

Variations des caractéristiques de l'humus forestier d'un sol ferrallitique (Guyane) selon l'essence arborée considérée Résultats préliminaires

Caroline LEROY (1), François TOUTAIN (2) et Patrick LAVELLE (3)

* Engref, BP 316, 97379 Kourou cedex.

** CPB-CNRS, BP 5, 54501 Vandœuvre-lès-Nancy cedex.

*** Orstom, 72, route d'Aulnay, 93143 Bondy cedex.

RÉSUMÉ

Trois essences de la forêt guyanaise, l'Angélique (*Dicorynia guianensis* (DG), *Cesalpiniaceae*), le Gonfolo (*Ruizteriana albiflora* (RA), *Vochysiaceae*) et le Grignon franc (*Ocotea rubra* (OR), *Lauraceae*), représentent 70% de la production de bois. L'effet de chacune de ces essences sur les caractéristiques de l'humus et les propriétés d'un sol ferrallitique acide a été étudié. La morphologie et l'activité biologique des humus (litière-horizon A_1) sont fortement dépendantes de l'essence considérée. On peut ainsi opposer l'humus sous *Dicorynia guianensis* caractérisé par un mate racinaire épais, une forte activité des champignons de pourriture blanche et une faible activité lombricienne à l'humus sous *Ocotea rubra* où le mate racinaire est absent, l'activité des champignons de pourriture blanche est faible et l'activité lombricienne est forte. Ces variations sensibles dans l'horizon O ne semblent pas avoir d'effet détectable sur les propriétés physiques et chimiques des horizons A_1 sous-jacents.

MOTS CLÉS : Guyane française - Forêt tropicale - Humus - Biodynamique - *Dicorynia guianensis* - *Ocotea rubra* - *Ruizteriana albiflora* - Sol ferrallitique.

ABSTRACT

EFFECT OF DIFFERENT TREE SPECIES ON CHARACTERISTICS OF THE HUMUS LAYER IN A FERRALLITIC SOIL OF FRENCH GUYANA. PRELIMINARY RESULTS

Seventy percent of wood production in French Guyana are represented by three species i.e. *Dicorynia guianensis* (DG, *Caesalpininiaceae*), *Ruizteriana albiflora* (RA, *Vochysiaceae*) and *Ocotea rubra* (OR, *Lauraceae*). These species produce leaf litter of contrasted chemical qualities (DG leaves have high contents of Al whereas OR). As a result, the morphology and thickness of humus layers, microbial and faunal communities are significantly different. The humus layer under DG is characterised by a thick mate roots, an important fungi activity and a low earthworms activity. Under OR, earthworm activities are important whereas white root fungi and roots mats, are not observed. RA seems to represent an intermediate situation. These differences in the function of the O layers do not seem to significantly affect physical and chemical properties of the A_1 layer.

KEY WORDS: Humic layer – Soil fauna – Tropical Rain Forest – French Guyana – *Dicorynia guianensis* – *Ocotea rubra* – *Ruizteriana albiflora* – Ferrallitic soil.

INTRODUCTION

Trois essences de la forêt guyanaise humide, commercialement intéressantes, l'Angélique (*Dicorynia guianensis* (DG), Césalpiniaceae), le Gonfolo (*Ruizteriana albiflora* (RA), Vochysiaceae) et le Grignon franc (*Ocotea rubra* (OR), Lauraceae), représentent 70 % de la production de bois de la Guyane française (ONF, 1990).

Le CTFT (Centre technique forestier tropical) a mis en place un dispositif pour étudier les conditions d'une exploitation sélective de ces essences. Les premiers résultats tendent à montrer que ces arbres ne se régénèrent qu'à l'intérieur de peuplements très diversifiés. L'élimination d'une partie des arbres d'essences non commercialisables ne

favorise pas pour autant la croissance des individus préservés (SCHMITT, 1990). En revanche, le maintien accidentel d'arbres sans valeur commerciale a permis d'avoir des résultats positifs sur la croissance. Il semble donc que la croissance d'un arbre ne puisse se concevoir hors d'une dynamique d'ensemble du peuplement. Par ailleurs, il est certain que les facteurs limitant la croissance des arbres ne sont pas uniquement la compétition pour la lumière ou l'espace (GAZEL, 1992 : comm. pers.). Parmi les processus à prendre en compte, la dynamique des nutriments dans le système litière-sol paraît de première importance (BERNHARD-REVERSAT, 1977 ; PROCTOR *et al.*, 1983). On connaît, pour des forêts de régions tempérées,

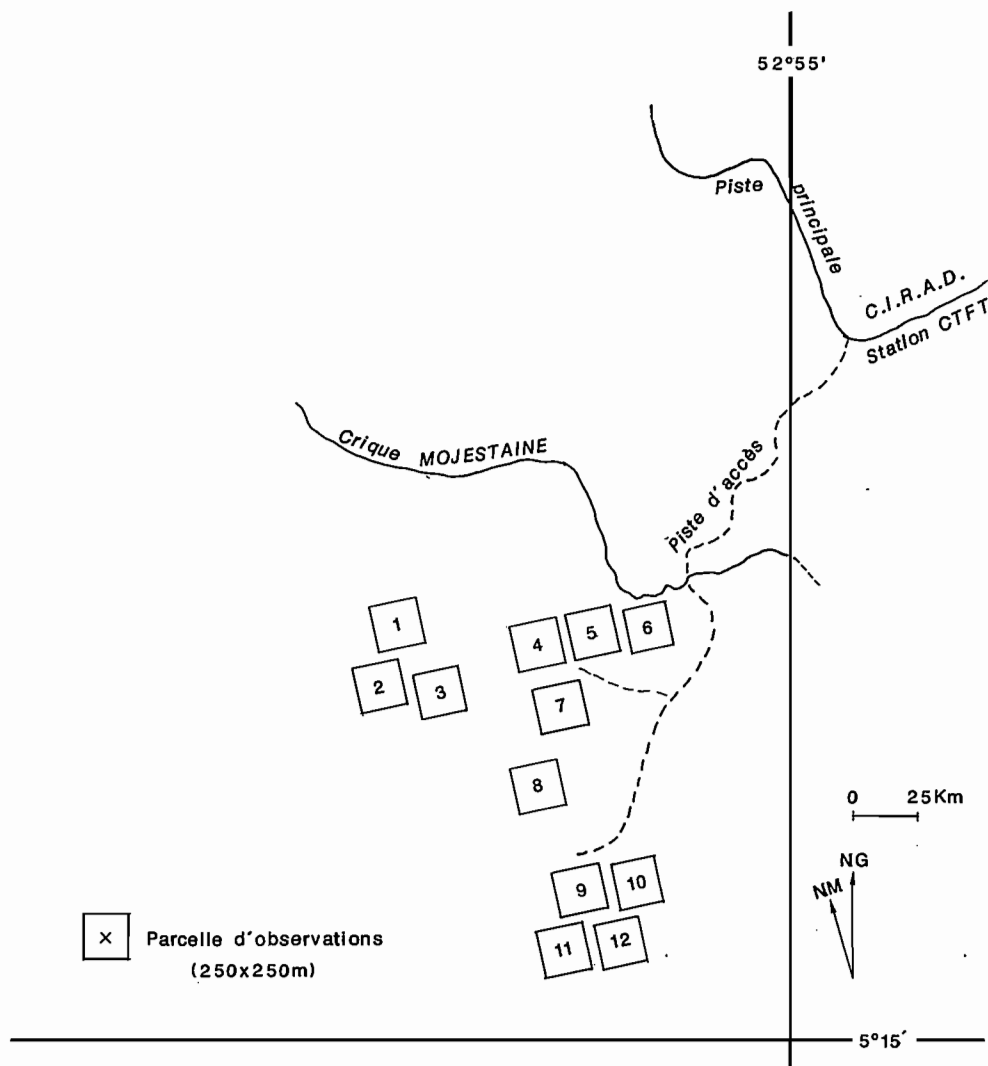


FIG. 1 — Plan de situation du dispositif « Forêt naturelle ». Concession Cirad de Sinnamary (d'après BERTRAND, 1987).
Location map of the « natural forest ». Cirad concession of Sinnamary (according to BERTRAND, 1987).

l'effet d'essences particulières sur la qualité et la biodynamique des humus (TOUTAIN, 1987 ; GARAY, 1988 ; BOETICHER et KALISZ, 1990).

Aussi, cette étude a pour but de comparer les humus au pied des trois essences commerciales citées afin de tester l'hypothèse d'un fonctionnement variable suivant la qualité des litières produites (SWIFT *et al.*, 1979).

Des études à cette échelle n'ont jamais été réalisées, à notre connaissance, en forêt tropicale. C'est pourtant peut-être à l'échelle des individus et de leurs relations de compétition ou de mutualisme que l'on trouvera l'explication de la distribution et de la dynamique de croissance des populations.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Situations

Les recherches ont été menées sur le site de Paracou, à 43 km au nord-ouest de la ville de Kourou, dans le cadre d'expériences de gestion à long terme de la forêt. Les essences forestières étudiées sont situées dans une parcelle où la forêt n'a subi aucune perturbation anthropique.

La parcelle étudiée ici (parcelle n°6) est considérée comme la plus représentative de la forêt naturelle par son cortège floristique et sa densité de

pieds à l'hectare (SCHMITT, 1990). Au sein de celle-ci, trois individus ont été sélectionnés sur la base d'une cartographie préliminaire des sols (échelle 1/1500) par BARTHES (*in* : LEROY, 1991), afin de choisir des sites le plus semblables possible sur le plan pédologique et topographique et ne pas introduire un facteur de variation supplémentaire (TOUTAIN, 1987).

Pour chacun des trois arbres, on a étudié, au droit de son houppier, les caractères du sol, de la litière et des organismes qui la colonisent.

Sols

Il s'agit d'un sol de type ferrallitique désaturé, appauvri en surface et à texture argilo-limoneuse dans l'horizon B, avec une présence plus ou moins abondante de nodules ferrugineux entre 15 et 60 cm de profondeur (BARTHES, 1991). Une description schématique des profils sous les trois arbres est présentée dans le tableau I. On constate, en première approximation, que les caractères (épaisseur, couleur, texture, structure, éléments grossiers) des trois sites sont peu différents, en particulier pour les horizons B et C bien que des phénomènes d'hydromorphie apparaissent plus prononcés dans l'horizon C du sol sous *O. rubra*. Les analyses (tabl. II) montrent un très net appauvrissement en éléments fins des horizons A₁. Les

TABLEAU I
Description schématique des profils des trois sites étudiés
Schematic description of the profiles in the three sites under study

Site	Hor.	Prof. (cm)	Couleur	Texture	Structure	Eléments grossiers	Taches d'hydromorphie	Racines	Activité faunique
D G	A ₁	0-15	b g	SA	GU	+	-	+++	F (termites/vers)
	B	15-60	j o	AL	Pf	+++	-	+	
	C	60-120	r	AL	P	+	-	-	
Q S	A ₁	0-20	b j	SA	GUm	+	-	+	M (vers/termites)
	B	20-50	j o	LA	Pf	+++	-	+	
	C	50-120	r	AL	Pf	++	+	-	
O R	A ₁	0-15	b g	AS	GUf	+	-	+++	TF (vers)
	B	15-50	b j	LA	Pf	+++	+	++	
	C	50-120	r	AL	P	++	++ (en bandes)	-	

Abréviations : Couleur : b = brun ; g = gris ; j = jaune ; o = orangé ; r = rougeâtre ; f = foncé.

Texture : L = limoneux ; A = argileux ; S = sableux

Structure : P = polyédrique ; GU = grumeleux ; m = moyen ; f = fin

Eléments grossiers, taches d'hydromorphie, racines : +++ = très abondant ; ++ = abondant ; + = faible ; - = très faible

Activité faunique : TF = très forte ; F = forte ; M = moyenne ; f = faible

TABLEAU II
Caractéristiques analytiques des profils pédologiques des trois sites
Analytical characteristics of the soil profiles in the three sites

	D G			Q S			O R		
	A ₁	B	C	A ₁	B	C	A ₁	B	C
Granulométrie									
0-2	21,00	42,60	56,90	18,00	22,80	36,30	24,00	27,00	35,90
2-20	9,10	6,40	6,50	8,00	6,00	8,70	10,40	7,40	7,90
20-50	5,40	4,90	3,40	4,10	5,40	5,50	2,20	5,00	6,90
50-200	38,60	29,20	20,80	39,40	37,70	29,10	41,80	29,90	29,00
200-2000	23,20	16,20	11,50	26,70	27,80	18,10	14,80	27,80	18,40
Total	97,30	99,30	99,10	96,20	99,70	97,70	93,20	97,10	98,10
pH									
H ₂ O	3,95	5,00	5,09	4,20	4,63	4,50	3,60	4,50	4,93
KCl	3,33	4,25	4,44	3,72	4,16	4,16	4,16	4,08	4,27
Mat. organique									
C %	5,96	1,41	0,68	7,63	0,99	0,61	3,58	1,73	1,04
N %	0,34	0,11	0,05	0,44	0,08	0,05	0,21	0,14	0,08
C/N	17,5	12,8	14,8	17,5	12,5	13,6	17,5	12,8	13,1
Elém. échang.(*)									
ECEC	2,71	1,37	3,85	2,85	1,30	2,43	2,47	2,26	4,63
Ca ⁺⁺	0,31	0,05	0,03	0,60	0,04	0,04	0,38	0,07	0,03
Mg ⁺⁺	1,16	0,20	0,10	0,76	0,11	0,11	0,75	0,20	0,23
K ⁺	0,29	0,07	0,05	0,20	0,05	0,06	0,17	0,08	0,08
Na ⁺	0,22	2,09	0,04	0,14	0,04	0,10	0,13	0,05	0,04
S (somme)	1,98	0,41	0,22	1,70	0,24	0,31	1,43	0,40	0,38
H ⁺	0,13	0,16	0,83	0,15	0,16	0,32	0,14	0,16	1,05
Al ⁺⁺⁺	0,60	0,80	2,80	1,00	0,90	1,80	0,90	1,70	3,20
Mn ⁺⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bases Totales(*)									
Ca ⁺⁺	1,05	1,06	0,40	2,15	0,38	0,38	0,98	0,39	0,40
Mg ⁺⁺	8,69	9,06	8,27	9,33	7,83	7,98	7,54	8,04	9,42
K ⁺	2,49	3,52	4,81	3,33	4,10	4,55	3,04	3,02	11,35
Na ⁺	3,79	3,57	3,29	4,28	3,46	3,46	3,55	3,18	3,96
TRB(**)	16,0	17,2	16,8	19,1	15,8	16,4	15,1	14,6	25,1
Bases non éch(*)									
Ca ⁺⁺	0,74	1,01	0,37	1,55	0,34	0,34	0,60	0,32	0,37
Mg ⁺⁺	7,53	8,86	8,17	8,57	7,72	7,87	6,79	7,84	9,19
K ⁺	22,20	3,45	4,76	3,13	4,05	4,49	2,87	2,94	11,27
Na ⁺	3,57	3,48	3,25	4,14	3,42	3,36	3,42	3,13	3,92
S	14,0	16,8	16,5	17,4	15,5	16,1	13,7	14,2	24,7

* cmol/kg sol

** TRB = "Total Reserve Bases" défini par Herbillon (1989)

pH varie d'environ 4 en surface (A₁) à 5 en profondeur (B et C). Les capacités d'échange cationique effectives (ECEC) sont faibles, de 1,3 à 4,6 cmol/kg avec des taux de saturation (S/ECEC %) très faibles (8 à 30 %) dans les horizons B et C. Les réserves en bases totales (TRB), définies selon HERBILLON (1989), sont faibles, variant de 15 à 20 cmol/kg, sauf pour l'horizon C sous *O. rubra* plus riche (15 cmol/kg). À l'exception des hori-

zons A₁, les sols des trois sites peuvent donc être considérés comme identiques, sur la base de ces analyses.

Prélèvement et préparation des échantillons

FEUILLES

Des feuilles récemment tombées sont prélevées dans la litière accumulée au pied de l'arbre. On a

distingué les feuilles brunes et les feuilles blanchies par l'activité des champignons de pourriture blanche.

LITIÈRES GLOBALES

Des échantillons de litière accumulée au pied des arbres sont prélevés, au hasard, à l'aide d'un cadre métallique carré de 10 cm de hauteur et de 25 cm de côté (4 répétitions/site). Les échantillons de feuilles et de litière sont séchés dans une étuve ventilée à 60 °C (10 heures au minimum) et une partie aliquote est finement broyée.

SOLS

Les profils de référence sont échantillonnés par horizon. Par ailleurs, l'horizon A₁ est prélevé sur une épaisseur de 10 cm, en même temps que la litière, sur des surfaces correspondant au cadre métallique décrit ci-dessus (4 répétitions/site) ; des prélèvements de sols pour lames minces (boîtes de Kubiena, 9 x 6 x 4 cm) ont été effectués dans les mêmes horizons.

Les échantillons de sol sont séchés à l'air, tamisés à 2 mm et conservés au sec. Une partie aliquote est broyée pour les analyses élémentaires (C, N, Analyses totales).

Observations microscopiques

Des lames minces pour l'étude micromorphologique ont été préparées suivant la technique décrite par DOIRISSE (1989).

Les échantillons destinés à une observation en microscopie électronique à balayage (MEB, STEREOSCAN 240 CAMBRIDGE) sont d'abord déshydratés en présence d'un gel de silice, puis fixés par des vapeurs osmiques. Ceci permet d'éviter la destruction des agrégats lors de la préparation (TOUTAIN *et al.*, 1982). Les échantillons sont ensuite collés sur les porte-objets et métallisés (orpalladium) selon la méthode de REISINGER *et al.* (1978).

Pour la microscopie électronique à transmission (MET, ZEISS EM 952 réglé sur 60 kV), les échantillons organo-minéraux sont préparés selon la méthode de VILLEMEN et TOUTAIN (1987). L'observation est faite sur des coupes ultrafines (800 Å), colorées à l'acétate d'uranyle et au citrate de plomb. Les échantillons végétaux sont traités de manière classique (TOUTAIN *et al.*, 1982).

(1) Selon la méthode TSBF (1989).

Déterminations analytiques

Les granulométries, pH, complexe d'échange et éléments totaux sont déterminés selon les méthodes décrites par ROULLER (1981) et JEANROY (1974).

Le carbone (C) et l'azote (N) sont déterminés par voie sèche à l'aide d'un appareil CHN Carlo Erba 1106. La porosité est déterminée à l'aide d'un porosimètre à mercure. Elle est calculée selon la loi de Jurin (pour le mercure). Le porosimètre utilisé (Carlo Erba 2000) mesure des pores dont le rayon équivalent est compris entre 3,75 et 50 000 nm. Notons que les échantillons les plus gros (de la taille du centimètre) ne peuvent être analysés sans avoir été déshydratés (séchage à l'air puis à l'étuve à 105 °C) et dégazés au préalable. Il s'ensuit bien sûr quelques modifications des organisations initiales (TESSIER, 1984) mais celles-ci peuvent être estimées (GRIMALDI et BOULET, 1990).

L'extraction des pigments bruns par des solvants organiques menée dans ce travail est inspirée des travaux de FRANÇOIS *et al.* (1988) et de BARAER et TOUTAIN (1987). Ces auteurs ont montré que, dans une séquence extractive mettant en œuvre successivement des extractions au méthanol, au chloroforme, à l'acétone puis au diméthylformamide (DMFA), les pigments bruns étaient extraits par les deux derniers solvants (acétone+DMFA). Cette technique a été appliquée aux feuilles brunes ou blanchies des trois espèces végétales.

RÉSULTATS

Morphologie des humus à différentes échelles

SUR LE TERRAIN

L'appréciation de l'activité biologique sur le terrain n'est que qualitative (observation à une seule date). Aussi les valeurs de biomasse de vers de terre obtenues (1) doivent être considérées avec prudence.

Pour les trois sites, on note les caractéristiques communes suivantes :

- un matériel foliaire très varié, provenant à la fois des grands arbres environnants et du sous-bois, avec des feuilles brunes plus ou moins blanchies par les champignons de pourriture blanche. Les feuilles vertes sont rares ;
- une nette discontinuité entre la litière et l'horizon organo-minéral A₁ ;

– une activité plus ou moins forte de vers de terre associée à des activités termitiques.

Il s'agit donc d'un humus de type mull rappelant la nature des activités biologiques (vers de terre, champignons de pourriture blanche) des modèles forestiers décrits par TOUTAIN (1981) en région tempérée. Selon la classification de DELECOUR (1980), compte tenu du pH < 5 des horizons A₁, les trois humus sont de type mull oligotrophe (ou acide).

Des différences notables apparaissent toutefois entre les sites. Elles peuvent se résumer ainsi (tabl. III) :

Sous *Dicorynia guianensis* (DG)

- forte activité des champignons de pourriture blanche (70 à 80 % de feuilles blanchies) ;
- présence d'un mate racinaire épais (3 cm) constitué de racines fines et grossières ;
- activité moyenne de vers de terre endogés (*Pontoscolex corethrurus*) et de termites.

Sous *Ruizteriana albiflora* (RA)

- activité des champignons de pourriture blanche moins forte que sous *D. guianensis* (environ 50 % de feuilles blanchies) ;
- absence de mate racinaire ;
- activités moyennes de termites et de vers de terre épigés et endogés.

Sous *Ocotea rubra* (OR)

- faible activité des champignons de pourriture blanche (30 à 40 % de feuilles blanchies) ;
- nombreuses racines fines en surface mais sans mate racinaire clairement individualisé ;
- activité très intense de vers de terre essentiellement endogés mais aussi anéciques.

SUR LAMES MINCES EN MICROSCOPIE OPTIQUE

Les observations sont réalisées sur des lames de 25 µm d'épaisseur et sur des blocs imprégnés de résine ayant servi à la confection des lames. Par rapport aux observations de terrain, les données supplémentaires sont les suivantes :

Sous *Dycorinia guianensis* (DG)

- 0-1 cm : accumulation de feuilles brunes et blanchies diverses et de feuilles de *D. guianensis* blanchies. Entre les feuilles : déjections d'Oribates (50 µm), de Diplopodes (1 à 3 mm) et d'Enchytraeidae (quelques mm). Rares déjections de vers de terre (quelques mm à quelques cm) ;
- 1-4 cm : concentration de racines brunes ramifiées, courtes et turgescentes libres ou collées sur des restes foliaires. Quelques déjections de vers de terre (quelques mm à quelques cm) reprises par des animaux plus petits (termites) ;
- 4-7 cm : juxtaposition de déjections de vers de terre (quelques mm à quelques cm) et d'agrégats de plus petites tailles. Les racines sont essentiellement localisées dans la porosité interagrégat.

Sous *Ruizteriana albiflora* (RA)

- 0-1 cm : superposition de 3 à 4 épaisseurs de feuilles plutôt brunes (dont celles de *R. albiflora*) reposant sur des déjections de vers de terre (quelques mm à quelques cm) traversées par des racines ;
- 1-7 cm : matériau organo-minéral constitué de déjections de vers de terre (quelques mm à quelques cm) et de divers animaux rappelant l'horizon 4-7 cm de *D. guianensis*.

Sous *Ocotea rubra*

- 0-1 cm : quelques feuilles brunes et blanchies reposant sur des turricules de vers de terre (quelques mm à quelques cm) de couleurs variées ;

TABLEAU III
Résumé des observations de terrain sur l'humus des trois sites
Summarized field observations about the humus layer in the three sites

Observations Caractéristiques (terrain)	Sites		
	DG(*)	RA(*)	OR(*)
Mate racinaire	+++	-	+
Pourriture blanche	+++	++	+
Vers de terre	+	+	+++
Termites	++	++	++

(*) Activité ou présence faible (-), moyenne (+), forte (++), très forte (+++).

• 1-7 cm : l'essentiel du matériau est constitué de déjections de vers de terre (quelques mm à quelques cm) dont certaines sont reprises par des animaux plus petits. Les racines sont situées dans les porosités intra- et inter-agrégats.

SUR COUPES ULTRAFINES EN MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE (MEB, MET)

Matériel foliaire et racinaire (*D. guianensis*)

Les feuilles et les racines sont recouvertes par une grande quantité de filaments mycéliens et d'actinomyètes. Les tissus racinaires sont assez frais, peu attaqués par les champignons alors que les tissus foliaires parenchymateux sont fortement biodégradés. Les contenus cellulaires des racines et feuilles sont riches en produits bruns. On met en évidence la présence de nombreuses thèques de thécamoébiens.

Agrégats organo-minéraux des horizons A₁ des trois sites

L'observation au MEB porte sur des agrégats de 1 à 5 mm. Ils sont constitués de grains minéraux arrondis, plus ou moins altérés (100 µm), inclus dans une matrice organo-minérale dans laquelle on reconnaît aussi des thèques de thécamoébiens, des filaments mycéliens et des débris foliaires ou racinaires. Ces agrégats correspondent à des déjections de vers de terre. En MET, on met en évidence, comme dans de nombreuses autres observations de milieux forestiers ou cultivés tropicaux (ANGUE

ABANE, 1988, au Cameroun ; FERRY, 1992, en Inde du Sud ; FELLER *et al.*, 1991, aux Antilles), la présence :

- 1 - d'« agrégats bactériens » (minéraux phylliteux collés aux colonies bactériennes par l'intermédiaire de matériaux à caractère polysaccharidique) ;
- 2 - de débris figurés organiques souvent non identifiables.

Composition chimique des feuilles et des litières

FEUILLES

Teneurs en C, N, rapports C/N

Quels que soient le site ou l'état de la feuille (brune ou blanchie), les teneurs en C (46 à 49 %), en N (1,5 à 1,7 %) et les rapports C/N (28 à 31) sont relativement constants (tabl. IV).

Composition minérale

Les teneurs en cendres (oxydes totaux) sont d'environ 10% pour tous les échantillons. Les sommes CaO + MgO sont à peu près identiques (3,4 à 3,6 %) pour *D. guianensis* et *O. rubra* mais plus élevées pour *R. albiflora* (5,3 à 5,6 %). Deux autres caractéristiques méritent d'être signalées : la teneur élevée en silice (4,9 à 5,2 %) des feuilles de *O. rubra* et en aluminium des feuilles de *D. guianensis* (3,4 à 4,3 % (1)). Il y a peu d'effet de l'état (brune ou blanchie) de la feuille sur la composition minérale (tabl. IV).

TABLEAU IV
Analyses totales des feuilles et des litières globales
Total analyses of leaves and global litters

Matériel	Symboles (*)	C %	N %	C/N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Total oxydes %	CaO + MgO
Feuilles	DG brunes	49,2	1,6	30,8	2,28	3,42	0,2	0,03	0,82	2,89	0,1	0,3	0,0	10,34	3,71
	DG blanchies	48,8	1,7	28,7	1,21	4,31	0,1	0,03	0,72	3,18	0,1	0,3	0,03	9,98	3,90
	QS brunes	48,6	1,6	28,8	2,78	0,71	0,1	0,10	2,06	3,54	0,2	0,5	0,02	10,01	5,60
	QS blanchies				3,26	0,75	0,1	0,10	1,74	3,52	0,2	0,3	0,02	9,99	5,26
	OR brunes	46,2	1,5	30,8	5,22	0,41	0,2	0,04	1,19	2,24	0,2	0,5	0,03	10,03	3,43
	OR blanchies	46,7	1,6	29,2	4,87	0,50	0,2	0,04	1,22	2,60	0,2	0,4	0,03	10,06	3,82
Litières	DG (a)*	49,4	1,35	36,7	2,37	0,47	0,28	0,06	0,95	2,99	0,12	0,26	0,19	7,69	3,94
	DG (b)*	46,7	1,23	38,7	3,29	0,62	0,39	0,03	0,70	1,89	0,14	0,28	0,18	7,52	2,59
	QS (a)	46,8	1,31	35,8	3,83	1,38	0,43	0,01	0,31	1,04	0,06	0,09	0,18	7,33	1,35
	QS (b)	48,2	1,45	33,2	3,48	0,21	0,20	0,02	0,20	0,93	0,03	0,04	0,04	5,15	1,13
	OR (a)	48,2	1,28	37,5	5,45	1,17	0,48	0,02	0,30	0,53	0,05	0,10	0,17	8,27	0,83
	OR (b)	49,2	1,21	40,7	4,87	0,47	0,32	0,04	0,30	1,67	0,04	0,07	0,04	7,82	1,97

* (a) et (b) correspondent à deux prélèvements différents.

(1) Ces résultats n'ayant fait l'objet d'aucune répétition sont à prendre avec précaution.

Composition organique

D'une manière générale (tabl. V) :

1 – le méthanol et le chloroforme extraient de 15 à 35 % du carbone, 2 à 8 % de l'azote, les produits extraits ayant des rapports C/N beaucoup plus élevés (108 à 206) que ceux des feuilles initiales, voisins de 30 ;

2 – l'acétone et le DMFA extraient près de 50 % du C et 68 à 97 % de l'azote, les produits extraits ayant des C/N bien plus faibles (16 à 19) que ceux des feuilles initiales ;

3 – en ce qui concerne les espèces végétales, s'il n'existe qu'une faible différence d'extraction de C et N pour le méthanol et le chloroforme, les différences entre les extractions de C et surtout de N obtenues avec le DMFA sont nettement significatives (24 % et 49 % de C et N extraits dans les feuilles brunes de *D. guianensis*, contre 32 % et 74 % de C et N dans les feuilles brunes de *R. albiflora*, 34 % et 73 % de C et N dans les feuilles brunes de *O. rubra*). Ces résultats mettent en évidence des teneurs en tanins condensés extraits par le DMFA (WURSCH *et al.*, 1980) plus élevées dans les feuilles de *R. albiflora* et de *O. rubra* que dans celles de *D. guianensis* ;

4 – en ce qui concerne les extraits (acétone + DMFA) sur le matériel foliaire blanchi, on constate que les feuilles blanchies contiennent encore des tanins condensés que l'action des champignons de pourriture blanche était supposée éliminer. Ceci s'explique probablement par le fait que les feuilles dites blanchies ne l'étaient que par taches et présentaient encore des parties brunes.

Quel que soit le matériel considéré, la quantité de carbone non extrait est importante (21 à 37 %), contrairement à l'azote (0 à 30 %) dont la nature varie en fonction des espèces. Les quantités d'azote non extractible sont très variables de 0 à 5 % pour les feuilles de *R. albiflora* et de *O. rubra* et de 18 à 30 % pour les autres types de feuilles.

LITIÈRES GLOBALES

Teneurs en C, N et rapports C/N

Les litières ont des teneurs en C identiques à celles des feuilles fraîchement tombées (tabl. IV) mais celles en N sont plus faibles, d'où des rapports C/N plus élevés (36 à 38 %) que ceux des feuilles (C/N de 29 à 31). Ces valeurs sont déjà proches de celles mesurées pour les débris végétaux de l'horizon A₁ (C/N de 28 à 35, résultats non reportés ici).

TABLEAU V

Teneurs relatives (en % de C et N initiaux) et rapports C/N des différentes fractions extraites ou non par les solvants organiques sur le matériel foliaire

Relative contents (in % of initial C and N) and CIN ratios of the different leaf fractions extracted or not by the organic solvents

Extraction	Matériel	C % Fraction	N % Fraction	C/N	
				Initial	Fraction
Méthanol + Chloroforme	DG br.	20,5	2,0	30,3	319,0
	DG bl.	14,7	2,1	30,4	198,0
	QS br.	17,9	2,5	28,4	211,0
	OR br.	28,6	7,9	29,6	111,0
	OR bl.	34,3	8,2	29,3	124,0
Acétone + DMFA	DG br.	42,8	67,6	30,3	19,1
	DG bl.	48,4	79,7	30,4	17,2
	QS br.	55,2	97,2	28,4	16,7
	OR br.	50,0	87,4	29,6	17,4
	OR bl.	42,1	68,0	29,3	18,0
Non extrait	DG br.	36,7	30,3	30,3	36,5
	DG bl.	36,9	18,2	20,4	57,5
	QS br.	26,6	0,3	28,4	2452,0
	OR br.	21,4	4,7	29,6	139,0
	OR bl.	23,6	23,8	29,3	28,9

Composition minérale

Les teneurs en cendres (oxydes totaux) sont d'environ 7 à 8 %, donc légèrement plus faibles que celles des feuilles spécifiques. Ceci est probablement dû au mélange avec d'autres matériaux végétaux présents dans les litières, plus pauvres en cendres, en particulier les rameaux qui représentent de 10 à 50 % du poids total (LEROY, 1991). La somme CaO + MgO varie de 0,8 à 4 % avec les valeurs les plus élevées pour *D. guianensis*. Cette litière est aussi plus riche en potassium. Enfin, si l'on retrouve, comme pour les feuilles, des teneurs plus élevées en SiO₂ sous *O. rubra*, on ne retrouve plus, contrairement aux feuilles, que de faibles teneurs en Al₂O₃ sous *D. guianensis*.

Caractères des horizons A₁

MATIÈRE ORGANIQUE : TENEURS EN C, N ET RAPPORTS C/N

Les résultats (C, N) rapportés au tableau II sembleraient indiquer un effet du site pour l'horizon A₁, avec des variations de 3,6 à 7,6 % de la teneur en C par exemple. Ces prélèvements sont ceux effectués sur un profil, au début de cette étude.

Des prélèvements de la totalité de l'horizon A₁ (4 répétitions/site) donnent les résultats suivants :

- sous *D. guianensis* : C(%) = 4,0 ± 0,7 ;
- sous *R. albiflora* : C(%) = 3,4 ± 0,7 ;
- sous *O. rubra* : C(%) = 3,9 ± 0,7 .

Les teneurs en carbone de l'horizon A₁ ne sont donc pas significativement différentes entre les sites. Les rapports C/N moyens sont de 17,5 pour les trois sites.

CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES

La comparaison des valeurs de pH, de la CEC et des réserves en bases ne montre pas de différence significative entre les horizons A₁ (tabl. II).

LA POROSITÉ

La porosité des horizons A₁ est caractérisée, pour les trois sites, par une répartition bimodale des pores dont les rayons équivalents ont pour valeurs respectives 0,05 et 10 µm (fig. 2). Les courbes cumulées des sites *D. guianensis* et *O. rubra* sont très proches, celle de *R. albiflora* est sensiblement différente, correspondant à des valeurs plus faibles pour les macropores, entre 10 et 100 µm, et les micropores, entre 0,1 et 1 µm.

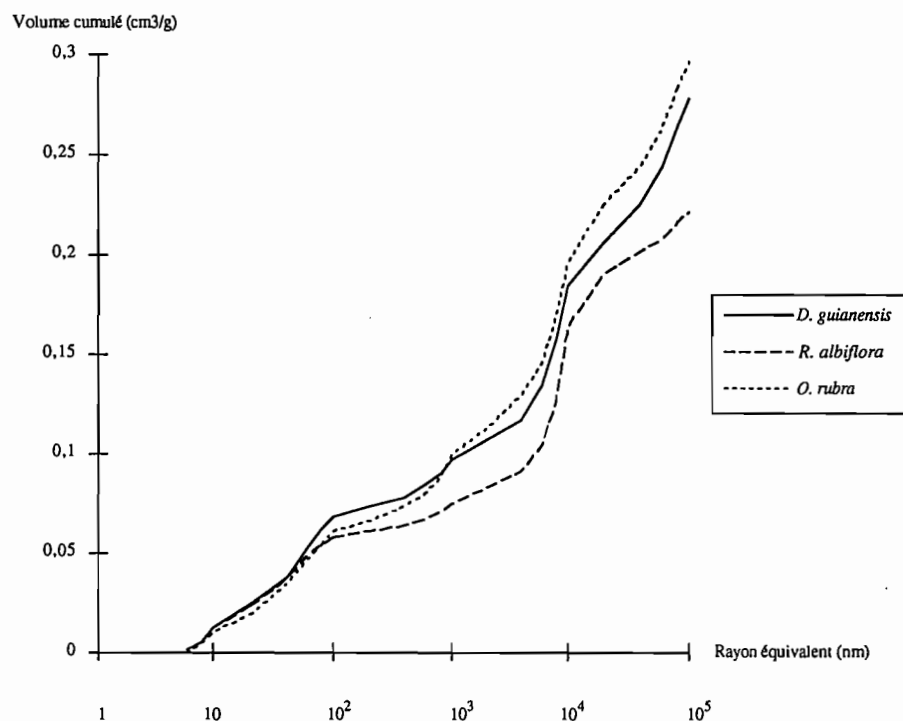


FIG. 2 – Volume poral cumulé des horizons A₁ des trois sites.
Cumulative pore volume of A₁ horizons in the three sites.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les observations à différentes échelles des humus (litières-horizon A_1) des trois sites montrent que chaque essence forestière semble induire, par ses retombées, une activité biologique qui lui est spécifique, même si les organismes de la décomposition (champignons de pourriture blanche, termites, vers de terre, etc.) sont globalement identiques. C'est en effet l'intensité de leur action relative qui varie. On peut ainsi opposer l'humus sous *D. guianensis*, caractérisé par la présence d'un mate racinaire épais, d'une forte activité de champignons de pourriture blanche mais avec une activité lombricienne réduite, à l'humus sous *O. rubra*, où le mate racinaire est peu épais, l'activité des champignons de pourriture blanche faible mais l'activité lombricienne très élevée. Au stade actuel de cette recherche, il est difficile d'expliquer ces différences entre les humus des trois essences considérées par des différences qualitatives des apports végétaux au sol. Si l'on constate bien, en effet, quelques différences en terme de minéralomasse (feuilles de *D. guianensis* riches en Al, par exemple) ou de nature des constituants organiques (par exemple 49 % du N extrait par le DMFA pour les feuilles de *D. guianensis* contre 73 % pour les feuilles de *O. rubra*) entre les diverses feuilles étudiées, de nombreuses autres données sur feuilles spécifiques et litières globales (C/N, taux et composition des cendres, quantités de C et N extraites par des solvants organiques) ne font pas apparaître de différences évidentes. Aussi des études complémentaires sont nécessaires pour estimer l'impact réel sur le système sol-plante des différences observées pour les litières. Même le blanchiment des feuilles, qui n'est jamais complet, ne peut être caractérisé analytiquement par la détermination des teneurs en tanins condensés (extraits acétone + DMFA).

Cette différence d'activité biologique observée au sein des litières se reflète-t-elle dans les caractéristiques analytiques des horizons A_1 ?

L'approche faite actuellement est encore largement insuffisante puisqu'elle n'aborde pas, en particulier, des aspects tels que la qualité de la matière organique du sol ou des mesures d'acti-

tés enzymatiques ou microbiennes globales. Mais en terme de propriétés chimiques et physico-chimiques, il ne semble pas ressortir d'effet des trois essences arborées sur les teneurs en matière organique (C, N), sur le pH et les propriétés d'échange ou sur les réserves en bases. De même, on aurait pu s'attendre, compte tenu des différences d'activité de la faune (effet vers de terre), entre les sites de *D. guianensis* et de *O. rubra*, à des différences des spectres poraux des horizons A_1 de ces deux sites. Or ceux-ci sont pratiquement identiques. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer l'absence apparente d'effet de site sur les propriétés des horizons A_1 :

1 – l'effet des feuilles de chaque espèce considérée est dilué car elles ne représentent qu'une fraction des retombées. Ainsi, pour chacun des sites, les feuilles ne représentent que 30 % des feuilles composant la litière, et les rameaux peuvent représenter de 10 à 50 % (en poids) des retombées végétales. Par ailleurs, dans ce travail, l'origine, la quantité et la qualité des racines présentes dans l'horizon A_1 n'ont pas été étudiés ;

2 – de nombreuses caractéristiques des feuilles et litières sont identiques pour les trois essences, notamment le rapport C/N et la somme des tanins condensés. Ceci conduit donc à la formation d'une matière organique probablement qualitativement peu différente dans les horizons A_1 , les stocks observés étant par ailleurs identiques ;

3 – enfin, il est bien connu que de nombreuses propriétés des sols ferrallitiques (PERRAUD, 1971 ; BOISSEZON, 1973 ; BOYER, 1982) sont fortement corrélées aux teneurs en matière organique et en argile. Dans les cas qui nous intéressent, ces teneurs sont à peu près identiques pour les trois sites, et les variations locales observées pour celles-ci sont probablement insuffisantes pour modifier les quelques propriétés étudiées.

La suite de ce travail doit consister à préciser le fonctionnement des litières et l'importance des variations stationnelles qui en résultent en termes de relations sol-plante et, en particulier, de bilans minéraux.

Manuscrit accepté par le Comité de rédaction le 5 avril 1993.

BIBLIOGRAPHIE

- ANGUE ABANE (M.), 1988. – *Biodynamique des humus et cycles biogéochimiques des éléments dans des sites forestiers du centre-sud Cameroun (Région d'Akongo)*. Thèse de Docteur ès-Sciences, Université de Nancy-I, 189 p.
- BARAER (M.), TOUTAIN (F.), 1987. – Importance des pigments bruns dans les racines superficielles du Hêtre (*Fagus sylvatica* L.) et biodégradation dans le sol. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 24 : 431-441.
- BARTHES (B.), 1991. – Influence des caractères pédologiques sur la répartition spatiale de deux espèces du genre *Eperua* (Caesalpinaceae) en forêt guyanaise. Proposition d'article à *La lettre et la vie*, 14 p.
- BERNHARD-REVERSAT (F.), 1977. – Recherches sur les variations stationnelles des cycles biogéochimiques en forêt ombrophile de Côte-d'Ivoire. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, vol. XV, n° 2 : 175-189.
- BERTRAND (C.), 1987. – *Contribution à l'étude de l'impact des traitements sylvicoles sur la régénération naturelle en Guyane. Mise au point d'une méthodologie d'inventaire et premières observations avant l'exploitation forestière*. Mém. Esat, Cnearc Montpellier, 69 p.
- BOETTCHER (S.E.), KALISZ (P.J.), 1990. – Single-tree influence on soil properties in the mountains of eastern Kentucky. *Ecology*, 71 : 1365-1372.
- BOYER (J.), 1982. – *Les sols ferrallitiques. T. X. Facteurs de fertilité et utilisation des sols*. I.D.T. 52, Orstom, Paris, 384 p.
- BOISSEZON (P. de), 1973. – « Les matières organiques des sols ferrallitiques » in *Les sols ferrallitiques*, T. IV, Paris, Orstom, I.D.T. 21 : 9-66.
- DELECOUR (F.), 1980. – Essai de classification pratique des humus. *Pédologie*, 30 : 225-241.
- DOIRISSE (M.), 1989. – Note technique concernant le prélèvement, l'imprégnation et la confection de lames minces de sols. *Note technique CNRS/CPB*, 7 p.
- FELLER (C.), FRANÇOIS (C.), VILLEMEN (G.), PORTAL (J.M.), TOUTAIN (F.), MOREL (J.L.), 1991. – Nature des matières organiques associées aux fractions granulométriques d'un sol ferrallitique. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 312 série II : 1491-1497.
- FERRY (B.), 1992. – *Étude des humus forestiers des Ghâts occidentaux (Inde du Sud). Facteurs climatiques, éda- phiques et biologiques intervenant dans le stockage de la matière organique du sol*. Thèse de Docteur ès-Sciences, Université de Nancy-I, 182 p.
- FRANÇOIS (C.), RADIDISON (Z.), VILLEMEN (G.), TOUTAIN (F.), ANDREUX (F.), 1988. – « The accumulation and fate of brown pigments in leaves from a litter of *Fagus sylvatica* L. : a morphological and chemical study. » In G. GIOVANOZZI-SIRMANNI ET P. NANNIPIERI (eds), 1988 : 317-327.
- GARAY (I.), 1988. – *Relations entre l'hétérogénéité des litières et l'organisation des peuplements d'arthropodes éda- phiques*. Thèse de Docteur ès-Sciences, Université de Paris-VI, 192 p.
- GIOVANOZZI-SIRMANNI (G.), NANNIPIERI (P.) (eds.), 1988. – *Current perspectives in Environmental Biochemistry*, 7th I.S.E.B., 1985, CNR – IPRQA Rome publ.
- GRIMALDI (M.), BOULET (R.), 1990. – Relation entre l'espace poral et le fonctionnement hydrodynamique d'une couverture pédologique sur socle de Guyane française. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, vol. XXV, n° 3 : 263-275.
- HERBILLON (A.), 1989. – « Chemical estimation of weatherable minerals present in the diagnostic horizons of low activity clays soils », in *Proc. 8th Int. Soil Classification Workshop*, Rio de Janeiro : 39-48.
- JEANROY (E.), 1974. – Analyses totales, par spectrométrie d'absorption des roches, sels, minerais, ciments, après fusion au métaborate de strontium. *Analisis*, 2 : 707-712.
- LEROY (C.), 1991. – *Études préliminaires de la biodynamique des humus en forêt guyanaise*. DEA, Université de Nancy-I, 65 p.
- ONF, 1990. – *Un patrimoine forestier*. Office National des Forêts, Guyane, 8 p.
- PERRAUD (A.), 1971. – *La matière organique des sols forestiers de la Côte-d'Ivoire. Relation sol-végétation-climat*. Thèse de Docteur ès-Sciences, Université de Nancy-I, 87 p.
- PROCTOR (J.), ANDERSON (J.-M.), FOGDEN (S.C.L.), VALLACK (H.W.), 1983. – Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. II. Litterfall, litter standing crop and preliminary observations on herbivory. *Journal of Ecology*, 17 : 261-283.
- REISINGER (O.), TOUTAIN (F.), MANGENOT (F.), ARNOULT (M.-F.), 1978. – Etude ultrastructurale des processus de biodégradation. I. Pourriture blanche des feuilles de hêtres (*Fagus sylvatica* L.). *Can. J. Microbiol.*, 24 : 725-733.
- ROUILLER (J.), 1981. – Analyses de sols. Techniques de laboratoire. *Note technique n°32*, CNRS/CPB, 38 p.
- SCHMITT (L.), 1990. – Validité d'interventions sylvicoles systématiques en forêt dense humide guyanaise. Approche par l'étude du Gonfolo (*Qualea rosea*). *Note interne CTFT*.
- SWIFT (M.J.), HEAL (O.W.), ANDERSON (J.M.), 1979. – *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Blackwell, Oxford, 372 p.
- TESSIER (D.), 1984. – *Étude expérimentale de l'organisation des matériaux argileux. Hydratation, gonflement et structuration au cours de la dessiccation et de la réhumectation*. Thèse d'État, Université de Paris – VII, 361 p.
- TOUTAIN (F.), 1981. – Les humus forestiers. Structure et modes de fonctionnement. *R.F.F.*, 33 : 449-477.
- TOUTAIN (F.), VILLEMEN (G.), ALBRECHT (A.), REISINGER (O.), 1982. – Étude ultrastructurale des processus de biodégra-

- dation. II. Enchytraeides-Litières de feuillus. *Pedobiologia*, 23 : 145-156.
- TOUTAIN (F.), 1987. – Activité biologique des sols, modalités et lithodépendance. *Biol. Fertil. Soils*, 3 : 31-38.
- TSBF, 1989. – *Tropical Soil Biology and Fertility : Handbook of Methods*. J.M. Anderson et J.S.I. Ingram Eds. CAB International, Wallingford, 171 p.
- VILLEMEN (G.), TOUTAIN (F.), 1987. – Méthode de fixation d'échantillons organo-minéraux de sols pour la microscopie électronique à transmission. *Soil micromorphology* : 43-48.
- WURSCH (P.), ROSSET (J.), SMILLEY (M.), 1980. – Tanins condensés de la gousse (verte et mûre) de *Cerotonia siliqua* L. Poster Ass. Groupe Polyphénols Neuchâtel.