

1^o SIMPÓSIO BRASILEIRO DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO

CENTRO DE CONVENÇÕES DE PERNAMBUCO - OLINDA
16 a 20 agosto 1982

Thèmes : Connaissance du milieu
Agriculture et écologie

POUR UN ZONAGE AGROÉCOLOGIQUE DU T.S.A. :

Essai de délimitation d'unités physiographiques
sur quatre scènes Landsat.

par Gérard DANDOY, Bernard LORTIC et J.Y. MARCHAL
Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre Mer (ORSTOM)
France.

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

N° : 17.480 ea 1

Cote : B

27 MAI 1985

1 - RESUME

Le zonage agroécologique du Tropique semi-aride est un projet retenu par le CPATSA dans le cadre du programme PNP 027 : Evaluation des Ressources Naturelles et Socio-économique du Tropique Semi-aride. Il doit répondre à la nécessité de disposer d'une série de documents cartographiques à une échelle convenable pour orienter les recherches agro-pastorales et servir à la planification régionale. Ce zonage devrait exprimer la synthèse des divers travaux existants, complétée par les recherches en cours, et aboutir à la publication d'un atlas composé de cartes thématiques et de cartes de synthèse. L'échelle du 1/2 000 000 qui a été retenue (après réduction de documents à 1/1 000 000) devrait offrir un degré de précision suffisant pour la planification régionale tout en préservant l'entité que représente le T.S.A. (cf. doc. de présentation du projet, EMBRAPA, p1).

B17.480 ea 1

Plusieurs chercheurs français de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM France) doivent collaborer à cette étude en association avec les chercheurs du CPATSA (1).

Une mission à Pérolina d'un des auteurs de la présente note a eu pour objet de délimiter l'espace concerné par le projet et de débattre des questions de méthode sur la synthèse pluridisciplinaire des connaissances acquises et l'approche systémique.

La présente note - déjà soumise à l'attention du CPATSA (mars 1982) - propose une première méthode d'analyse susceptible de satisfaire l'ensemble des disciplines concernées. Elle s'appuie sur l'un des termes de référence du projet : "la définition de l'aptitude écologique des espaces ruraux (délimitation écographique intégrant les caractères agricoles) à petite échelle (1/1 000 000), en testant les données retenues par la télédétection". La télédétection est présentée, ici, comme un moyen d'intégration des données disponibles.

2 - LE CHOIX DE LA METHODE

Il s'agirait dans un premier temps de réaliser un découpage, en zones radiométriques homogènes, qui servirait de cadre de référence à la synthèse des divers travaux préexistants et des apports respectifs des chercheurs des autres disciplines (agronomie, pédologie, etc.).

Le choix d'une telle méthode d'intégration repose sur le constat que seules les données de télédétection offrent une vision globale de l'espace concerné, à la fois homogène et "objective". Or, si ce choix semble se justifier d'autant plus facilement que le Brésil dispose de sa propre station de réception des données Landsat et d'un important Institut de Recherches-

(1) ... ainsi que d'autres chercheurs français, prévus à différentes phases de la recherche (CEPE Louis Emberger et IRAT/GERDAT, Montpellier) et brésiliens provenant d'institutions autres que l'EMBRAPA.

Spatiales (INPE), il implique cependant toute une série de problèmes d'ordre méthodologique, ne serait-ce que pour respecter cette "objectivité" du zonage fondée sur la mesure radiométrique. L'importance à donner aux questions méthodologiques préalables au lancement du projet est d'autant plus nécessaire que l'espace concerné par le zonage correspond à huit Etats du Nordeste (Maranhao hors zone) caractérisés par l'hétérogénéité des unités physiographiques (cf. travaux de l'IBGE) : extension sur 13 degrés de latitude et 9 de longitude ; 55 scènes Landsat devront être analysées sur 1 150 000 km² ; 13% de la superficie du Brésil (fig. 1 et 2).

Nous allons commenter succinctement trois démarches à partir des mêmes documents Landsat. On notera que chacune d'entre elles n'est pas antithétique des autres et qu'il pourra paraître intéressant de les combiner.

Ces différentes approches ont en commun d'avoir été réalisées par trois chercheurs n'ayant pas de connaissance du "terrain" et s'interdisant d'exploiter les données disponibles en France sur la région étudiée. Une seule dérogation à ce principe a été l'utilisation faite de la carte topographique de l'Etat de Bahia (1974, 1/1 000 000).

Enfin l'analyse numérique des données de télédétection n'a pas été prise en compte pour les raisons suivantes. D'une part, il apparaît encore difficile aujourd'hui d'aborder le traitement numérique de la totalité d'une vue Landsat pour se lancer dans le traitement de plusieurs ayant valeur de test pour 55 autres vues. D'autre part, l'opération de zonage manuel que nous proposons n'aurait de toute façon pu être évitée car on est bien obligé de tenir compte des phénomènes de structure et de texture de l'image. De plus, l'intermédiaire informatique aurait représenté un coût trop élevé par rapport à l'enjeu : donner un exemple de délimitation rapide acceptable par plusieurs disciplines scientifiques.

✱

✱ ✱

Figure 1 : Formations végétales dominantes

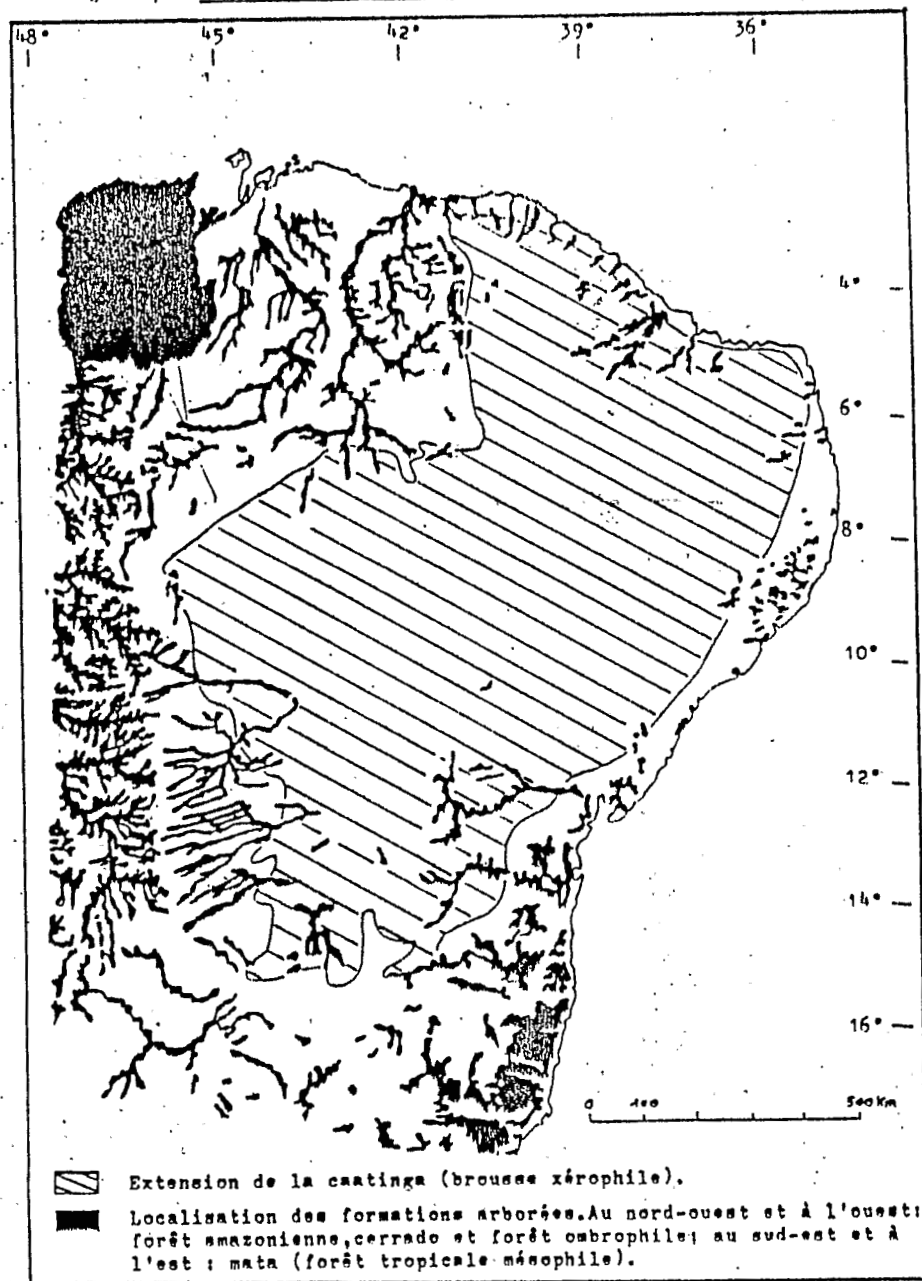
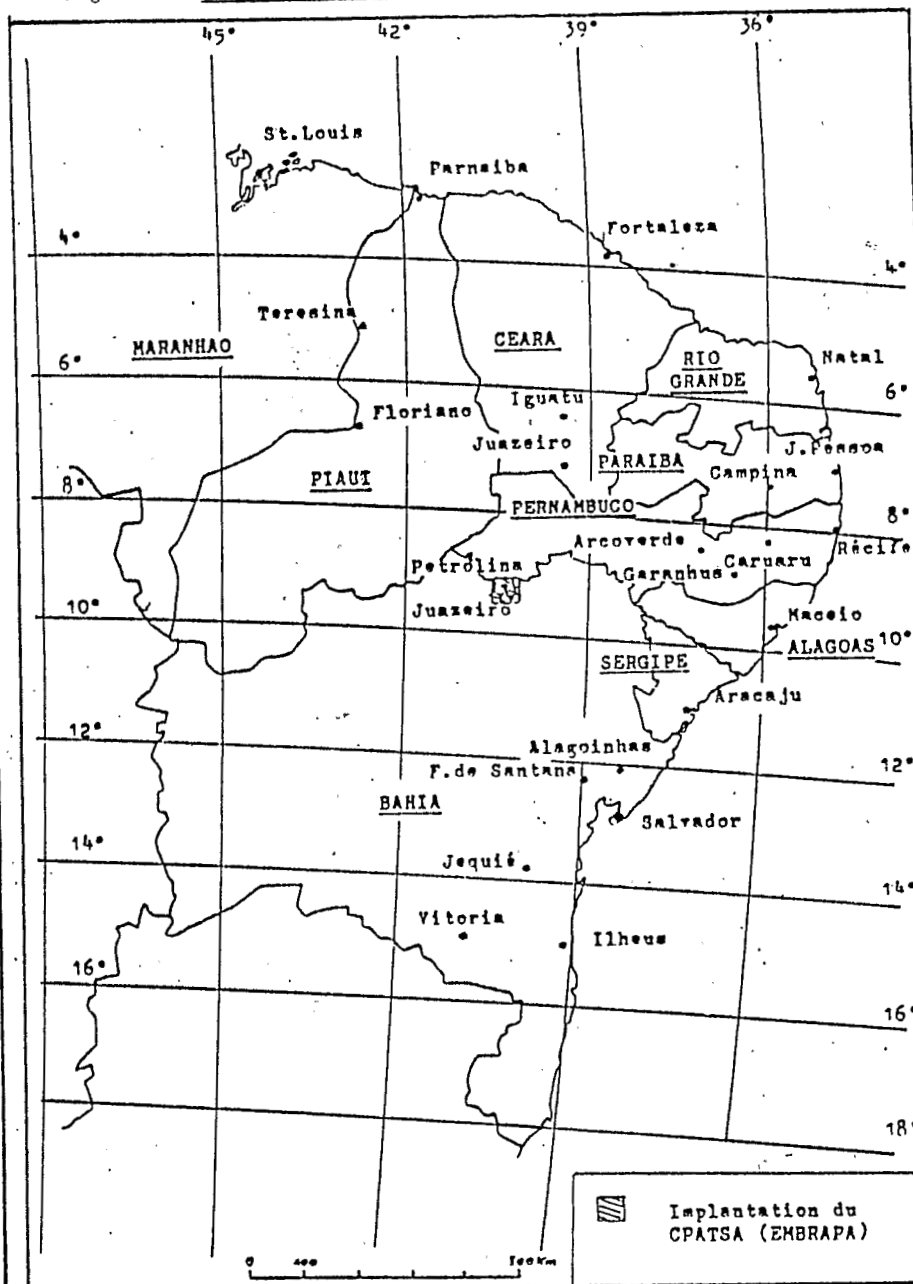


Figure 2 : Les Etats du Nordeste et les principales villes



Figures 1 et 2 : Espace brésilien concerné par le zonage .

Le choix du secteur étudié a été dicté par la disponibilité au Bureau de Télédétection de l'ORSTOM (Paris) d'un ensemble de vues Landsat préalablement acquises sur le Nordeste. Dans cet ensemble nous avons sélectionné un groupe de 4 vues jointives dont les dates d'enregistrement ne sont pas trop éloignées les unes des autres. C'est ainsi que nous avons retenu les vues suivantes, couvrant le sud du Piauí et l'est de Bahia, représentées en hachures sur la figure 3 :

	Trace	Rang	Date
1	234	067	09.10.1973
2	234	068	20.07.1973
3	235	067	09.09.1972
4	235	068	09.09.1973.

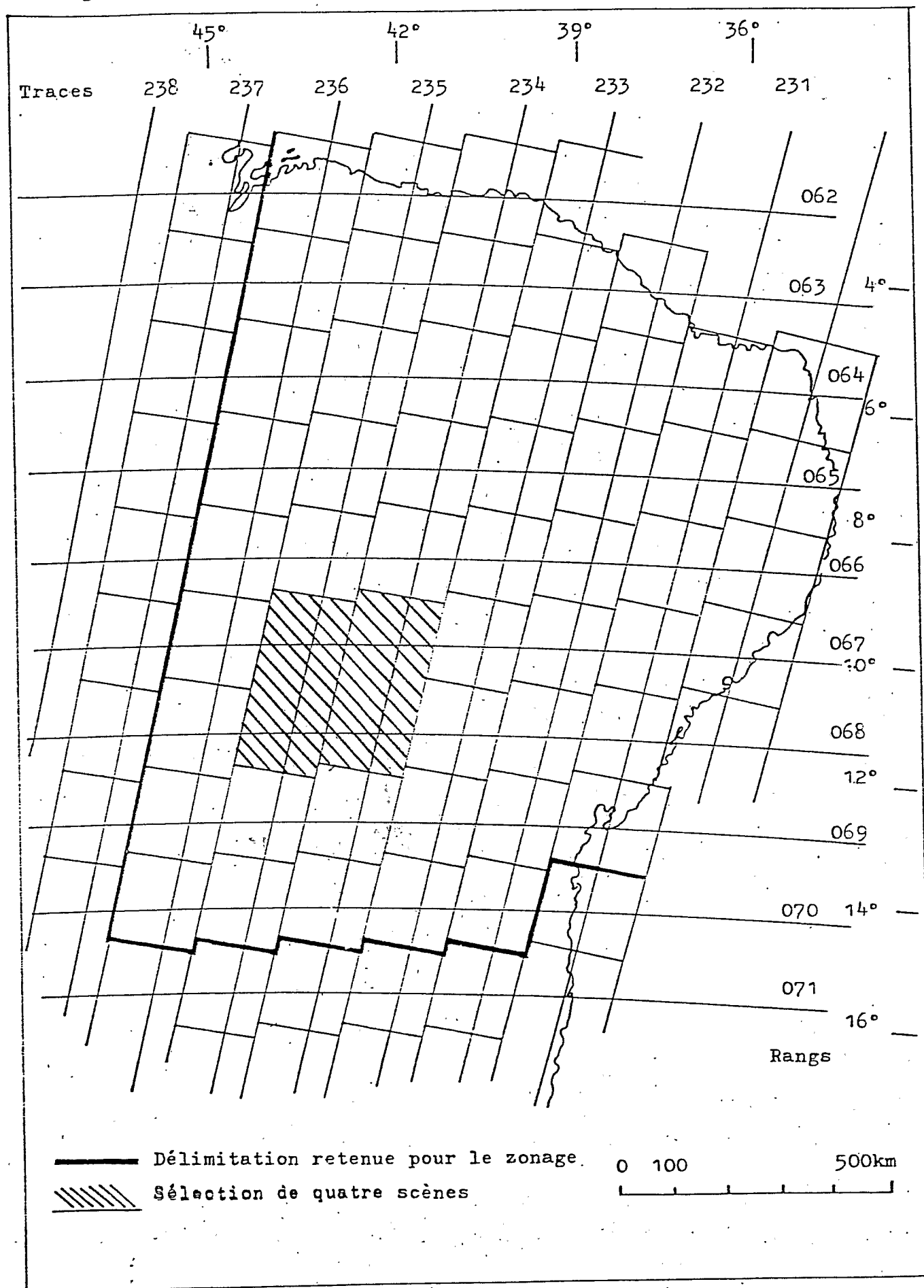
Les documents de départ des traitements photographiques ont été des négatifs films, à 1/1 000 000, d'origine USGS. Ils ont été agrandis à 1/500 000 pour les compositions colorées (sur supports transparents).

On observera que la cohérence des dates d'enregistrement n'est pas totalement assurée. Si trois vues correspondent à la saison sèche, la quatrième a été prise en fin de saison humide d'où quelques difficultés tant au niveau de la réalisation de l'assemblage des 4 vues qu'à celui de l'exploitation des données.

Les principales opérations de traitement photochimique se sont déroulées dans l'ordre suivant :

- 1°) réalisation d'un assemblage à 1/500 000, canal 7 noir et blanc ;
- 2°) composition colorée à 1/500 000 pour chacune des 4 vues ;
- 3°) assemblage des compositions colorées et réduction à 1/1 000 000 ;
- 4°) réalisation d'un canal C (combinaison du canal 5 positif et du canal 7 négatif) ;
- 5°) équidensité sur les canaux 5, 7 et C ;
- 6°) réduction à 1/1 000 000 et mise en repérage de l'ensemble des documents.

Figure 3 : Couverture Landsat utilisable pour le zonage



3 - ANALYSE VISUELLE DES COMPOSITIONS COLOREES A 1/500 000

La première analyse s'est déroulée en deux temps : d'abord un découpage a été effectué en termes purement visuel sur chacune des vues, ensuite on a procédé à une "homogénéisation" de ce premier découpage et à une identification des unités retenues (cf. légende ci-jointe accompagnant la fig. 4).

3.1. S'inspirant des méthodes classiques de la photo-interprétation (1); on a dans un premier temps délimité des zones isophènes en fonction de deux critères : - couleur (dominante et sous-dominante)
- texture/structure de l'image.

Par exemple, pour la vue 234-068 du 29 juillet 1973, le tableau de codage s'établit comme suit :

1er chiffre		2ème chiffre		3ème chiffre
Couleur dominante		Couleur sous-dominante		Texture/Structure
1	rouge vif	0	absence (couleur uniforme)	0 absence
2	brun foncé	1	rouge vif	1 alignée
3	brun clair	2	brun foncé	1a serrée
4	jaune	3	brun clair	1b lâche
5	blanc	4	jaune	2 tâchetée
6	bleu	5	blanc	3 en réseau
		6	bleu	4 alvéolée.

Chaque unité a donc été caractérisée par au moins 3 chiffres permettant de décrire tant les unités les plus simples (ex. : 2.0.0. brun foncé, homogène et sans structure) que les plus complexes (ex. : 3.2/5.3 unité à dominante brun clair, sous dominantes brun foncé et blanc à structure en réseau...).

(1) cf. DE WISPELAERE G., 1980 - "Système de production d'élevage au Sénégal". Etude et cartographie de l'évolution de la végétation par télédétection. IEMVT Paris, 162 p. multigr.

	MORPHOLOGIE	VEGETATION	ECOULEMENT - DISSECTION	OCCUPATION HUMAINE	REMARQUES
RELIEFS DE COMPLEMENT	1 crête alignée type serra	couvert apparemment uniforme	forte dissection	nulle ou rare	
	2 escarpement tête de vallon	uniforme, interrompue de plaques nues	très forte dissection (érosion)	nulle	
	3 relief de dissection	dense (soit caatinga, soit cerrado)	forte dissection, marque d'érosion	nulle ou rare	en bordure de plateau (unité 4)
SURFACES PLAINES ELEVÉES	4 plateau disséqué (et élevé ?)	dense, type cerrado ou caatinga	forte dissection	rare, localisée	
	5 plateau 5 ₁ 5 ₂	dense (type caatinga)? dense (type cerrado)	absence faible dissection	nulle apparemment forte	dans feuille N.O. dans feuille S.O.
SURFACES PLAINES BASSES	6 glacis (?) pédiment (?)	6 ₁ très dense (caatinga)	écoulement rare sauf en bordure de vallée	discrète	dans feuille N.E. recouvrement sableux (modèle dunaire ?)
		6 ₁ a idem	dendritique	nulle ou rare	
		6 ₁ b ¹ sans végétation	néant	idem	
		6 ₁ b ² très dense	quelques traces	idem	
	6 ₂ dégradée	écoulement rare sauf en bordure de vallées	dispersée (avec traces de feu)		
	7 entaille dans l'unité 6 ; axe d'écoulement (forme lanierée)	7 ₁ très dégradée	non apparent	forte ; parcellaire distinct	
7 ₂ clairsemée		idem	type 7 ₁ renforcé = occupation plus dense		
8 "cuvette" (?) dans unité 6	8 ₁ très dégradée	idem	forte ; parcellaire distinct		
	8 ₂ clairsemée	idem	type 8 ₁ renforcé = occupation plus dense		
PLAINES ALLUVIALES	9 faciès de transition entre unité 6 et unité 10 ₂ (bourrelets et flats de décantation)	dense (localement dégradée, en tâches)	"cuvette de décantation" (?)		de type 6 ₂ avec traces d'hydromorphie (et de cultures ?)
	10 épandage, déjection en sortie de vallée 10 ₁ lit majeur et terrasse 10 ₂	faible à nulle hétérogène	? -	nulle ou rare indiscernable	

ZONAGE (EXTRAIT)

Nord Est 234/064 - 1973 -
Nord Ouest 235/067 - 1972 -

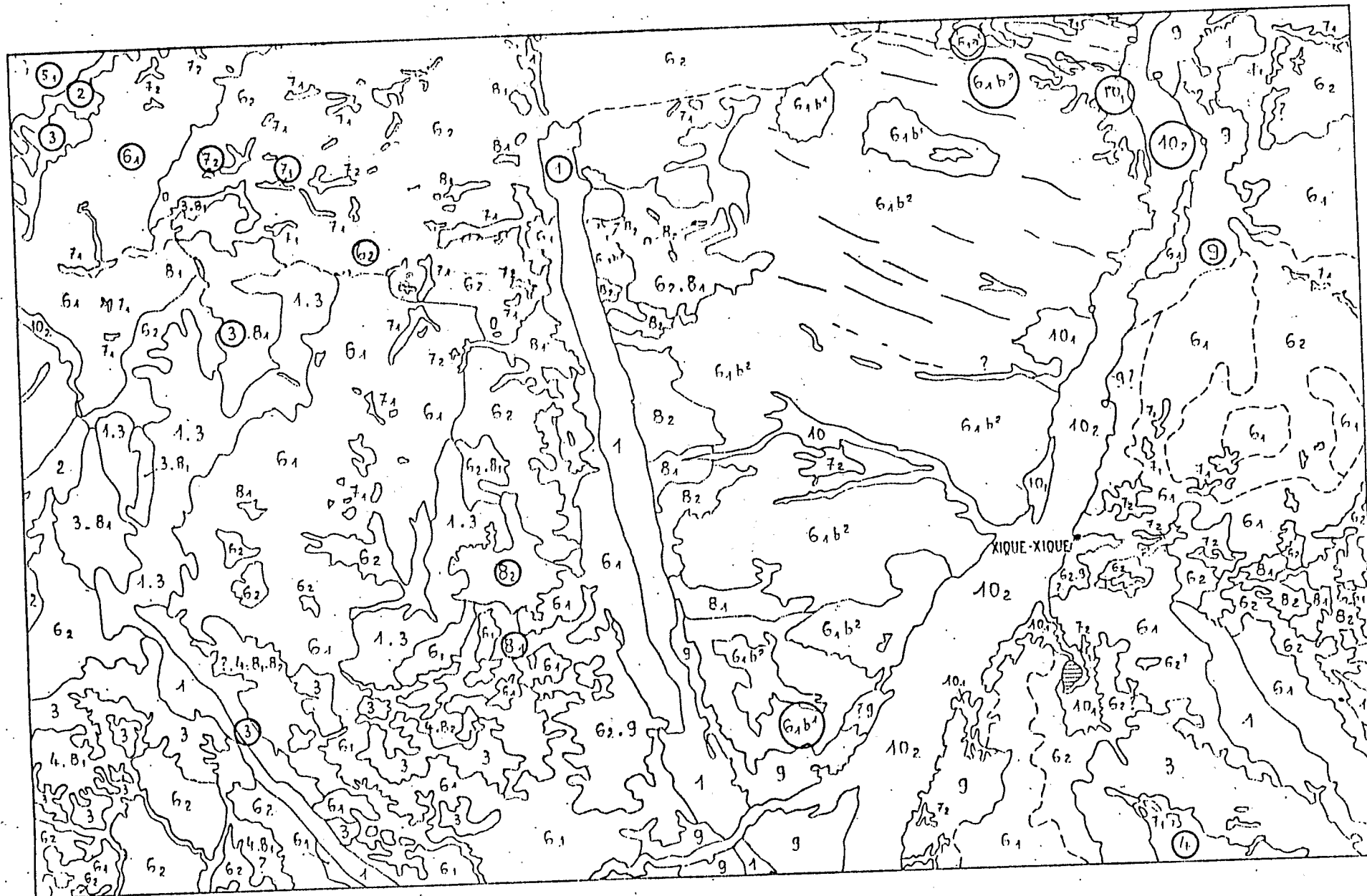


Figure 4

Cependant, cette démarche conduit à multiplier le nombre d'isophènes et se heurte au problème de l'hétérogénéité des couleurs d'une vue à l'autre, du fait de la disparité des dates d'enregistrement.

3.2. Pour résoudre ce double problème, on a donc réalisé un tableau de correspondance entre le codage des isophènes et une légende des unités physiologiques tout en essayant de compenser les différences de tonalités entre les différentes vues.

La légende reste encore complexe (19 classes et sous-classes) et les termes d'identification sont laissés volontairement "flous". Il s'agit, en effet, de formuler des hypothèses sur le contenu des unités perçues beaucoup plus que d'affirmer la présence de tel ou tel type de couvert végétal ou d'occupation humaine. Le zonage en unités physiographiques et sa légende doivent être considérées comme des documents de travail provisoires, présentant un certain type de démarche, à un stade donné, susceptibles de corrections et de modifications (cf. extrait de zonage, fig. 4).

4 - DEMARCHE INTERPRETATIVE PAR THEME

De même que l'étude d'une simple carte topographique permet à l'étranger à une région de se familiariser avec un nouveau domaine et d'en déduire les principales caractéristiques du relief, de l'occupation du sol ou du degré d'humanisation du paysage, de même l'analyse de l'imagerie Landsat permet d'extraire une grande quantité d'informations sur un paysage inconnu.

C'est en quelque sorte à la manière d'un commentaire de carte que nous avons conduit la deuxième démarche. Trois séries de thèmes nous paraissaient accessibles à une interprétation a priori de l'assemblage des compositions colorées à 1/1 000 000, et ont permis d'élaborer trois fonds de carte.

4.1. La délimitation et l'identification des grandes unités topographiques et morphologiques : les éléments de structure de l'image et l'impression de relief donnée par les ombres permettent de distinguer huit types d'unités. Deux d'entre eux : les reliefs les plus accusés et les plus disséqués, ont été regroupés sous un même symbole de manière à figurer "l'architecture" de la région.

4.2. Le couvert végétal : il a été analysé essentiellement en se fondant sur les tonalités et sur le caractère plus ou moins continu des plages de couleur. On en a déduit des indications sur l'activité de la végétation (tonalité rouge vif) et sur la densité et la continuité du couvert végétal (dégradation ± forte). Sous un même symbole ont été rassemblés les espaces à couvert végétal non dégradé.

4.3. L'emprise humaine visible : elle se rapporte aux éléments de l'image qui évoquent l'existence d'un parcellaire, de défrichements, de feu de brousse (utilisation pastorale probable ?), et d'aménagement (routes). Cette dernière interprétation a été guidée par la carte à 1/1 000 000 de l'Etat de Bahia.

La seconde démarche aboutit à un calque de synthèse qui est comparé à la carte résultant de la première analyse. La superposition des thèmes identifiés permet de juger de la cohérence ou de l'incohérence des résultats. La conjugaison des deux démarches aboutit donc à un premier contrôle (en chambre).

5 - DEMARCHE DENSITOMETRIQUE

Cette démarche est exposée en dernier lieu car elle suppose une certaine connaissance des données de départ et une série d'hypothèses sur les classements à réaliser. De plus, elle fait appel à de nouveaux traitements d'image en laboratoire.

Il s'agit de réaliser photographiquement des combinaisons de canaux et de classer les densités optiques (méthode des équidensités). Cette technique offre l'avantage de la meilleure objectivité possible puisqu'elle consiste à classer par des méthodes optiques les valeurs numériques représentées par les niveaux de gris de l'image originale. Face au continuum de la courbe des densités de l'image, le problème délicat est de situer le niveau de coupure qui permettra de retenir telle ou telle nuance de gris en fonction de telle ou telle hypothèse.

A titre d'exemple, nous avons combiné deux canaux (5 en négatif et 7 en positif) : combinaison appelée canal C qui présente l'avantage de mettre en évidence les phénomènes de végétation ou d'état de la végétation. On distingue nettement au moyen de ce procédé au moins deux types de végétation ou d'état de la végétation et une simple équidensité à partir de ce canal C permet d'isoler également les zones de faibles réflectance dans le canal 5 et de forte réflectance dans le canal 7 qui correspondent, soit à la végétation la plus active, soit aux nuages.

De même en combinant les canaux 5 en positif et 7 en négatif (en inversant donc), on parvient à isoler toutes les zones de forte réflectance dans ces deux longueurs d'onde qui correspondent soit à des sols à nu (talwegs, zones érodées...), soit à des secteurs cultivés ne portant pas de culture à cette période de l'année.

Enfin, dernier exemple : on a pu isoler à partir du canal C les zones où l'absorption est la plus forte ; celles qui correspondent aux secteurs en eau ou aux aires humides.

La combinaison de ces trois niveaux d'équidensité, traduite en composition colorée, met bien en évidence certains éléments fondamentaux du paysage : en bleu, les zones en eau ; en jaune, les secteurs dénudés et en rouge plus ou moins vif, les plages de végétation active.

Si, l'utilisation d'une telle technique implique de faire obligatoirement référence à une série d'hypothèses fondée sur l'analyse visuelle préalable, elle peut inversement contribuer à lever certaines ambiguïtés dans l'interprétation des seules compositions colorées (par exemple, l'identification des zones de végétation active), ou contribuer à valider certaines analyses. En bref, ce type de technique doit aider à l'"objectivité" de l'analyse visuelle.

6 - CONCLUSION

Les trois démarches présentées partent des mêmes documents dont on a vu qu'ils étaient anciens (1972 ou 1973), hétérogènes du point de vue des dates d'enregistrement et surtout uniques, ce qui ôte toute possibilité de comparaison inter-saisonnière. Un tel essai, pour offrir les meilleures chances de validité, impliquerait d'avoir à sa disposition des données plus récentes, plus cohérentes, et surtout répétées au moins à deux périodes d'une même année.

Cependant, même dans des conditions jugées insatisfaisantes, il importait de réaliser ces tentatives de délimitation d'unités physiologiques homogènes, de manière à concrétiser quelques unes des possibilités d'exploitation des données de télédétection. Quelle démarche ou quelle combinaison de démarches se révélera la plus judicieuse ? Telle est la question qui est soumise, à travers cette note tant au maître d'oeuvre du projet de recherche qu'aux intervenants des autres disciplines.

Rappelons qu'il s'agit de présenter une méthode simple et relativement peu coûteuse pour un premier zonage (ou zonage de reconnaissance) étant entendu que le projet ne se limite pas à cette phase de travail. C'est un préalable pour préparer l'intégration des données pluridisciplinaires existantes. C'est un support pour une qualification agroécologique fine, laquelle ne pourra se faire qu'en ayant recours au "terrain" et aux levées systématiques des unités physiologiques identifiées sur les documents livrés par les satellites.

Paris, juin 1982