

**ETUDE DES LATERITES PAR TELEDETECTION
CARTOGRAPHIE THEMATIQUE DE LA ZONE DE BANANKORO AU SUD-MALI
ET CLASSIFICATION SUPERVISEE DES IMAGES SPOT**

PION J.C., ROQUIN C., DANDJINOU T.M., YESOU H.

Centre de Sédimentologie et de Géochimie de la Surface/GSTS*
*Groupement Scientifique de Télédétection Spatiale - GS 63
1, rue Blessig 67084 Stasbourg Cedex

RESUME : Des résultats de cartographie thématique, à l'aide des images SPOT, sont présentés sur la région de BANANKORO au Sud-Mali. Une cartographie par classifications dirigées a été tentée en définissant des classes sur les histogrammes bidimensionnels, soit des canaux XS, soit des deux premiers facteurs de l'ACP. Une cartographie structurale a été réalisée avec un opérateur de KIRCH qui permet le renforcement des contours et des directions.

ABSTRACT : Some results of thematic mapping based on SPOT images over the lateritic area of BANANKORO in South Mali are described. Several methods of supervised classification have been used. The best results are given after class definition on bidimensional histograms corresponding to SPOT XS channels or first factors of PCA. Preliminary structural mapping is achieved with the help of KIRCH operator for edge and line enhancements.

INTRODUCTION

Le plateau de BANANKORO se situe dans la région de KANGABA (11° 42 Nord, 8° 43 Ouest), en bordure du Niger, à la frontière avec la Guinée. Il possède une végétation de savane boisée qui correspond à une zone climatique tropicale, de type Sud-Soudanien. La région se définit comme étant très couverte par les formations latéritiques. Le choix du secteur de BANANKORO se justifie par l'existence d'une minéralisation aurifère, en placer et sous cuirasse, qui a déjà fait l'objet de nombreux travaux de reconnaissance en prospection minière. Plusieurs unités morphologiques ont été identifiées : les plateaux cuirassés, les talus, les glacis et les thalwegs [1, 2, 3].

Une analyse en composantes principales (ACP), permet d'obtenir de nouveaux axes, décorrélés entre eux, qui sont des combinaisons linéaires des canaux XS1, XS2 et XS3 [4, 5]. Le premier facteur de l'analyse en composantes principales représente plus des trois quarts des variations globales de réflectance. Les images des facteurs F1 correspondent beaucoup à ce que l'on peut observer sur les images normales XS1 et XS2. Comme il s'agit d'une somme de canaux, les contrastes entre les différents thèmes sont accentués par un lissage des petites hétérogénéités. On voit mieux les contours des plateaux cuirassés en novembre et il y a plus d'informations sur les zones basses des thalwegs en avril. Le facteur F2 représente moins du quart de la variance globale des réflectances. Il traduit assez fidèlement les contrastes entre le canal infrarouge XS3 et les canaux visibles XS1 et XS2. Il est très influencé par la végétation et ressemble aux néocanaux des indices de végétation [6, 7]. L'image de novembre est beaucoup plus homogène que l'image d'avril, ce qui indique une végétation mieux répartie et mieux couvrante en novembre. Le troisième facteur F3 ne représente que 1% de la variance globale des réflectances. Il est sans commune mesure avec les deux premiers facteurs. Il s'agit en fait de beaucoup de bruit de fond et du faible lignage vertical propre aux capteurs SPOT. Le réseau hydrographique principal est marqué, ainsi que la route principale de SIGUIRI à BAMAKO.

CARTOGRAPHIE PAR CLASSIFICATION

Le but de la classification est de distinguer les différentes unités du paysage latéritique, puis de les cartographier sous forme de cartes thématiques [2].

Classification dirigée par échantillonnage

Il s'agit d'identifier les six ou sept différents thèmes principaux du paysage. La deuxième étape consiste à sélectionner et à échantillonner des zones représentatives de chaque thème, appelées "zones d'entraînement". L'étude statistique de la répartition des valeurs radiométriques dans ces zones d'entraînement permet d'établir les limites de leur intervalle de variation sur chaque canal. On remarque sur le résultat de ces classifications, de nombreux individus non-classés. D'autre part l'extension des glacis est surestimée par rapport à celle des plateaux cuirassés. Ceux-ci apparaissent très morcelés.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire*

N° : B 26953 VIII P6
Cote : M ex 1

Classification selon les histogrammes des canaux bruts (fig.1)

On a essayé d'améliorer la classification précédente en redéfinissant chaque classe à partir de l'examen du nuage de points sur les histogrammes bidimensionnels XS1-XS3 et XS2-XS3. Le nuage de points a une enveloppe sub-triangulaire avec des valeurs de réflectance pour XS3 situées au-dessus d'une droite limite inférieure. Cette classification laisse encore des pixels non classés. Il y a cependant une amélioration sensible des résultats de la première classification basée uniquement sur l'étude d'un petit nombre d'échantillons. L'ajustement réalisé sur les histogrammes bidimensionnels apporte une définition plus juste des différents thèmes du paysage latéritique.

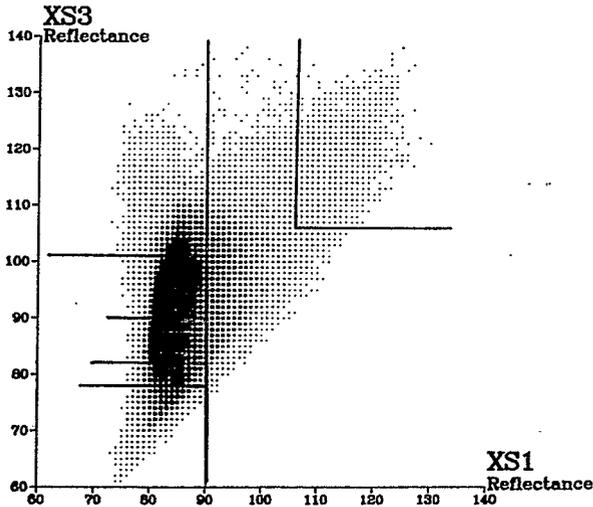


Figure 1 : Découpage des canaux bruts

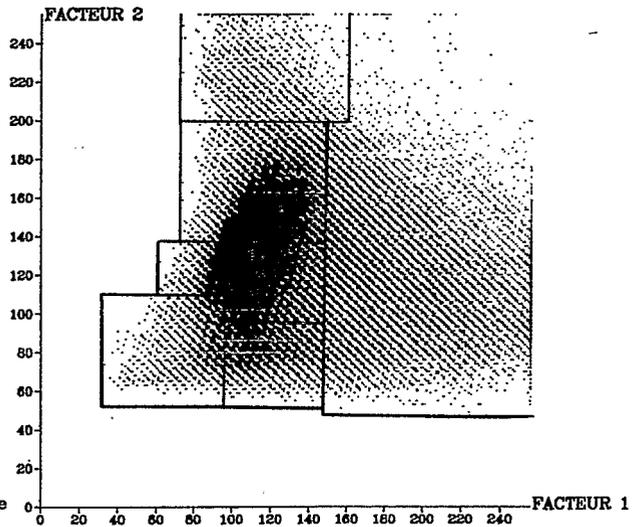


Figure 2 : Découpage des facteurs de l'ACP

Classification avec l'analyse en composantes principales (fig.2)

99 % de l'information radiométrique est représentée dans le plan des deux premières composantes principales F1-F2. Il est donc plus simple de partir de la représentation de l'histogramme bidimensionnel des facteurs F1-F2 pour définir les limites de classes. On reconnaît bien la forme triangulaire du nuage de points, mais avec une orientation différente et un étalement plus important que sur les histogrammes bidimensionnels des canaux bruts. Les limites des plateaux cuirassés sont bien définies. La répartition des glacis, entre les plaines et les plateaux cuirassés, semble très correcte.

Comparaison des classifications sur canaux et sur facteurs (fig.3)

Les classifications les plus satisfaisantes sont celles réalisées à partir des histogrammes bidimensionnels. C'est à dire la classification basée sur les bandes XS1, XS2 et XS3 et celle basée sur les facteurs de l'ACP. La classification basée sur les zones d'entraînement est moins valable, en raison de la difficulté à délimiter des fenêtres contenant un thème homogène.

CLASSES "XS"							
g					1.37		
f	1.08	0.33			16.33		
e			1.32	1.22			
d		6.15	26.22	0.01	1.85		
c	1.6	19.32	2.45				
b	2.77	8.13	4.46				
a	2.23		0.02				
	0.01	0.22	0.96	0.3	1.64		
	a	b	c	d	e	f	CLASSES ACP

- a: brûlis
- b: cuirasse nue
- c: cuirasse boisée
- d: glacis
- e: végétation
- f: plaine
- g: sol nu, culture

Figure 3 : Correspondance entre la classification selon les canaux bruts et la classification par ACP

Les valeurs sur la diagonale indiquent le pourcentage de pixels qui sont classés de la même manière par les deux méthodes : globalement trois pixels sur quatre environ restent dans la même classe. La classification ACP semble correcte, car il n'y a pas de non classé et la répartition des effectifs est plus homogène. Dans la classification "XS", on note la prédominance de la classe glacié et on remarque les limites plus nettes des plateaux cuirassés.

CARTOGRAPHIE STRUCTURALE

Il s'agit plus précisément d'établir une carte linéamentaire de la zone de KANGABA. A l'aide du logiciel SUBTIL du GSTS de Strasbourg [4], nous avons commencé avec un module de détection des lignes et contours. Ce module utilise un opérateur de KIRCH. Dans cette phase de traitement, on applique successivement huit masques directionnels du type 3 X 3. Deux types d'images sont produits. La première image marque les intensités des contours, car elle correspond aux valeurs maximales obtenues après application des huit masques directionnels. Cette image souligne l'organisation des éléments texturaux; cette organisation texturale sera appelée "contours". La seconde marque la direction du gradient et correspond au numéro du masque, pour lequel la valeur maximale de l'intensité du contour a été trouvée. Cette image montre préférentiellement des alignements d'éléments structuraux; ces alignements structuraux seront nommés "directions". Les images résultats ont été interprétées et confrontées aux sorties photographiques SPOT et aux couvertures aériennes [3]. Le trait majeur de la zone de BANANKORO est l'importance des linéaments NE-SW et des linéaments conjugués NW-SE qui leur sont associés. Ils forment un réseau dense sur l'ensemble de la zone, (voir fig. page 63).

Les linéaments N-S sont localisés dans la partie médiane de la zone. Ils correspondent localement à un réseau très important de fractures injectées de quartz. Ces linéaments subméridiens sont localisés sur deux verticales marquant très vraisemblablement des accidents profonds du socle. Le réseau hydrographique, calqué sur certaines directions linéamentaires, délimite les axes et les pendages des grands plateaux cuirassés. Il s'agit surtout des directions NW-SE et EW qui sont très visibles sur les couples stéréoscopiques.

CONCLUSIONS

L'ACP est une technique intéressante, car elle permet de condenser l'information sur deux variables synthétiques qui reflètent deux grandes tendances de variations radiométriques. Une première tendance correspond aux variations d'albédo ou de réflectance moyenne dans toutes les bandes spectrales; il s'agit du facteur 1 (F1). Une deuxième tendance marque au contraire le contraste de réflectance de la végétation dans les domaines infrarouge et visible; il s'agit du facteur 2 (F2). Cette représentation presque parfaite de l'information dans un espace à deux dimensions facilite beaucoup l'étape de classification.

L'étude structurale préliminaire révèle la complexité tectonique du sillon birrimien de SIGUIRI-KANKAN, malgré la couverture latéritique importante qui masque le substratum. Les directions importantes mises en évidence sont les linéaments N-S et les linéaments NW-SE, ainsi que les directions complémentaires. Ces directions correspondent à nos connaissances sur les grands accidents anormaux et minéralisés de la région.

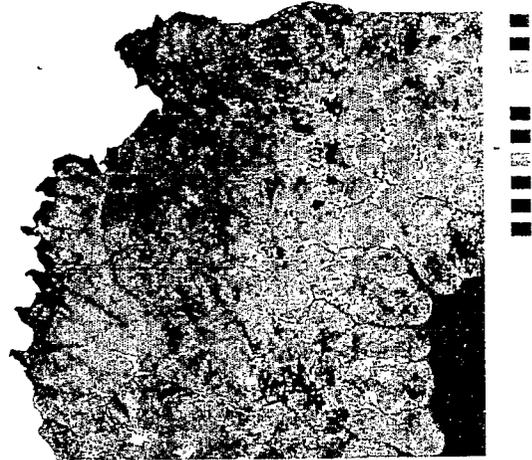
LISTE DES PUBLICATIONS

- [1] - DNGM, ORSTOM, CNRS, (1986) - Minéralisations aurifères et cartographie des cuirasses latéritiques de la région de KANGABA au MALI : pétrographie, minéralogie, géochimie et télédétection. Rapport de première phase. Strasbourg Bamako, Décembre 1986, 124 p.
- [2] - PION J.C., ROQUIN C., FREYSSINET Ph., DANDJINO T., LE GALL M., KAYSER N., (1987) Etudes des latérites par télédétection. Corrélation des données géochimiques et radiométriques. Rapport final juin 1987, ATP Télédétection Spatiale n°1085, CSGS de Strasbourg, 106 p.
- [3] - PION J.C., ROQUIN C., DANDJINO T.M., (1988) - Utilisation de la télédétection pour l'étude des latérites en zone soudanienne, dans une optique géochimique. Rapport final, avril 1988, Convention CNES-PEPS n°175, ORSTOM et CNRS édit., 106 p.
- [4] - DANDJINO T.M., (1987) - SUBTIL. Logiciel de traitement d'images numérisées basé sur SPIDER et UNIRAS. Centre de Calcul CNRS, Strasbourg, 47 p.
- [5] - DANDJINO T.M. (1988) - Télédétection des paysages latéritiques. Traitement d'images, intégration et synthèse de données multi-sources. Th. doct. de l'ULP, Strasbourg, 121 p.
- [6] - ROQUIN C., DANDJINO T., FREYSSINET Ph., PION J.C., TARDY Y. (1987) Premiers résultats de cartographie des couvertures latéritiques par images SPOT, région de DAGADAMOU (Sud MALI). C.R.Acad.Sc. Paris, t. 304, Série II, n°8, p.321-326.
- [7] - ROQUIN C, PION J.C., DANDJINO T.M., (1988) - Spot images and geochemical mapping of lateritic covers in southern Mali. In : SPOT 1 Utilisation des images, bilan, résultats. Cepadues-édition, p. 871-879



Extrait de la zone d'étude
Composition colorée améliorée (10/12/86)

(Fig. mentionnées page 60)

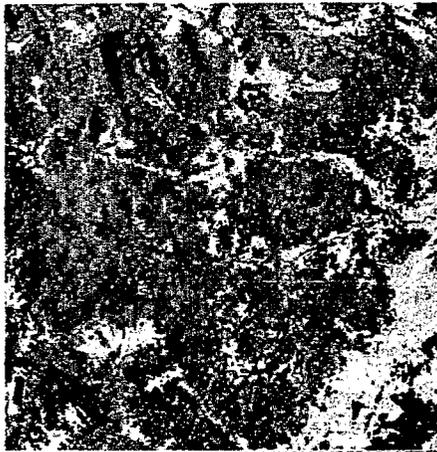


Classification supervisée

Légende (de haut en bas) :
forêt claire, savane boisée, savane arborée
culture, forêt galerie, prairie,
bowl, eau, brûlis, reprise sur brûlis

TELEDETECTION SPATIALE ET INVENTAIRES FORESTIERS
M. PAIN-ORCET et al.

Image SPOT : Composition en fausses couleurs



Secteur de Banankoro
(Sud Mali)

Classification ACP

Légende
■ Glacis ou gravillens sur cuirasse
■ Cuirasse boisée
■ Cuirasse nue ou brûlis ancien
■ Feu de brousses récent
■ Sol argilo limoneux, plains
■ Végétation dense, forêt galerie

Image SPOT : Composition colorée CMY



Prospect de Banankoro
District de Kangaba (Sud Mali)

ACP1 Avril = Cyan
ACP1 Novembre = Magenta
ACP2 Novembre = Jaune

ETUDE DES LATERITES PAR TELEDETECTION
CARTOGRAPHIE THEMATIQUE DE LA ZONE DE BANANKORO AU SUD-MALI

(Fig. Mentionnées page 75)

J.C. PION et al.