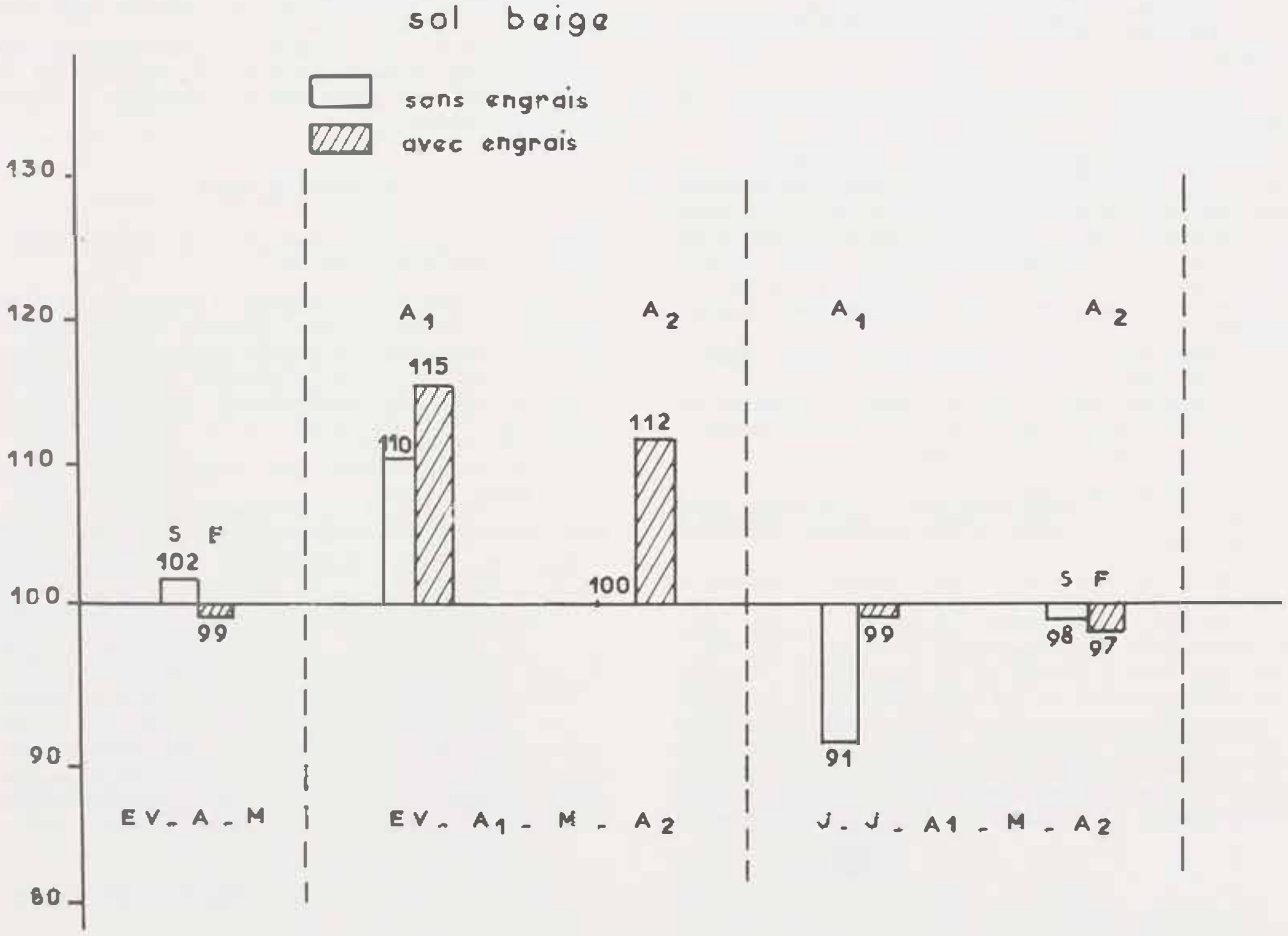


Rendements de l'arachide de la rotation de référence : jachère - jachère - arachide
S = Sans engrais F = Avec engrais

ESSAI de ROTATIONS

NIORO 1954_1959

sol beige



2) Cote d'Ivoire.

Ferkessedougou, essai 1955 :

On compare : a) sur sol sablo-argileux :

igname + NPK maïs + mil NPK - arachide - jachère - jachère,

mil + NPK - igname + fumier + NPK - eng. vert, sorgho - maïs + NPK - eng. vert crotalaire,

maïs + fumier + NPK - igname + NPK - eng. vert, sorgho - mil + NPK - eng. vert crotalaire.

Il est trop tôt pour juger de la valeur de chaque rotation, mais on observe un effet surtout marqué de la fumure minérale 14-7-7 à 100 kg/ha sur la culture en association maïs mil (augmentation 56 et 52 %) mais peu efficace sur igname et arachide.

L'arrière-action du fumier sur l'engrais vert est très forte, augmentation de 40 à 118 % de la quantité de matière verte.

b) sur sol de pente :

arachide - mil - jachère,
arachide - mil - engrais vert (mil),
arachide - mil - arachide - engrais vert (mil),
maïs - arachide - mil engrais vert (crotalaire).

L'engrais minéral agit peu sur les rendements, il n'y a pas encore de différences sensibles entre les rotations.

3) Mali.

a) M'Pesoba, essai 1955 :

Les rotations suivantes sont comparées :

arachide - sorgho - jachère,
arachide - sorgho - engrais vert,
cotonnier - sorgho - arachide - jachère,
cotonnier - sorgho - engrais vert - arachide - sorgho.

On applique 15 t/ha de fumier de ferme sur le cotonnier et chaque rotation est testée avec et sans engrais.

Les résultats qui apparaissent actuellement les plus nets sont les plus-values très élevées données par l'engrais minéral sur les céréales, 50 % et ensuite sur l'arachide, où il résulte qu'une succession avec deux cultures commercialisables et une vivrière avec engrais, peut être équivalente au point de vue vivrier à un assolement du type arachide-sorgho-jachère.

La supériorité de l'engrais vert sur la jachère n'est pas nette.

La rotation déjà vulgarisée dans les centres de colonisation avoisinant est : cotonnier - sorgho - arachide - sorgho - jachère - jachère.

b) Kalibougou, essai 1957 :

mil - arachide - mil - fonio - calebasse - piment - engrais vert,

mil - arachide - mil - fonio - manioc - manioc - engrais vert,

arachide - mil - niébé - arachide - engrais vert, avec et sans apport d'engrais.

4) Niger.

Tarna, essai 1953.

Plusieurs types de rotations quinquennales et quadriennales sont comparés :

arachide - mil - jachère,
arachide - mil - arachide - mil - engrais vert,
sorgho - arachide - mil - jachère - jachère,
arachide - mil - arachide - engrais vert (mil),
sorgho - arachide - mil - engrais vert (crotalaire),
sorgho - arachide - mil - engrais vert (tournesol).

Les résultats ne portent actuellement que sur les plus-values moyennes dues aux compléments minéraux pour l'arachide ; ces plus-values sont toujours de l'ordre de 30 %, mais elles sont généralement beaucoup plus élevées sur la céréale 50-100 et même 300 %.

III. ÉTUDE DE DIVERSES PRATIQUES CULTURALES

1) *Etude de l'influence du trempage des graines préalablement au semis*

En 1950, Bouffil et Tourte (28) étudient la possibilité d'obtenir une levée plus rapide et d'éviter les aléas dus à une humidité insuffisante du sol en procédant au trempage préalable des semences.

De plus, des traitements fongicides pouvant être effectués par voie humide, il était intéressant de connaître les effets d'une imbibition des graines avant semis.

Trois durées de trempage (six, douze et vingt-quatre heures), deux variétés (28-206 et 24-11) et deux moments de semis (matin, sol plus humide, après-midi, sol moins humide) sont comparés.

Les résultats ne montrent pas d'influence nette sur la levée des plants, il semble cependant, pour le semis du matin avec la lignée 24-11, que ce traitement ait un effet dépressif sur le nombre moyen de pieds d'autant plus fort que le trempage a été plus long.

Les traitements montrent généralement des moins-values parfois significatives par rapport au témoin, peut-être parce que favorisant les attaques cryptogamiques.

2) *Dates de semis*

Essais de semis échelonnés avec ou sans désinfection des semences (Bambey).

1. But : Des essais réalisés à Bambey en 1959 semblaient indiquer que l'efficacité de la désinfection des semences d'arachide augmentait lorsque les conditions de semis devenaient plus mauvaises.

De nombreuses observations permettaient de penser que les semis les plus précoces donnaient les meilleurs rendements.

On a voulu vérifier ces observations à l'aide d'un essai précis.

2. Traitements et dispositif expérimental :

Blocs de Fisher subdivisés ; 8 répétitions.

A) Parcelles initiales : dates de semis :

1) Semis en sec le 15 juin,
2) Semis moins de 24 heures après la première pluie ; 20 mm, 27 juin.
3) Semis moins de 48 heures après la première pluie à 20 mm 28 juin.
4) Semis moins de 72 heures après la première pluie à 20 mm 29 juin.
5) Semis moins de 120 heures après la première pluie à 20 mm 1 juillet.

6) Semis en sec 12 jours après la première pluie (12 juillet).
7) Semis moins de 24 heures après la deuxième pluie supérieure à 20 mm (14 juillet).
8) Semis moins de 48 heures après la seconde pluie (15 juillet).
9) Semis moins de 72 heures après la seconde pluie (16 juillet).
10) Semis moins de 120 heures après la seconde pluie (18 juillet).
11) Semis moins de 24 heures après la troisième pluie supérieure à 15 mm (21 juillet).
12) Semis le 11 août.
13) Douze premiers semis faits avec des graines décortiquées le 8 juin.

Semis 13 fait avec graines décortiquées la veille.

B) Parcelles élémentaires.

S. = sans désinfection.

D. = avec désinfection des semences avec un mélange thirame 0,50 + aldrin 0,50 à 2 p. mille.

3. Résultats :

a) Action sur le nombre de pieds.

Sans désinfection des semences : Les semis effectués plus de 48 heures après la pluis accusent une diminution de 50 % sur les semis faits avant.

Avec désinfection des semences. Tous les semis, sauf celui effectué le 12 août, donnent de bons résultats.

La désinfection des semences permet d'avoir un nombre de pieds important même dans des conditions de semis défavorables.

b) Action sur le rendement en gousse.

La régression linéaire des rendements en gousse en fonction de la date de semis est hautement signifcative.

Sans désinfection des semences r = 0,755 (HS).

Avec désinfection des semences r = 0,930 (THS).

On voit l'importante augmentation de rendement obtenue par la désinfection des semences

Conclusions générales :

Avec les résultats obtenus on a dressé le tableau 1 qui compare les rendements que pourraient obtenir sur le même terrain quatre paysans utilisant les méthodes de semis suivantes :

1) Semis de 1 ha le 27 juin
» » 28 juin
» » 14 juillet
» » 15 juillet
} Graines non désinfectées

2) Semis aux mêmes dates que le 1) mais graines désinfectées.

3) Semis de 1 ha le 17 juin
» » 28 juin
» » 29 juin
» » 1er juillet
} Graines non désinfectées

4) Semis aux mêmes dates que le troisième mais graines désinfectées.

Tableau 1

Méthodes de semis	Poids de gousses (kg) récolt. sur 1 ha	Gain ou perte par rapport à la méthode n° 1	
		en kg	en F CFA
1	3.540	0	0
2	4.985	+ 1.445	+ 30 345
3	3.267	— 273	— 5.733
4	5.998	+ 2.458	+ 51.618

1) Si l'on ne désinfecte pas les graines il ne faut pas se risquer à semer au delà de 48 heures après la première pluie (méthode 3).

2) La désinfection des semences permet des gains importants même lorsque les semis sont faits en deux fois (méthode 2).

3) Les meilleurs résultats sont obtenus par la méthode 4. Graines désinfectées et semis entièrement réalisé après la première pluie.

A signaler l'abondance exceptionnelle des premières pluies en 1960. Mais on peut compter semer pendant au moins 72 heures après la première pluie.

Ces résultats peuvent être étendus à toute la zone centrale et vraisemblablement à la zone nord du bassin arachidier du Sénégal.

3) *Ecimage et pinçage*

Se demandant si le développement abondant de la partie supérieure de la plante n'était pas une entrave à sa fructification qui se développe sur les rameaux latéraux, on procède à deux essais successifs (22-20), 1948-1949, d'écimage réalisés par suppression de la partie caulinaire située au-dessus des ramifications latérales supérieures. L'écimage (premier essai) et l'écimage avec pinçage (suppression

des extrémités des rameaux latéraux) (deuxième essai) est effectué à l'apparition des premieres fleurs.

Les variétés étudiées sont une rainpante et une semi-érigée (respectivement 24-48 et 28-206). Le deuxième essai comporte en outre, une érigée hâtive, la 28-204.

Les deux essais conduisent à des résultats négatifs ; les pratiques expérimentées donnent des diminutions de rendement de 6,2 % pour le poids des gousses et 12,6 % pour la paille dans le premier. Dans le deuxième essai, le poids des gousses est diminué avec écimage

de 9 % pour la 24-11 rampante,
de 6 % non significative pour la 28-206,
de 12 % non significative pour la 28-204 érigée hâtive.

Avec écimage et pinçage, la diminution est de 25 % (très significative) avec la 28-206. Ces pratiques sont à prohiber.

4) Fauchage des fanes

Le fauchage des fanes préalablement à la récolte des arachides (110) peut présenter un intérêt dans la mesure où il diminue les difficultés et les frais de battage.

Cette technique peut se concevoir dans diverses perspectives :

α fauchage, sans ramassage des fanes, uniquement destiné à améliorer le battage,

β fauchage, avec ramassage des fanes, en vue de procéder à l'ensilage de la matière verte. Elle nécessite l'emploi d'un matériel coûteux (pickup),

γ fauchage et ramassage immédiat au moyen du « hay chopper », l'intérêt comme dans le cas précédent est de débarrasser le terrain des fanes encombrantes pour la récolte,

δ fauchage au moment de la récolte par adjonction d'un dispositif faucheur-andaineur couplé à l'arracheuse-batteuse qui parait être le meilleur, laissant la possibilité d'enfouir les fanes, d'en faire un foin sec ou de l'ensiler.

Une étude est effectuée en 1952 à Bambey de l'incidence sur le rendement du fauchage des fanes à deux époques proches de la récolte, cent cinq ou cent douze jours après le semis. Les résultats montrent des différences significatives de — 18 % pour le fauchage précoce et de — 10,1 % du fauchage tardif par rapport au témoin, les deux époques de fauchage ne présentent qu'une différence arithmétique entre elles.

Une étude complémentaire, portant sur la qualité des graines récoltées, montre que le fauchage des fanes réalisé huit à quinze jours avant la récolte, hâte l'arrêt de la dormance des graines et augmente le pourcentage maximum de la faculté germinative de 10 à 12 %.

5) Densité et dispositif de semis

Les exigences de la culture mécanique ou attelée conduisent à rechercher une disposition de semis facilitant les façons culturales en cours de végétation (24).

Les lignes jumelées qui paraissent être une solution satisfaisante sont mises à l'essai en 1948 à Bambey.

Les objets comparés sont :

lignes distantes de 50 cm,
lignes jumelées 20-80 cm,

Les semis sont faits dans les deux cas avec semoir Fabre équipé de disques de 7 mm et de 10,5 mm d'épaisseur.

Les résultats ne font pas apparaître de différence entre ligne jumelée et ligne normale montrant ainsi la possibilité d'utiliser cette première pratique. Le disque de 10,5 mm d'épaisseur paraît plus intéressant surtout en culture normale, sa supériorité est moins nette avec semis en lignes jumelées. Cette expérimentation est reprise de façon plus systématique en 1949.

Au cours de trois campagnes 1949-50-51 à Bambey et de deux à Séfa 1950-51, on étudie des écartements et des dispositions optimum à donner aux lignes de semis de l'arachide avec trois variétés: 24-11 rampante, 28-206 semi érigée et 46-65 érigée (161).

On compare quatre types de semis à lignes simples :

60 × 10 cm	166.666 pieds/ha
60 × 20	83.333
60 × 30	55.555
67 × 15	99.500

et trois types de semis à lignes jumelées (80 et 20),

× 12 cm	166.666
× 24	83.333
× 36	55.555

Les années d'expérimentation sont tout à fait différentes au point de vue climatique, aussi l'interprétation pluriannuelle présente-t-elle un intérêt général.

Cette interprétation n'a cependant pu être faite que pour Bambey, les écartements étudiés ayant été légèrement modifiés en seconde année à Séfa.

A Bambey, on observe des différences hautement significatives pour l'influence des années, des lignées, des écartements et des interactions hautement significatives pour :

lignées × écartement et très probables pour :

année × lignées × écartement.

A Séfa, des effets significatifs ne se manifestent qu'en 1951 pour les écartements et interactions écartement × lignées.

On résumera ci-après les enseignements tirés de ces essais, particulièrement de celui de Bambey, pour chaque lignée.

Avec la lignée 28-206, on ne note pas de différence significative entre les dispositions de semis pour des densités voisines, par contre on observe une élévation rapide de rendement de 960 kg/ha pour des densités passant de 55.000 à 83-99.000 pieds/ha ; au delà l'augmentation tend rapidement vers un palier, les fortes densités correspondant proportionnellement à une diminution du nombre de pieds récoltés et à une diminution de la production par pied.

Avec les lignées 24-11 et 46-55, aucune différence n'est notée pour des densités égales avec des dispositions de semis différentes mais l'augmentation de rendement très rapidement croissante (+ 15 %) jusqu'à 99.000 pieds/ha décroît pour les densités plus grandes.

On observe donc que les lignées 24-11 et 46-55, respectivement rampantes et érigées, s'accomodent moins bien de densité élevée que la 28-206, le port n'apparaît donc pas comme un facteur important dans la détermination des écartements.

Une interprétation économique des résultats conclut à un optimum pour des densités de 80.000 graines/ha surtout si des pratiques, telles que la désinfection des semences, interviennent, améliorant le nombre de pieds récoltés et enfin l'intérêt d'un jumelage possible des lignes pour la culture mécanique.

Des essais, de densité et de disposition de semis semblables à ceux de Bambey et Séfa ont été réalisés en 1951-52 (157) à M'Pésoba (Mali), Saria (Haute-Volta), Ina (Dahomey) et en 1958 à Tarna (Niger).

On ne note ici encore aucune différence entre les dispositifs à ligne simple et jumelée.

Ces essais montrent tous une élévation de rendement à mesure que la densité augmente, mais si la courbe est rapidement croissante de 55.000 pieds/ha à 99.000, à partir de cette densité, les accroissements deviennent infimes et ne compensent plus le poids de semences supplémentaire qu'ils exigent.

Des observations semblables ont été faites à nouveau en 1958 dans un essai comparant, avec ligne simple seulement, les densités: 65.000, 80.000 et 110.000 grains/ha. Ici on observe en outre, une réponse plus forte de la lignée 28-206 que de la 48-115 à l'augmentation de densité.

Une précision intéressante (160) est apportée sur l'influence du dispositif de semis par des essais effectués à Bambey et Séfa en 1952-53 avec une seule densité de semis 80.000 graines/hectare et des lignes jumelées distantes de 0 (ligne simple) 10 et 20 cm et des interaxes de 70-90-110 cm.

On constate à Bambey une augmentation de rendement de 41 % très significative lorsque l'interaxe passe de 110 à 70 cm et aucune action de l'influence des distances entre lignes jumelles pour la moyenne des deux variétés mises à l'essai 28-206 et 31-33. Ces résultats sont absolument confirmés pour l'essai de Séfa, où l'augmentation de rendement dans les mêmes conditions est de 22 %.

On note en outre, dans ce dernier centre, où à la place de deux variétés on mettait en comparaison deux modes de culture à plat et sur billons une interaction hautement significative mode de culture × interaxe. La culture sur billon à interaxe faible donnant des plus-values de 34 % par rapport à l'interaxe 110 cm et la culture à plat seulement de 9 %.

Ces essais traduisent la nécessité d'une occupation homogène du sol par les plantes.

On retiendra donc de l'ensemble de ces expériences les faits suivants :

a) Possibilité si besoin est de faire des semis en lignées jumelées, à condition que les interaxes ne dépassent pas 70-80 cm.

b) Les rendements maximum sont généralement obtenus avec des semis de 100.000 graines/ha, les densités optimum se révélant différentes en fonction des années de culture et des lignées utilisées, les différences dues aux lignées ne paraissent pas être dues à leur type de port mais les lignées hâtives demandent généralement des densités un peu supérieures aux lignées tardives.

c) Les densités économiques sont obtenues avec 80.000 à 90.000 graines/ha, les traitements favorisant la levée (traitements insecticides ou fongicides des semences) permettant d'adopter les plus faibles densités.

IV. FAÇONS CULTURALES

La préparation des terres à arachide est traditionnellement réalisée au Sénégal par un grattage superficiel du sol à l'hilaire, instrument qui est également utilisé pour les binages ultérieurs. Une grosse amélioration serait la généralisation de la préparation aux dents sans retournement du sol, la charrue étant réservée à l'enfouissement de la matière verte en fin de saison des pluies. Dans les pays autres que le Sénégal, les terres, souvent un peu plus lourdes, sont travaillées à la daba un peu plus profondément et là, les labours à la charrue à cheval se révèlent souvent supérieurs ou équivalents M'Pesoba (Mali) (157), Saria (Haute-Volta) à ceux obtenus avec cet instrument.

Quelquefois dans les localités à pluviométrie assez élevée, la culture sur billons peut être préconisée. On a signalé l'intérêt de celle-ci en Casamance (Séfa). Elle paraît également intéressante à Farako Ba (Haute-Volta) (rapport du CRA sur Haute-Volta).

A Ferkessédougou (Côte d'Ivoire), elle ne paraît pas justifiée après quatre ans d'essais, un seul résultat significatif est en faveur de la culture à plat.

A Katibougou (Mali) aucune différence n'est obtenue entre ces deux types de culture (rapports du CRA sur les pays extérieurs).

D'autres essais (37) visent à mettre en évidence l'action de diverses façons culturales réalisées sur la jachère naturelle précédente à diverses époques.

En 1949, on étudie l'action des préparations suivantes :

labour à la charrue à soc à 15 cm fait avant les pluies (juin),

labour à la charrue à soc à 20 cm le 12 septembre1,

labour à la déchaumeuse à 20 cm le 29 août,

façon au vibroculteur à 20 cm le 3 septembre.

Les rendements de l'arachide cultivée à la saison suivante (1960) ne sont pas influencés par le labour à la charrue fait avant les pluies (juin 1949) sur jachère précédente mais améliorés de façon significative par les façons réalisées en saison pluvieuse (1949) :

Charrue à soc	+ 19 %
Déchaumeuse	+ 25 %
Vibroculteur	+ 12 %

D'autre part, l'essai de sous-solage fait également en saison des pluies sur jachère précédente. paraît être tout à fait favorable, apportant des accroissements de production supérieurs à 30 % sur l'arachide suivante.

Sur l'ensemble de ces essais, le terrain a été préparé à la déchaumeuse avant les semis d'arachide, il a été remarqué que la déchaumeuse pénétrait convenablement sur toutes les parcelles ayant reçu une façon à l'hivernage précédent, laissant une terre motteuse alors que sur les témoins. la déchaumeuse pénétrait peu et laissait une terre pulvérulente.

Ces observations sont à rapprocher d'une étude commencée par CHARREAU (68) sur les façons de saison des pluies permettant la conservation de l'humidité du sol pendant la saison sèche, conservation qui favoriserait l'installation d'une culture

dérobée en fin d'hivernage et pourrait améliorer les conditions de travail du sol avant la saison de culture suivante.

Cet A. étudie particulièrement une façon au rotavator sur une dizaine de centimètres d'épaisseur.

Les premières observations portent sur la mesure de l'humidité équivalente, considérée comme très voisine de la capacité de rétention et sur des mesures de l'ameublissement de diverses couches du sol faites à l'aide de pénétromètre.

On constate une analogie très nette des courbes obtenues, humidité équivalente et indice d'ameublissement, à partir d'une profondeur d'environ 20 cm dans divers types de sol (dior, dek dior, dek et ban).

L'influence du travail au rotavator est spécialement étudiée.

On constate que l'ameublissement, qui peut être chiffré par les techniques indiquées ci-dessus, est très amélioré par le passage du rotavator travaillant une couche de sol d'une dizaine de centimètres à condition que le traitement intervienne le plus tôt possible après la dernière forte pluie de la saison, en effet les pertes d'eau interviennent pratiquement en totalité dans le mois qui suit la saison des pluies, il se forme alors une croûte de terre sèche impropre à la diffusion de l'eau. Cet ameublissement est corrélatif au maintien d'une plus grande quantité d'eau dans le sol.

Par contre, l'ameublissement superficiel réalisé à la déchaumeuse a un effet pratiquement nul sur l'ameublissement et le maintien de l'humidité.

Les mêmes mesures faites sous diverses couvertures herbacées : jachère intacte, jachère fauchée, montrent que la végétation ne semble pas avoir d'influence sur l'humidité et l'ameublissement.

V. ÉTUDE DE LA CONSERVATION DES SEMENCES D'ARACHIDE

La faculté germinative des semences d'arachide se conserve bien tant que celles-ci ne sont pas décortiquées. Bouffil (16) montre en 1942 que des graines décortiquées, conservées en sac, germent à plus de 90 % pendant environ deux mois après le décorticage, cette proportion décroissant ensuite rapidement pour ne plus être que de 12 % cinq mois après. Les mêmes graines conservées en atmosphère confinée conservent une faculté germinative de 97 % pendant toute la durée de l'étude.

Cette méthode de conservation en atmosphère confinée permettrait donc de procéder au décorticage avant la période de préparation des terres.

Ginouves en 1956 (92) étudie la possibilité de conserver des semences décortiquées dans des silos en réduction, constitués par des buses en ciment soigneusement fermées.

Les semences décortiquées à des dates différentes, de janvier à juin, sont désinfectées par un mélange tiraine-lindane 2 ‰ et conservées en silo. Des observations sur leur germination sont faites en germoir et par semis sur le terrain à diverses dates allant de juin à septembre.

On n'observe aucune influence marquée des dates de décorticage sur l'énergie et la faculté germinatives pour les prélèvements faits de juin à août, par contre on observe une baisse assez sensible pour le prélèvement de septembre, et plus forte pour les décorticages de janvier et juin que pour ceux de mars-avril. Les semis sur le terrain apportent la même conclusion. Les conditions écologiques de l'année sont vraisemblablement responsables des variations observées pour le dernier prélèvement de semences ; quoiqu'il en soit, pour les semis faits à date normale, la date de décorticage importe peu à condition que des précautions soient prises pour la conservation.

En 1958 (rapport 58-59), on étudie avec des graines désinfectées, plusieurs dates de décorticage allant comme précédemment de janvier à juin et trois modes de conservation : fûts, buses en ciment et sacs de jute empilés. Ces trois modes de conservation se révèlent également efficaces. On note un effet dépressif d'un retard de six jours entre décorticage et stockage intervenu pour l'une des dates et de mauvais résultats dus à l'emploi d'un mélange insecticide - fongicide défectueux pour les dernières dates de décorticage.

Enfin, en 1959 pour des décorticages de mars et juin avec graines désinfectées, on étudie le stockage en sac de papier (genre sac de ciment) laissé en magasin ou transporté à dos d'âne et en sac de jute en magasin.

Tant en ce qui concerne le nombre de pieds levés que les rendements, aucune différence significative n'est relevée entre les traitements.

La conclusion pratique qui se dégage de cette série d'essais est que le décorticage des semences d'arachide peut prendre place à n'importe quelle époque de la morte saison à condition :

1) de procéder à une désinfection efficace,
2) de stocker immédiatement en atmosphère confinée.

Les moyens de ce stockage peuvent être très divers.

VI. ÉTUDES DES MATÉRIELS DE CULTURE ET DE TRAITEMENT DE RÉCOLTE

Le matériel agricole, autre que les outils à main de conception locale, était pratiquement ignoré il y a seulement une trentaine d'années.

Mais, dès cette époque, quelques appareils, souvent mal adaptés et fragiles et parfois complètement inutilisables, sont présentés par des constructeurs ou leurs représentants locaux.

La Station de l'Arachide de Bambey, devant la nécessité de préserver, à la fois le constructeur et l'utilisateur, contre des échecs préjudiciables au perfectionnement des techniques agricoles, organise en 1930 un premier concours de semoir à arachides à cheval. Ce concours révèle surtout l'inadaptation du matériel présenté.

En 1933, deux semoirs convenables sont présentés, qui ne cessent depuis cette époque d'être l'objet de perfectionnement.

En 1949, une section de mécanisation est créée au CRA Bambey, pour satisfaire la nécessité d'expérimenter le matériel présenté et d'informer les constructeurs des exigences de la culture et de les guider dans l'amélioration de leurs appareils.

En 1958, le CRA organise des journées du Machinisme Agricole dans un but de démonstration, d'information et d'émulation des constructeurs.

Les essais de matériel sont toujours gratuits et réalisés dans les conditions pratiques d'utilisation avec une main-d'œuvre locale.

Ils déterminent :

les conditions d'emploi,
les commodités d'emploi,

les possibilités d'emploi et de rendement,
la qualité du travail.

Ils établissent une critique portant sur :

la conception générale,
les points faibles.

Ils suggèrent les modifications à apporter et indiquent les conditions économiques d'utilisation.

Les tracteurs subissent des essais de comportement sur le terrain, dans les conditions normales d'utilisation et pour diverses façons culturales.

Un rapport confidentiel destiné au constructeur est établi.

A) Matériels étudiés

On trouvera ci-après la liste non limitative des matériels étudiés.

1) Appareils de culture a traction animale.

a) Charrues : Plusieurs modèles ou prototypes des marques suivantes ont été essayés :

Beauvais Robin.
Saccra.
Fondeur CF●5, DF●4, CF●●P.

b) Semoirs :

Fabre.
Beauvais Robin.
OMAC.
Bylly Alips.
Darragon.
Pouplard.
Cole.
Eberhard.
Mouzon Nolle.
Sicmaf.
Piliat.

c) Aracheuses :

Beauvais Robin.
Polyculteur Arara (Bariani).
Fabre.
Darragon.
Mouzon Nolle (polyculteur).

d) Epandeurs d'engrais :

Mouzon Nolle (polyculteur).
Fabre IRHO.

e) Houes :

Fabre.
Beauvais Robin.

2) Appareils a traction mécanique.

Semoir Fabre (prototype 6, rangs jumelés ou simples).
» Massey Harris n° 306.
» Beauvais Robin.
» Gougis.

Charrue à disques semi portée, Bajac, type AB. 1960.
Sous soleuse Fondeur 1950.
Déchaumeuse Retheloise à 7 disques (1951).
Charrue trisocs Mac Cormick.
Déchaumeuse Puzenat modèle I.
Vibroculteur Puzenat.
Pulvériseur déchaumeur à disque Caudellier.
Covercrop offset Retheloise à 12 disques (1953).
Extirpateur Fondeur.
Charrue Grinbert trisocs.
Charrue Massey Harris 504 à disques.
Déchaumeuse Massey Harris 6 et 9 disques.
Epandeur de fumier John Deere.
Emotteuse Gourdin.
Croskill Gourdin.
Rouleau Gourdin.
Arracheuse Goodrich Ferguson (à arachide).
» Victory Peanut Harvester.
Chaînes d'outils fortes.
Eberhart.
Farmall cub. C.
Fergusson.
Renault.

3) Tracteurs.

John Deere A (1947).
» » M (1948).
Chenillette Studebaker (1949).
Oliver Cletrac HG. 42 (1949).
MAP type DR 3 (1949).
MAN As 330 A (1952).
ADN 70 TP (1951).
Continental C●-25.
» C B-70.
Farmall C.
» cub.
Terratrac.
Fergusson TEA 20 (1952) (1).
SIFT.
Renault R 3042 (1949).
» D 35 R 70-50 (1956).
Camiar Latil 2 ponts (1953) Fendt (1958).
Tracteur-porteur Latil HL 4 ATTL 10.
Tracteur routier et agricole Unimog 1953.
Pony.
Orentein et Koppel.
Fordson.

4) Appareils de traitements antiparasitaires.

Mélangeur à fongicide Procall universel (1959)
» AFMA.
» Caucheleux.
» Ceregamoir.
» Darragon.
» Octa.
» Procida.

5) Appareils de traitement des récoltes et divers.

Batteuse Livermon mécanique.
» Frick »
» Lilliston »
» S●MAS à main.
» Mouson Nolle.
Décortiqueurs Pouplard.
» Cartier.
» Ransomes.
» Cathala.
» Billioud et Durand.
» Torma.
Tarare Darragon.
» Brochet.
Remorque Poclin.
» Goury.

B) Quelques observations générales peuvent être tirées de ces études

1) Appareils manuels.

Les instruments de culture destinés à remplacer

les outils de conception locale ne donnent pas de résultats appréciables.

Les appareils à main les plus intéressants sont les décortiqueuses et les cribles à arachides.

2) Appareils pour culture attelée.

Ils doivent satisfaire aux possibilités de traction des animaux (30 à 40 kg pour un cheval, 80-100 kg pour une paire de bœufs).

Un gros effort est actuellement effectué par le C.R.A de Bambey pour doter l'agriculture sénégalaise d'une chaîne complète et très adaptée d'instruments de culture attelée.

Le résultat souhaité est presque atteint grâce au concours de la construction française et sénégalaise.

3) Motoculture.

divers obstacles s'opposent à son développement :

Cultures pauvres et de courte durée rendant difficile l'amortissement du matériel.

L'infrastructure (réparation, pièces détachées) insuffisante.

Connaissances insuffisantes de l'utilisateur.

Conditions de travail difficiles (poussières et manque d'adhérence due à la légèreté du sol), le rendement mécanique des tracteurs est souvent de 50 % inférieur à ce qu'il est dans les pays tempérés.

Les tracteurs à roues de poids bien équilibré et munis de semi-chenilles caoutchoutées, résolvent assez bien les problèmes d'adhérence.

VII. RECHERCHES SUR L'AMÉLIORATION DES TYPES D'EXPLOITATION

Des observations et expérimentations diverses concourent à la connaissance des divers types d'exploitation existants et possibles.

Elles portent d'abord sur certains essais systématiques, culturaux : date de semis, modes de semis, etc..., façons culturales : diverses modalités de labours, de pratiques culturales : jachères, engrais verts, rotations.

Ensuite sur l'expérience acquise au cours de l'utilisation ou de l'expérimentation des divers matériels de culture au cours de recherches zootechniques, amélioration des races, de l'alimentation des animaux, production et conservation des fourrages et mise au point des techniques de dressage et, au cours des recherches sur les possibilités de traction (cheval, bœuf, tracteur) et sur les divers systèmes d'attelage et enfin sur les résultats d'enquêtes conduits chez les cultivateurs sénégalais et les résultats acquis dans des centres de culture mécanisée.

Il y a là un secteur extrêmement vaste et complexe des recherches d'ordre zootechnique et agronomique, qui ne peut être examiné dans tous ses détails, mais dont les enseignements permettent de proposer divers degrés d'amélioration de la production arachidière et vivrière.

On empruntera les éléments des améliorations à une étude (159) de Tourte, Faucé et Gaudefroy-Demombynes datant de 1954 mais que l'expérience acquise depuis n'a fait que confirmer.

On peut prendre, comme terme de référence, le **système de production du cultivateur Sérère,** qui est un véritable paysan par l'attachement, qu'il manifeste pour sa terre.

Ce système est caractérisé par les travaux suivants :

Arachide : les surfaces cultivées en moyenne par un homme étant 0,5 ha d'arachide, 0,5 ha de mil.

Préparation du terrain (nettoyage à l'hilaire, mise en tas des herbes, brûlage)...	30	heures/ha
Décorticage des semences.....	70	»
Semis	60	»
Binage immédiatement après le semis.....	35	»
Autres binages: premier	50	»
deuxième	50	»
troisième (rarement exécuté mais conseillé)....	35	»
Désherbage à la main	20	»
Arrachage (arachide rampante).....	60	»
Mise en tas et meules.....	20	»
Battage, vannage	50	»
	480	heures/ha

Mil :

Préparation du terrain	30	heures/ha
Semis	25	»
Binages, premier et démariage	80	»
deuxième.....	50	»
Récolte	40	»
Battage, vannage	150	»
	375	heures/ha

Si les premières et dernières opérations culturales pour cette production se situent avant le semis et après la récolte de l'arachide, elles souffrent cependant d'un manque de main-d'œuvre nécessité par l'entretien de l'arachide au moment des binages.

La culture mixte manuelle et attelée avec cheval, permet une première amélioration.

Ce type de culture appliqué uniquement à l'arachide existe déjà au Sénégal. Elle exige les travaux suivants pour l'arachide.

	Homme	Cheval
Préparation du terrain :		
mise en tas à la main, brûlage.....	30	
grattage croisé à la houe.....	40	20
Décorticage des semences.....	70	
Semis	16	8
Binages à la houe : premier	16	8
second	16	8
Binages à la main.....	50	
Désherbage à la main.....	20	
Arrachage à la main.....	60	
Mise en tas et meule.....	20	
Battage, vannage	50	
	388	44

Cette méthode, quoiqu'introduisant des façons supplémentaires, qui permettront un accroissement des rendements, permet de réduire d'environ cent heures le travail de l'homme pour la culture complète et de cent trente-deux heures de travail de la période semis-récolte, pendant laquelle les façons ne peuvent être différées.

La culture attelée à cheval quasi-intégrale n'existe pratiquement pas au Sénégal, mais a été appliquée à Bambey.

Elle exige l'utilisation d'arachides érigées. Les travaux sont les suivants :

	Homme	Cheval
Préparation du terrain :		
mise en tas à la main, brûlage.	30	20
grattage croisé à la houe.....	40	
Décorticage de semences.....	70	
Semis	16	8

	Homme	Cheval
Radou et sarclage au weeder (trois opérations)	8	8
Binage à la houe (deux opérations)	32	16
Désherbage à la main	50	
Arrachage	32	16
Mise en tas et meules	20	
Battage, vannage	50	
	348 heures	68 heures

Le travail de la période semis-récolte est abrégé de quarante heures par rapport au système précédent.

La vulgarisation de l'aracheuse d'arachide à cheval qui supprime le dernier goulot d'étranglement permettra cette amélioration.

La production du mil peut être conçue de la même manière ; elle exige alors 414 heures d'homme et 32 heures de cheval à l'hectare.

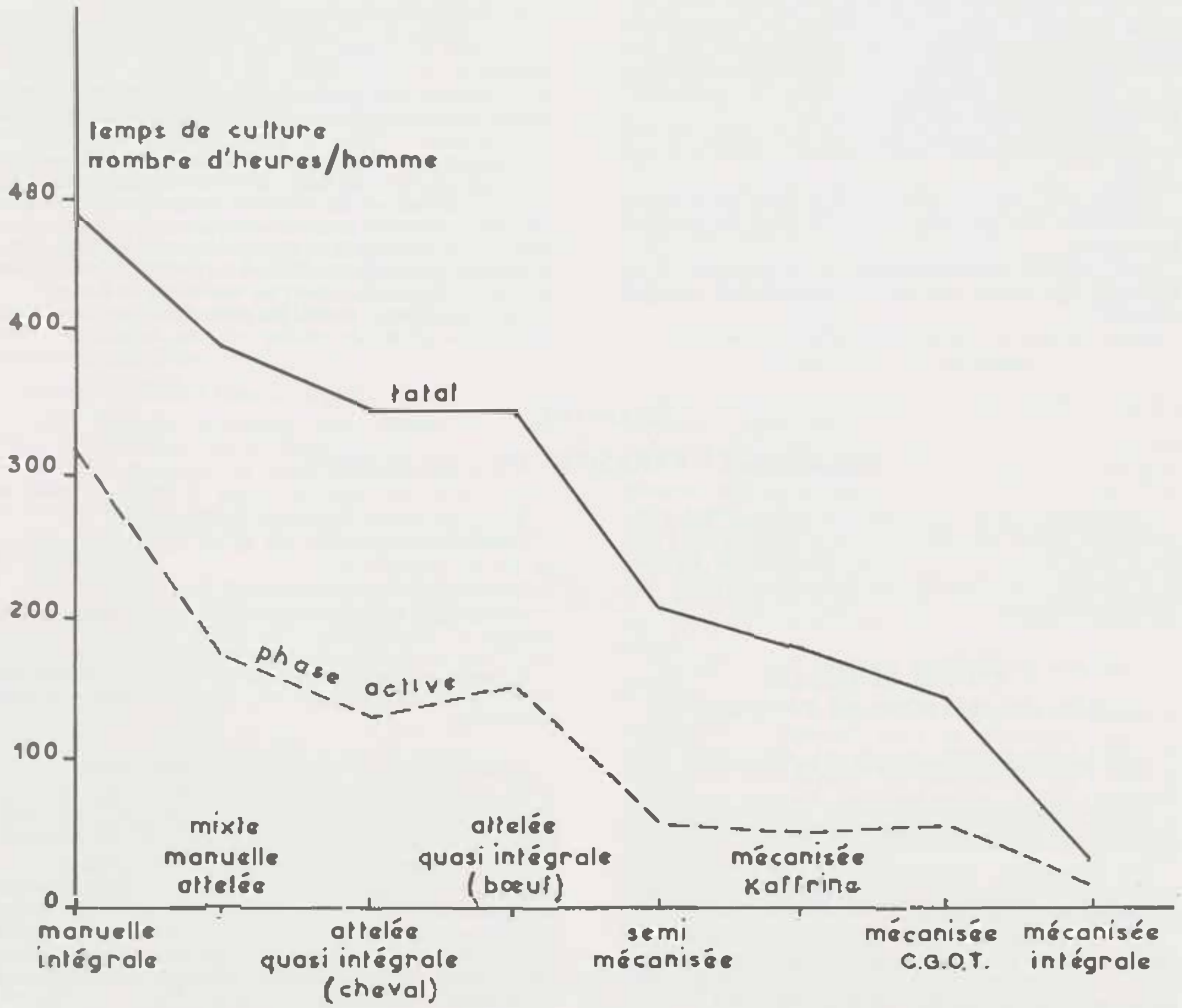
Le cheval est utilisé pour la préparation, le semis et deux binages. Elle ne conduit pas à une économie de main-d'œuvre, mais peut améliorer considérablement la production, le mil étant très sensible aux façons culturales.

La **culture attelée avec deux bœufs** quasi intégrale, encore pratiquement inconnue au Sénégal, en raison semble-t-il de difficultés de dressage, ne réduit pas considérablement les temps de travail, mais elle permet un nouveau type d'exploitation plus intensif par la possibilité qu'elle offre d'effectuer des labours d'enfouissement de matière verte, jachère naturelle ou engrais vert, à la saison des pluies précédant la première culture de la rotation.

Les travaux se décomposent de la façon suivante:

Arachides :

	Homme	Bœuf
Préparation du terrain :		
mise en tas, brûlage	30	
passage du cultivateur	16	16
Décorticage des semences	70	
Semis (semoirs à deux rangs)	20	20
Radou et sarclage au weeder, deux opérations	15	30
Deux binages à la houe à deux rangs	40	40
Désherbage à la main	50	
Arrachage (arracheuse à un rang)	32	32
Mise en tas et meules	20	
Battage, vannage	50	
	343	138



Mil :

La culture exigerait 366 heures d'homme et 46 heures de bœuf à l'hectare.

L'intérêt de la méthode réside, comme on vient de le dire, en la possibilité de pratiquer un labour d'hivernage pour l'enfouissement de matière verte.

Dans le cas d'un **engrais vert**, cette pratique exigerait :

	Homme	Bœuf
Préparation du terrain au cultivateur...	16	16
Semis à la volée	4	
Hersage léger	5	10
Enfouissement	60	60
	85	86

On voit donc que la culture attelée permet dans son ensemble une diminution de main-d'œuvre et une augmentation corrélative de surfaces cultivées là où la densité de population le permet, elle permet seule en outre des systèmes culturaux intensifs conservant au sol ses qualités et sa fertilité en augmentant les rendements de culture. Si la vulgarisation de l'attelage au Sénégal, commençant par celle de la charette à cheval ou à bœufs, qui allège considérablement les transports dont il n'a pas été fait mention ci-dessus, est en voie de réalisation et pourra se faire assez facilement, il n'en est pas encore ainsi pour l'introduction du tracteur.

L'emploi du tracteur exige un paysannat évolué et une infra-structure suffisante qui sont loin d'être réalisés.

Cependant, les recherches faites dans ce domaine permettent de proposer deux types de culture mécanisée.

Un premier, **semi-mécanisé**, où le tracteur n'intervient que pour les façons demandant le plus d'énergie.

Dans ce cas, la culture d'arachide nécessitera :

	Homme	Tracteur
Préparation du terrain :		
labour en sec	5	5
passage du cultivateur	2	2
Décorticage de semences	70	
Semis (semoirs à quatre rangs).....	2	2
Trois passages de weeder	1,5	1,5
Deux binages mécaniques	4	4
Désherbage à la main	50	
Arrachage (arracheuse à deux rangs)	3	3
Mise en tas et meules à la main.....	20	
Battage manuel, vannage	50	
	207,5	17,5

Dans les mêmes conditions, la culture du mil demande 254 heures d'homme et 12 heures de tracteur à l'hectare, et l'engrais vert 11 heures d'homme et 9 heures de tracteur.

Un deuxième type à **mécanisation intégrale**, qui n'a pas fait l'objet d'expérimentation au Sénégal, mais que les connaissances acquises sur les conditions de travail et les possibilités des divers matériels, permettent d'envisager.

Dans ce type, les dernières opérations manuelles seraient mécanisées : décorticage, traitement et triage mécanique des semences, arrachage, andainage et battage mécanique de la récolte.

La culture de l'arachide exigerait ainsi environ 30 heures d'homme et 11,5 heures de tracteur à l'hectare.

La céréale qui pourrait être un sorgho nain acclimaté, demanderait 29 heures d'homme et 10 heures de tracteur.

L'engrais vert 4 heures d'homme et de tracteur.

Le graphique suivant montre la diminution du nombre d'heures de travail humain nécessaire à l'hectare d'arachide dans ces divers types d'exploitation, auxquels on a ajouté à titre indicatif, les systèmes employés au SEMA de Boulel (Kaffrine) et à la GGOT à Séfa.

La phase active est la période qui s'étend du semis à la récolte.

CHAPITRE V

MALADIES ET PARASITES DE L'ARACHIDE

On examinera au cours de ce chapitre, dans une première partie les maladies et parasites de l'arachide étudiés par les chercheurs de Bambey, et dans une seconde on traitera de l'expérimentation des moyens de lutte.

A. ÉTUDES GÉNÉRALES SUR LES MALADIES ET PARASITES

1) Maladies cryptogamiques de l'arachide

Les maladies cryptogamiques de l'arachide ont été étudiées principalement par JAUBERT (99-108-97).

On examinera successivement les cryptogames attaquant la plante et ceux qui parasitent la graine au cours de sa germination.

La plus importante des maladies cryptogamiques atteignant la plante adulte, est la cercosporiose.

Cette maladie est causée par deux agents :

Mycosphaerella Berkeleyi JENKINS ou
Cercospora personata (B et C) ELL. et Ev. dans sa forme conidienne.
Mycosphaerella arachidicola JENKINS ou
Cercospora arachidicola HORI dans sa forme conidienne.

D'autres cryptogames leur sont généralement associés : *Colletotrichum* sp., *Phyllosticta* sp., *Sphaerulina* sp.

Colletotrichum Mangenoli (CHEVEAUJON).

Ce parasite provoque de grandes macules marron clair occupant la moitié d'une foliole et enveloppant les fructifications du *Cercospora*. Sa présence aggrave les méfaits de ce dernier champignon.

Les feuilles attaquées par les deux cryptogames à la fois se détachent plus facilement que celles attaquées par *Cercospora* seul. JAUBERT estime qu'une macule de *Colletotrichum* et quelques taches de *Cercospora* ont le même effet qu'une vingtaine de taches de *Cercospora*.

Phyllosticta sp.

Affection rare et sans gravité se manifestant par des macules irrégulières marron clair, souvent associées aux brûlures provoquées par le soleil au travers des gouttes d'eau.

Sphaerulina sp.

Provoque des macules brun clair irrégulières, associées aux taches de *Cercospora*. Ce parasite est très rare et est signalé, semble-t-il, pour la première fois sur arachide par JAUBERT (99).

CERCOSPORIOSE.

C'est la maladie cryptogamique la plus importante de l'arachide, les taches dues à *Cercospora personata* étant plus fréquentes que celles dues à *C. arachidicola*.

Cercospora personata provoque des taches brunes rondes plus ou moins cohalescentes, présentant des fructifications disposées en cercles concentriques visibles à l'œil nu.

C. arachidicola donne des taches marrons toujours associées à celles de *C. personata* et légèrement plus grandes que celles de ce dernier.

L'attaque se manifeste d'abord sur les feuilles basales et se développe vers le sommet de la plante, les feuilles les premières attaquées tombent.

JAUBERT estime, à la suite d'essais de traitements fongicides qui sont exposés par ailleurs, que la cercosporiose provoque une baisse de rendement qu'on peut évaluer à 20 % en moyenne.

Des observations faites par le même auteur en Casamance, sur diverses parcelles d'arachide en culture mécanisée, montrent que la maladie est peu importante sur une arachide en première culture, mais qu'elle le devient davantage sur l'arachide suivante cultivée sur le même terrain et qu'elle a tendance à se stabiliser ou même diminuer là où une troisième arachide est cultivée. Après un engrais vert, l'attaque est de même ordre que sur une deuxième arachide.

Corticium Rolfsii (SACC.) CURZI.

Cette maladie provoque une dessiccation des tiges et un fanage des feuilles.

Quand la maladie est assez avancée, on trouve à la base des tiges de petits corpuscules ronds, jaune fauve qui constituent les sclérotes.

Les tiges pourrissent au niveau du sol (pourriture du collet).

Cette affection se manifeste en période humide.

Elle peut être confondue avec des dégâts occasionnés par des iules, qui sectionnent la racine principale et provoquent également une fanaison. Seule, la présence de sclérotes permet de distinguer les maladies.

Diplodia natalensis, P. Ev.

Les symptômes sont semblables à ceux occasionnés par *Corticium*, mais les sclérotes également à la base des tiges se présentent ici sous la forme de petits points noirs de la grosseur d'une tête d'épingle.

Fusarium observé à Bambey en 1951 et 1952. Cette maladie est due à une espèce encore indéterminée de *Fusarium* qui provoque un dessèchement commençant par le haut de la plante et les folioles périphériques. Les pieds se fanent entièrement en deux ou trois jours. Le développement de la maladie dans un champ se fait en cercles concentriques.

FONTE DES SEMIS.

Les agents responsables de la fonte des semis sont *Penicillium glaucum* LK. et *Aspergillus niger* v. Tiegh.

Le premier champignon se manifeste par une moisissure jaune-vert enveloppant la pellicule séminale.

Le second attaque les plantules déjà sorties de terre formant un bourrelet de moisissure noire sur l'axe hypocotylé.

Ces parasites sont justiciables des traitements fongicides des semences.

MALADIES CRYPTOGAMIQUES DES GRAINES.

JAUBERT (97) observe en 1952 certaines graines présentant une attaque fongique. Un feutrage mycélien, de couleur blanche lorsqu'il est peu épais et grisâtre à gris foncé lorsqu'il est abondant, est observé sur les faces intracotylédonnaires des amandes.

L'altération commence au centre de la face plane des cotylédons pour envahir, par la suite, tout l'espace intercotylédonnaire et recouvrir le germe. La face atteinte de l'amande présente entre les filaments de nombreux corpuscules noirs inférieurs à 1/10 de mm.

L'agent pathogène déterminé, montre qu'il s'agit de *Sclerotium bataticolum* TAUB, forme sclérote du *Macrophoma phaseoli* (MAUBL.) ASH.

Cette maladie n'est observée que dans une seule variété originaire du Dahomey, la population 97, à l'exclusion de toutes les autres cultivées à Bambey.

Elle peut atteindre 34 % des graines, chez lesquelles elle provoque une libération des acides gras leur conférant une odeur de rance.

A la récolte, on peut encore rencontrer des gousses à taches brunes dues à *Rhizoctonia* sp. Cette maladie ne présente pas d'importance économique.

II. Maladies bactériennes

Deux affections bactériennes sur arachide ont été observées à Bambey.

L'une due à *Bacterium solanacearum* (cf. SMITH) n'a été observée qu'une seule fois en 1949. Les plantes atteintes fanent lentement à la suite de l'obstruction de leurs vaisseaux par le parasite. Les tiges coupées au ras du sol laissant perler des gouttelettes sur leur section.

L'autre a été observée en 1952 par BOUFFIL et JAUBERT (38), mais l'agent pathogène n'a pas été déterminé. Ces AA. l'ont appelée maladie des gousses vides.

Il s'agit d'une maladie étroitement associée à la rosette.

Les gousses d'apparence extérieure normale, s'écrasent facilement sous la pression, ouvertes avec précaution, les graines apparaissent ridées et ratatinées n'occupant qu'une faible partie de la cavité des gousses. Celles-ci ont un tégument séminal de couleur marron ocre ou chamois (dans la 28-206 où elles sont normalement roses), épaissi et à côtes saillantes.

La pellicule séminale épaisse et humide laisse suinter un mucus transparant qui contient des bactéries mobiles, petites 1 à 2 μ et trapues.

Le funicule persiste, mais il est sec et brun et contient également des bactéries qu'on retrouve aussi dans le gynophore. Les bactéries n'attaquent pas

l'amande dont le développement paraît être arrêté par la dessiccation du funicule. Les cotylédon laissent entre eux, un vide jamais observé dans les graines saines.

Cette affection ne se rencontre pas sur les pieds indemnes de rosette ni sur les pieds rosettés des variétés hâtives.

Sur les pieds faiblement rosettés des variétés tardives qui ont une fructification presque normale, elle est rencontrée en 1952 avec une proportion de graine pouvant atteindre 40 %. Sur les pieds fortement rosettés, l'affection bactérienne peut atteindre la totalité du faible nombre de gousses produit qui, dans ce cas, présentent presque toujours la cicatrice étoilée de la rosette.

Les observations faites à des stades différents de l'attaque montrent que le tégument séminal commence à s'épaissir et à contenir du mucus, par la suite une tache brune, qui ira en s'élargissant, apparaît au niveau du funicule suggérant que l'agent pathogène est amené par le tissu conducteur. Cette infection peut se produire à des stades très différents du développement de la graine.

Certaines graines complètement développées et à faculté germinative normale, présentent une tache brune au niveau du hile faisant penser à une attaque très tardive de la maladie.

La maladie entraîne une nette baisse de la densité apparente des gousses et de la teneur en huile des graines.

Les AA. supposent que la bactérie pénètre par les poils absorbants (où ils ne l'ont cependant pas trouvée) de la plante et est entraînée par le système vasculaire jusqu'aux fruits oblitérant les vaisseaux du gynophore et du funicule. La présence de la rosette est nécessaire et, pensent-ils, également celle d'une forte humidité du sol, la maladie n'ayant pas été constatée lors des autres années à rosette qui, contrairement à 1952, étaient des années sèches ; l'humidité pourrait être un facteur de modification de la perméabilité des poils absorbants favorisant l'entrée de l'agent pathogène.

III. Maladies physiologiques

LE CLUMP DE L'ARACHIDE.

RAMBERT (118) fait allusion à cette maladie en 1928; par la suite BOUFFIL (19) lui donne cette dénomination empruntée à la terminologie anglaise. Elle s'applique à des plants caractérisés par un port buissonnant, en boule, rabougris, porteurs de quelques fleurs, mais ne produisant pratiquement pas de graines.

Lors de la germination, ce pieds ont des feuilles plus petites que les pieds normaux, les folioles ne sont ni gaufrées, ni décolorées, les rameaux restent courts, les folioles petites, le plant au lieu de s'étaler prend une forme dressée, plus tard dans la saison, les pieds sont très nains touffus, vert foncé et donnent l'impression d'avoir été taillés en boule.

BOUFFIL a recherché si cette maladie pouvait être provoquée par un semis effectué dans un sol trop dur ou bien à l'aide de semences immatures, il n'a observé de clump ni dans un cas, ni dans l'autre.

Il pense que des conditions asphyxiques du sol au moment du semis pourraient être la cause de la maladie.

Le clump est sporadique, isolé et paraît sans gravité.

APOPLEXIE.

Des cas d'apoplexie sont signalés en 1932 (rapport 1933). Certains pieds paraissent très sains le matin, se fanent le soir et meurent fréquemment le lendemain. Aucune lésion n'est observée ni sur la partie aérienne, ni sur la racine. Il semble qu'il s'agisse d'un déséquilibre hydrique de la plante.

BRÛLURES.

On observe en assez grande abondance, sur les feuilles d'arachide (102), de petites taches brunes et rondes, dans lesquelles les tissus foliaires sont desséchés sans que ne se manifeste, à aucun moment, la présence d'un parasite quelconque.

Ces brûlures sont attribuées aux rayons solaires concentrés par des gouttes d'eau provenant des pluies ou de la rosée. Elles sont aisément distinguables de celles occasionnées par les divers cryptogames signalés précédemment.

IV Insectes parasites

Ils ont été principalement étudiés par RISBEC (122) et APPERT (5).

1) PARASITES DE LA PLANTULE.

Les Myriapodes sont les parasites les plus importants de la jeune plante. L'espèce la plus répandue et la plus nuisible à l'arachide est *Peridontopyge spinosissima* SILV. Les iules apparaissent en grand nombre au début des pluies, ils attaquent les graines, qui viennent d'être semées, en coupant l'axe hypocotylé de la plantule qui devient ensuite la proie des moisissures.

Les dégâts ne sont jamais très graves.

Les insecticides ont peu d'action, quelques fongicides sont répulsifs.

Des larves de diverses espèces de Coléoptères attaquent l'axe hypocotylé ou le collet de jeunes plantules.

On peut citer les espèces suivantes :

Schizonicha africana CAST.
Anomala plebeja CURT.
Trochalus pilula KLG.
Cardiophorus subspinosus FABR.
C. cognalus ER. ou taupins.
Anaemerus fuscus OL. et *A. tomentosus* OL.
Zophosis trilineata.
Z. quadrilineata SOL.
Hyperops tagenoides ASCH.

Les dégâts de ces parasites sont peu importants, les traitements insecticides des semences sont généralement efficaces.

2) PARASITES DES TIGES.

Eutermes parvulus Sj. peut occasionner quelques dégâts sur les tiges de la jeune plante consécutivement à des attaques des iules.

On rencontre également des pieds d'arachide sectionnés par des espèces de *Brachytrypes.*

3) PARASITES DU FEUILLAGE.

Les acridiens migrateurs attaquent peu l'arachide sauf en l'absence d'autre végétation.

Les sauterelles sédentaires sont représentées par une dizaine d'espèces pouvant occasionner quelques dégâts peu importants à l'arachide, la principale paraît être *Pyrgomorpha Kraussii* UV.

Diverses chenilles dévorent les feuilles de façon symétrique ; il s'agit principalement des espèces suivantes :

Prodenia litura FAB.

Très polyphage mais peu dangereux pour l'arachide, les dégâts sont nocturnes, les chenilles attaquent les folioles alors qu'elles sont repliées provoquant des encoches symétriques.

Amsacta moloneyi DRC.

Les papillons nombreux aux premières pluies pondent sur diverses plantes. L'arachide n'est pas leur espèce de prédilection mais les chenilles se rabattent sur elles après les premiers binages.

On peut réduire les dégâts en retardant les premiers binages. Les larves sont peu sensibles au DDT (LUZIAU rapp. 1946).

Leucania obsolela F.

Espèce peu fréquente sur arachide.

Laphygma exigua B.

Très polyphage, provoque des dégâts sur les jeunes feuilles semblables à ceux de *Prodenia litura* FAB. mais peu fréquents.

Diacrisia punctulata WALL.

La chenille se rencontre fréquemment sur arachide mais est peu à craindre.

Orgya velusta HMPS.

Chenille poilue attaquant les feuilles d'arachide.

Selepa docilis BUTLER.

Espèce peu dangereuse.

D'autres dégâts sont dus à des piqûres d'insectes des espèces suivantes :

Anoplocnemis curvipes F.

Grosse punaise noire de 25 mm de long, dont l'adulte et les larves piquent les jeunes tiges et les pétioles des feuilles qui se dessèchent et noircissent. Les émulsions de parathion et de lindane sont efficaces.

Hallicus minulus REUT.

Capside noir de 2 mm de long, dont l'adulte fait de nombreuses piqûres sur les feuilles provoquant une phytotoxémiase qui se manifeste par un jaunissement des feuilles et un affaiblissement de la plante.

Empoasca fascialis JAC.

Cicadelle de 3,5 mm de long, dont les adultes et surtout les larves piquent la face inférieure des feuilles principalement les nervures, provoquant un gaufrage.

Hercothrips femoralis REM.

Thysanoptère dont la larve attaque les folioles repliées de l'arachide qui, à leur épanouissement, apparaissent piquées et plus ou moins décolorées.

Aphis craccivora KOCH. = *Aphis laburni* KALT.

C'est l'insecte le plus nuisible de l'arachide, car il est le vecteur de la rosette. Puceron de 1,5 à 2,5 mm de long qui vit en colonie à l'insertion des pousses ou sous les feuilles d'arachide. Il apparaît au Sénégal fin août, début septembre. Certaines années les attaques peuvent être beaucoup plus précoces.

BOUFFIL (19) recherche sans succès, sur quelle espèce l'insecte passe la saison sèche, il observe la présence de nombreuses fourmis de l'espèce *Cremalogaster senegalensis* à proximité des colonies de pucerons ainsi que d'un prédateur de ce dernier la coccinelle *Cydonia vicina*.

APPERT (9) cherche en 1953 quelques éclaircissements sur la survie du puceron en saison sèche. Il rencontre *Aphis laburni* jusqu'en février sur *Sesbania aegypliaca* et jusqu'en mars sur les arachides provenant de la germination des gousses restées en terre après récolte, pendant toute la période de novembre à juin, il trouve de petites colonies sur *Centaurea senegalensis*, où ils sont l'objet de la sollicitude de fourmis *Cremalogaster senegalensis* et *Messor* sp. Il semble que les fourmis assurent la dispersion des pucerons survivants lorsqu'ils ont été attaqués par les coccinelles. L'A. pense que, malgré ces observations, il faille rechercher l'explication de la survie dans les phénomènes complexes de migration des pucerons.

4) PARASITES DES FLEURS.

Decapolonia affinis BILLE.

Le mylabre de l'arachide est un insecte de 11 mm de long qui dévore les jeunes fleurs. Des essais réalisés en 1932 rnontrent qu'un mylabre peut manger en moyenne cinq fleurs par jour.

Il ne semble pas que ce parasite puisse occasionner des dégâts inportants au Sénégal, mais CATHERINET le signale comme assez dangereux au Niger (rapport Niger 1958).

PARASITES DES GOUSSES DANS LE SOL.

Les principaux parasites des gousses dans le sol sont les termites et principalement *Eutermes parvulus* SJOSTEDT, qui mesure 2 à 2,5 mm de long, est très répandu dans les sols sableux du Sénégal.

Les termites perforent les gousses au niveau de la trace de l'insertion du style et consomment la pulpe aqueuse et sucrée de la gousse. Cependant, avec la dessiccation du sol, l'insecte va rechercher l'humidité dans la graine (généralement seule la graine, proche de l'orifice d'entrée, est touchée), après séchage, celte graine se présentera petite et ridée.

5) INSECTES DES ARACHIDES EN STOCKS.

L'espèce la plus importante est la bruche *Caryedon fuscus* GOEZE, binôme qu'il faut préférer, selon APPERT (2), à *Pachymerus cassiae* GYLL anciennement utilisé par les auteurs français.

Cet insecte est indigène en Afrique occidentale ; c'est un parasite des Cesalpiniées adapté à l'arachide et ses dégâts sont souvent graves particulièrement au Sénégal.

Ce parasite est systématiquement étudié à Bambey de 1933 à 1935 par SAGOT et BOUFFIL (124), puis par BOUFFIL de 1938 à 1946, par RISBEC (122) en 1947 par LUZIAU (108) et en 1953-54 par APPERT (2).

Une description détaillée en est donnée par RISBEC et APPERT (ouvrages cités).

L'adulte ne provoque pas de dégâts. Les œufs déposés par la femelle sur les coques d'arachide donnent naissance, après huit à quinze jours, à une larve qui pénètre à l'intérieur de la graine. Après l'avoir presque complètement dévorée, elle perce un trou rond dans la coque, la nymphose peut avoir lieu dans la graine, le trou operculé est alors de 3 mm

de diamètre, ou à l'extérieur de la graine et le trou ne mesure que 1,5 mm de diamètre.

L'adulte vit de huit jours à un mois. Il peut y avoir six générations par mois.

Bouffil (rapp. 1936) montre que la bruche ne se développe pas dans la graine mise en terre et qu'on ne retrouve pas de graines bruchées à la récolte suivante.

L'influence sur l'insecte des conditions atmosphériques ambiantes est précisée par Appert.

Une température de 10°C avec 80 % d'humidité supprime toute activité de l'insecte qui ne meurt pas, à 5°C seulement 25 % d'entre eux survivent, à 40°C aucun ne survit. La ponte est inhibée par les faibles hygrométries 20 %, les faibles températures jusqu'à 27°C et les températures supérieures à 33°C. Les conditions optimales à son développement se situent entre 25°C et 32°C et une hygrométrie d'environ 50 %.

La multiplication est telle que l'on considère qu'un secco infesté au départ par mille bruches pourrait accuser à la fin de la période de stockage une perte de 1.250 kg d'arachides.

L'expérimentation conduite par Appert montre que huit à neuf bruches peuvent accomplir un cycle complet avec une seule gousse d'arachide, au delà la concurrence élimine une partie des larves.

Quatre espèces *Aphanus sordidus* Fabr., *A. apicalis* Dall., *Dicuches armipes* Fab., *D. palruelis* Stal., dont la première est de beaucoup la plus importante, constituent les « wangs ». L'adulte mesure de 1 à 1,5 cm, il est de couleur gris-brun et porte sur les ailes supérieures un point noir.

Les larves sont jaune orangé, leur cycle évolutif, les conduisant au stade adulte, demande deux mois.

Il n'est pas spécifique de l'arachide, mais apparaît, dans les champs où elle est cultivée, à la récolte, il attaque les gousses pendant leur séchage sur le champ et est transporté dans les stocks.

L'insecte perce la coque de l'arachide et consomme l'amande ; dans un lot attaqué la densité apparente qui est de 0,35 à 0,37, dans un lot sain elle tombe à 0,28.

Le poids de cent gousses diminue de 81-87 g à 65 g, tandis que le pourcentage de coque augmente.

Bouffil montre en 1932 (rapport techn.) par des élevages *in vitro* en présence d'arachides, que l'insecte meurt en peu de jours, s'il ne dispose pas d'eau ; en présence d'eau au contraire il se développe et se multiplie.

L'hygrotropisme positif des wangs permet de lutter contre lui en disposant près des stocks des pièges constitués de paille humide que l'on détruit journellement. Pour détruire les pontes, on peut incorporer au sol de l'aire de stockage, un insecticide à base d'HCH.

Epheslia caulella Walk.

Pyrale de 15 mm de long, dont on rencontre l'adulte sur les tas d'arachides emmagasinées, les pontes ont lieu sur les coques, les jeunes chenilles pénètrent dans les gousses fendues ou brisées et s'alimentent aux dépens de la graine.

Corcyra cephalonica Staint.

Pyrale de 12 mm de long, cosmopolite qui occasionne sur arachide des dégâts semblables à ceux de la précédente.

Diverses autres espèces cosmopolites des magasins se rencontrent dans les stocks d'arachide.

V. Maladies à virus

1) Rosette de l'arachide.

La rosette de l'arachide est signalée pour la première fois au Sénégal par Rambert et Segala en 1925 (117).

Bouffil (19), qui est également témoin d'une attaque importante en 1929 et 1930, la décrit en la distinguant d'une autre maladie, le clump.

La rosette, appelée « Guerté gana » arachide lépreuse, au Sénégal, se manifeste par une attaque toujours périphérique. Les extrémités des tiges donnant des feuilles claires chlorotiques avec des plaques vert foncé, le limbe se rétrécit et provoque un gaufrage, après s'être manifestée sur les portions terminales des tiges, la maladie envahit progressivement la plante entière. L'attaque sur les gousses se manifeste par l'apparition d'une cicatrice en forme d'étoile (38), particulièrement observée lors des attaques en 1936 et 1952.

Au début, la rosette atteint des pieds isolés, mais, par la suite, elle s'étend aux pieds environnants en tache d'huile.

Sauger et Cathérinet (142) apporteront plus tard (1952) quelques précisions sur le développement de la maladie. Ils montrent que la rosette attaque plus tôt et plus rapidement les rameaux secondaires que la tige principale. Il n'y a jamais régression de la maladie et son développement comporte quatre phases :

incubation dix à vingt jours,

progression rapide pendant dix à quinze jours tant en nombre de pieds atteints qu'à l'intérieur d'un même pied,

progression lente pendant une vingtaine de jours, la maladie s'étend à la totalité des pieds et des organes végétatifs,

stabilisation pendant laquelle l'infestation est générale.

Examinant des plants malades, Bouffil trouve sur les feuilles des pucerons de trois types : larves adultes non ailés, adultes ailés, la détermination de ces pucerons par le Muséum d'Histoire Naturelle montre qu'il s'agit d'*Aphis laburni* *.

Les premières expérimentations sur la rosette sont faites à Bambey par Bouffil (19). Le puceron transporté sur des plants sains leur communiquent rapidement la maladie.

Des essais d'infection artificielle avec du broyat de puceron demeurent sans résultat, mais le boutturage de tiges malades protégées d'infection nouvelle donnent naissance à des plantes entièrement malades. Enfin, la maladie n'est pas transmise par la graine.

Etude de la résistance de certaines lignées à la rosette.

A la suite d'une attaque de rosette en 1952 particulièrement sévère, quelques lignées se sont révélées indemnes ou peu atteintes (142).

Le système de cotation du degré d'attaque permet de classer les lignées en fonction de leur résistance. Toutes les lignées de Bambey ont été cotées ; leur degré de sensibilité se situe en général entre 3 et 4, mais onze lignées avaient un indice voisin de zéro.

* Signalons que cette maladie est transmise en Gambie britannique également par *Cicadulina arachidis* et *C. similis*.

Des essais d'infection par puceron sur deux lignées jusque-là indemnes n'ont pas réussi à leur transmettre la maladie.

Au cours de 1933 (129) les onze lignées résistantes et deux témoins sensibles sont étudiés attentivement selon deux méthodes :

1) par infection naturelle favorisée par des semis échelonnés de plus en plus tardifs,

2) par infection artificielle par greffage.

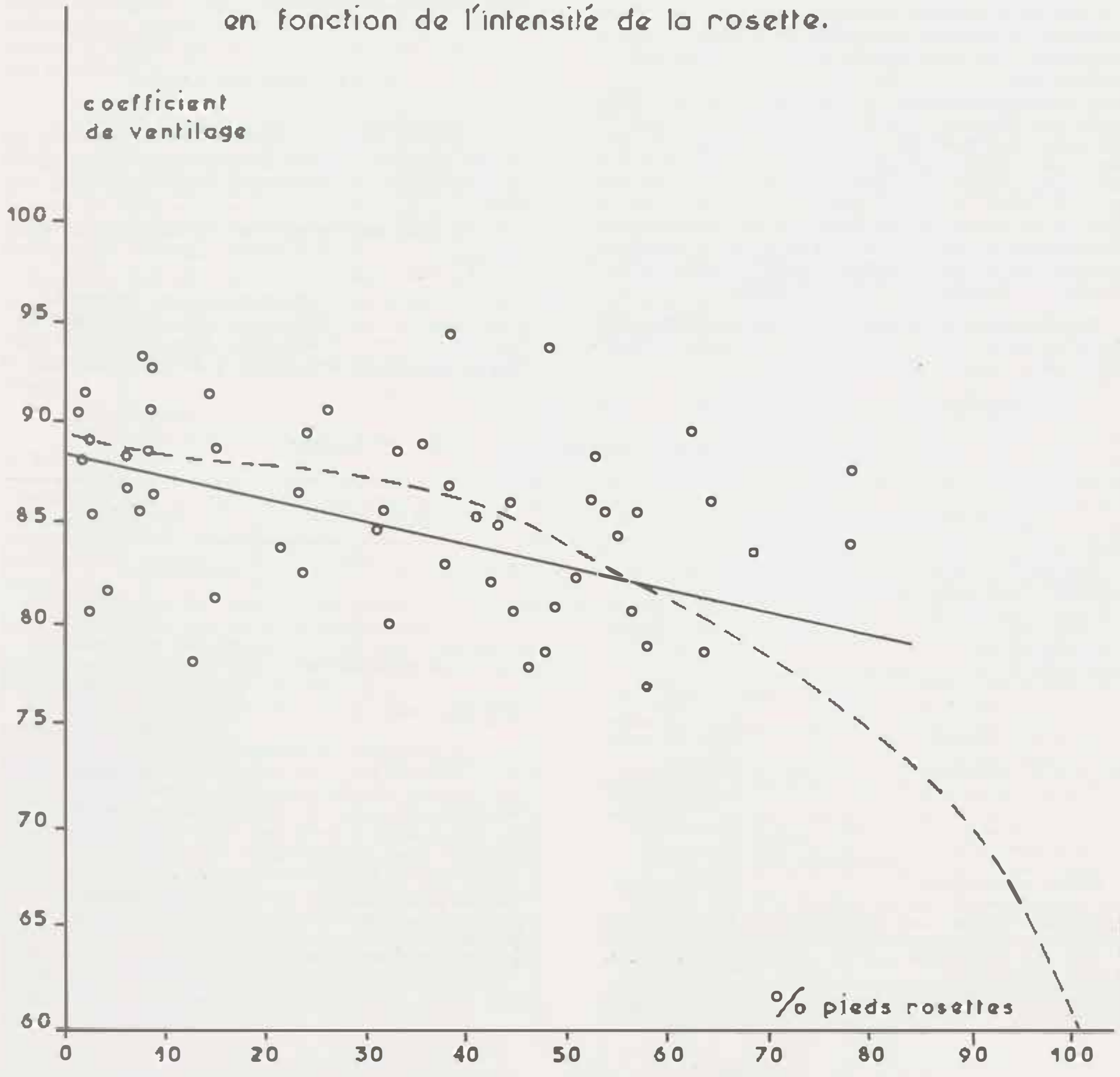
Dans les essais d'infection naturelle, les comptages de plants malades à diverses époques montrent généralement une étroite corrélation entre la précocité de l'attaque et les cotations élevées à la récolte.

Certaines observations tendent à montrer que les plants attaqués jeunes opposent moins de résistance à la maladie, qui se développe alors plus vite que sur des plants attaqués plus tardivement. Cependant les conditions écologiques paraissent avoir une influence sur la rapidité de développement de la maladie.

Le greffage en fente par approche, les plants étant protégés d'infections nouvelles par un insecticide systémique, montre la transmissibilité du virus par ce procédé à une variété sensible. Les variétés s'étant montrées résistantes demeurent résistantes au même degré qu'avec infection naturelle.

Parmi les lignées résistantes, la 48-34 l'est à un moindre degré que les autres. Le pourcentage de ses pieds atteints ne dépasse cependant jamais 10 %, mais certains des pieds malades sont complètement infectés. Deux explications sont possibles : l'existence de deux races de virus, les lignées résistantes ne le seraient que pour la race la plus fréquente à

RENDEMENT au VENTILAGE
en fonction de l'intensité de la rosette.



Bambey, ou l'existence chez la plante d'un seuil de sensibilité très bas pour les lignées sensibles mais qui, une fois atteint chez les résistantes permettrait l'infection généralisée.

Les expériences de greffage montrent que si le virus est bien véhiculé par la sève, celle-ci ne véhicule pas les principes de résistance qui doivent être inhérents aux tissus, les greffons résistants demeurent indemnes sur pieds atteints lorsqu'ils sont séparés de leur plant d'origine.

Aucune liaison génétique n'est observée entre le type variétal et la résistance.

2) Effet de la rosette sur les rendements.

On observe une corrélation étroite entre le rendement par pied et le degré d'attaque indépendante de la date de semis.

D'autre part, une corrélation est également observée entre le degré d'attaque et le coefficient de maturité des gousses, celui-ci diminuant lorsque le degré d'attaque augmente.

Cependant celui-ci n'est pas la seule cause de la baisse de rendement. La baisse de rendement étant beaucoup plus forte que la baisse du coefficient de maturation.

A cette observation, il convient d'ajouter celles faites par Tardieu (143) étudiant le processus de floraison de l'arachide. Cet auteur remarque que, pour des degrés d'attaque de rosette inférieurs à la cotation 3, la floraison subit une dépression et que la production n'est que faiblement réduite (86 % de celle du témoin), par contre on observe une production de fleurs exagérée, 111 % de la floraison normale pour des attaques cotant 4 mais la production de gousses est réduite à néant.

Tourte et Fauché (163) étudient l'influence des densités de semis et des engrais sur le développement de la rosette. Ils remarquent :

1) Que l'attaque de rosette est d'autant plus forte que la densité de semis est plus faible, la courbe tend à prendre une allure en forme de S pour des écartements de semis très grands, le pourcentage des pieds atteints tendrait à se stabiliser.

2) Une interaction très hautement significative de la densité de semis et de la dose d'engrais en ce qui concerne l'intensité de l'attaque. Cette interaction ne se manifeste d'ailleurs pas dans le même sens pour les diverses densités. Les apports de 150 kg/ha d'engrais ont tendance à diminuer l'attaque seulement aux fortes densités.

L'étude de la corrélation entre le pourcentage de pieds rosettés et la proportion de gousses vides donnée par le coefficient de ventilage montre une corrélation linéaire hautement significative; la proportion de gousses vides augmentant en fonction du nombre de pieds malades.

Les points se répartissent de manière à suggérer une corrélation curvilique de forme elliptique (Graphique p. précédente).

VI. Adventices des cultures

Les principales adventices rencontrées dans les cultures d'arachide sont rappelées par Nicou (113) (détermination de Merlier) dans le tableau suivant.

Parmi ces mauvaises herbes les plus envahissantes sont *Cenchrus biflorus*, *Cyperus rotundus* et *Cassia obtusifolia*.

La première ou cram-cram est une Graminée qui affectionne les sols sableux ou sablo-argileux et plus particulièrement les sols Dior, Il se développe rapidement au début des pluies, il fructifie très tôt et

Les principales adventices de la région de Bambey

Principales adventices	Famille	Classe de sols préférés	Zone
Alysicarpus vaginalis	Papilionacées	Tous sols	Soudanienne
Borreria verticillata	Rubiacées	»	»
Cassia obtusifolia	Cesalpiniacées	»	»
Cassia Tora	Cesalpiniacées	»	»
Celosia trigyna	Amaranthacées	Argileux	Soudano-guinéenne
Cenchrus biflorus	Graminées	Sableux et sablo-argileux	Sahelo-soudanienne
Centaurea Perrottetii	Composées	»	Soudano-sahelienne
Ceratotheca sesamoides	Pedaliacées	Sableux	Sahelo-soudanienne
Chrozophora senegalensis	Euphorbiacées	Tous sols	Soudano-sahelienne
Commelina Forskalaei	Commelinacées	»	Soudano-sahelienne
Corchorus tridens	Tiliacées	Sableux	Soudanienne
Crotalaria Perrottetii	Papilionacées	»	Soudano-sahelienne
Crotalaria atrorubens	Papilionacées	»	Soudanienne
Cucumis melo var. *agrestis*	Cucurbitacées	Tous sols	Soudano-sahelienne
Cyperus rotundus	Cyperacées		
Fimbristylis exilis	Cyperacées	»	»
var. *senegalensis*	Cyperacées	»	»
Gisekia pharnaceoides	Molluginacées	»	Soudanienne
Hibiscus asper	Malvacées	Sableux à argilo-sableux	Soudano-sahelienne
Indigofera pilosa	Papilionacées	Pourtour des mares	»
Kyllinga squamulata	Cyperacées	Tous sols	»
Merremia angustifolia	Convolvulacées	Sableux à sablo-argileux	»
Mitracarpus scaber	Rubiacées	Tous sols	»
Phyllanthus pentandrus	Euphorbiacées		
Tephrosia bracteolata	Papilionacées		

prolifère par graine pendant toute la saison de culture.

Cyperus rotundus (Cypéracée) fructifie également abondamment mais ses graines ne germent pas, il se propage pendant la saison culturale par bourgeonnement et élongation successifs de rhizome ce qui rend sa destruction particulièrement malaisée.

Enfin *Cassia obtusifolia* est également très abondant surtout en sol sablo-argileux dek.

B. EXPÉRIMENTATION DES MOYENS DE LUTTE CONTRE LES MALADIES ET PARASITES DE L'ARACHIDE

Les maladies et parasites, revêtant une importance économique suffisante, ont donné lieu à diverses recherches sur les moyens de les combattre.

On examinera ici successivement la lutte : contre la cercosporiose, la lutte contre les cryptogames et insectes parasites des semences mises en terre, contre les insectes parasites des gousses en cours de maturation, contre les parasites des stocks, la lutte contre la rosette et la lutte contre les adventices des cultures.

I. LUTTE CONTRE LA CERCOSPORIOSE

JAUBERT (99-102) procède en 1951 et 1952 à plusieurs expérimentations visant à rechercher un moyen de lutte contre la cercosporiose et à déterminer son incidence sur les rendements de l'arachide.

En 1951, il étudie sur trois lignées :

28-204 hâtive dressée.
28-206 tardive dressée.
21-11 tardive rampante.

L'action de trois traitements fongicides en poudrage :

Sofril (soufre).

Sofril plus viricuivre (50 % de cuivre), dans la proportion 9-1.

Sofril plus cuprol (16 % de cuivre), dans la proportion 9-1 et trois séries de trois traitements séparées de quinze jours. La première commence à l'apparition des premières taches, les seconde et troisième la suivant avec un décalage de quinze jours.

Les poudrages, si suivis d'une pluie intervenant avant trente-six heures, sont recommencés.

L'attaque de *C. personnata* est plus précoce et son développement rapide sur les variétés dans l'ordre suivant : 28-204 ; 28-206 ; 24-11.

Seule 28-204 présente des taches dues aux deux espèces de *Cercospora*.

Sur la 28-204, les traitements (commencés avec un certain retard) ne montrent pas de différences significatives sur les rendements en gousses parcellaires ou par pied, mais ont une action significative sur le rendement par pied de l'ensemble dela plante ; les mélanges soufre-cuivre sont arithmétiquement supérieurs au soufre seul quela 28-206; le traitement première série, Sofril-cuprol diminue de façon significative le nombre de pieds à la récolte de 7 %, tandis que les traitements de deuxième série Sofril-cuprol et Sofril viricuivre l'augmentent de façon significative de respectivement 10 et 5 %.

Aucune action sur la mortalité des pieds n'est observée avec la 24-11.

Il semble que l'action nocive observée sur la 28-206 soit due à un vif ensoleillement après traitement.

L'action sur les rendements parcellaires est hautement significative avec Sofril et viricuivre qui procurent une augmentation de 17 % pour la première série et 12 % pour la seconde.

Les autres traitements n'ont pas d'action et la variété 24-11 ne voit pas ses rendements modifiés par les poudrages.

Les essais de 1952 sont perturbés par des pluies abondantes et fréquentes, une forte attaque de rosette et l'apparition d'une maladie bactérienne sur certaines parcelles ; ils ne donnent aucun résultat significatif, un seul résultat n'étant que probable montre une augmentation de rendement de 30 % sur la lignée 31-33 tardive rampante, avec un traitement au Sofril réalisé dans les conditions de la première série de traitement de l'année précédente.

L'ensemble de ces essais montre que les traitements, qui ont une influence significative, sont à peine rentables et que les conditions pluviométriques de Bambey et plus encore celles de Casamance, où la cercosporiose est plus grave, sont de nature à rendre très fréquemment tout traitement inefficace.

La culture en rangs jumelés serait légèrement favorable à la maladie, par contre d'autres techniques seraient de nature à en limiter l'importance : labours qui enterrent les débris végétaux, pouvant porter des spores, binage, culture sur billons, buttage, rideau de mil limitant les transports de spores par le vent. Enfin la lutte génétique peut être envisagée.

Des observations faites par JAUBERT sur le délai d'éclatement de l'infection, il résulte que quelques lignées introduites d'Amérique du Sud apparaissent en 1951 susceptibles de retarder cet éclatement jusqu'à une centaine de jours.

Dix lignées sont étudiées à ce point de vue en 1955 et 1956.

II. DÉSINFECTION DES SEMENCES

La désinfection des semences a donné lieu à de très nombreuses expérimentations en raison des accroissements de rendement que cette technique est susceptible d'apporter, donc de son intérêt économique et aussi du fait que, chaque année, de nouveaux fongicides et insecticides, dont il faut étudier les effets, sont présentés par les fabricants.

La première étude de ce genre est entreprise à Bambey par COLENO (69) en 1948.

Elle porte sur l'action de trois fongicides :

α) non commercialisée et de composition non connue (non toxique),

β) organomercurique (150 g par quintal),

γ) à base de chlorure cuprique (200 g par quintal) et de trois insecticides :

HCH à 20 %,
DDT à 25 %,
paradichlorobenzène.

Les traitements fongicides ont surtout pour but d'obvier au développement des moisissures favorisées par les blessures faites aux graines lors du décorticage mécanique.

Des essais sont réalisés en laboratoire et en plein champ avec des semences saines, légèrement ou fortement blessées. Dans les essais de laboratoire,

les blessures sont réalisées artificiellement, dans ceux en plein champ, elles résultent de décorticage mécanique (faibles : décortiqueur familial, fortes : décortiqueur industriel).

On remarque que les traitements, et particulièrement le premier, déterminent une nette amélioration de la levée.

Des dégâts de iules ayant été constatés, on procède à des essais en laboratoire sur ce myriapode avec insecticide et fongicide, qui montrent d'une part sa grande résistance aux insecticides de contact mais l'effet répulsif presque égal du fongicide « que du paradichlorobenzène.

Un autre essai de traitement fongicide des semences mises en plein champ, réalisé par le même auteur, de façon à permettre une interprétation statistique, montre que le décorticage à la main ou à la machine familiale est significativement supérieur au décorticage industriel, et, de plus, que ces deux premiers sont, même sans traitement, supérieurs à ce dernier avec ou sans traitement, mais les semences décortiquées à la machine familiale traitées avec les poudres α) et β) et celles décortiquées à la main traitées avec la poudre α sont significativement supérieures aux semences décortiquées à la machine non traitées. Il n'y a pas différence entre les deux poudres (α et β).

Enfin avec les semences décortiquées industriellement, on observe des plus-values de 46 % et 31 % avec les poudres α et β respectivement.

En 1949, Tourte et Collot (158) procèdent d'abord à une étude *in vitro* des développements fongiques sur graines d'arachides placées dans une nacelle de gaze au-dessus d'un milieu nutritif, ils ont noté un développement mycélien important sur toutes les graines entraînant la perte de 50 % d'entre elles ; les graines qui se développent paraissent profiter d'une lutte intervenant entre plusieurs espèces de champignons.

Utilisant divers produits commerciaux dont quelques-uns sont constitués de mélange fongicide insecticide, ils procèdent à des essais de désinfection sur le terrain. La lignée choisie est, comme pour l'étude *in vitro*, la 28-206 dont la levée est plus aléatoire que pour certaines autres.

Un premier essai est réalisé en saison des pluies, les résultats sont résumés dans le tableau suivant : en % de pieds par rapport au témoin un mois après le semis.

Arasan	110 %
Sanigran	145 %
SAE 1.010	160 %
SAE 1.004	162 %

L'efficacité des SAE est statistiquement supérieure à celle d'Arasan et Sanigran, qui sont eux-mêmes cependant supérieurs au témoin.

Un deuxième essai destiné à déterminer la dose optimum du meilleur produit montre une accélération de la levée lorsque les doses augmentent de 1,5-3,6 % et un retard pour les doses plus fortes.

	Laboratoire % de graines germées								Champ % de graines levées		
	Germoir				Caissette						
	1	2	3	T	1	2	3	T	1	2	T
Graines saines	100	98	92	84	98	96	72	80	97	91	64
Légèrement blessées	98	94	92	86	94	68	60	80	86	64	78
Très blessées	98	96	94	70	64	64	64	42	76	63	48

Tous les traitements évoluent vers un nombre de pieds final, ne différant pas statistiquement entre eux, mais supérieurs de 40 à 80 % à celui du témoin.

On conclut à l'intérêt de la dose 9 ‰.

Un dernier essai, fait en saison sèche avec de nouveaux produits, donne les résultats non significatifs. Le Panogen, qui donne les meilleurs résultats arithmétiques, parait avoir au début un effet dépressif sur la levée, le pourcentage de pied par rapport au témoin s'améliorant constamment par la suite.

Ces essais sont repris en 1950 par Sauger et Trevenin (163) qui, considérant acquise la supériorité du SAE 1004, recherchent la meilleure dose à employer en fonction de la lignée d'arachide.

Trois variétés sont choisies : 24-11, 28-206, 46-65 et trois doses de fongicide : 1,5 ‰, 3 ‰, 6 ‰. Ils se proposent, en outre, d'étudier plus à fond l'incidence des traitements sur le rendement, qui constitue en définitive le seul critère important.

On conclut que la 24-11 d'une part ne présente pas de différence significative entre traitée et non traitée, d'autre part non traitée elle n'est pas différente des deux autres lignées avec le meilleur traitement.

La 28-206 non traitée est significativement inférieure à tous les autres traitements qui ne donnent pas de différence entre eux.

La 46-65 ne présente pas de différence significative entre traitée et non traitée.

Les témoins de 46-65 et 28-206 ne diffèrent pas, mais celui de 28-206 est significativement inférieur à celui de 24-11.

Le traitement à 1,5 ‰ de 46-65 est inférieur à ceux de 28-206 et de 24-11 qui ne diffèrent pas entre eux.

Le traitement à 3 ‰ sur 46-65 est inférieur à ce qu'il est sur 24-11 mais de ce traitement 24-11 et 28-206 ne diffèrent pas.

Les traitements à 6 ‰ ne diffèrent pas entre eux. L'intérêt des traitements de semences par fongicides varie suivant la variété utilisée.

La dose la plus faible pour des raisons économiques et par son action sur le nombre de pieds vivants à la récolte et sur le rendement paraît devoir être préférée.

Les études sont poursuivies et complétées en 1951 par P. JAUBERT (103) avec la lignée 28-206, qui s'était révélée plus sensible que les autres et de nouveaux produits présentés par des fabricants. Les produits essayés sont des poudres.

1) SAE 1069 composition inconnue (Rhône-Poulenc)

2) SF 1730 composition inconnue (Rhône-Poulenc)

3) SAE 1109 composition inconnue (Rhône-Poulenc)

4) SAE 1004 composition inconnue (Rhône-Poulenc)

5) Sanigran organomercurique (Rhône-Poulenc)

6) Arasan 50 % de bisulfure de tétraméthyléthylthiuram (Dupont)

7) Verisan organomercurique à 1,5 % (Pechiney Progil)

8) Gammoran organomercurique plus HCH (Procida ou CCM)

9) Mercoran organomercurique plus HCH (Procida ou CCM)

10) Biormone bisulfure de tétraméthyléthyl thiuram + accélérateur de croissance Sobiva.

On constate d'abord que toutes les poudres n'enrobent pas les graines de même façon malgré les précautions prises. Certaines sans doute en raison de l'humidité atmosphérique se mettent en grumeaux.

	Doses				
	1,5 °/₀₀	3 °/₀₀	6 °/₀₀	Témoin	Plus petite différence significative 0,05
24-11					
Rendements moyens par pied, g pour 100 pieds :					
gousses	1.450	1.513	1.458	1.541	413,08
graines	797	762	712,5	722	114,1
Rendements moyens à l'ha :					
gousses	1.229	1.347	1.269	1.286	84,7
graines	676	677	639	582,5	52,19
PPDS 0,05. Rt par pied :					
gousses	181,08				
graines					
28-206					
Rendements moyens par pied :					
gousses	1.848	1.760	1.677	1.826	413,08
graines	858	783	746	804	114,1
Rendements moyens à l'ha :					
gousses	1.402,5	1.314	1.033,5	1.221	84,7
graines	647,5	587	584	432	52,19
PPDS 0,05. Rt par pied :					
gousses					
graines					
46-65					
Rendements moyens par pied :					
gousses	1.402,5	1.417,5	1.477,5	1.468	413,08
graines	651	607	698	680	114,1
Rendements moyens à l'ha :					
gousses	1.115	1.096	1.020	1.163	84,7
graines	520	469	546	475	52,19
PPDS 0,05. Rt par pied :					
gousses	181,08	181,08	181,08	181,08	
graines	143,7	143,7	143,7	143,7	
PPDS 0,05. Rt à l'ha :					
gousses	135,77	135,77	135,77	135,77	
graines	103,38	103,38	103,38	103,38	

Les poudres 4) et 5) provoquent un retard à la levée, les autres améliorent la levée mais perdent de leur efficacité au cours de la végétation.

Dans tous les cas la proportion de levée a été faible, les observations ont montré que ce fait était dû :

à la disparition de graines emportées par les oiseaux (corbeaux);

à des attaques de *Penicillium glaucum* sur graine, principalement dans les témoins;

à des attaques d'*Aspergillus niger* sur l'hypocotyle et le collet à la fois dans les témoins et

les parcelles traitées quoiqu'en proportion moindre dans ces dernières;

enfin à des dégâts de myriapodes (iules) sur lesquels les fongicides ne paraissent pas efficaces.

	% de pieds récoltés par rapport au témoin	Rendement kg/ha		
	Traitement	Témoin	Traitement	
1	117	900	1.000	
2	107	1.000	1.000	
3	123	1.310	1.310	
4	115	1.790	1.820	
5	110	1.580	1.620	
6	122	1.320	1.330	
7	113	1.840	1.950	différences
8	117	1.460	1.560	significatives
9	117	1.610	1.720	
10	126	1.430	1.610	

Les améliorations apportées au rendement sont peu nettes en raison des conditions météorologiques favorables cette année-là à l'arachide.

En 1952, JAUBERT (100) tend à préciser la question de la date optimum de traitement, entre le moment où les arachides sont décortiquées et celui où elles sont semées, qui dépend de l'influence du temps de contact du produit, de l'action de l'humidité atmosphérique et de la perte d'efficacité du fongicide avec le temps.

Le fongicide choisi est Biormone à 2 ‰ qui avait prouvé ses qualités dans le précédent essai, la lignée est toujours 28-206 les traitements sont faits 34-21-15-9-1 jours avant le semis et le jour du semis. La date la plus précoce coïncide avec le décorticage.

Les essais ont eu à souffrir d'une forte attaque de rosette et de la maladie des gousses vides nouvellement observée.

Les résultats sont les suivants :

Nombre de jours avant le semis	% de levée par rapport au témoin	% de pieds récoltés par rapport au témoin	Rendements % du témoin	Rendements par pied	Hygrométrie au moment du traitement
34	98	106	111	57	76
21	95	104	95	64	50
15	102	110	106	51	80
9	94	103	91	53	75
1	104	110	110	56	100
0	98	103	101	60	93
			témoin	58	

Les traitements n'agissent pas significativement sur la levée, ils agissent par contre tous de façon significative sur le nombre de pieds récoltés, les traitements à quinze et à un jours avant le semis étant les meilleurs.

Un essai de 1952 (149) compare l'action des produits : Biormone arachide, Verisan, SF 1730 sur deux lignées 24-11 et 44-7.

Il ressort de cet essai que des augmentations des pourcentages de plants levés et de pieds récoltés de l'ordre de 7 à 8 % sont obtenues avec les traitements Biormone et Verisan seulement sur la lignée 44-7.

De plus, Biormone paraît agir plus favorablement sur les rendements de cette lignée que Verisan. Le traitement au SF 1730 est sans effet et la lignée 24-11 ne répond jamais de façon significative.

Il ne semble pas que la durée de contact ait une influence sur le nombre de pieds récoltés, cependant le traitement fait immédiatement avant le semis est défavorable.

En ce qui concerne le rendement par parcelle, les traitements à trente quatre et à un jours avant le semis sont très significativement supérieurs au témoin et le traitement à neuf jours lui est statistiquement inférieur, les autres n'en diffèrent pas.

Le rendement par pied ne montre pas d'influence des traitements, donc l'action hormonale n'est pas démontrée.

L'hygrométrie paraît sans incidence même si le produit a tendance à se rassembler en grumeaux.

Toujours en 1952, un autre essai est réalisé visant à comparer dans les conditions même d'emploi au Sénégal, divers produits.

1) Granosan M (paratoluène éthylmercurique anilide sulfone),

2) Arasan (bisulfite de tétramethylthiuram),

3) SF 1518 non commercialisé (Rhône Poulenc) créé spécialement pour l'arachide,

4) Verisan organomercurique.

Les doses employées sont 0 - 1,5 - 3 - 6 ‰, l'expérience ayant montré que les doses inférieures à 1,5 et supérieure à 6 ‰ ne sont pas utilisables avec les appareils couramment employés, le traitement est fait cinq jours avant le semis.

Le décorticage est réalisé avec un appareil de type familial qui occasionne quelques blessures aux semences.

On observe que le Granosan provoque un retard à la levée d'autant plus grand que la dose est plus forte.

L'Arasan au contraire, accélère la levée à la dose 1,5 ‰, mais plus faiblement à la dose 3 ‰ et pas du tout à 6 ‰.

Le SF 1518, à la dose 1,5 ‰ provoque une légère accélération de la levée, mais les autres doses un retard.

Le Verisan retarde au contraire la levée aux doses faibles et l'accélère à la dose 6 ‰.

Les rendements obtenus sont les suivants :

	Dose pour ‰	Production kg/ha	Nombre de pieds récoltés à l'ha
Granosan	1,5	1.520	69.300
	3	1.350	61.400*
	6	1.270*	56.400*
	témoin	1.430	68.300
Arasan	1,5	1.490	74.400*
	3	1.610	72.200
	6	1.480	72 200
	témoin	1.530	68 200
SF 1.518	1,5	1.580	72.700*
	3	1.440	67.300
	6	1.470	70.300
	témoin	1.470	66.300
Verisan	1,5	1.380	69.100
	3	1.460	66 900
	6	1.530*	72 200
	témoin	1.380	68.700

* Chiffres différents significativement du témoin.

Le Granosan 6 ‰ est seul à diminuer significativement le rendement et le nombre de pieds récoltés. Le Vérisan seul à 6 ‰ accroît les rendements de 10 % de façon significative.

On conclut donc à l'absence d'intérêt du Granosan, qui, comme d'autres fongicides expérimentés à Bambey, spécialement conçus pour les céréales, est parfaitement inadapté à l'arachide.

L'Arasan présente un intérêt, qui n'est pas démontré ici pour le rendement mais qui l'est pour le nombre de pieds récoltés, de plus il n'est pas toxique, SF 1518 est plus aléatoire, enfin le Vérisan est très efficace mais présente l'inconvénient d'être toxique.

Les essais de 1957-58-59 sont rapportés par Bouffil, Fauchie et Philippe (17).

Essai 1957.

Il met en comparaison, sous forme de blocs à 9 parcelles et 8 répétitions, les produits suivants :

1) Organomercurique 0,031 ‰ + dieldrine 0,50 ‰.
2) Thirame 1,8 ‰ + insecticide inconnu.
3) Carbonate de cuivre 1,5 ‰ + dieldrine 0,50 ‰.
4) Thirame 1 ‰ + lindane 0,40 ‰.
5) Thirame 1 ‰ dieldrin 0,50.
6) Thirame 1,75 ‰ + insecticide inconnu.
7) Carbonate de cuivre à 2 ‰.
8) Dieldrine 0,75 ‰.
9) Témoin.

Les résultats sont les suivants. Tous les produits contenant du Thirame sont bien placés. La dose 1 ‰ est aussi bonne que les plus fortes. On observe que ces produits n'agissent pas seulement sur les rendements en augmentant le nombre de pieds récoltés.

	Mortalité en cours de végétation	% de pieds à la récolte	Poids de gousses ventilées Rt/kg/ha	% Augmentation par rapport au témoin	Coefficient de ventilage
1)	2,4	81	1.119	61	90,6
2)	3,8	80	951	37	88,8
3)	14,8	58,7	809	16	86,6
4)	4,7	81,5	963	39	88,3
5)	5,2	74,7	1.065	53	90,4
6)	2,8	79	1.801	44	87,6
7)	15,3	59,5	777	12	89,5
8)	15	52	757	9	90,5
9)	11,1		695		82,6

Expérimentation 1958.

On met en comparaison sous forme de couples avec 8 répétitions.

1) Thirame 0,66 ‰ + heptachlore 0,6 ‰.
2) Organomercurique 0,031 ‰ + dieldrine 0,50 ‰.
3) Thirame 0,20 ‰ + dieldrine 1,50 ‰.
4) Thirame 1 ‰ + dieldrine 0,50 ‰.
5) Thirame 1 ‰ + lindane 0,40 ‰, traitement sec.
6) Thirame 1 ‰ + lindane 0,40 ‰ traitement humide.
7) Thirame 1 ‰ + gamma raffiné 0,40 ‰, traitement sec.
8) Thirame 1 ‰ + gamma raffiné 0,40 ‰ ; traitement humide.

Le Thirame est utilisé à la dose qui avait donné les meilleurs résultats en 1957 et à doses plus faibles.

	Mortalité en cours de végétation	% de pieds récoltés	Poids de gousses ventilées	% par rapport au témoin	Coefficient de ventilage
1)	9,7	88,7	985	41	92,9
2)	6	88	1.060	50,7	93
3)	5	92	1.070	28	95,2
4)	3,7	89,3	1.115	45,5	95,2
5)	16,8	82,7	875	17,8	
6)	13,7	85,4	940	29,7	93
7)	16,1	82,1	955	22	
8)	6,4	non différent du témoin			
9)	11,8				

Les meilleurs produits sont ceux à base de dieldrine et d'heptachlore. En ce qui concerne le thirame, sa dose paraît être sans importance.

On recherchera dans les essais ultérieurs, les effets propres des meilleurs fongicides et des meilleurs insecticides, ainsi que des produits nouveaux employés, seuls, ainsi que les interactions qui pourraient manifester les mélanges.

Essai 1959.

Dans un premier essai, on compare l'action à des doses croissantes 0-0,25-0,50-1 ‰ d'un fongicide (thirame) seul ou combiné avec des insecticides.

Insecticide : aldrine 0,25 et 0,50 ‰.
Insecticide : lindane 0,25 et 0,50 ‰.
Heptachlore 0,50 ‰.

Le dispositif est celui des blocs subdivisés avec 8 répétitions.

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-après.

α) On remarque que le coefficient de mortalité, qui est le rapport du nombre de pieds morts en cours de végétation au nombre maximum de pieds observés, est significativement diminué par les traitements contenant du thirame par rapport à ceux qui n'en contiennent pas d'une part, et d'autre part, par ceux contenant de l'aldrine à 0,50 qui est supérieur à tous les autres traitements contenant des insecticides ; en outre les traitements avec heptachlore 0,50 et aldrine 0,25 sont supérieurs seulement aux traitements avec lindane 0,50.

β) Le pourcentage de pieds récoltés par rapport au témoin est statistiquement amélioré par les traitements au thirame et par tous les traitements insecticides, mais, parmi ces derniers, aldrine 0,50 est significativement supérieur à tous les autres sauf à l'aldrine 0,25.

On observe en outre, ici une interaction significative favorable fongicide × insecticide.

γ) Les traitements insecticides ont une action favorable en diminuant significativement le nombre de gousses restées en terre.

δ) Si le rendement n'est pas amélioré par le fongicide, il l'est de façon très significative par l'aldrine 0,50, l'heptachlore et l'aldrine 0,25, les deux premiers étant statistiquement supérieurs au lindane 0,50 et 0,25 et à l'aldrine 0,25.

ε) Le poids moyen par pied est influencé par les mêmes traitements que le rendement parcellaire.

ζ) Le nombre de pieds desséchés à la récolte est diminué statistiquement par aldrine 0,50, hep-

		Coefficient de mortalité	% nombre de pieds récoltés par rapport au témoin	% de gousses restées en terre	Rendement kg/ha gousses après ventilage + graines restées en terre	Rendement moyen par pied en g après ventilage	% de pieds desséchés par rapport au nombre de pieds récoltés	Coefficient de ventilage
Thirame	0	11,8	100	17,1	1.041	17,9	15,7	89
	0,25	4,7	116	21,2	1.115	17,1	17,1	87,4
	0,50	5,2	117	19	1.116	17,2	15,6	88,3
	1	4,4	118	19,5	1.105	16,1	14,4	88,4
Aldrine	0,25	12,0	107	13,8	1.152	18,7	13,4	88
	0,50	8,9	109	15,1	1.235	19,1	13	91
Lindane	0,25	14,2	102	17,1	1.030	17,7	14,3	87,5
	0,50	15,3	98	18,1	965	17,2	18,3	86,4
Heptachlore	0,50	15,8	98	17,9	1.227	21,4	14,8	91,6
Thirame	0,25 +							
Aldrine	0,25	4,3	123	14,6	1.248	17,5	12	89,7
»	0,50	3,1	124	13,6	1.350	18,8	10,8	92,2
Lindane	0,25	4,8	117	16,2	1.089	15,8	15,0	89,6
»	0,50	5,1	121	17,2	1.119	16	17,1	88,4
Heptachlore		2,7	121	15,7	1.366	19,5	9	93,3
Thirame	0,50							
Aldrine	0,25	3,6	124	13,1	1.236	17,1	10,2	89,5
»	0,50	3,1	123	14,4	1.405	19,6	8,7	92,4
Lindane	0,25	4,1	121	19,1	1.219	17,3	13,3	89,8
»	0,50	5,4	121	13,6	1.098	15,6	12,7	88,3
Heptachlore		3,1	122	12,7	1.319	18,6	8,6	93,5
Thirame 1								
Aldrine	0,25	5,1	118	18,6	1.210	17,7	10,9	90,8
»	0,50	3,1	124	14,6	1.296	18,1	9,2	91,3
Lindane	0,25	3,4	125	17,8	1.083	15	13,6	87,8
»	0,50	5,7	121	21,2	1.063	15,1	17,8	86,4
Heptachlore		2,7	121	15,3	1.331	18,9	10,4	92,8
PPDS								
0,05		1,18	5,05	5,13	55,22	1,18	1,98	1,38
0,01		1,96	6,67		72,98	1,56	2,617	1,82
0,001		2,53	8,60		94,07	2,01	3,375	2,36

	Coefficient de maturité	Nombre de pieds récoltés	% de gousses restées en terre	Rendement en kg/ha après ventilage	Rendement par pied après ventilage	% de pieds desséchés	Coefficient de ventilage (élimination des gousses légères)
1	6,3	225,7	20,2	1.212	18	13,5	87,8
2	8,1	193,7	22,7	1.304	23,1	12,63	89,5
3	8,4	198,1	24,1	1.255	21,3	15,01	90,5
4	11,2	177,9	24,4	1.143	21,8	18,11	87,6
5	7	220,3	23,6	1.252	19,2	15,23	88,4
6	14,8	160	13,5	1.485	31,6	12,23	92,4
7	12,1	170	14,3	1.367	27,7	9,44	92,7
8	14,1	161,4	26,1	1.209	25,5	22,80	90,5
9	13,5	163,9	20,9	1.280	26,6	12,67	89,3
10	12,8	166,3	16,8	1.274	25,9	11,47	89,5
11	17,5	167,3	33,4	1.047	21,4	18,33	88,2
12	23,3	153,6	24,0	957	20,4	23,20	85,2
13	5,1	222,9	11,0	1.656	25,1	4,71	93,6
14	3,5	239,1	16,4	1.514	21,7	7,83	92,8
15	2,5	234,9	11,9	1.546	22,2	6,81	92,8
16	8,2	213,9	24,1	1.326	20,8	14,33	91,5
17	5,2	226,9	22,4	1.288	19,1	14,73	91,6
18	5,5	222,1	12,6	1.456	22,0	9,94	91,7
19	5,5	227,5	17,4	1.362	20,1	8,56	91,5
20	13	156,6	22,3	1.122	24,1	15,63	87,8
PPDS							
0,05	4,23	16,6	8,3	198	3,6	5,70	2,8
0,01	5,59	22	10,9	262	4,7	7,53	3,8
0,001	7,20	28,3	14,1	338	6,1	9,71	4,8

tachlore 0,50, aldrine 0,25, ces traitements étant supérieurs à ceux avec lindane.

γ) Enfin le coefficient de ventilage qui est corrélatif du bon remplissage des gousses est significativement amélioré par heptachlore 0,50 et aldrine 0,50 qui sont eux-mêmes supérieurs aux traitements avec lindane et aldrine 0,25.

Les mélanges les plus efficaces sont ici ceux avec aldrine ou heptachlore, le meilleur est : thirame 0,50 et aldrine 0,50 qui donnent une plus-value de 33 % par rapport au témoin.

On note que les mélanges avec lindane sont assez mauvais, celui contenant thirame 1 ‰ et lindane 0,50, est même inférieur au témoin, alors que, dans les expérimentations précédentes, des traitements voisins (thirame 1 ‰ et lindane 0,40), qui n'étaient pas les meilleurs, donnaient cependant des augmentations de rendement de 18 à 53 %. Cette observation, faite dans des conditions climatiques particulières (longue période de sécheresse), incitera à modifier la politique de vulgarisation de ce traitement.

Dans un deuxième essai sous forme de blocs à sept répétitions, on teste divers fongicides, insecticides ou leur mélange, la plupart de ces produits est généralement fournie par des fabricants qui en demandent l'expérimentation.

Fongicides	1)	thirame	0,5 ‰
	2)	quinoléate 15	0,5 ‰
	3)	quinoléate 15	2 ‰
	4)	A-727 Geigy	0,5
	5)	—	2,5
	6)	dieldrine	1 ‰
	7)	aldrine	1
	8)	lindane	2
Insecticides	9)	heptachlore	0,25
	10)	—	1
	11)	VT 2161 Rhône Poulenc	5 ‰
	12)	— —	10
	13)	thirame 0,10 dieldrine	0,75
	14)	— 0,50 —	0,25
	15)	— 0,50 —	0,50
Mélanges	16)	— 0,125 aldrine	0,125
	17)	— 0,125 —	0,25
	18)	— 0,20 —	0,40
	19)	organomercurique 3 ‰ heptachlore	0,4
	20)	témoin	

On ne remarque encore ici aucune action significative de fongicides sur les rendements par rapport au témoin, les nouveaux fongicides essayés: quinolate 15 et A 727 Geigy, ont une action analogue au thirame.

Par contre, parmi les insecticides, sont très efficaces l'aldrine et la dieldrine, celui-ci donnant des rendements significativement supérieurs à ceux obtenus avec l'heptachlore et le lindane ; le VT 2161 donne des résultats particulièrement mauvais.

Les mélanges fongicides insecticides donnent presque tous des rendements significativement supérieurs à ceux du témoin ; les doses très faibles de thirame et d'aldrine donnent les moins bons résultats. Le mélange organomercurique heptachlore lui est de peu supérieur.

Le meilleur mélange est thirame 0,10, dieldrine 0,75, qui donne une augmentation de rendement par rapport au témoin de 158 %.

Pour conclure cette série d'essais, on retiendra l'effet favorable des fongicides (thirame particulièrement) sur la levée, l'efficacité de certains insecticides (aldrine, dieldrine, heptachlore) sur la protection des plants au cours de la végétation.

On rappellera, en outre, ici l'expérimentation désinfection des semences × dates de semis citée au chap. précédent.

Appert (5) observe que les faibles pluies, survenant dans des périodes de sécheresse longues en début de végétation, favorisent le développement des champignons, principalement *Aspergillus niger* sur les graines, ce fait explique l'action favorable des fongicides sur la levée, par la suite au cours de la maturation de graines, c'est principalement un termite (*Eutermes parvulus*) qui occasionne des dégâts, se nourrissant de la pulpe sucrée des gousses, mais allant chercher dans la graine l'humidité dont il a besoin, au cas où une période sèche apparait précocement ; ainsi s'explique l'action déterminante sur les rendements des insecticides à forte rémanence.

Il est intéressant de comparer à ce sujet les accroissements de rendements obtenus au cours des essais de 1957 à 1959 par la désinfection au mélange thirame lindane déjà vulgarisé au Sénégal et par la désinfection au mélange thirame + dieldrine.

	1957	1958	1959
thirame + lindane ...	39 %	30 %	17 %
thirame + dieldrine ..	39 %	18 %	48 %

La comparaison au CRA en 1959 d'un traitement ogranomercurique au traitement thiraune-dieldrine en grande culture, montre, avec ce dernier traitement, des rendements accrus de 66 % par rapport à l'autre.

Cet accroissement est notamment dû au fait que le dessèchement des pieds a été retardé par le traitement, qui a permis de récolter à cent trente jours de végétation au lieu de cent vingt, la proportion de graines parfaitement mûres (non ridées) est également plus élevée.

Cette série d'essais conduit à préconiser les formules :

Thirame 25 % + dieldrine 25 % ..... à 2 ‰
» + heptachlore 25 % ..... à 2 ‰
» + aldrine 15 % ..... à 2 ‰

qui ne seront départagées que par des considérations économiques.

3) Expérimentation extérieure au Sénégal.

a) Ina (Dahomey).

Les essais ont lieu en 1958 et 1959.

Les produits utilisés sont : mélange thirame + lindane à 2 ‰, dieldrex A (contenant un organomercurique) remplacé dans les derniers essais par le mélange thirame + dieldrine à 1,5 ‰ en raison de sa toxicité.

L'influence de traitement testée sur semis précoce et semis tardifs. Sur les premiers, les traitements augmentent significativement le nombre de pieds récoltés mais n'agissent pas à ce point de vue sur les seconds.

Le rendement est surtout influencé par le facteur date de semis (augmentation de 30 à 40 % avec les semis précoces), l'action des traitements n'est significative qu'en 1958 donnant une plus-value de l'ordre de 20 %.

Les traitements étudiés ne diffèrent pas entre eux.

b) Farako Ba (Haute-Volta) 1958-59 (rapport Bambey, Haute-Volta).

On compare les traitements thirame + lindane 2 ‰ et dieldrex A 2 ‰. avec semis tardifs et semis précoces.

En 1958, on constate seulement une supériorité des semis précoces sur les semis tardifs, la levée ayant été excellente partout.

En 1959, bien que les conditions pluviométriques aient été plus favorables aux semis tardifs, dont la levée a été meilleure, on constate une supériorité importante des rendements avec les semis précoces.

Les traitements n'agissent efficacement que sur ceux-ci. Les deux produits ont une efficacité voisine mais le dieldrex B semblerait améliorer la qualité de la récolte, augmentation du pourcentage de graines de semences et amélioration du rendement au décorticage, alors que le mélange thirame + lindane diminuerait le pourcentage de graines de semences.

Les augmentations de rendements dues aux traitements, de l'ordre de 11 %, sont relativement faibles et bien que l'interaction date de semis × traitement ne soit pas significative, ceux-ci ne paraissent intéressants que pour des semis réalisés dans de mauvaises conditions climatiques.

c) Tarna (Niger, 1958).

Au cours d'un essai mettant en comparaison différentes dates de décorticage et différents modes de conservation des semences jusqu'au semis sans signification sur ces points, certains lots de semences étaient traités au dieldrex qui, dans des conditions de semis défavorables, a quadruplé les rendements. D'autres essais effectués avec fernasan (TMDT) plus lindane et dieldrex montrent généralement la supériorité du premier traitement.

III. LUTTE CONTRE LES INSECTES PARASITES DES GOUSSES EN COURS DE MATURATION

On a vu que le principal parasite des gousses sont les termites. Divers traitements ont été expérimentés en 1951 par APPERT (3).

Il s'agit des insecticides suivants appliqués sur le sol soixante jours après les semis.

1) HCH 12 %	50 kg/ha	épandage sur le sol
2) TTC 12 %	50 »	
3) Chlordane	50 »	et
4) Lindane	50 »	
5) Cyanamide	50 »	incorporation par
6) »	100 »	binages
7) »	50 »	épandage dans un
8) »	100 »	sillon au milieu
9) SNP	50 »	de l'interligne.

Les traitements 1) 2) 9) sont significativement supérieurs au témoin quant à la diminution du nombre de gousses percées.

Le rapport, du nombre de gousses superficiellement attaquées au nombre total de gousses attaquées, fait apparaître une supériorité surtout du lindane et de la cyanamide à 100 kg/ha.

Des études de la toxicité pour *Eutermes parvulus* de divers échantillons de terre, prélevés à différentes profondeurs des parcelles traitées, montrent qu'il n'y a plus de toxicité au-dessous de 10 cm de profondeur sauf avec la cyanamide à 100 kg/ha placée dans un sillon, d'autre part les traitements au chlordane et au lindane perdent rapidement leur pouvoir toxique.

En définitive, si les circonstances l'exigeaient, le traitement le plus efficace serait celui à base de cyanamide à 100 kg/ha.

BOUYER montre que les traitements n'ont pas d'action nocive sur l'activité microbiologique du sol. Les traitements 1-5-7,8 activent légèrement les *Azotobacter* et diminuent légèrement la cellulolyse tandis que les traitements 2-3-6 ont un léger effet inverse.

IV. LUTTE CONTRE LES INSECTES DES STOCKS

Les premières recherches sur les moyens de lutte contre les parasites des arachides en stocks sont conduites en 1955 par SAGOT et BOUFFIL (124).

Ces auteurs expérimentent :

La conservation hermétique en bonbonnes ou en fûts, qui est efficace sur l'insecte rapidement asphyxié, mais qui diminue la faculté germinative des semences.

Le sulfure de carbone à raison de 200 cm³ par m³ permet une désinfection parfaite mais nécessite des installations étanches et ne protège pas d'une réinfestation.

Le pétrole émulsionné est très actif.

Le paradichlorobenzène ne tue l'adulte que lentement mais inhibe sa reproduction.

L'anhydride sulfureux et le tétrachlorure de carbone sont insuffisants.

En 1957 (rapport technique) on expérimente *in vitro* les insecticides suivants employés à 1 % de la quantité de graines traitées sur bruches : cérotone, agritox, rothénone, dorypoudre, nicopoudre, nicotine activée, dorynone, roténox et N'Diandam (poudre de *Boscia senegalensis* considérée comme insectifuge).

Le N'Diandam se révèle sans aucun effet ; tous les autres produits sont assez actifs sauf les poudres à base de nicotine qui le sont moins.

LUZIAU (108) étudie en conserve de verre, l'effet du DDT 1 %, 5 % du calandrol nicotine. Le DDT 1 % donne une excellente protection qui ne surpasse pas le DDT 5 %, la nicotine a une action nulle et de plus néfaste sur la faculté germinative.

D'autres essais en cages grillagées, donnent des résultats semblables mais un peu moins nets. De plus le gesarol 1 % et le Geigy 1 %, essayés en outre, se montrent pour le premier sans effet et pour le second peu efficace.

Les insecticides modernes sont ensuite étudiés par APPERT (2). Cet A. cherche à déterminer les meilleures doses d'emploi et la rémanence de neuf insecticides :

DDT à 5 % ; DDT 10 % ; HCH 8 % ; HCH 25 % ; lindane 0,6 % ; TTC 7 % ; SNP 0,8 % ; aldrine 2,5 % ; dieldrine 2,5 %.

Parmi les doses 5 ‰, 1 ‰ et 0,5 ‰ de gousses, la première assure pour tous les produits une destruction complète des bruches. Celles-ci ne sont détruites à 100 % avec la dose 1 ‰ qu'avec le lindane 0,6 % et la dieldrine 2,5 %, le SNP et l'HCH 25 % venant ensuite avec respectivement 99 et 98 % de destruction.

Les essais de rémanence donnent la préférence au lindane 0,6 %, au SNP à 0,8 % et à la dieldrine 2,5 % qui détruisent respectivement 79, 88 et 73 % des insectes placés sur les gousses cent cinquante jours après leur traitement.

Etude de la rémanence des insecticides organiques

Des études visant à déterminer la rémanence de trois insecticides organiques ; DDT 5 % ; HCH 12 % et SNP 0,8 % sont effectuées par APPERT (4) en 1950-51.

Il étudie, à température constante 29,3° C, l'influence de la lumière et de l'humidité sur cette rémanence.

L'insecte servant aux tests est *Tribolium confusum.*

Des boîtes de Petri sur lesquelles on dépose un film de l'insecticide testé de trois épaisseurs différentes, réalisées par évaporation de solutions acétoniques de concentration, différentes, reçoivent des insectes à intervalle variant de deux à cent quatre-vingt jours et sont placées, à l'obscurité ou à la lumière du laboratoire, avec des hygromètres de 90 ± 10 % et 35 ± 10 %.

Les observations sur le nombre total d'insectes morts dans les divers traitements montrent que la plus forte rémanence est obtenue pour les trois produits en atmosphère sèche et à l'obscurité. Le DDT n'a une pleine action qu'au bout de trente-six heures mais la conserve avec le film d'épaisseur moyenne pendant cinq mois et celle-ci n'est diminuée que de 50 % à la même date avec la plus faible quantité de produit.

Le SNP a une action plus rapide, mortalité complète au bout de six heures mais n'a une rémanence comparable à celle du DDT que pendant deux semaines.

L'HCH a une rapidité d'action comparable au DDT, mais voit son action diminuer très rapidement avec le temps.

Enfin, le SNP paraît être plus sensible à la lumière et l'HCH à l'humidité.

Ces diverses observations permettent donc de choisir le meilleur insecticide en fonction des conditions d'utilisation.

V. ÉTUDE DES MOYENS DE LUTTE CONTRE LA ROSETTE

1) Insecticides

BOUFFIL (19) essaie en 1933 des traitements insecticides à base de pétrole ou d'huile pour la destruction d'*Aphis laburni.* Les traitements montrent une certaine efficacité surtout ceux à base de pétrole.

APPERT (6-7-11) observe que les insecticides classiques, lorsqu'ils ne sont pas sélectifs, comme l'étaient pour les pucerons ceux à base de nicotine, détruisent l'équilibre biologique entre l'insecte prédateur et ses ennemis entomophages au profit des premiers qui existent en plus grand nombre et sont souvent protégés sous les feuilles.

Les insecticides systémiques paraissent séduisants. Cet A. étudie en 1952 plusieurs de ces produits et cherche d'abord à en déterminer la dose lethale (LD 50), permettant de tuer 50 % des pucerons. Des pieds d'arachides arrachés sont placés sur solution nutritive contenant les produits à diverses doses, des pucerons étant apportés sur le feuillage.

Il montre que ces doses sont comprises entre les concentrations suivantes :

Schradan	0,00318 — 0,00460
Isolan	0,1033 — 0,1249
Parathion	0,00628 — 0,00809

Dans un deuxième essai, il recherche la possibilité d'atteindre à un résultat par traitement de semences mais cette technique se révèle sans efficacité.

Un troisième essai comporte des traitements en pulvérisations sur la plante avec les trois produits indiqués ci-dessus, un apport de pucerons est effectué au centre de chaque parcelle.

Les comptages de pieds atteints montrent que l'infestation des témoins non traités est toujours supérieure à celle des parcelles traitées.

Aucun traitement ne protège cependant complètement les plantes.

Dans l'ordre d'efficacité décroissante, les produits se classent de la manière suivante : schradan, isolan, parathion.

L'intervalle de traitement doit être de quinze jours pour les deux premiers produits et un peu plus faible pour le dernier.

Cependant, aucun des traitements ni aucun des intervalles de traitement ne montre d'action significative sur les rendements.

L'interprétation économique montre la non rentabilité des traitements.

Enfin, un dernier essai vise à étudier l'action des traitements effectués sur le sol.

Les comparaisons portent sur :

1) parathion en poudrage à 0,8 % de matière active incorporée au moment du semis à raison de 6 kg/ha de produit pur,

2) même traitement un mois après le semis,

3) parathion en bouillie à 3 % au semis, 6 kg/ha de produit pur au semis,

4) même traitement un mois après le semis,

5) schradan 0,5 % en arrosage un mois après le semis à 5 l/m²,

6) témoin non traité.

Tous les traitements, sauf le premier, augmentent les rendements de façon significative :

50 %	pour le traitement	2
54 %	—	3
82 %	—	4
et 22 %	—	5

Le parathion en bouillie est plus efficace dans le traitement fait un mois après le semis (15 % de différence). Il est plus efficace sous forme mouillable que sous forme sèche (le traitement 3 est supérieur de 28 % au traitement 1 et le 4 est supérieur de 18 % au traitement 2).

Malgré ces résultats les traitements n'apparaissent pas tout à fait rentables.

2) Lutte génétique

Les observations de 1952 (129) font apparaitre une résistance de certaines lignées : 48-7, 48-14, 48-15A, 48-21, 48-34, 48-35, 48-36, 48-37, 48-44, 48-45, 48-70 A.

Parmi celles-ci la 48-34 manifeste une résistance un peu moindre que les autres, les trois dernières se révèlent praliquement immunes à Bambey.

Toutes ces variétés, sont originaires de Ferkessedougou, dans ce centre elles manifestent une résistance semble-t-il un peu moins grande qu'à Bambey.

Les lignées résistantes sont généralement peu productives ; en 1956 on procède à des hybridations avec variétés sensibles à forte production.

Trente et une combinaisons sont réalisées en 1956 entre :

Variétés résistantes	Variétés sensibles	
48-21	28-204	17-16
48-37	28-206	17-67 C
48-45	28-234	48-38
52-12	37-47	48-115
52-13	47-10	Rutembourg
52-14	47-11	Guinée 3 graines

Trois croisements de retour sur parent productif seront réalisés, par la suite, ils permettront de choisir en 1961 des lignées résistantes à forte production.

VI. ÉTUDE DES DÉSHERBANTS CHIMIQUES

L'étude de la lutte chimique contre les adventices des cultures d'arachide a pour premier objectif, à Bambey, de simplifier et rendre moins onéreux les travaux d'entretien sur les parcelles de multiplication. Les bineuses et les houes attelées ne permettent de nettoyer qu'une bande de 25 à 45 cm suivant l'époque et l'importance de la végétation, le reste doit être biné à la main et demande une main-d'œuvre nombreuse. De plus, avec le développement, de la culture attelée et de l'utilisation des arachcuses pour la récolte, les surfaces cultivées s'accroissent, l'emploi grandissant des engrais favorisent le développement des adventices et les binages tendent à constituer le goulot d'étranglement de la production pour le cultivateur sénégalais, l'utilisation des désherbants chimiques pourrait, si elle n'était pas trop onéreuse, être rapidement vulgarisée.

1) Premières recherches 1957

Dans l'un des essais de 1957, on étudie l'action du karmex (80 % de diceron, 3,4 dichlorophenyl dimethylurée) comparée à des binages de la façon suivante :

1) herbicide avec deux passages d'une houe à cheval entre quatre lignes et un binage à l'hilaire,

2) pas d'herbicide, mais trois binages à la houe à cheval et deux à l'hilaire,

3) pas d'herbicide et binages peu fréquents, un à la houe, deux à l'hilaire sur quatre modes de semis :

lignes simples à 60 cm d'écartement avec 105.000 grains/ha et 125.000 grains/ha.

lignes jumelées 20-100 cm avec 113.000 gr/ha

lignes jumelées 20-100 cm avec 135.000 gr/ha

Le dispositif employé est celui des blocs subdivisés à huit répétitions.

Le semis est effectué avec 28-206 désinfectée au verisan. Le désherbant est pulvérisé deux jours après le semis.

On observe un degré comparable d'envahissement par les adventices dans les traitements 1 et 2 et une végétation adventice plus abondante dans le traitement 3.

Dans le traitement 1 avec herbicide on obtient une propreté légèrement meilleure avec le semis en ligne simple, due semble-t-il à plus grande facilité de travail de la houe dans ce cas. La densité de semis n'influe pas sur le développement des adventices.

Le relevé des diverses espèces observées dans les parcelles montre que *Cenchrus biflorus* est la plus fréquente et l'herbicide paraît sans action sur elle. Par contre, il est actif sur *Eragrostis tremula* et semble-t-il sur les *Penniselum, Mitracarpus scaber. Corchorus tridens. Cassia obtusifolia* et *Commelina Forskalei.*

L'action de l'herbicide sur le nombre de pieds d'arachide récoltés est significativement dépressive, particulièrement dans les zones, où le semis n'a pas été fait assez profondément.

Enfin l'action sur le rendement n'est pas établie.

Dans le second essai 1957, on compare l'action de trois produits à deux doses chacun :

crag. 2-(2,4 dichlorophenoxy) étanol hydrogène sulfonate, 0.750 et 1,5 kg/ha,

karmex étudié précédemment 0,5 et 1 kg/ha.

désherbant Geigy à base d'un chloroaminotriazine 1 et 2 kg/ha.

Le traitement est fait sur une largeur de 30 cm sur les lignes d'arachide espacées de 50 cm sur terrain sale.

Le karmex apparaît un peu plus efficace aux deux doses d'emploi que les autres désherbants.

En ce qui concerne l'action sur les diverses espèces, on note au premier comptage qu'aucun produit n'a d'effet sur *Cenchrus biflorus.* Par contre, les doses fortes de crag diminuent la fréquence de : *Corchorus tridens, Echinochloa colona, Commelina Forskalaei* et *Cyperus rotundus,* et, les doses fortes des deux autres produits celle de *Corchorus tridens* et *Echinochloa colona.*

Dans le deuxième comptage, on fait des observations analogues et on note que *Ceratotheca sesamoides* qui se développe en fin d'hivernage paraît favorisé par le désherbant Geigy.

Le nombre de pieds d'arachides à la récolte est significativement diminué par le désherbant Geigy à la dose forte par rapport à tous les autres traitements, et, par le crag, à la dose forte par rapport au karmex à 0,5 kg/ha qui se révèle ainsi le traitement le moins nocif pour l'arachide.

Enfin l'action sur les rendements est sensiblement corrélative de celle sur le nombre de pieds ; le désherbant Geigy à 2 kg/ha diminue les rendements de 26 à 35 % et le karmex à 0,5 % apparaît arithmétiquement le meilleur.

2) Essais de 1958

Ils mettent en comparaison trois nouveaux produits présentés par divers fabricants :

A) DCMU = (diuron, 80 % de dichlorophényl-diméthylurée).

B) Daupon (85 % de dalapon, acide 2,2 dichloropropionique).

C) Tropotone (chlorométhyl-phénoxybutyrate de soude).

Le produit A étant chimiquement le même que le karmex étudié l'année précédente.

Diverses techniques d'application sont étudiées notamment mélange herbicide-engrais ou herbicide-insecticide, car, si l'usage des herbicides devait se développer, leur application combinée avec un autre traitement serait particulièrement avantageuse.

Les objets comparés sont les suivants: engrais 6-20-10 à 150 kg/ha.

1) engrais seul épandu à la volée,
2) engrais + A 1,2 kg/ha épandus à la volée,
3) engrais + insecticide 1 kg/ha épandus à la volée,
4) engrais + A 1,2 kg/ha + insecticide 1 kg/ha épandus à la volée,
5) engrais + A 0,5 kg/ha épandage en bandes de 30 cm,
6) engrais épandu à la volée + A 0,6 kg/ha en pulvérisation en bandes de 30 cm,
7) A 0,6 kg/ha en pulvérisation en bandes de 30 cm,
8) A (0,6 kg/ha) + B (5 kg/ha) mélange en pulvérisation sur bandes de 30 cm,
9) témoin,
10) C (5 litres dans 300 l d'eau/ha) pulvérisé en bandes de 30 cm au stade 2-3 feuilles,
11) témoin.

La variété utilisée est 28-206, des binages identiques pour toutes les parcelles sont effectués.

L'observation des adventices montre que toutes les parties traitées sont plus propres que les témoins ou les zones non traitées.

Le rendement en gousse se classe dans l'ordre suivant :

6 = 1708	11 = 1422	9 = 1346	4 = 1213
3 = 1625	7 = 1390	5 = 1323	8 = 816
1 = 1590	10 = 1382	2 = 1229	

Le traitement 8 est très significativement inférieur à tous les autres y compris le témoin, les traitements 4 et 2 sont inférieurs aux traitements 6-3-1 et 11.

Le produit C a une action phytotoxique pour l'arachide, mais donne des rendements identiques à ceux du témoin, de même le produit A en pulvérisation.

L'engrais, seul ou combiné avec l'insecticide, donne une plus-value significative.

Enfin la pulvérisation du produit A sur des bandes de 30 cm après application d'engrais donne des rendements arithmétiquement supérieurs à ceux obtenus avec l'engrais seul mais non significatifs.

On remarque un effet dépressif sur le nombre de pieds récoltés des traitements engrais + herbicide utilisé à sec. Ces produits, conçus pour être dilués dans l'eau, sont néfastes employés autrement.

On conclut à l'intérêt du produit A, mais à des doses d'emploi vraisemblablement trop fortes des deux autres produits et à la nécessité de disposer d'un produit spécialement conçu pour l'épandage à sec en mélange avec des engrais.

3) Essais de 1959

Deux nouveaux produits présentés par des fabricants sont mis à l'étude dans des conditions d'essai voisines des précédentes.

Ce sont : l'eptam, éthyl di-n-propyl thiolocarbamate et la trietazine A 435 qui sont comparés avec le karmex.

On constate que les meilleurs traitements sont : engrais seul et, engrais, et karmex en pulvérisation à 600 g/ha, qui sont égaux.

Les plus mauvais sont ceux à base de trietazine mélangé à sec à l'engrais, la forte dose de ce produit, 4 kg/ha, donnant des rendements significativement inférieurs à tous les autres. Les traitements à base d'eptam, pulvérisation à 1 kg/ha ou à sec à 2 kg/ha (tous deux avec engrais), ne donnent des résultats meilleurs que comparé au témoin sans engrais ou aux traitement dépressifs à base de trielazine.

Il semble dans ce cas, que la dose utilisée était insuffisante.

4) Essais de 1960

Au cours de divers essais en 1960, on cherche, d'une part, à déterminer la meilleure dose d'emploi d'une nouvelle spécialité SDA 711 qui comme l'eptam est de l'éthyl-di-n-propyl thiolcarbamate. Ce produit étant réputé graminicide et également actif sur plusieurs dicotylédones, on teste, d'autre part, son action plus particulièrement sur *Cenchrus biflorus* et *Cyperus rotundus*.

a) Essai en pot.

La détermination de la dose d'emploi consiste à étudier l'effet sur arachide en pot, sur sols dek et dior, d'application correspondant à 40-50-60-70-80-90 et 100 kg/ha.

Le produit ne manifeste aucune action sur la levée, cependant le quatorzième jour les feuilles de certains pieds d'arachide présentent un aspect cassant et, dès le quinzième jour, on observe ce phénomène dans tous les traitements et plus particulièrement avec les doses élevées. A la suite d'une forte pluie, les plants tendent à reprendre leur aspect normal, mais, après leur mise à l'abri, le phénomène reparaît quoique moins accusé, pour disparaître après environ six semaines.

On note une manifestation moins forte du phénomène en sol dek.

L'action des doses n'apparaît pas distinctement.

b) Essai en champ.

Une expérimentation semblable en plein champ en raison de fortes pluies ne montre que quelques pieds à feuilles cassantes.

L'action sur les adventices est notée par détermination et comptage de celles-ci cinq semaines après le traitement.

On observe :

α) Une diminution significative du poids total de la matière verte des adventices dans les traitements 100, 80, 70, 90 kg/ha par rapport aux traitements 0,50 et 60 kg/ha, qui ne diffèrent pas entre eux, le traitement 40 kg/ha étant significativement meilleur que le témoin. Ce dernier résultat aberrant semble devoir être dû à une hétérogénéité du sol dont l'action se retrouve à propos de plusieurs autres paramètres étudiés.

β) La diminution du nombre d'adventices est sensiblement corrélative des observations précédentes.

γ) Le comptage du nombre de *Cenchrus biflorus* montre une supériorité significative des traitements 100, 90, 70, 80 kg/ha sur les traitements 0,50, 60 kg/ha.

δ) Sur *Mitracarpus scaber* on note surtout une action des doses 100 et 80 kg significativement plus efficaces que les doses faibles, ces dernières étant cependant significativement distinctes du témoin.

ε) Le nombre d'espèces adventices est significativement diminué par rapport au témoin par les divers traitements.

c) Essai en champ, action sur *Cenchrus*.

Le même essai que précédemment est réalisé avec semis de *Cenchrus biflorus*.

On observe que tous les traitements retardent la levée de l'adventice de vingt jours, mais, après ce délai elle prolifère, rapidement sans que les traitements manifestent de différences entre eux.

d) Essai en champ, effet de la profondeur.

Il a pour but d'étudier l'effet sur l'arachide de placements plus ou moins profonds de l'herbicide dans le sol.

L'herbicide est épandu sur un plan incliné présentant une dénivellation de 6 cm, la terre enlevée est rapportée de manière à rétablir un plan horizontal, sur lequel est semée l'arachide.

On observe comme précédemment une levée normale et certains pied d'arachide présentent des feuilles cassantes quinze jours après la levée, phénomène disparaissant progressivement par la suite, de plus ces pieds sont tous sur la ligne de cote 0 où l'herbicide est en surface.

Ce phénomène paraît dû au contact de l'herbicide avec les feuilles d'arachide.

e) Influence sur *Cyperus rotundus*.

Sur des taches de *Cyperus rotundus* constituant quatre blocs, les traitements 60-100-140 kg/ha sont comparés à un témoin.

L'épandage est réalisé après binage complet des surfaces.

Vingt jours après, les résultats, tant en nombre de pieds de *Cyperus* qu'en poids de matière verte, montrent une action du produit d'autant plus grande, que la dose est plus forte, il n'y a pas de différences significatives entre 100 et 140 kg/ha mais 140 kg/ha est statistiquement plus efficace que 60 kg/ha.

CHAPITRE VI

CONSERVATION DES STOCKS

D'une manière très générale, au Sénégal, les arachides sont stockées, au cours de leur commercialisation, en tas à l'air libre appelés seccos. Les conditions climatiques, pendant la période de ce stockage, sont telles que la conservation est généralement excellente, aussi les recherches sur cette question ont-elles été limitées.

On citera ici une expérimentation faite en 1943 visant à établir la nature des détériorations apportées aux arachides en seccos lorsque des pluies exceptionnellement tardives surviennent.

ÉTUDE DE LA CONSERVATION DES ARACHIDES EN SECCOS

En 1943 (rapport technique) on recherche quel degré de détérioration des arachides stockées à l'air libre (seccos) peut être imputé à des pluies, anormalement tardives, telles qu'il en a été observées quelquefois en décembre. Trois échantillons d'une cinquantaine de kg sont soumis à diverses formes d'humidification :

1) tas recevant trois pluies inégales séparées de douze heures représentant au total 88 mm,

2) immersion complète pendant douze heures et séchage en tas,

3) immersion complète pendant vingt-quatre heures et séchage en tas,

4) on aère et étale les tas trente-huit heures après les humidifications afin de créer des conditions analogues à celles de la réalité lorsqu'il y a mouillage des seccos.

On remarque un abaissement de la température dans les zones superficielles des tas mouillés et un échauffement avec fermentation dans la masse. Dans le tas ayant subi une immersion de vingt-quatre heures, la fermentation est moins forte que dans les deux précédents.

On observe en outre, une germination des graines dans les parties superficielles d'autant plus grande que l'humidification a été plus forte.

L'épaisseur moyenne des gousses est plus forte immédiatement après traitement et plus faible après séchage qu'à l'origine. Le gonflement est dû à une absorption d'eau qui atteint 15,9 et 21,1 % respectivement dans les lots deux et trois. A la rétraction après séchage, correspond une perte de densité et de poids, celle-ci de l'ordre de 1,6 à 2 %. La perte maximum de poids s'observe dans le lot qui a fermenté le plus fortement ; elle est attribuée à l'influence des moisissures et aussi à l'entraînement des particules sableuses ou terreuses adhérentes aux gousses.

On note une diminution de la proportion de graines de semences et de la faculté germinative:

		1)	2)	3)
% de graines de semences	avant	58,3	57,4	54
	après	46,7	37,7	40,3
faculté germinative	avant	81	81	72
	après	76	72	67

La teneur en huile n'est pas modifiée, elle a même tendance à augmenter très légèrement en raison sans doute du lavage des gousses ; par contre on note une élévation notable de l'acidité oléique principalement dans les lots qui ont le plus fermenté où elle passe respectivement de 2 à 3,6 et de 1,6 à 4,1 pour les lots 1) et 2).

Des analyses faites sur des échantillons provenant de seccos ayant été mouillés, révèlent quelquefois des acidités beaucoup plus élevées pouvant atteindre 10 à 11 %.

Les autres recherches relatives à la conservation des arachides en stock concernent principalement les insectes parasites.

CHAPITRE VII

VULGARISATION DES RÉSULTATS OBTENUS

Au cours des chapitres précédents on a vu quels étaient les résultats acquis par la recherche à Bambey et dans les centres qui en dépendent.

On a vu que les recherches, portant sur les diverses disciplines agronomiques prises isolément, donnent lieu aujourd'hui, de plus en plus, à des études synthétiques sur les systèmes culturaux.

Ces recherches font appel non seulement à celles qui ont été examinées concernant directement ou indirectement l'arachide, mais aussi à celles relatives aux cultures entrant ou susceptibles d'entrer en assolement avec elles et aux recherches d'ordre zootechnique.

Dans ce domaine, déjà des solutions peuvent être proposées.

Mais le remplacement des méthodes de culture traditionnelle par des méthodes nouvelles et améliorées est toujours lent et un décalage notable est observé en matière agricole entre l'acquisition d'une amélioration et son application.

On examinera l'évolution de la vulgarisation des résultats de la recherche et son état actuel et on indiquera quels espoirs pourraient permettre la vulgarisation de l'ensemble des résultats acquis.

A) SÉNÉGAL

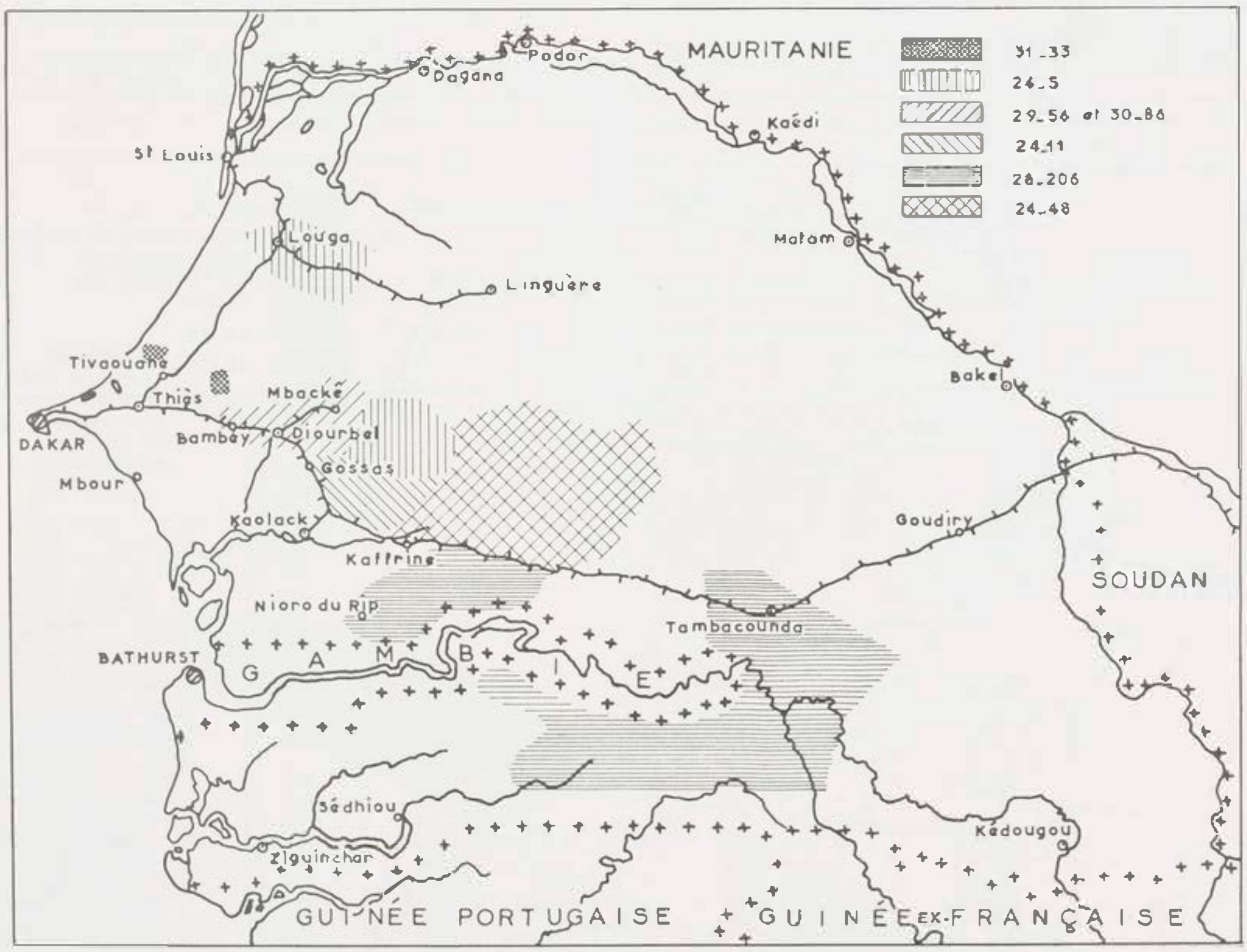
Parmi les pays soudano-sahéliens d'Afrique occidentale, c'est au Sénégal que l'arachide à l'importance économique la plus grande. Elle y a occupé en 1959, 906.000 ha, avec une production en coques de 829.000 tonnes.

I. Vulgarisation des lignées sélectionnées

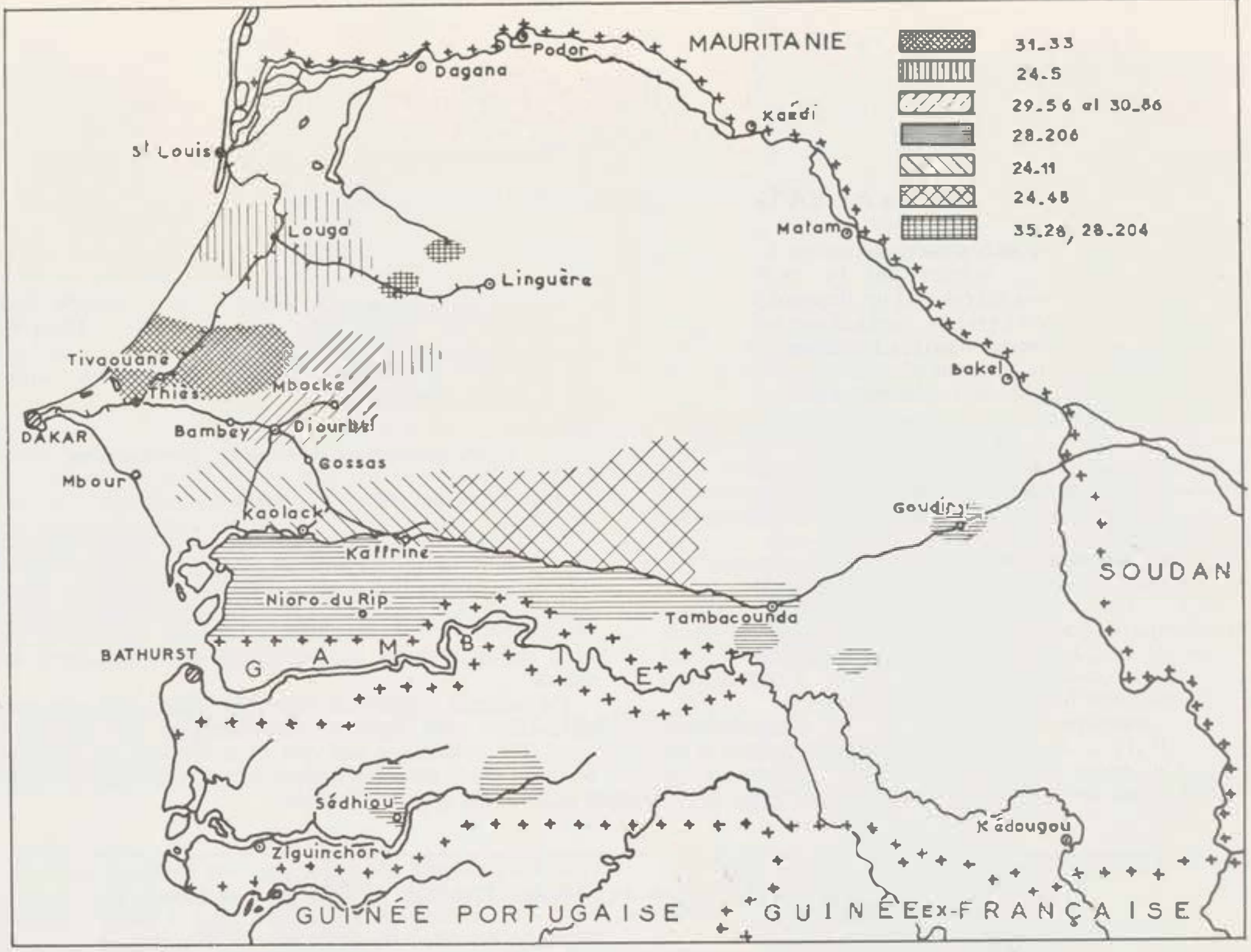
1) *Historique de cette vulgarisation.*

L'imprévoyance du cultivateur sénégalais, qui ne conserve pas toujours la quantité de semences qui sera nécessaire à sa prochaine culture, a conduit dès 1932 l'administration par l'intermédiaire des sociétés de prévoyance à stocker des semences et à les retrocéder aux cultivateurs à l'époque du semis.

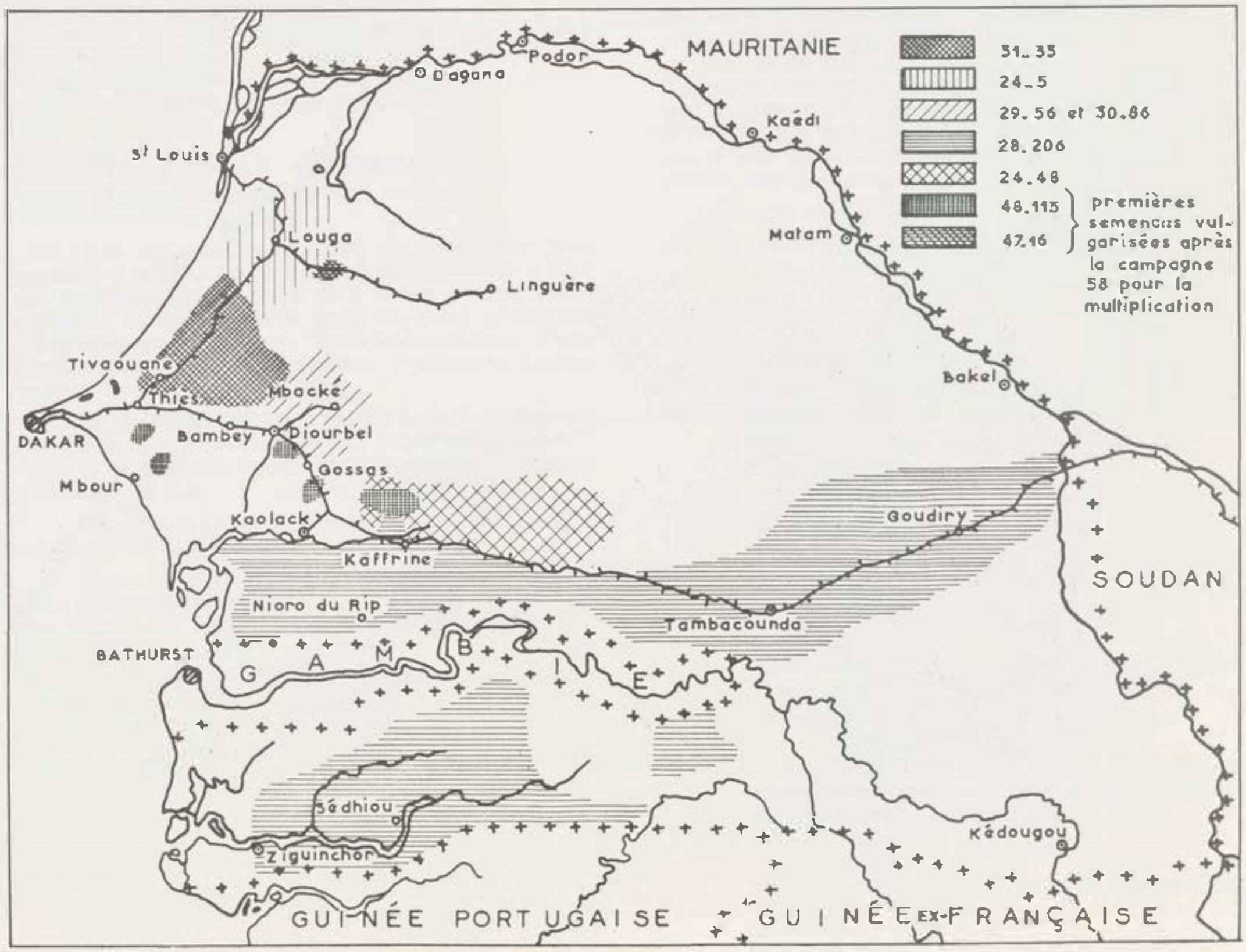
Ce facteur a joué un rôle important dans la vulgarisation des lignées sélectionnées au Sénégal, dont les semences ont pu être livrées au paysan sans qu'il ait eu à les rechercher et sans qu'il ait pu s'opposer à leur utilisation.



Zones de culture des lignées sélectionnées en 1941.



Répartition des variétés sélectionnées en 1952 (mission PORTÈRES)



Zone de culture des lignées sélectionnées en 1960.

On indiquera ci-après l'évolution de cette vulgarisation.

Les premières lignées présentant une production améliorée par rapport aux arachides communes, sont multipliées en 1934 ; elles sont vulgarisées en 1935 dans la région de Kaffrine ; il s'agit de 24-11, 24-5, 24-48, 29-24, 29-56. A partir de 1936, s'y ajoutent la 28-206 dans les régions sud, la 29-70 dans le cercle de Thies et la 30-86 dans le Baol, en 1940 la 31-33 est vulgarisée dans le cercle de Thies.

La situation en 1941, schématisée par la carte ci-jointe, montre la répartition des diverses lignées ; à cette époque seule la 29-24 a été retirée de la vulgarisation.

En 1952, les zones de culture de chaque lignée se développent, les mêmes lignées sont en vulgarisation mais on recherche une diminution de leur nombre afin de simplifier la tâche des organismes vulgarisateurs et de contrôle, c'est sur les lignées 28-206, 31-33 et 24-48 qu'on fait porter le principal effort.

En 1958, deux nouvelles variétés passent en vulgarisation : 48-115 dans le cercle de Diourbel, les subdivisions de Thies, de M'Bour et de Gossas et 47-16 dans la zone Kebemer-Linguère.

Les lignées 24-5, 35-38 et le mélange 29-56, 30-86 seront peu à peu remplacées par les nouvelles.

Le tableau suivant indique l'évolution des distribntions de semences.

2) *Contrôle de pureté des semences vulgarisées.*

Les services de vulgarisation ont fait appel dès 1935 aux spécialistes du centre de Bambey en vue de l'étude de la qualité des semences distribuées aux cultivateurs.

Cette étude comportait la détermination :

des impuretés,
de graines parfaitement mûres, désignées graines de semence,
de graines non mûres,
de graines moisies ou détériorées,
de la faculté et de l'énergie germinative de graines de semences,
du pourcentage de coques,
de la valeur culturale.

Ce dernier élément est le poids d'arachide en coque nécessaire à l'ensemencement d'un hectare déterminé à l'aide des éléments précédents.

Cependant à mesure que se développe l'emploi des variétés sélectionnées, on est amené à déterminer en outre le pourcentage de pureté variétale, cette pureté se détériorant évidemment au cours des cultures successives.

Ces indications permettent aux organismes vulgarisateurs, grâce à la connaissance de la valeur culturale, de distribuer des quantités nécessaires aux ensemencements et d'améliorer leur fourniture :

a) dans les zones non encore couvertes par des variétés sélectionnées : en recherchant des semences conformes aux types écologiquement adaptés (le contrôle montre (31) une constante amélioration de la proportion de graine mûre témoignant de l'efficacité de cette action) ;

b) dans les zones de vulgarisation, en procédant au remplacement de la totalité des semences d'un secco, par des apports provenant directement de la multiplication, lorsque la pureté variétale devient trop faible (70 %).

3) *Conséquence de la vulgarisation des lignées sélectionnées.*

On a vu que les essais comparatifs multilocaux réalisés dans le milieu de la culture traditionnelle font apparaître des plus-values pour les dernières lignées vulgarisées dépassant quelquefois 40 %.

Ginouves (90) montre au terme d'une étude économique que, si l'on admet un accroissement moyen de production dû à l'emploi des semences sélectionnées en vulgarisation de seulement 25 %, l'accroissement de la valeur des exportations d'arachide qui en résulte est en 1959 d'un peu plus de deux milliards de francs CFA.

Cet accroissement serait de cinq milliards huit cents millions si la totalité des cultures était faite

Évolution des distributions de Semences

Années	Quantités distribuées (en tonnes)	Quantités de sélectionnées (en tonnes)	% de sélectionnées sur distribuées	Pureté moyenne	Sélectionnées base pure	% de sélectionnées pures par rapport au total distribué
1935	17.530	25,8	0,052			
1936	19.193	321,8	0,65			
1937	16.169	2.381	5,12			
1938	18.718	5.567	11.42			
1939	18.171	7.408	15,28			
1940	50.639	11.459	22,62			
1941	14.614	11.268	31,98	50-92		
1942	49.025	15.351	31,31			
1943	55.165	15.781	28,61	16-90		
1944	56.329	15.559	27,62	22-98		
1945	61.616	9.000	14,60			
1946	55.993	9.096	16,24			
1947	57.593	15.000	26,01	55-99		
1948	56.593	21.800	38,52			
1949	57.937	28.234	48,73			
1950	57.569	33.379	57,98			
1951	57.809	34.730	60,07			
1952	57.523	35.772	62,18			
1953	59.362	38.176	64,31	63,1	24.089	
1954	61.491	40.074	65,17	66,6	26.709	
1955	61.205	41.024	67,03	63,8	26.195	42,7
1956	61.574	40.738	66,16	63,5	25.869	41,8
1957	64.837	44.151	68,10	63,2	27.905	43,0
1958	62.938	45.918	73,00	66,0	30.307	48,1
1959	62.201	40.119	64.50	69,6	27.924	44,8

avec les semences des dernières variétés vulgarisées ; ce calcul est établi en comptant un pourcentage moyen d'augmentation de rendement de 30 % pour les dernières lignées diffusées par rapport aux variétés communes.

II. Vulgarisation des formules d'engrais mises au point par Bambey

Le Service de l'agriculture du Sénégal décide dès 1949 d'entreprendre la vulgarisation de la formule d'engrais complet que les recherches effectuées à Bambey avaient montré être la meilleure. Cette formule est alors la 8-8-20, dont 130 tonnes sont distribuées la première année ; par la suite des distributions d'engrais deviennent rapidement croissantes, des plus-values extrêmement importantes, 30 % ayant été constatées par les utilisateurs.

Le service de l'agriculture développe en 1951 une politique de champs de démonstration nombreux qui constitue un stade de prévulgarisation ; le tableau ci-après montre les rendements atteints sur les parcelles avec engrais comparés à ceux des témoins.

A partir de 1953, à la formule 8-8-20 précédemment vulgarisée on substitue progressivement, la nouvelle formule mise au point, 6-20-10 et dès 1955 on assiste à une diversification des formules suivant les zones écologiques ; une formule très phosphatée 2-28-10 est vulgarisée en basse Casamance, une formule moins phosphatée 10-13-8 est réservée à la région de Thies-Louga-Rufisque qui est un compromis entre les formules 10-14-8 préconisées pour l'ensemble des zones nord-est et 6-10-20 pour la tache des sols phosphatés de Thies.

Années	Distribution d'engrais en tonnes des diverses formules					
	8-8-20	6-20-10	6-10-20	10-13-8	2-28-10	Total
1949	130					130
1950	863,5					863,5
1951	2.903,4					2.903,4
1952	1.519	378,6				1.897,6
1953	2.758	493				3.251
1954	3.096	1.289				4.385
1955	11	2.252		1.812	420	4.495
1956		2.280,4		1.755,8	34	3.070,2
1957		3.987		1.179	41,4	5.208,3
1958		4.173,9		1.095,1	37,9	4.306,9
1959		2.600	33,4	1.021	11,5	3.666
1960						5.250

Malgré la progression assez rapide des quantités d'engrais utilisés au cours des premières années, on remarquera qu'elles ne correspondent qu'à une fraction minime des surfaces annuellement cultivées en arachide.

Au cours des six dernières années, seulement environ 3,5 % des surfaces cultivées ont bénéficié d'apports d'engrais minéraux.

III. Désinfection des semences

La désinfection des semences par des fongicides ou des insecticides, qui commence en 1950, est réalisée aujourd'hui à l'aide d'un mélange fongicide

RENDEMENTS ATTEINTS SUR LES PARCELLES AVEC ENGRAIS COMPARÉS A CEUX DES TÉMOINS

Années	Lieu	Arachide avec engrais en kg/ha	Arachide sans engrais en kg/ha	Différence en kg/ha	Plus-value (% du témoin)	Observations
1950	Darou Mousty	1.145	895	250	28	formule 8-8-20
	Tivaouane	960	608	352	58	
	Tilmakha	1.460	1.088	372	20	
	Diakhao	1.296		208	19	
	Gawane	1.238	1.118	120	10	
1951	Diakhao	1.400	1.145	255	22	
	Oualiour	918	548	370	67	
	Tivaouane	1.450	1.150	300	26	
	Goundiane	825	690	135	18	
	Barkédji	1.209	960	249	26	
	M'Backé	1.515	1.220	285	23	
1952	Diakhao	764	504	260	51,5	
	Maka kolibentan	1.460	1.200	260	21,6	
	Tivaouane	794	578	216	37,3	
	M'Badiane	1.270	876	394	44,9	
	Barkédji	1.273	971	302	31,1	
	Diourbel	1.780	1.300	480	36,9	
	Kolda	985	800	185	23,1	
1953	Diakhao	948	736	212	28,8	
	Baralé	625	512	113	22,8	
	Diourbel	1.280	1.042	238	22	
	K-Lahine	1.025	732	293	40	formule 6-20-10
	Abémé	1.200	928	272	29,3	
	Kamboua	1.800	1.450	350	24,1	
1954	Sandiara	666	433	233	53,8	année à rosette 8-8-20
	Sagata	1.150	950	200	21	
	N'Doyenne	728	610	118	19	
	Colobane	1.610	1.100	510	46,3	6-20-10
	Niore du Rip	1.764	1.360	404	29,7	
	Koupentoum	1.134	908	226	24,8	
	Kamboua	1.450	1.150	300	26	
	Sédiou	1.152	960	192	20	
	Oussouye	1.440	734	706	96,1	

insecticide ; les résultats acquis par la recherche à Bambey ayant montré une interaction favorable de ces deux traitements.

La vulgarisation de cette pratique est favorisée au Sénégal par le quasi-monopole dont jouissent les organismes de prévoyance pour le stockage et la distribution des semences d'arachide. La progression des traitements de désinfection des semences au cours de ces dernières années est indiquée dans le tableau ci-après.

	Quantité de produit utilisé, en kg	Quantités de semences traitées en tonne	
1950			petite quantité d'HCH à 25 %
1951	100		Verisan
1952	225		Arasan
1953	156	80	Granox
1954	603	306,8	Verisan
1955	2.343	1.058	Farnasan
1956	5.529	3.411	»
1957	20.522	9.555	»
1958	34.577	16.712	»
1959	18.127	9.063	Thirame 50 % + Lindane 20 %

L'augmentation moyenne de rendement attendue de ces traitements est de 10 %. Les quantités de semences désinfectées au cours des dernières années représentent de 16 à 25 % de la quantité totale des semences distribuées.

IV. Vulgarisation du matériel de culture

Les premiers instruments vulgarisés au Sénégal sont les semoirs à arachide dont quelques exemplaires sont vendus dès 1934. Par la suite, houes à cheval, charrues, charrettes font leur apparition et, plus récemment, souleveuses d'arachide et polyculteurs.

La progression ces dernières années du matériel disponible à chaque campagne est donnée dans le tableau ci-dessous.

V. Systèmes de culture

La production de l'arachide dans un système de culture rationalisé fait appel aux divers thèmes de vulgarisation énumérés ci-dessous, semences sélectionnées et désinfectées, applications d'engrais, matériel de culture attelée ou même mécanisée, mais aussi, aux meilleures façons culturales et à l'intégration de l'arachide dans un assolement cohérent, faisant intervenir un enfouissement de matière verte jachère ou engrais vert.

La vulgarisation d'un tel ensemble n'en est au Sénégal qu'à un stade de début dans trois centres d'expansion rurale où s'exerce une action d'encadrement rapprochée des cultivateurs. Il s'agit principalement des villages de Kouyane, Thione, Goutoukoum, où l'on s'efforce de développer l'emploi de la culture attelée à traction bovine. Dans ces villages, l'emploi des engrais, des semences sélectionnées et engrais verts a été le suivant en 1959 :

	Engrais 6-20-10	Semences 28-206 traitées	Engrais vert
Kouyane ...	10,1 kg	75,6 t	15 ha
Thione	10	51,8	3,5
Goutoukoum	11,6	82,8	22,5

VI. Répercussions possibles de la vulgarisation de tous les résultats acquis par la recherche

TOURTE (155) évalue les incidences économiques possibles de l'application intégrale à l'agriculture sénégalaise des résultats acquis par la science agronomique, afin de permettre un choix quant à l'ordre et au rythme de la mise en œuvre des thèmes de vulgarisation reconnus valables.

Son hypothèse de départ est l'existence au Sénégal de :

800.000 ha de mil et sorgho,
800.000 ha d'arachide,
800.000 ha de jachère.

Cette hypothèse est schématique mais n'est pas très éloignée des moyennes estimées pour les dernières années.

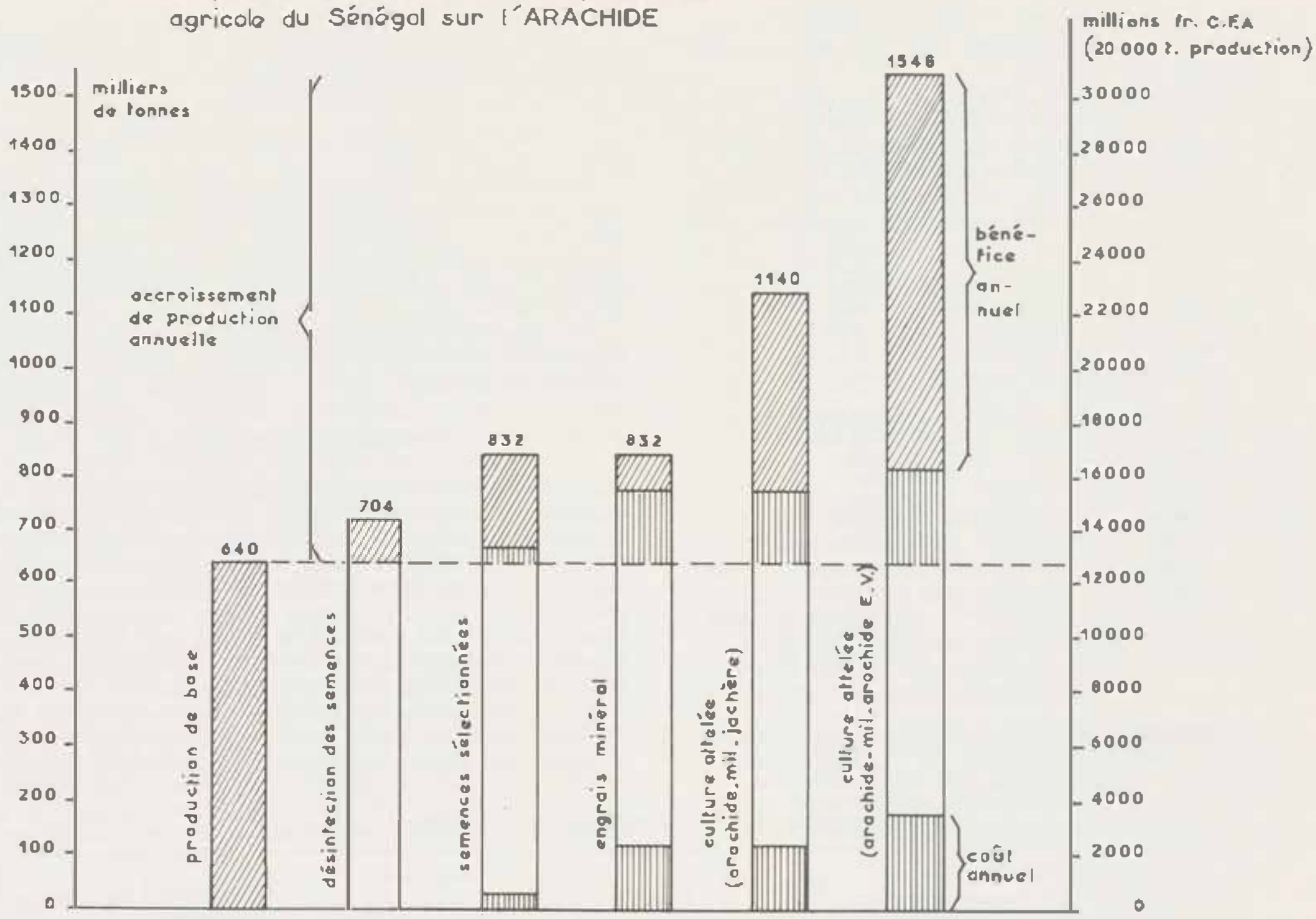
Trois thèmes de vulgarisation : désinfection des semences, semences sélectionnées, engrais minéral, ne permettent pas en eux-mêmes d'accroître les superficies cultivées Au contraire en ce qui concerne l'utilisation de la culture attelée, deux cas sont alors envisagés.

Celui de la généralisation de ce procédé avec une rotation arachide-mil-jachère qui permettrait d'étendre les surfaces à :

VULGARISATION DU MATÉRIEL DE CULTURE

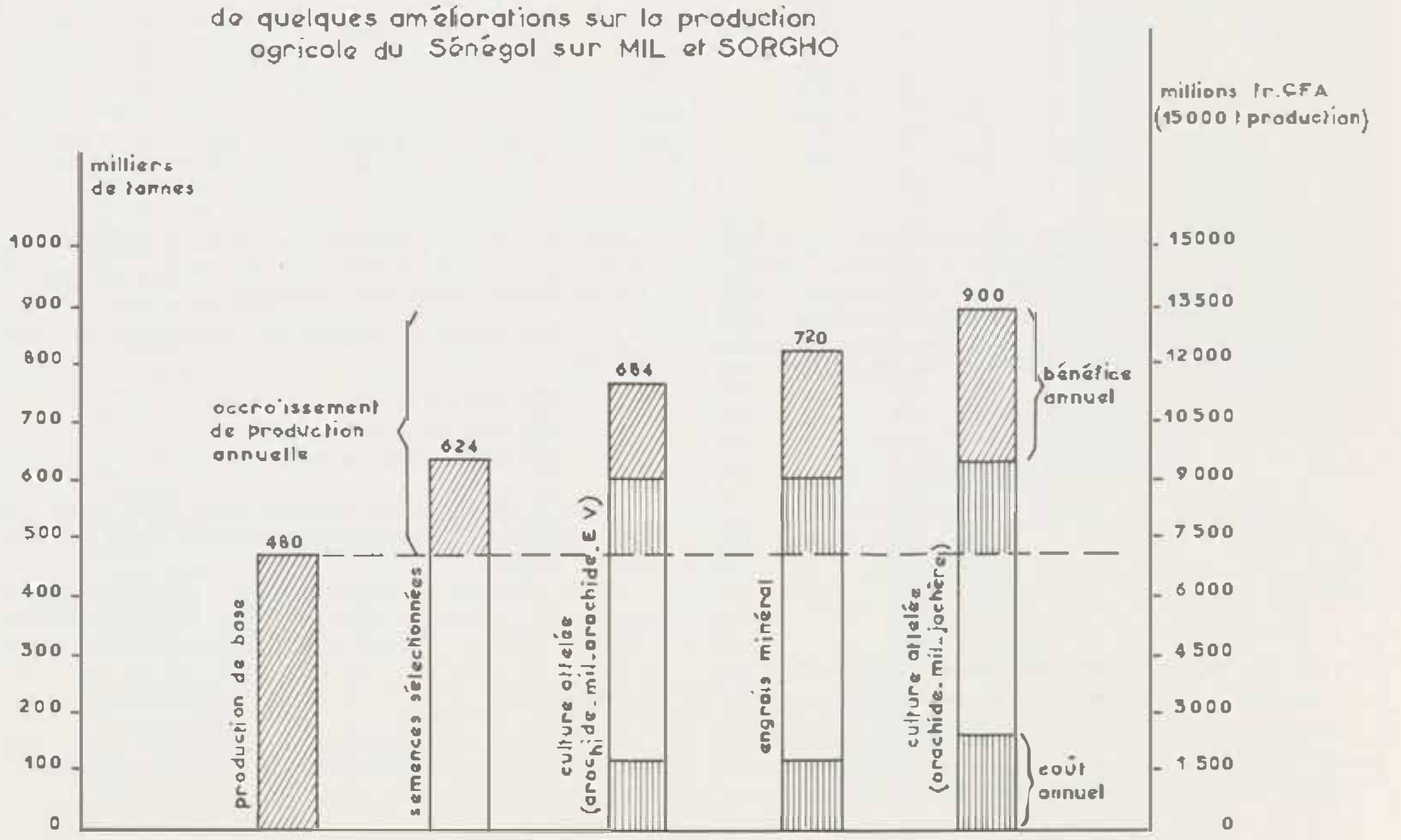
	Semoirs à arachides		Houes à cheval	Charrues	Charrettes		Souleveuses d'arachide	Polyculteurs
	simples	accouplés			à bœufs	à cheval		
1919	9.500							
1950	10.700							
1951			910					
1952			1.077					
1953	21.079		1.398	280	85	256		
1954	26.519		1.778	318				
1955	30.932		2.087	559				
1956	36.188	14	2.544	838				
1957	29.892	86	3.134	1.095				
1958	43.780	271	3.791	1.556	976	4.848	203	160
1959	45.833	271	3.897	1.875	920	5.021	213	160

Conséquences possibles de quelques améliorations sur la production agricole du Sénégal sur l'ARACHIDE



Actions supposées isolées

Conséquences possibles de quelques améliorations sur la production agricole du Sénégal sur MIL et SORGHO



Actions supposées isolées

1.200.000 ha pour l'arachide,
1.200.000 ha pour le mil,
1.200.000 ha pour la jachère.

3.600.000 ha

et celui de la généralisation de ce type de culture avec une rotation arachide-mil-arachide-engrais vert, avec lequel l'A. prévoit :

1.440.000 ha d'arachide,
720.000 ha de mil,
720.000 ha d'engrais vert.

2.880.000 ha

L'incidence de ces diverses actions prises isolément, c'est-à-dire compte non tenu de leur interaction, est schématisée dans les diagrammes précédants.

On remarquera que les répercussions économiques des trois premières d'entre elles sont relativement modestes comparées à celles qui font intervenir un accroissement des surfaces et tout particulièrement pour la dernière.

L'A. propose alors un rythme de mise en œuvre des diverses actions portant sur vingt ans et évalue les résultats donnés par la combinaison des thèmes d'amélioration proposés dans le cas de l'adoption d'un assolement quadriennal avec engrais vert.

Ici les interactions sont estimées selon deux modes : hypothèse forte dans laquelle les plus-values dues à la désinfection des semences, à l'emploi des lignées sélectionnées et des engrais minéraux, des engrais verts, du fumier et de la culture attelée se combinent intégralement, et hypothèse faible, où seules les interactions des trois premiers thèmes sont retenues et où l'on ne retient que les accroissements de superficie pour la culture attelée avec engrais vert.

Dans ces deux hypothèses, les progrès de la production seraient les suivants :

	Hypothèse forte		Hypothèse faible	
	Production arachide (milliers de tonnes)	Production mil (milliers de tonnes)	Production arachide (milliers de tonnes)	Production mil (milliers de tonnes)
1959 départ	640	480	640	480
1961	960	667	947	662
1969	1.472	1.037	1.299	912
1971	2.189	1.171	1.751	912
1979	2.880	1.334	2.144	912

L'A. insiste sur le caractère schématique de son étude, des productions aussi importantes d'arachide et de mil pouvant ne plus apparaître dans quelques années comme les objectifs les plus souhaitables, elle montre toutefois de façon éloquente, les possibilités permises par la recherche agronomique.

Indiquons, avant de clore ce paragraphe, que le projet de plan de développement du Sénégal préparé par les services du ministère de la production agricole, prévoit une production d'arachides pour 1970 de 1.300.000 t, pas très éloignée des estimations précédentes. Cette production serait obtenue par la généralisation de l'emploi de semences sélectionnées et des augmentations annuelles :

1) des surfaces recevant des engrais minéraux de 120.000 ha jusqu'en 1965 et de 200.000 ha les années suivantes,

2) de 5.000 unités de culture attelée jusqu'en 1965 et de 10.000 ensuite,

3) de 50 unités de culture motorisée en 1965 et de 500 jusqu'à 1970.

B) VULGARISATION DANS LES PAYS AUTRES QUE LE SÉNÉGAL

On a vu que les résultats des recherches conduites par le centre agronomique de Bambey dans les autres pays d'Afrique occidentale étaient moins avancés qu'au Sénégal. Les raisons de ce retard sont le commencement plus tardif des études et leur moindre développement dû à la moindre importance de l'arachide.

Au cours de ces dernières années les surfaces et productions, relatives à cette espèce, sont indiquées dans le tableau suivant :

	Surface en ha	Production en tonnes	Consommation en tonnes
Niger	313.000	104.000	16.000
Mali	188.000	115.000	50.000
Haute-Volta	120.000	50.000	13.000
Dahomey	81.000	33.000	12.000
Côte d'Ivoire	33.000	14.000	10.000

A ce retard dans les résultats de la recherche, correspond évidemment un retard dans leur mise en œuvre.

On indiquera rapidement ci-après l'état actuel de la diffusion des principaux thèmes de vulgarisation.

Parmi eux, la vulgarisation des lignées sélectionnées est le plus important. Elle n'a généralement cependant commencé qu'à très petite échelle vers 1953-1955, ce n'est qu'après les premiers résultats des expérimentations multilocales acquis ces toutes dernières années, que les meilleures variétés ont été multipliées et que leur diffusion a été organisée.

1) Au Niger, la diffusion de la 24-5 a commencé en 1953 dans le secteur de Maradi, par la suite cette lignée a été progressivement remplacée par la 28-204. Les quantités distribuées ont été les suivantes :

	24-5	28-204
1953	5 tonnes	
1954	20 »	
1955	130 »	1,2 tonnes
1956	120 »	8,5 »
1957	124 »	20,2 »
1958	113 »	35,1 »
1959		10,5 »

La diffusion de semences est basée sur un schéma peu différent de celui qui fonctionne au Sénégal : à la différence de celui-ci qui, en raison de l'imprévoyance du cultivateur, donne un quasi-monopole de la conservation des semences à des organismes contrôlés par l'administration (SP, SMPR), celui-là est fondé sur l'adhésion volontaire des cultivateurs dans un système d'« épargne semence ».

2) Au Dahomey, la lignée 28-206 est diffusée dans la région nord-est depuis 1951 ; 16,5 t ont été fournies aux cultivateurs en 1959. Cette variété doit être prochainement remplacée bar la 48-37.

3) Au Mali, une petite diffusion d'une lignée hâtive de Bambey du type volette du Gandiolais a été effectuée vers 1931, par la suite la lignée 28-206, dont c'est l'origine géographique, a été vulgarisée dans la principale zone productrice (Kayes, Bamako, Kita, Bafoulabé, Nioro, Ségou) ; en 1958 31 tonnes de semences de 28-206 étaient produites par les villages multiplicateurs de la région avoisinant M'Pesoba.

La vulgarisation porte sur un certain nombre de cultivateurs groupés dans des centres d'encadrement ruraux dont les principaux en zone arachidière sont : Zandiela (M'Pesoba), Logo (Kayes), Sirakoro et Batimakana (Kita). Dans celui de Logo, l'emploi des lignées de Bambey est particulièrement poussée, passant de 20 % de 28-206 en 1957 à 27 % en 1958.

4) En haute-Volta, la 28-206 a été diffusée dans la région de Saria, cette station a fourni 11,4 t de semences en 1957.

5) En Côte d'Ivoire, les travaux de Bambey sont trop récents pour avoir été suivis d'application ; on vulgarise dans la région de Korogho et Boundiali la Philippine Pink dont 38 t de semences ont été distribuées en 1958.

6) Enfin, en Guinée, une certaine diffusion de la 28-206 paraît avoir été assurée dans les régions de Kankan et de Youkounkoun.

L'utilisation des engrais minéraux, généralement moins rentables qu'au Sénégal, en raison des frais de transport, dont ils sont grevés, n'en était en 1958 qu'au stade de la prévulgarisation au Niger ; vingt-six champs de démonstration ont reçu 100 kg/ha de fumure 6-10-20.

Il en est de même pour la désinfection des semences ; toujours au Niger, 53 tonnes de graines ont été traitées en 1958 ; en 1959 et 1960 un mélange fongicide-insecticide, présenté en paquets permettant de traiter 100 kg de semences, était offert aux cultivateurs.

Enfin, partout et principalement au Niger, en Haute-Volta et au Mali, les services agricoles s'appuient sur les résultats du CRA pour préconiser des améliorations des techniques culturales et notamment l'utilisation de la culture attelée, de certains matériels de culture (semoirs à arachide) et l'adoption de densités de semis convenables.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

La plante:

Les études relatives à la connaissance de la plante concernent essentiellement la botanique, l'écologie et la physiologie.

Les recherches botaniques ont été faites à l'occasion et en vue de l'amélioration variétale. Elles ont principalement conduit à l'élaboration d'une classification des types variétaux basée :

1) sur le caractère dormant ou non dormant des semences corrélatif de la longueur du cycle ;

2) sur le port semi-érigé ou rampant des variétés tardives ;

3) sur la couleur du tégument séminal ;

4) sur les caractères morphologiques de la gousse.

Une nouvelle classification en préparation fera intervenir les résultats d'observations plus récentes notamment en ce qui concerne :

1) Le port, pour lequel l'élément discriminatoire est l'importance du développement végétatif des diverses ramifications d'ordre 0 et 1 (type non ramifié), 2 (subramifié), 3 (ramifié).

2) Certains caractères floraux et foliaires.

En matière de biologie et d'écologie, des observations précises ont été faites sur :

α) le processus de la floraison et de la pollinisation, dont la connaissance est nécessaire à la conduite des hybridations artificielles ;

β) l'incidence des facteurs écologiques, sur la floraison et le coefficient de fertilité des fleurs ; on a ainsi noté une diminution de l'importance de la floraison et du coefficient de fertilité avec des semis tardifs, une action dépressive, sur la floraison du lendemain, de la pluie et des températures élevées et une action positive de l'insolation ;

γ) l'adaptation naturelle de types variétaux aux zones climatiques montrant l'adaptation de types à graines de dimensions croissantes en allant des régions les plus sèches aux plus humides ;

δ) la symbiose bactérienne qui incite à conclure à l'existence de souches de Rhizobium différentes pour les types rampants et érigés.

Les études de physiologie ont montré qu'une phase de développement végétatif intense se situait à partir du deuxième mois, qui correspond à l'absorption de la quasi-totalité de la potasse, du calcium et du magnésium utilisés. La quantité d'éléments minéraux prélevés par un hectare d'arachide produisant une tonne de gousses sont de 70 kg de N, 10 kg de P_2O_5, 28 kg de K_2O, 18 kg de CaO, 12 kg de MgO.

Le milieu :

Les études relatives au milieu ont principalement porté sur les sols.

Dans ce domaine, on peut distinguer celles à caractère astatique, études et inventaires des sols à arachide, et celles à caractère dynamique qui ont trait à l'évolution du sol sous divers systèmes de culture.

Les sols à arachide au Sénégal présentent :

1) Une proportion de sable toujours très élevée : de 90 à 96 %, avec un rapport sable grossier sur sable fin qui oscille de 20 à 50.

2) Une fraction limon variant de 1 à 3 %.

3) Une fraction argile très faible, 7 à 8 %.

4) Des teneurs en matière organique variant de 1 à 2 % dans les terres neuves, à 0,2 % dans les terres épuisées. La fraction humus suit les mêmes variations. Elle peut être augmentée de façon importante (34 à 50 %) par l'enfouissement d'un engrais vert.

5) Une réaction allant de 6 - 6,5 à 6,5 - 7,0.

Du point de vue chimique, les sols à arachide présentent généralement de faibles teneurs en éléments minéraux, sauf en Ca.

La somme des bases échangeables varie de 1,5 à 5,0 meq par 100 g avec un degré de saturation de 70 à 95.

Des études pédologiques approfondies ont porté sur certaines régions caractéristiques du Sénégal :

régions de Louga, Bambey, et particulièrement Thiès. Enfin, des indications sont données sur quelques sols à arachides, d'autres pays de l'ouest africain : Mali, Guinée, Dahomey.

Les études d'évolution de sols en place ou en case lysimétrique ne sont pas encore arrivées à leur terme.

Sur sol en place, sous rotation quadriennale, arachide-mil-arachide-engrais vert, avec fumures minérales et culture partiellement mécanisée, les premières observations (huitième année) montrent l'absence d'une dégradation grave, mais une légère évolution dans le sens d'un appauvrissement, notamment par une légère diminution significative des teneurs du sol en argile.

Enfin, l'étude microbiologique des sols montre que l'activité des fixateurs d'azote est généralement satisfaisante de même que celle des dégradateurs aérobies de la cellulose qui sont, selon les régions ou le traitement du sol (engrais vert), à prédominance bactérienne ou fongique.

Amélioration variétale :

De multiples raisons, parmi lesquelles l'autogamie quasi absolue de l'arachide (taux d'hybridation naturelle de l'ordre de 2 à 5 °/₀₀, et toujours inférieure à 1 %) et la nécessité d'une vérification aisée de la pureté des semences aux divers stades de la multiplication et de la vulgarisation, ont conduit à rechercher, dès l'origine des travaux, l'amélioration variétale par la création de lignées génétiquement pures.

Ces lignées pures sont obtenues par sélection généalogique :

1) Dans les populations provenant, à l'origine, de toutes les zones arachidières des pays de l'ouest africain et, par la suite, de toutes les parties du monde.

2) Dans les descendances d'hybridation dirigées (avec croisement de retour pour la recherche de variété résistante à la rosette).

3) Plus récemment parmi les mutants obtenus par irradiation aux R. X. D'autres méthodes : jarovisation, colchicinisation ont été essayées sans succès.

La pureté génétique est appréciée par la régularité des caractères botaniques de classification obtenue sur cinq à six ans de culture pédigrée.

Parmi les qualités recherchées, la principale a été pendant longtemps le rendement élevé des arachides d'huilerie dans les diverses zones écologiques de culture.

Le rendement est apprécié au cours d'essais en station et d'essais multilocaux par ses composantes, dont les principales sont :

rendement en gousse brut,
rendement en gousse total (après adjonction des gousses restées en terre),
coefficient de ventilage (élimination des gousses vides),
rendement au décorticage,
degré de maturité.

La teneur en huile spécifique de chaque lignée (teneur des amandes parfaitement mûres) est toujours déterminée en station. Bien que des différences de teneurs spécifiques puissent présenter des écarts maximum de 4 à 5 %, ce caractère n'est pas considéré comme principal, car la production moyenne en huile d'une récolte est plus fortement influencée par d'autres facteurs génétiques ou de milieu tels que degré de maturité ou rendement au décorticage.

Un autre objectif est la résistance à la rosette, cette maladie à virus est rare au Sénégal mais fréquente dans d'autres pays de l'ouest africain (Haute-Volta, Côte-d'Ivoire). Ce critère n'a été pris en considération qu'assez récemment.

La recherche des variétés résistantes à la rosette se fait par sélection, puis, pour associer la haute productivité à la résistance, par hybridation, les descendances étant testées par des contaminations dirigées à l'aide de cultures de pucerons.

Enfin, un dernier objectif concerne la création de variétés d'arachides à grosses graines, pouvant être commercialisées comme arachides de bouche, c'est-à-dire satisfaisant aux normes commerciales en vigueur.

C'est principalement par de nouvelles introductions et par voie radio-génétique que des résultats sont recherchés dans ce domaine.

L'amélioration variétale a permis :

1) De constituer une collection extrêmement importante de lignées conservées pour certaines qualités particulières et qui pourront être utilisées dans des hybridations ultérieures ou être essayées dans des régions, où l'arachidiculture n'a pas encore fait l'objet d'études.

2) De mettre au point, pour les principales zones arachidières de l'ouest africain de climat soudanien, des variétés de 20 à 45 % plus productives que les variétés locales. Au Sénégal, l'expérimentation multi locale très développée a permis d'établir une carte délimitant les zones de supériorité absolue de trois lignées : les lignées sont 47 - 16 pour le nord, 48 - 115 pour le centre et 28 - 206 pour le sud.

Amélioration des techniques de production :

Ces recherches concernent d'abord les fumures minérales. Des travaux anciens réalisés avant guerre avaient déjà montré au Sénégal l'intérêt des fumures phosphatées.

Des travaux plus récents et plus exacts sont orientés suivant trois voies principales :

1) Recherches des fumures annuelles optimum des cultures d'arachide, pour chaque région dans les conditions actuelles de production.

2) Recherches de fumures optimum de l'arachide en assolement, c'est-à-dire compte tenu des apports minéraux antérieurs et des améliorations dues à une succession culturale rationnelle.

3) Recherche de la meilleure utilisation des phosphates locaux du Sénégal.

La première voie de recherche est actuellement très avancée au Sénégal. A la suite de nombreux travaux en station, un réseau étendu d'essais multilocaux a permis de dresser la carte de fumures minérales annuelles de l'arachide. Les exigences de la vulgarisation conduisaient à multiplier le moins possible le nombre de formules différentes à préconiser, la nature du sol se prêtant assez bien à cette simplification.

Compte tenu des circonstances économiques, on a montré que la dose rentable d'engrais minéraux se situe aux environs de 150 kg/ha et que trois formules différentes seulement pouvaient être utilisées : une formule de type 10 - 14 - 8 pour les régions nord-ouest, une formule de type 6 - 20 - 10 pour le reste du Sénégal, mises à part deux zones (Thiès et Gossas) où des formules moins phosphatées de type 6 - 10 - 20 sont mieux adaptées.

Actuellement ces études sont complétées par la recherche de précisions :

sur les doses optimum d'engrais dans certaines localités.

sur l'action de l'élément Ca,

sur les différences variétales de réponse aux fumures.

Dans les pays de l'Afrique de l'ouest autres que le Sénégal, des études analogues ont été entreprises un peu plus tardivement sous le contrôle du CRA de Bambey. Des résultats sont déjà acquis pour certaines régions bien définies. Les doses économiques d'emploi s'y situent généralement aux alentours de 100 kg/ha.

En ce qui concerne l'étude des formules minérales convenant aux cultures d'arachide dans des rotations à caractère intensif : (arachide-arachide-jachère ou arachide-mil-arachide-jachère), on a observé dans deux stations une tendance à la diminution des besoins en azote et à l'augmentation des besoins en potasse.

Ces études n'ont pas été poursuivies sous cette forme, car l'emploi d'une succession culturale comportant jachère ou engrais vert permettrait une utilisation rationnelle des phosphates insolubles du Sénégal en les appliquant en fumures de fond sur la sole de régénération. Elles font donc actuellement partie de la troisième voie de recherche qui a été signalée, celle du meilleur emploi des phosphates naturels.

Dans cette voie, de nombreux essais ont été réalisés et plusieurs enseignements s'en dégagent.

En matière de phosphatage de fond, les meilleures doses se situent à 500 kg/ha pour des phosphates titrant de 30 à 35 % de P^2O^5.

Les phosphatages de fond ne sont économiquement possibles qu'à partir d'une pluviométrie annuelle de 800 mm, cette limite pouvant sans doute être abaissée si les phosphatages sont effectués sur plusieurs rotations successives bénéficiant d'un effet cumulatif des pluies.

Le phosphate tricalcique est toujours supérieur au phosphate d'alumine brut.

Le phosphate d'alumine calciné paraît quelquefois légèrement inférieur au phosphate bicalcique.

Les phosphates d'alumine n'entraînent pas de toxicité aluminique.

La rapidité d'action des phosphatages de fond est plus grande lorsqu'ils sont appliqués, sur la jachère ou l'engrais vert précédant la rotation, que lorsqu'ils le sont sur la première culture.

Les phosphatages de fond justifient la pratique de l'engrais vert, qui devient ainsi quelquefois plus économique que la jachère.

La satisfaction des besoins en phosphore de la plante se traduit par une diminution de ses besoins en azote et une augmentation de ses besoins en potasse.

Parallèlement aux études de l'emploi des phosphates en fumures de fond, divers essais ont été réalisés avec d'autres amendements calcaires. Ces amendements se révèlent particulièrement intéressants pour relever le niveau de fertilité des sols surexploités ; à ce titre, la chaux est supérieure au phosphate tricalcique et surtout au plâtre. On note que l'emploi de la chaux améliore la microfaune du sol, mais a tendance à entraver l'action des engrais minéraux.

La difficulté de faire passer rapidement en vulgarisation l'emploi des phosphatages de fond, qui exigent une transformation du système agraire, a conduit à étudier les possibilités d'utilisation des phosphates naturels en fumures annuelles. La plupart des essais réalisés dans ce domaine sont de longue durée et ne sont pas terminés. Il semble cependant dès maintenant, qu'on puisse valablement substituer dans les zones suffisamment pluvieuses, un tiers de la dose des phosphates bicalciques des formules d'engrais usuelles par du phosphate tricalcique et que des finesses de broyage supérieures à celle correspondant au tamis 100 n'entrainent pas de modification dans leur assimilation.

A ces travaux sur les phosphates, on peut enfin rattacher une étude récemment entreprise de l'assimilation de divers phosphates à l'aide d'éléments marqués qui confirme l'assimilabilité par l'arachide du phosphate tricalcique sous une pluviométrie annuelle de 780 mm.

En ce qui concerne la fumure organique, l'emploi du fumier de ferme n'est pas généralisable dans les conditions actuelles du cheptel sénégalais ; l'expérience de Bambey montre cependant que, lorsqu'elle est possible, la seule application de 10 à 12 t/ha de fumier sur mil précédant l'arachide permet d'améliorer la fertilité du sol. Par cette seule pratique et l'emploi d'une rotation culturale convenable les rendements d'arachides sont maintenus depuis trente ans à environ 1 400 kg/ha.

Dans cette voie c'est sur l'utilisation des engrais verts que les recherches se sont particulièrement orientées. Ces travaux montrent un effet propre de l'engrais vert mil sur les rendements de l'arachide qui suit, mais l'engrais vert se révèle surtout intéressant en augmentant l'efficacité d'action des engrais minéraux et en autorisant l'emploi de doses plus élevées. En outre, l'engrais vert permet, comme on l'a vu, l'utilisation la plus économique des phosphates naturels en fumure de fond. Signalons cependant que l'engrais vert semé et cultivé n'est pas généralisable à toutes les régions arachidières. Les résultats indiqués ci-dessus ont été obtenus dans les régions assez humides ; dans les régions sèches du nord, son développement végétatif faible devra lui faire préférer un engrais vert constitué par la végétation naturelle (jachère enfouie) ou même, lorsque la masse végétale est insuffisante, une jachère simple.

Les résultats acquis sur les engrais verts conduisent à la recherche de systèmes de production plus rationnels et plus intensifs. Des travaux ont été particulièrement développés depuis quelques années dans ce sens ; ils comportent l'étude des assolements et de tous les problèmes connexes, notamment de ceux créés par l'enfouissement de matière verte : culture attelée ou mécanique et des matériels adaptés à ces types de culture.

Dans le domaine des assolements, les premiers résultats montrent qu'une succession quadriennale : engrais vert-arachide-mil-arachide, améliore les rendements d'une rotation à l'autre, un peu moins rapidement que la rotation témoin jachère-arachide-mil, mais qu'elle procure aux cultivateurs des revenus, supérieurs à 50 % à celle dernière. L'orientation actuelle de ces études tend à rechercher une diversification des productions par emploi de nouvelles cultures dont certaines dérobées.

Diverses pratiques ou techniques culturales ont été étudiées, la plus importante concerne les semis. Les résultats montrent : a) la possibilité d'effectuer des semis en lignes jumelées, à condition que les interaxes ne dépassent pas 70 - 80 cm ; b) que les densités optimum avoisinent 100 000 pieds/ha, les densités les plus économiques étant de 80 à 90 000. D'autres expérimentations ont montré en outre l'intérêt de façons culturales mécaniques réalisées en saison humide.

L'étude des matériels agricoles a porté sur un grand nombre de types ou de prototypes présentés par les

constructeurs. Ce sont notamment : les charrues, semoirs à arachide, arracheuses, épandeurs d'engrais, houes attelées, tracteurs et leurs outils, appareils de traitement antiparasitaires et appareils de traitement de récolte.

Maladies et parasites de l'arachide :

Dans ce domaine, on a distingué les études de base comportant, d'une part les observations faites sur l'écologie, la biologie des parasites et sur les symptômes qu'ils causent à la plante, et les recherches sur les moyens de lutte.

Les champignons parasites qui ont fait l'objet d'études ou d'observations sont essentiellement :

a) *Parmi ceux qui attaquent la plante* : Cercospora *sp. et les cryptogames qui lui sont associés* : Colletotricum Hangenoti. Phyllostica *sp.*, Sphaerulina *sp*, Corticium Rolfsii, Diplodia natalensis, Fusarium, Penicillium glaucum, Aspergillus niger.

b) *Parmi ceux qui attaquent la graine* : Sclerotium hataticolum, Macrophomina phaseoli. Rhizoctonia *sp.*

Deux maladies bactériennes ont été observées, l'une due à Bacterium solanacearum *et l'autre à un agent indéterminé se présente étroitement associée à la roselle.*

Parmi les maladies physiologiques, on a cité le clump de l'arachide, l'apoplexie et les brûlures.

Les insectes parasites ont donné lieu à des observations très poussées ; les principales espèces étudiées ont été les suivantes :

a) *Parasites de la plantule* : Peridontopyge spinosissima, Schizonicha, Anomala plebeja Curt, Trochalus pilula Klg, Cardiophorus subspinosus Fabr., C. cognatus Mr. *ou taupins*, Ancamerus fuscus Ol, A. tomentosus Cl., Zophosis trilineata Ol., Z. quadrilineata Ol., Hyperops tagenoides Asch.

b) *Parasites des tiges* : Eutermes parvulus, Brachytrypes *sp.*

c) *Parasites du feuillage* : Pyrgomorpha Kraussi, Prodenia litura, Amsacta moloncyi, Leucania obsoleta, Laphygma exigua, Diacrisia punctulata Wall., Orgya vetusta Amps, Celepa docilis Butler, Anoplocnemis curvipes F., Halticus minutus Rent., Empoasca fascialis Jac., Hercothrips femoralis Rem., Aphis craccivora Koch, Aphis laburni Kalt.

d) *Parasites des fleurs* : Decapotoma affinis.

e) *Parasites des gousses dans le sol* : Eutermes parvulus.

f) *Parasites des stocks* : *Caryedon fuscus*, Aphanus *sp.*, Dieuches *sp.*, Ephestia cautella, Corcyra cephalonica.

Les viroses sont essentiellement représentées par la roselle qui est dans de nombreux pays la maladie dont l'importance est la plus grande.

Elle est transmise par Aphis craccivora *et se développe en tache d'huile autour du pied attaquant plus tôt et plus rapidement les ramifications secondaires que la tige principale.*

Le greffage des plantes saines sur plantes malades montre que la sève transmet le virus sans transmettre les facteurs de résistance lorsqu'ils existent sur le porte-greffe.

Enfin, on a indiqué dans ce chapitre, les principales adventices des cultures d'arachide au Sénégal dont les plus dangereuses sont : Cenchrus biflorus, Cyperus rotundus et Cassia obtusifolia.

Les recherches en matière de lutte contre les maladies et parasites ont revêtu une importance directement en rapport avec l'importance économique de la maladie ou du parasite considéré.

En ce qui concerne les parasites cryptogames de la plante, l'essai de traitements fongicides contre la cercosporiose a surtout montré leur faible intérêt économique ; des facteurs de résistance partielle à cette maladie ont été trouvés dans certaines lignées.

L'expérimentation a été particulièrement développée dans le domaine de la désinfection des semences, visant à juguler à la fois les dégâts cryptogamiques et ceux dus à des insectes, occasionnés à la graine en cours de germination.

On observe généralement une interaction entre les effets insecticides et fongicides.

Les meilleurs mélanges sont à la base de thirame et d'aldrin ou de thirame et dieldrine, le thirame ayant une action favorable sur la levée et l'insecticide sur la protection des plantes en cours de végétation.

Ces traitements procurent des accroissements de rendements très variables selon la qualité des semences, les localités, la date de semis, etc... mais surtout très spectaculaires pouvant aller jusqu'à 100 %.

La lutte contre la roselle, dont l'incidence économique est surtout importante en Haute-Volta et en Côte-d'Ivoire, a été envisagée :

α) *par destruction des pucerons : les insecticides systémiques montrent une efficacité relatives, mais leur utilisation n'est pas rentable ;*

β) *par voie génétique qui a permis l'obtention de nombreuses lignées résistantes.*

Enfin, la destruction des adventices a fait l'objet d'études préliminaires à l'aide de désherbants chimiques. Le karmex se révèle en général efficace sauf sur Cenchrus biflorus, *dont il ne fait que retarder un peu le développement.*

Conservation des stocks :

La grande facilité avec laquelle sont généralement conservées à l'air libre, en « seccos », les arachides au cours de leur commercialisation n'a pas conduit à développer les recherches dans ce sens.

Une étude relative à l'influence des pluies tardives sur les seccos, montre que celles-ci n'ont pas d'influence sur la teneur en matière grasse mais peuvent quelquefois fortement élever son acidité.

Vulgarisation des résultats obtenus :

Les résultats ayant jusqu'ici bénéficié de la plus large vulgarisation sont ceux relatifs à l'amélioration des variétés.

Des semences sélectionnées ont été diffusées principalement au cours des dix dernières années dans les principales zones arachidières des pays de l'Afrique de l'ouest : Mali, Haute-Volta, Guinée, Niger, Dahomey ; au Sénégal, cette action a été entreprise dès 1935 et aujourd'hui 65 à 70 % des surfaces sont cultivées avec des semences d'environ 70 % de pureté provenant de souches de Bambey. On estimait en 1959, que l'accroissement de la production qui en résulterait se chiffrerait à plus de cinq milliards et demi, si la totalité des cultures utilisaient les dernières lignées mises au point.

Dans les autres domaines, c'est surtout au Sénégal que les résultats de la recherche ont été vulgarisés. La désinfection des semences qui est de pratique facile et économique, a été commencée dès 1951, elle

porte actuellement sur 16 à 25 % des semences utilisées ; les engrais par contre, demeurent employés à une échelle modeste, n'intéressant qu'environ 3,5 % des surfaces en arachide. En ce qui concerne le matériel de culture, il faut citer principalement les semoirs à arachides, dont quarante-cinq mille sont actuellement utilisés. Enfin, la vulgarisation de systèmes agraires intensifs faisant appel non seulement à l'ensemble des améliorations évoquées ci-dessus, mais faisant également intervenir un assolement rationel n'en est qu'à ses débuts. Elle intéresse actuellement trois secteurs, où on s'efforce de développer l'emploi de l'engrais vert grâce à la traction bovine.

Disons pour conclure, que c'est par cette transformation fondamentale du système agraire dans son ensemble que l'agriculture des pays de l'ouest africain et du Sénégal en particulier peut améliorer son efficacité de la façon la plus spectaculaire. Cette transformation vise en effet, non seulement à améliorer les rendements, mais aussi à accroitre les surfaces productives pour un même travail humain, tout en maintenant le potentiel de fertilité du sol. Ainsi, au terme d'une étude des résultats à attendre de la généralisation des méthodes actuellement mises au point par la recherche : emploi de semences sélectionnées et désinfectées, des engrais minéraux et extension des surfaces permises par une rotation quadriennale avec culture attelée, on a estimé que le Sénégal pourrait produire plus de 2.000.000 de tonnes d'arachides contre 650.000, qui serait la production de base actuelle si certaines améliorations n'avaient pas déjà été introduites.

SUMMARY AND CONCLUSION

The plant :

Studies related to the plant knowledge are specially concerned with Botany, Ecology and Physiology.

Botanical researches have been made occasionnally and with a view to varietal improvement. They have led principally to the elaboration of a varietal types classification which is founded on :

1) the seed dormancy related to the period of vegetation,

2) the half-erected or running habit of late varieties,

3) the seminal legument color,

4) the morphological pods characters.

A new classification is presently planned which will consider the results from more recent observations principally in regard to :

1) the habit, the distinctive element of which is the importance of the vegetative development of the different order of ramifications : 0 and 1 (unramified types), 2 (subramified types), 3 (ramified),

2) some floral and foliar characters.

Definite biological and ecological observations have been made on :

α) the process of flowering and of pollinization, the knowing of which is necessary to artificial hybridization process,

β) the incidence of ecological factors on flowering and other coefficient of flowers fruitfulness. Thus one observes a diminution of flowering and fruitfulness coefficient with late sowing, a depressive effect of rain and high temperatures on the flowering of the next day and a positive effect of insolation,

γ) the natural adaptation of varietal types to climatic zones which indicates the adaptation of types with kernels of increasing size from dry to wet areas,

δ) the bacterial symbiosis which leads to the conclusion that there are different stocks of Rhizobium for erected and running types.

Physiological studies have indicated that on and from the 2nd month a period of high vegetative development takes place which is due to the absorption of almost the whole potash, calcium and magnesium used. The quantity of mineral elements absorbed by an hectare of groundnuts which produces a ton of pods are as follows : 70 kg of N, 10 kg of P_2O_5, 28 kg of K_2O, 18 kg of CaO, 12 kg of MgO.

The environment :

The studies on the environment have been specially concerned with soils.

In this matter, static studies (peanut soils studies and inventories) can be distinguished from dynamic studies which are related to soil evolution under different cropping systems.

Groundnut soils in Senegal have :

1) An always high proportion of sand : 90 to 96 %, with a ratio coarse sand-fine sand varying from 20 to 50.

2) A fraction from 1 to 3 % of silt.

3) A very small clay fraction, 7 to 8 %.

4) Percentages of organic matter varying from 1 to 2 % in the uncultivated grounds and to 0.2 % in the exhausted ones. The humus fraction varies in the same proportion and it can be considerably increased by digging into the soil green manure (34 to 50 %).

5) A reaction from 6 - 6.5 to 6.5 - 7.0.

From a chemical point of view groundnut soils have generally a small percentage of minerai elements except for Ca.

The exchangeable cathions sum varies from 1.5 to 5 m/100 g with a saturation degree of 70 to 95.

Serious pedological studies have been made on some characteristic regions in Senegal : areas of Louga, of Bambey, and specially of Thies. Finally, indications are given on some groundnut soils of other West African Countries : Mali, Guinea, Dahomey.

Soils evolution studies in fields or in lysimeters are not yet finished.

The first observations (8th year) made on four-course rotation of crops, groundnut — millet — groundnut — green manure, and with mineral fertilizers and partly mechanized cultivation show the absence of serious degradation but a slow evolution towards emaciation particularly by a slow significant diminution of clay percentage in soil.

Lastly, the soils microbiological study indicates that the activity of the bacteria which fix nitrogen as well as the activity of the aerobic micro-organisms which decompose cellulose and which are predominantly bacterial or fungic according to countries and soil treatment (green manure), are generally satisfactory.

Varietal improvement :

Numerous causes and among them the almost complete autogamy of groundnut (natural hydridiza-

tion ratio of 2-5 ‰ and always inferior to 0.1 %) and seeds purity, that must be easily tested at the different multiplication and vulgarization stages, have led immediately from the beginning of the studies to research varietal improvement by the creation of inbred lines.

These pure lines are obtained by genealogical selection :

1) from populations from all the groundnut areas in the West African Countries at the beginning, then from all the countries in the world,

2) from progenies from artificial hybridization (with back-crosses for a roselle resistant variety research),

3) more recently from mutants obtained by R. X. irradiations.

Other methods, like larovization, colchinization have been tested but without success.

Genetic purety is esteemed by the regularity of classifying botanical characters obtained on 5 or 6 years of pedrigreed reproduction.

The principal quality studied has been during a long time the high yield of groundnuts for oil-works in the different ecological cultivated regions.

Station trials and multi-local field-testings have allowed to esteem yield by its constituants, the principal ones being as follows :

gross pods yield,
total pods yield (after addition of the undigged remnants),
fanning rate (empty pods elimination),
shelling yield,
maturity degree.

The specific oil percentage of each line (percentage of perfectly ripe kernels) is always determined in station. Though specific percentages can have a maximum difference of 4 to 5 %, this character is not considered as the most important for the oil average richness of a crop is much more influenced by other genetic or environment factors like maturity degree or shelling yield.

Another aim pursued is resistance to roselle, a virus disease which rarely occurs in Senegal but frequently in the other West African Countries (Upper Volta, Ivory Coast). This criterium was but recently taken into consideration.

Roselle resistant varieties research is carried out by breeding, then in order to associate high productivity with resistance by hybridization ; the proyenies are tested by contaminations with aphids cultures.

Finally, a last aim is the creation of groundnut varieties with big kernels which can be marketed as groundnuts for edible purpose that is to say that satisfy to the general commercial standards.

Results are researched in this matter principally by new introductions and radio-genetic means.

Varietal improvement has allowed :

1) To compose a very important collection of lines which are kept for some particular qualities and which could be used in further hybridization or tried in countries in which groundnut cultivation has not yet been studied.

2) To perfect varieties 20 to 45 % more productive than local varieties for the principal West African groundnut areas under a sudanese climate. In Senegal, a very much developped multi-local field-testing has allowed to map the three areas where three lines are superior : the lines are 47-16 in the North, 48-115 in the Middle and 28-206 in the South.

Cropping method improvement :

These researches are primarily related to mineral fertilizers. Former works before the war had shown the interest of phosphate fertilizers in Senegal.

More recent and exact works are undertaken according to three principal ways :

1) Researches of optimum annual fertilizers in the present productive conditions for groundnut cultivation in each area.

2) Researches of optimum fertilizers for groundnut in rotation, that is to say considering residual effects of fertilizers and improvement due to a rational rotation.

3) Researches for a better use of local Senegalese phosphates.

The 1st way of research is presently very well advanced in Senegal. Following numerous station works, a large system of multi-local field-testings has allowed to map the groundnut annual mineral fertilizers. Vulgarization required few numbers of different formulas to recommand and soil nature permits well enough this simplification.

Works have demonstrated that, in regard to economical circumstances, the economic amount of mineral fertilizers is about 150 kg/ha and that only 3 different formulas can be used : a formula 10-14-8 in the North-West areas, a formula 6-20-10 in the other Senegalese regions except in 2 areas (Thies and Gossas) in which formulas 6-10-20 with less phosphate are better adapted.

Presently these studies are completed by precise researches on :

fertilizers optimum proportions in some places,
Ca action,
different varietal responses to fertilizers.

The same studies have been undertaken a little later under Bambey direction in the other West African Countries. Results have already been obtained in determined areas. The inexpensive quantities to be used are generally about 100 kg/ha.

In regard to the study of mineral formulas suitable to groundnut crops in intensive rotation cultivation (groundnut — groundnut — fallow or groundnut — millet — groundnut — fallow) requirements in less nitrogen and more potash has been observed in two stations.

These studies have not been pursued in this manner for the use of a rotation with fallow or green manure allowed a rational use of Senegalese insoluble phosphates in applying them as basal dressing on the regenerative plot. They are presently a part of the above 3rd research way, that of the best use of natural phosphate.

Numerous tests have been realized in this way and several instructions can be drawn from them.

The best proportions in regard to basal dressing with phosphate with 30 to 35 % of P_2O_5 are about 500 kg/ha.

Basal dressing can be used from an economical point of view but with a 800 mm annual rainfall; this limit can be reduced without doubt if these phosphates are used on several successive rotations which profit by a cumulative action of rain.

Tricalcic phosphate is always superior to raw alumina phosphate.

Sometimes calcined alumina phosphate seems a little inferior to bicalcic phosphate.

Alumina phosphate does not produce alumina toxicity.

Basal dressings of phosphate are more rapi-

dly available when they are applied on fallow or ou green manure preceding rotation than when applied on the 1st crop.

Green manure use is justified by basal dressing of phosphate and so it is sometimes more inexpensive than fallow.

When the plant requirements in phosphore are satisfied its wants of azote are less important and that of potash more important.

Other tests have been made with other calcareous basal dressing parallelly to studies carried out on the use of phosphate in basal dressing. These calcareous dressings are particularly interesting to increase the fertility level of the over-cultivated soils. In this matter, lime is superior to triealcic phosphate and specially to gympsum. Lime use is noted to improve soil microfauna but with a tendency to check mineral fertilizers action.

It is difficult to vulyarize rapidly the use of basal dressing of phosphate which demands a transformation of the cropping system and so a study of the possible use of natural phosphates as annual fertilizers has been underlaken. In this field the most pari of the tests must be carried out during a long time and therefore they are not yet finished. However it appears that now it is validly possible, in the sufficiently rainy areas, to substitute tricalcic phosphate for 1/3 of the bicalcic phosphate proportion in usual fertilizers formulas and that their assimilation is not improved by a grinding under a 100 sifter.

Besides those works on phosphates, a recent study on different phosphates assimilation with radioactive elements confirms that tricalcic phosphate is assimilable by groundnut when rainfall is 780 mm per year.

In regard to organic manure the use of farm manure cannot be generalized in the present conditions of the Senegalese livestock. However at Bambey the experience shows that when possible an application of 10 to 12 t/ha of manure on millet preceding groundnut improves soil fertility. Since 30 years groundnut yields have been kept on about 1 400 kg/ha by this method alone and the use of a suitable crops rotation.

In this way researches have been specially concentrated on green manure use. They indicate that green manure has a peculiar effect on the yield of the following groundnut but it is specially interesting because it makes mineral fertilizers action more efficient and it allows their use in higher proportions. Moreover, green manure allows, as it has been pointed out before, the cheapest use of natural phosphate in basal dressing. However it can be noted that, when sowed and cultivated, green manure cannot be generally used in all the groundnut areas. The above results have been obtained in regions wet enough but in dry north areas, its vegetative development is too weak, for which reason a natural green manure dug into the soil or, if fresh vegetable matter is too poor, a simple fallow, are recommended.

The results obtained on green manure lead to study more rational and intensive cropping systems and for some years works have been particularly developped in this way. They are crops rotation studies and all the connected problems, notably those raised by digging into the soil fresh vegetable matter: animal drawn equipment or mechanized implements and the problems raised by these cultural methods.

The first results show that a four-tour rotation green manure — groundnut — millet — groundnut, improves yield from a rotation to another a little slowly than the chek rotation fallow — groundnut — millet but that it makes the farmers able to obtain yields 50 % superior to this latter. The present studies try to research more diversified crops by the cultivation of new species, some of them being catch-crops.

Differeni cultural practices have been studied, the most important being related to sowing. The results indicate possible double row seeding with :

inter-axis not superior to 70-80 cm,
an optimum density of about 100 000,
the cheapest densities being of 80 to 90 000.

Moreover other experiments have shown the interest of mechanized ploughing in wet seasons.

Agricultural implements studies have been made on a great number of types or prototypes which have been tried by the constructors. They are ploughs, groundnut drilling machines, groundnut diggers, animal drawn hoes, fertilizers, tractors and their implements, plant and products protection equipments.

Groundnut diseases and pests :

In this field fundamental studies related to observations on ecology, on pest biology and on plants symptoms, on one part, and researches on the control means, on the other part, have been distinguished.

The principal fungi which have been studied or observed are as follows :

a) *Among those which attack the plant* : Cercospora *sp. and the cryptogams related to it* : Colletotricum Mangenoti, Phyllostica *sp.*, Sphaerulina *sp.*, Corticium Rolfsii, Diplodia natalensis, Fusarium, Penicillium glaucum, Aspergillus niger.

b) *among those which attack the kernel* : Sclerotium bataticolum, Macrophomina phaseoli, Rhizoctonia *sp.*

Two bacterian diseases have been observed ; one is due to Bacterium Solanaccarum *and the other is undeterminated and is closely related to « rosette ».*

Among physiologic diseases, groundnut clump, apoplexy, burns, have been noted.

Insects pests have been very closely observed : the principal species studied are as follows :

a) *Seedling pests* : Peridontopyge spinosissima, Schyzonicha, Anomala plebeja Curt, Trochalus pilula Klg, Cardiophorus subspinosus Fabr., Zophosis quadrilineata Ol., Cardiophorus cognatus Mr or « taupins», Aneamerus fuscus Ol., Aneamurus Cl., Zophosis trilineata Ol., Hyperops tagenoides,

b) *Stems pests* : Eutermes parvulus, Brachytypes *sp.*

c) *Foliage pests* : Pyrgomorpha Kraussi, Prodenia litura, Amsacta moloneyi, Leucania obsolota, Laphyma exigua, Diacrisia punctulata Wall., Orgya vetusta Amps, Celepa docilis Butler, Anoplocnemis curvipes F., Halticus minutus Rent., Empoasca fascialis Jac., Haplothrips femoralis Rem., Aphis craccivora Koch, Aphis Laburni Kalt.

d) *Flowers pests* : Decapotoma affinis.

e) *Pest of the pods in the ground* : Eutermes parvulus.

f) *Stocks pests* : Caryedon fuscus, Pachymerus cassiae, Aphanus *sp.*, Dicuches *sp.*, Ephestia cautella, Corcyra cephalonica.

Virus diseases are represented essentially by « rosette » which in several countries is the most important disease.

It is transmitted by Aphis craccivora *and it attacks progressively the neighbouring plants and earlier and more rapidly the secondary ramifications than the principal stem.*

Grafting of sound plants on injured plants indicates that sap transmits the virus but without the resistant factors when they exist on the stock.

Lastly the principal weeds of groundnut crops in Senegal have been noted in this chapter, the most dangerous being as follows :

Cenchrus biflorus, Cyperus rotundus *and* Cassia obtusifolia.

The importance of researches concerning diseases and pest control are directly in relation with the economical importance of the disease or pest considered.

For the plant cryptogamous pests the test of fungicide treatments against Cercospora *have indicated principally their weak economical interest ; some lines have been found to be partly resistant to this disease.*

In the matter of seed treatment particular developped tests have been made to control the damages caused on the germinating seed both by the cryptogams and the insects.

There is generally an interaction between insecticide and fungicide effects.

The best blends are with Thiram and Aldrin or Thiram and Dieldrin as active matter, Thiram is efficient on sprouting and the insecticide protects thr plant during its vegetation.

These treatments improve yields differentiil according to seeds quality, places, sowing time, but principally these increases can be spectacular, even of 100 %.

It has been considered to control rosette, which is a disease economically important particularly in Upper Volta and in Ivory Coast :

α) *in destroying aphis : systemic insecticides are relatively efficient but they are not economic,*

β) *by genetic means which have allowed to obtain numerous resistant lines.*

Finally, preliminary studies concerning weeds destruction have been undertaken on chemical weedkillers. Karmex is generally efficient but for Cenchrus biflorus *the development of which is only a little delayed.*

Storage :

When commercialized groundnuts generally are easily kept in the open air in « seccos » and so studies have not been developped in this way.

A study on the influence of late rains on seccos indicates that they do not influence fat content but that they must sometimes highly increase its acidity.

Results vulgarization :

The most vulgarized results till now are those which concern varieties improvement.

Selected seeds have been distributed particularly during the 10 last years in the principal groundnut areas in the West African Countries : Mali, Upper-Volta, Guinea, Niger, Dahomey; in Senegal this action has been undertaken since 1935 and to-day 65 to 70 % of the surfaces are cultivated with seeds which are about 70 % pure and which are issued from Bambey stocks. It was estimated in 1959 that production would increase of more than 5 milliard and a half if the last obtained varieties were used in all the crops.

In other fields research results have been vulgarized principally in Senegal. Since 1951 seed treatment which is easy and economic has been undertaken. It concerns now 16 to 25 % of the used seeds; on the contrary fertilizers are little used and they are applied but to about 3.5 % of groundnut areas. In regard to cultivation implements drilling machines must principally be mentionned ; 45.000 of them are presently used. Lastly, the vulgarization of intensive cropping systems which include not only all the above improvements but also a rational rotation is just beginning. It presently concerns three sections in which green manure use is being developped thanks to ox traction.

In conclusion, West African agriculture and specially Senegalese agriculture can be improved and made the most spectacularly efficient by a fundamental transformation of the whole cropping system. This transformation intends not only to improve yields but also to increase productive areas for the same human work and to keep in the meantime potential soil fertility. Thus, at the end of a study of the results which can be expected from generalization of the methods presently worked out by research, such as the use of selected and treated seeds, of mineral fertilizers and the possible extension of acreage by a four-course rotation of crops, Senegal is esteemed to be able to produce more than two million of tons of groundnuts against 650,000 which would be the present production if some improvements had not be already made.

RESUMEN

La planta :

Estudiáronse esencialmente la botánica, la ecologia y la fisiologia de la planta.

Hiciéronse las investigaciones botánicas en vista del mejoramiento varietal. Estas permitieron principalmente elaborar una clasificación de los tipos varietales basada en :

1) el carácter latente o no de las simientes relacionado con la duración del ciclo ;

2) el porte semierecto o rastrero de las variedades tardías ;

3) el color del legumento seminal :

4) los caracteres morfológicos de la vaina.

Está elaborándose una nueva clasificación incluyendo los resultados de observaciones más recientes en lo tocante a :

1) El porte para el cual el elemento de discriminación es la amplitud de desarrollo vegetativo de las varias ramificaciones de orden : 0 y 1 (tipo no ramificado), 2 (subramificado), 3 (ramificado).

2) Ciertos caracteres de la flor y de la hoja.

En materia de biologia y ecologia, hiciéronse unas observaciones precisas relativas a :

1) El proceso de la floración y de la polinización que es preciso conocer para efectuar las hibridaciones artificiales.

2) La incidencia de los factores ecológicos en lo tocante à la floración y al coeficiente de fertilidad de las flores ; nótese que disminuye la importancia de la floración y del coeficiente de fertilidad con las siembras tardías, que las lluvias y las altas temperaturas tienen un efecto depresivo en la floración del día siguiente y la insolación un efecto positivo.

3) La adaptación natural de los tipos varietales a las zonas climáticas : con las semillas de dimensiones crecientes pásase de las regiones más secas a las más húmedas.

4) La simbiosis bacteriana que permite concluir que existen linajes de Rhizobium *diferentes para los tipos rastreros y erectos.*

Los estudios de fisiologia evidenciaron a partir del segundo mes una fase de desarrollo vegetativo intenso correspondiente a la absorpción casi total de la potasa, del calcio y del magnesio utilizados. Las cantidades de elementos minerales exportados en una hectárea de mani que produce una tonelada de vainas son : 70 kg de N, 10 kg de P_2O_5, 28 kg de K_2O, 18 kg de CaO, 12 kg de MgO.

El medio :

Estudiáronse principalmente los suelos. En este campo pueden distinguirse los estudios de carácter estático (descripción de los suelos para mani) y de carácter dinámico (evolución de los suelos según los sistemas de cultivo).

Los suelos para mani presentan en el Senegal :

1) Un porcentaje de arena siempre altisimo de 90 a 96 % con una relación arena gruesa-arena fina variando entre 20 y 50.

2) Una fracción limo variando entre 1 y 3 %.

3) Una fracción arcilla muy baja, 7 o 8 %.

4) Un contenido de materia orgánica variando entre 1 y 2 % en las tierras nuevas y 1 y 0.2 % en las tierras agotadas. La fracción humus sigue las mismas variaciones y puede ser aumentada considerablemente (del 34 al 50 %) con el entierro de abono verde.

5) Una reacción que varía entre 6 - 6.5 y 6.5 - 7.0.

Desde el punto de vista químico, los suelos para mani presentan generalmente bajos contenidos de elementos minerales, a excepción de Ca.

La suma de las bases cambiables varia entre 1.5 y 5.0 meq. en 100 g con un grado de saturación de 70 a 95.

Efectuáronse estudios pedológicos muy serios en algunas regiones caracteristicas del Senegal : regiones de Louga, Bambey y especialmente Thirs. Dánse finalmente algunas indicaciones relativas a varios suelos para mani de otros territorios del oeste africano : Mali, Guinea, Dahomey.

No se acabaron todavia los estudios de la evolución de los suelos en el sitio mismo o en lisimetros.

In situ, con rotación cuadrienal - mani, mijo, mani, abono verde - y fertilizantes minerales, los primeros resultados (año octavo) muestran que no se verifica una degradación grave, sino una ligera evolución orientada hacia un empobrecimiento, especialmente con una leve disminución significativa del contenido de arcilla del suelo.

Por fin, el estudio microbiológico de los suelos muestra que la actividad de los fijadores de nitrógeno es generalmente satisfactoria como la de los degradadores aerobios de la celulosa en que predominan las bacterias o los hongos, según las regiones o el tratamiento del suelo (abono verde).

Mejoramiento varietal :

La autogamia casi absoluta del mani (2 a 3 ‰, y siempre inferior a 1 % de hibridación natural), la necesidad de una verificación fácil de la pureza de las simientes en las varias fases de la multiplicación y vulgarización, y otras muchas razones explican porque, desde el origen de los trabajos, fué buscada la mejora varietal con la creación de linajes genéticamente puros.

Obliénense estos linajes puros con selección genealógica :

1) En las poblaciones procedentes inicialmente de todas la zonas productoras de maní del oeste africano y, por lo sucesivo, de todas las partes del mundo ;

2) En las progenies obtenidas con hibridaciones dirigidas (con crossback para hallar una variedad resistente a la virosis de la « roseta »).

3) Más recientemente entre los mutantes obtenidos con los rayos X. Otros métodos, como la yarovización y la colchinización, no dieron buenos resultados.

Apréciase la pureza genética por la regularidad de los caracteres botánicos de clasificación obtenida en cinco o seis años de cultivo con pruebas de descendencia.

Entre las calidades buscadas, la principal fué durante muchos años un alto rendimiento de aceite en las varias zonas ecológicas de cultivo.

Apréciase el rendimiento con ensayos en las estaciones y ensayos multilocales por medio de sus componentes cuyos principales son :

la producción bruta de vainas,

la producción total de vainas después de añadidas la vainas que se han quedado en el suelo),

el cocficiente de ventilado (eliminación de la vainas vacias),

el rendimiento de los cacahuetes descascarados,

el grado de maturidad.

Determinase siempre en la estación el contenido especifico de aceite de cada linaje de las almendras completamente maduras). A pesar de encontrarse fluctuaciones máximas del 4 o 5 %, este carácter no se considera como principal pues influyen en la riqueza media de aceite de una cosecha otros factores genéticos o ambientales como el grado de maturidad o la producción de cacahuetes descascarados.

Un otro objetivo del mejoramiento varietal es la resistencia a la « roseta », virosis que se encuentra raramente en el Senegal, pero frecuentemente en otros territorios del oeste africano (Alto Volta, Costa de Marfil). Considérase este criterio desde hace poco tiempo.

Efectúase la búsqueda de variedades resistentes con selección y, después, para asociar los caracteres de alto rendimiento y de resistencia, con hibridación ; los « tests » de las progenies se efectúan mediante contaminaciones dirigidas con cultivos de áfidos.

Un último objetivo está relacionado con la creación de variedades de semillas gruesas, respondiendo a las normas comerciales vigentes para los cacahuetes comestibles.

Resultados en este campo están buscándose principalmente con introducciones de nuevas variedades y con la radiogenética.

El mejoramiento varietal permitió :

1) Constituir una colección muy importante de linajes conservados por sus calidades específicas y que podrán utilizarse en hibridaciones ulteriores o experimentarse en regiones donde se ha estudiado aun la posibilidad de este cultivo.

2) Poner a punto variedades cuya producción sea superior de un 20 a un 45 % a la de las variedades de las principales zonas de cultivo del oeste africano. En el Senegal la experimentación multilocal, muy desarrollada, permitió elaborar un mapa en que se deslindaron las zonas de superioridad absoluta de tres linajes : los linajes 47 - 16 para el norte, 48 - 115 para el centro y 28 - 206 para el sur.

Mejora de las técnicas de producción :

Primero experimentáronse las fertilizaciones minerales. Unos trabajos hechos antes la segunda guerra mundial mostraron las ventajas de las fertilizaciones fosfaladas.

Otros trabajos más recientes y más exactos efectúanse en tres direcciones principales buscándose :

1) Las fertilizaciones anuales óptimas de los cultivos de maní en cada región y en las condiciones de producción actuales.

2) Las fertilizaciones óptimas de los cacahuetes en rotación, es decir teniendo en cuenta los aportes anteriores de elementos minerales y las mejoras debidas a una sucesión de cultivos racional.

3) Una mejor utilización de los fosfatos locales del Senegal.

Las investigaciones relativas al primer punto están muy adelantadas en el Senegal. Después de muchos trabajos en los estaciones, una red extensa de ensayos multilocales permitió elaborar el mapa de las fertilizaciones anuales del mani. Debido a las exigencias de la fertilización se redujo en cuanto fué posible el número de fórmulas preconizadas siendo esta simplificación facilitada por la naturaleza del suelo.

Teniendo en cuenta las circunstancias económicas calculóse la dosis económica de fertilizantes minerales : 150 kg/ha en tres fórmulas diferentes, la de tipo 10 - 14 - 8 para las regiones noroeste, la de tipo 6 - 20 - 10 para las demás partes del Senegal, salvo las regiones de Thies y Gossas para las cuales han de preferirse fórmulas menos fosfaladas de tipo 6 - 10 - 20.

Actualmente complétanse estos estudios y búscanse datos más precisos en lo tocante a :

las dosis óptimas de fertilizantes en localidades determinadas,

la acción del elemento Ca,

el efecto de los fertilizantes según las variedades.

Un poco más tarde, en los otros territorios del oeste africano emprendiéronse unos estudios análogos bajo la vigilancia del CRA de Bambey. En algunas regiones bien delimitadas ya se han obtenido buenos resultados. Las dosis económicas son de 100 kg/ha poco más o menos.

En lo tocante a las fórmulas minerales apropiadas en las rotaciones de carácter intensivo (mani - maní - barbecho o mani - mijo - mani - barbecho) fué observado en dos estaciones que las necesidades de nitrógeno parecían disminuir y las de potasa aumentar.

En esta fase los estudios tomaron una orientación nueva, y se buscó una mejor utilización de los fosfatos naturales (tercer punto). Efectivamente una sucesión de cultivos con barbecho y abono verde debía permitir una utilización más racional de los fosfatos insolubles del Senegal aplicados en abonado de fondo en las parcelas de regeneración.

Realizáronse numerosos ensayos que dieron los resultados siguientes :

Para los abonados fosfatados de fondo, los dosis mejores son de unos 500 kg/ha de fosfatos con 30 - 35 % de P_2O_5.

Un abonado fosfatado de fondo es sólo económico a partir de una pluviosidad anual de 800 mm. pudiendo ser más bajo este límite si el abonado se realiza en varias rotaciones sucesivas beneficiando de un efecto cumulativo de las lluvias.

El fosfato tricálcico es siempre superior al fosfato de alumina bruto.

El fosfato de alumina calcinado parece a veces algo inferior al fosfato bicálcico.

Con los fosfatos de alumina no se observa toxicidad alumínica.

Comparados con la aplicación al primer cultivo los abonados fosfatados de fondo tienen una rapidez de acción superior cuando se aplican al barbecho o al abono verde que precede a la rotación.

Los abonados fosfatados de fondo justifican la práctica del abono verde que es a veces más económica aquí que el barbecho.

Si la planta recibe todo el fósforo que es menester, necesita menos nitrógeno y más potasa.

Paralelamente con los estudios del empleo de los abonados fosfatados de fondo, hiciéronse varios ensayos con otras enmiendas calcáreas que aumentan el nivel de feracidad de los suelos demasiado explotados. Aquí la cal es superior al fosfato tricálcico y, sobre todo, al yeso. Nótase que la cal mejora la microfauna del suelo, pero estorba algo la acción de los abonos minerales.

No es posible vulgarizar rápidamente el empleo de los abonados fosfatados de fondo que necesitan una transformación total del sistema agrario. Por eso estudióse la posibilidad de abonamientos anuales de fosfatos naturales. La mayor parte de los ensayos efectuados en este campo no han sido acabados todavía. Mostraron sin embargo que es probablemente posible substituir en las zonas bastante lluviosas una tercera parte de la dosis de fosfatos bicalcicos de las fórmulas comunes con un fosfato tricálcico y que no se modifica su asimilación cuando las partículas son más finas que las que corresponden a la malla 10.

Cabe citar aquí un estudio reciente relativo a la asimilación de varios fosfatos con la ayuda de elementos marcados. Este estudio confirma la asimilabilidad del fosfato tricálcico por el maní cuando la pluviosidad anual es de 780 mm.

En lo tocante al abonamiento orgánico no es posible generalizar el empleo del estiércol en las condiciones actuales de la ganadería senegalesa. Según los datos obtenidos en Bambey la sola aplicación de 10 - 12 ton./ha de estiércol a un cultivo de mijo precediendo al cultivo de maní mejora la feracidad del suelo. Con esta sola práctica asociada con una rotación adecuada los rendimientos de maní siguen alcanzando unos 1,400 kg/ha desde hace treinta años.

En este campo orientáronse especialmente las investigaciones hacia el empleo de abonos verdes. Los trabajos muestran un efecto propio del abono verde mijo sobre la producción sucesiva de maní ; pero es sobre todo interesante el abono verde porque vuelve más eficaz la acción de los fertilizantes minerales y permite el empleo de dosis más altas de los últimos. Además, como ya se ha visto, con el abono verde se utilizan más económicamente los fosfatos naturales en abonados de fondo. Sin embargo es preciso señalar que el abono verde no puede generalizarse en todas las áreas de producción de maní : los resultados presentados aquí se han obtenido en las regiones bastante húmedas ; en las regiones secas del norte ha de preferirse un abono verde enterrado de vegetación natural o el barbecho simple cuando ésta es insuficiente.

Después de estudiados los abonos verdes, buscáronse sistemas de producción más racionales e intensivos. Desde hace algunos años están efectuándose en este campo unos trabajos comportando el estudio de las rotaciones y todos los problemas afines, especialmente los relacionados con el entierro de substancia verde : cultivo de tracción animal o mecánica y equipos adaptados a estos tipos de cultivo.

En el campo de las rotaciones, los primeros resultados muestran que la sucesión cuadrienal abono verde - maní - mijo - maní mejora menos los rendimientos de una rotación a otra que la rotación testigo barbecho - maní - mijo - pero da un provecho superior del 50 %

a el del tesligo. Actualmente se trata de diversificar las producciones con la adopción de nuevos cultivos y especialmente de cultivos intercalados.

Estudiáronse varias prácticas o técnicas de cultivo. La más importante es la siembra. Los resultados muestran : a) que es posible plantar en hileras gemelas cuando las distancias no sobrepasan 70 - 80 cm ; b) que las densidades óptimas son de unas 100,000 plantas por hectárea y que las densidades más económicas fluctúan entre 80 y 90,000 plantas por hectárea. Otras experimentaciones subrayaron el interés de las técnicas de cultivo mecanizadas efectuadas durante la estación húmeda.

Numerosos tipos o prototipos de aperos agrícolas fueron presentados por los constructores : arados, sembradoras, máquinas para la recolección, distribuidoras de abonos, azada de tracción animal, tractores con sus aperos, aparatos para los tratamientos antiparasitarios y para el tratamiento de la cosecha.

Enfermedades y plagas del maní.

En este campo distínguense las investigaciones básicas, con las observaciones relativas a la ecología, la biología de los parásitos y sus síntomas en la planta, por una parte, y el estudio de los medios de combate, por otra parte.

Los hongos parásitos que fueron el objeto de estudios u observaciones son principalmente :

a) entre los que atacan a la planta :

Cercospora *sp. y los criptógamos afines* : Colletotricum Mangenoti ; Phyllostica *sp.*, Sphaerulina *sp.*, Corticium Rolfsii, Diplodia natalensis, Fusarium Penicillium glaucum, Aspergillus niger.

b) entre los que atacan a la semilla : Sclerotium bataticolum, Macrophomina phaseoli, Rhizoctonia *sp.*

Observáronse dos enfermedades bacterianas, una debida a Bacterium solanacearum, *otra a un agente no determinado que está estrechamente asociado con la « rosela ».*

Entre las enfermedades fisiológicas cabe citar el clump del cacahuete, la apoplejía y las quemaduras.

Los insectos fueron observados con mucho cuidado. Distínguense las principales especies siguientes :

a) Parásitas de la planta joven : Peridontopyge spinosissima, Schyzonica, Anomala plebeja Curt., Trochalus pilula Har., Cardiophorus subspinisus Fabr., C. cognatus Mr. o « taupins », Aneamerus fuscus Ol., A. tomentosus Cl., Zophosis trilineata Ol., Z. quadrilineata Ol., Hyperops tagenoides Asch.

b) Parásitas de los tallos : Eutermes parvulus, Brachytypes *sp.*

c) Parásitas de las hojas : Pyrgomorpha Kraussi, Prodenia litura, Amsacta moloneyi, Leucania obsoleta, Laphygma exigua, Diacrisia punctulata Wall., Orgya vetusta Amps., Celepa docilis Butler, Anoplocnemis curvipes F., Halticus minutus Rent, Empoasca fascialis Jac., Haplothrips femoralis Rem., Aphis craccivora Koch. = Aphis lahurni Kalt.

d) Parásitas de las flores : Decapotoma affinis.

e) Parásitas de las vainas en el suelo : Eutermes parvulus.

f) Parásitas del maní conservado : Caryedon fuscus = Pachymerus cassiæ, Aphanus *sp.*; Dieuches *sp*, Ephestia cautella, Corcyra cephalonica.

La principal virosis es la « rosela », enfermedad la más importante en muchos territorios.

Propagada por Aphis craccivora, *la enfermedad se desarrolla en forma de mancha de aceite y ataca primero y con mucha rapidez las ramificaciones secundarias y después el tallo principal.*

Por fin indicáronse en este capítulo, las principales malezas de los cacahueles en el Senegal. Las más peligrosas son Cenchrus bifiorus, Cyperus rotundus *y* Cassia obtusifolia.

Investigáronse los medios de combate de las enfermedades y plagas. En lo tocante a los criptógamos, los fungicidas utilizados contra la cercosporiosis presentan un interés económico escaso ; en varios linajes halláronse unos factores de resistencia parcial.

Desarrollóse especialmente la experimentación en el campo de la desinfección de las semillas para contrarrestar a la vez los daños causados por los hongos y los insectos durante la germinación.

Obsérvase generalmente una interacción de los efectos insecticidas y fungicidas.

Las mejores preparaciones son a base de bisulfuro de tetrametiltiurama y eldrín o dieldrin. El primer producto facilita la emergencia mientras el eldrin y el dieldrin protegen las plantas durante su desarrollo.

Los aumentos de producción debidos a los tratamientos dependen de la calidad de las semillas, las localidades, la fecha de plantación, etc., y pueden alcanzar un 100 %.

Encaróse el combate de la « rosela » cuya incidencia económica es sobre todo importante en el Alto Volta y en la Costa de Marfil :

α) destruyendo los áfidos : los insecticidas sistémicos tienen una eficacia relativa, pero su empleo es antieconómico,

β) obteniendo numerosos linajes resistentes con la utilización de medios genéticos.

Finalmente hiciéronse unos estudios preliminares con herbicidas químicos. Generalmente el Karmex es eficaz, pero no destruye Cenchrus biflorus *(sólo retarda un poco su desarrollo).*

Conservación del maní.

Los cacahueles se conservan muy fácilmente al aire libre ; por eso no se han desarrollado investigaciones en este campo.

Un estudio relativo a las lluvias tardías muestra que estas no modifican el contenido de gorduras de los « seccos » (montones de maní) pero pueden aumentar mucho su acidez.

Vulgarización de los resultados obtenidos.

Los resultados más vulgarizados hasta hoy son relativos a la mejora de las variedades.

Durante los últimos diez años distribuyéronse semillas seleccionadas en las principales zonas de cultivo de los cacahueles : Malí, Alto Volta, Guinea, Niger, Dahomey. En el Senegal utilízanse las semillas seleccionadas desde el año 1935 y hoy las semillas con 70 % de pureza procediendo de linajes de Bambey se siembran en 65 a 70 % de las superficies cultivadas. Calculábase en el 1959 que si fuesen utilizados estos linajes en todos los cultivos el aumento de producción sería de más de cinco mil quinientos millones.

En los otros campos vulgarizáronse sobre todo en el Senegal los resultados. La desinfección de las semillas, que es una práctica fácil y económica, empezó en el 1951 y hoy se desinfectan 16 a 25 % de las semillas utilizadas. Empléanse poco los abonos que se aplican sólo en un 3.5 % de las superficies cultivadas. En cuanto

a los aperos agrícolas cabe notar que cuarenta y cinco mil sembradoras se utilizan hoy. Finalmente es preciso señalar que sólo empieza la vulgarización de los sistemas intensivos comportando no sólo las mejoras citadas aquí sino una rotación anual. Esta vulgarización se hace en tres sectores en los cuales se trata de desarrollar el empleo de los abonos verdes utilizando la tracción bovina.

En conclusión, la transformación fundamental del conjunto del sistema agrario permitirá una mejora portentosa de la agricultura del oeste africano: mejora de los rendimientos, sí, pero también de las superficies productivas sin aumento de la mano de obra y sin disminución del potencial de feracidad del suelo.

Estímase que, con la generalización de los métodos actuales puestos a punto por los investigadores (utilización de semillas seleccionadas y desinfectadas y de fertilizantes minerales, extensión de las superficies de cultivo con una rotación cuadrienal y la tracción animal) el Senegal podría producir más de 2,000,000 de toneladas de cacahuetes en vez de 650,000 que serían la producción básica actual si ya no se hubiesen introducido algunas mejoras.

BIBLIOGRAPHIE

1) Appert (J.). — « *Aphanus sordidus* », punaise nuisible aux arachides. Conf. Arachide-mil (5-13 sept. 1954), Bull. Agron. n° 12, p. 117-21.
2) — La bruche des arachides. Bull. Agron., n° 13, p. 181-90 (Annales CRA Bambey, 1954).
3) — Désinfection du sol. Bull. du CRA Bambey, n° 9, multigraph., p. 118-22.
4) — Influence des facteurs climatiques tropicaux sur la rémanence des insecticides organiques. Essais préliminaires. Bull. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey 1951). p. 204-8.
5) — Les insectes de l'arachide au Sénégal. Bull. du CRA Bambey, n° 7, multigraph., p. 67-75.
6) — Les insecticides systémiques dans la lutte contre la rosette de l'arachide. Conf. Arachide-mil (5-13 sept. 1951). Bull. Agron. n° 12, p. 105-8.
7) — Lutte contre les pucerons et les insecticides systémiques. Bull. du CRA de Bambey, n° 2, multigraph., p. 57-61.
8) — Microfaune du sol. Bull. du CRA Bambey, n° 9, multigraph., p. 30-40.
9) — Note sur *Aphis laburni*. Bull. du CRA Bambey, n° 8, multigraph., 1953, p. 48-51.
10) — Rapport sur la désinsectisation des seccos d'arachides, lutte contre les bruches. Conf. Arachide-mil (5-13 sept. 1951). Bull. Agron. n° 12, p. 112-6.
11) — Sur l'emploi des insecticides systémiques contre le puceron vecteur de la rosette de l'arachide. Bull. Agron. n° 11, (Annales CRA Bambey, 1953), p. 193-203.
12) Bonfils (P.), Faure (J.). — Etude comparative des sols du CRA de Bambey. Bull. Agron. n° 15 (Annales CRA Bambey, 1955), p. 5-24.
13) — Les sols de la région de Thiès. Bull. Agron. n° 16 (Annales CRA Bambey 1956), p. 5-92.
14) Boucuet (R.). — Principaux résultats obtenus au Soudan par le CRA de Bambey de 1950 à 1958. 29 p. multigraph.
15) — Faucus (J.). — Rapport de tournée : Haute Volta-nord. Côte d'Ivoire, 26 août-12 sept. 1959, 39 p. multigraph.
16) Bouffil (F.). — Biologie, écologie et sélection de l'arachide au Sénégal. Bull. Scient. n° 1, 1951, p. 111.
17) — Faucue (J.), Philippe (J. C.). — Compte rendu d'essais sur la désinfection des semences. CRA Bambey, multigraph., 26 p.
18) — Conservation des arachides de semence. Conf. Arachide-mil (5-13 sept. 1951), Bull. Agron. n° 12, p. 109-11.
19) — Contribution à l'étude de deux maladies de l'arachide. Ext. du Bull. du Com. d'Etudes hist. Scient. de l'A.O.F., 1953, 12 p.
20) — La culture attelée de l'arachide. *Oléagineux*, 1949, mai, 4e année, n° 5, p. 289-96.
21) — Culture mécanique de l'arachide au Sénégal. *L'Agron. Trop.* 1950, vol. V, n° 5-6, p. 309-12.
22) — Culture motorisée de l'arachide au Sénégal. Bull. du CRA de Bambey, n° 3, multigraph., p. 51-64.
23) — Tourte (R.). — L'écimage de l'arachide : pratique à condamner. Bull. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey. 1951), p. 136-13.
24) — Jeandel (P.). — Essais de culture d'arachide en lignes jumelées à la Station expérimentale de l'arachide de M'Bambey. *L'Agron. Trop.*, 1949 (mai-juin), n° 5-6, p. 311-8.
25) — Tourte (R.). — Essais d'écimage de l'arachide effectués à la station de Bambey (Campagne 1948), *L'Agron. Trop.* 1949, vol. IV, n° 9-10, p. 486-92.
26) — Etude de l'absorption de l'eau par la graine d'arachide. *L'Agron. Trop.*, 1950, vol. V, n° 1-2, p. 71-81.
27) — Sauger (L.). — Incidence de la sélection naturelle sur le choix des lignées sélectionnées à vulgariser en milieu indigène. Conf. Arachide-mil (5-13 sept. 1951). Bull. Agron., n° 12, p. 9-18.
28) — Tourte (R.). — L'influence du trempage préalable des graines d'arachide sur la levée et le rendement. Bull. Agron. n° 8 (Annales CRA Bambey 1952), p. 49-54.
29) — — Bouyer (S.). — Modes d'application et de diffusion de l'engrais dans le sol. Etude sur l'arachide au Sénégal. Bull. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey 1951). p. 89-97.
30) — Sauger (L.). — Première classification des variétés d'arachides de la collection de Bambey. *L'Agron. Trop.*, 1949, vol. IV, n° 9-10, p. 493-502.
31) — Qualité des arachides du Sénégal appréciée en fonction de la valeur des semences distribuées par les sociétés de prévoyance de 1935 à 1949. Bull. Agron. n° 6 (Annales CRA Bambey. 1950), p. 1-18.
32) — Quinze ans d'engrais et d'amendement sur l'arachide. Dact. 1941. 86 p., 66 tabl.
33) — Réflexions sur le paysannat sénégalais et son amélioration possible. Bull. du CRA Bambey, n° 4, multigraph.
34) — Réflexions sur les terres d'Afrique Soudanienne dites épuisées. Les possibilités de les améliorer. Rôle primordial de l'humus. Bull. Agron. n° 6 (Annales CRA Bambey 1950). p. 41-5.
35) — Tourte (R.), Gaudiefroy-Demombynes (P.). — Résultats d'une enquête sur le matériel agricole en AOF, 1958, avril, 90 p. multigraph.
36) — — Pelissier (J.). — Les terres à arachides du Sénégal. Amélioration des rendements par l'utilisation des engrais verts. Bull. Agron. n° 6 (Annales CRA Bambey 1950), p. 37-40.
37) — — — Les terres à arachides du Sénégal. Premiers enseignements à tirer d'essais sur les façons culturales. Bull. Agron. n° 6 (Annales CRA Bambey 1950), p. 33-6.
38) — Jaubert (P.). — Une affection nouvelle des fruits de l'arachide, la maladie des gousses vides. *Oléagineux*, 1953, mai, 8e année, n° 5, p. 273-81.
39) Bouyer (S.). — L'agrologie ou science des sols. Historique. Bull. du CRA Bambey, n° 9, multigraph., p. 5-8.
40) — La chimie du sol. Bull. du CRA Bambey, n° 9, multigraph., p. 19-25.
41) — Composition et fertilité des terres à arachide en AOF. Conf. Arachide-mil (5-13 sept. 1951) : Bull. Agron., n° 12, p. 68-71.
42) — Contribution à l'étude agrobiologique des sols du Sénégal. Casamance exceptée. Conf. africaine des sols Goma, communication n° 101, 1948.
43) — Tourte (R.). — Contribution à l'étude de la fumure des terres à arachides du Sénégal. *L'Agron. Trop.*, 1949, vol. IV, n° 5-6, p. 266-300.
44) — Croissance et nutrition minérale de l'arachide. *L'Agron. Trop.*, 1949, vol. IV, n° 5-6, p. 229-65.
45) — Tourte (R.), Collet (L.). — Deuxième contribution à l'étude de la fumure des terres à arachide du Sénégal. Effet résiduel des formules NPK sur la 2e année de culture. *L'Agron. Trop.*, 1951, n° 5-6, p. 287-93.

46) — Collet (L.), Mara (M.). — Diagnostic foliaire de l'arachide. Résultats expérimentaux. Bull. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey 1951). p. 7-36.

47) — Emploi des phosphates de Thiès dans l'agriculture sénégalaise. Comm. III à la 2e conf. interafricaine des sols. Léopoldville, août 1954.

48) — Etude de l'évolution du sol dans un secteur de modernisation agricole au Sénégal. Comm. à la 3e conf. interafricaine des sols Dalaba, nov. 1959, 10 p. multigraph.

49) — Mara (M.), Diagne (M.). — L'évolution du sol dans un secteur de modernisation agricole au Sénégal : cas du secteur de Boulel, premières observations. Bull. Agron. n° 13 (Annales CRA Bambey 1954). p. 141-54.

50) — Microbiologie des sols à arachide. Vues d'ensemble. Bull. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey, 1951), p. 162-6.

51) — Note sur la microbiologie des sols à arachide du Sénégal. Conf. Arachide-mil (5-13 sept. 1954), Bull. Agron. n° 12, p. 64-7.

52) — Nouvelle orientation des recherches sur l'utilisation des phosphates au Sénégal. Bull. Agron. n° 15, (Annales 1955), p. 92-8.

53) — Collet (L.). — Oligoéléments et arachide. Bull. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey 1951), p. 77-88.

54) — Phosphates et arachide. Bull. Agron. n° 6 (Annales CRA Bambey 1950), p. 19-32.

55) — Collot (L.), Mara (M.). — Phosphates et arachide. Doc. Dact. n. p. 10 p.

56) Bouyer (S.). — Phosphates et arachide. Résultats de la campagne 1951. Bull. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey 1951), p. 53-63.

57) — Quelques aspects agrobiologiques de la région de Kayes. Bull. du CRA Bambey, n° 5, multigraph., p. 44-60.

58) — La station expérimentale de M'Pesoba et sa zone d'influence dans le Soudan méridional. Etude agrologique. Bull. du CRA Bambey, n° 6, multigraph., 1953, p. 17-37.

59) Catherinet (M.). — Etude sur le port de l'arachide cultivée. Bull. Agron., n° 15 (Annales CRA Bambey 1955), p. 34-44.

60) — Mettre un nom sur les lignées d'arachide au Sénégal. Bull. du CRA Bambey. n° 10-11, multigraph., p. 93-103.

61) — Un nouveau type variétal d'arachide : le type Boukombé. Bull. Agron. n° 15 (Annales CRA Bambey 1955), p. 15-8.

62) — Observations sur quelques caractéristiques de la fleur d'arachide. Bull. Agron. n° 16 (Annales CRA Bambey, 1956). p. 99-106.

63) — Sauger (L.), Tardieu (M.). — Perspectives nouvelles pour la lutte contre la rosette de l'arachide. Conf. Arachide-mil (5-13 sept. 1954). Bull. Agron. n° 12. p. 99-104.

64) — Quelques données sur la germination de l'arachide. Etude de la température optimum. Bull. Agron. n° 16 (Annales CRA Bambey. 1956), p. 93-98.

65) Centre de Recherches Agronomiques de Bambey au service de la production. Résultats pratiques de 1947 à 1955. Dakar. 121 p.

66) Centre de Recherches Agronomiques de Bambey. Sa participation à l'amélioration de l'agriculture de la République du Sénégal. 1960. 35 p. multigraph.

67) Chabreau (C.). — Articulation et coordination des études se rapportant à la science du sol en AOF. Bull. du CRA Bambey, n° 9, multigraph., p. 105-10.

68) — Possibilité de conservation de l'humidité dans les sols pendant la saison sèche. Influence corrélative sur le degré d'ameublissement. Bull. Agron. n° 18 (Annales CRA Bambey. 1957, 2e partie. 1958).

69) Coleno (P.). — Désinfection de semences d'arachides. *Oléagineux*. 1950. mars. 5e année. n° 3. p. 149-55.

70) Collet (L.). — Deuxième contribution à l'étude des oligoéléments sur arachide. Bull. Agron. n° 8 (Annales CRA Bambey, 1952), p. 25-9.

71) — Une méthode d'étude d'évolution des sols : la lysimétrie. Bull. du CRA Bambey, n° 9, multigraph., p. 14-18.

72) — Les phosphates naturels de Thiès. Bull. du CRA Bambey, n° 8, multigraph., p. 20-32.

73) — La physique au service de la chimie du sol. Bull. du CRA Bambey, n° 9, multigraph., p. 26-9.

74) — Troisième contribution à l'étude des oligoéléments sur arachide. Doc. dactylogr. non publié.

75) Contribution du CRA de Bambey à l'étude des problèmes agronomiques de Haute-Volta, 1960. 21 p. multigraph.

76) Commeis (J.). — Un essai de culture associée au Soudan : coton et mil ou coton et arachide. Bull. du CRA Bambey, n° 6, multigraph., 1952, p. 38-46.

77) Dubois (J.). — L'insertion de la protection des sols dans l'agriculture africaine. Bull. du CRA Bambey, n° 9, multigraph., p. 67-77.

78) — Faure (J.). — Qu'est-ce que la pédologie ? Bull. du CRA Bambey, n° 9, multigraph., p. 9-13.

79) — Les sols du Sénégal en relation avec l'association culturale arachide-mil. Conf. Arachide-mil (5-13 sept. 1954). Bull. agron., n° 12. p. 75-81.

80) Fauchis (J.), Gaudefroy-Demombynes (P.), Ginouvès (J.). — Essais multilocaux d'engrais NPK au Sénégal en 1953. Bull. du CRA Bambey, n° 10-11, multigraph., p. 2-25.

81) Faure (J.). — Comment lutter contre la dégradation des sols. Bull. du CRA Bambey, n° 9, multigraph., p. 50-60.

82) — Etude des sables des sols ferrugineux tropicaux de la région de Louga. Bull. Agron. n° 13 (Annales CRA Bambey, 1954), p. 127-40.

83) — Ginouves (J.). — Note sur une méthode de détermination rapide des besoins en potasse de l'arachide par l'analyse des sols. Bull. Agron. n° 15 (Annales CRA Bambey, 1955). p. 88-91.

84) Faure (J.). — Qualités physiques d'un sol. Notion de structure. Bull. du CRA Bambey n° 9, multigraph., p. 41-5.

85) — Quelques aspects de l'action de deux conditionneurs de sol sur des terres sableuses. Bull. Agron. n° 13 (Annales CRA Bambey, 1954), p. 119-26.

86) — Les sols de la région de Louga, Vue d'ensemble sur les types de sol et leur valeur agronomique. Bull. Agron. n° 11 (Annales CRA Bambey 1953), p. 141-68.

87) Gaudefroy-Demombynes (P.). — Activités du CRA de Bambey dans la région du fleuve Sénégal (hors zone deltaïque), 1955-56. Bull. Agron. n° 16 (Annales CRA Bambey 1956). p. 127-8.

88) — et Chabreau (C.). — Possibilité de conservation de l'humidité dans les sols pendant la saison sèche. Influence corrélative sur le degré d'ameublissement du sol. Bull. Agro. n° 18 (Annales CRA Bambey, 1957, 2e partie et 1958),

89) — Conditions actuelles de la motoculture au Sénégal. Bull. Agron. n° 11 (Annales CRA Bambey, 1953), p. 37-63.

90) Ginouves (J.). — Note sur l'intérêt économique de l'utilisation des variétés sélectionnées. 6 p. multigraph., 1960.

91) — Note sur quelques facteurs pédologiques influant sur les besoins d'arachide en acide phosphorique (au Sénégal). Bull. Agron. n° 16 (Annales CRA Bambey 1956), p. 115-22.

92) — Note sur un essai de dates de décorticage de l'arachide. Bull. Agron. n° 16 (Annales CRA Bambey 1956). p. 123-6.

93) — Bonfils (P.), Faure (J.). — Vue d'ensemble sur les campagnes 1954-55 d'essais multilocaux d'engrais NPK sur l'arachide au Sénégal. Bull. Agron. n° 15, (Annales CRA Bambey, 1955), p. 67-87.

94) IGA Dakar. — Mise au point de la question arachide. Bull. CRA Bambey, n° 4, multigraph.

95) — Multiplication au Sénégal des semences d'arachides sélectionnées. Bull. CRA Bambey, n° 4, multigraph.

96) Jacquot (M.). — Observations de quelques caractères morphologiques floraux sur *Arachis hypogaea* L. Liaison naturelle de ces caractères. Remarques sur la classification d'arachides cultivées. 9 p. dact., n. p., déc. 1959.

97) Jaubert (P.). — Apparition d'une affection des graines d'arachide au Sénégal, Bull. Agron. n° 8 (Annales CRA Bambey 1952), p. 175-6.

98) — Deuxième étude sur la symbiose bactérienne des Légumineuses du Sénégal (Casamance comprise). Bull. Agron. n° 8 (Annales CRA Bambey, 1952). p. 77-97.

99) — Etude des moyens de lutte contre la Cercosporiose de l'arachide au Sénégal. Bull. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey 1951), p. 177-94.

100) — Importance de l'époque de désinfection de graines d'arachide avant le semis. Bull. Agron. n° 8 (Annales CRA Bambey 1952), p. 155-61.

101) — Liste annotée des principales affections parasitaires (mycoses, bactérioses, viroses) ainsi que des affections des eaux mal connues et de plantes nuisibles aux cultures du Sénégal. Bull. du CRA Bambey n° 7, multigraph., p. 2-44.

102) — Méthodes de lutte contre la Cercosporiose de l'arachide. Bull. Agron. n° 8 (Annales CRA Bambey 1952), p. 109-28.

103) — Poursuite des études sur l'emploi de poudres fongicides pour le traitement des semences d'arachides. Bull. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey 1951), p. 167-76.

104) — Première étude au Sénégal des bactéries symbioliques de l'arachide. Bull. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey 1951), p. 144-61.

105) — Recherches de la dose d'emploi optimum de quatre fongicides utilisés pour traiter les semences d'arachide. Bull. Agron. n° 8 (Annales CRA Bambey 1952), p. 162-74.

106) — La symbiose bactérienne de l'arachide au Sénégal. *L'Agron. Trop.* 1953, vol. VIII, n° 8, p. 509.

107) Journées de la recherche CRA Bambey, 5-6 avril 1960. Comptes rendus, procès-verbal, annexes, 56 p. multigraph.

108) Luziau. — Etude de l'action de certains insecticides sur la multiplication de la bruche de l'arachide. Rapport techn. Bambey, 1917, n. p.

109) Mara (M.). — L'engrais et le cultivateur sénégalais. Bull. du CRA Bambey, n° 9, multigraph., p. 112-7.

110) Marchand (R.), Catherinet (M.). — Incidences du fauchage préalable des fanes sur la récolte d'arachide. Bull. Agron. n° 8 (Annales CRA Bambey 1952), p. 55-65.

111) Massibot (J. A.), Vidal (R.). — Expérimentation préliminaire de la fumure des terres à arachide de la région de Louga (Sénégal). *L'Agron. Trop.*, 1947, vol. VII, n° 5-6, p. 247-78.

112) — La rosette de l'arachide. *Bull. Mal. Grasses.* 1936, p. 854.

113) Nicou (R.). — Etude d'un herbicide en culture arachidière. ESAAT, rapport de stage, 1960. 32 p. dact.

114) Note de présentation du programme d'expérimentation agronomique sur les cultures sèches au Soudan, 1960. 15 p. multigraph.

115) Principaux résultats expérimentaux obtenus en Côte d'Ivoire, 1960, 20 p. multigraph.

116) Principaux résultats expérimentaux obtenus en Haute Volta jusqu'en 1959. 38 p. multigraph.

117) Rambert (J.), Segala. — Compte rendu des travaux de la station expérimentale de l'arachide, 1922-6. St-Louis, 1927. 20 p.

118) — Travaux de la station expérimentale de l'arachide de Bambey (Sénégal). Ext. du Bull. du Comité d'Et. hist. et scient. de l'Afrique, déc. française, 1928. Larose. 51 p.

119) Renseignements généraux sur le Centre de Recherches Agronomiques de Bambey, Bull. Agron. n° 5 (Annales CRA Bambey 1919), p. 3-50.

120) Résultats des essais agronomiques de la Ferme Expérimentale d'Ina. 1959, 28 p. dact.

121) Résultats des essais à Tarna, au Niger. 1959, 40 p. dact.

122) Risbec (J.). — La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan français. Gouvern. Gen. de l'AOF, Paris, 1950, 1 vol., 639 p.

123) Sagot (M.), Bouffil (F.). — Engrais et amendements sur arachide et mil. 23 p. dact.

124) — — Etude sur la bruche de l'arachide. Bull. Comil. Et Hist. et Sci. AOF 18 (1), 1936.

125) — Etude sur la régénération des sols et sur l'influence des engrais et des amendements calcaires sur le mil et l'arachide. Ext. Bull. Comit. Et. Hist. et Scient. de l'AOF. 1935, Larose. 16 p.

126) Sauger (L.). — L'amélioration de la production indigène sénégalaise par la distribution de semences sélectionnées. Bull. du CRA de Bambey, n° 2, multigraph. p. 28-35.

127) — Les améliorations obtenues à la station de M'Bambey par la sélection de l'arachide. *L'Agron. Trop.*, 1949, vol. IV, n° 9-10, p. 503-7.

128) — A propos d'une nouvelle méthode de sélection de l'arachide. *Oléagineux*, 1950. oct., 5e année, n° 10, p. 571-8.

129) — Durand (Y.), Catherinet (M.). — Contribution à l'étude de la rosette chlorotique de l'arachide. Bull. Agron. n° 13 (Annales CRA Bambey 1954), p. 163-80.

130) Sauger (L.), Tourte (R.). — Contribution à la technique des essais culturaux du Sénégal, forme et dimension des parcelles, nombre de répétition. *L'Agron. Trop.*, 1951, vol. VI. n° 1-2, p. 29-37.

131) — Gerbet (G.). — Un essai de fumure de l'arachide (Formule et dose d'engrais NPK). *L'Agron. Trop.*, 1949, vol. IV, n° 5-6, p. 301-10.

132) — Les essais multilocaux sur les variétés d'arachide au Sénégal. Bull. du CRA Bambey, n° 1, 1951, multigraph., p. 53-61.

133) — Thevenin (L.). — Facteurs de production de l'arachide en fonction de la lignée et du traitement des semences. Bull. Agron. n° 6 (Annales CRA Bambey 1950), p. 70-81.

134) — L'hybridation de l'arachide à M'Bambey. *L'Agron. Trop.*, 1949, vol. IV, n° 11-12, p. 618-24.

135) — Marche à suivre à Bambey pour l'amélioration de l'arachide par hybridation. Bull. du CRA Bambey, n° 10-11 (1951), multigraph., p. 104-14.

136) — Méthode de délimitation des zones d'adaptation des lignées sélectionnées d'arachide au Sénégal. *L'Agron. Trop.*, 1951, vol. IX, n° 1, p. 21-7.

137) Sauger (L.), Carmemnier (M.). — Nouvelles observations sur la rosette chlorotique de l'arachide et les lignées sélectionnées. Bull. Agron. n° 11 (Annales CRA Bambey 1953), p. 204-16.

138) — Un problème d'amélioration des variétés d'arachide : la richesse en huile. Conf. Arachide-mil (5-13 sept. 1954), Bull. Agron. n° 12, p. 137-14.

139) — Quelques facteurs de sélection de l'arachide. Conf. Arachide-mil (5-13 sept. 1954). Bull. Agron. n° 12, p. 90-3.

140) — Quelques précisions au sujet de la sélection de l'arachide à Bambey. Bull. du CRA Bambey, n° 10-11, multigraph., p. 115-23.

141) — Réaction de différentes lignées d'arachide à une application d'engrais à doses croissantes. Bull. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey, 1951). p. 64-76.

142) — Catherinet (M.). — La rosette chlorotique de l'arachide et les lignées sélectionnées. *L'Agron. Trop.*, 1954, vol. IX, n° 1, p. 28-36.

143) Tardieu (M.). — Contribution à l'étude écologique de la floraison de l'arachide. Bull. Agron. n° 11 (Annales CRA Bambey 1953), p. 72-85.

144) — Thevenin (L.). — Etudes chrosomiques. I Arachide. Bull. Agron. n° 8 (Annales CRA Bambey 1952), p. 98-108.

145) — Etude morphologique sur les fleurs d'arachide. Bull. Agron. n° 13 (Annales CRA Bambey. 1951), p. 113-7.

146) Thevenin (L.). — Anatomie des racines, hypocotyles et tiges d'arachide. Passage des vaisseaux conducteurs à travers ces trois organes. Bull. Agron. n° 6 (Annales CRA Bambey, 1950), p. 16-57.

147) — Contribution à l'étude anatomique du fruit d'*Arachis hypogaea* entre la fécondation et la maturité. Bull. Agron. n° 8 (Annales CRA Bambey 1952), p. 66-76.

148) — Corriols (J.). — Essais de bihormones sur mil-sorgho-arachide. Bull. du CRA Bambey, n° 6, multigraph., p. 3-6.
149) — Fauche (J.), Bouyer (S.). — L'amélioration foncière des sols en Afrique Occidentale sèche. Bull. Agron. n° 17 (Annales CRA Bambey 1957, 1re partie), p. 55-104.
150) — L'assolement au Sénégal (référence particulière à la zone arachide-mil). CRA Bambey. 1961, 30 p. multigraph.
151) — Engrais NPK et arachide au Sénégal. Conf. Arachide-mil, 5-13 sept. 1954, Bull. Agron. n° 12, p. 82-5.
152) Tourte (R.). — Les Engrais NPK, poursuite de l'étude de leurs effets sur arachide et mil au Sénégal. Bull. Agron. n° 8 (Annales CRA Bambey 1952), p. 5-24.
153) — Fauche (J.). — Les Engrais NPK sur l'arachide et le mil au Sénégal. Bull. Agron. n° 11 (Annales CRA Bambey 1953), p. 7-34.
154) — L'engrais vert au Sénégal et en zone sahélo-soudanienne. Conf. Arachide-mil (5-13 sept. 1954), Bull. Agron. n° 12, p. 86-9.
155) — Espoir permis par la Science Agronomique en agriculture africaine, 1960, 51 p. multigraph.
156) — Pelissier (J.). — Etude de l'influence des équilibres NPK sur les rendements de l'arachide. Butl. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey, 1951), p. 37-44.
157) — Fauche (J.). — Note sur trois années d'essais de techniques culturales dans les centres expérimentaux hors Sénégal. Bull. Agron. n° 8 (Annales CRA Bambey 1952), p. 33-48.
158) — Collot (L.). — Les parasites de la graine d'arachide, influence sur la levée, traitement des semences. Bull. Agron. n° 5 (Annales CRA Bambey 1949), p. 51-61.
159) — Gaudefroy-Demombynes (P.), Fauche (J.). — Perfectionnement des techniques culturales au Sénégal. Bull. Agron. n° 13 (Annales CRA Bambey 1954), p. 3-112.
160) — Fauche (J.). — Précisions sur l'écartement optimum dans la culture de l'arachide et du mil au Sénégal. Bull. Agron. n° 11 (Annales CRA Bambey 1953), p. 64-71.
161) Tourte (R.), Pelissier (J.). — Recherches pluriannuelles de l'écartement optimum de l'arachide au Sénégal (1949-1950-1951). Bull. Agron. n° 7 (Annales CRA Bambey 1951), p. 126-35.
162) — Gaudefroy-Demombynes (P.). — Recherches sur la mécanisation et essais de machines au CRA Bambey. 1955, 16 p.
163) — Fauche (J.). — La rosette de l'arachide. Bull. Agron. n° 13 (Annales CRA Bambey, 1954), p. 155-62.
164) Tourte (R.). — Triage et conditionnement des arachides. Bull. du CRA Bambey, n° 8, mutilgraph. p. 20-32.
165) — L'urgence de l'équipement de l'agriculture au Sénégal. Bull. CRA Bambey, n° 6, multigraph., p. 59-66.
166) Vidal (R.). — Quelques aspects de la dynamique des éléments minéraux d'un sol dur soumis à différents facteurs (premiers résultats). Doc. dact. 17 p.

MÉTÉOROLOGIE AGRICOLE
Références d'achats de services officiels sur demande
Établissements CERF
20, QUAI DE LA MÉGISSERIE, PARIS (1er)
Expéditions France et Communauté française
Téléphone : Gut 54-42

CLOTSEUL
LOSÉLEC
CHATAIGNE
Les plus puissants du monde
Cie Fse
LA CLÔTURE ELECTRIQUE
30, Rue Saint-Augustin, PARIS-2e — OPE. 68-45