

Mission : CNES - SPOT 1 XS1, XS2, XS3  
Scène : 051-322 du 5/07/1988, 10 h 50 T.U.  $\lambda$  0,51-0,59  $\mu\text{m}$   $\lambda$  0,61-0,69  $\mu\text{m}$   $\lambda$  0,79-0,89  $\mu\text{m}$   
Scène : 051-322 du 5/09/1991, 10 h 52 T.U.  $\lambda$  0,51-0,59  $\mu\text{m}$   $\lambda$  0,61-0,69  $\mu\text{m}$   $\lambda$  0,79-0,89  $\mu\text{m}$   
Échelle : 1 : 40 000 environ  
Cartes : 1 : 50 000, IGB, Ban, Madougou, Koumbri et Thiou

## CARTOGRAPHIE D'UN COUVERT VÉGÉTAL SOUDANO-SAHÉLIEN A PARTIR D'IMAGES SPOT XS EXEMPLE DU NORD-YATENGA (BURKINA FASO)

**P. COUTERON**

École Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts,  
Domaine de Lavalette, 648, rue Jean-François-Breton,  
BP 5093, 34033 Montpellier Cedex 1

**G. SERPANTIÉ**

ORSTOM, Ouagadougou, Burkina Faso

### UNE CARTOGRAPHIE « ÉLÉMENTAIRE »

Le traitement numérique d'images satellitaires à haute résolution offre des perspectives cartographiques sensiblement différentes et complémentaires, par rapport à l'interprétation visuelle de documents de télédétection. Ceci, en particulier, lorsqu'il s'agit de représenter des types de couvert contrastés, constitués de mosaïques dont les unités élémentaires sont d'une taille inférieure au seuil de résolution retenu.

Face à ce genre de situation, l'interprétation visuelle tend à délimiter des catégories, pour lesquelles le critère d'homogénéité est fondé sur la répétitivité de l'agencement des constituants élémentaires. Le rendu cartographique est ainsi assez éloigné de l'information source ; il est à la fois plus riche, car intégrant l'expérience de l'interprète, et plus pauvre, car il y a perte de l'information liée au grain du document interprété. De tels rendus seront généralement adaptés à la thématique de référence de l'interprète, mais se révéleront pauvres ou inadaptés en regard d'une autre thématique. Ils manqueront de flexibilité par rapport à l'usage thématique envisagé.

A l'inverse, le but de ce travail est d'obtenir, par traitement numérique de deux images diachroniques, une carte « élémentaire » du couvert végétal (*sensu lato*, incluant aussi les sols nus), conservant le seuil de résolution du pixel Spot XS. Elle sera obtenue par classement de tous les pixels dans des catégories simples, ayant une signification en termes de couvert végétal (thèmes). Cette carte élémentaire est vue comme une base permettant d'obtenir d'autres cartographies plus élaborées (formations végétales, ressources pastorales, etc.). De façon à conserver une part de l'information texturale des images initiales, la restitution finale doit permettre d'identifier le pixel Spot XS ; l'échelle doit donc être supérieure au 1/50.000<sup>e</sup> (les échelles retenues pour les sorties d'ensemble sont de l'ordre du 1/40.000<sup>e</sup>).

### DIFFICULTÉS ET DÉMARCHE GÉNÉRALE

Une des caractéristiques des couverts végétaux soudano-sahéliens est de se présenter en mosaïques fines, associant couverts ligneux, herbacés et sols nus.

Un certain nombre de ces mosaïques a un grain inférieur à la taille du pixel Spot XS ; les constituants de base ne pourront pas être estimés directement et leur agencement ne sera pas restitué.

Dans d'autres cas, le grain dépasse la taille du pixel mais, reste suffisamment petit pour rendre délicate la mise en relation entre un objet identifié sur le terrain et un pixel déterminé. En d'autres termes, il n'y a que peu de surfaces homogènes suffisamment grandes pour permettre une telle mise en relation, sans un recalage très précis - et difficile à obtenir, même avec des moyens récents (GPS) - entre image et terrain.

Cette difficulté remet en cause le principe même de la validation d'une classification, pixel par pixel, par le biais de la construction d'une matrice de confusion. Pour évaluer la pertinence d'une classification, il semble préférable de se baser sur des ensembles de pixels classés, et de les confronter aux mosaïques correspondantes sur le terrain. Les critères de concordance sont alors l'importance relative des thèmes dans les mosaïques réelles et dans leurs représentations cartographiques, ainsi que leurs agencements respectifs. Dans le cadre de ce travail, le premier critère a été utilisé de façon quantitative, alors que le second est resté intuitif.

### CHAÎNE DE TRAITEMENT

Un recalage des deux images est obtenu par le biais d'une transformation polynomiale du deuxième degré. Cette utilisation de 2 images diachroniques est fondamentale : en contexte soudano-sahélien, l'utilisation d'une seule image ne peut conduire qu'à des résultats décevants, puisqu'il ne sera pas possible de discriminer correctement les composantes ligneuses et herbacées du couvert végétal.

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : B\*4820 Ex : 1



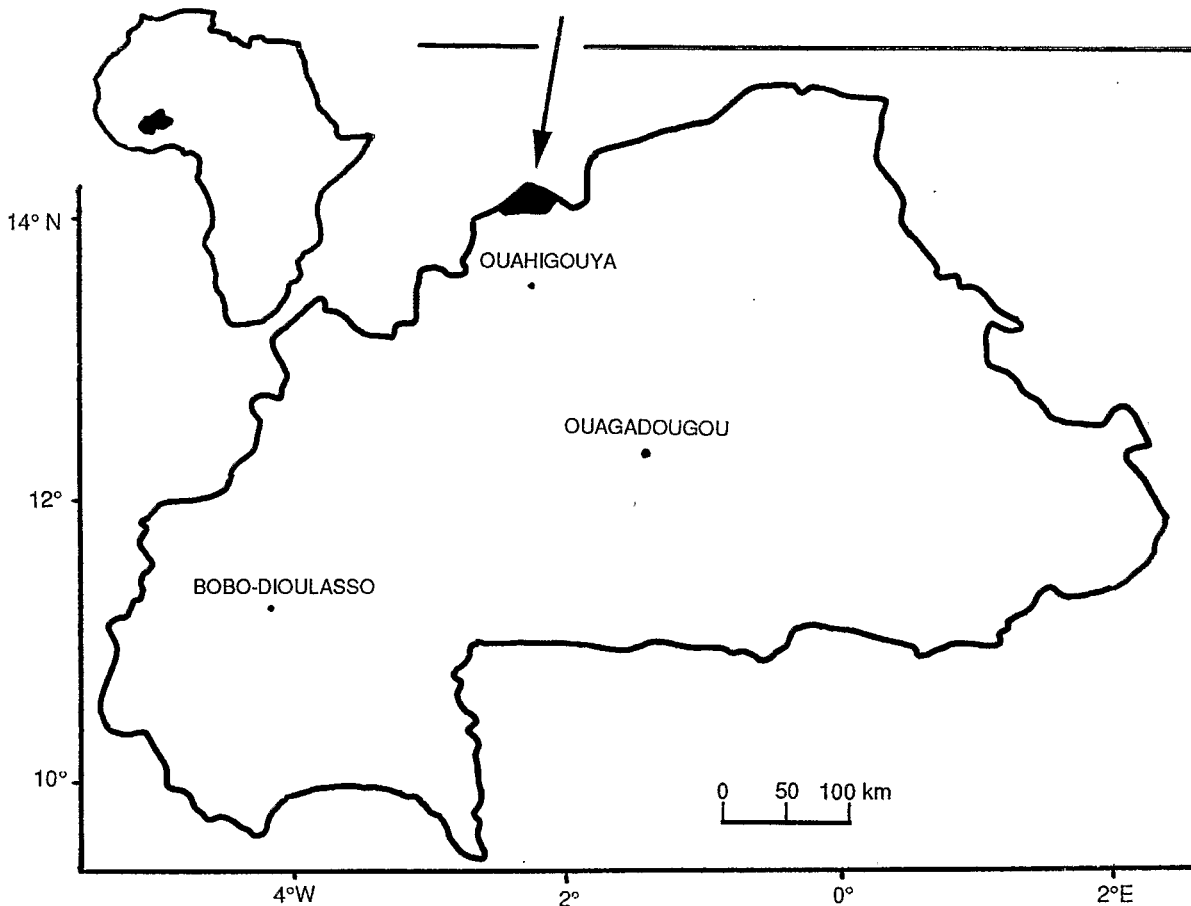


Figure 1 : Situation générale de la zone d'étude.

L'image du 5 juillet 1988 (début de saison des pluies) est utilisée pour l'identification des thèmes relevant du couvert des ligneux. A cette période de l'année, on peut espérer que la feuillaison complète des arbres précède un développement significatif du tapis herbacé. Néanmoins, la qualité de l'identification peut être très variable d'une image à l'autre, selon la date de prise de vue, et surtout selon sa position par rapport aux événements pluvieux : si les pluies ont été insuffisantes, la feuillaison sera incomplète, au moins dans certaines parties de l'image ; par contre, si les pluies ont déjà été abondantes et régulières, un tapis herbacé, déjà significativement développé, sera source de confusion. L'acquisition d'une « bonne » image est donc forcément un exercice aléatoire, d'autant que la date de prise de vue n'est maîtrisé qu'à 2 ou 3 semaines près. D'autre part, l'intérêt d'une image ne pourra être déterminé qu'à partir d'un suivi précis des stades de développement de la végétation, durant la période de prise de vue, tel qu'il a été mené en juin-juillet 1988 [3]. Pour l'image retenue, l'Indice Normalisé De Végétation (INDV [1]) reflète largement l'importance du couvert des ligneux. Par seuillage, cet indice est utilisé pour extraire 2 thèmes, correspondant aux pixels pour lesquels le couvert ligneux est « notable » (de fait à peu près > 20 %). La concordance entre l'importance relative des pixels « ligneux » et le couvert effectif (estimé sur les photographies aériennes de février 1984) est bonne, malgré un effet de sous-estimation pour les faibles couverts (Fig. 2). Cette sous-estimation traduit la limite du pouvoir de résolution des images Spot XS, composées de pixels de

20 m x 20 m : l'élément rare d'une mosaïque est sous-estimé, par seuillage, dès lors que ses constituants ne représentent qu'une faible fraction de la surface de la majorité des pixels élémentaires.

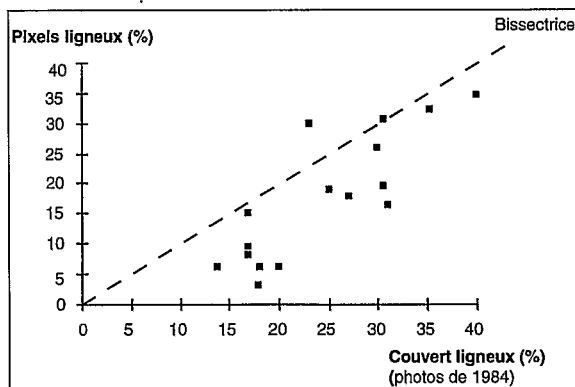
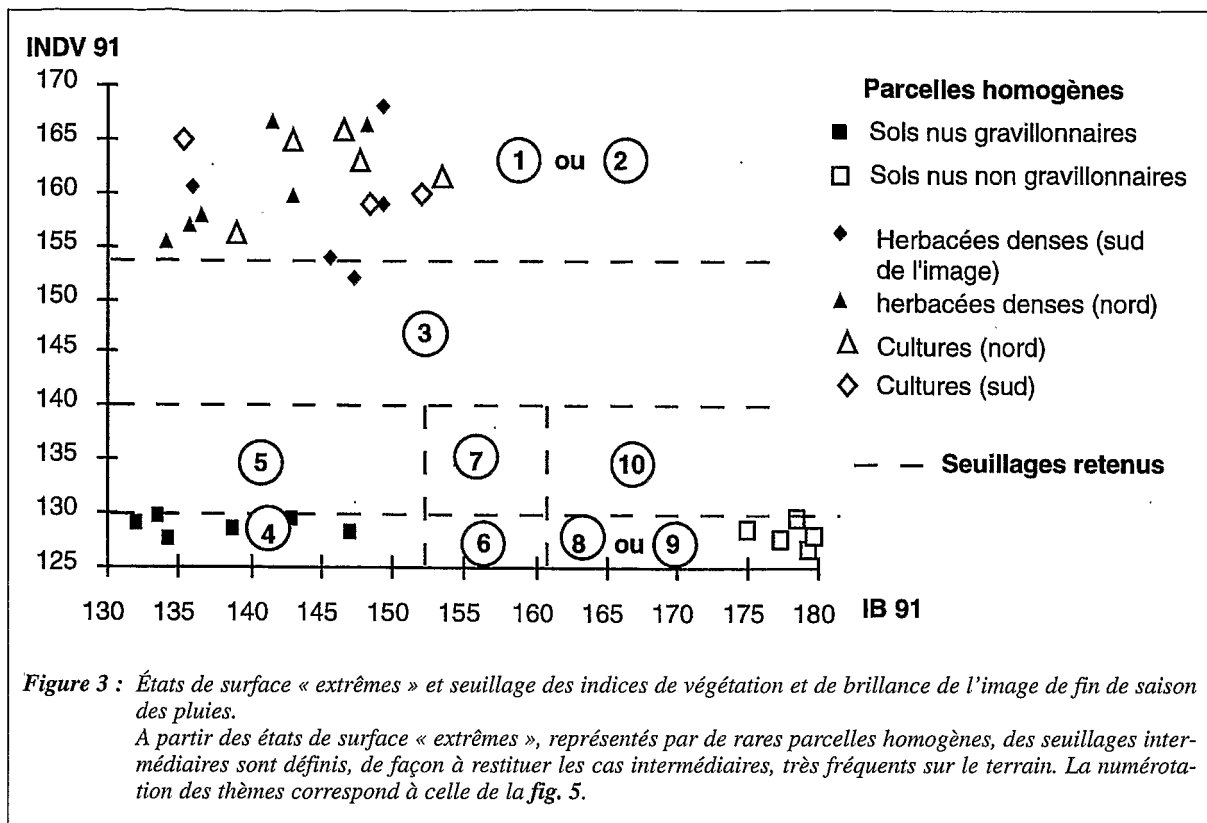


Figure 2 : Identification des pixels ligneux, validation par rapport aux photographies aériennes. La validation est réalisée par confrontation de l'importance relative des pixels, classés comme ligneux par le seuillage de l'image de début de saison des pluies, avec une estimation du couvert des ligneux, obtenue par comptage de points sur des photographies aériennes (au 1/50 000<sup>e</sup> env.). Le comptage de points est réalisé sous loupe binoculaire (grossissement 10), à partir d'une grille de 1 mm de maille. La confrontation se fait pour des grandes parcelles de plusieurs hectares.



Les pixels qui ne sont pas retenus au seuillage font l'objet d'un classement sur la base des deux néo-canaux (INDV et Indice de Brillance), de l'image de fin de saison des pluies (sept. 91). Ce classement s'appuie sur les constatations suivantes :

- il existe trois états de surface extrêmes (couverts herbacés denses, sols nus gravillonnaires, sols nus non gravillonnaires), pouvant être identifiés sur la base des valeurs des deux néo-canaux (Fig. 3), pour des parcelles exceptionnellement homogènes ;
- tous les cas intermédiaires peuvent être observés sur le terrain, et la représentation cartographique finale se doit de représenter ces gradations.

Le mode de représentation retenu est discret, après seuillage des deux néo-canaux en 8 catégories (les 3 catégories extrêmes et 5 intermédiaires). Ces seuillages, surtout ceux entre catégories intermédiaires, ne peuvent être qu'approximatifs ; ils nécessitent souvent d'être ajustés par grandes portions d'images, homogènes du point de vue de la géologie et de l'occupation humaine.

Dans ce type de milieu, l'identification des surfaces cultivées est délicate, car il y a de fortes confusions avec les couverts herbacés denses, en particulier, ceux des jachères, plus ou moins arbustives, imbriquées avec les champs. Aucune solution, basée uniquement sur des images Spot XS, ne semble pouvoir être entièrement satisfaisante.

Une solution approchée a été envisagée, en différenciant les cultures, à l'intérieur des surfaces herbacées les plus denses, sur la base de fortes valeurs de l'indice de brillance en début de saison des pluies [2]. Sur sols sableux, la méthode donne une assez bonne identification des principaux blocs de cultures. Dans d'autres types de paysage, une délimitation manuelle de « domaines cultivés » a été préférée à toute identification automatique (Fig. 3).

## RÉSULTATS

La chaîne de traitement précédente réalise une partition complète d'un espace en thèmes (Fig. 4 et 5), définis au niveau du pixel Spot XS. La première des 2 figures concerne un espace très anthropisé, situé sur substrat granitique, au sud-est de l'image ; la seconde présente un espace peu anthropisé (parcours sans cultures) sur grès, au nord-est. Dans les 2 cas, une analyse intéressante du couvert végétal et du paysage peut être déduite. Ainsi, sur la fig. 4, apparaît nettement le rôle du réseau hydrographique (« bas-fonds ») qui, largement défriché, représente une part importante des surfaces cultivées les plus productives (champs de sorgho). Le raccordement entre les versants et les cours d'eau temporaires (« chanfrein ») est marqué par des sols nus érodés, anciennement cultivés [4]. Les « brousses tigrées » (dans le bas de la figure) ne sont que très peu touchées par les défrichements.

Pour ce qui est de la fig. 5, on peut y voir la diversité du couvert végétal, en relation avec les situations morphopédologiques. La « brousse tigrée » (coin inférieur droit) s'observe sur des versants à faible pente (un peu moins de 1 %), sur des sols fréquemment gravillonnaires dès la surface. Des formations « tachetées » dominent dans la partie supérieure gauche, sur un terrain sub-horizontale ; le couvert herbacé y est nettement plus développé que sur les versants. A gauche apparaît un ensemble à fort couvert ligneux (de 70 à 80 %), lié à l'épandage des eaux des cours d'eau temporaires ; pratiquement tous les pixels y sont considérés comme ligneux, alors que le couvert n'est pas strictement continu ; il s'agit, là encore, du même problème de sous-estimation des thèmes rares d'une mosaïque.

Le principal intérêt de cette cartographie élémentaire réside donc dans ses possibilités d'interprétations ultérieures. Celles-ci peuvent être envisagées par analyse

visuelle ou automatique. Dans les deux cas, ces analyses exigent que l'image classée ait conservé un niveau appréciable de richesse texturale ; l'examen des **fig. 4 et 5** montre que cette richesse reste d'un niveau appréciable ; des textures rappelant celles des photographies aériennes sont perceptibles. La carte est donc utilisable comme base de départ de cartographies plus finalisées, comme, par exemple, une carte de formations végétales.

### REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé avec l'appui du programme « Savanes A Long Terme (SALT). L'image du 05/09/91 a été acquise dans le cadre du programme ISIS. Nous sommes reconnaissant à Ignace Ouedraogo (INERA) pour sa participation à la réflexion initiale et au travail de terrain.

### BIBLIOGRAPHIE

- [1] BARIOU R., LECAMUS D. et LE HENAFF F., 1985 : *Indices de végétation. Dossier de télédétection*, 121 p.
- [2] COUTERON P., 1992 : *Cartographie satellitaire du couvert végétal au Nord-Yatenga*. ENGREF, Montpellier, multigr., 44 p.
- [3] SERPANTIÉ G., TEZENAS du Montcel L. et Sabatier S., 1991 : *Cartographie des ressources végétales au Nord-Yatenga*. ORSTOM, Montpellier, multigr., 46 p.
- [4] SERPANTIÉ G., TEZENAS DU MONTCEL L. et VALENTIN C., 1992 : La dynamique des états de surface d'un territoire pastoral soudano-sahélien. Conséquences et propositions in E. Le Floch, M. Grouzis, A. Cornet et J.-C. Bille éd., « *L'aridité, une contrainte au développement* », ORSTOM, pp. 419-447.

<p><b>SUBSCRIPTION FORM</b></p> <p>Mail to : Éditions ESKA, 27, rue DUNOIS, 75013 PARIS - FRANCE Tél. 16 (1) 44 06 80 42 - FAX 16 (1) 44 24 06 94</p> <p><input type="checkbox"/> YES, start sending me revue PHOTO-INTERPRÉTATION (1 year - 4 issues + suppl.) (Airmail charges to be added)</p> <p><input type="checkbox"/> For the year 1995</p> <p><input type="checkbox"/> Payment enclosed</p> <p>Name : .....</p> <p>Company : .....</p> <p>Address : .....</p> <p>City : ..... State : ..... Zip code : ..... Country : .....</p>	<h1 style="margin: 0;">Photo Interprétation</h1>															
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 35%;"><input type="checkbox"/> FRANCE ..... 1 104 FF</td> <td style="width: 35%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> OUTSIDE FRANCE ..... 1 276 FF</td> <td></td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> FRANCE ..... 1 104 FF			<input type="checkbox"/> OUTSIDE FRANCE ..... 1 276 FF		<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 35%;">Year 1993 : ..... 290 FF</td> <td style="width: 35%;">Year 1989 : ..... 185 FF</td> </tr> <tr> <td>Price per copy</td> <td>Year 91-92 : ..... 250 FF</td> <td>Year 1988 : ..... 175 FF</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Year 1990 : ..... 190 FF</td> <td>Year 1987 : ..... 165 FF</td> </tr> </table>		Year 1993 : ..... 290 FF	Year 1989 : ..... 185 FF	Price per copy	Year 91-92 : ..... 250 FF	Year 1988 : ..... 175 FF		Year 1990 : ..... 190 FF	Year 1987 : ..... 165 FF
	<input type="checkbox"/> FRANCE ..... 1 104 FF															
	<input type="checkbox"/> OUTSIDE FRANCE ..... 1 276 FF															
	Year 1993 : ..... 290 FF	Year 1989 : ..... 185 FF														
Price per copy	Year 91-92 : ..... 250 FF	Year 1988 : ..... 175 FF														
	Year 1990 : ..... 190 FF	Year 1987 : ..... 165 FF														

# MAPPING SUDANO-SAHELIAN VEGETATION COVER FROM SPOT IMAGES THE EXAMPLE OF NORTH YATENGA (BURKINO FASO)

P. COUTERON and G. SERPANTIE

## SUMMARY

This paper describes a simple method of obtaining « elementary » maps of plant cover in the Sudano-Sahelian context from Spot XS images (Fig. 1). By elementary mapping we mean digital processing which assigns a simple thematic meaning in terms of plant cover (taken in the broad sense, as it includes bare ground) to the pixel of the Spot XS image, thereby maintaining its resolution. These maps are considered as a basis for subsequently producing more closely targeted thematic maps (vegetal forms, pastoral resources, etc.). The value of the elementary map lies in its flexibility regarding subsequent applications. This is particularly necessary in the case of Sudano-Sahelian vegetation cover which usually presents fine mosaics of ligneous and herbaceous vegetation and bare ground. With this type of plant cover, any drop in resolution forcibly results in a significant loss of information which would limit subsequent usage of the map.

The method is based on the diachronic use of 2 images, which is the only way of clearly distinguishing ligneous and herbaceous plant cover. The ligneous cover is estimated from an image taken at the beginning of the rainy season (when only the ligneous vegetation has leaves), by thresholding the Normalized Differential Vegetation Index (NDVI). Pixels with a high enough NDVI are then assigned to categories (themes) corresponding to dominant ligneous plant cover.

The results are validated for large plots extending over several hectares by comparing the proportion of assigned pixels with the cover estimated from the 1 : 50 000 scale aerial photographs. The resulting correlation is good, even if areas of sparse ligneous cover are underestimated (less than 10 %) (Fig. 2).

The other pixels in the image are then classified on the basis of a second image taken at the end of the rainy season (maximum vegetation cover). This classification takes into account the NDVI and the brightness index (BI). It allows the identification of 3 « extreme » themes, corresponding to dense herbaceous cover (high NDVI), bare ground without ferruginous gravel (low NDVI, high

BI) and bare gravelly ground (low NDVI, low BI). Intermediate categories, which are frequently encountered in the field, are then defined by thresholding the previous 2 channels. The thresholds are adapted for large sectors, delimited according to geological and land occupancy aspects (Fig. 3).

The maps obtained by this method (Fig. 4 and 5) retain a good level of textural richness and can be readily used for subsequent interpretations, whether visual or automatic.

## REFERENCES

*See French text.*

## LIST OF FIGURES

*Figure 1 : Overall situation of the study area.*

*Figure 2 : Identification of the ligneous pixels, validation against aerial photographs.*

*Validation is achieved by comparing the relative importance of the pixels classified as ligneous by the thresholding of the image obtained at the start of the rainy season with an estimation of the ligneous cover obtained by counting the points on aerial photographs (1 : 50 000 scale approx.). The points are counted using a binocular magnifying glass (10 X magnification) from a 1-mm mesh grid. The comparison is performed on large areas covering several hectares.*

*Figure 3 : « Extreme » surface conditions and thresholding of the vegetation number and image brightness index of the image taken at the end of the rainy season.*

*Intermediate thresholding operations are defined from the « extreme » surface conditions represented by occasional uniform areas, in order to reconstruct the intermediate cases which occur very frequently in the field. The themes are numbered as shown in Fig. 5.*

# CARTOGRAFIA DE UNA CUBIERTA VEGETAL SUDANO-SAHELIANA A PARTIR DE IMAGENES SPOT XS EJEMPLO DEL YATENGA NORTE (BURKINA FASO)

P. COUTERON y G. SERPANTIE

## RESUMEN

Este artículo presenta un método simple que permite obtener, partiendo de imágenes SPOT XS, cartografías « elementales » de la cubierta vegetal en contexto sudano-saheliano (Fig. 1). Entendemos por « cartografía elemental » un tratamiento numérico que atribuye un significado temático simple, en términos de cubierta vegetal (en sentido amplio, pues incluye los suelos desnudos), a cada pixel de la imagen SPOT XS, cuya resolución se conserva así. Los mapas resultantes se consideran como una base que permite obtener ulteriormente cartografías temáticas más orientadas (formaciones vegetales, recursos pastorales, etc.) ; el interés del mapa elemental radica, pues, en su flexibilidad frente a los usos ulteriores. Ello es particularmente necesario para las cubiertas vegetales sudano-sahelianas, que las más de las veces se presentan en forma de mosaicos finos que asocian vegetales leñosos, herbáceos y suelos desnudos. Para estas cubiertas, toda pérdida de resolución se traduce forzosamente por una pérdida de información, que limita los usos ulteriores del mapa.

El método se basa en una utilización diacrónica de dos imágenes, indispensable para garantizar una buena discriminación entre la cubierta leñosa y la herbácea. La cubierta leñosa se estima a base de una imagen del comienzo de la estación lluviosa (cuando sólo las especies leñosas tienen hojas), por limitación (fijación de umbrales) del Índice Normalizado de Vegetación (INDV) ; los pixeles que presentan un INDV suficientemente elevado se asignan luego a categorías (temas) correspondientes a cubiertas leñosas dominantes.

Cuando se trata de grandes parcelas de varias hectáreas, los resultados se validan compulsando el índice de pixeles asignados con la cubierta estimada en fotografías aéreas a escala de 1/50 000. La correlación obtenida es buena, aunque se dé una subestimación de las cubiertas leñosas escasas (menos de 10 %) (Fig. 2).

Los demás pixeles de la imagen son luego objeto de una clasificación a base de una segunda imagen, tomada al final de la estación lluviosa (máximo de vegetación) ; esta clasificación toma en cuenta el INDV y el índice de brillantez (IB). Ella permite identificar 3 temas « extre-

mos », correspondientes a las cubiertas herbáceas densas (INDV elevado), a los suelos desnudos sin gravilla ferruginosa (INDV bajo, IB elevado) y a los suelos desnudos con gravilla (INDV bajo e IB bajo) ; luego se definen categorías intermedias mediante limitación de los dos canales precedentes. Estas limitaciones se ajustan por grandes sectores, delimitados según la geología y la ocupación humana (Fig. 3).

Los mapas obtenidos con este método (Figs. 4 y 5) conservan un buen nivel de riqueza textural y se prestan bien a interpretaciones ulteriores, visuales o automáticas.

## REFERENCIAS

*Véase el texto francés.*

## LEYENDA DE LAS FIGURAS

*Figura 1 : Situación general de la zona estudiada.*

*Figura 2 : Identificación de los pixeles leñosos, validación por compulsas con las fotografías aéreas.*

*La validación se realiza comparando la importancia relativa de los pixeles clasificados como leñosos por limitación de la imagen de comienzos de la estación lluviosa, con una estimación de la cubierta leñosa obtenida por recuento de puntos en fotografías aéreas (a escala de 1/50 000, aproximadamente). El recuento de puntos se efectúa con lupa binocular (10 aumentos), a partir de un reticulado de 1 mm. de malla. La compulsas se efectúa por grandes parcelas de varias hectáreas.*

*Figura 3 : Estados de superficie « extremos » y limitación de los índices de vegetación y de brillantez de la imagen de fines de la estación lluviosa.*

*A partir de los estados de superficie « extremos », representados por escasas parcelas homogéneas, se definen limitaciones intermedias, a fin de restituir los casos intermedios, muy frecuentes en el terreno. La numeración de los temas corresponde a la de la fig. 5.*

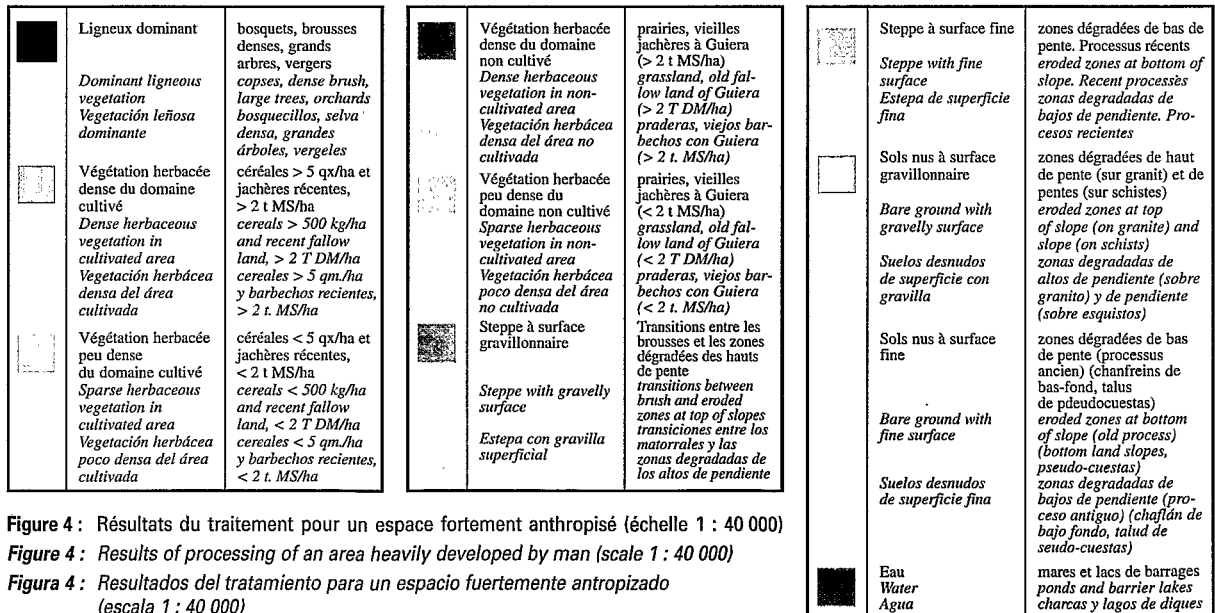
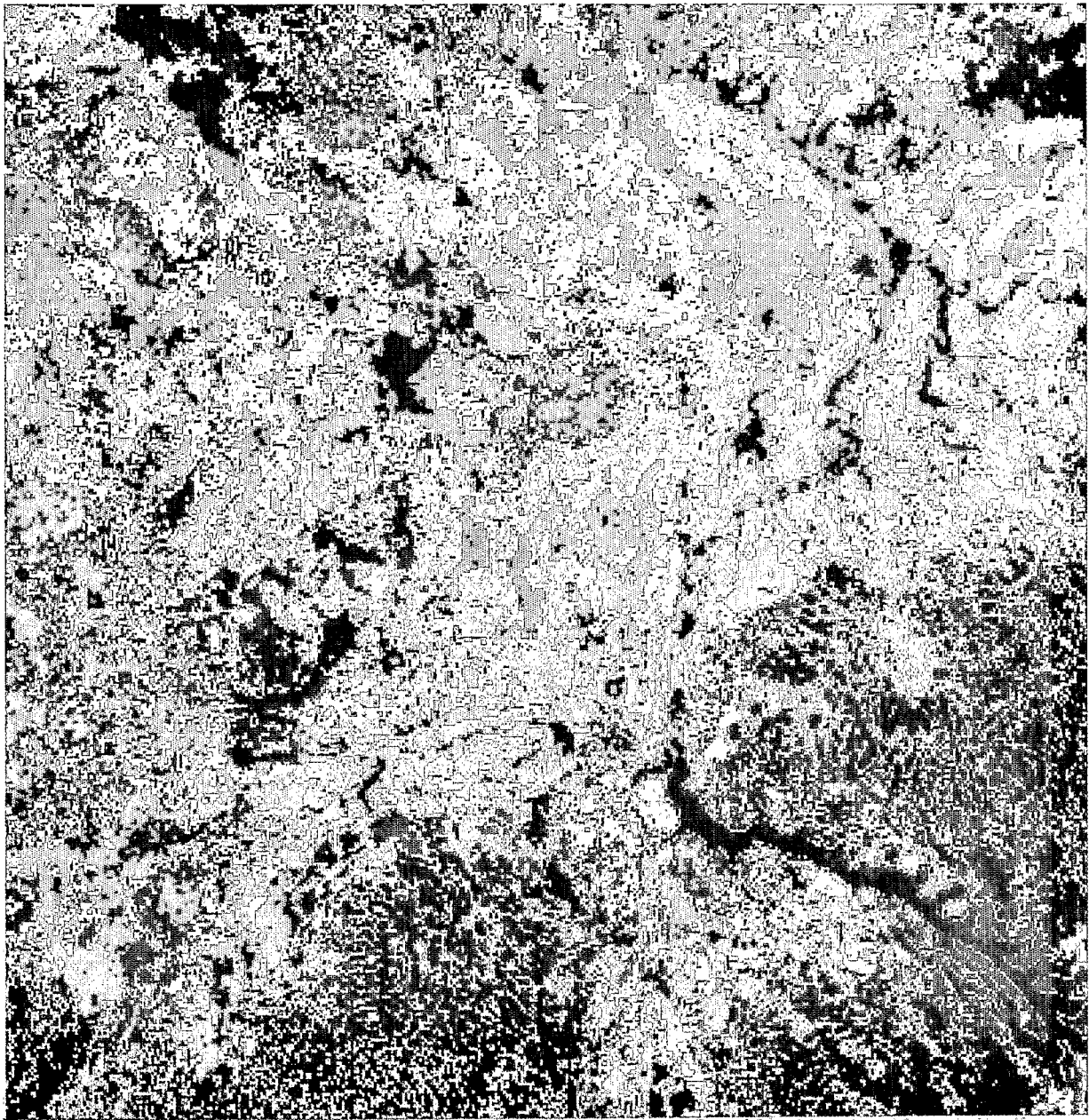


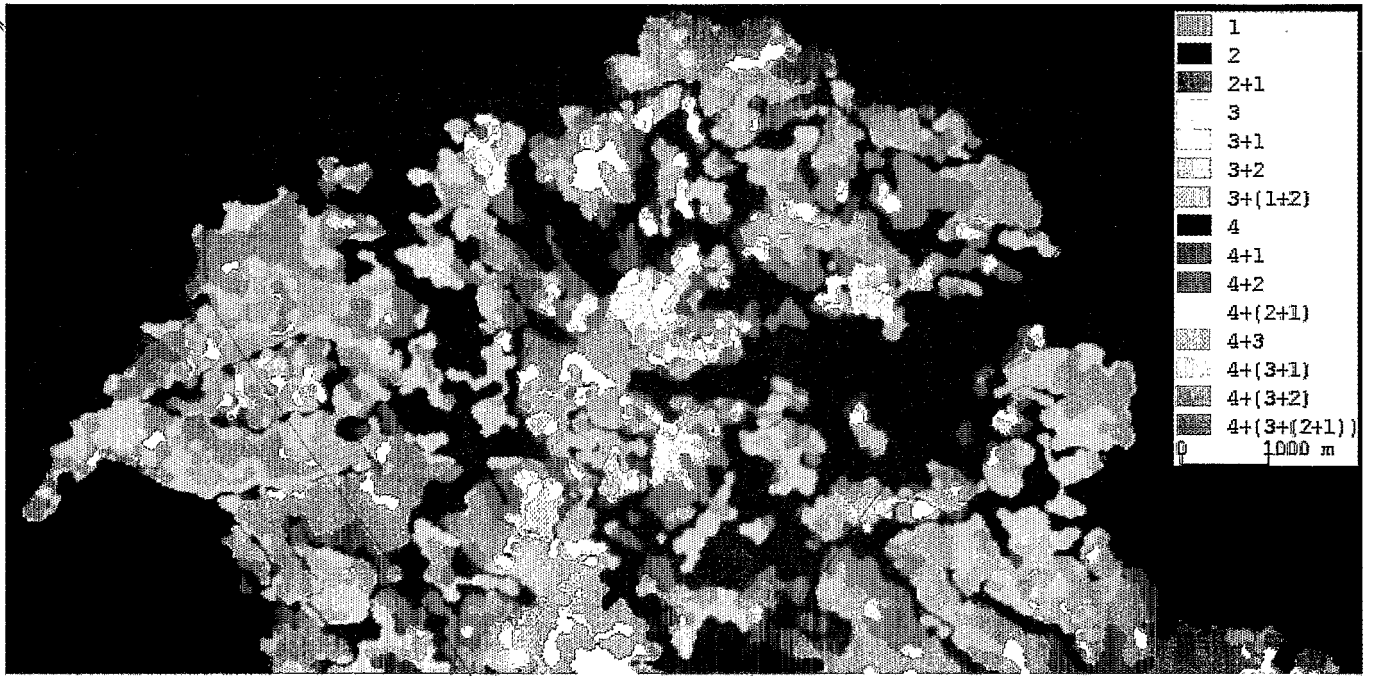
Figure 4 : Résultats du traitement pour un espace fortement anthropisé (échelle 1 : 40 000)

Figure 4 : Results of processing of an area heavily developed by man (scale 1 : 40 000)

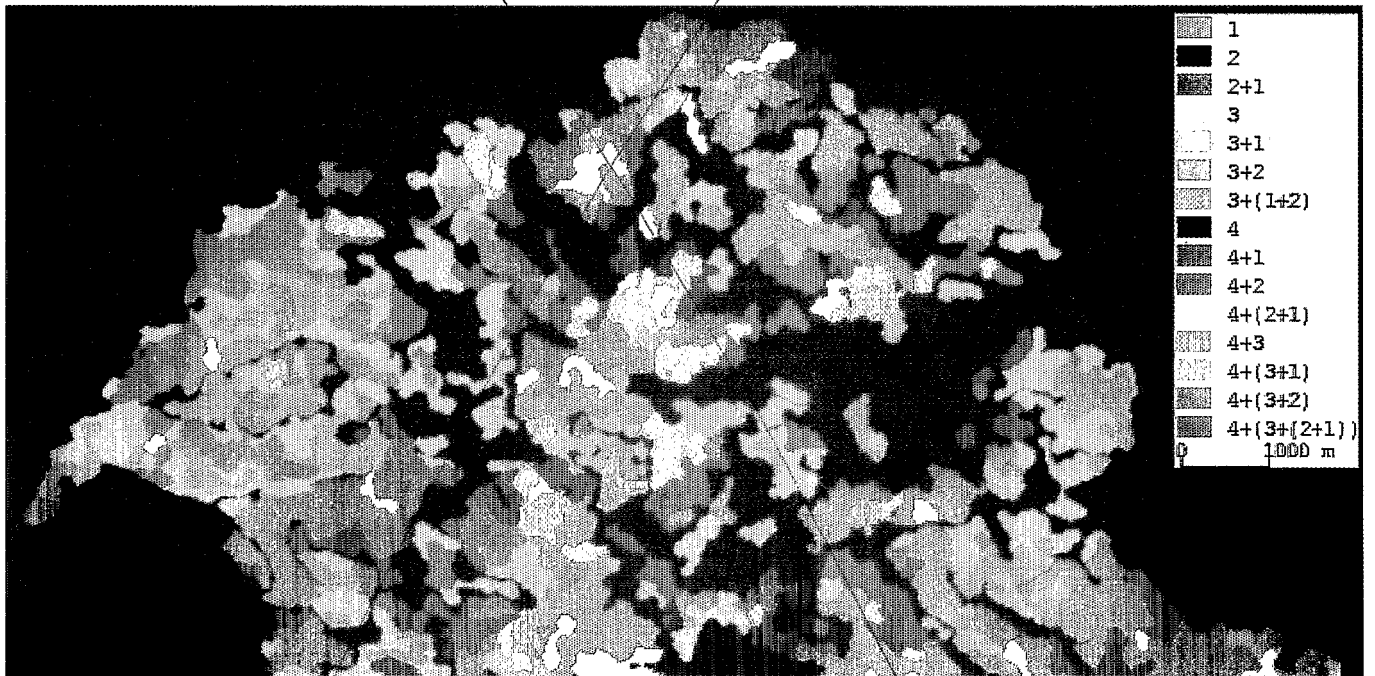
Figura 4 : Resultados del tratamiento para un espacio fuertemente antropizado (escala 1 : 40 000)

<b>B</b> BURKINA FASO	CNES SPOT 1 XS scène 051-322	05/07/88	1 : 40 000 environ $\lambda = 0,51 - 0,59 \mu\text{m}$ $\lambda = 0,61 - 0,69 \mu\text{m}$ $\lambda = 0,79 - 0,89 \mu\text{m}$	1 : 50 000 IGB feuille BAN
		10 h 50 TU		
		05/09/91		
		10 h 52 TU		





a



b

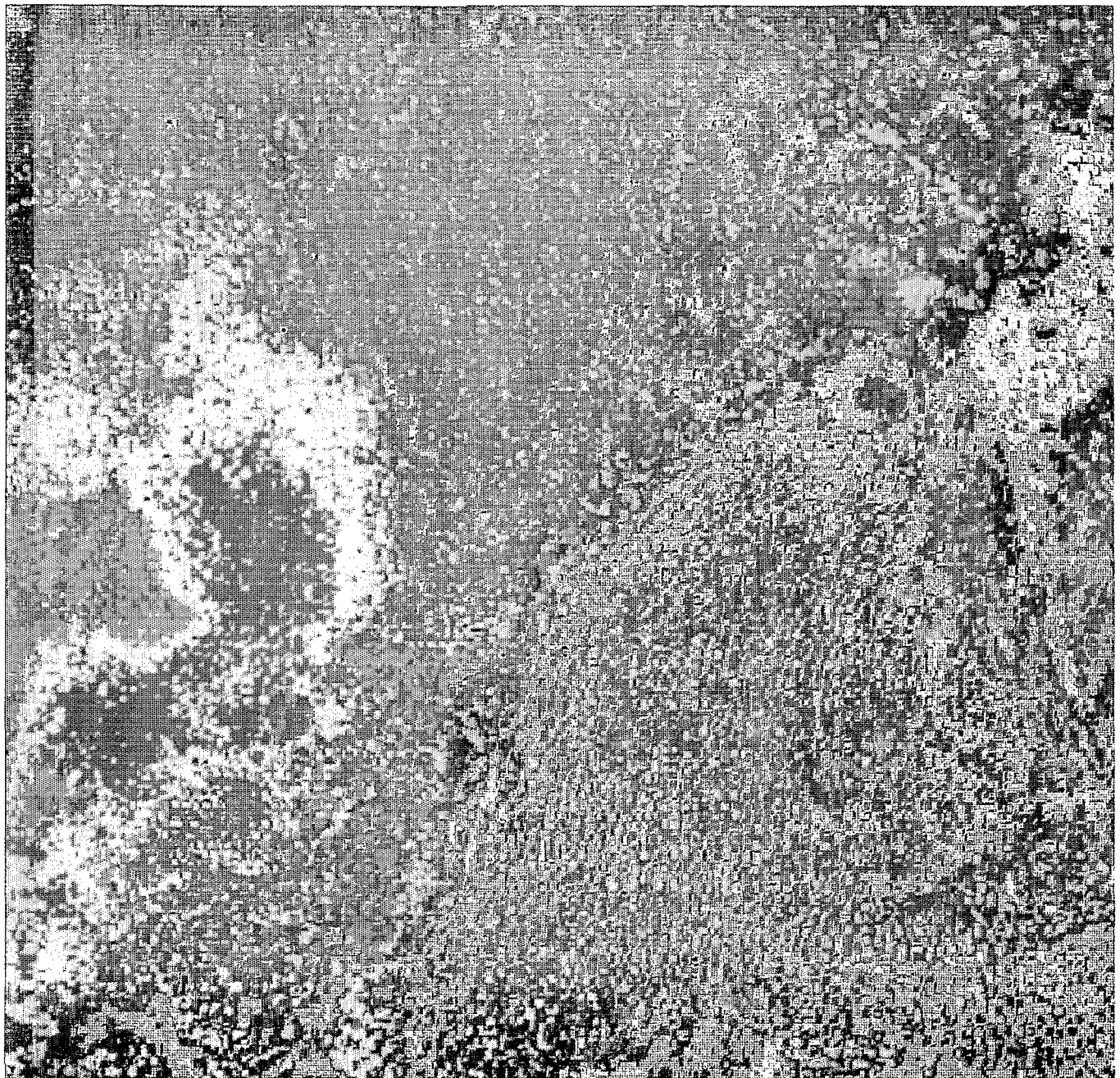
**Figure 16 :** Réunion des 4 diagonales  
**a :** des 4 groupes ; **b :** des 4 groupes après reconstruction

**Figure 16 :** Combining the 4 diagonals  
**a :** of the 4 groups ; **b :** of the 4 groups after reconstruction

**Figura 16 :** Reunión de las 4 diagonales  
**a :** de los 4 grupos ; **b :** de los 4 grupos después de reconstrucción

95-1	P PÉROU	CNES SPOT P	08/07/90	1 : 100 000	1 : 100 000
		scène 661-381	15 h 17 LT	$\lambda = 0,51 - 0,73 \mu\text{m}$	IGN - PÉROU feuille 82.S : CHIVAY Dpto AREQUIPA





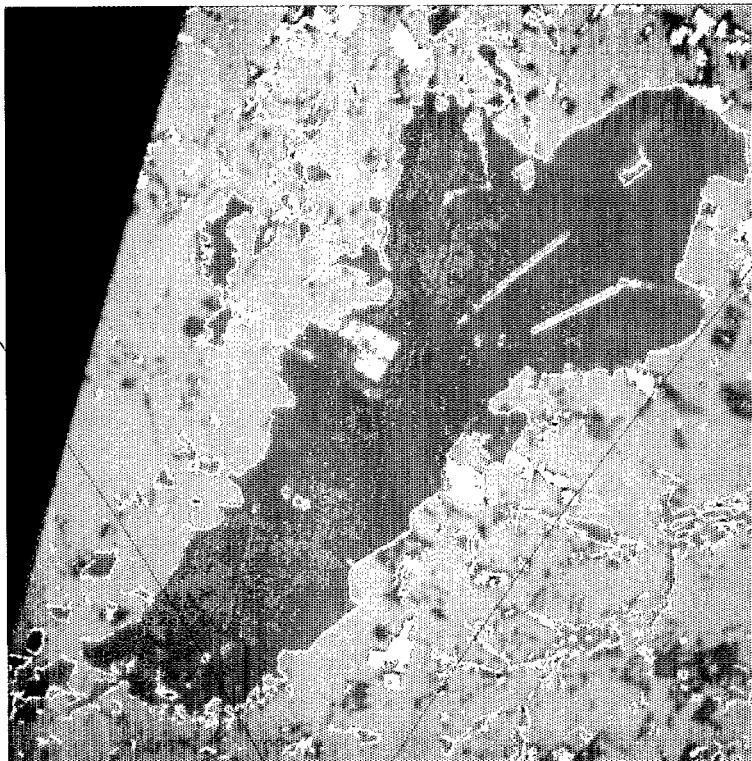
- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <p>1  Surfaces cultivées productives et entretenues<br/><i>Productive and tended cultivated areas</i><br/>Superficies cultivadas productivas y mantenidas</p> <p>2  Surfaces à forts couverts herbacés<br/><i>Areas with dense herbaceous vegetation cover</i><br/>Superficies con fuerte cubierta herbácea</p> <p>3  Surfaces herbacées à couverts intermédiaires<br/><i>Areas with intermediate herbaceous vegetation cover</i><br/>Superficies herbáceas con cubiertas intermedias</p> | <p>4  Sols nus très gravillonnaires<br/><i>Very gravelly bare ground</i><br/>Suelos desnudos con mucha gravilla</p> <p>5  Sols nus très gravillonnaires avec faible couvert végétal<br/><i>Very gravelly bare ground with sparse vegetation cover</i><br/>Suelos desnudos con mucha gravilla y escasa cubierta vegetal</p> <p>6  Sols nus à fraction gravillonnaire<br/><i>Bare ground with gravel fraction</i><br/>Suelos desnudos con fracción de gravilla</p> | <p>7  Sols nus à fraction gravillonnaire et à faible couvert végétal<br/><i>Bare ground with gravel fraction and sparse vegetation cover</i><br/>Suelos desnudos con fracción de gravilla y escasa cubierta vegetal</p> <p>8  Sols nus sans charge grossière (type 1)<br/><i>Bare ground without coarse material (type 1)</i><br/>Suelos desnudos sin carga gruesa (tipo 1)</p> <p>9  Sols nus fins sans charge grossière (type 2)<br/><i>Bare fine ground without coarse material (type 2)</i><br/>Suelos desnudos sin carga gruesa (tipo 2)</p> | <p>10  Sols nus sans charge grossière à faible couvert végétal<br/><i>Bare ground without coarse material and with sparse vegetation cover</i><br/>Suelos desnudos sin carga gruesa con escasa cubierta vegetal</p> <p>11  Couvert ligneux dominant<br/><i>Dominant ligneous cover</i><br/>Cubierta leñosa dominante</p> <p>12  Couvert ligneux dense et haut<br/><i>Dense, tall ligneous cover</i><br/>Cubierta leñosa densa y alta</p> |
|---|--|---|--|

Figure 5 : Résultats du traitement pour 3 types de formations végétales (échelle 1 : 32 000)

Figure 5 : Results of processing for 3 plant formation types (scale 1 : 32 000)

Figura 5 : Resultados del tratamiento para 3 tipos de formaciones vegetales (escala 1 : 32 000)

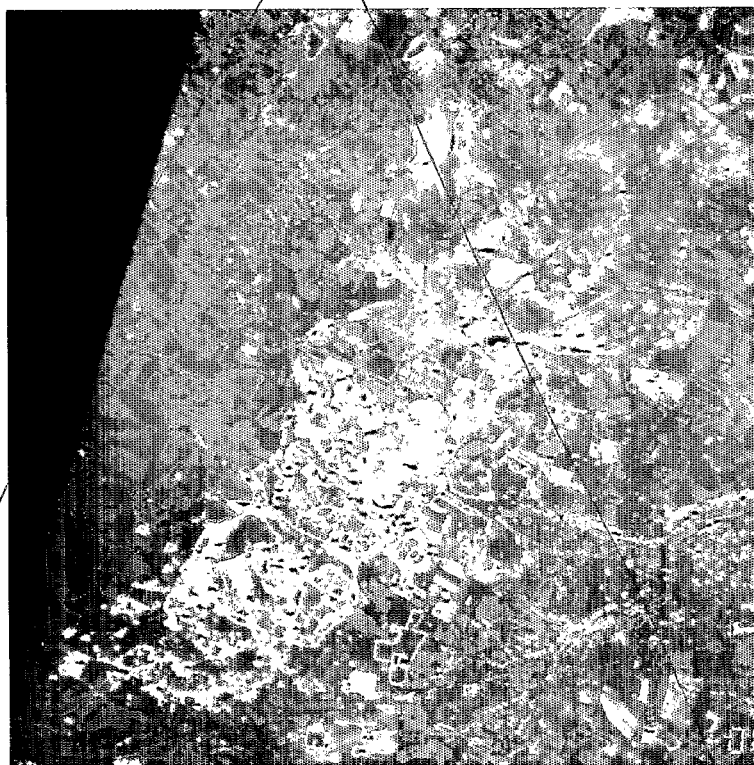
<b>B</b> BURKINA FASO	CNES SPOT 1 XS scène 051-322	01/07/88 10 h 50 TU 05/09/1991 10 h 52 TU	1 : 32 000 $\lambda = 0,51 - 0,59 \mu\text{m}$ $\lambda = 0,61 - 0,69 \mu\text{m}$ $\lambda = 0,79 - 0,89 \mu\text{m}$	1 : 50 000 IGB feuille KOUMBRI
-----------------------	---------------------------------	--	---	-----------------------------------



**Figure 2 :** Forêt de Bouconne SPOT XS2 (23/09/88)

**Figure 2 :** Bouconne Forest SPOT XS2 (23/09/88)

**Figura 2 :** Bosque de Bouconne SPOT XS2 (23/09/88)



**Figure 3 :** Forêt de Bouconne SPOT XS3 (23/09/88)

**Figure 3 :** Bouconne Forest SPOT XS3 (23/09/88)

**Figura 3 :** Bosque de Bouconne SPOT XS3 (23/09/88)

<b>F</b> FRANCE	CNES SPOT 1 HRV 2 scène 042-262	23/09/88	$\lambda = 0,61 - 0,68 \mu\text{m}$ $\lambda = 0,79 - 0,89 \mu\text{m}$	1 : 50 000 IGNF Forêt de Bouconne
-----------------	---------------------------------------	----------	--	--------------------------------------