

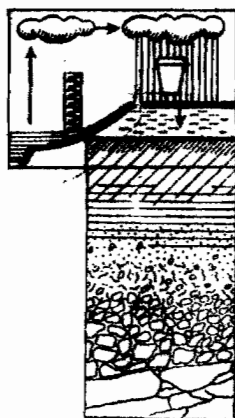
C. VALENTIN

F. MAHOP

ORGANISATIONS SUPERFICIELLES ET RECONNAISSANCE PEDOLOGIQUE

Esquisse à 1/50 000 du bassin du Kuo à Digouera -

Ouest de la HAUTE-VOLTA. 6850 ha.



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE - MER

CENTRE D'ADIPODOUMÉ - CÔTE D'IVOIRE

B.P. V 61 - ABIDJAN



Juin 1983

S O M M A I R E

INTRODUCTION.....	I
I. ETUDE SOMMAIRE D'UNE TOPOSEQUENCE.....	3
I.1. Présentation générale.....	3
I.2. Description des fosses pédologiques..	3
2. ESQUISSE DE ORGANISATIONS SUPERFICIELLES.....	7
2.1. Méthodologie.....	7
2.2. Unités cartographiques.....	8
Unité 1.....	8
Unité 2.....	9
Unité 3.....	9
Unité 4.....	9
Unité 5.....	10
Unité 6.....	10
3. LES SITES EXPERIMENTAUX.....	10
3.1. Choix des sites.....	10
3.2. Description sommaire.....	10
Site 1.....	10
Site 2.....	13
Site 3.....	14
Site 4.....	16
3.3. Remarques.....	17
4. EXTRAPOLATION DES RESULTATS OBTENUS SUR LES SITES EXPERIMENTAUX AUX UNITES CARTOGRAPHIQUES.....	20
4.1. Planimétrage des unités cartogra- phiques.....	20
4.2. Correspondance entre les sites expé- rimentaux et les unités cartographi- ques.....	20
4.3. Attribution des surfaces (%) aux sites expérimentaux.....	21
CONCLUSION.....	21
BIBLIOGRAPHIE.....	23

INTRODUCTION

Les méthodes classiques d'étude de bassins versants sont généralement trop longues et trop coûteuses pour être appliquées systématiquement aux nombreux cas que posent les projets de développement (constructions de routes, aménagement d'une plaine rizicole, etc...). Pour cette raison, tendent à se développer de nouvelles approches qui permettent une réduction du coût et de la durée des études. L'utilisation de la simulation de pluie à l'aide d'un appareil simple, l'infiltromètre à aspersion (ASSELINE et VALENTIN, 1978), couplée à une étude sommaire des principaux caractères du milieu, paraît être, à l'heure actuelle, l'une des voies les plus prometteuses.

Les premiers travaux ont porté sur 9 petits bassins versants forestiers de Côte d'Ivoire (CASENAVE, GUIGUEN et SIMON, 1982). C'est en effet dans la zone tropicale humide que la méthode d'estimation des débits de crues décennales (RODIER et OUVRAY, 1965) s'appliquait avec le plus de difficultés. Il s'avérait nécessaire de tester la perméabilité des sols afin de relier le comportement de sites expérimentaux à celui de l'ensemble du bassin. Pour cela, la simulation de pluie était appliquée sur généralement trois sites répartis le long d'un versant: le site amont correspondait aux sols ferrallitiques rouge gravillonnaires bien drainants, le site médian aux sols ferrallitiques jaune moins bien drainants, et le site aval aux sols hydromorphes. Une simple carte morphologique permettait alors d'estimer les surfaces occupées par ces trois grands types de sol. En dépit du caractère frustré de cette approche du milieu, la conformité des résultats issus de ce modèle simple avec ceux des mesures classiques a été considérée comme suffisamment satisfaisante, pour renouveler l'expérience dans un contexte climatique différent.

C'est ainsi que deux petits bassins versants sahéliens du Nord de la Haute-Volta ont également été étudiés à partir d'une approche voisine (CHEVALLIER, 1982). Le principe qui a présidé au choix des sites, et à l'étude du milieu diffère cependant du

cas précédent. La mise en évidence du rôle prépondérant des organisations superficielles sur l'infiltration en milieu aride (COLLINET et VALENTIN, 1979; VALENTIN, 1981b) a conduit à privilégier cet aspect au dépens de l'approche pédologique plus classique. A la définition des sites par leur nature pédologique (VALENTIN, 1978, 1979, 1980) à succédé, pour les zones plus sèches, une caractérisation par les états de surface (couvert végétal, recouvrement sableux, ou gravillonnaire, pellicule, ...). Plutôt que l'esquisse pédologique utilisée en forêt, c'est la carte des organisations superficielles qui dans le cas d'Oursi a été utilisée (VALENTIN, 1981a). Dans ce cas également, les résultats ont été jugés satisfaisants.

Se pose alors pour le pédologue la question suivante: quelle est la limite climatique qui sépare la zone où doivent être ~~pris~~ pris en compte les organisations superficielles de celle où ce sont les organisations plus profondes qui conditionnent l'infiltration ? Cette méthode, utilisée en zone sahélienne, a été testée en zone soudanienne, au Sud de Ouagadougou, sous une pluviométrie moyenne annuelle de 900 mm. L'étude des organisations superficielles (VALENTIN, 1982) semble devoir être également retenue dans une telle zone puisque les résultats obtenus par ALBERGEL et TOUIRI (1982) sont très encourageants.

C'est donc la même méthode qui a été suivie dans une zone de savane, située au Nord-Ouest de Bobo-Dioulasso, et plus arrosée. (pluviométrie moyenne annuelle: 1050 mm). Le bassin versant retenu mesure 68,5 km²; il s'inscrit dans le projet de développement rizicole de Niéna-Dionkele et a déjà fait l'objet d'études hydrologiques classiques (1957/1959 - 1974/1976). Il appartient à un vaste plateau sédimentaire primaire (grès et schistes de Bobo-Dioulasso). Son réseau hydrographique paraît correspondre à des diaclases plus ou moins perpendiculaires bien, visibles sur photo-aériennes.

Les données de ce rapport devront être reliées aux résultats de la campagne de simulation de pluie menée par la section d'Hydrologie de Ouagadougou (ALBERGEL et BERNARD).

I. ETUDE SOMMAIRE D'UNE TOPOSEQUENCE

I.1. Présentation générale

Il a paru intéressant d'étudier rapidement la distribution des sols le long des versants. Cinq fosses ont ainsi été ouvertes le long d'une toposéquence située au Nord-Ouest du bassin.

Longue de 1350 m, sa dénivellation est de 27 m (pente moyenne 2 %). La pente décroît du haut de la toposéquence vers le bas, lui donnant une forme légèrement concave:

tiers amont: 2,7 %

tiers médian: 1,8 %

tiers aval: 1,5 %

La végétation passe de la savane arborée très claire en sommet de forme, à la savane herbeuse à l'aval. A 100 m du marigot, s'étend une jachère de trois ans jusqu'au tiers inférieur du versant.

I.2. Description des fosses pédologiques

Cinq fosses pédologiques ont été ouvertes à différentes distances du marigot: 10m, 200 m, 460m, 800 et 1100 m. Elles ont été numérotées de 1 à 6 à partir du sommet de forme; aucune d'entre elles ne porte le N°2, nous verrons en effet que l'unité cartographique N°2 est constituée d'une association de deux sols (Nos 1 et 3).

Au cours des descriptions, plusieurs classes de drainage ont été utilisées pour caractériser le régime hydrique des sols:

classe 1 : très rapide

classe 2 : rapide

classe 3 : moyen

classe 4 : ralenti

- classe 5 : très ralenti
- classe 6 : pseudo-gley
- classe 7 : gley.

Les sols ont été classés selon la classification française (C.P.C.S., 1967) et la légende de la carte mondiale des sols (F.A.O., 1973).

Profil N°1:

0 - 12 cm: sec, 10 YR 6/4 (brun jaune clair) en sec, 10 YR 4/4 (brun jaune sombre) en humide, sablo-argileux, à sables fins, très gravillonnaire (60 % de nodules à sesquioxydes), structure polyédrique fine, cohérent, à matière organique non directement décelable, peu de racines, classe de drainage: 2.

12 cm et +: sec, horizon induré en cuirasse (pétrostérite).

Profil N°3:

0 - 9 cm: sec, 10 YR 6/2 (gris clair) en sec, 10 YR 5/2 (brun grisâtre) en humide, à matière organique non directement décelable, peu humifère, taches diffuses d'hydromorphie, sablo-argileux à sables fins, polyédrique subanguleux à tendance grumeleuse, 30 % de gravillons (nodules), moyennement poreux, cohérent, nombreuses racines fines, transition distincte et régulière, classe de drainage: 4.

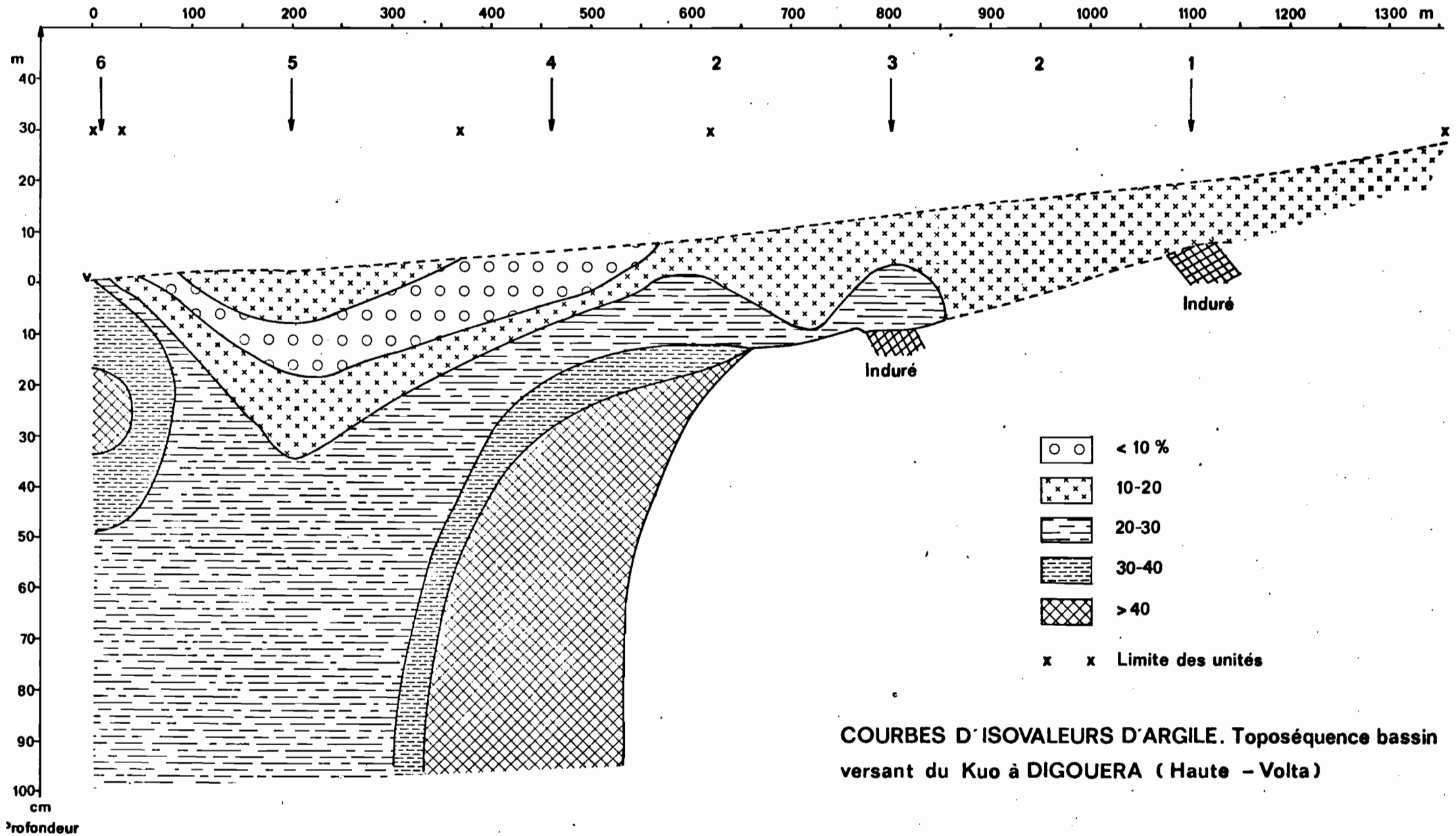
9 - 23 cm: sec, 10 YR 6/4 (brun jaune clair) en sec, 10 YR 4/4 (brun jaune sombre) en humide, taches d'hydromorphie, 7,5 YR 5/8 (brun vif) en sec, argilo-sableux à sables fins, 40 % de gravillons nodulaires, structure polyédrique nette, moyennement poreux, cohérent, racines fines à tendance horizontale, classe de drainage: 5.

23 cm et +: sec, horizon induré en cuirasse (pétrostérite).

Profil N°4:

0 - 10 cm: sec, 10 YR 6/4 (brun jaune clair) en sec, 10 YR 4/4 (brun jaune sombre) en humide, à matière organique non directement décelable, sable, à sables fins, structure massive à éclats anguleux, moyennement poreux, peu cohérent, racines fines horizontales, transition distincte et régulière, classe de drainage: 2.

10 - 24 cm: sec, 7,5 YR 7/6 (jaune rougeâtre), en sec, 7,5 YR 5/6 (brun sombre) en humide, argilo-sableux à sables fins, peu humifère, moyennement poreux, cohérent, racines fines horizontales et verticales, structure polyédrique nette, transition régulière et distincte, classe de drainage: 2.



- 24 - 60 cm: sec, 7,5 YR 6/6 (jaune rougeâtre) en sec, 7,5 YR 5/8 (brun sombre), argile, apparemment non organique, structure polyédrique nette, 20 % (en volume) d'éléments grossiers nodulaires, poreux à porosité inter- et intrapédique, cohérent, transition distincte et régulière, classe de drainage: 2.
- 60 - 100 cm: sec, 7,5 YR 7/4 (rose) en sec, 7,5 YR 5/6 (brun vif) en humide, argile, très gravillonnaire (65 %), structure polyédrique subanguleuse, moyennement poreux, très cohérent, classe de drainage: 3.

Profil N°5:

- 0 - 10 cm: sec, 10 YR 7/2 (gris clair) en sec, 10 YR 4/2 (brun gris sombre) en humide, taches d'hydromorphie diffuses, 10 YR 6/8 (jaune brunâtre), limono-sableux à sables très fins, structure massive à sous-structure polyédrique peu nette, structure particulière par poches, peu poreux, cohérent, racines fines horizontales, transition nette et régulière, classe de drainage: 3.
- 10 - 21 cm: sec, 2,5 Y 6/2 (gris brun clair) en sec, 2,5 Y 5/2 (brun grisâtre) en humide, taches d'hydromorphie, 10 YR 6/8 (jaune brunâtre), limono-sableux à sables très fins, structure massive à sous-structure polyédrique peu nette, peu poreux, cohérent, quelques racines fines horizontales et verticales, transition distincte et régulière, classe de drainage: 3.
- 21 - 37 cm: sec, 10 YR 7/2 (gris clair) en sec, 10 YR 6/2 (brun grisâtre clair) en humide, nombreuses taches d'hydromorphie, 10 YR 6/6 (jaune brunâtre), limoneux sableux, structure polyédrique moyenne et grossière, 35 % de graviers (concrétions), pas de racines, cohérent, transition distincte et ondulée, classe de drainage: 4.
- 37 - 100 cm: sec, 10 YR 7/1 (gris clair) en sec, 10 YR 7/2 (gris clair) en humide, taches d'hydromorphie, 10 YR 6/8 (jaune brunâtre), limono-argileux, structure massive à débit polyédrique, 60 % d'éléments grossiers (concrétions), cohérent, classe de drainage: 6.

Profil N°6:

- 0 - 7 cm: sec, 10 YR 4/1 (gris sombre) en sec, 10 YR 3/1 (gris très sombre) en humide, nombreuses taches d'hydromorphie, particulièrement le long des racines, 5 YR 6/8 (jaune rougeâtre), à matière organique directement décelable, argileux, structure massive à débit polyédrique, très peu poreux, activité biologique très forte, poreux (à porosité d'origine biologique, mais à faible porosité intrapédique); meuble, racines fines à tendance horizontale, transition distincte et régulière, classe de drainage: 3.
- 7 - 17 cm: sec, 10 YR 5/1 (gris) en sec, 10 YR 6/2 (gris rosâtre) en humide, taches d'hydromorphie, 10 YR 6/8 (jaune rougeâtre), argileux, structure prismatique peu nette à débit polyédrique, porosité interpédique développée, peu meuble, racines fines obliques et

horizontales, transition distincte et régulière, classe de drainage: 4 .

I7 - 34 cm : sec, IO YR 5/2 (brun) en sec, IO YR 5/I (gris) en humide, taches d'hydromorphie, IO YR 6/8 (jaune brunâtre), à matière organique non directement décelable, argile, structure prismatique grossière, à sous-structure polyédrique subanguleuse, peu poreux, peu meuble, très peu de racines fines, transition nette et régulière, classe de drainage: 5.

34 - 49 cm : très humide (fin mars), 2,5 Y 6/2 (gris brun clair taches d'hydromorphie généralisées (IO YR 6/8 - jaune brunâtre), argilo-limoneux, structure massive, très peu poreux, meuble, rares racines, transition distincte et régulière, classe de drainage: 6.

49 -100 cm : très humide, 2,5 Y 5/2 (brun gris), taches d'hydromorphie généralisées (IO YR 6/8 - jaune brunâtre), argilo-limoneux, structure massive à débit indifférencié, peu poreux, meuble, rares racines à orientation quelconque, classe de drainage: 7.

SOL	CLASSIFICATION C.P.C.S.	LEGENDE F.A.O.
I	Sol peu évolué, non climatique, d'érosion sur cuirasse, lithique.	Lithosol
3	Sol peu évolué, non climatique, d'érosion sur cuirasse, à hydromorphie temporaire.	Lithosol
4	Sol à sesquioxydes de fer, sol ferrugineux tropical, appauvri, modal.	Acrisol
5	Sol peu évolué, non climatique, d'apport colluvial hydromorphe.	Fluvisol
6	Sol hydromorphe peu humifère à amphigley et à battement de nappe phréatique de forte amplitude.	Gleysol

TABLEAU N° I : Classification des sols de la toposéquence

Des prélèvements d'horizon superficiel ont été réalisés le long de la toposéquence afin d'apprécier les variations latérales de granulométrie. Les données d'analyse n'étant pas encore disponibles, nous nous contenterons des relevés texturaux qui font apparaître un appauvrissement marqué dans le tiers inférieur de la toposéquence.

Comme il est observé fréquemment, les sols les plus dépourvus en éléments grossiers se situent directement à l'aval de la zone d'induration et d'apparition de cuirasse.

2. ESQUISSE DES ORGANISATIONS SUPERFICIELLES

2.1. Méthodologie

Comme la plupart des travaux cartographiques, la réalisation d'une esquisse des organisations superficielles s'effectue en deux étapes: le relevé sur le terrain, l'élaboration du document cartographique.

C'est au cours du cheminement que sont inventoriés les différents types d'organisations superficielles. La prospection est menée selon les voies qui pénètrent le plus à l'intérieur du bassin (généralement les chemins qui mènent aux villages et aux champs). Quarante kilomètres ont été parcourus, un relevé étant effectué à peu près tous les cent mètres. Les observations sont reportées sur un montage mosaïque de photographies aériennes agrandies à I/25.000 .

La délimitation des unités cartographiques résulte ensuite de la synthèse entre ces observations de terrain et l'interprétation que permettent à la fois l'étude des photographies aériennes par stéréoscopie (I/ 50.000) et la connaissance du pédologue concernant la distribution des sols. Dans le cas de ce bassin, une relation très nette a pu en effet être établie sur le terrain entre les organisations superficielles et les sols sous-jacents. Contrairement à ce qui est observé dans des régions moins arrosées comme le Nord de la Haute-Volta (VALENTIN, 1981a) ou le Centre-Sud (VALENTIN, 1982 et 1983b), la distribution des organisations superficielles semble calquée sur celle des sols. La photo-interprétation est ainsi facilitée puisqu'elle utilise le schéma toposéquentiel selon lequel les sols s'ordonnent (pédo-) logiquement le long des versants. De ce fait, l'esquisse des organisations superficielles s'apparente, dans ce cas précis, à une reconnaissance pédologique.

2.2. Unités cartographiques

La prospection de terrain a permis de distinguer plusieurs types d'organisations superficielles qui ont été regroupées cartographiquement en six unités.

Unité I : surface gravillonnaire sur cuirasse

La végétation s'y caractérise par une savane arborée très claire. Trois types de surface ont été regroupés dans cette unité:

- surface à gravillons libres sur des gravillons enchassés: environ 15% de la surface est occupée par des gravillons libres qui reposent sur des gravillons enchassés dans la surface du sol; ces derniers constituent 40 % de la surface. La cuirasse apparaît entre 10 cm et 40 cm, elle affleure par endroits. Ce type de surface constitue 70 % de l'unité I.
- surface à gravillons enchassés: les gravillons (30 à 70 %) forment un pavage: ils sont enchassés dans la matrice. La cuirasse apparaît aux mêmes profondeurs que précédemment. Ce type de surface n'occupe qu'une faible part de l'unité (10 %).
- surface à recouvrement sableux et couvert herbacé. Les gravillons sont très peu nombreux (moins de 5 %). Cette surface, peu représentée dans l'unité cartographique (20 %) correspond aux zones où la cuirasse est la plus profonde (plus de 70 cm de profondeur). Ce type de distribution des zones de recouvrement sableux en fonction de l'hétérogénéité de profondeur d'une cuirasse a déjà été observée au Nord du Sénégal, dans un contexte climatique très différent (VALENTIN, 1983a).

Le sol le plus représenté dans cette unité est celui décrit lors de l'étude de la toposéquence en sommet de forme (N°I)

Unité 2 : Association de surfaces gravillonnaires et hydromorphes sur cuirasse

La strate arborée est beaucoup moins représentée que dans l'unité précédente. L'hétérogénéité des surfaces à grande échelle est telle qu'elle a nécessité le regroupement en une seule unité de ce qui n'est autre que l'interpénétration en taches de diamètres variés (de 5 à 100 m) des unités 1 et 3. Cette unité correspond également à l'association des sols Nos 1 et 3 de la toposéquence.

Unité 3 : Surface hydromorphe sur cuirasse

La végétation est essentiellement herbeuse. Les organisations de surface sont constituées de recouvrements sableux très peu épais et discontinus et de pellicules plasmiques. Ces dernières présentent des taches d'hydromorphie sur leur face inférieure. De nombreuses termitières champignons facilitent la reconnaissance de cette unité qui occupe surtout les milieux de versants. A ce type de surface correspond le sol N°3 de la toposéquence. Il se distingue du sol N°1 par son hydromorphie. L'apparition locale de gravillons en surface, dans les zones situées légèrement plus haut sur le versant, caractérise l'unité précédente.

Unité 4 : Surface à pellicules et remontées biologiques jaune rougeâtre

Cette unité est partiellement cultivée en mil sur billons. En dehors des champs, se développe une végétation de savane arborée. Outre la présence de culture, quelques indices permettent de distinguer cette unité de l'unité précédente: absence de termitières, remontées biologiques jaune rougeâtre, bien visibles sur la surface gris rosâtre. Celle-ci est couverte d'une pellicule plasmique discontinue dans les zones cultivées. Sur les parcelles billonnées, des pellicules polycycliques à forte porosité vésiculaire occupent les inter-billons. Cette unité correspond à quelques lambeaux de sol ferrugineux tropical (sol N°4 de la toposéquence) qui se localisent en milieu de versant dans la partie nord-ouest du bassin.

Unité 5 : Surface hydromorphe gris clair

Il s'agit de l'unité la plus cultivée du bassin. Elle se distingue des autres unités par l'importante exploitation agricole qui en est faite, par sa couleur gris clair, et par sa position sur le tiers inférieur des versants. La végétation est constituée de formations herbeuses d'où émergent quelques arbres isolés, elle est très anthropisée. La texture limono-sableuse favorise les réorganisations superficielles, particulièrement marquées dans les champs: pellicule fragile sur les billons et comblement des inter-billons par de nombreuses organisations polycycliques (alternance de pellicules plasmiques et de micro-horizons sableux) à forte porosité pelliculaire.

Unité 6 : Surface très hydromorphe gris sombre

Alors que l'unité précédente correspond à un sol peu évolué colluvial (sol N°5 de la toposéquence), cette dernière unité regroupe l'ensemble des zones de battement de nappe des marigots principaux (sol hydromorphe, N°6 de la toposéquence). La végétation y est caractéristique des bas-fonds. La couleur plus sombre ainsi que la présence de très nombreux turricules de vers permettent de distinguer aisément cette unité.

3. LES SITES EXPERIMENTAUX

3.1. Choix des sites

Afin de tester le comportement des principaux types d'états de surface, quatre sites ont été choisis. Parmi ceux-ci ont été sélectionnées les situations les plus représentatives (couvert herbacé, pavage gravillonnaire, recouvrement sableux, culture en billons, ...). Dans chaque cas, le même protocole de simulation de pluies a été appliqué sur des parcelles d'1 m².

3.2. Description sommaire

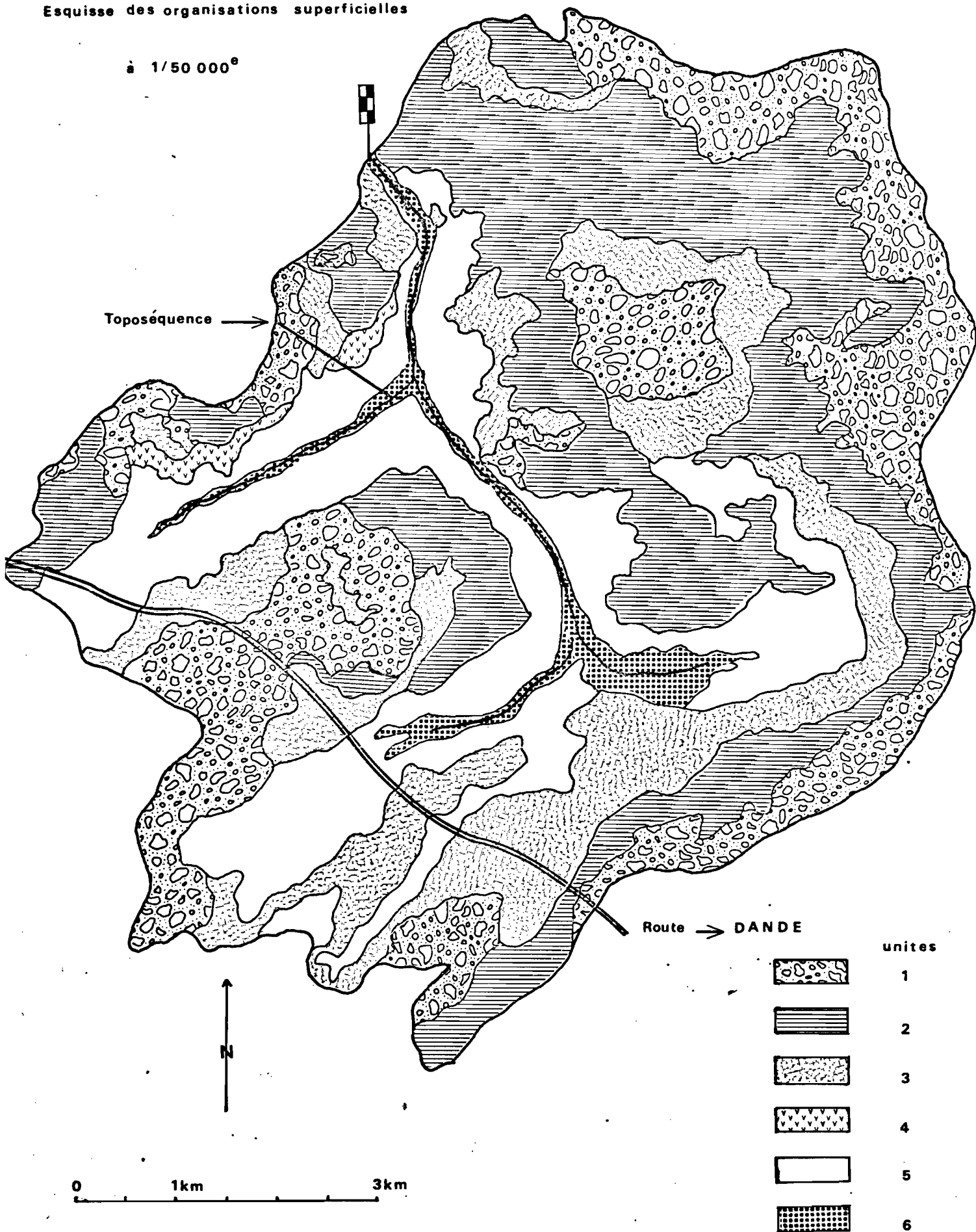
Site I : Pour rendre compte de la diversité des organisations superficielles, trois parcelles ont été implantées sur le site I, considéré comme représentatif de l'unité cartographique N°I.

BASSIN VERSANT DU KUO

A DIGOUERA

Esquisse des organisations superficielles

à 1/50 000^e



Description rapide des parcelles:

Parcelle N°I: gravillons libres
.....

L'état de surface peut se décrire brièvement comme suit:

- sur 1 m^2 , la végétation graminéenne est regroupée en 5 touffes rases de 4 cm de diamètre dont la base est surélevée d'1 cm par rapport au niveau général. De jeunes dicotylédones (hauteur 2 cm, forme en entonnoir) couvrent 15 % de la surface. Moins d' 1 % est occupé par des graminées mortes couchées. 2 % de la surface est couverte par des mousses et lichens qui constituent un feutrage d'1-2 mm d'épaisseur et participent à l'enchassement d' une partie des gravillons.
- parmi les gravillons, des distinctions doivent être opérées en fonction de leur distribution verticale et de leur taille:
 - . les nodules libres posés sur d'autres gravillons: deux classes: 2-3 cm (3% de la surface), 0,5-1 cm (10 %).
 - . les nodules libres qui reposent directement sur la surface du sol: 2-3 cm (25%), 0,5-1 cm (40 %).
 - . les nodules qui sont enchassés dans la matrice terreuse sur plus de la moitié de leur hauteur: chaque classe représente 20%. (du fait des superpositions, la somme des surfaces couvertes est supérieure à 100%).
- pas de pellicule plasmique, 1 % de la surface est couverte de sables fins légèrement pris en masse. Les radicelles se concentrent au contact du sol et des gravillons enchassés. La surface de ces cavités est lisse et bien marquée.
- 0 - 5 cm : sec, 10 YR 5/2 (brun grisâtre) à l'état sec, 10 YR 2,5/2 (brun très sombre) à l'état humide, à matière organique non directement décelable, 65 % de nodules (médiane 1 cm) de formes irrégulières, sablo-argileux à sables fins, structure massive à débit polyédrique

très fin, peu meuble, moyennement poreux, quelques racines fines et très fines.

La cuirasse apparaît à 40 cm de profondeur.

Parcelle N°2: gravillons enchassés

On distingue:

- 2 touffes rases de graminées de 7 cm de diamètre, dont la base est surélevée de 3 cm par rapport au niveau général. 10 % de jeunes pousses de dicotylédones identiques à la parcelle N°1.
- 20 % de la surface est couverte de squames discontinues noirâtres de 2-3 cm², qui se localisent pour la plupart au-dessus des gravillons enchassés. La couleur est probablement due à la présence d'algues.
- parmi les gravillons, moins d'1% de la surface est occupée par des nodules posés sur d'autres, seulement 10% de gravillons libres sont posés sur la surface du sol (les deux classes de taille sont à peu près également représentées). 30 % de la surface correspond à un pavage de nodules (diamètre médian: 2 cm) enchassés sur plus d'un centimètre, partiellement recouvert de sables fins déliés.
- quelques taches d'hydromorphie marquent l'horizon superficiel.

La cuirasse est plus proche de la surface que dans le cas précédent: 25 cm. Ce caractère est à rapprocher probablement des traces d'hydromorphie.

Parcelle N°3: végétation herbacée et recouvrement sableux

La surface est couverte de:

- touffes graminéennes (35 % de la surface) d'une vingtaine de centimètres de diamètre sur des micro-buttes de 4 cm de haut. 5 % de la surface est occupée par des graminées mortes couchées, et 1 % par des feuilles mortes.
- les gravillons posés sur d'autres ne représentent qu'une très faible part de la surface (1 %), les

nodules libres posés directement sur la surface sont également très peu nombreux (2 %).

- le reste de la surface est couverte de squames discontinues, très peu rebroussées, brun pâle à l'état sec (IO YR 6/3), gris à l'état humide (IO YR 5/I), colonisées vraisemblablement par des algues. Ces squames sont elles-mêmes solidaires d'un micro-horizon sableux (sable fin) d'épaisseur 2 mm, légèrement cimenté, à porosité vésiculaire assez développée. Ce micro-horizon adhère au premier horizon du profil pédologique, ses couleurs sont jaune à l'état sec (IO YR 7/6), et brun jaunâtre clair à l'état humide (IO YR 6/4).

Sous cette surface à recouvrement sableux, la cuirasse n'apparaît qu'à une profondeur supérieure à 70 cm. L'épaisseur du sol est à rapprocher de son couvert végétal (régime hydrique plus favorable que pour les sols moins épais) et du recouvrement sableux (probablement d'origine éolienne et piégé par le couvert herbacé).

Site_2_: le site N°2 a été implanté en position de mi-versant, à proximité de la piste entre Kourouma et Dande. Il correspond à l'unité cartographique N°3.

Description rapide des parcelles:

Parcelle N°4: surface nue
.....

Les organisations superficielles sont simples. Les pluies simulées ont provoqué une ségrégation des sables fins qui constituent un micro-horizon discontinu où s'est développée une porosité vésiculaire très discrète. Dessous apparaît une pellicule plasmique très fine (moins d'un millimètre), peu individualisée (dessiccation) et solidaire du premier horizon où se manifestent quelques taches d'hydromorphie.

Parcelle N°5: surface herbacée
.....

On distingue successivement:

- un couvert graminéen (30 %) distribué en deux groupes de touffes. La hauteur des tiges (20 cm) a été égalisée lors des essais du fait

de la mise en place du cadre pluviographique. Les pailles couvrent 30% de la surface, les feuilles mortes 1 %.

- l'ensemble de la surface est recouverte de squames très fragmentées, probablement colonisée par des algues. La surface de chaque fragment est d'environ 1 cm². Dessous apparaît un micro-horizon de sables fins, discontinu, d'un millimètre d'épaisseur, jaune à l'état sec (IO YR 7/6), jaune brunâtre (IO YR 6/6) à l'état humide, où s'est développée une porosité vésiculaire assez peu marquée. Ce micro-horizon à sables fins légèrement cimentés est solidaire d'une pellicule plasmique discontinue, mince, qui présente sur sa face inférieure de très nombreuses petites taches circulaires d'oxydo-réduction. Cette pellicule adhère au premier horizon du profil.

Description sommaire du profil:

0 - 5 cm: sec, brun grisâtre à l'état sec (IO YR 5/2), brun très foncé à l'état humide (IO YR 2.5/2), à matière organique non directement décelable, sablo-limoneux, à sable fin, structure massive à tendance lamellaire, nombreuses taches en trainées discontinues horizontales de 1 mm de large, taches circulaires de 1 mm de diamètre, rouge jaunâtre à l'état sec (5 YR 5/8), porosité faible, quelques racines fines à tendance horizontale.

L'horizon gravillonnaire apparaît à 20 cm, la cuirasse à 45 cm.

Les variations entre ces deux parcelles sont moins marquées que pour les trois parcelles précédentes, elles concernent essentiellement la présence ou l'absence du couvert herbacé.

Site 3: le site 3 a été implanté en bas de versant dans l'unité cartographique N°5, la plus cultivée du bassin.

Description rapide des parcelles:

Parcelle N° 6: végétation herbacée
.....

- le couvert herbacé correspond à 25 % de la surface; il est constitué de touffes de 10 cm de diamètre et 10 cm de haut dont la base est située 3 cm au-dessus du niveau général. Les pailles couvrent 20 % de la surface; les feuilles mortes 1 %.

- la surface du sol est couverte d'un épandage d'un millimètre d'épaisseur, constitué de très petits fragments de squames colonisée par des algues. Ils recouvrent une pellicule plasmique très fine, peu individualisée, solidaire du premier horizon.

Parcelle N°7: brûlis

.....

- après le brûlis et les pluies, la végétation herbacée s'est reconstituée. Elle couvre 35 % de la surface et est répartie en nombreuses petites touffes de 7 cm de diamètre et dont la base se situe à 3 cm au-dessus du niveau général. Le couvert atteint 10 cm de haut. 2 % de la surface est occupée par des pailles.
- l'activité faunique se manifeste par la présence de turricules (1 %), hauts de 2 cm.
- la surface du sol est couverte de 3% de cendres qui reposent sur une pellicule très discontinue et peu individualisée (épaisseur 1 mm), solidaire de l'horizon sous-jacent:
 - 0 - 10 cm : sec, gris clair à l'état sec (IO YR 7/1.5), brun grisâtre foncé (IO YR 4/2) à l'état humide, limono-sableux à sable fin, structure massive, fentes de retrait d'un millimètre de large, peu poreux à porosité biologique (chenaux).

Parcelle N°8: culture de mil en billons

.....

La parcelle est implantée sur un billon isohypse. La distance qui sépare deux axes d'inter-billons est de 80 cm. Chaque billon a environ 15 cm de haut et 50 cm de large. Nous distinguons les organisations superficielles des billons et des interbillons:

- sur le billon: un micro-horizon de sables fins légèrement cimentés de 2 à 5 mm d'épaisseur, à forte porosité vésiculaire développée au contact avec la pellicule plasmique sous-jacente peu marquée, très fragile. A 4 cm de profondeur: superposition de micro-horizons sableux et plasmiques (probablement des organisations relic-tuelles d'anciens interbillons).

- en interbillon: empilement de micro-horizons sableux et plasmiques. Les micro-horizons sableux sont cimentés et présentent une forte porosité pelliculaire. Cette succession d'organisations laminaires a une épaisseur de 5 cm.

Site 4: pour des raisons de commodités expérimentales, le site N°4 a été implanté non pas sur le bassin, mais en bordure immédiate. Il correspond à l'unité N°4, peu représentée sur le bassin.

Description rapide des parcelles :

Parcelle N° 9: végétation herbacée
.....

- seulement 10% de la surface est occupée par des graminées de 15 cm de haut, groupées en touffes de 5 cm de diamètre dont la base est située 1 cm au-dessus du niveau général
- le reste de la surface est couverte d'une pellicule plasmique assez bien individualisée présentant quelques anfractuosités, solidaire du micro-horizon sous-jacent constitué de sables fins, continu, cimentés à forte porosité vésiculaire, brun pâle en sec (10 YR 6/3), brun foncé en humide (10 YR 3/3).

Parcelle N° 10: culture de mil
.....

- la parcelle est occupée par trois pieds de mil qui couvrent moins de 5 % de la surface. Le micro-relief induit par les techniques culturales s'est presque complètement estompé (anciennes buttes ?). Les racines fasciculées sont déchaussées de 10 cm, ce qui est à rapprocher de la quasi-disparition du micro-relief, et de réorganisations superficielles très marquées.
- trois micro-horizons se succèdent:
 - . un micro-horizon très discontinu de gravillons et de sables grossiers, enchassés dans le micro-horizon suivant;

- . un micro-horizon d'épaisseur 5 mm, continu, de sables fins cimentés à porosité vésiculaire particulièrement marquée sous les gravillons enchassés (diamètre maximum: 2 mm).
- . une pellicule plasmique discontinue.

Parcelle N°II: brûlis
.....

- 10 % de la surface est couverte de jeunes pousses graminéennes, hautes de 10 cm, regroupées en touffes circulaires dont la base est située à 5 cm au-dessus de la surface générale. Les cendres n'occupent que 2% de la surface.
- les organisations superficielles se limitent à un micro-horizon discontinu de sables fins cimentés à porosité vésiculaire discrète qui recouvre une pellicule plasmique peu individualisée. 2% de la surface est occupée par des placage de récolte de termites.
 - . 0 - 5 cm: sec, gris rosâtre à l'état sec (7.5 YR 6/2), brun foncé à l'état humide (7.5 YR 4/2), à matière organique non directement décelable, sablo-limoneux à sables fins, structure polyédrique subanguleuse fine, poreux à porosité interagrégats et d'origine faunique (chenaux biologiques de 1-2 mm de diamètre), quelques fentes verticales de moins d'un millimètre d'épaisseur, activité faunique marquée, rares racines fines interagrégats à tendance horizontale, transition distincte et régulière.

3.3. REMARQUES

Afin de faciliter l'étude des relations morphologie-comportement, il a paru utile de résumer les principales caractéristiques des états de surface des parcelles expérimentales (tableau N°2).

Sans établir, pour l'instant, de liens avec les résultats expérimentaux de ruissellement, il est d'ores et déjà possible d'émettre certaines remarques concernant les organisations superficielles:

SITES	I			II		III			IV		
PARCELLES	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Couvert végétal (%)	15	10	35	-	30	25	35	-	10	5	10
Débris végétaux (%)	I	-	6	-	30	20	2	-	-	-	-
Cendres (%)	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	2
Déchaussement (cm)	I	3	4	-	-	3	3	-	I	10	5
Micro-relief cultural	-	-	-	-	--	-	-	+++	-	+	-
Activité faunique	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+
Squames à cyanophycées(?)	-	+	++	-	+++	+++	-	-	-	-	-
Gravillons (%)	80	40	2	-	-	-	-	-	-	I	-
Sables fins pris en masse	+	-	++	+	+	-	-	+++	++	++	++
Porosité vésiculaire	-	-	+	+	+	-	-	+++	++	+	+
Pellicule plasmique	-	-	-	+	+	+	+	++	++	+	+
Hydromorphie superficielle	-	+	-	+	+++	-	-	-	-	-	-
Profondeur de la cuirasse (cm)	40	25	+70	-	45	-	-	-	-	-	-

TABLEAU N° 2: Principales caractéristiques des parcelles expérimentales
 -:absence, +: existence discrète, phénomène ou présence marqué (++) , très marqué (+++).

si l'on considère que l'intensité des phénomènes de réorganisations superficielles peut-être appréciée, au moins grossièrement, par la présence plus ou moins marquée d'éléments diagnostiques comme la porosité vésiculaire, et les micro-horizons sableux et plasmi-ques, il est possible, à titre indicatif, d'attribuer à chaque parcelle une certaine valeur, égale à la somme des croix (+) correspondant à ces trois paramè-tres. L'ampleur des réorganisations superficielles est ainsi estimée par une valeur qui varie entre 0 et 9. En regroupant les données concernant le couvert: gravillons, débris végétaux et couvert herbacé, on obtient également une estimation du pourcentage de surface protégé de l'impact des gouttes de pluies. Les parcelles se distribuent en deux classes: celles dont le couvert est inférieur à 15 %, et celles pour lequel il excède 35 %. Le tableau N°3 permet de mettre en évidence l'importance du couvert sur la protection des parcelles vis-à-vis des réorganisations superficielles.

Couvert (%)	Parcelles	Réorganisations superficielles
0 - 15	4,8,9,10 et 11	3 - 8
+ de 35	1,2,3,5,6 et 7	0 - 3

TABLEAU N°3: Couvert et intensité des réorganisations superficielles

Il ne s'agit pas d'un résultat nouveau. Il est cependant satisfaisant d'établir des relations concer-nant le comportement à partir de simples données descriptives. Les résultats expérimentaux concernant le ruissellement devront être confrontés à ces données morphologiques.

- Le nombre de parcelles ne permet pas ici de mettre clairement en évidence le rôle des techniques cultura-les sur l'intensité des réorganisations superficielles. Il est à noter cependant que c'est sur la parcelle qui présente le plus fort micro-relief cultural que les réorganisations sont le plus marquées (valeur =8).

- La taille trop limitée de l'échantillon nous interdit également d'établir une relation entre les traces d'activité faunique et le brûlis. Constatons seulement sur le tableau N°2 que seules les parcelles qui présentent des cendres portent des turricules ou d'autres caractères d'activité faunique. Ce point mériterait une étude bibliographique particulière et d'éventuels travaux expérimentaux.

4. EXTRAPOLATION DES RESULTATS OBTENUS SUR LES SITES EXPERIMENTAUX AUX UNITES CARTOGRAPHIQUES

4.1. Planimétrage des unités cartographiques

Chaque unité cartographique a été planimétrée. Les pourcentages de surface occupée sont indiqués au tableau N°4:

Unité	I	2	3	4	5	6
Surface (%)	25,5	26,8	21,7	22,1	3,0	0,9

TABLEAU N°4: Surfaces couvertes par les unités cartographiques (%)

4.2 Correspondance entre les sites expérimentaux et les unités cartographiques

4 sites expérimentaux sont censés représenter l'ensemble des situations du bassin versant où 6 unités cartographiques ont été délimitées. Il est donc nécessaire de procéder à des regroupements. L'unité N°2 correspond à l'association des surfaces des unités Nos I & 3. Son comportement sera estimé en fonction de ceux des sites I & 2, en considérant que l'unité N°2 est constituée pour moitié de surface de type unité N°I et pour moitié de surface de type N°3. Aucune mesure n'a été réalisée sur un site de l'unité N°6. Nous considérerons que le comportement le plus voisin a priori est celui de l'unité 5.

4.3. Attribution des surfaces (%) aux sites expérimentaux

Le modèle actuellement utilisé par les hydrologues de l'ORSTOM nécessite l'attribution à chaque site expérimental d'un pourcentage de surface du bassin versant. Le tableau N°5 présente la pondération qu'il sera nécessaire d'utiliser.

Sites expérimentaux	Surfaces correspondantes (%)	Unités cartographiques
I	39	I + (0,5 x 2)
II	35	3 + (0,5 x 2)
III	25	5 + 6
IV	I	4

TABLEAU N°5 : Estimation des pourcentages de surfaces représentées par les sites expérimentaux

Il apparaît que le site N°4 correspond à une unité très peu représentée sur le bassin versant. Il sera intéressant de comparer les résultats de la modélisation en tenant compte ou pas de cette unité. Le comportement de l'unité 4 serait alors à rapprocher de celui du site N°3.

Une étude rapide de l'occupation des sols montre que 15 % de la surface du bassin est cultivée (unités 4 et 5).

CONCLUSION

Le bassin versant du Kuo se distingue fortement des autres bassins déjà étudiés selon la même méthode en Haute-Volta (Oursi, Binnde). Contrairement à Binnde et Kazanga, la définition et la délimitation des unités n'ont pas posé de problèmes particuliers: les champs n'occupent qu'une faible part des sols et se limitent à deux unités. En outre, les caractères de surface pris en compte sont simples et aisément repérables sur photo-aériennes.

La particularité majeure de ce bassin, et probablement de l'ensemble de cette région, est la correspondance qu'il est possible d'établir entre surfaces et sols. A l'opposé de la zone sahé-lienne où les types de sol les plus divers peuvent présenter des

caractères de surfaces identiques, et inversement où des organisations superficielles variées peuvent occuper la surface d'un même type de sol, il semble exister une relation assez stricte entre d'une part des éléments facilement repérables et descriptibles en surface (remontées biologiques d'une certaine couleur, présence de termitières champignons ou de pavages gravillonnaires...) et d'autre part des types de sol qui sont eux-mêmes bien différenciés. L'étude des organisations superficielles, liée à la télédétection semble pouvoir apporter une aide précieuse à la cartographie pédologique, comme c'est le cas en milieu aride méditerranéen (ESCADAFAL, 1981 ; ESCADAFAL et MTIMET 1981, ESCADAFAL 1982).

Dans les zones plus arrosées, comme au Nord de la Côte d'Ivoire, les variations latérales des sols et de la végétation le long des versants sont généralement moins bien marquées. L'étude des relations entre les sols et les caractères de surface nécessitent alors des études plus fines (POSS et VALENTIN 1983).

La confrontation entre les résultats obtenus par la méthode d'estimation des volumes de crues récemment mise au point par les hydrologues de l'ORSTOM (CASENAVE, 1981; CHEVALLIER, 1982; ALBERGEL et TOUIRI, 1982) et les résultats des mesures réalisées par les méthodes classiques à l'exutoire (CLAUDE, LOINTIER et GUALDE, 1982) devrait permettre de s'assurer de la validité de cette nouvelle approche. Il est possible, également à partir de ce type de travail, de mieux cerner l'apport du pédologue à l'étude hydrologique de petits bassins versants, contribution qui semble pouvoir se limiter à une étude sommaire de la distribution des caractères de la surface des sols (organisations et couverts).

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à exprimer leur vive gratitude envers MM. CASENAVE, ESCADAFAL, JANEAU, et LOINTIER pour l'aide efficace qu'ils ont apportée lors de la réalisation de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBERGEL (J.) et TOUIRI (H.). - 1982-
Un nouvel outil pour estimer le ruissellement sur un petit bassin versant: le mini-simulateur de pluies. Expérimentation sur le bassin de Binnde. ORSTOM, Centre de Ouagadougou, rapport multigr., 140 p., 27 tab., 34 réf., 8 annexes.
- ASSELINE (J.) et VALENTIN (C.). - 1978-
Construction et mise au point d'un infiltromètre à aspersion. Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., 15 (4): 321-349, 23 tab. 16 fig., 18 réf..
- CASENAVE (A.). - 1981 -
Etude des crues décennales des petits bassins versants forestiers en Afrique Tropicale. Rapport final. ORSTOM-C.I.E.H., Centre d'Abidjan, multigr., 65 p., 15 tab., 6 fig., 19 réf..
- CASENAVE (A.), GUIGUEN (N.) et SIMON (J.M.). - 1982 -
Etude des crues décennales des petits bassins versants forestiers en Afrique Tropicale. ORSTOM, Centre d'Abidjan, multigr., 43 p., 12 tab., 5 fig., 20 réf.; à paraître dans les Cah. ORSTOM, sér. Hydrol..
- CHEVALLIER (P.). - 1982 -
Simulation de pluie sur deux bassins versants sahéliens (Mare d'Oursi-Haute-Volta). ORSTOM, Centre d'Abidjan, multigr., 105 p., 25 fig., 28 réf., 6 annexes.
- CLAUDE (J.), LOINTIER (M.) et GUALDE (R.). - 1982 -
Etude hydrologique des plaines de Niéna-Dionkélé et Foullasso-Lelasso. I. Rapport de Campagne 1981. République de Haute-Volta/ORSTOM, Centre de Ouagadougou, multigr., 89 p., 22 tab., 9 fig., 2 annexes, 1 carte h.t..
- COLLINET (J.) et VALENTIN (C.). - 1979 -
Analyse des différents facteurs intervenant sur l'hydrodynamique superficielle. Nouvelles perspectives. Applications agronomiques. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 17 (4): 283-328, 15 tab., 26 fig., 1 carte, 27 réf..
- ESCADAFAL (R.). - 1981 -
Une nouvelle méthode de description de la surface des sols dans les régions arides. 3ème Colloque A.I.S.S. "Traitement informatique des données de sol - Paris 14-17 septembre 1981". pp 21-27, 1 fig., 11 réf..
- ESCADAFAL (R.) et MTIMET (A.). - 1981 -
Apport de la télédétection spatiale à la cartographie des ressources en sols de la région de Médénine (Sud tunisien). République tunisienne, E-S 189., 2 tab., 7 fig., 19 réf..

- ESCADAFAL (R.). - 1982 -
Compte-rendu de la première conférence thématique: "Télé-détection des régions arides et semi-arides- Le Caire, 19-25 janvier 1982". ORSTOM, Gabès, 10 p.
- F.A.O. - 1973 -
Legend F.A.O./U.N.E.S.C.O.. Soil map of the world
I/5.000.000. Rome, 62 p.
- POSS (R.) et VALENTIN (C.). - 1983 -
Etude des relations eau-sol-végétation sur une toposéquence ferrallitique de savane (Katiola - Côte d'Ivoire). rapport dactyl., 20 p., II tab., 9 fig., 20 réf., à paraître dans les Cah. ORSTOM, sér. Pédol.
- RODIER (J.A.) et AUVRAY (C.). - 1965 -
Estimation des débits de crues décennales pour les bassins versants de superficie inférieure à 200 km² en Afrique Occidentale. C.I.E.H./ORSTOM.
- VALENTIN (C.). - 1978 -
Description des profils pédologiques . Toposéquence du Manso. rapport dactyl., 9 p., I tab..
- VALENTIN (C.). - 1979 -
Description du milieu naturel des sites expérimentaux du Mont Tonkoui (Man, Côte d'Ivoire). rapport dactyl., 13 p..
- VALENTIN (C.). - 1980 -
Description des sols testés par le laboratoire d'Hydrologie, bassin-versant du Nyon. rapport dactyl., 6 p..
- VALENTIN (C.). - 1981a -
Esquisse au I/25.000 des différenciations morpho-structurales de la surface des sols d'un petit bassin-versant sahélien (Polaka-Oursi, Nord Haute-Volta). ORSTOM, centre d'Abidjan, 12 p., I fig., 17 réf., I carte h.t..
- VALENTIN (C.). - 1981b -
Organisations pelliculaires superficielles de quelques sols de région subdésertique (Agadez-Niger). Dynamique de formation et conséquences sur l'économie en eau. Thèse Doct. 3ème cycle, Univ. Paris VII, 229 p., 22 tab., 43 fig. 472 réf., 2 annexes, 67 photo..
- VALENTIN (C.). - 1982 -
Esquisse à I/25.000 des organisations superficielles d'un petit bassin versant soudanien (BINNDE - Centre Sud de la Haute-Volta). ORSTOM, centre de Ouagadougou, multigr., 18 p., 2 cartes h.t..
- VALENTIN (C.). - 1983a -
Effects of grazing and trampling around recently drilled water holes on soil deterioration in the Sahelian zone (Northern Senegal). International Conference on Soil Erosion and Conservation - Honolulu, 16-22 janvier 1983. 26 p., 2 tab., 10 fig., 3 photo., 26 réf..

VALENTIN (C.). - 1983b -

Organisations superficielles de Kazanga, Centre-Sud de la Haute-Volta. Esquisse à 1/50.000 d'un bassin versant de 56 km². ORSTOM, Centre d'Abidjan, multigr., 13 p., 2 tab., 7 réf., 1 carte h.t..

anonyme, - 1967 -

Classification des sols. Commission de Pédologie et de classification des sols (C.P.C.S.). Labo. Géologie-Pédologie E.N.S.A. Grignon, multigr., 87 p..