

R. Z.

Doa  
Fol  
03119

Computas  
R. N. O. K. I.

MISSION AU CPATSA  
— (PETROLINA-BRESIL)  
1 - 18 Juin 1982

L'ETUDE MORPHOPEDOLOGIQUE  
DE LA REGION D'OURICURI

p. l. IRAT / GERDAT, 1982.  
11 p.

IRAT

J. KILIAN  
Juillet 1982

GERDAT

## RAPPORT DE MISSION

- 1 - Le présent document est le rapport technique d'une mission effectuée du 2 au 18 juin 1982 à l'intention de l'"Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura" (IICA) et du "Centro de Pesquisa Agropecuaria de Tropico Semi Arido" (CPATSA).
- 2 - Consultant : J. KILIAN, Chef du Service de Pédologie de l'IRAT  
B. P. 5035, 34032 - MONTPELLIER Cedex FRANCE.
- 3 - Projet : renforcement du projet de recherche III.SB.13.
- 4 - Activité : Coopération technique pour le renforcement du programme de recherche sur le tropique semi-aride : K.03.SBB.13 (1311).
- 5 - Objectifs : les objectifs ont été définis dans une lettre du Dr Jose Irineu CABRAL, Directeur du Bureau IICA de Brasilia (lettre ZS/BREC 681 du 23 Mars 1982) : conseiller les responsables et les chercheurs du CPASTSA en vue du renforcement du programme de recherche sur la connaissance des ressources naturelles.
- 6 - 7 - 8 et 9 - Déroulement de la mission, personnalités rencontrées :  
Cette mission, comme celle de 1980, s'est réalisée dans le cadre des consultations prévues dans le contrat de coopération technique existant entre IICA (Instituto Interamericano de Cooperacion para la agricultura) et l'EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria).

Elle s'est déroulée de façon parfaite grâce à l'attention des :

Dr Evaristo E. de MIRANDA : coordinateur du programme 027  
Dr Luiz MANTOVANI : chercheur spécialisé dans l'étude du milieu physique  
Dt Gilles RICHE : pédologue de l'ORSTOM, chercheur détaché au CPATSA.



Je les remercie ici très chaleureusement ; grâce à eux ce second séjour à Petrolina fut aussi rempli d'intérêt que le précédent.

Je tiens aussi à remercier les :

Dr Juan Carlos SCARSI : coordonnateur IICA/EMBRAPA

Dr Daniel J. GUSTAFSON : assessor IICA/EMBRAPA

pour leur accueil à Brasilia, de même que le Dr SAMOES, Directeur par intérim du CPATSA qui nous a ouvert le Centre.

#### 11 - La mission s'est ainsi déroulée :

1er juin : Départ de Montpellier

2 juin : Arrivée à Rio de Janeiro, puis à Brasilia. Prise de contact avec le Dr SCARSI et le Dr GUSTAFSON de l'IICA.

Départ pour Salvador de Bahia.

Prise de contact avec le Dr PERRAUD (ORSTOM).

3 juin : Départ de Salvador, arrivée à Petrolina.

Prise de contact avec le Dr Luiz MANTOVANI et le Dr Gilles RICHE.

4-5-6-7 juin : Petrolina.

Discussions techniques, examen des documents cartographiques.

Contact avec Dr E. E. de MIRANDA, en mission jusqu'alors.

8 au 16 juin : Petrolina-Ouricuri-Petrolina.

Tournée de terrain dans la région d'Ouricuri avec les Dr Luis MANTOVANI et Gilles RICHE.

17-18 juin : Petrolina.

Discussions techniques.

Exploitation des données de terrain.

Synthèse partielle (légende carte).

18 juin midi : Départ Petrolina

19 juin soir : arrivée Montpellier.

## 12 - Résultats de la mission :

Cette seconde mission auprès du CPATSA vient en complément de celle qui fut effectuée en 1980 ; ses objectifs restent cependant dans la même ligne d'action.

La première mission consistait surtout à conseiller les chercheurs du CPATSA sur les méthodes cartographiques de la morphopédologie en insistant sur l'aide que ce mode de cartographie peut apporter à l'évaluation des systèmes de production.

Elle fut consacrée à la définition des grandes unités de paysage dans la région d'Ouricuri, en application de la méthode préconisée.

Cette seconde mission était surtout axée sur la discussion des problèmes apparus lors de l'établissement de la carte morphopédologique ; de même il fallait évaluer l'aide pratique que cette carte apporte aux autres chercheurs travaillant sur le projet.

Ce compte rendu sera nécessairement plus court que le premier dans la mesure où il est moins technique et où il fait souvent référence à des concepts méthodologiques déjà exposés qui ne seront pas systématiquement repris ici.

Il est issu des nombreuses discussions que nous avons constamment eues sur le terrain avec les Dr Luiz MANTOVANI et Gilles RICHE.

Pour faciliter sa lecture, les quatre points prévus dans la lettre de référence seront examinés successivement.

### 12.1. Evaluation du travail effectué :

D'un point de vue pratique, une première ébauche morphopédologique à l'échelle du 1/70.000 a été établie pour la région d'Ouricuri, basée sur de nombreuses tournées de terrain et une photointerprétation extrêmement fine et poussée.

Nous avons pu constater que cette ébauche cartographique est utilisée par de nombreux chercheurs du CPATSA oeuvrant dans le projet.

Débuter un rapport par des louanges peut paraître excessif ; on peut cependant affirmer que les travaux effectués sur la connaissance des sols de la région d'Ouricuri sont d'un haut niveau scientifique.

Les séquences observées lors de notre tournée commune de terrain montrent à l'évidence que les processus de pédogenèse et leur répartition ont été évalués avec précision et grande compétence ; des hypothèses nouvelles sur la formation et l'évolution des sols dans cette région du NORDESTE pourront être formulées qu'il appartient à l'équipe du CPATSA de présenter ou de publier.

Nos discussions, sur le terrain comme au bureau, ont surtout porté sur les raisons d'être d'une carte morphopédologique à but agricole, sur le fonctionnement des paysages, la présentation de la légende pour qu'elle puisse être utilisée avec profit par d'autres chercheurs notamment les agronomes systèmes ; en d'autres termes, comment peut-on envisager l'intervention de la morphopédologie dans la connaissance et la modification éventuelle des systèmes de production ? Plusieurs aspects ont été abordés qui font l'objet du point 2.

#### 12.2. Examen des problèmes survenus pour la définition des unités morphopédologiques (dans la région d'Ouricuri) :

Ce point est essentiel ; il concerne en effet les problèmes que soulève l'expression cartographique de concepts méthodologiques (rapport n°1p, 5) mis au point pour répondre aux exigences des personnes attachées à la mise en valeur agricole des terres.

L'établissement d'une carte morphopédologique repose sur le concept de système et son utilisation par le lecteur doit tenir compte de l'échelle.

##### 12.2.1. La notion de système

Une définition simple d'un système a été fournie en 1974 par l'association "Informatique et Biosphère" (Paris), applicable à la morphopédologie : "ensemble d'éléments ayant des relations mutuelles et se comportant comme un tout à un niveau de perception donné".

Nous devons ici rappeler que la démarche morphopédologique consiste à accéder à la connaissance du milieu dans sa description comme dans sa dynamique ; elle vise à analyser les composantes de ce milieu : climat, modelé, matériau, eau, végétation, morphogenèse, pédogenèse etc... et la manière dont ces composantes interfèrent.

Cela définit des portions de territoire possédant une structure, une évolution et des problèmes communs ; ces portions de territoire sont dénommées "unités morphopédologiques" ou "types de milieu" ; elles sont l'expression de systèmes naturels.

La structure exprime l'organisation du réseau hydrographique et l'agencement des formes de relief qui en résultent.

L'évolution traduit l'action du bilan morphogenèse/pédogenèse (J. TRICART) en termes de stabilité ou d'instabilité.

Les problèmes communs expliquent certains caractères exprimés en termes de contraintes agronomiques.

Structure et évolution sont les clefs de l'identification des types de milieu et sont intimement liées.

Pour ce qui concerne la structure les interactions entre l'écoulement des eaux et la nature des matériaux superficiels sont les facteurs essentiels de formation du modelé et de son évolution ; ainsi la forme du réseau hydrographique et sa hiérarchisation qui résultent de ces interactions, traduisent en grande partie le fonctionnement du paysage.

Pour ce qui concerne l'évolution, l'étude de la pédogenèse (formation et évolution des sols) ne peut pas être dissociée de la morphogenèse (formation et évolution du modelé).

Reprenant une expression de G. GAUCHER, on pourrait dire, se référant à la pédogenèse, que celle-ci est à la fois une composante et une résultante de la morphogenèse : une composante parcequ'elle précède et conditionne la préparation du matériel soumis aux processus d'ablation, une résultante puisqu'elle se développe dans un milieu créé par la morphogenèse ; c'est pourquoi l'étude du bilan morphogenèse/pédogenèse reste essentielle pour la caractérisation de la stabilité

ou de l'instabilité du milieu physique, qui conditionne à la fois la circulation des eaux dans le matériau (ruissellement ou infiltration) et les modes d'implantation culturale.

Quelques exemples pris dans la région d'Ouricuri peuvent illustrer le raisonnement :

1 - Les versants des grands axes hydrographiques (Rio Sao Pedro, Gravalla, Caraibas) sont à l'heure actuelle affectés par un modelé de dissection actif d'une grande instabilité physique. Les phénomènes d'érosion superficiels y sont intenses et généralisés. Ils agissent de façon chronique, chaque année, au moment des pluies, provoquant des décapages sérieux mettant à jour les nappes de gravats sous jacentes ou tout simplement les nettoyant ; ces phénomènes sont peu spectaculaires et ne provoquent pas de mouvements de masse ; ils peuvent donc passer inaperçus ; dans cette région à climat contrasté, lorsque la végétation naturelle disparaît, ces versants constituent un ensemble apte au ruissellement pendant les quelques mois de saison des pluies : végétation ouverte, forte érosion pluviale, décapage intense, concentration des eaux, incisions, ravines, déblaiement des nappes de gravats ; les sols sont peu développés, peu différenciés en horizons, d'une fragilité augmentée par la baisse des teneurs en matière organique ; le type de milieu peut devenir très rapidement impropre à toute production végétale en raison de son instabilité, tous ces caractères doivent figurer dans la légende ; les versants des grands axes hydrographiques sont la conséquence d'une dynamique trouvant son origine dans leur encaissement important relativement aux autres branches du réseau. La légende doit exprimer ces caractères ce qui fournit au lecteur l'explication de la faible valeur des sols et les dangers de d'une mise en valeur sans précaution (surcharge pastorale par exemple).

2 - La forte densité des branches amont du réseau autour des massifs granitiques du Nord Ouest et du Nord d'Ouricuri peut provoquer le blanchissement des versants par soutirage du fer (et de l'argile) ; les relations de cause à effet entre densité du réseau (secondaire et tertiaire), nature du matériau, évolution pédogénétique de celui-ci définissent de façon nette ce type de milieu ; les facteurs explicatifs (composantes) doivent apparaître dans la légende.

3 - Le sommet de la chapada Do Araripe constitue un type de milieu assez stable. La topographie est relativement plane sur des dalles de grés en place. Les conditions sont ici réunies pour définir avec précision la pédogenèse actuelle sur grés et sous le climat du plateau ; les sols y sont d'ailleurs profonds. L'identification de cette pédogenèse peut servir de référence pour expliquer les pédogenèses voisines soumises au frein de l'érosion.

4 - Sur les zones planes de l'aplanissement du socle (par exemple chapada Dos Patos, chapada Do Severo) l'incision, la ramification, la densité du réseau hydrographique sont moindres qu'ailleurs ; les conditions de drainage différentes induisent une pédogenèse différente sur le matériau d'épandage (planosolisation).

Chaque type de milieu est un ensemble dans lequel les combinaisons entre les éléments fournissent l'explication de son organisation et de son fonctionnement. La formation et la morphologie de la couverture pédologique sont expliquées par la nature du matériau et le circuit des eaux ; elles expliquent aussi le modelé façonné par la morphogenèse elle-même sous la dépendance de la nature des sols.

Fractionner ces systèmes naturels, (au moins à l'échelle petite ou moyenne) c'est délibérément se priver de l'explication des causes qui font qu'un sol est bon ou mauvais pour l'agriculture, c'est à dire s'écarter d'une bonne perception des contraintes agronomiques et de leurs possibilités de correction.

Cette organisation, ce fonctionnement doivent figurer dans la légende par le truchement des composantes majeures qui interviennent. En annexe figure une proposition de légende pour la région d'Ouricuri. Elle reprend les principes exposés dans le premier rapport de mission (pages 17 à 19) que nous ne reproduisons donc pas à nouveau dans ce texte.

#### 12.2.2. Le niveau de perception

Le niveau de perception représente un état, un stade de connaissances ou d'informations ; il est matérialisé, en cartographie, par l'échelle qui fournit la possibilité de lire et de situer correctement ces informations.

12.3 L'ébauche cartographique de la région d'Ouricuri (1/70 000) a fait l'objet d'une photo interprétation minutieuse, précise, tout à fait remarquable ; celle-ci a débouché sur une planimétrie topographique dont les contours ont servi à définir sur la carte un grand nombre de types de milieux "associés" aux unités principales.

A cette précision de contours topographiques ne correspond pas, ne peut correspondre, une précision semblable dans la définition des autres composantes (nature du matériau, pédogenèse, morphogenèse, contraintes agronomiques, fertilité, acidité...).

Cette présentation des résultats pose deux problèmes : l'équilibre (ou la cohérence) de la légende et l'exploitation de la carte par les utilisateurs.

Pour le premier point, la légende, à mon sens, doit respecter le principe de l'homogénéité des informations pour chacune de ses composantes ; une autre attitude conduit nécessairement aux critiques fréquentes de "précisions illusoires" voire même de "carte fausse".

Le second point se rapporte à l'état d'esprit du lecteur de la carte. Chaque discipline a tendance, c'est normal, à considérer une unité cartographique, un type de milieu, aux dimensions de son domaine d'activité. Pour l'expérimentateur par exemple, c'est souvent la parcelle ou le point d'essai qui importe ; pour le paysagiste, le type de milieu s'élargit au paysage qui représente naturellement l'étendue de pays, qui s'offre à ses yeux. Les correspondances d'échelles ne sont pas toujours établies correctement par le lecteur.

Ces rapports entre l'offre d'une carte et la demande de l'utilisateur (surtout dans une étude intégrée du type Ouricuri faisant intervenir plusieurs disciplines) ont intérêt à être clarifiés et bien définis.

Pour ce qui concerne la carte morphopédologique produite, le nombre d'unités faisant l'objet d'une caractérisation ont été diminuées de moitié ; mais, pour ne pas perdre le bénéfice d'une photo interprétation précieuse, les contours des sous unités dénommées "unités associées" demeureront sur la carte, sans toutefois en préciser les caractères. Le lecteur appréciera de la sorte le seuil de réponse à sa propre demande (voir légende en annexe).

12.3. Hierarchie des unités morphopédologiques en regard des autres composantes du milieu rural : (climat, écologie, milieu humain) :

Cette hiérarchie, si nécessaire pour comprendre les facteurs de la production agricole, les améliorer ou les corriger ne peut pas être établie par les seuls pédologues, surtout si son expression doit être cartographique.

Les objectifs même de cette hiérarchie, en effet, nécessitent l'évaluation des relations existant entre le milieu physique et le milieu humain qui l'utilise. Un document cartographique idéal combinant les facteurs du milieu physique et ceux du milieu humain permettrait la délimitation de zones (ou unités) ayant les mêmes problèmes face à la production agricole.

Des propositions ont été faites dans le premier rapport (pages 19 à 24 + annexe) pour tenter l'introduction dans la légende de l'activité agricole (essentiellement type de parcellaire) en tant que composante d'évolution du paysage et révélatrice de circuits d'eau privilégiés.

Ces propositions, qu'il suffira de relire, restent toujours valables.

Elles ont pour objet :

- de délimiter cartographiquement plusieurs zones caractéristiques d'une situation agricole spécifique (combinaison milieu physique-parcellaire-production),
- de faire intervenir la morphopédologie dans la connaissance et la modification des systèmes de production par des études à grande échelle sur des zones représentatives (niveaux PAYSAGE et PARCELLE).

Dans ce domaine des recherches sont actuellement en cours menées entre l'IRAT et le centre scientifique d'IBM France, utilisant les techniques de la télédétection spatiale, en particulier à partir des simulations des données SPOT (futur satellite français).

Le principe méthodologique repose sur la double exploitation numérique et visuelle des données fournies par le satellite.

L'objectif est, pour une région donnée, la définition d'unités agroécologiques (ou de milieu agricole) figurant cartographiquement :

- les combinaisons réelles existant entre le milieu physique (morphopédologie, réseau hydrographique) et le milieu humain (pris en compte dans l'état du surface),

- l'évolution (dans le temps et dans l'espace) de ces combinaisons.

Le CPATSA sera tenu au courant des éventuels progrès réalisés.

### 13 - Recommandations :

13.1. Recommandations prioritaires : ont trait à l'évaluation du fonctionnement des unités de paysage de façon à mieux cerner la résolution des contraintes agronomiques décelées:

\* Etude du réseau hydrographique à moyenne échelle : étude cartographique du réseau hydrographique (forme, hiérarchisation, encaissement, dynamique, dissection)

- mesure des régimes et débits d'écoulement de surface,

- évaluation des écoulements subsuperficiels (vallons en berceau, à fond plat etc.),

- délimitation de sites pour le stockage des eaux de ruissellement (irrigations contre aléatoires et élevage)

A grande échelle : étude d'un bassin versant expérimental : flux d'eau, érosion, aménagement etc..

L'objet de cette étude est de discerner comment les eaux circulent dans le paysage et comment elles peuvent être utilisées au mieux pour la production végétale. Elle devrait être conduite par un hydrologue aidé d'un pédologue.

\* Etude morphopédologiques de zones représentatives selon les propositions formulées dans le premier rapport pages 22 et 23.

- au niveau PAYSAGE : à mener par un pédologue,

- au niveau PARCELLE : à conduite par un agropédologue spécialisé dans les relations sols/plantes (dynamique éléments fertilisants, profils culturaux, acidification, rôle de la place de la parcelle dans le paysage).

### 13.2. Recommandations scientifiques :

Elles concernent :

- la mise en place des matériaux : nature et origine de l'épandage : rôle des grès et des produits de démantèlement du socle,
- la pédogenèse planosolique en liaison avec la granulométrie du matériau, la position des sols dans le paysage et les zones climatiques de la région.
- la nature des argiles.

### 14 - Conclusions :

- Cette seconde mission confirme l'intérêt du programme 027 et les possibilités de mettre au point des méthodes généralisables d'évaluation des systèmes de paysage.

- La morphopédologie est très apte à établir des passerelles entre le programme 027 et les programmes : "Recherche en station", et "systèmes de production" ; le concept de système ne doit cependant jamais être perdu de vue.

- La qualité des travaux engagés et réalisés depuis 1980 pour la connaissance des sols constitue déjà un acquis et une aide considérables pour perfectionner l'évaluation morphopédologique.

Théobald

Juillet 1982

D'OURICURI (EXEMPLE FOURNI POUR LA "CHAPADA DO ARARIPE")

Nature de la pédogenèse (séparation pédogenèse actuelle des héritages) types de sols	Contraintes agronomiques (édaphiques, hydriques, érosion) majeurs (problèmes soulevés)	Parcellaires - description - essai d'interprétation - adaptation au milieu physique	Végétation naturelle	Types de "milieux associés" (délimités par photo interprétation)	Représentativité proposition d'étude
pédogenèse active, action forte M.O. bien incorporée, acidifiante.	Très faible stabilité des agrégats en surface: battance. Ruissell <sup>t</sup> diffus généralisé sur pente faible compaction subsuperficielle. Milieu acide, libération Al (et Mn) libre, très faible CEC. Très faible RU intrinsèque corrigée par grande épaisseur du sol.	Grandes parcelles au Nord, plus petites au Sud le long des axes de colonisation.			2 types d'études; 1-Parcellaire petit, groupé, le long des vallées en berceau prolongeant incisions 2-grand parcellaire en dehors de ces vallons.
				12, 13	
				14, 15, 18, 18/1	

Formations liées à la chapada do ARARIPE

Composantes Unités morphopédologiques	Nature du matériau	M o d e l é			Morphogenèse/pédogenèse stabilité, instabilité. (fonctionnement du système physique)
		Réseau hydrographique (forme, encaissement, hiérarchisation, écou- lement (si possible))	Dissection	Vigueur pentes	
CHAPADA (10)	Formation EXU. Grès siliceux jaunes à rouges. Texture moyenne à grossière	Vallons en berceau larges, vallées profondes direction Nord Sud, pas d'entailles sur le plateau quelques incisions profondes et larges au niveau corniche.	reculs de corniches en arcs quelques profondes entailles	plat très largement ondulé	<u>Milieu stable</u> Matériau en place, morphogenèse faible, Approfondissement des sols, Fonctionnement vertical et homogène
TALUS D'EBOULIS (11)	Blocs d'éboulis dans matrice sablo argileuse	Cones non fonctionnels dans leur masse à l'aval d'incisions marquées. Encaissement fort.	très marqué	fortes: 45 à 60°	Stabilité sous végétation naturelle. Instabilité potentielle forte
FALESIA					
MORROS	Formation EXU Parfois cuirasse au sommet		Tabulaires ou érodés avec bords nets ou mous. Témoins d'anciens glacis se raccordant à la Chapada. Pente orientée Sud.		Stable sur Morros plats, Ruissellement diffus sur pentes légères, peu intense
VERSANTS DES MORROS					
FONDS DE VALLÉES					

NOTA : Les chiffres font référence à la légende de l'ébauche au 1/70 000.