



Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération

LE BASSIN VERSANT DE SAMA DEY

Premières observations pédologiques et phytoécologiques.

Programme HAPEX-SAHEL

Dominique COURAULT

Jean-Marc D'HERBES

Christian VALENTIN



Laboratoire d'Informatique Appliquée
Unité de Télédétection
Centre ORSTOM
70-74 Route d'Aulnay - 93143 Bondy Cedex
Tél. 46 47 31 95 - Telex 215 203 F

SOMMAIRE

RESUME	1
ABSTRACT	1
INTRODUCTION	2
I. - LA CARACTERISATION SOMMAIRE D'UNE TOPOSEQUENCE	2
I. 1 - Méthodes	2
I. 2 - Les facettes topographiques	5
I. 2.1 - <i>Le plateau cuirassé</i>	5
a - <i>L'ensablement de plateau</i>	5
b - <i>Le plateau couvert de brousse tigrée</i>	11
c - <i>La bordure de plateau et le talus</i>	14
I.2.2 - <i>La jupe sableuse</i>	16
a - <i>une partie de piemont dégradée</i>	16
b - <i>La zone de champs et de jachère</i>	17
I.2.3 - <i>Le bas-fond</i>	20
a - <i>Les bombements</i>	20
b - <i>Le chanfrein</i>	24
II. - LE BASSIN VERSANT	25
II.1 - Remarques générales	25
II.2 - Situation par rapport aux autres bassins	26
III. OBSERVATIONS DIVERSES SUR LE DEGRE CARRE DE NIAMEY	26
III.1- Le secteur nord-ouest de Niamey entre Tillabery et Kone Beri	27
III.2 - Le secteur sud ouest, Damari	27
III.3 - Le secteur central, Wankama, Maourey	27
III.4 - Le secteur sud est, le Dallol Bosso (de Harikanassou à Kiota)	30
CONCLUSION	30
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	31
Annexe 1.	
PROJET DE CARTOGRAPHIE GEOMORPHOLOGIQUE DU DEGRE CARRE DE NIAMEY	35
Corinne Thevoz	
Annexe .2.	
LISTE DES ESPECES VEGETALES RENCONTREES	39

LE BASSIN VERSANT DE SAMA DEY

Premières observations pédologiques et phytoécologiques.

Dominique COURAULT,¹ Jean-Marc D'HERBES,² Christian VALENTIN³

RESUME

La toposéquence de Sama Dey présente une succession d'états de surface et de sols qui semble assez générale dans la région de Niamey :

- un plateau cuirassé sur grès où quelques ensablements se trouvent cultivés en mil et où ailleurs prédomine la brousse tigrée plus ou moins dégradée. Les sols argilo-sableux, à forte charge caillouteuse y sont peu profonds (40-80 cm),
- un piémont constitué d'un recouvrement sableux très épais, fortement dégradé par l'érosion hydrique en amont et cultivé en mil plus à l'aval,
- un bas-fond sableux à nappe temporaire.

Endoréique à l'amont, à système hydrographique discontinu sur les versants, et à perméabilité aval, ce milieu devrait constituer un terrain particulièrement intéressant pour les études d'évapotranspiration.

THE WATERSHED OF SAMA DEY.

First observations on soils and vegetation.

ABSTRACT

The surface features as well as the soils described along the Sama Dey toposequence form a common succession in the Niamey area :

- a cuirassed plateau on sandstone : few sand deposits are cropped with millet whereas shallow and gravelly sandy-clayey soils are covered with more or less ruined arc-vegetation bush,
- a hillfoot with a thick sand mantle, severely affected by water erosion upslope, and cultivated with millet downslope,
- a sandy valley bottom with a temporary water-table.

This environment should provide an interesting experimental field for studies on evapotranspiration since it is endoreic upslope, with a discontinuous hydrographic network on the hillslopes, and permeable downslope.

¹Unité Télédétection, LIA, Centre ORSTOM Bondy

²Département MAA, Centre ORSTOM Montpellier

³Département DEC, Centre ORSTOM Bondy

INTRODUCTION

Le programme Hapex a pour objectif d'étudier les bilans d'eau et d'énergie sur une maille de 100/100 km. L'accent est mis principalement sur l'étude des interactions sol-atmosphère dans un milieu semi-aride.

La caractérisation des différents paysages et des états de surface est donc une première étape nécessaire pour cette étude. Il s'agit de faire un inventaire des différents états de surface mis en relation avec des caractéristiques hydrodynamiques (infiltration et ruissellement, CASENAVE et VALENTIN, 1989) afin de fournir des éléments pour la modélisation hydrodynamique du degré carré. Ceux-ci incluent :

- Le type de végétation qui conditionne la quantité d'eau parvenant effectivement au sol et les flux évaporatoires.
- Le type d'encroûtement et d'autres données pédologiques comme la texture, la porosité et la profondeur d'apparition d'un horizon imperméable qui déterminent la part de l'eau qui s'infiltre et celle qui ruisselle.
- Le type de sol qui règle le stockage et le déstockage de l'eau infiltrée, par le biais notamment, de la profondeur d'enracinement.

Ce rapport, rédigé à l'issue d'une courte mission sur le terrain, constitue une note d'étape visant à :

- dégager les grands traits du milieu, susceptibles d'intervenir dans le cycle de l'eau,
- présenter les premières hypothèses sur les fonctionnements hydrodynamiques,
- proposer une série de mesures en vue de vérifier ces hypothèses,
- dresser une liste de thèmes de recherches, et par voie de conséquence, des moyens pour les mettre en oeuvre.

En premier lieu, nous présenterons une première synthèse des observations relatives à une toposéquence type de la région d'étude. La deuxième partie sera consacrée à quelques remarques sur le bassin versant de Sama Dey. Enfin, nous évoquerons les quelques notes prises lors d'une rapide prospection de l'ensemble du degré carré.

I - LA CARACTERISATION SOMMAIRE D'UNE TOPOSEQUENCE

I.1 - Méthodes

Le profil de la toposéquence, longue de 3 km pour une dénivellation de 60 m a été relevé à l'aide d'un clinomètre, les distances étant évaluées par le nombre de pas calibrés, recalés d'après la photographie aérienne. Six sites ont été sélectionnés et caractérisés par :

- leur état de surface

- couvert végétal : estimation du recouvrement ligneux et herbacé, hauteurs relatives, estimation de l'âge des jachères ou des champs cultivés, nature des espèces dominantes,
- surface du sol *sensu stricto* : type d'encroûtement superficiel, couleur, constructions des termites (nids et placages de récolte), micro et mésoreliefs, indicateurs d'érosion..

- organisations spatiales des différents états de surface

- le sol décrit dans une fosse profonde, lorsque les horizons étaient suffisamment meubles (environ 2,5m) complétée, le cas échéant, par un forage à la tarière (profondeur maximale atteinte : 5,4m).

Pour le site de brousse tigrée, deux fosses ont été ouvertes : l'une dans la bande de sol nu, l'autre dans le fourré.

Afin de ne pas alourdir le texte, nous utiliserons pour dénommer les croûtes superficielles, la typologie de CASENAVE et VALENTIN (1989). La clef de détermination (Figure 1) fournit une définition des abréviations utilisées dans ce rapport.

Quelques échantillons ont été prélevés en surface en vue :

- d'une analyse granulométrique,
- d'une mesure de la réflectance dans le domaine du visible et du proche infra-rouge, à l'aide d'un spectrophotomètre DK2 Beckmann
- d'un examen micromorphologique des croûtes superficielles (lames minces sous UV et microscopie à électrons rétrodiffusés).

Quelques mesures de réflectance ont été effectuées à l'aide d'un radiomètre de simulation Spot (Cimel). Elles ne concernent que le domaine du plateau cuirassé, l'appareil étant tombé en panne en cours de mission.

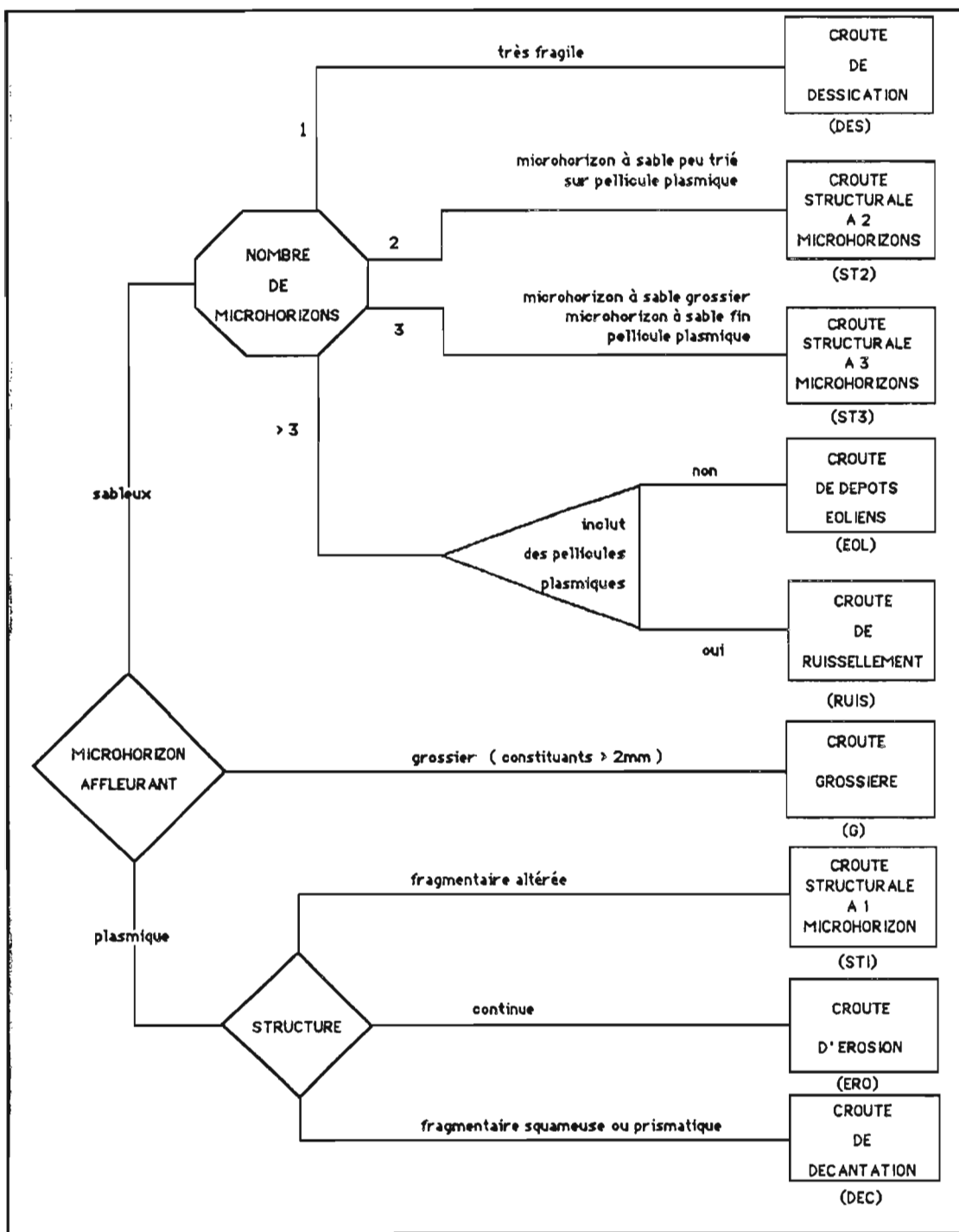


Figure 1.Clef de détermination des principales croûtes sahéliennes.
(CASENAVE, VALENTIN, 1989)

I. 2 - Les facettes topographiques

Schématiquement, le milieu se compose de trois grands ensembles : (Figure 2)

- le plateau cuirassé,
- son piémont sableux, encore appelé "jupe sableuse" (BOULET, 1968)
- le bas-fond.

Chacun de ces grands domaines se subdivise en unités bien distinctes.

I. 2.1 - Le plateau cuirassé

Comme le signale GAVAUD (1966), la cuirasse ferrugineuse qui recouvre les plateaux de grès du Continental Terminal date du Pliocène. La forme reconstituée de cette surface ancienne est celle d'une cuvette drainant vers le sud. Les pentes régulières ne dépassent pas 0,6 pour mille.

Sur les photographies aériennes et les images satellitaires, trois unités apparaissent sur ces plateaux : les zones couvertes par les brousses tigrées plus ou moins dégradées, les zones défrichées, le plus souvent associées à des ensablements, la bordure et le talus. Nous suivrons l'ordre de présentation qui respecte la topographie, partant du plus haut vers le plus bas.

a - L'ensablement de plateau

Description sommaire

Le site retenu correspond au point le plus haut de la toposéquence. Il appartient à un ensablement plan à flancs convexo-concaves, de forme plus ou moins elliptique (1 x 0,25 km). Suivant les informations recueillies auprès des habitants, le défrichement date d'un an. Des espèces ligneuses (*Prosopis africana*, *Sclerocarya birrea*, *Boscia senegalensis*) occupaient ces ensablements avant le défrichement (planche1.photo.1). Quelques pieds de ces espèces subsistent encore. La zone défrichée en 1989 n'a pas été semée en 1990.(planche1.photo.2).

Généralement ces ensablements sont bordés d'une bande ligneuse dense, à l'intérieur desquelles, on peut trouver des petites mares. Sur l'image Spot, ces formations apparaissent comme des taches claires (vertes à jaunes) avec leur contour marqué par une bande rouge bien nette.

D'après l'observation des photographies aériennes et des images Spot, ces "reliques" sur plateau semblent appartenir à des ensembles plus vastes et se situent dans le prolongement des jupes sableuses, qui débordent à partir des échancrures des plateaux.

Végétation :

Sur la zone défrichée, la strate herbacée est composée essentiellement de *Zornia glaberrima*.

Etat de surface : DES rouge 7.5YR 6/6 80%, ST3 15% ERO 5%

Le pourcentage de surface à croûte d'érosion augmente très nettement sur les flancs de l'ensablement jusqu'à s'inverser (ERO : 80%, ST3 : 15%, DES : 5%)

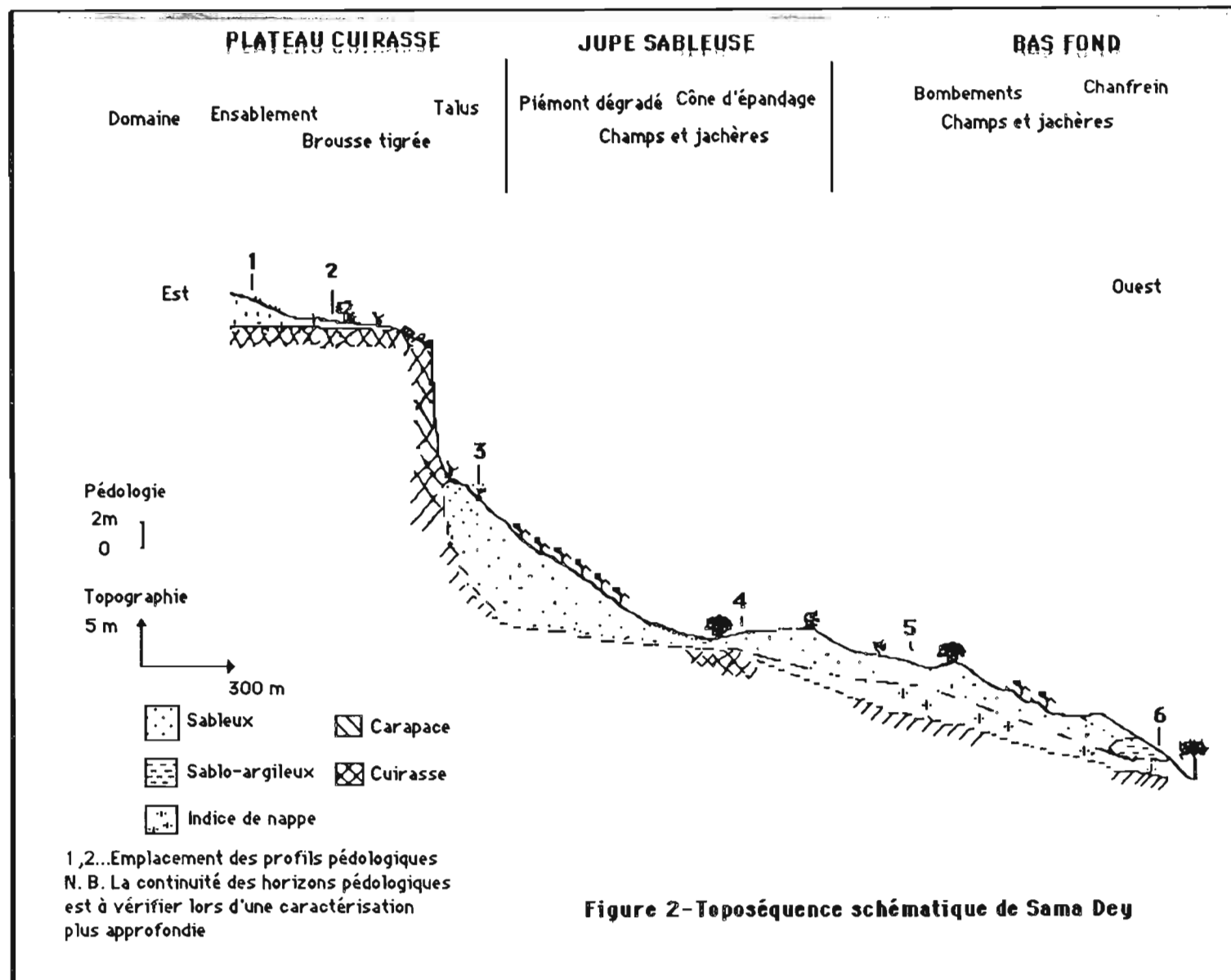


Figure 2-Toposéquence schématique de Sama Dey

Sol

Quelques traits majeurs méritent d'être soulignés :

- le profil est très sableux, jusqu'à 1,4 m, argile + limon < 10%.
- les premiers gravillons apparaissent à 2,4 m de profondeur, ce qui correspond sensiblement à l'épaisseur de l'ensablement estimé topographiquement,
- les racines atteignent au moins la profondeur observée, soit 2,4 m .
- une humidité très perceptible subsiste à partir d'un mètre de profondeur. Celle-ci est très probablement à relier à l'absence de couvert en 1989 (défrichement) et souligne le rôle de "mulch" limitant l'évaporation, bien connu pour les horizons superficiels sableux.

Hypothèses de fonctionnement

Infiltration : forte (70% ?)

Ruissellement : peu d'apport sur le plateau, à l'exception des flancs qui peuvent localement, contribuer à l'alimentation de flaques.

Evaporation : forte (dans l'hypothèse d'un couvert végétal)

Questions

- Très souvent cultivés en mil, ces ensablements doivent nécessairement être distingués du reste du plateau, en vue d'une modélisation hydrologique. Pour des conditions de sol voisines, et un même couvert cultural, il serait intéressant de comparer les bilans hydriques d'un site sur un ensablement sableux et un site de jupe sableuse. Le principal facteur de variation serait alors la pente. Pourrait-on mettre en évidence l'existence de flux latéraux, absents des plateaux ?
- Quelles relations entretient la végétation naturelle avec la brousse tigrée environnante ?
- Ces ensablements restent-ils stables à moyen terme ou se dégradent-ils sous l'effet de la culture ?
- Quel est l'âge de ces ensablements ? Sont-ils des reliques d'un ensemble plus vaste datant de l'erg ancien auquel appartenaient les jupes sableuses ? ou correspondent-ils à des remaniements plus récents ?

PLANCHE 1. LE PLATEAU CUIRASSE

1. Les ensablements

Défrichement par brûlis,
en vue d'une prochaine mise en culture.
En arrière plan jachère sur un ensablement
de plateau.

PHOTO 1

Ensablement limité par la première bande
de fourrés de la brousse tigrée
Site défriché en 1989 et non semé en 1990
Emplacement du profil 1
sableux jusqu'à 2,4 m

PHOTO 2

2. La brousse tigrée

- 1) Croûte de décantation
- 2) Croûte fragmentée par des placages
de termites et les herbacées
- 3) Front dynamique d'avancement
et placages de termites
- 4) Fourré dense

PHOTO 3

Bande de sol nu (60 m de largeur)
A gauche front pionnier et strate herbacée
Au centre croûtes d'érosion dominantes
et croûtes gravillonnaires
A droite zone de senescence constituée
d'arbres morts

PHOTO 5

3. Profils pédologiques

Profil 2a sous le fourré
litière importante
en surface
texture argilo sableuse
abondance de racines
et de cailloux
apparition de la cuirasse
à 65 cm

PHOTO 4

Profil 2b au centre de
la bande de sol nu
croûte d'érosion en surface
texture argilo sableuse
forte charge caillouteuse
cuirasse à 60 cm

PHOTO 6

PLANCHE 1 LE PLATEAU CUIRASSE

1. Les ensablements

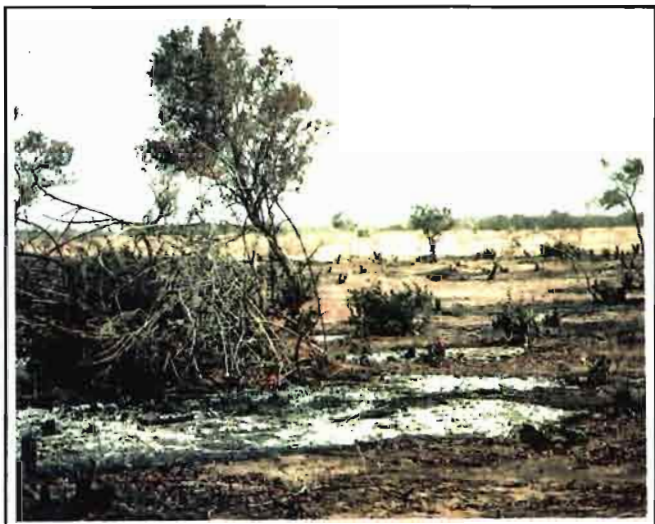


PHOTO 1



PHOTO 2

2. La brousse tigrée



PHOTO 3



PHOTO 5

3. Profils pédologiques

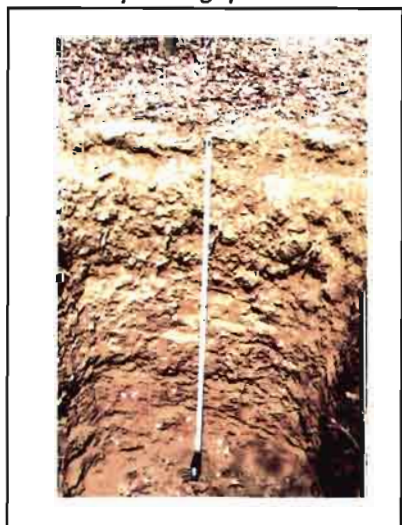


PHOTO 4

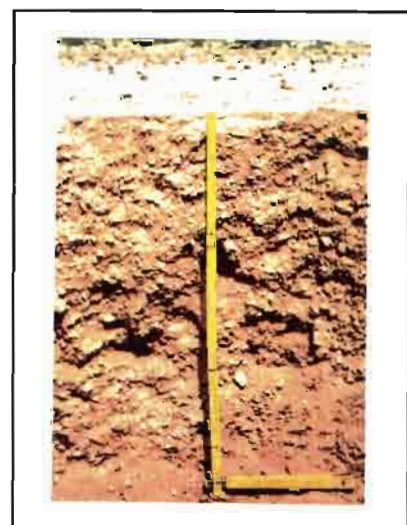


PHOTO 6

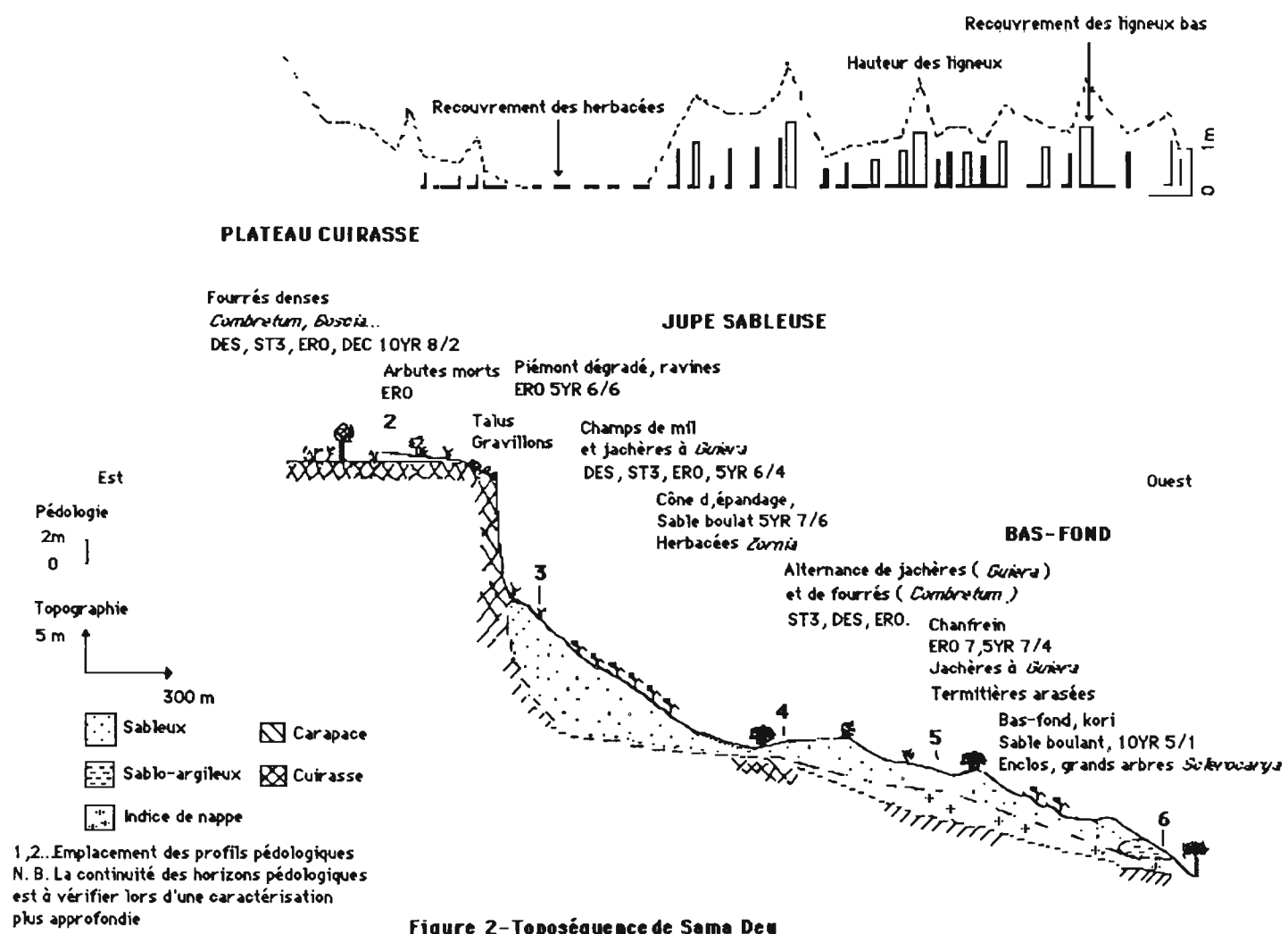


Figure 2-Toposéquence de Sama Deg

b - Le plateau couvert de brousse tigrée

Description sommaire

C'est une formation classique constituée d'une alternance de bande de sols nus (40-60 m) et de bandes végétalisées (20-30 m).

Tableau .1. Principales caractéristiques des brousses tigrées en fonction de la latitude (d'après GAVAUD, 1966).

Latitude	Pluviométrie	Largeur Fourré	Longueur Bande nue	couvert
15°N	400 mm	40 m-150 m	0,8-2 km	21 %
13°30'	600 mm	35 m-70 m	0,8-2 km	34 %
12°30'	750 mm	20 m-50 m	0,2-0,8 km	30 %

Sur le site étudié, ces bandes sont plus ou moins bien organisées, parallèlement à la bordure du plateau et semblent prendre une organisation concentrique au centre du plateau. Il faut noter la dégradation de la brousse tigrée par rapport à l'observation des cartes topographiques de 1955 et des photographies aériennes de 1976, celle-ci est due en partie aux prélèvements de bois par les villageois, les zones les plus dégradées sont situées plus près des routes.

La surface du sol

La figure 3 présente la distribution de six principaux types de surface le long d'un transect de 74 m prenant son origine au centre d'un fourré amont jusqu'au centre d'un fourré aval. Il s'agit, estimé tous les mètres, du pourcentage occupé par chaque grand type de surface .

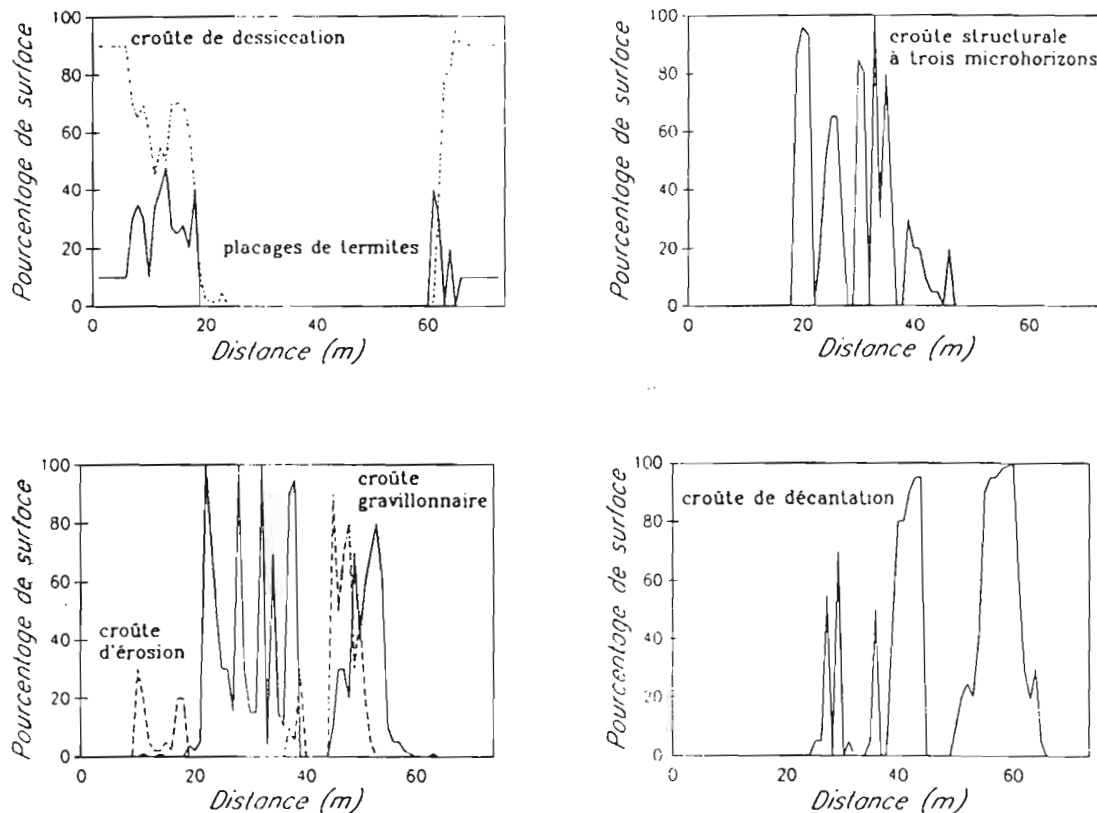


Figure 3 : Variation de la surface du sol depuis le centre d'un fourré de brousse tigrée jusqu'au centre du fourré suivant

Plusieurs zones peuvent être ainsi définies le long de ce transect :

- Le fourré proprement dit (0-9 m), caractérisé non seulement par le couvert dense ligneux mais aussi par la présence d'une litière quasi-continue sur une croûte de décantation très poreuse du fait de l'activité faunique (DES), (planche 1, photo.3)

Végétation: *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Acacia ataxacanthum*, *Guiera senegalensis*, sous bois de *Gardena* 10%, lianes (naji en zarma) quelques grands arbres: *Cassia sieberiana*, *Combretum glutinosum*, *Acacia macrostachya*, recouvrement herbacé faible, graminées, litière 80%

- La zone de "senescence" (9-22 m) où les placages de termites se multiplient à la faveur des branches mortes tombées au sol. L'ouverture de la canopée entraîne la disjonction du sable et des éléments fins en surface ainsi que la formation de croûtes structurales à trois micro-horizons.

Végétation : *Boscia angustifolia*, *Combretum micranthum*, *Boscia senegalensis*

- La bande nue (22-60 m) : trois grands types de croûtes s'y développent de manière plus ou moins imbriquées. Toutefois, les croûtes d'érosion et gravillonnaire prédominent à l'amont, les croûtes de décantation à l'aval.(planche 1, photo.5)

- Le "front dynamique d'avancement" du fourré (60-68 m) : croûtes de décantation, de plus en plus fragmentées sous l'effet de la levée des herbacées et du marcottage

naturel des ligneux. Les résidus végétaux (herbes et feuilles mortes) favorisent l'activité de récolte des termites.

Végétation : herbacées: *Zornia glochidiata* + graminées annuelles
arbustes: *Gutera senegalensis*

- A nouveau le fourré (68-74 m).

D'amont en aval, s'exprime ainsi la séquence évolutive classique de l'encroûtement : DES, ST3, ERO, G, DEC.

Sol (planche1.photos 4 et 6)

Points saillants :

- texture argilo-sableuse (environ 35% d'argile et 10% de limon),
- forte charge caillouteuse dès 5-10 cm de profondeur, pouvant atteindre 70 à 80% en volume,
- apparition de la cuirasse d'altérite de grès ferruginisé entre 60 et 80 cm,
- absence d'horizon hydromorphe ou éluvié au-dessus de la cuirasse,
- le profil sous le fourré se distingue de celui de la bande nue par une plus forte porosité d'origine faunique (termites) et par une densité de racines très nettement supérieure,
- l'absence d'horizon superficiel enrichi en sable sous le fourré milite en faveur d'une dynamique des fourrés davantage contrôlée par l'eau que par le vent.

Hypothèse de fonctionnement

Infiltration : La figure.4 illustre les hypothèses infiltration - en termes de pourcentage (Ki) - que l'on peut émettre en appliquant à la combinaison des surfaces, présentées en figure 3, les valeurs fournies par CASENAVE et VALENTIN (1989).

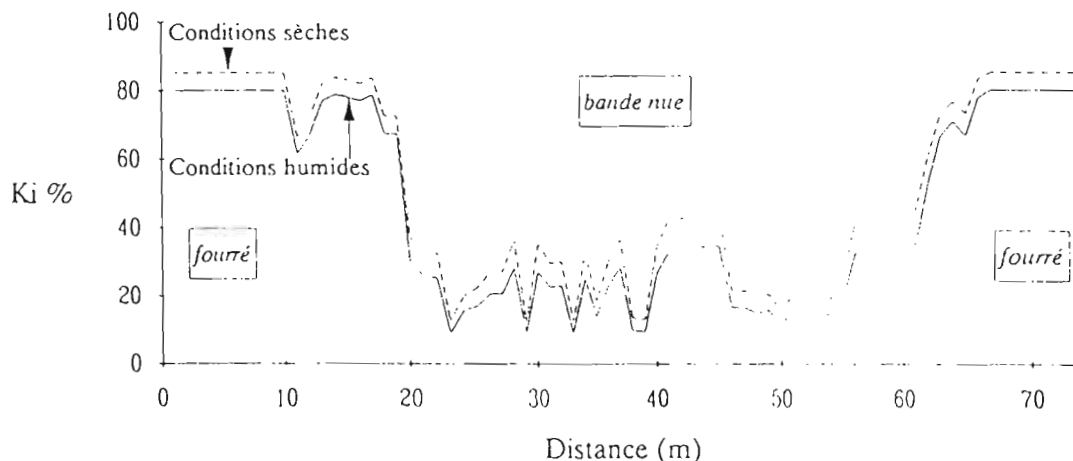


Figure 4 : Estimation du coefficient d'infiltration (Ki) le long du transect à travers la brousse tigrée à l'aide de la typologie de CASENAVE et VALENTIN (1989)

Ruissellement : localement élevé dans les bandes nues, son extension dans l'espace est très certainement limitée (abondance des croûtes de décantation).

Evaporation : rapide à partir des nombreuses flaques de la bande nue (croûtes de décantation),

Evapotranspiration : élevée dans les fourrés.

L'ensemble brousse tigrée semble s'organiser avec un système d'auto-régulation, plutôt endoréique au centre du plateau. Même si la pente est faible (0.5%), le ruissellement des bandes nues alimente partiellement les fourrés. Des mares peuvent se former en bordure amont des fourrés.

Questions

- Jusqu'à quelle profondeur, l'eau, les racines, voire la méso-faune (termites) pénètrent-elles dans la cuirasse ? L'absence d'horizon hydromorphe ou éluvial semble indiquer une certaine infiltrabilité à ce niveau.
- Il conviendrait d'étudier le ruissellement à différentes échelles. Pour la plupart des événements pluvieux, les fourrés jouent, très probablement, le rôle de "bandes d'absorption". Qu'en est-il pour les pluies d'intensité "exceptionnelle" de fins de saison des pluies ?
- Quelles méthodes adopter pour suivre l'humidité et les tensions sur ces sols très caillouteux ?
- La profondeur d'apparition de la cuirasse est-elle uniforme sur l'ensemble du plateau ? Une étude plus fine le long d'un transect partant de l'ensablement jusqu'au talus permettrait de répondre à cette question. Si aucune règle n'apparaît alors clairement, une étude géostatistique pourrait être entreprise.
- Si le fonctionnement dynamique actuel des brousses tigrées paraît grossièrement éclairci (AMBOUTA, 1984), il en reste à préciser la genèse et certaines modalités fonctionnelles, en particulier en fonction du cycle de vie des différentes espèces en présence. Il faudrait évaluer l'impact des prélèvements de bois sur l'organisation et la pérennité de ces formations sur le plan écologique, profil d'enracinement..?
- Comparer les différents documents disponibles: cartes topographiques (1955 et 1976), photographies aériennes et images satellitaires (MSS, 1972, 1973, SPOT, 1986, 1988) pour évaluer les changements survenus et prévoir éventuellement l'évolution des brousses tigrées.

c - La bordure de plateau et le talus

Description sommaire

La bordure du plateau consiste le plus souvent en une auréole de bande nue plus large que dans la brousse tigrée.

Le talus est une zone intermédiaire entre le plateau et la jupe sableuse. Celui-ci est constitué essentiellement de gravillons sombres, quelques rares arbustes, la pente est forte 35%

Végétation : *Gulera senegalensis*

Surface du sol

La surface de la bande nue qui ceinture les plateaux est constituée pour moitié de croûte grossière (G) et de croûte d'érosion. L'érosion en nappe peut, localement, entraîner la formation de micro-marches.

Le talus proprement dit, à pente très marquée - 25-35%, présente une surface à forte charge grossière : 40% de blocs de cuirasse, parfois affouillés en petites grottes, 20% de pierres et 5% de cailloux. Le reste de la surface est couverte de sable éolien libre (15%) ou formant une croûte structurale à trois microhorizons (ST3 : 20%). Quelques termitières s'y développent.

Hypothèses de fonctionnement

Infiltration : faible à en juger les types de croûte,

Ruissellement : très marqué si l'on se réfère à l'érosion de l'aval,

Evapotranspiration : probablement limitée au talus.

Questions

- Quelle est la part du plateau alimentant le ruissellement des talus ? Cette question rejoint celle du ruissellement "en grand" de la brousse tigrée.
- Quelles relations floristique et dynamique entretiennent la végétation du talus et la brousse tigrée ?

1.2.2 - La jupe sableuse

Description sommaire:

Elle est constituée d'un ensemble sableux rouge homogène (5YR 6/4) qui se présente en placage à la base des plateaux cuirassés.(planche2.photo.1)

Cette formation est attribuée à des dépôts éoliens de l'erg ancien ? datés de l'Ogolien (10 à 20.000 ans), mais il peut y avoir des remaniements récents? La largeur de ces dépôts autour des plateaux est assez régulière (et forme une auréole d'environ 800 m de largeur) qui se distingue nettement sur l'image Spot par une couleur vert clair à vert moyen. On peut distinguer deux zones dans cette jupe :

a - une partie de piemont dégradée

La pente est de l'ordre de 5%, (planche2.photo.2)

Végétation : *Guiera senegalensis*

Surface du sol

Le réseau hydrographique bien entaillé sur 3 m délimite des croupes convexes sur lesquelles s'individualisent :

- en sommet de croupe (30%), des surfaces enherbées à recouvrements sableux peu encroûtés (DES) où tendent à disparaître, sous les sables apportés par le ruissellement, des taches circulaires nues plus encroûtées (ERO),
- sur les flancs plus pentus des croupes : croûte d'érosion (ERO), avec une érosion en nappe et linéaire très marquée. Les nombreux *Guiera senegalensis* déchaussés témoignent de la rapidité des processus érosifs (planche2.photo.5).

Sol

Sol observé sur fosse jusqu'à 2,4 m, à la tarière jusqu'à 5,4 m ,

- profil très sableux (moins de 15% d'argile), très rouge (2,5 YR), meuble,
- les quelques débris de cuirasse qui apparaissent à partir d'1,75 m ne présument pas de l'épaisseur de la couverture sableuse qui doit atteindre en piemont son développement maximal, 7 m ?
- les radicules descendent jusqu'à 3,4 m.

Hypothèses de fonctionnement

Infiltration: élevée sous les buttes sableuses enherbées, drainage rapide et très profond,

Ruissellement : très marqué sur les croûtes d'érosion,

Evapotranspiration : probablement lente.

Questions

- Quelle est la profondeur de l'ensablement de piémont ?
- Quelle est la part de l'eau écoulée sur le talus qui s'infiltre dans cette couverture sableuse ?
- Quels sont les écoulements dans les cours d'eau qui collectent les impluviums de talus et de rebords de plateaux ?

b - La zone de champs et de jachère

Description sommaire

La pente diminue progressivement de 4 à 3%, les buttes sableuses s'étendent, elles sont colonisées par des herbacées et quelques arbustes bas (<1m).

Plus bas, les plages enherbées sableuses (DES) dominent par rapport aux plages lisses érodées, des jachères et des champs cultivés apparaissent (planche2.photo.3).

Dans les parties basses, les zones cultivées en 1989 dominent par rapport aux jachères (10%), elles ont été défrichées en vue de recevoir les semis pour 1990 (coupes de repousses de *Guiera*), les ravines d'érosion deviennent de moins en moins profondes.

Végétation: *Combretum micranthum*, quelques *Combretum glutinosum* isolés (5m), *Guiera senegalensis* herbacée: *Zornia*, *Eragrostis*

Surface du sol pour les jachères : DES 75%, ST3 15%, ERO 10% pour les champs : C1 97%, ERO 3%.

A l'aval de cette jupe sableuse, s'est développée une zone d'épandage. C'est une bande plus ou moins large (40m), constituée de sable bouillant rouge clair, limitée dans sa partie aval, par une bande de ligneux haute, parallèle à l'axe du kori principal, la pente est faible (<2%) La partie amont présente un recouvrement herbacé important, disposé en croissant (25 à 50%). Le lit des cours d'eau de moins en moins profonds tend même à disparaître (planche2.photo. 4)

Sol

Aucune fosse n'a été ouverte dans cette zone. Il est probable que les sols diffèrent peu (texture, couleur, porosité, ...) de celui décrit précédemment. Toutefois leur profondeur se réduit ; la cuirasse affleure même localement, à l'aval de la jupe.

Hypothèses de fonctionnement

Infiltration : élevée, drainage rapide et profond.

Ruissellement : très limité,

Evapotranspiration : élevée et lente.

Questions

- Quel est l'âge de ces formations? Y a-t-il eu des remaniements récents ?
- La disparition du système hydrographique semble correspondre peu ou prou, non seulement à la fin de la jupe sableuse, mais aussi à l'apparition de nappes. Quelle part de l'écoulement superficiel de la jupe, voire du plateau, nourrit effectivement la, ou les nappes à l'aval ?
- Depuis quand ces zones sont elles cultivées ?
- Quelle est la dynamique de reconstitution des états de surface après mise en culture ? à comparer avec les ensablements de plateaux.

PLANCHE 2. LA JUPE SABLEUSE

**Vue de la jupe sableuse rouge en piémont
des plateaux cuirassés
Les axes des ravines sont marqués par
les alignements de ligneux**

PHOTO 1

1. Le piémont dégradé

**Sommet de croupe convexe
du piémont dégradé
Croûtes d'érosion dominantes (1)
Croûtes de dessiccation
sur micros buttes sableuses (2)
Erosion en nappe (a) et linéaire (b) marquée
Zone du profil 3 (5,4 m) non visible**

PHOTO 2

2. Champs jachères

**Zone de champs de mil
et de jachères
pente faible (3%)
Faible couvert arboré
Au fond buttes témoins limitant
le bassin versant**

PHOTO 3

3. Cône d'épandage

**Ravine d'érosion ,
dans la partie piémont
de la jupe
Guiera déchaussés
témoignant de la rapidité
des processus érosifs
à la fois linéaires et
laminaires**

PHOTO 5

**Zone aval de la jupe,
cône d'épandage
sable bouillant clair
le lit des ravines devient
moins important
et tend à disparaître
Dans le fond plateau cuirassé**

PHOTO 4

PLANCHE 2. LA JUPE SABLEUSE



PHOTO 1

1. Le piémont dégradé

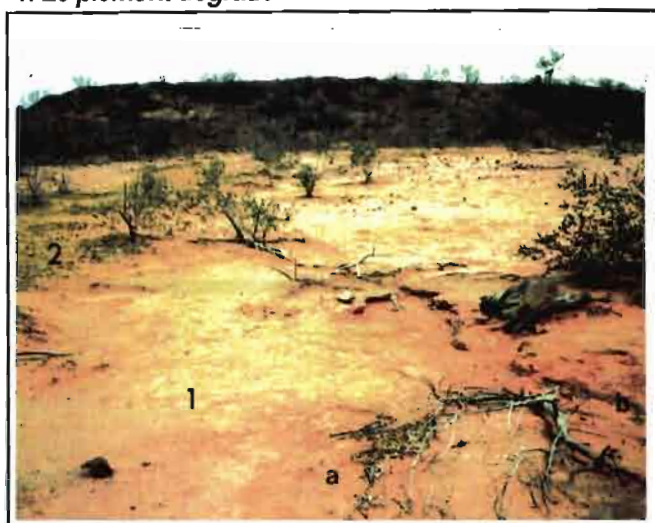


PHOTO 2

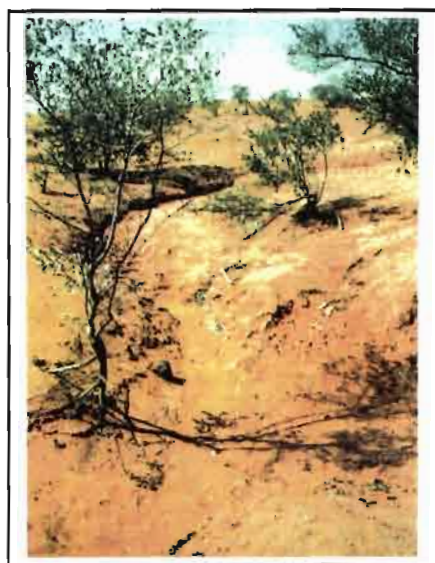


PHOTO 5

2. Champs jachères



PHOTO 3

3. Cône d'épandage



PHOTO 4

1.2.3 - Le bas-fond

Il constitue la dernière partie de ce transect jusqu'à l'axe du kori. Il s'identifie sur les images Spot par une zone bleue claire entrecoupée de réseaux rouges correspondants à des axes secondaires, soit parallèles soit perpendiculaires alimentant le lit principal. Sur le terrain, cette zone se marque surtout par le changement de couleur des sables qui deviennent plus clairs (blanc, 7.5YR 7/4), mais également par la pente qui est faible $\leq 1\%$.

On distingue deux zones dans le bas-fond : la première est constituée d'une alternance de bombements occupés par des jachères ou des champs cultivés et limités par des fourrés plus ou moins denses. La seconde zone correspond au "chanfrein", partie convexo-concave, fortement dégradée en bordure du lit principal (zone plus claire, blanche sur les images Spot)

a - Les bombements

Description sommaire

Ces différents bombements sont limités par des fourrés ou axes d'écoulement des eaux. Ces zones sont marquées par des replats ou des contrepentes très dégradées ($< 10\%$ de recouvrements arbustifs). Ces zones recueillent sédiments grossiers et humidité favorable au développement des ligneux (75%). La diversité arbustive reste faible, ce qui laisse supposer que ces zones d'écoulement ont fait l'objet de défrichement à une époque (< 20 ans ?)

On trouve une alternance de jachères anciennes et assez récentes et de champs cultivés (leur âge étant évalué par le recouvrement et la nature des ligneux bas, leur hauteur, le recouvrement et la composition de la strate herbacée) (planche3.photo.1). Dans la partie supérieure de cette formation à proximité de la jupe, la végétation semble plus importante et bien développée, des zones denses d'arbustes verts peuvent se rencontrer. Plus on s'approche des chanfreins, plus ces jachères semblent dégradées, des termitières arasées forment de grandes taches circulaires blanches bien lisses (planche3.photo.2). Des ligneux bas colonisent ces milieux post-culturels, l'envahissement peut être très rapide si les conditions d'humidité stationnelle sont favorables. Ils forment des populations à structures verticales et horizontales relativement homogènes (hauteur variant de 0.5 à 2 m, le recouvrement varie de 10 à 50% suivant le stade successional, la strate herbacée peut être très réduite dans les stades pionniers ou très dégradés ($< 10\%$). Le stade immédiatement post cultural est marqué par la présence d'une herbacée appelée "etciniakadjé" en Zarma. Le recouvrement herbacé peut dépasser parfois 50 voire 75%, à ce stade seules les taches arrondies de termitières limitent leur recouvrement.

Végétation:

Gutera senegalensis, *Boscia angustifolia*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, herbacées: *Eragrostis* sp, *Aristida mutabilis*, *Zornia glochidiata*, parfois *Cenchrus biflorus*

Surface du sol :

Jachères : DES 65%, dont 30% recouverts par des placages de termites, ST3 30%, ERO à algues 5%, assez nombreux terriers.

Champ : C1 98% avec 2% de placages de termites, ERO sur les termitières arasées 2%.

Sol

Deux fosses ont été ouvertes, l'une en jachère, l'autre plus en aval dans un champ.

• jachère :

- sol rouge (5YR), très sableux (moins de 10% d'argile), meuble,
- cuirasse verdâtre sur altérite de grès, à 1,95 m,
- horizon plus blanc au-dessus de la cuirasse,
- enracinement sur l'ensemble du profil au-dessus de la cuirasse.

• champ :

- sol plus jaune (7,5 YR), très sableux (moins de 10% d'argile), meuble
- absence de cuirasse jusqu'à 2,65 m profondeur de la fosse,
- horizon éluvié à taches rouges (10 R 4/4) légèrement indurées à partir de 2,35.
- l'enracinement n'excède pas 2,35 m.

Hypothèses de fonctionnement

Infiltration: élevée, drainage ralenti en profondeur par la cuirasse, vraisemblablement hydromorphe, une circulation de nappe est probable dans l'horizon éluvié au-dessus,

Ruissellement: limité,

Evapotranspiration : assez lente.

Questions

- La cuirasse est-elle continue et comment varie sa profondeur ?
- Quelle est la continuité et l'extension de la nappe, voire des nappes ?
- Quelle en est la dynamique : recharge, vidange ?
- Quelle est l'origine de ces bombements, ensablement découpé par le réseau hydrographique, ou remaniements plus récents ?
- Quelle est la dynamique du réseau hydrographique actuel ?
- L'axe d'écoulement parallèle au cours d'eau principal, au contact entre la jupe sableuse et le bas-fond, est-il relictuel d'un "kori" maintenant ensablé, ou au contraire un axe de "kori" naissant ?
- origine des bombements?
- âge des défrichement et périodicité des culture, pratiques culturales

PLANCHE 3. LE BAS-FOND

1. Les bombements

**Jachère, zone limitée par
des axes d'écoulement d'eau où apparaissent
des contre-pentes
Végétation arborée équenne
(Profil 4 sableux jusqu'à 1,90 m
zone où apparaît la nappe au dessus
de la cuirasse)**

PHOTO 1

**Zone de termitières arasées au milieu
d'un champs de mil, formant des
grandes plages claires avec une
croûte d'érosion en surface
Au loin l'axe principal du kori
marqué par des ligneux denses
En arrière plan, les plateaux tabulaires
limitant le bassin versant à l'ouest**

PHOTO 2

2. Le chanfrein

**Jachère très dégradée
dominance de croûtes d'érosion 1
et micros buttes sableuses 2**

PHOTO 3

**Jachère dégradée . Partie convexe
reliée à l'axe du kori, marqué par des
grands arbres et des fourrés denses**

PHOTO 4

PLANCHE 3. LE BAS-FOND

1. Les bombements



PHOTO 1



PHOTO 2

2. Le chanfrein

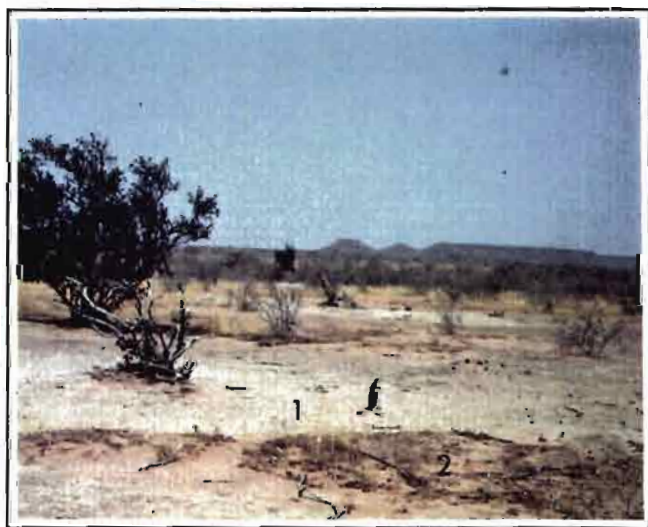


PHOTO 3



PHOTO 4

b - Les chanfreins

Description sommaire

Ils marquent la zone de raccord entre les bombements et le kori (planche3.photo.3). C'est une zone à tendance convexe, à pente forte 5%, à surface claire très dégradée, les croûtes d'érosion sont dominantes, entaillées par des griffes d'érosion.

Le lit principal est couvert de sable clair bouillant. Il peut être plus ou moins large. Dans les parties les plus larges, des enclos verts de manioc ou d'arbres fruitiers, manguiers ont été installés. Sur certaines parties, il peut être bordé de grands arbres (>15 m) (planche3.photo.4).

Végétation : *Sclerocarya birrea*

Surface du sol : ERO grise 70 %, DES sur des micro-butttes sableuses enherbées bien délimitées 30%.

Sol

- sol assez jaune (7,5 YR), argilo-sableux (30% d'argile dès 40 cm), meuble jusqu'à 40 cm, assez dur dessous,
- horizon à taches rouges (2,5 YR 4/8) indurées, poreux à 1,7 m,
- horizon blanchi (10YR 6/4) à partir de 2,1 m s'indurant en carapace très peu poreuse, au moins jusqu'à 2,6, profondeur de la fosse,
- l'enracinement atteint 2 m.

Hypothèses de fonctionnement

Infiltration : limitée sous les croûtes d'érosion, drainage ralenti en profondeur.

Ruissellement : élevé,

Evapotranspiration : faible.

Questions

- Quelle est la dynamique de la nappe ?
- Cette nappe est-elle reliée aux nappes situées plus en amont ?
- Ces chanfreins, déjà individualisés sur les photographies aériennes de 1955, se sont-ils étendus depuis ?
- La formation de ces chanfreins est-elle à imputer à la seule position topographique ou doit-on y voir l'effet des défrichements ?
- Quelles sont les parts respectives des écoulements superficiels et profonds alimentant la vallée de Banizoumbou ?

II. - LE BASSIN VERSANT

II.1 - Remarques générales

Sa surface approximative est de 22 km². Il est relativement étroit en forme de triangle, assez encaissé vers le nord (8 x 5 km). Le kori principal débouche dans la vallée bien marquée de Banizoumboum qui continue ensuite jusqu'à Dantiandou pour atteindre finalement le Dallol Bosso sur sa bordure occidentale.

La dénivelée du bassin est relativement faible : 50 m pour 3 km. Les pentes sont minuscules, peu marquées du bas-fond jusqu'en bordure de la jupe sableuse rouge puis augmentent rapidement jusqu'au talus (< 5%). La pente du talus est de 35%.

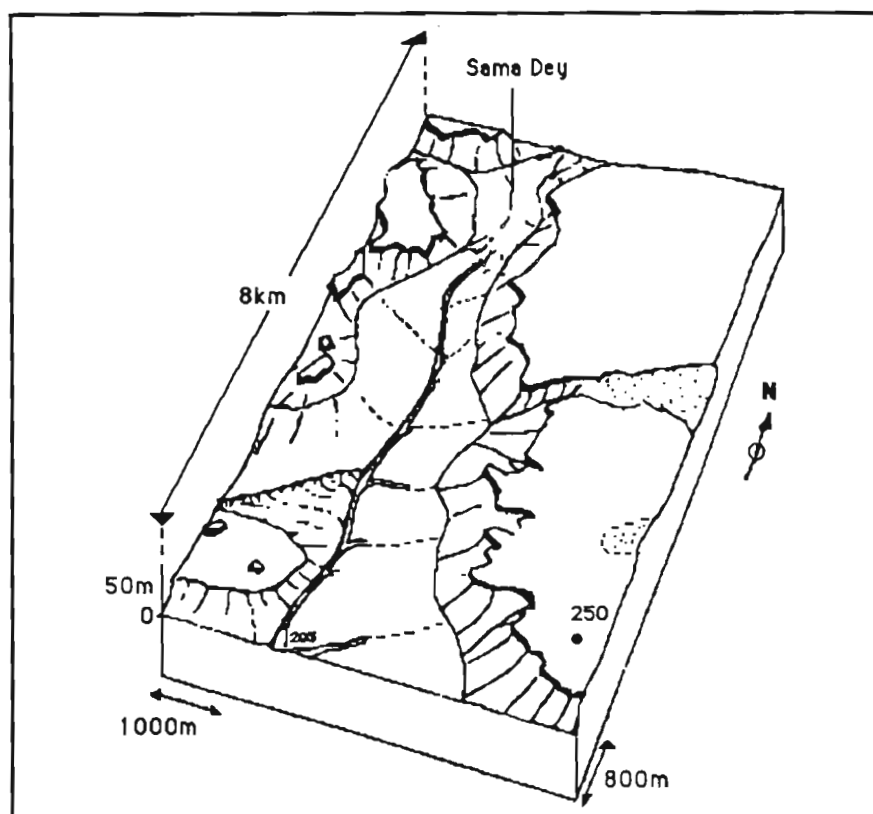


Figure 5. Bloc diagramme du bassin versant de Sama Dey

II.2 - Situation par rapport aux autres bassins

Ce bassin est limité au nord ouest par des petites buttes témoins dont la taille diminue du nord au sud pour ne former que de petits pointements à l'extrême sud ouest. La partie orientale est bordée d'un plateau plus vaste où des formations de brousses tigrées sont bien développées.

Une zone plus basse assez complexe apparaît, dans la partie centrale, à l'ouest avec un réseau de fourrés anastomosés entre des zones de jachères. Les circulations de l'eau superficielle dans cette partie ne semblent pas très organisées ou difficiles à appréhender.

La jupe sableuse paraît plus continue et régulière à l'est qu'à l'ouest. Les ravines sont bien marquées.

Tableau2. Les différentes unités identifiées sur le bassin.
Estimation des surfaces à partir d'une classification de l'image Spot du 24 Octobre 1988.

PLATEAU 42%	cuirasse bord de plateau	7%
	sols nus	20%
	fourrés	12%
	ensablement	3%
JUPE 15%	piémont dégradé	4%
	Jachères et chanfreins	11%
BAS-FOND 43%	jachères	32%
	fourrés	5%
	chanfreins	6%

Par rapport à la zone centrale et aux autres bassins versants environnants, Sama Dey est beaucoup plus petit et surtout présente peu de surfaces cultivées. Les bassins de Fandou Berl ou de Banka ont des surfaces qui varient de 30 à plus de 100 km², les plateaux cuirassés prennent une proportion mineure (entre 18 et 30%) par rapport à la surface occupée par les jachères ou champs de mil (>40%). Les chanfreins sont toujours réduits (<10% de la surface). La vallée de Banizoumboum apparaît dans une grande zone dépressionnaire où l'on note la présence de sables blancs bouillants.

Bien que le bassin de Sama Dey semble se différencier par sa forme des autres bassins de la région centrale du degré carré, on y retrouve la même organisation des états de surface.

II. OBSERVATIONS DIVERSES SUR LE DEGRE CARRE DE NIAMEY

Quatre secteurs ont fait l'objet d'observations. On a noté les principaux éléments du paysage ainsi que les états de surface dominants. Ces quatre secteurs ont été choisis pour leur organisation spatiale et leur fonctionnement hydrodynamique. Ils se marquent également bien sur l'image Spot par des couleurs différentes (planche4).

III.1- Le secteur nord-ouest de Niamey entre Tillabery et Kone Beri

C'est une zone qui apparaît sur l'image Spot comme une grande plage homogène bleue claire légèrement pointillée de rouge. Sur les cartes topographiques de 1955, ce secteur était couvert de brousse tigrée. Il s'agit à présent de plateaux avec des ensablements rouges très dégradés qui ont été "surcultivés" et présentent de grandes plages de sols nus (croûtes d'érosion) et quelques micros buttes sableuses qui sont cultivées en mil (planche4.photo.1). Quelques arbres subsistent mais très peu (2%) et très dispersés (*Acacia albida*, *Balanites aegyptica*, *Combretum glutinosum*). *Acacia Albida* subit des ébranchages pour l'élevage caprin.

En bordure du fleuve Niger, les plateaux cuirassés sont relativement proches des terrasses, la transition est assez brutale, la cuirasse d'altérite est affleurante. Ces grands ensembles sombres tranchent nettement avec les bordures sableuses claires. On retrouve la jupe sableuse dans l'axe des vallées, cultivées en mil essentiellement. Les chanfreins sont peu développés. La population d'arbres verts est importante.

Ce secteur est particulièrement dégradé, ceci étant dû à une intense mise en culture des ensablements de plateaux.

III.2 - Le secteur sud ouest, Damari

En rive droite du fleuve Niger, les palmiers Doums appartiennent à deux espèces bien vertes qui se développent sur les terrasses et les formations sableuses jaunes claires. Les plateaux cuirassés apparaissent très sombres en arrière plan.(planche4.photo.2). La dénivelée est importante (la terrasse se situe à 191m, en contact direct avec le plateau qui peut atteindre 215m, il n'y a pas de formations "intermédiaires").

Plus au sud, les plateaux cuirassés apparaissent bien découpés, la brousse tigrée semble plus resserrée. Les vallées bien marquées sont peu larges (3 km). L'organisation est la même que celle rencontrée sur le reste du degré carré avec la jupe sableuse de piémont rouge fortement ravinée puis les jachères et les cultures de mil plus à l'aval (planche4.photo.4).

Vers Damari, les vallées, moins bien marquées sont larges et sableuses, la brousse est plutôt pointillée avant de s'organiser en bandes au centre du plateau.

III.3 - Le secteur central, Wankama, Maourey

On observe une alternance de plateaux cuirassés plus ou moins découpés, larges ou en buttes témoins, couverts de brousse tigrée relativement bien organisées. Ces plateaux délimitent des vallées larges cultivées ou en jachères (>5 kms). Parfois les plateaux peuvent présenter des échancrures permettant à la jupe sableuse de s'étaler plus largement. Il peut y avoir deux niveaux cuirassés dans certains bassins, dont l'un affleure sur le versant (ex : Maourey, cuirasse de glacié?).

Dans certains bassins où les villages sont importants les zones de chanfreins peuvent couvrir une surface plus grande (ex : Bani Kossey). Les vallées de Dantlandou sont fortement cultivées, on note la présence de parcs arborés (*Acacia albida*).

PLANCHE 4. CORRESPONDANCE - TERRAIN (Fevrier 1990) - IMAGES (Octobre 1988)

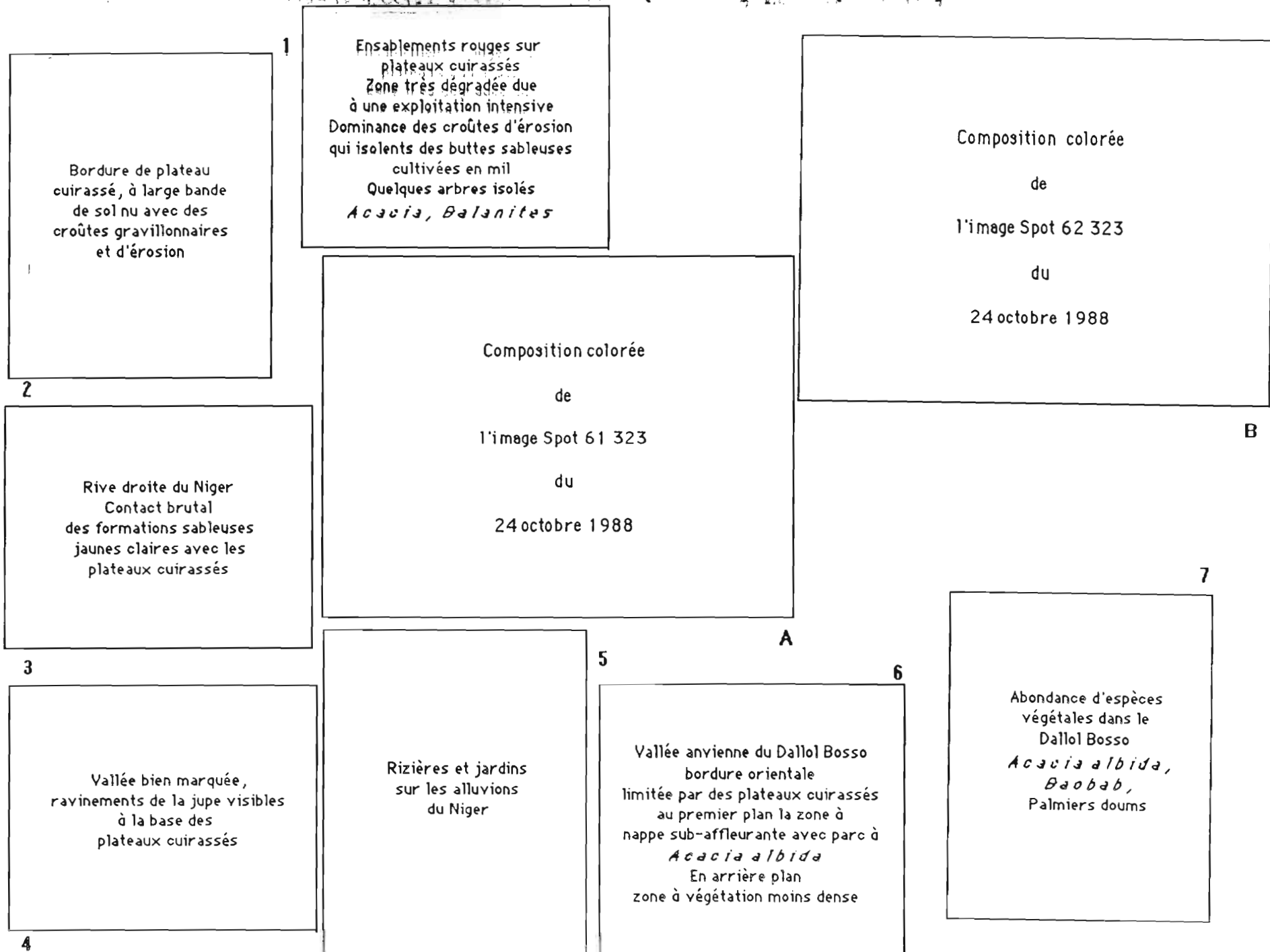
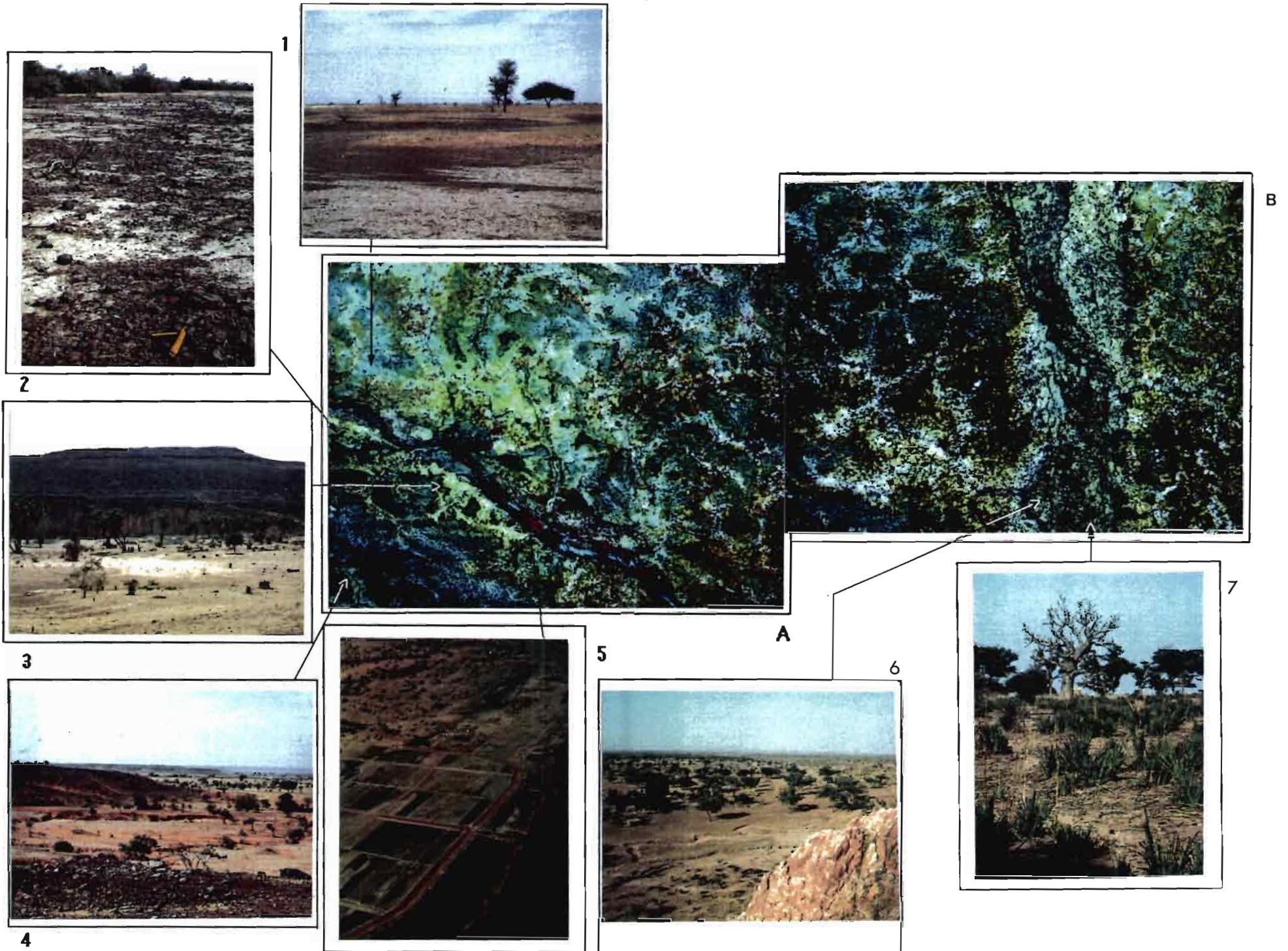


PLANCHE 4. CORRESPONDANCE - TERRAIN (Fevrier 1990) - IMAGES (Octobre 1988)



III.4 - Le secteur sud est, le Dallol Bosso (de Harikanassou à Kiota)

Il s'agit d'une vallée ancienne très large (10 km de largeur), datée du Quaternaire et à présent recouverte d'alluvions et formations sableuses grises à jaunes claires. L'ensemble est plat et intensément cultivé en mil. De nombreux villages peuls se sont établis au sud. La végétation arbustive est variée (*Acacia albida*, doums, baobabs, *Balanites aegyptica*...). On observe quelques cordons sableux orientés longitudinalement sur lesquels de nombreuses pousses de palmiers Doums peuvent se développer. Des mares permanentes avec des enclos et des jardins bien verts se rencontrent dans la partie la plus méridionale (planche6.photo.6). La bordure orientale du Dallol est marquée par un alignement de plateaux bien découpés à sommets tabulaires. La transition est nette (dénivelée : 50 m et plus, sur 50 m) (planche4.photo.5).

CONCLUSION

D'une manière générale, tant la toposéquence de Sama Dey, que l'ensemble du bassin constituent des milieux à endoreisme amont et à perméabilité aval. En d'autres termes, l'évapotranspiration doit constituer un des termes majeurs du bilan hydrologique, les écoulements de surface devant être limités à la fois dans l'espace et à certaines facettes du paysage et dans le temps à des événements pluvieux particuliers.

Pour prédire la dynamique des formations arbustives et herbacées, il faut évaluer les vitesses d'évolution des différents milieux. Celles-ci dépendent d'un certain nombre de paramètres :

- position topographique, pente,
- épaisseur de la formation superficielle,
- biologique (stock de graines présentes),
- agronomiques (durée d'utilisation continue, cycles culturels, temps de jachères, intensité des pratiques culturales).

Cette évaluation phyto-dynamique au niveau local et régional est importante pour caractériser des unités fonctionnelles à une petite échelle, compatible avec les objectifs de modélisation des flux hydriques géosphère-biosphère-atmosphère. Il est probable qu'une approche des terroirs villageois, permettant un zonage agro-écologique de l'espace soit nécessaire pour délimiter des unités fonctionnelles sur le plan hydrique.

Les résultats attendus des analyses en cours

L'analyse au spectrophotomètre devrait permettre de déterminer les bandes spectrales optimales pour discriminer au mieux ces diverses formations et prévoir éventuellement pour les prochaines missions des mesures spectrales plus appropriées.

Elles fourniront également des renseignements complémentaires sur la couleur précise de ces sols et l'on pourra évaluer leur teneur relative en hydroxydes de fer (goéthite et hématite) et kaolinite et gibbsite (important pour comprendre la formation de ces sols et estimer leur évolution).

Pour la suite de ce travail, quelques pistes peuvent être proposées:

Des missions de terrain en saison humide afin de :

- prélever des échantillons en vue d'une caractérisation pédo-hydrique,
- vérifier les hypothèses émises sur le fonctionnement de certaines unités et éventuellement prospecter sur d'autres zones présentant des

- singularités (double cuirassement exemple Maourey, ensablement blanc cultivés en mil sur plateau..., zone anastomosée à l'ouest de Sama Dey..)
- repérer différentes unités pour une cartographie extensive par U.L.M et pour des mesures radiométriques intermédiaires sur des sites tests.

Il est prévu d'acquérir des parties de scènes NOAA (Octobre 1988 coïncidant avec l'image Spot début 1988 et de travailler à partir des indices de végétation afin d'évaluer les transferts d'échelles et les modifications ou intégration des facteurs pris en compte.

Des tirages papiers de compositions colorées de scènes MSS de novembre 1972 et décembre 1973 ont été effectués afin d'observer les unités stables en saison sèche et en saison humide.

Pour la suite, il serait nécessaire de posséder pour la zone centrale de Sama Dey, deux scènes Spot (ou Thematic Mapper, dont les bandes spectrales semblent plus appropriées pour distinguer la couleur des sols grâce notamment à une bande spectrale dans le bleu) pour une analyse diachronique et composer des images multidates apportant le maximum d'informations sur les états de surface. Les dates proposées sont : mi mars (fin de saison sèche) mai juin (début du cycle des pluies). L'idéal serait de faire une campagne de mesures radiométriques et d'observations de terrain simultanément avec le passage du satellite afin d'avoir des points de calage sûrs et d'effectuer une classification en vue d'une cartographie la plus précise possible et extrapolable à l'ensemble du degré carré.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMOUBUTA K., 1984. Contribution à l'écologie de la brousse tigrée de l'Ouest nigérien. Thèse de Docteur ingénieur, Pédologie, Nancy I, 116p + annexes.
- BOULET R., 1968. Etude pédologique de la Haute-Volta. Région Centre-Nord. ORSTOM, Dakar, multigr., 351p. 1 carte à 1/500000.
- CASENAVE, VALENTIN C., 1989. Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. ORSTOM, Collec. Didactiques, 230 p.
- COURAULT D., 1990. Caractérisation des états de surface, en relation avec l'infiltration et le ruissellement, par télédétection au Niger. Premiers résultats Rapport CNES.
- GAVAUD M., 1966. Etude pédologique du Niger Occidental. Rapport général. Tomes II et III. Monographies des sols. ORSTOM, Dakar. Carte des sols au 1/500000.

Annexe 1

PROJET DE CARTOGRAPHIE GEOMORPHOLOGIQUE DU DEGRE CARRE DE NIAMEY

Corinne THEVOZ¹

Le but du projet est de présenter une carte géomorphologique qui mette en relation la topographie, les formes du paysage et les types d'occupation ou d'utilisation du sol avec les différents types de terrains, et les situe dans l'espace.

Cette mise en relation doit permettre par la suite d'effectuer une reconstitution de la morphogenèse, et, en procédant à une cartographie complémentaire des formations superficielles (Quaternaire), il sera possible d'esquisser alors l'évolution morphologique des paysages.

La superficie du degré carré ne pouvant pas être prise en compte totalement, vu la taille envisagée, le travail se fera essentiellement à l'échelle du bassin-versant. Il est prévu de déterminer tout d'abord les divers types de bassins-versants en présence, ainsi que d'en dégager les toposéquences les plus représentatives.

Il sera alors décidé du choix de quelques bassins-versants (3 ou 4), ce choix ne recouvrant pas forcément celui des autres partenaires, ce qui offre toute latitude d'agir ensuite à partir d'une base déjà établie sur les surfaces prises en compte par les autres disciplines. Les critères de choix des bassins-versants seront la taille, les conditions géologiques et climatiques.

Il est prévu de toucher aux quatre grands ensembles constituant le degré carré de Niamey, à savoir les rives droite et gauche du fleuve Niger, la région au nord de Niamey, ainsi que le Dallol Bosso, de façon à présenter des fractions représentatives de chaque ensemble, à l'échelle du 1:50.000ème.

Une carte détaillée de chaque type permettra de quantifier les surfaces de bassin, les surfaces d'infiltration, de mettre en évidence les chenaux d'écoulement, ainsi que la superficie et le comportement de différents types d'unités composant les bassins-versants. A partir de cette typologie de base, et dans la mesure du possible, les données récoltées seront extrapolées à l'ensemble du degré carré de Niamey, en passant par une extrapolation intermédiaire des bassins-versants élémentaires vers des bassins de plus grande importance.

La recherche se déroulera de la manière suivante :

- observation préliminaire à partir des photographies aériennes et élaboration des clés d'interprétation,

¹Université de NIAMEY

- reconnaissance du terrain (levés de coupes, éventuellement échantillonnage du sol et analyse granulométriques) et confrontation avec le point précédent,
- interprétation de la surface à cartographier,
- finalisation du canevas sur le terrain.

Ces différents points, notamment le contrôle sur le terrain, pourront servir de référentiel pour l'observation et l'interprétation des images satellites. Il est donc souhaitable de réserver des contacts réguliers avec l'avancée des travaux de télédétection.

Par ailleurs, en ce qui concerne les unités d'encroûtements et leur organisation selon des critères de répartition souvent complexes, la carte géomorphologique pourra constituer un canevas pour mettre au point des modèles de répartition selon les unités géomorphologiques, et établir une mise en liaison des types d'encroûtements ainsi que leur organisation spatiale avec la nature des terrains et les formes.

Enfin, selon l'intérêt du Département de Géographie, des étudiants en année de maîtrise pourront être intégrés au projet dans le cadre de leur travail de mémoire.

Annexe 2

Liste des espèces rencontrées dans la région de Banizoumbou

(non exhaustive), février 1990.

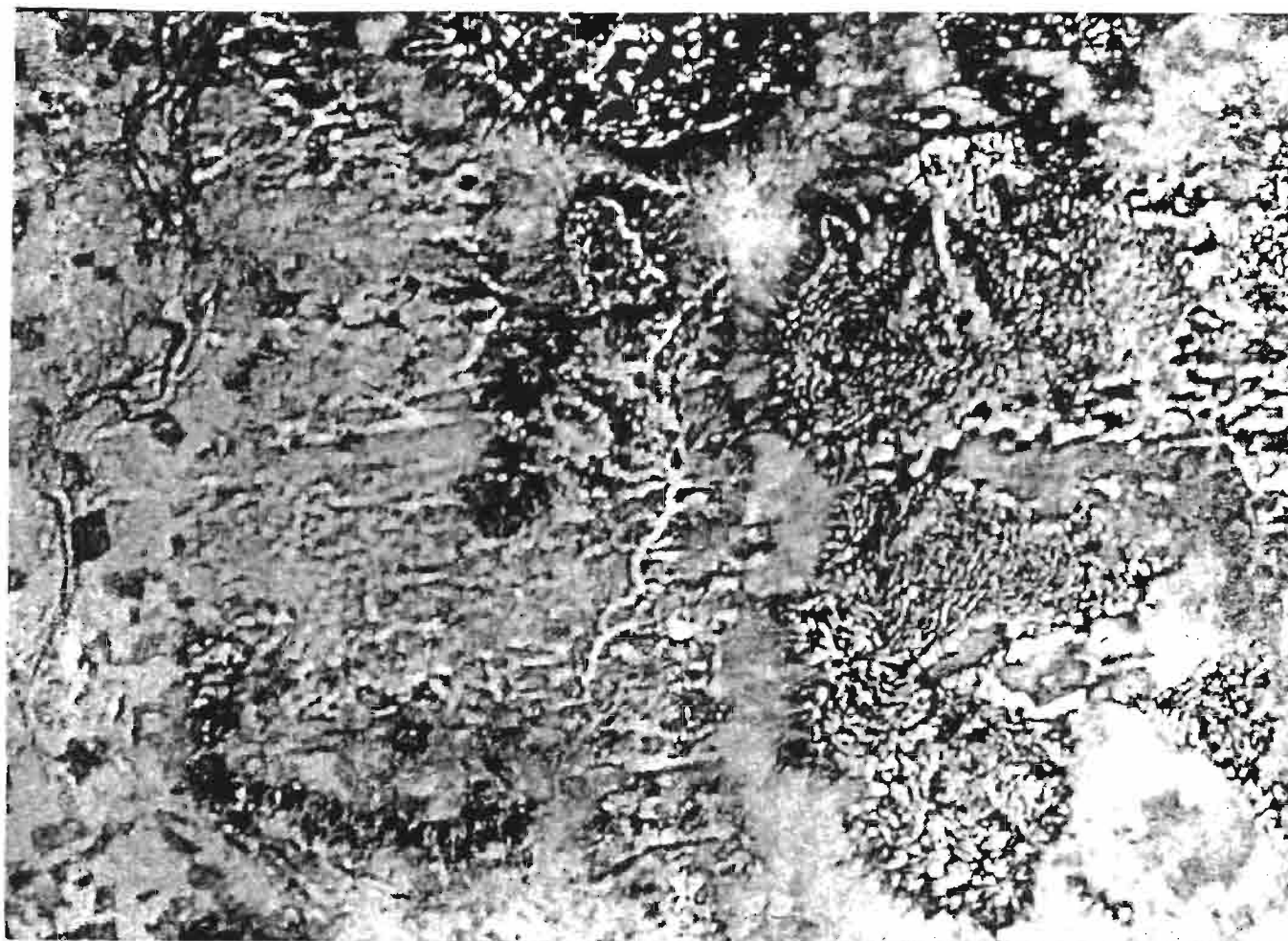
(* : recensées sur le "transect" Sama dey)

Espèces ligneuses

Nom scientifique	Nom zarma
* <i>Acacia albida</i>	gao
" <i>ataxacantha</i>	goumbi
* " <i>macrostachya</i>	"
" <i>nilotica</i> var. <i>adansonii</i>	baani, jetti
" <i>raddiana</i>	bissau
* <i>Agave sisalana</i>	
* <i>Bauhinia rufescens</i>	mamri
* <i>Boscia angustifolia</i>	hássou
* " <i>senegalensis</i>	anza (hausa)
<i>Balanites aegyptiaca</i>	garbei
<i>Calotropis procera</i>	
<i>Cassia sieberiana</i>	malga, sinsan
* <i>Combretum glutinosum</i>	kokorbé
* " <i>micranthum</i>	kubu
* " <i>nigricans</i>	deligna
* <i>Gardenia</i> sp.	qoyedeli, doqormi
* <i>Guiera senegalensis</i>	sabaré
<i>Euphorbia balsamifera</i>	
<i>Hyphaena thebaica</i>	(doum)
<i>Parinari macrophylla</i>	
* <i>Piliostigma reticulatum</i>	kouasse
* <i>Prosopis africana</i>	dargassa
* <i>Sclerocarya birrea</i>	diney
<i>Tamarindus indica</i>	bosay
<i>Ziziphus mauritania</i>	darey
" <i>mucronata</i>	korodarey
? (liane)	naji
?	tassa, say
?	say bomberi

Herbacées

<i>Aristida mutabilis</i>	
<i>Cenchrus</i> cf. <i>biflorus</i>	
<i>Cyperus</i> sp.	
Cucurbitaceae	tchankane
<i>Eragrostis tremula</i>	
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	
<i>Zornia glochidiata</i>	
?	itchiniakadjé
?	toboy barzou



600m

Nord



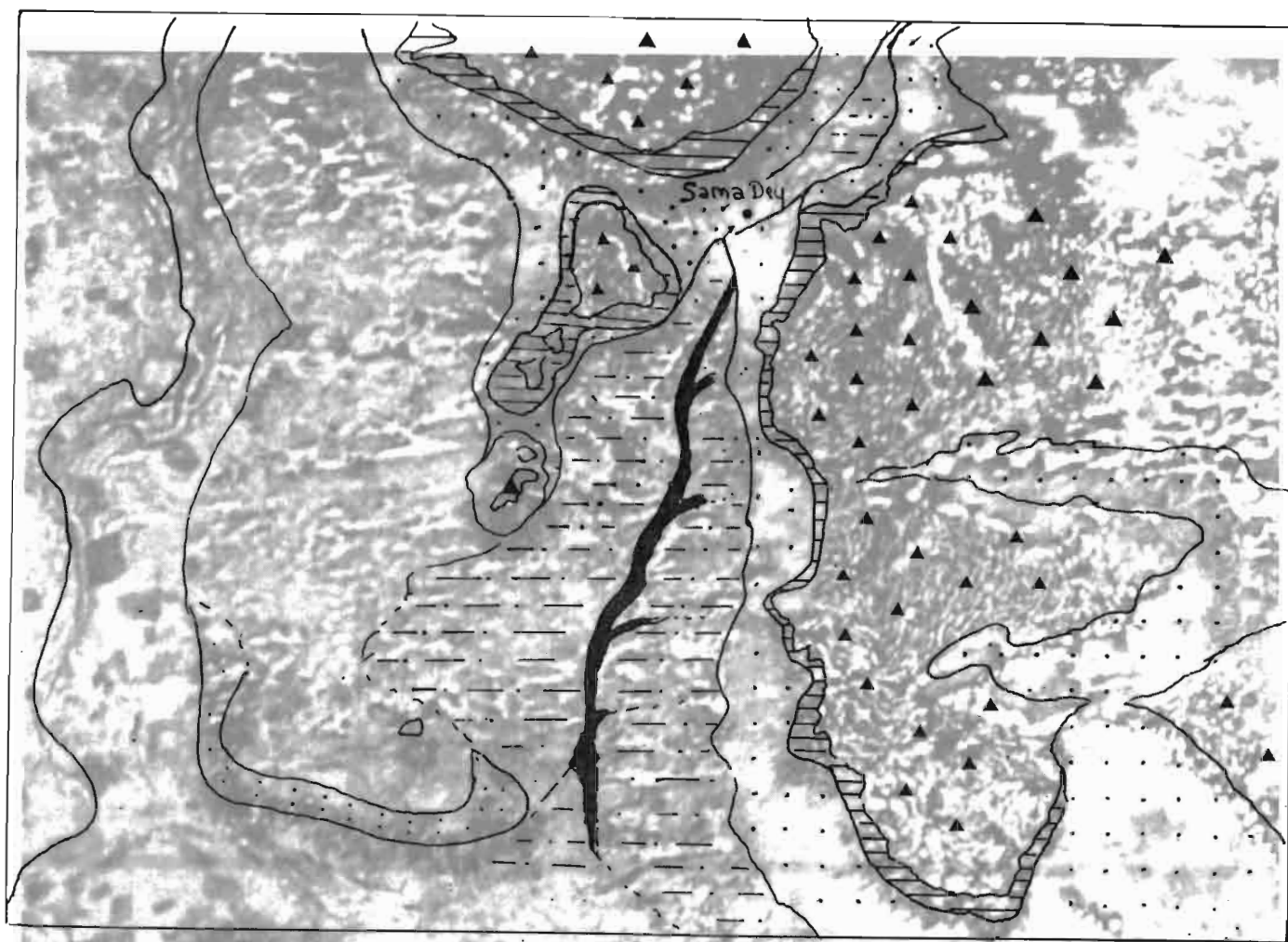
Le Bassin versant de Sama Dey

Délimitation des principales unités sur
l'Indice de végétation calculé à partir l'image Spot du 24 octobre 1988.

en blanc apparaît la végétation très active (fourré dense des brousses tigrées, axes
d'écoulement..)

en noir les bordures de plateaux cuirassés sombres et les sols très dégradés rouges

-  Plateau cuirassé et brousse tigrée
-  piémont dégradé
-  formations sableuses rouges (jupe et ensablements de plateaux)
-  bas-fond
-  chanfrein et kori



600m

Nord

Le Bassin versant de Sama Dey

Délimitation des principales unités sur

l'Indice de végétation calculé à partir l'image Spot du 24 octobre 1988.

en blanc apparaît la végétation très active (fourré dense des brousses tigrées, axes d'écoulement..)

en noir les bordures de plateaux cuirassés sombres et les sols très dégradés rouges

-  Plateau cuirassé et brousse tigrée
-  piémont dégradé
-  formations sableuses rouges (jupe et ensablements de plateaux)
-  bas-fond
-  chanfrein et kori