

La culture cotonnière au Sénégal

Synthèse de 10 années de recherches

par F. BLANGUERNON* F

RÉSUMÉ

Après avoir étudié les conditions générales dans lesquelles se situe le développement de la culture cotonnière au Sénégal, l'auteur montre le rôle de la recherche dans ce développement. Cet exposé est limité volontairement à la description des méthodes adoptées et à la présentation des résultats obtenus, ainsi qu'aux travaux qui sont réalisés actuellement.

1. HISTORIQUE

La production cotonnière

Le début, au Sénégal, de la culture cotonnière sous pluie remonte à 1963 : cette année-là, quelques hectares étaient semés en milieu paysan, au Sénégal oriental, sous l'impulsion et l'encadrement de la C.F.D.T. (Compagnie française pour le Développement des Textiles), puis en 1964, une centaine d'hectares ; depuis lors, la progression des superficies a été continue, pour atteindre 43 845 hectares en 1976 et 48 000 hectares étaient prévus en 1977.

La culture cotonnière s'étend dans les trois régions : Siné Saloum, Sénégal oriental et Casamance (Haute et Moyenne), au sud de l'isohyète théorique de 900 mm. Le Sénégal oriental est resté longtemps la région la plus importante pour la production cotonnière, mais la Casamance, avec ses deux sous-régions, Vélingara et Kolda, prend maintenant la première place.

A partir de 1966/67, les rendements à l'hectare ont été, en général, supérieurs à une tonne de coton-graine, malgré les années de sécheresse fréquemment répétées dans cette dernière décennie. La progression spectaculaire des superficies n'a pas fait dévier cette culture vers un mode extensif : ceci est à mettre au crédit de l'encadrement (C.F.D.T., puis SODEFITEX) qui a su maintenir une culture intensive en suivant de près les résultats de la recherche d'accompagnement.

La recherche d'accompagnement - Finalité de cette recherche

En 1968, à la demande du Gouvernement de la

* Responsable de la Recherche cotonnière à l'I.S.R.A. (Institut Sénégalais de la Recherche Agricole).

République du Sénégal, l'Institut de Recherches du Coton et Textiles (I.R.C.T.) détachait un de ses chercheurs, afin de créer et d'organiser une cellule de recherches à Kaolack (Sine Saloum).

Après avoir cerné les problèmes qui se posaient déjà à la culture cotonnière (les superficies atteignaient 6 500 hectares en 1968), il fallait expérimenter différents facteurs de productivité avec l'objectif final de rendre attractive cette culture, c'est-à-dire d'en améliorer le revenu par rapport aux heures de travail et aux investissements nécessaires.

Cette recherche d'accompagnement, présente donc quelques traits particuliers qu'il convient de ne pas perdre de vue :

— C'est une recherche appliquée, mais dans un sens restrictif, car elle est appliquée à une plante particulière ; tout en étant parfaitement intégrée dans la recherche-développement (R-D), elle procède plus d'une méthode de recherche thématique que d'une recherche-système (de culture) ; ses résultats doivent pouvoir être utilisés dans deux directions :

- a) être exploités très rapidement par le milieu producteur ;
- b) être intégrés (ou rejetés) au palier supérieur qu'est la « recherche-système ».

Elle nous paraît donc indispensable pour accompagner le développement d'une spécialisation agricole ; sans elle, nous aurions pu voir la progression d'une culture à caractère extensif, de niveau médiocre, avec tout ce que cela aurait pu comporter de difficultés pour essayer de l'intégrer dans le cadre d'un système rural cohérent.

IN : Coton et fibres tropicales, 1978, vol 33 (3)

— C'est une recherche liée. Les différents aspects de cette culture industrielle (aspects variétal, phytosanitaire, agronomique, technologique) sont toujours liés les uns aux autres, ce qui appelle le travail coordonné d'une équipe pluridisciplinaire; ainsi, au Sénégal, la cellule de recherche cotonnière s'est étoffée peu à peu, au fur et à mesure du développement de cette culture et en fonction des moyens mis à notre disposition: à partir de 1971, présence d'un entomologiste, puis d'un génétiste à partir de 1973.

On peut concevoir que chacun de ces chercheurs soit rattaché à des disciplines scientifiques relevant de leur spécialité, mais la coordination horizontale entre eux est un impératif absolu pour garder à cette recherche son caractère d'accompagnement.

— Pour être efficace, cette recherche doit disposer de moyens d'action souples: si les infrastructures

lourdes ne lui sont généralement peu utiles, par contre, elle nécessite des moyens de mobilité pour permettre des déplacements fréquents dans le milieu producteur où se fait une grande partie du travail.

Le travail de recherche a toujours été réalisé en liaison étroite avec le Centre national de la Recherche agronomique à Bambey (C.N.R.A.); un rapport annuel commun, en 1969 et en 1970, a été réalisé, tant que la source du financement n'exigeait pas un rapport bien individualisé.

La création de l'I.S.R.A. (Institut sénégalais de la Recherche agricole), par la loi du 25 octobre 1974, a amené notre cellule de recherche sur la culture du cotonnier à se fondre totalement dans cet Etablissement public, très rapidement sur le plan technique, puis définitivement sur le plan administratif à partir du 1^{er} avril 1976.

2. LES CONDITIONS DE LA CULTURE COTONNIERE AU SENEGAL

Avant d'aborder les thèmes de recherche, il nous faut rappeler à grands traits les conditions écologiques dans lesquelles se place la culture cotonnière au Sénégal.

Le climat

Nous parlerons surtout de la pluviométrie qui est le facteur primordial et qui présente les caractéristiques suivantes:

Durée de la saison des pluies

Elle est théoriquement de cinq mois, de juin à octobre, mais nous constatons que les mois de juin et d'octobre disparaissent souvent du calendrier pluviométrique, sans que l'on puisse être certain que ceci soit une tendance définitive; la durée de la saison des pluies utiles peut ainsi être dramatiquement raccourcie, jusqu'à n'atteindre parfois, et en certains endroits, que 70 jours.

Ce caractère exige donc:

- la recherche de variétés à cycle court;
- une date de semis la plus précoce possible.

Intensité

Les isohyètes ne sont que des moyennes théoriques, les variations interannuelles allant du simple au double; en dix années, une seule, 1969, a respecté partout les isohyètes; la répartition dans l'année est également très variable, donnant à chaque campagne agricole un faciès spécial; il y a peu d'années dites normales.

L'intensité varie géographiquement d'ouest en est; vers l'est, les pluies sont généralement plus précoces et plus abondantes; sans que cela soit une règle générale, la morphologie de la zone cotonnière étant

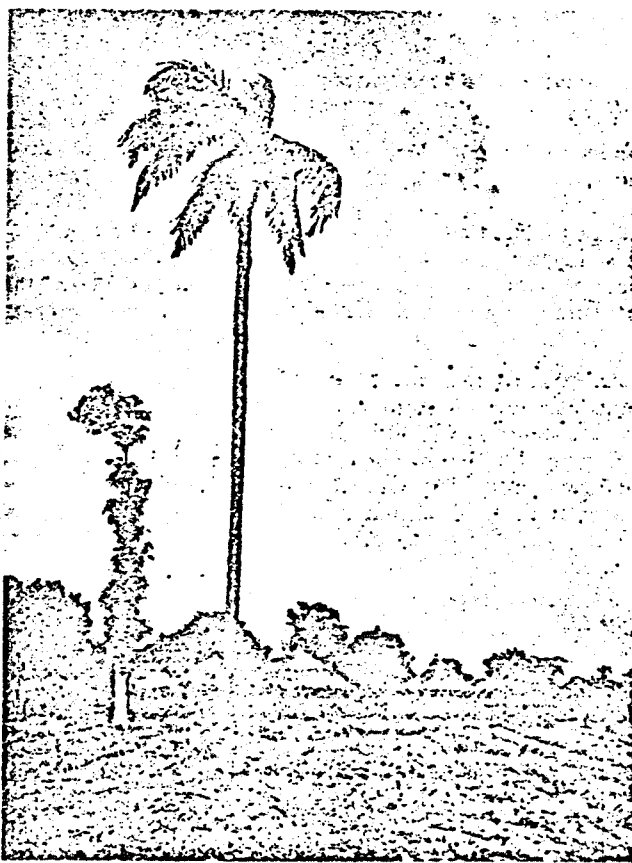


Fig. 1. — Culture paysanne à son début (Kolda).

très uniforme, les différences de relief insignifiantes, on peut noter des variations de:

500 à 900 mm de pluie/an dans la région du Siné Saloum;

600 à 1 000 mm de pluie/an dans la région du Sénégal oriental;

700 à 1 200 mm de pluie/an dans la région de Haute Casamance.

Ce caractère exige donc la recherche de variétés plastiques, résistantes à la sécheresse et en même temps tolérantes à des excès (hélas, rares) d'eau.

Pluies parasites

Les semis précoces, ou en sec, souffrent de plus en plus fréquemment de « pluies parasites » ou pluies éparses de faible intensité, suffisantes pour provoquer la germination des graines, mais insuffisantes pour assurer le développement ultérieur des plantules.

Ce caractère a des conséquences économiques fâcheuses : nécessité de faire des resemis, donc tardifs, pertes de semences, pertes de temps de travaux et, finalement, démoralisation des paysans. Ces pluies ont lieu généralement au mois de juin, mais, hélas, parfois en juillet, lors des années sèches.

Ayant constaté que les périodes de sécheresse ou d'humidité au Sénégal suivent, avec un certain décalage, les mêmes périodes dans les pays limitrophes de la zone soudanienne (Mali, Haute-Volta, par exemple), on peut regretter qu'un service de météorologie inter-régional ne puisse alerter les responsables du monde rural avec des prévisions climatiques assez fiables.

Les sols

D'une manière générale, les sols de la zone cotonnière sont des sols sableux, pauvres en matière organique et fortement déficients en potassium (Siné Saloum et Haute Casamance) et en phosphore (Sénégal oriental); quelques nuances dans la texture, la richesse en azote ou en potassium, selon les régions, se traduisent par de légères variations dans la vitesse d'apparition ou l'intensité de ces déficiences.

Les sols de la région du Sénégal oriental paraissent moins épuisés que ceux du Siné Saloum, surexploités, et où les jachères disparaissent; les sols de Casamance bénéficient parfois d'un relief hydrographique plus marqué, d'où une texture du profil plus limoneuse.

Au niveau des villages, les parcelles de cotonnier se placent en « tol diatti » et « tol gor », c'est-à-dire dans un cercle de terres concentriques au village qui ne reçoivent ni les déchets animaux (paccage) ni les déchets du village; la seule matière organique dont elles pourraient bénéficier serait les résidus de récoltes, ce qui ne se réalisera que par l'introduction de la motorisation.

Le mode de culture

C'est une culture essentiellement paysanne, très morcelée (en moyenne, par « chef de culture », une

superficie d'un peu plus d'un demi-hectare; ce chef de culture peut être un « navetane » ou saisonnier, un « sourga » ou permanent célibataire, un « botou » ou permanent marié, et divers chefs de ménage).

Depuis l'introduction des traitements insecticides à bas volume, de plus en plus de femmes s'inscrivent pour la conduite d'une parcelle.

Le personnel de la Société de Développement assure le respect des consignes culturelles (cultures en ligne, dates des travaux, etc.) et favorise le développement de la culture attelée pour les principaux travaux (labour, semis, sarclage-binages). Il a, de plus, tendance à amener les villages à concentrer les parcelles pour obtenir des « blocs cotonniers », plus faciles à surveiller et à contrôler, mais ceci n'est pas encore très marqué.

Etant seul détenteur de la distribution des semences, cet organisme peut contrôler de très près les superficies et leur répartition; il répartit aussi les engrais, les insecticides (obligatoires) et le matériel agricole (semoir, charrue, etc., à la demande). En fin de campagne, cette société assure seule la commercialisation du coton-graine, dont elle a le monopole de l'égrenage.

Le prix du coton-graine est payé directement au paysan; c'est un prix unique pour tous, compte tenu de la déduction uniforme du prix des engrais et pesticides basé sur un rendement moyen à l'hectare; si cela pénalise quelque peu les bons cultivateurs (un rendement double du rendement moyen, par exemple, paiera deux fois l'engrais et l'insecticide), cette réglementation donne un aspect « mutualiste » non négligeable à la grande famille de ceux qui se lancent dans cette culture.

Le parasitisme

Le cotonnier est une Malvacée qui, parmi les plantes cultivées, paie le tribut le plus lourd au parasitisme. L'intensité de celui-ci est assez variable d'une année à l'autre, à prédominance de ravageurs de la capsule (*Diparopsis watersi*, puis *Heliothis*, *Earias*, *Ver rose*, *Argyroplote*): donc, un parasitisme surtout virulent en fin de saison des pluies (septembre-octobre). La longue période estivale (8 à 9 mois) et les années sèches présentent le seul avantage de réduire l'incidence de ces parasites.

Le volume des pesticides utilisés au Sénégal était dû, jusqu'à ces dernières années, en majeure partie, à la culture cotonnière.

Toutes ces conditions, principalement le climat, font de la culture cotonnière au Sénégal une culture assez difficile et assez marginale. Mais sa progression et le maintien de bons rendements montrent que le cotonnier se défend bien contre les aléas climatiques et parasitaires par une très grande capacité de compensation; d'autre part, les risques sont assez amortis par la très grande parcellisation des champs.

Pour la culture pluviale du cotonnier, nos recherches se devaient de tenir compte de toutes ces réalités.

3. LA METHODE

Lieux d'implantation des essais et leur conduite

En recherche d'accompagnement, un résultat isolé n'a pas grande valeur, sinon d'orientation; il lui faut des confirmations régionales pour avoir une signification statistique.

Dans la zone cotonnière, nous disposons, pour implanter nos essais :

- soit de stations agricoles, soit de PAPEM (Points d'appui de pré vulgarisation et d'expérimentations multilocales);
- soit de champs de paysans.

Dans les stations et PAPEM, gérés par le CNRA (Bambey), milieux bien contrôlés, nous effectuons des essais dits de première année ou d'orientation, dont les résultats doivent confirmer ou infirmer la validité d'un thème de recherche.

Dans ces milieux, les travaux journaliers sont réalisés à date voulue et la main-d'œuvre est payée selon les normes officielles.

Dans les champs de paysans, nous trouvons un cadre naturel pour la répétition d'essais annuels simples ou des démonstrations et la mise en place d'essais régionaux permanents de longue durée.

Des problèmes d'ordre psychologique peuvent souvent se poser au début: il faut amener le paysan à accepter notre intervention, à coopérer, et enfin à admettre certains travaux qui peuvent lui paraître aberrants (comme la destruction des lignes de bordures, la présence de témoins absolus, etc.). Notre ligne d'action, dégagée peu à peu, est la suivante: après accord du paysan, qui s'est inscrit auparavant auprès de l'encadrement pour une superficie donnée de culture cotonnière, nous délimitons nos champs d'essais à venir (en respectant au maximum l'unité de surface communément admise, la « corde », soit un carré de 50 × 50 m ou 2 500 m²).

Le paysan cultive ensuite « son » coton selon les normes de l'encadrement, nous n'intervenons qu'au moment voulu lorsqu'il faut modifier certains facteurs (par exemple la date ou le mode de semis des essais variétaux, l'application des engrais des essais de fertilisation, les traitements insecticides spéciaux des essais d'entomologie, les récoltes ligne par ligne, etc.).

Tout travail spécial ou supplémentaire est rétribué au paysan sous forme de primes; ce dernier garde pour lui le coton-graine récolté qu'il vendra, comme les autres, à la Société d'Encadrement, au moment de la commercialisation.

Nos observateurs assurent, par leur surveillance et leurs conseils, la bonne conduite des champs d'essais. Cette méthode semble avoir donné satisfaction à toutes les parties, puisque, sur nos cinq principaux centres d'essais, trois appartiennent à des villages, dont deux de longue date où nous avons pu installer des essais de longue durée.

Autour des centres, nous essayons à quelques distances, en installant des points d'essais annuels ou de démonstrations chez d'autres paysans.

Au total nous avons eu, au cours de ces dix dernières années, environ soixante implantations à travers la zone cotonnière.

Actuellement, nos cinq centres principaux sont :

	Année d'intervention
— Darou Thyse (Sud Siné Saloum - Nioro du Rip) - centre paysan	1970
— Keur S. Djebel (Est Siné Saloum - Kongheul) - centre paysan	1968
— Sinthiou Malène (Sénégal oriental - Tembacounda) - station)	1968
— Velingara (Haute Casamance) - PAPEM	1968
— M. Samba (Moyenne Casamance) - KOLDA) - centre paysan	1976

Ces centres sont gérés et coordonnés à partir de Kaolack où se trouvent les bureaux et un petit laboratoire.

Les centres paysans comportent chaque année 4 à 5 hectares d'essais, cultivés par plusieurs familles paysannes. Nous y avons construit, pour chaque localité, une case pour entreposer le matériel nécessaire à l'expérimentation et servir de bureau local. Il faut ajouter que nous avons nous-mêmes été surpris par le peu d'échecs constatés dans la conduite des essais et que nous avons eu le plaisir parfois de remarquer l'intérêt croissant des paysans qui comprennent ce que nous cherchions (variétés, fumures, etc.) et qui savaient lire « in situ » un protocole.

La méthodologie

Des essais-tests sont implantés dans les milieux très contrôlés que sont les stations (par exemple, essais microvariétaux ou variétaux de première année; interaction matière organique × techniques culturales; introduction de nouvelles molécules pesticides). Les réponses apportées permettent alors de bâtir des protocoles plus simples où un à deux facteurs seulement vont varier, dans des essais standards.

La plupart de ces essais standards sont conduits en blocs Fisher, avec 6 à 8 (voire 10) répétitions: les objets y sont marqués avec des étiquettes dont le maintien reste assez illusoire en milieu paysan; ces essais suivent donc des plans pré-établis, détaillés et dûment orientés, puis vérifiés après mise en place. Les chercheurs, techniciens, observateurs ont tous avec eux ces plans, lors de leurs travaux ou visites; chaque objet comprend en général 3 lignes de cotonniers de 25 m chacune (essais variétaux) ou 4 lignes (essais de techniques culturales) ou 6 à 8 lignes (essais d'entomologie).

— Ces essais sont encadrés et surveillés par des « observateurs » qui sont dénommés ainsi car, outre le travail de la conduite des essais sur le terrain, nous leur demandons d'assurer les multiples observations nécessaires, soit quantitatives (comptages, floraison, shedding, etc.), soit qualitatives (réactions de la plante, interactions, etc.). Toutes les données recueillies

sont traitées au bureau central de Kaolack où les chercheurs font les analyses statistiques courantes ; avant que le laboratoire central du C.R.A. de Bamby ait pu nous assurer les analyses, le siège de l'I.R.C.T. exécutait les calculs de corrélations multiples et recevait les échantillons de terre et de matière végétale.

4. LES AXES DE RECHERCHES - RESULTATS ACQUIS - TRAVAUX EN COURS

Pour la clarté de l'exposé, ce chapitre est scindé suivant le triptyque habituel : variétés, fertilisation, protection phytosanitaire, sans oublier que les thèmes et résultats des recherches de chacune de ces rubriques restent généralement liés (par exemple, la densité des semis préconisée va varier avec la variété retenue ; la date du premier traitement insecticide dépendra de la date moyenne des semis, etc.).

L'amélioration variétale

Il s'agit de trouver et de multiplier une variété qui puisse satisfaire le monde rural (caractères agronomiques) et les utilisateurs industriels (égrenage, filature, tissage, huilerie). Pour les caractères agronomiques, l'accent doit être mis sur un cycle court et de bons rendements (poids moyens capsulaires élevés, d'où facilité et rapidité de la récolte).

Pour les caractéristiques technologiques, la longueur de la fibre reste toujours appréciée, et un fort rendement à l'égrenage permet des gains substantiels au niveau du rendement en fibre.

La méthodologie de ces recherches variétales est simple : de nouvelles variétés créées dans d'autres pays sont introduites chaque année, dans des essais dits « micro-variétaux », pour y étudier leur comportement ; à l'issue de cette première année, les variétés retenues sont mises en compétition dans des essais variétaux, pendant deux campagnes, à l'issue desquelles les variétés ayant montré une supériorité significative pour tel ou tel caractère recherché seront mises en petites multiplications, annuellement, pour servir, le cas échéant, de pied de cuve à un départ en vulgarisation.

En 1968, la variété généralisée était l'Allen 333, variété rustique, assez bien adaptée, mais de moins en moins tolérée par les industriels.

Dès 1969, la variété BJA SM 67 (issue du BJA 592), ayant montré une supériorité dans nos essais quant au rendement (poids moyen capsulaire élevé), à la longueur de fibre, au micronaire et au grade, il était décidé de la multiplier en grand, pour couvrir en deux années la totalité des superficies.

Depuis, chaque année, nous en assurons la pureté variétale par une petite multiplication de 3 hectares sur laquelle nous procédons à une sélection massale.

Malheureusement, le BJA SM 67 présente aussi des défauts :

— une germination difficile et lente : inconvénient majeur avec nos années à pluviométrie tardive et irrégulière ;

— si cette variété est assez plastique quant à la hauteur des pluies (de 600 à 1200 mm), elle a, par contre, besoin d'un cycle assez long (120 à 150 jours) pour exprimer tout son potentiel de production ; lors des campagnes à pluviométrie utile trop courte, la capsulaison de tête n'a pas le temps de se former ;

— un rendement à l'égrenage médiocre (37,07 % sur 128 scies, données SODEFITEX 75/76) ;

— des graines trop couvertes de fuzz (15 à 18 %) et à teneur en huile assez faible (19,85 %, données SODEC 75/76), ce qui réduit d'autant la valeur de ce sous-produit qu'est la graine du cotonnier représentant pour les usines d'égrenage, en économie de marché, une grosse part du bénéfice net ;

— une sensibilité très accusée à la carence potassique des sols.

Pour l'étude des défauts de germination, des essais sont en cours (délintage, semis mécanique) ; pour les autres caractères, les essais ont permis de mettre en évidence deux variétés susceptibles de remplacer le BJA SM 67 ; ce sont : IRCO 5028, qui présente surtout un très fort rendement à l'égrenage (+ 3,25 %, moyenne en 76/77) et MK 73, qui se caractérise par une très bonne longueur de fibre (1 pouce 3/32 au lieu de 1 pouce 1/16). Dès 1977, de petites multiplications de ces deux variétés ont été installées.

Le Coker 417, variété américaine, résistante à la sécheresse, s'est révélée moins rustique que le BJA en conditions sénégalaises, sensible à la bactériose en cas de pluviométrie normale au-dessus de 800 mm, et présente des caractéristiques technologiques moins favorables : nous avons abandonné cette variété sur laquelle nous avons fondé initialement quelques espérances.

La valorisation des graines de coton fait, d'autre part, l'objet de recherches par l'introduction de variétés « glandless » F 280 et F 281, l'étude de leur comportement et de l'utilisation de leurs graines (alimentation du bétail ou farine pour l'alimentation humaine).

Enfin, des travaux de croisements génétiques viennent d'être entrepris pour l'obtention de variétés adaptées aux conditions écologiques sévères du Sénégal (sécheresse).

Les techniques culturales

Le travail du sol et les précédents culturaux

Les recherches sur le travail du sol et sur les précédents culturaux ont été très complètement menées par le CNRA de Bambey. Nous avons tenu compte de ces résultats pour la place du cotonnier dans la rotation : soit en tête, soit derrière une jachère, suivie d'une céréale.

Toutes nos observations nous conduisent à préconiser le labour de fin de cycle, mais sa généralisation ne sera possible qu'avec l'introduction de la motorisation, ce qui permettrait en même temps l'enfouissement des résidus de récolte.

Le labour normal de début de cycle, là où il est réalisé (assez fréquent au Sénégal oriental et en Casamance), est généralement mal exécuté, dans le but essentiel d'enfouir les adventices poussées avec les premières pluies ; d'autre part, ce labour n'est jamais suivi d'une préparation fine du sol (avec canadien ou herse) et reçoit directement le semis ; dans ce cas, lorsque ce semis est réalisé manuellement, on peut encore obtenir une certaine régularité de la densité ; par contre, l'utilisation du semoir avec des semences non délintées et directement sur les mottes de labour, ne peut conduire qu'à des densités faibles et surtout très irrégulières.

L'exécution du labour ne doit pas retarder la date du semis qui ne devrait jamais être postérieure au 5 juillet, date à partir de laquelle les rendements baissent très rapidement ; il faut donc labourer dès la première pluie utile sans attendre la croissance des adventices : l'utilisation des herbicides (voir plus loin) permettrait peut-être de trouver une solution à ce problème.

Quoi qu'il en soit, les thèmes liés « labour - préparation du lit de semences - semis mécanique - herbicide » doivent être sérieusement repensés au niveau de la vulgarisation.

Le semis : technique et densité

Le semis mécanique présente, par rapport au semis manuel, les avantages suivants :

- gain de temps : une journée de travail à l'hectare, au lieu de cinq journées ;
- régularité de la densité ;
- gain de semences : 25 kg/ha au lieu de 45 à 50 kg/ha.

Encore faut-il que les graines soient nues, c'est-à-dire délintées ; un bon délintage mécanique demandant une trop grande dépense d'énergie, il faudrait s'orienter vers le délintage chimique ou par brûlage.

Il faut encore souligner que la levée (germination) est toujours plus régulière et plus rapide à partir de semences nues qui, d'autre part, souffrent moins de l'effet des pluies parasites. Une étude précise de ces observations est prévue pour obtenir des résultats quantitatifs.

La densité préconisée pour la variété BJA SM 67 est d'environ 50 000 plants/ha, à raison d'un interligne de 90 cm avec un interplant sur la ligne de 20 cm. Avec une autre variété de vigueur végétative moindre ou avec un semis tardif, on peut préconiser un plant tous les 10 cm.

Quoi qu'il en soit, l'interligne devra rester de 90 cm pour respecter les normes habituelles aux autres cultures, et tous nos essais ont conclu à un démariage à un plant par poquet, pour éviter le phénomène de verse.

La lutte contre les adventices

Cette technique, généralement traitée à part, comme une discipline très spécialisée, devrait, selon nous, n'être qu'un des aspects des techniques culturales, ce thème étant lié au diptyque « travail du sol - semis ».

Nos recherches ont permis de proposer à la vulgarisation deux herbicides de pré-émergence :

— l'un, le « tréflan EC », ou trifluraline (à raison de 2 l/ha de produit commercial), pouvant être appliqué en sec, donc en présemis, mais incorporé obligatoirement au sol (par hersage ou canadien), ce qui est excellent pour une bonne préparation d'un lit de semences. Le tréflan n'est pas phytotoxique ;

— l'autre, le « cotoran LV », à base de fluométuron (80 % de matière active), à raison de 2,4 l/ha de produit commercial, mais à appliquer sur un sol humide avec beaucoup de précautions : le cotoran se révélant phytotoxique sur les sols légers, les sols insuffisamment humides, ou à une dose double. A cause de ces restrictions, notre préférence va à la trifluraline.

D'autres produits sont en cours d'expérimentation, notamment le stomp (à base de dinitro-aniline) et les tréflans granulés.

Enfin, il faut signaler que le passage de la technique en pulvérisation classique à celle en bas volume devrait faciliter la vulgarisation du thème herbicide.

En espérant le choix d'un herbicide commun pour deux des cultures de la rotation (arachide et cotonnier), il appartiendra à la recherche-système de préciser la place de cet herbicide dans la rotation.

Les problèmes de la fertilisation du cotonnier

La solution des problèmes posés par la fertilisation du cotonnier a nécessité une série d'opérations logiques résumées ci-dessous :

Détermination des déficiences

Une série d'« essais soustractifs-tests » (de 1968 à 1970) a permis de déceler les déficiences parmi les éléments majeurs de la nutrition minérale (N, P, O, K, O, S) et d'en dresser une cartographie, ce qui nous donnait :

- pour le Siné Saloum et la Casamance : déficience potassique, puis déficience en phosphore ;

— pour le Sénégal oriental : déficience en phosphore, puis en potassium.

La déficience en azote se retrouve généralement partout, assez liée au régime pluviométrique de l'année et au précédent cultural (pas ou faible déficience après une culture d'arachide).

Rappelons qu'un « essai soustractif-test » consiste, à partir d'un objet qui reçoit tous les éléments majeurs à un niveau tel qu'il ne puisse y avoir carence, à comparer son rendement à celui des autres objets où un élément (soit N, soit P, soit K, soit S) a été totalement retiré.

A partir de 1970, une série d'essais soustractifs de longue durée portant sur la rotation triennale (cotonnier-céréale-arachide) était installée sur les trois centres représentatifs de chaque région, en milieu paysan :

— Keur Serign Djebel (Kongheul) pour le Siné Saloum ;

— Botou pour le Sénégal oriental ;

— Barricounda pour la Casamance.

Ces essais tentaient d'évaluer la rapidité d'apparition et d'évolution des déficiences, en ne partant plus d'un objet à fumure forte totale, mais d'un objet à fumure vulgarisée à partir duquel la soustraction de chacun des éléments minéraux principaux était effectuée : ces essais confirmaient le niveau de déficiences des essais-tests précédents, ces déficiences étant déjà bien établies dès la seconde rotation, surtout la carence potassique qui fait chuter les rendements de 30 à 40 %.

Ces essais sont maintenant arrêtés, sauf sur un point, à Keur Serign Djebel (Kongheul), où, en tête de troisième rotation sur cotonnier, toute la sole est divisée en deux parties : l'une reçoit uniformément la fumure forte totale, l'autre la fumure vulgarisée, ceci dans le but de savoir avec quel niveau de fumure et à quelle vitesse on peut corriger les déficiences apparues.

Les analyses de sol et de matière végétale (diagnostic foliaire et pétioleaire) ont accompagné systématiquement tous ces essais et ont permis la connaissance des niveaux critiques ainsi que l'établissement des fonctions de production pour les éléments majeurs de la nutrition.

Détermination de la formule d'engrais vulgarisée

Les résultats des essais soustractifs (ainsi que ceux de quelques « essais coupes ») ont permis à notre recherche, en partant d'une formule de fumure forte et en la modifiant peu à peu chaque année, d'aboutir à la formule d'engrais proposée à la vulgarisation et vulgarisée actuellement.

Chaque année, des essais simples et nombreux de comparaison de formules permettaient d'évaluer les plus-values apportées par rapport à un témoin sans engrais et à la formule alors utilisée par la Société de Développement.

La formule actuellement vulgarisée, soit la « 8-18-27 », à raison de 150 kg/ha, comprend :

8 % d'azote (N), soit pour 150 kg/ha :
12 unités N/ha ;

18 % de phosphore (P₂O₅), soit pour 150 kg/ha :
27 unités P₂O₅/ha ;

27 % de potasse (K₂O), soit pour 150 kg/ha :
40 unités K₂O/ha ;

3,5 % de soufre (S), soit pour 150 kg/ha :
5 unités S/ha.

Vu la faiblesse en azote de cette formule, il était recommandé d'ajouter 50 kg/ha d'urée au 30^e jour après la levée.

Pendant deux années successives, les essais de comparaison ont confirmé que cet engrais complexe amène en moyenne une plus-value de 500 kg/ha de coton-graine, dont 300 kg dus à l'engrais de base et 200 kg pour l'urée, ou vice versa selon les régions et les années.

Il est assez remarquable de signaler, d'autre part, que, par une approche différente, les chercheurs ont abouti à la même formule pour les cultures d'arachide, de riz pluvial et de maïs (enfin, nous préconisons d'ajouter à l'engrais 1,1 unité de B₂O₃, soit 2,5 kg/ha de boracine, assurance peu coûteuse contre l'apparition toujours possible d'une carence en bore aux effets désastreux sur les rendements).

La fertilisation azotée

La carence azotée étant généralisée et variable dans son intensité, nous avons tenté d'éclaircir le problème par une méthodologie mise au point par la Division d'Agronomie de l'I.R.C.T. à Paris, qui cherche à établir des corrélations entre le niveau de l'alimentation azotée de la plante à un moment donné de son développement et les rendements. Pour cette étude, trois étapes sont nécessaires :

1^o Les besoins azotés sont déjà mis en évidence par les rendements des essais soustractifs, et leur corrélation avec les résultats du diagnostic foliaire au moment de la floraison permet d'établir une fonction de production, d'où l'on peut calculer un niveau critique (correspondant à la teneur en cet élément au-dessous de laquelle on observe une réponse positive à un apport de cet élément dans la formule minérale). Ce niveau critique permet alors de calculer un indice de nutrition défini comme suit :

$$\text{Indice X} = \frac{X_o}{X_c} \times 100$$

(où X_o = teneur observée de l'élément ; X_c = niveau critique de l'élément X calculé).

2^o Etude des périodes critiques de la nutrition azotée en relation avec le climat et le sol : essais avec arrêts échelonnés dans le temps d'apport d'azote, d'où comparaison des rendements entre deux dates successives d'arrêts d'apport et diagnostic pétioleaire ; établissement d'une courbe critique ou courbe de référence ;

3° Etude des doses optimales d'azote par apports échelonnés de doses variables d'azote; établissement d'une courbe optimale des teneurs en azote du pétiole en cours de végétation.

A la suite de ces travaux a été mise en évidence la nécessité d'un apport de 50 kg/ha d'urée au 30^e jour après la levée, apport à renouveler au 70^e jour en cas de pluviométrie abondante. D'autre part, toutes les études faites en Afrique tropicale ont montré que « le niveau optimal de la fertilisation azotée est directement fonction de la richesse du sol en matière organique et de la durée du cycle de végétation du cotonnier » (L. RICHARD); on a pu établir, à Darou Thyse, une courbe de référence des valeurs optimales du diagnostic pétiole suivant l'âge du cotonnier; cette courbe de référence va nous permettre de tester le niveau de la nutrition azotée sur cotonnier durant toute une campagne agricole et dans des situations variées, en n'utilisant que le prélèvement pétiole; on fait ainsi l'économie d'essais statistiques *in situ*; encore faudra-t-il que les analyses de laboratoire puissent être très rapidement effectuées pour qu'un intérêt pratique résulte de cette méthode.

La fertilisation potassique

Les essais soustractifs devaient nous révéler des situations extrêmement carencées (Niore du Rip, 1968, 1969); avec la disparition progressive de la jachère et une culture intensive sans compensation des exportations de récolte, cette situation ne peut que s'aggraver; la carence potassique apparaît peu à peu dans toutes les régions, au point de caractériser le faciès de la fin des campagnes agricoles annuelles et d'arrêter le développement des plants de cotonniers.

Des essais ont mis en évidence la nécessité d'un apport complémentaire de potasse, à raison de 50 kg/ha de ClK; des études en cours devraient nous indiquer la meilleure date d'apport, et nous testons des apports fractionnés avec diagnostic pétiole du potassium, dans l'hypothèse d'une dynamique du potassium dans la plante au cours de son développement.

Il reste que la carence potassique est une conséquence d'un ensemble de facteurs (climatique, chimique) qu'il faudra préciser peu à peu et qui nécessitera la mise au point de recherches pluridisciplinaires.

Néanmoins, nous pensons que, dans l'immédiat, nous avons trouvé une solution provisoire à cette carence potassique; notre recommandation d'apporter de la potasse complémentaire ne semble pas avoir l'agrément de la Société de Développement qui pense, peut-être à juste titre, que le cotonnier ne doit pas toujours « payer » pour les autres cultures de la rotation. Bel exemple des domaines respectifs de la recherche: la recherche d'accompagnement a proposé une « recette »; l'étude des systèmes de production devrait fixer très rapidement la place de cet apport dans la rotation.

La fertilisation phosphatée

Le Sénégal étant un gros producteur de phosphates naturels, il nous semblait normal d'en étudier les possibilités, non pas au point de vue fumure de fond, sujet bien éclairci par le CNRA, mais au point de vue fumure d'entretien; ce sujet aurait mérité une expérimentation plus large que celle entreprise dont les quelques résultats étaient déjà encourageants.

En guise de conclusion

Les recherches sur la nutrition minérale menées jusqu'à ce jour nous ont permis de résoudre le problème des carences tout en maintenant des rendements satisfaisants; mais c'est une solution à court terme, car la stabilisation des rendements ne peut être réalisée indéfiniment par l'adjonction aux sols de doses toujours croissantes d'engrais minéraux. La régénération du statut organique de ces sols devra rester la préoccupation majeure des agronomes, et il y a là un très vaste programme de recherches à entamer de façon prioritaire.

La protection phytosanitaire

Sans protection insecticide, toutes les techniques culturales préconisées ci-dessus se révéleraient inutiles; en effet, le cotonnier est une Malvacée, famille de plantes qui paie un des plus lourds tributs aux parasites; la lutte phytosanitaire est obligatoire en culture cotonnière et les traitements insecticides font partie des techniques culturales.

En 1968, la protection insecticide était assurée par 5 traitements, échelonnés tous les 12 jours, à partir du 45^e jour après la levée; les traitements étant à base d'endrine-DDT (100-400 g/l), à raison de 2 l/ha pour les 2 premiers traitements, puis 3 l/ha pour les suivants.

La recherche sur ce point est permanente, l'industrie chimique apportant sans cesse sur le marché de nouvelles molécules pesticides dont il faut étudier les doses, les cadences et les techniques d'application, ainsi que l'aspect financier, le coût de cette lutte.

En 1970, d'après les résultats de nos essais, il était décidé d'utiliser une nouvelle formulation insecticide à base de Péprothion TM (300-216-108 g/l), à la même cadence, à raison de 3 l/ha à chaque traitement; cette formulation se révélait efficace contre *Diparopsis watersi* qui est le parasite majeur de la capsule au Sénégal.

Les techniques d'application évoluent avec les nouvelles formulations en U.L.V. (Ultra Low Volume), rendant plus aisée cette technique culturale.

La recherche entomologique appliquée nécessite l'intégration de très nombreux facteurs (écologie des parasites dégâts causés, etc.) et seules des observations permanentes, chaque année, tout au long de la campagne agricole, peuvent permettre les conseils pour une protection efficace de la culture.

Depuis une date récente, de grands espoirs sont apparus dans la lutte chimique avec l'application de nouvelles molécules dites « pyréthrinoides ».

Parallèlement, depuis plusieurs années, un programme de lutte biologique, à partir d'un élevage de « trichogrammes » à Kaolack même, se poursuit ; la découverte d'une souche locale de trichogrammes

très active et s'attaquant, pour la première fois semble-t-il, à *Diparopsis watersi*, est un élément très positif de ce travail, ce qui permettra peu à peu une recherche intégrée (lutte chimique, lutte biologique, techniques culturales).

SUMMARY

After describing the general conditions under which cotton is cultivated in Senegal, the author delineates the role of research in this domain. This

brief account is purposely limited to the methods used, the results obtained and the work in progress.

RESUMEN

Después de haber estudiado las condiciones generales en las que se coloca el desarrollo del cultivo algodón en el Senegal, el autor demuestra el papel de la investigación en este desarrollo. Esta exposi-

ción de hechos ha sido limitada voluntariamente a la descripción de los métodos adoptados y a la presentación de los resultados obtenidos, así como de los trabajos que se llevan a cabo actualmente.