

CN0101307
FOBO
MIA

FOBO-NEA

REPUBLIQUE DU SENEGAL

ECOLE NATIONALE
DES CADRES RURAUX DE
BAMBEY

MINISTERE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

MEMOIRE DE STAGE DE FIN DE CYCLE
PRESENTE A
L'ECOLE NATIONALE DES CADRES RURAUX DE
BAMBEY
POUR OBTENIR
LE DIPLOME D'INGENIEUR DES TRAVAUX AGRICOLES

PAR

NDOKOUMAN DJERAMIAN MIANDJE

DIRIGE PAR

MR. CLAUDE DANÇETTE
INGENIEUR AGRONOME CHERCHEUR RESPONSABLE DU SERVICE
BIOCLIMATOLOGIE

SUJET : INTERET/ DU SYSTEME CULTURAL MIL-NIEBE DEROBE
DANS LA REGION DE DIOURGEL - BAMBEY.

(C.N.R.A. (Octobre 1979))

S O M M A I R E

| | <u>PAGES</u> |
|---|--------------|
| Avortissement..... | 1 |
| Remerciements | 2 |
| Introduction - Généralités | 3 |
| Chapitre-I : Les techniques de culture du mil souma III 90 j | |
| 11-Conditions de climat et de sol..... | 5 |
| 12-Variétés cultivées, densité et Géométrie de la culture. | 6 |
| 13-Les opérations culturales dates d'intervention campagne 1979-1980 | 7 |
| Chapitre-II Alimentation hydrique : | |
| 21-Généralités | 9 |
| 22-Appareils et méthodes utilisés pour la détermination de l'évaporation et des teneurs en eau du sol en vue d'estimer les besoins en eau des cultures..... | 9 |
| 23-Besoins en eau des cultures | 11 |
| 24-Satisfaction des besoins | 13 |
| 25-Rendements en conditions réelles et potentielles..... | 15 |
| 26-Courbe de réponse à l'eau..... | 16 |
| Chapitre-III : Intérêts et inconvénients du système cultural | |
| 31-Intérêts du système cultural..... | 17 |
| 32-Inconvénients | 28 |
| Conclusion | 28 |
| Bibliographie | |

A V E R T I S S E M E N T

L'alimentation humaine et même animale pose souvent de sérieux problèmes dans les pays en voie de développement et dans les pays sahéliens en particulier.

Ce problème devient plus préoccupant pendant les années de sécheresse où le milieu rural ne peut assurer la couverture des besoins alimentaires et se trouve en conséquence prédisposé à la disette ou à la famine.

Devant cette situation quelques fois dramatique, afin de palier à cet état de chose, le paysan doit nécessairement envisager des solutions techniques et agronomiques dans le contexte régional.

Ces solutions envisageables visent surtout à accroître la productivité du travail et de la terre afin de faire face aux problèmes de cette famine, mais aussi aux contraintes démographiques et économiques. C'est ainsi que l'adaptation du système culturel mil et niébé dérobé qui fait l'objet de notre étude actuelle est l'une des solutions proposées.

Pour des raisons que nous aurons à évoquer un peu plus loin, nous traiterons en détail un des aspects du problème notamment relatif à l'eau qui gouverne d'une manière indiscutable les rendements au sein du système culturel étudié ; les autres aspects du problème d'ordre pédoclimatique, agronomique et socio-culturel etc... seront simplement soulignés au passage de cette étude.

R E M E R C I E M E N T S

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur Claude DANGETTE, Ingénieur Agronome Bioclimatologiste, Chercheur responsable de la Section de Bioclimatologie pour ses précieux conseils et l'attention particulière qu'il a apportée à ma formation.

Je remercie de même l'ensemble du personnel du service de Bioclimatologie qui m'a aidé avec ses informations à réaliser ce travail. Il s'agit de :

- Melle Ndèye MBODJ : Secrétaire du Groupe-I
- MM : Jacques IMEERNON : V.S.N IRAT détaché à l'ISRA
- Sitor NDOUR : Observateur
- Ndongo NGOM : Observateur
- Abdoulaye FAYE : Observateur
- Birama NDIAYE : Temporaire

Je remercie aussi tout le personnel de la documentation du CNRA qui était entièrement à notre service durant notre séjour de stage.

Mes remerciements vont également à Monsieur Amadou Bocoum Directeur de l'ENCR qui a usé de tout son pouvoir pour créer un climat de travail à l'ensemble des étudiants et stagiaires Tchadiens à Bambej.

Encore une fois mes remerciements à Monsieur Amadou Bocoum et à l'ensemble du corps professoral qui sont soucieux de la formation des cadres ruraux pour la promotion, le développement économique et social de nos jeunes nations.

J'adresse aussi mes remerciements à tous les amis et en particulier à Monsieur Currah Galen, Pasteur Missionnaire à l'Eglise Evangélique Baptiste de Diourbel et toute sa famille pour leur soutien moral, leur aide matérielle et financière qu'ils m'ont accordé.

Mes remerciements vont enfin aux aimables membres de la famille et en particulier à MM : Dounteloum Naimian L et Békayogoto Deurla puis à MM : Daoula Mangua et NGarmbatnan Nagriam respectivement directeur du Lycée technique agricole de Ba-Illi où je servais en qualité de surveillant Général.

Je suis profondément reconnaissant du soutien qu'ils m'ont accordé et qui m'a permis de bien terminer mes études à l'Ecole Nationale des Cadres Ruraux de Bambej.

INTRODUCTION : GENERALITES

L'amélioration du niveau de vie exige du paysan une productivité beaucoup plus importante. Ceci implique une intensification et une diversification des cultures et surtout en ce qui concerne la zone Diourbel-Bamboy, l'utilisation rationnelle optimale des réserves hydriques et minérales. C'est ce souci qui guide le paysan dans l'ensemble de ses interventions et particulièrement dans la pratique du système cultural mil-niébé dérobé.

Mais à l'heure actuelle, la recherche n'a pas chiffré les chances de réussite de ce système en se basant sur les mesures d'ETM, les conditions pluviométriques locales et les techniques culturales qui valorisent les réserves hydriques.

C'est pourquoi, nous essayerons d'aborder le problème en soulignant l'intérêt effectif du système cultural du point de vue hydrique, connaissant les besoins en eau pour chaque stade.

A priori, nous pouvons déjà donner la principale raison qui nous guide à nous pencher plus sur l'aspect hydrique ; c'est que nous vivons dans une zone où la production agricole est largement dépendante des conditions climatiques (surtout pluviométriques) et de la pression démographique.

Toutefois, il convient de souligner qu'il est difficile pour une campagne donnée d'établir des relations étroites entre facteurs climatiques et rendements, et de préciser si une augmentation de rendement est due à une meilleure pratique culturale ou à une bonne alimentation hydrique. Ceci implique que la valorisation hydrique ne pourra se faire vraiment que lorsque l'ensemble des conditions agricoles sera rempli.

Notre étude qui nous permettra de quantifier les productions (ou rendements) s'appuiera sur un certain nombre d'acquits concernant le mil souba III et le niébé dérobé. Les résultats obtenus sur 2 années consécutives (que nous donnerons un peu plus loin) du point de vue besoins en eau pourront nous permettre de les étendre à posteriori à la série des 56 années passées juste pour nous faire une idée sur les chances de réussite du système adopté.

Quelques considérations générales

A partir des résultats de la recherche ; objectifs et problèmes posés par le choix au niveau d'une politique rationnelle de l'eau.

La Région de Diourbel-Bamboy fait partie de la zone Soudano-Sahélienne du SENEGAL qui pratique une agriculture exclusivement pluviale. Mais bien qu'appartenant à cette zone, ses terres ont des possibilités agricoles quelquefois insuffisamment exploitées.

L'expérience a démontré qu'il est possible pour certaines années en utilisant les variétés à cycle court, de conserver dans le profil 0-1,5m un stock d'eau de 30 à 120 mm, pourvu que toutes les techniques post-récolte soient bien appliquées. Ceci permet d'avoir un certain report de réserve hydrique. Ce report de réserve est possible et utilisable avec profit dans 25 % des années (C. DANCETTE et A. SENE), ce qui n'est pas énorme mais non négligeable. Les plantes pourront alors bénéficier de cette réserve pendant les périodes de sécheresse. (résultats spectaculaires en 1968-1972 et 1977).

Il est important de souligner que la formule du dry farming est à éviter dans des sols trop sableux et trop perméables. Il y a une forte percolation et les réserves qu'on espère constituer seront perdues en grande partie. Il a été déterminé par étude analytique que l'ensemble de la zone reçoit une pluviométrie moyenne de 640 mm.

Par ailleurs, dans 8 % des années, on peut atteindre ou dépasser 480 mm. Les besoins en eau du saison III 90 jours, s'élèvent en moyenne à 420 mm en année normale (fluctuations de $\pm 10\%$ en fonction des variations de la demande évaporative).

La perte d'eau moyenne par évaporation dans ces mêmes conditions est d'environ 50 mm en saison sèche soit un total des besoins de 170 mm. L'excédent moyen est donc $640 - 470$ mm. C'est à ce niveau que le problème de gestion rationnelle des réserves se pose au paysan. Faut-il reporter cette réserve ou bien la valoriser immédiatement en niébé dérobé vivrier ou fourrager en repousse d'herbe dans les interlignes de mil pour mieux résoudre les problèmes d'alimentation humaine et animale ? Nous aurons de meilleurs éléments de réponse à ce problème après le calcul des chances de réussite du système.

Chapitre-I : LES TECHNIQUES DE CULTURE DU MIL-NIEBE DEROBE

11-Conditions de sol et de climat

111-Le climat

Le climat est du type soudano-sahélien se caractérisant par une courte saison des pluies (3 mois) et une saison sèche marquée.

- Les précipitations sont en général violentes et irrégulières on note une moyenne annuelle de 640 mm.

On remarque que chaque année, une petite sécheresse s'installe après les 1ères pluies. Elle est néfaste pour la croissance des jeunes plants et peut influencer les rendements. Les pluies irrégulières ont des intensités parfois très violentes qu'il est impossible de chiffrer : le 21/8/75 pendant 15 mn, la pluie était très violente : 20 à 25 mm ; le 21/8/78 en sol D, la violence du vent et l'intensité de la pluie ont renversé le pluviomètre, mais étant donné que ce pluviomètre étant en ligne avec celui du jardin botanique, on peut estimer à 25 mm ; le 16 Août 1976, l'intensité était très forte et il était impossible de faire des relevés.

- Pendant la saison sèche les températures maxi peuvent atteindre en moyenne 35 à 38°C et en hivernage 32 à 35°C. Par contre les mini peuvent varier en saison sèche entre 15 et 19 °C et en hivernage entre 21 et 23 °C. Les amplitudes sont donc nettement plus faibles en hivernage (de l'ordre de 12 °C) que pendant la saison sèche (de l'ordre de 20 °C). Ces températures sont assez favorables pour les cultures, sauf peut-être les maxi trop élevés en début de saison.

- L'humidité devient saturante vers le milieu et la fin d'hivernage et peut atteindre 98 à 100 %. On note environ une quinzaine de jours de rosée.

- La nébulosité est pratiquement nulle en saison sèche et de 4 octa en moyenne pendant l'hivernage.

- En saison sèche, la zone est soumise aux influences de l'harmattan chaud et desséchant le jour et frais la nuit. Les vents sont plus faibles en hivernage qu'en saison sèche. Ceux qui soufflent à 2 mètres du sol sont en général assez réguliers. La vitesse moyenne journalière de 8H à 20H est de 1,5 m/s au moins pendant l'hivernage.

112-Conditions de sols

- Propriétés physiques des sols :

Ce sont des sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés mais lessivés en fer appelé "DIOR". La texture est sableuse et sablo-argileuse dans les horizons superficiels au niveau des bas fonds. La porosité moyenne est faible 45 %. Ces sables fins sont sensibles à l'érosion éolienne et pluviale. La densité varie de 1,45 à 1,55. La fraction sable grossier présente 23 % et sable fin 69 %

Au CNRA, ces conditions sont perturbées par les pratiques culturales qui améliorent les propriétés physico-climatiques grâce surtout aux labours d'enfouissement de bonne qualité. Concernant les labours, il convient de souligner que tout retard entraîne des chutes de rendements car ces sols ont un squelette grossier et laissent passer difficilement les racines. En fin de cycle et après la récolte il y a dessiccation. En saison sèche donc le sol est très dur ce qui crée le phénomène de blocage.

Il est donc important d'effectuer tôt les labours et l'enfouissement des engrais pour améliorer l'enracinement des cultures, permettant aussi à la plante de résister à la sécheresse. Effectuer tôt également le démarrage, les sarco-binages, les désherbages chimiques pour bien économiser de l'eau.

Les labours de saison sèche exigent malheureusement une traction lourde à cause de la dessiccation des sols.

- Propriétés chimiques des sols "DIOR"

En conditions naturelles, du fait de leur texture à dominante sableuse, les horizons superficiels sont assez pauvres. Le taux de matière organique varie de 0 à 4 % dans les bas-fonds. Le taux de saturation du complexe est variable avec le système cultural. La capacité de rétention d'eau est faible. La hauteur d'eau drainée est variable d'une année à l'autre suivant la pluviométrie et la nature de la végétation (sous culture le drainage peut varier entre 10 et 200 mm.

Le point de flétrissement permanent est de l'ordre de 25 mm par mètre de profondeur. Il est fréquent de constater que pour une pluviométrie de l'ordre de 650 mm, plus de 250 mm percolent en dessous de 2m (suivant l'allure de la pluviométrie) échappant ainsi aux cultures annuelles à enracinement peu profond pour alimenter les nappes. Mais ce n'est pas une perte dans la mesure où cette eau sera consommée par les arbres, le bétail et l'homme et donnera des possibilités d'irrigation complémentaire.

12-Variétés cultivées, densité et géométrie du système cultural de mil - niébé dérobé.

121-Mil : La variété retenue pour la zone est le souma III qui a un cycle de 90 jours.

Au niveau du dispositif d'alimentation hydrique (pour déterminer ETR et ETM) il a été cultivé l'année dernière. Nous l'avons encore repris cette année sur les mêmes parcelles. L'écartement adopté pour la vulgarisation est 90 cm x 90 cm. Mais il présentait beaucoup d'inconvénients dans le système cultural mil-niébé dérobé tels que :

- difficultés des travaux d'entretien mécanique
- mauvais développement du niébé qui n'est pas suffisamment éclairé.
- difficultés de passer dans les interlignes etc...

C'est pourquoi, la recherche vient d'adopter une autre géométrie de la culture. Il s'agit de semer le mil à 180 cm entre les lignes et 45 cm sur les lignes orientés d'Ouest en Est ce qui favorise l'éclaircissement des plants. Ces 2 écartements de semis (90 x 90 et 180 x 45 cm) permettent d'avoir la même densité de culture 12 346 poquets/ha.

Mais les avantages de la nouvelle géométrie de culture sont nombreux :

- passage assez grand permettant l'entretien mécanique
- bon développement des plants grâce à un éclaircissement maximum
- facilite d'installation de la 2^e culture niébé dérobé
- rendements en grains identiques mais il rest² à confirmer une augmentation des rendements pailles.

122-Le niébé dérobé est semé en général au dernier tiers du cycle du mil, mais les dates varient suivant l'allure de la pluviométrie. On sème donc dans l'interligne à raison de 2 lignes jumelées 45 cm x 45 cm, ce qui permet d'avoir une densité de 24 691,5 poquets/ha à raison de 2 plants/poquet soit 49 383. On a semé l'année dernière la variété à grain Mougne et la variété fourragère 58-74.

Cette année cette dernière variété est maintenue par contre la variété Mougne, mal adaptée à la culture dérobée a été remplacée par une autre variété à grain la 66-16.

La longueur du cycle choisie est aussi comme pour le mil fonction de la pluviométrie de la zone (cycle inférieur ou égal à 90 jours certaines variétés en culture pure ont un cycle plus long). En culture pure, la variété NDiambour rampante et Mougne sont insensibles au photopériodisme. Elles sont semées au début de la saison des pluies. La 1^{ère} récolte se fait à 55 jours.

La variété 58-74 et 66-16 en dérobé sont par contre sensibles au photopériodisme. La 1^{ère} récolte se fait 60 jours après les semis.

13-Les opérations culturales : Date d'intervention au niveau du système d'alimentation hydrique, les parcelles d'observation, les parcelles paillées et non paillées pour l'hivernage 1979-80

131-Préparations des terrains :

Sur pluie tardive 14/01 et 15/01 pour une hauteur de 30,8 mm, labours d'enfouissements des tiges de mil. Avant les semis, reprise en humide sur 40,6 mm le 5-6-7 et 8 juin à la traction bovine.

132-Semis : le mil a été semé sur pluie de 44,0 mm le 14 Juin. Le niébé dérobé a été semé le 28/6. Il a connu donc un léger retard de semis à cause de la petite sécheresse d' Août (semis 2 mois 1/2 après le mil au lieu de 2 mois en règle générale).

133-Travaux d'entretien

a) Sarclo-binage

- Un 1er binage "radon" a été exécuté aussitôt après semis
- le 2è sarclo-binage les 25 et 26 Juin
- le 3è 3 semaines après le second le 18 Juillet et enfin
- le 4è le 28 Août juste après les semis du niébé dérobé.

b) Démariage de mil : se fait à 3 pieds/poquet le 27 Juin juste après le second sarclo-binage de 10-21-21

c) Fertilisation minérale : 150 kg/ha/uniquement pour le mil enfoui aux préparations du terrain et 100 kg d'urée apportés en 2 fractions : le 1er épandage 50 kg/ha le 11 Juillet au moment du tallage et le second 50 kg/ha le 6 Août. On ne met pas d'engrais sur le niébé dérobé.

d) Arrosage des parcelles (ETM) : le 3/8, 10,0 mm sur cuve 1 puis 11,0 mm au niveau des tubes et 10,9 mm pour les cuves et 48,0 pour les tubes

e) Récolte du souss III le 17/9 et paillage avec les tiges de mil autour des pieds de niébé dérobé.

Après la récolte du mil, un second binage pour le niébé dérobé le 19/20 et un 1er traitement phytosanitaire au Thimul 39 à raison de 150 CC par pulvérisateur et 10 à 15 pulvérisateurs/ha.

Chapitre-II : ALIMENTATION HYDRIQUE

21 - Généralités

L'eau joue dans le sol un rôle tel que presque tous les phénomènes chimiques, physiques et biologiques qui s'y déroulent (dissolution des substances solubles qui déclenche l'activité des diastases chargées d'opérer la digestion des réserves nutritives de la plantule, ramollissement et éclatement des téguments de la graine etc...) sont influencés par la valeur ou l'importance du taux d'humidité.

Elle est nécessaire pour l'absorption racinaire des éléments minéraux. Et concernant le sol, elle conditionne les phénomènes de décomposition, les migrations, les modalités de structure. Elle est le constituant principal des végétaux. Elle est également un des constituants de l'atmosphère soumise à des fluctuations et enfin elle commande la transpiration végétale et influence les fonctions physiologiques des feuilles.

Après avoir servi de véhicule, une partie de cette eau des plantes est rendue à l'extérieur, tandis que l'autre participe dans la formation des produits de la photosynthèse.

C'est pourquoi par sa rareté, elle s'impose à nous comme le principal facteur climatique qui limite les rendements. Nous soulignerons sommairement dans ce chapitre les différents appareils qui nous permettent de mesurer l'humidité dans le sol, de suivre son évolution et ceux qui nous permettent aussi d'évaluer l'évaporation. Le reste du matériel du parc Météo qui traite l'ensemble des phénomènes météorologiques ne seront pas décrits ici.

22 - Appareils et méthodes utilisés pour la détermination de l'évaporation et des teneurs en eau du sol en vue d'estimer les besoins en eau des cultures.

221 - Bac normalisé classe "A" Permet de mesurer l'évaporation des surfaces d'eau libre. La hauteur d'eau évaporée est exprimée en mm. On mesure le niveau de la surface d'eau dans le bac par rapport à un niveau de référence connu. La mesure permet aussi d'avoir une base de comparaison entre les différentes stations. Elle est caractéristique de la demande hydrique d'ordre climatique. Elle sert donc à estimer les besoins en eau des différentes espèces et variétés des plantes cultivées dans une situation bien précise.

On calcule le coefficient de culture K qui est le rapport entre $\frac{E.T.M.}{E.V. \text{ bac}}$ de chaque variété testée pendant 2 ou plusieurs années successives. On compare les valeurs de K pour chaque type de culture on obtient une moyenne caractéristique. Cette valeur permet la généralisation des besoins en eau des cultures au niveau des différentes régions du Sénégal où seule sera connue l'évaporation de l'eau libre.

Le bac normalisé classe "A" est installé sur un sol nu non arrosé et bien dégagé.

222 - Evapotranspiromètres ou cuves de végétation :

Ils sont utilisés pour déterminer le bilan de consommation d'eau. Il ont une surface de 4 m² et 1 m de profondeur. Ils sont reliés à un suite de récupération d'eau par un dispositif de drainage permettant l'écoulement de l'eau de percolation donnant ainsi la possibilité de mesure d'ETM. Durant toute une campagne, on peut faire les mesures avec précision, mais la méthode présente des inconvénients majeurs. Elle nécessite des sols perméables et un contrôle d'étanchéité des cuves de plus elle se détériore rapidement avec les pluies violentes et les inondations ce qui peut faire fausser le bilan hydrique.

ETM = Pluie + irrigation - drainage (quand on ne considère pas les réserves initiales).

223 - L'humidimètre à neutron

- Base théorique de la méthode : cette méthode utilise la diffusion et le ralentissement des neutrons rapides dans le sol. C'est surtout l'hydrogène qui participe le plus activement au ralentissement des neutrons et il est présent dans le sol sous forme de molécule d'eau. L'hypothèse permet ainsi de relier le taux d'humidité volumique du sol à la densité des neutrons lents présents autour d'une source de neutrons rapides placée dans le sol.

On affectue des mesures en choisissant dès le départ la durée de comptage (15,30 ou 60 s). On trace les valeurs de comptages en humidité volumique par une équation d'étalonnage qui varie selon les appareils.

- Probleme d'étalonnage : L'étalonnage consiste à établir une courbe de comptage en fonction de l'humidité volumique du sol.

Méthode gravimétrique : Afin d'éliminer l'influence de petites variations dans les comptages, les mesures dans le sol sont rapportées à une mesure dans l'étui effectuée avant et après chaque série de comptages soit :

$$R = \frac{\text{Comptages sonde en s dans le sol}}{\text{comptages sonde en s dans l'étui}}$$

La courbe portera en ordonnées les valeurs de R et en abscisses les teneurs en eau correspondantes.

Si l'eau était le seul facteur de ralentissement des neutrons rapides, la courbe serait simple à tracer et valable pour tous les sols mais l'influence des divers constituants du sol conduit à établir des courbes distinctes suivant les sols et les caractéristiques propres des appareils.

224 - Mesure de l'humidité d'un échantillon de sol par dessiccation à l'étuve à 105 °C pendant 12 à 24 h.

Cette méthode est utilisée uniquement pour les mesures de surfaces 0-20 cm pour l'étalonnage des mesures neutroniques. L'humidité pondérale est obtenue en pesant l'échantillon de sol prélevé à la tarière avant et après dessiccation.

L'humidité volumique $H_v = h_p \times 1,45$ (densité) pour la tranche de sol de 0-10 cm puis

$H_v = h_p \times 1,50$ pour la tranche de sol de 10-20cm (sole grillagée Ouest)

A partir de 20 cm et en profondeur, les mesures se font à la sonde. Il y a pondération à 32 cm (H_v de 20 à 37 cm) où H_v est multipliée par un coefficient de correction 1,70. Pour le reste des mesures, on maintient leurs valeurs à partir de mesure sonde ramonées à l'étalonnage.

23 - Besoins en eau des cultures

L'ETM des cultures a été estimée au ENRA par extrapolation avec les évaporations Bas depuis 1972. Ces besoins en eau sont variables suivant 2 facteurs : la plante et le milieu.

231 - La plante : Les variations des régimes hydriques des plantes sont les conséquences des caractéristiques physiologiques propres à chaque espèce végétale, en particulier la longueur des cycles de culture (plus le cycle est long, plus les besoins en eau deviennent importants. Les variations des besoins se situent aussi au niveau des différentes phases de croissance et développement.

D'une manière générale, ils sont faibles au début, deviennent importants quand les plantes grandissent et couvrent les interlignes. Enfin la consommation hydrique de la plante diminue en fin de cycle.

232 - Le milieu : il se caractérise par la quantité et la répartition des pluies, la topographie des terrains, la capacité de rétention de l'eau par le sol.

D'autres facteurs climatiques influent aussi sur le bilan hydrique de la plante notamment la demande évaporative de l'air elle-même dépendant de la température, de la vitesse des vents et de la durée d'insolation.

- La pluviométrie varie beaucoup du sud au nord dans le temps et dans l'espace. De plus la très mauvaise répartition provoque soit des retards dans le démarrage d'hivernage, soit une sécheresse, soit encore par son abondance des pertes par drainage.

- Suivant la topographie du terrain, une parcelle peut-être défavorisée en perdant son eau ou être favorisée en accumulant des eaux de ruissellement.

- La nature de sol et les amendements : compte tenu des différences de texture, structure, des apports humifères et des variations dans les pratiques culturales, les besoins en eau sont différents.

- La demande évaporative : Elle est très importante à connaître. Sa valeur varie suivant la situation géographique et pour un même milieu, elle varie au cours de l'hivernage. Au début de l'hivernage, l'air est sec et la température élevée. La demande évaporative est forte (jusqu'à 8 mm d'évaporation bac en Juin). Elle diminue avec l'installation des pluies car l'humidité de l'air reste élevée (4 à 4,5 mm/j en Septembre) enfin elle remonte avec le ralentissement et la rareté des pluies vers la fin d'hivernage (7 - 8 mm/jour en Octobre).

La demande évaporative varie aussi au cours d'une même période du sud au nord et de la côte vers l'intérieur du Pays. Le vent en entraînant des masses d'air chaudes ou froides joue sur la demande évaporative ; de même la durée d'insolation contribue à baisser ou augmenter l'évapotranspiration. La demande évaporative est estimée jour par jour grâce aux mesures d'évaporation potentielle d'eau libre en bac normalisé classe "A".

Les besoins en eau ou ETM sont mesurés pour le mil souma III et le niébé déroulé.

Souma III 90 jours = ETM = 425 mm avec $\pm 10\%$. Par contre le niébé déroulé a une moyenne de 250 mm. Ces besoins en eau sont décomposés comme suit :

- Mil Souma III 90 jours :

| | | | | |
|-------------|---|--------------|------------|----------|
| de 0 - 15 j | = | 36 mm | (2,4 mm/j) | |
| 15 - 30 j | = | 60 mm | (4,0 mm/j) | |
| 30 - 45 j | = | 100 mm | (5,6 mm/j) | |
| 45 - 60 j | = | 100 mm | (6,6 mm/j) | |
| 60 - 75 j | = | 72 mm | (4,8 mm/j) | et enfin |
| 75 - 90 j | = | <u>57 mm</u> | (3,8 mm/j) | |

Normalement un total de 425 mm

- Niébé déroulé semé à environ 60 j après mil passe en commun avec ce dernier. Ses besoins ont été estimés à 30 mm d'eau soit 1 mm/j. Puis la suite des besoins s'établit comme suit :

| | | | |
|---------------|---|----------------|------------|
| de 90 à 105 j | = | 24,0 mm | (1,6 mm/j) |
| 105 à 120 j | = | 44,2 mm | (3,0 mm/j) |
| 120 à 135 j | = | 56,2 mm | (3,7 mm/j) |
| 135 à 150 j | = | 57,4 mm | (3,8 mm/j) |
| 150 à 165 j | = | 39,6 mm | (2,6 mm/j) |
| 165 à 180 j | = | <u>22,5 mm</u> | (1,5 mm/j) |

TOTAL = 242,9 à 243 rapport à 250 mm maximum.

Les variétés cultivées ont un cycle qui varie de 90 à 120 jours. D'une manière générale, le niébé déroulé n'arrive pas à satisfaire ses besoins et à boucler son cycle avec les réserves d'eau du sol.

..//..

Nous avons déjà souligné le principe de calcul du coefficient de culture K. Par commodité, on se ramène à la demande évaporative moyenne calculée pour la période 1972-1977 avec un indice 1. L'évaporation bec permettant de calculer K donne des résultats satisfaisants.

Exemple d'évaporation d'eau libre en bac normalisé classe "A" pendant la saison des pluies 1978, moyenne en mm/j par rapport à la normale calculée sur 7 ans de 3 stations d'écologie différente.

| Station | Juin normale | Juil. N | Août N | Sept. N | Oct. N |
|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|
| Bambey | 9,2-9,5 | 7,4-7,7 | 5,4-6,2 | 5,3-5,6 | 6,1-7 |
| Nioro | 5,8-8,4 | 5,7-6,2 | 4,5-4,9 | 4,7-4,7 | 4,9-5,4 |
| Sefa | 7,1-7,8 | 4,8-4,8 | 4,5-3,8 | 4,6-4,0 | 4,6-4,8 |

Le coefficient K de culture varie selon les variétés, la longueur du cycle et le stade végétatif, mais constant pour une même plante et un même stade d'une région à une autre.

Exemple d'évolution des coefficients ETM au cours du cycle de la variété de mil souma III 90 jours.

| | | | | |
|----|-----------|---|------|--|
| de | 0 - 15 j | = | 0,32 | |
| | 15 - 30 j | = | 0,58 | |
| | 30 - 45 j | = | 1,05 | |
| | 45 - 60 j | = | 1,10 | |
| | 60 - 75 j | = | 0,90 | |
| | 75 - 90 j | = | 0,69 | soit une moyenne de 0,73 pour le K global. |

Le CNRA a mis sur pied une carte de demande évaporative et des indices calculés par rapport à Bambey des différentes zones écologiques du Pays.

Exemple : selon cette carte un mil souma III 90 jours qui a des besoins de 420 mm à Bambey exigera à Podor à l'extrême Nord du Pays $420 \times 1,41 = 592,2$ mm.

à Louga au nord de Bambey $420 \times 1,16 = 487,2$ mm

à Nioro au sud de Bambey $420 \times 0,85 = 357,0$ mm et enfin

à Ziguinchor à l'extrême sud du Pays $420 \times 0,64 = 268,8$ mm.

On remarque alors que du sud au nord, les besoins en eau des cultures augmentent.

24 - Satisfaction des besoins

241 - Généralité : Les besoins en eau du souma III et niébé dérobé sont connus. Mais pour que ces cultures réussissent au sein d'une zone donnée, on doit se poser la question de satisfaction de ces besoins. Pour connaître ceci, il convient de confronter les besoins et la pluviométrie moyenne de la zone pendant la période correspondante ce qui revient à calculer le rapport E.T.M. Mais il E.T.R.

faudrait que le cycle de la culture soit inférieur ou égal à la durée de la saison des pluies considérée.

Pour plus de précision, on fait des bilans hydriques complets pendant des périodes courtes afin de suivre l'évolution du bilan global. Il est important de n'utiliser que les variétés adaptées aux différentes régions car l'expérience a montré que pour certaines années, le mil ne rentabilise pas l'irrigation et n'a donc pas besoin d'être arrosé.

Exemple : En 1974, les parcelles irriguées dont les besoins ont été satisfaits à 100 % ont donné un rendement de 2948 kg/ha alors que les parcelles non irriguées ont aussi donné 2951 kg/ha les résultats sont donc identiques. Il faudrait aussi déterminer la 1ère et dernière pluie utiles en fonction des besoins en eau du début de cycle des réserves d'eau du sol et du cycle de la culture. Ensuite déterminer les sécheresses au cours du cycle et leur incidence.

Les stress hydriques ont été chiffrés de la manière suivante : $\frac{ETM - ETR}{ETM} \times 100$ de la culture pendant le temps de sécheresse. ETR, divisé par ETM, multiplié par 100, et on chiffre par la suite la chute de rendement correspondant.

Exemple : En 1976, $\frac{ETM - ETR}{ETM} \times 100 = \frac{5,8 - 4,7}{5,8} \times 100 = 20 \%$ ce qui correspond à une chute de rendement grain de 40 %. En somme, la satisfaction des besoins exige l'adaptation des cultures aux conditions pluviométriques tout en respectant les pratiques culturales, la fumure et toutes les techniques d'économie de l'eau.

242 - Culture irriguée : L'irrigation de complément a permis la mesure de l'ETM au champ par la méthode du bilan hydrique $ETM = \text{Apport hydrique (pluies + irrigation)} - (\text{stocks d'eau dans le sol})$

En l'absence de percolation, les stocks d'eau dans le sol peuvent diminuer par prélèvements des racines des plantes. $ETM = \text{Apport} + \text{stocks d'eau}$ et lorsque ces stocks augmentent, c'est que les apports dépassent les besoins de la plante - $ETM = \text{Apports} - \text{stocks d'eau}$ cas de 1978) L'ETM varie en fonction de la durée du cycle végétatif et de la demande évaporative.

243 - Culture non irriguée : Dans le dispositif d'alimentation hydrique servant à faire des mesures en eau des plantes, une partie des parcelles est soumise aux conditions climatiques. C'est ce qui a permis de mesurer l'ETR.

Les conditions de mesures sont identiques à l'exception d'un facteur qui n'intervient pas dans les besoins d'irrigation. Toutefois pendant les années pluvieuses où l'intervention par irrigation est rendue inutile, on a $ETR = ETM$. Par contre pour les années qui connaissent une certaine sécheresse au moment des cultures, les plantes sont stressées et $ETM > ETR$.

Le 1er cas s'est produit par exemple en 1973 où le souma III non arrosé qui a vu ses besoins en eau satisfaits à 91 % a légèrement dépassé en rendement le souma III arrosé. Ainsi l'irrigation dite de complément n'a rien apporté.

Il semble qu'en général, les régions au nord de Bamboey où la pluviométrie est faible (Louga) exigent effectivement une irrigation de complément à Bamboey si cette irrigation d'appoint ne peut être effectuée, les rendements s'en ressentent beaucoup.

244 - Satisfaction des besoins globaux : La pluviométrie globale d'une année peut dépasser les besoins généraux des plantes et l'on a l'impression que ces dits besoins sont satisfaits. Cependant il n'en n'est rien ; car pour l'agriculteur, ce n'est pas seulement la pluviométrie globale qui l'intéresse mais c'est aussi une bonne répartition des pluies. De plus, on a constaté que l'incidence par exemple de la sécheresse sur les cultures est différente selon le stade végétatif, de même que la consommation hydrique varie selon ces mêmes différents stades.

Il semble que lorsqu'une sécheresse se produit au moment de l'épiaison-floraison (cas de 1979) les épis sont très mal remplis. Il y a en fait une détérioration de certains protéines du mil et du coup sa valeur alimentaire en sera diminuée (Fatoumata DIOP).

Les besoins globaux en eau du mil varient en fonction de la durée du cycle végétatif et de la demande évaporative. Ce qui est important pour l'agriculteur, c'est la satisfaction des besoins en eau d'au moins 80 à 90 % de chaque stade végétatif, ce qui permettra d'avoir les rendements escomptés.

25-Rendements en conditions réelles et potentielles

Pour une bonne année pluviométrique avec une bonne répartition où les besoins hydriques sont satisfaits nous avons $ETM = ETR$.

Cependant, dès que l'équilibre est rompu par exemple par une sécheresse importante et surtout au moment des grands besoins en eau, il va de soit que les rendements sont fortement influencés.

Les parcelles irriguées seront en conséquence nettement meilleures que celles qui ne sont pas irriguées. Ces différences sont illustrées pour l'année 1978, dans les tableaux suivants pour le niébé

Tableau des consommations hydriques du souma III et niébé dérobé 1978 (DANCETTE)

| | 90 jere j mil de 90j + 30j en association avec niébé dérobé (irrigation inutile) | 90j suivant niébé seul (irrigation possible) | Total des 6 mois et rendements |
|---|--|--|------------------------------------|
| Mil + Niébé fourrager 58-74 irrigués (ETM) | 458 | 246 dont irrigation 150 mm | Mil 2335 kg/ha Niébé 704 |
| Mil + niébé fourrager V. 58-74 non irrigués (ETR) | 487 | 158 | Mil 2119 Niébé 645 Niébé 814 |
| | Différence non significative | | |

Tableau des Rendements grain en kg/ha (moyenne des 4 parcelles)
1978 (DANCETTE)

| | Système mil (non irrigué) + niébé V.Mougne | | Système mil (non irrigué) + Niébé fourrager V. 58-74 | |
|-----------------|--|-------------|--|-------------|
| | Irrigué | non irrigué | irrigué | non irrigué |
| Rendement Mil | 2 328 | 2 152 | 2 335 | 2 119 |
| Rendement Niébé | 666 | 321 | 1 331 | 814 |

Ces différences soulignent l'importance qu'on accorde à l'irrigation d'appoint sur les parcelles de niébé dérobé malheureusement, ces moyens ne sont pas à la portée du paysan.

26 - Courbe de réponse à l'eau

Elle permet d'expliquer la relation entre les rendements et les conditions hydriques (humidité du sol + pluviométrie).

Avec une pluviométrie suffisante et bien répartie accompagnée de bonnes pratiques culturales, on peut obtenir avec souma III des rendements potentiels de l'ordre de 2 500 - 3000 kg/ha au CNRA.

Les moyennes en station se situent entre 1 800 - 2000 kg et les meilleurs rendements paysan dépassent vraiment 2 000 kg/ha. Quand on a une année très pluvieuse et surtout avec des pluies de fin de cycle importantes, la courbe décroît et les rendements baissent.

On peut peut-être expliquer ce phénomène par l'insuffisance d'éclairement, le mauvais remplissage des graines et l'influence de l'humidité abondante.

Pour le niébé dérobé par contre, les besoins en général ne sont pas satisfaits en conditions naturelles (pluies seules). Quand les beccins sont satisfaits à 80 % (200 mm) on arrive à avoir des rendements supérieurs ou égaux à 1000 kg/ha.

Chapitre-III : INTERET ET INCONVENIENTS DU SYSTEME CULTURAL

31 - Intérêt du système cultural

Le mil étant la nourriture de base des populations de la Région, son intérêt est donc suffisamment étudié et connu. Nous insisterons donc dans ce chapitre sur le niébé dérobé.

311 - Généralités

Le niébé dérobé est une culture d'appoint et représente une sorte de garantie et d'assurance pour le paysan contre une mauvaise récolte du mil. Il représente une source de protéines dont le taux élevé (22 - 24 %) et l'excellente qualité l'oblige à jouer un rôle capital dans l'équilibre nutritionnel des populations et plus particulièrement dans la lutte contre les carences protéiniques des enfants.

Les fanes servent à nourrir le bétail qui est assez important et dont le problème d'alimentation commence déjà à se poser. Ainsi par son double emploi, le niébé permet un équilibre alimentaire pour l'homme et le bétail. De plus sa culture augmente d'une façon notable la productivité de la terre et du travail surtout dans notre zone où sous l'effet de la pression démographique, les terres commencent déjà à manquer. (Il n'y a aucune forêt classée dans la Région de Diourbel). Mais à la lumière de notre étude sur 56 années (1923-1978) nous avons constaté malheureusement que les chances de réussite de cette culture dérobée sont beaucoup diminuées par le facteur climat et plus précisément la pluviométrie.

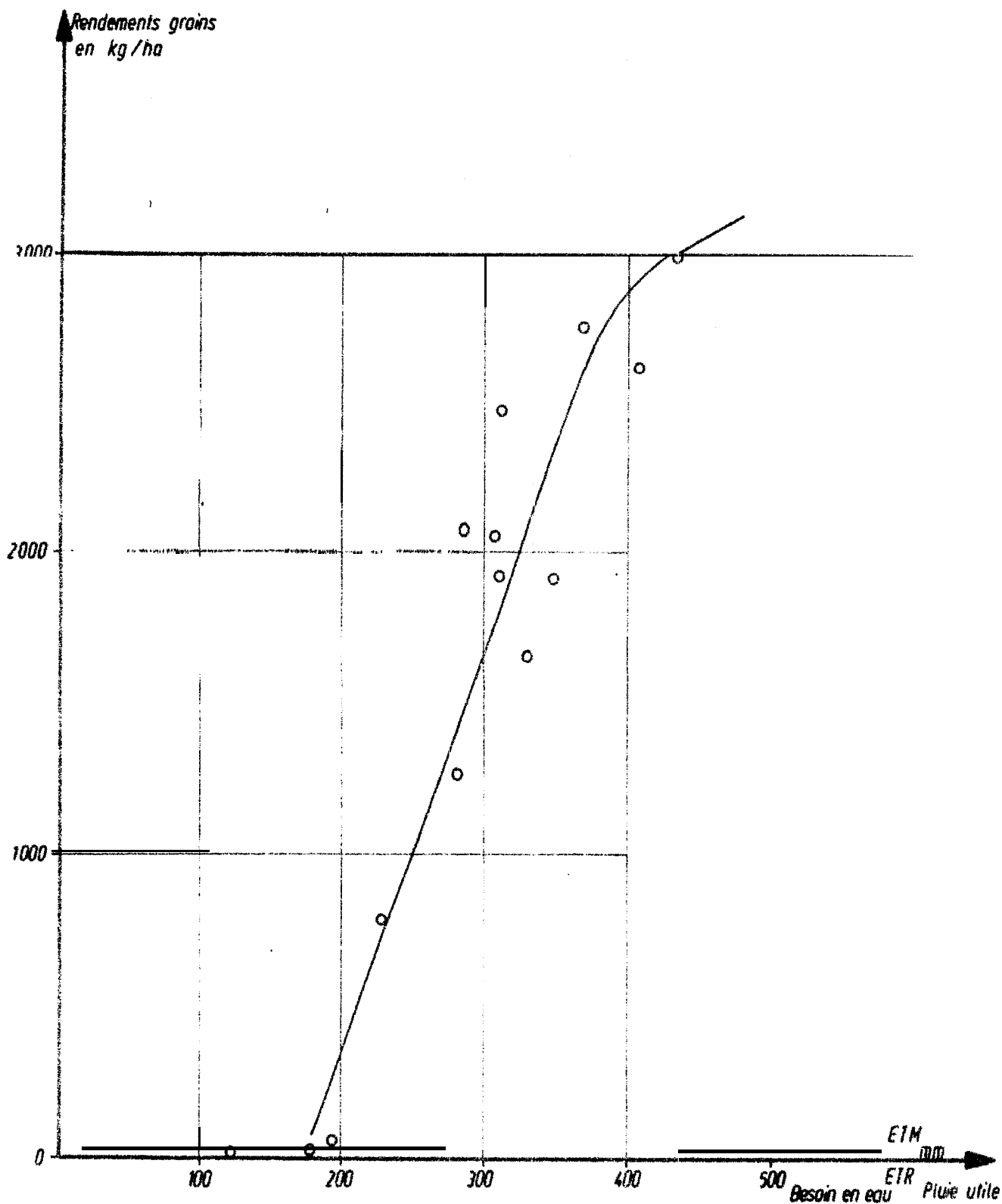
312 - Calcul des chances de réussite et niveau de production à espérer à partir de l'étude de la période 1921-1978

Nous avons calculé les paramètres d'entrée (pluie + réserve) de sortie ETM, confronté besoins et satisfaction $\frac{ETR}{ETM}$ et estimé le drainage et la réserve maximale d'eau stockée dans le sol sur une épaisseur de 150 cm. Puis suivant l'allure de la pluviométrie nous avons déterminé la date de semis, celle de la récolte et les réserves après les dernières pluies.

Toutes ces données de base nécessaires à connaître pour la diversification des cultures pluviales nous ont permis d'estimer les risques que nous prenons en adoptant le système cultural et d'apprécier les possibilités d'une plus value.

Le manque des données pluviométriques détaillées nous oblige à étendre notre analyse sur 56 ans en excluant ainsi 1921 et 1922.

Nous rappelons que les variétés intéressées sont uniquement celles qui sont déjà adaptées à la région (66-16, Mougne). Nous estimons que les rendements potentiels du mil scana III dans des conditions optimales (sans excédent de pluie) sont de l'ordre de 2500 à 3 000 kg/ha (ETM = 425 mm). De même avec le niébé dérobé ces rendements potentiels seraient de 1000 à 1200 kg/ha avec plus de 200 mm. Notre analyse est conçue dans les conditions optimales de rendements et mettra en évidence le niveau de ces rendements en fonction du seul facteur : pluie.



Courbe de **réponse à l'eau des mils soung (90 j)**
 en très bonnes **conditions de travail, fumure et entretien**
 (Stations et **PAPEM I SRA Centre-Nord**)

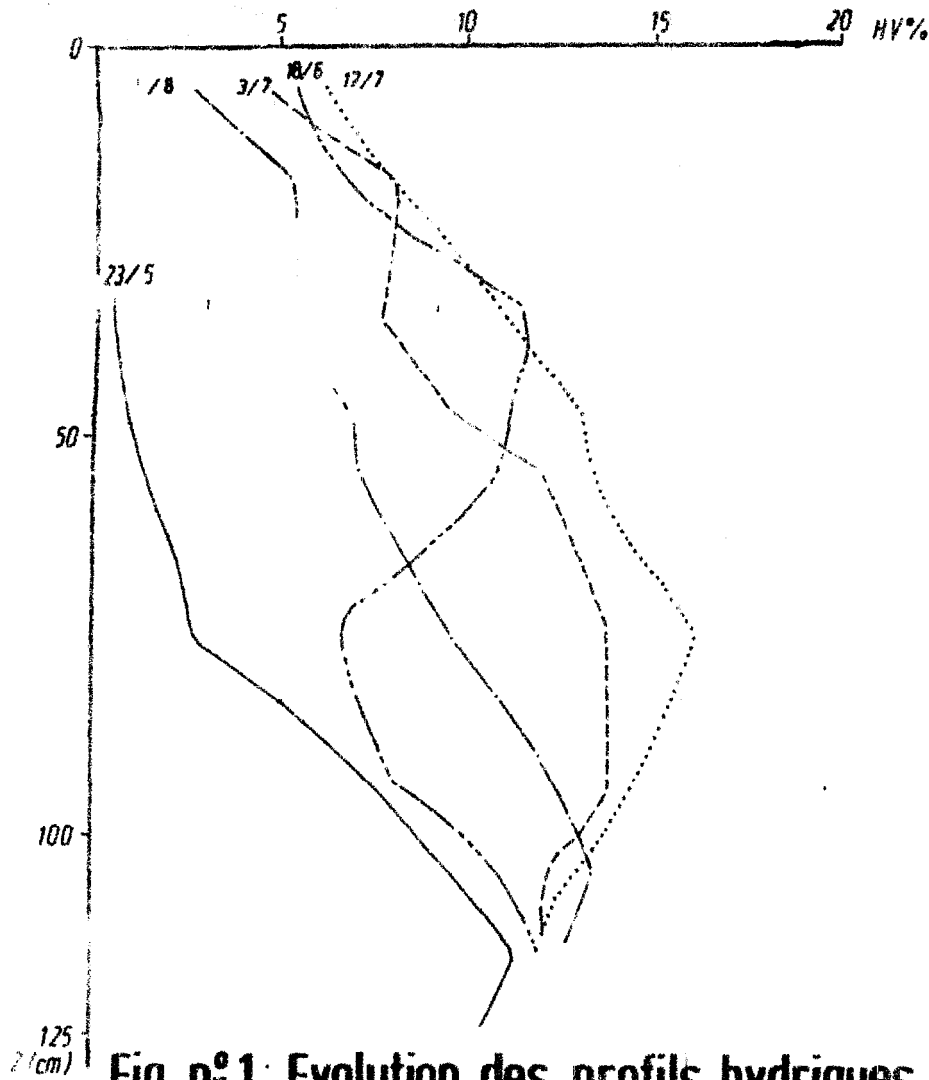


Fig. n°1: Evolution des profils hydriques sous culture de mil

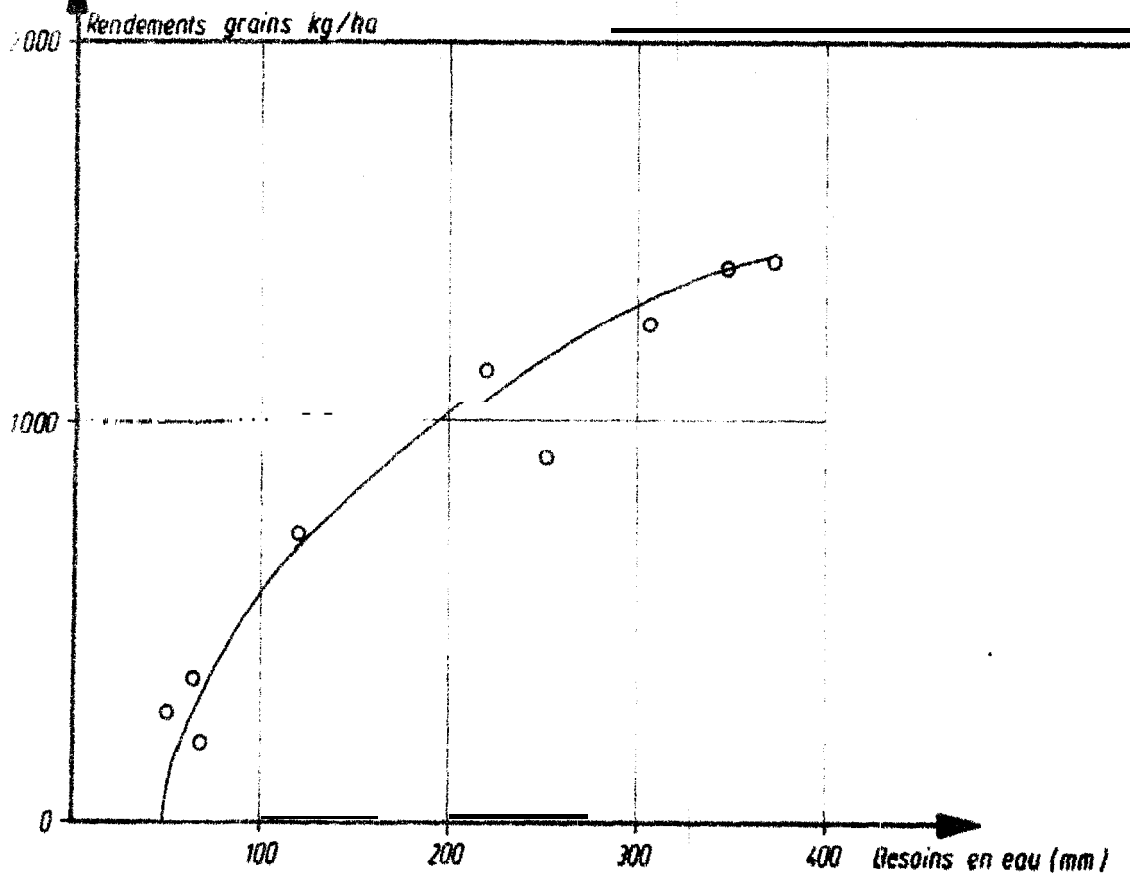


Fig. n°2: Courbe de réponse à l'eau des niébés (75 j) d'hivernage en conditions optimales de travail, fumure

Les résultats seront présentés sous forme de tableaux. Les rendements estimés resteront toutefois théoriques car au niveau paysan les conditions ne sont souvent pas les mêmes. Cependant ils donneront l'idée sur les chances de réussite du système cultural adopté.

Exemple de Calcul : chances de réussite du système cultural mil-riébé dérobé

1/ cas d'une année pluviométrique excédentaire

1950 : Pluviométrie total 1252,5 mm
semis le 11/7 sur 11,0 mm,
récolte le 9/10

Tableau n° 1

| Période J | Pluie + réserves | ETM | $\frac{ETR}{ETM}$ | Réserve sur 150cm max 100 | Drainage sur 150cm | Σ de drai- nage |
|-----------|---------------------|------|-------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 0 - 15 | 124,2 | 36 | 100 % | 88,2 | | |
| 15 - 30 | 145,6 | 60 | 100 % | 85,6 | | |
| 30 - 45 | 273,1 | 100 | 100 % | 100 | 73,1 | 73,1 |
| 45 - 60 | 475,4 | 100 | 100 % | 100 | 275,4 | 348,5 |
| 60 - 75 | 377,7 | 72 | 100 % | 100 | 205,7 | 554,2 |
| 75 - 90 | 201,5 | 57 | 100 % | 100 | 44,5 | 598,7 |
| 90 - 105 | 213,1 | 24 | 100 % | 100 | 89,1 | 687,8 |
| 105 - 120 | 100 | 44,2 | 100 % | 55,8 | | 687,8 |
| 120 - 135 | 55,8 | 56,2 | 98,7 % | | | 687,8 |
| 135 - 150 | | 57,4 | | | | 687,8 |
| 150 - 165 | | 30,6 | | | | 687,8 |
| 165 - 180 | | 22,5 | | | | 687,8 |

(semis du riébé le 9 Septembre).

Tableau n° 2 1961

2) Cas d'une année moyenne

Pluviométrie : 662,8 mm
semis le 11 Juillet sur 45,4 mm
récolte le 9 Octobre

| Période en j | Pluie + réserve | ETd | CTR / ETd | Réserve sur 150cm (max 100) | Drainage en dessous de 150 cm | Σ de dra-nage |
|--------------|-----------------|---------------|--------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|
| 0 - 15 | 110,2 | 36 | 100 % | 74,2 | | |
| 15 - 30 | 243,7 | 60 | 100 % | 100 | 83,7 | 83,7 |
| 30 - 45 | 218,3 | 100 | 100 % | 100 | 18,3 | 102 |
| 45 - 60 | 216,6 | 100 | 100 % | 100 | 16,6 | 118,6 |
| 60 - 75 | 170,7 | 72 | 100 % | 98,7 | 0 | 118,6 |
| 75 - 90 | 141,3 | 57 récolte | 100 % mil | 84,3 | 0 | 118,6 |
| 90 - 105 | 84,3 | 24 | 100 % | 60,3 | 0 | 118,6 |
| 105 - 120 | 60,3 | 44,2 | 100 % | 16,1 | 0 | 118,6 |
| 120 - 135 | 16,1 | 56,2 | 29 % | 0 | 0 | 118,6 |
| 135 - 150 | - | 57,4 | - | 0 | 0 | 118,6 |
| 150 - 165 | - | 39,6 | - | 0 | 0 | 118,6 |
| 165 - 180 | - | 22,5 | - | 0 | 0 | 118,6 |

Semis du niébé 9 Septembre

Tableau n° 3

3) cas d'une année pluviométrie déficitaire

1969 : Pluviométrie total : 361,8 mm
semis le 16/7 sur 62,0 mm
récolte le 14/10

| Période en j | Pluie + Réserve | ETH | $\frac{ETR}{ETH}$ | Réserves sur 150cm max 100 | drainage sur 150cm | % de drainage |
|-----------------|--------------------|--------|-------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------|
| 0 - 15 | 89,4 | 36 | 100 % | 53,4 | 0 | 0 |
| 15 - 30 | 83,4 | 60 | 100 % | 23,4 | 0 | 0 |
| 30 - 45 | 35,5 | 100 | 35,5 % | 0 | 0 | 0 |
| 45 - 60 | 163,5 | 100 | 100 % | 63,5 | 0 | 0 |
| 60 - 75 | 69,2 | 72 | 25 % | 0 | 0 | 0 |
| 75 - 90 | 43,3 | 57 | 84,5% | 0 | 0 | 0 |
| | récolte | du mil | | | | |
| 90 -105 | 0,4 | 24 | 1,6 % | 0 | 0 | 0 |
| 105 - 120 | | 44,2 | | | | |
| 120 -135 | | 56,2 | | | | |
| 135 -150 | | 52,4 | | | | |
| 150 -165 | | 38,6 | | | | |
| 165 -180 | | 22,5 | | | | |

Semis du niébé le 14 Septembre.

Pour calculer les chances de réussite du système cultural adopté, nous avons fait une analyse pour chaque campagne à partir des tableaux pluviométriques.

Notre méthode est basée surtout sur l'étude de la saison des pluies utiles pour le mil semé soit en sec, soit en humide. Nous déterminons la date du semis et nous fixons en conséquence la date de récolte (le mil souma III a un cycle de 90 j).

A priori, nous connaissons déjà l'ETM du mil-niébé dérobé par périodes de 15 jours (du début à la fin).

Nous savons aussi que la capacité de rétention de l'eau de notre sol sur 1,50 m est de 100 mm maximum. En supposant au départ que le stock d'eau dans le sol est nul au moment du semis.

Nous confrontons la pluie reçue et stockée dans le sol aux besoins en eau de la culture pour chaque période de 15 jours. Au fur et à mesure de l'analyse, nous calculons les réserves sur 1,50 m si la pluie reçue durant la période est supérieur aux besoins de la plante. Et si la réserve est supérieure à la capacité de rétention, nous calculons le drainage effectif sous cette tranche de sol.

Puis nous totalisons, l'ensemble des besoins satisfaits (niveau de satisfaction des besoins) ce qui par l'intermédiaire des courbes de réponse à l'eau nous permet d'estimer les rendements. Un peu plus loin, nous étudierons l'importance de sécheresse afin de connaître globalement le nombre d'années déficitaires pour la période 1921-1978.

Nous rappelons que la consommation d'eau du niébé dérobé pendant la période commune avec le mil est estimée à 30 mm.

Commentaires des tableaux n° 1-2-3

1950 : selon le tableau, les besoins en eau sont satisfaits à 100 % et théoriquement, on dirait que le rendement potentiel de 3 000 kg/ha serait atteint.

Mais l'expérience a montré que le mil tout comme certaines cultures annuelles exige un certain nombre de conditions pour une bonne maturation (fin de cycle); ce qui suppose une quantité d'eau limitée, un bon éclaircissement pour favoriser la photosynthèse, une absence de parasitisme etc... Or ce mil reçoit abondamment de l'eau en fin de cycle, ce qui influence probablement les rendements. Finalement une année excédentaire en pluviométrie est très néfaste pour le mil et les rendements peuvent baisser.

En effet, le cycle du niébé dérobé, ne s'est pas étendu jusqu'à 120 j. Il se limite ici à 75 j ou 90 jours au plus. Et l'ETM est estimé à 250 mm.

Ici, bien que l'année est excédentaire, la très mauvaise répartition des pluies ne permet pas la satisfaction du niébé dérobé qui n'a reçu finalement que 154 mm, permettant ainsi d'avoir un rendement de l'ordre de 600 à 650 kg/ha.

Le drainage est très important 687,7 mm soit 54 % de la pluviométrie totale.

1961 : La pluviométrie totale est de 662,8 mm. C'est une année moyenne. On constate une très mauvaise répartition des pluies favorisant le drainage. Le mil a été satisfait à 100 % quand au niébé, on peut estimer la consommation à 114,5 mm permettant d'avoir 450 à 500 kg/ha. Le drainage représente 17,7 % de la pluviométrie totale.

1968 : La pluviométrie totale n'est que légèrement supérieure à la moitié de la pluviométrie moyenne de la région et est très inférieure aux besoins des cultures. On ne peut espérer réaliser un rendement en niébé dérobé. On ne peut pas pratiquer le système cultural pendant cette campagne agricole.

Tableau n° 4 Mil : tableau des satisfactions des besoins sur la période 1923 - 1978

| Besoins en eau très bien satisfaits supérieur ou égal à 400 mm | | | Besoins en eau imparfaitement satisfaits inférieure à 400 mm | | |
|--|--|------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| Année | Niveau de satisfaction des besoins (ETR) | Estimation des rendements en kg/ha | Année | Niveau de satisfaction des besoins (ETR) | Estimation des rendements en kg/ha |
| 1923 | 408,3 mm | 2045 | 1926 | 353,6 mm | 1760 |
| 24 | 425 | 2500 - 3000 | 1931 | 381,3 | 1800 |
| 25 | 418,9 | 2400 - 2800 | 34 | 352,3 | 1760 |
| 27 | 425 | 2450 - 2900 | 41 | 321,8 | 1600 |
| 28 | 425 | 2500 - 3000 | 45 | 354,5 | 1770 |
| 29 | 425 | 2500 - 3000 | 69 | 340,3 | 1680 |
| 30 | 425 | 2500 - 3000 | 72 | 248,5 | 1200 |
| 32 | 418,8 | 2400 - 2800 | 73 | 399,9 | 1850 |
| 33 | 425 | 2500 - 3000 | 75 | 393,2 | 1850 |
| 35 | 425 | 2500 - 3000 | 76 | 337,7 | 1650 |
| 36 | 425 | 2500 - 3000 | 77 | 230,8 | 1000 |
| 37 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 38 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 39 | 418,9 | 2400 - 2800 | | | |
| 40 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 42 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 43 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 44 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 46 | 418,9 | 2400 - 2800 | | | |
| 47 | 400,3 | 2000 - | | | |
| 48 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 49 | 400,3 | 2000 | | | |
| 50 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 51 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 52 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 53 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 54 | 418,9 | 2800 - 2800 | | | |
| 55 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 56 | 418,9 | 2400 - 2800 | | | |
| 57 | 245 | 2500 - 3000 | | | |
| 58 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 59 | 421,7 | 2450 - 2900 | | | |
| 60 | 407,9 | 2045 | | | |
| 61 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 62 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 63 | 417,9 | 2400 - 2800 | | | |
| 64 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 65 | 407,5 | 2045 | | | |
| 66 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 67 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 69 | 414,2 | 2150 - | | | |
| 70 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 71 | 425 | 2500 - 3000 | | | |
| 74 | 425 | 2150 | | | |
| 78 | 414,6 | | | | |

Commentaires du tableau n° 4 (nil soune III 90 jours)

Suivant ce tableau, 45 années sur 56 ont des besoins en eau très bien satisfaits (ce qui représente 81 % des cas) pendant lesquelles les rendements estimés varient de 2000 à 3000 kg/ha. C'est à dire qu'on a 81 % des chances de réaliser des rendements de très bons rendements avec soune III 90 jours au niveau de la région. Puis on compte 11 années sur 56 pendant lesquelles les besoins en eau sont imparfaitement satisfaits (ce qui représente 19 % des cas) et où les rendements estimés varient de 1000 à 1850 kg/ha.

En conclusion, le soune III 90 jours est donc bien adapté aux conditions pluviométriques de la région de Diourbel-Bamboy.

Commentaire du tableau n° 5 (niébé déroché)

D'après le tableau, 5 années sur 56 permettent de réaliser de bons rendements allant de 800 à 1200kg/ha représentant environ 9% de la période 1923-1978).

19 années sur 56 ont des rendements moyens de l'ordre de 500 à 800 kg/ha (représentant environ 34 % de la période 1923-1978) et enfin 32 années sur 56 donnent de mauvais rendements inférieurs à 501 kg/ha (représentant 57 %)

En définitive, on a $9 + 34 = 43$ % de chances de bien réussir le niébé quand on adopte le système cultural au niveau de la zone. Mais rappelons que même les années très déficitaires (ETR \leq 125 mm) le niébé produit entre 200 et 400 kg/ha

Nil : tableau récapitulatif des dates de semis, dates de récolte et durée de sécheresse au cours du cycle végétatif

26/

Tableau n° 6

| Année | Dates de semis | dates de récolte | Durée de sécheresse |
|-------|----------------------|------------------|---|
| 1923 | 16/7 sur 16,2 mm | 14-10 | Du 30 au 45ej quité d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 24 | 24/6 parti sur 25,5 | 21-9 | - |
| 25 | 24/6 parti sur 43,3 | 21-9 | - |
| 26 | 4-7 parti sur 7,8 | 2-10 | du 15 au 45ej quité d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 27 | 27-6 parti sur 7,0 | 25-9 | du 30 au 45ej quité d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 28 | 28-6 parti sur 20,0 | 28-9 | - |
| 29 | 29-6 parti sur 30,5 | 27-9 | - |
| 30 | 17-7 parti sur 11,5 | 15-10 | - |
| 31 | 9 -7 parti sur 21,0 | 7-10 | du 45 au 60ej quité d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 32 | 9 -7 parti sur 57,0 | 7-10 | du 75 au 90ej quité d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 33 | 4 -7 parti sur 40,0 | 2-10 | - |
| 34 | 3 -7 parti sur 15,0 | 1-10 | du 15 au 45ej quité/d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 35 | 3 -7 parti sur 18,8 | 1-10 | - |
| 36 | 3 -7 parti sur 51,0 | 1-10 | - |
| 37 | 8 -7 parti sur 12,8 | 6-10 | - |
| 38 | 3 -7 parti sur 9,2 | 1-10 | - |
| 39 | 23 -7 parti sur 42,0 | 21-10 | du 75 au 90ej, quité d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 40 | 15 -7 parti sur 22,8 | 13-10 | - |
| 41 | 13 -7 parti sur 32,0 | 11-10 | du 15 au 45ej, quité d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 42 | 12 -7 parti sur 47,0 | 10-10 | - |
| 43 | 2 -7 parti sur 24,0 | 30-9 | - |
| 44 | 12 -7 parti sur 45,0 | 10-10 | - |
| 45 | 4 -7 parti sur 7,5 | 2-10 | du 30 au 45ej, quité d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 46 | 25- 7 parti sur 70,2 | 23-10 | du 75 au 90ej, quité d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 47 | 2 -7 parti sur 14,8 | 30-9 | - |
| 48 | 6 -7 parti sur 28,3 | 4-10 | - |
| 49 | 11 -7 parti sur 8,1 | 9-10 | du 60 au 90ej, quité d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 50 | 11 -7 parti sur 11,0 | 10-10 | - |
| 51 | 12- 7 parti sur 9,6 | 30-9 | - |
| 52 | 30- 6 parti sur 43,2 | 20-10 | - |
| 53 | 2 -7 parti sur 49,0 | 30-9 | - |
| 54 | 9 -7 | 7-10 | - |
| 55 | 27-7 parti sur 35,8 | 25-10 | - |
| 56 | 27-7 parti sur 62,1 | 25-10 | du 75 au 90ej, quité d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 57 | 16-7 parti sur 20,5 | 14-10 | - |
| 58 | 22-7 parti sur 5,2 | 21-10 | - |
| 59 | 4-7 parti sur 13,5 | 2-10 | du 15 au 45ej, quité d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 60 | 24-6 parti sur 53,3 | 22-9 | - |

Tableau n°6 (suite)

| | | | |
|----|---------------------|---------|---|
| 51 | 11-7 parti sur 45,4 | 9 - 10 | - |
| 52 | 17-7 parti sur 13,6 | 19 - 10 | - |
| 53 | 30-6 parti sur 17,0 | 28-9 | du 45 au 60ej, quté d'eau suffi- sante pour satisfaire les besoins |
| 54 | 9-7 parti sur 6,0 | 7-10 | de 0-15j, quté d'eau insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 55 | 13-7 parti sur 10,6 | 6-10 | - |
| 56 | 7-8 parti sur 6,8 | 5-11 | - |
| 57 | 4-7 parti sur 30,8 | 2-10 | - |
| 58 | 16-7 parti sur 6,20 | 14-10 | du 30 au 75ej, quté d'eau insuffi- sante pour satisfaire les besoins |
| 59 | 2-7 parti sur 6,2 | 30-9 | du 30 au 45ej, quté d'eau insuffi- sante pour satisfaire les besoins |
| 60 | 10-7 parti sur 19,6 | 3-10 | - |
| 61 | 6-7 parti sur 38,0 | 4-10 | - |
| 62 | 30-7 parti sur 21,2 | 29-10 | du 30 au 90ej, quté d'eau insuffi- sante pour satisfaire les besoins |
| 63 | 2-7 parti sur 10,9 | 30-9 | du 15 au 45ej, quté d'eau insuffi- sante pour satisfaire les besoins |
| 64 | 12-7 parti sur 11,9 | 10-10 | - |
| 65 | 7-7 parti sur 12,7 | 5-10 | du 30 au 45ej, quté d'eau insuffi- sante pour satisfaire les besoins |
| 66 | 13-7 parti sur 9,5 | 11-10 | de 0-60ej, quté d'eau insuffisan- te pour satisfaire les besoins |
| 67 | 7-7 parti sur 44,2 | 5-10 | de 30 au 75ej, quté insuffisante pour satisfaire les besoins |
| 68 | 16-7 parti sur 5,6 | 14-10 | - |

Commentaire du Tableau n° 6

- sur 56 campagnes agricoles 23 connaissent une sécheresse d'importance variable représentant 47 % de la durée de la période d'étude, 15 cas ont eu lieu au début du cycle juste après les premières pluies et intéressent les semis précoces exécutés avant le 15 Juillet. 2 cas ont eu lieu vers le milieu du cycle et intéressent les semis exécutés entre le 15 et 20 Juillet et enfin 6 cas ont eu lieu vers la fin du cycle et intéressent les semis exécutés après le 20 Juillet.

Pour exécuter un semis précoce, on doit être prudent et le mieux le faire sur une grosse pluie où les garantis de survie de la jeune plantule doivent être assurés pour une durée importante. Souvent III n'aime pas beaucoup les semis tardifs déficitaires en pluie.

Pour certaines années, il est absolument impossible d'éviter les catastrophes mais on peut prendre des précautions en appliquant rigoureusement toutes les pratiques culturales qui visent à conserver l'eau et celles qui facilitent la pénétration des racines un peu plus profondément permettant aux plantes de résister dans une certaine mesure à la sécheresse. 10 récoltes ont lieu entre les 2 et 20 Octobre soit 72 % de la durée de la période d'analyse.

Les stress hydriques peuvent entraîner un ralentissement de la croissance d'où l'allongement de la durée du cycle et des dates de récoltes estimées au départ seront reportées. Ceci peut influencer sur la production de la matière sèche et le poids de la récolte autrement dit les rendements.

En totalisant les sommes de drainage durant cette période, nous avons trouvé

32. Inconvénients :

Le système cultural a ses avantages mais aussi des inconvénients dont certains ne sont pas négligeables.

- 1) sur le plan gestion hydrique : nous avons situé les possibilités en matière hydrique qu'offre la région du point de vu climatique chances de réussite du système (43 %) sont connues. Il appartient au paysan de savoir bien gérer, rationaliser l'eau afin d'obtenir des profits maximums. Il peut reporter les réserves (23 % des cas sont exploitables) ou les valoriser immédiatement en adoptant le système cultural qui lui donne les 43 % de chances de succès.
- 2) Epuisement des réserves hydriques : le système adopté épuise totalement les réserves hydrique du sol. Il est préférable de faire précéder la culture par une autre qui a un cycle court afin d'obtenir des réserves. Ensuite, la culture qui doit suivre le mil niébé dérobé aura lui aussi un cycle dont les besoins doivent être inférieurs ou égaux à 100 mm.
- 3) Epuisement accéléré du sol du point de vu minéral : L'eau est un aliment par ses composants mais aussi un véhicule de tous les éléments minéraux qui nourrissent la plante. La consommation d'eau est donc accompagnée par les éléments minéraux dissouts. Il faut donc restituer ces éléments au sol en apportant des engrais préconisés par la vulgarisation, en favorisant le milieu physique, biologique et chimiques par des labours d'enfouissement des jachères, des résidus de récolte etc... ou en apportant si possible du fumier

Conclusion

Sous les contraintes économiques, démographiques et financières, le paysan est désormais confronté au problème de diversification et intensification des cultures :

Il doit assurer la couverture alimentaire de la famille en diversifiant ses productions. Il doit aussi intensifier ses cultures pour produire plus afin de faire face aux problèmes posés par les biens d'équipement et autres biens de productions (semences sélectionnées, engrais, produits phytosanitaires etc...). Il doit enfin faire des cultures fourragères pour améliorer la ration alimentaire de son bétail pour accroître sa productivité en viande, lait, travail etc...

Au niveau départemental, le problème de la productivité devient encore plus préoccupant.

Quelques données recueillies à la SODEVA.

Le département de Bamboï s'étend sur 1251 km² et peuplé de 154 020 habitants dont 82 800 actifs densité = 114 km²

C'est une région essentiellement à vocation agricole

| | |
|----------------------|------------------------------|
| surfaces cultivables | 128 290 ha |
| surfaces cultivées | 112 541 ha soit 1,4 ha/actif |

Le mil principal culture vivrière occupe à lui seul 55 157 ha soit 50 % de la superficie cultivée totale

C'est aussi une région assez riche en élevage mais cet élevage est extensif et transhumant. Ainsi le souci majeur de l'éleveur est augmenter les productions animales par la protection sanitaire mais aussi limiter les contraintes alimentaires imposées par les aléas climatiques en particulier par la production des fourrages dont le niébé dérobé. Ceci permettra à cet élevage de perdre rapidement son caractère extensif pour devenir un élevage en stabulation. En consultant les données recueillies à la SCDEVA, on constate que la densité est très forte (114 habitants/km²). Les superficies cultivables sont limitées, ce qui limite l'extension des cultures dans l'espace. Il faudra alors adopter le système intensif pour satisfaire les besoins imposés par cette forte population. Le Cheptal se présente comme suit : 1978)

| | | | | |
|--------|--------------|-------------------|------------|--|
| Bovins | 52 156 têtes |] soit une charge | 5,1 bovins |] hectare de jachère (10 090 ha) |
| Asins | 9 671 têtes | | 0,9 asins | |
| Equins | 18 879 têtes | | 1,8 équins | |

L'association agriculture - élevage permet aux paysans d'extensifier dans la mesure du possible les surfaces cultivées. Et il semble qu'en ce moment, les surfaces paturables deviennent de plus en plus petites et de plus en plus rares. C'est pourquoi l'adoption du système cultural mil-niébé dérobé au niveau de cette région serait une des solutions qui permettrait au paysan de faire face à ses divers problèmes de gagner un peu plus d'argent qu'il aura à investir dans sa propre exploitation.

Exemple de calcul qui illustre l'intérêt du niébé dérobé.

En adoptant le système cultural, toutes les superficies cultivées en mil vont porter le niébé dérobé soit 55 157 ha.

Si nous utilisons la variété 58-74 qui a un rendement moyen de 500 kg/ha en grains et 725 kg/ha de fanes, nous obtiendrons les résultats suivants ; (prix kg/grain = 75 F; kg/fane = 15 F)

- Production niébé grain = 500 kg x 55 157 = 27578,75 T
soit $\frac{27578,75}{82\ 000} = 0,330$ T/actif représentant une valeur de
 $75\ 000\text{F} \times 0,330 = 24\ 750\ \text{F}$

- Production fanes 725 kg x 55 157 = 29 988 825 kg
soit $\frac{39\ 988\ 825}{82\ 300} = 483$ kg/actif représentant une valeur de :
 $15\ \text{F} \times 483 = 7\ 245\ \text{F}$

Le niébé dérobé rapportera au paysan $24\ 750\ \text{F} + 7\ 245\ \text{F} = 31995\ \text{F}$

..//..

Un tel résultat est satisfaisant surtout que la culture du niébé dérobé n'exige pas beaucoup de travaux d'entretien et on y met pas d'engrais.

En définitif, le système cultural mil - niébé dérobé est un système intensif à la portée du paysan qui ne coûte pas cher et qui donne des résultats satisfaisants moyennant quelques pratiques culturales simples : techniques de conservation d'eau adoption d'une bonne géométrie de culture etc...

B I B L I O G R A P H I E

- Rapport de synthèse 1978 de la division de Bioclimatologie
Avril 1979 par C. DANCETTE
- Besoins en eau et adaptation du mil à la saison des pluies
au Sénégal Février 1978 par C. DANCETTE
- agroclimatologie appliquée à l'Economie de l'eau en zone soudano-
sahélienne Avril 1977 par C. DANCETTE
- Besoins en eau des plantes de grande culture au Sénégal Septembre
1973 par C. DANCETTE
- Gestion rationnelle de l'eau en agriculture par C. DANCETTE
- Pour une meilleure rentabilisation agricole des ressources plu-
viales, dans les sols sableux d'Afrique tropicale sèche
Septembre 1974 par C. DANCETTE et J.C. MAUGUSSIN, R. NICOU, R. TOURTE
- Influence du labour sur le développement racinaire des diffé-
rentes plantes cultivées au SENEGAL. Conséquences sur leur ali-
mentation hydrique Mai 1974 par J.L. CHOPART et R. NICOU
- Synthèse des travaux d'hivernage 76-77 et contre saison 1977
par FATOUMATA DIOP
- Nécessité agronomique et intérêt économique d'une intensifica-
tion des systèmes agricoles au SENEGAL Février 1972
- Variétés de niébé actuellement conciliées au SENEGAL
par D. SENE et P. LAURENT service selection CNRA BAMBEY.