

**ETUDE DES LATERITES PAR TELEDETECTION:
CORRELATION DES DONNEES GEOCHIMIQUES ET RADIOMETRIQUES.**

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

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

RESUME

Les cartes géochimiques des formations latéritiques au Sud Mali sont comparées avec les images multibandes du satellite SPOT. Les deux aspects majeurs du paysage concernent la distribution de la végétation et la distinction entre les sols sablo-argileux des bas-fonds par rapport aux cuirasses affleurantes. La densité de végétation sur les cuirasses est liée à leur teneur en kaolinite. Les plateaux sont entourés par une auréole de forte réflectance correspondant à une zone d'accumulation du quartz et des minéraux lourds.

ABSTRACT

A detailed geochemical mapping of lateritic superficial formations in South Mali is compared with SPOT satellite multispectral images. The two main landscape features concern the distribution of vegetation cover and the distinction between silty clay soils in the valleys and ferricrete exposed on the plateaus. The density of vegetation on ferricrete is related to their kaolinite content. Plateaus are surrounded by a halo of high reflectance corresponding to the bottom slope detrital accumulation of quartz and heavy minerals.

1 - INTRODUCTION

Dans le cadre d'un programme d'étude des couvertures latéritiques de plusieurs régions d'Afrique de l'Ouest, la télédétection est associée aux autres méthodes de reconnaissance (géochimique, minéralogique, géophysique...) utilisées sur le terrain pour la cartographie de ces formations superficielles. Le but de cette cartographie détaillée est de mieux appréhender l'organisation spatiale des différents faciès latéritiques afin de reconstituer leur mode de différenciation et les grandes étapes de leur évolution au cours du temps. Un des premiers objectifs de l'étude est de mettre en évidence les relations existant entre la composition chimique et minéralogique des latérites et leur réponse radiométrique enregistrée sur les images SPOT ainsi que par des mesures sur le terrain et au laboratoire.

La région étudiée au Sud-Mali appartient au district de Kangaba, situé entre le Niger et la frontière avec la Guinée. Elle a déjà fait l'objet de nombreux travaux de prospection par le syndicat BRGM-DNGM, pour ses minéralisations aurifères, remobilisées et concentrées en surface dans le profil d'altération latéritique. Sur un secteur de 25 km², les images SPOT ont été comparées avec les cartes géochimiques et minéralogiques établies en prospection multi-éléments, à partir de 1000 échantillons de surface, prélevés à la maille de 100 x 200 m. Les images SPOT ont été acquises sous forme de couple stéréoscopique en mode multibande, avec une première visée oblique ouest, le 5 Avril 1986, en fin de saison sèche et une seconde visée est, le 29 Novembre 1986, environ deux mois après la saison humide.

2 - RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Sur les images en composition colorée, on reconnaît les principales unités du paysage latéritique: les vallées et le réseau hydrographique, les plaines et les plateaux cuirassés, les zones dénudées, boisées ou cultivées. On distingue ainsi plusieurs unités morphologiques régionales correspondant à des faciès d'altération différents.

En avril, le contraste d'albedo et de couleur entre les cuirasses ferrugineuses affleurantes des plateaux et les couvertures silto-argileuses déposées dans les dépressions topographiques, est bien exprimé par l'indice de cuirasse, $I_c = 3XS_1 - XS_2 - 100$ [1, 2]. Les indices de végétation $I_v = (XS_3 - XS_2) / (XS_3 + XS_2)$, d'avril et de novembre, montrent que sur certains plateaux celle-ci se distribue suivant plusieurs bandes parallèles d'orientation NW-SE; ce qui semble manifester l'empreinte des structures lithologiques primaires peu visibles sur le terrain, mais cependant préservées dans le profil d'altération.

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

N° : B 26954

Cote :

6.12.89

ex 1
P4 VIII

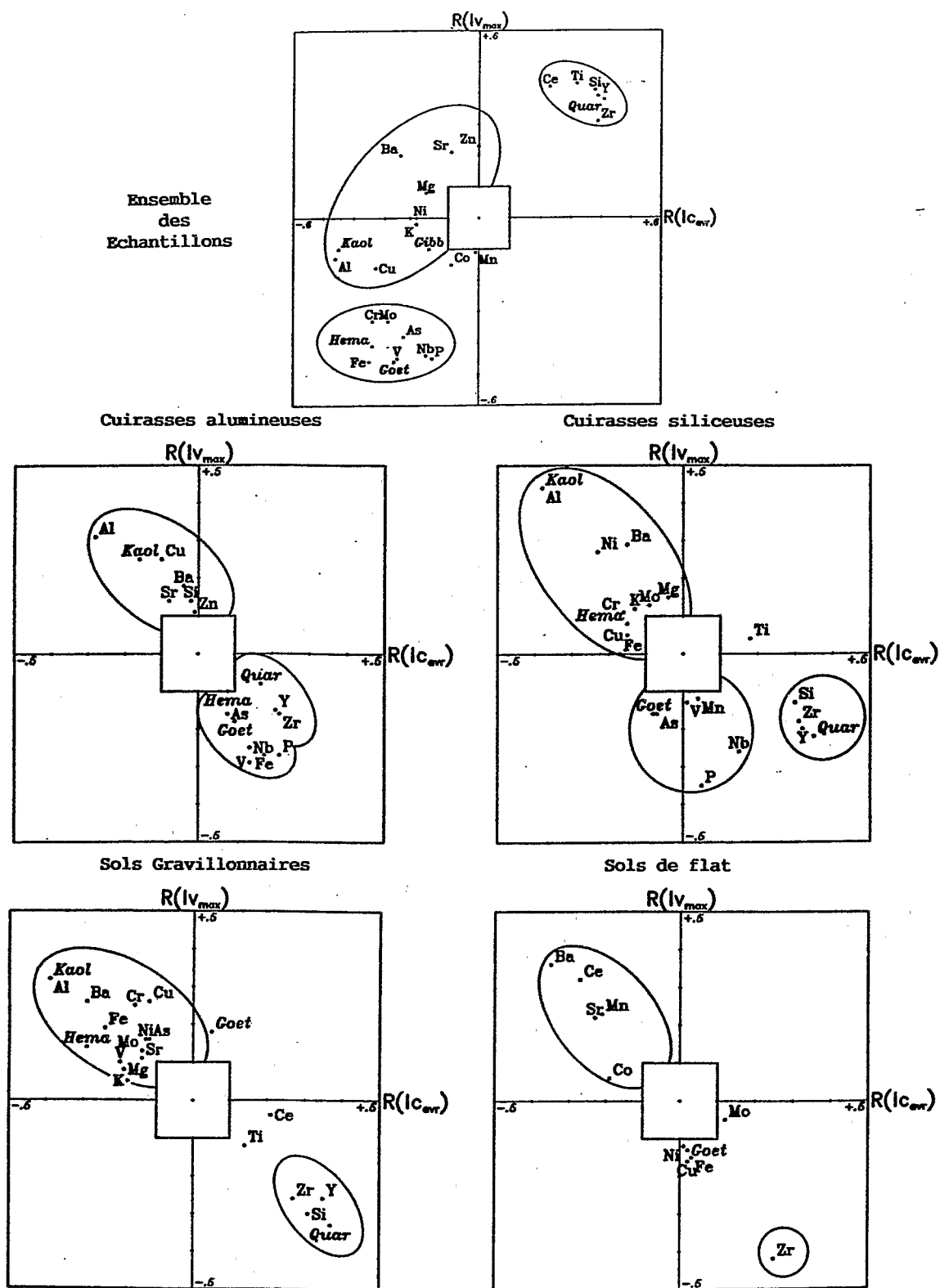


Figure 1: Diagramme de corrélation des éléments et des minéraux analysés en prospection avec les indices de cuirasse et de végétation calculés à partir des données SPOT.

Par ailleurs, la différenciation pédologique correspondant à une zone d'accumulation détritique au pied des buttes cuirassées, mise en évidence par un halo géochimique en quartz et en zirconium, se marque aussi très nettement sur les images SPOT par une auréole claire dépourvue de végétation [3].

Après un recalage des images SPOT sur les cartes géochimiques, les pixels correspondant aux points de prélèvement ont été sélectionnés et les données radiométriques ont été intégrées au fichier géochimique. Les corrélations les plus significatives observées entre les teneurs géochimiques et minéralogiques d'une part et les indices de cuirasse et de végétation d'autre part sont représentées sous forme de diagramme pour l'ensemble des échantillons ou bien séparément pour chaque faciès de prélèvement. (fig. 1) L'indice de végétation maximum qui est pris en compte ici, correspond à une synthèse des indices d'avril et de novembre, destinée à diminuer l'influence des feux de brousse récents dont l'emplacement varie d'une date à l'autre.

Sur le diagramme des coefficients de corrélation calculés pour l'ensemble des échantillons, les éléments se répartissent en trois groupes suivant leurs affinités avec les deux indices radiométriques. Ces groupes correspondent aux trois pôles principaux de différenciation du fond géochimique:

-Le quartz, la silice et les éléments traces (Y, Zr, Ce, Ti) associés au cortège des minéraux lourds qui s'accumulent dans les sols des vallées où la végétation est plus abondante sont positivement corrélés avec les deux indices;

-Le pôle opposé regroupe les éléments qui s'enrichissent avec les oxyhydroxydes de fer dans les cuirasses (V, P, Nb, As, Mo, Cr);

-En position intermédiaire se situent les éléments accompagnateurs de la phase alumineuse à kaolinite dominante (Cu, Ni, Ba, Sr, Zn, K, Mg).

En revanche, lorsque l'on considère séparément chacun des quatre faciès de prélèvement on observe deux types de réponses différentes liées essentiellement à l'indice de végétation:

-Sur les trois faciès des cuirasses ferrugineuses (alumineuses, siliceuses et gravillonnaires), les zones les plus alumineuses et les plus riches en kaolinite sont celles où la végétation est la plus abondante;

-Pour les sols de flat, l'indice de végétation est lié aux éléments Mn, Ba, Ce, Sr, Co; ce qui traduit les effets de coprécipitation le long des axes de drainage où la végétation est plus développée.

3 - CONCLUSIONS

Les différenciations géochimiques et minéralogiques que l'on distingue sur les images SPOT se caractérisent par deux types de réponses radiométriques:

- une réponse directe correspondant à l'indice de cuirasse qui est bien exprimée en fin de saison sèche lorsque la couverture végétale est très diminuée;

- une réponse indirecte, par l'intermédiaire de la distribution de la couverture végétale; celle-ci joue notamment un rôle de révélateur structural et géochimique sur les plateaux cuirassés. Mais les facteurs édaphiques qui contrôlent cet indicateur pédogéologique doivent encore être précisés si l'on veut améliorer son interprétation et son utilisation pour la cartographie des couvertures latéritiques.

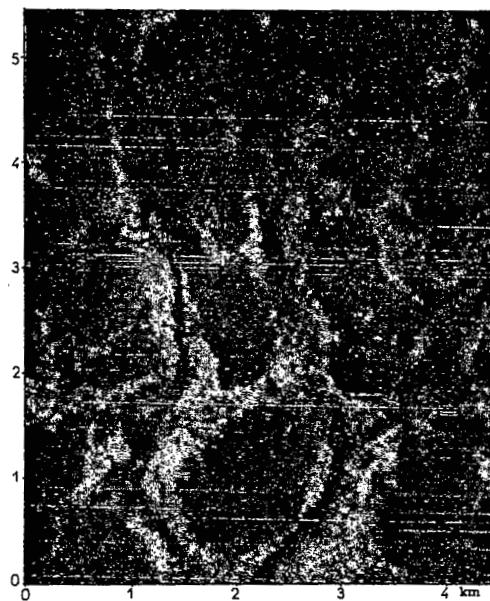
Références bibliographiques

- [1] ROQUIN C., DANDJINOU 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. Sci. Paris, t 304, sér.II, n°8, pp 321-326.
- [2] ROQUIN C., PION J.C., and DANDJINOU T. (1988) Spot images and geochemical mapping of lateritic covers in southern Mali. In : Spot 1 utilisation des images, bilan, résultats, Cepadues - éditions, p. 871-879.
- [3] ROQUIN C., DANDJINOU T., FREYSSINET Ph. et PION J.C. (1987) - The correlation between geochemical data and Spot satellite imagery of lateritic terrain in South Mali. Jour. Geochim. Explor. 12th Geochim. Symp. Spec. Issue. (à paraître).

Indice de végétation maximum



Indice de cuirasse d'avril



Images SPOT : Secteur de Dagadamou (Mali)

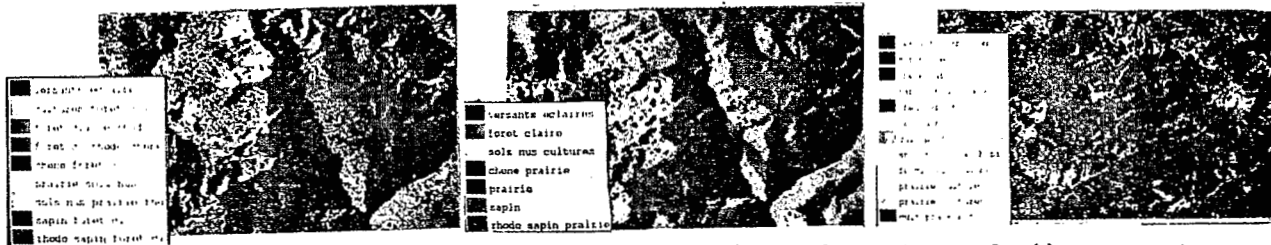


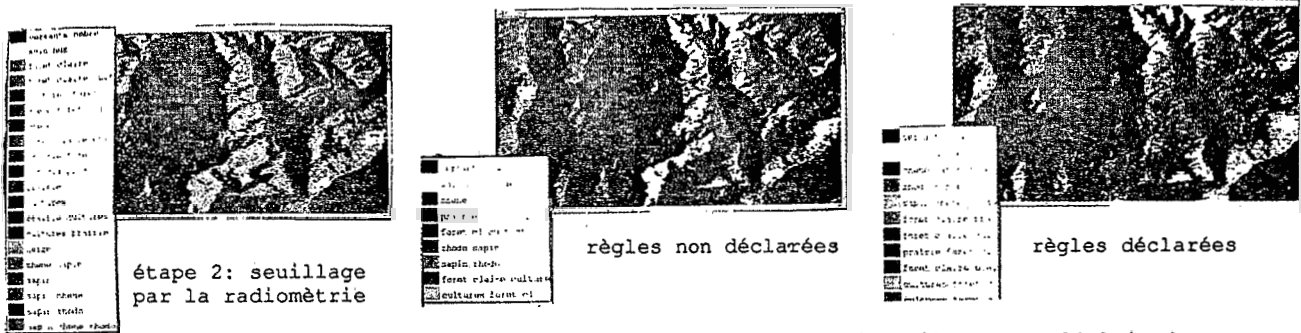
FIG. 1 : cartes intermédiaires obtenues sur versant à l'ombre et en lumière rasante



M.S.S.7 non masqué
Centre du Népal

le modèle numérique de terrain
masqué par le modèle
d'enseulement

M.S.S.6 masqué
(étape 1)



étape 2: seuillage
par la radiométrie

règles non déclarées

règles déclarées

étape 3: seuillage par l'altitude

FIG. 2: CIME: une application des systèmes experts à la télédétection
une séquence d'une chaîne du traitement du secteur à la lumière
la chaîne est constituée des étapes suivantes:
masque par l'enseulement-DNP_radiométrie-seuillage par l'altitude

(fig. mentionnées page 64) - D. BLAMONT - C. MERING.



Figure 4 : Ratio $\frac{TM3}{TM5}$

FONTE DU COUVERT NEIGEUX
Alpes du Nord. Image LANDSAT TM
195-029 1/4 NW. 18 avril 1984

Fig. mentionnée p. 51
J.P. DEDIEU et al.



Figure 6

INDEX DE BRILLANCE
($IB = R^2 + PIR^2$)

BILAN DE MASSE DES GLACIERS
Glacier des Rouies (Oisans)
Orientation NE et SE.
Image SPOT XS . KJ 051-259
5 octobre 1986.

Fig. mentionnée p. 51
J.P. DEDIEU et al.

Noir: vallées sans neige (Arc au nord,
Drac au sud-ouest, Durance au sud-est)
et nuages.

Gris: manteau neigeux peu transformé en
surface (Vanoise, Maurienne).

Blanc: manteau neigeux en métamorphose
(vallées internes, versants SE, Piémont
italien, sud-Oisans, Queyras, retenue
du Mont-Cenis).

Blanc: neige de chute récente

Bleu: zone d'accumulation (névé)

Jaune: zone d'ablation (glace vive)

Rouge et Magenta : dépôts morainiques
et rochers vifs.



PHOTO 1 - Composition colorée SPOT -
(fig. mentionnées pages 76 et 77)

A. MICHEL et al.

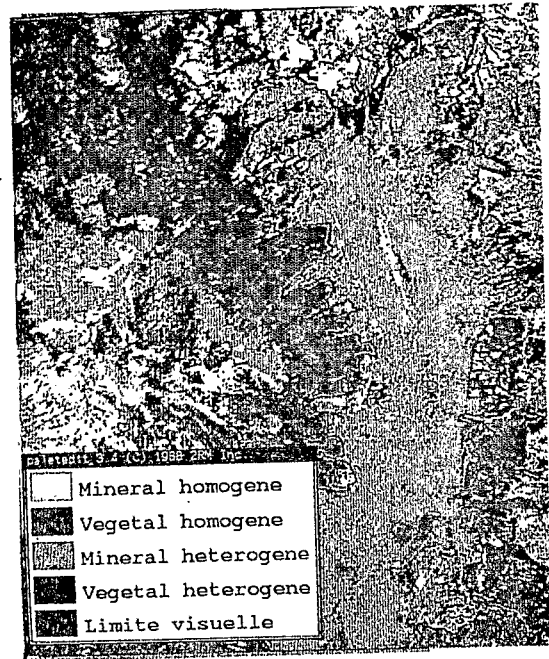


PHOTO 2 - Délimitation de la base de sondage -

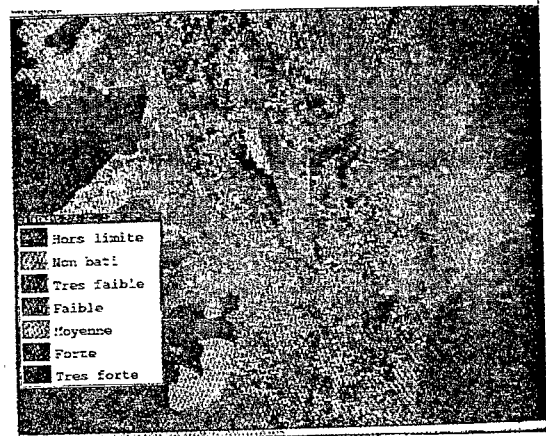


PHOTO 3 - Stratification de la base de sondage -



PHOTO 4 - Actualisation de la base de sondage -