

BURKINA FASO

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRES SUPERIEURS
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

INERA : Institut d'Etudes et de Recherches Agricoles

CNRST : Centre National de la Recherche Scientifique et Technique

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique
pour le Développement

REGION DE BALA

NOTICE EXPLICATIVE DE LA CARTE DES SURFACES CULTIVEES EN COTON (Campagne 1988)

G. LAINE : CIRAD - IRCT

M. BERGER : CIRAD - IRCT

P. SANOU : INERA

1990

COULEUR	CARACTERISTIQUES DOMINANTES	OCCUPATION DU SOL EN 1988	
		Domaine non agricole	Domaine agricole
NOIR	Absence de végétation Aspect sombre (brun rouge)	Cuirasses Gravillons Sols nus	Mais sec très dense
BLEU SOMBRE	Absence de végétation Forte brillance	.Sol nu dominant .Villages (bâti)	Céréales sèches avec pailles claires (mil et sorgho)
VERT	Végétation 88 Aspect sombre	Graminées savanes arbustives ou buissonnantes sol gravillonnaire ou non visible	Sorgho très dense (exceptionnel)
CYAN ET CYAN PALE	Végétation 88 Forte brillance	Villages (zones non bâties)	Coton
VIOLET MAUVE	Faible végétation en 87 Forte brillance	Exceptionnel (voile de brume)	Céréales sèches pailles claires (mil et sorgho)
MAGENTA	Végétation 87 Forte brillance	Graminées	Idem (après coton 87)
ROUGE	Végétation 87 Aspect sombre	Exceptionnel	Mais (après coton 87)
MARRON ORANGE	Végétation moyenne Brillance moyenne	Savane arborée et arbustive	Inexistant
JAUNE	Végétation active 87 et 88 Aspect sombre	Galeries forestières couvert "ruqueux"	Inexistant
ROSE CLAIR A BLANC	Végétation active 87 et 88 Forte brillance	Boisements denses et homogènes (ex : tecks)	Exceptionnel

Tableau 1 : Légende de la carte

RESUME

Les études menées depuis 1986 par le CIRAD et l'INERA dans l'Ouest du Burkina Faso ont montré qu'on pouvait évaluer la répartition coton-céréales au niveau du terroir villageois par croisement de données SPOT acquises en début et en fin de campagne agricole.

Néanmoins lorsque la nébulosité observée interdit d'acquérir une image en début de campagne, il est nécessaire de recourir à une méthode alternative qui est exposée brièvement dans cette note.

La carte obtenue permet de localiser et d'évaluer avec une excellente précision les surfaces cultivées en coton sur une zone de 40.000 hectares.

1 - INTRODUCTION

La région Ouest du Burkina Faso est actuellement le siège d'importantes transformations en raison du développement de la culture cotonnière et de l'arrivée massive de migrants originaires des zones Nord du pays.

Les besoins en statistiques agricoles sont donc primordiaux pour les responsables de la planification et du développement rural.

A cet égard, la Télédétection spatiale constitue une source d'information particulièrement séduisante pour les estimations de surface.

Ces estimations peuvent se rapporter :

- soit au domaine agricole dans son ensemble (domaine cultivé, potentialités en jachères, terrains de parcours etc...).

C'est une approche globale qui doit être réalisée de façon exhaustive sur l'ensemble d'une

région agricole mais qui ne nécessite pas de descendre au niveau de la parcelle.

- soit au domaine cultivé de la campagne en cours (surfaces emblavées, répartition des principaux groupes de cultures).

Dans ce cas, il faut par contre pouvoir accéder à une information sur le contenu des différentes parcelles.

Etant donnée la faible dimension du parcellaire (de l'ordre de l'hectare), cette approche impose d'utiliser les données du satellite possédant la meilleure résolution au sol (SPOT).

De plus, ces statistiques étant susceptibles d'être demandées chaque année, il faut s'affranchir au maximum d'éventuelles difficultés liées à la nébulosité.

Face à ces préoccupations, l'objectif de cette étude est de proposer une méthode originale permettant d'évaluer les surfaces en coton à l'échelle du terroir villageois.

2- CADRE DE REALISATION DE L'ETUDE

2-1 Partenaires

Cette étude, menée en collaboration entre l'INERA et le CIRAD constitue un des volets du projet motorisation intermédiaire SOFITEX-CCCE.

Les travaux ont été réalisés dans le cadre d'une ATP Télédétection du CIRAD et du Programme National Télédétection Spatiale (PNTS).

2-2 Localisation de la zone

La région étudiée est située dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso à environ 50 km au NNE de Bobo-Dioulasso entre le fleuve Muhun (ex Volta Noire) et la RN 10 Bobo-Dedougou.

Elle est centrée sur le village de BALA de coordonnées 11° 31' de latitude Nord et 3° 17' de longitude Ouest et s'étend sur 40.000 hectares (20 x 20 km).

2-3 Milieu physique

Le substratum géologique correspond à des grès du précambrien supérieur.

Le paysage actuel est caractérisé par un modelé d'aplanissement constitué de surfaces cuirassées (buttes et glacis), de dépôts colluvionnaires et de formations alluviales.

En dehors de la zone alluviale les sols cultivés sont essentiellement du type ferrugineux tropical. Le climat est de type soudano-sahélien et la moyenne annuelle des pluies est actuellement comprise entre 800 et 950 mm

2-4 Milieu agricole

Les parcelles de cultures sont le plus souvent installées sur les toposéquences situées en aval des reliefs cuirassés en cours de démantèlement, la tendance actuelle étant à l'occupation croissante des bas-fonds.

Les systèmes de culture se répartissent en 3 types principaux :

- Système traditionnel, manuel, à base de sorgho et de mil avec éventuellement un peu de coton, impliquant 2 à 3 ans de céréales pour un an de coton donc recevant très peu d'engrais.

- Système semi-intensif, conduit en culture mécanisée (attelée) à base de coton, de maïs, de sorgho et de mil avec une certaine tendance à éliminer le sorgho et le mil au profit du maïs. On est donc en présence d'un système respectant une certaine rotation mais avec apport d'engrais uniquement sur le coton et le maïs donc deux années sur trois en général.

- système intensif, en culture mécanisée (attelée et/ou motorisée) basé sur une rotation biennale coton-maïs avec fumure minérale chaque année.

3 - OBJET

3.1 - But

Il s'agissait de produire une carte permettant de localiser précisément les surfaces cultivées en coton et de fournir les statistiques correspondantes.

3.2 - Rappel des résultats antérieurs

Les études précédentes (LAINE et al., Actes de la 1ère Conférence de la Recherche Cotonnière Africaine, Lomé, pp 479-488, 1989 et Bulletin de la SFPT, 114, 64-67, 1989) ont montré :

a) que pour les parcelles de coton âgé de plus de 140 jours, le couvert végétal devenait discontinu et la réponse du sol parfois prépondérante.

b) qu'il était nécessaire de masquer préalablement les composantes du milieu naturel dont la radiométrie interférait avec celle du coton. La méthode utilisée consistait à masquer l'ensemble du domaine non cultivé par traitement numérique d'une image de début de campagne agricole.

On a pu ainsi obtenir une excellente évaluation statistique de la répartition coton-céréales sur deux terroirs villageois de la région de Houndé.

3.3. - Problème à résoudre

L'importante nébulosité observée en début de campagne 1988 n'a pas permis d'obtenir une image à la période voulue. En effet, pour une programmation des prises de vue entre mi-juin et mi-juillet, le seul enregistrement correct a été effectué le 14 juin, beaucoup trop tôt pour isoler l'ensemble du domaine cultivé de l'année.

Cette situation étant susceptible de se reproduire il y avait lieu de rechercher une solution permettant de

compléter la méthodologie initiale.

L'objet de cette étude est donc de proposer une méthode alternative permettant d'isoler les éléments interférents du domaine non cultivé dans le cas où la nébulosité interdit l'acquisition d'une image de début de campagne.

4 - DONNEES SATELLITAIRES UTILISEES

- Pour distinguer au mieux le coton des autres cultures, l'image retenue a été celle du 21/09/1988.

- Pour éliminer les confusions en provenance du domaine non cultivé, l'alternative utilisée a consisté à croiser l'image du 21/09/1988 avec une image de la même zone acquise l'année précédente également en fin de campagne agricole.

Les caractéristiques et la localisation de ces deux images sont données dans le tableau 2 et la figure 1.

Date	Couverture nuageuse	Angle d'incidence	Coordonnées des 4 coins de l'image C1 = coin-NW C2 = coin-NE C3 = coin SW C4 = coin SE
24/10/87	0000	L 5°4	C1 N11°49'36"/W4°15'45" C2 N11°44'30"/W3°43'06" C3 N11°17'46"/W4°23'07" C4 N11°12'41"/W3°50'31"
21/09/88	0001	R 2°6	C1 N11°49'34"/W4°15'35" C2 N11°44'34"/W3°43'10" C3 N11°17'43"/W4°22'50" C4 N11°12'43"/W3°50'29"

Tableau n° 2 : Caractéristiques des deux images utilisées
(scène K49 J327)

R.D. 18 vers Solenzo
de Bobo-Dioulasso à Dédougou : 238 Km.

R.N. 10 vers Ouarkoye
de Bobo-Dioulasso à Dédougou : 179 Km.

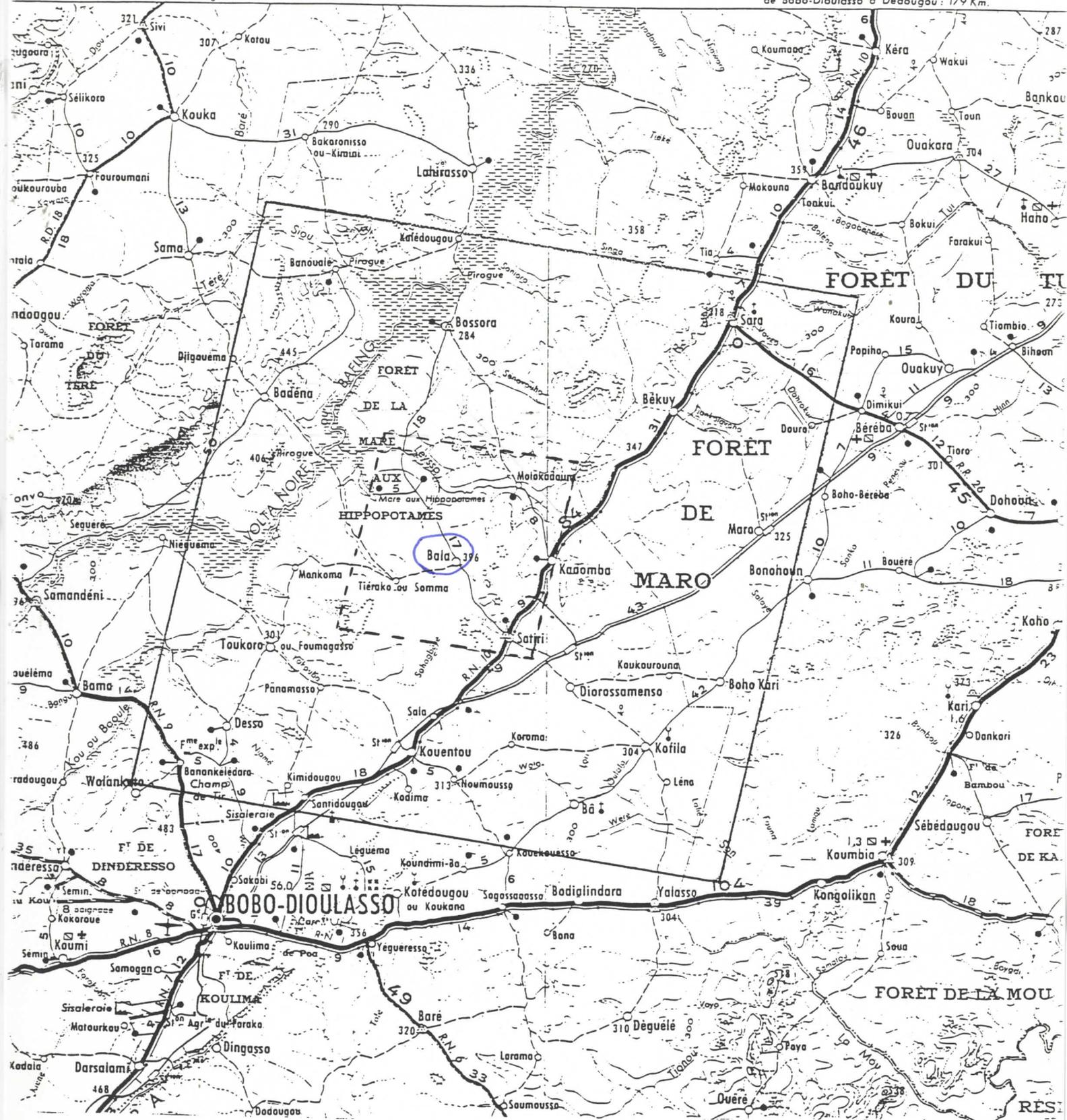


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (-----)
et de la scène SPOT K49 J327 (———)

5 - METHODOLOGIE

5.1. Correction géométrique

Sur chaque image il a été sélectionné une fenêtre 1024 x 1024 (environ 20 x 20 km) incluant la zone d'étude. Les angles d'incidence étant peu différents (+ 2°6 et - 5°4) la superposition au pixel près de ces deux sous-scènes a pu être obtenue par simple translation.

5.2. Délimitation du terroir

Le report de ses limites a été effectué à l'écran à partir des informations fournies par l'INERA.

5.3. Reconnaitances de terrain (1988)

Rappel : l'image du 24/10/87 a été utilisée uniquement pour masquer les éléments gênants du domaine non cultivé et n'a pas donné lieu à une mission de reconnaissance terrain.

En 1988, les observations de terrain ont été concentrées sur le territoire de BALA et sur ses alentours proches (SATIRI, TIERAKO etc...).

Elles ont été réparties sur 8 segments d'image d'une superficie de 15 à 50 hectares, dont 7 incluaient au moins une exploitation motorisée. Ces segments n'ont pas été tirés aléatoirement mais ont été sélectionnés par choix raisonné. Il a été tenu compte en particulier des contraintes d'accessibilité et de la connaissance des exploitations par les agronomes du Programme Coton de l'INERA.

170 parcelles ont été visitées, représentant 9,5 % de la surface cultivée et 3,3 % de la surface totale du territoire de BALA (7.570 hectares).

Ce taux de sondage volontairement élevé nous a permis de garantir un nombre minimal de parcelles pour chacun des taxons rencontrés (coton très vert très dense, coton à maturité etc...) ce qui est indispensable pour le calcul des paramètres statistiques qui leur sont associés.

Les différentes périodes de reconnaissance terrain ont été les suivantes :

* Avant le passage du satellite

Ces observations ont été effectuées au sol les 15 et 30 juin 1988. Elles ont porté sur l'état de 70 parcelles d'exploitations motorisées : le pourcentage et la localisation des parcelles ensemencées a permis en particulier de connaître avec une bonne précision l'âge des différentes cultures au moment de la prise de vue.

* Après le passage du satellite

Les observations ont été réalisées à la fois au sol et à partir d'un survol aérien basse altitude.

Il était prévu initialement d'utiliser l'image du 22/10/88 acquise suite à la programmation du satellite : les observations de terrain se sont donc déroulées peu de temps après cette prise de vue.

Cependant, devant les difficultés rencontrées dans la classification de cette image, c'est finalement l'image du 21/09/88, présente au catalogue SPOT-IMAGE, qui a été retenue.

Les données relatives à l'image du 21/09/88 n'ont donc pas été collectées de façon concomittente à la prise de vue mais environ un mois et demi plus tard :

- Le survol aérien a été effectué le 3 novembre 1988.

- Au sol, une première série d'observations sur la nature et l'état des cultures a eu lieu le 14 novembre. Elle a concerné 80 parcelles. Une seconde série d'observations a été réalisée les 5, 8 et 9/12/88 sur 170 parcelles, incluant les 80 parcelles précédemment visitées. Elle a permis d'établir ensuite, avec l'aide des diapositives couleur issues de la mission aérienne, le plan parcellaire détaillé des différents segments d'apprentissage et de contrôle.

Toutes les observations effectuées après la prise de vue ont utilisé deux types de visualisations, d'origine et

d'échelle différentes : les produits photographiques proposés par SPOT-IMAGE et les sorties d'imprimante couleur confectionnées au laboratoire de la DETEC/CIRAD à Montpellier à partir de la bande magnétique de niveau 1B.

. Les produits photographiques SPOT-IMAGE

Nous avons utilisé un tirage papier QS au 1/50.000 de la composition colorée standard des 3 canaux SPOT (canal 1 en bleu, canal 2 en vert, canal 3 en rouge).

Ce type de document si excellent soit-il n'est cependant pas suffisant car :

- l'amélioration de contraste utilisée n'est qu'exceptionnellement adaptée à la reconnaissance des cultures

- l'échelle du 1/50.000 ne permet pas de délimiter précisément les parcelles.

Il est donc nécessaire de pouvoir disposer sur le terrain d'un second type de visualisations :

. les restitutions sur imprimante à jet d'encre

Elles ont été produites à l'échelle du 1/17.000 sur une imprimante ACT-2 reliée à un Péricolor 1000. Nous avons opté pour la production de deux compositions colorées complémentaires sur chacun des segments : la première mettant en évidence les différences de radiométrie à l'intérieur des zones très réfléchantes, la seconde à l'intérieur des zones les plus sombres.

Ces visualisations à très grande échelle réalisées à partir des canaux de base ont été complétées par différentes compositions colorées au 1/34 000 issues d'une décorrélation partielle des canaux ou d'une analyse en composantes principales.

5.4. Traitements numériques (analyse multivariate)

Ils ont été réalisés au laboratoire DETEC/CIRAD de Montpellier à l'aide du logiciel DIDACTIM implanté sur un micro-ordinateur GOUPIL G5-386

5.4.1. Choix des néo-canaux les plus discriminants

L'établissement des profils radiométriques aux deux dates et l'étude des différents couples d'histogrammes a permis de sélectionner les canaux ou les combinaisons de canaux offrant le plus d'intérêt pour la mise en évidence et la classification des surfaces en coton.

Les néo-canaux retenus ont été les suivants :

- Indices de végétation normalisés $\left[\begin{array}{c} S_3 - S_2 \\ \text{-----} \\ S_3 + S_2 \end{array} \right]$ de 87 et 88
- Indices de brillance ($\sqrt{S_2^2 + S_3^2}$) de 87 et 88

Une étude parallèle focalisée sur la discrimination des céréales aurait évidemment conduit à un tout autre choix.

5.4.2. Classification des surfaces en coton

Un premier essai effectué à l'aide de la méthode barycentrique a donné de médiocres résultats, probablement dus à l'anisotropie des différents sous-nuages de points.

La classification par la méthode des bornes (hypercubes) s'est par contre révélée tout-à-fait satisfaisante. En conséquence, la méthode du maximum de vraisemblance plus lourde à mettre en oeuvre et moins interactive n'a pas été testée.

Le thème "coton" a pu être évalué correctement après regroupement de deux classes spectrales, d'effectifs très voisins :

Classe 1	Coton encore très vert et très dense
Classe 2	Coton vert de densité moyenne à faible + bordures de parcelles

On remarque donc que dans l'espace des canaux choisis, le coton se distingue suffisamment de son environnement pour que les pixels de bordure puissent être pris en compte dans la classification.

6 RESULTATS

6.1 Précision de la classification

. Précision statistique globale : 106 %

C'est la précision de l'inventaire : pour 100 pixels de coton sur le terrain, on en dénombre 106 par la classification. Ce pourcentage pris isolément est difficile à interpréter dans la mesure où il est la résultante de deux types d'erreurs qui peuvent se compenser (omission et commission).

. Précision cartographique : 98,3 %

Cela signifie que sur 100 pixels de coton, 98,3 ont été reconnus et classés en coton. Seuls quelques pixels de bordure n'ont pas été pris en compte. Ce résultat est donc excellent.

. Précision thématique : 92,7 %

Cela signifie que sur 100 pixels classés en coton, 92,7 sont effectivement des pixels de coton. Cette erreur de 7,25 % est due à quelques portions de galeries forestières (2,6 %), aux abords immédiats des zones bâties (4,65 %) mais jamais à des parcelles de céréales.

Cela ne pose donc aucun problème majeur dans la mesure où les villages ont été nettement délimités sur la carte.

La surestimation atteint 52 hectares pour l'ensemble du territoire de Bala ce qui dans l'évaluation des surfaces en coton n'entraîne une erreur par excès que de 2,2 % par rapport à l'ensemble du domaine cultivé.

6.2 Inventaire

L'évaluation finale est donnée dans le tableau 3

	ha	% de S	% de S'
Superficie totale (S)	7570	100	-
Superficie cultivée (S')	2380	31,4	100
Superficie en coton	667	8,8	28

Tableau 3 : Territoire de BALA : situation en 1988

En 1988 le coton occupait donc 28 % des surfaces cultivées de Bala

6.3 Interprétation des couleurs de la carte

Le fond de la carte est une composition colorée en mode RVB de 3 des néo-canaux utilisés pour la classification du coton.

le codage utilisé est le suivant :

Rouge : IVG 87

Vert : IVG 88

Bleu : IB 88

La gamme des couleurs s'étend donc :

du noir : pour les zones de brillance nulle dépourvues de végétation aux deux dates.

au blanc : pour les zones de végétation très active à la fois en 1987 et 1988, dont le couvert est très réfléchissant.

Le tableau 1 donne la correspondance entre les différentes couleurs présentes sur la carte et les principaux thèmes mis en évidence.

6.4. Repérage des pistes et des villages

Il n'est pas possible d'utiliser les cartes topographiques au 1/200.00 dont l'échelle n'est absolument pas adaptée à un tel travail et qui sont de toute façon trop anciennes.

Un premier repérage a été effectué à partir du tirage au 1/50.000 de 1987 puis reporté sur les sorties au 1/17.000 utilisées sur le terrain. Cependant certaines pistes (ou certains tronçons) présentant un faible contraste avec l'environnement n'ont pu être repérées de cette manière.

Il a donc été nécessaire de procéder sur place à leur report précis sur les sorties d'imprimante, travail souvent délicat, qui est à prévoir systématiquement lors de toute mission de terrain postérieure à la prise de vue.

On dispose ainsi d'un fichier topographique de référence superposable aux mises à jour qui seront effectuées sur le même terroir.

La carte obtenue constitue en outre un support efficace pour localiser les parcelles cultivées lors d'enquêtes ultérieures.

7 -CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'objectif de ce travail était la mise au point d'une méthode permettant d'évaluer les superficies en coton dans le cas où le domaine cultivé ne pouvait être préalablement isolé en raison d'une nébulosité trop importante en début de campagne agricole.

Cet objectif a donc été largement atteint puisque les précisions thématique et cartographique obtenues sont respectivement de 93 et 98 %.

La méthode retenue consiste à utiliser deux images de fin de campagne acquises à un an d'intervalle. Ainsi, à condition de travailler sur la même zone pendant au moins deux années consécutives, on évite l'achat systématique de deux images par campagne.

Cette expérimentation suggère cependant quelques remarques :

* une classification réussie est une classification correctement étalonnée à l'aide d'observations de terrain. Cela ne doit pas impliquer de multiplier indéfiniment le nombre de points de sondage (où serait l'intérêt de la télédétection ?) mais de disposer de références solides, représentatives et parfaitement localisées.

A ce titre, l'apport de prises de vues aériennes à basse altitude a été indiscutable.

* Outre le fait de disposer d'une source supplémentaire de données statistiques, la carte obtenue constitue une aide à l'échantillonnage et à la mise en oeuvre des enquêtes classiques de type agricole ou socio-économique.

* Les résultats obtenus ici se situent au niveau terroir. Or, les statistiques généralement attendues doivent concerner l'ensemble d'une petite région agricole soit 4 ou 5 images SPOT. Une telle extrapolation nécessite de disposer de terroirs échantillons parfaitement représentatifs des différentes situations rencontrées.

Ceci implique un découpage préalable de la région en sous-ensembles cohérents des points de vue agro-écologique et socio-économique. Cette approche fait l'objet d'une étude complémentaire menée en 1990-91 sur deux scènes contigües.

* Dans l'optique d'une utilisation pour les prévisions de récolte ou pour l'établissement des plannings de commercialisation, il sera indispensable que la délivrance des données SPOT soit effectuée dans un délai de 10 jours maximum après la prise de vue, ce qui n'est pas toujours le cas actuellement.