

PAYSAGES AGRO-ÉCOLOGIQUES ET MACROSTRUCTURES DANS LES LLANOS OCCIDENTAUX DU VENEZUELA

Michel POUYLLAU*
et collaborateurs**

RÉSUMÉ À partir des données satellitaires Landsat, un exemple de cartographie de paysages agro-écologiques et de macrostructures, liées à une puissante dynamique alluviale dans les Llanos occidentaux du Venezuela: la région de Guanare.

ABSTRACT From Landsat data an example of agro-ecological landscapes and macrostructures cartography is documented showing a strong alluvial dynamics in the western Llanos of Venezuela: the Guanare region.

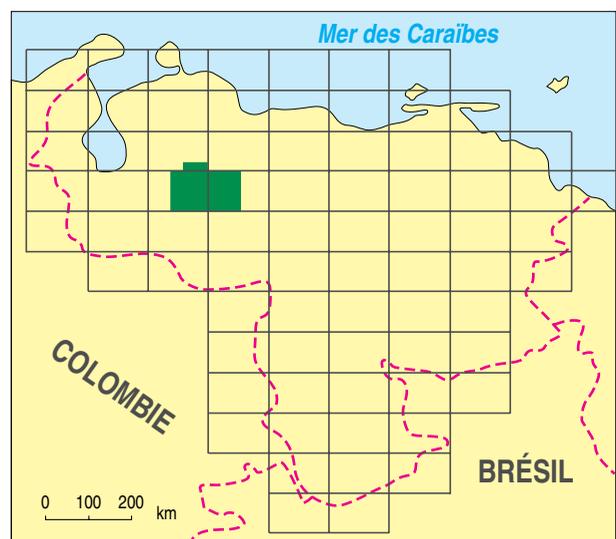
RESUMEN A partir de los datos del satélite Landsat, un ejemplo de cartografía de paisajes agro-ecológicos y de macroestructuras, asociadas a una fuerte dinámica aluvial en los Llanos occidentales de Venezuela: la región de Guanare.

• LANDSAT • LLANOS • MACROSTRUCTURE
• PAYSAGE AGRO-ÉCOLOGIQUE • VENEZUELA

• AGRO-ECOLOGICAL LANDSCAPE • LANDSAT • LLANOS • MACROSTRUCTURE
• VENEZUELA

• LANDSAT • LLANOS • MACROESTRUCTURA • PAISAJE AGRO-ECOLÓGICO • VENEZUELA

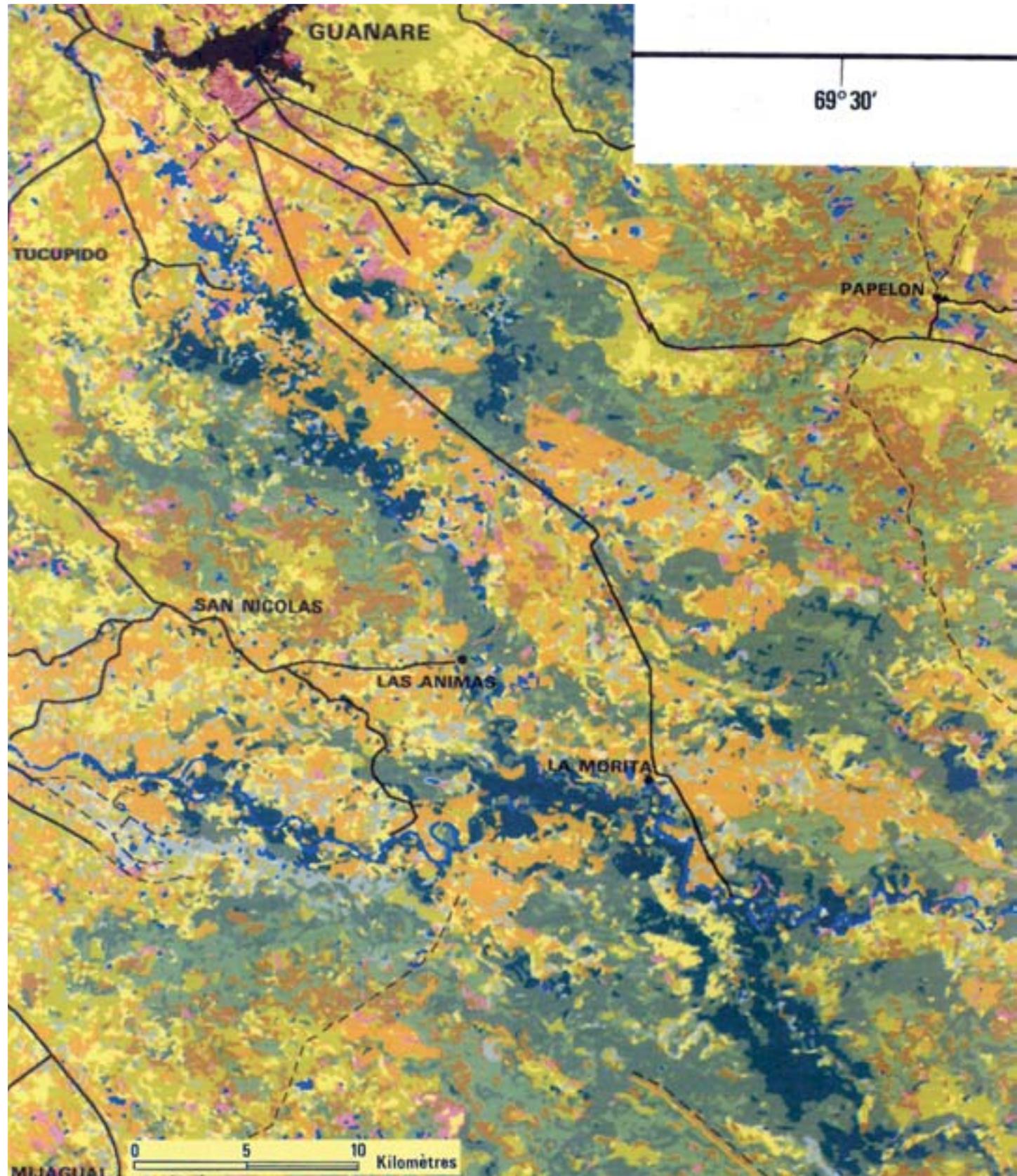
À l'origine, la problématique a été axée sur l'étude d'un milieu agro-écologique fragile subissant des contraintes importantes, à savoir, dans la vaste plaine des Llanos, une forte dynamique des eaux superficielles contrariant ou favorisant, suivant les cas, des aménagements hydro-agricoles dans une région relativement vide: entre 10 et 20 habitants au km². Suivre cette dynamique, percevoir les avancées d'un front pionnier agro-pastoral, considérer la cartographie des défluviations très fréquentes ou des avancées du réseau routier, ne peuvent s'envisager que par l'utilisation des imageries satellitaires (1), surtout lorsque la dernière couverture aérienne remonte à 1960 pour l'ensemble du secteur et 1975 pour le nord de la zone. Cet ensemble extrêmement plat, avec une pente de moins de 0,02‰ du nord-ouest vers le sud-est, est constitué uniquement de dépôts du Pléistocène et de l'Holocène charriés par les rivières andines. La brusque rupture de pente créée par flexure au contact Andes-bassin de subsidence a provoqué la mise en place de séquences sédimentaires distribuées suivant les règles de la dynamique fluviale:



Localisation de la zone étudiée

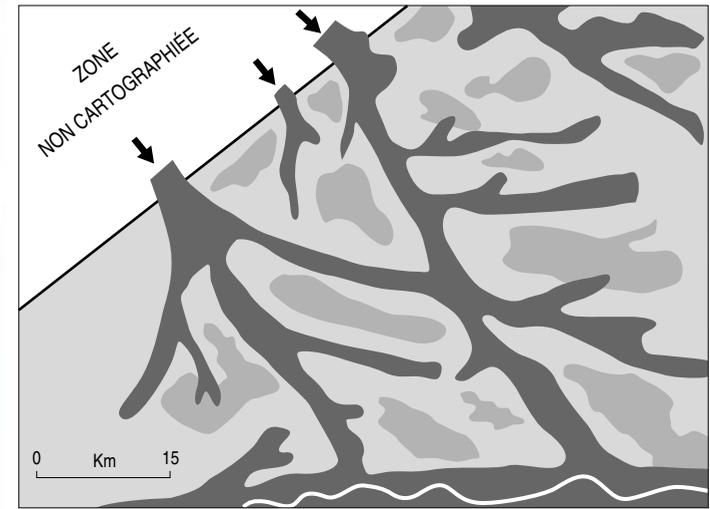
* CEGET-CNRS, Domaine universitaire de Bordeaux, Talence.

** H. LE MEN (IGN), D. POUYLLAU (CEGET-CNRS), H. PACHECO, R. SCHARGEL et F. BERRALE (Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora).



CLASSES CLASES	PAYSAGES GEOMORPHOLOGIQUES PAISAJES GEOMORFOLOGICOS	CARACTERES PEDOLOGIQUES CARACTERES EDAFOLOGICOS
Eaux superficielles AGUAS SUPERFICIALES	LITS MINEURS DES FLEUVES ET RIVIERES, LACS ET LAGUNES LECHOS MENORES DE LOS RIOS Y CANOS, LAGOS Y LAGUNAS	
BANCS DE SABLE DE RIVIERES, SOLS NUS PLAYAS DE ARENA DE RIO, SUELOS DESNUDOS	BANCS LATERAUX ET MEDIANS DES LITS DES RIVIERES, LES SOLS NUS SE RENCONTRENT DANS N'IMPORTE QUEL TYPE DE SAVANES. PLAYAS LATERALES Y MEDIANAS DE LOS LECHOS DE RIO EN LOS CASOS DE SUELOS DESNUDOS, CALADERO DE LOS PASAJES DE SABANAS Y/O SUELOS ARENOS	TEXTURES SABLEUSES, PARSOS LIMONEUSES TEXTURAS ARENOSAS A VECES LIMOSAS
FORÊT DENSE SEMPER VIRENTI GÉNÉRALMENT DE TYPE GALERIA BOSQUE DENSO SIEMPRE VERDE GENERALMENTE DE TIPO GALERIA	CONES D'ÉPANDAGE, LEVÉES ALLUVIALES, BRAS DELTAÏQUES, TRAINS DE PETITES LEVÉES CONOS DE EXPANSION, ALBARRONES DE ORILLA, BRAZOS DELTAICOS, ORILLAS	TEXTURES SABLEUSES A SABLE LIMONEUSES SOLS PEU ÉVOLUES D'APPORT ALLUVIAUX, SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX TEXTURAS ARENOSAS A ARENOLIMOSAS MAYUSTALES
FORÊT SEMI-DENSE DECIDUE BOSQUE SEMI-DENSO DECIDUO	LEVÉE ALLUVIALE, NAPPE DE DÉBOURDEMENT ALBARRONES NAPPAS DE DESBOURDAMIENTO	TEXTURES SABLEUSES, SABLE LIMONEUSES, LIMONEUSES, LIMO ARGILEUSES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX, SOLS A HYDROMORPHIE SAISONNIERE TEXTURAS ARENOSAS, ARENOLIMOSAS, LIMOSAS (FRANCAS), LIMO ARGILEOSAS, VERTIC, TROPADUPTIS
FORÊT CLAIR DECIDUE BOSQUE CLARO DECIDUO	NAPPE DE DÉBOURDEMENT NAPPAS DE DESBOURDAMIENTO	TEXTURES SABLE LIMONEUSES, LIMONEUSES, A LIMO ARGILEUSES SOLS A HYDROMORPHIE SAISONNIERE, SOLS FERRALLITHIQUES, FAIBLEMENT DESATURÉS, RAJUNIS TEXTURAS ARENOLIMOSAS, LIMOSAS (FRANCAS), A LIMO ARGILEOSAS, VERTIC, TROPADUPTIS, OSTROPEPTIS
SAVANE ARRUSTIVE SECHE SABANA ARRUSTIVA SECA	NAPPE ET CUVETTES DE DÉBOURDEMENT NAPPAS Y CUBETAS DE DESBOURDAMIENTO	TEXTURES LIMO ARGILEUSES, ARGILEUSES SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIDES A GLEY DU PSEUDO GLEY DE SURFACE TEXTURAS LIMO ARGILEOSAS A ARGILEOSAS VERTIC, TROPADUPTIS
SAVANE OUVERTE SECHE SABANA ABIERTA SECA	CUVETTES DE DÉBOURDEMENT ET DE DÉCANTATION CUBETAS DE DESBOURDAMIENTO Y DE DECANTACION	TEXTURES LIMO ARGILEUSES, ARGILEUSES DOMINANTES SOLS A PSEUDO GLEY DE SURFACE, VERTISOLS A HYDROMORPHIE SAISONNIERE TEXTURAS LIMO ARGILEOSAS, ARGILEOSAS PREDOMINANTES ADUAFIS, PELLOSTERTIS

CLASSES CLASES	PAYSAGES GEOMORPHOLOGIQUES PAISAJES GEOMORFOLOGICOS	CARACTERES PEDOLOGIQUES CARACTERES EDAFOLOGICOS
SAVANE OUVERTE HUMIDE SABANA ABIERTA HUMIDA	CUVETTES DE DÉBOURDEMENT ET DE DÉCANTATION CUBETAS DE DESBOURDAMIENTO Y DE DECANTACION	TEXTURES LIMO ARGILEUSES, ARGILEUSES DOMINANTES SOLS A PSEUDO GLEY DE SURFACE, VERTISOLS A HYDROMORPHIE SAISONNIERE TEXTURAS LIMO ARGILEOSAS, ARGILEOSAS PREDOMINANTES ADUAFIS, PELLOSTERTIS
MATORRAL MATORRAL	CETTE CLASSE PEUT SE SITUER DANS TOUS LES PAYSAGES GEOMORPHOLOGIQUES SAUF DANS LES LITS MINEURS DES FLEUVES ET RIVIERES ET SUR LES BANCS LATERAUX ET MEDIANS DES LITS DES RIVIERES. ESTA CLASE PUEDE UBICARSE EN CUALQUIER DE LOS PAISAJES GEOMORFOLOGICOS MENOS EN LOS LECHOS MENORES DE LOS RIOS Y CANOS Y EN LAS PLAYAS LATERALES Y MEDIANAS DE LOS LECHOS DE LOS RIOS	
BRUIS REGULARS AREAS QUEMADAS REGULARMENTE	CETTE CLASSE PEUT SE SITUER DANS TOUS LES PAYSAGES GEOMORPHOLOGIQUES SAUF DANS LES LITS MINEURS DES FLEUVES ET RIVIERES ET SUR LES BANCS LATERAUX ET MEDIANS DES LITS DES RIVIERES. ESTA CLASE PUEDE UBICARSE EN CUALQUIER DE LOS PAISAJES GEOMORFOLOGICOS MENOS EN LOS LECHOS MENORES DE LOS RIOS Y CANOS Y EN LAS PLAYAS LATERALES Y MEDIANAS DE LOS LECHOS DE LOS RIOS	
CULTURES CULTIVOS	NAPPE ET CUVETTES DE DÉBOURDEMENT, CUVETTES DE DÉCANTATION NAPPAS Y CUBETAS DE DESBOURDAMIENTO, CUBETAS DE DECANTACION	TEXTURES LIMO ARGILEUSES A ARGILEUSES SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIDES A GLEY, A PSEUDO GLEY DE SURFACE, VERTISOLS TEXTURAS LIMO ARGILEOSAS A ARGILEOSAS VERTIC, TROPADUPTIS, ADUAFIS, PELLOSTERTIS



- SQUELETTE. Levées alluviales, structure losangée
- ESPACE PÉRIVACUOLAIRE. Nappes et cuvettes de débordement, structure contournée
- VACUOLE. Cuvette de décantation, structure contournée

VENEZUELA - LLANOS OCCIDENTAUX. Carte des paysages agro-écologiques en 1982 (extrait). Source: Images LANDSAT 5/54 14020 du 17-02-1979 et 14230 du 01-02-1982. — © IGN-CEGET-CNRS 1987.

Croquis: les trois composantes du paysage des Llanos

- d'une part, une séquence longitudinale associée, d'amont vers l'aval, des systèmes d'épandages généralisés de sortie de piémont, des systèmes de débordements latéraux et des systèmes fluvio-deltaïques de blocage;

- d'autre part, une séquence transversale regroupe des levées, des nappes et cuvettes de débordement et de décantation formant un système complexe enchaînant recouvrements partiels ou totaux par translation latérale des axes d'approvisionnement en sédiments.

Une pédogénèse active a contribué à la formation de sols relativement jeunes, acides, sur lesquels se sont développées des associations végétales édaphiques, en partie ou totalement altérées par anthropisation. Il s'agit de milieux forestiers — forêt dense sempervirente, forêt galerie, et forêt semi-dense et claire décidue — et de savanes — arbustive sèche, couverte sèche, ouvert humide — ou de dégradation des précédents milieux — *matorral*, brûlis — ou bien enfin de cultures.

À partir d'une visualisation obtenue d'un premier traitement des données satellitaires, l'identification et la caractérisation de chaque couleur se font sur le terrain, permettant ainsi d'inventorier des états de surface à un moment donné. En même temps, une enquête a été menée pour compléter les informations d'occupation du sol à une date antérieure et ce, afin de publier une carte d'évolution.

L'exploitation d'une image s'est faite en vue d'obtenir une représentation analytique, différentes unités paysagiques (11 au total, cf. l'extrait de la carte des paysages agro-écologiques). Sur l'ensemble du secteur étudié, les données statistiques laissent apparaître 40% de l'espace recouvert de savanes, 35% de forêts, et seulement 8% de cultures, le reste regroupant du *matorral* (9,6%), des brûlis, des eaux superficielles et des bancs de sable. Sur l'extrait présenté, on peut estimer que la classe culture est surreprésentée tandis que les forêts et les savanes sont sous-représentées.

En cours d'exploitation de l'image, il est apparu, en pratiquant une analyse de texture en vue d'une homogénéisation des limites, que les interrelations de position de pixels détermineraient des arrangements structuraux liés à la dynamique géomorphologique. Par exemple, une reconnaissance basée sur l'analyse des propriétés locales (réseaux, squelette, variation de densité autour d'un point, bords, segmentation et généralisation du domaine), et son érosion-dilatation permet de concevoir une analyse structurale de l'image regroupant trois composantes (cf. croquis).

• *Un squelette*

Il s'agit de levées alluviales des principales rivières et de leurs diffusions correspondant à une dynamique d'épandage généralisé, débordement ou système fluvio-deltaïque continental. Les réseaux hydrographiques sont fonctionnels ou fossiles ou non fonctionnels. Le squelette constitue la partie la plus haute du relief (+ 3 à 5 mètres par rapport aux parties les plus basses) avec des sols bien drainés, sablo-limoneux et une couverture forestière en partie mitée par les cultures et les établissements

urbains. Ce squelette (structure losangée) peut recouvrir, par dynamique longitudinale, les composantes suivantes.

• *Des vacuoles*

Elles représentent les cuvettes de décantation constituant les parties les plus basses du relief, avec généralement des sols hydromorphes à textures argileuses et végétation hygrophile. Leur principale caractéristique est liée au fait qu'il s'agit des structures complètement fermées (structure contournée).

• *Un espace périvacuolaire*

Situé entre le squelette et les vacuoles, il correspond à des nappes et cuvettes de débordement constituées à partir d'une dynamique latérale issue des levées. Ce milieu est couvert de savanes et forêts sèches, en partie mis en culture mais plus généralement voué à l'élevage extensif. Des sols ferrallitiques et hydromorphes à textures limo-argileuses à argileuses forment la couverture pédologique de la zone. Cet espace intervacuolaire peut fossiliser des vacuoles mais très rarement des parties de squelette.

Sur l'extrait de carte joint, le squelette supporte les unités paysagiques, eaux superficielles, bancs de sable de rivières et forêt dense sempervirente. Les espaces périvacuolaires correspondent aux unités de forêts semi-denses et claires, ainsi qu'aux savanes arbustives sèches et aux savanes ouvertes. Enfin, les vacuoles regroupent, pour partie, les savanes ouvertes. Les cultures, brûlis et *matorrals* peuvent indifféremment se développer dans chaque composante.

(1) Les images de bonne qualité sont cependant rares. Une étude à partir d'une image SPOT sur la même zone est en cours de réalisation.

Références bibliographiques

LE MEN H., 1982, «Classification des paysages par statistique locale de l'occupation du sol. Méthode de généralisation thématique et cartographie», *Actes du symposium International de la Commission VII de la Société Internationale de Photogrammétrie et Télédétection*, G.D.T.A., Toulouse, pp. 921-928.

LE MEN H. et POUYLLAU M., 1990, «Mise à jour d'une carte d'occupation du sol: problèmes méthodologiques», *Télédétection et tiers-monde. Méthodologies: pratiques, nouveaux champs et nouveaux enjeux*, CNRS, Centre Régional de Publication, Bordeaux-Talence, pp. 327-340.

LACLAU J.F., 1984, *Le milieu naturel et son aménagement dans la Zone de développement du Programme hydro-agricole Guanare-Masparro (Llanos occidentaux du Venezuela)*, Université de Bordeaux III, Thèse 3^e cycle, Bordeaux, 312 p., 2 cartes h. t.

PLATEL N., POUYLLAU D. et POUYLLAU M., 1990, «Imagerie SPOT et dynamique des paysages à l'ouest de Guanarito, Llanos occidentaux du Venezuela», *Télédétection et tiers-monde. Méthodologies: pratiques, nouveaux champs et nouveaux enjeux*, CNRS, Centre Régional de Publication, Bordeaux-Talence, pp. 251-265.

POUYLLAU M., 1976, *La géographie dans un plan de contrôle des eaux et de récupération de terres: essai méthodologique et cartographique (Llanos de l'Apure, SO du Venezuela)*, Université de Bordeaux III, Thèse 3^e cycle, Bordeaux, 312 p., 25 cartes h. t.