

## CARTE MORPHO-PEDOLOGIQUE ET PLANIFICATION REGIONALE

### UN EXEMPLE EN COTE D'IVOIRE

R. POSS - *Chargé de Recherche ORSTOM*

---

#### INTRODUCTION.

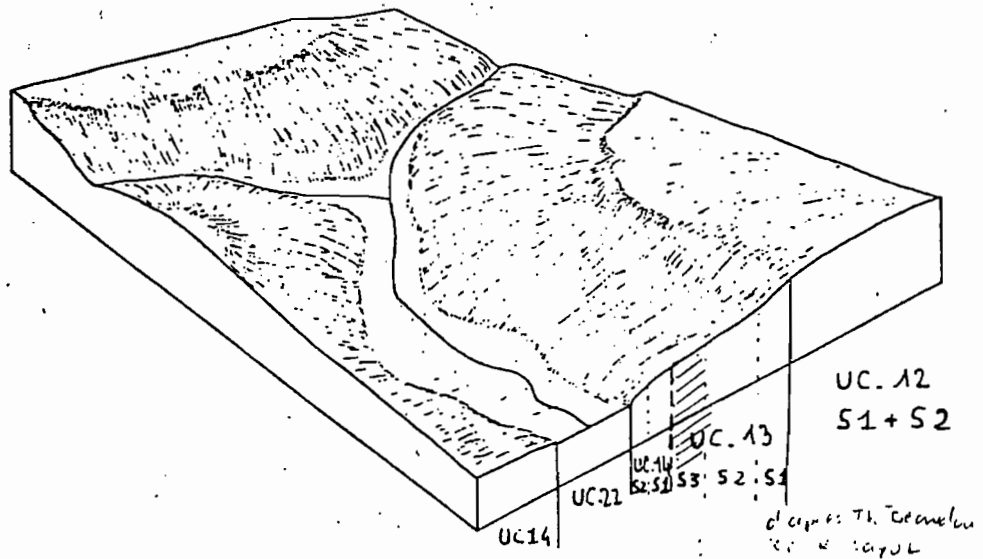
La carte de Katiola a été réalisée entre 77 et 79 dans le cadre de la cartographie au 1/200.000 entreprise par la section dans le Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire. L'expérience ayant montré à maintes reprises les difficultés que rencontrent les utilisateurs pour interpréter nos documents, il m'est apparu souhaitable de réaliser un travail de synthèse sur l'aptitude à la mise en valeur des sols de la région avant mon départ du pays. Ceci a été rendu possible par la présence sur place de R. SABATHE, agronome habitué à ce type de travail, et qui avait réalisé précédemment l'interprétation de la carte d'ESCHENBRENNER avec qui cette étude a été conduite.

Alors que la tendance générale dans la section est de réaliser des cartes de ressources en sols (LEVEQUE et LE COCQ au TOGO, BARBERY et DELHUMEAU en Tunisie ...), détachées le plus possible d'une utilisation particulière, ce qui se justifie pleinement par la difficulté du travail d'interprétation de la carte pédologique, une démarche inverse a été adoptée ici (plus proche de celle de MULLER et GAVAUD au Cameroun) ; l'interprétation a été effectuée uniquement en vue d'une spéculation particulière, ce qui se justifie :

- par une demande précise des utilisateurs,
- une relative simplicité d'interprétation de la carte morpho-pédologique proposée.

PAYSAGE 2

Paysage de plateaux et de témoins cuirassés partiellement  
démantelés



PAYSAGE 2

Paysage de plateaux et de témoins cuirassés partiellement démantelés

Extension km2 et %	Denivelée	Longueur du % interfluve	Unités cartographiques	Extension (longueur ou surface) % paysage	Segments Pédologiques	Modelé	Pentes moy. ext.	Caractères généraux des sols	Profondeur moy.	Eléments grossiers moy.	Drainage interne de l'apexol	Végétatic
3994 km2 33%	35 m (20-50)	1200 m (900 à 2000m)	Sommet d'interfluve (UC 12)	50 ha (5 à 450 ha) 12% (47000 ha)	Plateau (gravillonnaire et induré) (segment 1)	Plan (plus ou moins irrégulier)	0,8 0 2	Sols ferrallitiques rouges, gravillonnaires, indurés à la base	45 (0 à 130)	50	très rapide	Savane arborée ou arbustive
					Plateau (gravillonnaire et profond) (segment 2)	Plan (plus ou moins irrégulier)	0,8 0 2	Sols ferrallitiques rouges, gravillonnaires, parfois altéritiques à la base	105 (25 à >150)	45	très rapide	Savane arborée ou arbustive
			Haut de versant (UC 13)	850 m 63% (25300ha)	Zone de raccord entre les plateaux et les versants (segment 1)	Concave puis rectiligne	7,0 3 20	Sols ferrallitiques pénévulés, meubles, gravillonnaires et altéritiques à faible profondeur	60 (8 à >150)	40	très rapide	Savane arborée
					Amont (segment 2)	Généralement rectiligne, parfois convexe ou rectiligne convexe	2,7 1 6	Sols ferrallitiques gravillonnaires, altéritiques à la base	90 (25 à >150)	35	très rapide à moyen	Savane arborée ou forêt claire
					Aval (segment 3)	Souvent rectiligne plus ou moins convexe ou concave, parfois convexe ou concave	3,0 0 7	Sols ferrallitiques gravillonnaires, hydromorphes et (ou) indurés à la base	65 (0 à >150)	35	rapide à moyen souvent ralenti à la base	Savane arborée ou arbustive
			Bas de versant (UC 14)	200 m (25%) (98000ha)	Amont (segment 1)	Convexe ou rectiligne à l'amont, convexe passant souvent à concave à l'aval	3,1 0 7	Sols sableux en surface, indurés et (ou) hydromorphes en profondeur	50 (0 à 90)	< 5	rapide à moyen souvent ralenti à la base	Savane arbustive
					Aval (segment 2)	Concave ou rectiligne concave sur le versant, passant à rectiligne dans le bas-fond	3,1 1 12	Sols hydromorphes de texture très variable	45 (20 à 130)	< 5	ralenti	Savane herbue (forêt galer)
			Plaine Alluviale	<<1%		Plan	0,5 0 1	Sols hydromorphe de texture très variable		< 5	ralenti	Savane herbue

## 1. La demande des utilisateurs.

Elle peut être formulée de la façon suivante : "quelles sont, à l'échelon régional, les zones les plus favorables pour les cultures pluviales annuelles mécanisées en assolement intensif ?" (essentiellement coton, soja, maïs, riz pluvial dans cette région de savanes à 1.200 mm de pluviométrie).

Cette formule appelle plusieurs remarques :

- cette étude n'est valable que pour le type de production envisagé.

- il ne s'agit pas de trouver quelques hectares très favorables mais des zones étendues justifiant des investissements importants.

- les contraintes étant différentes suivant les plantes, il apparaît un problème de choix.

+ prendre la plante économiquement la plus rentable

+ pondérer les facteurs en fonction des besoins des différentes plantes ?

Nous avons finalement choisi de classer en fonction des plantes les plus exigeantes (intervention de l'expérience de SABATHE : "c'est le moins mauvais").

## 2. La carte morpho-pédologique.

### 2.1. Le découpage spatial -

Succession sur les deux versants de sols caractérisés par de grands processus pédologiques, d'où définition des *segments pédologiques* (biblio abondante). Nécessités de regroupements en fonction des facettes géomorphologiques pour les besoins de la représentation, d'où les *unités cartographiques* (ou unités morpho-pédologiques). Une même succession de segments pédologiques sur certains versants conduit à la notion de *paysage morpho-pédologique*. On est donc conduit à proposer deux cartes différentes :

- carte des unités morpho-pédologiques

- carte des paysages morpho-pédologiques

UC 13 S3

LEPTO-APEXOLS

	Type d'horizon	Couleur	Éléments grossiers	Texture	Structure	Porosité	Cohésion
Apexol	Appunite	brun foncé à brun rougeâtre foncé	0 à 70% EG Gravillons ou graviers	Sa & SA	améro-grumoclode, anguoclode	P	TM & M
Infrasol	1er horizon	Gravolite ou gravelon ± structi					
	Evolution en profondeur	Fragistérite ou altérite ± hydromorphe					

BRACHY-APEXOLS PEU DÉVELOPPÉS

Apexol	Appunite	gris foncé à très foncé, brun foncé, brun rougeâtre foncé, brun grisâtre très foncé, gris, brun	<5% EG (0 à 55%) <5% Go (0 à 55%) <5% Ge (0 à 5%)	Sa (50%) SA (30%) AS (20%)	Grumoclode (50%) amérogrumoclode (35%) améroanguoclode, grumo-psammoclode	TP (45%) P (55%)	TM (45%) M (55%)
	Structichron dyscrophe (parfois taches d'hydromorphie à la base)	brun rougeâtre à brun rougeâtre foncé, brun foncé, brun jaunâtre foncé à clair, brun grisâtre foncé, gris foncé, rouge sombre ou terne, rouge jaunâtre	40% EG (0 à 65%) 40% Go (0 à 65%) <5% Ge (0 à 30%) (parfois cailloux de stérite)	Sa (10%) SA (30%) AS (35%) A (25%)	améro-anguoclode (40%) améro-grumoclode (30%) amérode, psammoclode, anguoclode	TP (15%) P (60%) PP (25%)	TM (10%) M (50%) PM (40%)
Infrasol	1er horizon	- Gravolite (60%) en association avec d'autres phases : - structichrome : l'horizon est généralement meuble et colonisé par les racines - retlichrome - Cet horizon est souvent esser cohérent. - Fragl ou petrostérite (25%) de couleur généralement beige - Altérite généralement hydromorphe - Retlichron					
	Evolution en profondeur	- Fragl ou petrostérite (50%) - Duril;reti-altérite (25%) - Retlichron - Structi-altérite					

~~BRACHY-APEXOLS STRICTS~~

Apexol	Appunite	brun foncé, brun rougeâtre foncé, brun grisâtre à brun grisâtre très foncé, brun très foncé, brun jaunâtre, brun rougeâtre, gris foncé à très foncé, noir	<5% EG (0 à 30%) <5% Go (0 à 30%) <5% Ge (0 à 5%)	Ss (15%) Sa (35%) SA (35%) AS (15%)	améro-grumoclode (60%) parfois à tendance psammoclode, grumoclode souvent très nette (25%) psammo-grumoclode, psammoclode, améro-anguoclode	TP (35%) P (55%)	TM (35%) M (65%)
	Structichron dyscrophe	brun rougeâtre à brun rougeâtre foncé, brun foncé, rouge à rouge foncé ou sombre, brun grisâtre, brun jaunâtre foncé, brun vif, brun sombre, rouge jaunâtre	<5% EG (0 à 60%) <5% Go (0 à 60%) <5% Ge (0 à 10%) (plus de 30% d'EG dans 15% des cas et = de 45% EG dans 5% des cas)	Sa (10%) SA (40%) AS (40%) A (10%)	améro-anguoclode (40%) amérode (25%) améro-grumoclode, grumoclode, améro-psammoclode	TP (10%) P (60%) PP (30%)	TM (10%) M (55%) PM (35%)
	Structichron (dans 20% des cas: taches d'hydromorphie)	rouge à rouge foncé, rouge jaunâtre, brun rougeâtre à brun rougeâtre foncé, brun jaunâtre, brun vif, jaune rougeâtre, jaune brunâtre	30% EG (0 à 55%) 30% Go (0 à 50%) <5% Ge (0 à 40%) (plus de 45% d'EG dans 10% des cas). Parfois cailloux de stérite	AS (50%) A (50%)	améro-anguoclode (75%) améro-grumoclode, amérode, anguoclode	P (55%) PP (45%)	M (20%) PM (80%)
Infrasol	1er horizon	- Retlichron (± duril) associé à d'autres phases (60%) : - structichron - gravolite - altérite - Fragl ou petrostérite (30%) - Gravolite - Altérite					
	Evolution en profondeur	- Retlichron (± duril) associé à d'autres phases (60%) - Fragl ou petrostérite (40%)					

ORTHO-APEXOLS

Apexol	Appunite	brun rougeâtre foncé	0 à 5% EG	SA	grumoclode	TP & P	TM & M
	Structichron dyscrophe	brun rougeâtre foncé, brun foncé	0 à 55% EG (surtout des gravillons)	AS	anguoclode, améro-anguoclode	P	M
	Structichron	rouge à rouge foncé, jaune, brun jaunâtre	0 à 35% EG (surtout des gravillons)	A	améro-anguoclode	P & PP	M & PM

## 2.2. L'expression des données aux différents niveaux.

Pour chaque niveau (paysage, unité morpho-pédologique, segments, sols constitutifs des segments) une représentation par tableaux a été adoptée, afin de faciliter au maximum l'accès à l'information.

Deux exemples extrêmes : *Paysage 2*

- souligner :
- l'importance des données géomorphologiques
  - la quantité de données chiffrées
  - la ligne de l'UC 13 qui servira d'exemple
- ensuite

*UC 13 Segment 3*

Brachyapexols stricts : type de sol caractérisé par la succession

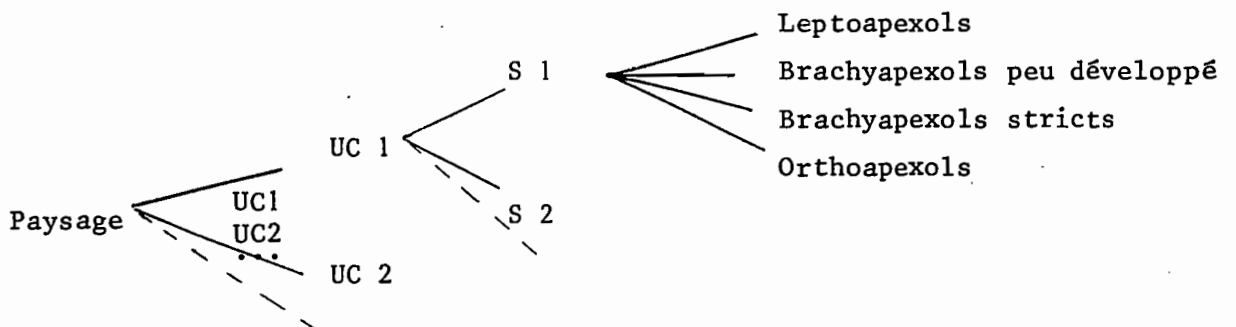
- horizon organique (appumite)
- horizon faiblement organique (structichron dyscrophe)
- structichron dont la profondeur absolue n'excède pas 1,5 mètre.

Ce type de représentation n'est rendu possible que par la grande monotonie de l'organisation des sols ferrallitiques de moyenne Côte d'Ivoire.

- les caractères strictement pédologiques
- l'absence de profil type, les caractères étant exprimés par des moyennes (ou des médianes), des extrêmes, ou des fréquences. Tendance également retenue sur Bassar par LE COCQ et encore étendue par LEVEQUE sur les cartes du Nord C.I. Cette représentation permet de refléter la variabilité des sols.

- la possibilité de lecture verticale permettant de suivre l'évolution d'un caractère en profondeur.

Entre les deux : niveaux intermédiaires explicitant en particulier les caractères chimiques et les critères de répartition spatiale des unités.



### 3. Le traitement de l'information.

Le traitement débute par la base (types de sols de chaque segment). Chaque type de sol est classé en fonction de son aptitude culturale (6 classes dont seules les trois premières sont aptes à la mise en valeur projetée).

#### 3.1. Détermination des classes d'aptitudes.

##### 3.1.1. Les critères retenus :

Ils sont très classiques :

- *La profondeur du sol*, limitée par un obstacle (roche, cuirasse, carapace, altérite)
- *la texture* : les textures grossières sont d'autant plus pénalisées qu'elles se prolongent en profondeur.
- *la teneur en éléments grossiers*, pondérée par la qualité de matrice (texture, structure, cohésion) et le taux d'éléments quartzeux.
- *l'hydromorphie*.

Par ailleurs sont précisés les critères liés à la mécanisation pierrosité et pente.

##### 3.1.2. La méthode adoptée.

Pour chaque type de sol les différents critères sont successivement étudiés.

Exemple : Brachyapexols stricts du segment 3 de l'UC 13.

Profondeur	Texture	Elements grossiers	Hydromorphie	Classe d'aptitude
II Cu-Al	III t	III S	II H	III t (Cu-Al)

↑  
Cuirasse  
↑  
Altérite

souvent sableux

↖  
Contrainte qui provoque le classement en III

↖  
Contraintes qui, seules, auraient fait classer le sol dans la classe immédiatement supérieure.

On prend pour classe d'aptitude la plus faible des classes déterminées pour chaque facteur, avec un déclassement si ce minimum se retrouve plusieurs fois.

Aptitude des sols (Paysage de plateaux et de témoins partiellement démantelés)

Unité cartographique	Segment	% du Paysage	C l a s s e s						mécanisation	
			I	II	III	IV	V	VI	Pente	Fertilité
12	1	7,00			1,68 g (Cu)	2,94 g (Cu)		2,38 Cu	m 1	m 2 B
	2	5,00			2,75 g	2,25 g			m 1	m 2 B
13	1	4,00			1,40 g	2,60 g Al			m 4 T	m 4 B
	2	28,00		8,40 g	11,20 g	8,40 g			m 1 - 2	m 2 - 1
	3	31,00		1,50 g	15,50 t (Cu Al g H)	12,50 Cu Al g t H	1,50 Cu g Al		m 1 - 2	m 1 - 2
14	1	9,00			2,70 H (Cu tg)	5,80 Cu (tg)		0,50 Cu	m 1 - 2	m 1
	2	15,00			3,70 H	6,80 H (t)	4,50 H		m 1 - 2	m 1
22	-	1,00					1,00 H			
TOTAL		100,00	-	9,90 g	38,93	41,29	7,00	2,88 Cu		



Cette détermination est la phase la plus délicate du travail. Pour chaque critère il est nécessaire, au vu de la légende, d'acquiescer une vue synthétique de la variabilité du caractère afin de fournir le diagnostic d'aptitude. Là intervient l'expérience de SABATHE. Importance capitale de cette phase du travail car la suite n'est qu'une compilation de ces traitements de base à l'aide des chiffres fournis par la légende de la carte.

### 3.2. La synthèse aux différents niveaux.

#### 3.2.1. Etablissement des tableaux par paysage.

Exemple : Pour l'UC 13 segment 3, qui représente 31 % du paysage

- 1,5 % des sols sont en classe II avec une contrainte liée aux éléments grossiers.

- 15,5 % des sols sont en classe III avec une contrainte liée à la texture (à laquelle s'ajoute une contrainte plus faible par la présence fréquente d'éléments grossiers, d'hydromorphie ou, en profondeur, de cuirasse ou d'altérite.

- etc...

Deux lectures sont donc possibles :

- une lecture horizontale, qui donne l'aptitude des sols dans un segment et le type de contrainte

- une lecture verticale, qui donne la proportion de sols d'une classe et leur localisation dans le paysage.

*Conclusions.*

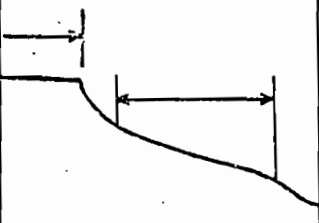
- 49 % des sols sont utilisables pour la mise en valeur projetée (classes I + II + III)

- 41 % des sols sont utilisables en culture traditionnelle (classe IV)

- certains segments doivent être écartés, par exemple l'UC 12 SI qui présente une trop forte proportion de sols cuirassés à faible profondeur.

#### 3.2.2. La synthèse pour un paysage.

Il est maintenant possible de déterminer les zones les plus favorables, dans chaque paysage en intégrant, en plus de l'aptitude agronomique des sols, les critères de mécanisation et de répartition

Segments Favorables	Situation sur l'interfluve	Surface cultivable (en% du paysage)	Proportion des différentes classes d'aptitude dans les zones préconisées (en %)					
			I	II	III	IV	V	VI
UC 12 S2 UC 13 S2 S3		6.7		61		37		2

Surface cultivable dans le paysage 2.

spatiale des unités (succession monotone des unités sur le versant, tache d'une unité dans une autre ...)

On arrive donc à la notion de surface cultivable. Mais dans cette surface existe une certaine proportion de sols défavorables (IV + V + VI) qui seront soit intégrés dans les parcelles, soit éliminés après cartographie détaillée (lorsque leur extension le permet).

Il est bien entendu que nous arrivons à des valeurs moyennes obtenues à partir des observations réalisées sur l'ensemble de la carte et qu'à l'échelle de l'interfluve ces proportions peuvent considérablement varier.

### 3.2.3. La comparaison entre les paysages.

En vue d'établir un classement, il faut choisir un critère, forcément discutable (on pourrait rechercher les paysages où les sols sont les plus homogènes, ou ceux où se trouvent les sols de meilleure aptitude, même s'ils ne sont pas étendus ...). Le classement établi repose sur le pourcentage de superficie du paysage dont les sols sont mécanisables et dans les classes d'aptitude I, II et III. Etant donné les impuretés de sols classés IV à VI au sein des zones favorables, on appellera *cultivable* la superficie représentée par les segments englobant les sols aptes.

*Commentaires* - dans le paysage le plus favorable, 75 % des sols sont cultivables dont 90 % I + II + III (essentiellement des sols ferrallitiques rouges gravillonnaires)

- dans le paysage le moins favorable, seuls 20 % des sols sont cultivables, dont 45 % seulement sont en I + II + III.

### 3.2.4. La synthèse au niveau de la coupure.

Si l'on intègre les données du tableau précédent il apparaît que les sols cultivables représentent environ les 2/3 de la superficie totale. Il faut noter cependant que sur cette superficie les sols mécanisables en I + II + III ne représentent que 48 % (il y a donc 20 % de sols médiocres compris dans les zones utilisables).

Parmi ces sols, certains sont plus facilement utilisables que d'autres et il faut compter que 10 % environ ne pourront pas être

Désignation du Paysage	Numéro	Classement	% cultivable	% mécanisable en I, II & III	Proportion des différentes classes en % de la zone retenue			Superficie km <sup>2</sup>
					I + II + III	IV	V + VI	
Paysage de collines convexes en zone de forêt.	12	1	75	73	97	3	0	242
Paysage de collines convexes	7	2	75	52	70	22	8	2 904
Paysage de collines gravillonnaires convexes à plan convexes	3	3	67	50	74	22	4	1 936
Paysage de plateaux et de témoins cuirassés partiellement démantelés.	2	4	67	41	61	37	2	3 994
Paysage de massifs de roches volcaniques	10	5	64	41	65	35	0	302
Paysage de plateaux et de témoins cuirassés	1	6	59	34	58	39	3	605
Paysage de collines convexes à versant riches en affleurements rocheux.	11 a	7	32	26	81	10	9	847
Paysage de plateaux cuirassés à versants riches en affleurements rocheux.	11 b	8	33	25	76	12	13	242
Paysage de collines à sommets riches en affleurements rocheux	5	9	21	10	45	47	8	847
Paysage d'inselbergs	4	10	20	9	45	47	8	181

Classement des paysages en fonction de leur aptitude pour les cultures pluviales annuelles mécanisées en assolement intensif.

mis en valeur car situés dans des environnements défavorables (faible proportion de sols aptes, abondance des affleurements rocheux...). Il faut donc compter, sur l'ensemble de la coupure, trouver environ 58 % de sols utilisables (dont les 2/3 en classes I + II + III).

Ces conclusions peuvent se traduire par un document cartographique : Il apparait clairement que les paysages de cette région sont classés principalement dans les groupes "moyen à passable" avec des sous régions plus défavorables et d'autres présentant une meilleure aptitude, dans lesquelles il y a lieu d'aller prospecter en détail pour implanter les zones d'action.

#### *Quelques Conclusions.*

Un exemple d'interprétation a été présenté ici ; il pourrait y en avoir bien d'autres.

Toute étude régionale en Afrique implique une connaissance du modelé (en particulier importance considérable des pentes pour la mécanisation), laquelle doit être intégrée dans nos documents avec une certaine précision. En effet, d'une part nous sommes en mesure de fournir ces renseignements, et d'autre part les utilisateurs sont généralement dans l'impossibilité de réaliser une telle étude. Ce qui pose le problème de nos compétences en géomorphologie.

Il est souhaitable de pouvoir réaliser le travail d'interprétation en liaison avec le planificateur car l'expérience prouve qu'il a souvent du mal à interpréter nos documents. De plus, il y a toujours un certain nombre de renseignements sur le milieu qu'il nous a été impossible de traduire dans la légende et qui se révèlent utiles à la mise en valeur. Je pense donc qu'il est souhaitable que nous proposons au moins une méthode d'analyse de nos documents, en vue de leur utilisation, même si l'on doit s'éloigner de la rigueur scientifique. La carte d'aptitude présentée ici n'est pas "exacte", mais elle reflète une connaissance du milieu que nous sommes seuls à posséder.

L'échelle de la carte est-elle adaptée au but recherché ?  
Etant donné l'hétérogénéité des sols, même une carte au 1/50.000

(déjà difficilement réalisable sur de grandes surfaces) ne permet pas de distinguer des unités agronomiques pures. Dans ces conditions, il est raisonnable de rechercher plutôt une vision statistique des sols (facilité d'ailleurs dans le cas présent par une certaine monotonie de l'organisation des profils) aboutissant à des notions de médianes et de fourchettes de variation en liaison avec la position des sols sur le versant ou le type de versant. On ne comprend pas forcément la répartition (est-ce toujours possible au 1/200.000 ?), mais on la décrit au mieux. Plutôt que d'échelle de la carte, il faudrait plutôt parler de densité d'observations (les 1.000 profils retenus en C.I. semblent suffisants), les deux n'étant pas toujours liés ..., puis d'échelle de représentation cartographique, qui devrait être liée essentiellement aux contraintes techniques de la représentation cartographique (échelle et netteté des photographies aériennes, voire des clichés satellites, épaisseur et densité des traits ...).

En fonction de ces remarques et du travail réalisé, il me semble que : pour la planification régionale, la densité d'observations est largement suffisante et que le document cartographique le plus utile est la carte des paysages, (laquelle pourrait être éditée à des échelles comprises entre 1/500.000 et le 1/1.000.000, ce qui n'enlève rien à l'intérêt scientifique de la carte des unités morpho-pédologiques.

**COMPT E R E N D U**  
**DES J O U R N É E S P É D O L O G I Q U E S**  
**DE S E P T E M B R E 1 9 8 1**

---

---

**O.R.S.T.O.M. – P A R I S – 1 9 8 2**