

# UTILISATION DE LA TELEDETECTION POUR LA CARTOGRAPHIE DE REGIONS MAL CONNUES

## APPLICATION A LA CENTRAFRIQUE

--:-

Y. BOULVERT

ORSTOM

Empire Centre Africain

--:-

### INTRODUCTION SUR LA CENTRAFRIQUE

La Centrafrique couvre 620.000 Km<sup>2</sup> au coeur de l'Afrique. Elle est limitée au nord par le Tchad, à l'ouest par le Cameroun, à l'est par le Soudan, au sud par le Congo et le Zaïre. Du sud vers le nord, la pluviométrie s'abaisse de 1800 à 900 m tandis que la végétation passe de la forêt dense sempervirente aux savanes sahélo-soudanaises du Nord-Est.

### I - METHODE DE TRAVAIL

A la suite de nombreuses prospections, les unes de reconnaissance, les autres ponctuelles et utilitaires, l'ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer) a entrepris dans ce pays une cartographie pédologique régulière aux échelles 1/100.000 et 1/200.000. L'Est centrafricain, paradis de la faune, est en grande partie inhabité. En dehors des quelques routes et pistes, la pénétration est souvent difficile ; elle ne peut guère s'effectuer que par voie pédestre. La cartographie régulière n'a donc été entreprise que dans les zones du Centre-Ouest présentant plus d'intérêt économique.

L'acquisition d'une solide expérience du pays, a rendu possible l'extrapolation des connaissances aux régions voisines. La méthode retenue comportait un travail de photo-interprétation systématique, toujours suivi d'une recherche de la "vérité terrain" : reconnaissance au sol le long des pistes automobilisables et étude de toposéquences. Quarante cinq mille photographies aériennes IGN au 1/50.000 ont été ainsi étudiées par couples stéréoscopiques. Elles ont permis, avec les descriptions d'itinéraires, de profils et les analyses de laboratoire, d'établir des esquisses pédo-morphologiques au 1/200.000.

18 FEV. 1980  
O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 8959 Peds

La carte pédologique de Centrafrique au I/I.000.000 a été dessinée à partir de ces esquisses. Le nombre des unités cartographiques a été réduit mais autant que faire se peut, on a cherché à faire ressortir les éléments caractéristiques du paysage et des sols : buttes et plateaux cuirassés, arêtes rocheuses, plaines alluviales. La carte ainsi destinée est à première vue complexe. En fait, des ensembles paysagiques se dégagent facilement. Il s'avère d'ailleurs que les éléments figuratifs retenus peuvent être retrouvés sur les images Landsat dont la finesse est grande (Y. BOULVERT, 1976 c).

Un travail de synthèse de géographie physique au sens large est actuellement en cours à l'aide des images Landsat. A cette même échelle, afin de faciliter la compréhension de l'interdépendance entre les divers facteurs du milieu, sont établies les cartes :

- pédologique
- géologique (mise à jour et précision de l'ancienne carte du BRGM)
- structurale et tectonique (avec notamment la carte des linéaments ERTS)
- géomorphologique (formes de relief, types et niveaux de cuirassement surfaces d'aplanissement)
- phytogéographique (types de végétations, zones et districts).

On voit que, pour ce travail, différentes échelles ont été utilisées : photographies aériennes au I/50.000 ; images Landsat au I/I.000.000 ; esquisses géomorphologiques au I/200.000, cartes thématiques de synthèse au I/I.000.000. Le travail d'interprétation a été confronté à de fréquentes prospections au sol.

## II - INTERET DES IMAGES LANDSAT

Les images Landsat offrent une représentation intégrée des divers éléments du milieu, qu'il s'agisse de la végétation, de la morphologie, des sols ou du soubassement géologique. Elles se prêtent donc bien à ce travail de recherche concernant l'interdépendance entre ces facteurs.

Les photographies aériennes permettent une interprétation beaucoup plus fine mais le nombre de manipulations devient rapidement pléthorique pour les cartes à petite échelle. Seules les images Landsat donnent la vision d'ensemble indispensable à une synthèse. Ainsi la limite des sols ferrugineux tropicaux meubles sur alluvions néotchadiennes (Quaternaire) et des sols indurés sur formations détritiques du Continental Terminal (Tertiaire), qui avait été suivie sur plusieurs centaines de photographies IGN, est apparue, d'un seul coup d'oeil, sur trois images Landsat.

Ces images permettent l'identification de certains objets. Il en est ainsi des "lakéré" ou "bowé" (sols nus ou prairies rases sur cuirasses subaffleurantes). De même, les forêts sèches denses, rarissimes de nos jours en Afrique Occidentale, sont encore largement répandues dans le Centre et l'Est Centrafricain. Leur délimitation sur les images ERTS donne une estimation convenable de leur distribution (répartition et extension).

Une bonne connaissance du terrain permet avec les images Landsat d'extrapoler ces connaissances aux régions voisines. Ainsi la carte géologique a été autrefois levée au I/500.000 dans des conditions difficiles, avant même, dans certains cas, l'obtention des photographies

aériennes. L'ensemble du pays n'a pas été couvert. Les "blancs" qui subsistaient peuvent en première approximation être comblés par photogéologie. Les grands ensembles lithologiques sont délimités sur les images ERIS et identifiés par corrélation avec ceux connus dans les régions voisines (I).

L'examen des images Landsat peut remettre en question certaines données que l'on croyait établies. Ainsi l'observation d'orientations caractéristiques sur ce qui est à ce jour cartographié dans le Centre-Nord du pays en "Continental Terminal" nous a fait supposer puis démontrer qu'il s'agissait en fait d'un prolongement vers le Nord du complexe de base précambrien (BOULVERT, 1977 b).

Cet examen ouvre de nouvelles perspectives d'ensemble. Dans ces pays tropicaux humides, les formations superficielles largement développées masquent le soubassement. Rares sont les cas où les géologues ont pu observer des failles sur le terrain. Le recul des images Landsat fait apparaître combien sont fracturés ces vieux socles précambriens apparemment figés.

Un dernier avantage des images Landsat provient du fait qu'il s'agit d'images multispectrales. L'existence d'une bande 7 dans le proche infra-rouge apporte des indications complémentaires. Ainsi l'extrémité sud-ouest du pays, à la frontière du Cameroun et du Congo, est une région mal connue, recouverte par la forêt dense sempervirente. On pensait encore récemment que la forêt dense inondable de la cuvette congolaise s'étalait plus largement vers le Nord.

En fait, sur les images de la bande 7, la limite de ces sols hydromorphes ressort très nettement malgré l'écran végétal ; on s'aperçoit qu'au dessus de 2° N, ces sols se cantonnent aux bordures des rivières alors que plus au sud, tout le paysage est ennoyé.

## CONCLUSION

Dans un premier stade, les images Landsat ont été utilisées en Centrafrique comme un outil d'appoint complétant la photo-interprétation classique. Dans un deuxième stade, il s'agira de dépasser ce stade visuel et comparatif en utilisant la plus grande finesse d'informations contenue dans les bandes magnétiques.

---

(I) *Etant donné la rareté des affleurements, les critères de modelé sont largement utilisés pour différencier les ensembles lithologiques. Ainsi les orientations de la végétation sur les cuirasses (Lakéré en lanières) permettent de repérer les roches métamorphiques orientées (BOULVERT, 1976 c).*

---

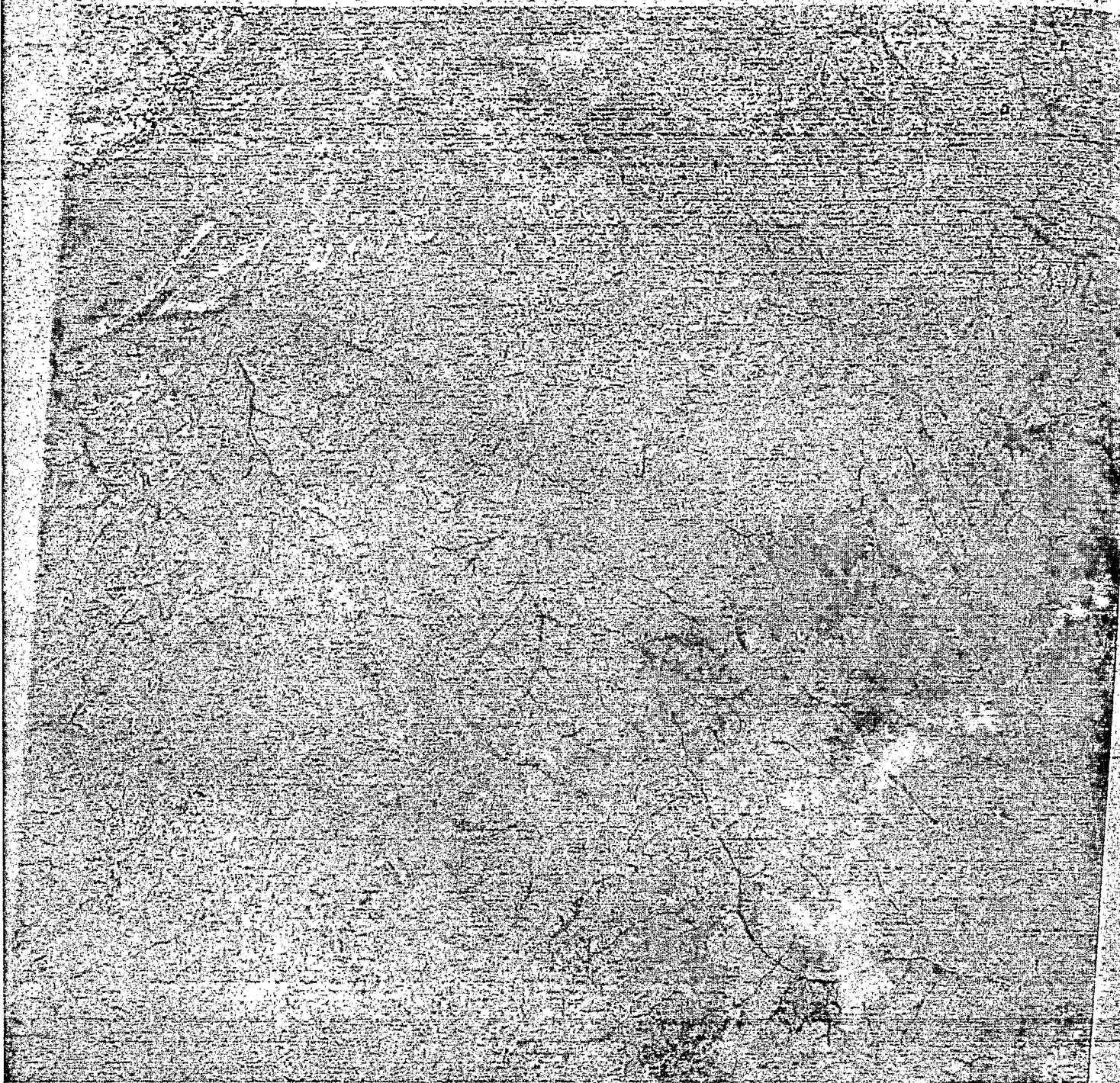
NOTE TECHNIQUE SUR UN FACTEUR LIMITANT EN CENTRAFRIQUE :  
Le manque d'images répétitives.

*Il existe encore très peu d'images Landsat d'Afrique Centrale. Il n'est donc pas question pour le moment de suivre l'évolution d'une région au cours de l'année. Deux ou trois scènes au plus sont disponibles pour chaque région ; celle de Bangui-Zinga n'est toujours pas couverte. En saison des pluies, la nébulosité est souvent importante. En saison sèche, les feux de brousse qui traversent l'ensemble des savanes, gênent l'observation. Les meilleures prises de vue sont celles qui, après la saison des pluies, lorsque la végétation commence à se différencier, précèdent les feux de brousse.*

E020-30

E021-001

E021-301



E020-301

E021-001

E021-301

14NOV72 C N08-28/E021-01 N N08-26/E021-05 HSS 5 R. SUN EL50 RZ133 188-1584-A-1-N-D-2L NASA EPTS E-1114-08241-5 01

## COMMENTAIRE DE L'IMAGE LANDSAT (8I II4 082 4I5 A000 C5)

Région de Ndélé (Empire Centrafricain) - 14 nov. 72

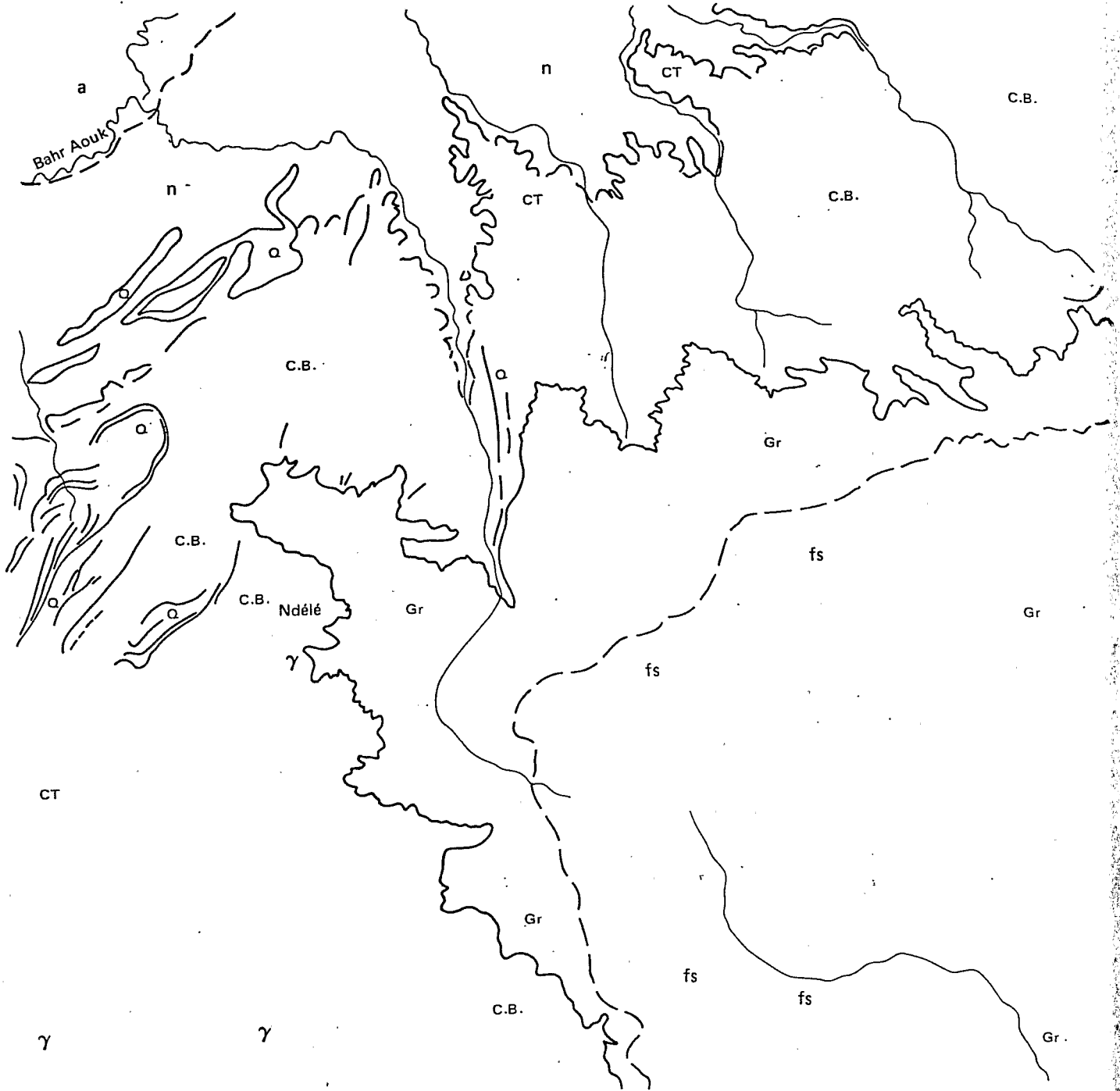
Exemple de l'interdépendance des facteurs du milieu en Centrafrique.

-:-

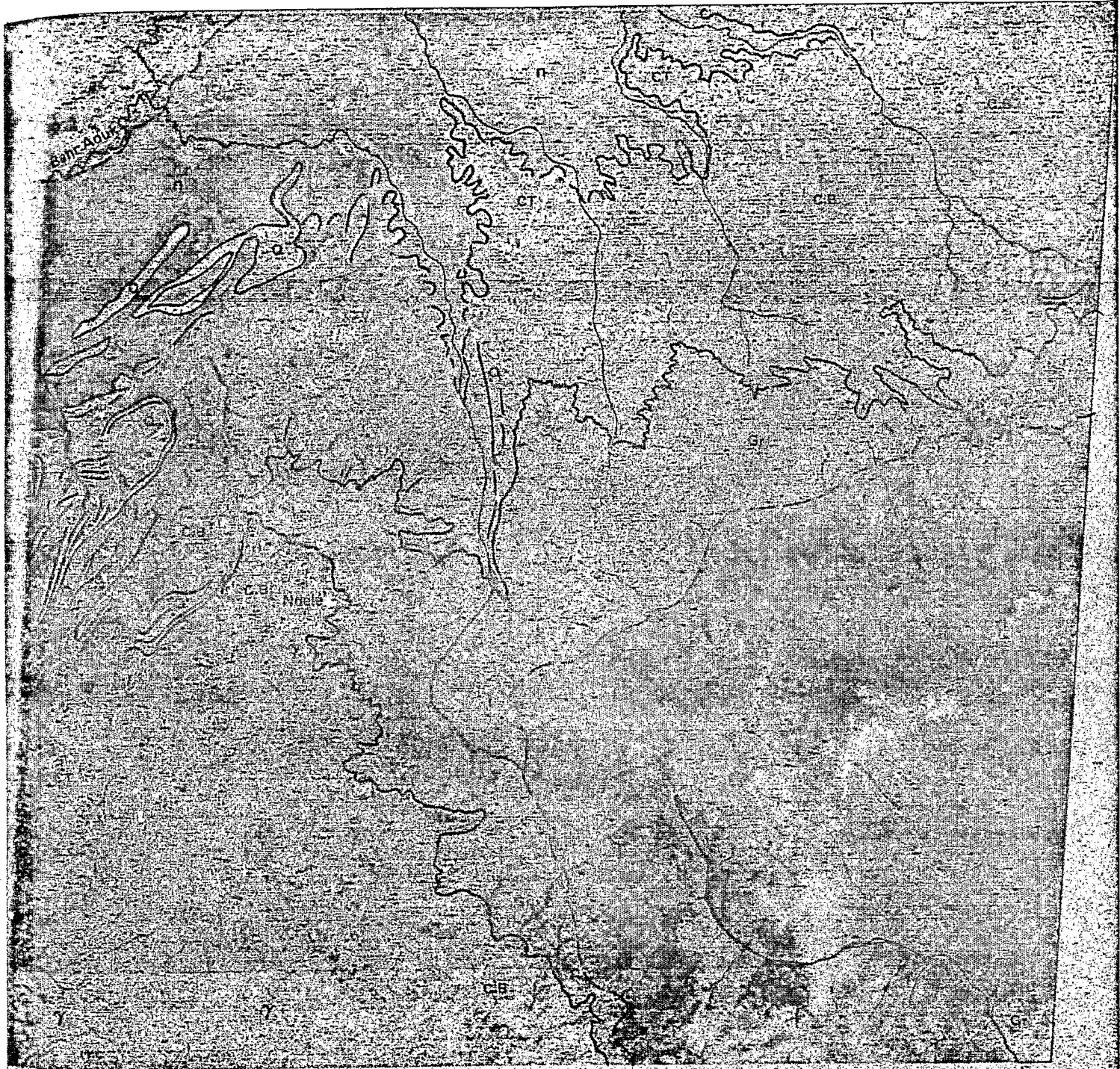
Sur cette image on voit apparaître du Nord-Ouest vers le Sud-Est les grandes unités paysagiques suivantes :

- (1) En territoire tchadien au nord-ouest du Bahr-Aouk : sols peu évolués d'apport, vertisols et solonetz-solodisés sur alluvions néotchadiennes (Quaternaire récent).
- (2) Plaine de l'Aouk d'aspect assez homogène gris foncé : sols ferrugineux tropicaux lessivés sur alluvions paléo-tchadiennes (Quaternaire ancien).
- (3) Limite nette due aux auréoles de cuirasses dénudées ("lakéré" ou "bowé") avec le modelé digité du Continental Terminal (Tertiaire). Les sols en général ferrallitiques remaniés décolorés et appauvris font place en base de pente à des sols ferrugineux tropicaux à hydro-morphie de profondeur.
- (4) Cette zone fait rapidement place au socle précambrien de la dorsale centrafricaine. Les sols y sont ferrallitiques remaniés souvent indurés. En dehors du "Complexe de base indifférencié" certaines unités morpho-géologiques sont faciles à distinguer :
- (5) Les sols y étant très peu épais (prédominance de sols lithiques et lithosols), la morphologie fait ressortir les zones quartzitiques, à nombreuses arêtes, au tracé tourmenté avec des rebroussements, des virgations (vers 8°30' N - 20° 30' E).
- (6) La zone des granites au Sud-Ouest (vers 8° N - 20° 30' E) est apparemment beaucoup plus homogène en dehors des inselbergs.
- (7) Dans le quart Sud-Est les grès secondaires de Mouka-Ouadda constituent un paysage original sur la ligne de partage des eaux séparant les bassins du Tchad et du Congo. Ces grès sont bordés par une falaise d'aspect denticulé dominant en général le socle d'une cinquantaine de mètres. Les grès ferruginisés en surface n'affleurent que sur le pourtour (surface structurale) de ce qui apparaît comme une cuvette. Cette bordure représente un milieu assez sec où les bambou-saies (à *Oxytenanthera abyssinica*) abondent.
- (8) Au centre de la cuvette les grès sont décomposés en un matériau sableux, portant des sols ferrallitiques appauvris. La nappe phréatique y est peu profonde et la végétation bien conservée. On y observe des forêts claires ou savanes boisées à *Isobertinia*, *Monotes*, *Uapaca*, soit des forêts sèches denses à *Anogeissus* et *Albizzia* à sous-bois lianescent difficilement pénétrable. Ces témoins, remarquables en Afrique tropicale, des forêts sèches denses ressortent en noir sur la bande 5.

Image Landsat de la région de Ndélé - 14 nov. 1972



Quaternaire	a	Formations alluviales récentes
	n	Formations alluviales néo-tchadiennes
Tertiaire	CT	Formations paléo-tchadiennes du Continental Terminal
Secondaire	Gr	Grès de Mouka - Ouadda
	C.B.	Complexe de base indifférencié
Précambrien inférieur	Q	Quartzites dominants
	γ	Granites hétérogènes concordants
	fs	Témoin de forêt sèche



E020-301  
E021-001  
E021-301  
19 NOV 72 C N08-28/E021-01 N N08-26/E021-05 MSS 5 R SUN EL50 AZ133 188-1584-A-1 N D-2L NASA ERTS-E-1114-08241-5 01

On relève combien ce couvert végétal sur grès diffère, aussi bien à l'ouest qu'au nord, de celui sur socle. Ce dernier est essentiellement constitué d'une savane arborée ou arbustive à espèces mélangées à Terminalia, Grewia et Combretum. Celle-ci prend des aspects plus soudanais au dessus de 9° N : apparition de Xeromphis nilotica.

Ainsi les limites phytogéographiques ne se succèdent pas en simples bandes parallèles du sud vers le nord. On voit combien l'influence édaphique sur la répartition des types de végétation peut être forte. On note enfin combien les traces d'occupation humaine sont réduites sur cette image.



## RESUMÉ

A la suite de nombreuses prospections réalisées en vue de la cartographie pédologique au I/200.00 et d'une interprétation systématique des photographies aériennes IGN au I/50.000 et des images Landsat au I/I.000.000, un travail cartographique de synthèse au I/I.000.000 a été entrepris sur la Centrafrique. Il comprend en complément de la carte pédologique des cartes : géomorphologique, phytogéographique, géologique, structurale et tectonique.

Les images Landsat sont d'un grand intérêt pour un travail de synthèse de ce genre. Elles offrent une représentation intégrée des divers éléments du paysage en donnant une vision d'ensemble. Elles permettent de reconnaître des limites, d'identifier certains objets, d'extrapoler la connaissance d'une région à celles environnantes, de remettre en question d'anciennes données acquises. L'apport des images multispectrales ouvre de nouvelles perspectives.

L'interdépendance des divers facteurs du milieu est montré sur un commentaire d'image Landsat.

## ABSTRACT

*Following many prospections made in view of I : 200.000th soil maps and of a systematical interpretation of IGN I : 50.000th aerial photos and Landsat images, a I : I.000.000th synthetical map has been made in Centrafrikan Empire.*

*Besides the soil map, it includes geomorphological, phytogeographical, geological, structural and tectonical maps.*

*The Landsat images present a great interest for a synthetical work as this one. They both present a comprehensive view of each of the landscaping elements. They represent a survey of those. By these images, limits can be seen, some topics identified and by following the knowledge of area extrapolated to be surrounding ones and old datas, supposed to be achieved, revised.*

*Thanks to multispectral images, new outlooks are born.*

*Remarks about a Landsat image show the interdependance of each environmental factors.*

## BIBLIOGRAPHIE

- BOULVERT Y. (1971) - Un type de modelé cuirassé. La série métamorphique de Kouki en République Centrafricaine. Sols et géomorphologie. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. IX, n° 4, pp. 399-460.
- BOULVERT Y. (1971) - Aperçu sur le cuirassement et les sols de l'Ouham. ORSTOM, Bangui, 12 p. + 12 fig. de photo-interprétation, multigr.
- BOULVERT Y. (1974) - Note préliminaire sur l'utilisation de la Télédétection en République Centrafricaine. ORSTOM. Bangui, 8 p. multigr.
- BOULVERT Y. (1975) - Notice explicative n° 58. Cartes pédologiques de l'Ouham. République Centrafricaine. Feuilles : Bossangoa - Bouca - Kouki à 1/200.000. ORSTOM, Paris, 152 p.
- BOULVERT Y. (1976a)- Notice explicative n° 64. Carte pédologique de la République Centrafricaine. Feuille Bangui à 1/200.000, ORSTOM, Paris, 116 p.
- BOULVERT Y. (1976b)- Type de modelé cuirassé. Importance morphologique des Lakéré en lanières. Photo interprétation. I.F.P., Paris, 76-4, pp. 11 à 17.
- BOULVERT Y. (1976c)- Type de modelé cuirassé. Intérêt morphopédologique des Lakéré. Finesse, précision de la télédétection. Relations avec le tapis végétal. Photo-interprétation. I.F.P., Paris, 76-4 pp. 18 à 23.
- BOULVERT Y. (1976) - Interprétation d'une image Landsat de Centrafrique. Image du 15.II.72 de la région de Kaga-Bandora (ex. Crampel) ORSTOM, Bangui, 4 p + fig. multigr.
- BOULVERT Y. (1977a)- Topologie Ertsienne de la Centrafrique (premiers résultats) ORSTOM Bangui, 8 p. multigr. + carte au 1/1.000.000.
- BOULVERT Y. (1977b)- Note préliminaire concernant une remise en question de l'extension et de l'importance du Continental Terminal au Nord-Ouest de la Centrafrique. ORSTOM, Bangui, 12 p. multigr.