

ORSTOM

REGION GUYANE



Sortie interdite

ORGANISATION PEDOLOGIQUE
ET CROISSANCE DE L'HEVEA
SUR TERRES HAUTES EN GUYANE

RAPPORT DE TRAVAIL

Bernard BARTHES, 1991



Fonds Documentaire ORSTOM



010013051

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: B*13051 Ex: 15176

AVANT-PROPOS

Ce document fait le point sur les travaux réalisés dans le cadre de la convention relative à l'étude des sols sous cultures (relations sol-plante cultivée), signée le 22.09.87 entre le Conseil Régional de la Guyane et l'ORSTOM (n°SF: 639; n°SRE: 2092-00-CS).

Dans le cadre d'expérimentations agronomiques réalisées par les partenaires ad hoc (CIRAD, UTAP...), ces travaux ont pour objet l'analyse fine de la couverture pédologique et sa comparaison avec le comportement des cultures. Cette comparaison permet, d'une part, l'identification des milieux pédologiques les plus favorables aux différentes spéculations agricoles, d'autre part, l'extrapolation des résultats des expérimentations agronomiques.

Les premiers travaux, sur la culture mécanisée de manioc (Barthès, 1989), avaient montré qu'une bonne aération du sol en surface et d'importantes réserves hydriques déterminent une production élevée de tubercules.

L'étude qui suit concerne l'hévéa, culture arborée susceptible de connaître un certain développement en Guyane dans les années à venir.

Nous remercions Martial ACHILLE, Olivier LAMONGE, Georges PRUDENT et l'IRCA (Institut de Recherche sur le Caoutchouc) pour leur contribution au travail présenté.

PLAN

1. Présentation de l'étude

2. Le peuplement d'hévéas

2.1 Présentation de la parcelle

2.2 Hétérogénéité du peuplement

2.3 Délimitation de placeaux

3. Les sols de la parcelle

3.1 Description du profil amont: IR33

3.2 Organisation du transect IR2 à IR41

3.3 Organisation du transect IR33 à IR79

3.4 Organisation du transect IR33 à IR3

3.5 Représentation en plan de l'organisation pédologique

3.6 Caractérisation pédologique des placeaux d'hévéa

4. Comparaison peuplement d'hévéa-sol

4.1 Les éléments de comparaison

4.2 Comparaison avec des paramètres pédologiques d'ordre physico-hydrrique

4.3 Comparaison avec des paramètres chimiques

4.4 Synthèse

5. Conclusion

Bibliographie

Annexe 1

LA GUYANE

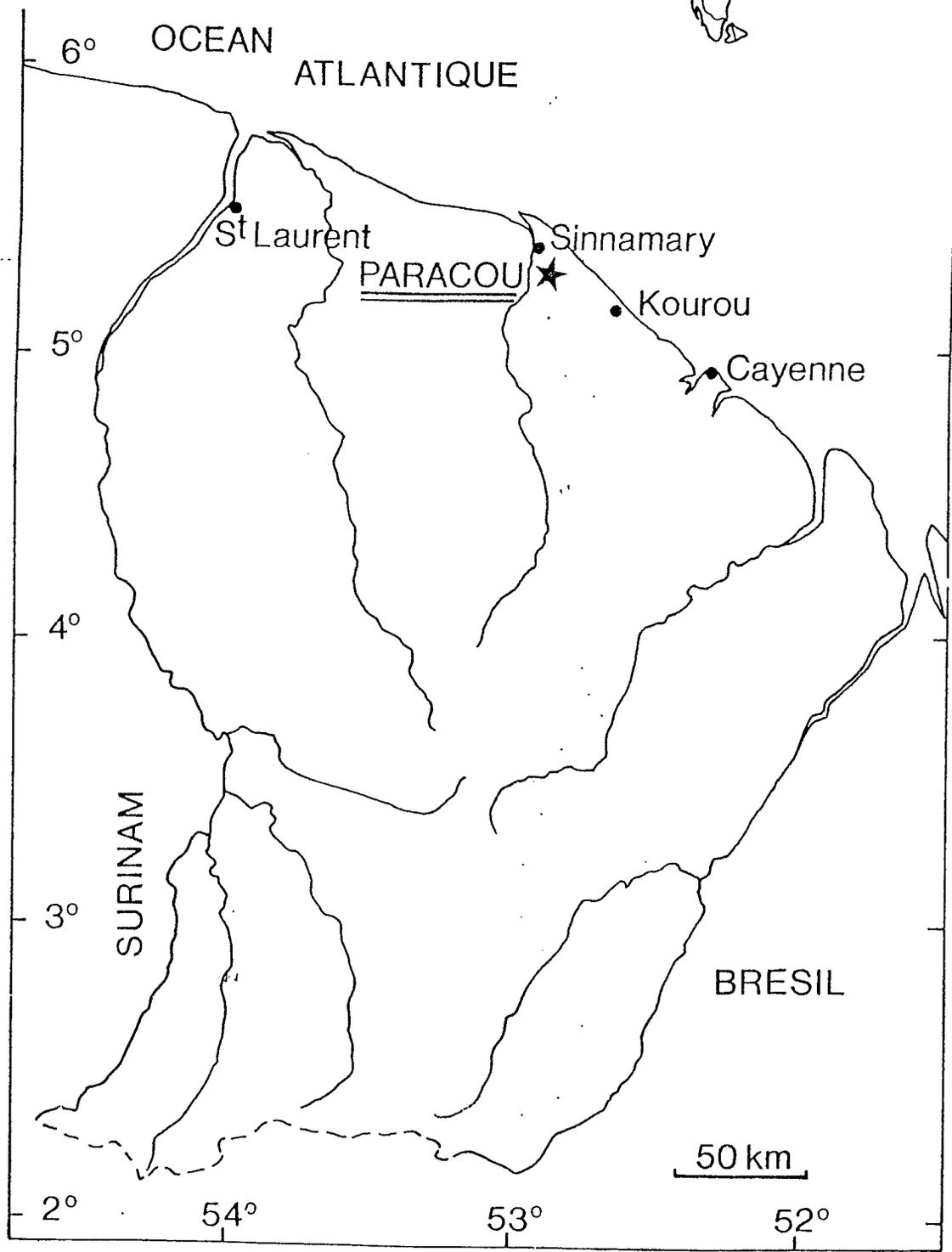
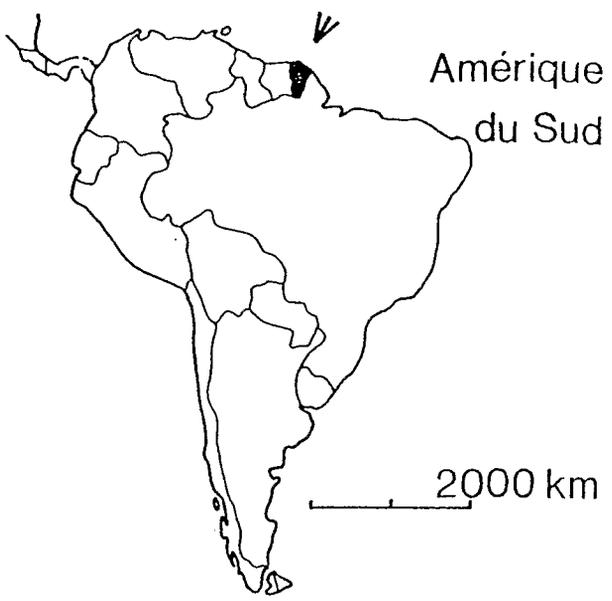


Fig. 1

1. PRESENTATION DE L'ETUDE

En Guyane, le sol montre souvent de fortes variations sur de courtes distances (R. Boulet, 1978). On peut s'interroger sur l'influence de ces variations sur les plantes, en particulier sur les cultures.

Plusieurs travaux montrent que l'organisation pédologique et la fertilité physico-hydrrique conditionnent la production de soja et maïs sur barres pré littorales de la Plaine Côtière Ancienne (R. Boulet, P. Godon, Y. Lucas & S. Worou, 1984), de manioc sur Série Détritique de Base et socle (Barthès, 1988), ainsi que la croissance de citronniers lime sur socle (D. Brunet & R. Boulet, 1985).

Dans l'étude présentée, on s'intéressera à la croissance de l'hévéa en fonction du sol. L'hévéa est une culture qui pourrait connaître un certain développement en Guyane dans les années à venir, en particulier sur les sols épais du nord-ouest du pays, favorables à l'arboriculture (triangle "fertile" Iracoubo - Mana - Saint Jean).

L'IRCA (Institut de Recherche sur le CAoutchouc) a planté plusieurs parcelles d'hévéa à Sinnamary, entre Combi et Paracou (Fig.1), dans un milieu de collines forestières développées sur Série Détritique de Base et socle (Barthès, 1984). Sur l'une de ces parcelles, dénommée Combi 4, nous nous proposons de comparer le diamètre à 1 mètre des arbres de 5 ans et certains caractères pédologiques, d'ordre physico-hydrrique (drainage interne...) et chimique.

2. LE PEUPEMENT D'HEVEAS

2.1 Présentation de la parcelle

Sur la parcelle considérée, dénommée "Combi 4" et couvrant environ 1 hectare pour la partie qui nous intéresse, tous les arbres sont greffés. Les porte-greffes sont issus de graines "illégitimes", de père inconnu mais de mère connue: il s'agit de "tout venant" de provenance gabonaise, issu d'une parcelle multiclônale contenant notamment le clône GT1. Par contre, tous les greffons appartiennent au même clône, IAN 717.

Au moment de la mesure, la plantation est âgée de 5 ans. Toutefois, certains plants morts ont été remplacés, et sont plus jeunes et plus petits.

Cette parcelle compte 560 pieds, soit 14 colonnes (distances de 7m) et 40 lignes (distances de 2,80m). Un effet de bordure étant prévisible, les arbres du pourtour de la parcelle ne sont pas pris en compte dans l'analyse. On écarte ainsi 2 lignes et 1 colonne sur les bordures, et le peuplement effectivement étudié compte 12 colonnes (= 14-1-1) et 36 (= 40-2-2) lignes, soit 432 arbres.

Date: 3 janvier 1990
 observation: Petal.

COMBI N° 4

Relevé de croissance à 5 ans
 Circonférence à 1m du sol (en cm)

	10	30,0	27,0	24,0	34,0	33,2	31,3	34,8	34,6	37,0	32,5	26,6	24,2	34,0	34,9	
	9	23,1	28,2	42,2	23,2	33,0	36,4	34,5	32,0	36,1	32,5	32,6	32,1	34,1	35,0	
	8	33,7	36,5	24,4	24,5	23,9	36,0	33,1	32,3	32,8	32,5	32,7	32,5	37,5	33,0	
	7	34,4	29,8	39,8	36,0	39,0	31,0	36,3	33,5	26,9	41,0	41,0	42,5	32,0	36,1	
Placeau	6	23,2	29,0	25,1	36,5	35,0	27,0	28,6	30,5	36,2	39,0	32,1	41,2	32,1	30,9	Placeau
6.1	5	33,5	36,3	30,5	43,3	37,4	34,4	36,3	33,2	32,5	30,2	38,6	37,0	37,6	36,4	6.6
	4	32,3	36,1	34,5	21,3	31,1	32,6	33,7	37,3	33,2	33,7	24,6	33,2	21,6	32,2	
	3	39,5	33,9	40,1	30,5	36,0	36,1	30,0	24,4	37,2	30,7	39,8	38,3	40,9	36,0	
	2	26,9	32,9	34,6	38,0	34,5	36,4	34,3	32,5	36,3	33,5	34,1	40,1	34,7	39,9	
	1	35,5	41,0	31,2	36,0	30,2	37,1	45,0	40,0	28,1	35,7	36,8	20,6	32,7	25,4	
	30	29,8	34,1	36,5	40,3	30,5	31,9	37,1	36,2	34,5	32,5	33,7	37,8	41,2	27,0	
	29	34,7	36,7	39,0	40,8	27,2	36,4	43,7	29,2	30,1	43,2	37,3	32,0	40,1	41,1	
	28	36,8	31,8	23,2	36,5	33,6	18,9	37,8	33,7	30,0	29,6	11,7	45,2	35,0	18,5	
	27	33,7	32,2	40,0	31,0	26,1	28,8	25,1	26,1	34,2	36,0	32,1	28,0	26,9	38,6	
	26	26,1	36,5	27,2	21,3	41,2	40,2	38,1	30,1	34,0	30,2	37,4	28,5	36,3	34,5	
	25	37,7	49,6	36,5	35,3	30,5	27,5	38,9	26,9	34,3	43,7	39,1	26,0	43,1	37,0	
	24	39,5	40,5	35,1	29,5	33,1	33,1	23,4	23,4	38,5	30,1	29,3	38,3	20,3	44,5	
	23	39,5	33,5	33,9	27,1	12,4	32,1	41,2	36,0	41,0	40,0	37,1	26,1	37,7	42,9	Bordure
	22	37,5	41,0	36,5	25,2	37,9	26,0	36,1	32,4	27,2	39,5	35,5	34,0	38,4	37,0	
	21	31,2	36,0	33,2	36,2	31,5	39,8	30,2	36,0	38,4	37,6	37,9	29,7	40,8	33,0	
	20	25,3	37,9	29,1	35,0	25,1	23,1	32,5	33,9	33,6	33,4	42,9	17,1	31,2		
	19	29,5	26,7	19,8	34,2	31,9	31,6	32,6	31,7	34,3	35,7	35,9	33,5	42,6	33,6	
	18	27,8	24,3	32,0	37,5	28,6	35,2	35,7	36,5	33,0	35,0	29,3	35,0	36,0	36,0	
	17	29,5	29,6	40,0	31,1	26,1	21,0	34,3	29,7	41,2	43,1	34,1	32,6	27,3	38,4	
	16	24,4	43,0	32,1	32,2	33,8	35,7	35,4	35,2	15,8	32,2	45,0	38,3	36,2	23,5	
	15	24,5	15,5	36,0	37,5	34,5	35,5	30,8	38,1	32,0	30,4	23,3	33,2	35,3	17,1	
	14	36,0	40,0	34,5	39,6	41,5	31,7	31,6	28,5	25,9	26,0	38,9	35,1	35,6	32,0	
	13	32,5	21,7	44,6	33,6	42,0	37,4	36,7	30,2	15,0	42,6	31,4	30,9	35,7	23,9	
	12	36,1	22,1	38,2	27,6	40,0	30,0	35,6	34,6	25,6	44,9	31,9	27,4	33,5		
	11	34,1	37,0	37,2	34,8	34,8	35,7	37,1	24,0	30,1	35,3	45,4	31,9	39,1	34,5	
	10	34,3	30,0	34,9	31,0	31,3	35,2	41,2	39,2	34,5	35,9	22,4	36,4	41,8	36,6	
	9	39,4	24,0	27,9	35,7	43,9	35,4	31,0	23,1	32,0	27,9	35,1	36,5	31,7	42,5	
	8	27,0	37,0	24,1	31,9	35,0	31,7	40,5	31,2	30,8	29,7	34,0	36,4	47,0		
Placeau	7	30,1	14,7	20,0	32,0	29,0	30,4	35,8	43,9	32,1	31,0	39,0	40,0	40,0	36,8	Placeau
1.1	6	22,9	36,9	39,9	39,5	37,1	34,2	30,8	33,2	30,0	37,6	26,1	38,5	23,5	37,1	1.6
	5	28,8	35,6	35,7	39,1	36,9	38,6	32,6	35,7	32,4	41,2	36,0	44,5	37,4	41,0	
	4	34,6	29,6	44,0	44,0	40,1	28,1	38,6	37,0	37,3	25,0	35,9	49,4	38,8	36,5	
	3	35,5	35,0	28,1	39,7	31,0	30,7	36,6	37,5	31,0	39,1	38,9	32,1	32,5	36,2	
	2	39,1	31,6	34,3	42,4	27,7	33,7	43,6	36,0	43,6	38,2	38,7	37,0	40,9	20,5	
	1	34,5	38,7	38,3	27,6	33,9	39,7	37,9	39,4	37,5	37,1	36,6	35,6	40,0	42,0	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	

☒: manquant

Fig. 2

2.2 Hétérogénéité du peuplement

On constate l'existence de fortes hétérogénéités, à la lecture des mesures des diamètres (à 1 mètre du sol) des 432 hévéas (Fig.2).

Certains arbres morts ou manquants ont été remplacés et sont plus jeunes.

Il est probable aussi qu'une certaine hétérogénéité soit liée au matériel végétal lui-même.

Mais certaines hétérogénéités sont manifestement liées aux modalités de déforestation et de désouchage de la parcelle. Pour avoir observé la parcelle déforestée avant sa mise en culture et noté l'irrégularité du terrain, nous sommes convaincus que les travaux ont occasionné des perturbations d'ampleur et de distribution très variables, qui ne sont pas quantifiées et restent difficilement quantifiables: tassements sur quelques m², du fait de l'arrachage d'une souche rebelle, compactages localisés etc...

Dès lors, il est manifeste que l'hétérogénéité du peuplement d'hévéa n'est pas seulement liée aux variations intrinsèques de la couverture pédologique, aspect que nous nous proposons d'aborder, mais également à d'autres facteurs, difficiles à estimer: hétérogénéité du matériel végétal et hétérogénéité dans la préparation du terrain.

2.3 Délimitation de placeaux

Pour des raisons matérielles évidentes, il n'est pas possible d'envisager l'observation du sol au pied de chaque arbre; de plus, les variations de l'organisation pédologique intrinsèque, même rapides, restent relatives, et ne justifient pas un maillage très dense des observations. Il a donc été décidé de diviser le peuplement de 432 arbres en 36 placeaux de 12 arbres, chaque placeau comptant 2 colonnes et 6 lignes, et couvrant donc $14 \times 16,80 \text{ m} = 235,20 \text{ m}^2$. Les placeaux sont notés de 1.1 à 6.6.

A chaque placeau est associée une valeur "moyenne" de diamètre des 12 hévéas. Compte tenu de la variabilité des diamètres au sein des placeaux, cette opération s'est avérée relativement complexe.

L'espérance mathématique, notée M et correspondant au dixième de la somme des 12 diamètres (ou au $(12-n)$ ième lorsqu'on dénombreait n manquants) n'a pas paru pertinente du fait de cette variabilité des diamètres d'un arbre à l'autre.

Il a paru plus intéressant de retenir une moyenne corrigée M', correspondant à l'espérance mathématique des individus dont le diamètre s'écartait de M de moins d'un écart-type e. En d'autres termes, on écarte du calcul de moyenne les arbres dont le diamètre s'écarte trop fortement de l'espérance mathématique du placeau; on élimine donc les "déviants", de manière à effectuer une moyenne sur les arbres "moyens", dont le diamètre est compris entre M-e et M+e (Fig. 2bis).

Pour chacun des 36 placeaux de 12 hévées, on calcule:

- l'espérance mathématique (M) et l'écart-type (e) sur les 12 arbres;
- le nombre (n) d'individus dont le diamètre est compris entre M-e et M+e;
- l'espérance mathématique (M') et l'écart-type (e') pour les n individus "centraux", de diamètre compris entre M-e et M+e.

placeau	M (12)	e (12)	n	M' (n)	e' (n)
1.1	32,55	7,19	7	33,99	3,61
1.2	36,28	4,52	9	36,81	3,21
1.3	34,05	3,94	8	32,85	2,41
1.4	34,66	4,10	9	34,16	2,70
1.5	34,19	5,46	9	35,33	3,83
1.6	35,84	5,19	10	36,51	3,45
2.1	32,50	7,34	7	33,94	3,60
2.2	36,13	4,99	7	35,40	2,80
2.3	34,83	3,62	8	34,47	2,33
2.4	29,39	6,64	10	29,85	4,46
2.5	33,45	9,16	8	34,09	5,59
2.6	34,50	3,93	9	33,97	2,30
3.1	30,50	8,15	8	30,96	4,53
3.2	32,49	3,12	8	33,15	1,37
3.3	31,33	5,32	9	34,09	1,92
3.4	32,83	6,19	10	33,69	2,46
3.5	34,25	5,75	9	33,29	2,28
3.6	34,15	6,85	9	34,13	3,13
4.1	35,88	3,86	8	35,15	1,43
4.2	30,10	7,88	9	31,81	4,23
4.3	33,88	6,08	7	35,47	3,71
4.4	33,02	5,29	6	33,50	2,03
4.5	35,74	4,66	7	37,87	1,42
4.6	34,10	6,99	8	36,71	3,44
5.1	34,35	4,86	9	34,22	2,71
5.2	34,06	4,95	8	34,29	3,26
5.3	43,21	7,16	8	34,97	3,14
5.4	32,49	4,01	9	32,86	2,72
5.5	33,00	7,52	10	34,11	2,42
5.6	36,19	5,60	9	37,13	3,59
6.1	33,83	5,30	8	34,57	3,13
6.2	33,21	6,15	9	34,38	3,24
6.3	32,93	3,18	8	33,36	2,18
6.4	32,83	4,24	7	32,81	1,87
6.5	34,58	5,22	9	34,26	3,82
6.6	35,37	5,84	10	36,03	3,80

Fig. 2bis

On notera les écarts-types élevés dans certains cas, qui relativisent la portée de l'expérimentation: d'autres paramètres que la différenciation pédologique intrinsèque conditionnent fortement la croissance de l'hévéa.

3. LES SOLS DE LA PARCELLE

La parcelle considérée occupe une partie d'un versant d'une colline à pente faible, devenant localement forte (coin nord). Cette colline est développée sur le socle granito-migmatitique (J. Barruol, 1959), au-dessus duquel se différencient, à l'amont, des horizons de type SDB (Série Détritique de Base), riches en sables grossiers.

On rappellera, pour mémoire, que l'origine de la SDB reste controversée, certains y voyant un dépôt sédimentaire de la fin du tertiaire (L. Krook & M.A. Mulders, 1971) lorsque d'autres supposent sa différenciation en place à partir du socle sous-jacent (L. Veillon, 1990).

L'important réside a priori dans l'épaisseur des horizons macroporeux et humectés, donc perméables, épaisseur qui décroît généralement depuis l'amont vers l'aval. Ces horizons perméables reposent sur les matériaux d'altération du socle, peu perméables et peu humectés, moins profonds à l'aval qu'à l'amont. Toutefois, dans le coin nord de la parcelle, les horizons d'altération du socle sont rouges et surtout, relativement humectés, et les horizons perméables restent épais dans cette zone.

La parcelle a été cartographiée dans un premier temps, indépendamment de la culture, et un certain nombre d'horizons pédologiques ont été identifiés et délimités, d'abord sur 3 transects, puis entre ces transects.

On a ensuite précisé cette caractérisation, afin d'associer une valeur des variables pédologiques considérées à chaque placeau de 12 arbres. Le paramètre pédologique qui a semblé le plus pertinent est l'épaisseur des horizons macroporeux et humectés. L'hydromorphie varie peu sur cette parcelle, et ne semble pas discriminante.

Des prélèvements pour analyse chimique ont également été effectués sur plusieurs placeaux, afin de mesurer le taux d'aluminium échangeable.

3.1 Description du profil amont: IR33

L'organisation de la couverture pédologique à l'amont de la parcelle a été observée sur un sondage à la tarière::

0-15cm: horizon 1A, couleur presque homogène brun-jaunâtre sombre (10YR4/4 au code Munsell), texture sablo-argileuse à sables grossiers, humecté.

15-35cm: horizon 2A, de couleur plus claire et plus vive, brun-jaunâtre (10YR5/6), sablo-argileux puis argilo-sableux à sables grossiers, humecté.

- 35-75cm: horizon 3A₁, brun vif homogène (8,75 à 7,5YR5/8), argilo-sableux à argileux, avec des sables grossiers, bien humecté.
- 75-100cm: horizon 3A₂, brun très vif et homogène (7,5YR5/8), argileux à sables grossiers, humecté.
- 100-190cm: horizon 3A₃, rouge-jaunâtre homogène (5YR5/8) devenant plus rouge à la base, argileux avec des sables grossiers, humecté.
- 190-220cm: horizon 4A, de couleur rouge homogène au sommet (5 à 3,75YR5/8) devenant plus délavée à la base (5YR6/8), argilo-sableux très riche en sables grossiers et graviers de quartz au sommet devenant sableux à sables grossiers à la base, humecté, à cohésion faible.
- 220-250cm: horizon 5B (de transition à 6B), jaune-rougeâtre à volumes plus rouges, sableux à sablo-argileux, riche en sables grossiers mais sans graviers, encore humecté.
- >250cm: horizon 6B, à fond rose (5YR7/6), volumes centimétriques blancs (10YR8/2) et volumes millimétriques jaune-rougeâtre (5YR6/8), argileux à toucher sériciteux, SEC AU TOUCHER.

De manière synthétique, on distingue donc sur ce profil:

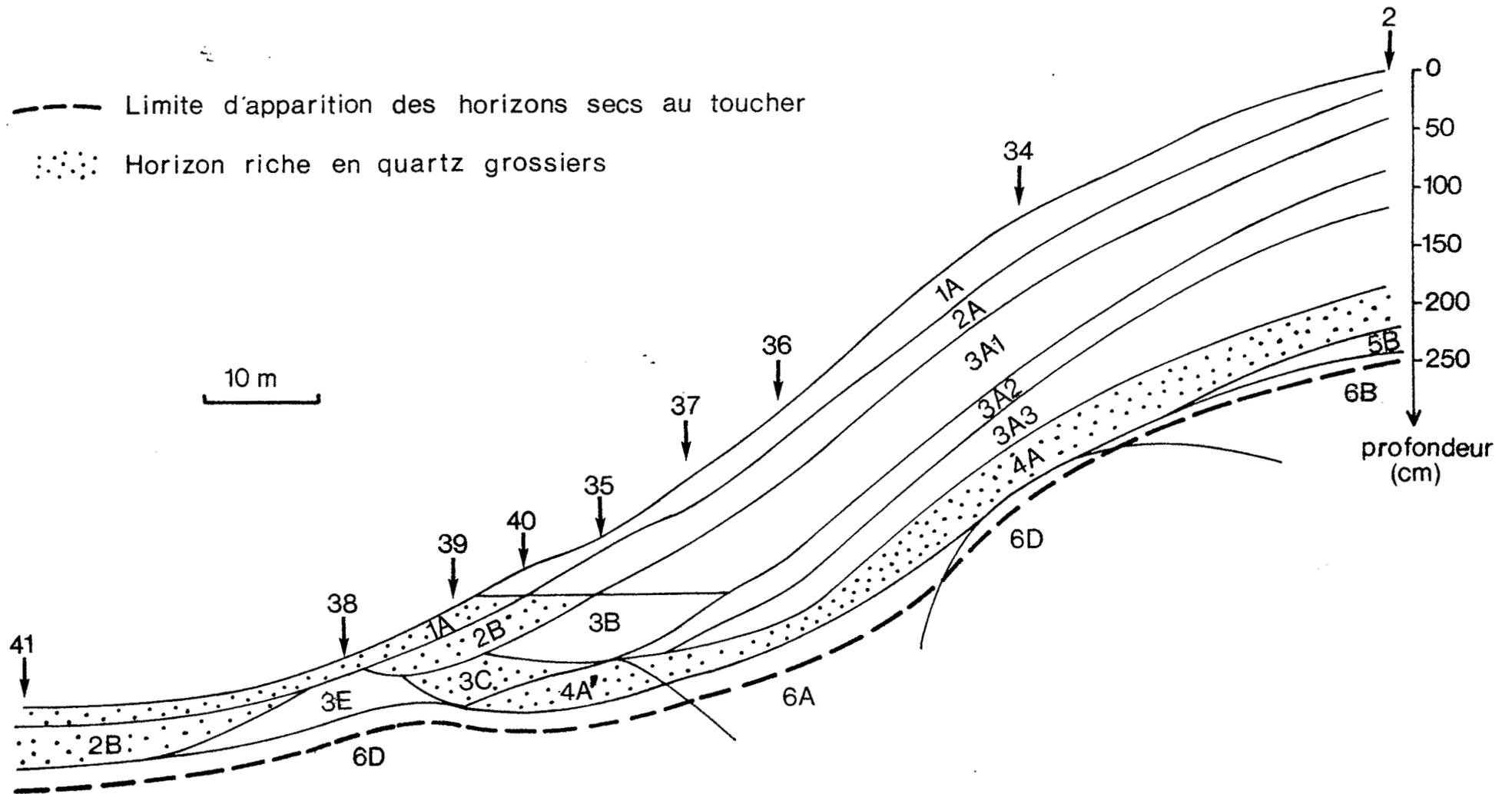
- un horizon de surface 1A, relativement sombre et marqué par la matière organique, pas très épais;
- un ensemble d'horizons 2A-3A₁-3A₂-3A₃ argilo-sableux puis argileux, vivement colorés et humectés, épais de plus de 1,5m au total, et devenant progressivement plus vif et plus argileux en profondeur;
- un niveau fortement enrichi en quartz grossiers, 4A et 5B, épais d'environ 0,5m.

Tous ces horizons sont humectés et perméables, et constituent le profil "utile": l'eau des précipitations s'y infiltre en profondeur et constitue d'importantes réserves hydriques.

A la base de ce profil utile, vers 2,5m, on note l'apparition d'un horizon plus sec, 6B. Cet horizon est peu perméable, et constitue un niveau de fort ralentissement du drainage interne.

Sur l'ensemble du profil, l'épaisseur des horizons perméables (250cm) détermine une dynamique de l'eau verticale et profonde, et on parle de "Drainage Vertical Profond". D'un point de vue agronomique, cette situation est tout à fait favorable, et on peut considérer que la partie amont de la parcelle présente une bonne fertilité physico-hydrique, fertilité liée à l'équilibre air-eau dans le sol: en saison des pluies, l'eau se répartit sur une grande épaisseur de sol, sans excès, et la texture équilibrée permet la constitution de réserves hydriques importantes qui assurent à la culture une bonne alimentation en eau durant la saison sèche.

FIG.3: ORGANISATION PEDOLOGIE DU TRANSECT IR2 A IR41 (Coupe).



3.2 Organisation du transect IR2 à IR41 (Fig.3)

Ce transect traverse la parcelle, depuis l'amont jusqu'à un col, et comporte une dizaine de sondages à la tarière.

A l'amont, le sondage IR2 montre un profil très voisin de IR33 décrit ci-dessus, avec la même superposition d'horizons. Quand on se déplace vers l'aval, depuis IR2 vers IR41, on note:

- la disparition de l'horizon 5B, horizon de transition à 6B sous-jacent;

- l'amincissement du profil perméable; l'ensemble d'horizons 1A-2A-3A₁-3A₂-3A₃-4A voit son épaisseur passer de 250cm à l'amont à 170cm au niveau de IR37;

- le matériau d'altération, à la base du profil, change d'aspect; on passe ainsi, entre IR2 et IR34, de 6B, rose (5YR7/6) à volumes blancs, à 6D, blanc (10YR8/2) à volumes centimétriques jaune-rougeâtre (5YR7/6), volumes centimétriques jaunes (10YR8/4) et volumes lithorelictuels à coeur rouge (2,5YR4/8), mouchetures blanches (kaolinite néoformée) et auréole jaune-rougeâtre (7,5YR6/8), ces deux horizons présentant le même caractère sec au toucher;

- entre IR34 et IR36, le matériau d'altération change encore, puisqu'on passe de 6D à 6A, horizon compact rouge (2,5YR4/8), également peu humecté; toutefois, au niveau de IR37, on revient sur 6D, l'extension de 6A restant très localisée;

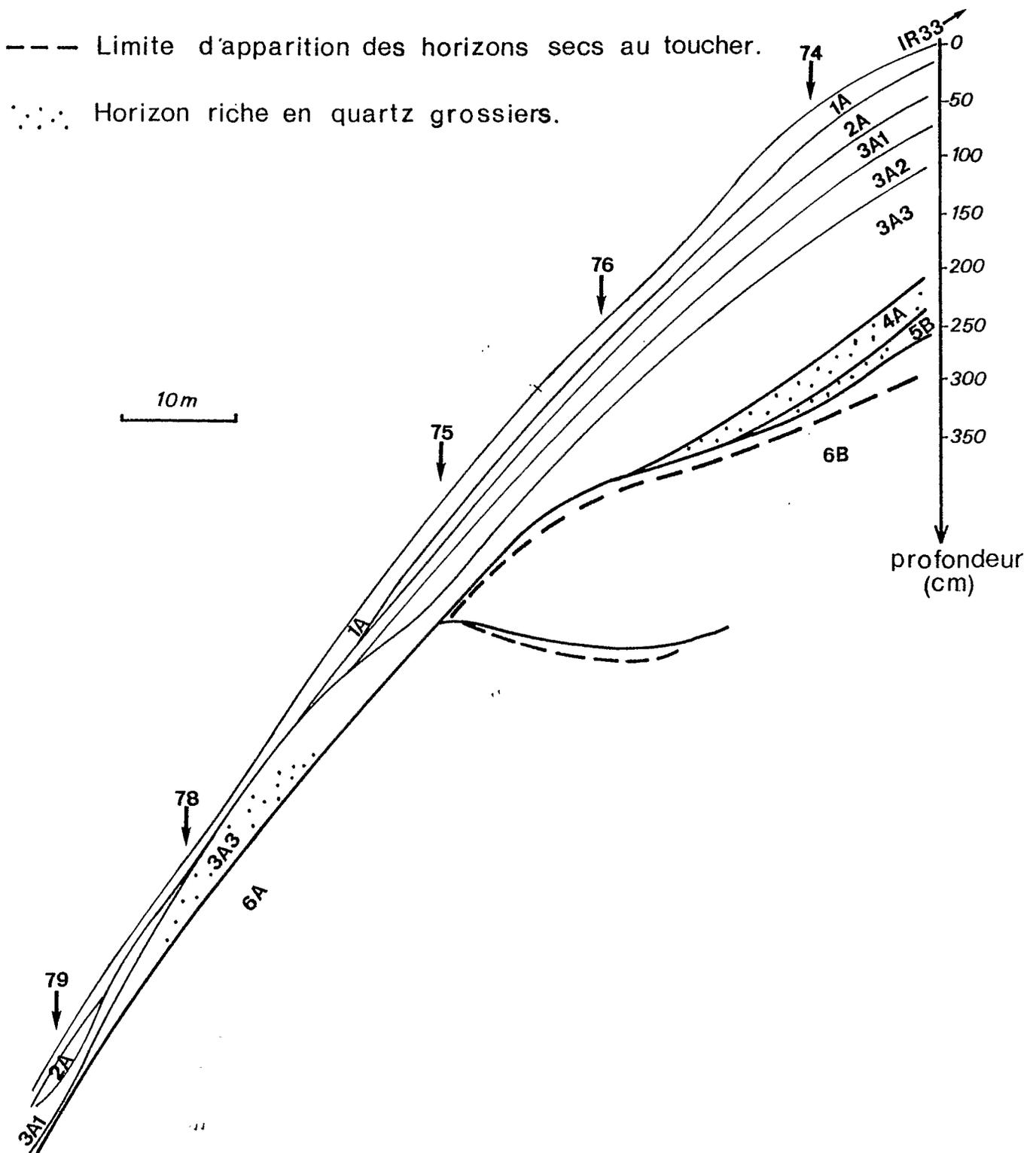
- entre IR37 et IR35, disparition en biseau de 3A₂ et 3A₃, et passage latéral de 3A₁ à 3B, moins vif (jaune-brunâtre, 10 à 8,75YR6/8) et légèrement plus argileux;

- au niveau de IR35, passage latéral de 4A à 4A', également riche en sables grossiers et graviers de quartz, mais de couleur hétérogène, à fond jaune-rougeâtre (7,5YR6/8) et volumes rouges (2,5YR4/8);

- au niveau de IR40, 1A montre un enrichissement en sables grossiers, qui se maintient vers l'aval; 2A passe latéralement à 2B, moins vif (brun-jaunâtre, 10YR4/5), et riche en sables grossiers; 3B passe latéralement à 3C, plus jaune (jaune-brunâtre, 10YR6/6) et riches en sables grossiers;

- au niveau de IR38, les horizons 2B, 3C et 4A' disparaissent en biseau et sont remplacés par 3E, horizon peu évolué où l'on reconnaît le matériau d'altération sous-jacent 6D, peu profond; 3E est jaune-brunâtre (10YR6/6 à 6/8) à volumes millimétriques plus vifs (7,5YR5/8) et quelques volumes gris centimétriques, il est surtout plus humide; il correspond à une remontée du matériau d'altération, amorcée depuis l'amont, mais très marquée autour de IR38, puisque le caractère "sec au toucher" est observé vers 70cm de profondeur;

FIG.4: ORGANISATION PEDOLOGIQUE DU TRANSECT IR 79 (Coupe)
à IR 33



- vers l'aval, 3E disparaît et on retrouve l'horizon 2B sous 1A, et au-dessus de 6D, qui apparaît vers 50cm et présente le caractère "sec au toucher" à 70cm.

De manière synthétique, ce transect montre:

- une remontée relative des horizons profonds "secs au toucher", dont la profondeur d'apparition passe de 250 à 70cm entre l'amont et IR38;

- un ternissement des horizons de moyenne profondeur précédant et accompagnant la remontée de l'horizon d'altération sec au toucher 6D;

- un enrichissement du profil perméable en quartz grossiers à l'aval du transect.

La remontée des horizons secs au toucher de profondeur va de pair avec l'amincissement des horizons perméables sus-jacents. De ce fait, la dynamique de l'eau, verticale et profonde à l'amont, devient plus superficielle vers l'aval. En effet, l'épaisseur moindre des horizons perméables ne leur permet pas d'emmagasiner la totalité des précipitations en saison des pluies, et une partie de l'eau en excès ruisselle en surface ou s'écoule latéralement au-dessus des horizons peu perméables. De plus, cette faible épaisseur n'autorise que des réserves hydriques modestes.

Ces sols à dynamique de l'eau superficielle et latérale présentent donc des contraintes agronomiques, ruissellement donc érosion, et faibles réserves hydriques, limitant fortement la croissance en saison sèche.

L'enrichissement en sables grossiers à l'aval du transect est également lié à la remontée des horizons d'altération, par concentration relative des quartz grossiers au sein d'horizons dont les éléments fins sont soumis à l'érosion géochimique (en solution) ou mécanique (sous forme solide).

Le ternissement du profil vers l'aval est un caractère assez général en pédologie, lié à la réduction du fer (colorateur des sols), croissante à mesure qu'on se rapproche des bas de pente sujets à l'engorgement. On peut aussi supposer que le profil perméable plus mince vers l'aval est plus rapidement saturé lors des pluies et, de ce fait, marqué par un certain engorgement.

3.3 Organisation du transect IR33 à IR79 (Fig.4)

Ce transect part de l'amont et longe le bord de la parcelle, permettant d'observer l'organisation particulière qui se développe au coin nord. La pente est faible à l'amont, devenant rapidement moyenne à forte (environ 15%).

On retrouve à l'amont le profil épais et vivement coloré décrit précédemment (Cf 2.1), avec des horizons perméables bien développés (1A, 2A, 3A₁, 3A₂, 3A₃), à texture plus grossière à la base (4A, 5B), au-dessus de l'horizon sec au toucher (6B).

En allant vers l'aval, l'horizon sec au toucher 6B de profondeur se rapproche relativement de la surface, et des volumes rouge-violacé d'aspect lithorelictuel (=nodules) apparaissent en son sein.

En même temps, les horizons sus-jacents perméables s'amincissent (2A, 3A₁, 3A₂, 3A₃) ou disparaissent (4A, 5B); entre IR33 et IR76, le profil perméable voit son épaisseur passer de 250cm à 140cm.

Entre IR76 et IR75, par dessous l'horizon sec au toucher 6B (rose à volumes blancs), qui se termine en coin, remonte un autre matériau d'altération, rouge (2,5YR4/8).

6A, "ensemble rouge arénacé", présente plusieurs niveaux: un niveau supérieur rouge-jaunâtre, peu humecté, argileux, épais d'environ 15cm; un niveau moyen, plus humecté, légèrement hétérogène, à volumes plus rouges; un niveau inférieur, plus rouge encore, à ponctuations rouge-violacé et jaunes, humide, à sables grossiers nombreux, issu semble-t-il d'une arène granitique. Il ne semble pas exister ici de niveau de fort ralentissement du drainage vertical, l'ensemble rouge arénacé restant toujours perméable; son sommet, sur une faible épaisseur, est peu humecté, suffisamment cependant pour que l'on considère la dynamique de l'eau comme verticale et profonde.

Au-dessus de cet horizon 6A ne subsistent, dans la pente (IR78), que l'horizon humifère de surface 1A et l'horizon perméable et argileux rouge-jaunâtre 3A₃, enrichi en sables grossiers et graviers de quartz. Les horizons plus jaunes de l'amont (2A, 3A₁, 3A₂) ont disparu en biseau et ne réapparaissent qu'à l'aval (IR79).

De manière synthétique, ce transect montre:

- une couverture amont épaisse, à dynamique de l'eau verticale et profonde;
- dès le milieu de pente, un remplacement du matériau profond sec au toucher de l'amont par l'ensemble rouge arénacé, plus perméable (le niveau de ralentissement du drainage vertical concernant une épaisseur d'environ 15cm), et plus superficiel (les horizons sus-jacents ayant moins d'un mètre d'épaisseur); à ce niveau, l'organisation au sommet du profil est d'ailleurs notablement simplifiée, car plusieurs horizons de l'amont ont disparu.

On peut donc considérer que sur ce transect, caractérisé par la présence de l'ensemble rouge arénacé 6A, le drainage interne reste vertical et profond depuis l'amont jusqu'à l'aval de la parcelle.

3.4 Organisation du transect IR33 à IR3

Ce transect à pente faible longe la parcelle à l'amont.

Il montre des variations peu importantes, et garde la même organisation pédologique que la moitié amont du transect IR2-IR41, entre IR2 et IR37 (Cf 3.1): superposition des horizons 1A, 2A, 3A₁, 3A₂, 3A₃, 4A, 5B et 6B.

On retrouve ainsi un ensemble d'horizons perméables, devenant progressivement plus argileux et plus vivement colorés avec la profondeur, avec à leur base un niveau de fort enrichissement en quartz grossiers, au-dessus des matériaux profonds peu perméables (caractère "sec au toucher").

La seule évolution sensible le long de ce transect est la diminution d'épaisseur du profil perméable, de 250cm en IR33 à 200cm en IR3; cet amincissement du profil perméable est lié à la remontée relative des matériaux d'altération peu perméables. Ces derniers restent néanmoins profonds, et déterminent sur l'ensemble du transect une dynamique de l'eau verticale et profonde.

3.5 Représentation en plan de l'organisation pédologique

Sur la base des trois transects étudiés dans un premier temps, on a effectué des sondages afin de connaître l'extension latérale des différents horizons identifiés.

Sur la représentation en plan (Fig.5), on ne figure pas tous les horizons ou caractères pédologiques, mais seulement un petit nombre, jugés significatifs:

- 3A₃, horizon de moyenne profondeur rouge-jaunâtre homogène (5YR5/8), argileux, humecté, associé aux sols les plus épais, à drainage interne très profond;

- 4A, horizon de profondeur rouge-jaunâtre homogène (5 à 3,75YR5/8), humecté, riche en quartz grossiers, dont la texture varie d'argilo-sableux au sommet à sableux à la base; cet horizon est également associé aux sols les plus épais, à l'amont ou au-dessus de l'ensemble rouge arénacé 6A;

- 4A', horizon profond de couleur hétérogène, à fond jaune-rougeâtre (7,5YR6/8) et volumes rouges (2,5YR4/8), humecté, argilo-sableux au sommet à sableux à la base, riche en quartz grossiers. Cet horizon, qu'on rencontre à mi-pente, fait suite à 4A et caractérise des sols à drainage vertical encore profond, développés sur un matériau d'altération blanc à volumes rouges (6D);

- "présence de 6A à moins de 200cm de profondeur"; 6A est l'ensemble rouge arénacé, seul matériau d'altération observé sur la parcelle qui ne soit pas "sec au toucher"; il est donc associé à des sols ne présentant pas de niveau marqué de ralentissement du drainage vertical, même à grande profondeur;

- "sec au toucher à moins de 120cm de profondeur"; on considère qu'un sol présente un drainage interne principalement superficiel et latéral (drainage "bloqué") lorsque le niveau de fort ralentissement du drainage est situé à moins de 120cm de profondeur; dans le cas contraire, la dynamique de l'eau est verticale et profonde; ce critère "S.A.T. à 120cm" permet donc de délimiter les sols à drainage peu profond.

La délimitation sur la parcelle de ces différents horizons ou caractères pédologiques nous permet de distinguer 3 domaines principaux:

- un vaste domaine amont, caractérisé par l'épaisseur des horizons perméables et leur texture équilibrée (de sablo-argileux à argileux), avec un niveau plus sableux à la base (4A), au-dessus des matériaux secs au toucher; la dynamique de l'eau est verticale sur plus de 2 mètres, jusqu'à un niveau de fort ralentissement du drainage en profondeur; à la périphérie et vers l'aval, l'horizon sableux devient de couleur hétérogène (4A'), se développant aux dépens des matériaux d'altération secs dont il précède la remontée (nous verrons ultérieurement que ce domaine amont peut être subdivisé en deux domaines suivant la présence ou absence de cet horizon 4A');

- un domaine où les horizons pédologiques perméables reposent non pas sur des horizons secs au toucher, mais sur un matériau d'altération rouge, d'origine arénacée et relativement humecté (6A); l'épaisse couverture amont du domaine précédent s'amincit dans la pente, mais le drainage reste vertical et profond; tout aval, cependant, les horizons supérieurs sont peu épais et le sommet du matériau rouge d'origine arénacée, sur lequel ils reposent, est plus sec; le sol devient alors à drainage principalement superficiel et latéral;

- un domaine où les horizons perméables sont minces, reposant sur un horizon sec au toucher peu profond (à moins de 120cm de profondeur); les horizons à texture grossière, qui se développaient à la base de la couverture de l'amont (4A puis 4A'), ont disparu; la dynamique de l'eau est superficielle et latérale.

3.6 Caractérisation pédologique des placeaux d'hévéa

L'ensemble des observations précédentes, sur les transects puis entre les transects, nous renseigne sur l'organisation de la couverture pédologique à l'échelle de la parcelle et nous permet de délimiter quelques grands domaines.

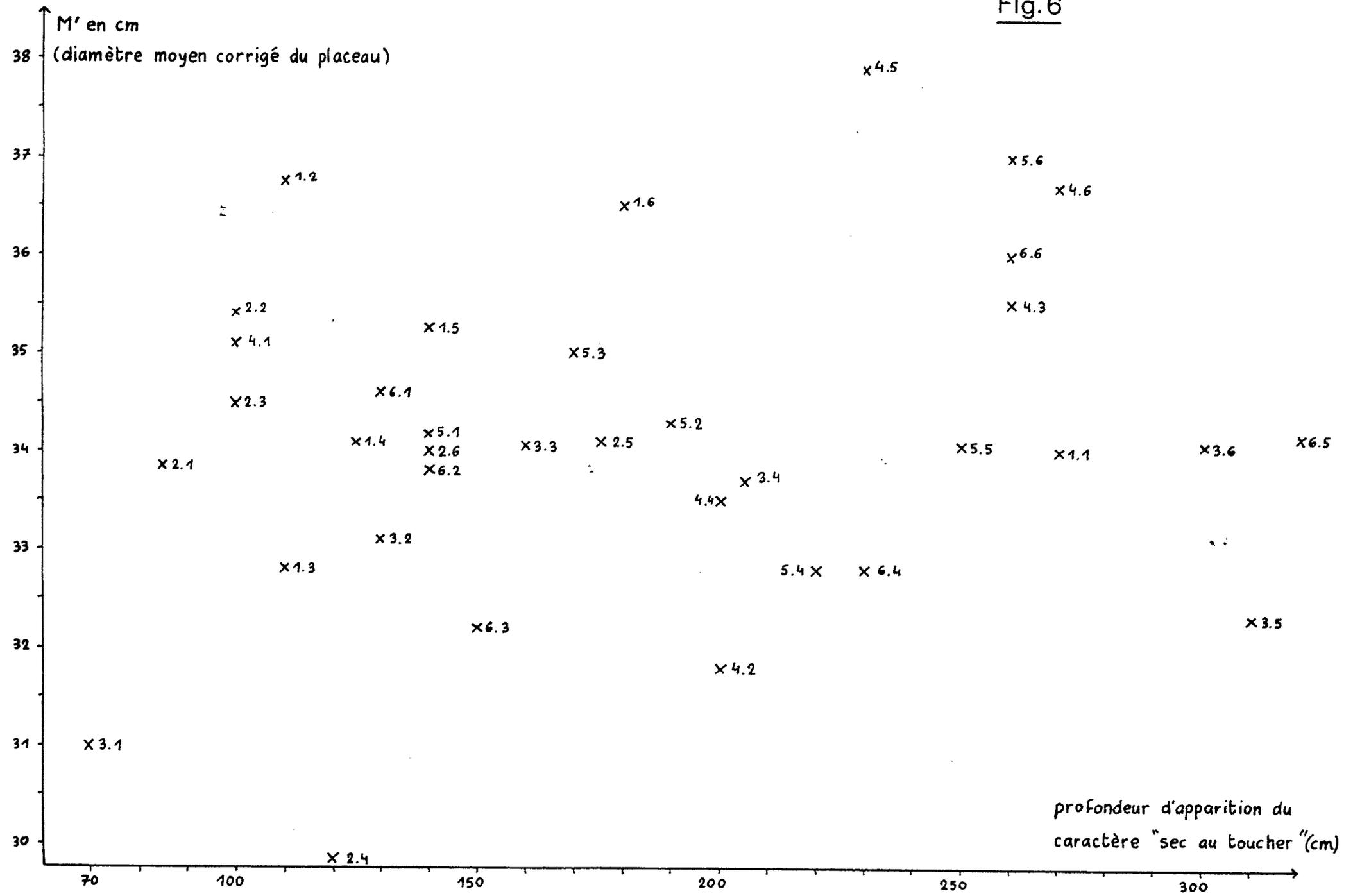
Il convient ensuite de préciser cette organisation au niveau de chacun des placeaux définis précédemment. On rappelle que chaque placeau compte 2 colonnes de 6 arbres (ou 6 lignes de 2 arbres), soit 12 arbres, et couvre $14m \times 16,80m = 235,20m^2$.

Certains des 36 placeaux sont déjà caractérisés assez précisément, d'un point de vue pédologique, par les sondages effectués sur ou entre les transects.

Pour d'autres placeaux, des sondages complémentaires sont nécessaires. Ils sont localisés au centre de chaque placeau.

De la sorte, on peut finalement associer à chaque placeau une observation pédologique.

Fig.6



4. COMPARAISON PEUPLEMENT D'HEVEA/SOL

4.1 Les éléments de comparaison

On dispose, pour chaque plateau, du diamètre "moyen" des arbres, sur la base du calcul présenté au 2.3. On rappelle qu'il s'agit d'une moyenne corrigée M' , ne prenant pas en compte les individus trop petits ou trop grands (=ceux dont le diamètre n'est pas compris dans l'intervalle $M-e/M+e$, M représentant l'espérance mathématique des diamètres sur le plateau).

On dispose également d'une caractérisation de l'organisation de la couverture pédologique à l'échelle de la parcelle, qui nous permet de resituer le versant étudié par rapport aux grands types de systèmes pédologiques identifiés en Guyane.

On dispose enfin d'une caractérisation plus fine, au niveau de chaque plateau, nous permettant d'associer à chacun d'entre eux une valeur des différents paramètres pédologiques considérés.

4.2 Comparaison avec des paramètres pédologiques d'ordre physico-hydrrique

Notre objectif est de comparer le diamètre moyen corrigé M' et le sol.

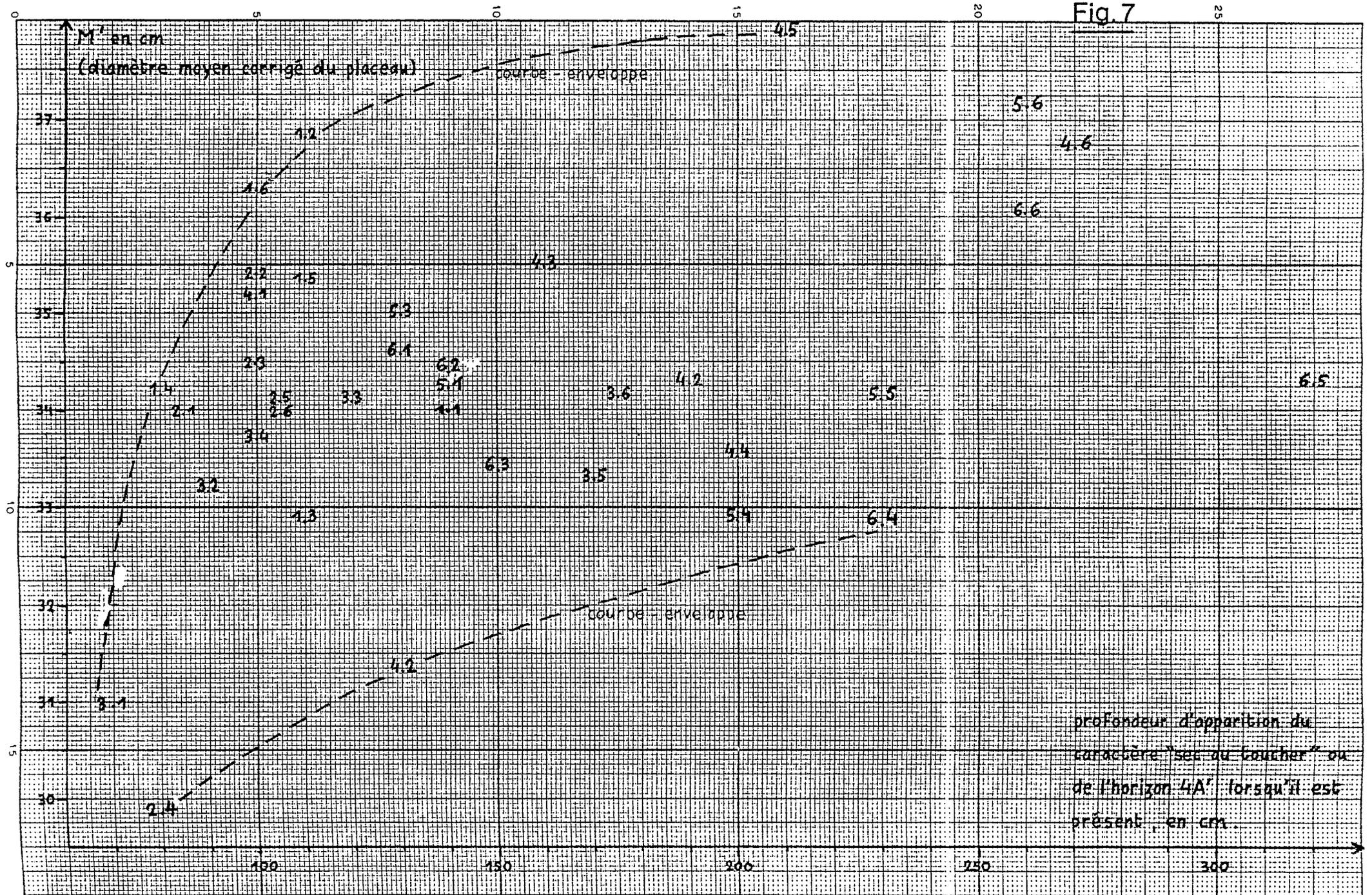
* Dans un premier temps, le facteur pédologique qui a semblé le plus pertinent pour cette comparaison était la profondeur d'apparition du caractère "sec au toucher" (SAT), qui correspond à l'épaisseur des horizons perméables et humectés, ou épaisseur du profil "utile". Cette épaisseur détermine en effet le type de drainage interne (vertical et profond/superficiel et latéral) et l'importance des réserves hydriques, et conditionne par exemple le diamètre des citronniers (Brunet & Boulet, 1985).

Mais la représentation en graphe (Fig.6: profondeur du SAT en abscisse, diamètre M' en ordonnée) n'indique aucune relation nette entre ces deux paramètres.

Même si la répartition des diamètres sur la parcelle (Fig.2) montrait, schématiquement, que les gros individus se trouvent plutôt à l'amont, du côté du drainage profond, et les petits là où le drainage est le plus superficiel, il reste une zone intermédiaire où les diamètres restent modestes alors que les horizons perméables sont relativement épais.

* On peut noter que cette zone intermédiaire est caractérisée en particulier par la présence de l'horizon 4A', riche en quartz grossiers et de couleur hétérogène (alors que 4A est riche en quartz grossiers mais de couleur rouge-jaunâtre homogène).

Fig. 7



profondeur d'apparition du caractère "ser du toucher" ou de l'horizon 4A' lorsqu'il est présent, en cm

On peut également noter que les parcelles de citronniers lime étudiées par Brunet et Boulet, où la relation diamètre/SAT est nette, développent une organisation pédologique relativement simple par rapport au cas présent. En particulier, on n'y observe pas d'horizons fortement enrichis en quartz grossiers à la base du profil perméable, du type de 4A et 4A'.

On a donc essayé d'intégrer ces horizons riches en quartz dans notre comparaison hévéa-sol.

* L'ouverture d'une fosse au niveau du plateau 2.5 (Cf annexe 1) montre que l'horizon 4A' présente un contraste important avec l'horizon sus-jacent:

- par augmentation brutale de la teneur en quartz grossiers, dont des graviers;
- par diminution importante du nombre de racines;
- par augmentation de la compacité.

Bien que perméable et humecté, cet horizon 4A' semble donc constituer un obstacle au développement racinaire, et sa présence est contraignante.

Une fosse a également été ouverte à l'amont de la parcelle, au niveau du plateau 4.6 (Cf annexe 1). Elle permet de constater que 4A ne présente pas de contraste marqué avec l'horizon sus-jacent:

- la couleur devient insensiblement plus rouge;
- la texture s'enrichit progressivement en sables grossiers;
- les racines restent assez nombreuses.

Cet horizon ne paraît pas constituer un obstacle au développement racinaire, et n'apparaît pas contraignant a priori.

* En relation avec les diamètres (M'), on s'est donc intéressé à la profondeur d'apparition de l'horizon 4A', ou lorsqu'il était absent, des horizons "secs au toucher".

La représentation en graphe (Fig.7) confirme l'intérêt du paramètre "composite" considéré, puisqu'elle indique une tendance à l'augmentation du diamètre moyen des plateaux lorsque la profondeur d'apparition des horizons 4A' ou SAT augmente. En particulier, le tracé des courbes-enveloppes montre une augmentation des valeurs extrêmes de diamètre lorsque la profondeur d'apparition des horizons considérés augmente (points 3.1, 1.4, 1.6, 1.2 pour les maxima; 2.4, 4.2, 6.4 pour les minima).

On constate qu'en intégrant la profondeur d'apparition de 4A dans l'analyse (Fig.8), on n'améliore pas de façon sensible la représentation de la relation croissance/sol. Sa prise en compte ne paraît donc pas s'imposer.

* Ces résultats restent incomplets et sont à préciser, par exemple par un calcul de régression. Mais ils montrent que le diamètre moyen des plateaux peut être mis en relation avec l'épaisseur des horizons meubles.

Même complétés, il est toutefois vraisemblable que ces résultats resteront relativement peu flagrants par rapport à ce que l'on pouvait espérer, sur la base notamment des comparaisons sol-plante effectuées à l'occasion d'autres expérimentations. En effet, la forte variabilité liée à la fois à l'hétérogénéité du matériel végétal et à la préparation du terrain (Cf 2.2) masque, dans le cas présent, la relation entre les diamètres et l'organisation pédologique à l'échelle de la parcelle.

Toutefois, il s'avère que l'épaisseur des horizons perméables, donc la nature du drainage interne, n'est pas obligatoirement un critère pertinent dans une expérimentation agropédologique. En effet, certains horizons, comme 4A', sont poreux et perméables, humectés, mais relativement compacts, et constituent un obstacle aux racines, donc à la croissance de l'arbre.

C'est ce qui justifie la subdivision du domaine amont (Cf 3.5) en deux sous-domaines, suivant que 4A' est présent ou absent.

4.3 Comparaison avec des paramètres chimiques

L'aluminium échangeable a été analysé sur des échantillons prélevés entre 80 et 210cm de profondeur suivant les sondages, souvent au sein de l'horizon 4A'.

Dans l'ensemble, on constate (Fig.9) que le diamètre moyen des placeaux augmente avec la teneur en aluminium échangeable, ce qui peut sembler surprenant lorsqu'on sait que cet élément est susceptible d'occasionner des toxicités aux taux élevés chez certaines espèces. Bien que les teneurs considérées soient relativement peu élevées, il est possible que l'hévéa soit une plante peu sensible à cette toxicité.

Là aussi, ces résultats restent incomplets et sont à préciser. On pourra également regretter que la forte hétérogénéité dans le matériel végétal et la préparation du terrain contrarie la lisibilité de la relation étudiée.

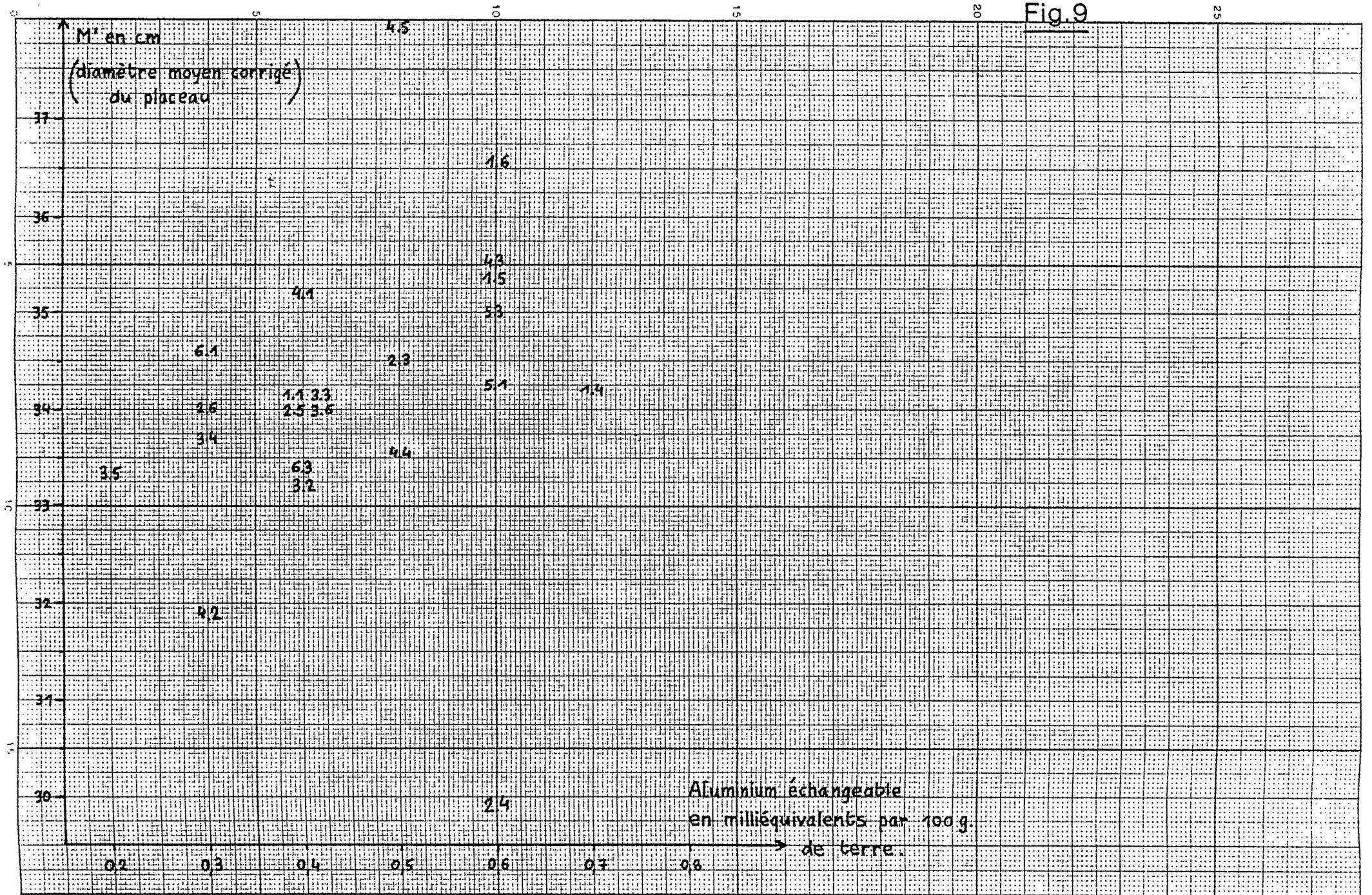
4.4 Synthèse

Finalement, il semble que l'analyse de la distribution spatiale du diamètre de l'hévéa en fonction du sol nécessite la prise en compte conjointe de facteurs physico-hydriques et chimiques, principalement: épaisseur des horizons meubles, plutôt qu'épaisseur des horizons perméables, et teneur en aluminium échangeable.

Il convient donc d'envisager une fonction complexe, de type: $M'_{,,} = f(\text{prof } 4A' \text{ ou prof SAT; } Al_{\text{éch}})$

Mais la parcelle considérée, hétérogène à bien des égards comme l'atteste la distribution des diamètres, n'est vraisemblablement pas le site idéal permettant la mise en évidence de relations probantes entre le sol et l'hévéa, ce que nous ne pouvons que regretter.

Fig. 9



5. CONCLUSION

Sur la parcelle "Combi 4" de l'IRCA (Institut de Recherche sur le CAoutchouc) à Sinnamary, couvrant environ 1 hectare d'une colline développée sur Série Détritique de Base (SDB) et socle granito-migmatitique, les variations spatiales de diamètre des hévéas sont mises en relation avec les caractéristiques pédologiques.

La parcelle est divisée en 36 placeaux de 12 hévéas et une valeur moyenne de diamètre (à 1m du sol) est associée à chaque placeau, non sans difficulté compte tenu de l'hétérogénéité souvent forte au sein des placeaux, du fait du matériel végétal et de la préparation de terrain.

L'organisation de la couverture pédologique est analysée finement, un certain nombre d'horizons sont identifiés, et chaque placeau se voit également associer une valeur des paramètres pédologiques retenus.

On compare ensuite les variables peuplement et sol.

Les diamètres sont mal corrélés à l'épaisseur des horizons perméables, paramètre pédologique considéré dans un premier temps.

Par contre, on constate une assez bonne relation entre les diamètres et l'épaisseur des horizons meubles, qui augmentent conjointement. La profondeur de sol accessible aux racines conditionne donc la croissance des parties aériennes, plus que la nature du drainage interne.

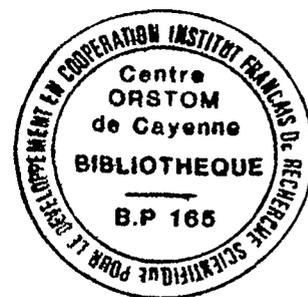
De même, les diamètres augmentent avec la teneur en aluminium échangeable (qui reste peu élevée), ce qui est surprenant connaissant la toxicité de cet élément aux taux élevés pour de nombreuses espèces.

Ces résultats restent incomplets et sont à préciser. Mais il n'est pas certain que la forte hétérogénéité du peuplement sur la parcelle étudiée permette la mise en évidence d'une relation probante entre le diamètre des hévéas d'une part, l'épaisseur des horizons meubles et le taux d'aluminium échangeable d'autre part.



BIBLIOGRAPHIE

- Barruol, J. (1959).- Carte géologique détaillée de la France, Département de la Guyane. Feuille de Kourou et notice explicative. Min. de l'Industrie et du Commerce, Paris, 17pp.
- Barthès, B. (1984).- Propection IRCA: cartographie des sols sur la concession du GERDAT (CIRAD) à Sinnamary (Guyane). ORSTOM Cayenne, 42pp.
- Barthès, B. (1989).- Etude agropédologique sur une parcelle en manioc à Mana, Guyane (projet UTAP); rapport de terrain. ORSTOM Cayenne, 21pp.
- Boulet, R. (1978).- Existence de systèmes à forte différenciation latérale en milieu ferrallitique guyanais: un nouvel exemple de couverture pédologique en déséquilibre. Sc. du Sol 2: 75-82.
- Boulet, R., Godon, P., Lucas, Y. & Worou, S. (1984).- Analyse structurale de la couverture pédologique et expérimentation agronomique en Guyane Française. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., XXI(1):21-31.
- Brunet, D. & Boulet, R. (1985).- Analyse des mesures des limes sur deux parcelles expérimentales de l'IRFA à Quesnel en 1984 et 1985. ORSTOM, Cayenne, 4pp+fig.
- Krook, L. & Mulders, M.A. (1971).- Geological and related pedological aspects of the Upper Coesewijne Formation - Contributions to the Geology of Surinam 2. Geol. Mijnb. Dienst Suriname, Meded. 21: 183-208.
- Veillon, L. (1990).- Sols ferrallitiques et podzols en Guyane septentrionale. Relations entre systèmes de transformations pédologiques et évolution historique d'un milieu tropical humide et forestier. Thèse Doctorat Paris 6, 194pp.

ANNEXE 1DESCRIPTION DE LA FOSSE FAITE SUR LE PLACEAU 4.6 (amont)

0-10cm: (1A) brun un peu grisâtre, sableux à sables grossiers, structure grumeleuse, racines très nombreuses, meuble, poreux et humecté.

10-20cm: (2A) interpénétration de volumes brun et brun-jaunâtre, avec quelques volumes roux (hydromorphie liée aux travaux de préparation mécanique du terrain), sablo-argileux avec quelques graviers de quartz, structure grumeleuse à sur-structure polyédrique centimétrique, racines encore nombreuses, meuble, poreux et humecté.

20-85cm: (3A₁) après une transition très progressive sur 3cm, brun vif devenant plus vif en profondeur, avec quelques poches plus rouges, argilo-sableux avec quelques graviers de quartz, structure polyédrique anguleuse à arêtes émoussées, racines surtout à la base de l'horizon, meuble, poreux et humecté.

85-140cm: (3A₂ et 3A₃) rouge-jaunâtre, argilo-sableux à argileux, à sables grossiers peu nombreux, structure polyédrique sub-anguleuse, racines assez nombreuses, meuble, poreux et humecté.

> 140cm: (4A) après une transition progressive sur 10cm, rouge-jaunâtre, argilo-sableux, à sables grossiers devenant nombreux, structure polyédrique sub-anguleuse, racines assez nombreuses, assez meuble, poreux et humecté.

DESCRIPTION DE LA FOSSE FAITE SUR LE PLACEAU 2.5 (mi-pente)

0-7cm: (1A) brun un peu grisâtre, sableux à sables grossiers, structure grumeleuse, très nombreuses racines, meuble, humecté et poreux.

7-20cm: (2A) horizon à volumes bruns et brun-jaunâtre peu contrastés, avec quelques petits volumes roux (légère hydromorphie liée à la préparation mécanique du terrain), sableux à sablo-argileux, avec des sables grossiers et quelques graviers de quartz, structure polyédrique sub-anguleuse, racines nombreuses, meuble, poreux et humecté.

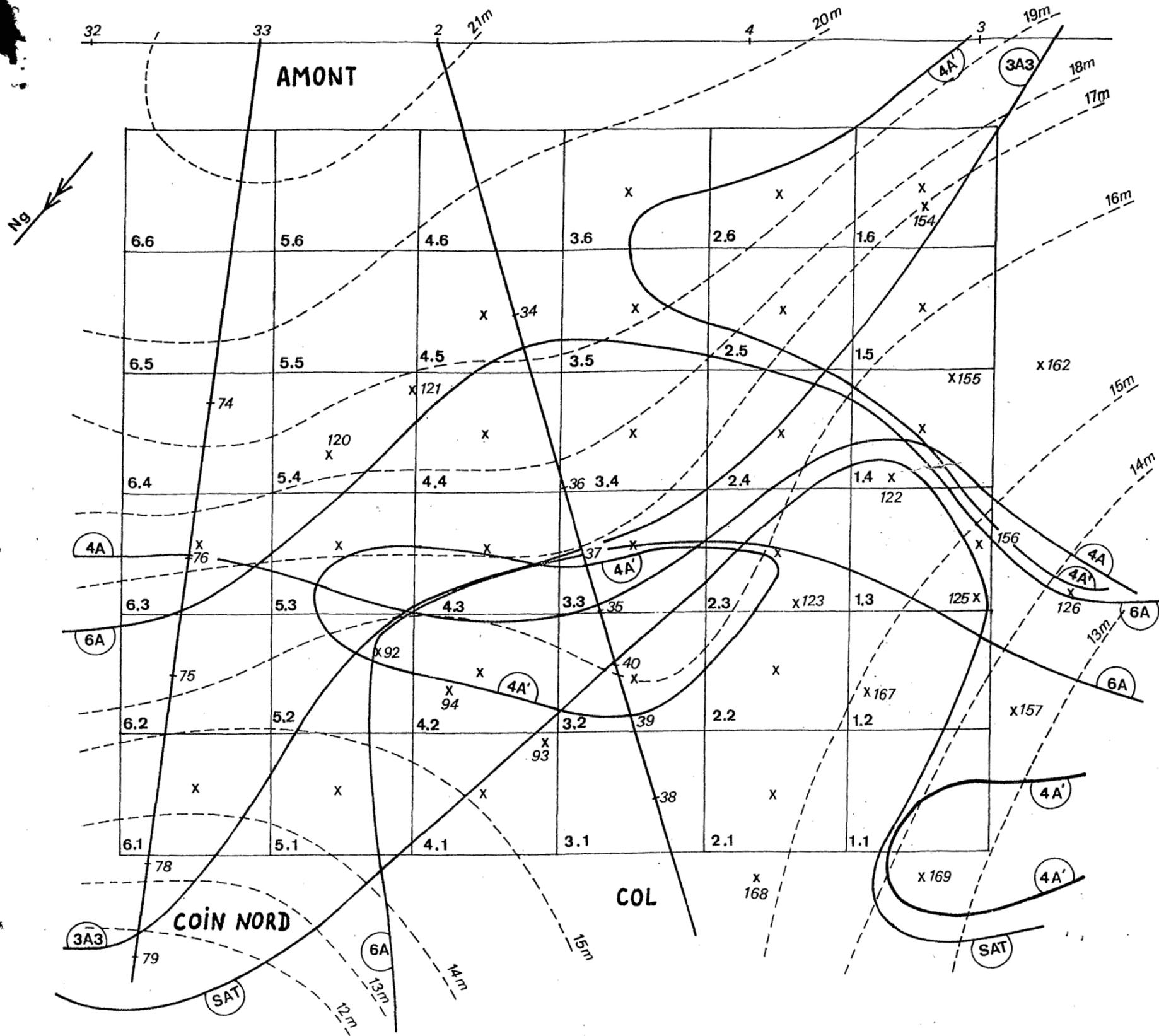
20-40cm: (3A₁) brun-jaunâtre avec quelques trainées plus brunes peu contrastées, sablo-argileux à argilo-sableux avec quelques graviers de quartz, structure polyédrique sub-anguleuse (agrégats de quelques cm), nombreuses racines, meuble, poreux et humecté.

40-100cm: (3A₂ et 3A₃) brun-jaunâtre devenant rouge-jaunâtre à la base, argilo-sableux à graviers de quartz rares, structure polyédrique sub-anguleuse (agrégats de plusieurs cm), racines nombreuses, meuble, poreux à très poreux localement, humecté.

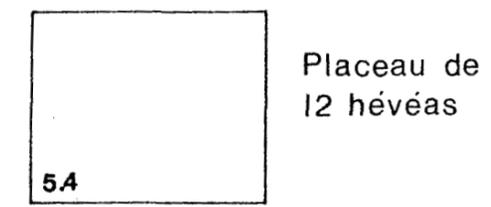
100-140cm: (4A') jaune-rougeâtre à volumes rouges, sablo-argileux à nombreux graviers de quartz, structure polyédrique sub-anguleuse nette (agrégats de 2-3cm), racines peu nombreuses, moins meuble que l'horizon sus-jacent; poreux et humecté.

> 140cm: (6D) horizon rose à volumes jaune pâle, sablo-limoneux, structure massive à débit polyédrique subanguleux peu net, racines très rares, assez compact, plus sec.

FIG. 5: ORGANISATION PEDOLOGIQUE EN PLAN ET LOCALISATION DES PLACEAUX D'HEVEAS.



- 17m Courbe de niveau (référence arbitraire).
- 34 Transect et point d'observation.
- 121 x Observations hors transect.
- x Observation au centre d'un placeau.
- 6A Limite d'extension des horizons ou caractères pédologiques.



10 mètres



P271

6176