

MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE  
CHARGE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE  
ET SUPERIEUR



# THESE

Présentée à

## L'UNIVERSITE D'ABIDJAN

Pour l'obtention du Grade de

### Docteur 3<sup>eme</sup> Cycle

Par

**Maméri CAMARA**

**Les Systèmes de Culture et leurs Influences sur quelques  
Propriétés Physiques et Hydrodynamiques du Sol :  
Cas de Booro-Borotou  
( Région de Touba, nord-ouest de la Côte d'Ivoire )**

Soutenue le 6 Avril 1989

devant la commission d'examen

**MM. - ASSA Ayémou**

Maître de Conférences  
à l'Université Nationale de Côte d'Ivoire

**Président**

**- VALENTIN Christian**

Chercheur  
à l'Institut Français de Recherche Scientifique  
pour le Développement en Coopération

**Rapporteur**

**- ESCHBACH Jean-Marie**

Chercheur  
à l'Institut de Recherche sur le Caoutchouc

**- BABACAUD Koffi Dongo**

Maître de Conférences  
à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Abidjan

**Examineurs**



**- FOUA-BI Kouahou**

Maître de conférences  
à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Abidjan

F 30.101

Certaines adaptations des pratiques agricoles sont nécessaires : connaître son sol, être attentif aux écoulements d'eau, adapter la puissance des équipements aux besoins des parcelles.

OBSERVATOIRE DE LA QUALITE DES SOLS  
Secrétariat d'Etat auprès du Premier Ministre  
chargé de l'Environnement (France) - octobre 1988.

Le sol est une architecture complexe. Lorsque son équilibre est respecté, il se laisse coloniser par les racines et conserve sa stabilité.

OBSERVATOIRE DE LA QUALITE DES SOLS.  
octobre 1988

L'exposition à nu, sous la pluie et le vent, fragilise le sol. Les particules de terre se détachent, et sous l'effet du ruissellement, se déplacent de manière uniforme sur l'ensemble de la surface. L'érosion ne laisse ainsi que des traces diffuses à l'exception des points bas où la terre s'accumule.

OBSERVATOIRE DE LA QUALITE DES SOLS.  
octobre 1988.

## RESUME

Ce travail, réalisé dans le village de BOORO-BOROTOU, au nord-ouest de la Côte d'Ivoire, comporte l'étude des caractéristiques socio-économiques, des systèmes de cultures et des influences des états de surface sur quelques propriétés physiques et hydrodynamiques des sols mis en valeur.

Les 300 habitants de BOORO-BOROTOU sont regroupés au sein d'une trentaine de familles autochtones et de confession musulmane. L'agriculture qui est leur principale activité est itinérante et se fonde sur trois systèmes de cultures qui sont :

- le système à base de riz pluvial. Ce système est très pratiqué par les paysans, le riz étant l'aliment de base de la population concernée ;
- le système à base d'igname. Les buttes confectionnées pour la mise en place des ignames se composent essentiellement de couches humifères et à pénétration humifère ;
- le système à base de coton. Le coton, culture de rente des régions Nord du pays, se caractérise par l'apport d'engrais et de traitements phytosanitaires ainsi que par l'encadrement technique assuré par la CIDT (Compagnie Ivoirienne du Développement des Fibres Textiles).

Ces trois systèmes, dans leur ensemble, peuvent être caractérisés par :

- la faiblesse des surfaces cultivées malgré la disponibilité des terres ;
- l'utilisation d'instruments de travail encore rudimentaires et qui se composent de la houe, la machette et la hache ;
- la pratique de cultures associées où il n'est pas tenu compte de la qualité des semences utilisées et de la densité de semis ou de plantation.

Les paysans qui pratiquent ces systèmes ne font pas montre d'une ardeur soutenue au travail de la terre. Ce qui fait que les rendements obtenus sont inférieurs aux rendements nationaux moyens (chiffres de 1984).

Les mesures expérimentales de comportement du sol vis-à-vis de l'eau effectuées sous les cultures de riz, d'arachide et de manioc, ont mis en évidence le rôle important de la protection du sol surtout au début du cycle cultural. En effet, la couverture végétale protège le sol de l'impact des gouttes de pluie, assure le maintien de sa structure accroissant ainsi sa résistance à la détachabilité et, enfin, concentre les éléments nutritifs dans les horizons superficiels. L'efficacité de la protection fournie par la couverture végétale est fonction de la structure et de l'architecture du feuillage des cultures en présence et de la hauteur de la dernière interception des gouttes de pluie. Notre étude a montré que l'arachide protège bien le sol, suivi en cela par le riz qui est lui-même suivi du manioc.

## SUMMARY

The present work which has been conducted in the village of BOORO-BOROTOU, in the north-west of Côte d'Ivoire, deals with social and economic characteristics of cultural systems as well as with the influences of states of surface on some physical and hydrodynamic properties of cultivated soils.

The 300 inhabitants of BOORO-BOROTOU, all of musliman confession, are gathered into group of about thirty autochthonal families. Agriculture, the main activity of populations, is itinerant and comprises three cultural systems which are :

- cultural system based on upper land rice. Rice being the staple food in the region, this system is the most common ;
- cultural system based on yam. The hillocks realized before planting are essentially made of soil with high organic matter contents and deep organic penetrations ;
- cultural system based on cotton. Cotton, a cash crop in the northern regions of the country, is characterized by manuring, pesticide treatments as well as technical advices provided by extension agents of CIDT (Compagnie Ivoirienne du Développement des Fibres Textiles).

These three systems can be characterized by the :

- smallness of cultivated lands despite the availability of arable lands ;
- use of rudimentary farm implements, hoe, machet, axe ;
- practice of mixed cropping in which production factors such as seed quality and planting density are overlooked.

Farmers who used these cultural systems show a lack of eagerness which results in productions lower than national average yields (1984 data).

Experimental data collected on the influence of water on soils under rice, peanut and cassava showed the importance of soil protection, especially at the onset of cultural cycle. Indeed, vegetable covering protects soil against direct impact of drops of rain, helps maintain soil structure and thus increasing its resistance to detachability. Soil covering with vegetable concentrates also nutritive elements in superficial layers. The efficiency of such a soil protection by vegetable covering depends on the structure and architecture of crop foliage as well as of the height of the last interception of rain drops.

Our study showed that peanut provides the best soil protection followed respectively by rice and cassava.

# SOMMAIRE

	<b>Pages</b>
<b>AVANT-PROPOS</b>	
<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	<b>1</b>
<b>PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DU MILIEU</b>	
<b>A. MILIEU NATUREL</b>	<b>3</b>
1. Cadre de l'étude	<b>3</b>
2. Climat	<b>11</b>
3. Hydrographie	<b>11</b>
4. Géologie	<b>11</b>
5. Géomorphologie	<b>11</b>
6. Sols	<b>14</b>
7. Végétation	<b>15</b>
8. Faune	<b>18</b>
<b>B. MILIEU HUMAIN</b>	<b>18</b>
<b>DEUXIEME PARTIE : SYSTEMES DE CULTURE</b>	
<b>INTRODUCTION</b>	<b>21</b>
<b>A. MATERIELS ET METHODES</b>	<b>21</b>
1. Méthode d'enquête	<b>21</b>
2. Etude des cultures en place	<b>22</b>
2.1. Choix des placettes	<b>22</b>
2.2. Contrôles dans les placettes	<b>23</b>
2.3. Calendrier des travaux	<b>23</b>
2.4. Calage des cultures	<b>24</b>
2.5. Profils culturaux	<b>24</b>
2.6. Analyses de sol	<b>24</b>
2.7. Rendements et leurs composantes	<b>26</b>
2.8. Analyses statistiques	<b>26</b>
<b>B. RESULTATS</b>	<b>27</b>
1. Principaux résultats de l'enquête	<b>27</b>
1.1. Données socio-économiques	<b>27</b>
1.2. Activités agricoles	<b>31</b>

1.3. Activités post-récoltes	38
1.4. Contraintes	40
1.5. Potentialités	42
2. Résultats obtenus à partir des cultures en place	42
2.1. Partie cultivée du bassin versant	43
2.2. Calendrier des travaux	48
2.3. Suivi des parcelles	48
2.4. Calage des cultures	49
2.5. Profils culturaux	51
2.6. Caractéristiques analytiques des sols	51
2.7. Composantes du rendement et traitements statistiques	54
<b>C. DISCUSSION</b>	<b>68</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>72</b>
<b>TROISIEME PARTIE : SOLS CULTIVES DU BASSIN VERSANT</b>	
<b>INTRODUCTION</b>	<b>73</b>
<b>A. MATERIELS ET METHODES</b>	<b>73</b>
1. Etats de surface	73
2. Morphologie des sols	73
3. Porosité	74
<b>B. RESULTATS</b>	<b>74</b>
1. Etats de surface	74
2. Principaux types de sols	76
3. Evolution de la porosité	78
<b>C. DISCUSSION</b>	<b>78</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>80</b>
<b>QUATRIEME PARTIE : INFLUENCES DES ETATS DE SURFACE SUR QUELQUES PROPRIETES PHYSIQUES ET HYDRODYNAMIQUES DU SOL EN FONCTION DE TROIS CULTURES (riz, arachide, manioc).</b>	
<b>INTRODUCTION</b>	<b>81</b>
<b>A. MATERIELS ET METHODES</b>	<b>82</b>
1. Dispositif du point quadrat	82
2. Mini-simulateur de pluie	82
3. Parcelle de mesure	83
<b>B. RESULTATS</b>	<b>83</b>
1. Evolution du couvert	85
1.1. Evolution du couvert végétal	85

1.2. Evolution du pourcentage d'agrégats	85
1.3. Evolution du pourcentage de surface encroûtée	87
1.4. Evolution des surfaces élémentaires	90
2. Facteurs hydrodynamiques du sol	91
2.1. Evolution de la pluie d'imbibition (Pi)	91
2.2. Evolution de l'infiltration (Fn)	92
2.3. Evolution du ruissellement (Kr)	95
2.4. Evolution de la turbidité (Cx)	95
2.5. Evolution des pertes en terres (Se)	98
3. Résultats obtenus à partir de l'approche typologique	98
4. Résultats obtenus à partir de l'analyse de variance	100
4.1. Influence des différents facteurs pour les trois parcelles	100
4.2. Influence des différents facteurs par plante	101
<b>C. DISCUSSION</b>	<b>102</b>
 <b>CONCLUSION</b>	 <b>105</b>
 <b>CINQUIEME PARTIE : DISCUSSION GENERALE</b>	
<b>INTRODUCTION</b>	<b>107</b>
<b>A. CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE</b>	<b>107</b>
1. Caractéristiques socio-économiques	107
2. Caractéristiques agro-pédologiques	108
2.1. Choix des sols et leur mise en valeur	108
2.2. Systèmes de culture	108
2.3. Influences des cultures sur le sol	110
<b>B. PORTEE DES RESULTATS</b>	<b>110</b>
 <b>CONCLUSIONS GENERALES</b>	 <b>113</b>
 <b>BIBLIOGRAPHIE</b>	 <b>116</b>
 <b>DEFINITION DES SIGLES</b>	 <b>134</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>135</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>137</b>
 <b>ANNEXES</b>	
<b>ANNEXE I : Calage des cultures</b>	
<b>ANNEXE II : Mini-simulateur de pluie</b>	
<b>ANNEXE III : Exemple d'utilisation de la typologie</b>	
<b>ANNEXE IV : Relevé du couvert des parcelles d'un mètre carré.</b>	

## AVANT - PROPOS

Cette étude, financée par l'ORSTOM, s'inscrit dans le programme HYPERBAV (Hydrologie, Pédologie en Recherche sur un Bassin Versant). Elle s'est déroulée à BOORO-BOROTOU, village situé à 25 km de la ville de TOUBA, dans le nord-ouest de la Côte d'Ivoire. Elle concerne les systèmes de culture et leurs influences sur quelques propriétés physiques et hydrodynamiques du sol. Sa réalisation a été possible grâce aux appuis, à l'encouragement, aux conseils et aux apports de diverses personnes auxquelles je veux particulièrement témoigner ma profonde reconnaissance.

Monsieur le Docteur ASSA Ayemou, de l'Université Nationale d'ABIDJAN a, non seulement accepté de présider le jury de thèse mais, également, de faire des critiques pertinentes. Je lui en sais infiniment gré.

Monsieur Christian VALENTIN a accepté d'assurer la direction scientifique de mon travail et d'en être le rapporteur. Sa constante disponibilité et sa rigueur scientifique ont permis la réalisation de ce mémoire de thèse. C'est à juste titre que je lui réitère toute ma reconnaissance et toute mon amitié.

Monsieur Jean-Marie ESCHBACH m'a apporté un appui efficace lors de la réalisation de ce mémoire. Au cours des séances de discussion que nous avons eues, j'ai été surtout marqué par la pertinence de ses critiques et par la hauteur de ses points de vue. Je le remercie pour l'aide sympathique et pour avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse.

Monsieur BABACAUD Koffi Dongo a accepté d'effectuer le voyage BOUAKE-ABIDJAN pour venir faire partie de mon jury malgré ses multiples occupations. Je l'en remercie de tout coeur.

Monsieur FOUA-BI Kouahou a consacré du temps à la lecture du manuscrit. A son contact, j'ai appris, entre autres choses, qu'en Sciences, il faut procéder avec ordre et méthode. Qu'il veuille accepter ma profonde reconnaissance et ma sincère amitié.

Qu'il me soit également permis de remercier tous ceux qui ont contribué à la réalisation du mémoire. Ce sont :

- les chercheurs permanents du programme HYPERBAV. Le présent mémoire fait parfois référence à leurs travaux : BOA Daniel, Emmanuel FRITSCH, Jean-Marc IRIS, Christian VALENTIN, Michel LEPAGE, Pierre CHEVALLIER, TANO YAO Serge ;
- les allocataires de recherche, les stagiaires et le volontaire du Service National qui ont participé aux travaux : Danielle MITJA, Olivier PLANCHON, Christelle GNAMAN, Brou KOUAME, N'da KOUAKOU Daniel, Mohamed HASNAOUI, Férid SAKLY, Luc SAVY ;
- les techniciens de recherche sans lesquels rien n'aurait pu se faire, j'ai nommé : Jean-Louis JANEAU, Jean-Marc LAPETITE, Marc BERTHELOT, Jacky



ETIENNE, André MAHIEUX ;

- les adjoints et observateurs : YAO Kouakou, KOUAME Marcel, Sounsouna DIALLO, Paré MOISE, ZONNE Tignadé, YAO Thomas, Germain Kouamé KOUASSI, André MONGO Sami, Abou BAMBA, DIBI Konan, OSSEYNI Amani, OUATTARA Dognimé, DJRO Abel ;

- tous les villageois en particulier le chef du village, BAMBA ;

- le directeur de l'école primaire du village et son épouse, DAMO DAMO ;

- les services administratifs et techniques de l'ORSTOM-Adiopodoumé : Jean LAUNAY, ADIKO Amoncho, André DUBREUCQ, Marc JOSEPH, Madame DEVOLDERE, Madame LEMOINE, Madame TOPART, Henri FERRER, Jean CLAVAUD, Alain ROCHETEAU, Norbert SILVERA, Guy CHEFSON, Paul CAPGRAS ;

- le Directeur Général de l'IIRSDA, Bernard BOCCAS et son Adjoint, KOUASSI Auguste ;

- les collègues et amis qui ont encouragé ce travail et dont les avis ont été sollicités sur des problèmes précis. Je veux parler de Messieurs : KELI Zagbahi Jules, DIOMANDE Mamadou, GODO Gnahoua, YAO-KOUAME Albert, Guy HAINNAUX, YAO N'GUETTIA René, OSSENI Bouraïma, ASSIENAN Bernard, YORO Gballou, GOUE Bernard, GNONHOURI Philippe, Eric MOLLARD, TIE bi TRA, BOA Daniel ; ADIKO Amoncho ; AFFOU Yapi, N'GUESSAN Angelo.

Mes remerciements s'adressent aussi à tous ceux qui ont aidé à l'élaboration du travail de synthèse ; ce sont :

- le président de l'AISA, DIOMANDE Mamadou et, à travers lui, tout le bureau exécutif de cette association, pour son très précieux appui ;

- Messieurs KANGA Mathieu et ALLOU N'doli qui ont effectué le dessin des différents figures et schémas de ce mémoire ;

- Monsieur ZORO bi DJAGONE Omer qui a dactylographié ce mémoire. C'est le lieu de remercier Monsieur NANDRIS qui a permis à Omer de faire ce travail dans d'excellentes conditions matérielles ;

- Monsieur KOUAKOU KOFFI Georges et son chef, Michel NICOLE, pour les photographies et diapositives ;

- Monsieur N'DRI KOUADIO Ernest, du service de documentation pour la reliure des exemplaires de ce mémoire.

Je ne saurais terminer sans adresser mes vifs remerciements à :

- à la Direction de l'ORSTOM pour les moyens qu'elle a mis à ma disposition afin de réaliser cette étude.

- Monsieur André LEVEQUE, qui a contribué, de manière significative, à mon épanouissement scientifique. Je voudrais ici lui renouveler toute ma gratitude et pour l'attention particulière qu'il m'a accordée pendant son séjour en Côte d'Ivoire et, l'assurer de ma solide amitié ;

Je saluè la mémoire de mon père, CAMARA Moritié. Il a su braver l'opinion de l'entourage pour m'envoyer à "l'école française".

Je remercie ma mère, SYLLA Nassata. De peur de ne pas traduire exactement les sentiments profonds que j'éprouve à ton égard, sache, chère mère, que tu occupes une grande place dans mon coeur.

Je remercie mon frère aîné, CAMARA Djibroulaye, pour son assistance et sa compréhension sans lesquelles je ne serai pas entrain de prétendre soutenir aujourd'hui un mémoire de thèse.

Est-il superflus de remercier AWA, mon épouse, MORY, SOULEYMANE, HABY et AISSATA, mes enfants ?

## INTRODUCTION GENERALE

Le développement de l'agriculture en Côte d'Ivoire est fondée principalement sur la croissance des superficies aussi bien pour les cultures pérennes que pour les cultures vivrières. L'augmentation de la population, cependant, réduit les surfaces cultivables d'autant plus que l'agriculture concerne plus de deux tiers de la population. En perspective de la modernisation de l'agriculture du pays, il est opportun de décrire les systèmes traditionnels de culture afin d'identifier leurs contraintes et leurs potentialités. En effet, la résolution des problèmes qui se posent à l'agriculture ivoirienne passe par l'introduction d'innovations au niveau des systèmes traditionnels existants. Et ces innovations seront d'autant plus facilement adoptées qu'elles seront précédées d'une connaissance de ces systèmes et qu'elles apporteront à ceux-ci des améliorations substantielles. En réalité, les systèmes traditionnels sont si complexes que leur étude nécessite une approche pluridisciplinaire.

La maîtrise des différents facteurs de la modernisation a fait l'objet de nombreuses études. En ce qui concerne le défrichement, on peut citer les travaux de DE BLIC (1976), ROOSE, COLLINET et DE BLIC (1976), LE BUANEC (1979), MONG GINE et VALENTIN (1979), MOREAU (1983), ROOSE (1983), YORO (1984), GNAMBA (1986 et 1987). Ces auteurs ont montré que le défrichement lourd et la culture mécanisée entraînent une augmentation considérable de risques de dégradation du sol. Les études de LEVEQUE (1982) et de VALENTIN (1985), ont abouti à la conclusion que l'érosion peut être marquée, même en culture paysanne en saison humide.

La réduction ou la croissance de l'érosion est déterminée par les caractéristiques physiques des premiers centimètres du sol. Le rôle joué par cette couche a été mis en évidence par d'autres travaux (AUDRY et ROSSETTI, 1962 ; GAVAUD, 1968 ; BOCQUIER, 1971 ; LEPRUN, 1978 et 1979 ; BOUGERE, 1979 ; ESCADAFAL, 1981). Ces travaux se rapportant à l'analyse des organisations superficielles, ne sont pas combinés à des mesures expérimentales de comportement. En effet, les premiers résultats sous pluies simulées mettant en relief l'influence déterminante des organisations superficielles sur le comportement des sols vis-à-vis de l'eau ne sont apparus que vers la fin des années 1970 (COLLINET et LAFFORGUE, 1979) et le début des années 1980 (COLLINET et VAL 1981).

La mise au point de systèmes de cultures vivrières modernes, à la fois non dégradants et rentables, a fait également l'objet de nombreuses études. Elle fait appel à un ensemble de techniques étroitement liées aux conditions locales donc difficilement généralisables (JURION et HENRY, 1967 ; FAUCK et al., 1969 ; CHARREAU et NICOU, 1971 ; LE BUANEC, 1972 et 1979). Ces techniques ont été mises en oeuvre en station et non en milieu réel.

En Côte d'Ivoire, les pratiques agricoles paysannes sont encore largement

dominées par l'association des cultures. Plusieurs travaux ont été entrepris dans ce domaine (OSSENI, de 1982 à 1988 ; KELI, de 1984 à 1987 ; KONE, 1986 ; ZAKRA, 1986) mais en zone forestière et exclusivement en conditions contrôlées.

MAZOYER (1972), MOREAU (1978), YORO et GODO (1983) et GODO et YORO (1985) ont étudié les systèmes traditionnels respectivement du centre, de l'ouest et du sud de la Côte d'Ivoire. Aucune étude de ce genre n'a été entreprise dans le nord-ouest qui pourtant constitue l'un des greniers du pays.

Le choix de BOORO-BOROTOU, pour notre étude, semble ainsi justifié pour tenter de comprendre la complexité de l'association culturelle dans le nord-ouest de la Côte d'Ivoire. Dans le programme HYPERBAV (Equipe HYDRO-PEDOLOGIE de Recherche sur un Bassin Versant) notre travail concerne l'aspect relation sol-plante tout en essayant de comprendre la structure et le fonctionnement des systèmes de culture traditionnels et de déterminer leurs influences sur quelques propriétés physiques et hydrodynamiques du sol.

Pour atteindre ces objectifs, notre étude s'appliquera :

- dans une première partie, à déterminer les caractéristiques du milieu ;
- dans une deuxième partie, à comprendre les systèmes de culture pratiqués ;
- dans une troisième partie, à présenter les traits essentiels des sols après leur mise en valeur ;
- dans une quatrième partie, à évaluer les incidences de trois cultures (riz, arachide et manioc) sur quelques propriétés physiques et hydrodynamiques du sol ;
- enfin, dans une cinquième partie, à montrer l'intérêt et la portée des résultats obtenus.

## PREMIERE PARTIE

### PRESENTATION DU MILIEU

#### A. MILIEU NATUREL

##### 1. Cadre de l'étude

BOORO-BOROTOU est un village situé au nord-ouest de la Côte d'Ivoire dans la sous-préfecture de KORO dont le chef-lieu de département est TOUBA (fig. 1 et 2).

Un bassin versant de ce village, d'une superficie totale de 136 ha, a fait l'objet d'une étude pluridisciplinaire. La figure 3 présente les sites d'observation implantés sur le bassin.

##### 2. Climat

Les traits essentiels du climat de la région, et du village, de façon particulière, ont été analysés par les hydrologues de l'ORSTOM du Centre d'Adiopodoumé (CHEVALLIER et al., 1985, 1986, 1987 ; KOUAME, 1986, 1987). De leurs travaux, il ressort que le climat de la région qui est de type tropical de transition se caractérise par :

- une saison des pluies (mai à octobre) qui est suivie d'une saison sèche (de novembre à avril). La hauteur annuelle moyenne des précipitations du poste de TOUBA (moyenne calculée pour la période de 1939 à 1986) est de 1360 mm. Quant à la hauteur annuelle moyenne des précipitations du récent poste de BOORO-BOROTOU (moyenne calculée de 1984 à 1987) elle est de 1225 mm. La répartition mensuelle des pluies montre que les mois les plus pluvieux (fig. 4 et 5) sont juillet-août-septembre et les moins arrosés décembre et janvier ;
- une évapotranspiration moyenne (bac colorado-ORSTOM) de 5 mm/jour (fig.6)
- une durée d'insolation moyenne journalière de 7h02 mn/jour ; la moyenne est de 7h 15 mn (fig. 7) ;
- une vitesse moyenne du vent de 1,04 m/s ; la moyenne mensuelle est de 1,07 m/s (fig. 8) ;
- une température moyenne annuelle de 25°C (fig.9). Les valeurs maxima de ces températures sont enregistrées pendant la saison sèche (février-mars) avec 32°C. Les valeurs minima sont enregistrées en période d'harmattan lorsque les températures nocturnes sont de l'ordre de 19°C. La figure 10 présente les températures extrêmes mensuelles ;
- une humidité relative moyenne de l'air qui varie de 40 % en janvier à plus de 90 % en septembre (fig. 11).

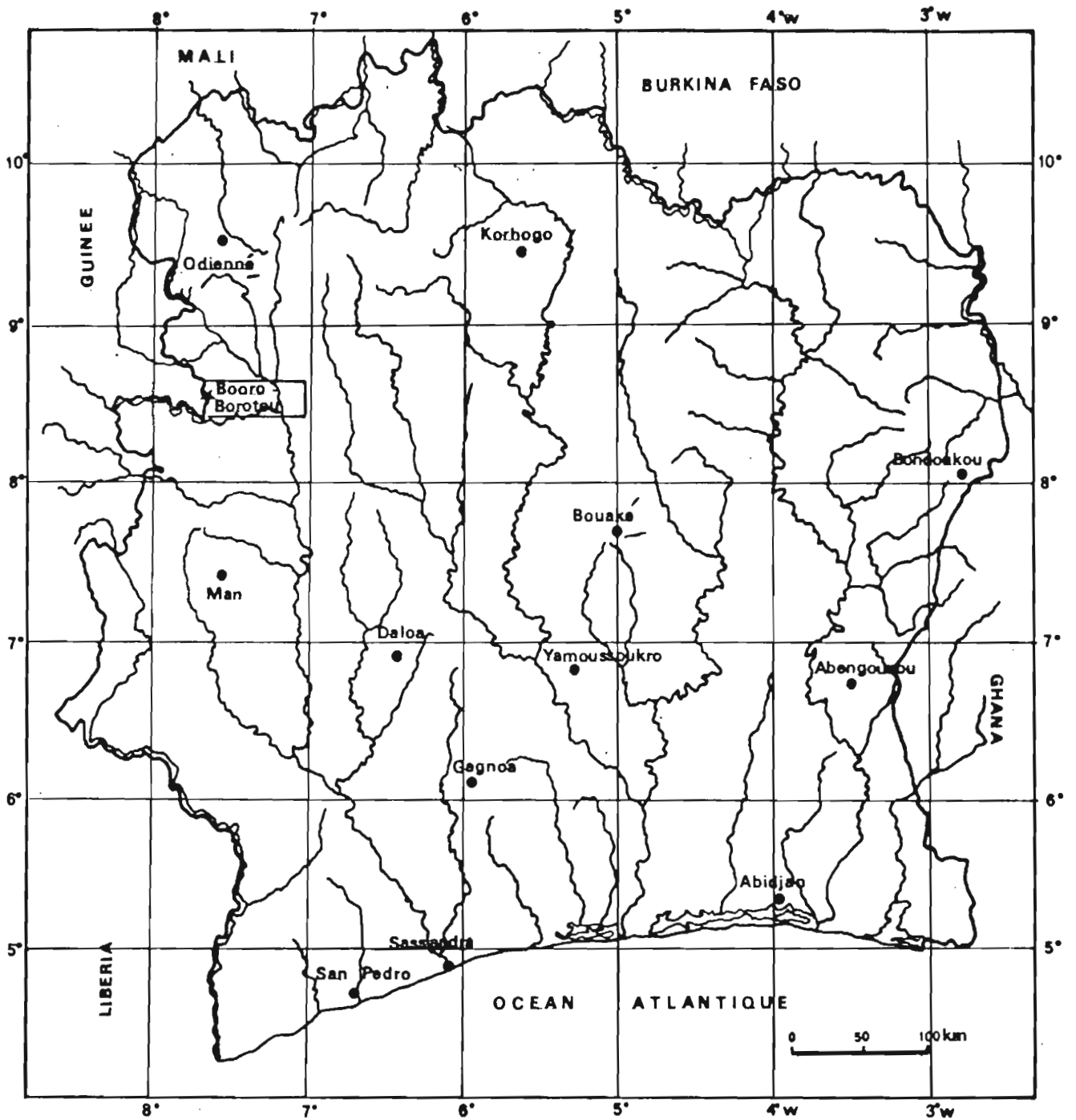


FIGURE 1 : CARTE DE SITUATION DE BOORO - BOROTOU PAR RAPPORT A L'ENSEMBLE DE LA CÔTE D'IVOIRE

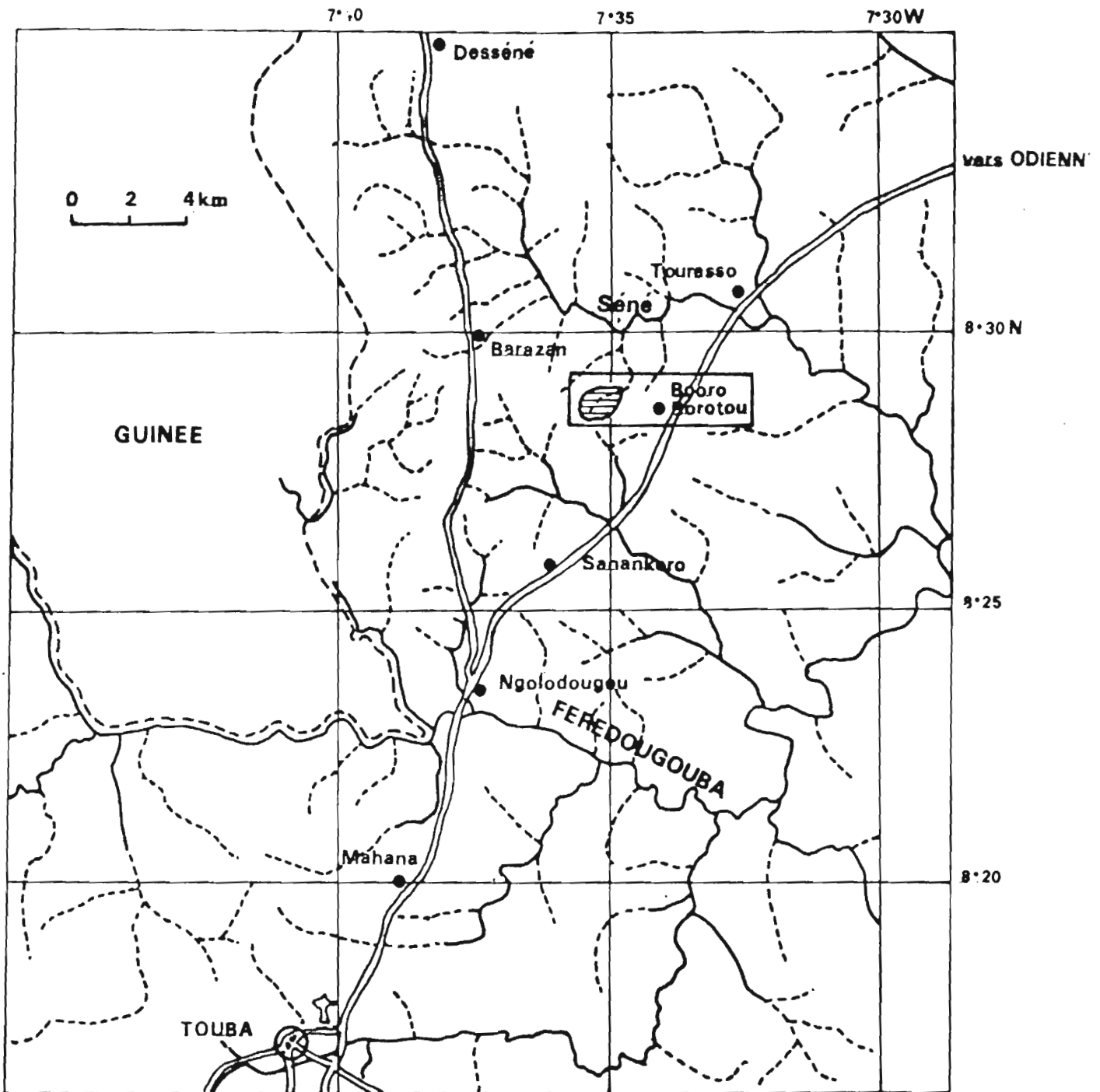


FIG.2 : CARTE DE SITUATION DU BASSIN VERSANT DE BOORO-BOROTOU PAR RAPPORT A LA REGION DE TOUBA

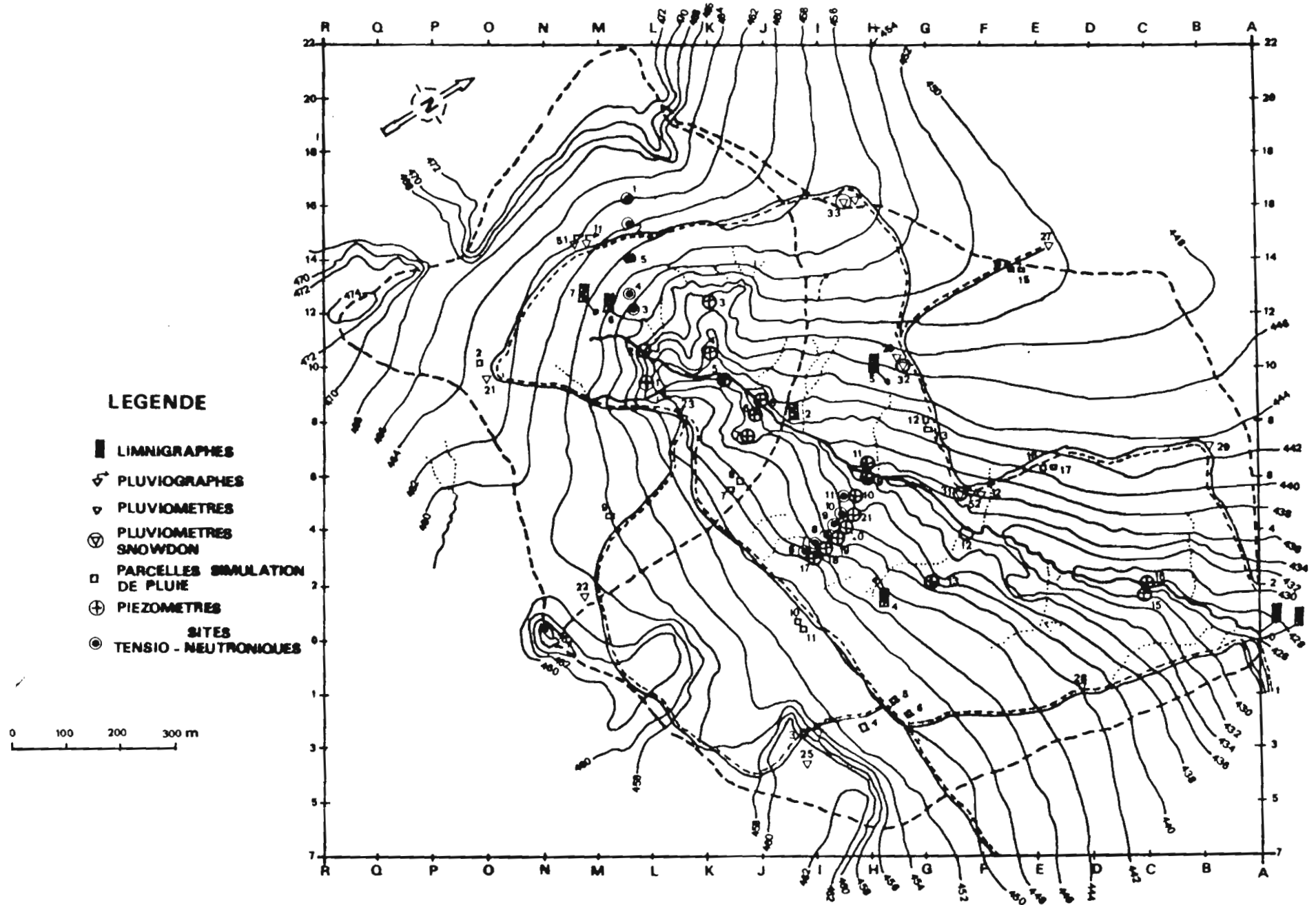
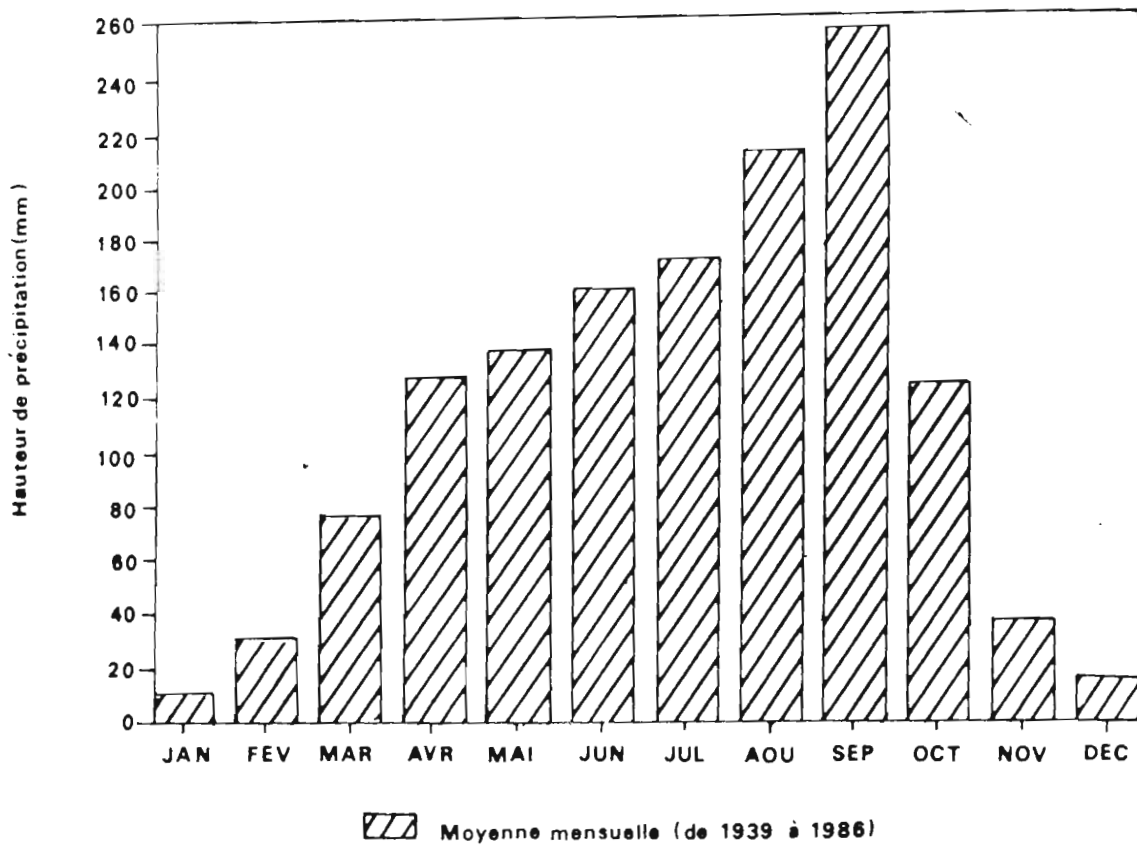


Fig. 3 : BASSIN VERSANT DE BOORO-BOROTOU. SITES D'OBSERVATION

Source: CHEVALLIER et PLANCHON, 1987

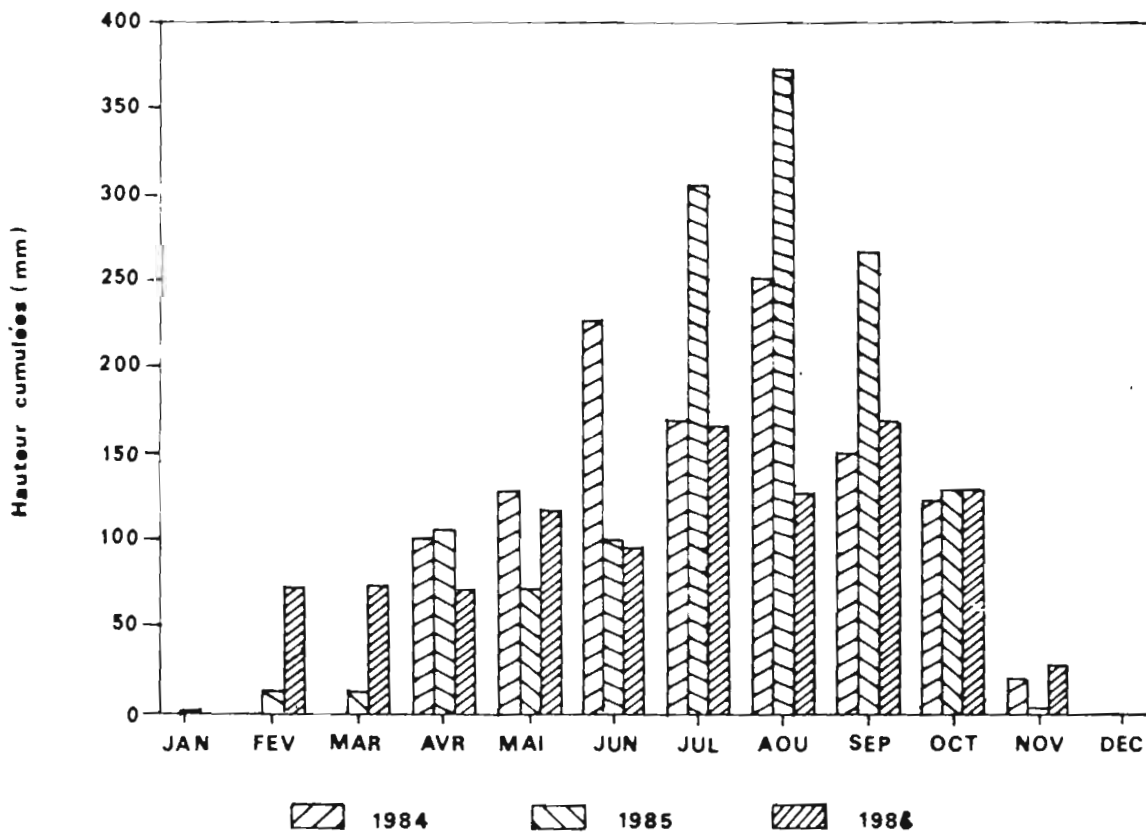




**Figure 4 : Touba**

Précipitations mensuelles

Source : KOUAME 1987



**Figure 5 : Pluviométrie mensuelle**

sur trois années d'observation

Source : CHEVALLIER et al, 1987

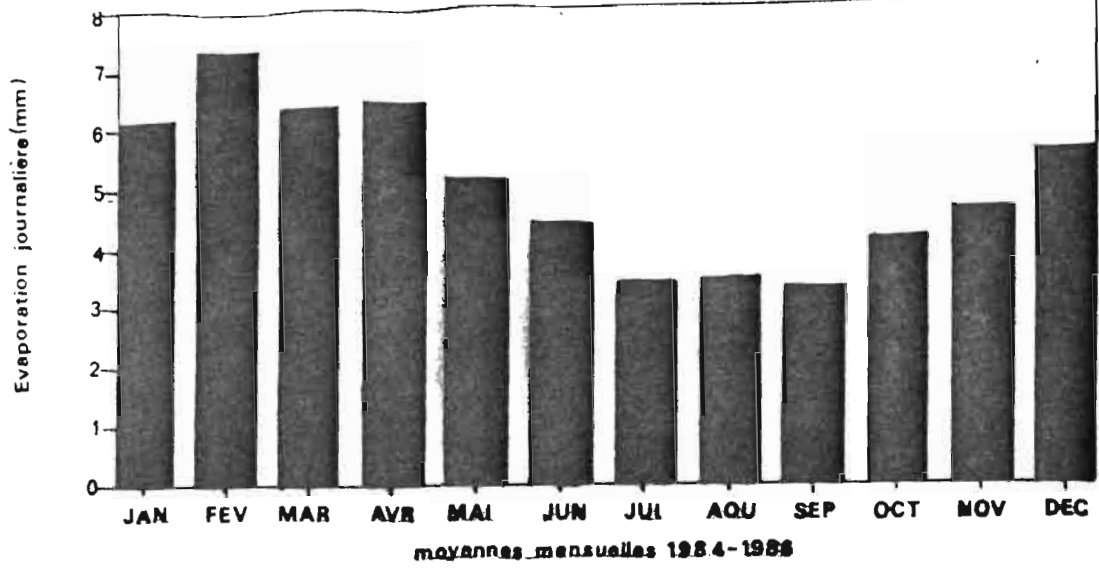


Figure 6 : Evaporation sur bac colorado  
Source : CHEVALLIER et al., 1987

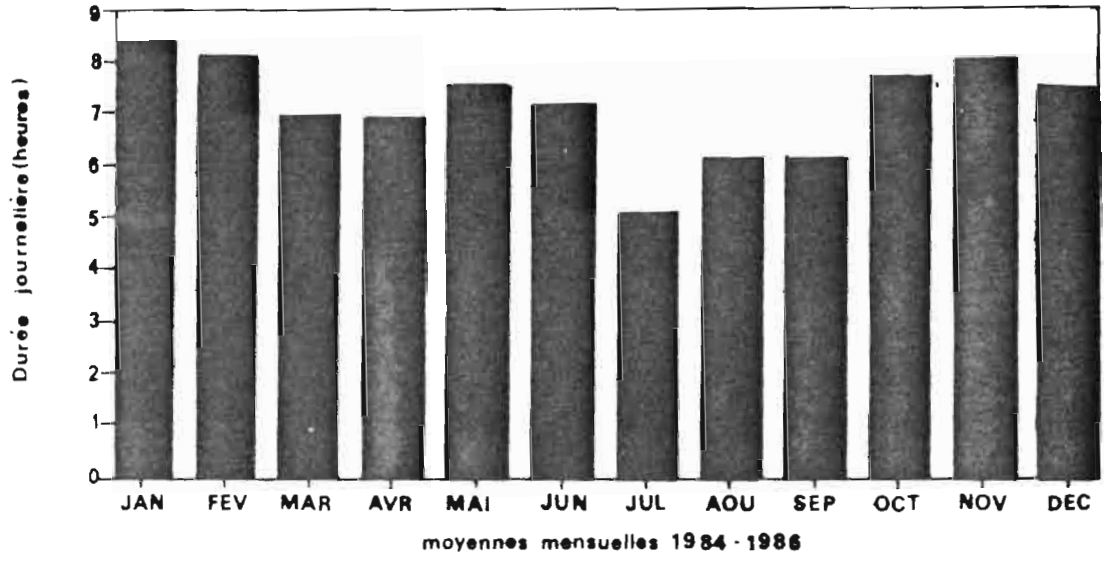


Figure 7 : Durée d'insolation journalière  
Source : CHEVALLIER et al., 1987

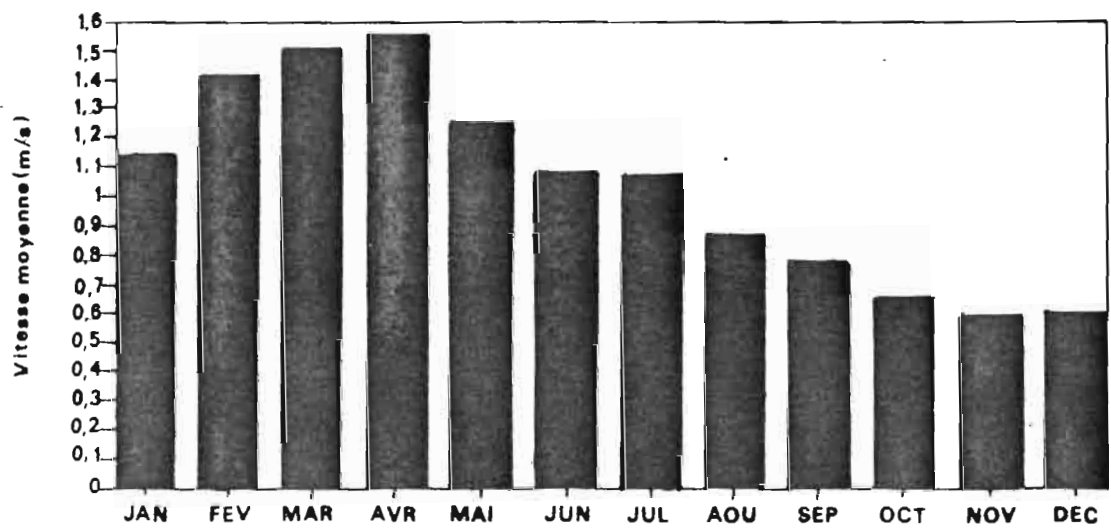


Figure 8 : Vitesse moyenne du vent  
Source : CHEVALLIER et al., 1987

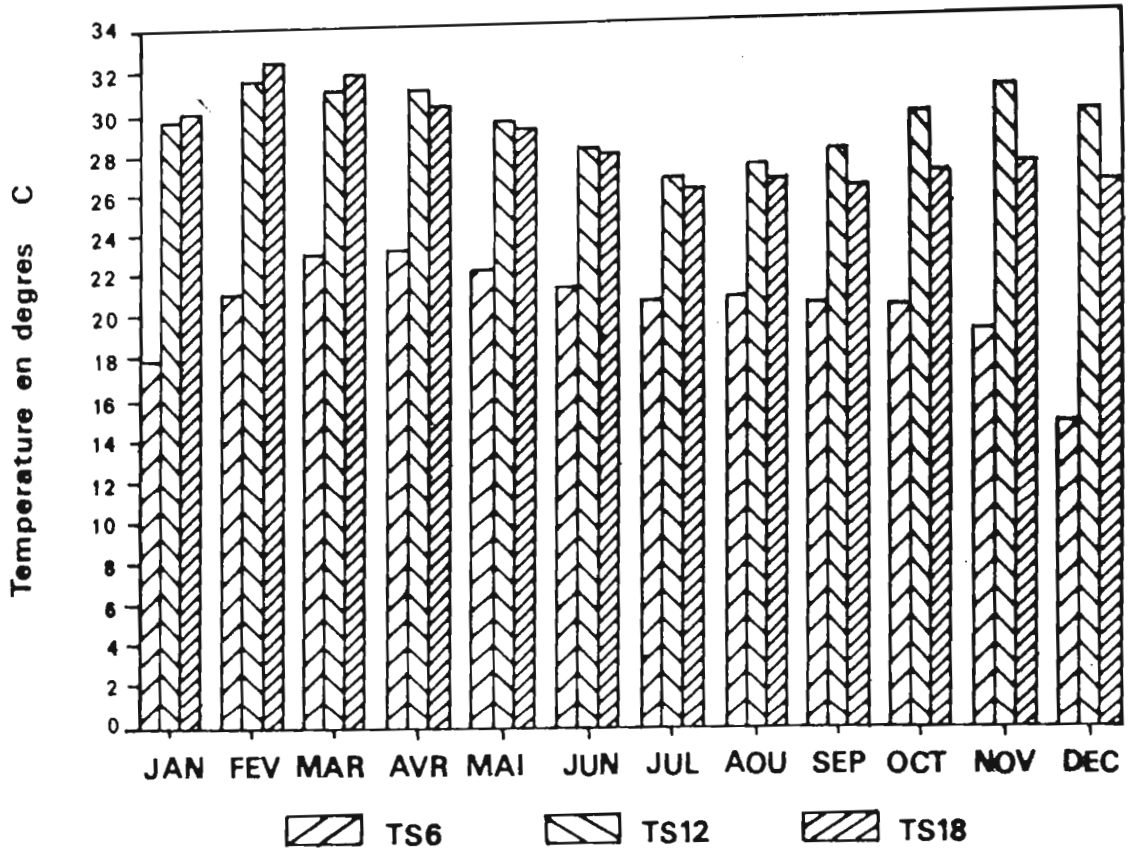


Fig. 9: Temperatures moyennes mensuelles

Source : CHEVALLIER et al., 1987

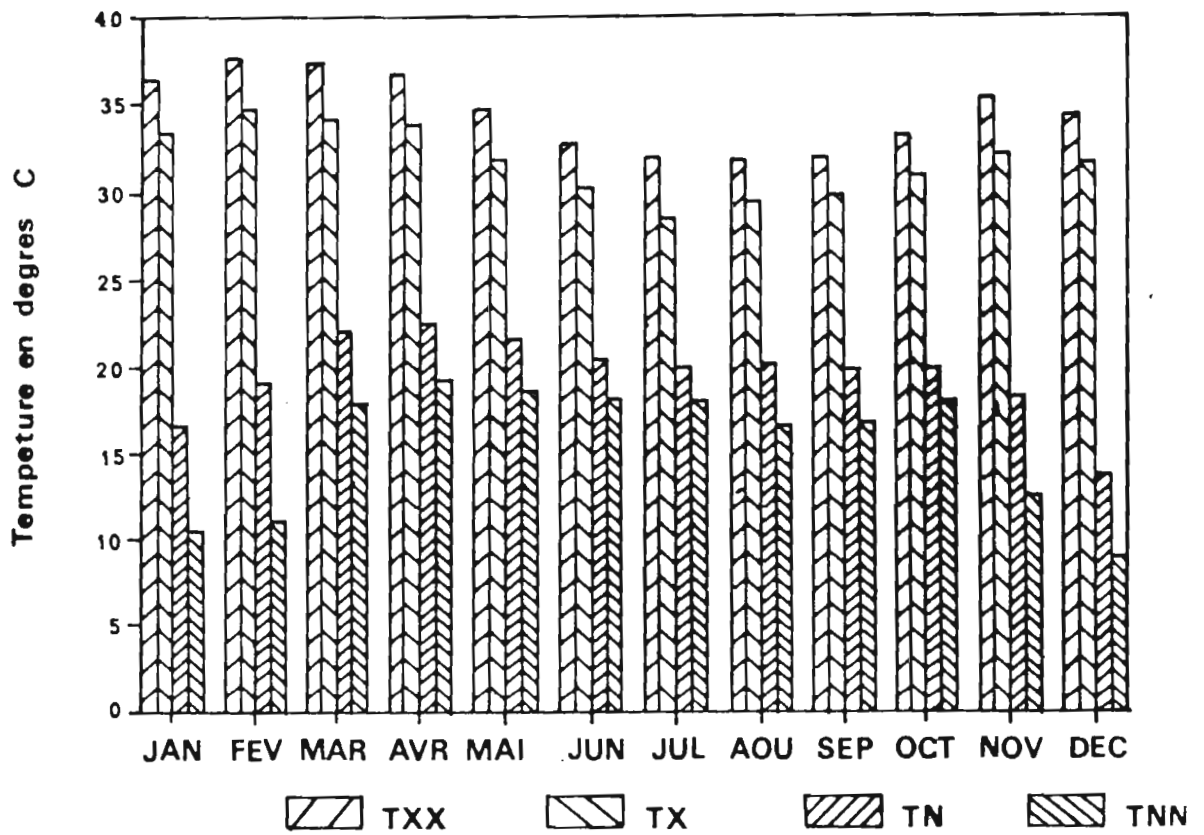


Fig. 10 : Temperatures extremes mensuelles

Source : CHEVALLIER et al., 1987

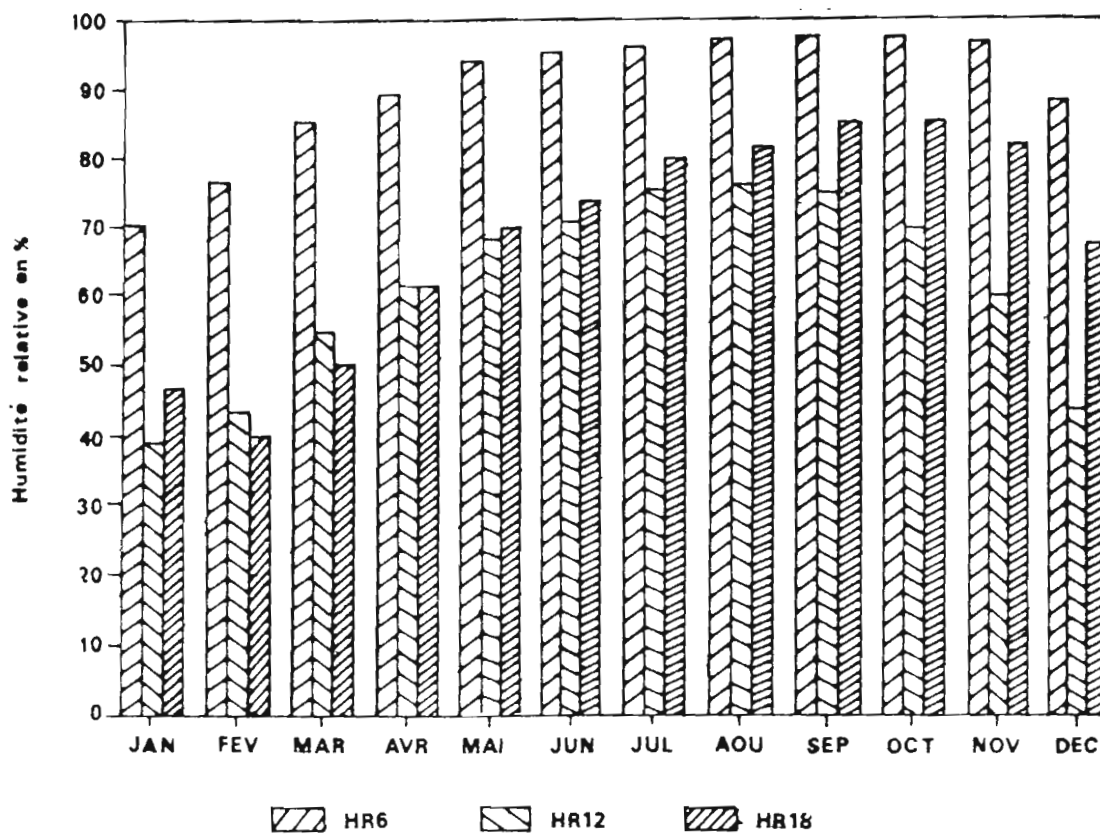


FIG. 11 : HUMIDITES RELATIVES MOYENNES MENSUELLES  
à 6, 12 et 18 heures

Source : CHEVALLIER et al, 1987

### 3. Hydrographie

Un seul cours d'eau draine le bassin dans le sens NO-SE. C'est un affluent de la Séné qui rejoint la Féré Dougouba (ou Bagbè), principal tributaire nord-ouest du fleuve Sassandra (fig. 2). En saison sèche, il tarit de janvier à mars et seules quelques mares subsistent çà et là.

### 4. Géologie

L'étude géologique réalisée par KOUAKOU (1986) (fig. 12) révèle la présence de :

- gneiss migmatitique à biotite,
- gneiss migmatitique à hypersthène,
- pyroxéno-amphibolite plagioclasique.

Le gneiss migmatitique à biotite est caractérisé par sa pauvreté en ferromagnésiens ; ce qui rend la roche claire, à blanc-grisâtre ; sa granulométrie est moyenne et le litage bien visible. Le feldspath potassique est reconnaissable par sa couleur rose.

Le gneiss migmatitique à hypersthène est, à l'affleurement, mésocrate, gris foncé avec des plages brun-verdâtres ; il est localement riche en ferromagnésiens et de granulométrie moyenne. Son litage très plissé est net.

La pyroxéno-amphibolite est mélanocrate. Sa granulométrie est fine à moyenne. A l'affleurement, la roche est orientée ou non. Elle est très riche en ferromagnésiens qui se présentent en tâches.

La présence de ces différents faciès fait de la zone d'étude une région de métamorphisme. Par manque de minéraux indicateurs, l'intensité du métamorphisme est difficile à préciser.

### 5. Géomorphologie

FRISTCH, PLANCHON et BOA (1986) ont dégagé les traits essentiels de la géomorphologie (fig. 13).

A l'échelle régionale, les plateaux cuirassés (altitude moyenne, 475 m) sont des témoins du niveau Haut Glacis (ESCHENBRENNER, 1969, 1978 ; ESCHENBRENNER et GRANDIN, 1970) qui constitue un repère morphologique majeur. De plus grande dimension au nord-ouest, ils sont parfois raccordés par une courte pente concave au relief de commandement guinéen. Ces témoins sont alignés suivant une direction SE-NO, parallèle à l'orientation du réseau hydrographique.

A l'échelle du bassin, il existe quatre plateaux cuirassés qui ont une extension limitée et sont démantelés à leur périphérie.

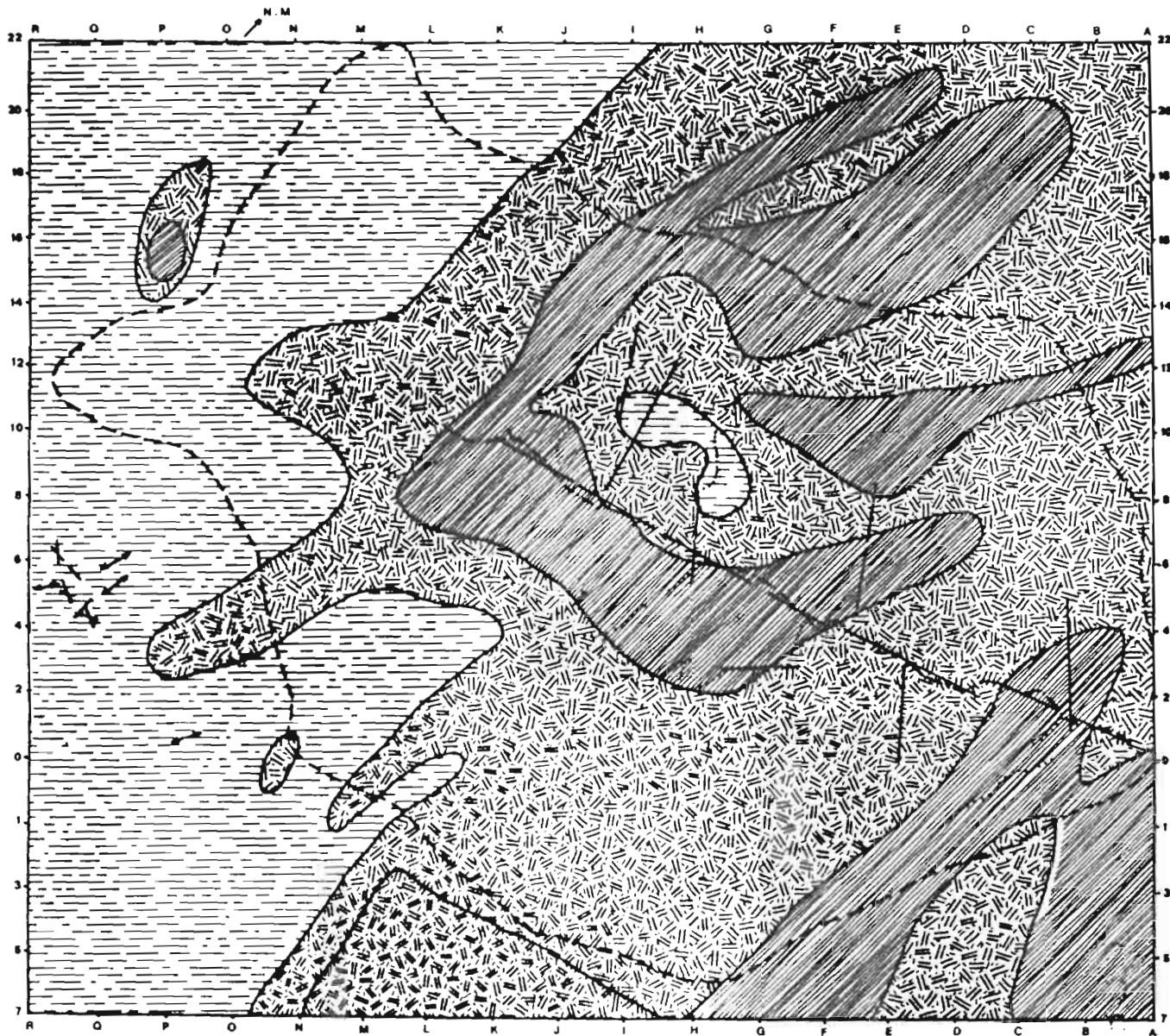
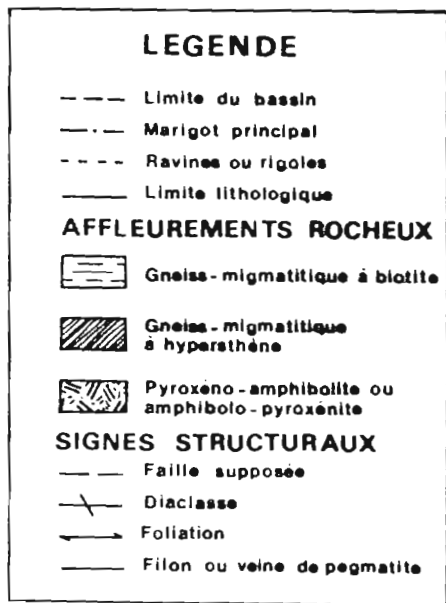
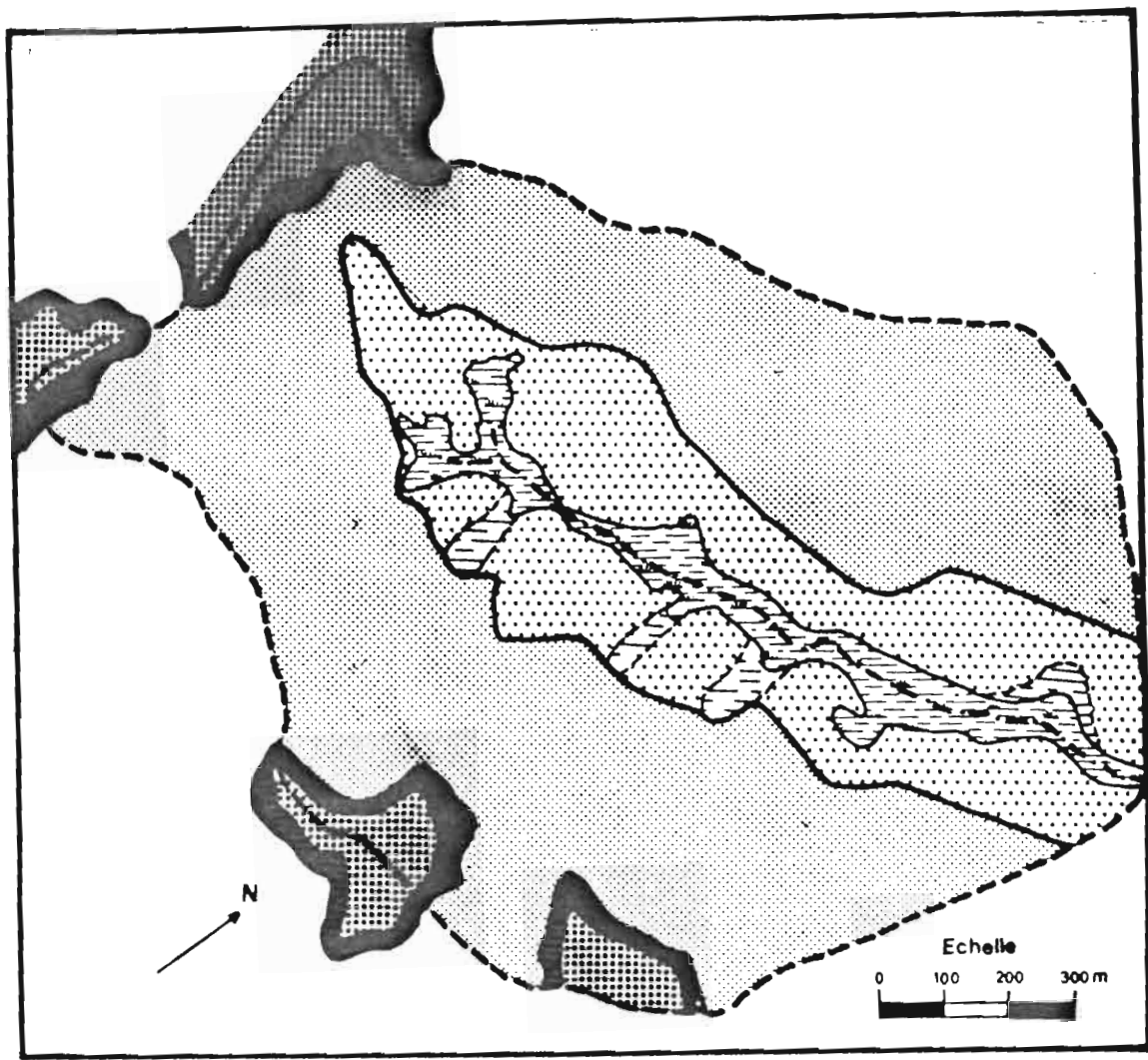








FIG. 12 : ESQUISSE GEOLOGIQUE DU BASSIN DE BOORO

Source : N'DA DANIEL , 1986

A L'ECHELLE de 1/2500°



- (1)  Plateau cuirassé (pente 2%)
- (2)  Talus (pente concave 40%)
- (3)  Haut de versant (pente rectiligne 2%)
- (4)  Bas de versant : (pente convexo-concave 5%)
- (5)  Dépressions aval (pente max concave 40%)
- (6)  Bas fond (pente 6%)

 Limite de partage des eaux du bassin  
 Marigot

N.B. La transition entre (3) et (4) correspond à la rupture de pente de la mi-versant. Dans les cas extrêmes, cette rupture de pente peut être à peine marquée ou à l'inverse, être relayée à l'aval par un talus à forte pente

Fig. 13 : La géomorphologie du bassin versant de Booro Borotou  
 (Source: FRITSCH, PLANCHON et BOA ,1986 )

Ils sont allongés et alignés suivant deux directions (N-NO et E-SE) qui coïncident avec celles définies par les structures lithologiques profondes. Le haut de versant se présente comme une surface plane à pente faible. Raccordé au Haut Glacis par un talus concave à pente généralement forte, il est limité à l'aval par une légère rupture de pente où affleure en discontinuité une cuirasse. Ce haut de versant est généralement attribué au Moyen Glacis (ESCHENBRENNER, 1978).

Il est relayé à l'aval soit par un bas de versant convexo-concave (rupture de pente de mi-versant peu marquée) soit par une grande dépression (rupture de pente souvent marquée par un rebord cuirassé) qui se raccorde progressivement au bas fond lequel s'observe en discontinuité à l'amont du bassin avec de nombreuses digitations.

## 6. Sols

L'étude des sols du bassin réalisée par BOA et CAMARA (1984) permet de distinguer quatre classes de sols suivant le CPCS (version 1967). Ces classes sont :

- la classe des sols minéraux bruts ;
- la classe des sols peu évolués ;
- la classe des sols hydromorphes ;
- la classe des sols ferrallitiques.

Dans la classe des sols minéraux bruts, les sols appartiennent à la sous-classe des sols minéraux bruts non climatiques, au groupe des sols minéraux bruts d'érosion et au sous-groupe des lithosols et, enfin, à la famille des gneiss migmatitiques.

Dans la classe des sols peu évolués, deux sous-classes ont été reconnues

- la sous-classe des sols peu évolués non climatiques où le groupe est celui des sols d'apport colluvio-alluviaux, le sous-groupe hydromorphe et, enfin, la famille celle des sols colluvio-alluviaux ;
- et la sous-classe des sols peu évolués humifères où le groupe est celui des rankers, le sous-groupe à mull et, la famille celle des gneiss migmatitiques.

Dans la classe hydromorphe, les sols correspondent à la sous-classe des sols hydromorphes peu humifères ou de sols minéraux bruts, au groupe à pseudogley, au sous-groupe à pseudogley de surface et, enfin, à la famille des colluvio-alluviaux.

Les sols ferrallitiques sont très largement représentés sur le bassin. Ils regroupent plus de 95 % des sols observés. Les quatre groupes (remanié, rajeuni, appauvri et typique) de la classe ferrallitique ont été reconnus. Les sous-groupes sont pour :

- le groupe remanié :
  - . modal ;
  - . induré ;
  - . appauvri ;



- . rajeuni ;
- le groupe rajeuni :
- . avec érosion et remaniement ;
- le groupe appauvri :
- . modal,
- . hydromorphe ;
- le groupe typique :
- . modal ;
- . rajeuni ;
- . remanié.

La famille des sols ferrallitiques est essentiellement gneissique. Leurs caractéristiques morphologiques et physiques sont identiques à celles déjà mentionnées par CAMARA (1983).

Les différents types de sols reconnus se sont développés dans des matériaux rouge violacé, rouge foncé, ocre et beige comme on peut le remarquer sur la fig. 14.

## 7. Végétation

Les grands types de formations végétales qui ont été différenciés par VALENTIN, FRITSCH et PLANCHON (1986) puis précisés par MITJA (1987) (fig. 15) sont fondés sur la présence ou l'absence de strate herbacée, sur la densité et la hauteur des ligneux. Ces travaux permettent de distinguer une évolution générale de la végétation liée à la topographie, même si, dans le détail, cette évolution souffre de nombreuses exceptions dues, pour la plupart, à une origine anthropique (jachère, feux...). On reconnaît sur le bassin versant les formations végétales suivantes :

- Savanes de plateau : le couvert végétal s'organise en auréole autour d'une mare temporaire (endoréisme dû à l'affaissement pseudo-karstique du centre des plateaux cuirassés). Cette végétation de bowal est constituée d'herbacées aquatiques qui occupent la mare temporaire, et de savane arbustive dense à sa périphérie ;
- Savane boisée : elle se compose d'une strate herbeuse assez discontinue, d'une voûte ligneuse, dense et haute. Ce type de couvert se limite au versant supérieur de la rive gauche du bassin, en aval ; cette zone correspond à une pente très peu marquée ;
- Savane arbustive : le couvert herbacé est dense et quasi continu. Il est surtout constitué d'andropogonées (*Andropogon gayanus*). Cette formation occupe surtout l'amont du versant de la rive droite ; elle correspond également au talus des plateaux cuirassés, et à la rupture de pente du mi-versant ; par endroits, elle s'individualise en îlots ;
- Savane arbustive claire : alors que le couvert ligneux est nettement moins dense que dans la formation précédente, la strate herbacée comprend essentiellement des graminées de types cespiteux. Il s'agit d'herbacées en touffes denses dont les entre-noeuds inférieurs sont très courts ; ces plantes vivaces sont particulièrement bien

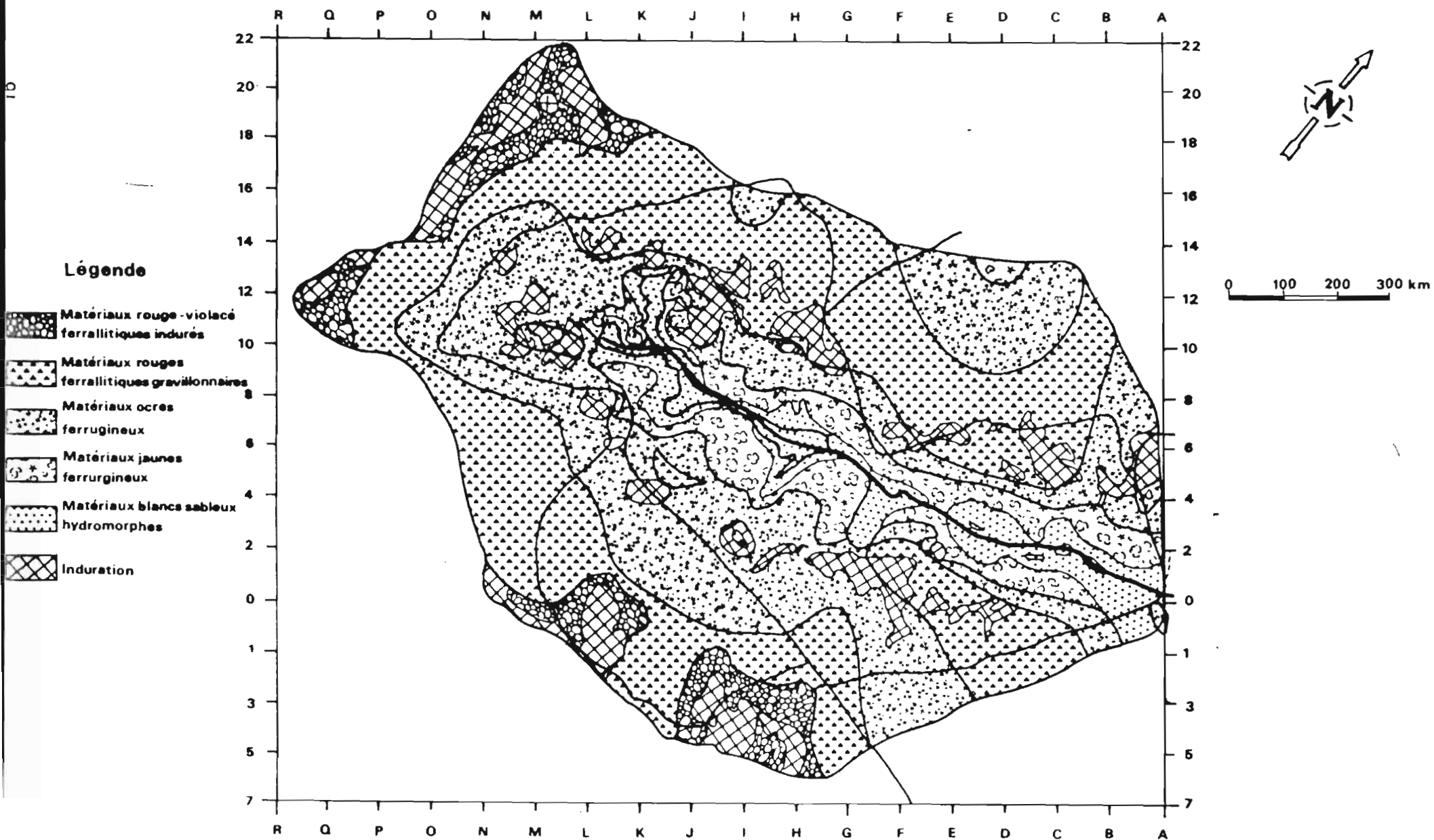


FIG. 14 : CARTE DES MATERIAUX

Source : FRITSCH, PLANCHON et BOA, 1986

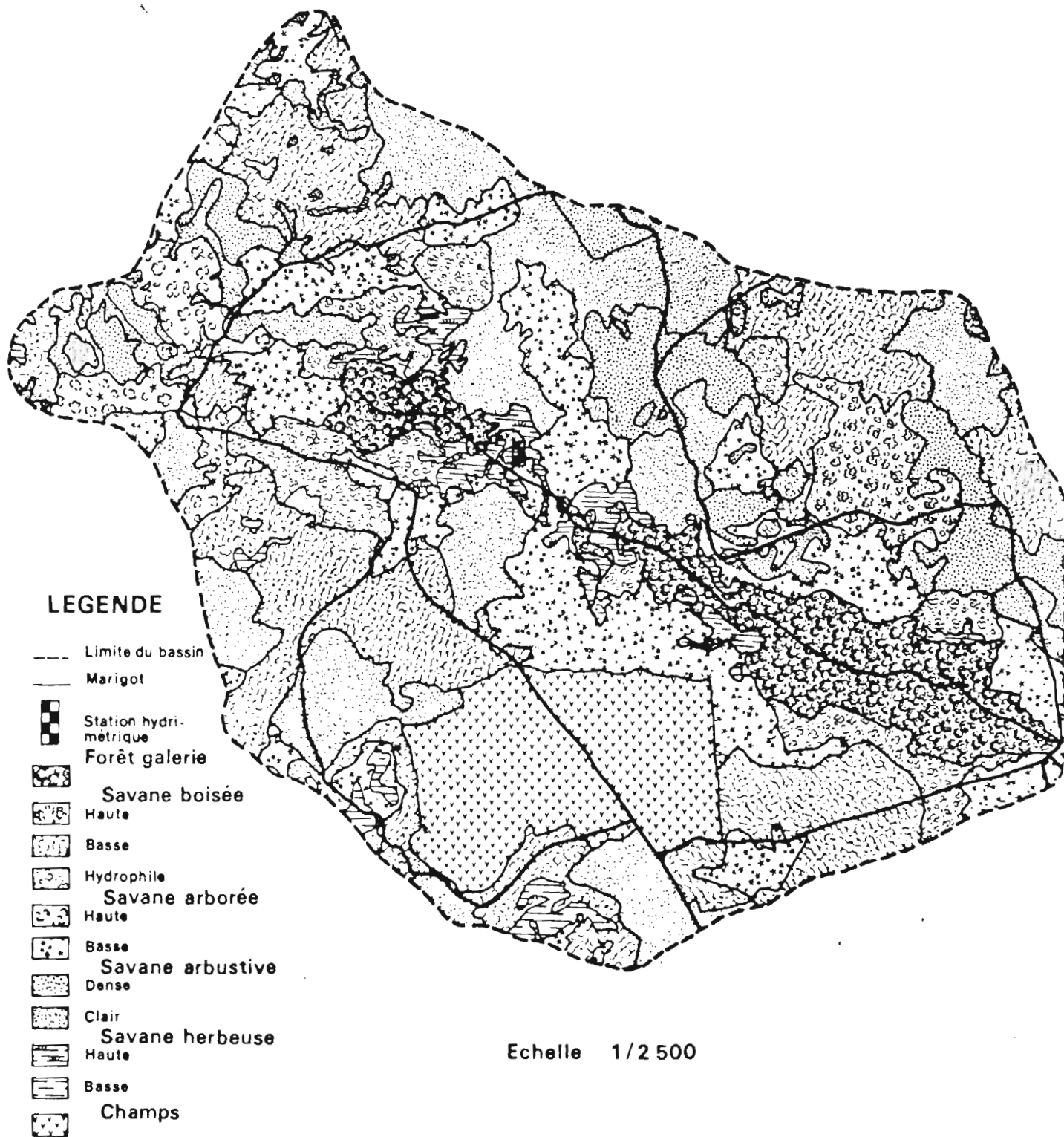


Fig.15 : Formations végétales et occupation des sols  
(Source , MITJA , 1987 )

adaptées à la protection contre le feu (DESCOINGS, 1975). Cette formation occupe principalement la partie inférieure du versant ;

- Savane boisée hydrophile : cette formation à couvert arboré dense flaque la forêt galerie en aval du bassin ; le sous-bois est constitué de graminées et de fougères ;
- Galerie forestière : ce type de formation qui comprend des espèces ligneuses de forêt dense humide (MENAUT, 1985) est discontinue ; elle n'occupe que les berges du cours d'eau à l'aval du bassin et en amont ;
- Savane herbeuse : pratiquement dépourvue d'arbres et d'arbustes, cette formation est presque exclusivement constituée de grandes herbes (*Panicum phragmitoides*, *Andropogon tectorum*) ;
- Jachères et champs : d'étendue assez limitée, les parties du bassin mises en culture ou laissées en jachère, se localisent à l'amont des versants.

## 8. Faune

Les animaux observés dans la région se répartissent, selon la taille, en macrofaune et en mésofaune.

### 8.1. Macrofaune

Les animaux qui composent la macrofaune sont essentiellement les antilopes (familles des *Bovidés* et sous-famille des *antilopinés*), les céphalopes (famille des *Bovidés*, sous famille des *céphalopinés*), les aulacodes (*Thiryonomys swinderianus*), les porc-épics (*Hystrix cristata*), les rats (*Cricetomys gambianus*). Dans le village, les animaux domestiques, composés de caprins et de volailles, sont élevés sous la forme traditionnelle d'élevage de case.

### 8.2. Mésofaune

La mésofaune se compose de vers de terre (genre *Lumbricus*), de fourmis (*Hymenoptère formicidae*), les termites (les *Isoptères*). LEPAGE et TANO (1986) ont étudié les termites du bassin versant. Ils ont mis en évidence l'existence sur le bassin de termitières de *Macrotermes bellicosus*, de *Cubitermes* et de *Trinervitermes* essentiellement sous savane herbeuse et sous savane arbustive dense.

## B. MILIEU HUMAIN

BOORO-BOROTOU est un village de l'ethnie mahou du groupe malinké. Trois cents habitants issus d'une trentaine de familles constituent l'essentielle de la

population. La région est peu peuplée avec une densité d'environ 10 habitants au kilomètre carré.

Tous les chefs de famille dont la moyenne d'âge se situe entre 45 et 55 ans, sont mariés. Leurs épouses, généralement plus jeunes, ont une moyenne d'âge de 30 à 40 ans. Les jeunes (de 10 à 30 ans) constituent plus du tiers de la population.

L'ensemble des habitants est autochtone. L'absence d'allogènes établis de façon définitive dans le village se comprend aisément quand on sait que :

- KORO, chef-lieu de sous-préfecture, situé seulement à 15 km au nord de BOORO-BOROTOU, est un village de taille plus importante qui offre quelques infrastructures plus attrayantes ;
- le périmètre maraîcher de la SODEFEL, également proche (15 km au sud), présente quelques possibilités d'embauche de main-d'oeuvre temporaire ;
- la ville de TOUBA, chef-lieu de département, qui se trouve à 25 km au sud, offre des infrastructures d'accueil et des possibilités d'emplois dans divers domaines ;
- le complexe sucrier de BOROTOU-KORO (SODESUCRE), véritable pôle économique d'attraction locale, est à peine à 40 km au nord.

L'activité principale des villageois est l'agriculture. Et cette agriculture est pratiquée par une main-d'oeuvre familiale qui se compose du chef de famille, de son (ou ses) épouse(s), de ses frères et/ou cousins et des enfants.

La population, dans sa totalité, est musulmane. Mais, la pratique de cette religion ne semble pas incompatible, avec des rites ancestraux. En effet, avant la mise en valeur d'une nouvelle parcelle, les paysans vont, au préalable, consulter les devins et offrir des sacrifices aux ancêtres pour solliciter de ceux-ci des bénédictions afin que la récolte soit bonne.

La pression foncière n'existe pas dans la région. Dans le village, la terre appartient à la communauté villageoise même si la génération actuelle continue de cultiver les mêmes parcelles que leur père ou grand-père. Pour occuper une nouvelle portion de terre, autre que celle de ses ancêtres, le paysan informe simplement le chef du village. Et sans aucune contribution, il peut commencer à exploiter sa nouvelle parcelle.

Dans le village, on note la présence d'un moniteur de la CIDT qui encadre les paysans qui s'adonnent à la culture du coton. Les autres cultures ne font l'objet d'aucun encadrement.

Le village, accessible par la voie bitumée reliant TOUBA à ODIENNE, profite de trois marchés qui se tiennent une fois par semaine. Il s'agit du marché du village lui-même qui se tient chaque lundi, de celui de KORO chaque jeudi et, enfin, celui de TOUBA chaque samedi.

Dans ces marchés, les villageois se ravitaillent et vendent une partie des produits de leur récolte (riz, arachide, igname, haricot...).

Le village est équipé d'une pompe (eau potable) et d'une école primaire de trois classes. Les villageois malades peuvent se faire soigner au village à partir des feuilles ou d'écorces ou encore de racines d'arbres dont les vertus thérapeutiques sont

connues. Ils peuvent aller au dispensaire de KORO ou à l'hôpital de TOUBA.

La facilité d'accès du village rend aisé son ravitaillement en produits de toute nature. Les paysans se déplacent généralement en automobile pour se rendre en ville ou dans un autre village. Certains font le trajet à mobylette ou à bicyclette. Les voyageurs à pied sont plutôt rares.

## DEUXIEME PARTIE : SYSTEMES DE CULTURE

### INTRODUCTION

Cette partie du travail, consacrée aux systèmes de culture de BOORO-BOROTOU, comporte deux grandes subdivisions :

- la première subdivision concerne l'enquête agricole : il s'agit d'amener les paysans à préciser la connaissance qu'ils ont de leur milieu, sur les systèmes de culture qu'ils pratiquent, et d'en évaluer les contraintes et les potentialités ;
- la deuxième subdivision se rapporte à l'étude des cultures pratiquées sur le bassin versant qui, par ailleurs, fait l'objet d'études pluridisciplinaires (hydrologie, géologie, botanique, pédologie). Des contrôles ont été effectués et des paramètres suivis au cours du cycle cultural, depuis le semis jusqu'à la récolte.

### A. MATERIELS ET METHODES

#### 1. Méthode d'enquête

L'enquête menée en 1985 suivant le schéma défini par MUTSAERS et al., publié en 1986, est orientée vers :

- les caractéristiques socio-économiques : elles ont concerné les données socio-démographiques, l'organisation sociale de l'activité agricole, les problèmes de main-d'oeuvre et d'exode rural ;
- les activités agricoles : elles ont porté essentiellement sur les cultures du village, les techniques culturales, les tâches agricoles, l'organisation spatiale des champs, les activités post-récolte... ;
- les contraintes: les problèmes climatiques, biologiques, pédologiques et socio-économiques ont été examinés;
- les potentialités : il s'est agit de dégager les possibilités qui s'offrent aux paysans de BOORO-BOROTOU pour rentabiliser leur activité principale, l'agriculture.

## 2. Etude des cultures en place

Les champs des deux familles qui exploitent le bassin versant ont servi de lieu d'étude des cultures en place. Cette étude qui porte sur l'ensemble des cultures pratiquées n'a pas tenu compte du passé cultural des différentes parcelles (agriculture itinérante). Elle a été réalisée à l'intérieur des placettes au cours du cycle cultural de 1986.

### 2.1. Choix des placettes

Des contrôles sur les cultures ont été réalisés au niveau des placettes (unité spatiale de contrôle). L'emplacement de ces placettes est déterminé par le point de chute d'un morceau de bois jeté au hasard. La taille et le nombre des placettes dans une culture donnée sont fonctions de l'importance de la surface occupée par cette culture sur le bassin et de sa densité de peuplement. Plus la culture est dense, plus la placette a une taille réduite. Dans ce cas, le nombre de répétitions est élevé. Plus sa densité est faible, plus la placette a une grande taille comme cela apparaît sur le tableau 1.



Tableau 1 : NOMBRE ET SUPERFICIE DES PLACETTES DANS LES CULTURES PRATIQUEES SUR LE BASSIN VERSANT.

Cultures	Nombre de placettes	Surface de la placette (m <sup>2</sup> )	Mètre linéaire de la placette	Observations
Riz	63	1		Les placettes concernent les cultures pures de riz.
Arachide	39	1		Au cours du même cycle cultural l'arachide est cultivée en premier suivie directement par le haricot.
Haricot	39	1		
Igname	12	25		
Manioc	6	25		La longueur du cycle du manioc n'a pas permis le suivi jusqu'à la récolte.
Patate douce	6	16		
Maïs	4	1		Par manque de semence, une partie de la portion réservée à l'arachide a été semée en maïs.
Coton	4		10	Le mètre linéaire a été utilisé en raison de la culture du coton sur billon.

## 2.2. Contrôles dans les placettes

A l'intérieur d'une placette, on procède à un comptage systématique de tous les pieds pour estimer les densités. Les plants qui sont suivis pour quantifier la croissance sont repérés sur le terrain. Ainsi, dans les différentes placettes, 5 pieds de riz/m<sup>2</sup>, 10 d'arachide/m<sup>2</sup>, 8 de haricot/m<sup>2</sup>, 25 de manioc/25m<sup>2</sup> (soit 1 pied/m<sup>2</sup>) et 9 de coton par mètre linéaire sont suivis. Lors de la mesure de la croissance des plants, on note également le taux d'enherbement des placettes et l'état sanitaire des cultures (tâches foliaires, pieds nécrosés...).

## 2.3. Calendrier des travaux

Pour dresser le calendrier des travaux, il a fallu suivre quotidiennement

les tâches exécutées dans les champs. On prend soin de noter le sexe (masculin ou féminin) et l'âge (vieux, adulte, enfant) des intervenants. On précise le temps mis pour exécuter une tâche donnée (par exemple le sarclage d'un hectare de riz).

#### 2.4. Calage des cultures

La pluviosité est l'élément déterminant et souvent limitant pour le développement des cultures annuelles et l'obtention de bons rendements. Bien plus que la quantité totale d'eau reçue, c'est la répartition de la pluie au cours de l'année, et plus précisément, au cours de la saison culturale, qui va moduler le rendement (LHOMME et MONTENY, 1980). Disposant des données quotidiennes des variables climatiques (pluie, évapotranspiration, insolation...) et des dates de semis des diverses cultures du bassin versant, nous verrons ultérieurement si les paysans ont semé ou planté à des périodes favorables.

#### 2.5. Profils cultureux

Le profil cultural est l'ensemble constitué par la succession des couches de terre, individualisées par l'intervention des instruments de culture, les racines des végétaux et les facteurs naturels réagissant à ces actions (HENIN, GRAS et MONNIER, 1969).

L'examen du profil cultural permet de mettre en évidence d'une part, les effets des opérations culturales, d'autre part, les relations qui existent entre l'enracinement et l'état physique du sol.

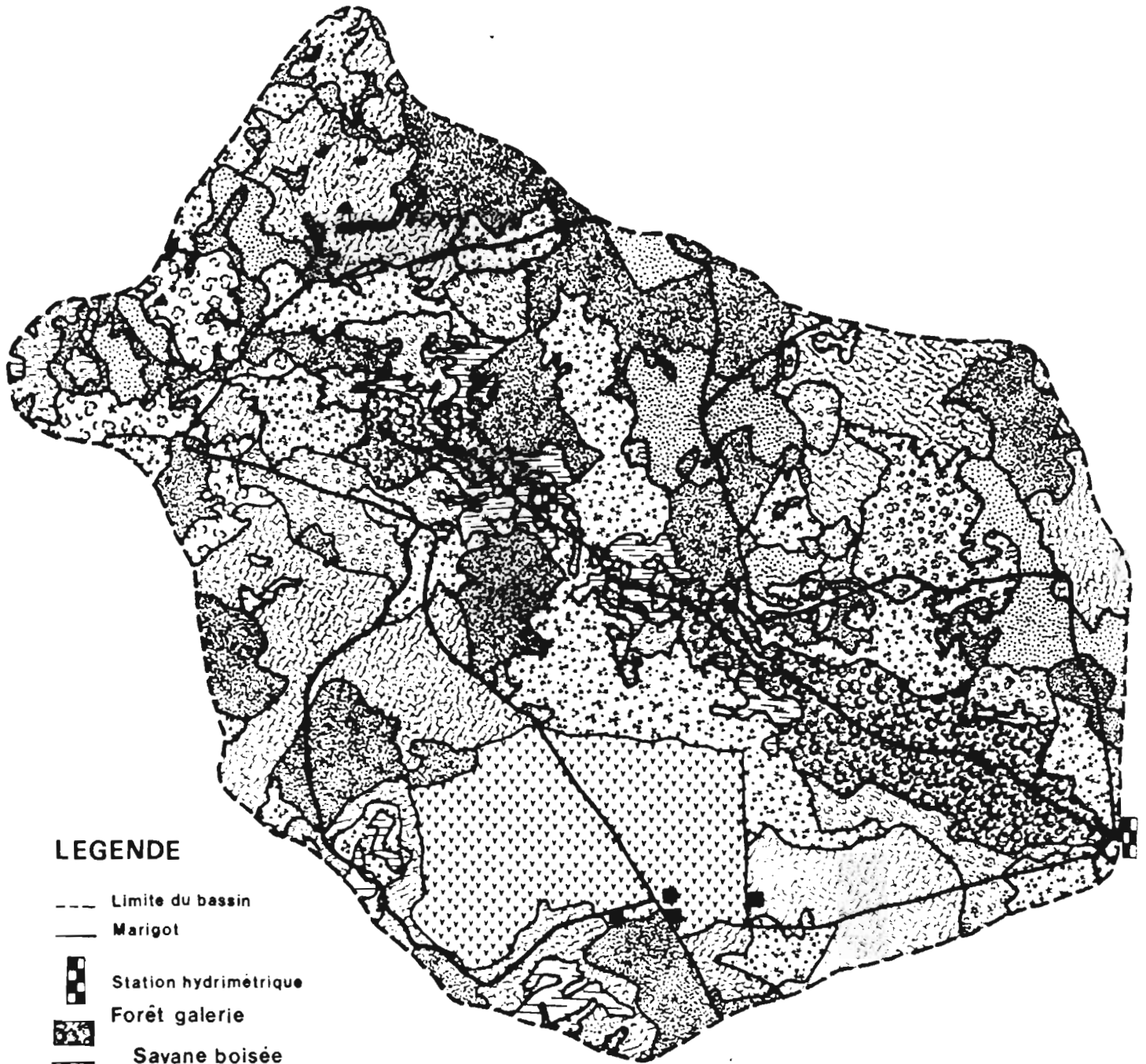
Les règles de description d'un profil cultural ont été élaborées par certains auteurs parmi lesquels on peut citer MANICHON (1982 & 1985), GAUTRONNEAU (1985), DE BLIC (1987), GAUTRONNEAU et MANICHON (1988).

Les profils cultureux du riz, de l'arachide et du manioc ont été implantés à la maturation de ces cultures afin de ne pas endommager outre mesure les champs des paysans. Les règles de description de MANICHON (1982) ont été utilisées.

#### 2.6. Analyses de sol

Les sols mis en culture sur le bassin versant et qui ont fait l'objet d'analyses physico-chimiques se situent en amont du bassin versant.

Les prélèvements pour les analyses ont été effectués sur une référence de savane naturelle (jamais mise en valeur), sur des parcelles de riz, d'arachide et de manioc (fig. 16). Ils ont porté sur des tranches de sol de 10 cm en 10 cm sur une profondeur totale de 50 cm. Et ils ont été faits à la récolte des cultures. Nous pensons



### LEGENDE

- Limite du bassin
- Marigot
- Station hydrométrique
- Forêt galerie
- Savane boisée Haute
- Basse
- Hydrophile
- Savane arborée Haute
- Basse
- Savane arbustive Dense
- Clair
- Savane herbeuse Haute
- Basse
- Champs
- Sites de prélèvement d'échantillons pour analyses

Echelle : 1/2500

**FIG.16 : EMLACEMENT DES SITES DE PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS POUR ANALYSES**

qu'une détermination satisfaisante des éléments minéraux nécessaires à la nutrition des plantes est possible sur une profondeur totale de 0-50 cm. Les échantillons de sols analysés sont composites. En effet, il s'agit d'un mélange de plusieurs échantillons prélevés à la même profondeur en divers points des environs immédiats des sites de simulation de pluie.

## 2.7. Rendements et leurs composantes.

La notion de rendement reçoit différentes acceptions suivant les préoccupations. Du point de vue agricole, le rendement est considéré comme la quantité de produits utiles, rapporté à l'unité de surface (FLEURY, 1974). Et les composantes du rendement concernent les différents organes qui contribuent à fixer la valeur du rendement et dont le produit des valeurs prises permet d'obtenir le rendement (SEBILLOTTE, 1975).

Dans le cadre de notre travail, nous nous sommes intéressés au rendement et à ses composantes pour les cultures de riz, d'arachide, de haricot, de patate douce et d'igname.

Les composantes du rendement servent non seulement à expliquer le niveau du rendement atteint mais apparaissent aussi comme des révélateurs des effets des relations entre éléments du système étudié (sol-plante-climat).

## 2.8. Analyses statistiques

Pour le traitement des données recueillies au niveau des différentes placettes, deux tests ont été utilisés :

- le test de comparaison et l'intervalle de confiance du rapport de deux variances. Il est fondé sur les distributions F de SNEDECOR. Le résultat obtenu est, selon DAGNELIE (1970) :
  - \* significatif si l'erreur-standard (a) est inférieur à 0,05 ;
  - \* hautement significatif si l'erreur-standard (a) est inférieur à 0,01 ;
  - \* très hautement significatif si l'erreur-standard (a) est inférieur à 0,001 ;
- le test des comparaisons multiples de moyennes. Il s'agit de savoir parmi les moyennes considérées celles qui diffèrent significativement. La méthode de NEWMAN et KEULS a été utilisée pour résoudre ce problème. Cette méthode selon DAGNELIE (1970), est fondée sur la comparaison multiple des amplitudes observées pour des groupes de deux, trois... p moyennes, avec l'amplitude maximum attendue à un niveau de signification donnée (NEWMAN, 1939 ; KEULS, 1952).

Les différences statistiques observées aussi bien entre les variétés qu'entre les champs ne sont pas dues à l'historique ou l'hétérogénéité des sols.

## B. RESULTATS

### 1. Principaux résultats de l'enquête

#### 1.1. Données socio-économiques

##### 1.1.1. Caractéristiques socio-démographiques

La situation matrimoniale des exploitants agricoles est synthétisée selon la répartition indiquée dans le tableau 2 .

Tableau 2 : SITUATION MATRIMONIALE DES CHEFS DE FAMILLE DE BOORO-BOROTOU.

Etat matrimonial	Nombre de chefs de famille
Mariés à une épouse	23
Mariés à deux épouses	8
Marié à trois épouses	1

La monogamie est presque la règle pour des raisons économiques. Mais le souhait des chefs d'exploitation est d'avoir plusieurs épouses.

##### 1.1.2. Organisation sociale et technique de l'activité agricole.

Au plan social, les exploitations comprennent un chef d'exploitation et une main-d'oeuvre familiale. Le travail agricole est organisé selon certains principes sociaux dont la forme varie selon le type de société considéré. A BOORO-BOROTOU, certains travaux se font exclusivement soit par l'homme, soit par la femme ou par les enfants. Le manque de main-d'oeuvre amène certains (hommes ou femmes) à faire tous les travaux eux-mêmes.

Le tableau 3 donne une idée de la répartition des tâches. L'examen de ce tableau permet de dire que :

- les hommes font le défrichage pour toutes les cultures et les buttes pour l'igname. Le semis, les traitements, le transport et la commercialisation du coton relèvent des hommes ;
- les femmes réalisent le ramassage, le brûlis, le désherbage, la récolte, le transport et la commercialisation des cultures vivrières. Ce qui

confirme le rôle important qu'occupent les femmes dans l'agriculture traditionnelle orientée essentiellement vers les cultures vivrières. En effet, elles sont les actrices principales de la production vivrière (AFFOU, 1982) ;

- les enfants, de plus en plus scolarisés, participent de moins en moins aux travaux champêtres.

Tableau 3 : REPARTITION DES TACHES AGRICOLES ENTRE LES HOMMES, LES FEMMES ET LES ENFANTS

TRAVAUX	HOMMES	FEMMES	ENFANTS
<b>RIZ (associé aux légumes, maïs et manioc)</b>			
Défrichage	+++	+	-
Ramassage - brûlis	+	++	+
Semis-labour	+++	+	-
Désherbage	+	++	+
Surveillance	+	+	++
Récolte	+++	+	-
Transport	+	+++	-
Commercialisation	+	+++	-
<b>IGNAME</b>			
Défrichage	+++	-	-
Ramassage-brûlis	-	+++	+
Buttage	+++	-	-
Plantation	+++	-	-
Désherbage	-	+++	+
Récolte	+++	-	-
Transport	+	+++	-
<b>COTON</b>			
Semis	+++	-	-
Traitements	+++	-	-
Désherbage	+	++	+
Récolte	++	++	+
Transport	+++	+	-
Commercialisation	+++	-	-
<b>LEGUMES</b>			
Semis	+	+++	-
Désherbage	+	++	+
Récolte	+	++	+
Transport	-	+++	-
Commercialisation	-	+++	-

(-) Rôle non significatif, (+) Contribution relative 25 %

(++) Contribution relative 50 %, (+++) Contribution relative 75%.

La main-d'oeuvre est présente dans les 32 exploitations du village. Mais son importance numérique varie d'un exploitant à un autre (tableau 4).

Tableau 4 : REPARTITION DE LA MAIN-D'OEUVRE FAMILIALE

Classe de main d'oeuvre	Exploitants concernés	Nombre de main-d'oeuvre par classe	Moyenne par exploitant
1 à 3	12	34	2,83
4 à 6	13	65	5
7 à 9	7	55	7,8
Moyenne d'actifs familiaux			4,8

A l'analyse approfondie du tableau 4, on s'aperçoit que plus de la moitié des exploitants sont en deçà de la moyenne générale de la main-d'oeuvre familiale (4,8), tandis que plus du cinquième possède près du double de cette moyenne. Le tableau 5 récapitule les données sur la superficie et la main-d'oeuvre.

Tableau 5 : RECAPITULATION DES DONNEES SUR LA SUPERFICIE ET LA MAIN-D'OEUVRE.

Nombre d'exploitants	Classe de superficie (ha)	Cumul de superficie (ha)	Pourcentage du cumul de superficie (%)	Effectif de main-d'oeuvre concernée	Effectif de main-d'oeuvre par exploitation	Effectif de main-d'oeuvre par hectare
14	1 à 4	34,05	25	66	4,71	1,93
16	4 à 8	87,00	63	76	4,75	0,87
2	8 et plus	17,00	12	12	6	0,70

Le nombre d'actifs familiaux (ou main-d'oeuvre familiale exerçant effectivement dans les exploitations) dépend de l'importance de la superficie mise en valeur. En effet, le coefficient de corrélation entre ces deux variables est très faiblement significatif ( $r = 0,3488$ ).

L'inégalité constatée dans la répartition de la main-d'oeuvre familiale paraît plutôt liée à la disponibilité de cette force de travail au sein de chaque famille et la capacité des chefs d'exploitation à sa mobilisation.



Au moment de l'enquête (1985), la superficie totale des parcelles détenues par les exploitants s'élevaient à 139 ha. Sur ce total, 138,05 ha (soit 99,3 %) étaient occupés par des cultures pendant 3 ans en moyenne.

### **1.1.3. Mouvement coopératif**

Il existe dans le village des groupements de jeunes gens et de jeunes femmes qui se consacrent, entre autres activités, au semis-labour du riz, au buttage de l'igname, au désherbage et à la récolte du riz et du coton. Les rémunérations perçues servent généralement à entreprendre des actions d'intérêt communautaire.

### **1.1.4. Crédits agricoles**

Les paysans n'offrant, vis-à-vis des institutions bancaires, aucune garantie (agriculture itinérante), ne contractent pas de prêts auprès de celles-ci, en particulier la BNDA. En cas de difficulté, ils empruntent mutuellement de l'argent dans le village même. Il convient de signaler que ces emprunts servent exclusivement pour des funérailles, des mariages, des baptêmes, des fêtes religieuses etc.

### **1.1.5. Exode rural**

L'exode rural est marqué dans le village. Les principales villes d'immigration sont ABIDJAN, SAN-PEDRO, DALOA et MAN. La plupart des jeunes restés au village n'attendent qu'une occasion propice pour s'en aller eux-aussi. Les raisons évoquées sont généralement de deux ordres :

- apprendre un métier,
- échapper à l'autorité parentale jugée trop rigide.

Ces départs qui concernent plus de 50 % des jeunes posent des problèmes de main-d'oeuvre dans certaines familles.

## **1.2. Activités agricoles**

### **1.2.1. Critères de choix de la parcelle**

Les paysans se fondent sur deux critères principaux pour le choix d'une nouvelle parcelle : il s'agit de l'aspect de la végétation, de la texture et la couleur du sol.

### a) La végétation

L'aspect de la végétation est pris en compte par tous les paysans. Des herbes et des arbres de grande taille, au feuillage vert, sont des indicateurs de sols de très bonnes potentialités.

Cette appréciation favorable n'est pas faite à partir des plantes adventices (comme par exemple *Imperata* sp.) qui, au contraire, poussent sur des "sols fatigués" devant être abandonnés en jachère. La vigueur des autres espèces d'herbacées, des arbustes et des arbres est déterminante pour juger de la productivité future d'une nouvelle parcelle. Pour les paysans, la productivité d'une zone sera médiocre si, au départ, les arbustes et les arbres qu'elle porte sont rabougris.

### b) La texture et la couleur du sol

Les potentialités agronomiques des sols diffèrent en fonction de la texture et de la couleur. Les paysans distinguent :

- les sols sableux de couleur gris clair : généralement situés non loin des cours d'eau, ces sols ont des potentialités agronomiques médiocres ;
- les sols sableux à sablo-argileux de couleur noire ou brun rougeâtre en surface ont des potentialités agronomiques moyennes ;
- les sols argilo-sableux à argileux de couleur noire en surface ont de bonnes potentialités agronomiques ;
- les sols argilo-sableux à argileux de couleur rouge en surface ont de très bonnes potentialités agronomiques.

## 1.2.2. Cultures pratiquées

Ce sont essentiellement les cultures annuelles. Parmi celles-ci, on peut citer:

- les céréales (riz, maïs, fonio, mil, sorgho)

#### . Le riz (*Oryza sativa*)

Le riz est de loin la culture la plus pratiquée si l'on tient compte des superficies emblavées. Au moins 60% des superficies mises en valeur portent du riz.

Les variétés traditionnelles restent largement dominantes. Elles se différencient par la taille des grains (riz à gros grains et riz à petits grains). Le riz constitue le premier aliment de base de la population.

#### . le maïs (*Zea mays*)

Deux variétés sont très cultivées. Il s'agit du maïs à grains rouges et du maïs à grains blancs.

#### . le fonio (*Digitaria exilis*)

Le fonio est généralement cultivé sur de petites superficies (moins d'un quart d'hectare). Sur les 32 chefs de familles interrogés, seuls 3 ont des parcelles de fonio.

. le mil (*Pennisetum typhoides*) et quelquefois le sorgho (*Sorghum vulgare*) sont très peu cultivés. Ils servent le plus souvent à délimiter deux parcelles contiguës ;

- les plantes à tubercules (igname, manioc, patate douce).

. l'igname (*Dioscorea* spp)

L'igname, troisième aliment de base de la population, est largement cultivée. On distingue les ignames précoces (*Dioscorea cayenensis*) des tardives (*Dioscorea alata*). De nombreuses variétés traditionnelles sont connues. Ces dernières années ont vu l'introduction de variétés améliorées tel que le "Florida".

. le manioc (*Manihot utilissima*)

Du point de vue importance alimentaire, le manioc se classe au second rang après le riz. Plusieurs variétés de manioc sont connues et pratiquées dans le village. Une différence est faite entre les variétés amères et celles qui sont sucrées.

. la patate douce (*Ipomea batatas*)

Ce sont uniquement les variétés traditionnelles de patate douce qui sont cultivées. Les paysans se fondent sur la couleur de la chair et de la peau pour distinguer les différentes variétés. Ainsi, on peut parler de "patate à peau blanche et à chair blanche", de "patate à peau blanche et à chair rouge", et de "patate à peau rouge et à chair rouge". La patate douce occupe généralement des superficies réduites ;

. les légumineuses à graines (arachide, haricot)

Ce sont essentiellement l'arachide (*Arachis hypogea*) et le haricot (*Phaseolus*, sp) qui sont cultivés par les villageois. Au cours d'une campagne donnée, l'arachide est cultivée en premier, suivie directement par le haricot ;

- les légumes

Cultivés uniquement par les femmes, ils servent généralement aux besoins alimentaires de la famille. ils occupent soit une petite portion du champ, soit ils sont associés au riz et à l'igname essentiellement. La tomate (*Lycopersicum esculentum*), le piment (*Capsicum frutescens*), le gombo (*Hibiscus esculentus*), les aubergines africaines (*Solanum spp*) sont les principaux légumes cultivés dans la région ;

- le coton (*Gossypium sp*).

Le cotonnier est la seule culture industrielle du village. Il reçoit des engrais et des traitements phytosanitaires.

Des fruitiers sont également plantés. Parmi ceux-ci, on peut citer l'oranger (*Citrus sinensis*), le mandarinier (*Citrus reticulata*), le manguier (*Mangifera indica*), le bananier (*Musa sp*). Les produits de la récolte de ces différentes cultures font l'objet de vente (vente de plus de 80 % des produits de la récolte). Leur importance monétaire est nettement prépondérante sur l'autoconsommation.

### 1.2.3. Systèmes traditionnels de culture

Les modèles de culture adoptés au niveau des exploitations sont les cultures associées et la culture pure.

#### 1.2.3.1. Cultures associées

Les cultures associées sont très répandues (plus de 90 %) à BOORO-BOROTOU. Elles sont classées en système. Et il faut entendre par système de culture, les modèles de culture utilisés au niveau de l'exploitation et leurs interactions avec les ressources de celle-ci, les autres entreprises agricoles et la technologie disponibles qui détermine leur composition (STEINER, 1985). Ces modèles sont constitués d'une séquence annuelle et d'un arrangement spatial de cultures et/ou de jachère. Dans un système de culture donné, toutes les cultures n'ont pas la même importance. Il existe en effet, une culture noble qui constitue une véritable référence (OSSENI et DIOMANDE, 1988). Selon ces auteurs, cette culture qui est la base d'un système donné se caractérise par les éléments suivants :

- il s'agit généralement d'une culture dont le rôle est primordial dans l'alimentation locale (aliment de base) ;
- une culture de base a généralement une valeur historique, socio-culturelle et/ou économique pour les populations concernées ;
- une culture de base vient généralement en tête d'assolement juste après le défrichement et c'est par rapport à elle que le paysan définit l'arrangement spatial ou temporel des autres cultures du système.

En se fondant sur ces caractéristiques essentielles, on peut dire qu'il existe trois systèmes dans le village concernés à savoir le système à base de riz pluvial, le système à base d'igname et le système à base de coton.

Le tableau 6 consigne les différents systèmes cultureux et les successions culturales qu'on peut observer dans la zone d'étude.

Tableau 6 : BASES DES SYSTEMES CULTURAUX ET SUCCESSIONS CULTURALES A BOORO-BOROTOU

Années Systèmes	1ère année	2ème année	3ème année	4ème année	5ème année	6ème année	7ème année	Jachère
Système à base de riz pluvial	RIZ Maïs + Légumes	RIZ Maïs + Légumes	ARACHIDE	FONIO	MANIOC	MANIOC		
	RIZ+	ARACHIDE	RIZ+	ARACHIDE +	MANIOC			
	Maïs + Légumes	ou MAIS	Maïs+Lég. + Manioc	Manioc				
	RIZ+	RIZ+		RIZ+	ARACHIDE +	MANIOC		
	Maïs + Légumes	Maïs + Légumes	COTON + Manioc	Maïs+Lég.	Manioc			
Système à base d'igname	IGNAME +Maïs + Légumes	RIZ+ Maïs + Légumes	COTON	RIZ + Manioc	ARACHIDE Maïs+Lég.	Manioc	MANIOC	
	IGNAME Maïs + Légumes	COTON	RIZ Maïs + Légumes	ARACHIDE ou MAIS	FONIO	MANIOC		
	IGNAME +Maïs + Légumes	RIZ+ Maïs+Lég. + Manioc	ARACHIDE +	Manioc	MANIOC	MANIOC		
			IGNAME	ARACHIDE	RIZ+	ARACHIDE +	MANIOC	MANIOC
Système à base de coton	COTON	COTON	+Maïs + Légumes	Manioc	Maïs+Lég. + Manioc	Manioc	MANIOC	
	COTON	ARACHIDE	RIZ+ Maïs + Légumes	COTON	RIZ+ Maïs + Légumes	IGNAME +Maïs + Légumes	MANIOC	

a) Système à base de riz pluvial

Le paysan mahou est traditionnellement riziculteur (DIOMANDE et al., 1988). En effet, la culture du riz pluvial est très répandue dans la région. Le maïs et les légumes sont semés simultanément. Les boutures de manioc sont complantées au riz de deuxième année.

La densité des cultures associées au riz est variable. On peut avoir 5000 pieds/ha de maïs, 1000 pieds/ha de manioc dans un champ de riz qui comporte 150 000 pieds/ha. Les légumes sont généralement à des densités très faibles.

b) Système à base d'igname

L'igname est généralement associée à des cultures tels que le maïs et les cultures légumières. En effet, sur le flanc de la butte ou entre deux buttes d'igname, il est fréquent d'observer des pieds de maïs et des cultures légumières.

c) Système à base de coton

Ce système est courant dans la région. Il est généralement suivi par l'igname ou par l'arachide. Ces dernières cultures sont elles-mêmes suivies par le riz, la succession se terminant toujours par le manioc.

### 1.2.3.2. Cultures pures

Des parcelles sont affectées soit uniquement au coton, soit au fonio. On observe également des parcelles portant une seule culture de patate douce, d'arachide ou de haricot et de manioc.

### 1.2.4. Méthodes culturales

L'inventaire des moyens de travail fait apparaître la daba, la machette, et la hache comme les principaux outils utilisés dans les exploitations. Il s'agit donc d'une agriculture essentiellement manuelle où les cultures ne reçoivent pas d'intrants (excepté le coton).

Les opérations varient suivant les systèmes de culture. Le tableau 7 présente le cycle et les opérations de la plupart des cultures.

Tableau 7 : CYCLES ET OPERATIONS DE QUELQUES CULTURES A BOORO BOROTOU.

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CYCLES ET OPERATIONS												
CYCLES DE QUELQUES CULTURES A BOORO BOROTOU				IGNAME A DEUX RECOLTES ( <i>Dioscorea Cayenensis</i> )								
				IGANGAME A UNE RECOLTE ( <i>Dioscorea alata</i> )								
							COTON ( <i>Gossypium hirsitum</i> )					
							HARICOT ( <i>Phaseolus Spp</i> )					
				ARACHIDE ( <i>Arachis hypogea</i> )								
				RIZ ( <i>Oryza sativa</i> )								
							PATATE DOUCE ( <i>Ipomea batatas</i> )					
OPERATIONS CULTURALES												
Défrichement	—————											—————
Brûlis		—————										
Buttage			—————							—————		
Semis-plantation												
Riz en associat°				—————								
Igname				—————								
Arachide				—————								
Haricot							—————					
Patate douce						—————						
Coton						—————						
Sarclages						—————		—————				
Récolte												
Riz									—————			
Igname								—————				
Arachide							—————					
Haricot									—————			
Patate douce										—————		
Coton											—————	

#### 1.2.4.1. Cas de système à base de riz pluvial

Le riz est semé à la volée en avril-mai rarement en juin. Les semences de riz sont mélangées (en faible proportion) à celles des légumes (gombo, piment, aubergine). Les semences sont enfouies à la daba.

Cette opération est généralement effectuée par la communauté de travail du village.

Le sarclage est réalisé, dans la plupart des cas, par les femmes. Le premier sarclage se situe en juin-juillet et le second en septembre.

Il est réalisé avec une petite daba. La récolte du riz s'effectue exclusivement, panicule par panicule, avec un petit couteau.

#### 1.2.4.2. Cas du système à base d'igname

Les semenceaux d'igname sont mis en place dans des buttes confectionnées le plus souvent plus d'un mois en avance. Au pied des buttes, on cultive du maïs, des légumes et du manioc. L'igname est sarclée quelque temps avant la récolte. Les tubercules sont déterrés avec une grosse daba. Dans le cas des ignames à deux récoltes, la butte est refermée et remodelée grossièrement après la première récolte.

#### 1.2.4.3. Cas du système à base de coton

Le coton est semé en poquets sur des billons parallèles hauts d'environ 20 cm. Toutes les opérations de cette culture sont conseillées par un moniteur de la CIDT.

### 1.3. Activités post-récolte

Les activités post-récolte concernent principalement le transport, le stockage, la commercialisation et la transformation des produits récoltés. Le transport des champs au lieu de stockage des produits est assuré surtout par les femmes et les enfants. Les hommes s'occupent uniquement du transport du coton.

#### 1.3.1 Stockage et conservation

Le mode de conservation varie selon la nature des produits de la récolte.

- Le riz

Le riz est conservé au champ ou au village selon des technologies différentes.

La conservation au champ se fait sur des plates-formes. Une plate-forme est constituée par quatre grosses fourches sur lesquelles sont placés des morceaux de bois



taillés à la même dimension. Sa hauteur peut dépasser un mètre. Les bottes de riz sont étroitement rangées les unes contre les autres sous une forme conique. La hauteur du cône peut facilement dépasser deux mètres.

Au village, la conservation se fait, soit dans le grenier, soit dans le grenier-plafond des cases réservées aux femmes.

Un grenier est une construction en banco, de forme circulaire, monté sur des pierres pour permettre l'aération par le bas. Le toit par lequel on accède à l'intérieur du grenier est amovible.

A l'intérieur du grenier, les bottes de riz sont entassées les unes contre les autres en évitant au maximum de laisser des espaces libres. De cette manière, le riz peut être conservé, selon les paysans, pendant plus de deux ans.

Dans les greniers-plafonds, la conservation est facilitée par le feu entretenu en dessous.

Parfois, le riz récolté est battu. Les grains obtenus sont mis en sac. Et les sacs sont conservés dans la case ou dans le magasin, s'il en existe.

#### - Le maïs

Après leur récolte, les épis de maïs sont reliés entre eux à l'aide des spathes. Puis, ils sont placés à cheval sur un fil de fer ou une liane, tendu entre deux fourches. Une barre horizontale en bois ou en bambou remplace souvent le fil de fer.

#### - L'arachide

Après la récolte, l'arachide destinée à la conservation est séchée au soleil puis stockée en coque dans des sacs qui sont entreposés dans une case ou dans un magasin.

#### - L'igname

L'igname est conservée sur un sol recouvert d'un lit de paille ou de feuillage. Les tubercules entassés sont protégés par des branches dont certaines sont épineuses. Les épines servent à éloigner les animaux qui chercheraient à détruire les ignames. Les branchages de protection permettent une aération des tubercules et limitent les risques de pourriture.

#### - Le manioc

Dans le village, deux techniques sont utilisées pour conserver le manioc. Il peut être conservé frais en terre puis récolté en cas de besoin. La durée de conservation par cette technique est d'environ un an. Il peut aussi être conservé sous forme de cossettes. Le manioc est épluché, évidé du filament ligneux central. Il est ensuite découpé en morceaux qui sont mis à sécher au soleil puis mis en sacs qui sont entreposés dans la case.

### 1.3.2. Commercialisation

Le coton est la culture de rente du village. Sa commercialisation est assurée par la CIDT. La plupart des paysans ayant moins d'un hectare de coton, la part de revenu assurée par cette culture reste largement inférieure à la moitié de leurs besoins réels.

Les cultures vivrières dont la première destination est l'auto-consommation sont cependant vendues par les villageois entre eux-mêmes d'une part et, sur les marchés environnants (KORO et TOUBA notamment) d'autre part. N'ayant pas procédé à un suivi des produits après la récolte, il est difficile voire impossible de connaître les proportions de chacune des cultures destinées à la consommation et à la commercialisation. La vente est motivée surtout par un besoin d'argent (maladie, funérailles, mariage, baptême..).

### 1.3.3. Transformation

Seules les transformations opérées de façon traditionnelle seront abordées ici. Le riz et le maïs sont décortiqués ou moulus par les femmes dans un mortier. Le riz décortiqué est consommé sous cette forme après sa cuisson. Il arrive souvent que les grains de riz soient réduits en farine. Cette farine sert, dans la plupart des cas, à faire des boulettes à partir desquelles une bouillie est préparée. Quant au maïs réduit en farine, il est consommé sous forme de pâte.

Le manioc, après séchage, est réduit en farine dans un mortier. La farine obtenue sert à faire de la pâte également. La consommation du manioc sous forme de pâte est très répandue dans la région (deuxième aliment de base après le riz).

## 1.4. Contraintes

Les principales contraintes déclarées par les paysans au cours de l'enquête sont d'ordre climatique, pédologique et biologique.

### 1.4.1. Contraintes climatiques

Le cycle cultural est rythmé par la seule saison des pluies. Un retard des pluies ou une sécheresse (comme ce fut le cas en 1982 et 1983) perturbe profondément l'activité agricole. L'eau est le premier facteur auquel est assujéti toute mise en valeur.

La pluviométrie en 1986 a été correcte et n'a pas constitué une contrainte.

### 1.4.2. Contraintes pédologiques

Parmi les sols de la région, les paysans reconnaissent que certains présentent des contraintes. Ainsi :

- les zones d'affleurement rocheux ou d'existence de roche à faible profondeur (sols minéraux bruts) sont impropres à toute mise en valeur ;
- la texture sableuse dominante des horizons superficiels de certains sols (sols peu évolués et sols ferrallitiques appauvris) ne favorise pas une mise en culture sur plus de deux ans successifs ;
- la présence de l'eau de façon temporaire ou permanente dans un sol (sols hydromorphes) ne permet pas le développement des cultures sèches ;
- la proximité du front d'induration de la surface du sol (sols ferrallitiques remaniés indurés) empêche un développement correct des racines des plantes.

En parcourant les zones cultivées du village, on observe des rigoles d'érosion impropres à toute culture. En effet, les semis mis en place sur de telles parties sont entraînés par les eaux de ruissellement.

### 1.4.3. Contraintes biologiques

La production et même la conservation peuvent être menacées par des contraintes biologiques. Les contraintes évoquées par les paysans, même si certaines ont pu être observées dans les champs, n'ont pas été quantifiées au cours de l'étude. Nous nous sommes contentés de les recenser.

#### 1.4.3.1. Contraintes biologiques à la production

Les plantes adventices, les microorganismes, les insectes, les oiseaux, les rongeurs et d'autres animaux causent des dégâts aux cultures.

Certaines tâches foliaires et diverses pourritures sont des signes d'attaques de microorganismes (parasites d'origine fongique ou bactérienne...).

Les insectes tels que les foreurs de tiges, connus en riziculture, détruisent certaines parties aériennes des plantes cultivées.

La région étant essentiellement rizicole, les oiseaux constituent une menace pour le riz. Leurs attaques sont accentuées à deux périodes de l'année.

Ils emportent les semences non ou nouvellement germées et ils s'attaquent aux grains de riz au stade laiteux. Les rongeurs (aulacode, écureuil et rat palmiste) s'attaquent à diverses cultures.

Certains animaux de la famille des bovidés (sous-famille des *antilopinés* et sous-famille des *céphalopinés*) sont craints des paysans. Il faut signaler la présence de certains primates (singes) qui détruisent également les cultures.

Les adventices parmi lesquelles on peut citer les graminées (*Setaria megaphylla*, *Imperata cylindrica*, *Digitaria velotina*...) les composées (*Bidens pilosa*, *Sparganophorus vaillantii*), les malvacées (*Sida acuta*...), les commelinacées (*Commelina nudiflora*...)... sont à l'origine d'abandon des parcelles en jachère après 4 ou 5 ans de mise en culture.

#### 1.4.3.2. Contraintes biologiques à la conservation

Les agents de pourriture (microorganismes), les termites, les charançons, les petits rongeurs (souris, rats...), les reptiles (agames...) sont les principales contraintes biologiques à toute conservation prolongée.

### 1.5. Potentialités

Les potentialités du village sont nombreuses et variées; la plupart de celles-ci ayant déjà été évoquées, nous nous contenterons ici de les resumer. Le climat est propice à la mise en valeur des cultures essentiellement annuelles. La disponibilité des terres rend aisée l'extension possible des parcelles des paysans. L'accessibilité du village en toute saison, la présence d'un moniteur de la CIDT dans le village, la proximité des parcelles de cultures encadrées par des sociétés de développement sont autant de facteurs qui peuvent favoriser l'introduction et l'acceptation d'innovations susceptibles d'améliorer l'agriculture pratiquée par les villageois.

## 2. Résultats obtenus à partir des cultures en place

Les résultats qui vont être présentés dans les pages suivantes concernent uniquement la partie cultivée du bassin versant où trois paysans pratiquent l'agriculture.

## 2.1. Partie cultivée du bassin versant

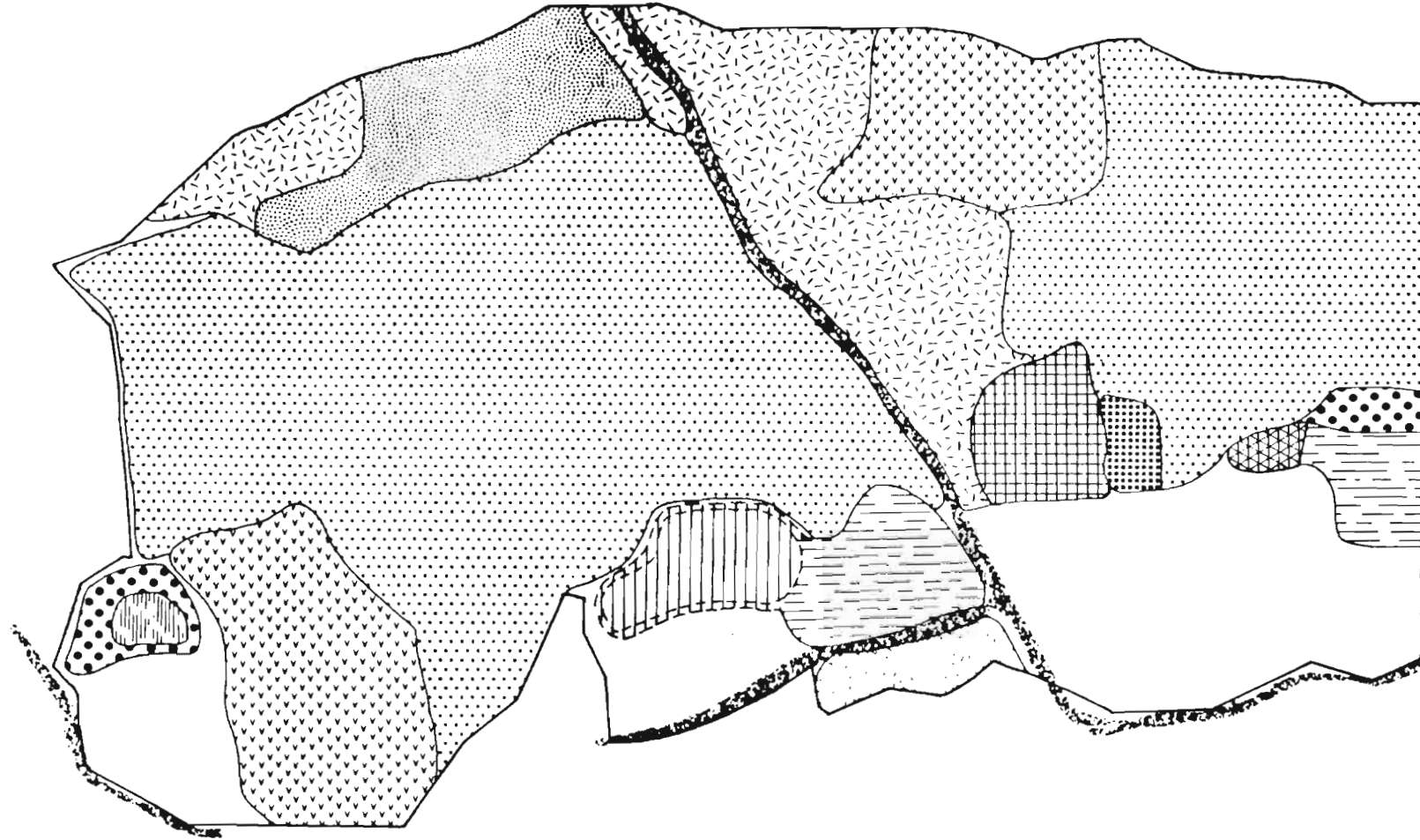
Sur les 139 ha exploités par l'ensemble de la population 10 ha appartiennent au bassin versant qui fait l'objet d'études pluridisciplinaires. Ces 10 ha représentent 7,3 % de la superficie totale du bassin (136 ha). Les figures 17, 18 et 19 montrent les cultures pratiquées sur le bassin en 1985 et en 1986. Et le tableau 8 nous situe sur les proportions occupées par chacune de ces cultures.

Tableau 8 : EVOLUTION DES CULTURES DU BASSIN VERSANT EN 1985 ET 1986.

Année	1985	1986
% des cultures		
RIZ	53,39	50,60
ARACHIDE	7,90	14,83
HARICOT	3,45	6,02
IGNAME	4,48	5,43
MANIOC	13,58	12,59
PATATE	3,18	1,97
COTON	12,44	6,98
MAIS	-	1,42
GOMBO	1,49	0,29

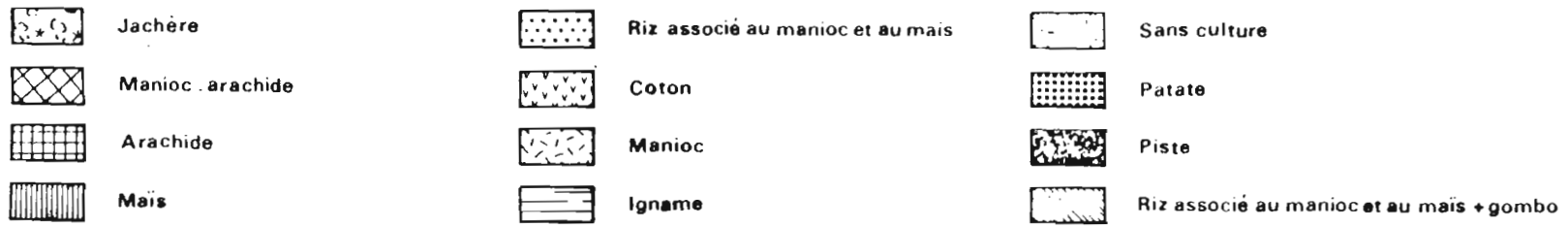
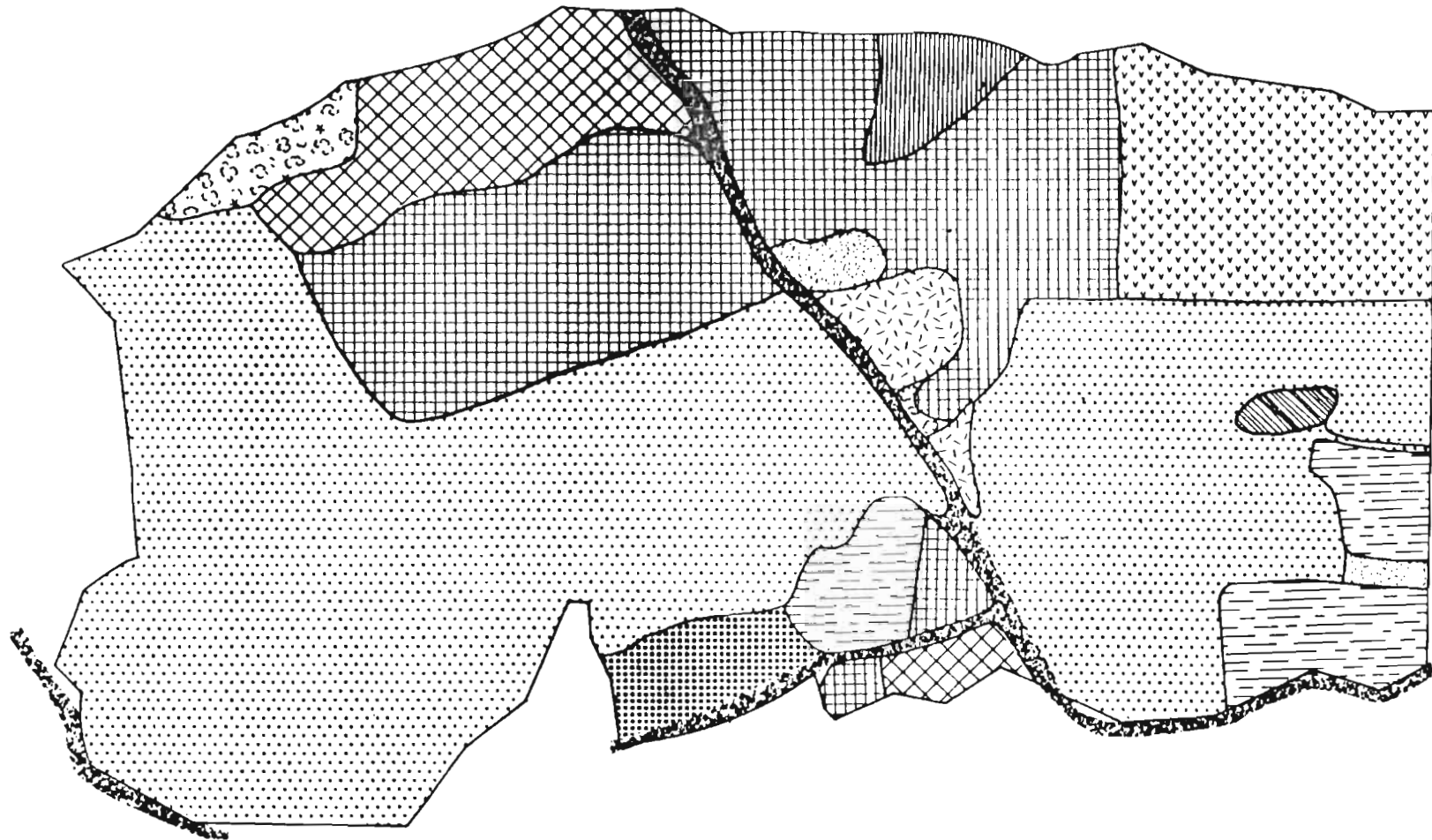
A partir de ce tableau, on peut dire que le riz pluvial est largement cultivé sur le bassin versant avec plus de 50 % des superficies mises en valeur. L'arachide et le haricot ont connu un doublement de surface. Quant à l'igname, la progression de sa culture reste limitée. Le manioc (en culture pure) demeure stable. Les superficies réservées à la patate douce, le coton et le gombo ont diminué de 1985 à 1986.

Les dates de la première année de mise en valeur des différentes parcelles sont repertoriées sur la figure 20.



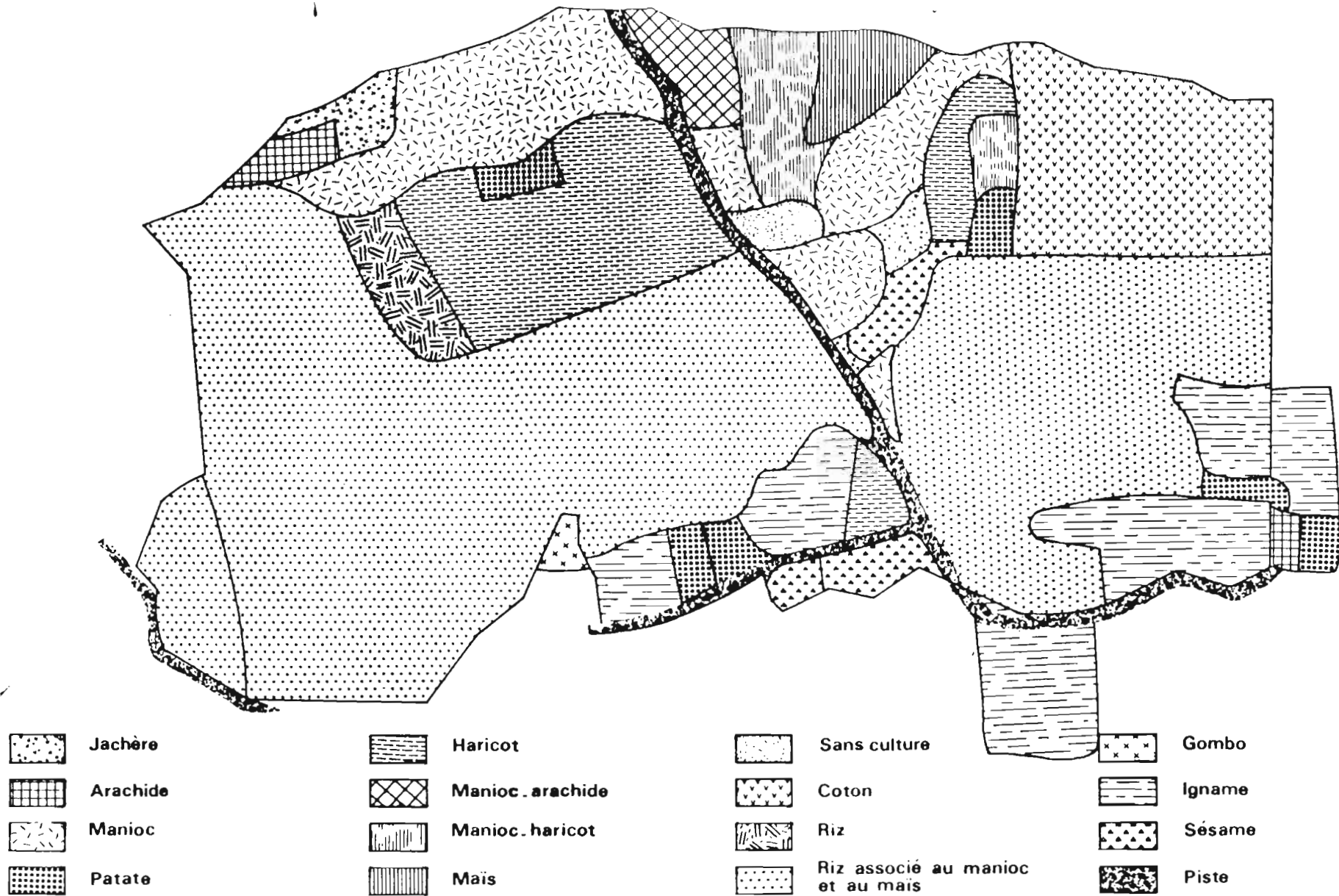
Echelle : 1/2500 .

Fig.17 : Cultures pratiquées sur le bassin versant de BOORO BOROTOU en 1985



Echelle : 1/2 500

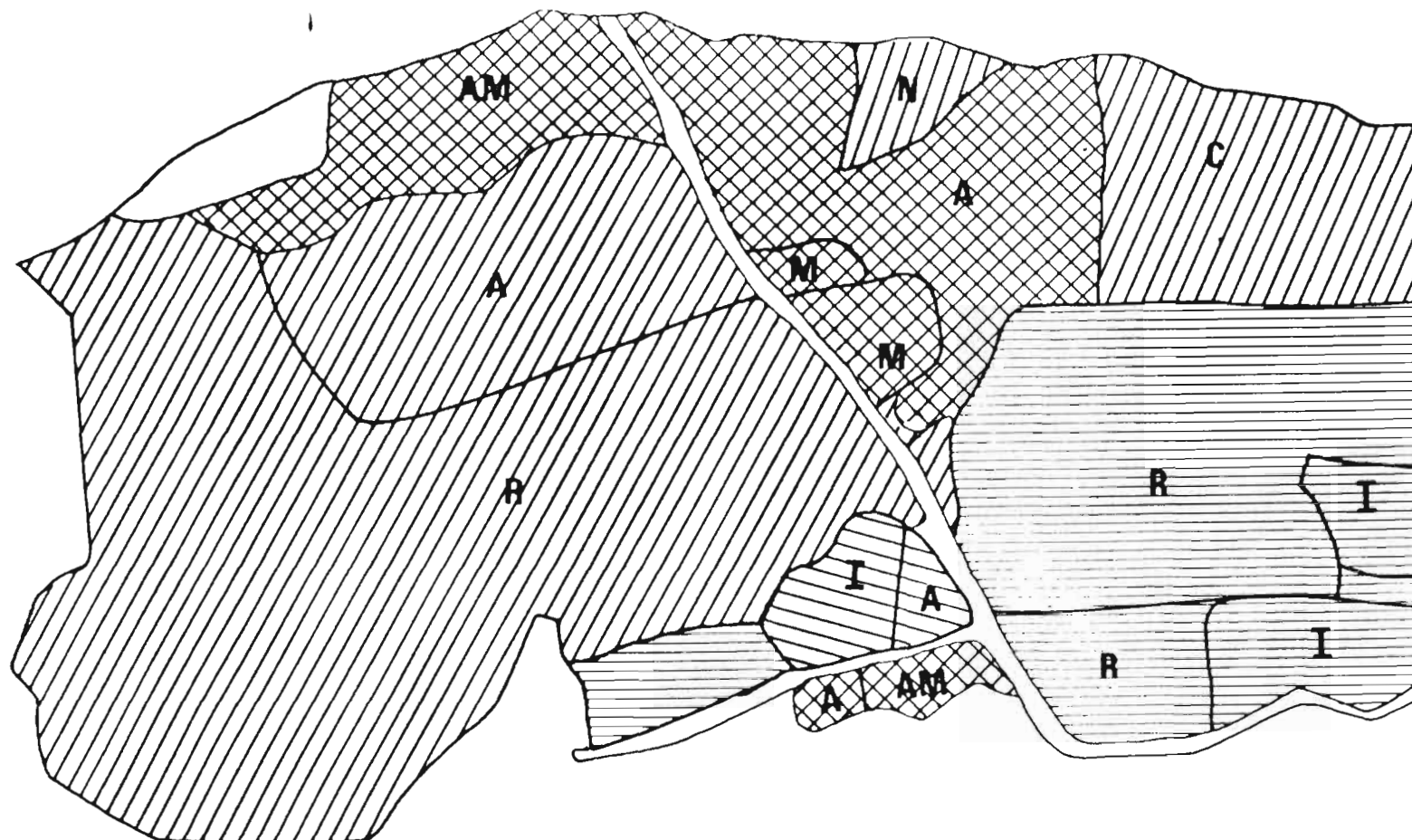
Fig. 18 : Cultures pratiquées sur le bassin versant de BOORO BOROTOU en 1986 (1<sup>er</sup> cycle)



Echelle : 1/2 500


Fig. 19 : Cultures pratiquées sur le bassin versant de Booro Borotou en 1986  
(2<sup>e</sup> cycle pour quelques cultures)






## Année de mise en valeur

 1982

 1984

 1985

 1986

## Cultures

A = Arachide puis haricot

C = Coton

I = Igname

M = Manioc

AM = Arachide + manioc

R = Riz associé au maïs + légumes + manioc

N = Maïs

P = Patate

**FIG. 20 : DATE DE MISE EN VALEUR ET REPARTITION DES CULTURES SUR LE BASSIN VERSANT EN 1986**

## 2.2. Calendrier des travaux

Le calendrier des travaux établi est en concordance avec le tableau 7 dressé lors de l'enquête agricole.

Le défrichement des nouvelles parcelles débute en décembre et peut se poursuivre jusqu'en février.

Cette phase est suivie du brûlis (mars-avril). Au cas où la nouvelle parcelle est destinée à l'igname, on confectionne très tôt les buttes (dès novembre-décembre). Il arrive que certains paysans attendent les premières pluies (mars-avril) avant de procéder au buttage. Le semis du riz, de l'arachide et la plantation d'igname ont lieu dans la même période (avril-mai). Le coton, la patate douce sont mis en place en juin.

La plupart des cultures (riz, arachide, coton...) sont sarclées au moins deux fois avant la récolte. Le premier de ces sarclages est effectué en juin et le second en août-septembre.

La diversité des cycles des différentes cultures conduit à un étalement dans le temps des récoltes. Ainsi, l'arachide est récoltée en juillet-août, l'igname précoce en août-septembre (1ère récolte), le haricot en septembre-octobre, le riz en octobre, la patate douce en octobre-novembre, le coton en novembre-décembre et, l'igname en décembre (igname tardive et 2ème récolte de l'igname précoce).

## 2.3. Suivi des parcelles

Les maladies observées et les mesures de croissance des plants n'ont pas fait l'objet de préoccupation particulière. Par contre, nous nous sommes intéressés aux plantes adventices. L'enherbement des champs est évalué visuellement aussi bien à l'intérieur des placettes mises en place qu'à travers toute la partie cultivée. Plusieurs familles ont été ainsi observées. Parmi celles-ci, on distingue les Graminées, les Malvacées, les Composées et les Commelinacées. Ces familles envahissent les champs environ quatre à cinq semaines après le semis ou la plantation. Il faut signaler que certaines plantes adventices sont spécifiques aux champs et aux très jeunes jachères et d'autres sont communes aux champs et à la savane.

Les espèces spécifiques aux champs sont : *Celosa laxa*, *Bidens pilosa*, *Blumea aurita*, *Vernonia pauciflora*, *Vernonia perrottetii*, *Euphorbia hirta*, *Mollugo nudicaulis*, *Digitaria horizontalis*, *Eragrostis tremula*, *Hackelochloa granurais*, *Corchorus olitorus*. Les espèces communes aux champs et à la savane sont : *Monechma depauperatum*, *Pandiaka heudelotii*, *Stylochiton hypogaeus*, *Aspilia rufa*, *Vernonia guineensis*, *Mariscus umbellatus*, *Cucurlogo pilosa*, *Cyanotis longiflora*, *Commelina aetiopica*, *Imperata cylindrica*, *Pennisetum sp*, *Rottboellia exaltata*, *Aframomum latifolium*.

Pour extirper les adventices des parcelles, les paysans utilisent la daba et

leurs mains. Les herbicides ne sont utilisés que pour le coton à cause de leur coût.

Il faut environ une semaine à trois ou quatre personnes pour sarcler une parcelle d'un hectare environ.

#### 2.4. Calage des cultures.

La figure 21 présente le cycle de quelques cultures en fonction de la pluviométrie et de l'évapotranspiration au cours de l'année 1986. (voir détail sur le calage des cultures en annexe I).

Cette figure permet de faire les constats suivants :

- les pluies sont inférieures à l'évapotranspiration ( $P < ETP$ ) du 10 novembre au 10 juillet soit 242 jours ou 8 mois. On note cependant une inversion de ce phénomène ( $P > ETP$ ) pendant 3 jours (du 30 avril au 03 mai) ;
- les pluies sont supérieures à l'évapotranspiration ( $P > ETP$ ) du 11 juillet au 08 octobre (90 jours) et du 25 octobre au 09 novembre (16 jours) soit au total 3 mois et demi (106 jours).

La saison sèche se caractérise par des périodes où les pluies sont inférieures à la moitié de l'évapotranspiration. L'inverse de ce phénomène correspond à la saison humide.

Les dates de semis ou de plantation et de récolte de quelques cultures pratiquées sur le bassin versant en 1986 sont reportées dans le tableau 9.

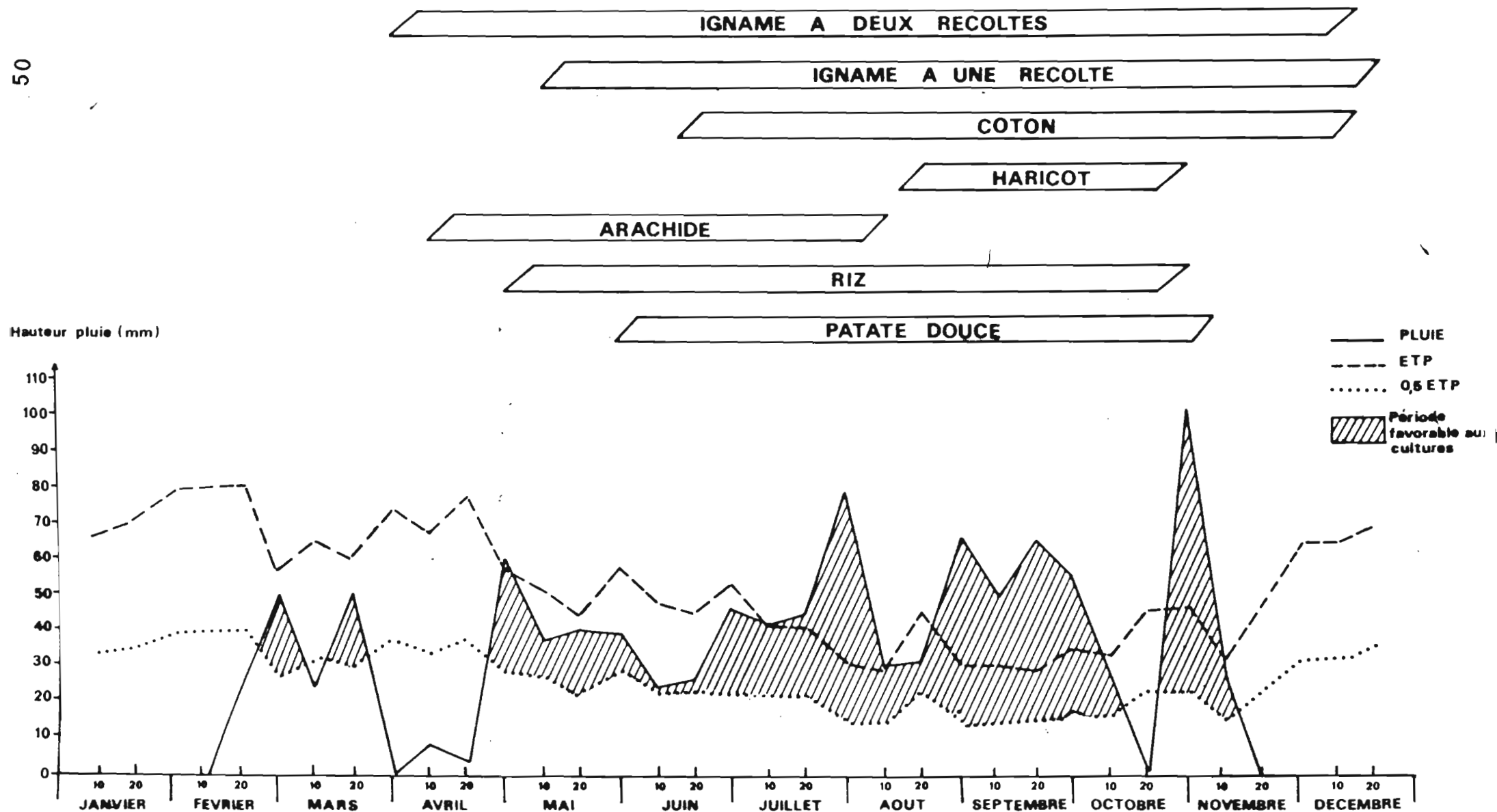


FIG.21 : DIAGRAMME PRESENTANT LES CYCLES DE CERTAINES CULTURES EN FONCTION DES PLUIES ET DE L'ETP A BOORO BOROTOU EN 1986

Tableau 9 : DATES DE SEMIS ET DE RECOLTE DE QUELQUES CULTURES

PAYSANS	PLANTES	Dates de semis ou de plantation	Dates de récolte
1	RIZ	05 et 06/05	24/09 et 09-13/10
	IGNAME A DEUX RECOLTES	20/03	20-21/09 puis 13-15/12
	IGNAME A UNE RECOLTE	06/04	13-15/12
	ARACHIDE	25/03	05-06/08
	HARICOT	15/08	23/10
	PATATE DOUCE	27/07	09-10/12
	COTON	26/06 et 03/07	21-28/11 puis 11/12
2	RIZ	25/04	13/09-17/10-18/11
	IGNAME A DEUX RECOLTES	16/03	25/08 puis 24/11
	IGNAME A UNE RECOLTE	26/04	24-25/11
	ARACHIDE	25/04	19-21/08
	HARICOT	24/08	08-14/10 puis 24-28/10
	PATATE DOUCE	26-28/06 et 05/07	26-27/11
3	RIZ	05-08/06 puis 18/07	19/11
	IGNAME A UNE RECOLTE	03/05	16-17/12
	PATATE DOUCE	08 et 18/08	18/12
	ARACHIDE	23/04	25/07

## 2.5. Profils culturaux

Les traits essentiels des profils culturaux sous le riz, l'arachide et le manioc sont consignés dans le tableau 10.

Les constats suivants peuvent être faits à la suite de l'examen du tableau 10 :

- l'enracinement est nettement abondant dans la couche travaillée ;
- les deux autres couches, faiblement poreuses sont compactes et ont une structure massive ;
- la profondeur maximum d'enracinement varie d'une culture à une autre.

## 2.6. Caractéristiques analytiques des sols

Plusieurs figures ont été établies à partir des résultats analytiques des sols sous le riz, l'arachide, le manioc et une référence de savane naturelle.

La figure 22 présente la variation des caractéristiques granulométriques.

TABLEAU 10 : CARACTERISTIQUES DES PROFILS CULTURAUX

CULTURES	COUCHES	EPAIS- SEUR (CM)	COULEUR	TEXTURE	STRUCTURE	COHESION	DEGRE D'HUMI- DITE	POROSITE	ENRACINEMENT
R I Z	d'enracine- ment travail- lée	0-10	Brun fon- cé à brun	sablo-ar- gileuse à argilo- sableuse	grumeleuse fine en surface et massive à débit po- lyédrique à la base	meuble en surface et tendan- ce à la compac- tion	sec	poreux	nombreuses racines (mm et cm) sub horizontales
	d'enracine- ment non travaillée	10-40	Brun rougeâ- tre à rouge	Argileu- se	massive à débit po- lyédrique sub angu- leuse	compact	sec	moyenne- ment poreux	Quelques ra- cines (mm) sub horizon- tales
	profonde (jusqu'à 100 cm)	40-100	Rouge	Argileu- se	massive à débit po- lyédrique	très compact	sec	peu poreux	pas de raci- ne
A R A C H I D E	d'enracine- ment travail- lée	0-10	Brun fon- cé à brun rou- geâtre	sablo-ar- gileuse à argilo- sableuse	grumeleuse (racines) et massive à débit po- lyédrique ailleurs	meuble	sec	poreux	nombreuses racines (mm et cm) sub horizontales
	d'enracine- ment non travaillée	10-50	Rouge	Argileu- se	Massive à débit po- lyédrique	compact	sec	assez poreux	quelques ra- cines (mm et cm) sub ho- rizontales
	profonde (jusqu'à 100 cm)	50-100	Rouge	Argileu- se	Massive à débit po- lyédrique	très compact	sec	peu poreux	pas de ra- cine
M A N I O C	d'enracine- ment tra- vaillée	0-10	Brun foncé à brun	sablo- argileu- se à ar- gilo-sa- bleuse	grumeleuse (racines) et massive à débit polyédri- que	moyenne- ment meu- ble	sec	poreux	nombreuses racines (mm et cm) sub horizontales tubérisation de certaines
	d'enracine- ment non travaillée	10-65	Rouge	Argi- leuse	massive à débit po- lyédrique	compact	sec	moyen- nement poreux	rare raci- nes (mm) sub horizontales
	profonde (jusqu'à 100 cm)	65-100	Rouge	argi- leuse	massive à débit po- lyédrique	très compact	sec	peu poreux	pas de racine

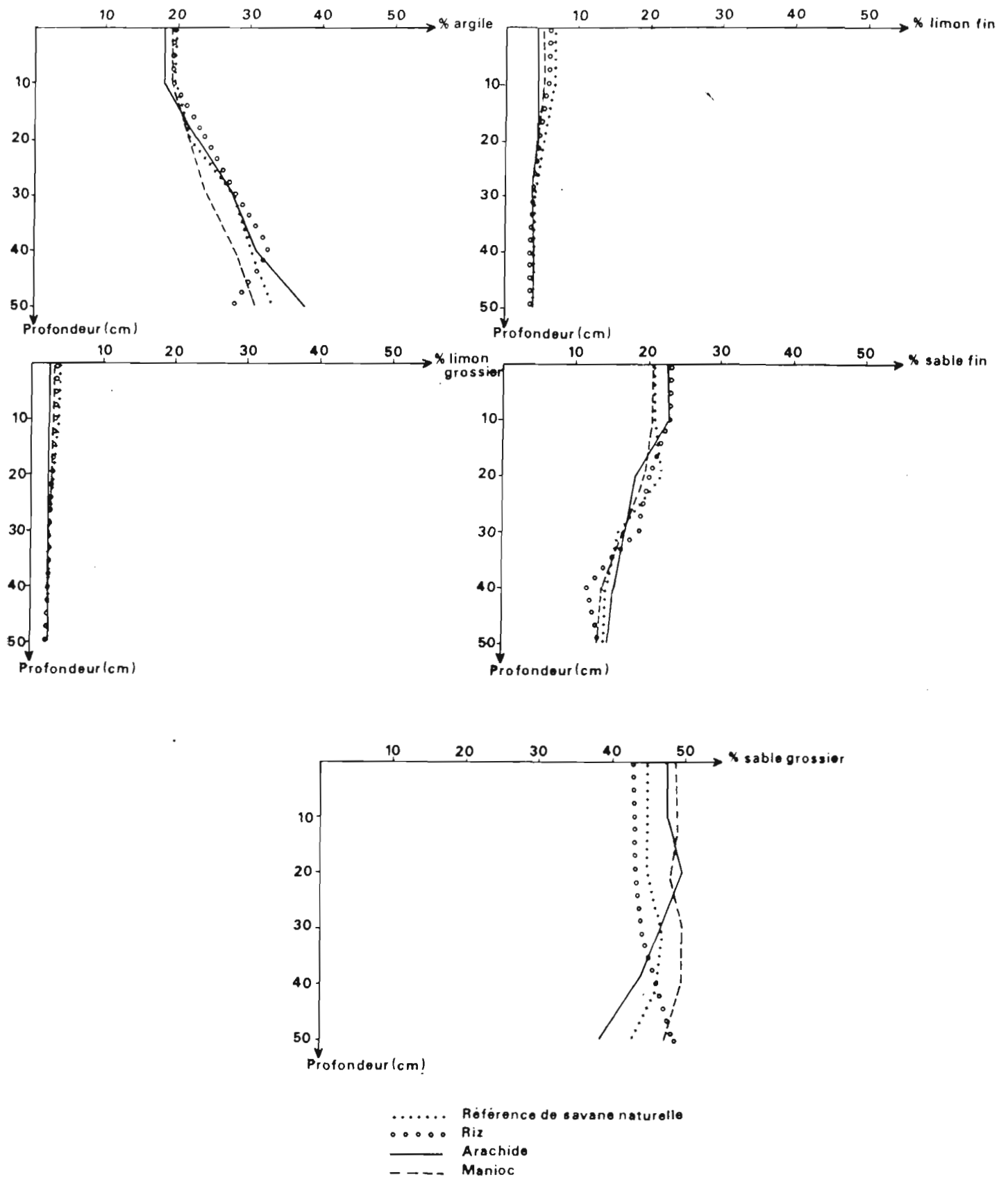


FIG. 22 : VARIATION DES CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES DES DIFFERENTS SITES AVEC LA PROFONDEUR

Son examen permet de dire que les teneurs en argile et en limon varient faiblement. En revanche, la variation au niveau des sables est marquée.

La figure 23 présente la variation du pH. On note une baisse du pH des sols mis en valeur par rapport au témoin. Cette baisse est plus notable sous le manioc que sous le riz et l'arachide surtout entre 20 et 40 cm de profondeur.

Les sols analysés sont légèrement acides ( $pH_{H_2O}$  varie de 6 à 5,7). La variation des teneurs en carbone organique et en azote est reportée sur la figure 24. Les valeurs de ces deux éléments sont identiques sur 0-10 cm sous le témoin et le riz. Elles subissent une diminution sous l'arachide et le manioc sur 10-20 cm.

Les figures 25 et 26 montrent la variation des teneurs des cations échangeables et de leurs sommes, de la capacité d'échange cationique et du taux de saturation. On constate que la partie superficielle (0-10 cm) offre les teneurs les plus élevées en cations échangeables. La mise en culture conduit à une baisse des valeurs du calcium et du magnésium et à une augmentation du potassium dans le milieu. La capacité d'échange des cations croît pratiquement dans les tranches 0-10 cm, 10-20 cm et 20-30 cm. Le taux de saturation, par contre, diminue par suite de la mise en culture.

## 2.7. Composantes du rendement et traitements statistiques

### 2.7.1. Le riz

Le rendement du riz est obtenu à partir de l'équation théorique :

Rendement =  $N_p/m^2 \cdot N_{pa/p} \cdot N_{g/pa} \cdot P_{1g}$  où :

$N_p/m^2$  est le nombre de plants par mètre carré,

$N_{pa/p}$  est le nombre de panicules par plant,

$N_{g/pa}$  est le nombre de grains par panicule,

$P_{1g}$  est le poids d'un grain en gramme.

Les résultats obtenus à partir de cette équation théorique chez les trois paysans qui travaillent sur le bassin versant sont consignés dans le tableau 11.



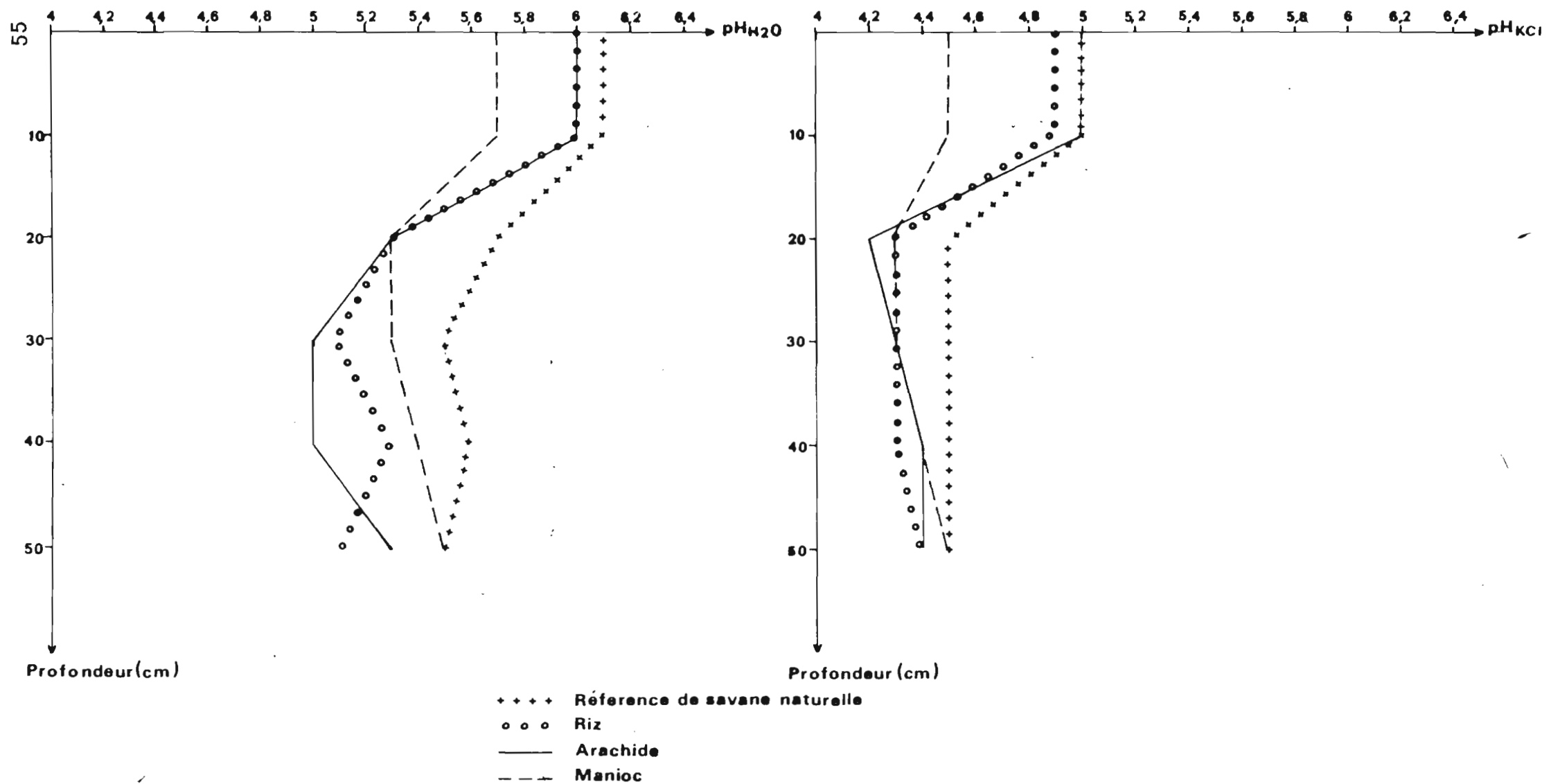


FIG. 23 : EVOLUTION DU  $pH_{H_2O}$  ET DU  $pH_{KCl}$  DES SOLS SOUS SAVANE NATURELLE, RIZ, ARACHIDE ET MANIOC

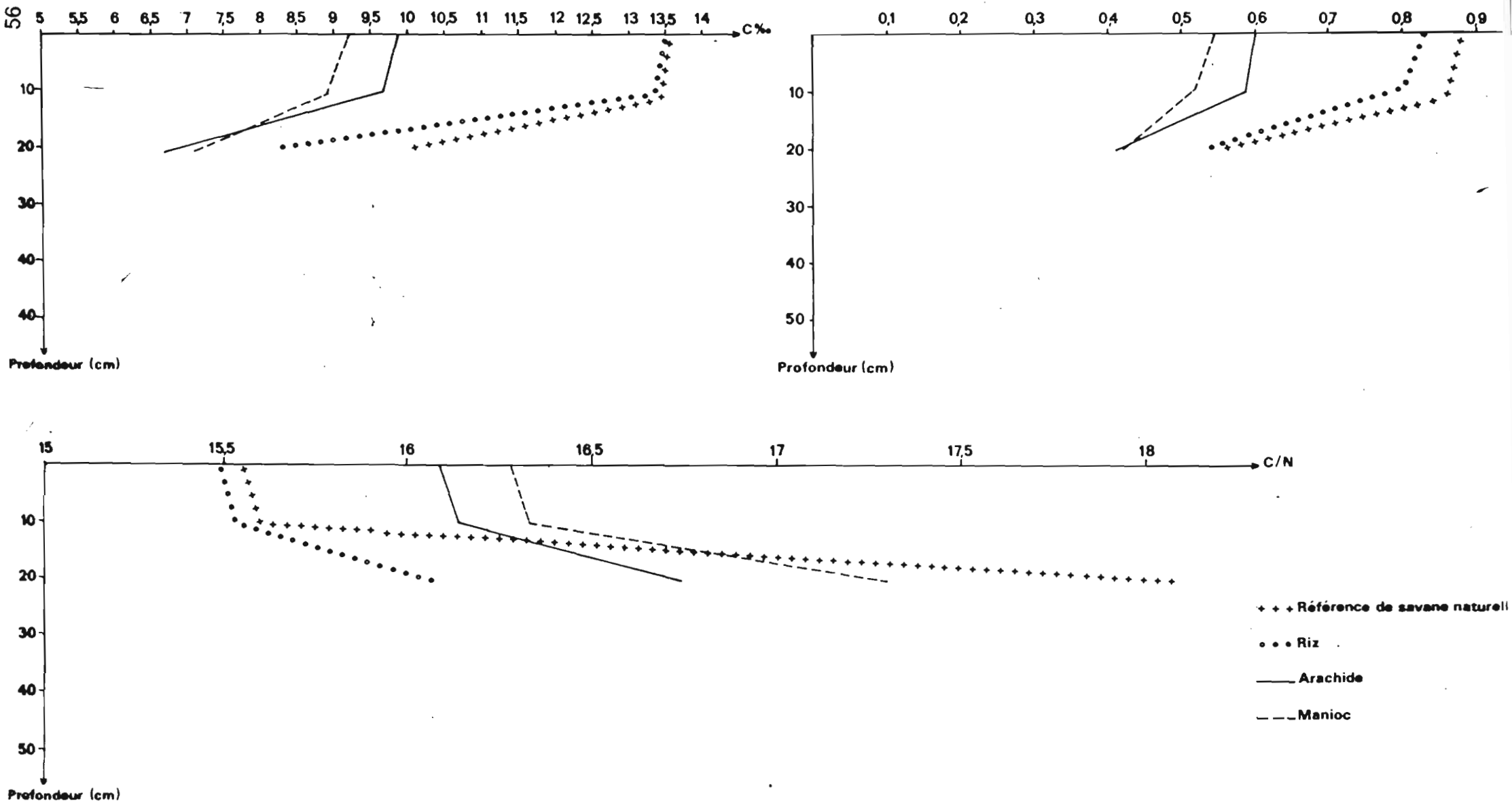


FIG. 24 : VARIATION DE LA MATIERE ORGANIQUE DU SOL SOUS SAVANE NATURELLE, RIZ, ARACHIDE ET MANIOC

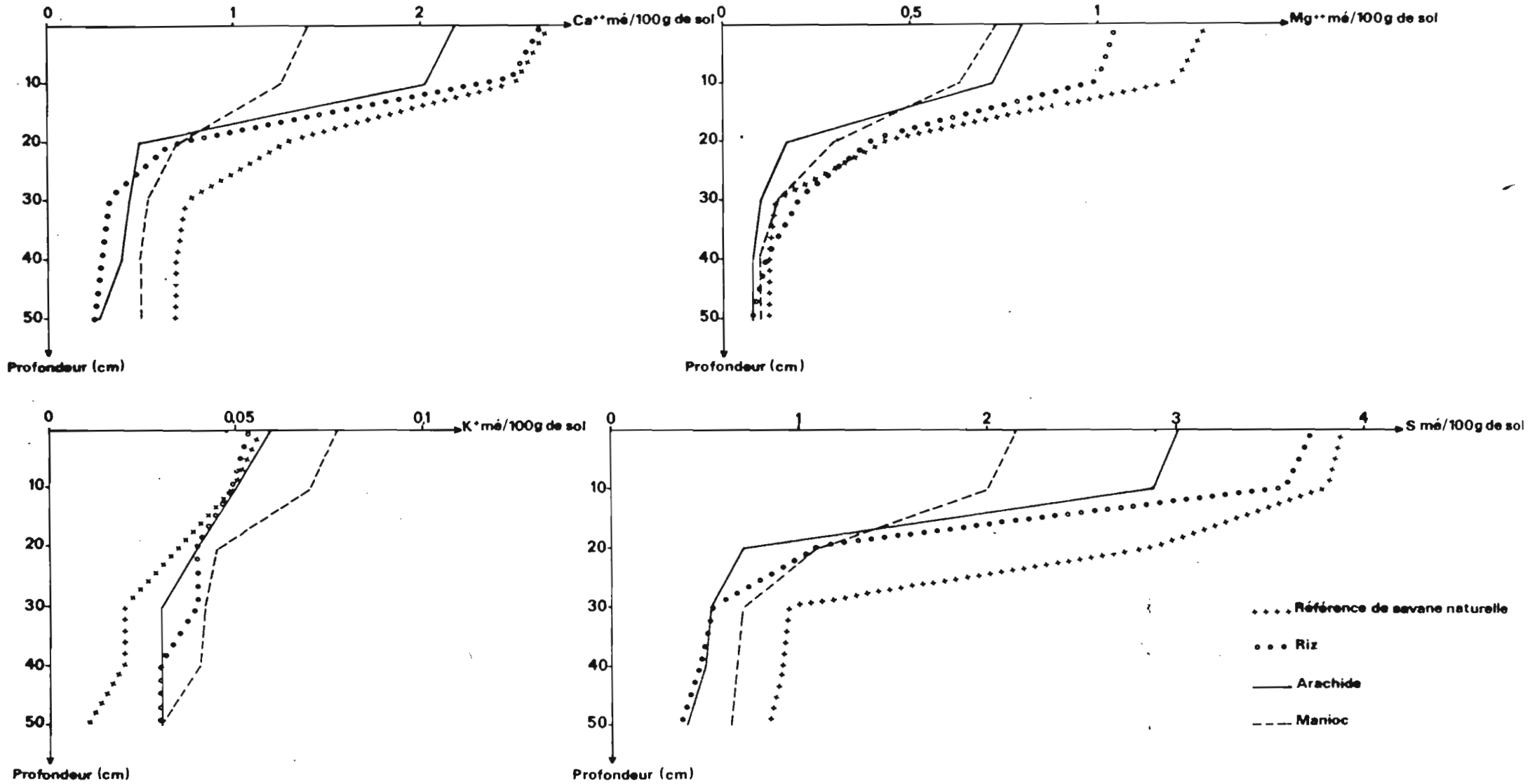


FIG. 25 : VARIATION DES TENEURS DE CATIONS ECHANGEABLES ET DE CELLES DE LEURS SOMMES EN FONCTION DE LA PROFONDEUR

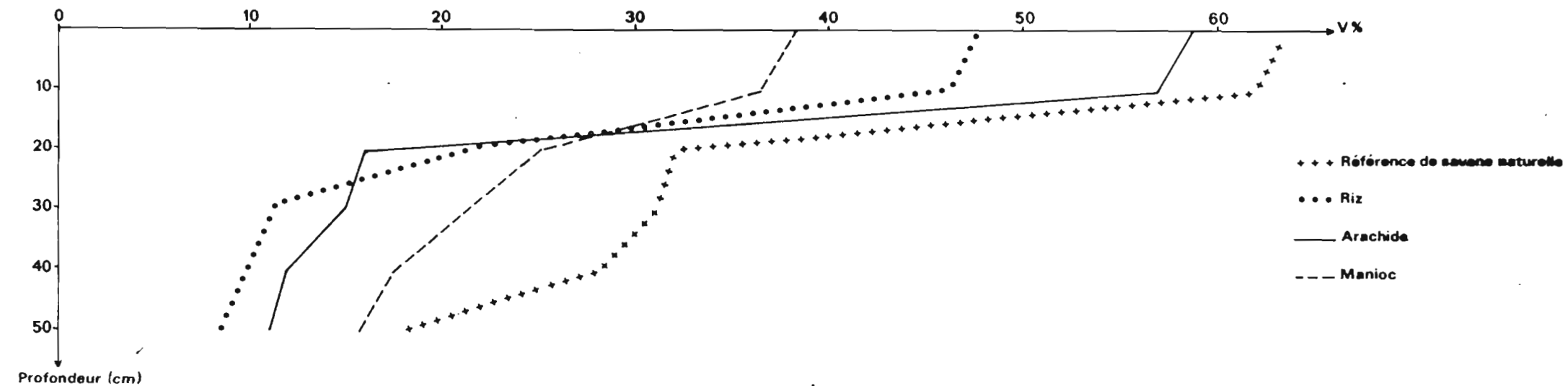
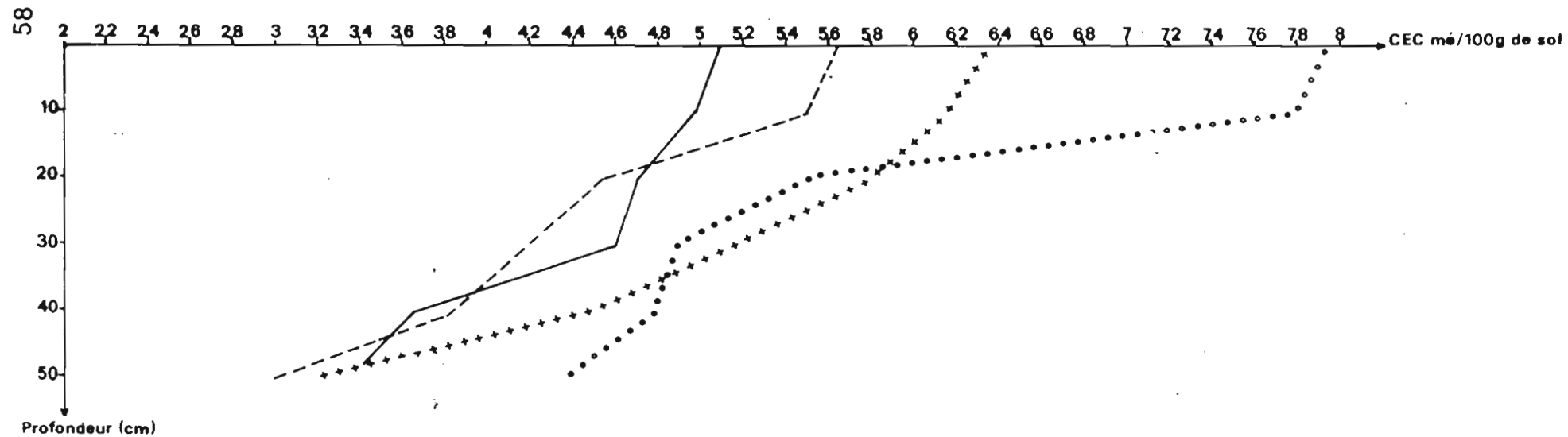


FIG. 26 : VARIATION DE LA CAPACITE D'ECHANGE CATIONIQUE (CEC) ET DU TAUX DE SATURATION SOUS SAVANE NATURELLE, RIZ, ARACHIDE ET MANIOC EN FONCTION DE LA PROFONDEUR

Tableau 11 : COMPOSANTES DU RENDEMENT DU RIZ

Rendement et ses composantes								
Variables Paysans	Nombre de placettes	Variétés	Np/m <sup>2</sup>	Npa/p	Ng/pa	P1g(g)	Rendement T/ha	Observations *
	4	Mah minsin	95	1,25	63	0,024	1,795	-1ère année de mise en valeur
1	16	Mah bah	64	1,45	73	0,024	1,625	-Adventices ++ -Attaques d'oiseaux ++ -Attaques de lapins et d'aulacodes +
	5	Mah minsin	96	1,40	20	0,022	0,591	-3e année de mise en valeur
2	33	Mah bah	37	1,58	106	0,022	1,363	-Adventices ++ -Attaques d'oiseaux ++ -Attaques de lapins et d'aulacodes +
	5	Mah bah	41	1,40	64	0,022	0,808	-1ère année de mise en valeur
3								-Adventices +++ -Attaques d'oiseaux ++ -Attaques de lapins +

\* + = peu d'attaque ; ++ = beaucoup ; +++ = infestation totale

La production moyenne sur le bassin versant de la variété "Mah minsin" (riz à petits grains) est de 1,193 t/ha. Quant à celle de la variété "Mah bah" (riz à gros grains), elle est de 1,265 t/ha.

Les tests statistiques appliqués pour déterminer les composantes les plus significativement différentes les unes des autres ont abouti aux résultats qui sont consignés dans le tableau 12.

Tableau 12 : VALEURS DE F ET DE a DES DIFFERENTES COMPOSANTES DU RENDEMENT DU RIZ.

12 a : EFFET CHAMP

Composantes	Nombre de	Nombre de pani-	Nombre de	Poids d'un	Rendement
Valeurs de F et a	plants/m2	cules/plant	grains/panicule	grain (g)	(t/ha)
F	6,41	1,46	5,40	9,9	3,46
a	0,003	0,241 <sup>ns</sup>	0,007	0,002	0,038

ns = valeur non significative

12b : EFFET VARIETE

Composantes	Nombre de	Nombre de pani-	Nombre de	Poids d'un	Rendement
Valeurs de F et a	plants/m2	cules/plant	grains/panicule	grain (g)	(t/ha)
F	13,85	12,59	8,77	5,72	5,75
a	0,0000	0,0000	0,0001	0,0017	0,016

L'examen de ces tableaux permet de dire que :

- l'effet champ influence faiblement le rendement et n'a pas d'incidence sur le nombre de panicules par plant ;
- l'effet variété est significatif sur chacune des composantes du rendement.

### 2.7.2. L'arachide

Le rendement de l'arachide peut être décomposé de la façon suivante :

Rendement =  $N_p/m^2 \cdot N_{gousse/p} \cdot P_{1gousse}$  où :

$N_p/m^2$  est le nombre de pieds par mètre carré,

$N_{gousses/p}$  est le nombre de gousses par pied,

$P_{1gousse}$  est le poids d'une gousse en gramme.

Les résultats obtenus chez les trois paysans sont représentés dans le tableau

13.

Tableau 13 : COMPOSANTES DU RENDEMENT DE L'ARACHIDE

Rendement et ses composantes						
Variables Paysans	Nombre de placettes	$N_p/m^2$	$N_{gousses/p}$	$P_{1gousse}$	Rendement (T / ha)	Observations
1	7	13,4	17,27	2,44	0,564	-4 ans de mise en valeur -Adventices ++ -Attaques d'aulacodes+
2	27	8	8,38	2,38	0,159	-3 ans de mise en valeur -Adventices +++ -Attaques d'aulacodes+ -Pieds malades+
3	5	10	10	2,60	0,260	-4ans de mise en valeur -Adventices ++ -Attaque d'aulacodes++

La production moyenne d'arachide sur le bassin versant est de 0,327 t/ha.  
Les résultats des tests statistiques sont présentés dans le tableau 14.

Tableau 14 : VALEURS DE F ET DE a DES COMPOSANTES DU RENDEMENT DE L'ARACHIDE : EFFET CHAMP.

Composantes	Nombre de pieds	Nombre de gousses	Poids d'une	Rendements (T/ha)
Valeurs F et a	par m <sup>2</sup>	par pied	gousse ( g )	
F	9,57	11,38	2,65	9,19
a	0,0000	0,0000	0,0245	0,0000

A partir des tableaux 13 et 14, on peut dire que les rendements sont différent d'un champ à un autre d'une part et, les composantes du rendement sont significativement différentes les unes des autres, d'autre part.

### 2.7.3. Le haricot

L'équation théorique du rendement du haricot est la même que celle déjà présentée pour l'arachide. Dans le tableau 15 sont consignés les résultats des différentes composantes du rendement du haricot

Tableau 15 : COMPOSANTE DU RENDEMENT DU HARICOT

Rendement et ses composantes						
Variables Paysans	Nombre de placettes	NP/m2	Ngousses/p	P1gousse(g)	Rendement (t/ha)	Observations
1	4	7	27	1,504	2,842	-4 ans de mise en valeur -Adventices++ -Attaques des termites++
2	35	8	14	1,974	2,210	-4 ans de mise en valeur -Adventices +++ -Attaques des termites et des lapins ++

La production moyenne du haricot sur le bassin versant est de 2,526 t/ha.



Le haricot succède à l'arachide au cours du même cycle cultural sur la même parcelle. Mais pour des raisons non évoquées, seul le tiers des superficies mises en arachide a été semé en haricot.

Le tableau 16 présente les valeurs de F et a des différentes composantes du rendement du haricot.

Tableau 16 : VALEURS DE F ET DE a DES DIFFERENTES COMPOSANTES DU RENDEMENT DU HARICOT : EFFET CHAMP.

Composantes	Nombre de pieds par m <sup>2</sup>	Nombre de gousses par pied	Poids d'une gousse (g)	Rendement (T/ha)
Valeurs de F et a				
F	14,26	11,44	0,97	6,68
a	0,0003	0,0012	0,3281 <sup>ns</sup>	0,0119

ns = valeur non significative

L'examen des tableaux 15 et 16 permet de noter une différence de rendement des parcelles des paysans considérés et surtout, de constater qu'excepté le poids d'une gousse, les autres composantes du rendement sont significativement différentes les unes des autres.

#### 2.7.4. La patate douce

Le rendement de la patate douce est obtenu à partir de l'équation:

$$\text{Rendement} = Np/m^2 \cdot Nt/p \cdot P1t \text{ où :}$$

$Np/m^2$  est le nombre de plants par mètre carré,

$Nt/p$  est le nombre de tubercules par plant,

$P1t$  est le poids moyen d'un tubercule.

Les résultats de chacune des composantes de cette équation chez les trois paysans sont consignés dans le tableau 17.

Tableau 17 : COMPOSANTES DU RENDEMENT DE LA PATATE DOUCE

Rendement et ses composantes							
Variables Paysans	Nombre de placettes	Variétés	Np/m <sup>2</sup>	N/p	P1t (g)	Rendement (t/ha)	Observations
1	2	Peau blanche chair rouge	3,12	1,40	140,57	6,14	-4 ans de mise en valeur -Attaques des singes +
		Peau blanche	3,75	0,68	72,97	1,86	-Des pieds sans tubercules+
2	2	Peau blanche chair blanche	4,93	0,65	166,82	5,34	-1ère année de mise en valeur -Des pieds sans tubercules +
		Peau rouge chair rouge	4,50	0,46	122,55	2,53	
3	2	Peau blanche chair blanche	5,56	0,38	46,31	0,98	-1ère année de mise en valeur -Attaques des singes ++
		Peau rouge	5,26	0,59	101,70	3,15	-Des pieds sans tubercules + -Des pieds malades +

La production moyenne de patate douce de la variété "peau blanche chair rouge" est de 6,14 t/ha, celle de la variété "peau blanche chair blanche" est de 2,727 t/ha et, enfin, celle de la variété "peau rouge chair rouge" est de 2,843 t/ha.

Le tableau 18 présente les valeurs de F et de a des différentes composantes du rendement de la patate douce.

Tableau 18 : VALEURS DE F ET DE a DES DIFFERENTES COMPOSANTES DU RENDEMENT DE LA PATATE DOUCE.

18 a : EFFET CHAMP

composantes	Nombre de plants	Nombre de tubercules	Poids d'un tubercule	Rendement (T/ha)
Valeurs de F de a	par m <sup>2</sup>	par plant	(g)	
F	8,79	3,51	0,03	0,17
a	0,0009	0,0413	0,9716 <sup>ns</sup>	0,8419 <sup>ns</sup>

ns = valeur non significative

18 b : EFFET VARIETE

Composantes	Nombre de plants	Nombre de tubercules	Poids d'un tubercule	Rendement (T/ha)
Valeurs de F de a	par m <sup>2</sup>	par plant	(g)	
F	13,48	23,27	4,16	11,50
a	0,0001	0,0000	0,0245	0,0002

A partir des tableaux 17 et 18, on peut dire que :

- l'effet champ est significatif pour les composantes "nombre de plants/m<sup>2</sup>" et "nombre de tubercules par plant" ;
- l'effet variété est hautement significatif au niveau de toutes les composantes du rendement.

Le tableau 19 présente l'application du test de NEWMAN et KEULS aux composantes du rendement.

Tableau 19 : CLASSIFICATION DES PARCELLES PAYSANNES A PARTIR DU TEST DE NEWMAN ET KEULS

19 a : CLASSIFICATION A PARTIR DE LA VARIABLE : "Nombre de plants/m<sup>2</sup>".

Parcelles du paysan 1	Parcelle du paysan 3	Parcelle du paysan 2
3,13	3,19	4,10

19 b : CLASSIFICATION A PARTIR DE LA VARIABLE : "Nombre de tubercules par plant".

Parcelles du paysan 1	Parcelle du paysan 3	Parcelle du paysan 2
0,99	1,20	1,41

Ces tableaux montrent que si le paysan 2 a utilisé un nombre plus élevé de plants (pour la même variété) que les deux autres paysans, il a, en revanche, obtenu moins de tubercules en moyenne par plant que ceux-ci.

### 2.7.5. L'igname

L'équation théorique du rendement de l'igname est la même que celle déjà présentée pour la patate douce. Les résultats des différentes composantes du rendement de l'igname obtenus sur le bassin versant sont reportés dans le tableau 20.

Tableau 20 : COMPOSANTES DU RENDEMENT DE L'IGNAME

Variables Paysans	Nombre de placettes	Variétés	Np/m2	Nt/p	P1t (g)	Rendement (T/ha)	Observations
		Sopè	1,4	1,6	1260,96	28,24	-1ère année de mise en valeur
1	4	Kassagbè	1,2	1,8	956,795	20,69	-Adventices + -Tubercules malades + Date de plantation 0/4/ -Tuteurage 0
		Waha	1,8	1,5	615,10	16,60	
		Bêtê-bêtê	1,15	1,2	2411,33	33,27	
2	4	Sopè	1,4	1,5	828,25	17,39	-2ère année de mise en valeur Adventices+
		bêtê-bêtê	1,2	1,3	2020,73	31,52	-Attaques des signes 0
		Kinguèni	1,5	1,2	911,66	16,41	-Tubercules malades ++ -Date de plantation 16/03 -Tuteurage 0
3	4	Kinguèni	1,7	1,6	759,12	20,65	-1ère année de mise valeur
		Florido	2,1	2,3	837,50	40,45	-Adventices 0 -Attaques des singes + -Date de plantation 03/05 -Tuteurage +++

Les productions moyennes des différentes variétés d'igname pratiquées sur le bassin versant sont les suivantes :

- sopè : 22,82 t/ha,
- kassagbè : 20,69 t/ha
- waha : 16,61 t/ha,
- kinguèni : 18,53 t/ha,
- bêtê-bêtê : 32,40 t/ha,
- florido : 40,45 t/ha.

Les valeurs de F et de a des différentes composantes du rendement sont répertoriées dans le tableau 21.

Tableau 21 : VALEURS DE F ET DE a DES DIFFERENTES COMPOSANTES DU RENDEMENT DE L'IGNAME

21 a : EFFET CHAMP

Composantes	Nombre de plants	Nombre de tubercules	Poids d'un tubercule	Rendement
Valeurs de F et a	par m <sup>2</sup>	par plant	(g)	(T/ha)
F	45,57	34,43	0,81	24,13
a	0,0000	0,0000	0,4493 <sup>ns</sup>	0,0000

ns = valeur non significative

21 b : EFFET VARIETE

Composantes	Nombre de plants	Nombre de tubercules	Poids d'un tubercule	Rendement
Valeurs de F et a	par m <sup>2</sup>	par plant	(g)	(T/ha)
F	58,30	53,61	8,36	35,13
a	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

L'examen des tableaux 20 et 21 permet de dire qu'en considérant l'effet champ, le nombre de plants par mètre carré, le nombre de tubercules par plant sont des composantes significativement différentes. La densité de plantation et le nombre de tubercules par plant varient à l'intérieur d'une même parcelle et d'une parcelle à une autre. En considérant l'effet variété, on constate que toutes les composantes sont significativement différentes les unes des autres.

### C. DISCUSSION

A BOORO-BOROTOU, en 1986, la hauteur annuelle de la pluviométrie est de 1232 mm. La répartition des pluies situe la saison culturale du 25 avril au 13 octobre. En effet, pendant cette période, les pluies sont supérieures à la moitié de

l'évapotranspiration potentielle (considération qui définit la saison culturale).

A partir des dates de semis ou de plantation des cultures pratiquées sur le bassin versant, nous pouvons dire que les semis et les plantations ont été effectués à une époque favorable surtout en ce qui concerne le riz, l'arachide, la patate douce, le haricot et le coton. L'igname précoce, plantée à la suite des premières pluies du mois de mars, ne doit probablement pas subir de stress hydrique entre le moment de plantation et le début réel du cycle cultural.

Les caractéristiques morphologiques et physico-chimiques des sols de la région les font classer par certains auteurs dont FRANQUIN et al., (1980) parmi les sols de Côte d'Ivoire aux potentialités agronomiques moyennes à bonnes.

En effet, la prise en compte simultanée des données de la texture, du pH et de la teneur en azote comparées aux échelles de fertilité de DABIN (1970) classe les sols cultivés du bassin versant parmi les "bons". Les réserves des bases échangeables sont, en revanche, faibles à moyennes. Pour plus de compréhension des sols cultivés un intérêt particulier sera porté à leurs caractéristiques physico-chimiques.

Leur granulométrie est modifiée par suite du travail superficiel qu'ils subissent au moment du semis. Ce travail favorise la création d'agrégats qui sont fondus ou disloqués après les premières pluies. L'impact des gouttes de pluies sur des sols nus à cette période du semis ou de plantation, contribue au départ des éléments fins du milieu (limon et argile) par le ruissellement augmentant ainsi la quantité de sable (BERTRAND, 1967 ; PIERI, 1967 ; VALENTIN, 1981). C'est ce phénomène que nous avons constaté sur les sols cultivés.

Ces sols sont faiblement acides ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  varie de 6 à 5,7). La différence des valeurs du  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  et du  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  étant égale ou supérieure à l'unité, on est tenté de dire que l'acidité du milieu est due non seulement aux ions  $\text{H}^+$  mais également, aux ions  $\text{Al}^{3+}$  qui pourraient avoir une influence sur le développement des cultures. En effet, la quantité importante d'ions  $\text{Al}^{3+}$  est souvent citée comme responsable de la faiblesse du développement des cultures vivrières en plusieurs endroits de

la Côte d'Ivoire notamment dans la région méridionale (MOREAU, 1983 ; OSSENI, 1985; KELI, OMONT et HAINNEAUX, 1987).

Les teneurs en matière organique (C et N) diminuent sous l'arachide et le manioc (10-20 cm) tandis que l'on remarque une valeur identique sous le riz et la référence de savane naturelle. Le rapport C/N est plus élevé sous les cultures (0-10 cm) que sous le témoin. Ce qui traduit une bonne minéralisation de la matière organique sous la savane naturelle à ce niveau.

Le brûlis, pratiqué systématiquement par les paysans avant la mise en place des semis, accroît la teneur du potassium du milieu contrairement aux autres éléments des bases échangeables comme le calcium et le magnésium qui eux, diminuent. Pour

MOREAU (1983), la variation de la somme des bases échangeables est fonction de l'efficacité du brûlis.

Après le brûlis, le potassium est mis sous forme soluble à la disposition des cultures, alors que celles-ci auraient eu du mal à se procurer la quantité suffisante de potassium à partir des réserves propres du sol en culture traditionnelle sans labour profond et sans apport d'engrais (CHARREAU, 1972).

Par suite de la mise en culture, la capacité d'échange des cations augmente plus particulièrement dans les tranches 0-10 cm, 10-20 cm et 20-30 cm. Quant au taux de saturation, il diminue avec la mise en culture.

L'importance des éléments chimiques du sol dans la croissance des plantes a amené plusieurs auteurs à les étudier. Nous pouvons citer parmi les travaux réalisés dans ce sens, ceux de KURTZ et al., 1947, 1952 ; BRAY, 1954 ; IBRAHIM et KABESH, 1971 ; KASSAM et STOCKING, 1973 ; IRRI, 1973, 1974 ; HALL, 1974 ; TRENATH, 1974 ; PALADA et HARWOOD, 1974 ; DALAL, 1974 ; LIBOON et HARWOOD, 1974 ; OESLIGLE et al., 1976 ; SANCHEZ, 1976... Dans le cas précis de notre étude, il est difficile de conclure sur les variations d'état chimique du sol sous les différentes cultures. En effet, la durée de l'expérimentation est courte (seulement 7 mois).

Ces sols dont les caractéristiques physico-chimiques viennent d'être évoquées, n'opposent pas d'obstacle majeur à la pénétration des racines comme le montre l'étude des profils culturaux. Les profils n'ont pas révélé l'existence d'un niveau pouvant empêcher la progression racinaire.

Si les racines sont nettement abondantes dans la couche travaillée (0-10 cm) sous toutes les cultures, la profondeur maximum qu'elles atteignent sous les unes et les autres est différente. C'est sous le manioc qu'on note la plus grande profondeur (65 cm). GOUE, YAO et JANEAU (1987) qui ont réalisé des profils culturaux sous le manioc en basse Côte d'Ivoire, ont observé des racines à un mètre de profondeur. Cette différence de profondeur, dans les deux situations, peut s'expliquer, en partie, par la texture du sol. Si dans notre zone d'étude, le sol est sablo-argileux à argilo-sableux en surface et argileux en profondeur, il est, en revanche, essentiellement sableux en basse Côte d'Ivoire.

Ces sols, sans semelle de labour ou d'obstacle d'autres natures, reçoivent des semences qui sont acquises de diverses manières. Les paysans prévoient généralement sur la récolte de l'année les semences pour la culture suivante. Si celles-ci s'avèrent insuffisantes, alors ils cherchent le complément dans le village. S'ils ne réussissent pas à avoir la quantité suffisante, ils en achètent sur les marchés locaux. De la récolte au semis, les semences sont stockées sans que des précautions particulières soient prises contre les déprédateurs et l'humidité. Dans ces conditions, il est fort probable que le pouvoir germinatif et la vigueur soient quelque peu altérés.



A la suite du mode d'acquisition des semences ci-dessus signalé, il devient difficile, voire impossible, d'obtenir des variétés homogènes. Pour le riz, par exemple, la variété "mah minsin" est composée, certes, de riz à petits grains, mais ceux-ci portent divers noms dans la région (Diomandé, Vassanela..). Ce constat est valable pour d'autres cultures. Sur la même parcelle, on compte parfois plus de trois variétés d'igname précoce (waha, kassagbè, sopè). Il faut signaler que ce sont surtout les variétés traditionnelles qui sont cultivées par les paysans. Cette préférence est justifiée par la recherche du goût par rapport au rendement.

Le rendement, dans le village, est influencé par la densité de semis ou de plantation. Le semis à la volée du riz pluvial, des légumes et du maïs, ne permet pas d'avoir une densité de semis homogène des surfaces emblavées. Nous avons ainsi noté, au cours du suivi des parcelles, des zones à faible densité de semis (20-30 pieds/m<sup>2</sup>), des zones de moyenne densité (40-50 pieds/m<sup>2</sup>), et, enfin, des zones de forte densité (100 pieds et plus/m<sup>2</sup>). Pour l'igname, les buttes ne sont pas confectionnées avec le souci d'une occupation judicieuse de l'espace. Le diamètre des buttes est supérieur à un mètre et leur hauteur avoisine 70 cm. Des études concernant la densité de semis (RAFFAILLAC, FORESTIER, 1980 ; RAFFAILLAC et NEDELEC, 1984 ; GOUE et YAO, 1987) ont montré la nécessité de rechercher un seuil de ce facteur pour l'obtention d'un rendement élevé.

La compétition entre les plants pour l'eau, les éléments minéraux et la lumière est influencée par la densité de semis ou de plantation (IRIKURA, COCK et KAWAND, 1979 ; CONNOR et COCK, 1981 ; YAO et al., 1988).

L'histoire culturelle des parcelles tient une place prépondérante dans l'obtention des rendements de celles-ci. Sur le bassin versant, les meilleurs rendements ont été obtenus sur les nouvelles défriches et sur les parcelles qui portaient comme culture précédente le coton. En effet, les cultures qui succèdent au coton profitent de l'arrière effet des engrais apportés à cette plante. Les faibles rendements sont notés sur les parcelles ayant plus de trois ans de mise en valeur. Sur de telles parcelles, l'enherbement constitue un problème. Les deux sarclages effectués par les paysans ne suffisent plus pour extirper les adventices. Les espèces récalcitrantes d'adventices comme *Imperata* sp contraignent généralement les paysans à l'abandon. La forte concurrence entre les adventices et les plantes cultivées rend parfois la distinction difficile entre ces deux types de végétaux.

Les rendements sont aussi influencés par les techniques culturelles mises en oeuvre. Les paysans de la zone d'étude continuent de pratiquer l'agriculture suivant les mêmes techniques que leurs ancêtres. Ceci transparait par exemple avec l'igname. Cette culture n'est pas tuteurée malgré l'intérêt qu'on lui porte. Sur le bassin versant, le paysan 3 qui s'est quelque peu écarté de cette conception en tuteurant de manière systématique tous les plants d'igname a obtenu de meilleurs rendements que les deux

autres. De plus, il a sarclé trois fois sa parcelle d'igname au lieu de deux fois qui sont pratiqués habituellement.

Le dernier facteur qui nous paraît important à signaler à propos des rendements est l'ardeur au travail des paysans. Le nombre d'actifs par famille est de 4,8. Ce chiffre nous semble suffisant pour exploiter des superficies plus importantes que celles actuellement mises en valeur. Dans le centre-nord de la Côte d'Ivoire (CAMARA, 1983), nous avons constaté qu'un paysan Sénoufo, aidé de son épouse et d'un fils, exploitait facilement plus de 10 hectares. Or dans notre zone d'étude, les superficies emblavées ne dépassent guère 5 hectares en moyenne au regard du fait qu'il n'existe pas de pression foncière.

## CONCLUSION

Dans la région concernée par la présente étude, le climat est favorable aux cultures annuelles telles que celles qui sont actuellement pratiquées par les villageois. Les sols ont des potentialités agronomiques qui permettent la croissance des plantes. La mise en place des cultures est effectuée à des périodes favorables (bon calage). Malgré toutes ces bonnes dispositions, les rendements des diverses cultures restent juste moyens, comparables aux moyennes nationales (Statistiques agricoles, 1984). Avec le nombre d'actifs dont dispose chaque famille, les rendements actuels peuvent être améliorés si les paysans :

- utilisent des semences plus performantes et des variétés améliorées plus productives,
- pratiquent des densités de semis homogènes et appropriées,
- mettent en oeuvre des techniques culturales plus élaborées, quitte à se démarquer des pratiques anciennes,
- entretiennent, de façon soutenue, leurs parcelles,
- adoptent l'utilisation des engrais sous toutes les cultures.

Il existe, de nos jours, peu de résultats sur le fonctionnement des systèmes traditionnels. Malgré cela, on peut faire des propositions pour leurs améliorations lesquelles, cependant, doivent être testées au cours d'études ultérieures afin de juger de leur rentabilité.

## TROISIEME PARTIE

### SOLS CULTIVES DU BASSIN VERSANT

#### INTRODUCTION

La nature des sols est déterminante aussi bien pour la croissance et le rendement des cultures qu'ils portent que pour leurs comportements vis-à-vis de certains tests que l'on peut entreprendre. Les propriétés hydrodynamiques du sol sont influencées par leurs caractéristiques morphologiques, physiques et chimiques. Pour apprécier les sols cultivés du bassin versant, nous allons examiner certains aspects de leurs caractéristiques, à savoir :

- leurs états de surface,
- leurs morphologies,
- l'évolution de leur porosité au cours du cycle cultural.

#### A. MATERIELS ET METHODES

##### 1. Etats de surface

L'étude des états de surface a consisté à la description de tous les phénomènes observables à la surface du sol. Pour cela, la zone cultivée a été parcourue dans tous les sens afin de recenser toutes les caractéristiques des états de surface.

En ce qui concerne les traits d'érosion, on a identifié les différents types définis par VALENTIN, FRITSCH et PLANCHON (1987). Ces définitions, fondées sur la profondeur d'incision, décrivent des formes d'érosion linéaire.

##### 2. Morphologie des sols

Les profils de sol implantés ont été décrits suivant le glossaire de pédologie (1969). Les sols, ainsi décrits, ont été classés d'après le CPCS (version 1967) et les mises au point de BOISSEZON (1969) et de CAMARA (1983) sur les sols ferrallitiques de la Côte d'Ivoire.

### 3. Porosité

On peut définir la porosité totale comme étant la somme de l'humidité volumique totale c'est-à-dire la fraction de sol exprimée en volume occupé par l'eau et par l'air du sol.

La porosité totale est calculée à partir de la densité apparente ( $d_a$ ) mesurée au champ sur le sol en place, et de la densité réelle ( $d_r$ ) mesurée au laboratoire, d'après la formule :

$$P \% = \left(1 - \frac{d_a}{d_r}\right) 100 \text{ où :}$$

$P$  est égal au pourcentage de porosité,  
 $d_a$  représente la densité apparente,  
 $d_r$  représente la densité réelle.

La connaissance de la densité apparente permet l'appréciation de l'évolution de la porosité au cours du temps. L'évaluation de la densité apparente de la tranche superficielle (0-10 cm) a été réalisée par la méthode dite du cylindre (AUDRY et al., 1973).

## B. RESULTATS

### 1. Etats de surface

#### 1.1. Débris végétaux et touffes d'herbes

A la suite du défrichage et des travaux préparatoires subsistent, à la surface du sol, des débris végétaux dont le degré de décomposition varie d'un point à un autre.

Des touffes d'herbes subsistent également en certaines parties des parcelles. Une activité faunique intense (fourmis, vers de terre) est notée en ces lieux, surtout aux pieds des herbes.

#### 1.2. Réorganisations superficielles

Après les travaux préparatoires, les premières pluies apportent des modifications à la surface du sol qui se traduisent par des microhorizons.

### 1.3. Sentiers

Les passages répétés des paysans sur des zones précises (sentiers) rendent celles-ci compactes. Il en résulte une disparition de la végétation et une stagnation des eaux de pluies, plusieurs jours (4-5) après les averses.

### 1.4. Microrelief

Le microrelief est constitué de zones convexes et de zones concaves induites par les travaux culturels. Quand il est marqué, comme c'est le cas en certains points des parcelles, le microrelief retient les eaux de pluies.

### 1.5. Termitières

A travers les champs, on observe quelques termitières cathédrales de *Macrotermes*, des termitières grises et basses de *Trinervitermes* et des termitières champignons de *Cubitermes*.

### 1.6. Blocs épars de cuirasse

On note en certains endroits des parcelles, des blocs épars de cuirasse qui sont abondants à la partie supérieure du versant (sommet cuirassé). Les espaces inter-blocs sont mis en valeur.

### 1.7. Blocs de roche

Très localisés, les blocs de roche sont observables au mi-versant. Les espaces inter blocs de roche sont également mis en valeur.

### 1.8. Traits d'érosion

Les protogriffes, les griffes et les ravineaux sont les trois formes d'érosion linéaire identifiées sur la partie cultivée du bassin versant.

Les protogriffes qui se limitent aux horizons superficiels ne provoquent pas d'incision franche. Les travaux préparatoires les font généralement disparaître.

Les griffes se définissent par l'existence d'une incision profonde qui affecte les horizons de pénétration humifère. Elles déchaussent les racines. Elles peuvent néanmoins être corrigées par les travaux culturels.

Dans les ravineaux, les incisions sont profondes mais elles restent inférieures à un mètre. Les ravineaux se localisent essentiellement sur la ligne de

rupture de pente.

## 2 Principaux types de sols

Les sols mis en culture sur le bassin versant sont essentiellement ferrallitiques. Ils appartiennent aux groupes typique, remanié et appauvri. Les sols du groupe typique sont largement cultivés. Ils sont suivis en cela par les sols remaniés et, enfin, par les sols appauvris qui sont très peu représentés. Les principaux traits morphologiques des divers horizons de ces sols sont consignés dans le tableau 22.

Tableau 22 : DESCRIPTION DES DIFFERENTS TYPES DE SOLS MIS EN VALEUR.

Types de sols Variables observés	Sol ferrallitique typique		Sol ferrallitique remanié		Sol ferrallitique appauvri	
	HZ* organiques	Hz minéraux	HZ organiques	HZ minéraux	HZ organiques	HZ minéraux
Epaisseur	25-30 cm	100 cm	20-25 cm	100 cm	30-40 cm	100 cm
Couleur	5YR 3/2 2,5 YR 4/4	2,5 YR 5/6	5YR 3/2 2,5 YR 4/4	2,5 YR 5/6	10 YR 5/2	7,5 YR 5/2
Texture	Sablo-argileuse à argilo-sableuse	Argileuse	Sablo-argileuse à argilo-sableuse	Argileuse	Sableuse à sablo-argileuse	Sablo-argileuse
Structure	Nuciforme à microgrenue et massive à débit polyédrique	Massive à débit polyédrique sub anguleux	Nuciforme à massive à débit polyédrique	Massive à débit polyédrique défini par les éléments grossiers	Massive à débit polyédrique et à sous structure particulière	Massive à débit polyédrique
Éléments grossiers	10-15 %	25-30 %	20-30 %	au moins 40-50 %	10 %	10-15 %
Cohésion	meuble à moyennement meuble	moyenne	meuble	moyenne à compacte	meuble	meuble
Porosité	Poreux	Moyenne	Poreux	Poreux (inter éléments grossiers)	Poreux	Poreux
Enracinement	Nombreuses racines vers la surface et seulement quelques en profondeur	Quelques racines	Nombreuses en surface et quelques en profondeur	Quelques racines	Quelques racines	Rares racines

\* Hz = horizons

L'examen du tableau 22 nous permet de dire que les sols typiques et les sols remaniés sont brun-rouges dans les horizons humifères et à pénétration humifère

et rouges dans les horizons minéraux. La structuration est meilleure dans les premiers centimètres où les racines sont abondantes. Ce qui confère à ces couches un certain ameublissement et une porosité ouverte. Quant aux sols appauvris, la couleur ocre reste dominante.

La texture est sableuse à sablo-argileuse sur l'ensemble du profil (120 cm) et la structure moins nette que dans les sols précédents.

### 3. Evolution de la porosité

La figure 27 présente les moyennes (8 répétitions) de l'évolution de la densité apparente des sols de la savane naturelle et de ceux des parcelles de riz, d'arachide, de manioc au cours du cycle cultural. La valeur de la densité apparente diminue suite à la mise en culture. Mais au cours du cycle cultural qui coïncide avec la saison des pluies, on remarque une augmentation progressive des différentes valeurs qui ont tendance à se confondre trois mois plus tard (au mois d'août). Par la suite, elles divergent à nouveau, la plus faible valeur étant notée avec le manioc et la plus forte sous la référence de savane naturelle.

## C. DISCUSSION

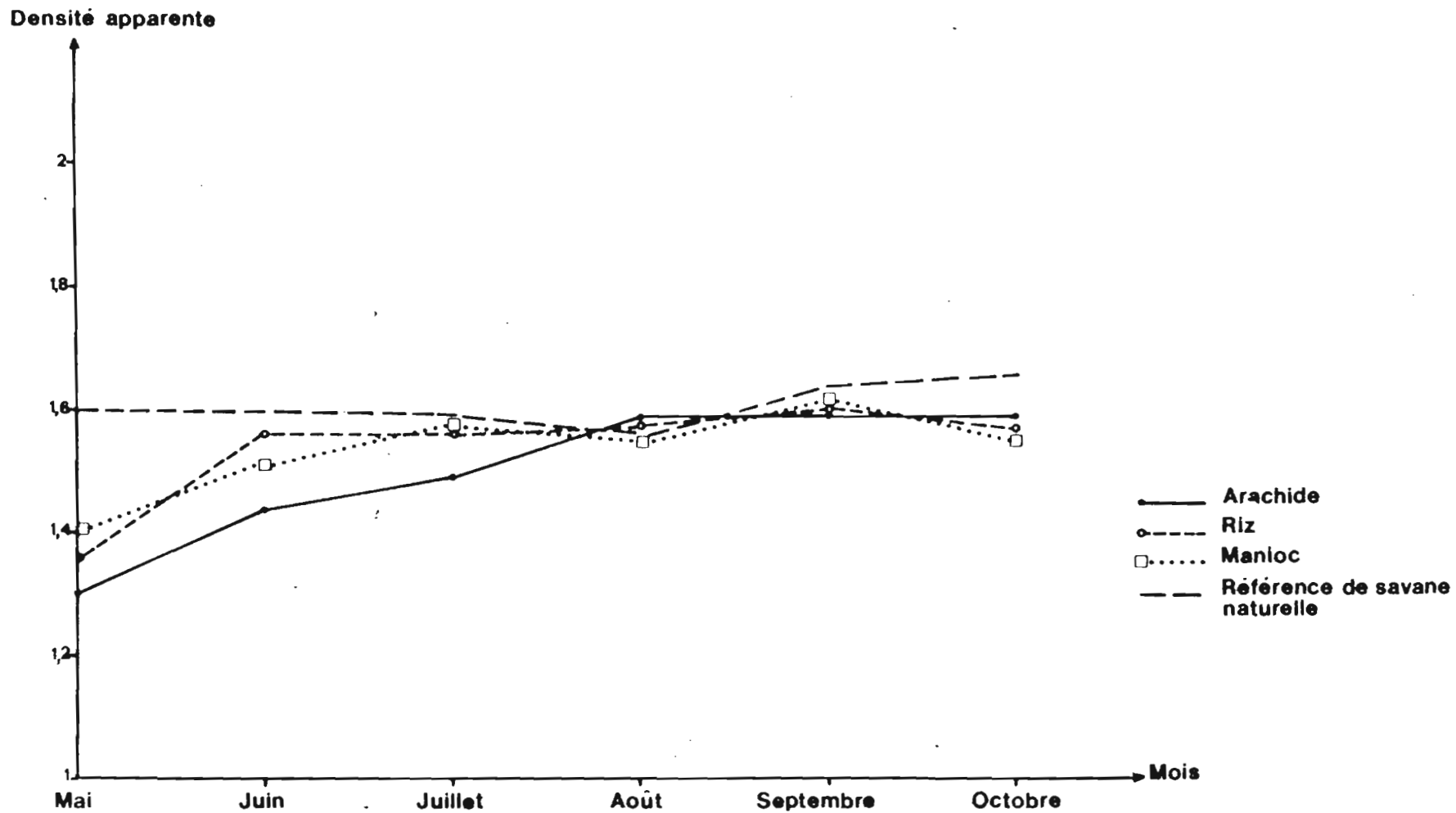
Les débris végétaux qui existent à la surface du sol, après leur décomposition, enrichiront le sol en matière organique. Ils jouent le rôle de protection du sol contre l'effet direct des rayons solaires, de l'impact des gouttes de pluie.

L'activité faunique notée aux pieds des touffes d'herbes ne peut qu'être bénéfique pour le sol. En effet, elle va contribuer à accroître la porosité (canalicules) favorisant alors la circulation de l'eau (infiltration) et l'aération du sol (CASENAVE et VALENTIN, 1988).

Les termitières observées sur le bassin versant sont des nids épigés de termites fourrageurs, humivores et champignonnistes (LEPAGE et TANO, 1986). Si les termites humivores dégradent la fertilité des sols, les termites fourrageurs et champignonnistes, en revanche, participent au mélange de la matière minérale et de la matière organique. Ils accroissent également la porosité du sol. LEPAGE, MOREL et RESPLENDINO (1974) ont montré que les termites peuvent creuser des galeries jusqu'à 40-50 cm de profondeur. Parfois, ils se ménagent des réservoirs d'eau sous leur nid (LEPRUN, 1976). Ils participent au remaniement du sol et aux remontées biologiques qui ont une incidence directe sur la fertilité des sols (LEVEQUE, 1975) et sur le ruissellement (JANEAU et VALENTIN, 1987).

La présence des blocs de cuirasse et de roche réduit la surface cultivable. Ce sont des facteurs qui empêchent toute mécanisation de l'agriculture. Leur localisation,





**FIG.27 : EVOLUTION DE LA DENSITE APPARENTE AU COURS DU CYCLE CULTURAL**

lors d'une mise en valeur, est nécessaire.

La pénibilité du travail est accrue lors de la mise en valeur de telle surface.

L'existence des traits d'érosion à travers les champs révèle que la mise en valeur, de manière traditionnelle, ne permet pas une conservation totale du sol. Cependant, il est fort probable, qu'elle limite les processus de ruissellement et d'érosion comme nous le verrons dans le prochain chapitre.

Les caractéristiques morphologiques des sols mis en valeur ne constituent pas une contrainte pour la croissance des plantes. Ce fait est attesté par la présence de nombreuses racines dans les couches superficielles. Contrairement aux sols ferrallitiques appauvris, les sols ferrallitiques typiques et les sols remaniés sont très largement cultivés dans le nord de la Côte d'Ivoire (LEVEQUE, 1981 ; DAMIO, 1981 ; CAMARA, 1983). Il convient d'insister sur la texture des premiers centimètres de ces sols (sablo-argileux à argilo-sableux). En effet, celle-ci doit retenir beaucoup plus facilement l'eau et les éléments organiques à cause de la présence en quantité suffisante de l'argile (plus de 20 %).

Les pratiques agricoles ameublissent le sol et provoquent à sa surface de nombreux agrégats et mottes. La présence dans le milieu de ces éléments structuraux augmente la porosité (baisse de la valeur de la densité apparente sous les cultures par rapport à la référence de savane naturelle). L'installation de la saison pluvieuse qui détruit la plupart des agrégats (comme nous le verrons ultérieurement) contribue à diminuer la porosité. C'est ce qui explique l'augmentation des valeurs de la densité apparente sous les cultures au cours du cycle cultural. Cette constatation est en accord avec le point de vue de MONNIER, BOIFFIN et PAPY (1986). Ces auteurs ont montré que la dégradation par la pluie de la structure fragmentaire superficielle résultant du travail du sol aboutit à une diminution de la porosité dans l'ensemble des couches travaillées.

## CONCLUSION

Les sols mis en valeur sur le bassin versant ne sont pas complètement dénudés après les travaux préparatoires. Ils sont le lieu d'une activité faunique intense. Leurs caractéristiques morphologiques sont dans l'ensemble conservées excepté quelques modifications apportées à la partie superficielle. La bonne teneur argileuse des horizons de surface ne doit pas, en principe, faciliter le processus d'érosion comme c'est le cas dans le sud de la Côte d'Ivoire (région d'ABIDJAN) où les sols sont essentiellement sableux ( ROOSE, 1973 &1981).

## QUATRIEME PARTIE

# INFLUENCES DES ETATS DE SURFACE SUR QUELQUES PROPRIETES PHYSIQUES ET HYDRODYNAMIQUES DU SOL EN FONCTION DE TROIS CULTURES (riz, arachide, manioc)

### INTRODUCTION

La stabilité d'un milieu dépend des équilibres dynamiques qui s'établissent entre sol - végétation - atmosphère. Ces équilibres peuvent être rompus sous l'action d'un certain nombre de facteurs parmi lesquels la mise en culture. Pour apprécier le déséquilibre provoqué, plusieurs études d'évolution du sol sous l'effet de la mise en valeur ont été réalisées sur différents sites de défrichement en Côte d'Ivoire, au cours de ces dernières années (DE BLIC 1976, 1978 ; VALENTIN, 1978 ; MOREAU, 1978, 1979, 1983 ; MONG GINE, 1979 ; ROOSE, 1983 ; YORO, 1984 ; GNAMBA, 1986, 1987...). Ces études portent essentiellement sur les principaux paramètres (morphologiques, physiques, chimiques et biologiques) de la fertilité du sol.

De nombreuses techniques permettent de mesurer les modifications qui résultent de la mise en valeur. Les agronomes ont mis au point une méthode pour caractériser les différents profils culturaux (HENIN, GRAS et MONNIER, 1969 ; MANICHON, 1982 ; GAUTRONNEAU, 1985 ; GAUTRONNEAU et MANICHON, 1988). Pour ce qui est de la dégradation du sol, ce sont les données concernant le couvert (plantes cultivées, résidus de récolte,...), le micro-relief et les organisations pelliculaires superficielles qui sont à prendre en compte (COLLINET et VALENTIN, 1979 ; VALENTIN, 1981 ; RUIZ FIGUEROA, 1983 ; BOIFFIN, 1984 ; ALBERGEL, RIBSTEIN et VALENTIN, 1985). Ces paramètres, rapportés à des surfaces plus grandes ont permis aux hydrologues d'obtenir des résultats considérés comme satisfaisants (CASENAVE, 1977 ; CHEVALLIER, 1982 ; GIODA, 1983 ; ALBERGEL et BERNARD, 1984 a et b ; CASENAVE et VALENTIN, 1988).

Dans cette quatrième partie du travail, nous allons nous attacher à mieux connaître l'évolution des états de surface au cours des cycles culturaux et leurs incidences sur quelques propriétés physiques et hydrodynamiques du sol. Trois

cultures (riz, arachide et manioc) seront, à cet effet, testées sous le mini-simulateur de pluie. L'évolution du couvert végétal de ces cultures à différentes périodes du cycle cultural sera suivie grâce au dispositif du point quadrat. Les analyses des résultats obtenus ne tiendront pas compte du passé cultural et des propriétés physico-chimiques des sols qui portent les diverses cultures. Après un aperçu sur les matériels et méthodes utilisés, les résultats seront présentés et interprétés.

## A. MATERIELS ET METHODES

### 1. Dispositif du point quadrat

Le dispositif du point quadrat est un bâti métallique qui s'adapte à la parcelle infiltrométrique utilisée avec l'infiltromètre à aspersion. Un cadre mobile vertical s'emboîte à la partie supérieure carrée du bâti de forme carrée. Sur ce cadre, sont suspendues des aiguilles distantes les unes des autres de 10 cm. Pendant la manipulation, les aiguilles et leur support sont déplacés parallèlement le long du bâti de 10 cm en 10 cm. Les mesures consistent à noter tous les contacts de chacune des aiguilles. Ainsi, les états de surface et l'évolution du couvert végétal sont déterminés avec précision.

### 2. Mini-simulateur de pluie

Au cours d'une pluie naturelle, il se produit divers phénomènes parmi lesquels on peut citer l'infiltration, le ruissellement, le détachement, l'érosion... La simulation de pluie permet de quantifier ces phénomènes et par conséquent d'apprécier l'hydrodynamique du sol.

L'appareillage utilisé pour cette étude est une version très améliorée de celui de BERTRAND et PARR (1960). Cet appareil, construit par l'ORSTOM (ASSELIN et VALENTIN, 1978) et repris dans une quinzaine de pays, a servi pour plusieurs missions de pédologie et d'hydrologie en Afrique francophone.

Son principe de fonctionnement dont l'essentiel sera évoqué ici, a déjà été décrit dans des travaux antérieurs (ASSELIN et VALENTIN, 1978 ; CASENAVE, 1981 ; VALENTIN, 1982 ; CHEVALLIER, 1982...).(cf. annexe II pour le détail).

Son principal perfectionnement provient de la possibilité de modifier l'intensité en cours de pluie. Les intensités appliquées au cours de nos simulations de pluies, varient entre 30 et 120 mm/h. Les énergies cinétiques obtenues sont peu différentes de celles mesurées sous pluies naturelles (VALENTIN, 1981). Les intensités d'infiltration sont déterminées par différence entre l'intensité de pluie simulée et l'intensité de ruissellement. Cette dernière est enregistrée par un limnigraphe à mouvement rapide. Les prélèvements de l'eau de ruissellement sont effectués à partir d'une dérivation du canal d'écoulement.

La mise au point du mini-simulateur a permis le contrôle des intensités et des durées de pluie et l'étude, à volonté, des phénomènes hydrologiques.

Avant toute simulation de pluie, il est nécessaire de connaître les données pluviométriques antérieures de la zone où la simulation doit avoir lieu. Dans le cas de notre étude, ces résultats ont été fournis par CHEVALLIER et al., (1985, 1986).

Pour chaque parcelle une averse d'occurrence pluriannuelle, c'est-à-dire qui a une probabilité de tomber plus d'une fois par an, a été simulée. Elle est constituée de la succession ininterrompue des séquences suivantes :

- 10 minutes à 30 mm/h,
- 10 minutes à 120 mm/h,
- 10 minutes à 90 mm/h,
- 10 minutes à 60 mm/h,
- 10 minutes à 30 mm/h.

Ce qui formera une pluie de 55 mm en 50 minutes.

### 3. Parcelles de mesures

Les mesures sous pluies simulées et le suivi du couvert végétal du riz, de l'arachide et du manioc sont effectués à l'intérieur d'un cadre métallique qui est enfoncé dans le sol d'environ 5 cm. La face aval du cadre est percée de trous au ras du sol et est munie d'un canal collecteur qui recueille le ruissellement.

Ce canal débouche dans une cuve, calibrée de façon à donner une élévation de 1 cm d'eau dans la cuve pour une lame ruisselée de 1 mm. Cette cuve est surmontée d'un limnigraphe à grande vitesse de rotation qui permet d'enregistrer les volumes ruisselés avec une excellente précision puisqu'il est possible d'apprécier les temps à 10 secondes près et les lames ruisselées à 0,1 mm près (CASENAVE et VALENTIN, 1988). L'intérieur de la parcelle ne doit subir que des modifications indispensables tel que le sarclage sous culture. En effet, toute intervention dans la parcelle peut provoquer des modifications importantes des résultats des facteurs hydrodynamiques. (VALENTIN, 1981). La figure 28 donne l'emplacement des sites de simulation de pluie.

## B. RESULTATS

Les résultats présents se rapportent à l'évolution des états de surface et des facteurs hydrodynamiques du sol. Ils concernent le riz, l'arachide et le manioc. 6 mesures par culture ont été effectuées pendant 6 mois (de mai à octobre). C'est sur l'ensemble de ces mesures (soit 18 au total) que des études statistiques ont été entreprises. La validité de l'approche typologique mise au point par CASENAVE et VALENTIN (1988) a été testée sur ces mêmes données en vue de juger de l'opportunité de son utilisation par rapport aux analyses statistiques.

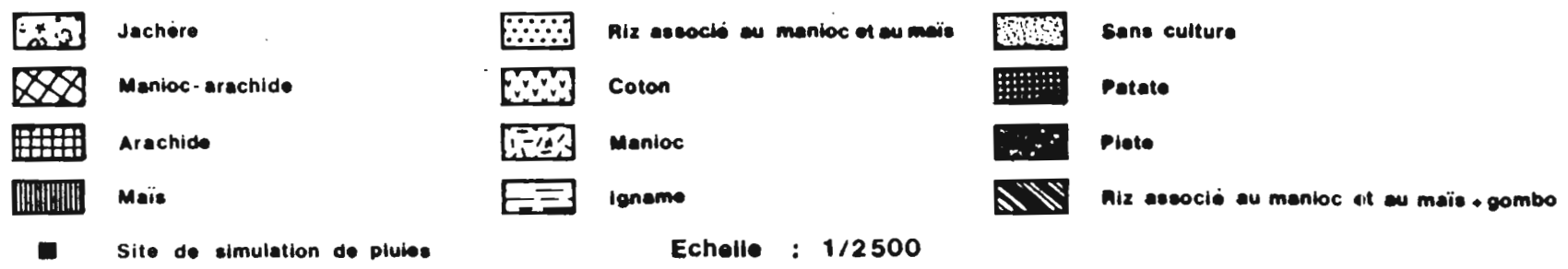
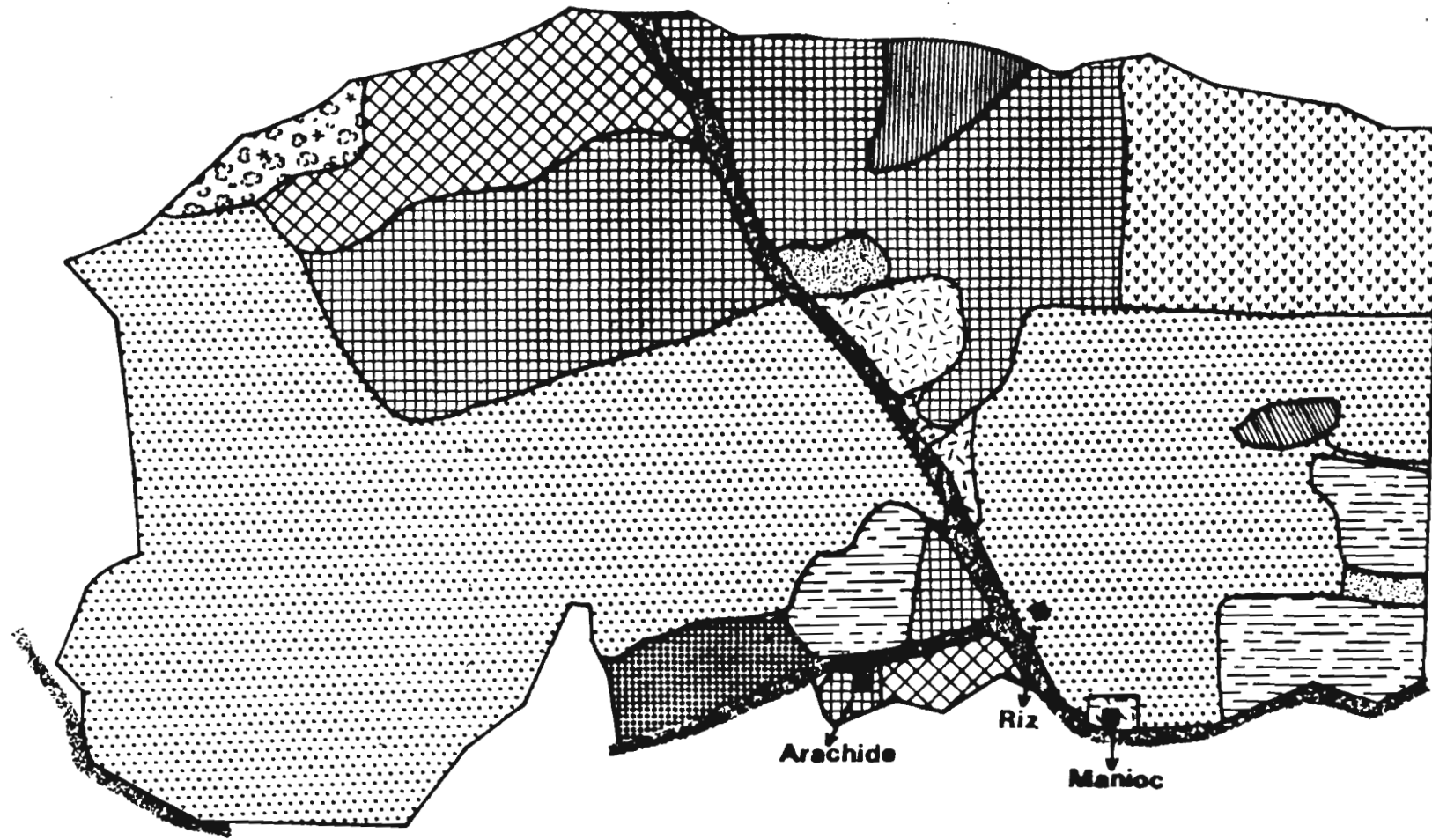


FIG. 28 : EMBLACEMENT DES SITES DE SIMULATION DES PLUIES

## 1. Evolution du couvert

### 1.1. Evolution du couvert végétal

Avec le dispositif du point quadrat, différents paramètres permettent la détermination de l'évolution du couvert végétal. Parmi ceux-ci, on peut retenir :

- Nu qui désigne le pourcentage de surface nue. Nu<sub>1</sub> représente les surfaces où les aiguilles ne rencontrent aucun contact et Nu<sub>2</sub> où on note un seul contact. Nu<sub>1</sub> et Nu<sub>2</sub> sont des facteurs d'appréciation de la dissipation de l'énergie cinétique des gouttes de pluie, laquelle énergie est modifiée par l'interception d'un contact ;
- Hi est justement la hauteur de la dernière interception. Ce paramètre permet de calculer l'énergie cinétique sous couvert par la formule :

$$E_C = 1/2 mV^2 = mgH_i$$

Les débris végétaux (BIOV) au sol couvrent la surface du sol empêchant ainsi les gouttes de pluie d'atteindre directement celle-ci.

L'évolution de la croissance du couvert végétal des trois cultures est représentée sur la figure 29. A partir de cette figure, on peut dire que :

- l'évolution du couvert végétal de l'arachide est rapide au cours des deux premiers mois qui suivent le semis. Elle atteint son maximum pendant le troisième mois. La phase décroissante correspond à la récolte ;
- l'évolution du couvert du riz est moins marquée que celle de l'arachide. Son maximum est atteint au bout de trois mois après le semis. La phase décroissante, contrairement à l'arachide, ne correspond pas à la récolte, mais à la période de maturation et de dessèchement de certaines feuilles ;
- l'évolution du couvert du manioc est plus lente que celle des deux précédentes cultures. Quatre mois après la plantation, on note la valeur maximale du couvert. La longueur du cycle du manioc (plus de 10 mois) n'a pas permis de suivre cette évolution jusqu'à son terme comme c'est le cas pour les deux cultures précédentes.

### 1.2. Evolution du pourcentage d'agrégats

A la suite du travail du sol, on observe à la surface des :

- microreliefs (MR) : le microrelief est, à l'échelle de la parcelle élémentaire, le résultat des petits accidents de terrain, naturels ou induits par les techniques culturales. Ils confèrent au sol, la rugosité susceptible de diminuer le ruissellement et de permettre l'augmentation du stockage superficiel. Le microrelief est mesuré à partir de la somme des valeurs absolues des écarts par rapport à une référence arbitraire (en mm) ;
- microhorizons : un microhorizon est la partie supérieure du sol finement stratifiée, qui a subi des transformations, sous l'effet des facteurs météorologiques ou anthropiques. Cette partie supérieure se caractérise par une différenciation verticale

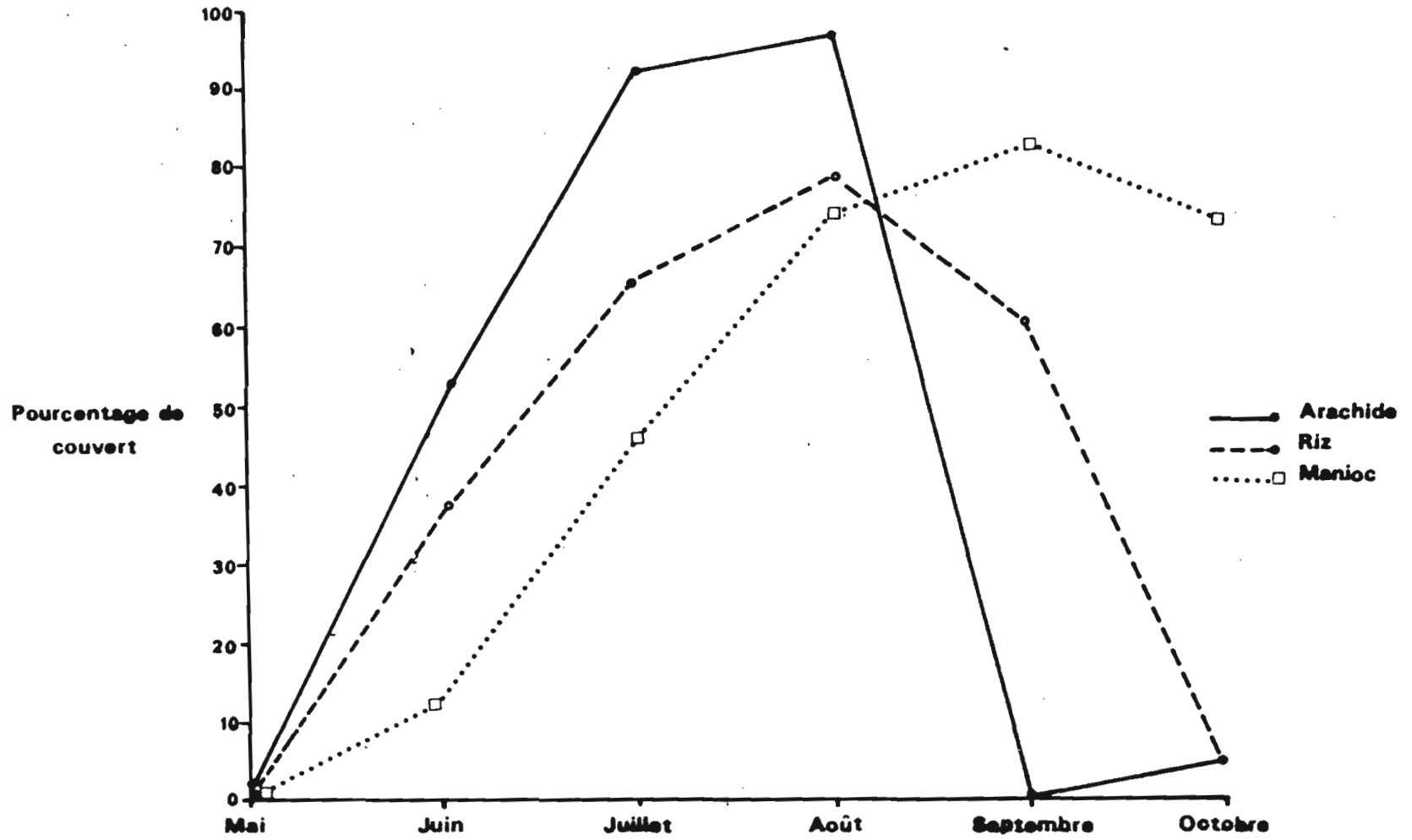


FIG. 29 : EVOLUTION DU COUVERT VEGETAL AU COURS DU CYCLE EN 1986



la surface souvent de couleur et de granulométrie différentes. La description des microhorizons permet de réunir les données de base sur l'état de surface.

C'est sur la taille des constituants que se fonde l'identification des types de microhorizons. On peut ainsi citer :

- \* le sable fin (SF)
- \* le sable grossier (SG),
- \* les éléments grossiers (G),

- agrégats : ils résultent des travaux culturaux. Les agrégats (AG) sont des éléments structuraux reconnaissables à la surface du sol. Selon le degré de désagrégation d'un sol cultivé, la structure passe, sous l'effet des pluies, par différents états (BOIFFIN, 1984) :

- \* fragmentaire : chaque agrégat est bien délimité et indépendant de ses voisins ;
- \* fragmentaire altéré : alors que le contour des agrégats les plus grossiers tend à se maintenir, celui des plus fins disparaît au sein d'une structure continue ;
- \* continu ou fondu (agrégat fondu = AF) : on ne discerne plus les agrégats initiaux qui ont disparu au sein d'un ensemble massif, sans structure.

La figure 30 traduit l'évolution du taux des agrégats sous les trois cultures. On remarque sous :

- l'arachide, une chute brutale du taux des agrégats le mois qui suit le semis. Par la suite, la dégradation des agrégats est plus lente et ceci jusqu'à la récolte. La croissance notée après septembre résulte de la récolte ;
- le riz, une chute importante du taux des agrégats le mois qui suit également le semis. De cette période jusqu'à la récolte, la diminution du taux des agrégats est progressive ;
- le manioc, la diminution du pourcentage des agrégats dans le milieu est régulière et marquée jusqu'à la fin de l'expérimentation.

### 1.3. Evolution du pourcentage de surface encroûtée

Au cours du cycle cultural, sous l'effet des pluies, les agrégats se délitent pour donner naissance à des croûtes de dessiccation (DES), c'est-à-dire sans réorganisation superficielle. De telles croûtes peuvent s'étendre à l'ensemble de la surface considérée où l'on note la prédominance des croûtes d'érosion (ERO).

La figure 31 présente l'évolution du pourcentage de surface encroûtée sous les trois cultures. On remarque que sous :

- le riz, le pourcentage de surface encroûtée est élevé sur le mois qui suit le semis. Par la suite, le taux de croissance, bien que faible, est régulier ;
- l'arachide, la croissance des surfaces encroûtées est notable au cours du premier mois. Sur les deux mois suivants, elle reste stable. Elle chute avec la récolte de l'arachide ;
- le manioc, le taux de surface encroûtée augmente régulièrement d'un mois à un autre pour dépasser 90 % 4 mois après la plantation.

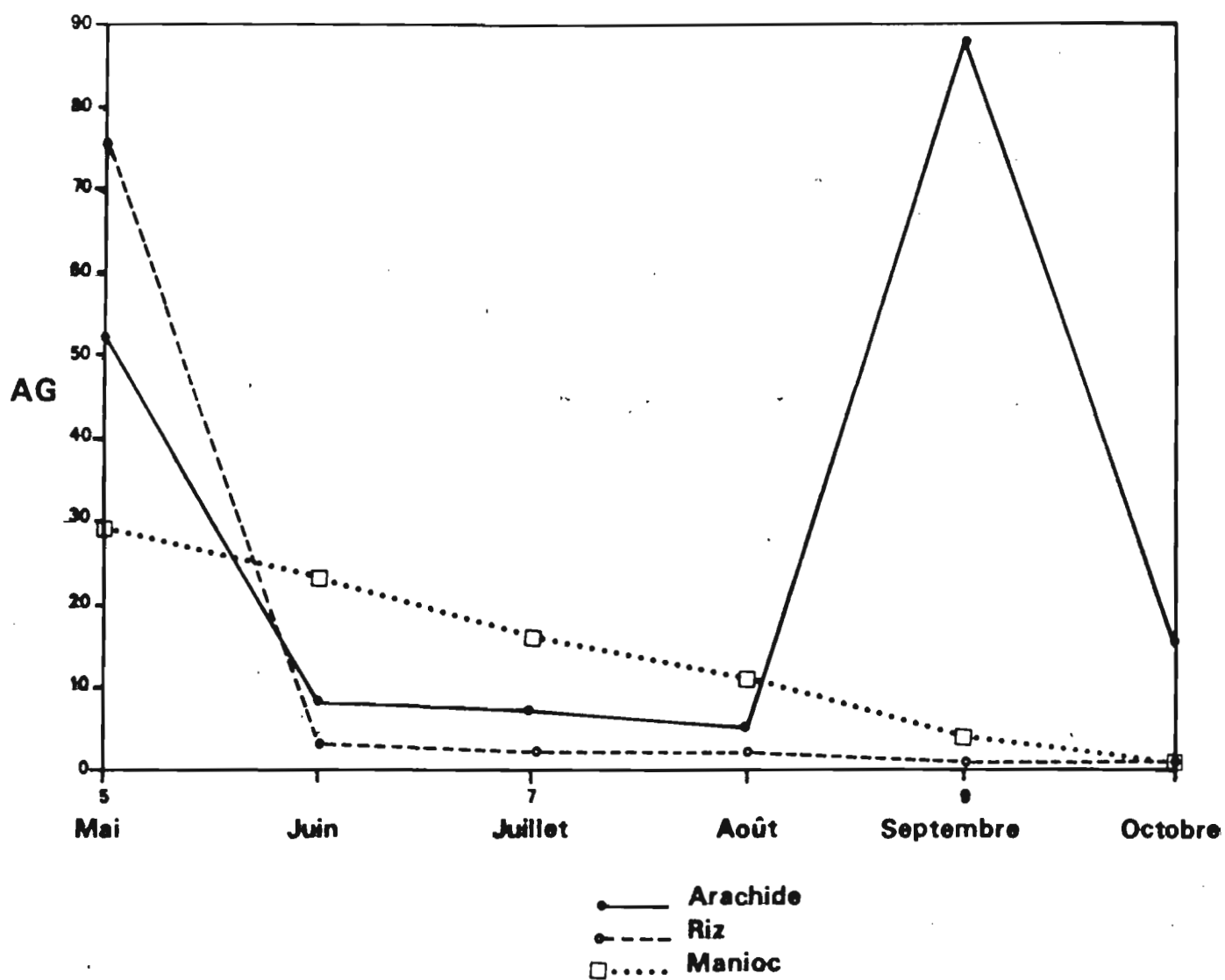


Fig. 30 : Evolution du pourcentage d'agrégats

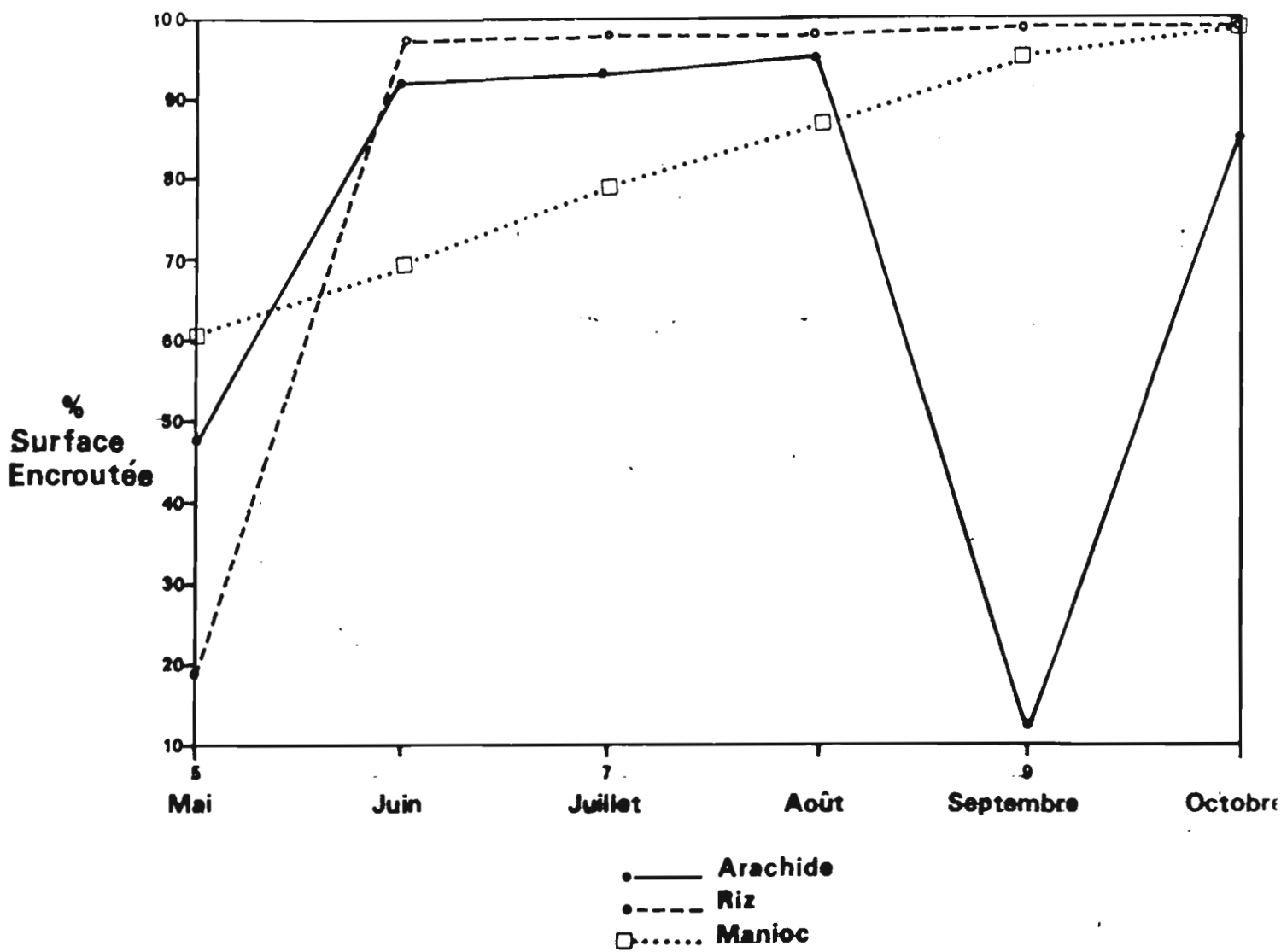


Fig. 31 : Evolution du pourcentage de surface encroutée

#### 1.4. Evolution des surfaces élémentaires.

Le terme de "surface élémentaire" désigne, à un instant donné, un ensemble homogène constitué par les éléments suivants du milieu :

- le couvert végétal,
- la surface du sol,
- les organisations pédologiques superficielles qui ont subi des transformations, sous l'effet des facteurs météorologiques, fauniques ou anthropiques.

Parmi les grands types de surfaces élémentaires, nous allons nous intéresser aux surfaces cultivées qui se subdivisent en trois types selon CASENAVE et VALENTIN (1988). Ce sont :

- surface de type cultivé 1 :  $C_1$ .

C'est une surface qui correspond soit :

- \* à l'absence de croûte,
- \* à une pellicule structurale 1 (1 seul microhorizon englobant des reliques d'agrégats) ;

- Surface de type cultivé 2 :  $C_2$

Sur de telle surface, il existe une pellicule de ruissellement mais non dominante en surface avec peu de vésicules ;

- Surface de type cultivé 3 :  $C_3$

Cette surface est généralement associée à une pellicule de ruissellement dominante.

Le tableau 23 présente l'évolution des surfaces élémentaires au cours du cycle cultural sous trois cultures.

Tableau 23 : EVOLUTION DES SURFACES ELEMENTAIRES

Cultures	RIZ	ARACHIDE	MANIOC
mois			
Mai	C <sub>11</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>11</sub>
Juin	C <sub>21</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>21</sub>
Juillet	C <sub>21</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>21</sub>
Août	C <sub>21</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>21</sub>
Septembre	C <sub>21</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>31</sub>
Octobre	C <sub>31</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>31</sub>

Dans ce tableau, les indices qui accompagnent les différents symboles des surfaces élémentaires, indiquent les valeurs des pluies d'imbibition du sol à l'état très humecté (cf. typologie de CASENAVE et VALENTIN, 1988).

Du tableau, on peut dire que sous :

- le riz, les surfaces élémentaires varient peu au cours du cycle cultural. En effet, de mai à juin, on passe du type C<sub>1</sub> au type C<sub>2</sub> qui se maintient jusqu'à septembre. En octobre, après la récolte, on observe le type C<sub>3</sub> ;
- l'arachide, la variation des surfaces élémentaires est également peu marquée. Excepté aux mois de juin et d'octobre où l'on note respectivement le type C<sub>2</sub> et le type C<sub>3</sub>, le reste du temps, c'est le type C<sub>1</sub> qui prédomine ;
- le manioc, le type C<sub>1</sub> est observé uniquement au cours du mois de mai, le type C<sub>2</sub> de juin à août et le type C<sub>3</sub> de septembre à octobre.

## 2. Facteurs hydrodynamiques du sol.

### 2.1. Evolution de la pluie d'imbibition (Pi)

La pluie d'imbibition a déjà fait l'objet d'analyse, d'abord par LAFFORGUE (1977), puis par LAFFORGUE et CASENAVE (1980). Pour mettre les sols dans les conditions hydriques analogues, on apporte une première pluie dont

les composantes sont déterminées à partir de l'indice de précipitation antérieure (API)

Pour chacune des averses sur le bassin versant, l'indice de précipitation antérieure a été calculé selon une expression de la forme (CASENAVE, 1982 ; CHEVALLIER, 1983) :

$$API_n = (API_{(n-1)} + P_{(n-1)}) e^{-a \cdot t}$$

$API_n$  représente la valeur de l'indice avant la pluie  $n$ ,

$API_{(n-1)}$  désigne la valeur de l'indice avant la pluie  $(n-1)$ ,

$P_{(n-1)}$  est la hauteur de la pluie  $(n-1)$ ,

$a$  représente le coefficient de variation compris entre 0,01 et 1. Dans le cadre de notre travail,  $a = 0,5$ ,

$t$  désigne le temps en fraction de jours séparant la fin de la pluie  $(n-1)$

du début de la pluie  $n$ .

La phase d'imbibition est caractérisée par la hauteur de la pluie infiltrée ou stockée en surface du sol.

La figure 32 présente l'évolution de la pluie d'imbibition sous les trois cultures étudiées. On constate que sous :

- l'arachide : la pluie d'imbibition évolue irrégulièrement d'un mois à un autre. De valeur moyenne au moment du semis, elle décroît au cours du premier mois. Elle atteint son maximum en juillet et son minimum, en octobre ;
- le riz, la valeur maximum est enregistrée dès le mois de mai. La plus faible valeur est notée 5 mois plus tard ;
- le manioc, la valeur de la pluie d'imbibition diminue régulièrement depuis la plantation jusqu'à 4 mois plus tard. Puis, une légère croissance est observée le mois suivant.

## 2.2. Evolution de l'infiltration ( $F_n$ )

L'infiltrabilité est le régime avec lequel le sol peut absorber l'eau fournie à sa surface (HILLEL, 1970). Et l'infiltration est le processus de pénétration de l'eau dans le sol par flux descendant. C'est en fait un phénomène d'entrée et de circulation de l'eau dans un milieu poreux.

L'intensité d'infiltration d'un sol est définie comme le flux d'eau entrant dans le profil par unité de surface du sol (HILLEL, 1982). Elle est exprimée en hauteur d'eau par unité de temps (mm/h).

L'intensité minimale d'infiltration ( $F_n$ ) est observée au moment où le ruissellement a atteint une intensité maximale et vice versa. A ce moment là, il s'établit un régime d'écoulement permanent.

La figure 33 présente l'évolution de l'intensité minimale d'infiltration et permet de dire que sous les cultures :

- d'arachide, l'intensité d'infiltration, de 23 mm/h au moment du semis, passe à 14 mm/h, un mois plus tard. Puis, elle croît rapidement pour pratiquement doubler sa

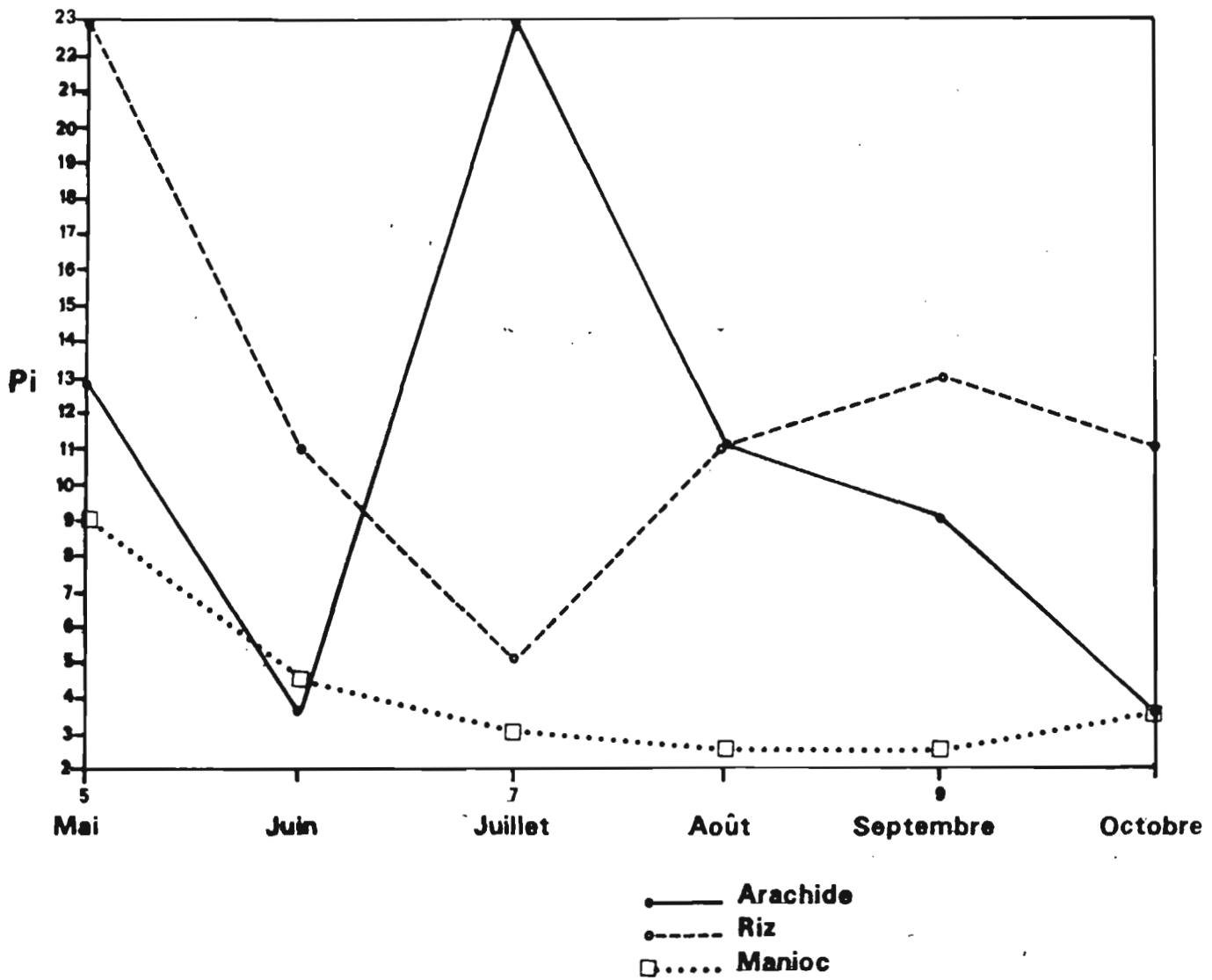


Fig. 32 : Evolution de la pluie d'imbibition (mm)

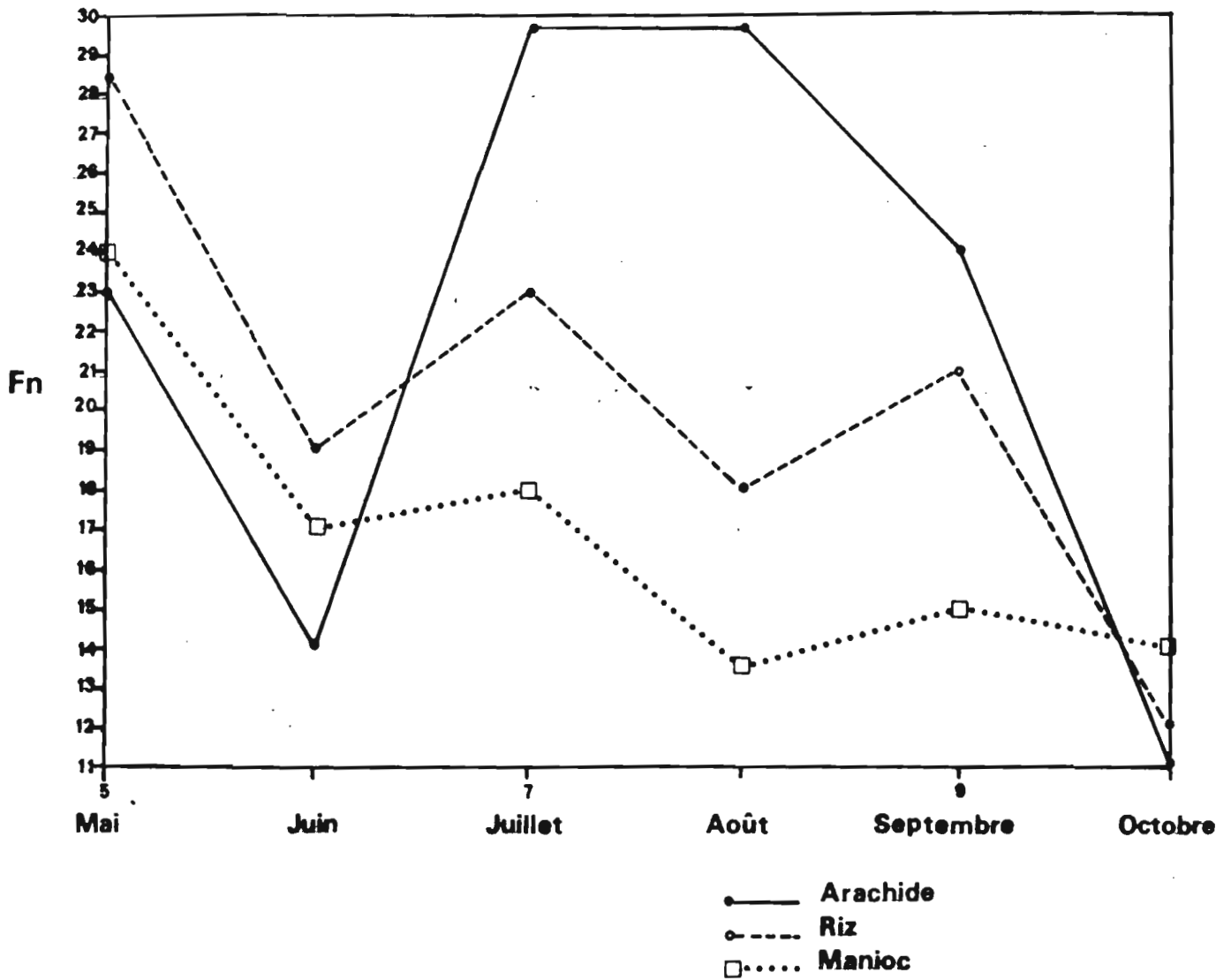


Fig.33 : Evolution de l'intensité minimale d'infiltration (mm/h)



valeur ( 30 mm/h) sur les deux mois suivants. Après la récolte (fin août) l'intensité d'infiltration diminue fortement en passant de 30 à 11 mm/h ;

- de riz, l'intensité d'infiltration est élevée au moment du semis (28,5 mm/h). Mais au cours du cycle cultural, on constate une alternance de la croissance et de la décroissance un mois sur deux ;

- du manioc, la valeur la plus forte de l'intensité d'infiltration est notée à la période de plantation (24 mm/h). Cette valeur décroît pour atteindre 14 mm/h à la fin de l'expérimentation.

### 2.3. Evolution du ruissellement (Kr)

Par ruissellement, il faut entendre la fraction des pluies qui ne peut s'infiltrer à l'intérieur du sol pour des raisons diverses et qui s'échappe au bas de la parcelle de mesure (ROOSE, 1981). Le ruissellement, qui est un terme du bilan hydrique de la parcelle, est exprimé par le rapport entre la lame d'eau ruisselée et la lame d'eau précipitée. Ce rapport, considéré au cours d'une averse élémentaire, est le coefficient de ruissellement (Kr).

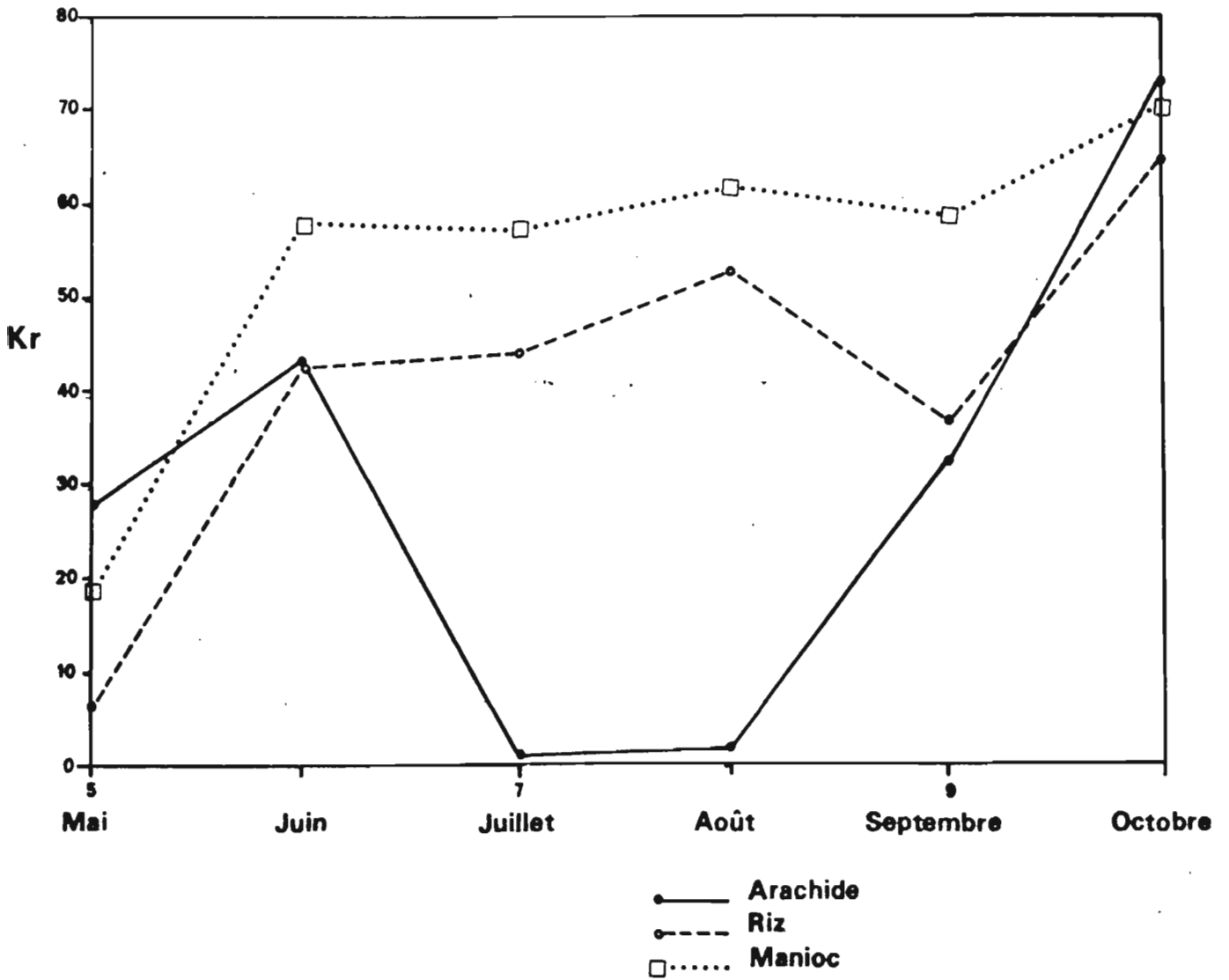
La figure 34 montre l'évolution du coefficient de ruissellement sous trois cultures. L'examen de cette figure permet de dire qu'elle est l'inverse de celle présentée au sujet de l'infiltration. En effet, les valeurs les plus faibles du coefficient de ruissellement, contrairement à l'intensité de l'infiltration, sont notées sous l'arachide (environ 2 mois). Mais, après la récolte de l'arachide, le coefficient de ruissellement augmente de façon notable. Sous le riz, le coefficient de ruissellement, élevé ( $K_r > 25$ ), garde des valeurs moyennes par rapport à l'arachide et au manioc. Le coefficient est encore plus marqué sous le manioc que sous les deux autres cultures. Sous le manioc, il passe de 20 au moment de la plantation à plus de 50 par la suite, durant toute la période de l'expérimentation.

### 2.4. Evolution de la turbidité (Cx)

La turbidité correspond à la quantité de sédiments transportés (g/l) par les eaux de ruissellement lors d'une pluie. Et l'expression Cx exprime la valeur de la turbidité sensiblement constante au cours du régime permanent de ruissellement, que l'on considère comme moyenne des valeurs obtenues.

La figure 35 présente l'évolution de Cx au cours du cycle cultural sous trois cultures. De l'examen de cette figure, il ressort que sous :

- l'arachide, la turbidité est moyenne (55 g/l m<sup>2</sup>) au moment du semis et nulle de juillet à août. A la fin du mois d'août, après la récolte, la valeur de la turbidité augmente progressivement pour atteindre 60 g/l/m<sup>2</sup> deux mois plus tard ;
- le riz, la turbidité reste relativement faible durant tout le cycle de cette culture (maximum à 40 g/l/m<sup>2</sup>). Trois mois après le semis, la diminution de la turbidité est marquée (15 g/l/m<sup>2</sup>) ;



**Fig.34 : Evolution du coefficient de ruissellement**

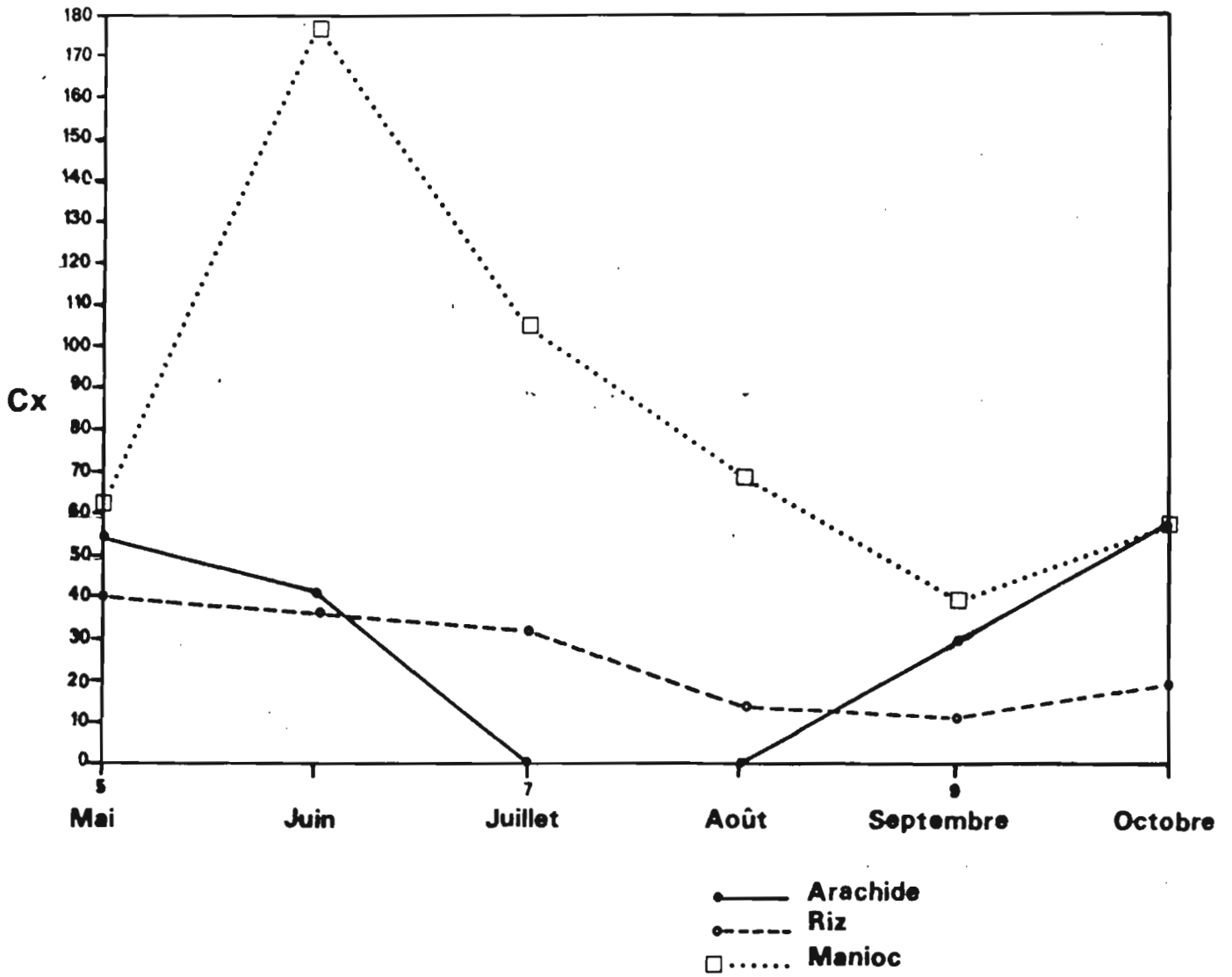


Fig.35 : Evolution de la turbidite stabilisée (g/l/m<sup>2</sup>)

- le manioc, la valeur de Cx est plus élevée sous le manioc que sous les deux autres cultures. Le maximum (175 g/l/m<sup>2</sup>) est atteint un mois après la plantation.

## 2.5. Evolution des pertes en terres (Se)

Les pertes en terres (Se) sont le résultat de la détachabilité d'un sol. Et la détachabilité est l'aptitude d'un sol à être fractionnée en particules susceptibles d'être transportées (VALENTIN, 1981).

Cette définition s'applique à un ensemble de caractères qui intéressent non seulement le rejaillissement mais, également le transport ultérieur par le ruissellement (FEDOROFF, 1965). Le rejaillissement correspond à ce que les auteurs anglophones dénomment "Splash erosion".

Les pertes en terres sous les diverses cultures sont représentées sur la figure 36. On observe sur cette figure que les pertes en terres sont :

- peu marquées sous l'arachide (70 g/m<sup>2</sup>) surtout au cours du mois qui suit le semis. Elles deviennent pratiquement nulles deux mois plus tard. Au mois de septembre, en pleine saison pluvieuse, suite à la récolte de l'arachide, elles augmentent pour atteindre 140 g/m<sup>2</sup> durant le mois d'octobre ;
- faibles sous le riz, surtout à partir du deuxième mois qui suit le semis ;
- marquées sous le manioc. La valeur maximum (260 g/m<sup>2</sup>) est notée un mois après la plantation ;

## 3. Résultats obtenus à partir de l'approche typologique

Les valeurs du coefficient de ruissellement déjà représentées graphiquement sur la figure 34, ont été évaluées à partir de la typologie de CASENAVE et VALENTIN (1988). Les données sont comparées à celles consignées dans le tableau des caractéristiques de ruissellement pour des sols cultivés (cf. ce tableau en annexe). Il ressort de cette comparaison que pour n = 18, nous avons :

$$R^2 = 75 \% \text{ avec } Kr_o = 0,96 Kr_e \text{ où :}$$

n représente le nombre total de coefficient de ruissellement sous les trois cultures ;

$R^2$  : le pourcentage de variance expliquée ;

$Kr_o$  : le coefficient de ruissellement observé ;

$Kr_e$  : le coefficient de ruissellement estimé par approche typologique (moyenne des fourchettes).

Il apparaît que les trois quarts de la variance du coefficient de ruissellement (Kr) sont expliqués par le type de surface élémentaire.

En comparant nos données non plus aux moyennes des fourchettes mais plutôt, aux fourchettes elles-mêmes (toujours tableau des caractéristiques de ruissellement pour les sols cultivés en annexe) nous remarquons que :

- 8 des 18 parcelles (soit 44,4 %) ont leurs valeurs du coefficient de ruissellement (Kr) à l'intérieur des fourchettes ;

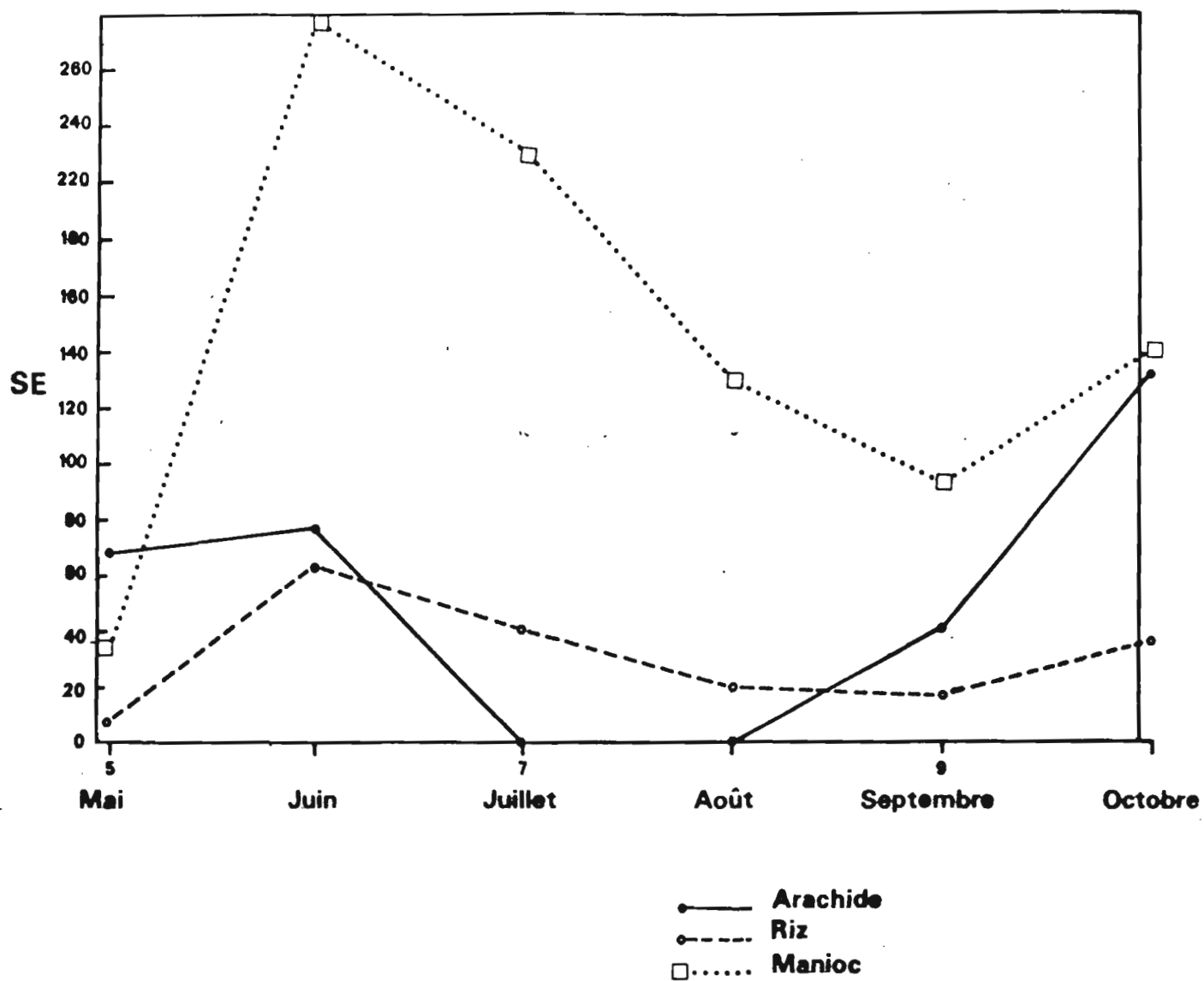


Fig.36: Evolution des pertes en terres (g/m<sup>2</sup>)

- pour 4 des parcelles (soit 22,2%), l'erreur d'estimation est inférieure à 5% ;
- pour 3 des parcelles (soit 16,6 %), l'erreur d'estimation est comprise entre 5 et 10 % et pour les 3 autres parcelles (16,6 %) entre 10 et 15 %.

A partir de ces différents résultats, nous pouvons dire que l'estimation peut être considérée comme satisfaisante pour 71 % des parcelles, l'erreur maximale étant de 12 %.

#### 4. Résultats obtenus à partir de l'analyse de variance

##### 4.1. Influence des différents facteurs pour les trois parcelles

L'analyse multivariée, menée pas à pas sur les résultats consignés dans le tableau 23, permet d'identifier les combinaisons de variables qui expliquent le mieux la variance. Le tableau 24 illustre ce que nous pouvons retenir.

Tableau 24 : VARIABLES EXPLICATIVES DE L'INFILTRABILITE ET DE LA DETACHABILITE.

Variable expliquée	Variables descriptives	Coefficient de variance expliquée
Coefficient de ruissellement Kr	+Nu <sub>2</sub> +Log (BIOV)	72
Intensité minimale d'infiltration Fn	-TOTAN -Log (Hi) +AG	75
Pertes en terres Se	+G -Log (MR) +SF	87

Ces résultats appellent les remarques suivantes :

- l'intensité d'infiltration dépend de l'énergie cinétique sous couvert (appréciée par Log (H<sub>i</sub>) et du pourcentage d'agrégats qui ont résisté à la dégradation structurale (AG) ;
- le coefficient de ruissellement dépend logiquement du pourcentage de sol nu, non protégé par un couvert proche du sol (NU<sub>2</sub>). Le fait que le biovolume (Log BIOV)) intervienne positivement peut surprendre ; en fait, cette variable est peut-être le reflet de l'état hydrique du sol ;
- pour ce qui concerne les pertes en terres (Se), on notera surtout les influences négatives du microrelief (-Log (MR)) et positives du pourcentage de surface occupé

par les sables fins (SF). Le rôle joué par les éléments grossiers (G) est probablement dû à un artefact statistique : celui-ci devrait, en effet, être négatif ;

- aucune variable ne permet d'expliquer les variations de la pluie d'imbibition. Il faut néanmoins signaler que celle-ci paraît liée au type de couvert. Les pluies d'imbibition sont plus courtes donc le ruissellement apparaît plus rapidement sous le manioc que sous les deux autres cultures.

A la lumière de ce qui précède, trois types de variables semblent intervenir sur l'infiltrabilité et la détachabilité. Il s'agit de :

- variables liées au couvert végétal ( $NU_2$ ) et à l'énergie cinétique sous couvert ( $H_1$ ),
- variables liées à l'état hydrique du sol avant les pluies (TOTAN qui représente la hauteur cumulée de pluie (en mm) depuis le début de l'année)
- variables liées à la nature des microhorizons superficiels (AG, SF).

#### 4.2. Influence des différents facteurs par plante.

Nous avons effectué des traitements statistiques par culture. Le tableau 25 illustre les résultats obtenus.

Tableau 25 : VARIABLES EXPLICATIVES DE L'INFILTRABILITE ET DE LA DETACHABILITE PAR CULTURE.

CULTURE	Variable expliquée	Variable descriptive	Pourcentage de variance expliquée
ARACHIDE	Kr	+ $NU_2$ +SF	99
	Se	+ $NU_2$ +ERO+SF+SG	99
RIZ	Kr	+ERO	82
	SE	+ $NU_2$ +SF	98
MANIOC	Kr	-(somme des croûtes) +SF	88
	SE	+SE	74

Nous constatons, à l'examen du tableau que les variables les plus pertinentes concernent :

- le type de couvert ( $NU_2$ ),
- le type de croûte (SF, SG, ERO).

détachabilité qui sont les plus influencées par le type de culture, nous remarquons que:

- la pluie d'imbibition ( $P_i$ ) : seuil, 5,5 % ;
- les pertes en terres ( $S_e$ ), de façon marquée : seuil, 0,8 %.

sont les variables qui sont significativement influencées par l'effet type de culture. En effet, la moyenne des pertes en terres sous le manioc ( $144 \text{ g/m}^2$ ) est nettement supérieure à celle obtenue sous l'arachide ( $53 \text{ g/m}^2$ ) (période post-récolte comprise) qui est elle-même supérieure à celle obtenue sous le riz ( $31 \text{ g/m}^2$ ).

### C. DISCUSSIONS

De nos résultats, il ressort que le ruissellement évolue en sens inverse du couvert du sol. En effet, les valeurs du ruissellement sont élevées quand le taux de couverture est faible (le mois qui suit le semis ou la plantation et juste après la récolte quand le sol est encore nu). Pendant ces mêmes périodes (de post semis et récolte), les pluies détruisent les agrégats formés à la surface du sol. Or ces agrégats favorisent l'infiltration. Leur destruction, comme nous avons pu le constater sous les trois cultures, est plus marquée sous le manioc (presqu'une droite de régression) que sous le riz où le processus est encore plus accentué que sous l'arachide. La conséquence directe de la destruction des agrégats est le développement des croûtes à la surface du sol. Les courbes d'évolution du pourcentage des agrégats et de développement des surfaces encroûtées sont inverses l'une de l'autre. La baisse du taux des agrégats dans le milieu entraîne l'augmentation des surfaces encroûtées. Cette observation s'accorde avec les divers types de surface élémentaire notés sous les trois cultures. Les types de surface varient différemment sous les cultures au cours du cycle. La variation est peu marquée sous l'arachide (types C1 et C2) où les croûtes ne sont nettement abondantes qu'après la récolte (type C3). Cette remarque est valable pour le riz où les types de surface élémentaire restent C1 et C2. C'est après la récolte également qu'on atteint le stade C3. Sous le manioc, le passage d'un type de surface à un autre type est rapide. On passe facilement du stade C1 au stade C2 puis au stade C3. Ce qui traduit l'abondance des croûtes à la surface du sol sous cette culture depuis la plantation jusqu'à la fin de l'expérimentation qui ne correspond pas à la période de récolte du manioc. Les surfaces encroûtées ne sont abondantes sous l'arachide et le riz qu'après la récolte. C'est pourquoi, il nous paraît judicieux d'accorder une importance au calendrier cultural et au cycle des cultures mises en place. En effet, dans notre étude, l'arachide se révèle comme la culture la moins dégradante du sol ; il n'en est pas moins vrai que sa récolte en pleine saison pluvieuse provoque des dégâts. A la suite de sa récolte, on note une reprise du ruissellement, de la destruction des agrégats, du développement des surfaces encroûtées, de la perte en terre. Le cycle du riz pratiqué par les paysans a la même durée que la saison pluvieuse. Mais, le riz ne couvrant pas totalement le sol, on constate une dégradation lente et progressive de certaines caractéristiques physiques et hydrodynamiques du



sol (destruction des agrégats, augmentation du ruissellement, des surfaces encroûtées...).

Avec l'évolution du couvert végétal du sol, on assiste à une réorganisation des processus hydrodynamiques. Quand le sol est bien couvert, alors l'infiltration croît pendant que le ruissellement diminue.

L'infiltration et le ruissellement évoluent en sens inverse comme l'ont prouvé nos résultats qui sont en concordance avec ceux de ROOSE (1960 à 1981) ; de GARDNER (1975), VALENTIN (1981), BOIFFIN (1984). L'importance du couvert dans la limitation du ruissellement et de la détachabilité a été démontrée par plusieurs auteurs (DABIN et LENEUF, 1958 ; HUDSON, de 1960 à 1973 ; ROOSE, de 1960 à 1981 ; WILSON, 1973 ; LAL, 1975 ; CAMUS et al., 1976 ; VALENTIN, 1985 ; ALBERGEL et THEBE, 1986 ; MONNIER, BOIFFIN et PAPY, 1986).

ALBERGEL et THEBE (1986) donnent deux origines à la diminution du ruissellement sous couvert en temps de pluie :

- une augmentation de l'infiltration due à la fragilisation des pellicules de battance par les germinations, au développement racinaire et à l'activité mésofaunique à la surface du sol ;
- une augmentation de l'interception par une végétation présentant pour une couverture du sol, une surface totale en feuilles beaucoup plus forte.

Chacune des cultures impliquées dans la présente étude se caractérise et se distingue des autres par sa dynamique d'occupation et de recouvrement du sol et donc de sa protection du sol vis-à-vis de l'impact des gouttes de pluie. En effet, c'est l'énergie des gouttes de pluie qui déclenche le processus de destruction des agrégats à la surface du sol, la formation d'une pellicule de battance et la naissance du ruissellement lequel assure le transport des particules détachées (ELLISON, 1944 et 1945). Il faut également souligner qu'un état initial proche de la saturation (indice d'humectation) favorise le processus de dispersion (destruction des agrégats), l'apparition du ruissellement et, de ce fait, la formation d'une croûte de ruissellement (BOIFFIN, PAPY, et PEYRE, 1986).

Plusieurs facteurs influencent la dégradation de la surface du sol et les processus de ruissellement et de détachabilité sous les cultures. Parmi ceux-ci, on peut retenir :

- le type de plante,
- la hauteur de la dernière interception des gouttes de pluie,
- la vitesse avec laquelle la plante recouvre le sol,
- l'état d'humectation du sol,
- le type de surface.

L'arachide, plante de petite taille, comporte de nombreuses branches avec beaucoup de feuilles aux formes arrondies. Après le développement végétatif, les différents pieds émettent des branches dont les feuilles se touchent les unes les autres permettant ainsi une protection efficace du sol.

Les feuilles des plants de riz sont effilées et de taille réduite. De façon

Le manioc, plante de grande taille (environ 2 mètres) par rapport aux deux précédentes, a des feuilles dentelées qui sont retournées vers le sol. Ainsi, elles facilitent le glissement des gouttes de pluie. Et l'espacement des feuilles n'autorise pas une bonne protection du sol.

La hauteur de la dernière interception des gouttes de pluie intervient dans la protection du sol. L'expérience montre que l'efficacité d'un couvert, estimée en termes d'infiltration et de ruissellement, est d'autant plus marquée que le dernier élément intercepteur est bas (RUIZ FIGUEROA et VALENTIN, 1983). Et de nombreux travaux ont souligné l'importance du recouvrement du sol pour amortir l'énergie des gouttes de pluie (DABIN et LENEUF, 1958 ; FOURNIER, 1967 ; ROOSE, 1981 ; RUIZ FIGUEROA, 1983...). L'arachide couvre le sol de façon rapide et cette couverture reste proche du sol. La hauteur de la dernière interception est, chez le riz, moyenne par rapport aux deux autres cultures. Chez le manioc, cette hauteur est élevée à cause de sa grande taille. L'impact des gouttes de pluie est ainsi plus marqué sous manioc que sous riz et sous arachide.

La vitesse avec laquelle les feuilles des trois cultures recouvrent le sol n'est pas identique. En effet, au cours de notre expérimentation qui a duré 5 mois, il a fallu à l'arachide 2 mois, 3 mois au riz et 4 mois au manioc pour couvrir le sol à plus de 80 %. ROOSE (1983) signale que le manioc ne couvre effectivement le sol qu'au bout de 6 mois après la plantation.

L'installation de la saison pluvieuse a pour conséquences directes, la rehumectation du sol, la formation des croûtes quand le sol est mal couvert et la dégradation de la structure (LEVEQUE, 1982). Au type de couvert est lié l'état d'humectation du sol (indice d'humectation). Nous avons constaté, au cours de notre étude, que les pluies d'imbibition ont les plus faibles valeurs sous le manioc où le ruissellement apparaît plus rapidement que sous les deux autres cultures.

Les approches typologiques et statistiques qui ont permis l'analyse des résultats obtenus méritent d'être critiquées afin de juger de l'opportunité de leur utilisation.

La typologie des croûtes, fondée sur les types de surface cultivée où l'on tient compte de certaines caractéristiques hydrodynamiques et sur l'indice d'humectation (pluie d'imbibition), a été vérifiée sur une vaste zone géographique (NIGER, BURKINA FASO, CAMEROUN, TOGO, COTE D'IVOIRE). Les fiches établies pour vérifier les valeurs observées sur le terrain ont démontré leur fiabilité, en ce qui concerne l'estimation du coefficient de ruissellement.

En zone sahélienne, la prédiction du coefficient de ruissellement pour 22 parcelles a été de 18 soit 82 % des échantillons (CASENAVE et VALENTIN, 1988). En zone soudanienne, la prédiction pour 25 parcelles a été de 76 %. Dans le cas de notre étude, l'estimation est de 71 % pour 18 parcelles.

Pour toutes ces études, l'estimation est au moins égale à 70 % des cas. Ces résultats démontrent la fiabilité de la méthode typologique.

L'analyse multivariée et l'analyse de variance ont permis de dégager, au cours de notre étude, les variables descriptives les plus pertinentes pour la prévision

de l'infiltrabilité, du ruissellement et de la détachabilité. En effet, elles ont permis de noter que ces différents processus sont liés :

- au pourcentage de couvert et à l'énergie cinétique sous couvert ;
- à l'état hydrique du sol (indice d'humectation) ;
- à la nature des microhorizons superficiels.

Ces paramètres sont justement ceux qui sont utilisés pour apprécier les données de terrain dans l'approche typologique.

Dans l'approche typologique, les valeurs moyennes de référence des données de terrain sont déjà consignées dans des tableaux. Il suffit simplement de procéder aux comparaisons pour tirer les conclusions qui s'imposent. Ce qui est un avantage certain sur les analyses statistiques plus fastidieuses. L'approche typologique est une méthode qui mérite d'être exploitée autant que possible. Elle constitue, à nos yeux, un outil supplémentaire qui vient s'ajouter aux analyses statistiques.

## CONCLUSION

A partir de nos résultats et de leur discussion, nous sommes en mesure de dire avec MONNIER, BOIFFIN et PAPY (1986), qu'un couvert végétal qui s'établit très rapidement après le semis ou la plantation peut bien protéger la surface du sol contre la dégradation.

La couverture du sol constitue ainsi une protection efficace de la surface du sol. Cette protection est d'autant plus marquée que la structure du couvert est mieux adaptée à cet effet. Notre étude révèle que :

- l'arachide protège bien le sol et ceci au niveau même du sol ;
- le manioc contribue à la diminution du taux des agrégats dans le milieu, à l'augmentation du ruissellement et de la perte en terre ;
- l'action du riz sur le sol est intermédiaire entre celles de l'arachide et du manioc.

Des trois cultures, c'est le manioc qui dégrade le plus le sol et l'arachide qui le conserve bien. Mais la brièveté du cycle de l'arachide n'autorise pas le maintien des caractéristiques physiques et hydrodynamiques du sol dans un état satisfaisant durant le cycle agricole. En effet, la récolte de l'arachide intervient au moment où la saison des pluies est bien installée. Ce qui provoque une péjoration des caractéristiques physiques et hydrodynamiques, péjoration comparable à celle observée sous le manioc. Pour pallier les inconvénients constatés sous ces deux cultures, on pourrait développer la culture simultanée du manioc et de l'arachide. Cette pratique est déjà courante dans la région. La combinaison des structures de couvert de ces deux plantes doit, dans une large mesure, favoriser une bonne conservation du sol. L'arachide couvrira rapidement le sol dès le début du cycle. Cette protection sera assurée par la suite, ne serait-ce qu'en partie, par le manioc, après la récolte de l'arachide. Les pieds d'arachide déterrés doivent servir de "mulch" sous le manioc.

L'importance de la structure du couvert dans la protection du sol vis-à-vis de l'impact des gouttes de pluie doit être approfondie par la prise en compte du

"stemflow" : l'eau qui n'est pas stockée ou évaporée au niveau du feuillage s'écoule le long des axes verticaux. Cet apport d'eau concentrée, s'il est intense et survient sur un sol encroûté peut favoriser un fort ruissellement (DE PLOEY, 1982, 1983, 1984 ; HERWITZ, 1986). L'étude de ce mécanisme peut éviter le déchaussement des plantes.

L'approche typologique, validée dans une large zone géographique en Afrique semble bien adaptée aux milieux anthropisés. En effet, elle peut être exploitée dans :

- les milieux cultivés de manière intensive comme ont pu le prouver les travaux de CASENAVE et VALENTIN (1988) ;

- les milieux urbains où l'on a mis en évidence une analogie certaine d'organisation et de comportement des surfaces (BOUVIER et JANEAU, 1988).

L'approche typologique, appliquée avec satisfaction aux résultats obtenus sous le riz, l'arachide et le manioc, mérite d'être validée sur d'autres types de cultures de la zone de savane humide.

# CINQUIEME PARTIE

## DISCUSSION GENERALE

### INTRODUCTION

La modernisation de l'agriculture africaine, en général, et plus particulièrement de l'agriculture ivoirienne, passe nécessairement par une connaissance approfondie des mécanismes de fonctionnement des systèmes d'exploitation agricole existants. Car tout changement de matériel doit se faire en ayant à l'esprit d'atteindre un niveau technologique au moins égal à celui du matériel à abandonner (ORI, 1988). Et la complexité des systèmes traditionnels exige que toute approche qui veut tenir compte de la réalité soit pluridisciplinaire. Ainsi, le présent travail, consacré au cas du village de BOORO-BOROTOU, s'est employé à étudier les caractéristiques socio-économiques et agro-pédologiques des systèmes pratiqués. A la suite de cette caractérisation, nous dégagons la portée des résultats obtenus

### A. CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE

#### 1. Caractéristiques socio-économiques

Dans le village, chaque famille est autonome. Il n'existe pas de forme de servitude ou d'aliénation dans la pratique agricole. Ainsi, si le chef de village, l'imam, les guérisseurs, les notables sont des personnes respectées, ils travaillent, en revanche, leurs parcelles au même titre que tous les autres paysans. Les écarts entre les dimensions des parcelles sont liés principalement à l'ardeur au travail des membres de la famille qui constituent la main-d'oeuvre agricole. L'autonomie constatée d'une famille à une autre n'existe pas à l'intérieur d'une famille donnée où la gérontocratie occupe une place prépondérante. Le chef de famille décide pour l'ensemble des personnes qui sont sous son autorité. Il procède à une répartition des tâches en tenant compte du sexe (homme ou femme) et de l'âge (adulte ou enfant).

Cette répartition permet de responsabiliser chaque membre de la famille au niveau des travaux qu'il doit effectuer. Malgré cette responsabilisation et un chiffre de 4,8 d'actifs en moyenne par famille, les superficies mises en valeur restent inférieures à 8 hectares. Or, nous savons qu'il n'existe pas de pression foncière.

Avec de petites superficies et des moyens rudimentaires de travail, l'agriculture n'arrive pas à nourrir les paysans toute une année durant.

Pour survivre pendant les périodes de soudure ou de difficulté, ils ont recours soit à leurs enfants, soit à leurs frères soit encore à leurs cousins qui résident en ville. C'est un devoir pour ces "citadins" de soutenir financièrement les autres membres de la

famille qui sont au village.

## 2. Caractéristiques agro-pédologiques

L'enquête agricole qui comporte une partie entretien et une partie observation sur le terrain, nous a convaincus que les paysans ont une approche raisonnée de certains facteurs de production.

### 2.1. Choix des sols et leur mise en valeur

Parmi les sols de la région, les paysans distinguent :

- les sols aux bonnes potentialités agronomiques. Dans cette classe, ils rangent les sols ferrallitiques typiques et les sols ferrallitiques remaniés (sols remaniés dont les éléments grossiers sont à cortex noir) ;
- les sols aux potentialités moyennes. Dans cette classe sont regroupés les sols ferrallitiques appauvris et les sols ferrallitiques rajeunis ;
- les sols aux potentialités médiocres. Ce sont les sols à induration sub-affleurante, les sols peu évolués et les sols hydromorphes ;
- les sols impropres à toute mise en valeur. Cette dernière classe se compose de sols minéraux bruts et de sols avec un lit de cuirasse affleurante.

Cette classification d'aptitude culturale des sols réalisée par les paysans concorde avec celle des chercheurs qui ont travaillé dans la région nord de la Côte d'Ivoire (POSS, 1982 ; LEVEQUE, 1983 ; CAMARA, 1983 et 1985). Dans la région, ce sont les sols ferrallitiques typiques et les sols ferrallitiques remaniés qui sont les plus exploités.

Mais la croissance de la démographie d'une part et, le retour des jeunes à la terre prôné par les autorités d'autre part, vont probablement amener les paysans à mettre en culture les sols à potentialités agronomiques moyennes et même médiocres. Pour obtenir de ces sols une production acceptable il faut obligatoirement utiliser des intrants et adopter des techniques culturelles plus élaborées.

Les sols retenus ne sont mis en valeur qu'à des époques bien déterminées. Les dates de semis ou de plantation des cultures pratiquées par les villageois démontrent la parfaite maîtrise du calage des cultures pluviales dans la région. Les paysans distinguent les cultures de début de saison pluvieuse (riz, arachide, igname) de celles de milieu de saison (haricot, patate douce).

### 2.2. Systèmes de culture

Des trois systèmes de culture pratiqués, deux sont essentiellement traditionnels :

- le système à base de riz pluvial et,
- le système à base d'igname.

Malgré les bonnes dispositions climatiques et édaphiques de la zone, les

rendements obtenus à partir de ces systèmes sont moyens, comparés à la moyenne nationale (Statistiques agricoles, 1984).

Les diverses raisons qui expliquent cette situation ayant été évoquées par ailleurs, nous nous limiterons ici à n'en rappeler que les principales :

- l'état d'esprit des paysans. Ils ont une mentalité d'assisté. Ils ne cherchent pas à s'autosuffire à partir de l'agriculture qui est leur activité quotidienne. C'est plutôt sur les autres membres de leurs familles respectives qu'ils comptent pour résoudre la plupart de leurs problèmes ;
- les semences utilisées. Elles ne sont ni sélectionnées ni conservées dans des conditions adéquates ;
- les variétés utilisées. Elles sont essentiellement traditionnelles et cultivées plus pour leur goût que pour le rendement que l'on peut en espérer ;
- les techniques culturales. Elles demeurent identiques à celles des ancêtres ( pas de tuteurage des ignames) ;
- l'espace exploité. Réduit au départ, il n'est pas judicieusement utilisé.

La densité de semis ou de plantation est généralement faible.

Pour que les systèmes pratiqués aboutissent à des rendements élevés, différentes contraintes doivent être levées. Pour cela, les paysans doivent:

- se mettre au travail pour faire de l'agriculture une activité rentable. Ainsi ils pourront faire face à leurs problèmes ;
- contrôler les sources d'approvisionnement des semences. Les sociétés de développement dont la CIDV, la CIDT et la SODEFEL qui ont des directions dans la ville de TOUBA, peuvent ravitailler les paysans en semences sélectionnées et conservées dans les conditions indiquées ;
- cultiver des variétés qui ont à la fois un bon goût et un bon rendement. Des structures de recherches tels que l'IDESSA, l'ORSTOM... ont mis au point des variétés qui remplissent ces deux conditions. Parmi les variétés de riz, on peut citer par exemple IRAT<sub>13</sub>, IDSA<sub>6</sub>. Au cours de nos travaux de terrain, nous avons noté que le "FLORIDO", variété améliorée d'igname, cultivé par l'un des trois paysans du bassin versant, a donné un meilleur rendement que les variétés traditionnelles ;
- adopter des techniques culturales et des densités de semis ou de plantation adéquates.

Le tuteurage systématique des variétés d'igname peut contribuer à augmenter la production. Une densité de semis ou de plantation convenable permettrait non seulement d'occuper judicieusement l'espace, mais, également, d'aboutir à des rendements correspondant à la superficie exploitée ;

- employer des intrants. L'utilisation rationnelle des engrais en fonction des carences détectées et des herbicides ainsi que les traitements phytosanitaires, accroîtraient, de manière substantielle, les rendements. Les herbicides, de par leur action, réduiraient ou élimineraient les sarclages. Il convient de signaler que la stabilisation de l'agriculture passe obligatoirement par la maîtrise des adventices.

Le village présente des atouts majeurs pour l'introduction et l'acceptation des innovations ci-dessus énumérées. Le moniteur de la CIDT, basé dans le village,

cultures encadrées à proximité du village (cultures maraîchères par la SODEFEL, canne à sucre par la SODESUCRE, semences de riz, maïs et soja par la CIDV) sont des sites que l'on peut faire visiter, au besoin, aux paysans pour qu'ils se rendent compte de l'importance des nouvelles technologies.

### 2.3. Influences des cultures sur le sol

Les mesures expérimentales de comportement du sol vis-à-vis de l'eau sous diverses cultures (riz, arachide et manioc), ont mis en évidence l'importance de la protection du sol. La couverture végétale est déterminante dans la dynamique du sol tant sur le plan physique, chimique, qu'hydrodynamique. Elle concentre les éléments nutritifs dans les horizons superficiels, protège le sol de l'énergie du soleil et des gouttes de pluie, assure le maintien de la structure et de la macroporosité (ROOSE, 1983). Les activités agricoles qui impliquent entre autres, la préparation du sol, le semis, le sarclage, modifient la couverture végétale du sol. Ce qui peut provoquer l'accélération de certains processus tels que la dégradation de la structure, le ruissellement et la détachabilité. La protection de la surface du sol s'impose particulièrement au début de la saison des pluies ; celle-ci peut être assurée par le paillage avec les résidus de récolte. RUIZ FIGUEROA (1983), dans son étude au centre-nord de la Côte d'Ivoire (Marabadiassa-Tiéningboué) a constaté une baisse de 70 % du taux de ruissellement sur un sol couvert de bagasse (résidus de canne à sucre) par rapport à un sol nu. En outre, des cultures tels que l'arachide, le haricot, le soja dont les densités de semis favorisent une couverture rapide et homogène du sol peuvent être utilisées.

## B. PORTEE DES RESULTATS

Dans le Centre-Nord de la Côte d'Ivoire (CAMARA, 1983), nous avons constaté qu'un paysan sénoufo, aidé de son épouse et d'un fils, exploitait, dans des conditions de culture traditionnelle, plus de 10 hectares . Or, dans notre zone d'étude où il n'existe pas de pression foncière, les superficies emblavées ne dépassent guère 8 hectares en moyenné par famille. Avec plus d'ardeur au travail, nous pensons que les systèmes pratiqués qui, par ailleurs ont des avantages, peuvent être rentables. Entre autres avantages, nous pouvons retenir leur faible dégradation du milieu. Le défrichage effectué dans les conditions paysannes de BORO-BOROTOU, ne laisse pas le sol complètement nu. Les souches et les débris végétaux qui couvrent le sol de la parcelle, protègent celle-ci avant sa mise en culture. Et le brûlis effectué quelque temps avant le semis ou la plantation contribue, dans une certaine mesure, à enrichir le sol en éléments minéraux ( $K^+$  principalement).

L'introduction d'innovations préconisées plus haut ne peut que rendre ces systèmes plus performants. Cette performance sera d'autant plus grande que les



systèmes intègrent la pratique de la culture attelée qui ne change pas fondamentalement les habitudes des paysans. La culture attelée a l'avantage d'augmenter les superficies mises en culture et de réduire la pénibilité du travail. La région d'étude étant propice à l'élevage, les boeufs qui serviront d'attelage n'auront pas de problème d'adaptation. La présence quotidienne des boeufs dans les champs ne peut qu'habituer les paysans aux animaux. Avec le temps, il n'y aurait alors aucune difficulté majeure à associer l'élevage à l'agriculture. Cette association qui viendrait diversifier les sources de revenu, s'avèrerait très bénéfique pour les paysans.

La culture attelée est déjà une réussite dans un village du département de TOUBA. Il s'agit de MAMOUSSO, village situé à une quarantaine de kilomètres au sud de BOORO-BOROTOU. Dans ce village (observations personnelles), les paysans cultivent facilement plus de 10 hectares. En plus de la production des cultures qui doivent servir pour leur alimentation (riz, manioc...), ils se sont spécialisés dans la culture de l'arachide qui est écoulée sans grande difficulté.

Le dressage des animaux est assuré par la CIDT de même que l'acquisition de la charrue. Et cette société est déjà bien connue des villageois concernés par la présente étude. Les charges occasionnées par l'introduction de la culture attelée restent limitées comparativement à la mécanisation de l'agriculture. L'acquisition des boeufs et de la charrue est la seule dépense à effectuer. Les boeufs se nourrissent des diverses graminées et autres plantes abondantes dans la région.

La mécanisation, en revanche, nécessite beaucoup de dépenses. Il nous semble d'ailleurs opportun de retracer l'expérience de la région en la matière.

La mécanisation conventionnelle (tracteur de plus de 60 CV) de l'agriculture initiée au nord de la Côte d'Ivoire vers les années 1970, n'a pas abouti aux résultats escomptés pour plusieurs raisons dont les principales sont selon ORI (1988) :

- le manque de préparation des paysans à affronter les difficultés inhérentes à toute entreprise ;
- le manque de responsabilisation des paysans ;
- l'absence d'esprit coopératif des paysans concernés ;
- le manque de savoir technologique des paysans ;
- l'endettement des paysans pour des investissements non productifs ;
- le manque de suivi dans l'entretien des machines ;
- les pannes fréquentes des machines ;
- le manque des pièces de rechange ;
- le surcroît de travail manuel pour certaines opérations que la machine ne pouvait faire.

BOORO-BOROTOU a bénéficié de cette mécanisation par le défrichement d'un bloc cultural. Sur les 9 paysans qui travaillaient sur ce bloc, un seul continue, de nos jours, à exploiter sa parcelle à la suite d'apport d'herbicides et d'engrais. Le parcours du bloc révèle que lors du défrichement, toute la couche humifère a été décapée. On y note des traces profondes d'érosion (ravineaux). Aucun arbre ou arbuste n'existe à ce jour. Les adventices ont envahi la presque totalité du bloc

Le passage de la motorisation lourde à la motorisation intermédiaire (tracteur de 12 à 15 CV) n'a pas résolu le problème de main-d'oeuvre, surtout pendant les périodes de récolte (ORI, 1988). En effet, si la motorisation intermédiaire a permis l'augmentation des superficies mises en culture, elle a entraîné par la même occasion, une forte demande en main-d'oeuvre dans les exploitations. Or la région nord-ouest de la Côte d'Ivoire se caractérise par une émigration marquée de la population jeune.

Concernant la motorisation, de façon générale, il convient de souligner qu'elle a été largement subventionnée par l'Etat.

A la lumière de ces expériences qui ne sont pas, somme toute, un succès, nous pensons que la culture attelée mérite d'être encouragée. Le paysan, pour introduire l'attelage dans la parcelle, doit lui-même acheter les boeufs et la charrue, devenant ainsi, le principal investisseur. Dans de telles conditions, sa responsabilité se trouve engagée, surtout s'il a le souci de vouloir rentabiliser les frais engagés. Alors, il ne peut que se mettre au travail pour obtenir des rendements élevés.

## CONCLUSIONS GENERALES

BOORO-BOROTOU, village du département de TOUBA, objet de notre étude, est situé au nord-ouest de la Côte d'Ivoire. Il appartient à la région de savane humide où la répartition des pluies, de type monomodale, est favorable à la pratique des cultures essentiellement annuelles.

L'étude des caractéristiques socio-économiques, des systèmes de culture et de leurs influences sur quelques propriétés physiques et hydrodynamiques des sols mis en valeur, a été réalisée grâce aux matériels et dispositifs expérimentaux suivants

- la méthode formelle d'enquête : fondée sur le schéma défini par MUTSAERS et al., (1986), l'enquête s'est penchée sur les caractéristiques socio-économiques, les activités agricoles, les contraintes et potentialités des systèmes pratiqués ;

- les placettes à l'intérieur desquelles des contrôles ont été effectués, les observations de terrain qui ont porté principalement sur les dates de semis ou de plantation, le calendrier des travaux, les profils culturaux, les analyses de sols et les analyses statistiques, ont permis de caractériser, dans leur ensemble, les systèmes de culture pratiqués dans le village ;

- le glossaire de pédologie (1969) et le CPCS (version 1967) ont servi à décrire et à classer les sols sous les cultures ;

- le mini-simulateur de pluie, le dispositif du point quadrat et les analyses statistiques et typologiques ont été utilisés pour apprécier les influences de certaines cultures (riz, arachide et manioc) sur quelques propriétés physiques et hydrodynamiques des sols mis en culture.

Ces différents matériels et dispositifs expérimentaux ont fait appel à diverses disciplines telles que la sociologie, la bioclimatologie, l'agronomie et la pédologie. La pluridisciplinarité est, en effet, une approche nécessaire pour appréhender les systèmes agricoles traditionnels dans leur complexité. Et cette approche permet de mettre au point des solutions adaptées aux réalités socio-économiques et physiques de la zone d'étude.

Les principaux résultats obtenus à partir de cette approche pluridisciplinaire peuvent être résumés de la manière suivante.

BOORO-BOROTOU compte 300 habitants issus d'une trentaine de familles. Cette population, musulmane dans sa totalité, est entièrement autochtone. Son activité principale est l'agriculture.

Les trois principaux systèmes de culture recensés dans le village sont :

- le système à base de riz pluvial. Ce système est très pratiqué par les paysans, le riz étant l'aliment de base de la population concernée ;
- le système à base de coton. Le coton, culture de rente des régions du Nord, se caractérise par l'apport d'engrais et de traitements phytosanitaires, ainsi que par

l'encadrement technique assuré par la CIDT. Cet apport d'intrants non seulement profite aux cultures suivantes, mais également, prolonge la durée de mise en valeur d'une même parcelle (7 ans et plus);

- le système à base d'igname. Les buttes confectionnées pour la mise en place des ignames se composent essentiellement de couches humifères et à pénétration humifère qui contiennent les principaux éléments nutritifs du sol. L'étalement de ces couches après la récolte profite aux cultures suivantes.

Ces trois systèmes, dans leur ensemble, peuvent être caractérisés par :

- la faiblesse des surfaces mises en culture malgré la disponibilité des terres cultivables ;
- l'utilisation d'instruments de travail encore rudimentaires et qui se composent de la houe, la machette et la hache ;
- la pratique de cultures associées où il n'est pas tenu compte de la qualité des semences utilisées et de la densité de semis ou de plantation.

Les paysans qui pratiquent ces systèmes ne font pas montre d'une ardeur soutenue au travail de la terre. Ce qui fait que les rendements obtenus sont moyens à faibles par rapport aux résultats des statistiques agricoles de la Côte d'Ivoire (1984).

Les mesures expérimentales de comportement du sol vis-à-vis de l'eau effectuées sous les cultures de riz, d'arachide et de manioc, ont mis en évidence le rôle important de la protection du sol surtout au début du cycle cultural. En effet, la couverture végétale protège le sol de l'impact direct des gouttes de pluie, assure le maintien de sa structure accroissant ainsi sa résistance à la détachabilité et, enfin, concentre les éléments nutritifs dans les horizons superficiels. L'efficacité de la protection fournie par la couverture végétale est fonction de la structure et de l'architecture du feuillage des cultures en présence. Notre étude a montré que l'arachide protège bien le sol, suivi en cela par le riz qui est lui-même suivi par le manioc.

Les systèmes de culture pratiqués à BOORO-BOROTOU peuvent être améliorés. Et les améliorations devraient porter sur :

- la sélection des semences. Le mode d'acquisition actuel des semences par les paysans (sur les marchés environnants) laisse à désirer. Les semences peuvent être obtenues auprès des sociétés de développement qui sont représentées dans la région (CIDT, CIDV, SODEFEL) ;
- l'utilisation de variétés plus productives. Des variétés alliant le goût (recherché par les paysans) à la productivité, ont été mises au point par les instituts de recherche (IDESSA, ORSTOM) surtout en ce qui concerne le riz (IDSA<sub>6</sub>, IRAT<sub>13</sub>). Elles sont bien adaptées aux conditions agro-climatiques de la Côte d'Ivoire, de façon générale, et de la région d'étude, de façon particulière ;
- l'emploi d'intrants pour compenser la baisse de fertilité et limiter les problèmes d'enherbement et phytosanitaires ;

adéquates.

La mise en pratique des différentes techniques ci-dessus préconisées pourrait aboutir à l'obtention de rendements élevés.

Bien que différents aspects aient été abordés au cours du présent travail, cette étude ne saurait être exhaustive. En effet, il aurait été intéressant d'avoir des informations sur :

- les dégâts causés aux cultures par les animaux (rongeurs, primates, isoptères...). Ces dégâts n'ont pas été quantifiés. Or, les pertes qu'ils occasionnent influencent les rendements ;
- l'étude micromorphologique : elle aurait contribué à la compréhension des phénomènes qui se produisent à la surface du sol à la suite des pluies (présence de pellicule, degré de porosité, minéraux présents...)
- l'aspect phytosanitaire : quelques maladies ont été notées lors de l'étude mais, celles -ci n'ont pas été identifiées. Leurs incidences sur le rendement n'ont pas été, non plus, quantifiées ;
- la prise en compte du "stemflow" : l'eau qui n'est pas stockée ou évaporée au niveau du feuillage s'écoule le long des axes verticaux (troncs d'arbres ou d'arbustes). Cet apport d'eau concentrée, s'il est intense et survient sur un sol encroûté peut favoriser un fort ruissellement (DE PLOEY, 1982 , 1983 et 1984; HERWITZ, 1986). L'étude de ce mécanisme peut contribuer à éviter le déchaussement des plantes.

## BIBLIOGRAPHIE

- AFFOU (Y.), août 1982.- L'exploitation agricole villageoise : gaspillage de forêts ou rationalité économique ?  
Communication au colloque du "International Institute of Tropical Agriculture" sur les problèmes des défrichements en zone forestière et de la déforestation. Ibadan, 22 au 26 novembre 1982). *ORSTOM - Petit Bassam* - 23 p. multigr.
- ALBERGEL (J.) et BERNARD (A.) 1984 a.- Calage du modèle simulateur. Prévision de la crue décennale sur le bassin versant de Binnde.  
*ORSTOM-Ouagadougou*, 65 p. multigr.
- ALBERGEL (J.) et BERNARD (A.), 1984 b.- Etudes des paramètres hydrodynamiques des sols sous pluies simulées. Estimation du ruissellement sur le bassin versant de Kazanga. *ORSTOM-Ouagadougou*, 104 p., multigr.+annexes.
- ALBERGEL (J.), RIBSTEIN (P.) et VALENTIN (Ch.), 1985.- L'infiltration : quels facteurs explicatifs ? Analyse des résultats acquis sur 48 parcelles soumises à des simulations de pluies au Burkina Faso. Journées hydrologiques de l'ORSTOM à Montpellier.  
*Coll. et Séminaires*, pp. 25-48.
- ALBERGEL (J.) et THEBE (B.), 1986.- Pluie naturelle-pluie simulée. Quelle différence sur le ruissellement ? *ORSTOM-Montpellier*, multigr.
- ANNUAIRE DES STATISTIQUES AGRICOLES ET FORESTIERES, 1984.- Direction de la Programmation, de la Budgétisation et du Contrôle de Gestion (Ministère de l'Agriculture, des Eaux et Forêts), 212 p., Rep. de C.I.
- ASSELIN (J.) et VALENTIN (Ch.), 1978.- Construction et mise au point d'un infiltromètre à aspersion. *Cah. ORSTOM, ser., Hydrol.*, 15(4) : 321-350.
- AUDRY (P.), COMBEAU (A.), HUMBEL (F.X.), ROOSE (E.), VIZIER (J.F.), 1973.- Essai sur les études de dynamique actuelle des sols. Définition, méthodologie, techniques, limitations actuelles, quelques voies de recherche possibles (suite).- In : "*Bulletin de groupe de travail sur la dynamique actuelle des sols*, n° 2, juillet 1973.
- AUDRY (P.) et ROSSETTI (Ch.), 1962.- Observations sur les sols et la végétation en Mauritanie du Sud-Est et sur la bordure adjacente du Mali (1959 et 1961). Prospection écologique. Etudes en Afrique occidentale. Projet du fonds spécial des Nations-Unies relatif au criquet pèlerin. *F.A.O.-Rome*-267 p., multigr., 33 fig., 70 ref., 26 photos, 1 carte h.t. à 1/200 000.
- BEAUDOU (A.G.) et SAYOL (R.), 1980.- Etude pédologique de la région de Boundiali, Korhogo (Côte d'Ivoire). Cartographie et typologie sommaire des sols. Feuille Boundiali-Feuille Korhogo à 1/200 000. Notice explicative n° 84. *ORSTOM PARIS* 84 p., 4 cartes h.t.
- BERTRAND (R.B.), PARR (J.F.), 1960.- Development of a portable sprinkling infiltrometer. *Trans. of the VII th Int. Cong. of Soil Sci.*, Madison, VI, 4, PP. 433-440.

- BERTRAND (R.B.), 1967.- Etude de l'érosion hydrique et de la conservation des eaux et du sol en pays Baoulé. *Coll. sur la fertilité des sols tropicaux*. Tananarive 19-25. 11.67, n° 106 1281-1295.
- BOA (D.), CAMARA (M.), 1984.- Principaux types de sols et de gravillons du bassin versant de BOORO-BOROTOU. *ORSTOM-Adiopodoumé*, 16 p. multigr., 1 tabl.
- BOCQUIER (G.), 1971.- Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. *Thèse es Sci. Nat. Univ. Louis Pasteur*, Strasbourg, 364 p.
- BOIFFIN (J.), 1984.- La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. *Thèse de docteur-ingénieur*, Paris, 320 p + annexes.
- BOIFFIN (J.), MONNIER (G.), 1982.- Etats, propriétés et comportements des sols : recherche et utilisation des critères de fertilité physique. *Bull. Techn. Info.*, n° 370-372, 401-407, 1 tabl., 2 fig., 18 réf.
- BOIFFIN (J.), PAPY (F.), PEYRE (Y.), 1986.- Systèmes de production, systèmes de culture et risques d'érosion dans le pays de CAUX. *INA-PG/INA/Ministère de l'Agriculture*, 154 p. + Annexes.
- BOUGERE (J.), 1979.- Notice sur la classification des sols ferrallitiques. *ORSTOM-ADIOPODOUME*, 13 p., multigr.
- BOUVIER (C.), JANEAU (J.L.), 1988.- La simulation de pluie et les états de surface en milieu urbain-ABIDJAN. *ORSTOM-ADIOPODOUME*, 26p., 6 fig., 3 + annexes.
- BOYER (J.), 1982.- Les sols ferrallitiques-tome X - Facteurs de fertilité et utilisation des sols. Initiations-Documentations techniques n° 52-*ORSTOM-PARIS* 384 p.
- BRAY, (R.H.) 1954.- A nutrient mobility concept of soil-plant relationships. *Soil Sci.* 78 : 9-22.
- CAMARA (M.), 1983.- Etude pédologique et représentation cartographique à 1/50 000 de la région Tiéningboué (centre-nord de la Côte d'Ivoire). Contraintes et potentialités agronomiques des types de sols reconnus dans la zone. *ORSTOM-ADIOPODOUME* 79 p. multigr. 2 cartes h.t. + annexes.
- CAMARA (M.), BOA (D.), 1984.- Résultats de l'enquête en milieu paysan à BOORO-BOROTOU. *ORSTOM-ADIOPODOUME*, 21 p. multigr.
- CAMARA (M.), 1985.- Etude pédologique de la région de Mankono (centre-nord-ouest de la Côte d'Ivoire). Cartes des paysages et des unités morphologiques. Feuille MANKONO à 1/200 000. Notice explicative. *ORSTOM-ADIOPODOUME*, 45 p. multigr. 2 cartes h.t.
- CAMUS (R.), CHAPERON (P.), GIRARD (G), MOLINIER (M.), 1976.- Analyse et modélisation de l'écoulement superficiel. Influence de la mise en culture. *Trav. et Doc. ORSTOM, Paris*, n° 52, 81 p.

- CASENAVE (A.), GUIGUEN (N.), 1978.- Etude des crues décennales des petits bassins versants forestiers en Afrique Tropicale. Détermination des caractéristiques hydrodynamiques des sols forestiers. Campagne 1977. *ORSTOM ; C.I.E.H., ABIDJAN*, 62 multigr. 32 fig., 29 réf.
- CASENAVE (A.), 1981.- Etude des crues décennales des petits bassins versants forestiers en Afrique Tropicale. Rapport final. *ORSTOM - C.I.E.H., ABIDJAN*, 65 p. multigr., 15 tabl. 6 fig., 19 réf.
- CASENAVE (A.), 1982.- Le mini-simulateur de pluie. Conditions d'utilisation et principes de l'interprétation des mesures. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., XIX, 4*, pp. 207-227.
- CASENAVE (A.), VALENTIN (Ch.), 1988.- Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. *ORSTOM-CEE*, 202 p. multigr. + Annexes.
- CHARREAU (C.), 1972.- Problèmes posés par l'utilisation agricole des sols tropicaux par des cultures annuelles. *Comm. au séminaire sur les sols tropicaux*, Ibadan, 22-26 mai 1972, 54 p.
- CHARREAU (C.), NICOU (R.), 1971.- L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest-africaine et ses incidences agronomiques. *Agron. Trop.* 26, 9 : 903-978 et 11, : 1183-1247.
- CHEVALLIER (P.), 1982.- Simulation de pluie sur deux bassins versants sahéliens (Mare d'Oursi, Haute Volta) *Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., XIX, 4*, pp. 253-297.
- CHEVALLIER (P.), 1983.- L'indice des précipitations antérieures. Evaluation de l'humectation des Sols des Bassins Versants. *Cah. ORSTOM, sér., Hydrol.*, vol. XX, n° 3 et 4.
- CHEVALLIER (P.), LAPETITE (J.M.), MAHIEUX (A.), 1985.- Programme Hyperbav. Observations climatologiques à la station de BOORO-BOROTOU (Côte d'Ivoire). Année 1984. *ORSTOM-ADIPODOUME*, 36 p. multigr.
- CHEVALLIER (P.), ETIENNE (J.), LAPETITE (J.M.), MAHIEUX (A.), 1985.- Bassin versant représentatif de BOORO-BOROTOU : caractéristiques physiques et équipements hydro-pluviométriques. *ORSTOM-ADIPODOUME*, 22 p. multigr., 7 fig., 1 carte h.t.
- CHEVALLIER (P.), BERTHELOT (M.), ETIENNE (J.), LAPETITE (J.M.), 1986.- Programme Hyperbav. Bassin versant de BOORO-BOROTOU (Côte d'Ivoire). Données de bases hydropluviométriques. Années 1984 et 1985. *ORSTOM-ADIPODOUME*, 65 p. multigr., 11 fig.
- CHEVALLIER (P.), BERTHELOT (M.), ETIENNE (J.), LAPETITE (J.M.), 1987.- Programme Hyperbav. Observations climatologiques à la station de BOORO-BOROTOU (Côte d'Ivoire). Année 1986. *ORSTOM-ADIPODOUME*, 45 p. multigr., 11 fig.



- CHEVALLIER (P.), BERTHELOT (M.), LAPETITE (J.M.), PLANCHON (O.), 1987.- Programme Hyperbav. Bassin versant de BOORO-BOROTOU (Côte d'Ivoire). Données de base hydropluviométriques. Année 1986. *ORSTOM-ADIPODOUME*, 75 p. multigr., 30 fig.
- COLLINET (J.), LAFFORGUE (A.), 1979.- Mesures de ruissellement et de l'érosion sous pluies simulées pour quelques types de sols de Haute-Volta. *ORSTOM-ADIPODOUME*, 125 p., 122 fig., 64 tabl., 24 réf.
- COLLINET (J.), VALENTIN (Ch.), 1979a.- Analyses des différents facteurs intervenant sur l'hydrodynamique superficielle. Nouvelles perspectives. Applications agronomiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 17 (4) : 283-328, 16 tabl., 26 fig., 1 carte, 27 réf.
- COLLINET (J.), VALENTIN (Ch.), 1979 b.- Un schéma des interrelations hydrodynamiques dans les milieux naturels et cultivés, valorisation des données morphologiques. In. *Informatique et Biosphère, Actes du colloque d'ABIDJAN*, pp.155-177, 5 tabl., 10 fig., 22 réf.
- COLLINET (J.), VALENTIN (Ch.), 1981.- Effects of rainfall intensity and soil surface heterogeneity on steady infiltration rate. *XII th Int. Cong. Soil Sci., NEW-DELHI*, 1982, 10 p., 2 fig., 13 ref.
- CONNOR (D.J.), COCK (J.H.), 1981.- Response of cassava to water shortage Canopy dynamics. *FIELD CROPS RES.* 4. 285-296.
- CPCS, 1967.- Commission de Pédologie et de classification des sols. Classification des sols. *ENSA Grignon Labo. Pédologie, 87 p.*, multigr.
- DABIN (B.), 1970a.- Les facteurs climatiques et physiques de la fertilité des sols. In. Techniques rurales en Afrique-10-pédologie et développement - *B.D.P.A.-ORSTOM* pp. 165-190.
- DABIN (B.), 1970b.- Les facteurs chimiques de la fertilité (matières organiques, phosphore) In. Techniques rurales en Afrique -10- pédologie et développement *B.D.P.A - ORSTOM* pp 191-207.
- DABIN (B.), 1970c.- Les facteurs chimiques de la fertilité des sols (bases échangeables et sels. Utilisation des échelles de fertilité). In. Techniques rurales en Afrique -10- pédologie et développement- *B.D.P.A-ORSTOM* pp. 221-236.
- DABIN (B.), LENEUF (N.), 1958.- Etude de l'érosion et du ruissellement en basse Côte d'Ivoire, mai 1956-1958. *ORSTOM-ABIDJAN*, 20 p. multigr.
- DAGNELIE (P.), 1970.- Théorie et méthodes statistiques. *Applications agronomiques tome II*. Editions J. DUCULOT, S.A. Gembloux.
- DALAL (R.C.), 1974.- Effects of intercropping maize with pigeon peas on grain yields and nutrient uptake. *Exptal. Agr.* 10 : 219-224.

- DAMIO (Th.), 1981.- Etude morpho-pédologique d'une zone représentative de la zone des savanes sub-soudanaises dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire (sous préfecture de WOROFLA). Notice explicative et carte à 1/50 000 - Rapport de stage. *ORSTOM - ADIOPODOUME* 98 p. multigr. 1 carte h.t.
- DE BLIC (P.), 1976 a.- Le comportement des sols ferrallitiques de Côte d'Ivoire après défrichement et mise en culture mécanisée : rôle des traits hérités du milieu naturel. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 14 (2) : 113-1300, 16 tabl., 3 plates, 11 réf.
- DE BLIC (P.), 1976b.- Réorganisations pédologiques en milieu ferrallitique de Côte d'Ivoire à la suite du défrichement et de la mise en culture mécanisée. *ORSTOM-ABIDJAN, techn. report.*, 8 p., 7 plates, 5 réf.
- DE BLIC (P.), MOREAU (R.), 1977.- Structural characteristics of ferrallitic soils mechanical cultivation in the marginal forest areas of the Ivory Coast. pages 111-122. In. *Soil physical Properties and Crop Production in the Tropics*, eds R. Lal and D.J. Greenland, J. Wiley and Sons, Chichester.
- DE BLIC (P.), 1978.- Morphologie et comportement mécanique des sols de la région centre en culture semi-mécanisée. *AVB-ORSTOM-ADIOPODOUME*, 63 p., multigr., 9 réf.
- DE BLIC (P.), 1987.- Analysis of a cultivation profile under sugarcane : methodology and results. Pages 275-285. In. *Land Development and Management of Acid Soils in Africa II*, eds M. LATHAM and P. AHN. Proceedings of the 2nd Regional Workshop, Lusaka and Kasama, Zambia, 9-16 april. IBSRAM Proceedings n° 7. Bangkok : IBSRAM.
- DE PLOEY (J.), 1982.- A stemflow equation for grasses and similar vegetation. *CATENA*, 9 : 139-152, 6 réf.
- DE PLOEY (J.), 1983.- Runoff and rill generation on sandy and loamy top soils. *Z. Geomorph. N.F. Suppl. Bd* 46, pp. 15-23, 2 fig., 24 réf.
- DE PLOEY (J.), 1984.- Stemflow and colluviation : modeling and implications. *PEDOLOGIE*, 34 (2) : 135-146, 1 tabl., 4 fig., 15 réf.
- DESCOINGS (H.), 1975.- Les types morphologiques et biomorphologiques des espèces graminoides dans les formations herbeuses tropicales. *Naturalia monspeliensa, série Bot.*, Fasc. 25 : 23-35, 2 planches, 12 réf.
- DIOMANDE (M.), CAMARA (M.), OSSENI (B.), BODJI (N.CI.), KOSSA (A.), 1988.- Aperçu des activités agropastorales dans les régions de montagnes de l'ouest ivoirien. *Association Ivoirienne des Sciences Agronomiques (AISA)-Man* 1-7 août 1988.
- DUBREUIL (P.L.), VUILLAUME (G.), 1975.- Influence du milieu physico-climatique sur l'écoulement de petits bassins intertropicaux. *Publics. AISH Symp. Tokyo.* n° 117 : 2105-215, 3 fig., 2 réf.

- ELLISON (W.D.), 1944.- Studies of raindrop erosion. *Ag. Eng.* 25, : 131-181.
- ELLISON (W.D.), 1945.- Some effects of raindrops and surface flow on soil erosion and infiltration. *Trans. Am. Geophys. Union.*, 26, : 415-429.
- ELLISON (W.D.), 1948.- Soil erosion. *Soil Sci. Am. Soc. Proc.* 12, : 479-484.
- ELLISON (W.D.), 1952.- Raindrop energy and soil erosion. *Emp. J. Exp. Agric.*, 20 : 81-86.
- ESCADAFAL (R.), 1981.- Une méthode nouvelle de description de la surface du sol dans les régions arides. *Sols*, n° 5 : 21-27.
- ESCHENBRENNER (V.), 1969.- Etude géomorphologique et pédologique de la région de Tanda (Côte d'Ivoire) *ORSTOM-ABIDJAN*, 83 p., multigr.
- ESCHENBRENNER (V.), GRANDIN (G.), 1970.- La séquence de cuirasse et ses différenciations entre Agnibilekrou (Côte d'Ivoire) et Diébougou (Haute Volta) *Cah. ORSTOM, sér. Géol.*, vol., 11, n° 2, pp. 205-245.
- ESCHENBRENNER (V.), BADARELLO (L.), 1978.- Etude pédologique de la région d'Odienné. Cartes des paysages morpho-pédologiques à 1/200 000. Notice explicative n° 74, 123 p., 8 cartes h.t. *ORSTOM-PARIS*.
- FAUCK (R.), MOUREAUX (C.I.), THOMANN (Ch.), 1969.- Bilans de l'évolution des sols de Séfa (Casamance, Sénégal) après quinze années de culture continue. *Agron. Trop.* 24, 3, : 263-301.
- FEODOROFF (A.), 1965.- Etude expérimentale de l'infiltration de l'eau non saturante. Cas d'un sol initialement sec et d'un arrosage sans formation de plan d'eau en surface. *Ann. Agron.*, 15 (2) : 127-175, 16 (3), 16 (3) : 231-263, 38 réf.
- FEODOROFF (A.), 1965.- Mécanismes de l'érosion par la pluie. *Rev. Reogr. Phys. et Géol. Dyn.* 7 (2) : 149-163, 7 tabl., 7 fig. 55 réf.
- FLEURY (A.), 1975.- Principes fondamentaux de l'étude des semis *B.T.I.*, n° 302-303, 579-596.
- FOURNIER (F.), 1967.- La recherche en érosion et conservation des sols sur le continent africain *Sols africains*, 12, 1, : 5-53.
- FRANQUIN (M.P.), MOREL (B.), RAOULT (B.), 1980.-  
 - Agroclimatologie de la Côte d'Ivoire.  
 Présentation générale et interprétation-tome I  
 - Données de base  
 (évapotranspirations PENMAN décadales)-tome II  
 - Analyse fréquentielle des bilans hydriques-tome III-1  
 - Analyse fréquentielle des bilans hydriques-tome III-2  
 - Analyse fréquentielle des pluies-tome IV.  
*Republique de Côte d'Ivoire-Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan.*
- FRITSCH (E.), PLANCHON (O.), BOA (D.), 1987.- Les transformations d'un paysage cuirassé

au nord-ouest de la Côte d'Ivoire sur formations gneisso migmatitiques. Séminaire régional de Yaoundé sur les latérites. *Colloques et Séminaires de l'ORSTOM*, 12 p., 11 fig.

- GARDNER (W.R.), 1975.- Water entry and movement in relation to erosion. I.I.T.A., Ibadan, 10 p.- *Colloque sur la conservation et l'aménagement du sol dans les tropiques humides*, Ibadan, juin-juillet, 1975.
- GAVAUD (M.), 1968.- les sols bien drainés sur matériaux sableux du NIGER. Essai de systématique régionale. *Cah. ORSTOM, sér., Pédol.*, 6 (3/4) : 271-307.
- GAUTRONNEAU (Y.), 1985.- Observation au profil cultural. *Doc. Ronéo JSRA-LYON*.
- GAUTRONNEAU (Y.), MANICHON (H.), 1988.- Guide méthodique du profil cultural. *ISARA-LYON*- 71 pages.
- GIODA (A.), 1983.- Etude du rapport pluie-débit sur un petit bassin de savane à l'aide d'un infiltromètre à aspersion (Korhogo-Côte d'Ivoire). *ORSTOM-ABIDJAN*, 64 p., multigr.
- GNAMBA (A.S.), 1986.- Quelques effets du défrichement motorisé sur certains types de sols de Côte d'Ivoire. Mémoire de D.A.A. option agro-pédologie-*ENSA-ABIDJAN*, 55 p.+annexes.
- GNAMBA (A.S.), 1987.- Activité biologique des types de surface observés après différents modes de défrichement des sols du bas Cavally. Mémoire de DEA présenté à la FAST. *Université Nationale d'ABIDJAN* 25 p. multigr., 8 fig.
- GODO (G.), YORO (G.), 1985.- Recherche sur les systèmes de culture à base de manioc en milieu paysannal dans le sud-est ivoirien (Bonoua-Adiaké). Deuxième phase : résultats d'enquêtes et observations au champ *ORSTOM-ADIPODOUME*, 15 p., 6 réf.
- GOUE (B.), YAO (N.R.), 1987.- Quelques aspects agronomiques de la recherche sur le manioc (*Manihot esculenta Crantz*) en Basse Côte d'Ivoire. La mosaïque africaine du manioc et son contrôle. *Actes du séminaire de Yamoussokro* du 04 au 08/05/1987. Colloques et séminaires. pp. 251-253-VCTA- Editions de l'ORSTOM.
- GOUE (B.), YAO (N.R.), JANEAU (J.L.), 1987.- Consommation en eau d'une culture de manioc (*Manihot esculenta Crantz*). *Bulletin du GFHN* - juin 1987 n° 21 : 85-103, 3 fig., 3 tabl., + annexes.
- HALL (R.L.), 1974.- Analysis of the nature of interference between plants and species. I. Concepts and extension of the De Wit analysis to examine effects. *Austr., J. Agri., Res.*, 25 : 739-745.
- HALL (R.L.), 1974b.- Analysis of the nature of interference between plants and species. II. Nutrient relations in a Nandi *Setaria* and Greenleaf *Desmodium* association with particular reference to potassium. *Austr., J., Agr., Res.*, 25 : 749-756.

- HENIN (S.), GRAS (A.), MONNIER (G.), 1969.- Le profil cultural. *MASSON* Editions - PARIS (2e édition) 332 p.
- HERWITZ (S.R.), 1986.- Infiltration excess caused by stemflow in a cyclone-prone tropical rainforest. *Earth surface Processes and Landforms* 11 : 401-412.
- HILLEL (D.), GARDNER (W.R.), 1970.- Transient infiltration in to crust-topped profiles. *Soil Science*, vol., 109, n° 2, 69-76.
- HILLEL (D.), 1982.- Introduction to soil physics. *Academic press London* 176-199.
- HUDSON (N.W.), 1957.- Erosion control research. Progress Report on Experiments at Henderson research station : 1953-1956. *Rhodesia Agric., Journ.*, 54, 4 : 297-323.
- HUDSON (N.W.), 1961.- An introduction to the mechanics of soil erosion under conditions of sub-tropical rainfall. *Proceedings and transactions of the Rhodesia scientific association*. XLIX, 1 : 15-25.
- HUDSON (N.W.), 1963.- Rainfall intensity and erosivity. *Advisory Notes*. Dept. of Cons. and Ext. Rhodesia, 5 p.
- HUDSON (N.W.), 1964.- Field measurements of accelerated soil erosion in localized areas. *Rhodesian Agricultural Journal*, 2249 : 3.
- HUDSON (N.W.), 1973.- Soil conservation. *B.T. Batsford Ltd. London*, 320 p.
- IBRAHIM (N.E.), KABESH (M.O.), 1971.- Effect of associated growth on the yield and nutrition of legume and grass plants. I. Wheat and horsebeans mixed for grain production. *United Arab Republic J. soil sic.* 11 : 271-283.
- IRIKURA (Y.), COCK (J.H.), KAWANO (K.), 1979.- The physiological basis of genotype-temperature interactions in cassava. *FIELD CROPS RES.* 2 : 227-239.
- IRRI, 1973.- Multiple cropping. pp. 14-34. *Annual Report*. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
- IRRI, 1974.- Multiple cropping. *Annual report*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
- IRRI, 1975.- Proceedings of the Cropping Systems Workshop. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 396 pp.
- JANEAU (J.L.), VALENTIN (Ch.), 1987.- Relations entre les nids de TRINERVITERMES et la surface du sol : réorganisations, ruissellement et érosion. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 24 (4) : 637-647, 3 fig., 4 tabl., 14 réf.
- JURION (F.), HENRY (J.), 1967.- De l'agriculture itinérante à l'agriculture intensifiée. *Publ. INEAC*, hors série, 498 p.

- HERWITZ (S.R.), 1986.- Infiltration excess caused by stemflow in a cyclone-prone tropical rainforest. *Earth surface Processes and Landforms* 11 : 401-412.
- HILLEL (D.), GARDNER (W.R.), 1970.- Transient infiltration in to crust-topped profiles. *Soil Science*, vol., 109, n° 2, 69-76.
- HILLEL (D.), 1982.- Introduction to soil physics. *Academic press London* 176-199.
- HUDSON (N.W.), 1957.- Erosion control research. Progress Report on Experiments at Henderson research station : 1953-1956. *Rhodesia Agric., Journ.*, 54, 4 : 297-323.
- HUDSON (N.W.), 1961.- An introduction to the mechanics of soil erosion under conditions of sub-tropical rainfall. *Proceedings and transactions of the Rhodesia scientific association*. XLIX, 1 : 15-25.
- HUDSON (N.W.), 1963.- Rainfall intensity and erosivity. *Advisory Notes*. Dept. of Cons. and Ext. Rhodesia, 5 p.
- HUDSON (N.W.), 1964.- Field measurements of accelerated soil erosion in localized areas. *Rhodesian Agricultural Journal*, 2249 : 3.
- HUDSON (N.W.), 1973.- Soil conservation. *B.T. Batsford Ltd. London*, 320 p.
- IBRAHIM (N.E.), KABESH (M.O.), 1971.- Effect of associated growth on the yield and nutrition of legume and grass plants. I. Wheat and horsebeans mixed for grain production. *United Arab Republic J. soil sic.* 11 : 271-283.
- IRIKURA (Y.), COCK (J.H.), KAWANO (K.), 1979.- The physiological basis of genotype-temperature interactions in cassava. *FIELD CROPS RES.* 2 : 227-239.
- IRRI, 1973.- Multiple cropping. pp. 14-34. *Annual Report*. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
- IRRI, 1974.- Multiple cropping. *Annual report*. International Rice Resaerch Institute, Los Banos, Philippines.
- IRRI, 1975.- Proceedings of the Cropping Systems Workshop. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 396 pp.
- JANEAU (J.L.), VALENTIN (Ch.), 1987.- Relations entre les nids de TRINERVITERMES et la surface du sol : réorganisations, ruissellement et érosion. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 24 (4) : 637-647, 3 fig., 4 tabl., 14 réf.
- JURION (F.), HENRY (J.), 1967.- De l'agriculture itinérante à l'agriculture intensifiée. *Publ. INEAC*, hors série, 498 p.
- KASSAM (A.H.), STOCKINGER (K.), 1973.- Growth and nitrogen uptake of sorghum and millet in mixed cropping. *Samaru Agr. Newsletter* 15 : 28-33.

- KELI (J.Z.), OMONT (H.), HAINNAUX (G.), 1987.- Bilan d'un cycle triennal de cultures vivrières en intercalaire des jeunes hévéas en Basse Côte d'Ivoire.  
I. Comportement des cultures vivrières  
II. Comportement des hévéas.  
A paraître dans *Agronomie Tropicale*.
- KELI (J.Z.), 1988.- Enquêtes préliminaires sur les systèmes vivriers dans trois zones hévéicoles de Basse Côte d'Ivoire : Anguededou, Dabou, Bonoua. *Cahiers de la RECHERCHE-DEVELOPPEMENT* n° 18 juin 1988. pp. 38-47.
- KELI (J.Z.), DE LA SERVE (M.), 1988.- Association temporaire hévéa-vivriers en Basse Côte d'Ivoire. *Caouthouc et Plastiques* n° 679-juin-juillet 1988, pp. 95-100.
- KEUL (M.), 1952.- The use of the studentized range in connection with an analysis of variance. *EUPHYTICA* 1, 112-122, 1952.
- KOUAKOU (N.D.), 1986.- Cartographie géologique d'une partie du bassin nord de la Férédougouba du 03/02/86 au 03/04/1986. Rapport de stage. *ORSTOM-ADIPODOUME*, 33 p multigr. 1carte h.t. + annexes.
- KOUAME (B.), 1986.- Analyse et traitement des observations des postes pluviométriques de Touba et de Bouna. *ENIT-Yamousso Kro*, 28 p. multigr.+annexes.
- KOUAME (B.), 1987. Forme des averses. Variabilité spatiale et temporelle au nord-ouest de la Côte d'Ivoire. Mémoire de DEA option sciences de l'eau et aménagement. Académie de Montpellier *Université des sciences et Techniques du Languedoc* 113 multigr. + annexes.
- KONE (D.S.), 1986. Essai d'association plantes pérennes-plantes annuelles : cas du palmier à huile avec les vivriers. *Doc-ENSA-ABIDJAN*, 8 p. multigr.
- KURTZ (T.), APPLEMAN (M.D.), BRAY (R.H.), 1947. Preliminary trials with intercropping corn and clover *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 11 : 349-355.
- KURTZ (T.), MELSTED (S.W.), BRAY (R.H.), 1952. The importance of water and nitrogen in reducing competition between intercrops and corn. *Agron. J.* 44 : 13-17.
- LAFFORGUE (A.), 1977.- Inventaire et examen des processus élémentaires de ruissellement et d'infiltration sur parcelles. *Cah. ORSTOM, sér., Hydrol.*, XIV, 4 : 299-344.
- LAFFORGUE (A.), CASENAVE (A.), 1980.- Derniers résultats obtenus en zone tropicale sur les modalités de transfert pluie-débit par l'emploi de simulateurs de pluie. *La Houille Blanche*, n° 4-5, pp. 243-249.
- LAL (R.), 1975.- Role of mulching technics in tropical soil and water management. I.I.T.A. IBADAN, *Techn. Bull.*, n° 1 : 38 p.
- LATHAM (M.), 1969.- Notice explicative de la carte pédologique de reconnaissance à 1/200 000 de Séguéla. *ORSTOM-ADIPODOUME*, 84 p. multigr. 1 carte h.t.

- LE BUANEC (B.), 1972.- Dix ans de culture motorisée sur un bassin versant du centre Côte d'Ivoire. Evolution de la fertilité et de la production. *Agron. Trop.*, 27, 11 : 1191-1211.
- LE BUANEC (B.), 1979.- Intensification des cultures assolées en Côte d'Ivoire. Milieu physique et stabilité des systèmes de cultures motorisées. *Agron. Trop.*, 34, 1 : 54-73.
- LHOMME (J.P.), MONTENY (B.), 1980.- Agroclimatologie de la région centre Bandama de Côte d'Ivoire. Analyse fréquentielle des pluies et étude du Calage annuel de quelques cycles culturaux. Laboratoire de bioclimatologie. Autorité pour l'Aménagement de la Vallée du Bandama, 43 p. multigr. *ORSTOM-ADIPODOUME*, 56 p. multigr.
- LEPAGE (M.), MOREL (G.), RESPLENDINO (C.I.), 1974.- Découverte de galeries de termites atteignant la nappe phréatique profonde dans le nord du Sénégal. *C.R. Acad., Sci., (PARIS), sér. D,T*, 278, 14, pp.1855-1858.
- LEPAGE (M.), TANO (Y.), 1986.- Les termitières épigées d'un bassin versant en zone soudanienne. Premiers résultats obtenus. *Actes Coll. Insectes Sociaux, CNRS, PARIS*, 3 : 133-142.
- LEPRUN (J.C.), 1976.- Une construction originale hypogée pour le stockage de l'eau par les termites en régions sahélo-soudaniennes de Haute-Volta. *Pédobiologia* 16(6) : 451-456.
- LEPRUN (J.C.), 1978.- Compte rendu de fin d'études sur les sols et leur susceptibilité à l'érosion, les terres de cures salées, les formations de "brousse tigrée" dans le Gourma. *ORSTOM/DGRST, PARIS*, 45 p. multigr., 8 tabl., 13 fig., 6 photos, 34 réf.
- LEPRUN (J.C.), 1979.- Etude de l'évolution d'un système d'exploitation sahélien au Mali. Volet pédologique. Rapport de campagne 1979. *ORSTOM/DGRST, PARIS*, 27 p. multigr., 7 fig., 18 photos, 9 réf.
- LEPRUN (J.C.), SIVEIRA (C.O. o/a), SOBRAL FILHO (R.M.), 1986.- Efficacité des pratiques culturales antiérosives testées sous différents climats brésiliens. *Cah. ORSTOM Ser. Pedol*, 22 (2) : 223-233, 11 tabl., 1 fig., 17 réf.
- LEVEQUE (A.), 1975.- Pédogenèse sur le socle granito-gneissique du Togo. Différenciation des sols et remaniements superficiels. *Thèse Doct. es Sciences Nat. Université Strasbourg*, 301 p.
- LEVEQUE (A.), 1981.- Les relations sols-plantes. Les sols ferrallitiques et le cotonnier dans le nord de la Côte d'Ivoire. Méthodologie et premiers résultats. *ORSTOM, ADIPODOUME*, 49 p., multigr. 5 fig., 14 tabl., 11 réf.
- LEVEQUE (A.), 1982.- Quelques aspects de la structure des sols ferrallitiques en saison humide. Implications agronomiques concernant le cotonnier dans le nord de la Côte d'Ivoire. *ORSTOM-ADIPODOUME*, 33 p. multigr., 3 fig., 20 tabl., 19 réf.



- LEVEQUE (A.), 1983.- Etude pédologique et des ressources en sols de la région du nord du 10e parallèle en Côte d'Ivoire. Cartes des unités morpho-pédologiques et des paysages morpho-pédologiques. Partie ivoirienne des Feuilles de NIELLE, de TIENGRELA et de TIENKO à 1/200 000. Notice explicative n° 96, 12 p., 6 cartes h.t., **ORSTOM-PARIS**.
- LIBOON (S.P.), HARWOOD (R.R.), 1975.- Nitrogen response in corn-soybean intercropping. Unpublished paper, *International Rice Research Institute*, Los Banos, Philippines, 12 p.
- MANICHON (H.), 1982.- Influence des systèmes de culture sur le profil cultural : élaboration d'une méthode de diagnostic basée sur l'observation morphologique. *Thèse de Docteur Ingénieur, INAPG, Paris*, 214 p., multigr., 154 réf. + annexes.
- MANICHON (H.), 1985.- Le profil cultural : moyen de connaissance des sols pour un diagnostic agronomique. *Cultivar* n° spécial "Sols et sous-sols"- n° 184.
- MAZOYER (M.), 1972.- Développement de la production et transformation agricole marchande d'une formation agraire en Côte d'Ivoire. Communication au Colloque sur les "Stratégies de développement économique, Afrique et Amérique Latine". Nations-Unies, *Institut Africain de Développement Economique et de Planification*, DAKAR, sept 72.
- MENAUT (J.C.), BARBAULT (R.), LAVELLE (P.), LEPAGE (M.), 1985.- African savannas : biological systems of humification and mineralization. In : TOTHILL (J.C.), MOTT (J.J.), édit., *Ecology and Management of the World's savannas, Australian Acad. Science* Canberra, pp., 14-33.
- MITJA (D.), 1987.- Bassin versant de BOORO-BOROTOU. Esquisse de la carte de la végétation à 1/2500. *ORSTOM-ADIPODOUME*, 6p., multigr., +1 carte h.t.
- MONG-GINE (T.), 1979.- Mise en culture et interactions eau-sol-plante : Etude de trois sites en région ferrallitique de savane. (Touba, nord-ouest de la Côte d'Ivoire). *ORSTOM-ADIPODOUME*, 54 p. multigr. + annexes (5).
- MONNIER (G.), BOIFFIN (J.), PAPY (F.), 1986.- Réflexions sur l'érosion hydrique en conditions climatiques et topographiques modérées : cas des systèmes de grande culture de l'Europe de l'Ouest. *Cah. ORSTOM, sér., Pédol.*, 12 (2) : 123-131.
- MOREAU (R.), 1978.- Influence de l'ameublissement mécanique de l'infiltration d'eau sur la stabilité structurale d'un sol ferrallitique dans le centre de la Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér., Pédol.*, vol., XVI, n° 4 : 413-424.
- MOREAU (R.), NAMUR (Ch. de), 1978.- Le système cultural traditionnel des Oubis de la région de Taï. *Cah. ORSTOM, sér., Biol.*, vol., XIII, n° 3 : 191-195.

- MOREAU (R.), 1979.- Etude suivie des caractéristiques analytiques du sol sur le bloc cultural d'Abouakro (région centre de Côte d'Ivoire). Présentation sommaire des résultats obtenus sur les quatre premières années de mise en culture. *ORSTOM-ADIPODOUME*, 8 p. multigr.
- MOREAU (R.), 1983.- Evolution des sols sous différents modes de mise en culture, en Côte d'Ivoire forestière et préforestière. *Cah. ORSTOM, sér., Pédol.*, vol., XX, n° 4 : 311-325.
- MUTSAERS (H.J.W.), FISHER (N.M.), VOGEL (W.O.), PALADA (M.C.), 1986.- A field guide for ON FARM RESEARCH. Farming Systems Program. *International Institute of Tropical Agriculture*. IBADAN-Nigeria.
- NEWMAN (D.), 1939.- The distribution of range in samples from a normal population expressed in terms of an independent estimate of standard deviation. *BIOMETRIKA* 31, 20-30.
- N'GORAN (K.), SNOECK (J.), 1987.- Cultures vivrières associées au caféier. *Café - Cacao - Thé* - vol., XXXI, n° 2 : avril-juin 1987
- OELSLIGLE (D.D.), McCOLLUM (R.E.), KANG (B.T.), 1976.- Soil fertility management in multiple cropping systems in the tropics. In. *R.I. Pappendick et al.*, (eds.), Multiple Cropping Symposium-American Society of Agronomy.
- OSSENI (B.), 1983.- Compte rendu d'une enquête sur les habitudes culturales. *Doc. IRFA*, 7 p. multigr.
- OSSENI (B.), 1985a.- Comportement des cultures vivrières et légumières sur les sols désaturés de basse Côte d'Ivoire à monoculture d'ananas. *Fruits*, 40 (4) 249-259.
- OSSENI (B.), 1985b.- Influence des cultures associées à la culture de l'ananas : action sur le *Pratylenchus brachyurus*, la croissance et le rendement de l'ananas. *Fruits* 40, 11 : 709-718.
- OSSENI (B.), 1985c.- Les cultures vivrières dans les sols ferrallitiques désaturés du sud de la Côte d'Ivoire : détermination d'un seuil minimum de pH convenable pour quelques cultures. *Fruits*, 40(12) : 797-805.
- OSSENI (B.), N'GUESSAN (A.), 1986.- Premières approches de l'étude d'association culturale ananas-piment : aspects agronomiques et bioclimatiques. *Fruits* 42, 7-8 : 423-434.
- OSSENI (B.), 1987.- Recherche de systèmes stables de cultures vivrières en zone de forêt sud de la Côte d'Ivoire. Résultats préliminaires. *Fruits*, 42 (2) : 77-88.
- OSSENI (B.), N'GUESSAN (A.), 1987.- Essai AN CI SYS 736/86 (Association du piment à l'ananas). Apports de MgO et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. *Doc. IRFA*.
- OSSENI (B.), GODEFROY (J.), RINAUDO (G.), 1987.- Comportement de *Sesbania rostrata* dans le sud de la Côte d'Ivoire. *Fruits*, 43 (3) : 131-139.

- OSSENI (B.), 1988.- Identification des paramètres limitant le développement de *Sesbania rostrata* au sud de la Côte d'Ivoire. *Comm. Congrès Intern. sur " Sesbania rostrata "*. Recherche Fondamentale et Application à l'Agriculture. DAKAR, 5-8 janvier 1988, 22 p.
- OSSENI (B.) et DIOMANDE (M.), 1988.- Importance de la jachère dans les systèmes traditionnels de cultures en Côte d'Ivoire. Actes du 2e atelier OFRIC organisé au CIRES les 23, 24 et 25 juin 1988 (ABIDJAN).
- ORI (B.), 1988.- Le projet de développement de la culture du soja en Côte d'Ivoire. Rapport d'évaluation sociologique. *ORSTOM-Sciences Humaines Petit Bassam/BAD*.
- PALADA (M.C.), HARWOOD (R.R.), 1974.- The relative return of corn-rice intercropping and monoculture on nitrogen application. Unpublished paper, *International Rice Research Institute*, Los Banos, Philippine, 7 p. multigr.
- PIERI (C.), 1967.- Etude de l'érosion et du ruissellement à SEFA au cours de l'année 1965. *Colloque sur la fertilité des sols tropicaux*. Tananarive (Madagascar). 19-25 novembre 1967-tome 2-comm. 108. pp. 1302-1315.
- POSS (R.), 1982.- Etude morpho-pédologique de Katiola (Côte d'Ivoire). Notice explicative n° 94. *ORSTOM-PARIS*, 142 p. 2 cartes h.t.
- POSS (R.), SABATHE (R.), 1983.- Etude des aptitudes culturales de la région de Katiola pour les cultures pluviales annuelles, mécanisées, en assolement intensif. *ORSTOM-PARIS*, 30 p. doc. additif à not. expl., n° 94.
- POSS (R.), VALENTIN (Ch.), 1983.- Structure et fonctionnement d'un système eau-sol-végétation : une toposéquence ferrallitique de savane (Katiola, Côte d'Ivoire). *Cah. ORSTOM, sér., Pédol.*, vol., XX, n° 4, 1983 : 341-360 12 tabl., 8 fig. 22 réf.
- RAFFAILLAC (J.P.), FORESTIER (), 1980.- Composition et élaboration du rendement de l'arachide. 1 : les caractéristiques du rendement et la fructification sur la plante. *Cah. ORSTOM, sér., Biol.*, n° 12 : 61-86.
- RAFFAILLAC (J.P.), NEDELEC (G.), 1984.- Comportement du manioc (*Manihot esculanta* Crantz, variété CB) pour densités de plantation-Premiers résultats. *ORSTOM-ADIPODOUME*, laboratoire d'Agronomie - Service d'Expérimentation Agronomique, 13 p. multigr.
- ROOSE (E.), 1966.- Les sols du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér., Pédol.*, IV, 2, : 51-92.
- ROOSE (E.), 1967 a.- Dix années de mesure de l'érosion et du ruissellement au Sénégal. *Agron. Trop.*, 22, 2 : 123-152.
- ROOSE (E.), 1967 b.- Erosion, ruissellement et lessivage oblique sous une plantation d'hévéas de basse Côte d'Ivoire. I : milieu, dispositif et résultats en 1966. *Rapport ORSTOM-IRCA-ABIDJAN*, 46 p.

- ROOSE (E.), GODEFROY (I.), 1967 c.- Lessivage des éléments fertilisants en bananeraie. *Colloque sur la Fertilité des sols tropicaux*. Tananarive (Madagascar). 19-25 novembre 1967. Communication n° 113 : 1385-1404.
- ROOSE (E.), 1968 a.- Un dispositif de mesure du lessivage oblique dans les sols en place.- *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.* VI, 2, : 235-249.
- ROOSE (E.), 1968 b.- Mesure de l'érodibilité d'un sol (facteur K) sur la parcelle de référence de Wischmeier. Deuxième projet de protocole standard et sa discussion.- *ORSTOM ABIDJAN*, 4+6 p.
- ROOSE (E.), 1968 c.- Erosion en nappe et lessivage oblique dans quelques sols ferrallitiques de Côte d'Ivoire.- Communication à la 6ème conf. *Biennale de la WASA/ASOA*. ABIDJAN 8-13.4.68, 15 p.
- ROOSE (E.), JADIN (P.), 1969.- Erosion, ruissellement et drainage oblique sur un sol à cacao en moyenne Côte d'Ivoire : station IFCC près de Divo. I : milieu, dispositif et résultats des campagnes 1967-68.- *ORSTOM-IFCC*, ABIDJAN, 77 p.
- ROOSE (E.), HENRY DES TUREAUX (P.), 1970 a.- Deux méthodes de mesure du drainage vertical dans les sols en place.- *Agron. Trop.* 25, 12, : 1079-1087.
- ROOSE (E.), 1970 b.- Importance relative de l'érosion, du drainage oblique et vertical dans la pédogenèse actuelle d'un sol ferrallitique de moyenne Côte d'Ivoire. Deux années de mesure sur parcelles expérimentales.- *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.* 8, 4, : 469-482.
- ROOSE (E.), BIROT (Y.), 1970 c.- Mesure de l'érosion et du lessivage oblique et vertical sous une savane arborée du plateau Mossi (Gonsé, Haute-Volta). 1 : résultats des campagnes 1968-69.- *Rapport CTFT-ORSTOM*, ABIDJAN, 148 p.
- ROOSE (E.), 1971 a.- Influence des modifications du milieu naturel sur l'érosion, le ruissellement, le bilan hydrique et chimique, suite à la mise en culture sous climat tropical. Synthèse des observations en Côte d'Ivoire et en Haute-Volta.- *Rapport ORSTOM ABIDJAN*, 22 p.
- ROOSE (E.), BERTRAND (R.), 1971 b.- Contribution à l'étude de la méthode des bandes d'arrêt pour lutter contre l'érosion hydrique en Afrique de l'Ouest. Résultats expérimentaux et observations sur le terrain.- *Agron. Trop.* 26, 11, : 1270-1283.
- ROOSE (E.), BERTRAND (R.), 1972 a.- Importance relative de l'érosion, du drainage oblique et vertical dans la pédogenèse actuelle d'un sol ferrallitique de moyenne Côte d'Ivoire. résultats des campagnes 1967 à 1971.- *Rapport ORSTOM-IRAT*, ABIDJAN, 94 p.
- ROOSE (E.), 1972 b.- Comparaison des causes de l'érosion et des principes de lutte antiérosive en région tropicale humide, tropicale sèche et méditerranéenne.- Communication aux *Journées d'Etude du Génie Rural* à Florence, 12-16.9.72, : 417-441.

- ROOSE (E.), 1973 a.- Dix-sept années de mesures expérimentales de l'érosion et du ruissellement sur un sol ferrallitique sableux de basse Côte d'Ivoire. Contribution à l'étude de l'érosion hydrique en milieu intertropical.- *ORSTOM, ABIDJAN*, 125 p. Thèse Doct. Ing. Fac. Sci. ABIDJAN, n° 20.
- ROOSE (E.), TALINEAU (J.C.), 1973 b.- Influence du niveau de fertilisation sur le bilan des éléments nutritifs majeurs de deux plantes fourragères cultivées sur un sol sableux de basse Côte d'Ivoire.- Comm. *Xème Coll. Inst. Intern. Potasse*, ABIDJAN, décembre 73, 305-320.
- ROOSE (E.), 1974 a.- Influence du type de plante et du niveau de fertilisation sur la composition des eaux de drainage en climat tropical humide.- Communication *XIII Journées de l'Hydraulique PARIS*, sept. 1974, rapport 13, 7 p.
- ROOSE (E.), PERRAUD (A.), 1974 b.- Nature des composés humiques des eaux de ruissellement et de drainage et essai d'évaluation des migrations des matières organiques sous végétation naturelle en région tropicale.- In : *C.R. Xème Congrès Soc. Int. Sci. Sol, Moscou*, 6, : 74-80.
- ROOSE (E.), 1974 c.- Contribution à l'étude de la résistance à l'érosion de quelques sols tropicaux.- In : *C.R. Xème Congrès Soc. Int. Sci. Sol, MOSCOU*, 11, : 54-61.
- ROOSE (E.), 1974 d.- Conséquences hydrologiques des aménagements antiérosifs.- In *XIII Journées de l'Hydraulique, PARIS*, Sept. 74, rapport 10, 6 p.
- ROOSE (E.), 1975 a.- Natural mulch or chemical conditioner for reducing soil erosion in humid tropical areas.- In : "*Soil Conditioners*" SSSA Special Publication, 7, 12, : 131-137.
- ROOSE (E.), LACOEUILHE (J.J.), 1975 b.- Etude du ruissellement de l'érosion et de la lixiviation en fonction du mode d'utilisation des résidus de la culture d'ananas. I : protocole expérimental : 17 p. II : rapport de la campagne 1975 : *ORSTOM ABIDJAN*, 18 p.
- ROOSE (E.), 1976 a.- Conservation des eaux et du sol en vue de l'intensification de l'exploitation de l'espace agricole tropical.- In : *Colloque Seneca "L'eau et les activités agricoles"*, PARIS 3-5 mars, Communication 322, 7 p.
- ROOSE (E.), 1976 b.- Le problème de la conservation de l'eau et du sol en République du Bénin. Mise au point en 1976.- *FAO-ORSTOM ABIDJAN*, 34 p.
- ROOSE (E.), 1976 c.- Use of the universal soil loss equation to predict erosion in West Africa.- In : *S.S.S.A. Special publication* n° 21, p. 60-74.
- ROOSE (E.), LELONG (F.), 1976 d.- Les facteurs de l'érosion hydrique en Afrique Tropicale. Etudes sur petites parcelles expérimentales.- *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.* 18, 4, : 365-374.
- ROOSE (E.), COLLINET (J.), 1976 e.- La conservation des sols et la dynamique de l'eau.- In :

"Journées de la recherche scientifique en région de savane : Korhogo, du 12-15 avril 1976. *ORSTOM ABIDJAN* p. 5-12.

- ROOSE (E.), COLLINET (J.), DE BLIC (PH.), 1976 f.- La conservation des sols et la dynamique de l'eau. Comportement du sol lors du défrichement et des cultures mécanisées.- In : Journées de la Recherche Scientifique en région de savane, Korhogo, 12-15 avril, 1976.- *ORSTOM ADIOPODOUME*, 12 p., 2 tabl., 4 fig.
- ROOSE (E.), 1977 a.- Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales.- *Travaux et Documents de l'ORSTOM*, n° 78, 108 p.
- ROOSE (E.), 1977 b.- Adaptation des méthodes de conservation des sols aux conditions écologiques et socio-économiques de l'Afrique de l'Ouest.- *Agron. Trop.*, 32, 2, : 132-140.
- ROOSE (E.), 1977 c.- Application of the universal soil loss equation of Wischmeier and Smith in West Africa.- In "*Soil conservaiton and management in the humid tropics*", Greenland and Lal édts. J. and Wiley, 283 p.
- ROOSE (E.), ASSELINE (J.), et al., 1978 a.- Mesure des phénomènes d'érosion sous pluies simulées aux cases d'érosion d'Adiopodoumé. II : les charges solides et solubles des eaux de ruissellement sur sol nu et diverses cultures d'ananas.- *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 16, 1 : 43-72.
- ROOSE (E.), FAUCK (R.), 1978 b.- Des contraintes d'origine climatique limitent l'exploitation des sols ferrallitiques dans les régions tropicales humides de Côte d'Ivoire.- *Comm. Congrès Soc. Int. Sci. Sol., Edmonton, Canada*, Juin 1980, 7 p.
- ROOSE (E.), 1979.- Dynamique actuelle d'un sol ferrallitique très désaturé sur sédiments argilo-sableux sous culture et sous forêt dense humide subéquatoriale du Sud de la Côte D'Ivoire : ADIOPODOUME : 1964-1976. I : l'érosion et le bilan hydrique.- *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.* XVII, 4, : 25-47.
- ROOSE (E.), 1980 a.- Dynamique actuelle d'un sol ferrallitique gravillonnaire issu de granite sous culture et sous une savane arbustive soudanienne du Nord de la Côte d'Ivoire. Korhogo, synthèse des campagnes 1967 à 1975.- *Rapport ORSTOM PARIS*, 172 p.
- ROOSE (E.), 1980 b.- Dynamique actuelle d'un sol ferrallitique sablo-argileux très désaturé, sous cultures et sous forêt dense humide subéquatoriale du Sud de la Côte d'Ivoire. Adiopodoumé : 1964-75.- *ORSTOM PARIS*, 204 p.
- ROOSE (E.), LELONG (F.), 1980 c.- Les facteurs conditionnant la composition chimique des eaux du sol et du sous-sol en zone intertropicale.- *26ème Congr. Intern. Géologie, PARIS*, juillet 80, à paraître.
- ROOSE (E.), 1981.- Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Etude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matières sous végétation naturelles ou cultivées. *ORSTOM PARIS, Collection Travaux et Documents*, n° 130, 569 p. Thèse d'Etat, Orléans 1980.

- ROOSE (E.), 1983.- Ruissellement et érosion avant et après défrichement en fonction du type de culture en Afrique occidentale. *Cah. ORSTOM, sér., Pédol.*, vol. XX, n° 4 : 327-339.
- RUIZ FIGUEROA (J.F.), 1983 a.- Les micro-organisations pelliculaires superficielles formées sous pluie simulée sur des sols ferrallitiques de savane (Centre-nord de la Côte d'Ivoire). Comportement hydrodynamique et mécanique de ces pellicules de battance en relation avec la texture, la couverture du sol et la levée du riz pluvial. *Thèse de Doctorat-Ingénieur-INAPG*-167 p. multigr.
- RUIZ FIGUEROA (J.F.), VALENTIN (Ch.), 1983 b.- Effects of various types of cover on soil detachment by rainfall. *ORSTOM ADIOPODOUME*, 17 p. multigr., 4 tabl., 2 fig., 19 réf.
- SANCHEZ (P.A.), 1976.- Properties and Management of Soils in the Tropics. A Wiley *Interscience Publication*. John Wiley and Sons, New York. London. Sydney. Toronto.
- SEBILLOTTE (M.), 1975.- Evolution des systèmes de culture et des moyens de productions. *Colloque I.T.C.F.* "Techniques nouvelles de production du blé" : 25-70.
- STEINER (K.G.), 1985.- Cultures associées dans les petites exploitations agricoles tropicales en particulier en Afrique de l'Ouest. *Publication GTZ*, 347 p.
- TRENBATH (B.R.), 1974.- Biomass productivity of mixtures. *Adv. Agron.* 24 : 177-210.
- VALENTIN (Ch.), 1978.- Divers aspects des dynamiques actuelles de quelques sols ferrallitiques et interprétations agronomiques. *ORSTOM ADIOPODOUME*, 141 p. multigr., 39 tabl., 85 fig., 111 réf.
- VALENTIN (Ch.), 1981a.- Organisations pelliculaires superficielles de quelques sols de région subdésertique (Agadez-Niger). Dynamique et conséquences sur l'économie en eau. Thèse 3e cycle, Université PARIS VII, *Etudes et Thèses, ORSTOM*, 1985, 259 p.
- VALENTIN (Ch.), 1981b.- Esquisse au 1/25 000ème des différenciations morpho-structurales de la surface des sols d'un petit bassin versant sahélien (Polaka-Oursi, Nord Haute-Volta). *ORSTOM -ADIOPODOUME*, 11 p.
- VALENTIN (Ch.), 1981c.- Systèmes de production au Sénégal. Evolution de la surface du sol. Piétinement, érosions hydrique et éolienne (1ère campagne) . *ORSTOM-ADIOPODOUME* , 29 p. , multigr., 3 tabl. 7 fig., 32 réf.
- VALENTIN (Ch.), 1982a.- Effet de la texture de l'horizon Ap sur la formation de micro-organisations superficielles en zone ferrallitique de savane. Conséquences sur l'infiltration, la détachabilité et la résistance mécanique à la levée des semences (riz pluvial, carotte, coton). Centre-nord de la Côte d'Ivoire. Programme de stage de RUIZ FIGUEROA, doc. de travail-*ORSTOM ADIOPODOUME* 3 p.
- VALENTIN (Ch.), 1982b.- Esquisse à 1/25 000 des organisations superficielles d'un petit bassin versant soudanien : BINDE (Centre-sud de la Haute Volta) *ORSTOM, Centre de*

**OUAGADOUGOU**, 18 p., 2 cartes.

- VALENTIN (Ch.), RUIZ FIGUEROA (J.F.), 1982c.- Effets de la préparation du sol et de sa protection (mulch de bagasse, toile ombrière, moustiquaire) sur le ruissellement sous pluies simulées et sous irrigation. *ORSTOM, ADIOPODOUME*, 6 p., 3 tabl.
- VALENTIN (Ch.), 1985a.- Effects of grazing and trampling on soil deterioration around recently drilled water holes in the Sahelian Zone.  
In : "*Soil Erosion and Conservation*" *Soil Conservation Society of America* (edit) : 51-65.
- VALENTIN (Ch.), 1985b.- Le bassin versant de Boulsa-Koghnere (Burkina Faso). Organisations superficielles. Interprétation des photographies aériennes de 1956 et de 1980. *ORSTOM, ADIOPODOUME*, 19 p., 3 fig., 7 tabl., 4 réf., 4 pl., photos.
- VALENTIN (Ch.), 1986.- Différencier les milieux selon leur aptitude au ruissellement : une cartographie adaptée aux besoins hydrologiques. Journées hydrologiques de l'ORSTOM à Montpellier. *ORSTOM, Colloques et Séminaires*, pp. 50-74.
- VALENTIN (Ch.), FRITSCH (E.), PLANCHON (O.), 1987a.- Sols, surfaces et formes d'érosion linéaire en milieu ferrallitique de savane. L'exemple d'un bassin versant du nord-ouest de la Côte d'Ivoire. In : *Land Development Management of acid soils. IBSRAM Proc.* n° 4, Bangkok, pp. 67-81, 5 fig., 21 réf.
- VALENTIN (Ch.), RUIZ FIGUEROA (J.F.), 1987b.- effects of kinetic energy and water application rate on the development of crusts in a fine sandy loam soil using sprinkling irrigation and rainfall simulation. In : *Micromorphologie des sols, AISS/AFES, PARIS* : pp. 401-408, 5 tabl., 4 fig., 14 réf.
- VIENNOT (M.), 1983.- Etude pédologique de la région de TOUBA (Côte d'Ivoire). Cartes des unités morpho-pédologiques et des paysages morpho-pédologiques. Feuille de TOUBA à 1/200 000. Notice explicative n° 98. *ORSTOM, PARIS*, 91 p., 2 cartes h.t.  
Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Bonoua-Adiaké-Aboisso). Observations partielles sur les exploitations familiales de la région. *ORSTOM-ADIOPODOUME* 16 p., multigr.
- YORO (G.), GODO (G.), 1983.- Recherche sur les systèmes de cultures à base de manioc en milieu paysan dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Bonoua-Adiaké-Aboisso). Observations partielles sur les exploitations familiales de la région. *ORSTOM-ADIOPODOUME*, 16 p. multigr.
- YORO (G.), 1984.- Contribution à l'étude de caractérisation de la structure. Identification et évolution des paramètres structuraux de deux types de sols du nord-ouest de la Côte d'Ivoire. Incidences agronomiques. *Thèse de Doct. Ing., Université d'ABIDJAN*, 279 p., multigr. + annexes.
- ZAKRA (N.), 1986.- L'association cocotier-cultures vivrières en moyenne Côte d'Ivoire (Gagnoa). *Doc., I.R.H.O. "Marc Delorme"*- 18p., multigr., + annexes.



## DEFINITION DES SIGLES

- ORSTOM** : Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer.
- CPCS** : Commission de Pédologie et de Classification des Sols.
- SODEFEL** : Société pour le Développement des Fruits et Légumes.
- SODESUCRE** : Société de Développement de la Canne à sucre.
- CIDT** : Compagnie Ivoirienne du Développement des Fibres Textiles.
- BNDA** : Banque Nationale du Développement Agricole.
- CIDV** : Compagnie Ivoirienne du Développement des Vivriers.
- IDESSA** : Institut des Savanes.

## LISTE DES TABLEAUX

N° des tableaux	Pages
1. Nombre et superficie des placettes dans les cultures pratiquées sur le bassin versant de Booro-Borotou	23
2. Situation matrimoniale des chefs de famille	27
3. Répartition des tâches agricoles entre les hommes, femmes et les enfants	29
4. Répartition de la main-d'oeuvre familiale	30
5. Récapitulation des données sur la superficie et la main-d'oeuvre	30
6. Bases des systèmes culturaux et successions culturales	35
7. Cycles et opérations de quelques cultures à Booro-Borotou	37
8. Evolution des cultures du bassin versant en 1985 et 1986	43
9. Dates de semis ou de plantation et de récolte de quelques cultures	51
10. Caractéristiques des profils culturaux	52
11. Composantes du rendement du riz	58
12. Valeurs de F et de a des différentes composantes du rendement du riz	60
12a : effet champ	60
12b : effet variété	60
13. Composantes du rendement de l'arachide	61
14. Valeurs de F et a des composantes du rendement de l'arachide : effet champ	62
15. Composantes du rendement du haricot	62
16. Valeurs de F et a des différentes composantes du rendement du haricot : effet champ	63
17. Composantes du rendement de la patate douce	64
18. Valeurs de F et a des différentes composantes du rendement de la patate douce	65
18a : effet champ	65
18b : effet variété	65
19. Classification des parcelles paysannes à partir du test de Newman et Keuls	66
19a : Classification à partir de la variable : "Nombre de plants/m <sup>2</sup> "	
19b : Classification à partir de la variable : "Nombre de tubercules par plant".	66
20. Composantes du rendement de l'igname	67

21. Valeurs de F et a des différentes composantes du rendement de l'igname	68
21a : effet champ	68
21b : effet variété	
22. Description des différents types de sols mis en valeur	77
23. Données de base obtenues sous le riz, l'arachide et le manioc au cours du cycle cultural de 1986 à Booro-Borotou après pluies simulées	
24. Evolution des surfaces élémentaires	91
25. Variables explicatives de l'infiltrabilité et de la détachabilité	100
26. Variables explicatives de l'infiltrabilité et de la détachabilité par culture.	101

## LISTE DES FIGURES

N° des figures	Pages
1. carte de situation du bassin versant de Booro-Borotou par rapport à l'ensemble de la Côte d'Ivoire.	4
2. Carte de situation du bassin versant de Booro-Borotou par rapport à la région de Touba.	5
3. Bassin versant de Booro-Borotou : sites d'observation	6
4. Précipitations mensuelles à Touba (1939 à 1986)	7
5. Précipitations mensuelles à Booro-Borotou (1984-1986)	7
6. Evaporation sur bac colorado : moyennes mensuelles (1984-1986)	8
7. Durée d'insolation journalière : moyennes mensuelles (1984-1986)	8
8. Vitesse moyenne du vent : moyennes mensuelles (1984-1986)	8
9. Températures moyennes mensuelles (1984-1986)	9
10. Températures extrêmes mensuelles (1984-1986)	9
11. Humidités relatives moyennes mensuelles (1984-1986)	10
12. Esquisse géologique du bassin versant de Booro-Borotou à l'échelle de 1/2500e	12
13. Géomorphologie du bassin versant de Booro-Borotou	13
14. Carte des matériaux	15
15. Formations végétales et occupation des sols	17
16. Emplacement des sites de prélèvement d'échantillons pour analyses	25
17. Cultures pratiquées sur le bassin versant de Booro-Borotou en 1985	44
18. Cultures pratiquées sur le bassin versant de Booro-Borotou en 1986 (1er cycle)	45
19. Cultures pratiquées sur le bassin versant de Booro-Borotou en 1986 (2e cycle pour quelques cultures)	46
20. Date de mise en valeur et répartition des cultures sur le bassin versant en 1986	47
21. Diagramme présentant les cycles de certaines cultures en fonction des pluies et de l'ETP à Booro-Borotou en 1986	50
22. Evolution des caractéristiques granulométriques des	

différents sites avec la profondeur	53
23. Variation du $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ et du $\text{pH}_{\text{KCl}}$ des sols sous savane naturelle, riz, arachide et manioc	55
24. Caractéristiques de la matière organique du sol sous savane naturelle, riz, arachide et manioc	56
25. Variation des teneurs de cations échangeables et de celles de leurs sommes en fonction de la profondeur	57
26. Variation de la capacité d'échange cationique (CEC) et du taux de saturation sous riz, arachide et manioc en fonction de la profondeur du sol	58
27. Evolution de la densité apparente au cours du cycle cultural	79
28. Emplacement des sites de simulation des pluies	84
29. Evolution du couvert végétal au cours du cycle en 1986	86
30. Evolution du pourcentage d'agrégats	88
31. Evolution du pourcentage de surface encroûtée	89
32. Evolution de la pluie d'imbibition	93
33. Evolution de l'intensité minimale d'infiltration	94
34. Evolution du coefficient de ruissellement	96
35. Evolution de la turbidité stabilisée	97
36. Evolution des pertes en terres.	99

## ANNEXE I

### CALAGE DES CULTURES

#### 1. Généralités

Le déficit hydrique mensuel (D) en un point donné est défini comme la différence entre l'évapotranspiration potentielle climatique (ETP) et la pluviométrie (P) du mois considéré :

$$D = ETP - P$$

Un mois est considéré comme sec si D est positif (ETP > P). Une saison sèche est constituée par la suite des mois consécutifs secs. Le déficit hydrique climatique cumulé au cours de la saison sèche ( $\sum D$ ) est la somme des déficits hydriques mensuels des mois consécutifs secs de la saison sèche considérée. A la grandeur d'un déficit hydrique cumulé est lié un certain nombre de conséquences agronomiques importantes (ELDIN, 1977) :

- possibilité ou impossibilité pour une culture donnée de produire convenablement en l'absence d'irrigation ;
- calcul des quantités d'eau à apporter pour maintenir l'alimentation hydrique d'une culture à un niveau compatible avec de bons rendements.

La figure 1, établie par FRANQUIN (1980), définit de manière plus explicite la saison humide.

MOREL, RAOUL et FRANQUIN (1980) caractérisent le calendrier agroclimatique de la façon suivante:

- une période sèche au cours de laquelle  $\frac{P}{ETR} < 0,5$  et  $\frac{ETR}{ETM} \leq 0,5$  ;
- une période de végétation au cours de laquelle  $\frac{P}{ETP} > 0,5$  et  $\frac{ETP}{ETM} > 0,5$  ;
- une période humide au cours de laquelle  $\frac{P}{ETR} > 1$  et  $\frac{ETR}{ETM} > 0,9$  où :

P = pluie ETP = évaporation potentielle

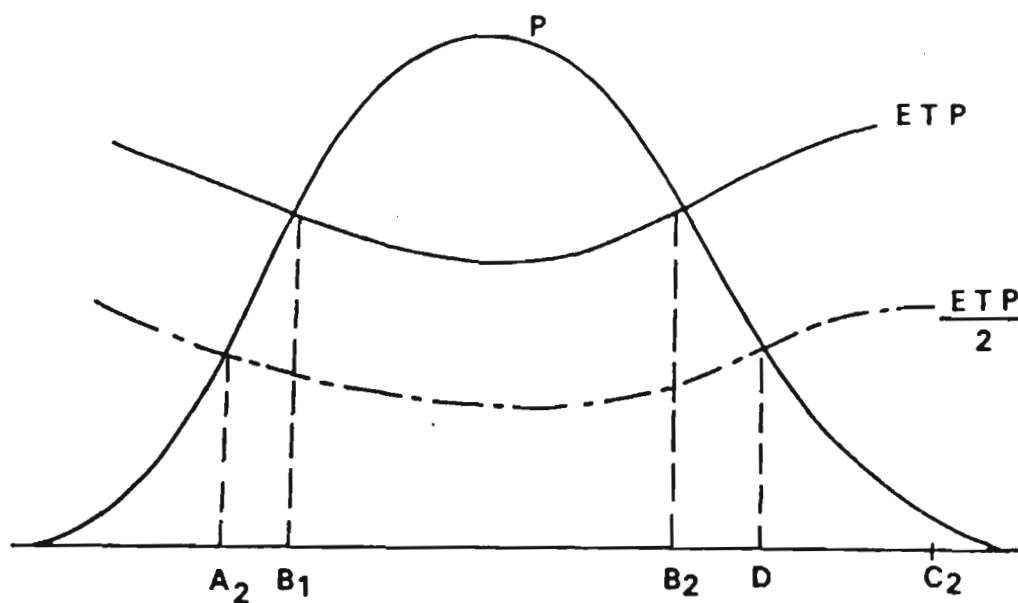
ETR = évapotranspiration réelle ETM = évapotranspiration maximum.

La période humide correspond à la saison favorable aux cultures. En effet, c'est pendant ce temps que la germination, la croissance et la maturation des plantes et de leurs fruits se produisent.

La culture annuelle a des besoins en eau qui évoluent au cours de son cycle végétatif. Certaines phases phénologiques sont en particulier plus sensibles que d'autres à un stress hydrique et une mauvaise alimentation en eau à ces stades peut provoquer des chutes de rendement importantes voire compromettre la récolte (LHOMME et MONTENY, 1980).

L'obtention d'un bon rendement est conditionnée par la satisfaction des besoins hydriques propres des cultures concernées.

Certaines sont exigeantes en eau, d'autres, au contraire, ne supportent pas une



- A<sub>2</sub>** détermine le début de la saison humide caractérisée par la permanence d'eau disponible pour les plantes
- B<sub>1</sub>** et **B<sub>2</sub>** encadrent la période pendant laquelle P est supérieur à l'ETP donc l'ETR de la culture égale à l'ETM
- C<sub>2</sub>** détermine la fin de la saison humide

Fig. 1 : POSITIONS FREQUENTIELLES DES EVENEMENTS  
( Source , FRANQUIN , 1980 )

pluviométrie trop importante. Pour décrire les besoins par phase, il est nécessaire de faire intervenir une quantité (à dépasser ou à ne pas dépasser) et un paramètre indicatif de la répartition souhaitée. Pratiquement, cela revient à découper la phase "sensible" avec un certain pas de temps et d'attacher à chaque étape ainsi définie une certaine quantité d'eau. C'est à cet exercice que certains bioclimatologues tels que MOREL, RAOUL et FRANQUIN (1980) et LHOMME et MONTENY (1980) se sont livrés pour définir les phases critiques de la plupart des cultures pratiquées en Côte d'Ivoire.

## 2. Phase critique d'une plante

Les besoins de la culture sont, eux, appréhendés à travers le découpage de son cycle végétatif en phases critiques du point de vue hydrique.

Au cours du temps des préparations du sol, le rapport  $\frac{P}{ETP}$  doit être supérieur à 0,1 et  $\frac{ETR}{ETM}$  inférieur à 0,5

avec un optimum de ce dernier terme à 0,2.

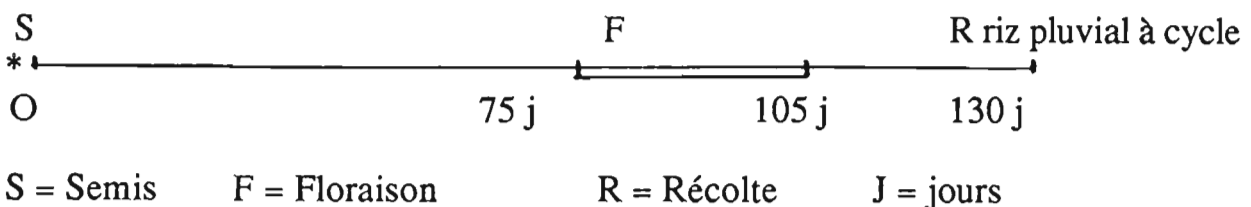
Pendant la récolte, le sol doit être ressuyé et les pluies doivent être rares. Entre ces deux périodes extrêmes, la plante passe par plusieurs phases dont

- la phase de semis : le rapport  $\frac{ETR}{ETM}$ , pendant le semis, doit être supérieur ou égal à 0,5. Il convient de signaler que le moment optimum de semis est celui où il tombe au moins 20 mm de pluies ;
- la phase de croissance : en début de croissance la valeur de  $\frac{ETR}{ETM}$  doit être aux environs de 0,6 à 0,7. En pleine croissance, cette valeur doit être supérieure ou égale à 0,75 ou 0,80.

### 2.1. Phases critiques de quelques cultures pratiquées à BOORO-BOROTOU

#### 2.1.1. Le riz pluvial

L'alimentation en eau du riz pluvial étant assurée uniquement par la pluie, son cycle végétatif doit coïncider exactement avec la saison pluvieuse. Il est conseillé de faire précéder le semis d'une pluie de 25-30 mm afin de favoriser la germination. La préépiaison et le début du stade laiteux sont les périodes les plus vulnérables et les plus exigeantes du point de vue hydrique.

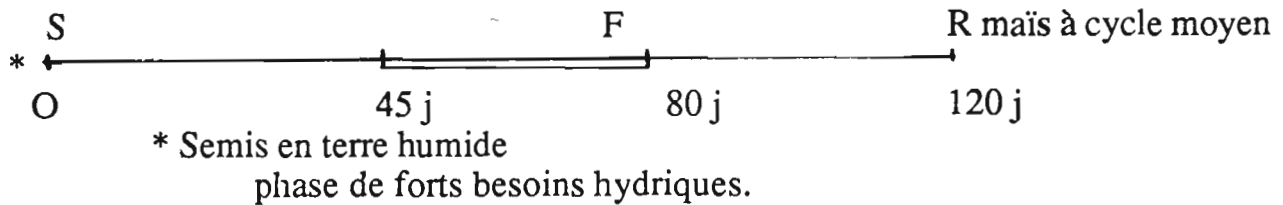




phase de besoins hydriques maximaux.

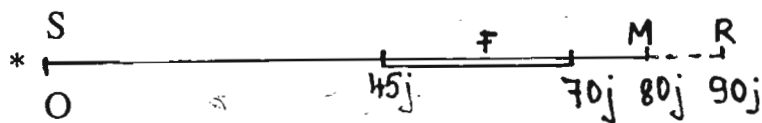
### 2.1.2. Le maïs

Le maïs est une plante exigeante en eau. La période la plus critique se situe au moment de la floraison et immédiatement après. Le semis doit être précédé de 15-20 mm.



### 2.1.3. L'arachide

Au moment du semis de l'arachide la terre doit être assez humide pour permettre une bonne germination. Les besoins en eau atteignent leur maximum pendant la floraison et du début de la fructification. La dernière partie du cycle doit être plus sèche afin de favoriser la maturation et la récolte des gousses.



\* Semis en terre humide F = Floraison M = Maturation R = Récolte  
phase de besoins hydriques maximaux.

----- phase devant être calée sur une période relativement sèche.

Il faut retenir qu'il faut au moins 30 mm d'eau dans les 10 jours qui précèdent le semis. Et du 80ème au 90ème jour, il faut au plus 10 mm d'eau.

### 2.1.4. Le cotonnier

Pour le cotonnier, les besoins hydriques atteignent leur maximum au moment de la floraison. Les pluies trop importantes lui sont par contre préjudiciables au moment de la maturation des capsules et de leur récolte. Cette phase doit être calée sur une période relativement sèche.



phase de besoins hydriques maximaux

----- phase devant être calée sur période relativement sèche.

### BIBLIOGRAPHIE

ELDIN (M.), 1977.- Analyse fréquentielle des déficits hydriques cumulés en Côte d'Ivoire.

*ORSTOM, ADIOPODOUME*, 6 p. multigr., 6 réf.

MOREL (B.), RAOUL (B.), FRANQUIN (M.P.), 1980.- :

- Agroclimatologie de la Côte d'Ivoire

Présentation générale et interprétation - tome 1

- Données de base (évapotranspiration PENMAN décadaires)-  
tome II

- Analyse fréquentielle des bilans hydriques - tome III-1

- Analyse fréquentielle des bilans hydriques - tome III-2

-Analyse fréquentielle des pluies - tome IV

*Republique de Côte d'Ivoire-Ministère de l'Economie, des  
Finances et du Plan.*

LHOMME (J.P.), MONTENY (B.), 1980.- Agroclimatologie de la région centre Bandama de Côte d'Ivoire. Analyse fréquentielle des pluies et étude du calage annuel de quelques cycles cultureux. Laboratoire de bioclimatologie-Autorité pour l'Amenagement de la Vallée du Bandama, *ORSTOM-ADIOPODOUME* 43 p., multigr.

## ANNEXE II

### PRINCIPES D'UTILISATION DE L'INFILTROMETRE A ASPERSION

#### A) PRINCIPE DE L'APPAREIL

L'infiltromètre à aspersion construit par l'ORSTOM s'apparente à l'appareil proposé par BERTRAND et PARR (1960). Son originalité, par rapport au modèle précédent, réside dans sa possibilité de faire varier l'intensité de pluie en cours d'averse. La parcelle est en effet arrosée par un gicleur, qui est animé d'un mouvement de balancier. Le réglage de l'angle d'oscillation permet de couvrir une surface plus ou moins grande. L'intensité mesurée sur la parcelle d'un mètre carré dépend ainsi de l'amplitude du balancement.

Les détails de construction et d'utilisation (pression, taille de l'anneau de garde, etc...) ont été présentés par ASSELINE et VALENTIN (1978). Il convient de préciser que l'infiltromètre, légèrement modifié depuis la fabrication du prototype, permet à présent de couvrir une gamme d'intensités de 25 mm/h à 140 mm/h. Les figures A et B présentent l'ensemble du dispositif.

Les intensités d'infiltration sont déterminées par différence entre l'intensité de pluie simulée et l'intensité de ruissellement, qui est enregistrée par un limnigraphe à mouvement rapide. Les intensités de pluies sont vérifiées après chaque séquence pluvieuse au moyen d'un bac pluviographique (Fig. B).

Les prélèvements deau de ruissellement sont effectués à partir d'une dérivation du canal d'écoulement.

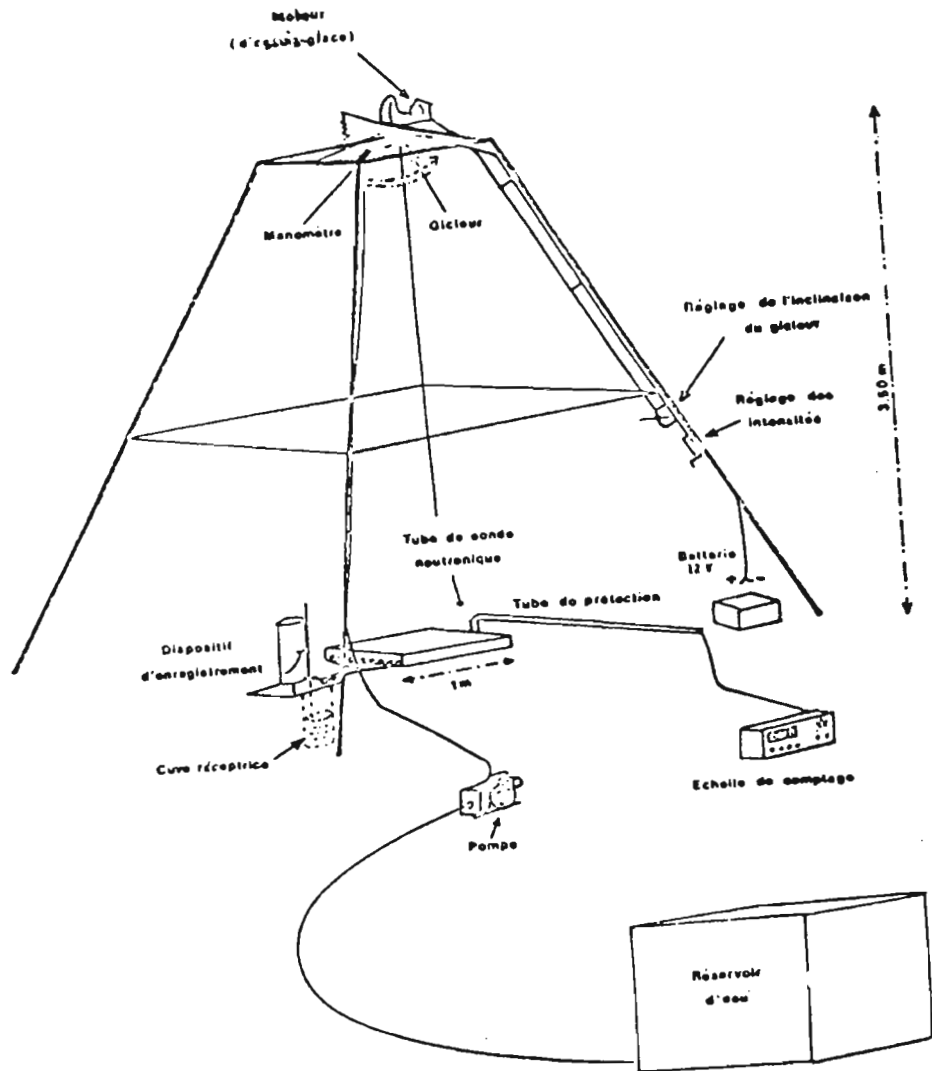
#### B) ENERGIE CINETIQUE DES PLUIES SIMULEES

L'un des problèmes les plus délicats de la simulation de pluies est l'obtention de caractéristiques proches de celles des pluies naturelles. L'énergie cinétique des pluies ( $1/2 m.V^2$ ) dépend de la masse :  $m$  et de la vitesse d'impact des gouttes :  $v$ . Ces deux paramètres peuvent être calculés à partir de la distribution de la taille des gouttes.

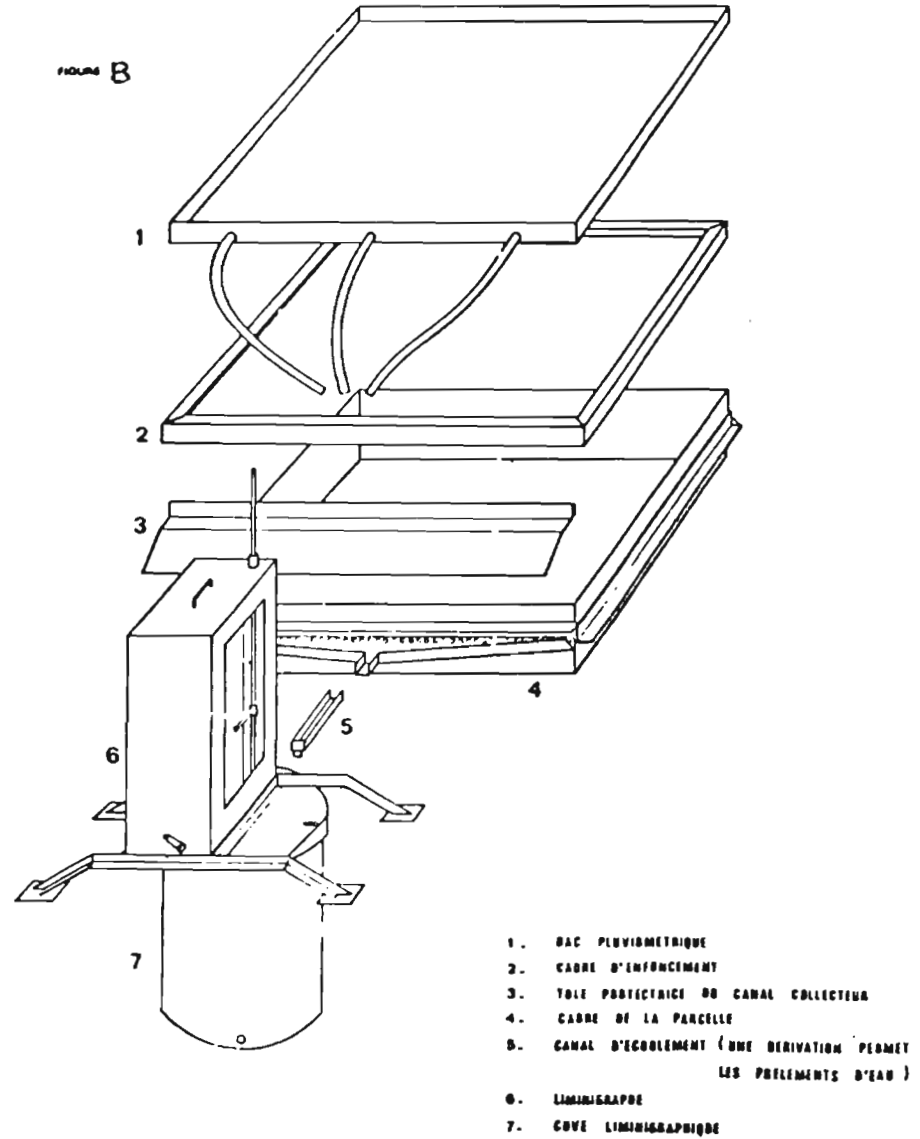
La méthode la plus couramment utilisée pour déterminer le diamètre des gouttes de pluie a été proposée par BENTLY (1904). Elle consiste à recueillir les gouttes de pluie dans un bac de farine.

Les agrégats qui se forment sont tamisés et se répartissent en plusieurs classes de taille. Une relation permet de passer aisément du diamètre de l'agrégat à celui de la goutte qui l'a formé. Nous avons procédé à ce type de mesures sous pluies simulées et sous pluies naturelles. Les résultats qui correspondent aux 65 premières

FIG. A  
SCHEMA DE L'INFILTROMETRE A ASPERSION



INFILTROMETRE : DISPOSITIF DE RECUEILLEMENT ET D'ENREGISTREMENT DES EAUX DE RUSSELLEMENT



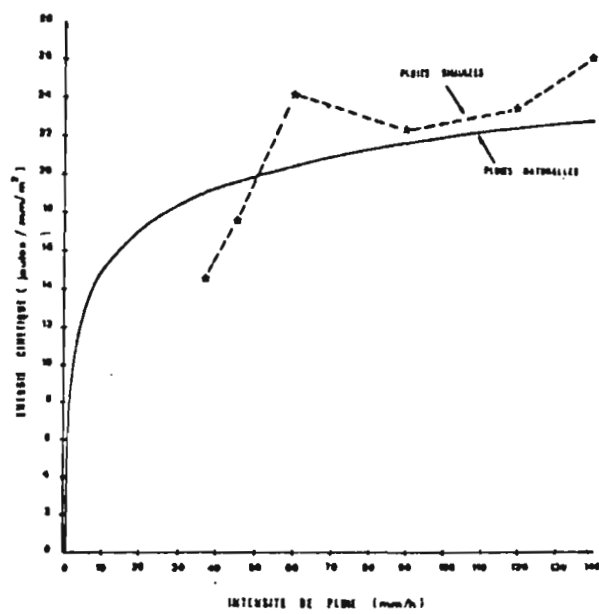


FIG. C COMPARAISON DES ENERGIES CINETIQUES DES PLOUES NATURELLES ( ASIJAR ) ET SIMULEES ( INFILTRITE & ASPERSION )

pluies dépouillées s'ajustent sur la fonction :

$$E_c = 7,79 + 3,09 \text{ Ln}(I) \text{ avec } n = 65 \text{ et } r^2 = 0.38, \text{ significatif à } 0,1 \%$$

$E_c$  : énergie cinétique en Joules/mm de pluie/m<sup>2</sup>

$\text{Ln}(I)$  : logarithme népérien de l'intensité de pluie exprimée en mm/h.

Les résultats donnent, pour les pluies simulées, des valeurs proches de celles des pluies naturelles (Fig. O). L'approximation est meilleure que pour la plupart des autres infiltromètres à aspersion.

### C) PREPARATION DES PARCELLES

L'enfoncement des cadres dans les organisations pelliculaires superficielles fragiles pose un problème délicat. Pour cela, on opère une incision dans le sol de quelques centimètres de profondeur qui correspond aux dimensions du cadre. Cette préparation est satisfaisante. Les pluies d'imbibition peuvent être en effet extrêmement courtes même sur un sol sec. Un tel résultat ne pourrait pas être obtenu si l'O.P.S. avait été fragmentée lors d'un enfoncement en force du cadre infiltrométrique.

### D) CRITIQUE DE LA METHODE

Deux inconvénients sont à signaler à propos de cette méthode. Il n'est pas possible jusqu'à présent d'abaisser l'intensité de pluie au-dessous de 25 mm/h. Pour les climats tempérés, les pluies simulées correspondent par conséquent à des événements climatiques rares. La critique majeure est la faible dimension de la parcelle qui pose les problèmes d'extrapolation des résultats à l'échelle du champ.

Le succès de cet appareil montre qu'il présente de nombreux avantages. Son coût est relativement bas (le 29<sup>ème</sup> d'un simulateur de type SWAMSON). Il peut être transporté très facilement par un seul véhicule.

Il réclame peu d'eau en comparaison avec les simulateurs plus conséquents. Cette présente étude montre le type d'applications de ce dispositif : analyse des phénomènes d'infiltration, de détachabilité, de formation des O.P.S. Son utilisation en hydrologie laisse envisager des applications très intéressantes quant aux possibilités de classement des bassins versants, enfin il est d'un maniement très aisé.

### E) ORIENTATION BIBLIOGRAPHIQUE

ASSELIN J. et VALENTIN C. (1978).- Construction et mise au point d'un infiltromètre à aspersion. *Cah., ORSTOM, sér., Hydrol.*, 15 (4) : 321-349, 13 tabl., 16 fig., 18 réf.

*Montly weather review* : 32 : 450-456.

BERTRAND R.B. et PARR J.F. (1960).- Development of a portable sprinkling infiltrometer. Trans. of the *VIIIth Intern. Cong. of Soil Sci.*, MADISON, VI (4) : 433-440.

CASENAVE A. et GUIGEN N. (1978).- Etude des crues décennales des petits bassins forestiers en Afrique Tropicale : détermination des caractéristiques hydrodynamiques de sols forestiers. *ORSTOM-CIEH. ABIDJAN*, Multigr., 62 p., 32 fig., 29 réf.

CASENAVE A., GUIGEN N. et SIMON J.M. (1979).- Etude des crues décennales des petits bassins forestiers en Afrique Tropicale. Détermination des caractéristiques hydrodynamiques de sols forestiers. *CAMPAGNE 1978. ORSTOM-CIEH. ABIDJAN*, Multigr., 51 p., 34 fig.

CASENAVE A. (1981).- Etude des crues décennales des petits bassins forestiers en Afrique Tropicale. Rapport final. *ORSTOM-CIEH. ABIDJAN*, Multigr., 65 p., 15 tabl., 6 fig., 19 réf.

COLLINET J. et VALENTIN C. (1979).- Analyses des différents facteurs intervenant sur l'hydrodynamique superficielle. Nouvelles perspectives. Applications agronomiques. *Cah., ORSTOM, sér. Pédol.*, 17 (4) : 283-328, 15 tabl., 26 fig., 1 carte, 27 réf.

COLLINET J. et VALENTIN C. (1980).- Un schéma des interrelations hydrodynamiques dans les milieux naturels et cultivés, valorisation des données morphologiques. In : *Actes du Colloque d'Abidjan. INFORMATION ET BIOSPHERE* (édit.) PARIS, 155-177, 5 tabl., 10 fig., 22 réf.

COLLINET J., VALENTIN C., ASSELINE J., CHEVALLIER P., et SICOT M. (1980).- Ruissellement, infiltration et érosion en zones sahéniennes et subdésertiques. Rapport de terrain sur la première opération "Mare d'Oursi". *ORSTOM-DGRST, ABIDJAN*, Multigr., 14 p., 5 tabl., 15 fig., 7 réf.

COLLINET J., VALENTIN C., ASSELINE J., HOEPFFNER M., HARANG P., et PEPIN Y., (1980).- Ruissellement, infiltration et érosion en zones sahéniennes et sub-désertiques. Rapport de terrain sur la seconde opération "NIGER". *ORSTOM-DGRST, ABIDJAN*, Multigr., 38 p.,

4 tabl., 14 fig., 14 réf.

COLLINET J. et VALENTIN C. (1980).- Effects of rainfall intensity and soil surface heterogeneity to steady infiltration rate. *XII th. Intern., Cong., of Soil Science*. NEW-DELHI, 1982 (sous presse).

GERAEDTS J.M., CASENAVE A., et SIMON J.M., (1981).- etude des caractéristiques hydrodynamiques de sols Tropicaux à l'aide d'un simulateur de pluie. *ORSTOM, ABIDJAN, Multigr.*, 17 p., 10 réf.

HUNINK J.A., CASENAVE A., et SIMON J.M., (1980).- Study of hydrological characteristics of forest soils with the aid of a rain simulator. *ORSTOM, ABIDJAN, Multigr.*, 44 p., 43 tabl., 20 fig., 11 réf.

MONG-GINE T. (1979).- Mise en culture et interactions eau-sol-plante étude de trois sites en région ferrallitique de savane. (TOUBA, Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). *ORSTOM, ABIDJAN, Multigr.*, 12 tabl., 36 fig., 47 réf.

VALENTIN C. (1978).- Divers aspects des dynamiques actuelles de quelques sols ferrallitiques de Côte d'Ivoire. recherches méthodologiques et interprétations agronomiques. *ORSTOM, ABIDJAN, Multigr.*, 141 p., 39 tabl., 85 fig., 111 réf.

VALENTIN C. (1979).- Problèmes méthodologiques de la simulation de pluies. Application à l'étude de l'érodibilité des sols. In : *Colloque sur l'érosion Agricole des Sols en milieu tempéré non méditerranéen*. VOGT H et VOGT T. (édit.), 117-122, 2 tabl., 3 fig., 26 réf.



## A N N E X E III

### EXEMPLE D'UTILISATION DE LA TYPOLOGIE :

#### CALAGE D'UN MODELE AGROCLIMATOLOGIQUE

Pour cet exemple, nous avons choisi le modèle BIP, développé par l'IRAT (FOREST, 1984). Ce modèle qui simule le bilan hydrique d'une culture pluviale, intègre une fonction simple du ruissellement qui est fondée sur deux critères : la texture et la technique culturale. On remarque, déjà, que les états de surface, dont nous vu qu'ils sont les facteurs quasi-exclusifs du ruissellement et de l'infiltration, dans la zone semi-aride, ne sont pas pris en compte dans ce modèle.

En fonction de la texture et de la technique culturale, l'auteur donne des valeurs de la pluie d'imbibition et du coefficient de ruissellement qui sont les deux paramètres de la fonction du ruissellement (tableau 1).

Tableau 1 : CRITERES DE SIMULATION DU RUISELLEMENT A LA PARCELLE (FOREST, 1984).

Technique culturale	Texture	Sablo-argileux	Argileux
Non travaillé ou travail très superficiel		Pi = 20 mm Kr = 30 %	Pi = 10 mm Kr = 40 %
Sol labouré		Pi = 30 mm Kr = 10 %	Pi = 20 mm Kr = 20 %

On peut noter que la texture sableuse est absente de ce tableau. L'auteur considère que pour cette texture, la totalité de la pluie s'infiltré. Nos mesures sous pluies simulées ont montré que pour certaines surfaces élémentaires développées sur des sols sableux, le coefficient de ruissellement peut dépasser 50 %.

Nous avons vu qu'il est possible de distinguer parmi les surfaces cultivées trois grands types en fonction de l'abondance des vésicules :

- Surface de type C1 : Porosité vésiculaire absente ou très faible (5 %), avec 2 variantes :

\* Couvert végétal 50 %

\* taux d'éléments grossiers en surface 40 %.

- Surface de type C2 : Porosité vésiculaire peu abondante (5 à 30 %), avec 2 variantes :

\* fort microrelief ou degré d'obstruction au ruissellement important

\* sol très argileux (taux d'argile > 30 %).

- Surface de types C3 : Porosité vésiculaire forte (> 30 %), avec une variante :

\* Fort microrelief ou degré d'obstruction au ruissellement important.

Pour chacun de ces types, on peut déduire des valeurs des coefficients de ruissellement pour un sol sec Kro (IK = 0) ou un sol très humecté Kr20 (IK = 20), et de la pluie d'imbibition pour un sol sec Pis, ou un sol quasi-saturé Pih. Notons que du fait de l'impossibilité de tester sur nos parcelles de taille réduite des pratiques culturales à très fort microrelief, ces valeurs correspondent à des sols généralement peu travaillés (travail à plat et dans une moindre mesure billonnage et buttage). On trouvera dans le tableau 2, ces valeurs pour chaque type de surface et les différentes variantes.

Tableau 2 : CARACTERISTIQUES DU RUISSÈLEMENT POUR DES SOLS CULTIVES

Type de surface	Variante	Kro %	Kr20 %	Pis. mm	Pih. mm
C1	modal	10-20	15-25	25-30	5-15
	Végétation > 50 % éléments grossiers > 40 %	0-10	5-15	30-40	20-30
		35-45	45-55	5-15	1-5
C2	modal	20-40	30-50	8-12	2-4
	fort microrelief	10-20	10-25	15-25	5-10
	argile > 30 %	60-75	70-80	8-12	2-4
C3	modal	60-75	70-80	8-15	2-4
	fort microrelief	20-40	30-50	20-30	5-10

On remarquera que ces valeurs sont assez éloignées de celles données par FOREST. Pour un sol argileux peu travaillé, par exemple, la valeur du coefficient de ruissellement Kr utilisée dans le modèle BIP est de 40 %, alors que pour une surface de type C2 elle serait de l'ordre de 70 %. De même, pour un sol sablo-argileux peu travaillé, si la valeur de Kr du modèle est compatible avec une surface de type C2 modal, elle est surestimée pour une surface de type C1, et fortement sous estimée pour une surface de type C3, or une surface de type C3 est relativement courante sur un sol de cette nature.

Il est évident que les "performances" du modèle, qui calcule l'avapotranspiration réelle et la compare aux besoins en eau des cultures, pour définir un indice de satisfaction des besoins en eau, sont fortement influencées par les valeurs de Kr et Pi. A titre d'exemple, CASENAVE et VALENTIN (1988) ont utilisé ce modèle, pour une variété de mil 90 jours, en introduisant la pluviométrie

journalière de Niamey des années 1905 à 1982, une première fois avec les valeurs standard définies par FOREST pour un sol argileux travaillé de façon superficielle, et une seconde fois en utilisant la fonction de production du ruissellement déterminée sur la parcelle 7 du bassin de Kountkouzout (Niger) qui correspond au même type de sol et à la même pratique culturale.

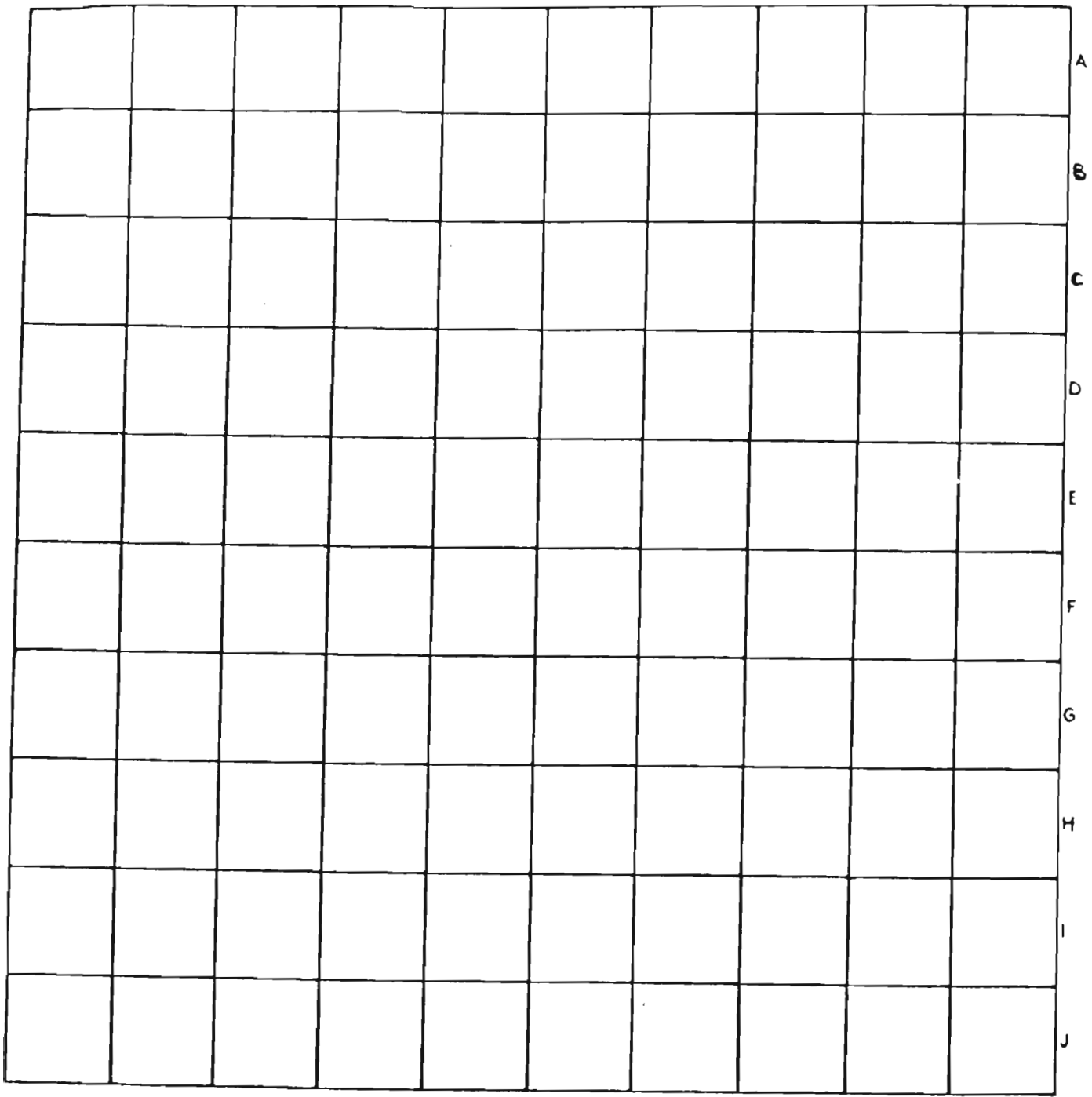
Dans le premier cas, le coefficient moyen de satisfaction pour la période est de 0,63 alors que dans le second, il tombe à 0,40. Encore, les auteurs cités plus haut ont utilisé une surface dont les valeurs du ruissellement sont assez voisines de celles du modèle, avec une parcelle de type C3 modal, l'écart aurait été beaucoup plus important.

L'auteur du modèle était, d'ailleurs, tout à fait conscient de l'imprécision des valeurs du ruissellement qu'il donnait puisqu'il indiquait : "Lorsque l'utilisateur dispose d'un référentiel plus précis, il peut redéfinir, lui-même, la grille de sélection des valeurs  $P_i$  et  $K_r$ ...". Un tel référentiel, à notre connaissance, n'existait pas jusqu'à présent. Le travail de CASENAVE et VALENTIN (1988) a, au moins partiellement, comblé cette lacune pour la zone semi-aride ouest-africaine.

## BIBLIOGRAPHIE

- CASENAVE A., VALENTIN Ch., (1988).- Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration.  
*ORSTOM-CEE*, 202 p., Multigr., + annexes.
- FORESTS F., (1984).- Simulation du bilan hydrique des cultures pluviales. Présentation et utilisation du logiciel BIP.IRAT,  
*CIRAD, St-Clément-la-Rivière*, 61 p., Multigr.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

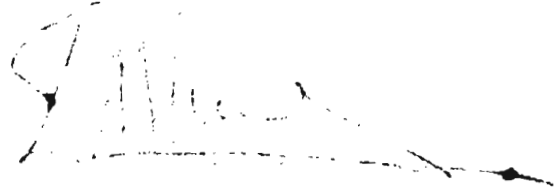
EXUTOIRE  
ANNEXE IV

MODELE DE FIGURE DE RELEVÉ DU COUVERT DES PARCELLES D'1m<sup>2</sup>

Vu et approuvé

Abidjan le 03 MARS 1989

Le Doyen de la Faculté des Sciences et Techniques



Pr DIOPON Koré Jacques

Vu et permis d'imprimer

Abidjan le 03 MARS 1989

Le RECTEUR de l'Université Nationale  
de Côte d'Ivoire



TOURE Bakary