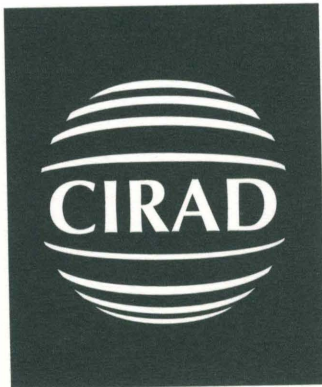


TG0 170/182  
Dalle

**REPUBLIQUE TOGOLAISE**

**MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL ET DE L'ENVIRONNEMENT  
DIRECTION REGIONALE DU DEVELOPPEMENT RURAL DES SAVANES**



**NOTICE DE LA CARTE DE L'EMPRISE  
AGRICOLE SUR LA ZONE DU PROJET  
FED-SAVANES**

Echelle : 1/50000

**C. FEAU**

**1993**

**CIRAD-CA** 20/04/1994  
Service des Publications, de  
l'Information et de la Documentation, de  
B.P. 5035 Documentation  
34032 MONTPELLIER Cédex France  
Tél. 67 61 58 00 - Fax: 67 61 59 21 France  
67 61 59 21

**CIRAD**

**Département des Cultures Annuelles  
Unité de Recherche "Facteurs et Conditions du Milieu"**

CA 940040

T60/182

## SOMMAIRE

### INTRODUCTION

### PRESENTATION DE LA ZONE CARTOGRAPHIEE

Délimitation  
Voies de communication  
Aménagements hydrauliques

### LE CADRE PHYSIQUE

Géologie  
Hydrographie  
Climat  
Morphopédologie

CIRAD-CA 20/04/1994  
Service des Publications, de  
l'Information et de la Documentation  
B.P. 5035  
34032 MONTPELLIER Cédex France  
Tél. 67 61 58 00 - Fax. 67 61 59 21

### ETABLISSEMENT DE LA CARTE

Les données satellitaires  
Autres données  
La méthode d'analyse des données satellitaires  
La "vérité-terrain"  
Traitement numérique  
Généralisation cartographique  
Réalisation du document final

### PRESENTATION DE LA CARTE

Définition du contenu des unités cartographiées  
Les unités

- les sols nus
- la végétation naturelle
- les formations herbacées
- la végétation naturelle dense, chlorophyllienne
- les savanes arborées ou arbustives
- la végétation arborée dense
- les cultures

### PRODUITS ANNEXES

### CONCLUSION

CA940040

+ Carte  
DT950096



## **INTRODUCTION**

Cette étude a été demandée au CIRAD-CA par la Direction régionale du Développement Rural des Savanes. Ce service du Ministère du Développement Rural et de l'Environnement de la République togolaise, avec le soutien du Fond Européen de Développement, mène dans cette région de nombreuses actions visant à une meilleure utilisation d'un espace rural densément peuplé : création de pistes, de réserves collinaires, ainsi que les actions habituelles d'appui à la production agricole. Le CIRAD-CA lui apportait sa contribution, jusqu'en décembre 1992, en réalisant sur cette zone une expérimentation d'accompagnement, en milieu contrôlé et en milieu réel.

## **PRESENTATION DE LA ZONE CARTOGRAPHIEE**

### **Délimitation :**

Elle est entièrement comprise dans la Région des Savanes, subdivision administrative la plus septentrionale du Togo. Les limites de la zone étudiée correspondent à celles de la zone d'intervention du projet FED-Savanes, amputée du diverticule de Gouloungoussi, situé à l'extrême nord-ouest du pays, qui n'était pas couvert par les images SPOT de la trace K 058. L'achat d'une image supplémentaire pour cartographier cette zone d'environ 50 km<sup>2</sup> n'a pas semblé indispensable.

La limite de la zone a été fixée de la manière suivante, en fonction des informations fournies par le projet :

- au sud, l'escarpement de la falaise des grès de Bombouaka,
- à l'est, en remontant vers le nord, elle coupe la butte témoin de Nandjoaré, suit la limite ouest de la forêt classée de la Fosse-aux-Lions, la rive gauche de la vallée de la Pambamou ; elle rejoint ensuite la frontière du Burkina-Faso par une ligne sinueuse passant par Nassablé, Tantouaré, Nadjoundi, Babigou.
- au nord, elle est constituée par la frontière du Burkina-Faso.
- à l'ouest par la frontière avec le Ghana, matérialisée au sud-est par la Biankouri.

Elle se trouve ainsi comprise entre les latitudes 10° 40' et 11° 08' Nord et les longitudes 0° 02' et 0° 12' Est.

### **Voies de communication :**

La zone est traversée par la route nationale n° 1 Lomé-Ouagadougou, bitumée. Elle est parcourue par un réseau assez dense de pistes réhabilitées et entretenues par le projet. Ces pistes assez étroites ne sont pas toujours faciles à repérer sur les images multispectrales à 20 mètres de résolution. Les pistes localisées avec certitude ont été reportées sur la carte. Elles ont été par ailleurs numérisées sous "MacDraw", afin de fournir au projet une base sûre pouvant être régulièrement mise à jour.



### **Aménagements hydrauliques :**

Le projet FED-Savanes réalise des retenues utilisées pour l'irrigation, l'abreuvement du bétail et les besoins domestiques. L'image satellitaire a permis de localiser avec précision ces retenues récentes ne figurant sur aucune carte existante. Avec les pistes, elles constituent sur la carte un point de repère essentiel.

## **LE CADRE PHYSIQUE**

### **Géologie :**

La région a fait l'objet d'une carte géologique à 1/200 000 ; nous résumerons très schématiquement sa notice :

Du nord au sud on rencontre les termes pétrographiques suivants :

- des formations cristallines, de composition granodioritique et monzonitique, d'un socle resté stable depuis l'orogénèse éburnéenne (2 000 Ma environ). Ce socle birrimien a subi un aplanissement. On y distingue essentiellement des migmatites, gneiss et orthogneiss indifférenciés ( PDM ) d'une part, et des granodiorites, tonalites et diorites quartzites indifférenciés ( PCγd ) d'autre part. La limite cartographique entre ces deux unités est figurée en pointillé (contour géologique supposé). Il nous a semblé que la vision d'ensemble que l'image SPOT donne du réseau hydrographique et des phénomènes d'érosion en particulier devrait permettre de préciser cette limite au nord de Tami.

- des formations de couverture de ce socle comprenant, de la base vers le sommet ( et du nord au sud ) :

- le groupe de Dapaong, (1 000 Ma environ) grès et grès-quartzites d'une puissance d'environ 80 m. Ils forment une grande dalle monoclinale de faible pendage SE (1,5 à 2 %).

- le groupe de la Fosse-aux-Lions ; cette formation pélitique ennoie les grès de Dapaong et constitue la base des versants dominés par la falaise des grès de Bonbouaka. La Koulougona y a fait son lit dans les colluvions recouvrant sa base, coulant d'est en ouest guidée par une faille. Les pélites et siltites s'étendent donc en rive gauche (sud) de cette rivière.

- les grès de Bombouaka : par leur falaise d'environ 100 m, dominant les 75 m des formations gréseuses supérieures de la Fosse-aux-Lions, ils donnent au paysage de la région un des ses traits les plus marquants. Ils présentent le même pendage que les grès de Dapaong.



### **Hydrographie :**

Le réseau hydrographique s'organise en fonction de deux axes perpendiculaires :

- la ligne de crête nord-sud empruntée par la route nationale n°1, qui partage les eaux vers la Volta Blanche à l'ouest, et vers l'Oti, lui même tributaire de la Volta Blanche, à l'est.

- le pendage des grès de Dapaong et de Bombouaka qui entraîne des écoulements nord-sud (vers la Koulougona sur les grès de Dapaong, vers l'Oti pour ceux de Bombouaka)

**Sur le socle**, en particulier, le réseau est de type arborescent penné (PDM) , avec pour axe principal à l'ouest la Biankouri ; les chenaux secondaires sont fréquemment ensablés, les tertiaires sont des bas-fonds séparant les interfluves élémentaires occupés par les villages. Ces bas-fonds n'ayant pas d'écoulement permanent, ce sont les secondaires qui constituent la ressource habituelle pour les besoins domestiques en eau. Sur les formations PCyd, on observe localement des configurations de type annulaire d'origine structurale, en particulier dans la partie sud-ouest du socle, au paysage moins structuré que dans le nord, ce qui a causé des difficultés d'analyse et de représentation des états de surface.

**Sur les grès**, le réseau hydrographique est beaucoup moins dense. Les axes principaux sont des rivières subséquentes de la falaise de Bombouaka, les secondaires des rivières conséquentes. Ces deux niveaux coulent dans des matériaux colluviaux issus des dalles gréseuses, carapacées ou non, sur lesquelles le ruissellement ne se concentre pas en chenaux tertiaires. Les ressources en eau sont très limitées sur ces formations. Les aquifères se trouvent à grande profondeur. Notons que l'image satellitaire donne une très bonne vision de la fracturation des grès de Bombouaka, et pourrait être utile pour la prospection de forages de faille. La nature et la répartition des ressources en eau a bien sûr guidé l'occupation humaine et par conséquent l'emprise agricole.

### **Climat :**

La pluviométrie annuelle moyenne est d'environ 1 000 mm à Dapaong, avec de fortes variations interannuelles. La saison des pluies s'étend de juin à octobre. Ces précipitations s'élèvent à 1350 mm sur la chaîne de l'Atacora au sud-est. Un gradient nord-sud sur la zone même du projet n'est pas à exclure, qui se traduit dans les calendriers culturels. Fin octobre, les cultures situées les plus au nord présentaient un état de maturité que n'atteignaient pas celles de la partie sud. Cette constatation pourrait être nuancée par les conditions édaphiques.



## **Morphopédologie :**

### **Le socle birrimien :**

Sur la ligne de partage des eaux, subsistent des témoins d'une surface cuirassée finitertiaire, recouvrant des vestiges de sols ferrallitiques tronqués jusqu'à l'altérite. Ces buttes d'autant plus remarquables qu'elles se trouvent le long de l'unique route bitumée, ne représentent qu'une faible superficie. Plus importants sont les glacis polygéniques qui raccordent ces surfaces anciennes aux axes de drainage. Au cours du façonnement de ces glacis à partir de la surface originelle mi-tertiaire, les altérites ferrallitiques ont été décapées. Les sols actuels sont des sols ferrugineux tropicaux : un horizon superficiel sans éléments grossiers, d'une épaisseur variable, de quelques décimètres, repose sur une nappe de gravats composée d'éléments de cuirasse, de blocs de quartz et de concrétions ferrugineuses.

L'aval de ces glacis est soumis à une reprise d'érosion qui en accentue la concavité. De nombreux départs de ravines l'entaillent, souvent jusqu'à l'altérite. Sur les matériaux basiques du PC<sub>γ</sub>D, on observe fréquemment un horizon planique à faible profondeur. Sur le socle granito-gneissique, cette reprise d'érosion dégage des affleurements en boules. Les glacis d'exposition nord-est, entre Timbou et Sinkassé, sont particulièrement affectés par cette érosion dont les effets sont visibles jusqu'à la ligne de crête .

### **Les grès de Dapaong :**

On y trouve des glacis de pente de 5%, conformes au pendage S-SE des grès. Un ruissellement intensif a dégagé les dalles de grès et des indurations quaternaires à l'amont de ces glacis. Les matériaux se sont colluvionnés à l'aval ; les rares cours d'eau y ont encaissé leur lit de deux à trois mètres.

## **ETABLISSEMENT DE LA CARTE**

### **Les données satellitaires :**

A l'exception, déjà signalée, du "diverticule" de Gouloungoussi, la zone d'action du projet FED-Savanes est entièrement située à l'ouest de la trace K 058 de SPOT 1 et SPOT 2. Nous avons donc commandé des images obtenues par redécoupage le long de la trace des deux scènes KJ 058-328 ( 6/10° sud) et KJ 058-329 ( 4/10° nord). La zone d'étude est alors couverte par les quarts de scène nord-ouest et sud-ouest ( QS 1 et 3) de cette nouvelle image, dont nous avons utilisé les deux visualisations photographiques au 1/ 50 000.

L'image retenue a été enregistrée le 2 novembre 1991. La mission de terrain a donc eu lieu à quelques jours près un an après cette acquisition.



### **Autres données :**

Les autres données consultées sont :

- la carte géologique au 1/200 000<sup>ème</sup> de l'ensemble de la zone et celle au 1/ 50 000<sup>ème</sup> de la région des grès de Dapaong et de Bombouaka.
- des photographies aériennes anciennes,
- une maquette à petite échelle de la carte pédologique levée par R. POSS, devant être publiée prochainement au 1/ 200 000<sup>ème</sup>.
- les cartes topographiques au 1/ 200 000<sup>ème</sup> et au 1/ 50 000 de Sanssané-Mango. Ces dernières coupures ont fourni les courbes de niveau numérisées en vue du calcul d'un modèle numérique de terrain.

Il faut y ajouter la connaissance du terrain qu'ont les agents du projet et qu'ils nous ont fait partager en nous accompagnant sur le terrain. Nous les remercions ici pour leur contribution essentielle à la réussite de la vérité-terrain.

### **La méthode d'analyse des données satellitaires :**

La visualisation sur papier des données satellitaires est une composition colorée en fausse couleur : les valeurs numériques (de 0 à 255) enregistrées dans les trois canaux sont traduites en couleurs selon une convention proche de celle adoptée pour les photographies aériennes en infrarouge "fausse-couleur" :

au canal XS1, enregistrant dans le vert-jaune, correspond une restitution en niveaux de bleu,

au canal XS2, enregistrant dans le rouge, correspond une restitution en niveaux de vert,

au canal XS3, enregistrant dans le proche infra-rouge, répondant à l'eau (absorption) et à la densité de la végétation (réflexion), est traduit en niveaux de rouge.

La composition colorée peut donc théoriquement comporter 256<sup>3</sup> couleurs différentes, soit plus de 16 millions. Dans la pratique, les comptes numériques les plus élevés, correspondant en général aux nuages, éléments les plus réfléchissants ne dépassant guère la valeur 150. Il reste tout de même 150<sup>3</sup> couleurs possibles sur la composition colorée - près de 3,5 millions -. Toute cartographie vise à représenter graphiquement des situations identifiées et caractérisées. Ces unités représentées ne peuvent être qu'en nombre limité. Il s'agit donc de regrouper (de classer) ces 3,5 millions de couleurs, ou de combinaisons de trois données numériques, en un nombre réduit de classes correspondant à des réalités significatives pour l'utilisateur de la carte. La cartographie, qu'elle soit réalisée par interprétation visuelle de la composition colorée ou par analyse statistique des données numériques, doit s'appuyer sur des clés d'interprétation des données qui, en général, ne peuvent être établies que par une tournée de "vérité-terrain".



### **La "vérité-terrain" :**

Cette tournée a eu lieu du 18 au 27 octobre 1992. Pour la détermination des zones d'apprentissage (ou zones d'entraînement), la démarche recommandée en toute rigueur consiste en un tirage aléatoire d'un nombre statistiquement significatif de zones témoin, ce qui suppose l'établissement préalable d'un plan parcellaire. Cette procédure est irréalisable dans le cas du Nord-Togo, en raison des difficultés d'accès à certaines parties de la zone, de l'exiguïté de la plupart des parcelles cultivées, de l'hétérogénéité de la végétation naturelle. La vérité-terrain a donc consisté en une identification sur l'image d'un nombre aussi élevé que possible de zones homogènes, représentatives du plus grand nombre de situations (avec un processus de feed-back entre l'image et le terrain au fur et à mesure de l'amélioration de notre compréhension de la zone), parfaitement localisées sur l'image et localisables sur le terrain sans confusion possible. Les pistes, les retenues collinaires, les carrières, les allées de fromagers, les bois de tecks, ont fourni des points de repère particulièrement utiles. 100 zones test ont ainsi pu être décrites dont 59 ont été retenues comme échantillon pour l'analyse statistique des données numériques. Les nombreuses observations effectuées au cours de ces déplacements ont été mises à profit au cours de la phase d'amélioration de la classification.

### **Traitement numérique :**

Le traitement des données numériques a été réalisé grâce au logiciel de traitement d'image DIDACTIM, sur micro-ordinateur.

La classification des données a porté sur les trois canaux bruts XS1, XS2, XS3, complétés par deux combinaisons de canaux : l'indice de végétation et l'indice de brillance. La classification n'a porté que sur la zone d'intervention du projet ; les zones voisines, présentant des différences assez importantes pour perturber la classification de notre zone d'intérêt prioritaire, ont été masquées. La méthode de classification barycentrique a donné les résultats les plus réalistes. Toutefois, la première classification appliquée à l'ensemble de l'image a fait apparaître de nombreuses "confusions radiométriques" : des états de surface différents sur le terrain ont des radiométries assez voisines dans tous les canaux pour que l'analyse statistique soit incapable de les différencier. Il est apparu que ces confusions se produisaient entre des états de surface situés dans des paysages géologiques différents. Nous avons donc intégré à la classification un canal "géologique" complémentaire comportant trois valeurs numériques différentes pour le socle birrimien, les "grès" de Dapaong et les pélites de la Fosse-aux-Lions, du talus des grès de Bombouaka.



### **Généralisation cartographique :**

Les cartes des états de surface obtenues à partir d'images satellitaires classées sont le plus souvent issues directement de la classification, munies d'un habillage cartographique (écritures, topographie, réseau hydrographique...). Elles présentent donc une juxtaposition pointilliste de pixels ; les contours entre les unités résultent des différences de couleur entre ces unités, qui comportent elles-mêmes de nombreuses impuretés. La lisibilité en est diminuée, et la précision, liée à la fiabilité statistique de la classification, est illusoire.

### **Réalisation du document final :**

Pour pallier à ces difficultés, le fichier de l'image classée a été récupéré avec ARC/INFO sous le module GRID. Une première généralisation a pu alors être effectuée avec le regroupement de pixels de façon à obtenir des unités homogènes. Cette image a ensuite été vectorisée puis retravaillée avec les modules ARCEDIT et ARCPLOT d'ARC/INFO. Les limites ont été lissées pour donner au document un aspect plus traditionnel et donc plus lisible. Les informations graphiques utiles à la compréhension de la carte tels que : la légende, le plan de situation, le réseau de voies de communication ont été saisis automatiquement.

Ce fichier ainsi obtenu a été converti au format MACINTOSH adobe illustrator puis traité avec un restiteur de films de précision, sorte de scanner à tambour dont le laser impressionne un film photographique. Chacun des quatre films correspondant aux couleurs primaires ont été ensuite imprimés en offset.

## **PRESENTATION DE LA CARTE**

### **Définition du contenu des unités cartographiées :**

Le capteur d'un satellite enregistre, sous forme numérique, la quantité de lumière réfléchie par les objets rencontrés par les rayons solaires à la **surface** de la terre, dans trois fenêtres de longueurs d'onde pour SPOT (jaune, rouge, infra-rouge). L'association de deux ou plusieurs de ces objets peut être : des sols nus, la partie supérieure d'un couvert végétal, l'habitat, etc... Les valeurs numériques fournies traduisent donc l'état global de cette surface au moment de la saisie (l'acquisition) de ces données. Les documents issus de ces données sont généralement appelés "cartes des états de surface" (J. KILIAN, 1979). Le document produit est de ce type. Parmi ces états de surface, certains résultent directement de l'activité agricole ; le titre de la carte : "carte de l'emprise agricole" résulte de la principale préoccupation des commanditaires de cette étude, la compréhension de la répartition spatiale des systèmes de culture.

### **Les unités :**

Les unités cartographiques ont été regroupées dans trois sous-ensembles liés au substratum géologique. En effet, si l'on y retrouve, du moins pour les deux plus étendus (le socle birrimien et les formations de Dapaong) les mêmes systèmes de culture, les lois de leur répartition dans le paysage sont différentes. Leurs états de surface différents à la date de prise de vue ont par ailleurs nécessité une segmentation préalable de l'image selon ce même critère.

Certains types d'occupation sont propres à l'un de ces sous-ensembles : il va de soi que l'on ne rencontrera pas les dalles de grès nu sur le socle birrimien. D'autres se rencontrent sur deux ou trois de ces sous-ensembles. Pour éviter des répétitions, après avoir récapitulé les 17 unités cartographiques, nous les regrouperons en faisant apparaître les différences, de contenu ou de répartition, qui peuvent apparaître entre les sous-ensembles.



### **Le socle birrimien (unités 1 à 8)**

- Unité 1 : fonds de vallée sableux
- Unité 2 : sols nus, carapace
- Unité 3 : végétation naturelle dense, chlorophyllienne à
- Unité 4 : couvert graminéen dominant
- Unité 5 : savane à strate arbustive ou arborée de densité variable
- Unité 6 : cultures peu couvrantes et jachères herbacées ("champs de brousse")
- Unité 7 : cultures peu couvrantes sur sols très lessivés ("champs de brousse" de sommet d'interfluve)
- Unité 8 : cultures associées denses ("champs de case")

### **Les formations de Dapaong (unités 9 à 14)**

- Unité 9 : végétation naturelle dense, chlorophyllienne à la date de prise de vue
- Unité 10 : savane à couvert arboré clairsemé (carapace et sols nus)
- Unité 11 : couvert arboré dense
- Unité 12 : affleurements de grès
- Unité 13 : cultures peu couvrantes ("champs de brousse")
- Unité 14 : cultures associées denses ("champs de case")

### **Les grès de Bombouaka (unités 15 à 17)**

- Unité 15 : végétation peu couvrante, éboulis, graminées, jachères et cultures
- Unité 16 : savane arborée
- Unité 17 : couvert arboré dense

Hors classification, ont été figurés les retenues d'eau, les bois de tecks et les plantations d'anacardiens.

### Les sols nus :

Il s'agit en fait de sols minéraux bruts d'origines diverses :

- les fonds de vallée sableux (unité 1) :

On ne les rencontre que dans les parties aval des principales rivières du socle birrimien. Ils traduisent l'érosion qui a lieu sur les parties amont de ces bassins versants.

- les sols nus gravillonnaires ou carapacés sur socle birrimien (unité 2) :

Ils sont représentés dans la partie nord de la carte, à proximité de la route nationale, c'est-à-dire sur la ligne de partage est-ouest des eaux. Les buttes carapacées sur altérite ferrallitique ont été rattachées à cette unité.

- les affleurements de grès (unité 12) : Cette unité correspond à des surfaces de roche nue, en dalles présentant le pendage général des grès de Dapaong.

### La végétation naturelle :

- Les formations herbacées :

Elles ne sont représentées sur la carte que par l'unité 4 : couvert graminéen dominant. Elles n'occupent que de faibles superficies et correspondent à des situations pédoclimatiques particulières : ces formations à graminées de courte taille (*Andropogon sp.*, *Loudetia sp.*) traduisent un pédoclimat très contrasté : engorgement durable en saison des pluies, dessèchement rapide en saison sèche.

On les rencontre donc aussi bien sur les versants des bas-fonds, à proximité de l'affleurement de la carapace, où elles sont liées aux suintements de la nappe soutirante, qu'en tête de ces bas-fonds, où elles occupent des zones subcirculaires, perchées sur le glacis, où se concentrent les eaux de ruissellement et les eaux de drainage latéral du glacis. En bordure de bas-fond, elles servent uniquement de parcours, alors qu'en tête, elles portent quelques parcelles de riz de nappe.

- La végétation naturelle dense, chlorophyllienne à la date de prise de vue :

Cette dénomination recouvre plusieurs formations différentes, que l'analyse des données n'a pas permis de séparer :

1) sur le socle ( unité 3) : cette formation correspond essentiellement à la végétation des fonds de vallée : graminées, témoins de forêt-galerie, pour les axes de drainage primaires et secondaires, pelouses rases servant de parcours dans les bas-fonds tertiaires ; les rizières et les jardins maraîchers de faible étendue que l'on peut y rencontrer n'ont pas pu en être distingués. Sur les formations PC $\gamma$ D, de Goussiète à Tonte, le réseau de bas-fonds se désorganise du fait d'une érosion poussée dans un milieu lithologique



hétérogène (nombreuses passées de roches basiques). Dans ce milieu peu cultivé, où les sols sont fréquemment des planosols, les ravines et leurs versants sont occupés par une végétation buissonnante assez dense, présentant la même réponse radiométrique.

2) sur les formations de Dapaong (unité 9) : ce sont les formations herbacées de la plaine de la Koulougona et du cours aval de ses affluents de rive droite provenant de grès de Dapaong. Là encore, à la date de prise de vue, les rizières, que l'on peut observer par exemple entre Nano et Doré, sont impossibles à distinguer de la végétation naturelle.

- Les savanes arborées ou arbustives (unités 5, 10 et 16) :

La composition floristique de cette savane soudanienne dégradée dépend du degré d'anthropisation du paysage : dans les zones les plus cultivées dominant le néré et le karité. Dans les zones moins cultivées, en particulier sur les grès de Dapaong, les combrétacées sont les plus représentées. Sur le socle, ces formations se rencontrent en bas de glacis, où elles prennent la place qu'occupent les champs de case plus en amont. Compte tenu de l'érosion qui frappe cette partie du glacis, et y tronque parfois les sols jusqu'à l'altérite, il ne faut pas y voir une réserve de terres agricoles. Dans la partie nord de la zone, au nord-est de la route nationale, où l'on observe des glacis drainant vers l'Oti plus courts et plus érodés que ceux drainant vers la Biankouri, l'altérite, profondément décapée, porte parfois une végétation d'épineux (*Acacias*, *Balanites aegyptiaca*...) évoquant des climats beaucoup plus arides.

- La végétation arborée dense :

La forêt proprement dite est à peu près absente du socle. Seuls quelques îlots plus densément boisés se rencontrent sur les pentes des buttes témoin de la ligne de crête. Cette formation se rencontre sur les grès de Dapaong :

- sur le talus qui domine le socle, qu'elle souligne nettement sur l'image,
  - en position de plateau, à proximité de la Fosse-aux-Lions,
- ainsi que sur le piedmont de la falaise des grès de Bombouaka à l'extrême sud-ouest de notre zone d'étude.

- Les cultures (unités 6 à 8 du socle, 13 à 15 des grès) :

Nous avons repris la terminologie habituellement utilisée dans la région pour désigner les types de parcelles que nous avons pu identifier sur la zone. Les champs de case (ou champs de cour) sont installés à proximité immédiate des concessions (soukalas) ; les champs de brousse sont en principe des champs éloignés, mais la notion de distance perd de son importance compte-tenu de la croissance démographique et de la multiplication des soukalas .

Ces types de champs se distinguent en fait par leurs systèmes de culture :

**sur le socle**, la répartition des sols et des ressources en eau fait que les soukalas sont dispersées en bas de glacis, entre les ramifications tertiaires du réseau



hydrographique. C'est donc sur cette partie des versants que l'on trouve les champs de case (unité 8) : ces parcelles se signalent sur l'image par des teintes hétérogènes, d'un gris bleuté assez sombre, correspondant à une forte couverture du sol par un mélange de cannes sèches et couchées de mil et de sorgho à cycle court (mils de trois mois), de mils ou sorgho de cycle long (cinq mois) en fin de maturation dont les feuilles supérieures à l'époque de la tournée de terrain pouvaient être encore vertes ou déjà sénescentes selon la station, de fanes de légumineuses à graines. L'apport de poudrette de parc et de déchets domestiques donne à ces cultures un développement végétatif important et permet une forte densité de semis. Le sol, très couvert, participe peu à la signature de ces surfaces.

Il n'en va pas de même pour ce que nous appelons les champs de brousse (unité 6). Ces parcelles portent en général des cultures pures : mil, sorgho, arachide, coton. En tant que culture commerciale, cette dernière spéculation ouvre l'accès au crédit et aux engrais. L'arrière-effet sur les céréales de la fertilisation minérale apportée au coton est reconnu par les paysans. Cette culture est en fait peu développée, et l'on peut affirmer que les champs de brousse ne reçoivent aucune fertilisation. Les densités de semis sont inférieures à celles que l'on observe sur les champs de case. Le développement végétatif de l'ensemble de ces cultures est faible ; le sol participe à la réponse radiométrique enregistrée par le satellite : les champs de brousse se signalent sur la visualisation photographique par des teintes rosées ou beiges dues à la forte réflectance de sols pauvres en matière organique, et glacés en surface par les pluies. Ces zones sont situées sur les sommets d'interfluves des ramifications secondaires du réseau hydrographique et s'étendent sur la partie supérieure des versants des ramifications tertiaires (dont la partie inférieure est occupée par les champs de case). Les parcelles de jachère herbacée récentes ont été intégrées à l'unité.

Nous avons distingué, parmi ces champs de brousse, des parcelles qui se signalent sur l'image, par des teintes presque blanches. Cette réflectance provient d'un développement extrêmement faible des cultures : mils de très faible densité, de taille souvent inférieure à 1 m. Le sol, très peu couvert par cette végétation, présente en outre une couleur très claire. Sa surface est généralement recouverte d'un lit de sable blanc résultant de l'entraînement des éléments fins. Cette unité (unité 7) se trouve incluse dans l'unité précédente. Elle occupe la partie sommitale des interfluves du réseau secondaire. Son importance va croissant lorsque l'on remonte vers le nord : dans cette partie de la zone, le blanchiment de l'horizon superficiel est accentué par un mauvais drainage.

**Sur les grès**, on retrouve les mêmes types de parcelles. La concentration des terres cultivables sur des zones colluviales, la présence de larges superficies impropres à toute mise en culture (carapaces et dalles de grès), la rareté de l'eau, ont entraîné une répartition différente de l'habitat et des cultures. Ces dernières se trouvent principalement sur les colluvions bordant les vallées de la Koulougona et de ses affluents. L'habitat est moins dispersé que sur le socle et les champs de case (unité 14) sont regroupés en taches compactes à proximité des villages (Nano, Doré, Cissiak, Sankpong, Tampialim...). Les champs de brousse (unité 15) occupent de



façon continue le reste des surfaces cultivables. Quelques implantations ont essaimé en dehors des zones colluviales sur les grès de Dapaong. Dans tous les cas, les champs de case (gris rosé) comme les champs de brousse (rose à rouge) présentent des teintes laissant supposer un stade de maturation moins avancé, un enherbement supérieur, une densité de végétation plus importante. Ces deux derniers points n'apparaissent pas nettement sur le terrain pour ce qui concerne les champs de brousse.

Les grès de Bombouaka ne constituent qu'une très faible partie de la zone d'étude, où ils sont représentés par le talus de la falaise à l'extrême sud et une faible superficie de plateau à l'est de Sankpong. Nous n'avons pas pu séparer les parcelles cultivées sur les pentes fortes du talus des jachères récentes ni de la végétation graminéenne qui occupe les éboulis. Cette unité est présente au sud de Nano et sur le plateau de Sankpong où un parcellaire bien identifiable sur la visualisation montre qu'il s'agit effectivement de cultures.

## **PRODUITS ANNEXES**

### **- Modèle numérique de terrain :**

Ce produit était initialement destiné à être intégré aux données satellitaires pour améliorer la classification dans les zones les plus accidentées. Ces zones sont en fait très marginales et la segmentation de l'image à partir de la carte géologique s'est avérée plus utile. Le M.N.T a néanmoins été calculé à l'aide du logiciel OROLOG de l'ORSTOM à partir des courbes de niveau des coupures au 1/50 000 de la feuille de Sanssané-Mango, numérisées sous RootsPro. Outre l'intérêt pédagogique qu'offre la possibilité de visualiser le paysage en trois dimensions et d'en réaliser des blocs-diagrammes réalistes, il autorise l'extraction et la caractérisation de bassins versants à partir d'un point quelconque du réseau hydrographique, en particulier les retenues. Ces applications sont prévues dans le logiciel d'application des modèles numériques de terrain (LAMONT) mis au point par le laboratoire d'hydrologie de l'ORSTOM.

### **- Pistes et retenues :**

Les limites de la zone d'étude, les pistes identifiées sur l'image ainsi que les retenues d'eau réalisées par le projet ont été saisies sous MacDraw. Ce fichier, pouvant être mis à jour au fur et à mesure que de nouveaux travaux seront effectués, constitue le fond de carte exact qui manquait au projet pour la cartographie à petite échelle.

## **CONCLUSION**

Cette étude a permis d'analyser la répartition des différents systèmes de culture dans le paysage, en fonction de la topographie et de la géologie. Il n'était pas possible, dans le temps imparti à la tournée de vérité-terrain, d'établir une relation fine entre cette répartition et celle des sols. Il conviendra donc de relire la carte de l'emprise agricole à la lumière de la carte pédologique en cours d'édition à l'ORSTOM, quand

elle sera disponible. Nous inviterons également les utilisateurs à se reporter aussi souvent que possible aux visualisations SPOT où ils retrouveront l'information brute dans tout son détail. Elle leur permettra de généraliser la connaissance du terrain qu'ils ont acquise de manière ponctuelle. Cet ensemble d'informations constituera la base de la politique de gestion de terroirs vers laquelle s'oriente le Projet.