

RÉPUBLIQUE DU MALI

MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION

Programme SAPHYR

**SYSTÈME DE PRODUCTION AGRICOLE  
EN BORDURE ORIENTALE  
DU DELTA INTÉRIEUR DU FLEUVE NIGER**

**Contribution à l'étude  
des anomalies de crue du fleuve Niger**

*N. GERMAIN*

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER



République du Mali

Ministère de la Coopération  
Programme SAPHYR

Systeme de production agricole  
en bordure orientale  
du Delta intérieur du fleuve Niger

(Contribution à l'étude des anomalies de crues  
du fleuve Niger)

N. GERMAIN

Durant la première phase d'exécution de la convention SAPHYR, la nécessité d'un contrôle de terrain dense tant dans l'espace que dans le temps, était apparue afin d'interpréter les informations fournies par la télédétection, l'objectif étant de fournir des statistiques quant à l'utilisation du sol.

Une des tâches de l'agronome est de comprendre l'élaboration du rendement afin de proposer de nouvelles techniques agricoles. Une autre tâche est d'expliquer le comportement technique de l'exploitant agricole afin que ces nouvelles propositions techniques s'intègrent à la logique du fonctionnement des unités de production agricoles et aient par conséquent toute chance d'être accueillies favorablement par le milieu agricole.

L'esprit dans lequel a travaillé l'agronome chargé de cette étude, fut d'établir des statistiques quant à l'utilisation du sol (surface cultivée, production obtenue) en corrélation avec certaines caractéristiques des unités de production agricole et de rechercher les contraintes pesant sur les systèmes de production.

Nous avons d'abord procédé à une approche vis-à-vis des surfaces cultivées, puis envisagé le fonctionnement de chaque secteur d'activité agricole ("Mil" et "Riz" en l'occurrence). Après examen critique du comportement de certaines unités de production agricole, nous concluerons en posant un diagnostic de situation agronomique régionale qui envisage les diverses voies d'évolution de l'activité agricole de cette région. Malheureusement, les conditions matérielles de réalisation de l'étude n'ont pas permis d'atteindre tous ces objectifs et ainsi d'affermir les bases du diagnostic régional, notons aussi que la majorité des observations ne concernent que la campagne agricole 1978-1979.

## I - Présentation de la zone d'étude -

---

### I - Localisation géographique.

En accord avec les autorités administratives du Mali, le village de Diamba-Kourou fut retenu. Il est situé en bordure orientale du Delta intérieur du fleuve Niger, à environ 50 km au Nord de Mopti, sur une ancienne terrasse alluviale formant presque île en période de crue à l'intérieur de la plaine d'inondation du fleuve Niger (dont le principal lit mineur est à une dizaine de kilomètres à l'Ouest).

### 2 - Paysages et activités agricoles.

Le cadre géographique est décrit dans l'ouvrage du Professeur J. Gallais "Le Delta intérieur du Niger - Etude de géographie régionale" (1967), le cadre pédologique avec sa correspondance hydro-géomorphologique dans l'ouvrage de R. Bertrand "Etude morpho-pédologique de quelques plaines du Delta vif du Moyen-Niger (Mali)" (1973).

Dans le cadre du terroir villageois enquêté, nous retiendrons que l'on peut distinguer trois ensembles :

- la zone exondée, qui est essentiellement une ancienne terrasse alluviale sableuse bordée à l'Est par le plateau gréseux de Bandiagara. On y pratique la culture du Mil (*Pennisetum typhoides*) en auréole autour des habitations pérennes sous un parc plus ou moins dense d'*Acacia Albida*. Mais, depuis une quinzaine d'années, cette culture s'étend par défriche de la brousse et provoque, conjointement, avec un besoin accru de bois de chauffage, un déboisement accéléré. Par endroits, se trouvent des sols à concrétions ferrugineuses, vestiges d'anciennes cuirasses latériques, qui sont rarement cultivés et le plus souvent dépourvus de toute végétation. Des sols argileux, correspondant à des bras et cuvettes d'inondation de l'ancienne terrasse

alluviale, inondables par l'accumulation de l'eau de pluie, ont pour couvert végétal une savane arbustive à épineux le plus souvent impénétrable à l'homme mais non aux caprins.

- la zone inondable dont la majeure partie est constituée de cuvettes de décantation à sol argileux cultivées en Riz flottant. Les parties les plus profondes, du moins celles dont la vidange est la plus malaisée, sont occupées par une prairie à *Echinochloa stagnina* et *Vossia cuspidata*. En bordure de ces cuvettes, les dépôts alluviaux sont plus grossiers, la texture devient limoneuse, on y pratique la culture du Riz, mais il s'agit alors d'un Riz plus précoce. Lors de l'inondation, seuls restent exondés quelques monticules, au sol de texture limono-sableuse, boisés de Rôniers (*Borassus aethiopum*) uniques repères au milieu de la platitude des plaines d'inondation.

- une zone intermédiaire, qui est parfois inondée en cas de forte crue, recouverte d'une prairie à *Vetiveria nigritana* et à *Andropogon gayanus*. Par endroits, se cultivent le Sorgho, le Maïs ou le Manioc.

### 3 - Pluviométrie.

Diamba-Kourou est situé en bordure Sud de la zone sahé-lienne, à peu près sous l'isohyète 500mm. La saison pluvieuse dure en moyenne de juin à septembre, selon la répartition suivante : 500 mm en juin , 150 mm en juillet , 200 mm en août et 100 mm en septembre. La comparaison entre la pluviométrie P et l'évapotranspiration potentielle ETP (cf. annexe I) permet de définir une saison humide (cf. P. Franquin " Analyse agroclimatique en régions tropicales. Saison pluvieuse et saison humide? Applications "Cahiers ORSTOM série Biol. n° 9 - juillet 1969) durant laquelle une culture pluviale est possible : elle est d'environ 3 mois.

La saison sèche est entrecoupée de novembre à février d'une saison plus fraîche entraînant un refroidissement sensible de l'eau.

Les résultats des relevés pluviométriques enregistrés à Diamba-Kourou lors des années 1977 et 1978 sont donnés en annexe 2. Ils induisent les commentaires suivants :

- l'année 1977 a été globalement déficitaire, les premières pluies utiles à l'activité agricole sont arrivées tardivement à la mi-juillet. La saison des pluies fut très courte, elle s'est arrêtée à la mi-septembre et n'a donc duré que 2 mois.

- l'année 1978 est globalement supérieure à la moyenne, mais les pluies du mois d'avril et de début mai n'ont eu comme utilité agricole que de favoriser les labours sur rizières par humidification du sol et par l'amélioration de l'alimentation des boeufs de labour à base de repousses de Riz à thizomes (*Oryza longistaminata*). Il faut aussi remarquer, par rapport à la normale, un déficit pluviométrique durant le mois d'août, déficit qui fut absolu aux alentours de Mopti.

La référence aux données pluviométriques de la station météorologique de Mopti (créée en 1921) nous permet d'établir les fréquences suivantes :

- l'année "moyenne" (définie précédemment) est réalisée 2 années sur 5.

- l'année "de type 1978" (200mm en juillet, 100 mm en août, 100 mm en septembre) se rencontre 1 année sur 10.

- des pluies supérieures à 10 mm en avril-mai se rencontrent 1 année sur 3.

Mais il faut noter que cet enregistrement ponctuel masque une hétérogénéité spatiale et temporelle de la pluviométrie. Il existe ainsi un effet particulièrement sensible de cette hétérogénéité : plus on se rapproche de la falaise du plateau de Bandiagara plus les averses de fin de saison des pluies sont importantes vis-à-vis de celles enregistrées, ceci a notamment comme conséquence que l'on peut observer un décalage de 20 à 30 jours entre le village de Diamba-Kourou et celui de Niénagou, situé à 8 km au Sud-Est de ce dernier, pour les travaux culturels du Mil.

#### 4 - Hydraulicité.

L'inondation des plaines est fonction des caractéristiques de la crue du fleuve Niger et de son affluent le Bani. Les crues 1977 et 1978 se caractérisent par leur faiblesse, notamment celle de 1977 qui fut très insuffisante pour assurer l'alimentation en eau des rizières ensemencées dans l'année la crue 1978, quoique inférieures à la normale, est semblable à la plupart des crues des 10 dernières années et par conséquent à répondu aux vœux des riziculteurs.

Une des plaines de Diamba-Kourou a été aménagée hydrauliquement par les soins de l'opération Riz Mopti au moyen d'une digue et d'un ouvrage de prise d'eau et de vidange, cet ensemble constitue un casier. Cet aménagement a pour fonction de ralentir l'arrivée de la crue et de limiter la hauteur de submersion en cas de forte crue, de retenir l'eau en cas de retrait précoce caractéristique des crues faibles.

#### 5 - La culture du Mil.

Le Mil (*Pennisetum typhoides*) est cultivé sur les anciennes levées alluviales sableuses. La population locale est génétiquement de type hâtif et sensible au photopériodisme (l'épiaison a lieu à la mi-septembre). Sa mise en place a lieu en général début juillet, époque où le régime des pluies devient régulier, selon les techniques culturales suivantes :

- après une pluie supérieure à 20 mm, labour d'enfouissement des adventices levées par suite des premières pluies de juin à la charrue attelée (au vu des séries pluviométriques enregistrées à Mopti les 2ème et 3ème décades de juin, les 1ère et 2ème décades de juillet sont équiprobables vis-à-vis de l'occurrence de cet événement),

- creusement à l'aide d'une houe à manche long et fer étroit de trous de 3 à 7 cm de profondeur selon une densité

moyenne de 15000 trous par hectare,

- dépôt d'une pincée de grains dans chaque trou et fermeture de ce trou en ramenant la terre à l'aide du pied.

Le sarclage, à l'aide d'une houe à manche court et fer plus ou moins large, se situe 15 à 45 jours après semis. Concomitamment se pratique le démariage, opération qui consiste à ne laisser qu'un certain nombre de pieds par poquet. En cas de culture sans possibilité de labourer à la charrue attelée, ces pratiques sont modifiées : le semis intervient dès les premières pluies utiles, il est nécessaire de pratiquer 2 sarclages.

La récolte a lieu à la mi-octobre par rassemblement des chandelles (ou faux épis) en fagots qui sont rapportés au grenier. Le broutage des feuilles par les bovins paturant alors la bordure sèche du delta puis le ramassage des tiges à des fins de confection de clôture ou de combustible interviennent après la récolte des chandelles, dans des délais respectivement inférieurs à 1 semaine et 3 mois.

#### 6 - La riziculture.

Dans les cuvettes d'inondation, se pratique une riziculture flottante de submersion non contrôlée. Le riz (*Oryza glaberrima* et *O. sativa*) croît durant la première partie de son cycle comme riz pluvial, la crue du fleuve lui permet de terminer son cycle végétatif.

Les variétés traditionnelles du genre "glaberrima" présentent une bonne rusticité vis-à-vis de l'irrégularité des pluies. Des possibilités d'élongation des tiges de 5 à 10 cm par jour lors de la montée de la crue leur confèrent une bonne adaptation vis-à-vis de l'irrégularité des crues. Mais leurs potentialités de rendement en grains sont limitées du fait d'une très grande sensibilité à l'égrenage à maturation. On a introduit des variétés du genre "sativa" égrenant peu à maturation mais ne tolérant que des vitesses de



submersion plus faibles, ce qui a conduit à développer une riziculture flottante de submersion contrôlée par construction de casiers.

En bordure des cuvettes d'inondation, se pratique une riziculture dressée de submersion. L'épaisseur de la lame d'eau assurant la submersion est inférieure à 60 cm. Du fait d'une durée de submersion plus courte, les variétés cultivées sont plus précoces.

A un labour intervenant de mars à août, après brulis des pailles non paturées succède en juillet-août un semis à la volée parfois complété d'un enfouissement manuel des grains à la houe.

La lutte contre les adventices est réalisée par un arrachage manuel. Le faucardage permet de lutter contre l'envahissement des rizières par un Riz sauvage pérenne à rhizome "Oryza longistaminata" (appelé localement "diga") : on fauche ou arrache toute la végétation alors qu'une lame d'eau de 1 m environ d'épaisseur submerge la parcelle ; cette technique implique la mise en jachère durant une campagne. L'impossible distinction à l'oeil nu avant épiaison entre le riz cultivé et "Oriza barthii" (appelé localement "ségo") Riz sauvage annuel, et la dormance des frains de ce dernier font que l'envahissement des rizières par *O. barthii* est un problème des plus préoccupant. La coupe des panicules à maturité (de décembre à février, selon le cas) et leur mise en gerbes s'effectuent souvent dans l'eau, les gerbes sont rassemblées en meule en un point haut de la parcelle. Après séchage, le battage à l'aide d'un bâton doit intervenir rapidement si l'on veut éviter un fort taux de brisure lors du décortilage du paddy.

#### 7 - Calendrier agricole.

Les variations des normes citées aux paragraphes précédents seront examinées lors de l'étude de chaque secteur d'activité. Le calendrier agricole (cf. Figure 1) résume les relations entre techniques culturales et événements régissant

la disponibilité en eau.

## II - Surface cultivées -

### I - Objectifs.

La surface cultivée en Riz et en Mil d'une unité de production agricole ne peut pas être obtenue par interview, si elle peut être approchée par l'emploi d'unités traditionnelles ou par estimation à partir de certain temps de travaux, elle ne peut être obtenue précisément que par relevé topographique et planimétrage de tous les champs effectivement cultivés.

Désirant établir des statistiques quant aux surfaces effectivement cultivées il nous fallait disposer d'un échantillon d'unités de production agricole dont les surfaces cultivées furent mesurées et nous assurer de sa représentativité vis-à-vis de l'ensemble des unités de production agricole de Diamba-Kourou.

Désirant d'autre part mettre en évidence divers comportements technique nous avons stratifié cet échantillon en fonction de caractéristiques induisant à priori des différences de comportement technique.

### 2 - Définitions et méthodes.

#### 2.1. Unité de production agricole.

Nous définissons comme unité de production agricole, l'ensemble formé par le ou les champs gérés par un groupe de personnes se partagent entre elles le produit récolté, par ce groupe et par les moyens matériels mis en oeuvre pour exploiter le milieu : ainsi tout groupe ne résidant pas durant la campagne agricole à Diamba-Kourou et n'y exploitant pas au moins un champ sur ce terroir n'est pas considéré comme unité de production agricole même si leur activité principal est l'élevage, par contre la famille d'un arti-

san, si elle exploite au moins un champ est considérée comme unité de production agricole.

## 2.2. Caractéristiques de l'unité de production agricole.

Nous considérons comme caractéristiques de l'unité de production agricole :

- le nombre de personnes participant régulièrement aux travaux culturels. Un adulte n'est pas compté comme actif agricole s'il ne participe pas aux travaux de sarclage, par contre un enfant de moins de 15 ans est pris en compte s'il réalise un travail équivalent à un adulte. Nous signalons ici que les femmes ne participent pas aux travaux des champs,

- le nombre de personnes dont il faut assurer l'alimentation, un enfant comptant au vu de son aspect physique 0,5 ou 1,

- l'équipement, à savoir la possession ou non de boeufs de labour et d'une charrue. Si la charrue est en copropriété, on attribuera à chaque copropriétaire la fraction correspondante au nombre de copropriétaires. Toutes les charrues présentes au village sont de type "Bajac B2",

- le mode d'organisation du travail lors du labour, seule technique culturale mécanisée, à savoir la pratique ou non de l'entraide. Il existe plusieurs formes d'entraide : coopération entre membres d'une même grande famille, échange de main d'oeuvre contre prêt de matériel, entente entre 2 groupes permettant une meilleure utilisation du matériel.

## 2.3. Surface nécessaire pour assurer l'alimentation d'une personne.

Si nous analysons les contraintes au niveau des temps de travaux, il nous faut séparer les spéculations Mil et Riz car les techniques culturelles ne sont pas comparables, mais si nous voulons porter un jugement sur la façon dont l'unité

de production agricole couvre ses besoins alimentaires, il nous faut trouver une équivalence entre surface en Riz et surface en Mil. Si l'on considère globalement qu'une personne mange 1 kg de paddy par jour ou 500 g de Mil, que le rendement moyen d'un hectare de Riz est équivalent à un hectare de Mil ; par conséquent on peut, dans une première approche des unités de production agricole, les confondre vis-à-vis de l'objectif d'autosuffisance alimentaire.

Si l'on considère que le rendement d'un hectare de Riz est suivant les années en moyenne de 1 tonne de paddy par hectare, il faut à peu près un demi hectare pour nourrir une personne. Ce chiffre est communément admis mais l'ordre de grandeur de sa variation interannuelle est inconnu, de même que la régularité de production comparée entre Mil et Riz. De plus il est à considérer avec réserve en raison d'une grande élasticité dans le comportement alimentaire : ainsi le fait de consommer les grains écrasés au lieu d'entiers, permet d'économiser un quart de la quantité utilisée, le fait de partir en exode économise une part des réserves du grenier ; il faudra donc, pour préciser la fourchette dans lequel il se trouve, le confronter avec le comportement de l'unité de production agricole, à savoir si celle-ci n'assure pas sa subsistance, s'autosuffit ou dégage un surplus de produit agricole commercialisable.

#### 2.4. Typologie des unités de production agricole.

Nous faisons l'hypothèse que l'équipement est l'élément principal qui détermine la surface cultivée. Selon ce critère, les unités de production agricole se rangent en 3 catégories :

- celles ne disposant pas de matériel et faisant appel à d'autres pour réaliser les labours moyennant finances,
- celles possédant charrues et boeufs de labour et travaillant de manière autonome,

- celles pratiquant l'entraide lors du labour. Cette catégorie est disparatre puique suivant le type d'entraide, l'unité de production agricole peut ou non avoir un équipement : de plus la séparation entre 2 unités de production agricole est parfois arbitraire et ne résulte que d'un partage lors de la récolte.

### 2.5. Base de sondage.

Pour choisir les unités de production agricole dont nous voulions suivre le comportement technique et extrapoler les résultats obtenus, il nous fallait disposer d'une base de sondage et ce, selon les conventions préalablement définies.

Nous disposions sur la r!gion et plus particulièrement sur le village du recensement administratif mis à jour en décembre 1976.

Ce dernier indique le nombre de personnes originaires de Diamba-Kourou mais non la population effectivement présente, il sert à établir les divers impôts et par conséquent contient quelques inexactitudes ou dissimulations, de plus, il a pour base la grande famille réunie sous l'autorité d'un aîné ; comme celle-ci ne correspond pas à l'unité de consommation "ensemble des personnes mangeant à partir d'un même grenier" qui elle, en cas d'activité agricole, correspond à l'unité de production agricole, nous avons repris le recensement administratif, mais en enquêtant cuisine par cuisine et en le révisant dans le cas des familles émigrantes ou imigrantes.

Pour chaque cas, nous avons noté le nombre de personnes à nourrir, le nombre d'actifs agricoles, le nombre de boeufs de trait, la possession ou non d'une charrue, la pratique de l'entraide.

Ce travail fut fort long et exigea beaucoup de patience pour lever les réticences, les gens croyant à une nouvelle contrainte administrative. Il nous permit de vivre une partie

de l'activité sociale villageoise et de constater certains comportements économiques.

### 2.6. Echantillon enquêté.

Un échantillon de 32 unités de production agricole fut constitué par un tirage "dirigé" parmi les 3 catégories définies précédemment : 8 représentant celles payant lors du labour, 8, celles travaillant seules, 16, représentant 8 couples pratiquant l'entraide bilatérale. L'adjectif "dirigé" est ici utilisé car le tirage ne fut qu'en partie aléatoire, certaines unités de production agricole furent retenues d'office par suite de relations amicales facilitant leurs études ou parce qu'elles présentaient à priori un comportement original.

Pour chacune de ces unités de production agricole, fut mesurée la totalité des champs labourés. En raison des particularités climatiques des deux campagnes agricoles 1977 - 1978 et 1978 - 1979 et de leurs conséquences sur l'activité agricole (réduction des surfaces cultivées en Mil en 1977 du fait de l'arrivée tardive des pluies, réduction des surfaces cultivées en Riz en 1978, du fait d'un manque de semences) et aussi des conditions pratiques de relevés sur le terrain, nous avons retenu la surface cultivée en Mil en 1978 et celle cultivée en Riz en 1977.

## 3 - Résultats -

### 3.1. Recensement des unités de production agricole.

Nous avons relevé :

- 243 unités de production agricole, regroupant 443 actifs agricoles, 1215 personnes à nourrir, 300 boeufs de trait et 106 charrue,

- 24 unités de consommation sans activité agricole regroupant 100 personnes vivant de charité ou d'artisanat ou de fonctionariat.

Nous n'avons pas pu recenser les familles d'éleveurs pratiquant la transhumance et transitant par Diamba-Kourou, d'abord à cause de leur trop grande méfiance à notre égard, et aussi car elles ne sont que rarement présentes.

La répartition des unités de production agricole selon la typologie retenue est indiquée dans le tableau I.

### 3.2. Caractéristiques des unités de production agricole enquêtées.

Le détail des données concernant la structure des unités de production agricole enquêtées est donné en annexe 3, nous le résumons dans le tableau 2. Nous remarquons que le coefficient de variation (CV) est pour chaque variable considérée, relativement élevé, ce qui laisse bien supposer des différences de comportement entre unités de production agricole.

### 3.3. Critère d'autosubsistance.

Nous retiendrons qu'il faut en moyenne 0,93 ha pour entretenir un individu, chiffre tout à fait comparable à celui trouvé par une équipe "ILCACIPEA" travaillant en bordure occidentale du delta.

. Si nous comparons le ration "surface cultivée/nombre de personnes à nourrir" avec le comportement lors de la gestion du stock de grains fourni par l'activité agricole et plus particulièrement durant la période de soudure (de juillet à octobre) nous observons en général :

- qu'en dessous de 0,5 ha par personne, l'unité de production agricole doit se procurer un surplus de grains pour assurer ses besoins alimentaires, soit en l'achetant avec de l'argent, bénéficiant d'une activité artisanale, soit en mendiant,

- qu'entre 0,5 et 1,5 ha, l'unité de production agricole se suffit à elle même en s'imposant ou non certaines restrictions,

- qu'au dessus de 1,5 ha, l'unité de production agricole se procure par la vente de grains, un revenu monétaire supérieur à celui nécessaire pour l'achat des condiments.

2 unités de production agricole font exception à ce comportement :

- l'unité 19 qui emploie de nombreux ouvriers agricoles payés en nature,

- l'unité 28 qui vend ses céréales car l'alimentation de la famille est essentiellement assurée par les produits d'une activité d'élevage.

### 3.4. Influence de l'équipement sur la surface cultivée.

Pour étudier cette relation, nous éliminons de l'échantillon les unités de production agricole pratiquant l'entraide car nous considérons que dans ce cas, la césure entre unités de production agricole pratiquant ensemble l'entraide est parfois arbitraire, et nous comparons dans le tableau 3, les 2 groupes "unités payant pour le labour" et "unités travaillant seules" (test t de Student) (voir tableau 3).

Les unités de production agricole ayant une charrue et travaillant seules lors du labour ont une surface plus importante et un nombre d'actifs supérieur à celles payant lors du labour, les différences des autres variables ne sont pas significatives et notamment le fait d'être équipé n'induit pas une surface par actif plus importante.

La partition selon les 2 catégories de la typologie n'induit pas de baisse sensible du coefficient de variation pour les variables "surface cultivée/actif" et "surface cultivée/personne à nourrir".

### 3.5. Influence de l'entraide sur l'utilisation de l'équipement.

Dans le but de vérifier si l'entraide permet une plus



forte utilisation de la charrue et des boeufs de trait vis-à-vis de la surface cultivée, comparons (test t de Student) les 2 catégories d'unités de production agricole "travaillant seules" et "pratiquant l'entraide" (voir tableau 4). A condition d'éliminer du groupe "pratiquant l'entraide" le couple (30 + 32) qui vient juste de s'équiper et dont le matériel n'a jamais servi, nous observons une différence significative au seuil de 5 % pour les variables "surface cultivée par charrue" et "surface cultivée par boeuf".

Mais cette différence provient en grande partie de nos conventions : ce sont les unités "travaillant seules" qui effectuent la majeure partie des labours à façon chez celles "payant lors du labour", or nous n'avons pas pris en compte, lors de l'établissement des variables précédentes, le cas de ces travaux à l'extérieur. Aussi nous retiendrons comme ratios moyens dans le cas de la culture attelée ceux fournis par la catégorie "pratiquant l'entraide".

### 3.6. Estimations.

A partir des différents ratios définis à partir de l'échantillon enquêté, nous pouvons calculer diverses estimations de la surface cultivée par les unités de production agricole recensées à Diamba-Kourou (voir tableau 5).

Nous retiendrons le chiffre de 1100 ha à plus ou moins 10 %. Un tiers environ de cette surface est cultivée en Mil. Toute précision supplémentaire serait illusoire car nous avons signalé que cette surface n'était pas reconduite d'année en année et variait notamment du fait des conditions pluviométriques de la campagne.

La surface continue géographiquement où ne se trouvent que des parcelles cultivées par des résidents à Diamba-Kourou est estimée, après traçage de celle-ci sur une carte au 1/50000 ème, à 3000 ha. La zone de contact avec les villages voisins est de 1000 ha. Nous retiendrons que la zone d'influence de Diamba-Kourou est de 3500 ha et que par conséquent, un peu moins d'un tiers de cette surface est cultivée.

Nous n'avons pas d'estimation en ce qui concerne les surfaces incultes et celles à vocation pastorale.

### III - Secteur d'activités "Mil" -

#### I - Considérations méthodologiques -

##### I.I. Production d'une parcelle.

L'estimation de la production d'une parcelle peut être obtenue par comptage des fagots récoltés et estimation du rendement en grais d'un fagot.

Mais ce mode d'estimation masque une double hétérogénéité :

- une hétérogénéité intraparcellaire provenant du fait que la parcelle n'est pas homogène vis-à-vis des conditions d'application des techniques culturales. La parcelle peut être zonée, soit en fonction de différence de comportement physique du sol (en relation avec sa texture), soit selon la politique de gestion des résidus de récolte ou de l'amendement organique, soit encore en fonction de dates différentes d'application des techniques culturales,

- une hétérogénéité inter-poquet liée à des différences de comportement entre poquets voisins, dues notamment aux conséquences du micro-relief sur l'infiltration de l'eau et des conditions de la levée sur la compétition intra-poquet.

Pour une zone homogène vis-à-vis des techniques culturales, la connaissance de l'hétérogénéité inter-poquet permet de définir la taille de la station (le nombre de poquets) à partir de laquelle les mesures représentatives de cette zone peuvent être considérées comme stables.

En multipliant le rendement de la station par la surface de la zone qu'elle représente et en sommant sur l'ensemble des zones de la parcelle, nous obtenons une nouvelle estimation de la production parcellaire.

Ces considérations nous induisent à prendre 3 niveaux d'observation vis-à-vis de la production parcellaire : la parcelle, la station, le poquet.

### 1.2. Objectifs de l'observation des techniques culturales.

Notre observation relative aux techniques culturales du secteur d'activité "Mil" doit répondre à 4 objectifs :

- recenser, pour une technique, toutes les modalités possibles de réalisation,
- apprécier leurs conséquences relatives sur l'élaboration du rendement à travers la relation "technique milieu rendement" et, par conséquent, juger de la pertinence d'un point de vue agronomique de la distinction précédente,
- établir, pour ces modalités de réalisation d'une technique, les normes de temps de travail,
- enregistrer, pour une unité de production agricole étudiée, le calendrier de travail afin de la confronter avec les normes établies précédemment.

### 1.3. Hypothèse de fonctionnement d'une parcelle de Mil.

Si nous voulons éviter d'être noyé par une avalanche de détails lors du recensement des modalités d'application des techniques culturales, il nous faut disposer d'une théorie de fonctionnement de la parcelle de Mil nous permettant d'enregistrer les éléments pertinents d'un point de vue agronomique. Nous retenons comme points majeurs intervenant lors du fonctionnement d'une parcelle de Mil :

- la date de levée, conditionnée par la date de semis et conditionnant la longueur du cycle végétatif,
- les modalités de sensibilité au semis et après démarrage,
- la date du sarclage, en relation avec le stade végétatif du Mil et du salissement des adventices,
- les conditions jouant sur la disponibilité en eau et en

éléments minéraux, ainsi les dispositifs anti-ruissellement et l'apport d'amendement organique.

## 2 - Observations réalisées -

### 2.1. Techniques culturales.

Le recensement de la gamme des techniques culturales rencontrées à Diamba-Kourou eut pour principes une présence quasi-continue sur le terrain "tous sens en éveil" et une mobilité suffisante pour permettre de voir concrètement, et non de recueillir a posteriori par interview, le maximum de situations.

Ces observations non formelles furent complétées de discussion au champ sur la possibilité d'autres techniques et de leurs conséquences probables.

### 2.2. Temps de travaux.

Concomitamment aux observations des techniques culturales, nous avons enregistré quelques temps de travaux relatifs au labour, au semis et au sarclage : ces mesures ont été effectuées en fin de journée de travail et sont relatives à cette journée. Dans le cas du semis, nous avons aussi procéder à des enregistrements d'une minute.

### 2.3. Comportement des unités de production agricole.

Il ne nous a pas été possible d'établir quotidiennement le calendrier de travail des unités de production agricole enquêtées. Nous n'avons pu qu'enregistrer par quinzaine, l'état d'avancement des travaux : semis fini, sarclage débuté, sarclage fini.

### 2.4. Production parcellaire.

Pour chaque parcelle des unités de production agricole enquêtées, nous avons compté le nombre de fagots récoltés.

Nous avons pesé et mesuré le volume d'un certain nombre de fagots. Nous avons pilé quelques uns de ces derniers afin de déterminer leur rendement en grains.

En multipliant le nombre de fagots comptés sur une parcelle par le poids en grain d'un fagot, nous obtenons la production parcellaire, en la divisant par la surface de la parcelle, nous obtenons le rendement parcellaire.

#### 2.5. Matière sèche aérienne totale.

Les différentes parties aériennes du Mil ayant des destinations différentes à la récolte il importe de connaître les parts relatives de chacune tant lors de l'établissement du bilan minéral du système de culture que lors de l'évaluation des ressources fourragères procurées par les feuilles de Mil. A cette fin nous avons à la récolte pesé, sur des stations d'une vingtaine de poquets chacune, la matière sèche aérienne en distinguant tiges, feuilles, rachis et enveloppes des grains, grains.

#### 2.6. Elaboration du rendement.

Afin de voir comment s'élaborait le rendement, nous avons mis en place, lors du semis, des stations d'une vingtaine de poquets suivis un par un jusqu'à la récolte. Nous nous sommes efforcés de coupler ces stations 2 à 2 en fonction de leurs similarités vis-à-vis des conditions d'application des techniques culturales.

Pour chaque poquet, nous avons noté le nombre de pieds à la levée, au démariage, à la récolte, le nombre de chandelles, la longueur des chandelles ( sous réserve de l'hypothèse que la compacité florale d'une chandelle est uniquement un caractère variétal, la longueur de la chandelle pour une variété donnée permet d'estimer le nombre d'ébauches florales), le remplissage en grains des chandelles en distinguant 2 types "chandelle remplie" et "chandelle 1/2 remplie", la hauteur de la tige la plus haute du poquet prise à la base de la dernière feuille.

Pour chaque station, nous avons relevé la position de chaque poquet, déterminé le rendement en grains des chandelles "remplies" et celles "1/2 remplies" par pilage de chaque catégorie de chandelles, pesé la matière sèche aérienne en distinguant grains, rachis, tiges et feuilles.

### 3 - Résultats -

Les observations ont été réalisées durant la campagne 1978, nous ferons parfois référence à celle de 1977. Les pesées sont effectuées sur des échantillons séchés à l'air libre.

#### 3.1. Techniques culturales pratiquées à Diamba-Kourou.

##### 311. Labour et semis.

Dans le cas de culture attelée à proximité du village, le labour suivi du semis eut lieu durant tout le mois de juillet. Après cette date, nous pûmes observer 1 cas de labour début août, le semis fut remplacé par le repiquage de plants issus du démariage de parcelles voisines et semées à la mi-juillet.

Quelques unités de production agricole ayant des parcelles à proximité de la falaise du plateau de Bandiagara labourèrent et semèrent jusqu'à la mi-août.

Dans le cas de culture purement manuelle, les semis eurent lieu les 3 jours suivant la pluie du 6 juin, la majeure partie des poquets, suite au dessèchement des pieds, durent être resemés fin juin.

Certaines parcelles sur sol limoneux furent semées en sec durant les mois de mars et avril, les pieds levèrent suite aux pluies de fin avril, seuls survécurent et ne durent pas être resemés, quelques poquets sis à proximité de dispositifs anti-ruissellement.

A 10 km au Nord-Est du village nous fût signalé le cas de parcelles qui furent labourées et semées en sec début

juin : cette technique, obligeant à sarcler 2 fois, permettrait de profiter au mieux des premières pluies en augmentant la part infiltrée.

### 312. Semis et levée.

Les poquets sont creusés à des densités par hectare variant entre 10000 et 20000. Il est mis en moyenne 30 grains par poquet (sur 91 observations :  $\bar{m} = 29,8$  ;  $s = 10,9$  ; min. = 14 ; Max. = 65). Si l'on retient que le poids de 1000 grains varie entre 8 et 10 g, il faut entre 2,5 et 6 kg de grains pour semer un hectare.

Les grains proviennent de chandelles sélectionnées pour leur bel aspect lors de la récolte précédente, et conservées avec soin. Celles-ci sont soit pilées avant d'aller au champ et les grains mis en vrac dans un récipient, sont égrenés manuellement lors du semis et par conséquent les grains d'un même poquet ont eu une position voisine sur la chandelle, ce qui pourrait favoriser, au dire de certains agriculteurs, dans le cas de grains issus des extrémités de la chandelle la formation de pieds de Mil sauvage.

Vis-à-vis du nombre de grains mis par poquet, nous n'avons pas observé de différence significative suivant que ceux-ci étaient pris en vrac ou sur la chandelle.

Nous avons pu observer le cas d'un agriculteur ayant mangé ses semences et mettant dans chaque poquet une poignée d'issues de pilage prise sur le tas d'ordure villageois et, dans celle-ci se trouvaient quelques grains de faible diamètre.

Dans le cas de la levée des semis réalisés fin juin - début juillet, 13 pieds par poquet lèvent en moyenne (sur 221 observations :  $\bar{m} = 12,9$  ;  $s = 8,6$  ; min. = 0 ; Max = 44). Au sein d'une même parcelle, nous n'avons pas observé de différence sensible de levée entre zone sableuse et zone plus limoneuse. La parcelle semée à partir des grains mélangés aux issues de pilage présente une levée comparable aux

autres.

### 313. Sarclage et démariage.

Le sarclage - démariage a lieu de la mi-juillet à la fin août. Il a toujours lieu avant que les adventices (du genre *Alysicarpus* sp., *Aristida* sp., *Cenchrus* sp., *Commelia* sp., *Cyperus* sp., *Schoenefeldia* sp., *Zornia* sp. ...) ne dominent le Mil car, dans ce cas, les agriculteurs considèrent que la récolte sera nulle. Le démariage précède parfois le sarclage de quelques jours, il est alors effectué par un vieux de la famille.

Les adventices sont rassemblées soit en buttes sises au centre de carrés dont les sommets sont les poquets ; soit en diguettes selon des courbes de niveau ; cette dernière pratique limite les risques de ruissellement mais exige un effort physique plus important lors du sarclage.

Après démariage, le peuplement est en moyenne de 4 pieds par poquet (sur 248 observations :  $\bar{m} = 3,9$  ; min. = 1 ; max. = 12). Le choix des pieds laissés en place semble être lié à leur vigueur mais aussi à la personnalité de l'opérant certains ne laissent que 2 à 3 pieds par poquets, d'autres n'ont pas de règle et laissent tous les pieds qui leur semblent de taille suffisante.

La distinction au stade plantule entre Mil cultivé et Mil sauvage est impossible. L'agriculteur n'arrache pas ce dernier quand la distinction devient possible au stade épisaison, le jugeant d'une certaine utilité soit pour sa propre consommation lors de la récolte, soit pour celle des bovins. La fréquence de 1 pied de Mil sauvage pour 10 pieds de Mil cultivé n'est pas perçue comme provoquant une baisse du rendement.

### 314. Entretien de la fertilité.

Dans le cas des poquets creusés en sec sur sol limoneux,



l'agriculteur y met souvent une poignée de poudrette de parc. Dans le cas des parcelles sur sol sableux, l'agriculteur s'efforce tous les 4 à 5 ans de s'entendre avec un berger afin d'y faire parquer la nuit durant un mois environ de la saison sèche un troupeau de bovins ; les femmes du village ramassent à des fins de combustibles une partie des bouses.

Une jachère de longue durée (10 ans) aurait des effets positifs sur le rendement, cette pratique est délaissée car si l'on met en jachère une parcelle, on ne peut refuser à un voisin le droit de la cultiver.

Un agriculteur du village met depuis un an une fumure minérale phosphoazotée (30u.  $P_2O_5$  avant labour, 30u. N au sarclage). Outre le fait qu'il faut payer monétairement l'engrais, cette pratique (de même que de mettre trop de fumier) est jugée dangereuse car elle augmente les risques de sécheresse en début de végétation : il faudrait vérifier que les plants croissant plus vite, l'ETR augmente et la réserve en eau du sol diminue plus rapidement.

### 3.2. Temps de travaux.

#### 321. Labour et semis.

La surface quotidienne labourée par un boeuf est en moyenne de 1000 m<sup>2</sup> (II observations). Le temps de traction d'un attelage est limité dans le temps à 3 heures. Le facteur limitant est la résistance du boeuf qui est elle-même fonction de son alimentation : nous avons observé 2 autres cas où la paire de boeufs recevaient un complément de foin salé (à base d'Echinochloa), la surface labourée par boeuf était augmentée de 500 m<sup>2</sup>.

Dans le cas de culture manuelle : 3 personnes, l'une creusant, les deux autres semant, ensemencent un hectare environ par jour. Si l'on compare les temps de travail pour mettre en place les poquets selon que la parcelle a été labourée ou non auparavant, on n'observe pas de différence :

par minute, l'opérant creuse 40 à 60 trous ou sème 30 à 40 poquets.

### 322. Sarclage et démariage.

En cas d'infestation moyenne par les adventices (recouvrement de 80 %, hauteur de 10 à 20 cm) la surface quotidienne sarclée et démariée par un actif varie entre 600 et 800 m<sup>2</sup> (20 observations). Elle peut être de 1500 m<sup>2</sup> si les pousses d'adventices sont peu nombreuses (recouvrement de 20 %). Une observation d'un actif ne pratiquant que le démariage montra que la surface concernée était voisine d'un tiers d'hectare.

Dans le cas de sol à texture plus limoneuse, la surface travaillée est fonction de l'humidité de la couche superficielle : la surface sarclée en un jour le lendemain d'une pluie est de 5 fois supérieure à celle sarclée après une semaine sans pluie. De plus, le démariage n'est ici possible que durant les 3 jours suivant une pluie.

### 3.3. Comportement des unités de production agricole enquêtées.

#### 331. Labour et semis.

Toutes les parcelles sises près de Diamba-Kourou furent semées avant le 20 juillet à l'exception d'une appartenant à l'unité 13, toutes les parcelles situées vers la falaise furent entièrement semées avant le 5 août, à l'exception d'une appartenant à l'unité 29.

Si nous considérons que ces unités ont disposé du 29 juin au 20 juillet de 15 jours pour effectuer ce travail ( nous retirons à ces 22 jours, 3 jours de repos et 4 jours réservés à des activités concernant le Riz), la surface maximale labourée et semée par charrue est de 3 hectares ( = 15 j x 2000 m<sup>2</sup>/attelage).

Comparons ce ratio avec la surface mise en culture de Mil (cf. Annexe 3) : les unités 13, 29, 10, 19 et 31 dépassent ou avoisinent cette limite ; l'unité 13 dispose de 2 charrues, elle fut néanmoins en retards vis-à-vis de la "date de semis limite" ; l'unité 10 à une parcelle sur sol limoneux qu'elle sème en sec ; l'unité 19 recourt au service d'une autre char-  
rue ; l'unité 31 cultive en partie près de la falaise.

Si l'unité de production agricole dispose de 2 beufs, le labour induit un décalage dans la date de semis de 5 jours au sein d'une parcelle de un hectare. Durant la campagne 1978, cette opération n'a pas constitué une contrainte majeure pour la plupart des unités de production agricole. Par contre durant la campagne 1977, la surface cultivée par l'ensemble des unités de production agricole enquêtée est de 15 % inférieure à celle enregistrée en 1978. Cette diminution ne concerne pas les unités précédemment citées. N'ayant pas assisté à la mise en place des cultures, nous nous garderons d'émettre des hypothèses quant aux contraintes concernant la surface cultivée en Mil et qui expliqueraient pourquoi certaines unités, bien qu'ayant vis-à-vis de nos ratios une faible surface cultivée en Mil, n'ont pas pu mettre en place cette culture.

### 332. Sarclage.

Une seule unité de production agricole eut une parcelle où les adventices dépassèrent les plants de Mil : l'unité 4 dont l'unique actif décéda à la mi-juillet. Le 20 août, le sarclage des parcelles près de Diamba-Kourou était terminé. Le 5 septembre, toutes les parcelles des unités enquêtées, à l'exception de la 31, étaient sarclées.

Si nous considérons que les unités ont disposé du 15 juillet au 31 août, de 20 jours pour sarcler la surface limite travaillée par actif est de 1,5 hectare. Seules les unités 19 et 17 ont une "surface Mil par actif" supérieure à ce ratio : l'unité 19 emploie des ouvriers, l'unité 17 a fini les sarclages fin août.

De même que le semis, le sarclage induit au sein d'une parcelle une hétérogénéité due aux différentes dates d'application : si 2 actifs sont disponibles, 7 jours sont nécessaires pour sarcler un hectare.

### 3.4. Production parcellaire.

#### 341. Description d'un fagot.

Lors de la confection d'un fagot, assimilé au point de vue forme à un cylindre, la circonférence de base est déterminée par la longueur des liens disponibles (en général ce sont des tiges de Mil), la hauteur par la taille des chandelles les plus grandes, la régularité du volume par le remplissage régulier conditionné par l'homogénéité de taille des chandelles. Mais ce sont surtout la destérité et les habitudes de l'opérateur qui déterminent le volume.

Le volume moyen d'un fagot est de 0,1 m<sup>3</sup> (sur 123 fagots observés :  $\bar{x} = 0,106$  ;  $s = 0,012$  ; min. = 0,081 ; max. = 0,142). Le poids moyen d'un fagot est de 23 kg (sur 123 fagots observés :  $\bar{x} = 23,2$  ;  $s = 3,21$  ; min. = 14,5 ; max. = 31). Nous avons constaté une corrélation linéaire très hautement significative ( $r = 0,7$  pour 123 fagots observés) entre le volume d'un fagot et son poids.

Le rendement en grains d'un fagot est en moyenne de 60 % (26 observations), nous retiendrons comme poids moyen en grains d'un fagot 13,5 kg.

Quelques observations de fagots réalisés en 1977 montrèrent un poids moyen de fagot de 20 kg et un rendement en grains de 50 %.

342. Gamme de variation du rendement parcellaire.

	Nombre d'observations	Rendement Parcellaire			
		$\bar{x}$	min.	max.	
1977	26	166	86	42	410
1978	37	477	228	63	1227

343. Production.

En pondérant le rendement parcellaire par la surface à laquelle il est relatif, nous obtenons une estimation du rendement moyen obtenu sur Diamba-Kourou : il est de 160 kg/ha en 1977, de 460 kg/ha en 1978, ce qui correspond (en tenant compte de la variation de surface) à une production de 50 tonnes de grains en 1977 et de 170 tonnes en 1978 pour la zone de Diamba-Kourou.

3.5. Matière sèche aérienne totale.

A partir des résultats obtenus sur 15 stations représentant diverses situations, nous retiendrons que de façon approximative la matière sèche aérienne se divise en 5 parts : les grains, les rachis et enveloppes des grains, les feuilles pesant chacun 1/5e du total, les tiges 2/5ème.

3.6. Elaboration du rendement.361. Choix des stations.

Nous avons choisi sur texture sableuse 8 stations, couplées entre elles à divers niveaux :

- Toutes les stations ont été semées du 29 juin au 3 juillet.

- Les stations a b c d sont reçu un amendement organique par parcage des animaux durant la saison sèche précédente. La station d est en limite de parcage.

- Les stations e f g h n'ont pas reçu d'amendement organique : e et f, proches du village, sont parfois traversés par des troupeaux ; un troupeau a parqué en g, il y a 3 ans.

- Les stations a et d ont été sarclées le 21 juillet, b c e f le 3 août, g et h le 12 août.

- Géographiquement, les stations a et d sont voisines de 30 m environ, de même que b et c, e et f, g et h. La distance maximale entre couples de stations est entre (e,f) et (g,h), elle est de 4 km.

### 362. Composantes du rendement.

Les résultats concernant les densités par hectare de certaines composantes du rendement, sont consignés dans la figure 2. Remarquons que la pente entre 2 sommets d'une même courbe est proportionnelle à une composante du rendement : par exemple, la pente entre C et D est proportionnelle au tallage fructifère, la pente entre A et D au nombre d'épis par poquet.

### 363. Etablissement du peuplement pied.

Après démariage, la mortalité intra-poquet des pieds est fonction du nombre de pieds par poquet après démariage (cf. Figure 3). Nous n'avons pas constaté la disparition de tous les pieds d'un même poquet, en 1977, 30 % environ des poquets avaient disparu avant la récolte.

### 364. Etablissement du peuplement épi.

Le tallage fructifère est fonction du nombre de pieds

par poquet à la récolte et aussi de la mise ou non d'un amendement organique (cf. Figure 4).

### 365. Longueur d'une chandelle.

La longueur d'une chandelle est fonction de l'amendement organique. Dans le cas de non-apport d'amendement organique, la date de sarclage semble avoir une influence (comparaison (e,f,) à (g,h)).

### 366. Remplissage d'une chandelle.

Nous observons en moyenne le même ratio (71 %) pour l'ensemble des stations. Nous ne pouvons conclure sur la non-influence des traitements (amendement organique, date de sarclage) sur le remplissage d'une chandelle : les stations diffèrent entre elles non seulement par les traitements mais aussi par le peuplement potentiel de grains à remplir.

### 367. Poids moyen d'un grain.

- Remarques préliminaires : les courbes b et c entre F et G doivent être corrigées afin de tenir compte d'une attaque de charbon sur les épis, les ommeets corrigés sont b' et c'. Nous n'avons pas de facteur de correction pour la courbe f.

a présente la pente la plus élevée entre F et G, b', c', d, e ont des pentes comparables, f, g, h aussi. De même que pour le remplissage d'une chandelle, nous ne pouvons conclure : les stations ont un nombre de grains différent. Il existe des différences non expliquées (ou plutôt non mises en relation avec notre système de notation des éléments intervenant sur le donctionnement d'une culture de Mil) entre a et (b,c) et entre e et (f,g,h).

## 4 - Conclusion -

### 4.1. Domaines d'explication et d'extrapolation.

Notre observation n'a essentiellement porté que

sur une seule campagne, les résultats enregistrés sont fonction du particularisme de cette campagne et notamment de la pluviométrie y afférant.

De par nos moyens matériels disponibles et aussi du fait que ces observations correspondaient à une époque où nous prenions contact avec le milieu, les contrôles de terrain ont été limités. Ainsi, nous avons écarté les analyses chimiques (permettant de déterminer les teneurs en  $P_2 O_5$ , N et C du sol) et le suivi de l'humidité du sol en relation avec l'élaboration de la matière sèche. Notre analyse de l'élaboration du rendement est essentiellement descriptive et non pas explicative.

De part la situation particulière du village enquêté où les activités "Mil" et "Riz" sont possibles, le comportement des unités de production agricole vis-à-vis du Mil est conditionné par le secteur d'activité Riz. Si les conclusions émises vis-à-vis de l'élaboration du rendement ont une portée générale, celles relatives aux interactions "parcelle - unité de production agricole" ne concernent que la zone de contact "bordure sèche zone d'inondation".

#### 4.2. Fonctionnement d'une parcelle de Mil.

La surface moyenne cultivée par unité de production agricole, voisine de un hectare, ne semble pas créer en général de difficulté au point de vue temps de travaux. Un problème pour les unités nouvellement entrées en fonctionnement semble être de trouver une parcelle à cultiver, ce qui les conduit à s'éloigner du village pour l'activité Mil.

Entre parcelles situées sur des sols de texture sableuse, l'effet de la politique de gestion de la matière organique semble être le facteur qui induit les plus grandes différences en ce qui concerne le rendement. A l'intérieur d'une parcelle, cet effet reste majeur et l'hétérogénéité créée par le parcage en un coin de la parcelle domine les hétérogénéités dues à l'étalement dans le temps du semis



et du sarclage. L'augmentation du rendement par le biais d'une meilleure utilisation des déjections des troupeaux bovins se heurte aux besoins domestiques (chauffage des aliments) de la population.

Dans le cas de parcelles sur sol de texture limoneuse, l'hétérogénéité inter-poquet, en liaison sans doute avec l'infiltration de l'eau, semble être le caractère dominant. Nous proposons comme amélioration une technique un peu différente de celle pratiquée actuellement : creuser les poquets plus profondément à une densité de 2500 par hectare en essayant d'organiser un petit impluvium pour chaque poquet.

#### 4.3. Elaboration du rendement.

Le suivi de l'élaboration du rendement doit être poursuivi et complété par certaines analyses chimiques et l'établissement d'un bilan hydrique. Il faudrait vérifier l'hypothèse de compacité florale invariante selon les techniques culturales et obtenir dans quelques cas le rendement poquet par poquet afin de vérifier l'influence de la composition du poquet dans l'élaboration de celui-ci. (Dans le même esprit de travail, on chercherait à établir un peuplement de 40 000 pieds par hectare avec 1 pied par poquet). L'influence de la date de semis devrait être testée. Toutes ces mesures sont difficiles à réaliser en milieu paysannal car ces situations, qui nous permettraient d'améliorer nos connaissances, n'existent pas toujours : l'établissement d'un point d'essai, où se réaliseraient des observations de situations "hors comportement paysannal", serait nécessaire.

### IV - Secteur d'activité Riz -

#### 1 - Considérations pratiques.

Nous ne reprenons pas les considérations méthodologiques 1.1 et 1.2. concernant le Mil et qui restent d'actualité pour le Riz. Nous y ajoutons le fait qu'une hétérogénéité liée aux caractéristiques de l'inondation (date d'arrivée,

vitesse de submersion, hauteur, date de départ) se superpose à celles citées dans le cas du Mil. La position topographique d'une parcelle ainsi que les différences topographiques au sein de cette parcelle conditionne ces caractéristiques.

Pour étudier sur le terrain la riziculture, nous rencontrons les difficultés suivantes :

- en saison des pluies, il est difficile de circuler avec un véhicule à roues sur terrain argileux,
- lors de l'inondation, la vitesse de déplacement est réduite de par l'emploi d'une pirogue propulsée manuellement. Le repérage est parfois délicat,
- avant récolte, il est pratiquement interdit de se déplacer dans les champs à cause des risques d'égrenage,
- à la récolte, l'observation des stations est délicat de par l'enchevêtrement des pailles de 2 m de long au sein de 20 cm d'eau.

Ne pouvant résoudre qu'une faible partie de ces difficultés, nous nous sommes limités à une approche globale de ce secteur d'activité.

## 2 - Observations réalisées -

### 2.1. Temps de travaux.

Lors du labour, le facteur limitant étant la fatigue des boeufs qui ne peuvent travailler que durant un temps limité pendant une journée, nous retenons comme unité de temps la journée. Nous mesurons la surface labourée en fin de journée de travail.

Le désherbage est très souvent entrecoupé de pauses pour satisfaire des activités de pêche ou de récolte de fourrages ou de repos. Le temps de travail journalier est

très variable entre individus et pour un même individu selon les jours.

De ce fait, nous ne retenons pas comme unité la surface désherbée en une journée mais le temps nécessaire en heures pour désherber un hectare. Nous avons chronométré à la minute près, le temps nécessaire pour désherber un carré de 50 m<sup>2</sup>. L'état de salissement par les adventices est apprécié par pesée des adventices arrachées sur la station après séchage à l'air durant quelques jours.

#### 2.2. Comportement des unités de production agricole.

Ne pouvant vérifier matériellement les réponses de riziculteurs enquêtés vis-à-vis du sarclage et du fait de l'imprécision de celles-ci nous n'avons pas pu suivre l'évolution dans le temps des surfaces désherbées. A la récolte, nous avons estimé au vu de la parcelle et par entretien avec le riziculteur concerné la fraction désherbée : l'unité est le quart de parcelle.

#### 2.3. Production parcellaire.

A la récolte, nous avons pesé la production de la parcelle en distinguant la part revenant aux ouvriers participant à la récolte et au battage, la part rapportée au grenier, la part donnée au marabout (cet impôt traditionnel, appelé diaka, est usuellement le dixième de la récolte après déduction de la part des ouvriers).

#### 2.4. Rendement mesuré sur station.

Nous avons procédé lors de la récolte à un sondage sur des stations de 50 m<sup>2</sup> éparpillées sur l'ensemble de la zone de Diamba-Kourou afin de déterminer un rendement moyen pour cette zone et d'établir des relations entre aspect de la station à la récolte et rendement. Après avoir apprécié l'importance du salissement par les adventices et la régularité du peuplement Riz, nous récoltions toutes les panicules

de la station. Après pesée de ces panicules, nous prélevons un échantillon de 1kg environ qui était rapporté au "Laboratoire", séché à l'air libre, pesé, battu afin de déterminer la proportion de grains et de pailles et balles.

### 3 - Résultats -

Les observations sont relatives à la campagne agricole 1978-1979.

Nous rappelons que la récolte en 1977-1978 fut très faible.

#### 3.1. Temps de travaux.

##### 311. Labour.

Les labours en sol argileux se déroulent sans interruption de fin février au mois de juin. Nous n'avons pas observé la pratique du double attelage ; la profondeur atteinte ne dépasse pas 10 cm. En cours de matinée de travail, les riziculteurs effectuent une rotation entre les boeufs disponibles, ce qui fait que le ratio que nous indiquons ci-après doit être multiplié par le nombre de boeufs disponibles pour obtenir la surface travaillée dans la journée. La surface moyenne labourée quotidiennement par boeuf est de 600 m<sup>2</sup> (sur 46 observations :  $\bar{x}$  = 623 ; min. = 400 ; max. = 1050). Pour un même attelage, nous constatons parfois des différences égales au tiers de la valeur maximale observée entre deux journées consécutives.

Dans le cas de boeufs en cours de dressage, cette surface moyenne est à diviser par 2. Avant semis, les labours de reprise sont rarement pratiqués : 3 enregistrements montrent une surface labourée quotidiennement par boeuf variant de 600 à 1000 m<sup>2</sup>.

##### 312. Désherbage.

Les observations ont été réalisées courant septembre.

La surface horaire désherbée est fonction de l'état de salissement par les adventices :

- si le salissement est de 20 g/mé, celle-ci est en général de 100 m<sup>2</sup> (valeur médiane de 8 observations ; min. = 70 ; max. = 150),

- si le salissement est de 60 g/m<sup>2</sup>, celle-ci est en général de 50 m<sup>2</sup> (valeur médiane de 10 observations ; min. = 33 ; max. = 86).

Courant octobre, lors de 2 observations de désherbage sous une lame d'eau de 80 cm d'épaisseur, nous avons constaté l'influence de la quantité d'adventices sur le temps de désherbage : la surface horaire désherbée variait de 67 m<sup>2</sup> à 150 m<sup>2</sup> pour une quantité doubles d'adventices.

La surface horaire faucardée est en moyenne de 150m<sup>2</sup> (5 observations).

### 3.2. Comportement des unités de production agricole enquêtées.

Nous observons sur l'ensemble des unités de production agricole enquêtées une réduction de la surface labourée et semée d'environ 10 % par rapport à celle de la campagne 1977.

Nous mettons en relation cette diminution de surface avec les plaintes d'un manque de semences pour la riziculture (nous avons eu de nombreuses visites de riziculteurs nous demandant de leur procurer des semences), avec les pratiques d'économie de semences (aux dires des riziculteurs, ils emploieraient durant la campagne 1979 des quantités de semence de 25 % inférieures à la norme usuelle) et aussi avec le comportement de certains riziculteurs qui interrompaient au cours d'une matinée leur labour, semaient et reprenaient le labour en fonction du stock disponible de semences.

Sur 89,3 hectares où nous disposons de renseignements relatifs au désherbage, 50,2 furent désherbés. Si 95 % de la surface cultivée en casier fut désherbée, seule 45 % de la surface hors casier le fut.

Si nous considérons que les unités de production agricole ont disposé de 10 jours en août de de 40 jours du 1 septembre au 15 octobre pour désherber les rizières, que le temps consacré à cette activité est de 5 heures par jour et que la quantité d'adventices augmente de 20 g/m<sup>2</sup> à 60 g/m<sup>2</sup> entre ces deux périodes, la surface limite désherbée par actif est de 1,5 ha. Les unités 13, 15, 19, 22, 26 dépassent dans la pratique ce ration ; mais nous ne connaissons pas la qualité du travail fourni alors que dans notre observation de temps de travaux, aucune adventice identifiable ne restait. Par contre, si nous comparons pour chaque unité la surface en Riz par actif et la surface effectivement désherbée par actif (quelque soit la qualité du travail) les unités 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 18, 20, 21, 24, 25, 27, 29, 31 et 32 ont un écart entre ces 2 ratios alors que par rapport à notre théorie, ils auraient la possibilité de désherber la totalité de la surface cultivée en Riz ; ils préfèrent une autre activité à celle de désherbage.

Certains riziculteurs, à court de semences, en achetèrent à l'extérieur. Ces semences contenaient de nombreux grains de ségo, et polluèrent ainsi des parcelles auparavant exemptes de celui-ci.

### 3.3 Production.

#### 331. Répartition de la production à la récolte.

Dans le cas de 58 parcelles, 35 % d'une production totale de 54 300 kg de paddy est revenu aux participants de la récolte et du battage, 10 % des 65 % restant, fut considéré comme diaka.

### 332. Estimation de la production.

Le rendement parcellaire est en moyenne de 1000 kg par hectare (sur 82 parcelles :  $\bar{x} = 995$  ;  $s = 815$  ; min. = 120 ; max. = 2890).

La production totale relative à ces 82 parcelles est de 72 150 kg, la surface cumulée de ces parcelles est de 851 ha : le rendement moyen pondéré est de 850 kg/ha. Nous estimons la production de Riz de la zone de Diamba-Kourou en 1978-1979 à 560 tonnes de paddy.

Au sein de notre échantillon d'unités de production agricole, la différence entre rendement pondéré des parcelles du casier et celui des parcelles hors casier est de 50 kg/ha.

### 3.3. Rendement obtenu sur les stations.

Le rendement moyen est de 1 300 kg/ha (sur 60 stations :  $\bar{x} = 1283$  ;  $s = 611$  ; min. = 150 ; max. = 3455).

En comparant, dans le cas de 21 parcelles, le rendement parcellaire obtenu par pesée totale et le rendement "moyenne de 2 stations sises sur la parcelle" nous n'observons pas de différence significative (test t de Student), le coefficient de corrélation des rangs de Sparman entre ces 2 variables est significatif.

Nous n'observons pas de différence significative entre rendement moyen des stations du casier et rendement moyen des stations hors casier. Les stations envahies par le ségo ont un rendement moyen de 650 kg/ha (11 stations). Les stations enherbées à la récolte ont en général un rendement inférieur aux stations propres, mais les rendements maxima sont observés dans le cas de 2 stations enherbées.

Une station propre n'est pas forcément une station qui a été désherbée en cours de végétation, de même une station enherbée à la récolte a pu être désherbée.

Les stations situées sur des emplacements de parc à bestiaux en saison sèche ou ayant reçues la campagne précédente une fertilisation minérale phospho-azotée présente un rendement supérieur de 400 kg/ha à la moyenne (9 stations).

#### 4 - Conclusion -

##### 4.1. Domaines d'explication et d'extrapolation.

Nous ne réciterons pas les réserves faites lors de l'étude du secteur d'activité Mil.

Nous insisterons sur la prudence à tenir à l'égard de nos conclusions car notre contact avec le terrain (l'observation de la rizière) a été réduit en cours de végétation et que la majeure partie de nos observations sur le comportement des riziculteurs a été faite a posteriori.

##### 4.2. Fonctionnement du secteur d'activité Riz.

Le problème des adventices semble être la contrainte majeure vis-à-vis de la production rizicole? G. Vallée dans son ouvrage "Approche par la recherche agronomique du problème posé par le développement de la riziculture inondée dans la zone de Mopti" a étudié les techniques culturales permettant de lever cette contrainte. Elle permettraient d'améliorer le rendement de ceux désireux d'augmenter leur production et qui consacrent actuellement la majeure partie de leurs efforts pour cette activité. Pour les autres, il semble qu'une incitation d'ordre économique, comme de doubler le prix officiel de paddy afin de le rendre égal au prix officiel (mais cela poserait quelques problèmes au niveau urbain ...), permettrait de rendre plus attractif le secteur d'activité Riz ; le Riz ne serait plus considéré comme une denrée de subsistance mais aussi comme une culture de rente.

#### V - Essai de diagnostic de situation agronomique régionale -

Les rendements observés lors de cette étude sont



comparables à ceux cités il y a 20 ans. L'accroissement de la population fut compensé par une augmentation des surfaces cultivées afin de satisfaire les besoins vivriers, mais il semble que l'on soit à une limite, notamment en ce qui concerne le Mil.

L'amélioration de la productivité de la culture du Mil suppose une association plus étroite entre agriculture et élevage, mais cette dernière activité est handicapée entre autres par la baisse de production du milieu naturel dues aux conséquences de la récente sécheresse et aux nouveaux besoins en combustible et en terres de culture. L'amélioration de la productivité de la riziculture suppose l'amélioration de la culture attelée par un meilleur entretien des boeufs, tant pour permettre d'approfondir le labour de lutte contre le diga que pour envisager la pratique d'une reprise de labour efficace contre les adventices levées aux premières pluies.

On peut regretter la scission administrative entre responsables de l'amélioration de la culture du Mil et ceux de l'amélioration de la riziculture, alors que traditionnellement ces 2 activités se complètent : par exemple, les cultivateurs de Mil confient leurs boeufs à dresser aux riziculteurs, les riziculteurs participent à la récolte du Mil et surtout ces 2 activités sont pratiquées concomitamment au sein des unités de production agricole. De même, on peut regretter l'extension des casiers rizicoles qui amputent le domaine pastoral disponible alors que les casiers déjà construits ne sont utilisés que partiellement.

Si la recherche agronomique dispose de solutions techniques propres à augmenter la productivité agricole, ces solutions supposent la levée de contraintes liées à la compétition entre activité agricole et besoins économiques de l'unité de production agricole. Il appartient aux autorités politiques de lever la pression administrative afin que l'effort supplémentaire demandé aux agriculteurs trouve une contre-partie matérielle dans l'amélioration de leur niveau de vie.

Tableau 1 : Répartition des unités de production agricole  
selon la typologie retenue.

		Unités de production agricole			Total
		Payant lors du labour	Travaillant seules	Pratiquant l'entraide	
N O M B R E D E	Unités de production agricole	58	35	150	243
	Actifs agricoles	70	111	262	443
	Personnes à nourrir	244	277,5	693,5	1215
	Boeufs de labour	-	110	190	300
	Charrues	-	37	69	106

	Nombre d'actifs	Nombre de Personnes à nourrir	Surface cultivée (ha)	Surface Cultivée/Actif	Surface cultivée / Personnes à Nourrie	Surface en Mil	Surface en Riz
Moyenne	2,06	5,69	4,78	2,60	0,93	1,39	3,40
Ecart-type	1,41	3,79	3,57	2,02	0,51	1,30	2,65
C.V.	0,68	0,67	0,75	0,78	0,54	0,94	0,78

Tableau 2 : Résultats moyens de l'échantillon enquêté.

	Numéro des Unités (Réf.ann.2)		Surface (ha)	Nombre d'Actifs	Nombre de personnes à nourrir	Surface / actif	Surface / personne à nourrir	Personne à nourrir / actif
Payant le Labour	1 , 3 , 6	Moyenne	2,75	1,13	4,75	2,26	0,76	4,34
	12 , 18, 26	Ecart type	1,24	0,35	2,15	1,31	0,63	2,08
	28 , 31	C.V.	0,45	0,31	0,45	0,56	0,83	0,48
Travaillant Seules	7 , 11, 13	Moyenne	7,36	3,25	8,56	2,49	0,99	2,81
	14 , 17, 23	Ecart type	5,27	2,12	6,32	0,91	0,46	1,25
	27 , 29	C.V.	0,72	0,65	0,74	0,37	0,46	0,44
		Valeur du "t" de STUDENT	- 2,41 *	- 2,79 *	- 1,61	- 0,23	- 0,85	1,79

\* Significatif au seuil de 5 %

Tableau 3 : Comparaison entre unités de production agricole payant lors du labour et celles travaillant seules.

	Nunéro des unités (1)		Surface cultivée/charrue (ha)	Surface cultivée/boeuf	Boeuf/charrue
Unités	7,11	Moyenne	5,86	2,34	2,44
Travaillant	13,14	Ecart-type	1,57	0,48	0,82
Seules	17,23	C.V.	0,27	0,21	0,34
	27,39				
Couples	(2+5) ,(4+24)	Moyenne	9,90	3,46	2,86
Pratiquant	(8+9) ,(10+25)	Ecart-type	3,88	1,09	0,69
L'entraide	(15+22) ,(16+19)	C.V.	0,39	0,32	0,24
	(20+21)				
		Valeur du t de STUDENT	- 2,71	- 2,62	- 1,06

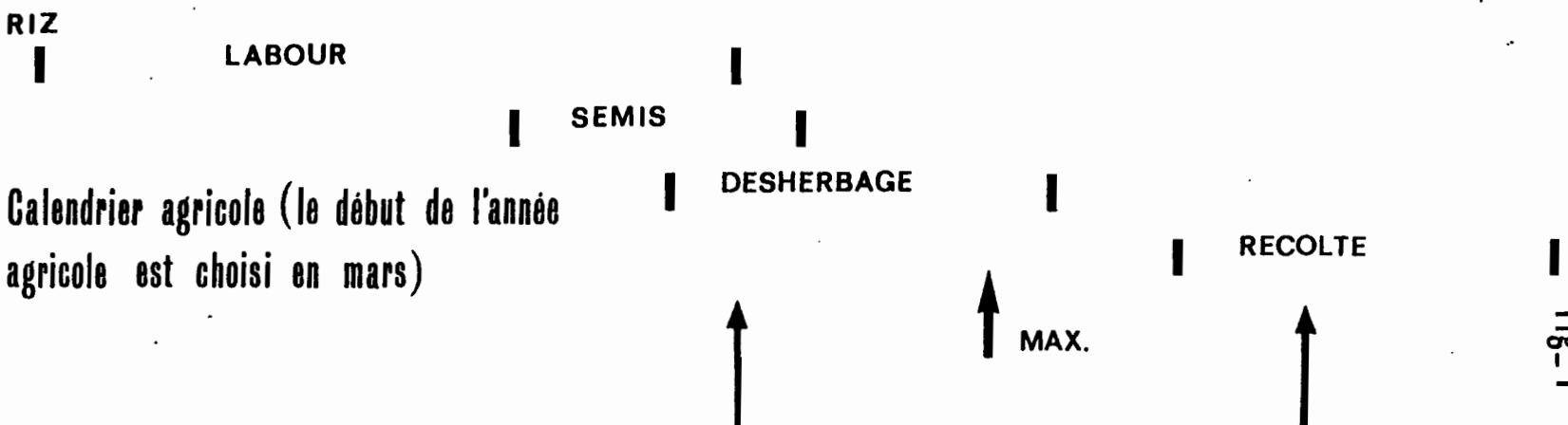
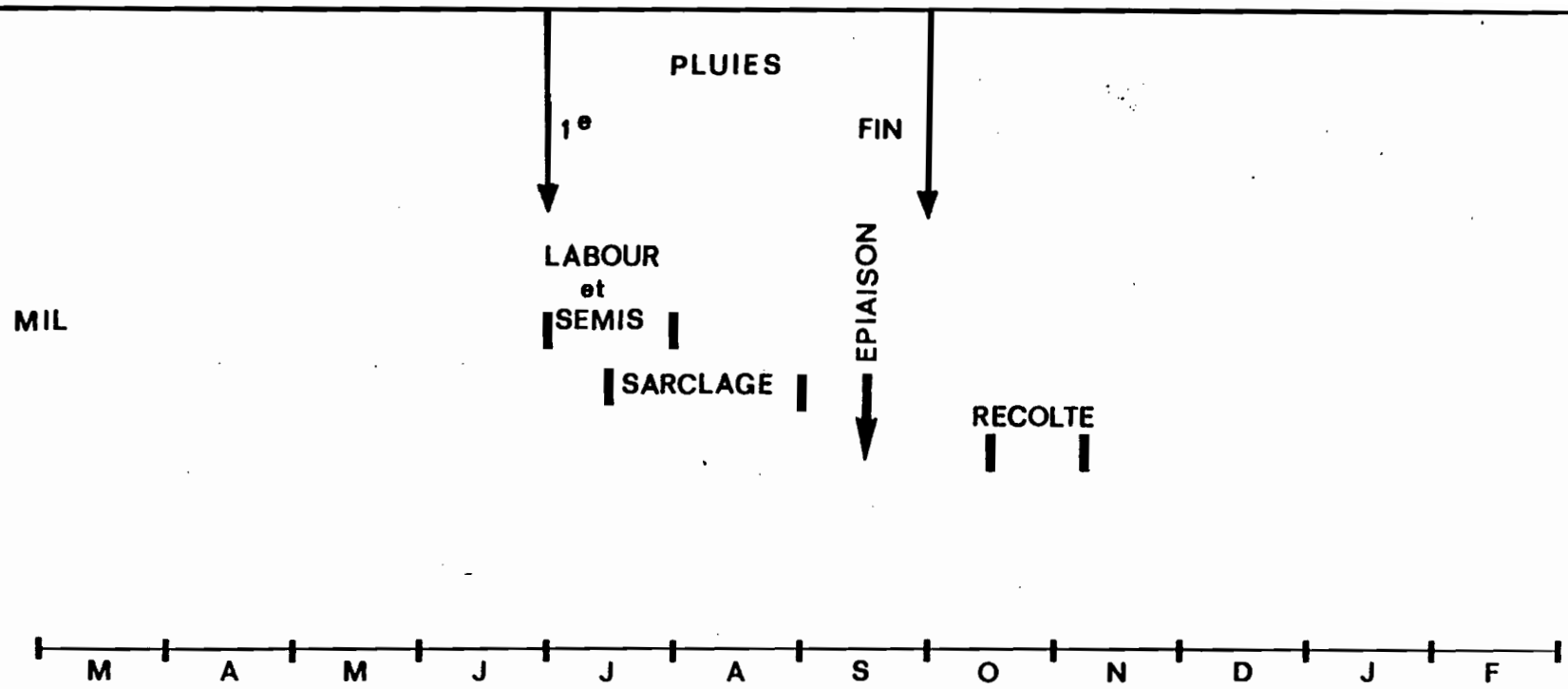
Significatif au seuil de 5 %.

Tableau 4 : Comparaison entre unités de production agricole travaillant seules et couples pratiquant l'entraide.

(1) Référence annexe 2.

		Ratio retenu	Effectif de recensement	Estimations (ha)
	Actif	2,60	443	1152
	Personne à nourrir	0,93	1215	1130
	Charrue	9,90	106	1050
	Boeuf de labour	3,46	300	1038
	Unité de production	4,78	243	1162

Tableau 5 : Estimations de la surface cultivée par le village de Diamba-Kourou.



Calendrier agricole (le début de l'année agricole est choisi en mars)

Fig\_1

Fig - 2

Courbes d'élaboration du rendement de mil cas de 8 stations de texture sableuse

A - Nombre de poquets  
[1 cm = 10 000<sub>x</sub> ha<sup>-1</sup>]

B - Nombre de pieds après démarrage  
[1 cm = 10 000<sub>x</sub> ha<sup>-1</sup>]

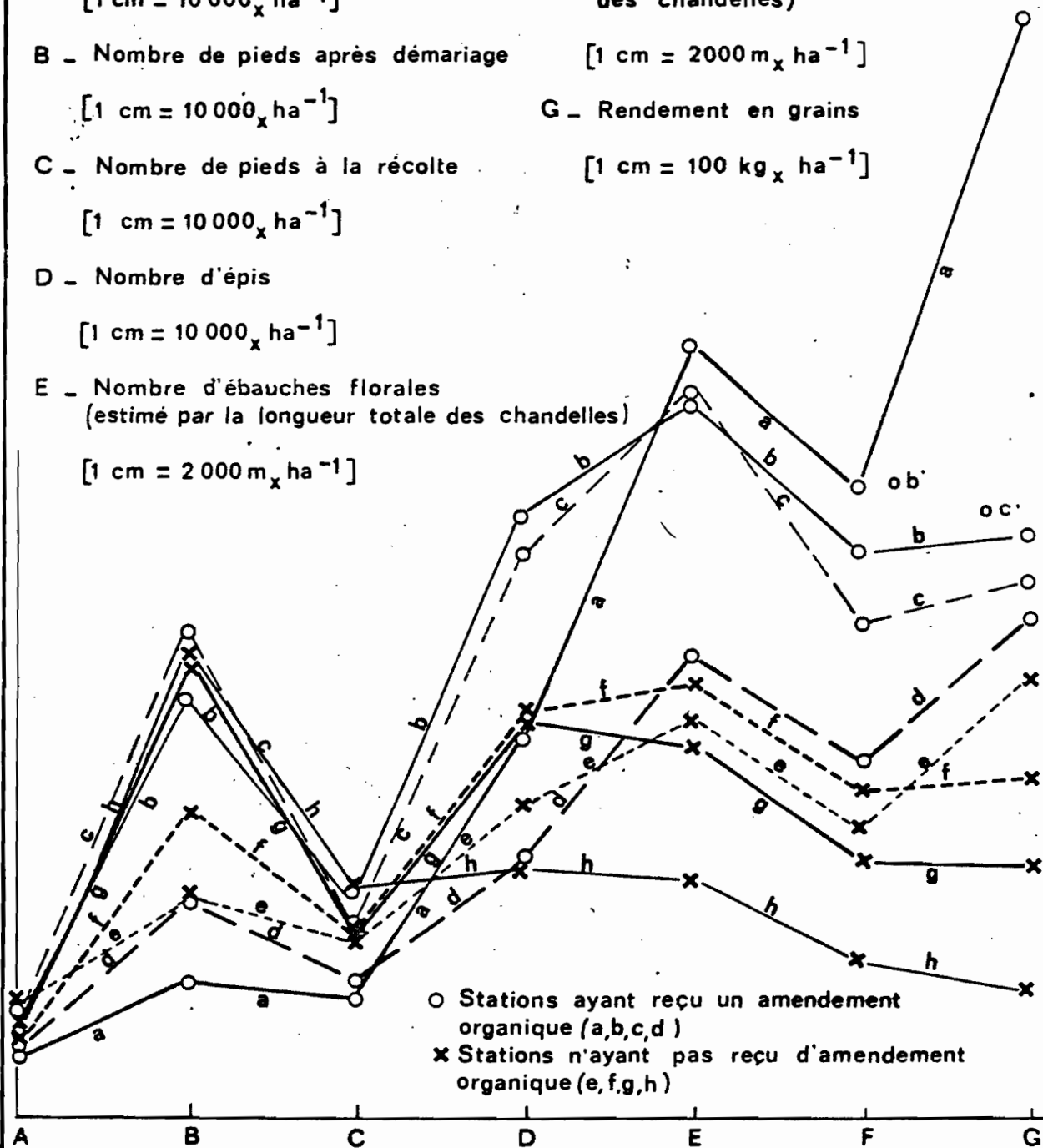
C - Nombre de pieds à la récolte  
[1 cm = 10 000<sub>x</sub> ha<sup>-1</sup>]

D - Nombre d'épis  
[1 cm = 10 000<sub>x</sub> ha<sup>-1</sup>]

E - Nombre d'ébauches florales  
(estimé par la longueur totale des chandelles)  
[1 cm = 2 000 m<sub>x</sub> ha<sup>-1</sup>]

F - Nombre de grains remplis  
(estimé par la longueur remplie des chandelles)

G - Rendement en grains  
[1 cm = 100 kg<sub>x</sub> ha<sup>-1</sup>]

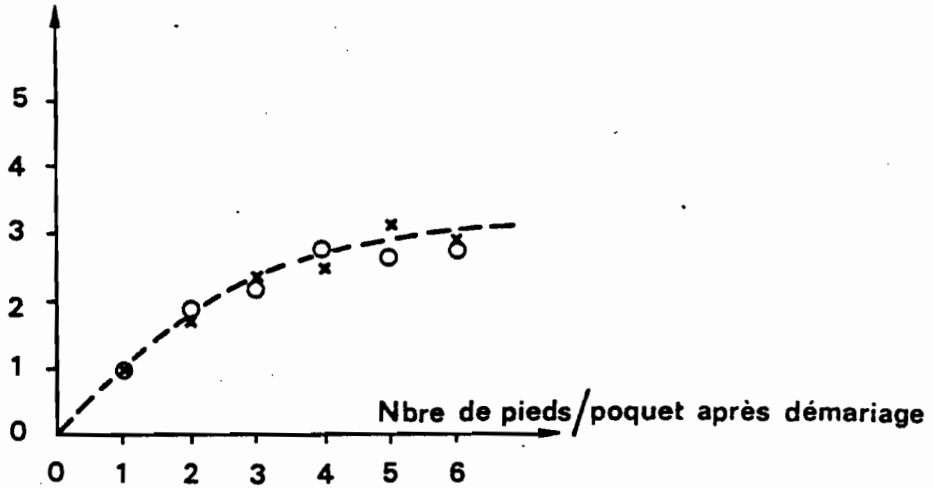


○ Stations ayant reçu un amendement organique (a,b,c,d)  
x Stations n'ayant pas reçu d'amendement organique (e,f,g,h)



Mortalité extra-poquet des pieds en fonction du nombre de pieds par poquet après démariage Fig\_3

Nbre de pieds / poquet à la récolte

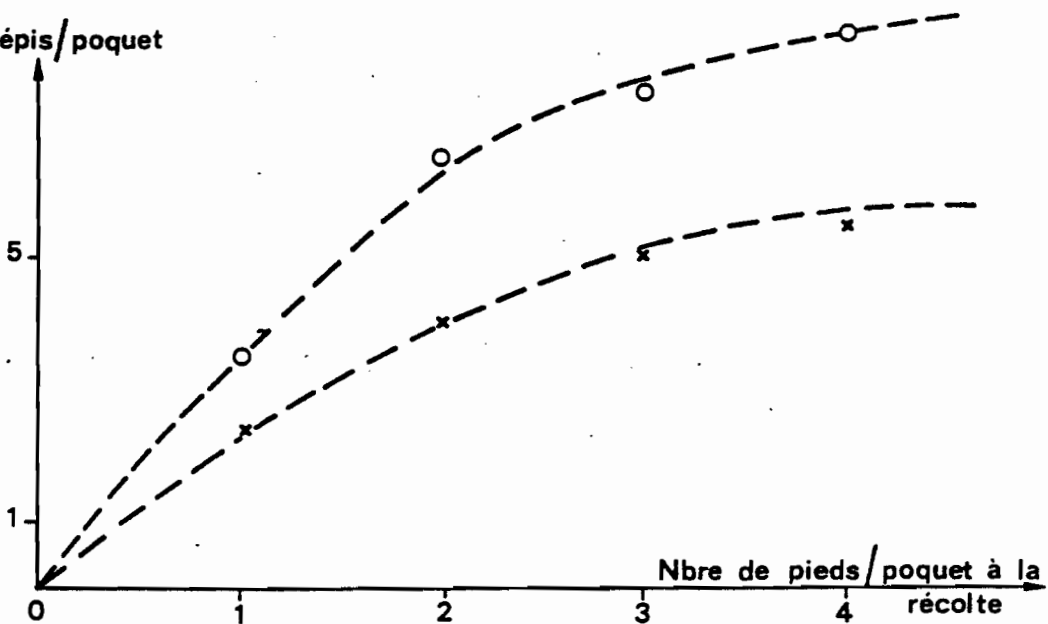


- Cas de station ayant reçu un amendement organique
- × Cas de stations n'ayant pas reçu un amendement organique

Fig\_4

Tallage fructifère en fonction du nombre de pieds par poquet à la récolte

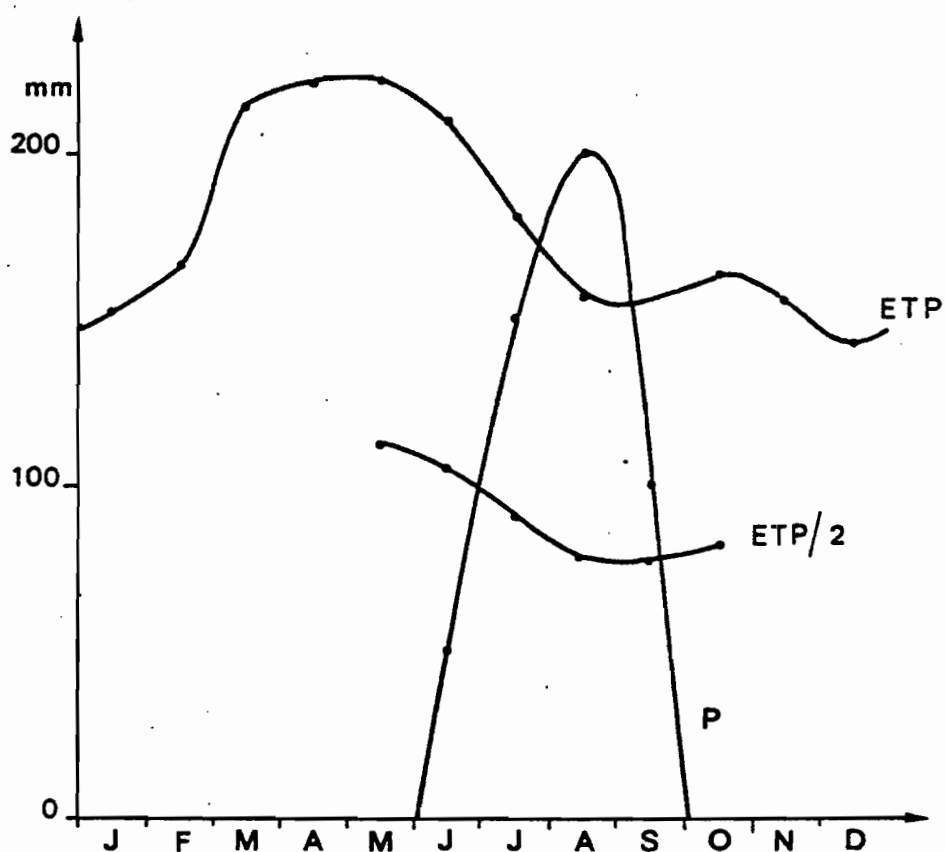
Nbre d'épis / poquet



## Annexe 1

## Pluviométrie et ETP mensuelles de la région de Mopti

Les valeurs d'ETP sont extraites de "Contribution à une étude agrométéorologique du MALI" par Kaliba Konate et Mama Konate (Septembre 1976). Elles sont la moyenne des observations réalisées de 1966-1974. Elles sont calculées selon la formule de Penman



## Annexe n° 2

## PLUVIOMETRIE RELEVÉE A DIAMBA-KOUROU

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept.	Oct.		Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept.	Oct.	
1																
2						20,6								3,4	45,1	Total annuel
3											24,5		6	2,9		
4					59,2	5,4			6,5	9,5			19,5			
5											24,3					
6			6,6			3								11		
7												15,5				
8						22,5										
9												48				
10				22,2	25,8											
11							5,4									
12					34,4	23,6							4,2			
13					14							23		11,9		
14													20,5	19,1		
15																
16			2													
17	1,5			37,8		25,9										
18					6,5											
19						2										
20			3	4,5									1,6	10,5		
21													12,6	21,4	3,7	
22													9,5			
23				18,7												
24		2,5											13,8	25,8		
25									5,5							
26									34			7,3				
27						4,4					30,5					
28												21,7	7,8			
29									50			24				
30				1,3							2,7	17,3	9,5			
31					16,5											
Total	1,5	2,5	11,6	83,5	156,4	107,4	5,4		96	33	57,5	181,3	105	105	48,8	
Nbre jours pluie	1	1	3	5	6	8	1		4	2	3	8	10	8	2	

1977 =  
368,3 mm  
en 25 j.1978 =  
626,6 mm  
en 37 j.

67

N° d'unité de production agricole	Nombre d'Actifs	Personnes à Nourrir	Charrues	Nombre de Boeufs de Trait	Surface Totale (Ha)	Ratio d'Autosuffis. Alimentaire	Surface en Mil	Surface en Mil / Actif	Surface en Riz		Surface en Riz / Actif
									Hors casier	Casier	
1	1	4	0	0	1,26	0,32	0,17	0,17	1,09	0	1,09
2	2	4,5	0,5	1	3,34	0,74	1,43	0,71	1,91	0	0,95
3	1	8,5	0	0	1,65	0,19	0,36	0,36	1,29	0	1,29
4	1	5,5	0	2	2,43	0,44	0,40	0,40	1,03	1	2,03
5	2	4,5	0	0	2,52	0,56	0,70	0,35	1,82	0	0,91
6	1	6	0	0	2,96	0,49	1,09	1,09	1,87	0	1,87
7	3	13	1	4	8,09	0,62	1,50	0,50	4,59	2	2,20
8	2	6	1	2	5,01	0,84	1,86	0,93	3,15	0	1,57
9	1	3,5	0	2	4,25	1,21	0,65	0,65	3,60	0	3,60
10	3	9	1	3	6,67	0,74	3,34	1,11	1,33	2	1,11
11	3	6	1	2	5,28	0,88	0,59	0,20	4,69	0	1,56
12	1	2,5	0	0	2,74	1,10	0,48	0,48	1,26	1	2,26
13	7	22	2	7	20,00	0,91	5,53	0,79	10,47	4	2,07
14	2	6	1	2	5,23	0,87	2,41	1,20	1,82	1	1,41
15	2	4	1	3	5,80	1,45	1,13	0,56	4,67	0	2,33
16	2	5,5	0	1	4,69	0,85	1,56	0,78	2,13	1	1,56
17	1	4,5	1	2	4,25	0,94	1,74	1,74	1,51	1	2,51
18	1	5	0	0	2,16	0,43	0	0	1,16	1	2,16
19	1	6	1	2	12,21	2,04	2,99	2,99	7,22	2	9,22
20	4	6,5	1	2	6,21	0,96	1,34	0,33	2,87	2	1,22
21	2	4	0	1	4,84	1,21	1,06	0,53	2,28	1,5	1,89
22	1	2	0	0	3,57	1,79	0,30	0,30	3,27	0	3,27
23	2	2	1	2	4,20	2,10	0,84	0,42	1,61	1,75	1,68
24	2	5	1	0	2,94	0,59	0,74	0,37	1,45	0,75	1,10
25	3	4	0	0	4,81	1,20	1,35	0,45	2,46	1	1,15
26	1	2,5	0	0	5,33	2,13	1,22	1,22	3,11	1	4,11
27	2	6	1	2	5,01	0,84	1,52	0,76	3,49	0	1,74
28	1	3	0	0	2,60	0,87	0	0	2,60	0	2,60
29	6	9	1	2	6,83	0,76	4,75	0,79	2,08	0	0,35
30	1	2	0,5	2	0,89	0,45	0,35	0,35	0,54	0	0,54
31	2	6,5	0	0	3,30	0,51	2,65	1,32	0,65	0	0,32
32	2	3,5	0,5	2	2,02	0,58	0,31	0,15	1,71	0	0,85

Annexe 3 : Structure des unités de production agricole enquêtées.