

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Cote : P130

CENTRE ORSTOM DE CAYENNE

CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY -
10th ANNUAL MEETING - 11 - 17 Juin 1972

PODZOLISATION DANS LE NORD-OUEST DE LA GUYANE FRANCAISE.
UN PUISSANT FACTEUR D'APPAUVRISSMENT DES SOLS.

par

Philippe BLANCANEUX
Pédologue
ORSTOM - Cayenne. GUYANE FRANCAISE

JUIN 1972

PODZOLISATION DANS LE NORD-OUEST DE LA GUYANE FRANÇAISE.
UN PUISSANT FACTEUR D'APPAUVRISSMENT DES SOLS

par

Philippe BLANCANEUX
Pédologue

ORSTOM - Cayenne. GUYANE FRANÇAISE

RESUME.

Dans les formations grossièrement sablo-argileuses de la série détritique de base et des terrasses anciennes de l'extrémité Nord-Ouest de la Guyane Française, où toutes les conditions de la ferrallitisation sont réunies, un phénomène curieux d'appauvrissement en éléments fins et de podzolisation est mis en évidence.

Favorisé par une texture exagérément grossière du matériau, le lessivage et la migration de certains éléments peuvent se produire en particulier sous l'influence des acides organiques libérés par la matière végétale fraîche. Le rôle de l'activité biologique est loin d'être négligeable et contribue aux modifications physico-chimiques du milieu et en particulier du potentiel Red-Ox.

Le rôle de l'eau, lié à la position topographique particulière de ces épandages (plateaux) est primordial dans l'évolution des profils, tant par son action mécanique propre que par sa forme de vecteur porteur de substances susceptibles d'activer le processus pédogénétique. La perméabilité mesurée sur le terrain confirme la description des profils et montre une très nette diminution, soit au niveau d'un lit de galets reposant directement sur le matériau d'altération du soubassement cristallin soit au niveau du manteau d'altération lui-même. Il en résulte des phénomènes d'hydromorphie temporaire et d'écoulement sub-horizontaux de l'eau qui facilitent la réduction du fer et sa possibilité de migration. L'alternance répétée des saisons sèches et humides (2 saisons sèches - 2 saisons humides, marquées, très contrastées) accélère le processus d'appauvrissement, de migration et de podzolisation.

Toute cette région a été affectée par une période de remaniement mécanique intense, ce qui complique dans de nombreux cas les observations; actuellement cette région est soumise à un rajeunissement prononcé des profils situés en bordure de ces formations sablo-argileuses.

Le résultat final de l'évolution de ces sols sur ces matériaux de la série détritique de base est un sable blanchi. Toutes les transitions entre les deux extrémités d'une séquence : sol ferrallitique extrêmement désaturé appauvri modal - Sol ferrallitique extrêmement désaturé lessivé podzolisé - Sol podzologique humifère - Pseudo-podzol ou Podzol humique - Podzols géants ont été observés.

Il semble qu'à partir d'un matériau parental commun, la pédogénèse seule soit responsable de la différenciation des deux faciès observés, blanchi et jaunâtre.

A l'extrémité de la séquence d'évolution on aboutit à un véritable squelette minéral résiduel quartzueux inapproprié à toutes cultures.

A/ INTRODUCTION.

Dans la région de Saint-Laurent - Saint-Jean, des passages brutaux de formations sableuses blanches à des formations jaune-rougeâtre sur des distances très courtes (de l'ordre du mètre) ont été observées. Nous soulignons que, dans les Guyanes voisines, sur un matériau granulométriquement identique, le même phénomène existe à une échelle beaucoup plus grande. Plusieurs hypothèses ayant été faites quant à son explication possible (Recouvrements - dépôts successifs - lessivage...)

De nombreuses séquences de sols ont été étudiées dans des paysages pédologiques différents. Les résultats enregistrés, tant au laboratoire, que sur le terrain semblent confirmer notre hypothèse de départ : lessivage et différenciation Podzolique sur un matériau originel commun.

Nous nous attacherons ici à résumer les conséquences de cette différenciation du point de vue appauvrissement physico-chimique de ces sols et leur aboutissement à un véritable squelette minéral résiduel quartzeux absolument impropre à toute culture.

B/ LE MILIEU NATUREL.B.1. Situation et limites géographiques.

Nous avons travaillé sur 5 séquences de sols situées sur la feuille Saint-Jean NE (NO de la Guyane Française) à 1/50.000^e établie par l'Institut Géographique National. A Albina (SURINAM) et en GUYANA nous avons pu observer ce phénomène dans des conditions géomorphologiques identiques.

B.2. Climatologie

Climat équatorial humide caractérisé par deux saisons sèches marquées, contrastées.

Pluviométrie : Station de Saint-Laurent (1956 - 1965).
Moyenne.

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Saint-Laurent	216	184	174	218	322	327	233	164	76	79	162	219	2.374mm

Dans la zone étudiée, le caractère distinctif de ce climat est lié au fait que moins soumis à une ventilation régulière que dans la zone côtière, l'évaporation reste relativement moins forte et que le potentiel en eau en est amélioré.










Température : moyenne annuelle 26°4

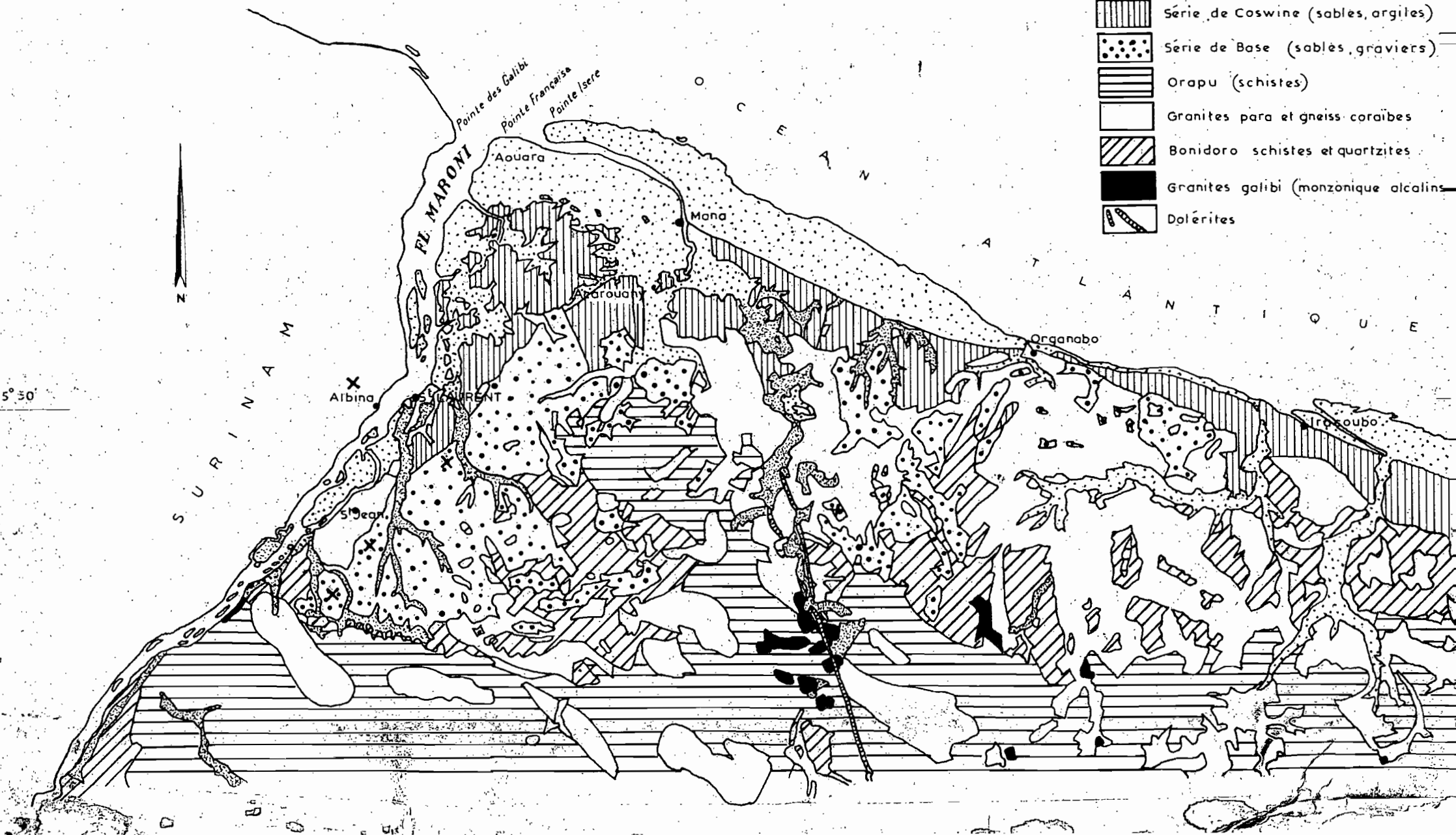
Humidité moyenne vraie : 86 %

Vent : 2.7 m./s.

LEGENDE

EXTENSION DES FORMATIONS SABLO-ARGILEUSES.
DE LA S.D.B DANS L'EXTREMITÉ N.O. DE LA
GUYANE FRANÇAISE
D'après la carte GEOLOGIQUE au 1/500.000^e

-  ALUVIONS
-  Série de démerara (argiles, vase)
-  Série de Coswine (sables, argiles)
-  Série de Base (sables, graviers)
-  Orapu (schistes)
-  Granites para et gneiss coraïbes
-  Bonidoro schistes et quartzites
-  Granites galibi (monzonique alcalins)
-  Dolérites



B.3. Végétation et activité biologique

Deux types de forêts très différents en relation apparente avec les formations détritiques sableuses blanches et jaunes ont été mises en évidence.

Sur sable jaune, il s'agit d'une variante floristique de la forêt amazonienne classique sur granite. Sur sable blanc, cette forêt diffère sensiblement de la précédente et évoque une écologie différente. L'abondance des épiphytes qui la fait ressembler à une forêt tropicale de montagne suggère une hygrométrie toujours très importante de l'air liée à un éclaircissement plus fort du sous-bois.

L'activité biologique est mise en évidence par l'action des termites qui forment un véritable labour des horizons supérieurs du profil et dont les termitières érigées sur plus d'un mètre de hauteur dans les formations sableuses jaunâtres sont particulièrement remarquables. Ces organismes jouent très certainement un rôle dans l'homogénéisation des horizons de départ des processus pédogénétiques.

B.4. Morphologie et réseau hydrographique.

La morphologie est celle de plateaux fortement entaillés par érosion régressive des eaux d'infiltration circulant librement dans ces sables grossiers. Elles se rassemblent en bordure de ces plateaux pour donner naissance à des criques dont la couleur des eaux (brun-rouge) est bien connue dans les Guyanes et plus généralement dans toutes les zones podzolisées tropicales.

B.5. Géologie et Sédimentologie.

Le matériau a été identifié Qt, c'est-à-dire terrasses anciennes par les géologues. Pour certains sédimentologues, ces plateaux seraient des arènes de délavage in situ. L'examen morphoscopique des sables et l'analyse des courbes cumulatives de ces dernières tendent à confirmer l'idée d'une décharge de caractère torrentiel de matériaux allochtones dérivant du sud de la région. Ce qui reste probable, c'est que le transport se soit effectué sur courtes distances ; la relation directe entre le substrat et la série déritique de base étant évidente dans certains cas. L'origine de ce matériau serait à rechercher dans les zones de contact entre les intrusions ignées acides (granito-gneiss) et les formations schisteuses antécambriennes métamorphiques. L'association de minéraux lourds (zircon - staurotide - disthène) toujours retrouvés dans les formations sableuses blanches et jaunes témoignent de cette origine, ces minéraux étant toujours largement représentés dans les schistes antécambriens méridionaux.

Dans tous les cas, on ne décèle aucune différence granulométriques entre les sables jaunes et les sables blancs qui se trouvent associés dans la morphologie du terrain. La pédogénèse seule semble responsable de cette différenciation.

C/ ETUDE DES SEQUENCES. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUESC.1. Granulométrie

De la périphérie des plateaux vers le centre de ces derniers, on constate dans la séquence d'évolution un appauvrissement progressif de la teneur en colloïdes ; corrélativement, il y a enrichissement de la teneur en sables fins et grossiers. Dans certains profils, la présence très nette d'un ventre d'accumulation d'argile en profondeur témoigne du lessivage vertical de cet élément. Nous donnons ici les données analytiques de deux profils aux extrémités de la séquence d'évolution.

Sol Ferrallitique LESSIVE nodal (bordure de plateau)

Horizon	Granulométrie %				pH H ₂ O 1/2.5	Mat. Org. totale %	C %	N %	Sme	Tme	S/T	Fe ₂ O ₃ total %	Fe ₂ O ₃ libre %
	0-2 μ	2-50 μ	50 μ-2mm	> 2mm									
A ₁	19	7.	78.	2.4	4.8	1.9	10.9	.84	.63	5.7	11.1	1.8	1.6
A ₂	20.	5.5	72.5	1.4	5.1	.5	2.9	.42	.26	3.9	6.7	2.4	2.
AB	24.5	4.5	69.	0.9	5.	.3	1.7	.35	.34	2.3	14.8	2.9	2.4
B	25.	5.	68.5	1.	5.	.2	1.2	.31	.27	2.6	10.	2.8	2.4
Bp	15.5	5.5	79.	22.8	5.2				.13	.5	26.	2.4	2.3
BC	17.	10.	78.	27.5	5.2				.43	3.4	12.6	2.	1.9

Podzol Géant (Centre du plateau)

Horizon	Granulométrie %				pH H ₂ O 1/2.5	Mat. Org. totale %	C %	No/oo	Sme	S/T	Fe ₂ O ₃ total %	Fe ₂ O ₃ libre %
	0-2 μ	2-50 μ	50 μ-2mm	> 2mm								
A ₁₁	1.	.6	97.	1.9	4.7	2.	11.4	.59	.60	18.8	.05	.05
A ₁₂	1.5	1.5	97.5	1.2	6.	.3	1.7	.21	.28	16.5	.1	.05
A ₂	.5	2.5	97.	1.5	6.	.1	.7	.14	.29	72.5		.08
B _{2h}	1.	2.5	95.5	5.1	5.2	.2	1.2	.21	.37	74.		.3
B _{2Ir}	1.	3.5	94.5	7.8	5.3	.4	2.1	.21	.34	48.5		.9
BC	.5	3.	96.	12.7	5.6				.56	43.1		.2

L'appauvrissement exagéré du profil conduit à un véritable squelette minéral (Podzol géant) où le taux en sables fins + sables grossiers varie entre 95 et 97 % dans l'ensemble du profil. Le taux en argile étant insignifiant : 1 %.

C.2. Perméabilité

Elle a été mesurée sur le terrain à l'aide de l'appareil de Muntz modifié (J.L. THIAIS), et au laboratoire (K de DARCY sur échantillon remanié in vitro).

Dans tous les cas une diminution très nette de la perméabilité dès une profondeur relativement faible en bordure des plateaux (50 cm.) a été observée. Les profils montrent une perméabilité extrêmement forte (K supérieur à 140 cm./H.) dans les horizons de surface, rapidement stoppée dans les horizons inférieurs colmatés par les sables fins ; en effet les taux en argile ne sauraient dans de nombreux cas expliquer cette diminution (il est inexistant) ; par contre une corrélation entre la teneur en sables fins (50 μ - 0.1 mm.) a pu être mise en évidence. La perméabilité décroît quand la teneur en sables fins augmente.

Il est à noter les variations très fortes observées entre les résultats obtenus au laboratoire et ceux du terrain. Ces différences montrent combien on devra se garder d'interpréter trop rapidement dans ce cas les propriétés physiques du sol d'après les résultats du laboratoire.

Echantillon	Profondeur en cm.	K cm./h.		
		au laboratoire		in situ
			Sable fin %	
BM 21	1 - 10	148	12.5	183 (30-40cm)
22	30 - 50	58	14	9.3(80-90cm)
23	62 - 74	5.6	18.5	
24	115 - 130	3.3	22.	
25	150 - 170	7.6	21	

La profondeur du niveau d'imperméabilité diminue du centre vers la périphérie des plateaux.

Il en résulte une hydromorphie temporaire (pseudo-nappe perchée) qui sera le facteur premier dans le déclenchement des phénomènes d'appauvrissement et de podzolisation.

C.3. Instabilité structurale. Is de HENIN

L'indice d'instabilité structurale est toujours inférieur à 1 sur les 40 premiers centimètres du profil. Il semble que la richesse de ces sols en matière organique migrant très facilement dans la partie supérieure des profils tendent à les stabiliser structurellement.

C.4. pH - B.E.

Ces sols sont extrêmement acides. $4.6 < \text{pH} < 5.2$. Un tel pH situe déjà le fer dans son état d'ion Fe^{2+} , facilement mobilisable. Une relation directe entre la matière organique et le pH est mise en évidence ; le pH décroît quand la matière organique croît.

Les bases échangeables sont inexistantes. Somme des bases inférieures à 0.50 mé. / 100 g. de sol.

C.5. Matière organique

Plus on s'éloigne des sols ferrallitiques vers les sols Podzoliques, plus les taux en matières humiques peu évoluées, peu polynérisées, plus susceptibles de migrer augmentent (électrophorèse simplifiée). Ce fait semble lié à l'appauvrissement progressif en FER des Ferrallitiques vers les Podzoliques.

Profils	Sols Podzoliques			Sols Ferrallitiques					
	BMA 21	22	23	BMA 31	32	33	BMA 41	42	43
Mat.Org. %	5.9	0.1	2.2	1.5	1.5	0.8	1.2	1.3	
Co/oo	34.3	0.6	12.9	8.8	8.8	4.4	6.8	7.4	
N o/oo	1.78	0.28	0.63	0.77	0.73	0.45	0.63	0.56	
C/N	19.3	2.	20.5	11.4	12.1	9.7	10.8	13.2	
Taux d'humification	6.1		58.1	27.2			29.4		
Acides Humiques Gris %	24.		48.2	40.7			34.8		
Acides Humiques Intermédiaires %	8		13.3	14.8			17.4		
Acides Humiques Bruns %	68		38.5	44.5			47.8		

Les taux en matière organique restent forts dans les sols podzoliques comparativement aux sols ferrallitiques, les produits de décomposition et les substances émises dans les conditions de Podzolisation présentes restent peu évolués, particulièrement mobiles et plus susceptibles de migrer dans le profil. Le déplacement de ces molécules organiques jouera un rôle dans l'exportation d'éléments hors du profil (argile - fer - silice - alumine).

C.6. Le FER

On observe une accumulation absolue des sesquioxydes de fer au niveau des taches et des bandes rouilles et jaune-rougeâtre. Ces oxydes ont été transportés vers leur lieu d'accumulation à partir d'un matériau parental homogène ; s'il s'agissait d'une altération en place, nous n'observerions pas de variations le long du profil. Or, dans toutes les séquences observées, on remarque effectivement cette variation ; au fur et à mesure de la différenciation Podzolique, il y a concentration relative des sesquioxydes de fer dans des horizons majeurs. On constate, de plus, une diminution de la teneur en oxydes de fer au fur et à mesure de l'appauvrissement du matériau en fraction colloïdale fine.

On peut en déduire qu'au départ d'un matériau parental homogène déjà fortement déferruginisé au cours de son transport, il y a exportation du fer principalement sous l'influence de l'eau et de la matière organique. La formation d'oxydes ferriques par oxydation spontanée au niveau des horizons naturellement plus drainants et perméables, peut se produire pendant les saisons sèches (BLOOMFIELD) et induire la fixation ultérieure de complexes ferreux (SEGALEN 1964). Ainsi, suivant l'alternance saisonnière, l'oxydation des complexes ferreux fixés peut se produire (période sèche) ; cette couche relativement instable d'oxydes ferriques formée servirait de catalyseur à la fixation de nouveaux complexes et chélates organo-ferreux migrant verticalement dans le profil.

Il en résulte dans le profil un lessivage de l'horizon A₂ qui va en s'accroissant tant que les conditions réductrices induites par la matière organique, l'eau, les micro-organismes, continuent à s'exercer au moins temporairement. La mobilité de l'argile liée aux conditions de drainage temporairement défavorables est associée sans doute à la destruction des agrégats argile + oxyde de fer quand ce dernier est mobilisé sous sa forme réduite, ce qui permet à l'argile de migrer plus facilement. (F. de CONINCK - A. HERBILLON).

La conséquence de l'exportation du fer sous sa forme de complexes organo-ferreux est une augmentation progressive par accumulation relative des éléments quartzeux qui, déferrifiés, perdent leur stabilité cristallo-chimique et tendent à se morceler avec une augmentation de leur surface spécifique. Ces sables, de ce fait, ne peuvent être utilisés en cultures hydroponiques. Le morcellement répété des grains de quartz conduit à un colmatage interne des éléments grossiers généralement associés à ces formations, ce qui tend à augmenter encore l'imperméabilité du profil, et à provoquer l'asphyxie racinaire.

C.7. Analyses totales par attaques triacides.

En examinant les quantités totales, on constate dans tous les cas, une évolution antagoniste entre les oxydes de fer et la silice. Mais la mobilisation de la silice se remarque aussi dans les horizons de concentration des sesquioxydes de fer ; elle a donc tendance à suivre le fer dans sa migration vraisemblablement sous forme de complexes ferri-silicique ou organo-silicique.

L'alumine suit bien l'allure du fer, présentant un maximum dans les horizons de concentration en sesquioxydes de fer où se trouvent le maximum de fer et le minimum de silice. L'accumulation de l'alumine se fait plus particulièrement dans les horizons humo-ferrugineux ($B_2H - Fe$), ce qui nous amène à envisager la présence de complexes ou chélates organiques. Dans les conditions de podzolisation présentes, l'alumine est surtout mobilisée par les eaux d'infiltration riches en molécules organiques qui circulent librement à travers un matériau exagérément perméable et sableux dans la partie supérieure du profil, et qui provoquent son accumulation aux niveaux relativement moins perméables, dans les horizons spodiques. Seule la Podzolisation lui assure un mouvement appréciable dans les horizons de surface et son entraînement vers les horizons spodiques.

CONCLUSION

La différenciation podzologique que nous avons observée ici s'apparente étonnement au processus de ferrallitisation. Cette différenciation podzologique au cours de l'appauvrissement des sols ferrallitiques semble complémentaire du stade de la ferrallitisation. Il n'y a pas de cassure dans la chaîne d'évolution. La podzolisation ne débutant que parce que l'action directe de la ferrallitisation (lessivage stricto-sensu des colloïdes argileux et formation soit directe, soit indirecte d'un niveau imperméable à moyenne profondeur, de ces sols), avait déterminé au départ les conditions d'évolution de ces derniers. La formation d'un horizon d'accumulation modifie profondément et de plus en plus au cours de son évolution, le régime hydrique du sol.

L'alternance des saisons sèches et humides, contrastées, accélère le processus d'évolution, parce que le matériau réagira à cette variation climatique brutale qui placera les éléments chimiques du sol dans un état de déséquilibre chimique même temporaire qui suffira à provoquer leur mobilisation. (les caractéristiques physiques et granulométriques du matériau jouent ici le rôle d'amplificateur dans le contraste micro-climatique du sol). Plus le processus sera engagé et plus sa vitesse d'évolution grandira. Il S'AUTOCATALYSERA. L'horizon A_2 lessivé, blanchi se développera tant que l'alternance des conditions oxydation - réduction se fera, permettant au phénomène d'entraînement de jouer (matière organique - argile - fer - alumine - silice).

Mais amplifié par les nouvelles caractéristiques du profil, le pédo-climat du sol va changer. Les contrastes entre les horizons individualisés s'exaspèrent, l'horizon A_2 , désargillifié, blanchi, lessivé, prend des proportions exagérées. La formation d'un alios humo-ferrugineux peut se produire. Le profil se caractérise par les horizons : A_{00} , A_1 , A_2 , B_2h , B_2Fe , Gr, Bc ou C. (Podzol humo-ferrugineux). A l'extrémité de cette évolution podzologique l'exagération du développement de l'horizon A_2 , blanchi conduit à un véritable squelette minéral résiduel quartzeux, où les horizons différenciés ne sont pas observés dans les cinq (5) premiers mètres du profil (Podzol géant).

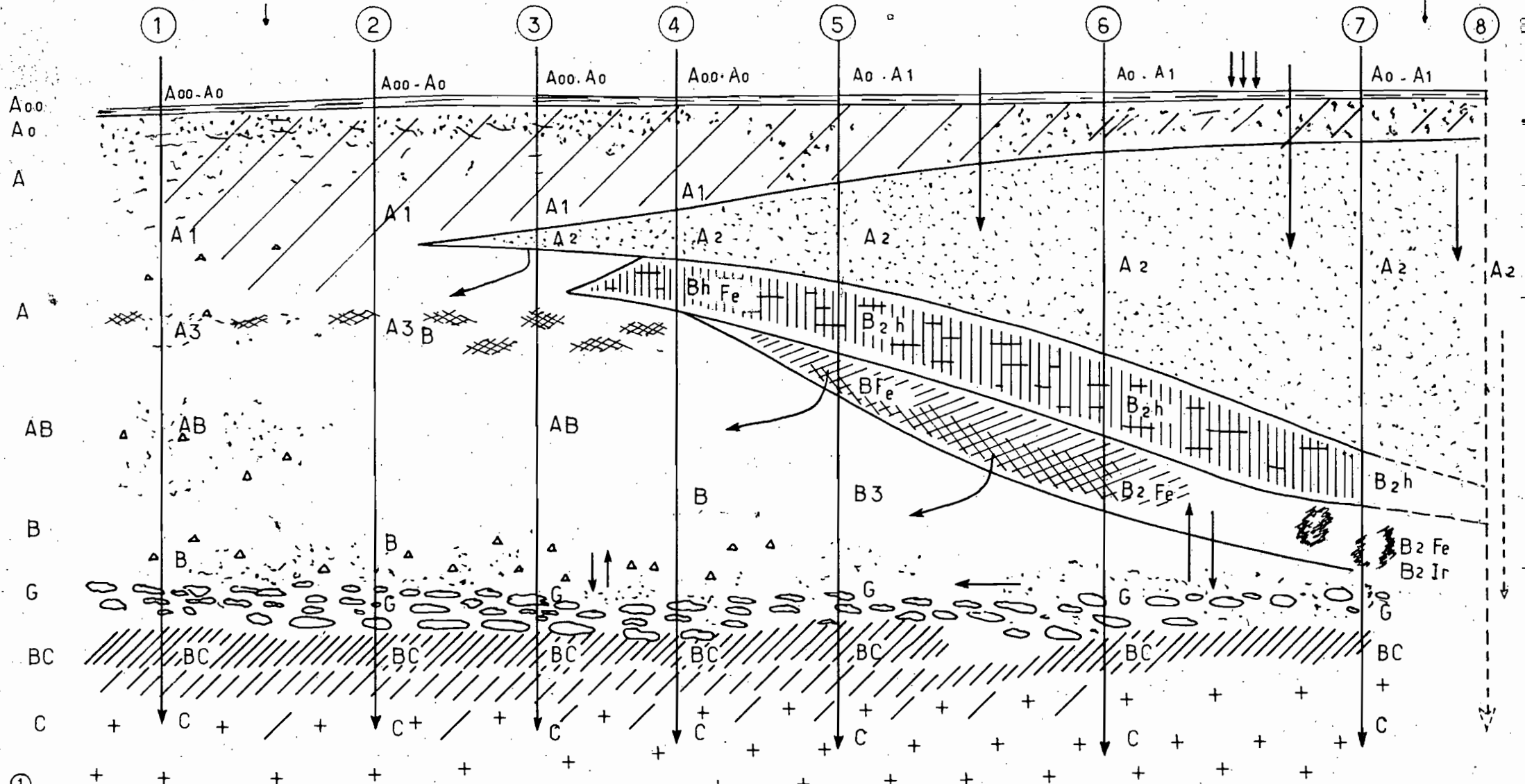
Les essais de plantation en *Pinus caribea* (*Pinus caribea*) (Surinan) sur de tels sols, se sont révélés très médiocres.

Différenciation Podzolique sur matériau parental
homogène sablo argileux de la S.D.B

planche n° 20

Centre du plateau

Peripherie des plateaux



① Sol ferrallitique
fortement désaturé
en B. Appauvri modal.

② Sol ferrallitique
fortement désaturé en B
extrêmement appauvri
modal.

③ Sol.ferral.ft.
dés. en B. les-
sivé modal

④ Sol.ferral.
ft.dés.en B.
lessivé
podzolisé

⑤ Sol pod-
zologique hum.
⑥ Pseudopodzol
humique

⑦ Podzol hum.
⑧ Podzol géant
Squelette mi-
ral résiduel
quartzeux.