

# Utilisation de l'indice de rougeur de Madeira pour la reconnaissance des sols de la région de Bondoukuy (ouest burkinabé) à partir d'images satellitaires SPOT

Jean-Louis DEVINEAU<sup>1</sup>, Prosper N. ZOMBRE<sup>2</sup>

1. Orstom, 01 BP171 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

2. IDR, Ouagadougou, Burkina Faso.

## Résumé

Ce travail présente quelques résultats préliminaires obtenus pour évaluer l'intérêt de l'indice de rougeur de Madeira ( $XS2^2/XS1^3$ ) pour la reconnaissance des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux dans un site soudanien du Burkina Faso.

Une première analyse d'une image SPOT a montré que l'indice de rougeur donne une meilleure représentation de la distribution toposéquentielle des sols rouges que l'indice de couleur  $(XS2-XS1)/(XS2+XS1)$ .

L'analyse des propriétés radiométriques et des principales caractéristiques de la surface des sols confirme que l'indice de rougeur permet une différenciation plus précise des sols les plus rouges que l'indice de couleur.

## Abstract

This work presents some preliminary results obtained to evaluate the interest of the Madeira redness radiometric index ( $XS2^2/XS1^3$ ) for the survey of ferrallitic and ferruginous soils in a Sudanian site of Burkina Faso.

A first analysis of a SPOT image has shown that the redness index gives a more accurate representation of red soils toposequential distribution than the colour index  $(XS2-XS1)/(XS2+XS1)$ .

The analysis of radiometric properties and characteristics of soils surface confirms that the redness index gives a more precise differentiation of the redder soils than the colour index does.

## Introduction

Dans un travail récent sur les latosols brésiliens, MADEIRA NETTO (1993), a élaboré à partir des canaux TM1 (450 à 520 nm, bleu), TM2 (520 à 600 nm, vert) et TM3 (630 à 690 nm, rouge) de Landsat Thematic Mapper deux indices radiométriques permettant une bonne estimation des teneurs en oxydes de fer :

- un indice de rougeur ou indice d'hématite :  $I_{hm} = TM3^2 / (TM1 \cdot TM2^2)$ , pour l'estimation de la teneur en hématite ;

- un indice ferrique :  $I_{Fe} = (TM3 - TM2) / (TM3 + TM2)$ , pour l'estimation du rapport hématite/(hématite+goethite).

Deux indices équivalents peuvent être formés à partir des canaux XS1 (500 à 590 nm, vert) et XS2 (610 à 680 nm, rouge) du satellite SPOT :

- un indice de rougeur :  $XS2^2 / XS1^3$  (POUGET et al., 1990) ;

- un indice, souvent utilisé, appelé indice de couleur (ou de teinte) :  $(XS2 - XS1) / (XS2 + XS1)$ , (POUGET et al., 1988).

Ce travail présente les premiers résultats obtenus dans le but d'évaluer l'intérêt de ces indices — en particulier de l'indice de rougeur — pour la caractérisation du milieu de la région de Bondoukuy dans l'ouest burkinabé.

Un travail de cartographie préliminaire (DEVINEAU et KARLOGA, à paraître) fondé sur l'analyse de l'image du 7 juin 1990 de la scène SPOT de K/J 49/326 à en effet montré que l'indice de couleur rendait mal compte de la variabilité et de la répartition des sols notamment sur le plateau de Bondoukuy où s'observe une association à sols « rouges » ferralitiques et ferrugineux tropicaux.

Dans un travail sur la région de Solenzo fondé sur l'analyse de la même scène SPOT et de la même image, (SEMDE et al. 1991) signalent par ailleurs l'intérêt de l'indice de rougeur de Madeira pour la cartographie des sols.

Une nouvelle analyse de l'image, limitée à la partie correspondant au plateau de Bondoukuy, a alors été réalisée à partir des indices de brillance et de rougeur<sup>1</sup>.

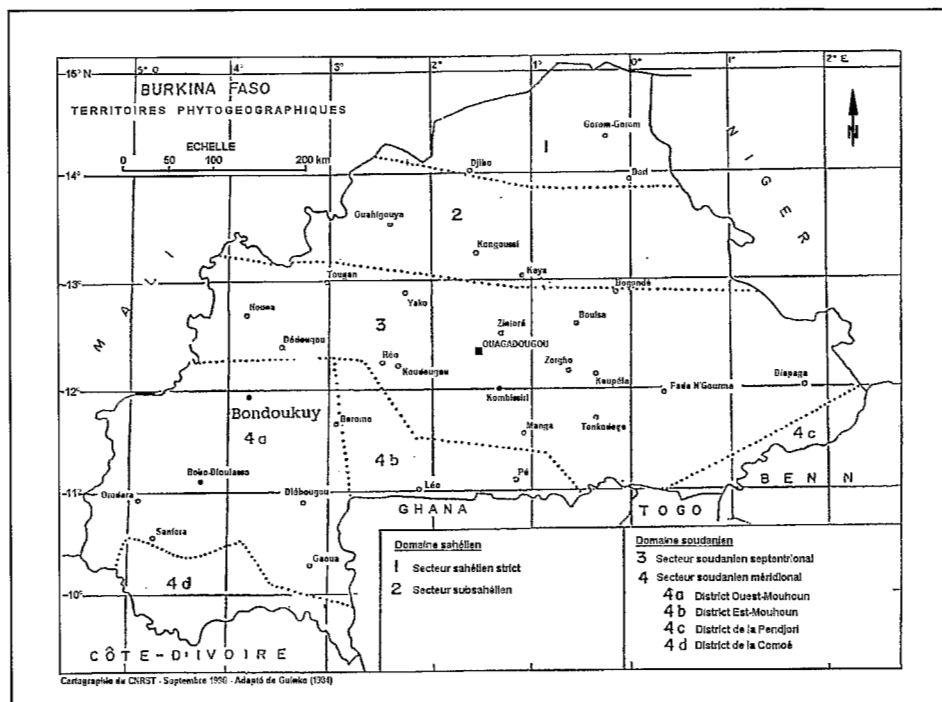
Des observations radiométriques ont ensuite été réalisées au sol à l'aide d'un radiomètre CIMEL sur quelques sites représentatifs des principaux types de sols du plateau de Bondoukuy, en relation avec la classification de l'image.

---

<sup>1</sup> Les données utilisées ne sont pas corrigées des effets atmosphériques.

## Le milieu

Le climat de la région de Bondoukuy est de type soudanien : la saison sèche dure de 6 à 7 mois et la pluviosité annuelle atteint 800 à 1000 mm. Du point de vue biogéographique la région appartient au domaine soudanien secteur méridional défini par GUINKO pour le Burkina (Fig. 1).



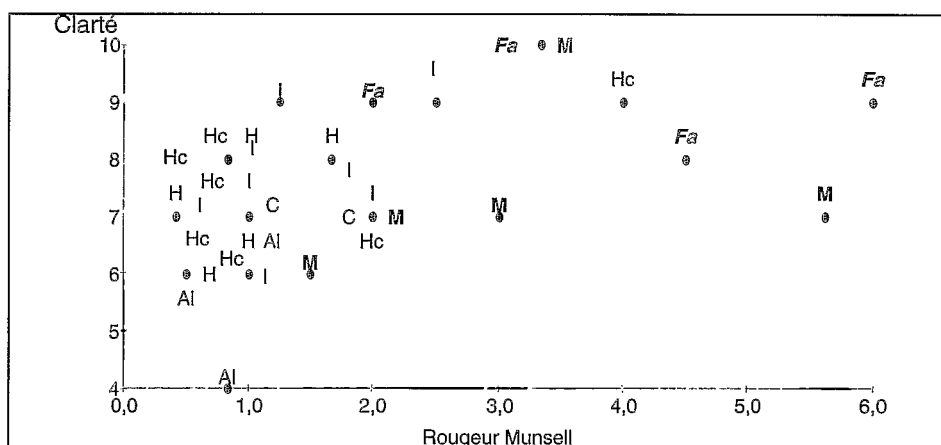
**Figure 1.** Carte des territoires phytogéographiques du Burkina Faso (d'après GUINKO, 1984) et localisation de la zone d'étude.

Le substratum géologique correspond à des formations gréseuses qui se succèdent d'est en ouest en bandes approximativement parallèles. Ce sont sur la rive est du Mouhoun : les grès de Sotuba qui s'appuient sur le socle granitique antécambrien, les grès à yeux de quartz, les grès schistodolomitiques et enfin les grès roses et fins bordant le cours du Mouhoun (LEPRUN et MOREAU, 1969).

Le site étudié repose sur les grès à yeux de quartz, qui donnent naissance « sur matériau d'altération sous cuirasse à des "sols rouges" classés en ferrugineux tropicaux ou en sols ferralitiques » (LEPRUN et MOREAU, *op. cit.*). Sur ce substrat se développe en effet une association de deux sols « étroitement associés géomorphologiquement, » sols ferralitiques faiblement et moyennement désaturés et sols ferrugineux tropicaux appauvris hydromorphes.

Les sols ferrallitiques occupent la partie supérieure des pentes, les sols ferrugineux la partie moyenne et inférieure. L'extension des sols rouges ferrallitiques et beiges ferrugineux tropicaux peut néanmoins varier selon le modelé, les sommets, provenant du démantèlement des grès cuirassés, peuvent être gravillonnaires et la couronne des sols rouges peu étendue (LEPRUN et MOREAU, *op. cit.*). La couleur rouge des sols ferrallitiques est visible dès la surface (RIEFFEL et MOREAU, 1969), elle est due à leur teneur élevée en hématite. Les sols qui occupent les positions plus basses du relief sont en revanche plus riches en goéthite et sont de couleur plus jaune. D'une façon générale dans les sols considérés, la part relative de la goéthite augmente avec la capacité de réduction, liée aux conditions d'humidité ou à la teneur en matière organique (MADEIRA NETTO, 1993).

Il existe ainsi un lien entre la couleur de surface et l'organisation toposéquentielle des sols et par conséquent leurs caractéristiques. L'analyse des données collectées à l'occasion du levé de la carte pédologique au 1/20 000 par KISSOU, met en évidence l'existence de ce lien entre couleur et type de sol sur le plateau de Bondoukuy, mais montre aussi que ce lien n'est pas parfait et que des confusions peuvent exister notamment entre les sols ferrallitiques et les sols ferrugineux tropicaux lessivés modaux les plus rouges (Fig. 2).



**Figure 2.** Indice de rougeur et clarté Munsell pour les principaux types de sols du plateau de Bondoukuy, d'après les données de KISSOU, aimablement communiquées par l'auteur. *Munsell redness index and value for the main soils types of the Bondoukuy plateau; according to Kissou datas, by author's courtesy.*

**Légende :** Rougeur Munsell =  $((12.5 - H) \cdot C) / V$  (voir texte), Clarté =  $V + 0.125C$  ; Al : Sols peu évolués d'apport alluvial ; C : Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions ; Fa : Sols ferrallitiques ; H : Sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes à faible ou moyenne profondeur ; Hc : Sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes moyennement concrétionnés ; I : Sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés peu ou moyennement profonds ; M : Sols ferrugineux tropicaux lessivés modaux.

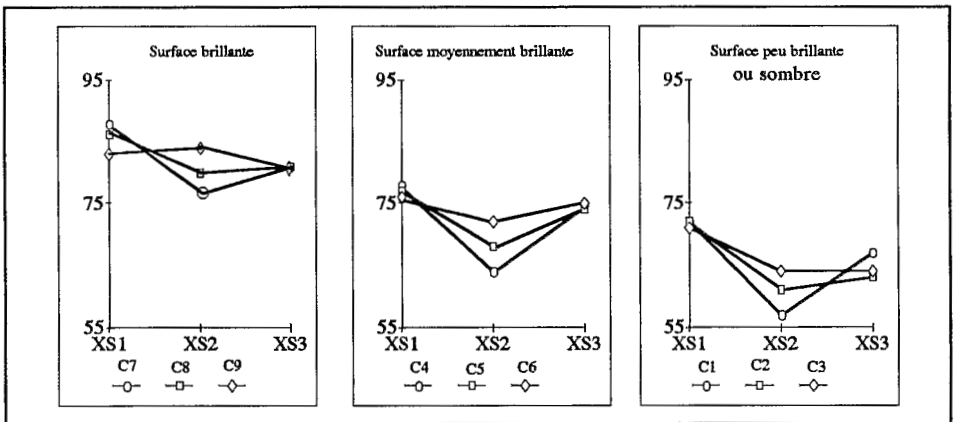
## Analyse préliminaire de l'image SPOT du 7 juin 1990

La partie de l'image analysée est située dans le quart sud-est de la scène SPOT, elle correspond à une aire approximativement comprise entre les longitudes 3°46' et 3°51' Ouest et les latitudes 11°47' et 11°52' Nord, qui recouvre les formations pédologiques sur grès à yeux de quartz du plateau de Bondoukuy et une partie des formations adjacentes sur cuirasses.

La classification de l'image est fondée sur la segmentation des deux néo-canaux : indice de rougeur et indice de brillance. La segmentation de chaque canal est réalisée à vue, en recherchant les seuils qui mettent le mieux en évidence les structures *a priori* interprétables de l'image. On s'est ainsi particulièrement attaché à rendre nettes les limites des espaces cultivés. La combinaison des différents segments entre eux (classification par hypercubes) a permis de définir neuf classes (Tableau 1).

**Tableau 1.** Seuillage de l'image SPOT en fonction des néo-canaux brillance et rougeur.

Brillance	Rougeur	Classes
0-67	0-109	1
	109-204	2
	204-255	3
67-78	0-109	4
	109-204	5
	204-255	6
78-255	0-109	7
	109-204	8
	204-255	9



**Figure 3.** Réflectances dans les canaux XS1, XS2 et XS3 de SPOT pour chacune des classes de l'image. *Reflectance values of SPOT XS1, XS2 and XS3 for each image classes.*

Les champs qui se distinguent bien sur l'image, correspondent aux trois classes les plus brillantes (7, 8, 9) qui représentent ainsi des sols nus ou peu couverts. Les spectres de réflectance dans les trois canaux SPOT indiquent en effet que ces classes correspondent à des surfaces avec peu de végétation (Fig. 3). La répartition de ces trois classes sur l'image traduit l'organisation toposéquentielle des sols qu'elles représentent. La classe 7 qui correspond à des surfaces claires et non rouges occupe les positions les plus basses des toposéquences alors que les classes 8 et 9 qui correspondent respectivement à des surfaces brillantes moyennement rouges et rouges occupent généralement les positions intermédiaires et les sommets d'interfluves. La comparaison avec la carte des sols de Kissou (*op. cit.*) montre que ces classes correspondent respectivement assez bien aux sols ferrugineux tropicaux hydromorphes, aux sols ferrugineux tropicaux modaux ou concrétionnés et aux sols ferralitiques.

Une quatrième classe à végétation peu importante peut être reconnue (classe 3) ; elle représente des surfaces sombres et rouges qui correspondent à des lithosols sur cuirasse ferrugineuse. Cette dernière classe est peu représentée, elle souligne le plus souvent les buttes cuirassées et les sommets d'interfluves gravillonnaires représentés par la classe 2. Celle-ci correspond aussi à des surface sombres, mais sensiblement moins rouges que dans la classe 3.

Dans toutes les autres classes la composante végétation est sensible. elle est particulièrement marquée dans la classe 1, mais est nette aussi à des degrés divers dans les classes 4, 5 et 6. Ces classes correspondent à des sols couverts par des savanes et jachères arbustives plus ou moins denses (DEVINEAU et FOURNIER, à paraître).

## **Etude de terrain**

### **Méthode**

L'étude porte sur treize sites répartis dans les classes 7, 8 et 9 de la classification présentée ci-dessus. Ces sites correspondent aux trois principaux types de sols représentés à Bondoukuy (Tableau 2) et sont situés dans des champs cultivés, des jachères récentes<sup>2</sup>, ou des friches peu couvertes.

Les mesures ont été effectuées les 28 et 29 décembre 1994 entre 10 heures et 15 heures dans les trois bandes SPOT à l'aide d'un radiomètre CIMEL. Elles sont réalisées sur le sol nu aplani et uniformisé.

Sur chaque site chaque mesure est répétée trois fois et parallèlement une mesure avec trois répétitions est également effectuée sur une mire en Canson gris qui sert de

---

<sup>2</sup> Les mesures de terrain sont effectuées en 1994, certains sites en jachère correspondent à des champs encore en culture en 1990.

référence pour corriger d'éventuels effets de l'inclinaison du soleil et de la variabilité atmosphérique.

**Tableau 2.** Types de sols et couleur de surface pour les treize sites étudiés. *Soils type and surface colour for the thirteen sites studied.*

Site	Latitude N	Longitude W	Position	Classe image	Type de sol	Texture	Couleur de surface	Humidité
1	11°51.306	3°45.913	plateau	9	Fa	S	5YR/5/4	0,13
2	11°51.435	3°45.906	vallon	8	M	SL	7,5YR/6/6	0,12
3	11°51.033	3°46.487	plateau	9	Fa	SL	5YR/6/6	0,10
4	11°50.654	3°47.529	plateau	8	C	SL	7,5YR/5/4	0,17
5	11°51.067	3°47.476	plateau	8	C	SL	7,5YR/5/4	0,26
6	11°51.276	3°48.001	vallée	7	H	LS/LA	10YR/6/3	0,25
7	11°51.970	3°48.672	vallée	7	H	LS	10YR/6/4	0,17
8	11°49.750	3°47.056	plateau	9	Fa	S	5YR/5/6	0,10
9	11°49.461	3°47.573	plateau	9	Fa	S	5YR/4/4	0,17
10	11°49.605	3°47.958	plateau	8	Fa	SL	7,5YR/5/4	0,27
11	11°48.741	3°48.365	vallée	7	H	SL/LS	10YR/6/3	0,14
12	11°48.666	3°48.581	bas-fond	7	H	SL/LS	10YR/5/3	0,23
13	11°48.900	3°48.753	vallée	7	H	SL/LS	10YR/6/4	0,16

**Légende :** C : Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions ; Fa : Sols ferralitiques ; H : Sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes à faible ou moyenne profondeur ; M : Sols ferrugineux tropicaux lessivés modaux ; S : sableux ; SL : sablo-limoneux ; LS/LA : limono-sableux à limono-argileux ; SL/LS : sablo-limoneux à limono-sableux.

Les calculs des indices sont effectués pour chaque site à partir des valeurs corrigées de chaque canal par rapport à la valeur moyenne observée sur la mire:  $XS_{\text{cor}} = XS_i - (XS_{\text{im}} - mXS_{\text{im}})$  où  $XS_{\text{cor}}$  correspond à la valeur corrigée de la réflectance du sol pour le canal  $i$ ,  $XS_i$  à la valeur mesurée,  $XS_{\text{im}}$  à la valeur de la réflectance du canal pour le site,  $mXS_{\text{im}}$  à la valeur moyenne de réflectance de la mire dans ce canal sur l'ensemble des sites (Tableau 3).

Outre les indices de couleur et de rougeur déjà présentés, l'indice de brillance (IB) et l'indice de végétation (IV) ont été calculés :

$$IB = \sqrt{\frac{(XS1^2 + XS2^2 + XS3^2)}{3}}$$

$$IV = \frac{(XS3 - XS2)}{(XS3 + XS2)}$$

**Tableau 3.** Réflectances de la surface du sol mesurées à l'aide d'un radiomètre de terrain CIMEL sur les sites étudiés et indices dérivés. *Reflectance values and derived index from soil surface on each studied sites, obtained with a CIMEL terrain radiometer.*

Site	S1m	S2m	S3m	S1	S2	S3	S1c	S2c	S3c	IC	IB	IV	IR
1	277	242	505	129	185	415	126	183	400	18	264	37	1.68
2	266	231	488	177	241	519	183	250	521	15	350	35	1.01
3	262	233	458	131	216	456	142	223	489	22	321	37	1.74
4	281	248	508	167	228	491	159	220	474	16	315	37	1.22
5	269	234	493	125	160	368	129	166	365	12	243	38	1.27
6	278	243	510	153	174	415	148	171	395	7	263	40	0.91
7	245	213	458	195	229	496	223	256	529	7	363	35	0.59
8	283	255	521	113	196	438	103	180	407	27	264	39	2.95
9	276	243	497	105	158	345	103	155	339	20	223	37	2.22
10	275	243	494	106	148	343	104	145	340	17	221	40	1.88
11	278	247	506	203	228	497	198	222	483	6	327	37	0.63
12	272	238	473	164	186	390	165	188	408	6	276	37	0.78
13	274	242	499	157	186	416	157	184	408	8	274	38	0.88

**Légende:** Sim : réflectances de la mire; Sic : réflectances corrigées; IC : indice de couleur. IB : indice de brillance; IR : indice de rougeur; IV : indice de végétation.

La couleur de surface du sol est aussi notée en référence à une charte Munsell. Par ailleurs des échantillons sont prélevés pour évaluer l'humidité du sol au moment de la mesure radiométrique et réaliser diverses analyses au laboratoire (Tableaux 2 et 4).

**Tableau 4.** Teneurs en carbone, matière organique, fer libre et fer total de l'horizon de surface pour les treize sites étudiés. *Carbon, organic matter, free and total iron contents of soil surface for the thirteen sites studied.*

Site	Type de sol	MO (%)	C (%)	Fe <sub>lib</sub> (%)	Fe <sub>tot</sub> (%)	% Fe <sub>lib</sub> /Fe <sub>tot</sub>
1	Fa	0,41	0,24	0,42	0,51	82
2	M	0,5	0,29	0,32	0,4	80
3	Fa	0,64	0,37	0,38	0,61	62
4	C	0,5	0,29	0,4	0,68	59
5	C	0,71	0,41	0,5	0,97	52
6	H	1,09	0,63	0,37	0,8	46
7	H	1,24	0,72	0,33	0,78	42
8	Fa	0,84	0,49	0,54	0,92	59
9	Fa	0,71	0,41	0,34	0,67	51
10	Fa	0,76	0,44	0,59	1,11	53
11	H	0,69	0,4	0,18	0,43	42
12	H	1,29	0,75	0,27	0,56	48
13	H	0,83	0,48	0,2	0,36	56

**Légende :** C : Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions; Fa : Sols ferralitiques ; H : Sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes à faible ou moyenne profondeur ; M : Sols ferrugineux tropicaux lessivés modaux.

Sur chaque site l'indice de rougeur Munsell a été calculé en fonction des couleurs observées sur la charte.



Cet indice s'obtient par la formule :  $IR(Mun12,5) = ((12,5 - H) * C) / V$  où C et V correspondent aux *chroma* et *value* de la charte Munsell; la valeur de H est obtenue à partir de la teinte *hue*, elle varie de 0 (10R) à 12,5 (2,5Y) et est égale aux notations des teintes intermédiaires (YR) (H= 7,5 pour 7,5YR, etc.). L'indice est ainsi égal à zéro pour 2,5Y et prend ses valeurs maximum pour 10R (MADEIRA NETTO *op. cit.*).

## Résultats

Les sols les plus rouges (classe 9) sont rouge-jaunâtre (teinte 5YR avec des *chroma* allant de 4 à 6), ils correspondent aux sols ferrallitiques de plateau. Ils sont en général sableux. Les sols de rougeur moyenne (classe 8) correspondent à des teintes 7,5YR5/4 à 5/6. Ce sont des sols ferrugineux modaux ou ferrallitiques ou ferrugineux à concrétions relativement drainés. La texture est sablo-limoneuse. Les sols non rouges sont gris brunâtres (10YR); ils correspondent à des sols dont l'influence de l'hydromorphie, notamment en surface est significative. Le drainage est déficient, le taux de matière organique y est sensiblement plus élevé que dans les sols précédents.

Les spectres de réflectance des sols montrent que les pentes des droites S1-S2 sont de moins en moins accentuées des sols ferrallitiques aux sols hydromorphes, cela étant en grande partie dû à une augmentation de la réflectance dans le canal S1 (Fig. 4). Cette dernière est en effet sensiblement plus élevée pour les sols hydromorphes, les plus riches en matière organique ce qui corrobore la remarque de MADEIRA (*op. cit.*) qui remarque que la présence de matière organique « peut faire augmenter la valeur de réflectance dans la partie 500 - 550 nm des spectres des sols riches en oxydes de fer ».

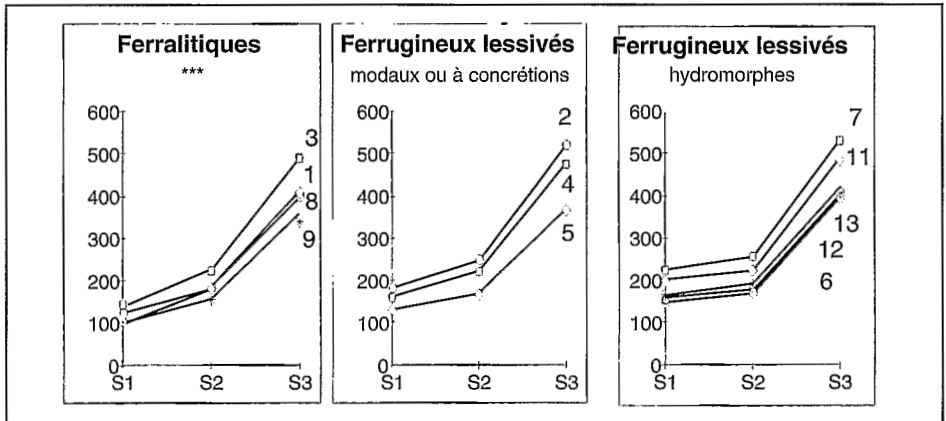
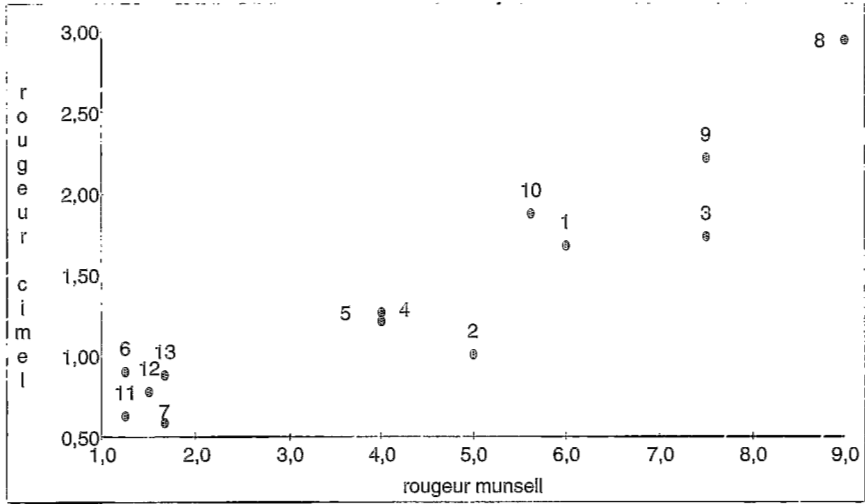
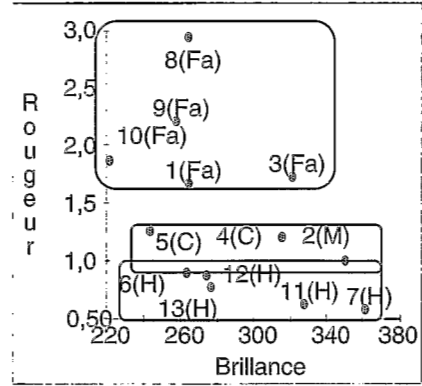
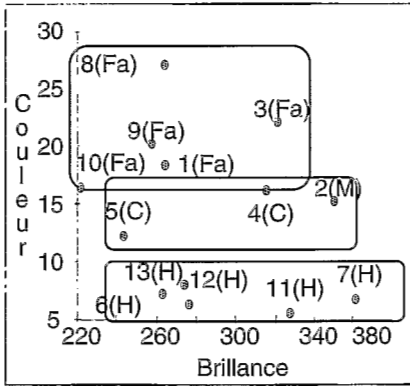


Figure 4. Spectres de réflectance des sols des sites étudiés dans les trois canaux SPOT (données radiomètre de terrain CIMEL). SPOT S1, S2 and S3 reflectances of soils on studied sites (datas from CIMEL terrain radiometer).

Il existe par ailleurs une bonne concordance entre l'indice de rougeur calculé à partir des canaux S1, S2 et S3 du radiomètre CIMEL et l'indice Munsell (Fig. 5).



**Figure 5.** Relation entre l'indice radiométrique de rougeur obtenu sur le terrain à l'aide d'un radiomètre CIMEL et l'indice de rougeur Munsell. *Relation between the redness radiometric index established with a CIMEL terrain radiometer and the Munsell redness index.*



**Figure 6.** Relation entre les indices de brillance et de couleur obtenus à partir des mesures radiométriques de terrain. *Relation between brightness and colour index established from terrain radiometric measurements*

**Figure 7.** Relation entre les indices de brillance et de rougeur obtenus à partir des mesures radiométriques de terrain. *Relation between redness and brightness index established from terrain radiometric measurements.*

L'indice de rougeur permet une meilleure discrimination des sols que l'indice de couleur notamment pour les sols les plus rouges (Fig. 6 et 7).

Il faut noter que l'indice de rougeur génère une plus grande dispersion des valeurs que l'indice de couleur pour les sols les plus rouges et permet par conséquent une meilleure appréciation des nuances de variation de couleur de ces sols. Il produit en revanche une moindre dispersion des valeurs pour les sols les moins rouges, pour lesquels l'indice de couleur paraît plus discriminant.

## Données de l'image SPOT du 7 juin 1990 relatives aux sites étudiés au sol

Les treize sites sur lesquels ont été réalisées les mesures radiométriques au sol ont été repérés précisément sur l'image satellitaire. Les valeurs de réflectance mesurées par le satellite dans les canaux XS1, XS2 et XS3 ainsi que les indices dérivés<sup>3</sup> ont ainsi pu être comparé aux observations réalisées sur le terrain pour chacun des sites (Tableau 5).

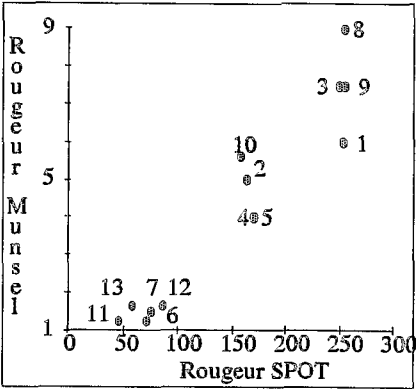
**Tableau 5.** Réflectances dans les canaux XS1, XS2 et XS3 de SPOT pour les sites étudiés et indices dérivés. *SPOT XS1, XS2 and XS3 reflectance values and derived index for each studied site.*

Site	XS1	XS2	XS3	XIC	XIB	XIR
1	88	92	81	130	87	253
2	95	94	88	128	93	163
3	83	86	83	130	84	255
4	86	81	79	124	82	170
5	86	82	75	124	81	170
6	87	76	81	119	81	71
7	87	77	77	120	81	86
8	81	84	82	130	82	254
9	82	82	80	128	81	249
10	86	81	78	124	82	157
11	93	82	82	120	86	46
12	86	75	81	119	81	75
13	92	81	82	120	85	58

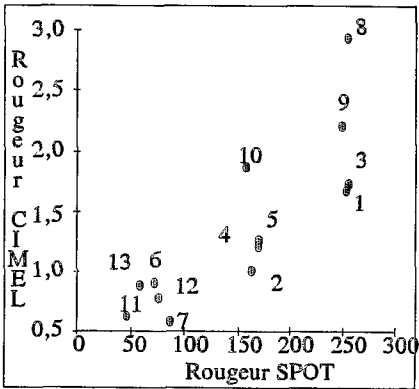
Il existe une bonne relation entre les indices de rougeur calculés d'après les données images et ceux élaborés à partir des données terrain aussi bien pour l'indice radiométrique que pour l'indice Munsell (Fig. 8 et 9).

<sup>3</sup> A partir des données SPOT les indices sont calculés comme suit :

IB =  $((XS1^2 + XS2^2 + XS3^2)/3)^{1/2}$ , IC =  $(256 * S2)/(S1 + S2)$ , IV =  $(256 * S3)/(S3 + S2)$ , l'indice de rougeur (IR =  $XS2^2/XS1^3$ ) est réétalé entre moyenne  $\pm 2\sigma$ .



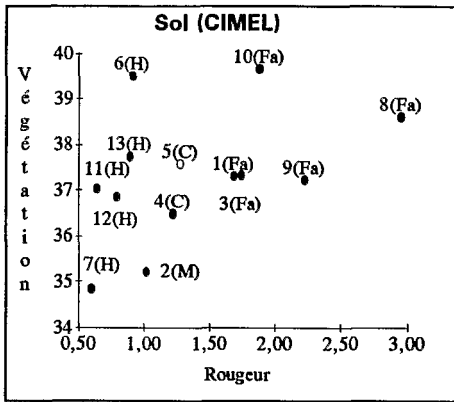
**Figure 8.** Relation entre l'indice de rougeur SPOT et l'indice de rougeur Munsell. *Relation between the SPOT redness index and the Munsell redness index.*



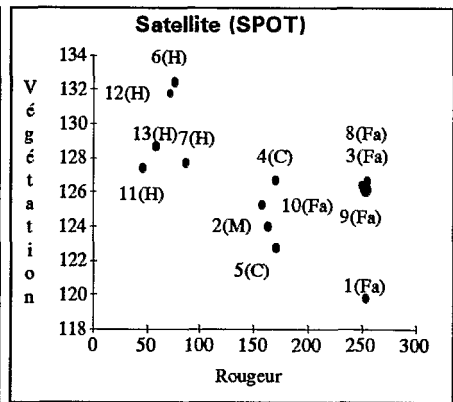
**Figure 9.** Relation entre l'indice de rougeur SPOT et l'indice de rougeur CIMEL. *Relation between the SPOT redness index and the CIMEL redness index.*

Le choix d'une image de fin de saison sèche ou de début de saison des pluies, comme c'est le cas pour l'image étudiée de juin 1990, convient bien à l'étude de la répartition des sols dans les zones cultivées, les champs correspondant en juin à des sols nus ou peu couverts. Il faut cependant noter que dans la région étudiée un couvert arboré lâche, mais variable, est presque toujours maintenu dans les espaces cultivés (parc arboré). A cette époque le couvert végétal peut par ailleurs varier d'une année à l'autre et d'un site à l'autre selon la précocité, la répartition spatiale des pluies ou encore les propriétés hydriques des sols.

Un lien entre les types de sols et l'état de la végétation des champs est ainsi perceptible dans les données analysées. On note en effet qu'alors qu'aucun effet sol particulier n'apparaît sur la valeur de « l'indice de végétation » calculé à partir des données de terrain, les données satellitaires font cependant apparaître une végétalisation plus importante des sites sur sols hydromorphes (Fig. 8 et 9).



**Figure 10.** Relations entre indice de végétation et indice de rougeur obtenus par radiométrie de terrain. *Relations between vegetation index and redness index from terrain radiometric datas.*



**Figure 11.** Relations entre indice de végétation et indice de rougeur obtenus à partir des données satellitaires. *Relations between vegetation index and redness index from satellite datas.*

## Conclusions

L'indice de rougeur de Madeira adapté aux données SPOT, permet une bonne discrimination des sols sur les associations à sols ferrallitiques et sols ferrugineux tropicaux hydromorphes. Il rend mieux compte que l'indice de couleur des nuances de variation de la rougeur des sols les plus rouges. L'indice de couleur semble en revanche mieux différencier les variations de teintes des sols les moins rouges.

Bien entendu, comme le soulignent POUGET *et al.* (*op. cit.*) l'utilisation de cet indice en télédétection satellitaire n'est pertinent que lorsque l'influence des autres caractéristiques de surface est faible (humidité, végétation etc.).

En région soudanienne, où le couvert végétal est généralement assez dense et continu, les zones cultivées en fin de saison sèche / début de saison humide — alors qu'elles sont peu ou pas couvertes de végétation — offrent de bonnes opportunités pour la reconnaissance des sols par télédétection satellitaires. Dans ce travail de bonnes corrélations ont ainsi été trouvées entre les données satellitaires correspondant à des sites de champs nus et les caractéristiques de surface des sols.

Il faut cependant insister sur le fait qu'en début de saison pluvieuse la variabilité de la distribution spatiale des pluies ou le comportement hydrique des sols sont susceptibles d'entraîner une importante variabilité de la végétalisation de sols.

## Remerciements

Ce travail a été effectué avec l'appui matériel et financier du programme SALT (PIGB).

## Bibliographie

- DEVINEAU J.L., KALOGA B., à paraître. « Cartographie préliminaire des sols et de la végétation par télédétection » in : DEVINEAU J.L., FOURNIER A., KALOGA B. *Les sols et la végétation de la région de Bondoukuy (sud-ouest burkinabé) Présentation générale et cartographie préliminaire par télédétection satellitaire (SPOT)*, Orstom. (proposé aux travaux et documents de l'Orstom, texte en cours de révision sur avis des lecteurs).
- DEVINEAU J.L., FOURNIER A., « La flore et la végétation » in : DEVINEAU J.L., FOURNIER A., KALOGA B. *Les sols et la végétation de la région de Bondoukuy (sud-ouest burkinabé) Présentation générale et cartographie préliminaire par télédétection satellitaire (SPOT)*, Orstom (proposé aux travaux et documents de l'Orstom, texte en cours de révision sur avis des lecteurs).
- GUINKO S. (1984). *Végétation de la Haute-Volta*, Thèse Doct. ès Sci. Nat. Univ. Bordeaux III : 318p. + annexes.
- KISSOU R. (1994). *Contraintes et potentialités des sols du Plateau de Bondoukuy vis à vis des systèmes de culture paysans*, Rapport de stage IDR 90p.+fig.+annexes. Encadré par G.Serpantié et P.Zombre.
- LEPRUN J.C., MOREAU R. (1969). Notice pédologique de la Haute-Volta. Région ouest-nord, Orstom Dakar-Hann : 341p.
- MADEIRA-NETTO J.S. (1993). *Etude quantitative des relations constituants minéralogiques - Réflectance diffuse des latosols brésiliens. Application à l'utilisation pédologique des données satellitaires TM (région de Brasilia)*, Orstom, Etudes et Thèses, 236p.
- POUGET M., LE FLOC'H E., KAMAL S., SALEM B. (1988). « Utilisation des données SPOT pour la cartographie des ressources renouvelables, application à la région côtière nord-ouest de l'Egypte », Journées Télédétection Bondy 14-17 novembre 1988 in *Images satellite et milieux terrestres en régions arides et tropicales*, Orstom Colloques et séminaires, 1990 : 103 - 143.
- POUGET M., MADEIRA J., LE FLOC'H E., KAMAL S. (1991). « Caractéristiques spectrales des surfaces sableuses de la région côtière nord-ouest de l'Egypte: application aux données satellitaires SPOT », Deuxièmes journées télédétection, Bondy 4 - 6 décembre 1990. in *Caractérisation et suivi des milieux terrestres en régions arides et tropicales*, Orstom; Colloques et séminaires, 1991 : 27-38;
- RIEFFEL J.M., MOREAU R. (1969). Notice pédologique de la Haute-Volta. Région ouest-sud, Orstom Dakar-Hann : 221p.
- SEMBDE A., SOME G.W., ZOUNGRANA A. (1991). *Cartographie des sols en zone tropicale par télédétection. Région de Solenzo*, Rapport de stage, Orstom LIA : 88 p. + cartes.