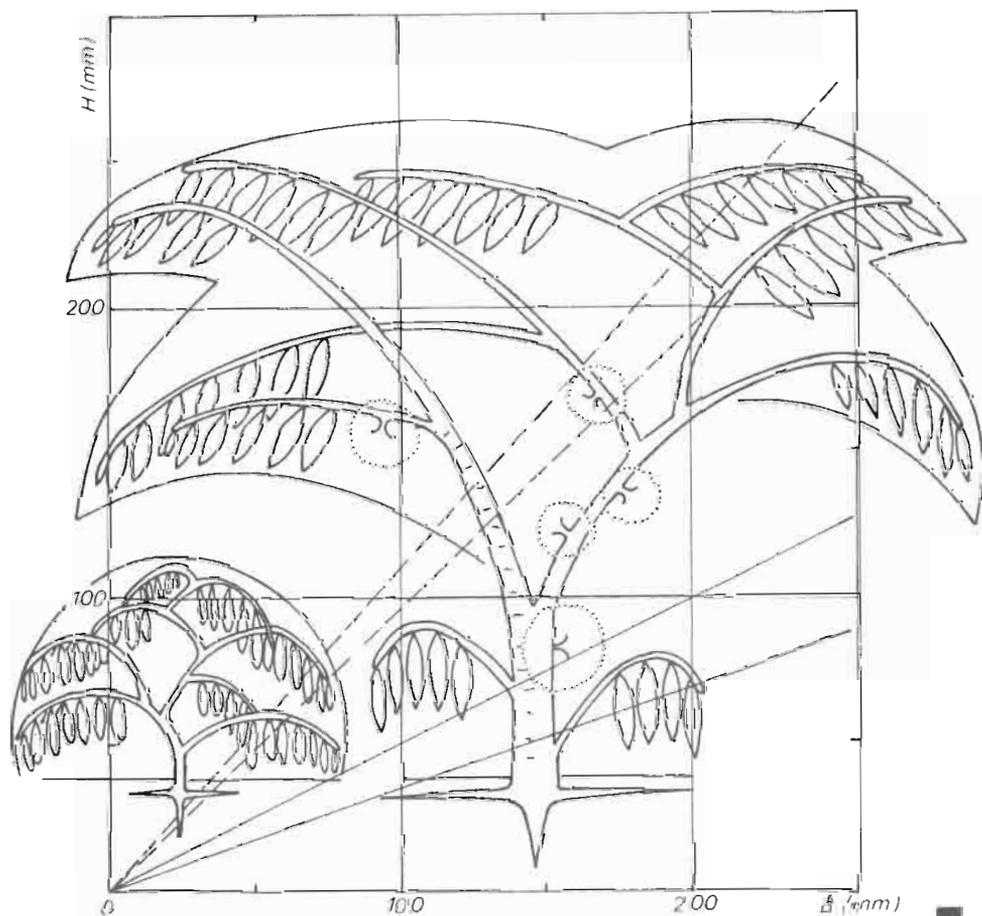


L'ECOSYSTEME FORESTIER GUYANAIS

ETUDE ET MISE EN VALEUR

ECologie
ERosion
EXpérimentation



Bulletin
de liaison
du groupe de travail.

D.G.R.S.T.
Gestion des ressources
naturelles renouvelables

DELEGATION GENERALE A LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE

puis

MINISTÈRE DE LA RECHERCHE
ET DE LA TECHNOLOGIE

DECISION D'AIDE A LA
RECHERCHE

N° 79.7.0442

0443

0444

0445

puis Aide CORDET
budget 1981

Action : Comité "GESTION DES RESSOURCES NATURELLES RENOUEVABLES
puis Comité "E C A R"

Thème : L'ECOSYSTEME FORESTIER GUYANAIS

Objet : Etude écologique de l'évolution du système
forestier tropical humide sous l'effet
d'utilisations intensives et modernes et,
en particulier de la déforestation.

Organismes bénéficiaires

C.T.F.T. (GERDAT)

I.N.R.A.

MUSEUM

ORSTOM

Responsables scientifiques

A. SCHIRLE/J.M. SARRAILH

J. FARDE/M. DUCREY

J. DORST/J.M. BÉTSCH

J. HERVIEU

N.B. : Ce bulletin de liaison est rédigé par l'ensemble des con-
tractants et publié par les soins du Centre ORSTOM de
Cayenne.

~ AVANT PROPOS ~

Ce bulletin numéro 6 marque une étape des travaux entrepris dans le cadre de l'action concertée CTFT / INRA / MUSEUM / ORSTOM sur le thème "Ecosystème forestier guyanais".

Initié par le Comité de Gestion de Ressources Naturelles Renouvelables de la DGRST, le financement en a été relayé par le Comité ECAR puis en 1981, une aide de la CORDET permettait d'achever l'essentiel des travaux de terrain.

Avec ce dernier bulletin les études écologiques de l'évolution du système forestier tropical humide sous l'effet d'utilisations intensives, en particulier de la déforestation, ne sont cependant pas terminées. Les premiers résultats concernant essentiellement le milieu naturel n'ont pas encore livrés tous leurs enseignements, tandis que les mesures se poursuivent sur financement propre des organismes de recherche, pour l'appréciation des effets des transformations de l'écosystème forestier.

L'ensemble des articles contenus dans la série des six bulletins publiés depuis 1979 perdrait de sa valeur s'il ne débouchait pas sur une étude de synthèse recevant une plus large diffusion.

C'est la tâche qui est entreprise maintenant et qui devrait aboutir en 1982.

S O M M A I R E

	Pages
- Premières observations sur les pâturages des parcelles de ruissellement et d'érosion (J.M. SARRAILH)	7
- Evolution composée des microclimats en coupe rase sous recru naturel et sous forêt primaire sur la parcelle ARBOCEL (D. FINKELSTEIN)	19
- Evolution de la matière organique en milieu forestier Guyanais (J.F. TURENNE)	33
- Premières observations sur l'installation d'une case ERLO (G. CALES)	47
- La phytomasse épigée de la forêt dense en Guyane Française (J.P. LESCURE, H. PUIG, B. RIERA, F. BEEKMAN, A. BENETEAU, D. LECLERC)	77
- Régénération forestière en Guyane Française : plantules et jeunes en forêt témoin de Saint-Elie (G. MAURY LECHON)	119
- Données préliminaires sur la germination des graines et la conservation des plantules de <u>Symphonia globulifera</u> L.f. (Guttifère) (G. MAURY LECHON, F. CORBINEAU, D. COME)	137
- Périodicité de la fructification en forêt Guyanaise (D. SABATIER)	149
- Observations sur les chablis, piste de Saint-Elie en Guyane (B. RIERA)	165

...

- Premier temps de la régénération après coupe papetière : ARBOCEL ✓ 185
(H. de FORESTA)

- Comportement de Cecropia obtusa et de Cecropia scyadophylla dans les premiers stades de la régénération forestière, piste de Saint-Elie en Guyane ✓ 231
(M.F. PREVOST)

- Importance des rejets dans les premiers stades de la régénération forestière après coupe, piste de Saint-Elie en Guyane P 251
(M.F. PREVOST)

PREMIERES OBSERVATIONS SUR LES PATURAGES DES PARCELLES
DE RUISSELLEMENT ET D'EROSION

par

J.M. SARRAILH

C.T.F.T. GUYANE

1. Description du dispositif fig.1 et fig.2

Les 7 parcelles pâturages et la parcelle Wischmeier sont installées sur une pente de 12 % environ, sur une couverture pédologique à dynamique de l'eau superficielle et latérale, près du bassin F.

Les matériaux originels du sol sont de deux types ; un matériau d'altération d'un schiste déjà très métamorphisé : parcelle 4, 5, 6, 7 W et un matériau d'altération de pegmatite : parcelle 1, 2, 3.

Les parcelles sont donc tout à fait représentatives des sols à fortes contraintes liées à un mauvais drainage, et en particulier du bassin A (pâturage).

La superficie des parcelles est de 200 m² (20 m de long x 10 m de large) dont le système collecteur permet une capacité maximale de 240 mm de ruissellement. Les couvertures graminéennes sont les suivantes : (aspect en annexe)

P1 : *Panicum maximum* ; P 2 : *Brachiaria ruziziensis* ;
 P3 : *Brachiaria U.S.D.A.* ; P 4 : *Brachiaria decumbens* ;
 P5 : *Brachiaria mutica* (Tanner) ; P 6 : *Digitaria swazilandensis* ;
 P7 : *Pennisetum merckerii*

2. Installations des pâturages et entretien

Après un défrichement en janvier 1979, les pâturages ont été installés en avril de la même année et depuis exploités régulièrement par fauchage tous les 45 jours environ. La fertilisation de départ a été de 400 kg/ha de scories phosphopotassiques (12 - 12 PK) et 1,25 T/ha de calcaire marin.

Par la suite, on a effectué une coupe sur deux (90 jrs) un épandage de 50 unités de chaque élément N.P.K. Le choix des graminées, de la fertilisation et du rythme de coupe a été réalisé par l'I.N.R.A. ; les boutures proviennent quant à elles de la ferme D.D.A. de St Elie. (Bull. Ecerex n° 1)

3. Résultats

31. Hauteur des pâturages en fonction de la pluie fig. 3

Cette étude de la croissance des graminées permet de suivre leur comportement suivant la pluie, soit après fertilisation soit sans apport. On constate que des espèces comme le *Digitaria swaz.* et le Tanner peuvent dépasser en croissance des espèces de hautes tailles à port dressé comme le *Panicum maximum* et le *Pennisetum*.

Cette étude devait permettre aussi de préciser l'importance de la hauteur de la végétation sur le ruissellement et l'érosion. En fait son influence par trop réduite vis-à-vis d'autres facteurs, comme la saturation de l'horizon supérieur, ne permet pas de la mettre en évidence.

32. Productivité des pâturages

	de juil.79/juil.80		de juil.80/juil.81	
	T/HaMS/an	KG/MS/Ha/J	T/HaMS/an	KG/MS/Ha/J
P1 Panicum maximum	12,13	40,6	12,49	35,5
P2 Brachiaria ruziziensis	16,09	43,2	9,30	26,0
P3 Brachiaria USDA	7,84	23,8	5,12	13,8
P4 Brachiaria decumbens	15,84	42,8	11,80	33,1
P5 Brachiaria mutica	12,70	34,4	6,12	16,9
P6 Digitaria swazilandensis	12,46	37,5	13,04	36,0
P7 Pennisetum merckerii	12,26	36,8	11,20	20,8

ou : - T/HaMS/an total de la production ann elle en tonne par Hectare de Matière Sèche

KG/MS/Ha/J Moyenne des valeurs de rendement journaliers obtenues pendant l'année en kilogramme de matière sèche par Hectare et par jour.

Les rendements la deuxième année sont dans l'ensemble inférieurs à l'année précédente. Cette chute de production est importante pour les espèces mal adaptées : - 52 % pour le Tanner - 42 % pour le Brachiaria ruziziensis. Le Brachiaria USDA - sur ce type de sol - bien qu'assurant une très bonne couverture, n'assure qu'un rendement très limité.

Par contre, le Digitaria swazilandensis - choisi pour le bassin A - augmente sa productivité de + 5 %.

Au point de vue sanitaire, les attaques de chenilles de noctuelles, ont été limitées et facilement jugulées par pulvérisation de deltaméthrine (decis). Par contre des attaques de champignons - fusariose - ont fait disparaître le Tanner.

Sur le bassin versant A, en *Digitaria swazilandensis* pâturé par des veaux (4 à l'hectare), la production observée de janvier à février 1982 varie suivant les différents paddocks de 1,9 à 2,3 T/Ha/MS en 45 jours soit 40 à 50 Kg de MS/Ha/J.

En 1982, le Tanner - pratiquement disparu - a été remplacé par l'*Hemarthria altissima*. Le *Pennisetum* a été replanté sur billon avec un rythme de coupe de 90 jours, ce qui devrait lui permettre de résister plus longtemps.

Ruissellement et érosion

L'aspect ruissellement et érosion a déjà été évoqué dans le bulletin Ecerex n° 4. Nous avons montré que la mise en place des pâturages provoquait une érosion importante - de 19 à 45 T/Ha mais que dès l'année suivante et quelque soit le pâturage choisi, celle-ci se stabilisait autour de 0,5 T/Ha soit une valeur tout à fait comparable à une parcelle sous forêt.

Des différences importantes étaient par contre observées pour les ruissellements. Le *Brachiaria ruziziensis* laissant passer un ruissellement double du *Digitaria*.

Le bilan de la dernière campagne 1980 - 1981 est le suivant :

	R mm	% de la pluie	Erosion T/Ha
P1 <i>Panicum maximum</i>	1 369	48	0,4
P2 <i>Brachiaria ruziziensis</i>	1 634	58	0,8
P3 <i>Brachiaria USDA</i>	1 124	40	0,2
P4 <i>Brachiaria decumbens</i>	704	25	0,4
P5 <i>Brachiaria Tanner</i>	1 270	45	0,6
P6 <i>Digitaria swazilandensis</i>	793	28	0,7
P7 <i>Pennisetum merckerii</i>	1 088	38	0,4

Ces résultats comportent ceux de l'année précédente tant pour l'érosion que pour le ruissellement.

On retrouve l'excellent comportement du *Brachiaria decumbens* et du *Digitaria swazilandensis* et au contraire les valeurs élevées observées - près de 60 % de ruissellement - sous *Brachiaria ruziziensis*.

Exportation par les eaux de ruissellement

Pour connaître la part des éléments fertilisants soustraits aux graminées par le ruissellement, nous avons recueilli et fait analyser par l'ORSTOM les eaux après l'apport d'engrais jusqu'à l'épandage suivant.

Ce contrôle des eaux a été répété deux fois.

1^{er} apport : l'engrais a été mis sous la forme suivante :

Pour 200 m² : - 2 Kg de perlurée soit 900 g d'Azote (N)
 - 8 Kg de P.K 15.10 et 0,6 Kg de sulfate
 de potasse soit 1,2 Kg P₂O₅ et 1,09 kg
 K₂O

Le total des pertes est le suivant :

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7
P ₂ O ₅ en g	17	13	6	6	24	6	9
en %	1,4	1,1	0,5	0,5	2,0	0,5	0,8
K ₂ O en g	92	158	64	72	194	108	76
en %	8,4	14,5	5,9	6,6	17,8	9,9	7,0
Mg en g	45	63	20	22	98	37	40
Ca en g	270	333	106	86	413	128	317

L'Azote n'a pu être mesuré, par contre le Magnésium et le Calcium apportés précédemment ou indirectement a été observé.

2^e apport : Pour 200 m² - 2 Kg de perlurée soit 900 g d'Azote (N)
 - 2 Kg de supertriple soit 900 g P₂O₅
 - 1,8 Kg de chlorure de potasse soit
 1080 g de K₂O.

Cet épandage a été suivi le jour même d'une violente averse. Les pertes sont les suivantes (fig.4)

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7
P ₂ O ₅ en g	39	101	174	100	91	127	232
	en %	4,3	11,2	19,3	11,1	10,1	14,1
K ₂ O en g	185	304	228	198	402	300	274
	en %	17,1	28,1	21,1	18,3	37,2	27,8
N en g	232	264	126	130	246	104	252
	en %	25,8	29,3	14,0	14,4	27,3	11,6
Ca en g	269	328	181	128	322	178	304

On constate donc qu'une partie non négligeable d'éléments fertilisants est soustrait à la végétation par le ruissellement.

- Plus d'un quart de l'Azote pour les parcelles P1 - P2 - P5 - P7 entre 10 et 15 % pour P3 - P4 - P6

- Pour la potasse, les pertes sont importantes lors du deuxième apport de 17 à 37 %, un peu moindre la première fois : 7 à 21 %.

- Pour le phosphore, on observe une très nette différence entre les deux apports de 4 à 26 % la deuxième fois, de 0,3 à 1,5 % la première fois.

Le fait d'utiliser une forme facilement soluble du phosphore (supertriple) ajouté au fait qu'il ait plu avant même que l'engrais ne s'incorpore au sol a plus que décuplé le départ de cet élément. Pour le Calcium, on peut tabler sur des départs de 4 à 17 kg à l'hectare (en 90 jrs) et pour le Magnésium de 1 à 5 kg. Une fertilisation plus réduite mais après chaque coupe, ainsi que des engrais sous une forme pas trop soluble semblent être la solution permettant d'économiser les engrais en diminuant les pertes.

4. Conclusions et poursuite de l'étude

S'il est encore trop tôt pour conclure définitivement sur les possibilités de remplacement de la forêt par des pâturages, on peut d'ores et déjà montrer qu'un pâturage bien adapté comme le *Digitaria swazilandensis* ou le *Brachiaria decumbens* n'entraîne pas les premières années la destruction du milieu, alors qu'il assure une production tout à fait satisfaisante, surtout pour ce type de sol. Il importe de continuer les observations sur un nombre d'années suffisant afin de répondre aux exigences des éleveurs sur les possibilités de création d'un écosystème pastoral stable et pérenne.

Fig. 1 : Plan d'installation des Parcelles

- P1 *Panicum maximum*
- P2 *Brachiaria ruzizensis*
- P3 *Brachiaria U.S.D.A.*
- P4 *Brachiaria decumbens*
- P5 *Brachiaria muhica*
"tonner"
- P6 *Digitaria swazilandensis*
- P7 *Pennisetum purpureum*
- PW Parcelle Wischmaier

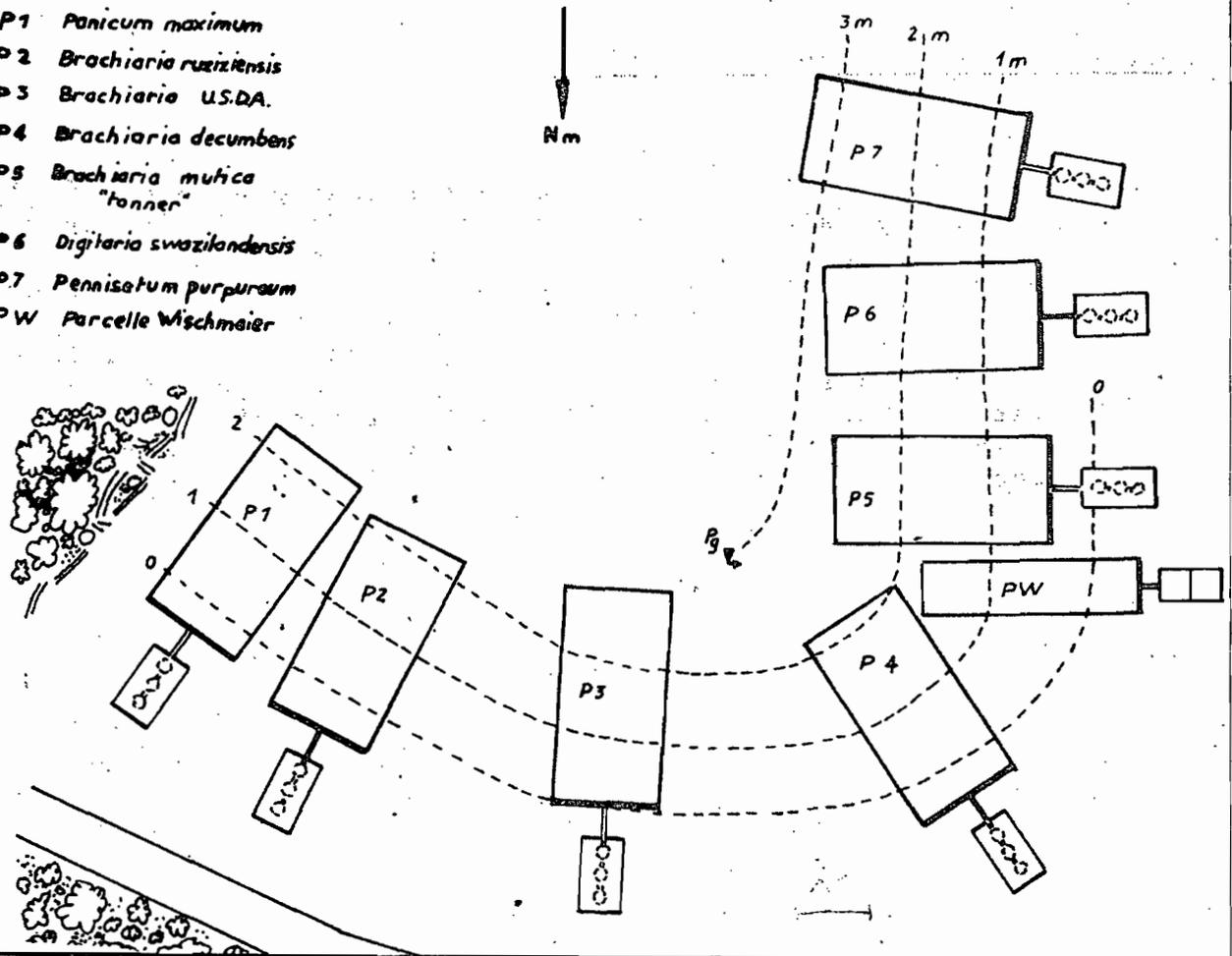


Fig. 2 : Dispositif de mesure

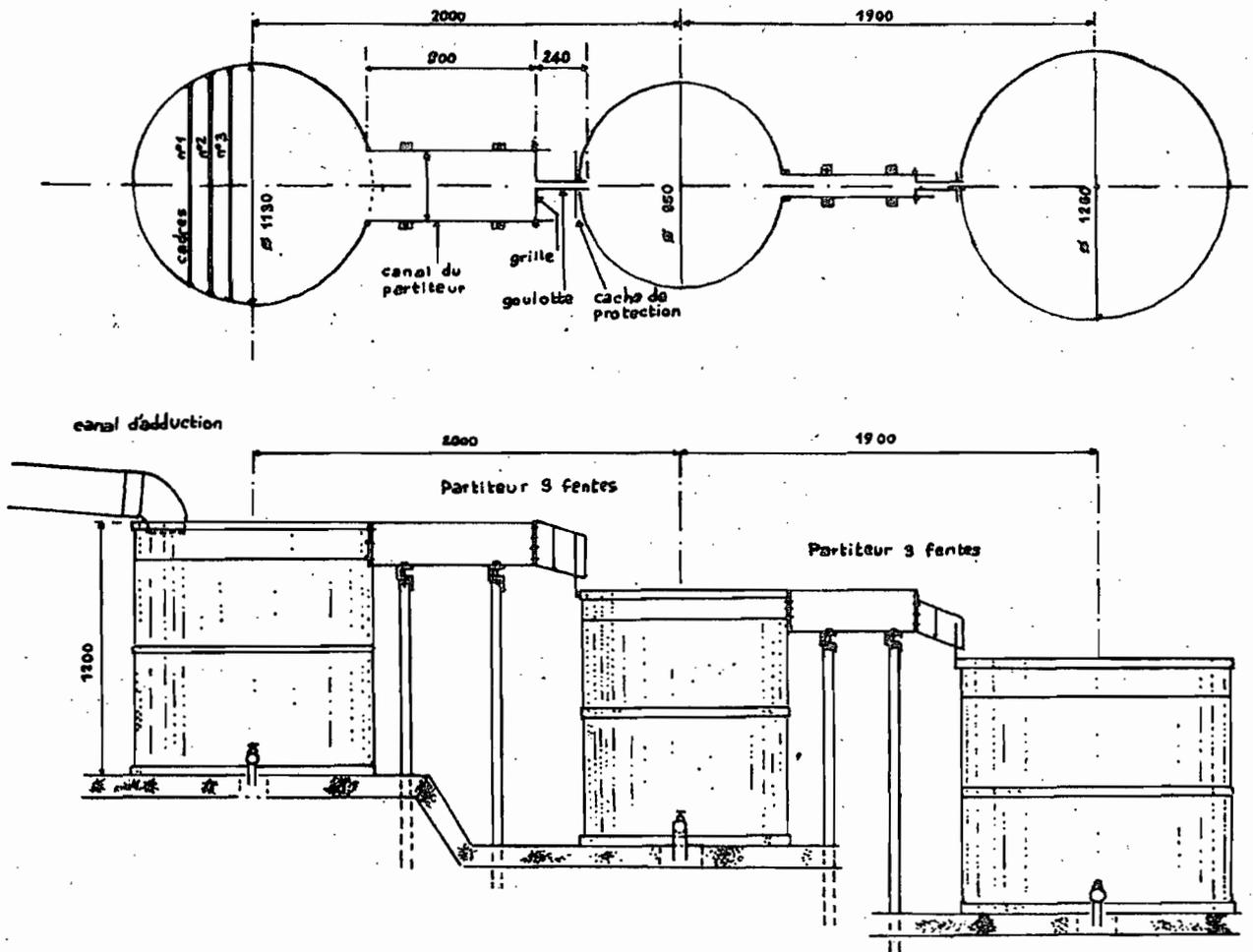


Fig. 3 : Croissance en hauteur des pâturages et pluie décadaire

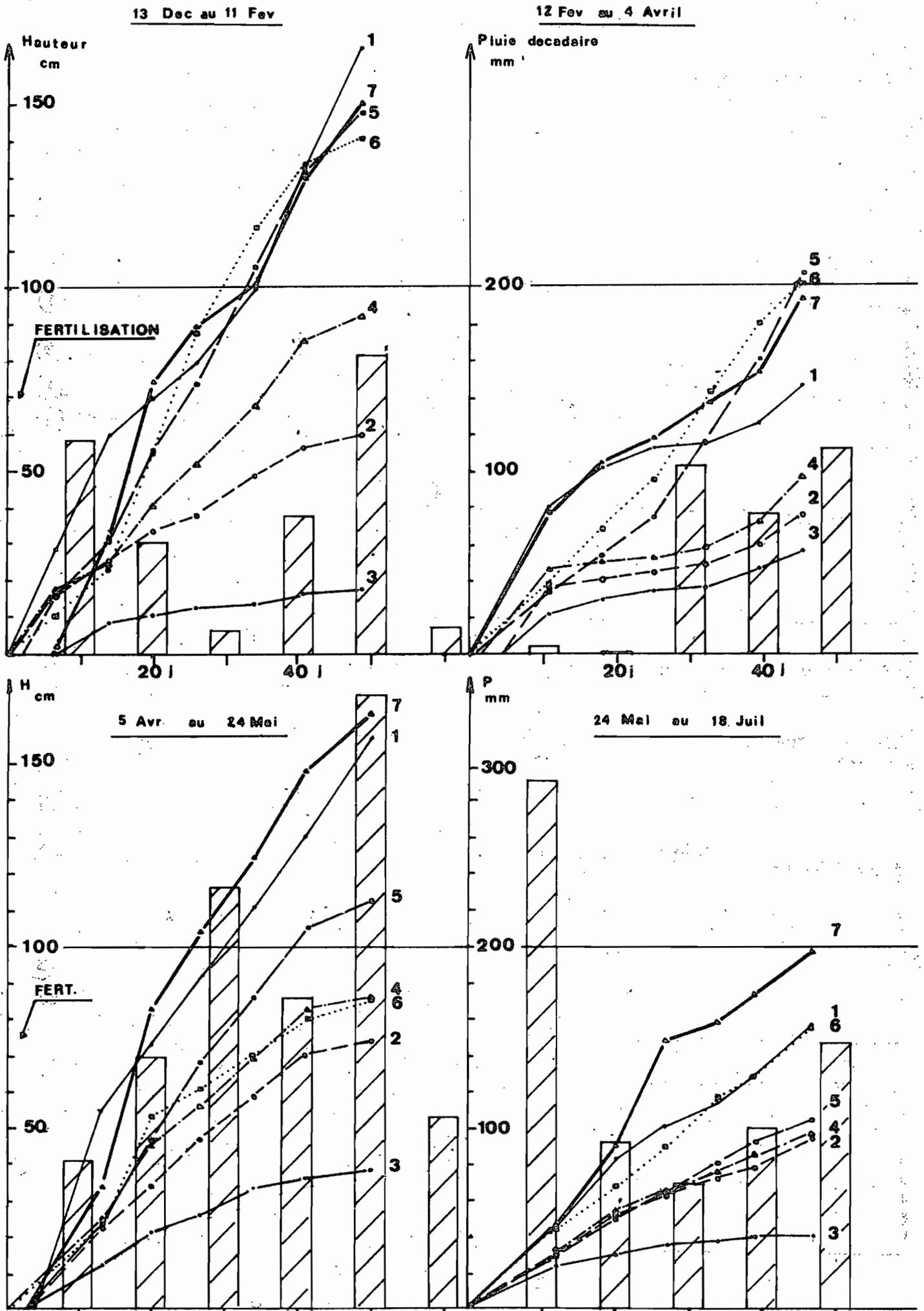
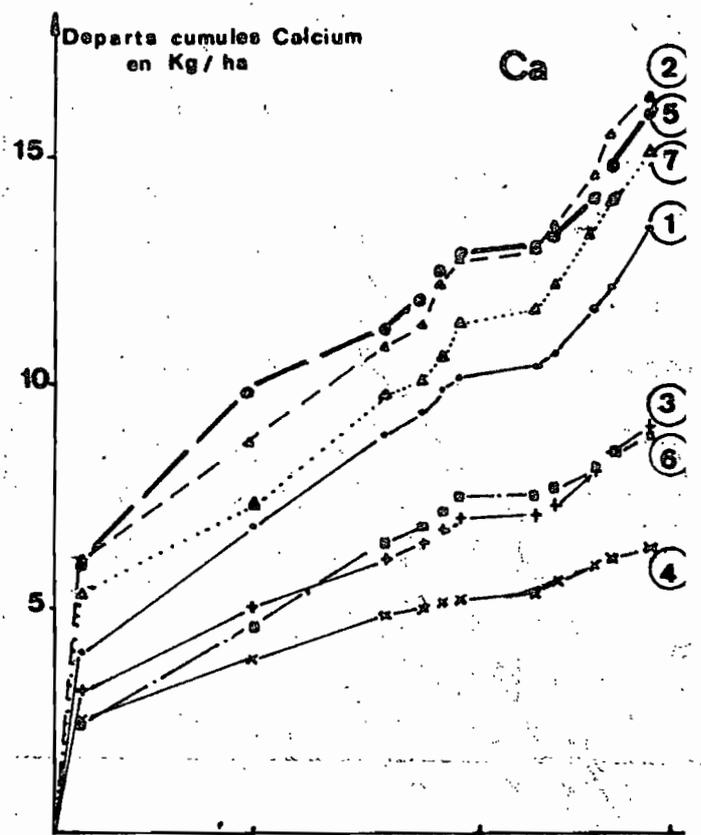
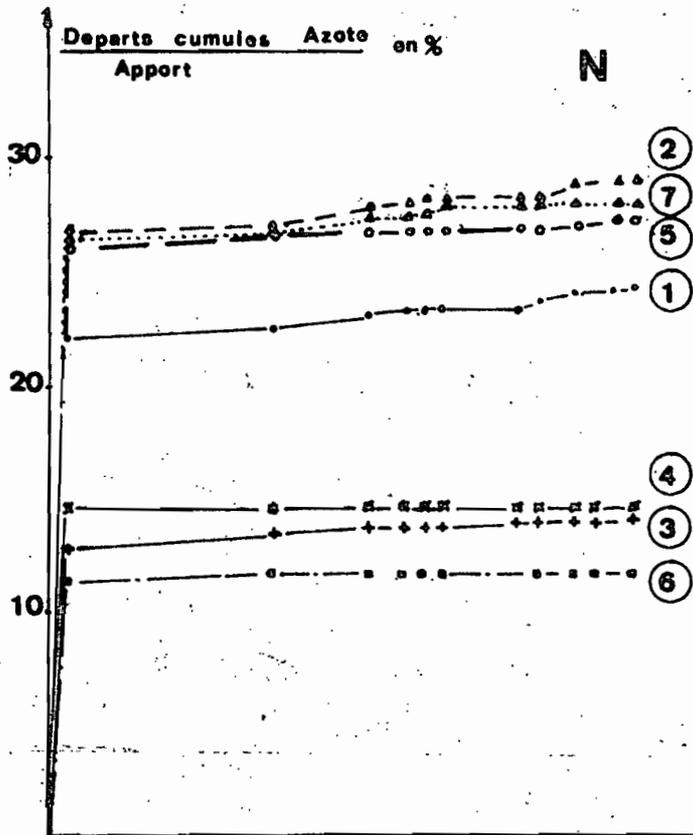
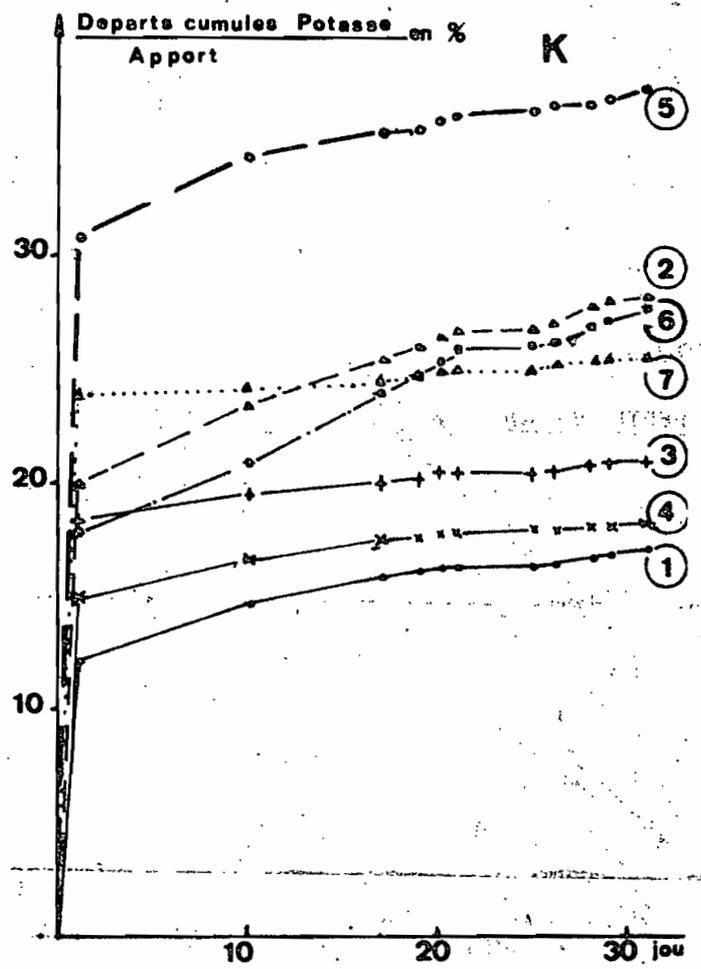
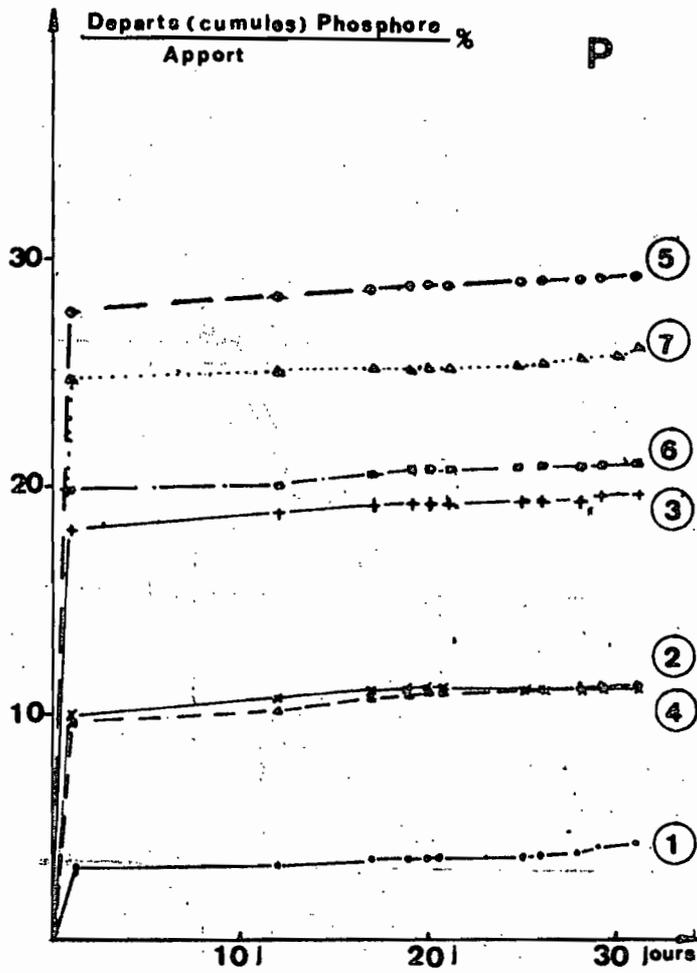
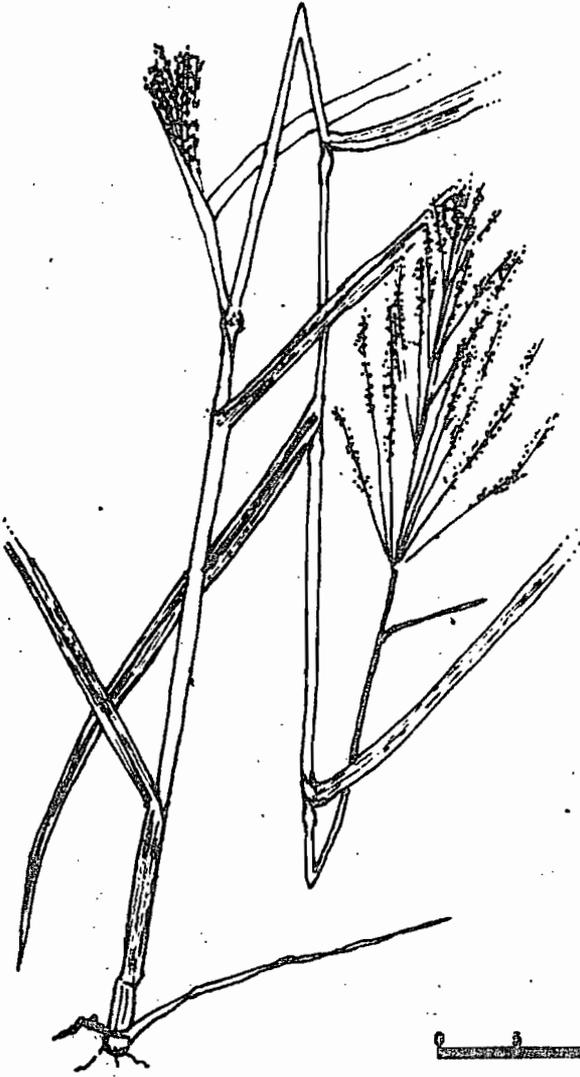


Fig. 4 : Exportation des éléments minéraux
dans les eaux de ruissellement



Panicum maximum



Brachiaria ruziziensis



Brachiaria decumbens



B. USDA

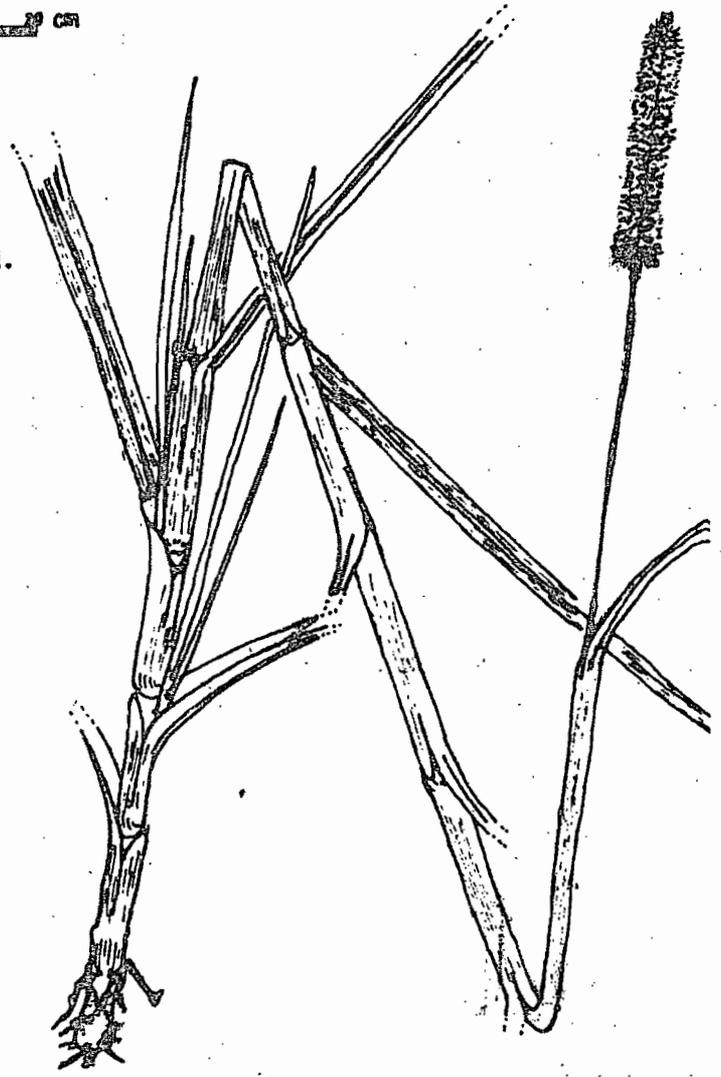
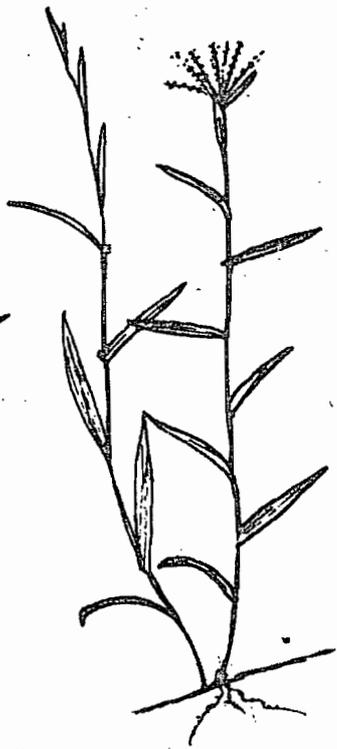
Pennisetum merkerii



Brachiaria tanneri



Digitaria swaziland.



EVOLUTION COMPAREE DES MICROCLIMATS EN COUPE
RASE, SOUS RECRU NATUREL ET SOUS FORET
PRIMAIRE SUR LA PARCELLE ARBOCEL

=====

par

D. FINKELSTEIN

~~CTET~~ Kourou
INRA

I - Introduction

La surface importante couverte par la forêt dense humide en Guyane française (95 % du territoire) montre, s'il en était besoin, que celle-ci constitue l'écosystème climatique pour cette région.

L'équilibre qui s'y perpétue entre la composition floristique, la structure des peuplements et les microclimats atmosphériques et édaphiques peut être bouleversé localement à l'occasion d'un chablis ou à plus grande échelle lors d'une intervention humaine (abattis, coupe papetière).

Bien que la coupe papetière laisse près de 40 % de la biomasse végétale à terre, la modification brutale de l'apport énergétique à proximité du sol va créer des conditions microclimatiques extrêmement défavorables aux espèces forestières sciaphiles et entraîner le développement d'une végétation pionnière héliophile. Après la coupe, microclimat et végétation vont évoluer de façon interactive dans le sens d'une reconstitution du climat initial. Les premières années de recolonisation sont déterminantes dans le devenir de la végétation comme le montrent les études botaniques de FORESTA (1981).
Qu'en est-il au niveau des paramètres microclimatiques ?

Dispositif expérimental

La parcelle arbocel sur laquelle porte cette étude se situe sur la piste de St Elie à 14 km de Sinnamary et a été décrite à plusieurs reprises dans les bulletins précédents.

Le déroulement chronologique de l'installation des postes a été le suivant :

- juillet - août 1976 : exploitation forestière de type papetier
- juillet 1979 : aménagement d'une zone très dégradée (traces de bull, feu accidentel) d'un quart d'hectare en coupe rase en vue de l'installation du poste de plein découvert.
- juin 1980 : installation des trois postes
 - X poste 1 : coupe rase
 - X poste 2 : recru naturel (âgé alors de 4 ans, il correspond au groupement J, stade de régénération le plus évolué, à deux strates hautes, de FORESTA, 1981)
 - X poste 3 : forêt primaire*, placé à plus de 100 m de la lisière de la parcelle arbocel.
- juillet 1980 : premières mesures.

Le tableau 1 récapitule le matériel utilisé et les types de données recueillies.

* Un relevé effectué en mars 1982 sur 400 m² autour du poste permet d'y calculer une densité de 3 300 tiges de plus de 2 cm de DBH à l'ha pour une surface terrière de 46,93 m²/ha. Pour DBH 20 cm, on note 325 ind./ha

Matériel utilisé		Données recueillies	Poste 1	Poste 2	Poste 3
temp. de l'air hors abri bois grand modèle	Thermographe enregistreur	Temp. journalières	oui	oui	oui
	HYgrographe enregistreur	Humidités jour.	oui	oui	oui
	Thermomètre à minimum	Temp. min. hebdo.	oui	oui	oui
	Thermomètre à maximum	Temp. max. hebdo.	oui	oui	oui
	Psychromètres sec et humide	Humid. relative actuelle	oui	oui	oui
	Piche	Pouvoir évaporant air	oui	oui	oui
temp. de l'air hors abri	Indices actinothermiques à 5, 10, 20, 40, 80, 120 et 180 cm au dessus du sol	Temp. min. hebdo. et temp. actuelle à chaque niveau	oui	oui	oui
	Therm. à min. et à max. à - 2cm	Temp. min. et max. hebdo.	oui	oui	oui
temp. dans sol	Psychromètres à -10, -20, -50 et -100 cm	Temp. actuelle	oui	oui	oui
	Thermosondes enregistreur à - 5, - 10 et - 20 cm	Temp. journalières	depuis le 15.12.81	depuis le 15.12.81	non
	Pyranomètre kipp et zonen	Rayonnement global (joule \cdot cm ⁻² \cdot jour ⁻¹)	oui	non	depuis le 4.12.81

Tableau 1 - Matériel utilisé et données recueillies.

II - Résultats

2.1. Conditions atmosphériques

2.11. Température de l'air

L'évolution des températures moyennes mensuelles suit le cycle des saisons, (tableau 2), les températures les plus élevées étant notées durant la saison sèche (Août à Novembre). Les deux pics d'avril et septembre correspondent aux deux passages du soleil au zénith. Quelques données aberrantes non prises en compte masquent probablement le phénomène en septembre au poste 2.

Paramètre	Poste	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Température maximum moyenne	1	29.1	28.3	30.1	29.9	29.6	29.5	30.6	31.3	31.8	31.6	31.4	29.3	30.0
	2	28.4	27.6	29.2	29.0	28.2	28.3	29.0	30.0	30.9	31.0	31.4	28.2	29.0
	3	27.1	26.4	27.4	27.2	26.6	26.3	26.7	28.0	28.6	28.7	28.3	26.6	27.0
	1-2	0.7	0.7	0.9	0.9	1.4	1.2	1.6	1.3	0.9	0.6	1.0	1.1	1.0
	2-3	1.3	1.2	1.8	1.8	1.3	2.0	2.3	2.0	2.3	2.3	2.1	1.6	1.0
Temp. maxi. absolue	1	30.4	30.8	31.6	32.1	31.3	31.8	33.5	32.8	33.1	33.0	33.5	32.0	33.0
	2	29.7	30.2	30.7	31.0	30.5	29.6	30.9	31.3	32.0	33.0	32.5	30.5	33.0
	3	28.1	28.0	28.7	29.0	28.5	28.1	28.6	29.2	29.5	29.5	30.2	28.5	30.0
Température minimum moyenne	1	21.5	22.2	21.2	22.5	22.1	21.8	20.6	21.6	21.3	21.2	21.6	21.9	21.0
	2	21.8	22.4	21.5	22.9	23.0	22.1	21.4	22.4	21.7	22.0	22.0	22.3	22.1
	3	22.0	22.5	21.8	23.1	22.7	22.5	21.5	22.1	22.3	21.9	22.1	22.2	22.0
	2-1	0.3	0.2	0.3	0.3	0.9	0.3	0.8	0.8	0.4	0.8	0.4	0.4	0.0
	3-2	0.2	0.1	0.3	0.2	-0.3	0.4	0.1	-0.3	0.6	-0.1	0.1	-0.1	0.0
Temp. mini. absolue	1	19.5	20.2	18.7	21.0	20.5	19.9	19.1	20.6	20.2	20.2	19.5	20.2	19.0
	2	20.0	20.6	19.6	21.5	21.4	19.9	19.8	21.5	19.5	20.5	21.0	21.0	19.5
	3	20.5	21.1	20.2	22.0	21.6	21.2	20.0	20.1	21.0	20.0	21.5	20.0	20.0
Température moyenne	1	25.3	25.2	25.7	26.3	25.9	25.6	25.6	26.5	26.6	26.4	26.5	25.6	25.0
	2	25.1	25.0	25.4	26.0	25.6	25.4	25.2	26.2	26.3	26.5	26.1	25.2	25.0
	3	24.6	24.5	24.6	25.2	24.7	24.4	24.1	25.1	25.5	25.3	25.2	24.4	24.0
	1-2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	-0.1	0.4	0.4	0.0
	2-3	0.5	0.5	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	0.8	1.2	0.9	0.8	0.0

Tableau 2 . Quelques paramètres thermiques mensuels et annuels sous abri pour les 3 postes en 1981.
(1 : plein découvert, 2 : recru naturel, 3 : forêt primaire)

« L'évolution des températures moyennes sous le recru est pratiquement calquée sur celle du plein découvert (écart 1-2 ne dépassant pas 0.4°C). Les écarts entre les 3 postes vis-à-vis de ce paramètre montrent nettement que le recru naturel est plus proche du plein découvert que de la forêt primaire. Les différences sont dues essentiellement au paramètre température maximale (tableau 2), le phénomène étant par ailleurs plus marqué en saison sèche (Sept. Oct. 1980, Mars 1981, Sept. Oct. 1981) qu'en saison des pluies (fig.1 et 2).

« Pour les 3 postes les variations nyctémérales les plus faibles sont observées durant la saison des pluies et les plus importantes durant la saison sèche (tableau 3).

	1 : Plein découvert	2 : Recru	3 : Forêt primaire
Var. nycth. min. (27-4-81)	2,4°C	2,4°C	1,1°C
Var. nyct. max. (26.9.80)	12,5°C	11,8°C	8,3°C

Tableau 3. Variations nyctémérales extrêmes observées depuis l'installation des postes.

Ici encore le poste 2 est plus proche du poste 1 que du poste 3.

« Enfin, toujours au niveau journalier, les exemples de la figure 3 font apparaître un décalage entre les postes dans l'apparition des maxima thermiques. Ainsi, sans tenir compte d'un passage nuageux à 12 H. qui n'a masqué que le poste 1, on observe pour une journée couverte un retard d'une heure du poste 3 sur les postes 1 et 2, et pour une journée ensoleillée un retard de 2 heures du poste 2 sur le poste 1 et de 2 heures également du poste 3 sur le poste 2. Ces valeurs ponctuelles ne sont données qu'à titre indicatif mais il est évident qu'une fermeture croissante du couvert végétal entraîne une réaction de plus en plus lente et tamponnée vis-à-vis des événements extérieurs.

2.12. Humidité relative et pouvoir évaporant de l'air

L'humidité relative maximale est un paramètre quasiment constant et, dans tous les cas, est proche de la saturation (tableau 4). De la même manière que pour le facteur température ce sont donc les valeurs diurnes (humidité relative minimale) qui différencient le mieux les 3 postes. Les plus faibles valeurs apparaissent au cours de la saison sèche (Sept.-Oct.-Nov.).

	Paramètre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Poste 1 Plein découvert	HR max. %	99.6	99.6	99.5	99.5	99.7	99.1	99.6	99.8	99.8	99.8	99.6	99.6	99.5
	HR min. %	79.0	84.2	73.3	82.1	83.2	80.0	72.0	71.6	64.4	69.3	68.9	81.5	75.8
	HR moy. %	89.3	91.9	86.5	90.8	91.4	89.5	85.8	85.2	82.1	84.5	84.2	90.5	87.6
	Piche	43.4	23.2	53.4	29.1	39.2	26.6	32.9	43.8	53.5	52.5	43.8	29.5	470.9
Poste 2 recru naturel	HR max. %	99.6	99.5	99.6	99.8	99.7	99.2	99.6	99.6	99.7	99.8	100.0	99.5	99.6
	HR min. %	80.6	85.2	74.1	83.0	84.0	82.3	74.9	70.6	65.5	70.4	70.3	81.9	76.9
	HR moy. %	90.1	92.3	86.8	91.4	91.8	90.7	87.2	85.1	82.6	85.1	85.1	90.7	88.2
	Piche mm	25.7	14.8	33.9	19.6	15.6	15.2	18.4	25.5	33.5	36.2	30.6	17.4	286.4
Poste 3 Forêt primaire	HR max. %	99.6	99.2	99.7	100.0	99.9	99.6	99.8	98.6	99.4	99.6	99.7	99.7	99.6
	HR min. %	81.7	86.5	77.2	88.0	89.9	88.2	81.3	75.9	70.4	75.8	76.7	87.6	81.6
	HR moy. %	90.6	92.8	88.4	94.0	94.9	93.9	90.5	87.2	84.9	87.2	87.7	93.1	90.4
	Piche mm	29.9	11.2	30.1	13.0	9.6	16.3	11.7	19.0	22.3	22.9	19.2	10.9	216.

tableau 4. Valeurs moyennes mensuelles des humidités relatives maximales, minimales, moyennes et du piche sous abri (Année 1981).

On peut noter une nouvelle fois que les valeurs obtenues sous le recru se rapprochent davantage de celles du plein découvert que de celles de la forêt primaire.

Par contre, l'inverse est observé au niveau des valeurs d'évaporation du piche. Les évaporations mesurées sous le recru et sous la forêt primaire correspondent respectivement à 60,8 % et 45,9 % de l'évaporation en plein découvert. Cette plus grande similitude entre recru et forêt primaire ne pouvant être imputée ni au facteur température ni au facteur humidité relative, le phénomène est certainement lié à une chute sensible de la ventilation sous le recru par rapport au plein découvert.

La liaison existant entre le déficit de saturation moyen mensuel* et l'évaporation mensuelle du piche (fig.4) va également dans le sens d'un éloignement du poste 2 vis-à-vis du poste 1.

* Déficit de saturation moyen = (100 - HR moy. %)

2.13. Rayonnement global

~ la comparaison du rayonnement global mesuré à 1,50 m du sol entre la forêt primaire et la coupe rase porte sur 100 journées de mesure du 05.12.81 au 15.03.82.

Les valeurs du plein découvert oscillent entre 346 et 2198 joule \cdot cm⁻² \cdot jour⁻¹ alors que les valeurs sous forêt primaire s'étalent de 6 à 73 joule \cdot cm⁻² \cdot jour⁻¹. Le tableau 5 fournit les moyennes décennales du rayonnement global aux postes 1 et 3 depuis l'installation des pyranomètres.

~ L'éclairement relatif à 1,50 m du sol sous forêt est fonction de la valeur du rayonnement incident (fig.5). Pour des valeurs de celui-ci comprises entre 300 et 1300 joule \cdot cm⁻² \cdot jour⁻¹ on note une augmentation régulière de l'éclairement relatif. Au-delà de 1300 joule \cdot cm⁻² \cdot jour⁻¹ le pourcentage de rayonnement incident arrivant sous forêt semble se stabiliser autour d'une valeur moyenne de 2,7 %.

Cette évolution de l'éclairement relatif en fonction du rayonnement incident apparaît en opposition avec le fait couramment admis que l'extinction du rayonnement global est plus forte par temps clair que par temps couvert (CHARTIER 1966; in AUSSENAC et DUCREY 1977). Nous n'avons pour l'instant pas trouvé de justificatif à cette divergence.

2.14. Estimation de l'ETP climatique.

Les données recueillies au poste 1 devraient permettre plusieurs types de calcul de l'ETP climatique (formule de TURC, THORNTWAITE, BOUCHET).

FOUGEROUZE (1966) préconise, après divers tests, la formule de Bouchet (piche corrigé) comme étant la mieux adaptée au climat guyanais. Toutefois le calcul à l'aide de cette formule nous amène, en ce qui concerne Arbocel, à une valeur de l'ordre de 950 mm qui est de toute évidence inférieure à la valeur réelle. ROCHE (1980) estime en effet, à partir de bilan hydrologique de bassin versant, l'ETR à 1470 mm.

La formule de Thorntwaite a la propriété de tamponner exagérément les variations mensuelles mais la valeur annuelle donne généralement une bonne estimation de l'ETP annuelle. On trouve ainsi pour Arbocel une valeur de 1517 mm pour l'année 1981.

2.2 Conditions édaphiques

Les températures actuelles à - 10cm et - 20 cm ne sont pas relevées systématiquement à la même heure d'une période sur l'autre et tracer leur évolution saisonnière n'aurait aucun sens. Seules les températures maximales et minimales à - 2 cm du sol vis-à-vis des températures de l'air (comme le montrent les coefficients de corrélation du tableau 6), allant jusqu'à une absence de liaison significative à - 20 cm.

Poste		Plein découvert (1)			Forêt primaire (3)		
Mois	Décade	1	2	3	1	2	3
	Sept.	1980			2066		
Oct.	1980	1955	1885	1818			
Nov.	1980	1960	1502	1489			
Déc.	1980	1239	1509	1562			
Jan.	1981	1348	1524	1541			
Fév.	1981	1210	1239	1082			
Mar.	1981	1427	1900	2022			
Avr.	1981	1518	1230	1439			
Mai.	1981	1394	1514	1245			
Juin	1981	1568	1236	1585			
Juil.	1981	1702	1781	1615			
Août	1981	1765	1896	1825			
Sep.	1981	1982	2008	1879			
Oct.	1981	1865	1858	1978			
Nov.	1981	1731	1772	1724			
Déc.	1981	1349	1208	1329		28	33
Jan.	1982	1184	1354	1485	26	35	43
Fév.	1982	970	1379	1456	24	40	44
Mars	1982	1584	1260	1072	44	29	26

Tableau 5. Moyennes décadaires du rayonnement global (en J. cm⁻². jour⁻¹) aux postes 1 et 3.

Profondeur	Plein découvert		Recru naturel	
	Amplitude (°C)	r	Amplitude (°C)	r
5 cm	28,5 / 37,0 (signif.1%)	0.775	23,7 / 26,5 (signif.1%)	0.521
10 cm	28,0 / 38,0 (signif.1%)	0.756	23,7 / 26,0 (signif.1%)	0.559
20 cm	26,5 / 29,0 (signif.1%)	0.594	24,0 / 25,5 (non signif.)	0.193

Tableau 6. Amplitudes des températures journalières maximales à différentes profondeurs et coefficient de corrélation avec les températures journalières maximales de l'air sous abri.

III Conclusion

L'analyse comparative des données de postes météo installés en coupe rase, sous recru naturel et sous forêt primaire a permis de définir le recru comme un milieu au microclimat original, intermédiaire entre les 2 extrêmes considérés.

Les caractéristiques atmosphériques sont encore proches de la coupe rase à l'exception du pouvoir évaporant de l'air (lié certainement à un abaissement de la ventilation) alors que ses caractéristiques édaphiques ont déjà amorcé, 5 ans $\frac{1}{2}$ après la coupe papetière, un net retour vers les conditions du climat initial. Ce dernier point permet de mieux comprendre la présence précoce d'espèces forestières sous le recru de type J (de FORESTA, 1981) dont il faut cependant rappeler qu'il correspond actuellement au stade le plus avancé de la régénération.

BIBLIOGRAPHIE

- =====
- AUSSENAC G., DUCREY M., 1977, Etude bioclimatique d'une futaie feuillue de l'est de la France. I. : Analyse des profils microclimatiques et des caractéristiques anatomiques et morphologiques de l'appareil foliaire, Ann.Sci.Forest., 34, 4, pp. 265-284.
- de FORESTA H., 1981. Premiers temps de la régénération naturelle après exploitation papetière en forêt tropicale humide, Thèse 3^e cycle, Académie Montpellier, USTL, 114 pages.
- FOUGEROUZE J. 1966. Quelques problèmes de bioclimatologie en Guyane française, l'Agronomie Tropicale, n°3, pp.291-345
- ROCHE M.A., 1980. Comportements hydrologiques comparés et érosion de l'écosystème forestier tropical humide à ECEREX en Guyane, ORSTOM.

temp. max. (°C)

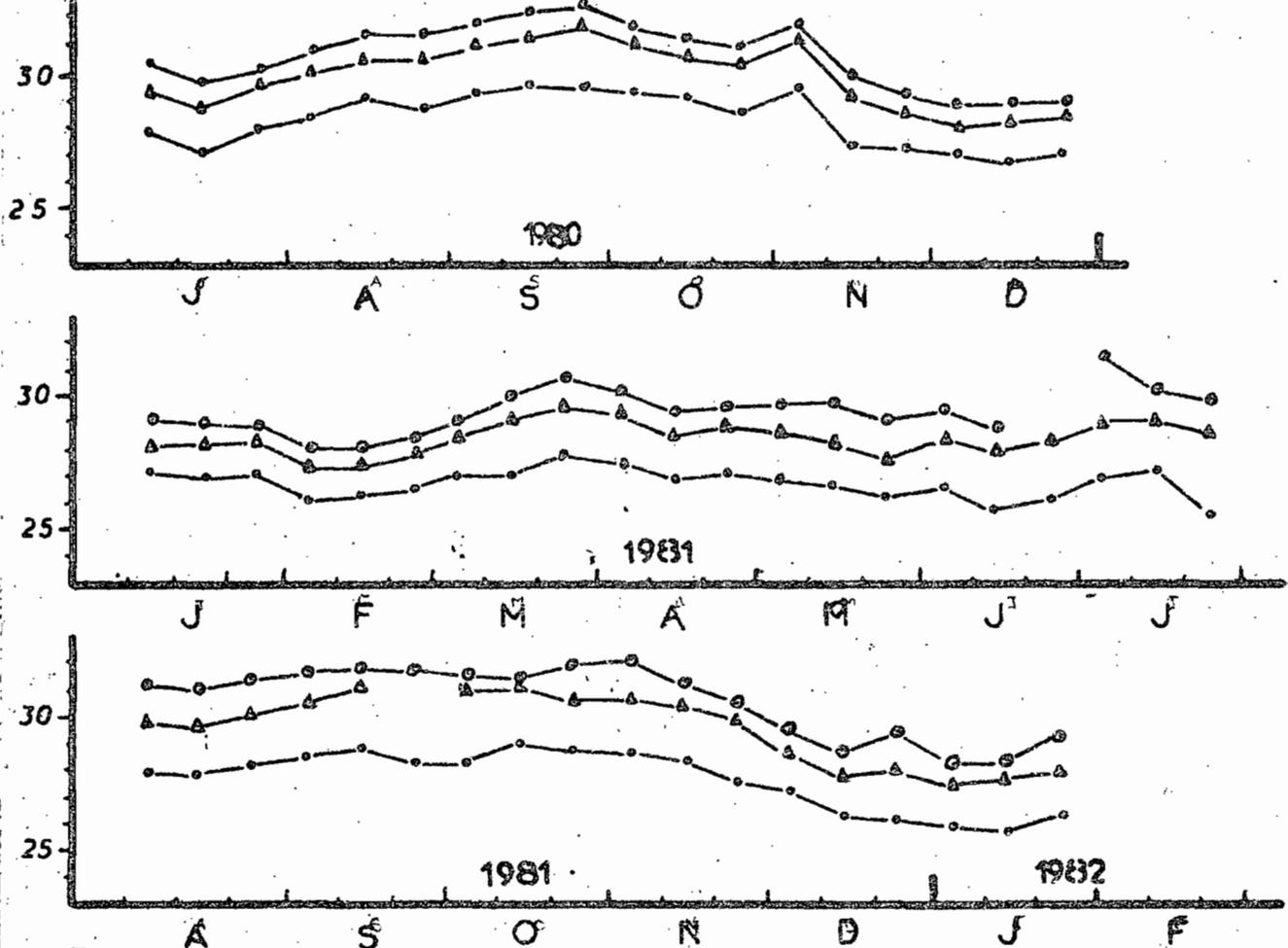


Figure 1. Evolution saisonnière des températures maximales sous abri (moyennes décennales)
 plein découvert : ○—○ , recru : ▲—▲ , forêt primaire : ●—●

temp. min. (°C)

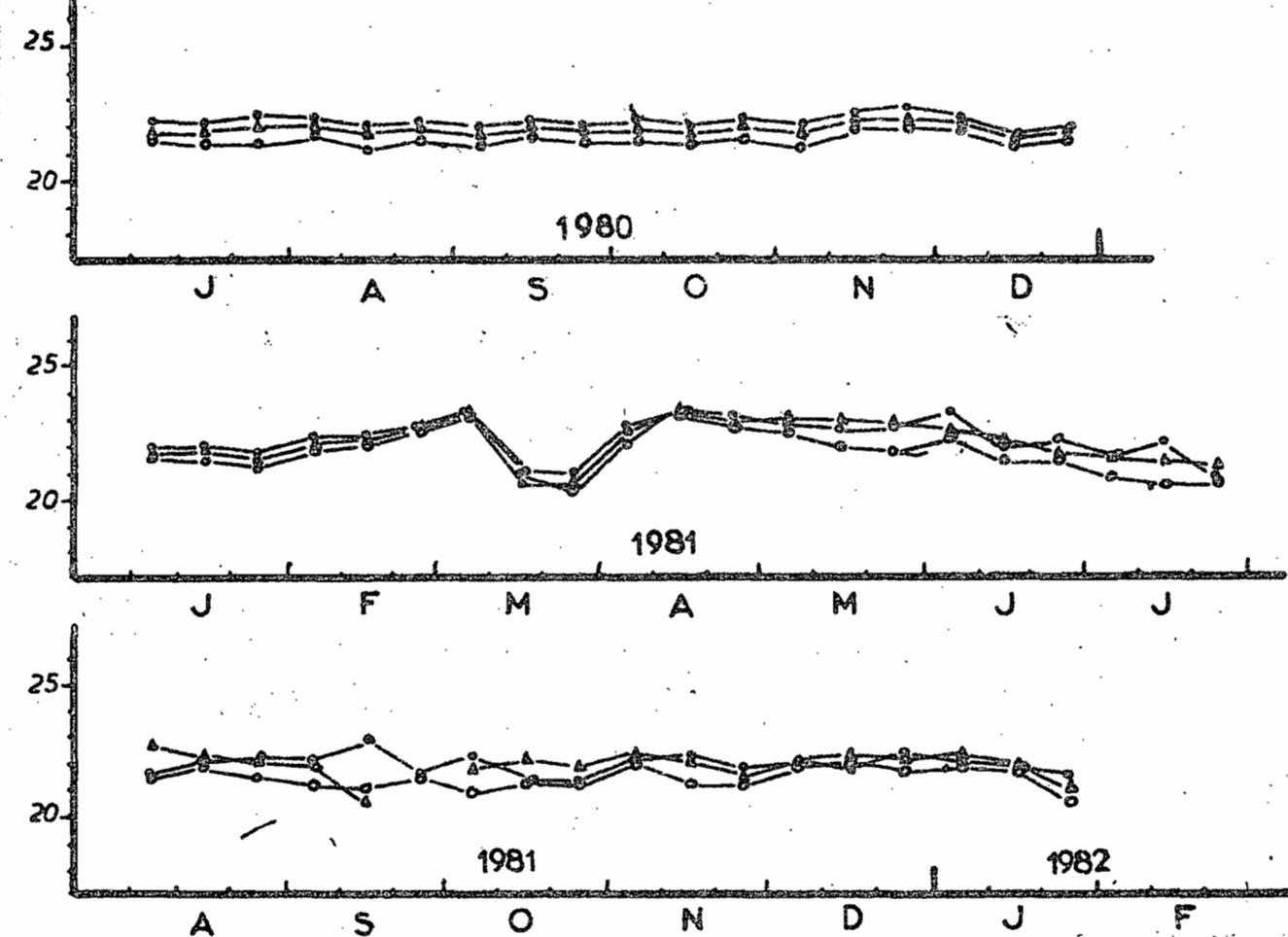


Figure 2. Evolution saisonnière des températures minimales sous abri (moyennes décennales)

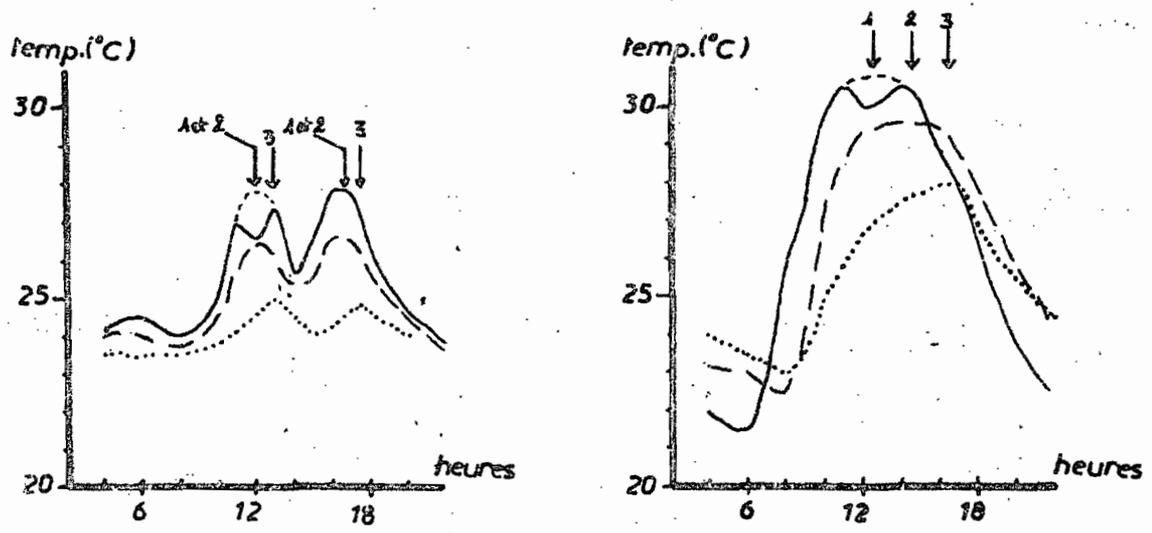


Figure 3. Exemples d'évolution journalière des températures : a- par temps couvert b- par temps clair

— : plein découvert, - - - : recru, : forêt primaire

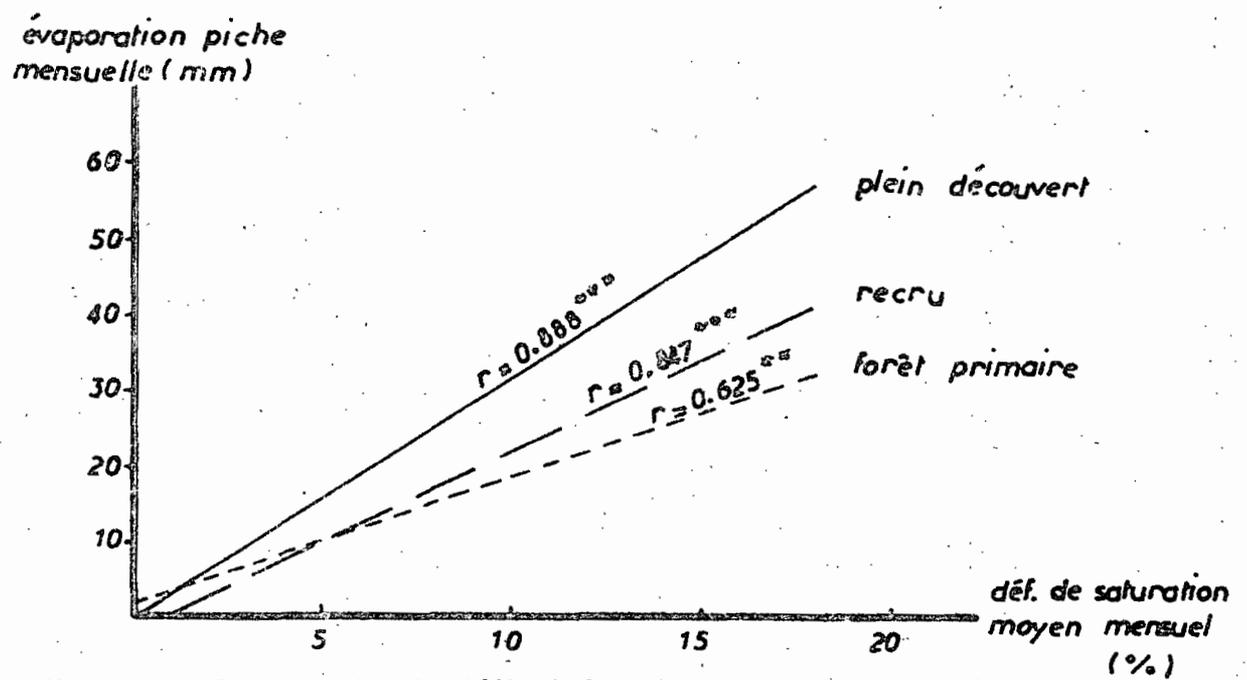


Figure 4. Relation entre le déficit de saturation moyen mensuel et l'évaporation mensuelle du piche

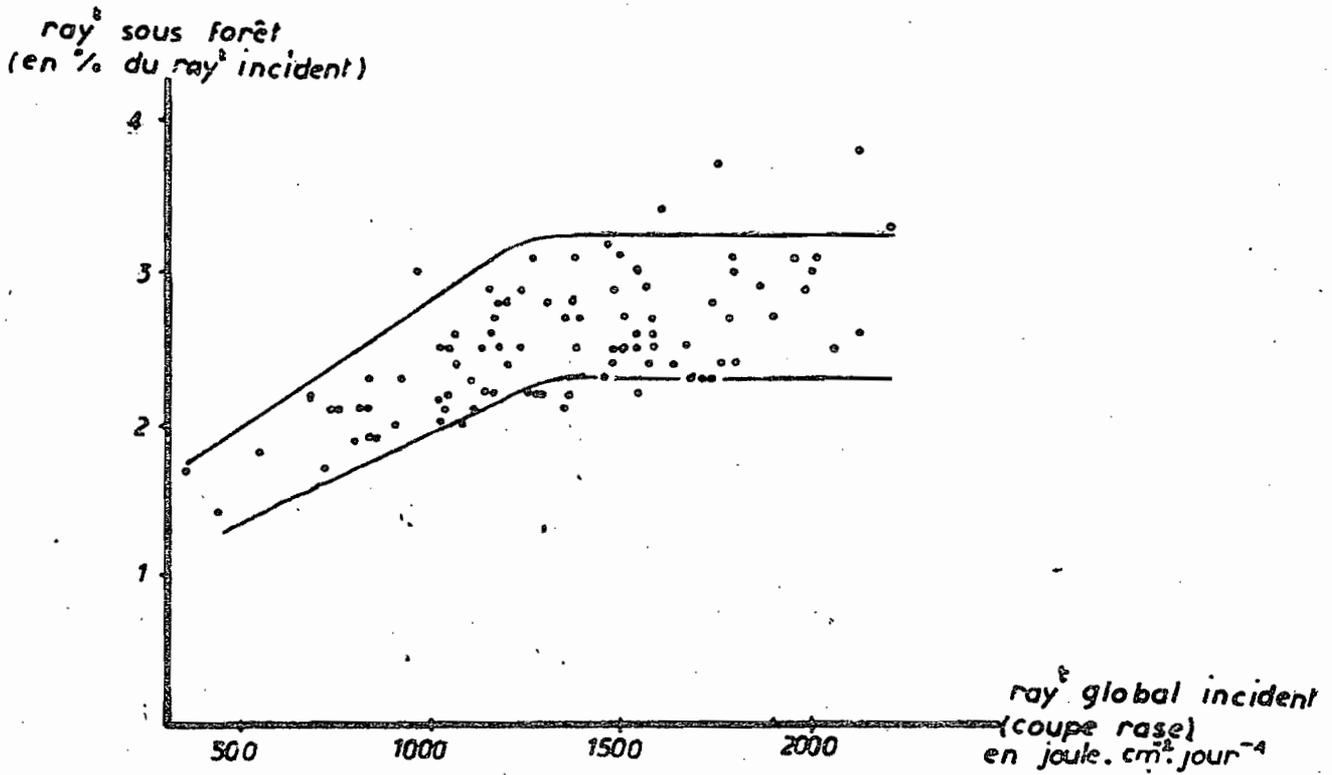


Figure 5. Relation entre rayonnement global incident et éclaircissement relatif mesuré à 1,50m du sol

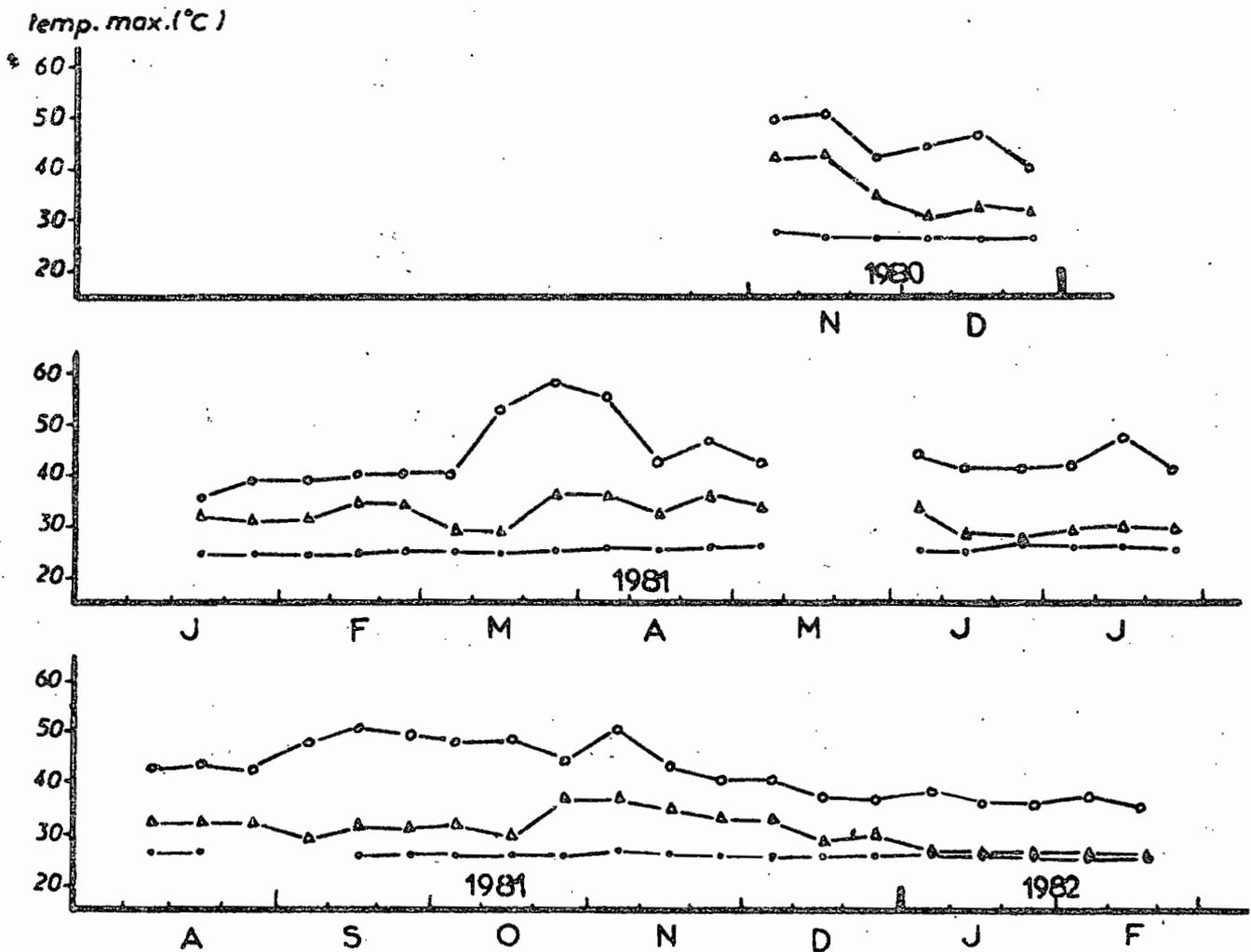


Figure 6. Evolution saisonnière des températures maximales à -2 cm dans le sol (moyennes décadaires)
 ○—○ : plein découvert, △—△ : recru, ◻—◻ : forêt primaire

ÉVOLUTION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE EN
MILIEU FORESTIER GUYANAIS

=====

par

J.F. TURENNE
ORSTOM Fort de France

Deux bassins versants sont analysés en milieu ferrallitique guyanais, sur schistes du socle précambrien. Le bassin (A) est un bassin à dynamique de l'eau latérale, à drainage vertical bloqué dès 50 cm de profondeur. Le bassin (C) est un bassin à dynamique de l'eau verticale et profonde.

Ces bassins (R. BOULET, 1981) se caractérisent par un assemblage de volumes pédologiques caractéristiques. Les sols du bassin (A), à dynamique de l'eau latérale et superficielle montrent en surface un horizon gravillonnaire nodulaire, reposant sur un horizon rouge, sec au toucher, à lithoreliques peu ou pas indurées. On reconnaît en profondeur des volumes de roche mère (schiste) à structure conservée au sein d'un matériau d'altération, toujours sec au toucher.

Les sols du bassin (C), à dynamique de l'eau verticale et profonde sont épais ; un horizon A à nodules dispersés, à porosité tubulaire très développée, repose sur un horizon B à micro-agrégats, à nodules jointifs. Cet ensemble surmonte un horizon B rouge, compact, à structure polyédrique et à éléments de roche mère schisteuse conservés.

Le bilan hydrique (tableau 1) traduit la dynamique de l'eau de la couverture pédologique, dans les deux situations.

Tableau 1 : Distribution des termes du bilan hydrique
(M. ROCHE, 1979)

	Pluie	Evapotranspiration	Ruissellement	Ecoulement retardé	Infiltratio
Bassin (A)	3740 mm	46 %	19 %	8 %	27 %
Bassin (C)	3510 mm	46 %	7 %	8 %	40 %

I - MATERIEL ET METHODES -

La matière organique totale est analysée dans l'horizon de surface (0 - 10 cm) pour différentes situations (sols de haut de pente, ou replat sommital, sols de mi-pente et bas de pente), sous forêt et après défrichage. On dose successivement les formes du carbone (carbone total, acides fulviques, acides humides, fraction non extraite ou humide) obtenus par une extraction à épuisement en milieu alcalin et les formes de l'azote obtenues par une hydrolyse acide (HCl 6N, BREMNER, 1967) (azote aminé, hexosamine, amidé et ammoniacal) (azote hydrolysable).

Une extraction par la soude tamponnée au tétraborate de sodium, extrait les complexes organo-métalliques les plus mobiles.

Les différences de mise en valeur pâturage en bassin (A), arbres fruitiers et sol nu en bassin (C) limiteront d'autant les interprétations.

II - LES FORMES DU CARBONE

A - Sous forêt :

a) Distribution du carbone total :

Les sols des bassins à drainage vertical se caractérisent (fig. 1) par un taux élevé de matière organique, plus élevé dans la partie supérieure du relief (tiers supérieur de pente, haut de pente), diminuant ensuite en bas de pente.

Les sols des bassins à drainage bloqué présentent des teneurs inférieures à celles observées pour les bassins à drainage vertical, (BOULET, op.cit.) sans variation significative le long de la pente.

Les teneurs en carbone augmentent fortement en fin de saison des pluies, augmentation qui coïncide avec l'augmentation de la litière notée à cette période (de l'ordre de 600 kg/ha/mois en mai et juin, de 1200 kg/ha/mois en juillet et août, période du 2ème prélèvement) (PUIG, 1979). Ces variations sont notées à la fois pour les bassins (A) et (C).

Les différences de teneur entre les deux bassins sont également notées dans le profil de sol.

b) Distribution des formes du carbone : (tableau 2)

Une répartition simple des formes du carbone, ramenée aux acides fulviques, acides humiques et fraction non extraite, ou humine, montre une forte proportion d'extrait humique en bassin (A), avec des teneurs élevées dans l'horizon nodulaire et au sommet de l'horizon compact essentiellement sous la forme d'acides fulviques.

Le bassin (C) se caractérise par des taux d'extraction humique voisins pour tous les horizons, et une augmentation progressive des formes humiques dans l'horizon (B) à micro-agrégats. L'horizon (B) rouge compact est plus riche en acides fulviques, à distribution plus profonde.

B - Après défrichage :

Le défrichage se traduit, dans les deux stations observées, par une diminution du taux de carbone de l'horizon de surface (fig. 1). Cette diminution est localisée aux 3,5 cm supérieurs (BETSCH et al., 1981). Elle affecte davantage les formes fulviques et l'humine : on constate en effet une augmentation, relative et absolue des formes humiques. Le rapport C/N de l'humine, diminue également, traduisant une disparition progressive des fractions fraîches incorporées dans cette fraction. Le rapport C/N global augmente par contre sensiblement, après la mise en culture. L'amplitude des variations est plus forte en bassin (C).

EVOLUTION DES FORMES DU CARBONE

La comparaison des rapports acides fulviques/acides humiques (AF/AH) et acides humiques/carbone total (AH/C),

Distribution des formes du carbone (C.‰)

	Profondeur cm	C Total ‰	Extrait Humique	Acides Fulviques carbone ‰	Acides Humiques	Taux Extraction %
<u>Bassin C, haut de pente</u>						
Horizon A 11	0-5	56,38	20,58	18,2	2,4	36,5
Horizon A 12	5-20	40,26	12,34	10,9	1,4	30,6
	20-40	21,15	9,2	6,21	3,0	43,5
Horizon B à microagrégats	70	12,26	4,74	4,72	4	43,2
<u>Bassin A, haut de pente</u>						
A 11	0-5	37,77	15,14	13,04	2,1	40,07
Horizon à concentration nodulaire	5-20	20,81	11,76	7,7	4,1	56,51
	30-40	12,38	5,27	3,76	1,6	42,58
Sommet de l'horizon B compact	50-70	10,97	7,68	7	4	69,88
Horizon rouge compact	100	7,77	2,40	2,4	4	30,89

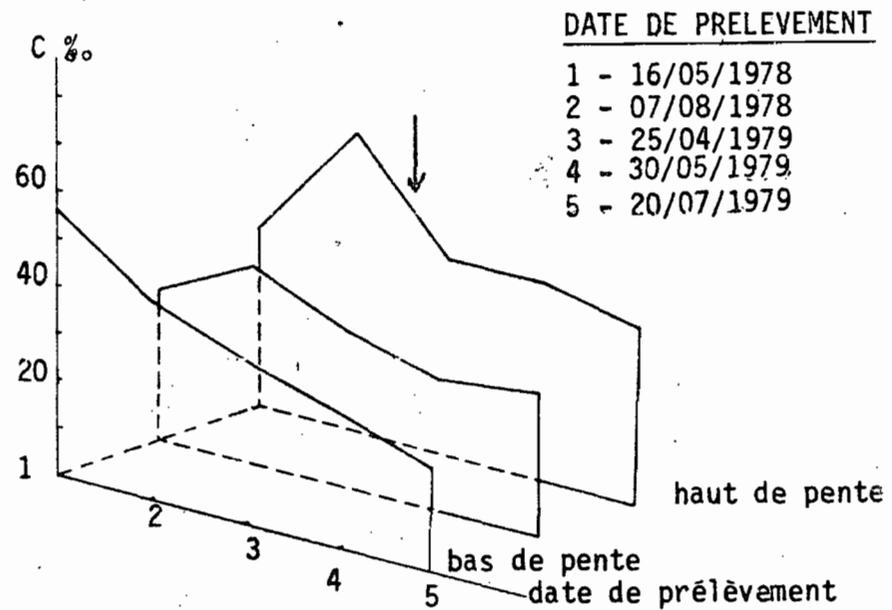
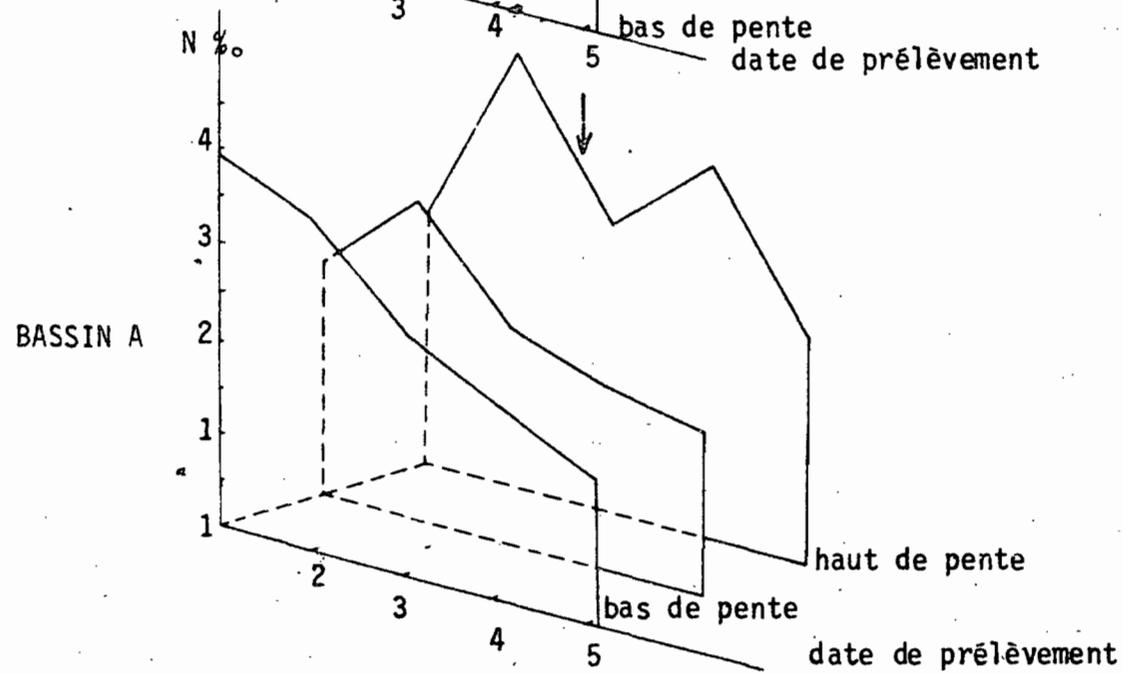
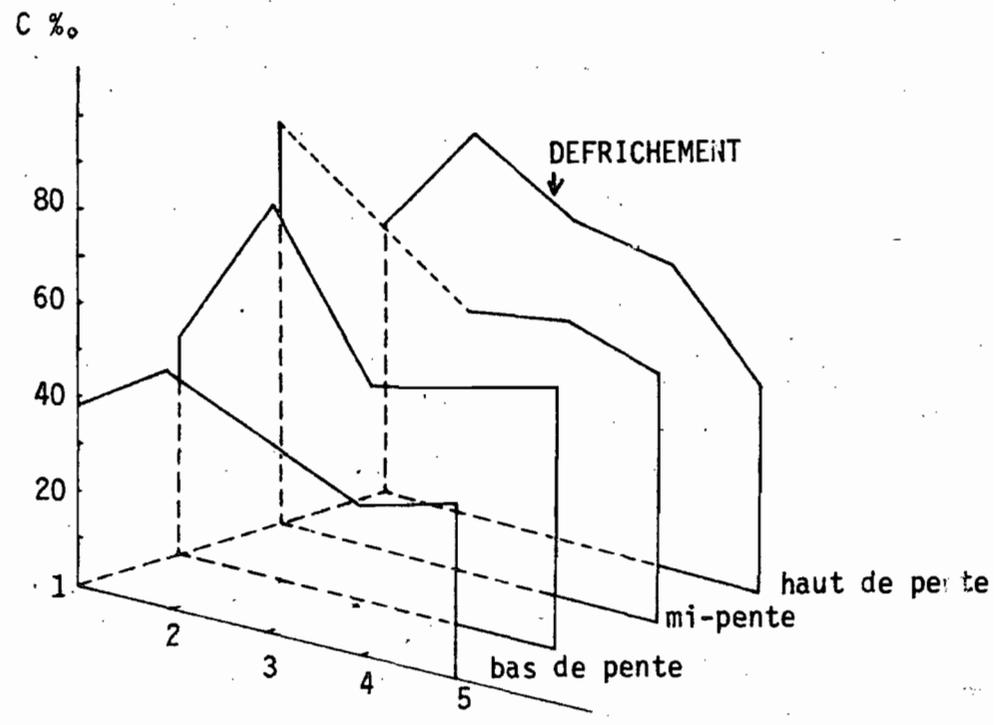
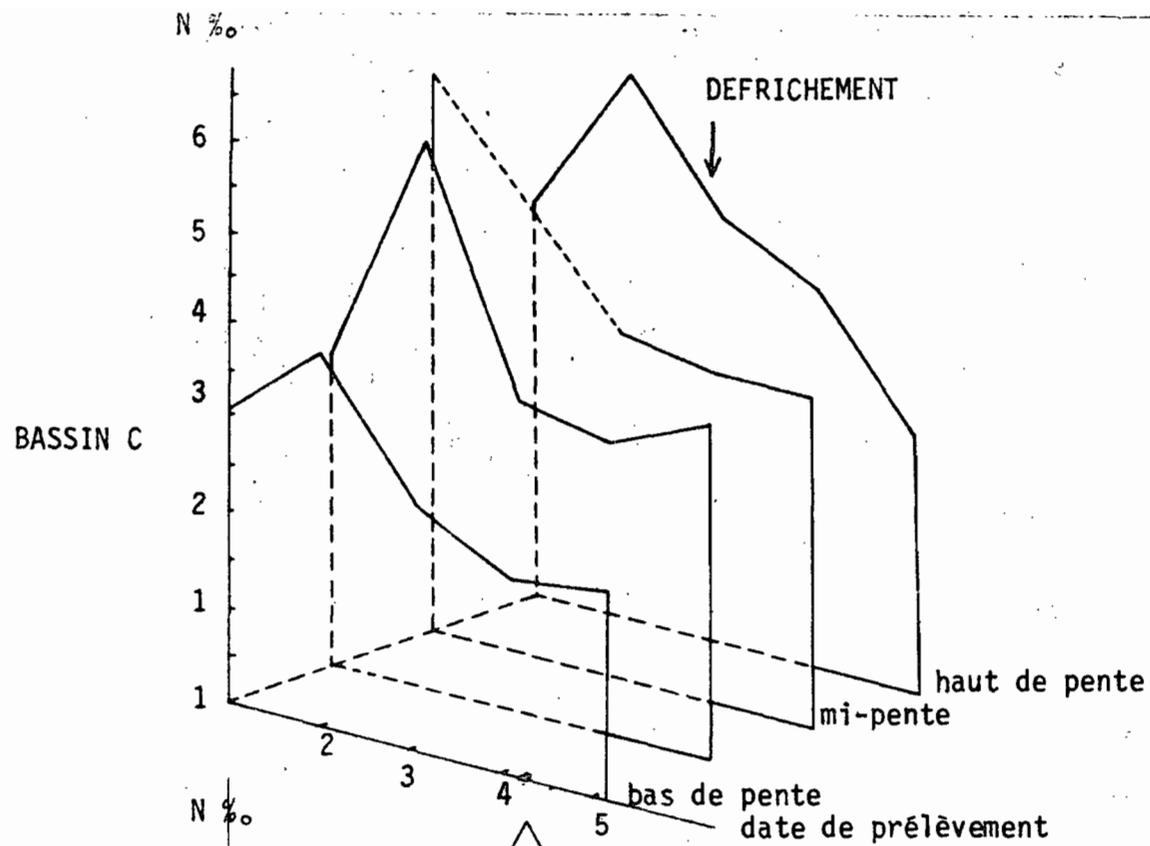


FIGURE 1 - Evolution des taux de carbone et azote total.

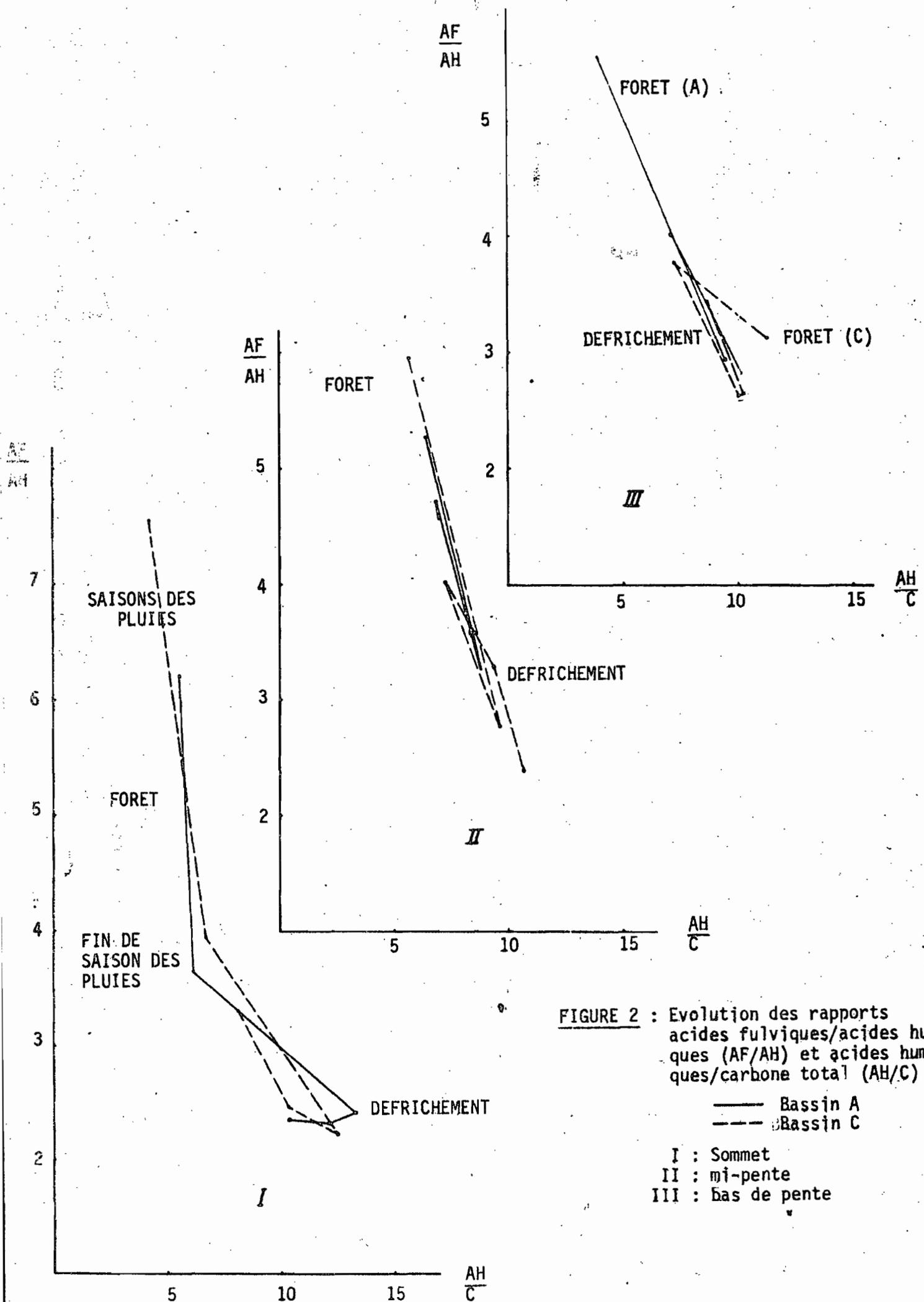


FIGURE 2 : Evolution des rapports acides fulviques/acides humiques (AF/AH) et acides humiques/carbone total (AH/C)

renseigne sur la dynamique des systèmes étudiés (fig.2). Les variations saisonnières dues aux apports de litière traduisent par une augmentation des formes humiques. Le défrichement se caractérise dans la première phase d'évolution par une augmentation de la part de ces mêmes formes humiques.

Un an après le défrichement, on note une évolution inverse, davantage marquée en bassin (C), en haut de pente, plus marquée pour le bassin (A) à mi-pente. Ceci traduit une évolution vers la dynamique à acides fulviques dominant, proche de celle observée sous forêt.

L'amplitude des variations du rapport acides fulviques/acides humiques (AF/AH) est plus forte pour le bassin à drainage vertical en haut de pente, amortie ensuite en mi-pente et bas de pente pour les deux bassins. (5,5 à 2,5)

Ces modifications correspondent à des modifications notées par ailleurs (J.F. TURENNE, 1981) : les formes humiques correspondent à des formes plus jeunes et transitoires, en situation perturbée.

III - LES FORMES DE L'AZOTE -

1 - Distribution de l'azote total :

Les variations de l'azote dans l'horizon supérieur du sol suivent les variations observées pour le carbone total, mais l'augmentation relative du rapport C/N après défrichement, traduit une baisse plus forte de cet élément davantage localisée aux formes humifiées qu'à l'humine.

2 - Distribution des formes de l'azote

a) sous forêt :

La séparation en azote aminé, hexosamine, ammoniacal et amidé, montre peu de différences : le taux d'azote hydrolysable (somme de ces trois formes) est le plus élevé dans le bassin (A) : le taux d'azote aminé est maximum dans les situations les mieux drainées (tiers de pente supérieur) et supérieur dans le bassin C, comparé au bassin A, pour la même situation topographique. Le taux d'azote ammoniacal et amidé est maximum en bas de pente, traduisant un lessivage et un entrainement possible de ces formes, en particulier, dans le bassin (A).

L'hexosamine suit les variations de l'azote aminé, élevé en haut de pente et tiers supérieur du relief.

b) après défrichement :

Le défrichement se traduit dans tous les cas (bassins A et C) par une diminution remarquable des formes hexosamines et une augmentation des formes d'azote amidé-ammoniacal.

La relation mise en évidence entre le taux d'acides

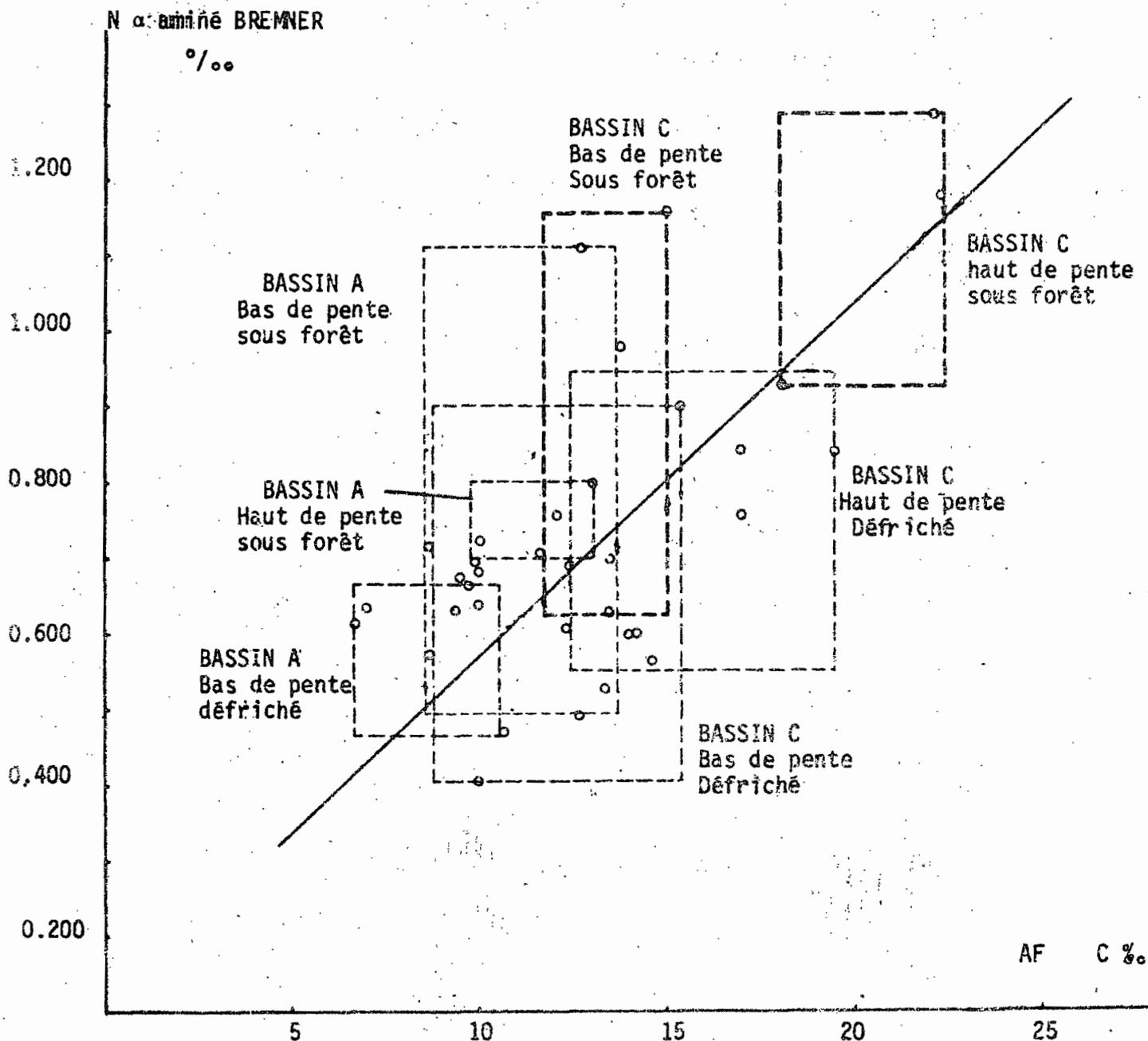


FIGURE 3 : Relation entre les formes azotées α aminées et les valeurs d'acides fulviques (AF) en carbone ‰.

BASSIN C	$\alpha A = 0.108 + 0.046 AF$	$n = 19$	$r = 0,713$
BASSINS A et C	$\alpha A = 0.280 + 0.036 AF$	$n = 36$	$r = 0.645$

fulviques (SAF) et le taux d'azote aminé (fig.3), montre que l'évolution de ces formes azotées est très directement liée, en milieu ferrallitique guyanais, à celle des acides fulviques ; le défrichement se traduit systématiquement par une baisse des quantités d'azote aminé et des acides fulviques mais le taux d'azote aminé reste encore élevé en bassin C, en situation de haut de pente.

La diminution des formes d'azote aminé et de l'hexosamine, produits d'organismes vivants, traduit la diminution de l'activité biologique.

L'augmentation de l'azote $N.NH_4$ traduit à la fois une déamination et une libération des formes fixées par l'argile ou la matière organique.

Ceci est à mettre en relation avec les différences biologiques quantitatives observées entre forêt et zone déboisées, et la tendance à la diminution de l'activité biologique après déboisement (COUTEAUX, 1980).

On notera les similitudes de niveaux et de variations des formes de l'azote, entre les zones basses du bassin (C) à drainage vertical et profond et celles observées dans le bassin (A) à drainage bloqué : l'hydromorphie intervient là pour imprimer sa marque à la dynamique organique, les données du bassin (A) à drainage latéral et superficiel sont confondues avec celles du bassin (C) à drainage vertical, pour la partie basse du relief.

IV - DYNAMIQUE DU FER ET DE L'ALUMINIUM COMPLEXES

a) le fer :

La distribution latérale et verticale du fer complexé par la matière organique, traduit les différences de drainage observées par ailleurs (fig.4) (fig.5).

En bassin (A) à drainage latéral et superficiel, le fer complexé est bloqué en même temps que les formes organiques mobiles au sommet de l'horizon B compact, sec au toucher. La distribution du fer le long de la pente traduit une circulation latérale de cet élément et son entraînement le long de la pente ainsi que son blocage au sommet des anciens horizons B compacts. La distribution figurée de cet élément traduit l'appauvrissement en fer complexé des parties hautes du paysage, et particulièrement dans l'horizon supérieur où s'effectue la circulation et l'évacuation de l'eau : en bas de pente, cette distribution (fig.4) ainsi que celle du carbone extrait (profil ECA5) est très proche de la distribution observée dans les sols podzoliques (J.F.TURENNE, 1977).

Dans le bassin (C) à drainage vertical et profond, le fer est mobilisé en haut de séquence, mais sa répartition traduit une distribution verticale et régulière avec une plus grande mobilisation dans les horizons A12 et (B) à microagrégats. On notera, cependant, que dans le profil (ECC5), la distribution du fer complexé est voisine de celle observée dans le bassin (A).

b) l'aluminium :

La distribution de l'aluminium offre un profil similaire de haut en bas de la séquence du bassin (A) différent de celui observé pour le fer, sauf pour le profil de bas de pente, qui montre une légère augmentation du sommet de l'horizon imperméable également caractéristique de la morphologie podzologique. Sa distribution accompagne par contre, celle du fer complexé, de haut en bas de la séquence en bassin (C) à drainage vertical.

Les différences de distribution traduisent :

- une pédogénèse hydromorphe, voire podzologique en bassin à drainage bloqué avec des figures suggérant une évacuation hors du paysage (fig.5).
- une pédogénèse ferrallitique verticale (fig.5) pour les bassins à drainage vertical profond.

CONCLUSIONS

L'analyse des horizons supérieurs du sol, dans deux situations de drainage vertical et profond d'une part, et latéral et superficiel d'autre part, montre qu'aux tendances générales d'évolution saisonnière qui se manifestent de la même manière pour les deux bassins, se superpose une dynamique propre à chaque situation, caractérisée par des différences de comportement de la matière organique du sol et des éléments complexés par celle-ci.

On note que la plus grande différence de comportement est obtenue pour les sols de sommet de relief et haut de pente ; les sols de mi-pente et bas de pente manifestent des signes d'hydromorphie quelque soit la nature du drainage ; ils ont un comportement plus voisin et des variations d'amplitude généralement plus faible.

Les niveaux des formes azotées renseignent particulièrement sur l'évolution des bassins après défrichement : on constate la forte diminution des formes azotées liées à l'activité biologique ainsi qu'une diminution générale des niveaux de matière organique.

Les figures obtenues dans la répartition du fer et de l'aluminium, traduisent en fait une pédogénèse hydromorphe, sinon podzologique affirmée en bas de pente en bassin à drainage bloqué.

La distribution verticale des formes organiques et des éléments complexés (fer et aluminium) traduit la nature du drainage dans chaque cas étudié (vertical et profond ou latéral et superficiel). Cette distribution indique une dynamique d'infiltration en bassin (C) et un drainage de ruissellement hypodermique en bassin (A) avec entraînement des éléments complexés hors de paysage, en bas de pente.

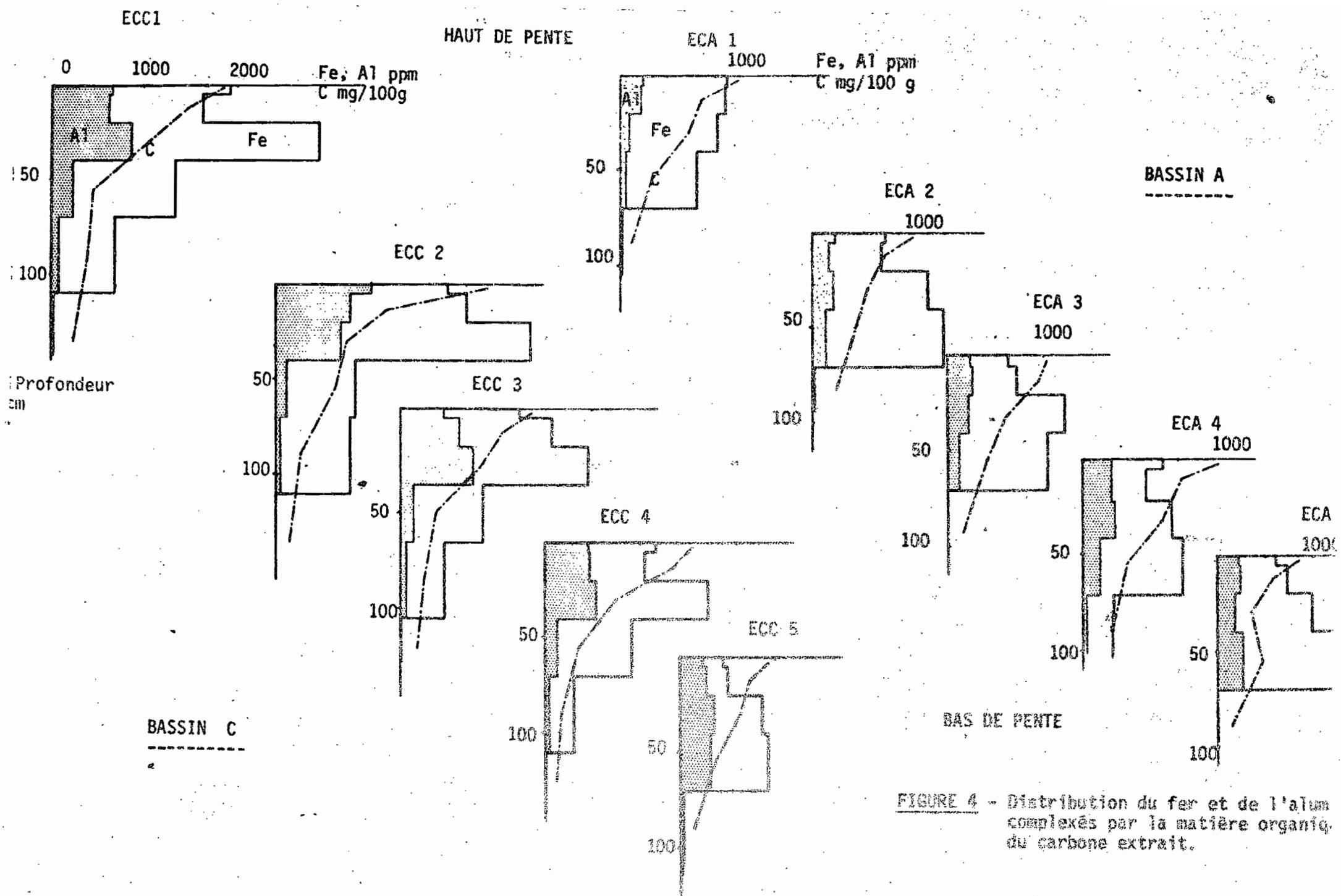


FIGURE 4 - Distribution du fer et de l'alum complexés par la matière organiq. du carbone extrait.

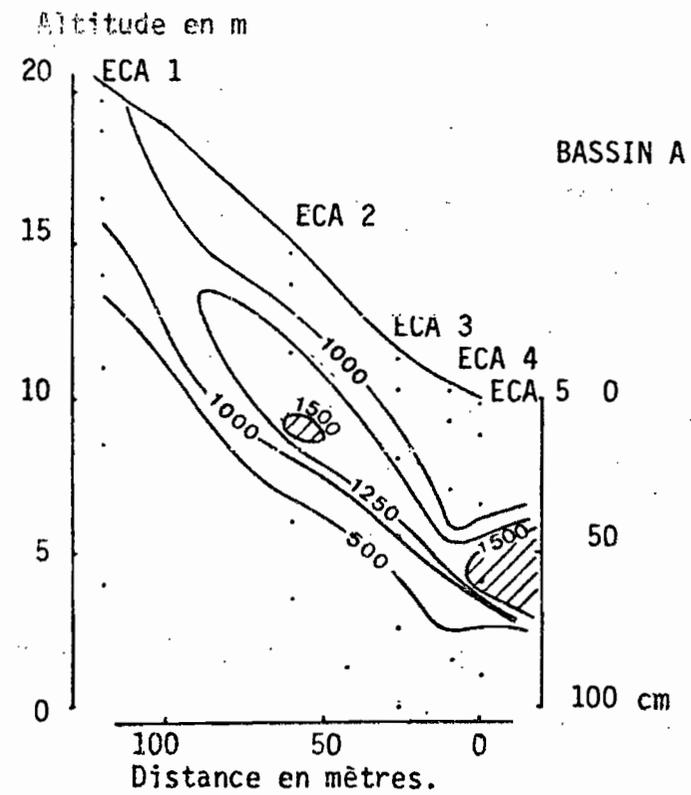
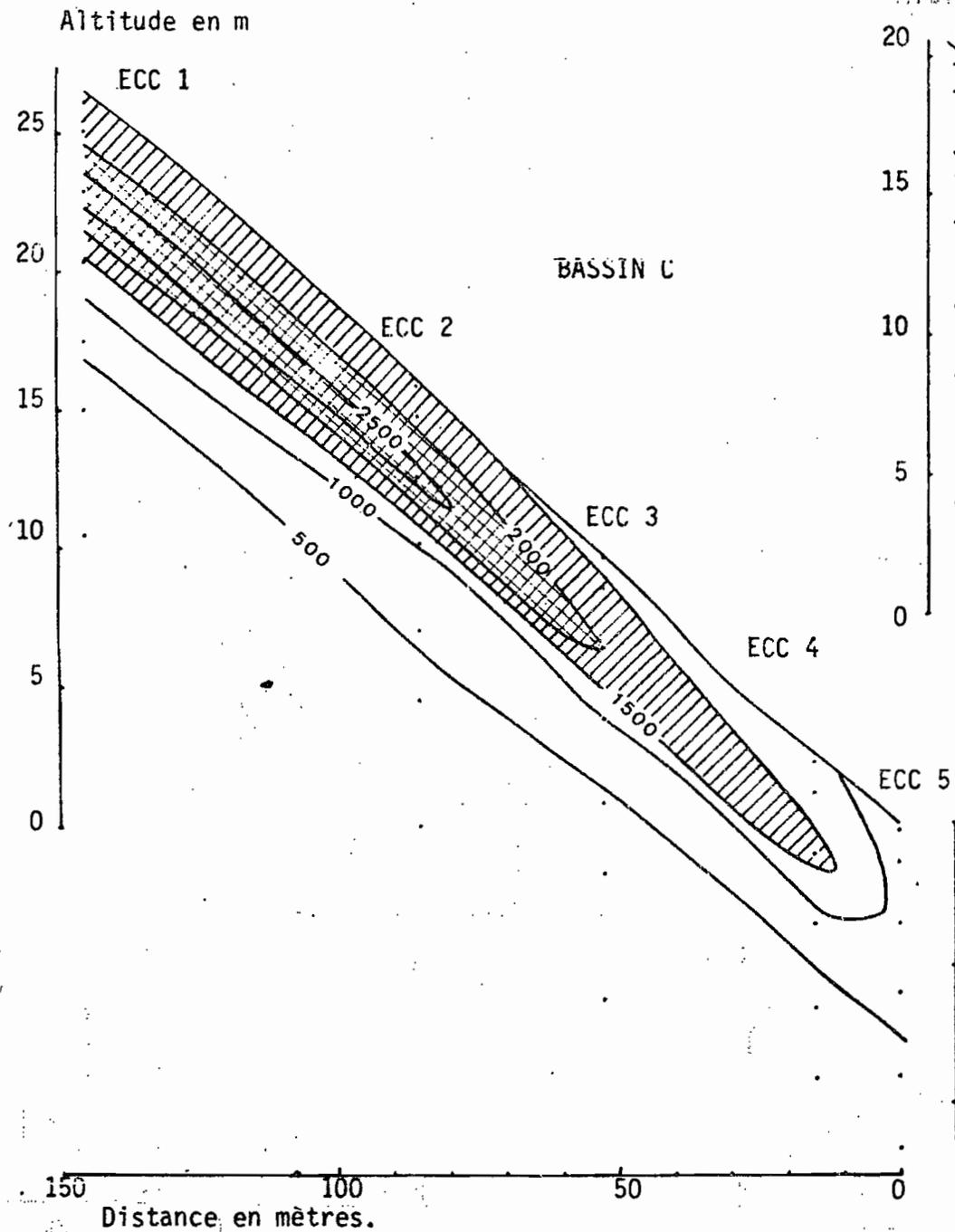
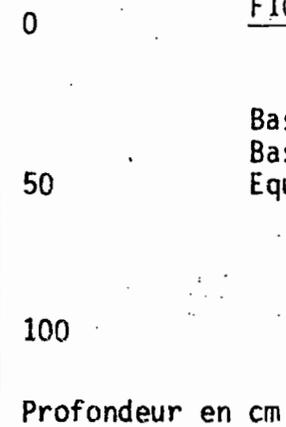


FIGURE 5 : Distribution des formes du fer complexé le long de la pente.

Bassin A à drainage bloqué
 Bassin C à drainage vertical
 Equidistance 500 ppm.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BETSCH, J.M., BETSCH PINOT M.C., COUTEAUX M., VANNIER G.,
VERDIER B, 1981.
Effets à court terme et à moyen terme de traitements
liés à la déforestation de la forêt dense humide en
Guyane française, sur le sol et la microfaune.
In Bulletin de liaison ECEREX, n° 5 ORSTOM Cayenne.
- BOULET R. 1981.
Etude pédologique des bassins versants ECEREX,
in bulletin de Liaison ECEREX, n°4 ORSTOM Cayenne.
- COUTEAUX M. 1981.
Effets de la déforestation sur les protozoaires du
du sol en Guyane française, in Bulletin de liaison
ECEREX, n° 5 ORSTOM Cayenne.
- PUIG H. 1979.
Productivité de la forêt guyanaise.
In Bulletin de liaison ECEREX, n° 2, ORSTOM Cayenne.
- ROCHE M. 1979.
Analyse comparative des écoulements et de l'érosion
sur les bassins versants expérimentaux ECEREX, sous
forêt primaire.
In Bulletin de Liaison ECEREX, n°2, ORSTOM Cayenne.
- TURENNE J.F. 1977.
Modes d'humification et différenciation podzolique
dans deux toposéquences guyanaises.
Mémoire ORSTOM Paris.
- TURENNE J.F., BROCHET M., CAVALIE J., PILLOT D., de REYNAL V.
1981.
Equilibre d'un système agraire et dynamique du stock
organique en Haïti, 17 ème Réunion C.F.C.S. Caracas.

... ..

... ..

**PREMIERES OBSERVATIONS SUR
L'INSTALLATION D'UNE CASE ERLO**

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..
par

... ..

G. CALES

O.N.F. C.T.F.T. Kourou

... ..

Parallèlement aux études réalisées ou en cours dans le cadre de l'opération ECEREX sur les organisations pédologiques, l'érosion en parcelles expérimentales et sur bassins versants, les éléments du cycle hydrologique et de la dynamique de l'eau, il a paru intéressant d'envisager l'installation d'une case ERLO destinée surtout dans ce cas à l'étude du "lessivage oblique".

Outre les renseignements qu'un tel dispositif peut fournir sur la dynamique physique de l'eau, celui-ci doit permettre d'en apprécier la dynamique chimique.

Par l'étude des eaux du sol (case ERLO, lysimètres dont nous ne parlerons pas ici) une approche des cycles biogéochimiques devrait pouvoir être esquissée.

Le nombre d'analyses effectuées à ce jour étant très limité, nous ne nous intéresserons ici qu'à l'aspect physique des phénomènes.

I - Dispositif expérimental

1.1 Station : (cf. figures 1 et 2)

1.1.1 Sol :

Faisant l'objet d'études détaillées de BOULET sur le basculement du drainage et d'études sur la dynamique de l'eau par GUEHL, le bassin I devait servir de cadre à l'installation du dispositif. Le traitement du bassin versant en abattis au mois d'août 1981 impose la mise en place du dispositif sur un versant convexe, en situation de "drainage vertical bloqué".

La pegmatite, sur laquelle sont développés les sols considérés, bien que n'étant pas représentative en tant que substrat des sols de la région présente l'avantage d'offrir une organisation moins complexe que les schistes tout en permettant de distinguer les deux types extrêmes de drainage.

La description du profil observé lors de l'installation de la case est donnée ci-après :

Profil case ERLO I : décrit le 30/04/81 - Fortes pluies les jours précédents (27 et 28/04).

2-0 cm : Liture peu épaisse recouvrant 100 % de la surface. Chevelu racinaire dense en contact direct avec l'horizon humifère.

...

0-16/ 24 : Horizon humifère brun jaune foncé (10 YR 4/4 à l'état humide) présentant des plages claires (10 YR 5/6) sur 30-40 % de la surface et quelques taches sombres de textures plus argileuse provenant probablement d'anciennes cavités biologiques.

Sables argileux à sables grossiers. Structure polyédrique nette bien développée fine à moyenne.

Très forte porosité tubulaire fine 0.1, 0.2 mm pouvant atteindre 1 mm sans direction privilégiée. Très nombreuses racines fines. Forte activité biologique.

16-24/75-90 cm : Brun jaune (10 YR 5/6 humide) présentant de nombreuses taches plus foncées (10 YR 5/6) aux contours diffus (accumulation de matière organique dans d'anciennes cavités biologiques).

Sablo argilo limoneux à sable grossier. Quelques fines paillettes de mica. Structure polyédrique moyenne grossière (1.5 x 1.5 x 2.5 cm). Forte porosité tubulaire 0.3/1.0 mm oblique ou parallèle à la surface du sol.

Quelques modules lithorelictuels (1-2 ans) se brisant facilement à la main dans la partie inférieure de l'horizon. Nombreuses racines fines. Très forte activité biologique : vers + galeries de termites dont certaines sont colmatées et pénètrent l'horizon inférieur partiellement remanié.

75-90/110-120 cm : Matériau d'altération de la pegmatite bariolé à fond jaune pâle (2.5 YR 8/3 très humide à noyer) et volumes rouges (2.5 YR 4/5) orientés verticalement.

Quelques taches brun jaune 10 YR 5/6 à contours diffus ou brun jaune foncé à contour net plus petites. Quelques graviers de quartz. Limons sable argileux (Sg), très riche en grossés muscovites. Structure polyédrique grossière à tendance prismatique.

Faible porosité et aspect compact mais présence de cavités tubulaires millimétriques (anciennes racines) sans orientation particulière et fentes verticales millimétriques (jusqu'à 5 mm) interagrégats présentant des zones d'écoulement d'eau.

La répartition de l'eau est ainsi très hétérogène :

- en bordure des fissures et tubules, zone noyée
- ailleurs (centre des agrégats), zone légèrement humide

110-120/180 et plus : Matériau d'altération de la pegmatite devenant plus sec vers la profondeur, jaune pâle à volumes rouges. Lumineux sablo argileux (Sg) riche en muscovite. Structure prismatique grossière. Compact, peu poreux.

Quelques fissures verticales interagrégats pouvant entraîner des pénétrations d'eau vers la profondeur. (sol très humide autour des fissures).

Apparemment pas d'activité biologique à l'exception de quelques racines.

Nous avons donc un sol présentant un faciès de sol à drainage bloqué à moyenne profondeur. Il convient cependant d'émettre certaines réserves sur ce phénomène de blocage de drainage compte tenu de la présence de fissures pouvant certainement entraîner des pénétrations d'eau en profondeur tout en laissant à la majorité de l'horizon profond un aspect "sec au toucher".

1.1.2 Végétation

S'il est difficile de caractériser un type de drainage par la végétation arborée sur une faible surface (LESCURE 1981), on peut toutefois noter la présence d'espèces "préférant" le drainage bloqué comme les gaulettes (*Licania* ssp.) plus abondantes que sur les zones à drainages libre voisines et le wapa (*Eperua falcata*), le Manil (*Symphonia globulifera*), l'angélique (*Dicorynia guianensis*) que l'on ne retrouve pas dans l'inventaire réalisé sur drainage libre (surfaces d'inventaire : D.L. 0.1483 ha, DB. 0.1922 ha).

1.2 Case ERLO (case n° I) :

Nous ne reviendrons pas ici sur le principe et

la description de ce dispositif de recueil des eaux de ruissellement et de drainage oblique longuement présenté et discuté par ROOSE (1968, 1981), ROOSE et GODEFROY (1977).

Afin d'être installé sur pegmatite, le dispositif a été mis en place à mi-pente, à 43,5 m du sommet de l'interfleuve (soit une surface réceptrice des eaux de 87 m² pour une plaque de 2 m de large dans la case).

La pente moyenne est de 15,9 %.

Après observation du profil, les plaques de recueil des eaux (2 x 0,2 m) ont été installées à quatre niveaux :

- . 20 cm sous l'horizon humifère,
- . 75 cm sous l'horizon brun jaune, assez poreux,
- . 120 cm partie supérieure du matériau d'altération où semble s'effectuer la circulation d'eau la plus importante,
- . 150 cm dans le matériau d'altération présentant une faible circulation d'eau.

Nous supposons ici que les eaux de drainage oblique sont négligeables au delà de 180 cm.

Les eaux de ruissellement sont recueillies sur une surface de 50 m² limitée par des tôles enfouies de 5 cm dans le sol.

Les mesures ont débuté le 1er juin 1981. Toutefois les volumes importants circulants dans le 3ème niveau ont nécessité la mise en place d'un dispositif d'enregistrement continu à volume perdu constitué par un pluviographe de récupération.

Ce dispositif présente l'avantage de fournir des indications sur l'aspect des écoulements (retards, durée, débits).

Le problème de la variation du volume de l'auge en fonction du débit a nécessité un étalonnage de terrain qui s'est effectué au cours des crues enregistrées.

En fonctionnement normal, le dépouillement des enregistrements donne une erreur n'excédant pas 3 % sur les volumes ; lors d'incidents

(blocage) l'erreur peut s'élever jusqu'à environ 7 %.

Les eaux des autres niveaux sont recueillies à l'aide de jerrycans plastiques qui se sont avérés eux aussi sous dimensionnés pour certaines périodes.

Le dispositif définitif de recueil des eaux est alors ainsi constitué :

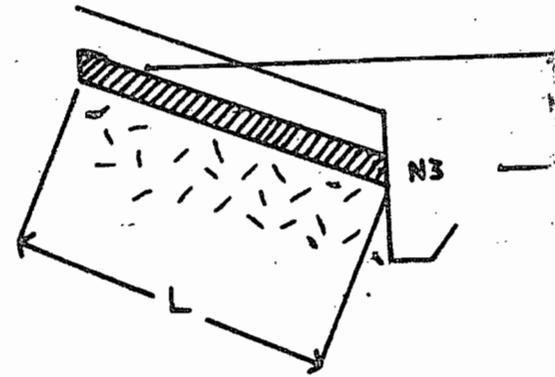
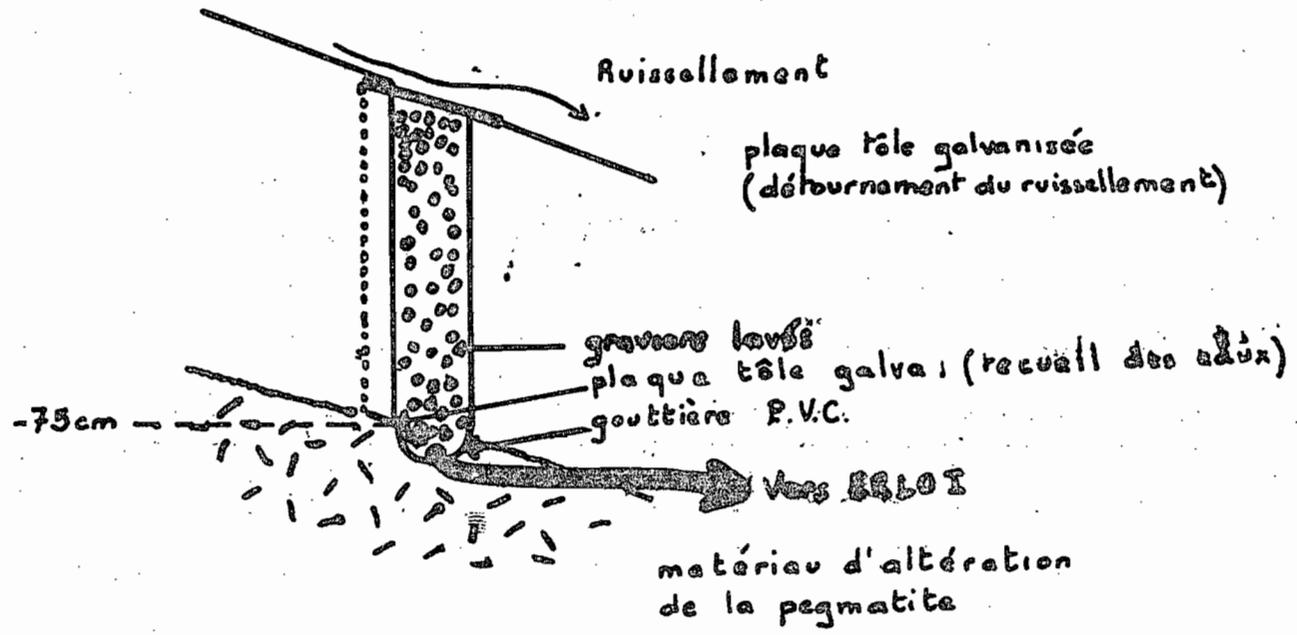
N1 : 20 l
N2 : 200 l
N3 : enregistrement continu
N4 : 80 l

Les eaux de ruissellement n'ont été recueillies qu'à compter du 1^{er} octobre.

1.3 Case ERLO simplifiée (case n° II).

La faiblesse des volumes enregistrés dans le niveau supérieur de la case I et la perturbation pouvant être apportée par l'activité biologique, un dispositif de recueil des eaux de drainage oblique entre + 2 cm et 75 cm (apparition du matériau d'altération de la pegmatite) a été installé à proximité de la case I (cf. figures 1 et 2).

Basé sur le même principe que celui de la case ERLO, le dispositif comporte une tranchée de 2 m de longueur, 15 cm de largeur remplie de graviers lavés reposant sur une gouttière qui conduit les eaux récupérées en contrebas dans la fosse de la case n° I.



La tranche de sol ainsi découpée présente le même aspect que celle des deux premiers niveaux de la case à l'exception de l'activité biologique, beaucoup moins importante ici. Cette case est située à 35,5 m du sommet de l'interfleuve (surface réceptrice de 71 m²). La pente moyenne est de 13,3 %. Les mesures ont débuté le 28 octobre mais le sous dimensionnement du récipient collecteur a nécessité la mise en place d'un fût de 200 litres puis d'une cuve de 350 litres (qui s'est avérée elle-même insuffisante !).

En conséquence seules les valeurs enregistrées en novembre (toutes les eaux récupérées) et les valeurs enregistrées à partir de janvier peuvent être considérées comme significatives, la sous estimation des volumes écoulés en décembre étant trop forte.

II - Résultats

2.1 La pluie :

Les données pluviométriques sont celles fournies par un pluviographe à augets basculeurs installé par l'ORSTOM au bas du bassin I. Nous pouvons comparer les chiffres de la période qui nous intéresse à la moyenne enregistrée de septembre 1978 à septembre 1981 sur le bassin A situé à environ 1 km (pluviomètre C.T.F.T.). (cf. tableau page suivante)

La pluie considérée est donc légèrement supérieure à la moyenne des trois dernières années, ce qui est surtout dû aux mois de février et mars.

On ne peut cependant pas considérer cette période comme exceptionnellement pluvieuse si l'on tient compte du fait que les deux années précédentes ont été plutôt en dessous de la moyenne.

2.2 Case ERLO I :

Une case ERLO a déjà été installée pendant deux ans par BLANCANEUX en Guyane sur le bassin versant de la Crique Grégoire dans un sol sur granito-gneiss présentant apparemment un blocage de drainage vers 60 cm (horizon compact sec argileux). (1)

...

(1) BLANCANEUX Ph. 1974 : Caractéristiques physicochimiques des sols ferrallitiques du bouclier guyanais : leurs relations avec les eaux de ruissellement et de drainage. ORSTOM Cayenne - Cote P 138 - Ronéo 25 P.

	mai	juin	juil.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	jan.	fév.	mars	total
Bassin I												
mai81/mars 82	424,7	365,0	286,0	129,0	23,0	120,0	106,0	390	262,2	353,5	477,6	2 942,0
Bassin A Mcy.												
sept. 78/sept. 81	482,6	410	298,3	156,8	96,1	74,2	104,6	375,1	288,8	207,3	305	2 798,9

Case ERLO I : Drainage oblique

Tableau II : Valeurs mensuelles

		V (1)	h (mm)	%. Tot.	KDO % = h/p
Août 1981	N1	1.54	0.02	24.2	0.01
	N2	4.53	0.05	71.2	0.04
	N3	0.23		3.6	
	N4	0.06		0.9	
	Tot	6.16	0.07	100	0.05
Septembre 1981	N1	0			
	N2	0			
	N3	0			
	N4	0			
	Tot	0			0
Octobre 1981	N1	11.0	0.12	31.6	0.10
	N2	15.9	0.18	45.5	0.15
	N3	5.5	0.06	15.7	0.05
	N4	2.5	0.03	7.1	0.02
	Tot	34.9	0.40	100.0	0.33
Novembre 1981	N1	9.5	0.11	84.4	0.10
	N2	1.8	0.02	15.6	0.02
	N3				
	N4				
	Tot	11.3	0.13	100.0	0.12
Décembre 1981	N1	12.0	0.14	2.1	0.04
	N2	29.6	0.34	5.2	0.09
	N3	488.7	5.62	86.6	1.44
	N4	33.4	0.38	5.9	0.10
	Tot	564.6	6.49	100.0	1.66
Janvier 1982	N1	1.9	0.02	0.18	0.01
	N2	69.1	0.79	6.40	0.30
	N3	958.3	11.01	88.61	4.20
	N4	52.1	0.60	4.82	0.23
	Tot	1081.4	12.43	100.0	4.74
Février 1982	N1	2.81	0.30	0.2	0.01
	N2	64.1	0.74	5.6	0.21
	N3	992.6	11.41	87.5	3.23
	N4	75.1	0.86	6.6	0.24
	Tot	1134.6	13.04	100.0	3.69
Mars 1982	N1	8.9	0.09	0.4	0.02
	N2	162.7	1.87	8.3	0.39
	N3	1611	18.52	82.6	3.83
	N4	168.2	1.93	8.6	0.50
	Tot	1950	22.41	100	4.69

Pour les mois de décembre, janvier, février où le volume réel écoulé est inconnu, l'on peut escompter que la sous estimation n'excède pas 10 %. IL est possible que la sous estimation soit plus élevée en mars ou le 4ème niveau a débordé. (15 %)

Case ERLO I : Drainage oblique

Tableau III : Période août 81/mars 82

	V (l)	h (mm)	Tot %	KDO % = h/p
N1	46.8	0.54	1.0	
N2	346	3.98	7.2	0.2
N3	4056	46.62	84.8	2.5
N4	331	3.81	6.9	0.2
Tot.	4783	54.98	100.0	2.9

	: adiopodoumé	: Azaguié	: Divo
	: (R2) Forêt	: Forêt dense	: Forêt dense
	: sempervirente	: sempervirente	: decidue pente
	: secondaire	: secondaire	: 10 % sol fer.
	: Pente 65 %	: Pente 14 %	: sur granite
	: Sol fer. sur	: Sol fer. argi-	
	: sables ter-	: leux sur	
	: tiaires	: schistes	
	:	:	:
	:	:	:
: Durée d'étude	: 11 ans	: 8 ans	: 8 ans
	:	:	:
	:	:	:
: <u>KDO annuel</u>	:	:	:
: - médiane	: 0.5 %	: 0.2 %	: 0.08 %
: - variation	: 0.3 - 1.2 %	: 0.04 - 0.5 %	: 0.03 - 0.4 %
	:	:	:
	:	:	:
: <u>KDO max. averse</u>	:	:	:
: médiane	: 2.4 %	: 2.0 %	: 1.8 %
: max. des max.	: 7.0 %	: 4.4 %	: 4 %
	:	:	:
	:	:	:
: P (mm)	:	:	:
: médiane	: 1 546	: 1 640	: 1 333
	:	:	:

Tableau IV : Drainage oblique - Coefficients enregistrés par ROOSE en Côte d'Ivoire (d'après ROOSE 1981)

Nous ne disposons malheureusement pas au moment de la rédaction de cet article du détail des données enregistrées par BLANCANEAUX avec lesquelles une comparaison aurait été intéressante.
(2)

Le rapport préliminaire (1) signale un drainage oblique très inférieur au ruissellement, drainage oblique qui s'effectue surtout dans les vingt premiers centimètres du profil. Le détail des volumes n'est pas donné.

Les seuls éléments de comparaison plus complets dont nous disposons sont ceux fournis par les travaux de ROOSE en Côte d'Ivoire. (1968, 1977, 1981)

2.2.1 Le ruissellement :

Celui-ci est étudié par ailleurs sur schistes (SARRAILH, 1981).

Les résultats sont consignés dans le tableau I où ils peuvent être comparés, à ceux obtenus sur les parcelles C.T.F.T. durant la même période.

Le ruissellement enregistré sur la case ERLO apparaît donc comme extrêmement faible. Il peut être comparé à celui enregistré en "drainage libre" (parcelle c).

Nous avons donc apparemment ici une perméabilité de surface très élevée ce qui confirme les observations qui ont pu être effectuées lors de la mise en place de la case.

De plus le blocage du drainage apparaissant à une profondeur relativement importante, nous n'avons pas observé de phénomène identique à celui de la parcelle B (cf. SARRAILH 1981) où après de fortes pluies, la saturation des horizons supérieurs entraîne une brutale augmentation du ruissellement, la parcelle se comportant comme une parcelle à drainage bloqué à faible

(2) BLANCANEAUX Ph. 1979 : Dynamique de sols ferrallitiques sur granito-gneiss en Guyane française. Relation avec l'érosion, le ruissellement et le lessivage oblique.
Rapport ORSTOM 162 p.

profondeur, à faible perméabilité de surface.

Cette absence de saturation des horizons superficiels n'entraînant qu'un faible ruissellement peut par ailleurs être attribué à une forte valeur de la perméabilité latérale.

Il faut cependant souligner que les valeurs de ruissellement enregistrées sur l'ensemble des parcelles pendant la période considérée restent inférieures à celles enregistrées précédemment sur les parcelles C.T.F.T. ce qui montre que nous ne sommes pas en présence d'une période particulièrement pluvieuse.

Le coefficient de ruissellement unitaire n'excède pas 1,52 % et les valeurs les plus élevées de ce coefficient s'observent généralement lorsque le sol est peu humecté dans sa partie supérieure (baisse de perméabilité d'un sol sec par rapport à un sol humide) ce qui donne alors les volumes de drainage oblique les plus importants dans l'horizon supérieur du sol (cette tendance est toutefois moins nette en saison des pluies).

Une analyse par averse montre qu'il n'y a pas de similitude de comportement pour une averse donnée entre la case ERLO et la parcelle C (Coef. de corrélation de 0.176 pour 23 couples de données).

Pour des valeurs de ruissellements si faibles, le comportement des parcelles pourrait donc apparaître comme aléatoire.

2.2.2 Le drainage oblique :

Les résultats ont été regroupés mensuellement pour plus de commodité bien que dans certains cas (fin mars) un épisode pluvieux puisse chevaucher d'un mois sur l'autre.

Les données de drainage oblique figurent dans les tableaux II et III.

Evolution du drainage oblique au cours du temps :

En saison sèche ou à la suite d'un épisode "sec" les écoulements s'effectuent dans la partie supérieure du profil :

(août : N1 + N1 : 95 % vol. écoulé
(octobre : N1 + N2 : 77 % vol. écoulé
(novembre : N1 + N2 : 100 % vol. écoulé

Les volumes écoulés pendant ces périodes sèches restent cependant très limités (coefficient mensuel de drainage oblique inférieur à 0.33 %).

Au cours de la saison des pluies les écoulements observés se déplacent vers le bas du profil dans les Niveaux 3 et 4. Les volumes enregistrés sont alors beaucoup plus importants et le seul niveau 3 représente 80 à 90 % des volumes recueillis pour des coefficients de drainage oblique de 1 à 4 % (valeurs mensuelles).

Lors d'épisodes pluvieux très importants le volume recueilli dans le niveau 4 (le plus profond) dépasse celui recueilli dans le niveau 2.

Nous avons là un phénomène classiquement observé pour le drainage oblique (ROOSE), phénomène lié à une baisse de perméabilité des horizons par rapport aux horizons humides (présence d'air dans les pores, matière organique peu mouillable).

Volumes et hauteurs écoulés

Le volume total écoulé n'est pas connu de façon précise puisqu'il y a eu des débordements. L'erreur demeure néanmoins assez faible, le volume écoulé dans le niveau 3 qui est le plus important étant connu avec une bonne précision.

Nous pouvons donc estimer que les volumes écoulés sont connus avec une précision de 10 % environ.

Les volumes recueillis par crue vont de 0.1 l (saison sèche) à plus de 1 400 l ce qui représente des hauteurs écoulées de 0,001 mm à 16 mm pour une surface réceptrice de 87 m².

Définition d'une pluie unitaire :

Les écoulements pouvant durer plusieurs jour dans le niveau 3 lors d'épisodes pluvieux importants, il est souvent difficile de définir la pluie qui a déclenché l'écoulement et de savoir dans quelle mesure les averses suivantes ne participent pas à l'écoulement.

Les reprises de crue avant tarissement sont assez fréquentes ; par conséquent, nous avons pris pour le calcul des coefficients unitaires

de drainage oblique :

- la pluie de la veille pour un écoulement simple sans reprise de crue, durant moins de 24 heures,
- la somme des pluies journalières jusqu'à la fin de l'écoulement dans le 3ème niveau pour un épisode avec ou sans reprise de crue pour un écoulement de plus de 24 heures.

Cette convention conduit donc nécessairement à une sous estimation du coefficient unitaire.

Coefficients de drainage oblique (KDO) :

Les valeurs mensuelles sont regroupées dans le tableau II. Elles apparaissent très nettement supérieures aux valeurs enregistrées par ROOSE en Côte d'Ivoire (cf. tableau IV) pour lequel les maximum enregistrés paraverse restent inférieurs aux valeurs mensuelles que nous avons enregistrées.

Il faut toutefois noter que le "phénomène sol" (blocage du drainage) n'explique pas toute la différence : la différence de pluviométrie a un rôle important car la répartition dans le temps des pluies joue un rôle fondamental sur les volumes drainés (ROOSE 1981). Dans le cas particulier de la case, le drainage oblique est supérieur au ruissellement, ce qui est différent des résultats enregistrés par BLANCANEUX (1974).

Les coefficients unitaires maximum suivants ont été observés (valeurs par défaut dues à des débordements)

Episode	KDO	P épisode (mm)
20-23/12/81	5.19	100.0
24-26/12/81	2.97	38.0
9-14/01/82	> 11.35	109.5
02-04/02/82	4.78	112.9
23-24/02/82	6.47	40.5
20-24/03/82	> 4.76	126.6
29-03/3-04/82	> 8.82	194.0
04/04/82	> 7.23	27.5
05-08/04/82	> 10.77	120.0

Les coefficients les plus élevés sont observés pour les pluies les plus importantes, généralement quand le sol est probablement bien humecté ("réservoir plein") ce qui est un phénomène classique.

Sur la période août 81-mars 82, le coefficient moyen de drainage oblique est de 2.95 % (valeur par défaut), le 3ème niveau (partie supérieure du matériau d'altération de la pegmatite) représentant à lui seul un coefficient de 2.50 % (tableau III).

Compte tenu du fait que nous sous-estimons le coefficient par notre définition de la pluie unitaire, que certains volumes sont connus par défaut et surtout que la "grande saison des pluies" n'est pas considérée ici nous avons donc un phénomène de drainage oblique qui n'est peut-être plus négligeable dans le cadre d'un bilan annuel.

• Quelques caractéristiques des "crues" :

Les enregistrements donnés par le pluviographe et les observations de terrain permettent de préciser quelques caractéristiques des écoulements.

- Le retard de l'écoulement du 3ème niveau par rapport au début de la pluie varie de 15 minutes à 14 heures avec une majorité de valeurs entre 1 et 4 heures (médiane 2 h 15).

La réponse semble d'autant plus lente que l'intensité de la pluie est faible (saturation plus lente de la perméabilité verticale).

- La montée de "crue" se fait rapidement (1 à 3 h) d'autant plus rapidement que le débit maximum de la crue est élevé.
- Le débit maximum se maintient pendant 1 à 2 heures suivi d'une lente décroissance. Le débit reste supérieur à 4l/h pendant environ la moitié de la crue. Le tarissement ($Q < 4l/h$) qui dure la moitié de la crue ne représente que 20 litres environ.
- La durée des crues est très variable : Pour des crues "simples" issues d'une seule averse l'écoulement peut durer de quelques minutes (saison sèche) à une quarantaine d'heures. Les valeurs les plus fréquentes se situent entre 30 et 40 heures.

Pour des crues emboîtées à la suite de plusieurs grosses averses, l'écoulement dans le 3ème niveau peut durer jusqu'à 90 h. L'allure d'une crue type est représentée sur la figure 3.

Modalités d'écoulement dans les différents niveaux :

Les débuts et fins d'écoulement sont progressifs dans le temps des niveaux supérieurs vers les niveaux inférieurs à l'exception toutefois du niveau 4 où deux cas peuvent se présenter :

- épisode pluvieux faible ou moyen : tarissement avant N3
- épisode pluvieux très important : tarissement après N3

Ce phénomène montre bien le rôle de matériau plancher déjà signalé par GUEHL (1981) que joue le matériau d'altération de la pegmatite vers 120-150 cm, rôle qui doit toutefois être nuancé car il semble bien que des pénétrations lentes plus profondes puissent se faire au cours de la saison des pluies (tarissement de N4 après N3).

Il est probable qu'une partie des écoulements du 2ème niveau soient dû à une remontée du niveau de la nappe formée dans le niveau 3 sans toutefois pouvoir l'affirmer. Les phénomènes de drainage oblique proprement dit et de ruissellements hypodermiques se confondraient alors.

La chronologie des écoulements est indiquée sur la figure 4.

Débits maximums enregistrés :

Les débits les plus élevés enregistrés dans le niveau 3 qui présente les volumes écoulés les plus importants sont de 53 l/h le 10/01/82 et 49 l/h le 20/03/82.

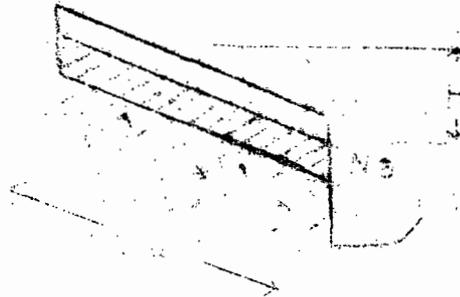
C'est plus l'intensité de la pluie et l'état d'humectation préalable du sol qui ont une influence sur le débit que le volume de l'averse.

Les autres niveaux ne disposant pas d'enregistrement continu, il n'est pas possible de donner une valeur des débits maximum. Les mesures ponctuelles effectuées donnent des débits inférieurs pour les autres niveaux quand on se place en

en début ou milieu de crue.

Moyennant certaines hypothèses, ces débits doivent nous permettre de calculer une perméabilité oblique moyenne sur le versant. En effet, nous pouvons considérer le niveau 3 comme une tranche de sol isolée dans laquelle, au débit maximum, l'écoulement est unidirectionnel, en régime permanent avec une saturation uniforme sur l'ensemble de la tranche de sol.

Dans ces conditions nous pouvons appliquer la loi de DARCY à l'écoulement :



Nous avons alors :

$$q = \frac{Q}{A} = \frac{K_{obl}}{L} \cdot H$$

soit $K_{obl} = \frac{L \times Q}{H \times A}$ (A : section du niveau 3 = 0.9 m²)

Ce qui donne numériquement ici :
 $K_{obl} = 37 \text{ cm/h}$ pour $Q = 53 \text{ l/h}$

C'est une valeur très élevée par rapport aux chiffres de perméabilité verticale obtenues par GUEHL (méthode de MUNTZ non encore publiée) de l'ordre du cm/h et moins pour ce même horizon. Outre le fait que l'appareil de MUNTZ mesure sur un milieu semi infini, cette différence peut s'expliquer par le fait que les circulations d'eau s'effectuent par une macroporosité de diamètre important (fissures, anciennes racines) mise en évidence dans le profil.

Ces circulations préférentielles, réparties de façon hétérogène à l'intérieur du sol sont certainement mieux intégrées par un front de 2 m de large (case ERLO) que par la faible surface de l'appareil de MUNTZ.

En résumé sur ces observations réalisées dans la case ERLO I nous pouvons donc retenir l'importance du drainage oblique par rapport à celui enregistré en Côte d'Ivoire par ROOSE.

Le drainage s'effectue principalement dans la partie supérieure du matériau d'altération de la pegmatite dont la structure compacte entraîne le blocage du drainage.

Cependant il semblerait que ce phénomène de blocage soit relatif dans ce cas particulier du moins puisque l'on assiste lors de pluies abondantes à une pénétration plus profonde et lente des eaux (augmentation des écoulements dans le 4ème niveau). Ces pénétrations peuvent s'effectuer par des cavités issues d'anciennes racines ou par les fissures interagrégats de la structure prismatique du matériau d'altération, entraînant alors une hétérogénéité de la répartition spéciale des eaux.

Il n'est pas à exclure que dans la situation de la case I des circulations puissent s'effectuer sous le niveau le plus bas (1,5 m).

Nous serions donc ici dans un cas intermédiaire de sol à drainage bloqué (blocage à moyenne profondeur - transition avec un drainage libre proche - cf. carte).

2.3 Case ERLO II :

Comme signalé plus haut elle ne recueille que les eaux circulant dans les 75 cm supérieurs du sol.

Volumes écoulés - coefficients de drainage oblique :

- Les valeurs mensuelles suivantes ont été enregistrées :

	Vol. (l)	h (mm)	KDO (%)
Novembre	45.5	0.63	0.6
Décembre *	>397	>5.59	>1.4
Janvier **	>767	>10.80	>4.1
Février	>2 106	>29.66	>8.4
Mars	>4 199	>59.14	>12.4
Total	>7 514	>105.84	>6.3

* Trop forte sous estimation en Décembre

** Forte sous estimation en janvier

Malgré l'installation d'une cuve réceptrice de 850 l, les débordements n'ont pas cessé, ce qui donne des valeurs par défaut.

Les valeurs observées ici sont donc très élevées pour du drainage oblique, nettement supérieures à celles enregistrées à quelques mètres dans la case ERLO I.

La différence devient très importante si l'on se réfère aux écoulements obtenus dans les deux premiers niveaux.

Les coefficients unitaires offrent aussi des valeurs très élevées. Parmi les valeurs les plus fortes nous relèverons les suivantes :

Date	KDO %	P épisode (mm)
12/01/82	11.09	16.5
2-04/02/82	12.53	112.9
23-24/02/82	29.43	40.5
20-23/03/82	21.02	123.1
25/03/82	15.31	31.0
29/03 - 2/04/82*	15.54	185.5
4/04/82	20.72	27.5
5-7/04/82	27.53	115.5

* Valeur probablement fortement sous estimée (25 % ?). Relevé non effectué le 30/03/82 à la suite d'un chablis.

Même pour les petits écoulements de novembre-décembre, les coefficients unitaires sont supérieurs à ceux enregistrés dans la case I.

Caractéristiques des écoulements :

Les fréquences d'écoulement sont comparables entre les deux dispositifs mais la case II semble avoir un temps de réponse plus bref ;

Ne disposant pas d'enregistrement continu, il n'est pas possible de situer le retard par rapport à la pluie.

Il s'avère toutefois d'après les observations effectuées sur place que la durée d'écoulement est intermédiaire entre celles des 2ème et 3ème niveau de la case I.

Les débits instantanés enregistrés (mesures ponctuelles) sont beaucoup plus élevés que ceux de la case I. A titre indicatif, les plus fortes valeurs enregistrées en début d'écoulement sont de 187 l/h le 22/02 et 150 l/h le 2/02/82.

L'application de la loi de DARCY pour ces débits de pointe, en supposant que nous sommes en régime permanent donne ici une valeur $K_{ob1} = 83 \text{ cm/h}$ ($Q = 187 \text{ l/h}$), valeur supérieure à celle enregistrée dans ERLO I.

Ce résultat peut s'expliquer par la forte porosité tubulaire de la partie supérieure du profil dont une partie est orientée parallèlement à la surface du sol ce qui accroîtrait considérablement la perméabilité oblique alors que les circulations d'eau dans le matériau d'altération s'effectuent latéralement dans des fissures orientées verticalement (structure prismatique).

Au vu de ces résultats, le blocage du drainage dans la case II apparaît comme beaucoup plus net que celui développé dans la case I où il intervient de plus à une profondeur plus importante.

Ce phénomène pourrait être lié notamment à l'activité biologique qui perturbe le profil jusqu'à environ 1 m dans la case I.

La forte perméabilité oblique entraîne alors une réponse rapide aux pluies avec formation d'une nappe temporaire perchée, cas de figure identique à celui observé par GUEHL sur le bassin I. Les écoulements latéraux sont alors très importants, certainement non négligeables dans le cadre d'un bilan annuel. (KDO 6,3 % pour la période novembre 81/mars 82)

Nous serons alors dans ce cas plus proche d'un phénomène de ruissellement hypodermique (horizon plancher nettement différencié) que d'un phénomène de drainage oblique typique (baisse progressive en profondeur de la perméabilité verticale) (ROOSE 1981).

Il serait intéressant de voir si le ruissellement est ici plus élevé, chose malheureusement impossible puisque les eaux de ruissellement ne sont pas recueillies dans la case II.

Cette différence entre les deux cas pose en outre le problème de l'expérimentation dans le cas de fortes variations latérales, fréquemment rencontrées dans les sols guyanais (BOULET 1978).

Conclusion :

Le drainage oblique mis en évidence à l'aide de ces dispositifs apparaît donc comme élevé voire très élevé (case ERLO II) même s'il n'est pas possible pour l'instant de le resituer par rapport à celui enregistré par BLANCANEAUX sur le bassin versant de la Crique Grégoire.

Cela vient confirmer les observations pédologiques ou hydrodynamiques déjà effectuées sur le bassin I (BOULET, GUEHL) en apportant quelques éléments quantitatifs, même si cette notion doit toutefois être soumise à discussion (méconnaissance du volume exact drainé par la case ERLO).

L'observation se poursuivra au moins jusqu'à la saison sèche 1982, complétée par des analyses chimiques des eaux, analyses dont les premières révèlent une faible charge minérale, phénomène général en Guyane.

Une étude des apports pluvieux (pluies, eaux d'égouttement, ruissellement le long des troncs) de même qu'une étude des eaux de drainage vertical (lysimètres installés en zone de drainage libre) est en cours et devrait ainsi permettre d'obtenir quelques éléments d'appréciation sur les relations sol-plante sous forêt primaire.

BIBLIOGRAPHIE

- BLANCANEAUX Ph. - 1974 - Caractéristiques physico-chimiques des sols ferrallitiques du bouclier guyanais ; leur relation avec les eaux de drainage et de ruissellement. Rapport préliminaire. ORSTOM Cayenne, cote P 138, 24 p., Ronéo.
- BOULET R. - 1978 - Existence de systèmes à forte différenciation latérale en milieu ferrallitique guyanais : un nouvel exemple de couvertures pédologiques en déséquilibre. Sc. du sol - B.AFES n° 2 pp.75-82.
- BOULET R. - 1981 - Etude pédologique des bassins versants ECEREX. Bilan de la cartographie. Bull. ECEREX n° 4, pp. 4-22.
- BOULET R., BRUGIERE J.M., HUMBLE F.X. - 1979 - Relations entre caractères hydrodynamique et organisation des systèmes de sol en Guyane française septentrionale. Rôle de la tectonique et de la couverture pédologique. Conséquences agronomiques. Sc. du sol - B.AFES n° 1, pp. 3-17.
- BOULET R., CHAVEL A., ZEBROWSKI C. - 1980 - Représentation en coupes et plan de la couverture pédologique du bassin I. ORSTOM Cayenne.
- GUEHL J.M. - 1981 - Etude in situ de la dynamique de l'eau dans le sol sous forêt primaire. Influence de la couverture pédologique sur quelques caractéristiques du drainage vertical. Bull. ECEREX n° 4, pp. 52-60.
- HUMBLE F.X. - 1978 - Caractérisation par des mesures physiques, hydriques et d'enracinement de sols de Guyane française à dynamique de l'eau superficielle. Sc. du sol, B.AFES n° 2, pp. 83-94.
- LESCURE J.P. - 1981 - La végétation et la flore dans la région de la piste de Saint Elie. Bull. ECEREX n° 3, pp. 4-24.
- ROOSE E. - 1968 - Un dispositif de mesure du lessivage oblique dans les sols en place. Cah. ORSTOM, Ser. Pédol., Vol. VI, n° 2, pp. 235-249.

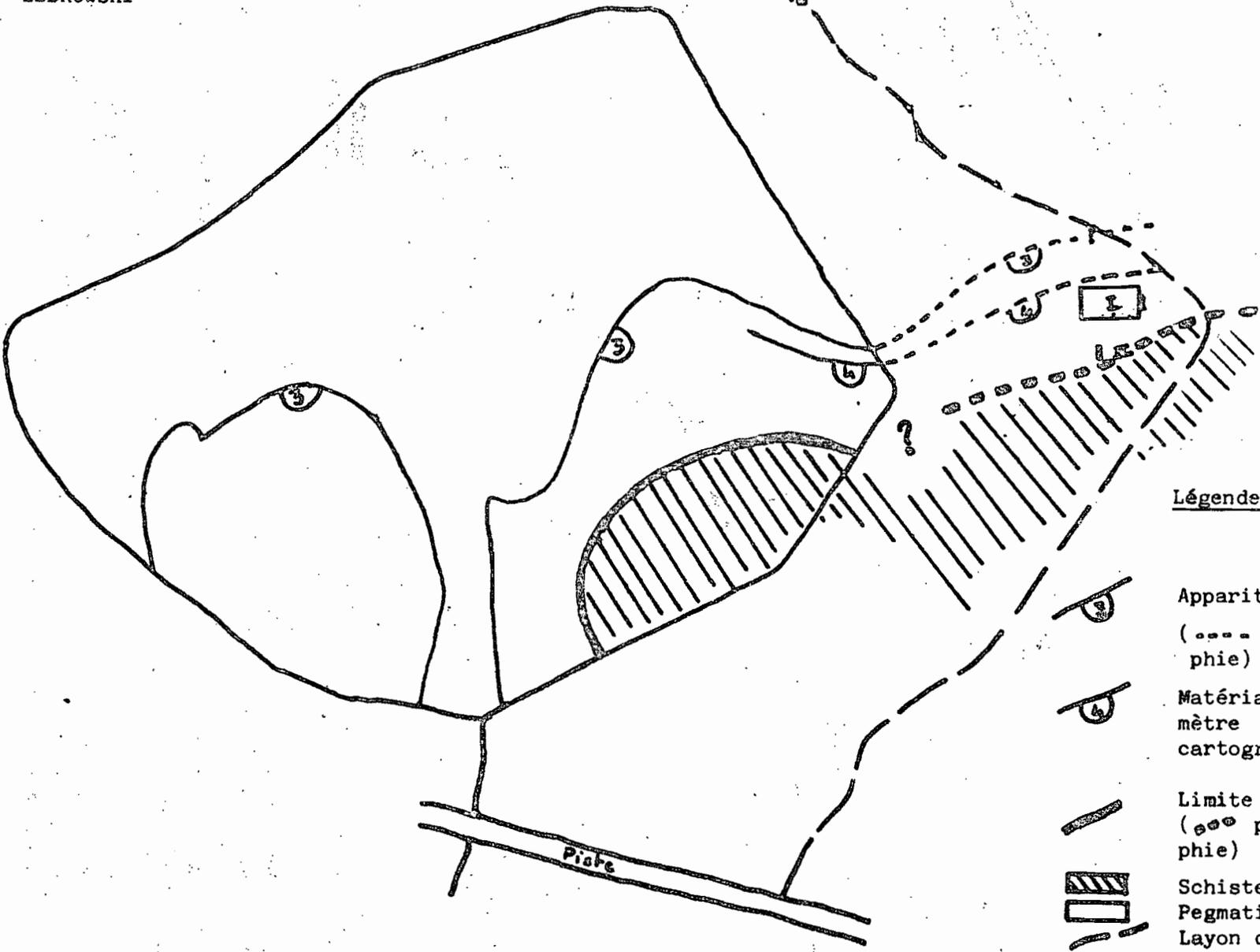
ROOSE E. - 1970 - Importance relative de l'érosion, du drainage oblique et vertical dans la pédogénèse actuelle d'un sol ferrallitique de moyenne Côte d'Ivoire. Deux années de mesures sur parcelles expérimentales. Cah. ORSTOM, Ser. Pédol., vol VIII, n° 4, pp. 469-482.

ROOSE E. - 1981 - Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. Etude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matières sous végétation naturelles ou cultivées. Travaux et documents de l'ORSTOM, ORSTOM Paris, 569 p.

ROOSE E., GODEFROY J. - 1977 - Pédogénèse actuelle comparée d'un sol ferrallitique remanié sur schiste sous forêt et sous une bananeraie fertilisée de basse Côte d'Ivoire. Azaguié ; 1968 à 1973. Cah. ORSTOM, Ser. Pédol., vol XV, n° 4, pp. 409-436.

SARRAILH J.M. - 1981 - Parcelles élémentaires d'étude du ruissellement et de l'érosion - Analyse des résultats obtenus durant les deux premières campagnes de mesure. Bull. ECEREX n° 4, pp. 45-51.

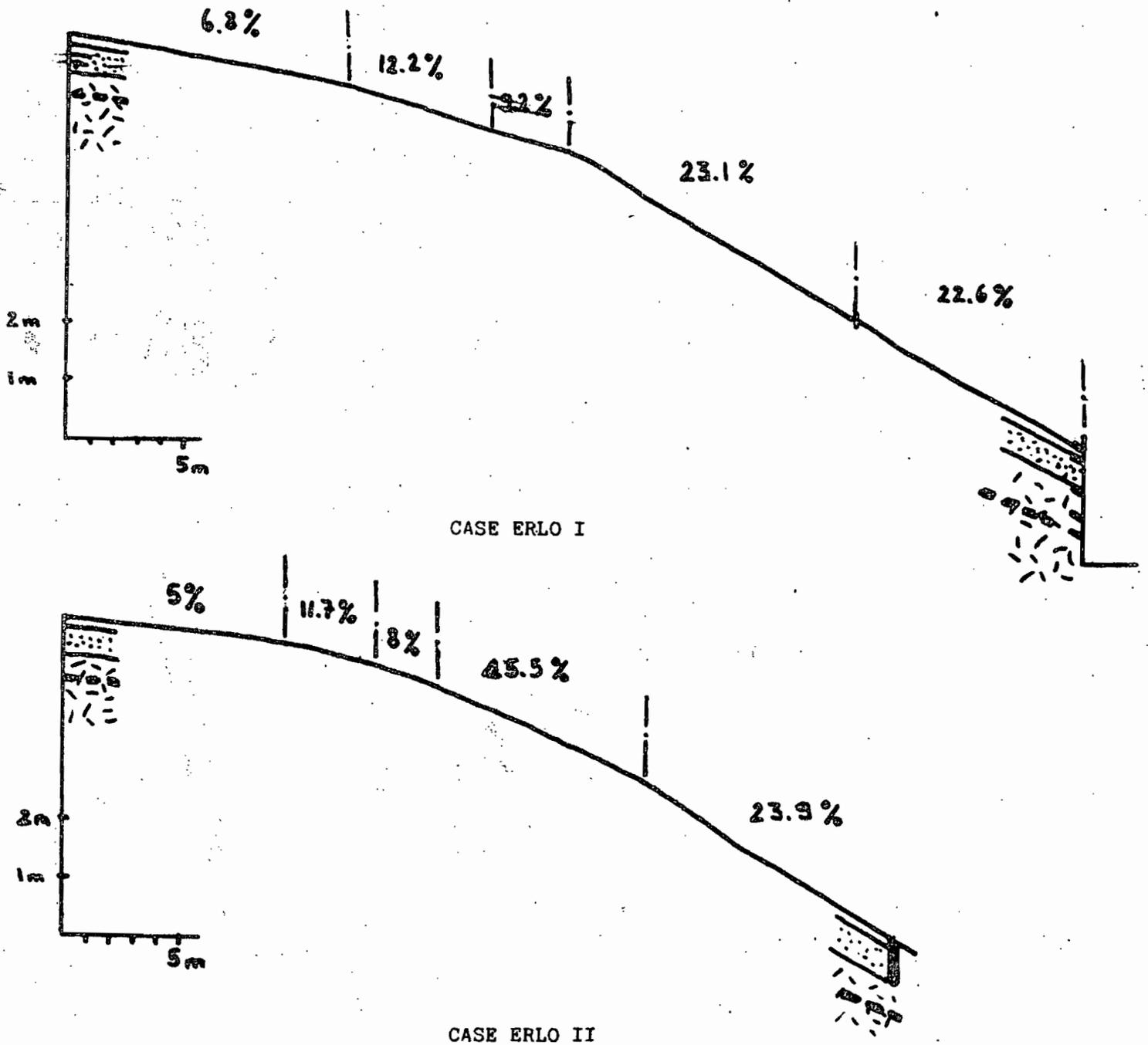
Figure 1 Bassin I : Emplacement des dispositifs
 Echelle 1/1000 - Cartographie bassin I : BOULET - CHAUVEL-
 ZEBROWSKI



Légende

- Apparition du matériau sec au touché
 (--- prolongation de la cartographie)
- Matériau sec au touché à moins d'un
 mètre (--- prolongation de la
 cartographie)
- Limite d'apparition des schistes fins
 (--- prolongation de la cartographie)
- Schistes fins
- Pegmatite
- Layon d'accès
- Case ERLO I
- Case ERLO II (recueil des eaux dans
 les 75 cm supérieurs)
- Lysimètres (non traités dans cet
 article)

Figure 2 : Transects topopédologiques des cases I et II



Légende : Figurés et texte basés sur la cartographie du bassin I (BOULET - CHAUVEL - ZEBROWSKI)



Horizon humifère brun foncé puis brun vif vers le bas
Sablo argileux. Forte porosité biologique



Horizon brun jaune - Sablo argilo limoneux à sable grossier s'éclaircissant vers le bas.
Bonne porosité, diminuant vers le bas.



Matériau d'altération de la pegmatite jaune pâle devenant blanc vers le bas à volumes rouge clair - Riche en grosses muscovités - Limono sablo argileux à sable grossier - Aspect compact devenant "sec au toucher" vers la profondeur.



Niveau d'apparition du matériau sec au toucher.

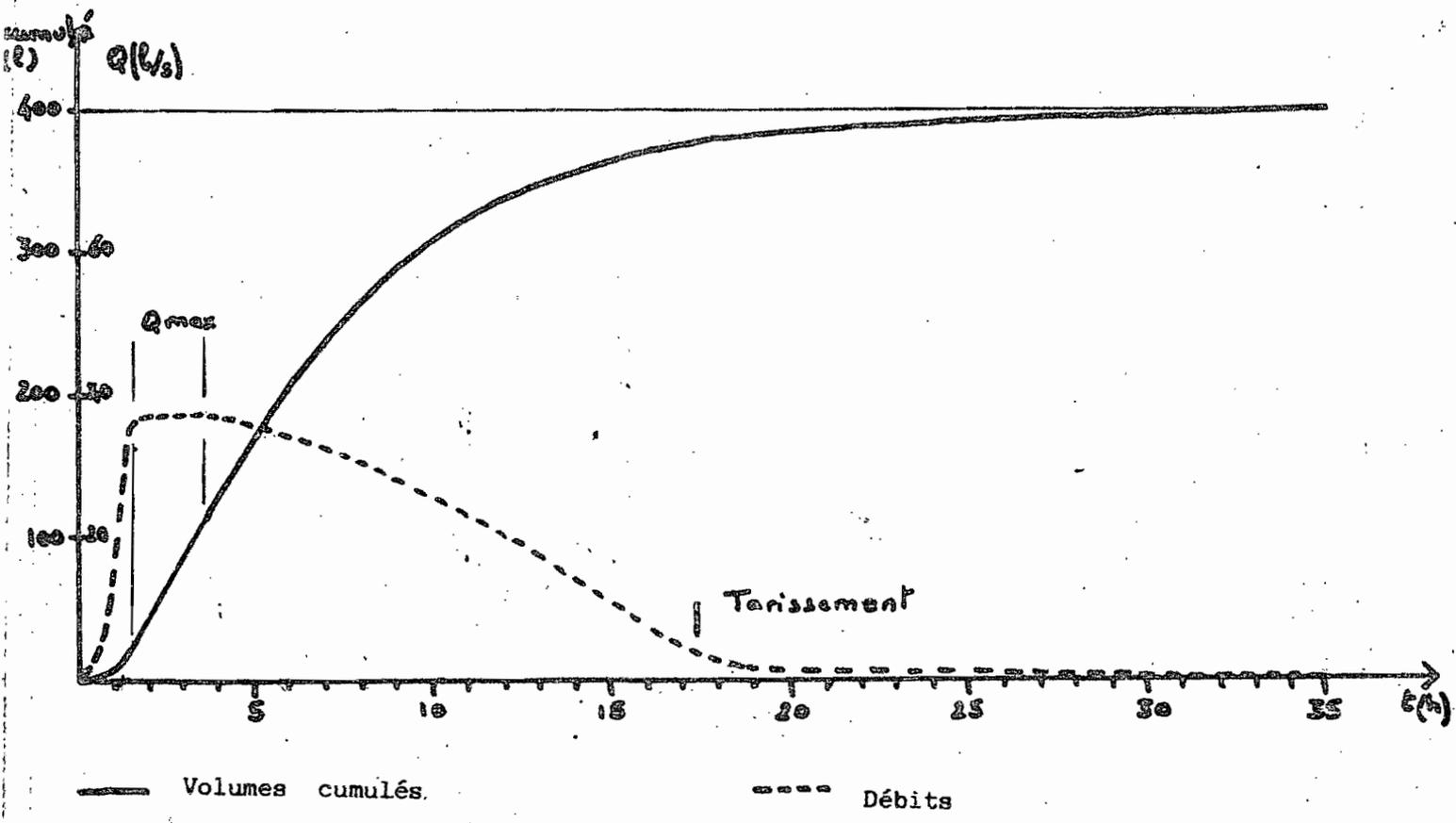


Figure 3 Hydrogramme d'une crue type
 Niveau 3 case ERLO I

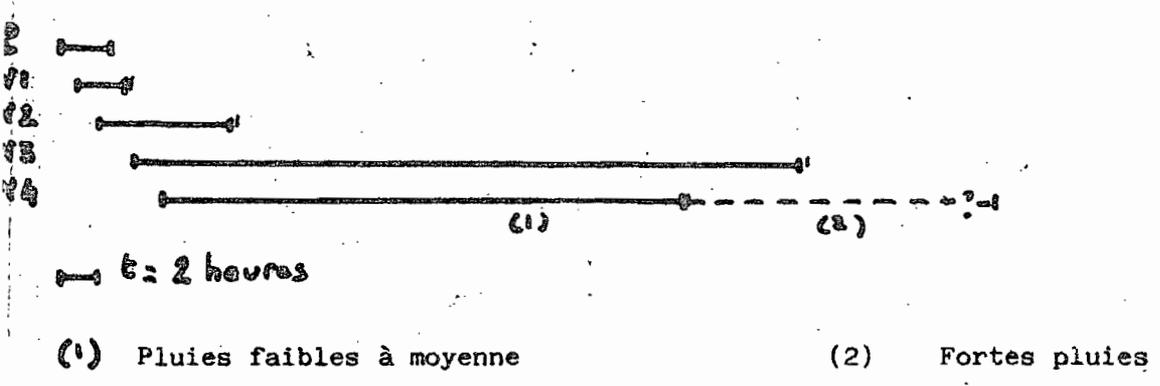


Figure 4 Chronologie des écoulements d'une crue type
 (cas d'un écoulement dans les 4 niveaux).

LA PHYTOMASSE EPICÉE DE LA FORET DENSE
EN GUYANE FRANCAISE

=====

J.P. LESCURE (1), H. PUIG (2), B. RIERA (4),
F. BEEKMAN (5), A. BENETEAU (6), D. LECLERC (3).

- (1) ORSTOM Cayenne
- (2) Lab. bota. Trop. Univ. Paris VI
- (3) CTFT
- (4-6) **Université Toulouse**
- (5) **Universität de Wageningen**

RESUME

Les auteurs présentent tout d'abord les phytomasses observées sur un échantillon de 914 individus répartis sur 2500 m² de forêt.

Ils discutent ensuite de différentes méthodes d'estimation, à partir de l'échantillon, de la phytomasse à l'hectare. Puis, ils appliquent l'une de ces méthodes à différentes parcelles étudiées au cours de l'opération ECEREX. Ils mettent ainsi en évidence la grande variabilité observable en forêt et attirent l'attention sur le fait qu'il est impossible d'estimer une phytomasse sans tenir compte de la variabilité structurale et architecturale de la forêt.

ABSTRACT

The authors first present the phytomass observed from a sample of 914 individuals distributed over 2500 m² of forest. Then, using this sample, various methods for estimating the phytomass per hectare are discussed. One of these methods is then applied to the various plots studied for the ECEREX operation. The considerable variability observed in the forest is thus revealed which brings the authors to emphasize the fact that it is unwise to estimate a phytomass without taking into consideration the structural and architectural variability of the forest.

I INTRODUCTION

II CONDITIONS DU MILIEU

II.1 Macroclimat

II.2 Topographie

II.3 Pédologie

II.4 Paysages végétaux et composition floristique

III METHODOLOGIE

III.1 Eléments du choix

III.2 Coupes, mesures et pesées

III.3.1 Floristique

III.3.2 Calculs

III.3.3 Méthodes

IV RESULTATS CONCERNANT L'ECHANTILLON

IV.1 Floristique et structure des placettes étudiées

IV.2 Phytomasse observée

IV.3 Répartition taxonomique de la phytomasse des ligneux érigés

V ESTIMATION DE LA PHYTOMASSE SUR LA PARCELLE D'INVENTAIRE

V.1 Estimation 1

V.2 Estimation 2

V.3 Estimation 3, par régression entre surface terrière et phytomasse

V.4 Estimation 4, par utilisation de relations de dépendance

V.4.1 Choix des variables indépendantes

V.4.2 Choix de la forme de la relation

V.4.3 Relation allométrique concernant l'échantillon

V.4.4 Estimation de la phytomasse sur l'hectare d'inventaire

V.4.4a Application de la relation individu par individu

V.4.4b Application de la relation par classe de DBH

V.5 Comparaison des estimations

VI APPLICATION A ECEREX

VII CONCLUSION

I - INTRODUCTION

En février et mars 1980 nous avons effectué une campagne de mesure de la phytomasse épigée en Guyane française dans une forêt primaire située le long de la piste de St Elie près du village de Sinnamary. Cette campagne a été menée dans le cadre du programme multidisciplinaire ECEREX, soutenu par la DGRST (décision d'aide 78-7-2523). Les buts de cette étude étaient multiples :

1. Connaître la phytomasse épigée sur un site forestier donné, servant d'échantillon.
2. Etablir des relations allométriques entre la phytomasse épigée, ou certaines de ses composantes, d'une part, et des variables indépendantes relativement aisées à mesurer d'autre part.
3. Tester des méthodes d'estimation de la phytomasse épigée présente sur des surfaces supérieures à l'échantillon, soit en utilisant les relations existant entre phytomasse et surfaces terrières de placettes d'échantillonnage, soit en faisant appel aux relations allométriques calculées et aux lois de distribution des variables indépendantes dans la population considérée.
4. Etudier la phytomasse des lianes et des épiphytes.
5. Etudier l'intégration des lianes et des épiphytes dans le contexte architectural de la forêt primaire.
6. Aborder à l'aide des données récoltées, l'étude quantitative du phénomène de la réitération en forêt.

Nous ne traiterons ici que de la phytomasse, c'est-à-dire des quatre premiers objectifs, sans aborder l'aspect architectural des recherches.

II - CONDITIONS DU MILIEU

II.1 Macroclimat

Situé à 5° Nord, sur la côte Atlantique de l'Amérique du Sud, la Guyane française est soumise à un climat dont les variations saisonnières sont rythmées par les passages alternés de la zone intertropicale de convergence. Le tableau I présente les données relevées à la station de Cayenne Rochambeau et traduisent les conditions moyennes que l'on rencontre en Guyane. Généralement, on observe une saison sèche du 15 Août au 15 Novembre, et une saison humide le reste de l'année, cette dernière étant entrecoupée d'une petite saison sèche d'environ un mois, qui peut se situer en Février, Mars ou Avril. Du fait de cette irrégularité, la petite saison sèche n'apparaît pas sur le tableau I basé sur une moyenne décennale. Depuis 1977, des pluviographes situés près de la parcelle choisie pour l'étude, ont permis d'établir, comme moyenne sur quatre ans, 254 jours de pluie totalisant 3450 mm.

La température annuelle est voisine de 26°, la variation entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid n'excédant pas 1°. L'humidité moyenne mensuelle reste élevée avec des valeurs oscillant entre 80 et 90 % ; quant à l'insolation annuelle, elle varie de 1950 à 2500 heures, avec une distribution mensuelle elle aussi variable.

L'évapotranspiration (Piche) atteint 1075 mm/an avec un maximum en Octobre. Quant à l'évapotranspiration réelle, elle a été calculée par ROCHE (1980) en utilisant la méthode du bilan hydrique, et atteint une valeur de 1470mm/an, pour la région étudiée, mais elle varie en Guyane de 1420 à 1640 mm/an.

II.2 Topographie

Située sur des schistes de la série de Bonidoro, (BOULET 1979), la zone d'étude se trouve sur l'interfluve séparant le bassin du fleuve Sinnamary et celui de la rivière Counamama. Le relief est fermement modelé avec des pentes excédant souvent 50 %, mais les dénivellements sont de faible amplitude. Le réseau hydrographique est très serré et la pente des thalwegs devient vite suffisamment faible pour que les débits solides des eaux de ruissellement soient captés, entraînant ainsi la formation de bas fonds marécageux, à sols très hydromorphes, couverts d'une végétation dominée par le Palmier Euterpe oleracea Mart. auquel s'associe le "Manil", Symphonia globulifera L.f. (CLUSIACEAE). Dans la zone d'étude, l'étendue de ces bas fonds couvre environ 10 à 15 % de la superficie totale. En dehors d'eux, le paysage constitué de très nombreux petits bassins versants, dont la surface varie de 1 à 2 hectares, étroitement imbriqués les uns dans les autres, et séparés par des lignes de crête arrondies mais assez étroites, un petit nombre d'entre elles étant cependant assez larges pour donner, sous forêt, l'impression d'un terrain plat.

II.3 Pédologie

Les travaux de BOULET (1978, 1979, 1980, 1981), BOULET et al. (1979), HUMBEL (1978) et GUEHL (1981), démontrent l'existence sur ces schistes de Bonidoro, ainsi que sur migmatites, de deux types de sol en regard du cheminement interne de l'eau. Dans un premier type, l'eau circule verticalement et librement dans le sol, qui est alors dit "à drainage vertical libre" (DVL). Dans l'autre type, l'eau infiltrée se trouve très rapidement bloquée par un horizon imperméable, et doit alors s'écouler latéralement ; il s'agit d'un sol à drainage vertical bloqué (DVB). Ces deux types de sol sont étroitement imbriqués sur le terrain, et le DVL ne couvre jamais de grandes surfaces d'un seul tenant. Le drainage influe sur la structure du peuplement forestier (LESCURE 1981), le DVL favorisant nettement la présence d'individus de gros diamètres, ainsi que sur la composition floristique de la forêt, la présence de certaines espèces se réalisant mieux sur l'un ou l'autre type de drainage (LESCURE 1981, PUIG & LESCURE 1981).

II.4 Paysages végétaux et composition floristique

La zone d'étude est entièrement couverte d'une forêt tropicale humide que l'on peut qualifier de primaire ; en effet la piste qui y donne accès est très récente (1976), la position de cette forêt sur le sommet de l'interfluve la rend difficilement accessible par canotage, ce qui exclue la possibilité d'établissements humains antérieurs, même amérindiens, ceux-ci étant généralement situés près d'une voie navigable au moins pour une embarcation légère. Néanmoins, la zone a certainement été parcourue pour la chasse par les Amérindiens puis les Créoles, et l'on sait,

PLUIES
Hauteur moyenne (en millimètres)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
414	481	430	508	585	444	284	159	34	55	151	301	3 846

TEMPERATURES DE L'AIR (°C)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Extrêmes
Min	22,5	22,7	22,9	23,0	22,8	22,2	21,5	21,6	21,5	21,4	21,6	22,3	17,2
Max	29,2	28,9	29,3	29,4	29,4	29,8	30,2	31,0	31,8	32,1	31,4	29,9	34,6

HUMIDITE RELATIVE MOYENNE (%)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
88	87	85	87	90	89	87	85	82	81	84	87	86

INSOLATION (EN HEURES)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
143	112	137	130	137	170	207	235	261	265	234	190	2 221

EVAPORATION PICHE (EN MM ET DIXIEME)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
75,8	75,7	92,0	88,5	61,6	64,7	80,0	92,2	120,5	133,9	106,7	83,5	1075,2

TABLEAU I

MOYENNES DECENNALES DES DONNEES CLIMATOLOGIQUES
POUR LA STATION DE ROCHAMBEAU

pour y avoir observé des cicatrices sur les arbres, qu'elle a servi jusqu'à la deuxième guerre mondiale de parcours aux collecteurs de latex de Balata (Manilkara bidentata Chev.) relativement fréquents dans la région.

Cette forêt non, ou très peu, perturbée par l'homme n'en reste pas moins extrêmement hétérogène, même si l'on ne tient pas compte de la végétation particulière des bas fonds. Elle se présente sous la forme d'une mosaïque (AUBREVILLE 1938, 1950) dont les éléments représentent en fait des phases sylvigénétiques d'âges différents (OLDEMAN 1974, HALLE & Al. 1978). LESCURE (1981a) a montré que l'hétérogénéité de structure mise en évidence dans le peuplement forestier étudié doit sans doute autant son existence à ce processus sylvigénétique qu'à des variations d'ordre pédologique, ces deux facteurs contrôlant ensemble la structure de la mosaïque, et l'on constate simplement qu'à un drainage vertical libre correspond une probabilité plus élevée de réalisation d'une phase sylvigénétique plus âgée (LESCURE 1981a).

La forêt est relativement riche en espèces; sur 50 hectares d'inventaire, 160 espèces d'arbres de plus de 200 cm de DBH ont été reconnues, et il est probable - au fur et à mesure - que le travail se poursuit sur le terrain - que l'on puisse en dénombrer environ 200 dans la zone d'étude. Les LECYTHIDACEAE, CAESALPINIACEAE, CHRYSOBALANACEAE représentent respectivement 28, 22 et 12 % de cette population arborescente. Elles sont suivies des SAPOTACEAE (9 %), CLUSIACEAE (3%), et des BURSERACEAE (3%) Ces six familles représentent donc 75 % de la population des arbres de plus de 20 cm de DBH. L'ordre dans lequel se présentent ces familles, selon leur abondance, n'est pas sans rappeler la forêt de Moraballi Creek décrite par DAVIS & RICHARDS (1933), l'importance des CAESALPINIACEAE dans la canopée (LESCURE 1981a) a été déjà soulignée par RICHARDS (1952) pour de nombreuses formations forestières néotropicales, ainsi que par AUBREVILLE (1961) et KLINGE & RODRIGUES (1974), pour des forêts amazoniennes.

La diversité spécifique est grande; PUIG & LESCURE (1981) montrent que pour quatre stations différentes de 2500 m² chacune, le nombre d'espèces rencontrées (DBH > 5cm) oscille entre 74 et 120. Cette variabilité est comparable avec celles observées au Suriname par SCHULZ (1960) dans les forêts de Mapane et de Coesewijn, au Brésil par PIRES & Al. (1953), près de Belém, et par KLINGE & RODRIGUES (1968), près de Manaus.

La structure de la végétation (ROLLET 1974) peut s'exprimer en partie par la loi de distribution des effectifs par classe de diamètre des tiges dans le peuplement pris sur 1 hectare. Cette distribution, pour un intervalle de classe de 10 cm, peut facilement s'ajuster à la forme linéaire :

$$\log N = aD + \log b$$

où pour chaque classe, D représente le diamètre médian et N le nombre d'individus, a et b étant des constantes. Le tableau II permet de comparer les distributions trouvées dans la zone d'étude ECEREX, dans la forêt de Kabo au Suriname, et dans la forêt près de Manaus, en donnant les paramètres log b, b, ainsi que le coefficient de corrélation R de la droite ajustée à la distribution.

Tableau II

DISTRIBUTION DES EFFECTIFS PAR CLASSE DE DIAMETRES
DANS TROIS STATIONS FORESTIERES NEOTROPICALES

(intervalle de classe 10 cm, effectifs à l'hectare)

STATIONS	log b	b	a	R
ECEREX	2.8366	686	- 0,0309	- 0,99
KABO	2.4647	292	- 0,0302	- 0,99
MANAUS	2.35075	224	- 0,0303	- 0,95

On constate que ces trois groupements forestiers sont assez comparables ; dans notre zone d'étude néanmoins, se dégage une tendance à produire plus de petites tiges (valeur de b plus grande) et moins de très grosses (valeur absolue de a plus grande) ; que dans les autres stations. La différence avec Kabo pourrait s'expliquer par le fait que cette station est située sur une formation pédologique dite série détritique de base dans laquelle le drainage vertical est toujours libre (BOULET & Al. 1979), alors que dans notre forêt, le drainage est essentiellement de type vertical bloqué. Malheureusement, nous n'avons pas d'indications sur le cheminement de l'eau dans le sol pour la station de Manaus.

III - METHODOLOGIEIII.1 Eléments du choix

La méthodologie devait être choisie de façon à donner un maximum d'éléments de réponse à la problématique évoquée au début de cet article.

L'établissement de relations allométriques, permettant de déduire la phytomasse épigée d'un individu ou d'une partie de cet individu, à partir d'une donnée biométrique facile à mesurer, si possible famille par famille, à défaut d'espèce par espèce, rendait nécessaire la coupe et la pesée d'un grand nombre d'individus. En regard de ce simple problème, 900 individus auraient sans doute été suffisants si l'échantillonnage avait été correctement stratifié dans cet unique but, et prélevé dans une zone assez large.

Mais nous voulions aussi chercher à estimer la biomasse, non plus à partir de relations allométriques concernant des indi-

vidus, mais aussi à partir d'une loi de variation de la phytomasse en fonction de la surface terrière de placettes d'échantillonnage d'égalles surfaces. Il fallait donc travailler sur des unités de surface et non plus sur des individus dispersés.

Nous voulions aussi définir directement la phytomasse sur l'un des deux types de drainage, cela nous imposait de rechercher un lieu suffisamment grand et entièrement situé sur un seul type de drainage, DVL en l'occurrence.

Il était aussi nécessaire de préciser le contexte floristique et architectural dans lequel se trouvaient les différentes placettes d'échantillonnage dont la taille avait été fixée à 100 m² chacune. (10 m x 10 m). Ceci nous obligeait à travailler sur une zone bien délimitée.

Nous avons donc recherché et trouvé une parcelle, dite parcelle d'inventaire, de forme carrée de 100 mètres de côté. Cette surface de 1 hectare, entièrement située sur DVL, fut divisée en 100 placettes de 10 m x 10 m, et chaque individu ligneux érigé ou lianescent, de plus de 1 cm de DBH y fut inventorié en nom vernaculaire wayapi, numéroté et cartographié et son diamètre fut mesuré à hauteur de poitrine (DBH) ou au dessus des contreforts selon la technique communément admise. Les surfaces terrières de chacune des placettes furent calculées et schématisées sur la figure 1.a.

Pour les besoins de l'analyse architecturale, nous avons été amenés à choisir un échantillonnage constitué de deux bandes de 10 m x 100 m et d'une bande de 10 m x 50 m (fig.1a). Ces trois bandes ont été sélectionnées dans les nombreuses bandes possibles en fonction de la représentation qu'elles donnaient des surfaces terrières. Le choix met volontairement l'accent sur les surfaces terrières importantes, donc des biomasses élevées, (fig.1b), privilégiant ainsi les variations existant entre les gros échantillons.

III.2 Coupe, mesure et pesées

Les bandes ont été traitées l'une après l'autre, en commençant par les petits individus. Pour chacun d'eux, dont on connaissait déjà la position et le nom vernaculaire, on faisait un croquis de l'individu dressé et de la projection de sa cime sur le sol. Un échantillon d'herbier était récolté dès que l'arbre était abattu à la scie à chaîne, pour tous les individus que l'on ne reconnaissait pas avec certitude. Puis, on mesurait les circonférences inférieures et supérieures, ainsi que les longueurs, de tous les axes importants, troncs et réitérations majeurs. Ces mesures étaient associées à un schéma architectural. La hauteur totale ainsi que la hauteur de fût libre étaient aussi notées. Cette série de mesure procédait de deux idées : simplifier les pesées et permettre une reconstitution pondérale de l'architecture d'un certain nombre d'individus.

Toujours suivant ces deux idées, et pour les arbres réitérés, les pesées de branches, brindilles et feuilles, étaient effectuées, dans la mesure du possible, réitération par réitération. Pour certains arbres malheureusement, ce processus ne

pouvait être totalement suivi du fait du désordre qui régnait dans la couronne après la chute de l'arbre.

Pour chaque grosse réitération, on récoltait l'ensemble des ramifications ou réitérations d'ordre inférieur qui lui étaient inféodées et que l'on distinguait sous le vocable plus large de "branches". Les brindilles, axes de moins d'un cm de diamètre, en étaient détachées, et les feuilles séparées des brindilles. Branches, brindilles et feuilles étaient alors pesées, et les poids ainsi mesurés étaient reliés aux réitérations concernées. Pour un individu sans réitération, tous les poids étaient reliés à l'axe primaire.

Des échantillons de bois, sous forme de tranches d'axe, étaient prélevés à différentes hauteurs du tronc et des réitérations, pesés et mesurés, des échantillons de branches, brindilles et feuilles étaient également collectés. Tous ces échantillons furent ensuite ramenés à Cayenne et séchés à l'étuve à 105 ° jusqu'à poids constant. La figure II résume ces opérations pour un arbre réitéré.

Dans le même temps, les lianes étaient récoltées, effeuillées puis pesées, axes et feuilles séparément. Malheureusement, il fut impossible de séparer dans un certain nombre de cas les différentes espèces. Les gros épiphytes (*Clusia* spp., *Ficus* spp.) étaient traités de la même manière. Les petits épiphytes étaient récoltés, leur position sur le phorophyte notée, ils étaient ensuite pesés globalement, puis mis soit en herbier soit en culture.

Les quelques palmiers présents, appartenant tous à l'espèce *Astrocaryum sciophyllum* (Miq.) Pulle, ont été pesés stipe et feuilles indépendamment. Enfin, les petits individus ligneux érigés ou lianescents de moins de 1 cm de DBH étaient pesés globalement.

III.3 Exploitation des données

III.3.1 Floristique

Près de 600 échantillons d'herbier, en majeure partie stériles, ont été analysés à l'herbier de Cayenne. Cette étude nous permet de bien connaître la composition floristique de l'échantillon au niveau générique.*

III.3.2 Calculs

Une exploitation préliminaire des données a été effectuée en utilisant les poids frais et les premières données floristiques disponibles par RIERA (1980). Une deuxième exploitation basée sur les poids secs et utilisant une connaissance floristique plus précise fait l'objet de l'article présent.

III.3.3 Méthodes

Le volume et le poids sec des échantillons permettent

(*) Nous remercions ici le Pr. LINDEMAN, dont l'aide nous a été précieuse, au cours de son séjour à Cayenne.

d'obtenir la densité sèche du bois. Le volume des axes est calculé par la formule du tronc de cône :

$$v = \frac{1}{3} h (S + s + S \times s)$$

dans laquelle h représente la hauteur du cône, S sa surface à la base et s sa surface au sommet. Ceci amène bien entendu à utiliser l'hypothèse selon laquelle un tronc serait assimilable à un volume simple. De fait, on sait (PARDE 1968) qu'il s'agit plus généralement de paraboloides ou de néloïdes, voire de volumes complexes.

Cette hypothèse simple a été testée par LESCURE (1981b), qui montre que la formule du tronc de cône sous-estime généralement légèrement le volume de l'axe. Si V_r représente le "volume réel" de l'axe, obtenu par la somme de troncs de cône élémentaire de deux mètres de haut chacun, et V le volume calculé, on peut passer de l'un à l'autre en utilisant la formule :

$$A = \frac{V_r}{V}$$

Calculée pour 100 individus de plus de 10 cm, de DBH, la moyenne de A est égale à $A = 1,037$, et son écart type à $\sigma = 0,122$. La biomasse sera donc très légèrement sous-estimée, d'environ 4 %.

Toujours à propos des axes, et des troncs en particulier, nous devons souligner un point méthodologique important. La littérature existante nous apprend que la biomasse des troncs représente de loin la part la plus importante de la biomasse totale. Malheureusement, peu d'auteurs ont défini clairement ce qu'ils entendaient par le mot "tronc". Seuls OGAWA & AL. (1965) et EDWARDS & GRUBB (1977) prennent cette précaution. Nous regrettons notamment que rien ne soit précisé à ce sujet dans les divers travaux de KLINGE ainsi que dans FOLSTER & AL. (1976), GREENLAND & KOWAL (1960) JORDAN (1971), KELLMAN (1970), OHLER (1980), OVINGTON & OLSON (1970), HUTTEL & AL. (1975). En ce qui nous concerne, et suivant OGAWA & AL., ainsi qu'EDWARDS & GRUBB, nous définissons le tronc comme une entité facilement délimitable sur le terrain même pour un observateur peu entraîné.

Chez certains arbres d'avenir, ainsi que chez quelques arbres du présent qui croissent selon le modèle de MASSART (HALLE & OLDEMAN 1971), comme les *Lacmellea aculeata* (Ducke) Monach., les *Iryanthera sagotiana* (Benth.) Warb., les *Virola melinonii* R. Ben., ou le modèle de ROUX (H & O, loc. cit.) comme *Duguetia* sp., ou *Symphonia globulifera* L.f., le tronc apparaît comme une entité dans l'espace, à savoir un axe continu porteur d'éléments latéraux nettement différenciés. Par contre, chez d'autres espèces, notamment parmi celles appartenant aux familles des LECYTHIDACEAE ou de CAESALPINIACEAE qui réalisent le modèle de TROLL (H. & O. loc. cit.), la limite visuelle supérieure du tronc devient imprécise, déjà au niveau du modèle initial, donc a fortiori à celui de l'arbre réitéré. Nous avons donc décidé de choisir une "limite d'usage", sans aucune considération autre que pratique : pour tout arbre qui pose un problème, nous avons décidé que faisaient partie du tronc, non seulement le fût libre de branches, mais aussi l'axe le plus épais partant de chaque niveau de réitération ; la

limite supérieure du tronc est alors le niveau de réitération d'où ne partent que des axes de diamètres sensiblement égaux. Cette définition correspond à celle d'OGAWA & Al. (loc. Cit.)

En utilisant ces méthodes, un certain nombre de poids secs ont été calculés pour tous les individus ligneux de plus de 1 cm de DBH. Ce sont :

Pf : Poids sec des feuilles

Pb : Poids sec des branches (axes latéraux)

Pt : Poids sec du tronc défini comme ci-dessus

Pc : Poids sec caulinnaire = Pb + Pt

PT : Poids sec total = Pc + Pf

IV RESULTATS CONCERNANT L'ECHANTILLON

IV.1 Floristique et structure des placettes étudiées

Dans l'hectare d'inventaire, le sous bois entre 1 et 3 mètres de haut est presque entièrement occupé par une VIOLACEAE, Rinorea amapaensis Hekking, qui réalise un modèle de FAGERLIND largement étalé, autorisant un couvert de la surface peu dense mais pratiquement continu. Quelques rares PALMAE du genre Astrocaryum sciophyllum (Miq.) Pulle parsèment le sous bois, ainsi que quelques "Patawa" Oenocarpus bacaba Mart. qui ont poussé en profitant d'une cheminée écologique (OLDEMAN 1974), ou qui marquent l'emplacement d'un ancien chablis, néanmoins, les palmiers sont relativement rares dans cette parcelle.

Au dessus de 1 cm de DBH, les arbustes et les arbres se répartissent en 163 espèces reconnues sur les 2500 m² étudiés, chiffre auquel il faudrait ajouter une dizaine d'espèces non déterminées. Cette parcelle est donc très riche floristiquement parlant et présente un grand indice de diversité (PUIG & LESCURE 1981). L'annexe I donne la liste de toutes les espèces rencontrées, Par ordre décroissant de fréquences, et pour les familles arborescentes, on rencontre la série LECYTHIDACEAE, CAESALPINIACEAE, CHRYSOBALANACEAE, MYRISTICACEAE, alors que pour les arbustes, les ANNONACEAE et les VIOLACEAE atteignent la fréquence de 100 %, les premières avec plusieurs espèces, les secondes avec une seule. Les EUPHORBIACEAE sont également bien représentées dans le sous bois grâce à Sagotia racemosa Baill.

La structure du peuplement sur l'hectare d'inventaire se caractérise par une surface terrière de 41,5 mètres carrés pour tous les ligneux érigés de plus d'1 cm de DBH, soit 5600 individus, et de 32,79 mètres carrés pour les 270 individus de plus de 20 cm de DBH. Cette surface terrière représente la valeur optimum rencontrée dans la région de la piste de St Elie (LESCURE 1981a). Les gros individus sont bien représentés avec 85 arbres de plus de 40 cm de DBH. La distribution des effectifs des classes de diamètre peut être définie par la formule :

$$\log n = 2,7584 - 0,027 D$$

alors que pour l'ensemble des inventaires effectués dans la région, on trouve :

$$\log N = 2,8363 - 0,0309 D$$

La parcelle d'inventaire est donc relativement peu encombrée de petits individus, et plus riche en gros individus que la moyenne des parcelles forestières étudiées aux alentours (LESCURE 1981a)

IV.2 Phytomasse observée

Nous ne discuterons ici que des phytomasses épigées réellement observées sur les 2500 mètres échantillonnés. Elles sont exprimées dans le tableau III en Kg de matière sèche.

Pour les ligneux érigés, arbres et arbustes, de plus de un cm de DBH, les poids des feuilles, des branches et des troncs ont été détaillés. Pour les petits ligneux érigés, et pour les plantules de DBH inférieur à 1 cm, ainsi que pour les ligneux lianescents chez lesquels la distinction entre branches et tronc devient rapidement impossible, nous ne donnons que le poids des feuilles et celui des organes caulinaires. Pour les palmiers, le poids caulinaire représente le poids du stipe lorsqu'il existe. En ce qui concerne les épiphytes, les poids caulinaires et foliaires ont été distingués uniquement chez les Dicotylédones (Clusia spp., Ficus spp.), les Monocotylédones et les fougères ont été pesées globalement, ainsi que les petites Dicotylédones comme les Peperomia par exemple.

Les contributions à la phytomasse totale des différents types de plantes, et des différents organes, sont indiquées en % de la phytomasse totale et comparées avec les résultats obtenus à Manaus au Brésil (KLINGE) et à Kaba au Suriname (OHLER), dans le tableau IV. Les valeurs du tableau IV-a sont calculées en % de la valeur totale de la phytomasse, celles du IV-b sont calculées en % de la valeur totale de la phytomasse diminuée de celle des petits épiphytes, enfin, pour le IV-c, en % de la phytomasse des ligneux érigés de plus de 1cm de DBH.

On constatera tout d'abord la grande homogénéité de ces résultats en ce qui concerne les proportions des différents organes constituant les ligneux érigés (IV-c). D'autre part, dans les trois sites, le pourcentage du poids des feuilles est plus faible dans la population des ligneux érigés que dans la population totale. Ceci souligne le rôle photosynthétique important joué par les plantes non érigées de la forêt, essentiellement les lianes et les Dicotylédones épiphytes. Enfin, on remarquera que la phytomasse des lianes varie assez considérablement d'un site à l'autre, ainsi que celle des palmiers.

Compte tenu de la faible importance des lianes, épiphytes et palmiers dans la phytomasse totale, nous n'en tiendrons plus compte dans les analyses qui suivent, pour lesquelles tous les chiffres se rapportent à la population des ligneux érigés de plus de 1 cm de DBH.

IV.3 Répartition taxonomique de la phytomasse des ligneux érigés

La phytomasse est répartie très inégalement entre les différentes familles. Si l'une d'entre elle en représente plus de 36 % (CAESALPINIACEAE), et si quinze d'entre elles en totalisent plus de 90 %, 28 autres familles constituent le reste de

	Ligneux érigés		Ligneux lianescents	Palmiers	Epiphytes	Total
	DBH > 1 cm	DBH < 1 cm				
Feuilles	2061	75	250	90	42	2518
Branches	42226	
Troncs	98666	
Gaulinaire	140912	225	3100	110	316	144663
TOTAL	142973	300	3350	200	358 90 (petits épiphytes)	147271

TABLEAU III
PHYTOMASSES EPIGEES OBSERVEES SUR L'ECHANTILLON (2500 m²)
Poids secs en kg

	ECEREX	MANAUS(1)	SURINAME	
IVa	Ligneux érigés DBH 1dcm	97,08	93,2	95,96
	Ligneux érigés DBH 1 cm	0,20	0,20	0,14
	Ligneux lianescents	2,27	6,30	1,73
	Palmiers	0,14	-	2,09
	Epiphytes	0,3	0,03	0,07
IVb	Feuilles	1,70	2,50(2)	3,18
	Caulinaire	98,30	97,50	96,82
IVc	Feuilles	1,44	2,07	1,57
	Branches	29,55	29,66	31,29
	Troncs	69,01	68,27	67,14
	Caulinaire	98,56	97,93	98,43

(1) Phytomasse calculée en poids frais

(2) Le calcul ne tient pas compte des feuilles des lianes

TABLEAU IV

Contribution à la phytomasse des différents types de plantes et des différents organes.

Comparaison entre trois sites amazoniens

IVa : % de la valeur totale de la phytomasse érigée

IVb : % de la valeur de la phytomasse non comptés les petits épiphytes.

IVc : % de la phytomasse des ligneux érigés de plus de 1 cm de DBH.

N. B. Pour permettre la comparaison avec les valeurs de Manaus signalons à titre indicatif que pour IVc, on compte en poids frais 98 % de bois et 2 % de feuilles.

familles	% de la phytomasse totale
CAESALPINIACEAE	36,54
LECYTHIDACEAE	9,81
CARYOCARACEAE	7,91
HUMIRIACEAE	7,54
LAURACEAE	7,54
MORACEAE	4,41
BURSERACEAE	3,41
SAPOTACEAE	3,18
EUPHORBIACEAE	3,03
CHRYSOBALANACEAE	2,28
MYRISTICACEAE	1,93
MIMOSACEAE	1,49
CLUSIACEAE	1,41
OCHNACEAE	1,33
FLACOURTIACEAE	1,22
TOTAL	92,93

TABLEAU V
 REPARTITION SYSTEMATIQUE
 DE LA PHYTOMASSE SECHE OBSERVEE A ECEREX

la phytomasse. Le tableau V indique les principales familles, en regard de la phytomasse, et le pourcentage de la phytomasse totale qu'elles représentent. Les familles restantes, représentant chacune moins de 1 % de la phytomasse totale, sont par ordre alphabétique, les :

ANACARDIACEAE, ANNONACEAE, APOCYNACEAE, ARALIACEAE, BIGNONIACEAE, BORRAGINACEAE, BOMBACACEAE, CAPPARIDACEAE, CARIACEAE, COMBRETACEAE, ELAEOCARPACEAE, ICACINACEAE, LINACEAE, MELIACEAE, MELASTOMATACEAE, MONIMIACEAE, MYRSINACEAE, MYRTACEAE, OLACACEAE, QUIINACEAE, RHYZOPHORACEAE, RUBIACEAE, RUTACEAE, SAPINDACEAE, SIMAROUBACEAE, STERCULIACEAE, TILIACEAE, VIOLACEAE.

L'importance relative des familles telle qu'elle se révèle ci-dessus, doit être interprétée avec précaution. En effet, si la supériorité en densité et en fréquence des CAESALPINIACEAE et des LECYTHIDACEAE ne fait aucun doute, et confirme l'importante contribution à la phytomasse de ces familles, il n'en va pas de même pour des taxons comme les CARYOCARACEAE, les HUMIRIACEAE ou les OCHNACEAE, dont la présence dans la parcelle d'inventaire, sous forme d'un ou deux gros individus, relève de la réalisation d'un évènement fort peu probable, au vu de la distribution très erratique de ces familles dans la région de Sinnamary (LESCURE 1981a). A l'échelle de 10 ou de 100 hectares, il est évident que la contribution à la biomasse totale de telles familles sera réduite au profit de familles à structure de type exponentiel telles que les SAPOTACEAE ou les CHRYSOBALANACEAE. A l'opposé on notera que les VIOLACEAE, très abondantes dans le sous bois, représentées par des individus nombreux mais de petite taille, ne participent que pour une très faible part à la phytomasse totale.

IV.4 Phytomasse et classes de DBH pour les ligneux érigés

La répartition de la phytomasse en fonction des classes de DBH des arbres, démontre la faible contribution des individus de moins de 20 cm de DBH. La connaissance de ce fait permet d'envisager des estimations de phytomasse à partir d'inventaires forestiers qui n'intéressent généralement que les arbres de plus de 20 cm de DBH. Le tableau VI donne pour quelques classes de DBH le pourcentage de la phytomasse totale qu'elles représentent.

TABLEAU VI

REPARTITION DE LA PHYTOMASSE EN FONCTION DES CLASSES DE DBH

Classes	% de la biomasse totale
0 - 9,9 cm	2,38
10 - 19,9	7,65
20 - 39,9	18,59
40	71,38
	10,03
	28,62

V - ESTIMATIONS DE LA PHYTOMASSE SUR LA PARCELLE D'INVENTAIRE

A partir de l'échantillon étudié, constitué de plus de 1400 individus dont 914 suffisamment gros pour n'être pas pesés globalement, répartis sur 2500 mètres carrés, soit 25 placettes de 100 mètres carrés chacune, on peut envisager différentes méthodes d'estimation de la phytomasse sur un hectare de la forêt avoisinante, en l'occurrence, la parcelle d'inventaire (fig. Ia).

V.1 Estimation_I

Cette première estimation est de loin la plus grossière. Elle consiste simplement à rapporter à l'hectare la valeur obtenue sur la surface échantillonnée. Pour être vraisemblable, elle suppose une homogénéité de structure que la forêt est loin de présenter. Si P représente la phytomasse à l'hectare et p celle de l'échantillon, on aura :

$$P = p \times 4 = 571892 \text{ kg}$$

V.2 Estimation_II

On rapporte ici la valeur de la phytomasse observée à la surface terrière de l'échantillon, s, et à la surface terrière de la parcelle dont on veut estimer la phytomasse, S.

$$P = p \cdot \frac{S}{s}$$

Dans le cas de l'estimation de la phytomasse de l'hectare d'inventaire, nous obtiendrons :

$$P = 518489 \text{ kg}$$

avec s 11,4436 m² et S 41,5 m²

V.3 Estimation_III

Par régression entre surface terrière et phytomasse, nous avons étudié les phytomasses de 25 placettes de 100 mètres carrés chacune. Il est possible, avec cet échantillon, d'étudier la loi de distribution des phytomasses (feuilles, branches, troncs, caulinaires, totales) en fonction de la surface terrière de ces placettes élémentaires. La simple droite de régression de la forme

$$p = aS + b$$

où P représente la phytomasse de la placette et S sa surface terrière, s'ajuste assez bien aux différents nuages de points, si l'on se réfère aux coefficients de corrélation, R, tous supérieurs, sauf pour les feuilles, à 0,9. Le tableau VII donne les valeurs des paramètres a et b ainsi que du coefficient R pour les différentes phytomasses. (fig. III, Tableau VII).

	a	b	R
P feuilles	115	+ 30	0,84
P branches	6422	- 1250	0,94
P troncs	11409	- 1276	0,91
P caulinaires	17831	- 2525	0,94
P total	17945	- 2496	0,94

TABLEAU VII

DROITES DE REGRESSION ENTRE PHYTOMASSES
ET SURFACES TERRIÈRES DES PLACETTES

Paramètres et coefficients de corrélation

D'après ces paramètres, il devient possible de calculer les phytomasse de toute placette de 100 mètres carrés pourvus qu'on en connaisse la surface terrière.

Nous pouvons donc estimer la valeur de la phytomasse sur l'hectare d'inventaire, en utilisant les valeurs des surfaces terrières des 100 placettes élémentaires qui le composent, (fig. I). Nous obtenons :

$$P = 495.180 \text{ kg}$$

V.4 Estimation IV, par les relations de dépendance

Ces estimations ne sont plus du tout basées sur des relations existant entre la surface terrière d'un terrain délimité et le poids de la population qui le recouvre, mais sur les relations de dépendance que l'on peut mettre en évidence entre le poids d'un individu ou d'une de ses parties pour sa facilité de mesure, telle que le

diamètre à hauteur de poitrine (DBH), la hauteur totale etc..., cette dimension jouant dans la relation le rôle de variable indépendante, la connaissance d'une part des paramètres régissant la relation de dépendance choisie, et de ceux, d'autre part, qui déterminent la loi de distribution de la variable indépendante dans la population, permet de calculer une estimation de la phytomasse.

V.4.1 Choix des variables indépendantes

La première variable retenue est le carré² du diamètre à hauteur de poitrine, que l'on notera simplement D^2 . Cette variable a été choisie en raison de la grande facilité de mesure qu'elle présente sur le terrain qui permet de recueillir aisément des matériaux pour estimer une phytomasse dans une autre partie de la Guyane, que ce soit à partir d'un nouveau travail de terrain ou à partir de documents déjà existants, au niveau des services forestiers par exemple. Des estimations concernant l'utilisation énergétique de la phytomasse seront ainsi facilitées, dans le cadre de programmes de recherches appliquées ultérieurs.

Pour satisfaire à des exigences scientifiques de comparaison avec les données de la littérature existante, nous avons choisi d'utiliser aussi une autre variable, $D^2 \times H$ où H représente la hauteur totale de l'individu, nous pouvons ainsi comparer nos données guyanaises avec celles de OGAWA & Al. 1965, CROW 1978, MADGWICK 1976.

V.4.2 Choix de la forme de la relation de dépendance

La littérature existante nous a montré qu'un grand nombre de formes ont été utilisées par différents auteurs. Le Tableau VIII résume cette situation bibliographique et donne pour chaque auteur la forme choisie, la signification de la variable dépendante y et celle de la variable indépendante x.

Quant à nous, nous avons choisi la forme dite allométrique, qui est une fonction puissance :

$$y = k x^a$$

très généralement admise et facilement linéarisable sous la forme

$$\log y = \log k + a \log x$$

la forme plus simple

$$y = a x + b$$

peut aussi donner de bons résultats, car dans certains cas, la valeur de l'exposant de la fonction puissance (a) est souvent très proche de 1, la relation $y = kx^a$ devient alors très proche de la forme :

$$y = kx$$

forme	auteur	y	x
$y = a x + b$	Edwards et Grubb	Volume	$\frac{D^2}{4} x H$
	Edwards et Grubb	Poids	D
	Lescure	Volume	D^2
$y = k x^a$	Huttel et al	Volume	D
	Bunce	Poids	D
	Crow	Poids	$D^2 H$
	Folster	Poids	$D^2 H$
	Kellman	Poids	$\frac{D^2}{4}$
	Ogawa et Al	Poids	$D^2 H$
	Ovington	Poids	D
$y = ax^2 + bx + c$	Jordan	Poids	D
$y = ax_1^b x_2^c$	Ovington	Poids	$x_1 H$
$\frac{1}{y} = \frac{a}{x} + b$	Ogawa et Al	Poids feuilles	Poids tronc
		Surface foliaire	Poids tronc

TABLEAU VIII
 FORMES DE RELATIONS DE DEPENDANCE
 UTILISEES DANS LA LITTERATURE ANTERIEURE

La parabole de Jordan nous semble criticable du fait qu'elle impose à priori une valeur fixe à l'exposant de la variable, valeur égale à 2, qui n'est pas calculée à partir d'un échantillonnage. De plus, cette fonction n'étant pas linéarisable, il est plus difficile de calculer son ajustement aux données expérimentales. La forme à deux variables d'Ovington est difficilement linéarisable et a été rejetée de ce fait. Quant à l'hyperbole d'Ogawa pour la phytomasse des feuilles et la surface foliaire, elle engendre l'idée d'assymptote, autrement dit l'idée qu'à partir d'une certaine taille du tronc, l'accroissement des feuilles deviendrait nul. Outre que les échantillonnages exécutés dans ces grandes classes de DHB nous semblent peu nombreux pour confirmer une telle hypothèse, celle-ci s'accorde assez mal avec la vision architecturale de la croissance des arbres, il semble beaucoup plus probable en effet, qu'à partir d'un certain diamètre, l'arbre perde

sa phytomasse foliaire par élagage des branches, (arbre du passé), phénomène qui conduit à la mort de l'individu. La limite en ce cas n'a rien d'asymptotique. Néanmoins, nous avons cherché à tester ce modèle sur certaines familles systématiques représentées dans l'échantillon. Outre que les coefficients de corrélation étaient assez différents de 1, les poids limites théoriques de feuilles s'avéraient très différents de la réalité, avec les valeurs suivantes :

CAESALPINIACEAE : 1,2 kg

CHRYSOBALANACEAE : 0,7 kg

Ce modèle ne semble donc pas applicable dans le cadre de notre étude.

Les relations concernant Pf, Pc, et PT ont été calculées avec l'effectif total de la population, celles concernant Pb et Pt l'ayant été avec un effectif moindre. En effet, lors du travail de terrain, pour de nombreux individus de petite taille, le poids caulinaire avait été pesé globalement sans distinction de branches ou de tronc.

V.4.3 Relations allométriques concernant l'échantillon

Elles sont présentées dans le tableau IX. Pour chaque relation et pour chaque variable utilisée, on y trouvera l'effectif de l'échantillon, les paramètres k et a, ainsi que le coefficient de corrélation R de la droite de régression exprimée sous la forme logarithmique :

$$\log P = \log k + a \log x$$

où P est exprimé en kg, et x en cm pour D comme pour H.

P	Effectif	P = k (D ²) ^a			P = k (D ² H) ^a		
		k	a	R	k	a	R
Pt	418	0,04585	1,3549	0,97	0,00096	0,9819	0,92
Pb	418	0,00827	1,3898	0,94	0,00005	0,9857	0,94
Pc	914	0,04863	1,3816	0,97	0,00031	0,9759	0,98
Pf	914	0,00873	1,0680	0,91	0,00017	0,7587	0,93
PT	914	0,05635	1,3624	0,97	0,00039	0,9626	0,98

TABLEAU IX

RELATIONS ALLOMETRIQUES CALCULEES SUR L'ECHANTILLON

V.4.4 Estimation de la phytomasse sur l'hectare d'inventaire

En reprenant les paramètres des relations allométriques établies ci-dessus, nous pouvons calculer le poids de l'échantillon et comparer ces valeurs calculées aux données expérimentales. Nous avons calculé les phytomasses P_c , P_T et $P'T$ ($= P_f + P_c$) de trois manières différentes :

$$1 - P = k (D)^a$$

$$2 - P = k (D H_1)^a$$

en utilisant pour D et H_1 les valeurs observées

$$3 - P = K (D H_2)^a$$

en calculant H_2 à partir de la droite de régression calculée entre D et H où

$$\log H = \log k + a \log D$$

soit sous la forme de fonction puissance :

$$H = 249 D^{0,6985} \quad (R 0,92)$$

P. observé		P. calculé		
		1	2	3
Pf	1 2061	2111	1754	1942
Pc	140912	134334	89873	110138
PT	142973	133252	91630	111586
P'T	142973	136445	91547	113081

TABLEAU X

COMPARAISON ENTRE POIDS OBSERVES ET POIDS CALCULES
PAR LES RELATIONS ALLOMETRIQUES

On constate que :

Toutes les valeurs calculées₂ sont sous-estimées, Le calcul avec la variable D^2 donne les résultats les plus proches de la réalité, $P'T$ n'est alors sous-estimé que de 5 % environ. Contrairement à OGAWA & Al.(op.cit.) et aux auteurs qui l'ont suivi, nous sommes conduits à retenir cette variable pour estimer la biomasse en forêt primaire guyanaise.

La variable $D^2 H_1$, avec H_1 observée, entraîne une sous-estimation importante du poids de l'échantillon, de l'ordre de 35 % de la phytomasse réelle.

La variable $D^2 H_2$, avec H_2 calculé, donne de meilleurs résultats, avec une sous-estimation, dans le cas de l'échantillon, de l'ordre de 10 %. Ceci est dû au fait que la relation allométrique liant H et D présentée ci-dessus surestime considérablement les valeurs de H pour les grandes valeurs de D.

V.4.4a. Application de la relation individu par individu

Retenant donc, pour l'estimation de la phytomasse, les relations allométriques utilisant D^2 comme variable indépendante, nous avons calculé, pour l'hectare d'inventaire, Pf, Pb, Pt, Pc, PT et P'T (= Pc + Pf) en appliquant les relations à chacun des individus recensés sur l'hectare d'inventaire. Le tableau XI rend compte de l'estimation ainsi obtenue.

Pf	7 627 kg
Pb	79 948 kg
Pt	338 628 kg
Pc	441 232 kg
PT	440 898 kg
P'T	448 859 kg

TABLEAU XI.

ESTIMATION DE LA PHYTOMASSE PAR LES RELATIONS ALLOMETRIQUES
APPLIQUEES A CHAQUE INDIVIDU DE LA POPULATION

V.4.4b Application de la relation par classe de DBH

On peut aussi utiliser ces relations allométriques en les appliquant, non plus à tous les individus de la population pris un à un, mais à chacune des valeurs médianes des classes de diamètres relevées dans la population. Les valeurs ainsi obtenues sont ensuite multipliées par la valeur de l'effectif de chaque classe. Cette estimation est donnée dans le tableau XII.

PF	9 072 kg
Pb	87 151 kg
Pt	371 303 kg
Pc	481 618 kg
PT	482 807 kg
P'T (= Pc + Pf)	490 690 kg

TABLEAU XII

ESTIMATION DE LA PHYTOMASSE PAR LES RELATIONS ALLOMETRIQUES
APPLIQUEES AUX MEDIANES DES CLASSES DE DBH
(Toutes classes de DBH)

V.5 Comparaison des estimations

Le tableau XIII permet de comparer les résultats de l'application des différentes méthodes d'estimations, au niveau de l'échantillon et à celui de l'hectare d'inventaire.

L'estimation I n'est pas très vraisemblable. Pour qu'elle le soit, il faudrait que la structure de la forêt soit parfaitement homogène ce qui est loin d'être le cas. Nous la citons néanmoins pour mémoire, car elle a peut être été utilisée dans la littérature existante, par des auteurs qui ne précisent pas le mode d'estimation utilisée. L'erreur introduite peut être soit négative, soit positive selon que la surface terrière de l'échantillon sous-estime ou surestime la surface terrière de moyenne de la parcelle forestière dont il faut calculer la phytomasse. Dans le cas présent, elle doit être positive puisque lors de notre échantillonnage, nous avons favorisé les placettes de forte surface terrière (fig.1b).

L'estimation II fait intervenir une mesure de la variabilité de la structure forestière, sous forme de surface terrière. Mais les estimations I et II surestiment obligatoirement la valeur réelle de la phytomasse du fait que l'échantillon est surestimé au point de vue surface terrière.

D'autre part, deux placettes de même surface terrière n'auront pas le même poids, un gros arbre ayant une surface terrière donnée pesant plus lourd que de multiples petits arbres réalisant ensemble une surface terrière identique.

Estimation	PT en kg
I	571 892
II	518 489
III	495 180
IVa	440 898
IVb	482 807

TABLEAU XIII
COMPARAISON DES ESTIMATIONS

L'estimation III, comme le II, relève du même esprit : pondérer l'extrapolation de l'échantillon par une mesure de la variabilité structurale de la forêt, en l'occurrence la surface terrière. En tentant de dégager une loi de corrélation entre phytomasse et surface terrière pour des placettes de 100 m² chacune, l'accent, mis au cours de l'échantillonnage, sur des placettes à fortes surfaces terrières, devient plutôt bénéfique puisque ce sont ces valeurs là qui vont influencer la pente de la droite. Malheureusement, si les coefficients de corrélation s'avèrent excellents, les bandes de confiance sont assez larges. Ceci indique que parmi les paramètres mesurables de la variabilité structurale forestière, la surface terrière n'est pas la seule à contrôler la phytomasse. Dès lors, il est impossible de dire si l'estimation par la méthode III est surévaluée ou sous-évaluée.

On a pu montrer, au niveau de l'échantillon, que les estimations de type IV sous-estiment la réalité. Au niveau de l'hectare d'inventaire, ce sont elles qui donnent les plus faibles estimations. L'estimation IV b est supérieure à l'estimation IVa. Ceci s'explique simplement par le fait que la courbe de distribution du nombre de tiges en fonction du diamètre ayant une concavité tournée vers les y croissants, (dérivée seconde positive), l'approximation de l'intégrale par la fonction en escalier, dont chaque pallier correspond à une tranche de diamètre, surestime cette intégrale.

Au vu de ces méthodes d'estimation et des résultats qu'elles permettent d'obtenir, on peut penser que la phytomasse réelle de l'hectare d'inventaire se situe entre 450 tonnes ou matière sèche à l'hectare, et que l'estimation IVa semble être assez proche de la réalité.

VI APPLICATION A ECEREX

Au cours de l'étude ECEREX, dix bassins versants de l'ordre de l'hectare, ont été inventoriés avant déforestation. Les

Parcelle	Pf	Pb	Pt	Pc	PT
A	5313	60084	253749	331406	330612
B	4997	58610	246476	322953	321436
C	5135	63047	263434	346864	344016
D	5049	65294	271627	358865	355059
E	4360	54925	229185	302095	299388
F	4527	48858	211212	275205	275017
G	4322	46698	198319	257916	258093
H	5021	56865	239900	313565	312739
I	4573	49593	210441	273851	273916
J	4294	45336	193063	250556	251106
Biomasse	6485	76959	323175	423913	421589
DVL	5719	69187	289732	380849	378183
DVB	3756	42580	179754	234835	234228

TABLEAU XIV
 PHYTOMASSES ESTIMEES A L'HECTARE
 POUR LES DIFFERENTES PARCELLES ETUDIEES A ECEREX
 POUR LES ARBRES DE PLUS DE 20 CM DE DBH.

Poids en kg (matière sèche)

inventaires ont été conduits par le CTFT pour tous les individus supérieurs ou égaux à 20 cm de DBH. Ultérieurement, ils ont permis de dégager les effectifs par classe de diamètre présents sur des surfaces plus importantes et homogènes au point de vue pédoclimatique, DVL ou DVB. On a donc, pu estimer les phytomasses à l'hectare pour chacune de ces surfaces, en appliquant aux données la méthode IVb (relations allométriques appliquées aux classes de DBH).

Toutes les valeurs présentées dans le tableau XIV sont des estimations, dont on a vu ci-dessus quelle était leur imprécision. Ceci n'empêche pas qu'elles soient comparables entre elles, puisque toutes calculées selon la même méthode, et que les écarts relatifs qu'elles présentent soient significatifs.

On notera la valeur extrêmement grande de la biomasse dans l'hectare d'inventaire. Il s'agit de loin, de la phytomasse maximum que l'on puisse rencontrer dans la forêt naturelle de la région de la piste de St Elie. Ceci n'a rien d'étonnant du fait que nous avons délibérément choisi une "belle forêt" pour réaliser notre récolte de données, cette impression subjective fut confirmée par la suite par la mesure d'une forte surface terrière, la présence de nombreux Peltogyne spp., le caractère vertical du drainage du sol etc...

On remarquera ensuite que sur les grandes surfaces, le drainage vertical libre favorise la réalisation d'une phytomasse plus élevée que celle rencontrée sur drainage vertical bloqué. Cette observation résulte de la comparaison des phytomasses estimées pour les 4,02 hectares en DVL, et les 9,4 hectares en DVB.

Cependant, cette relation entre phytomasses et types de drainage du sol, ne s'observe plus sur des surfaces plus petites, comme celles représentées par les bassins versants. Le tableau XV donne pour chaque bassin inventorié, la phytomasse totale à l'hectare, et le pourcentage de la surface du sol où le drainage est vertical. Les bassins sont classés par phytomasse décroissante.

Bassin	Phytomasse	% surface en DVL
D	355	60
C	344	100
A	330	0
B	321	10
H	312	0
E	299	57
F	275	0
I	273	60
J	251	2

TABLEAU XV

PHYTOMASSES (Tonnes/hectare) ET DRAINAGE
(% de la surface en DVL) SUR LES BASSINS
VERSANTS.

Arbres de plus de 20 cm de DBH.

La lecture de ce tableau montre que les phytomasses ne sont pas, dans le cas des bassins versants, proportionnelles à la quantité de surface de sol présentant un drainage vertical libre. Ainsi, A et C réalisent des phytomasses pratiquement identiques, alors que le premier est entièrement en DVB, le second totalement en DVL. On peut penser que ce manque de corrélation observé à l'échelle de l'hectare, est dû au fait que sur des surfaces de cet ordre, la distribution des chablis est loin d'être semblable d'une parcelle à l'autre, de ce fait, la distribution des phases sylvigénétiques n'est pas comparable d'un bassin versant à l'autre, et les différences de phytomasses observées sur les bassins versants sont essentiellement imputables à la distribution de ces phases dans chaque bassin. Sur des surfaces d'observation plus grandes, la distribution des phases sylvigénétiques sur le terrain devient plus représentative de l'équilibre sylvigénétique, les différences observées étant moins liées au hasard, et l'on peut penser qu'elles reflètent mieux l'influence du type de drainage sur la production de phytomasse.

VII CONCLUSION

S'il était intéressant de montrer qu'il existait diverses méthodes d'estimation de la phytomasse épigée, aboutissant à des résultats assez différents, que la définition de la précision de chacune des méthodes n'était pas toujours aisée, ou encore que le choix de la méthode pouvait parfois être problématique ou plus ou moins imposé par le manque de telle ou telle donnée, il nous paraît plus important encore de mettre l'accent sur le fait que les estimations dépendent avant tout de la variabilité structurale de la forêt. En effet, si l'on considère toutes les estimations appliquées à une seule parcelle, elles donnent toutes des valeurs situées à $\pm 8\%$ d'une valeur moyenne. Si maintenant nous reprenons les phytomasses estimées en différents endroits de la forêt, par la même méthode, nous observons que la phytomasse moyenne est de 323 tonnes par hectare, plus ou moins 30%. Les recherches sur la phytomasse devraient donc s'orienter maintenant sur l'analyse des variations pondérales en fonction de différents paramètres mesurables reflétant la variabilité forestière et en fonction d'études portant sur la sylvigénèse et la distribution des phases sylvigénétiques dans la population.

BIBLIOGRAPHIE

== = = = =

- AUBREVILLE A. 1938. La forêt coloniale, les forêts de l'Afrique Occidentale Française Ann. Acad. Sc. Colon. Paris 9 : 1-245.
- AUBREVILLE A. 1950. Le concept d'association dans la forêt dense équatoriale de la basse Côte d'Ivoire. Mem. Soc. Bot. France : 145-158
- AUBREVILLE A. 1961. Aperçus sur la forêt de la Guyane Française. Bois et forêt des Tropiques 80 : 3-11.
- BEEKMAN F. 1980 Structural and dynamic aspects of the occurrence and development of lianes in the tropical rain forest. Multigr. Wageningen. Dept. of Forestry, Agr. Univ. 45 pp
- BENETEAU A. 1980. Aperçu de la flore épiphytique en forêt guyanaise. D.E.A. Univ. P. Sabatier Toulouse. Multigr. 79 pp.
- BOULET R. 1978. Existence de systèmes à forte différenciation latérale en milieu ferrallitique guyanais. Un nouvel exemple de couvertures pédologiques en déséquilibre. Sc. du Sol 2 : 75-82.
- BOULET R. 1979. Méthodes d'analyses et représentation des couvertures pédologiques des bassins versants ECEREX. In : l'Ecosystème forestier guyanais, étude et mise en valeur. Bull. de liaison du groupe de travail n° 1 : 11-19.
- BOULET R. 1980. Etat des recherches sur les sols guyanais. Apport de la pédologie au développement. Rapport multigr. ORSTOM Cayenne. 9 p. 4 fig.
- BOULET R. 1981. Etude pédologique des bassins versants ECEREX. Bilan de la cartographie. In : L'Ecosystème forestier Guyanais. Etude et mise en valeur. Bull. de liaison du groupe de travail n° 4 : 4-22.
- BOULET R., BRUGIERE J.M., HUMBEL F.X. 1979. Relation entre organisation des sols et dynamique de l'eau en Guyane Française septentrionale : conséquences agronomiques d'une évolution déterminée par un déséquilibre d'origine principalement tectonique. Sci. du Sol 1 : 3-18.
- BUNCE R.G.H. 1968. Biomass and production of trees in a mixed deciduous woodland. I : Girth and height as parameters for the estimation of tree dry weight. J. Ecol. 56 (3) 759-777.
- CROW T.R. 1978. Common regression to estimate tree biomass in tropical stands. Forest Science vol. 24 (1) : 110-114.
- DAVIS T.A.W., RICHARDS P.W. 1933. The vegetation of Moraballi Creek, British Guyana : an ecological study of a limited area of tropical rain forest. Part I. J. Ecol. 21 (2) : 350-384.

- DILMY A. 1971. The primary productivity of equatorial tropical forests in Indonesia. In : Productivity of forest ecosystems. Proc. Brussels Symp. UNESCO : 333-337.
- EDWARDS P.J., GRUBB P.J. 1977. Studies of mineral cycling in a Montaine rain forest in New Guinea. I : the distribution of organic matter in the vegetation and soil. J. Ecol. 65 (3) : 943-970.
- FOLSTER H., LAS SALAS G. de KHANNA P. 1976. A tropical evergreen forest site with perched water table, Magdalena valley, Columbia. Biomass and bioelement inventory of primary and secondary vegetation. Oecol. Plant. 11 (4) : 297-320.
- GREENLAND D.J., KOWAL J.M.L. 1960. Nutrient content and moist tropical forest of Ghana. Plant and soil 12 : 154-174.
- GUEHL J.M. 1981. Etude in situ de la dynamique de l'eau dans le sol sous forêt primaire. Influence de la couverture pédologique sur quelques caractéristiques du drainage vertical. In : L'Ecosystème forestier guyanais. Bull. de liaison du groupe de travail n° 4 : 52-60.
- HALLE F., OLDEMAN R.A.A. 1971. Essai sur l'architecture et la dynamique des arbres tropicaux. Masson, Paris 178 p.
- HALLE F., OLDEMAN R.A.A., TOMLINSON P.B. 1978. Tropical trees and Forests. An Architectural Analysis. Springer-Verlag, N.Y. 441p.
- HUMBEL F.X. 1978. Caractérisation, par des mesures physiques, hydriques et d'enracinement, de sols de Guyane française à dynamique de l'eau superficielle. Sc du Sol 2 : 83-92.
- HUTTEL Ch., BERNHARD-REVERSAT F. 1975. Recherches sur l'écosystème de la forêt sub-équatoriale de la basse Côte d'Ivoire. V. Biomasse végétale et productivité primaire. Cycle de la matière organique. In : La Terre et la Vie 29 : 203-228.
- JORDAN Carl F. 1971. Productivity of a tropical forest and its relation to a world pattern of energy storage. J. Ecol. 59 (1) : 127-141.
- KELLMAN M.C. 1970. Secondary Plant Succession in Tropical Montane Mindanao. Australian National University, Camberra. 174 p.
- KLINGE H., RODRIGUES W.A. 1968. Litter production in an area of Amazonian terra firme forest, part I and II. In : Amazoniana 1 : 287-302 and 303-310.
- KLINGE H., RODRIGUES W.A. 1974. Phytomass estimation in a central Amazonian rain forest. In : IUFRO Biomass Studies. Univ. Press Orono, Maine : 339-350.
- LESCURE J.P. 1981a. La végétation et la flore dans la région de la piste de St Elie. L'Ecosystème forestier guyanais. Etude et mise en valeur. Bull. de liaison du groupe de travail n° 3 : 4-24.

- LESCURE J.P. 1981b. Quelques données pour l'appréciation du volume des troncs en Guyane française. L'Ecosystème Forestier Guyanais. Etude et mise en valeur. Bull. de liaison du groupe de travail n° 3 : 30-33.
- MADGWICK H.A.I. 1973. Biomass and productivity models of forest canopies. In : Analysis of temperate forest ecosystems. Ecological studies n° 1. Springer Verlag : 47-54.
- MADGWICK H.A.I. 1976. Mensuration of forest biomass; In : IUFRO Oslo Biomass Studies. Univ. Orono, Maine : 13-27.
- OGAWA H., YODA K., OGINO K., KIRA T. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant biomass. In : Nature life South Asia. 4 : 49-80.
- OHLER F.M.J. 1980. Phytomass and mineral content in untouched forest. CELOS rapporten n° 132, Univ. van Surinaame. 43 p.
- OLDEMAN R.A.A. 1974. L'architecture de la forêt guyanaise. Mémoire ORSTOM, n° 73, 204 p.
- OVINGTON K.D., OLSON J.S. 1970. Biomass and chemical content of El Verde Lower Montane Rain Plants. In : H.T.Odum. A Tropical Rain Forest. 3 Section H-2. Springfield, Virg. US Atomic Energy Commission : 53-79.
- PARDE J. 1968. Base et méthodes d'évaluation de la productivité ligneuse stationnelle n'impliquant pas la coupe des arbres. In : Functioning of terrestrial ecosystems at the primary production level. Proc. of Copenhagen Symposium. UNESCO : 203-209.
- PIRES J. Murca, DOBZHANSKY Th., BLACK G.A. 1953. An estimate of the number of species of trees in an Amazonian forest community. Bot. Gaz. 114 : 467-477.
- PUIG H., LESCURE J.P. 1981. Etude de la variabilité floristique dans la région de la piste de St Elie. L'Ecosystème forestier Guyanais. Etude et mise en valeur. Bull. de liaison du groupe de travail n° 3 : 25-29.
- RICHARDS P.W. 1952. The Tropical Rain Forest. Cambridge University Press. 450p.
- RIERA B. 1980. Biomasse en forêt guyanaise. Premiers résultats. D.E.A. Univ. Paul Sabatier, Toulouse 48 p.
- ROCHE M.A., 1980. Evapotranspiration réelle de la forêt amazonienne en Guyane. ORSTOM. Multigraphié, 16 p.
- RODIN L.E., BAZILEVICH N.I. 1968. World distribution of plant biomass. In : Functioning of Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level. Proc. Copenhagen Symp. Eckardt Ed. Ecology and Conservation Vol 4, Paris, UNESCO : 45-52.

- ROLLET B. 1974. L'Architecture des forêts denses humides sempervirentes de plaine. CTFT. Nogent/Marne, 298 p.
- SATOO T. 1970. A synthesis of studies by the harvest method : Primary production relations in the temperate deciduous forest of Japan. In : Analysis of temperate forest ecosystems. De Reichle ed. Ecological Studies 1. Springer Verlag N.Y. : 55-72.
- SCHULZ J.P. 1960. Ecological studies on rain forest in Northern Suriname. Verhan. Kon. Ned. Akad. Wetensch. Afd. Natuurk. Ser. 2-53 (1) : 1-267.

Liste des espèces rencontrées

ANACARDIACEAE

Tapirira guianensis Aubl.

ANNONACEAE

Anaxagorea sp. ; Annona sp. ; Duguetia sp.1 ; D. sp.2 ; D. sp.3 ;
Guatteria aff. guianensis (Aubl.) R.E.Fr. ; G. sp.1 ; G. sp.2 ;
G. sp.3 ; Rollinia sp. ; Tryginea sp. ; Xylopi nitida Dun. ;
Indéterminé I.

APOCYNACEAE

Ambellania acida Aubl. ; Bonafousia disticha D.C. ; B. macrocalyx
(M.Arg.) Boit. ; B. undulata (Vahl) D.C. ; B. sp. ; Couma
guianensis Aubl. ; Geissospermum leave (Vell.) Miers ; Lacmeilea
aculeata (Ducke) Monach. ; Parahancornia amapa (Aubl.) Ducke ;
Indéterminé I.

ARALIACEAE

Didymopanax morototonii (Aubl.) Dun. & Planch.

BIGNONIACEAE

Jacaranda copaia (Aubl.) D.Don. ; Tabebuia serratifolia Nichols.

BOMBACACEAE

Catostema fragrans benth.

BORRAGINACEAE

Cordia nodosa Lam.

BURSERACEAE

Protium aracouchini (Aubl.) March. ; P. giganteum Engl. ; P.
neglectum Swart ; P. sp. ; Tetragastris panamensis (Engl.) OK. ;
T. sp. ; Trattinickia demerarae Sandw. ; Indéterminé I.

CAESALPINIACEAE

Bocoa prouacensis Aubl. ; Dicorynia guyanensis Amsh. ; Dimorphandra
sp. ; Eperua falcata Aubl. ; E. grandiflora (Aubl.) Benth. ; E.
rubiginosa Miq. ; E. schomburgiana Benth. ; Macrolobium bifolium
(Aubl.) Pers. ; M. sp. ; Peltogyne paniculata Benth. ; Swartzia ar-
borescens (Aubl.) Pittier ; S. sp. ; Vouacapoua americana Aubl. ;
Indéterminé I.

CAPPARIDACEAE

Capparis sp.

CARICACEAE

Jacaratia sp.

CARYOCARACEAE

Caryocar glabrum (Aubl.) Pers.

CHRYSOBALANACEAE

Couepia sp. ; *Hirtella silicea* Griseb. ; *H.* sp. 1 ; *H.* sp. 2 ;
Licania alba (Bern.) Cuatrec. ; *L. canescens* R.Be. ; *L. hetero-*
morpha Benth. ; *L. latistipula* Prance ; *L. parviflora* Benth. ;
L. spp. ; Indéterminé I.

CLUSIACEAE

Caraipa densifolia Mart. ; *Moronobea coccinea* Aubl. ; *Rheedia*
acu inata (R. & P.) Pl. & Tr. ; *R.* sp. ; *Symphonia globulifera*
L.f. ; *Tovomita* sp. 1 ; *T.* sp. 2 ; *Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers.
Indéterminé I.

COMBRETACEAE

Terminalia sp.

ELAEOCARPACEAE

Sloanea guianensis (Aubl.) Benth.

EUPHORBIACEAE

Conceveiba guianensis Aubl. ; *Drypetes variabilis* Uitt. ; *Hévea*
guianensis Aubl. ; *Sagotia racemosa* Baill.

FLACOURTIACEAE

Casearia combaymensis Tul. ; *C. javitensis* H.B.K. ; *C. sylvestris*
Sw. ; *C.* sp. ; *Laetia procera* (P. & E.) Eichl. ; Indéterminé I.

HUMIRIACEAE

Saccoglottis guianensis Benth. ; *Vantanea* sp.

ICACINACEAE

Discophora guianensis Miers.

LAURACEAE

Aniba megaphylla Mez ; *A.* sp. ; *Endichleria* sp. ; *Ocotea globifera*
Mez ; *D. puberula* (Nees) Nees ; *D. tomentella* Sandw. ; *D. rubra*
Mez ; Indéterminé I.

LECYTHIDACEAE

Couratari guianensis Aubl. ; *Eschweilera chartacea* (Berg) Eyma. ;
E. corrugata (Poit.) Miers ; *E. subglandulosa* (Steud.) Miers ;
E. sp. 1 ; *E.* sp. 2 ; *E.* sp. 3 ; *Gustavia hexapetala* (Aubl.) Smith ;
Indéterminé I.

LINACEAE

Hebepetalum humiriifolium (Planch.) Benth.

MELASTOMATACEAE

Miconia sp. ; *Mouriri crassifolia* Sagot.

MELIACEAE

Carapa procera D.C. ; *Guarea* sp.

MIMOSACEAE

Inga acreana Harms ; *I. agregata* G. Don. ; *I. bracteosa* Benth. ;
I. capitata Desv. ; *I. sertulifera* D.C. ; *I. stipularia* D.C. ;
I. spp. ; *Parkia nitida* Miq. ; *Pithecellobium racemosum* Ducke ;
P. sp. 1 ; *P. sp. 2* ; *P. sp. 3*.

MONIMIACEAE

Siparuna decipiens D.C.

MORACEAE

Brosimum rubescens Taubert ; *B. sp.* ; *Cecropia otusa* Trec. ;
Pourouma sp. ; Indéterminé I.

MYRISTICACEAE

Iryanthera sagotiana (Benth.) Warb. ; *Virola melinonii* R. Ben.

MYRTACEAE

Calypttranthes fasciculata Berg ; *Eugenia anastomosa* D.C. ; *E. coffeifolia* D.C. ; *E. florida* D.C. ; Indéterminé I.

OCHNACEAE

Elvasia alvasioïdes (Planch.) Gilg ; *Ouratea guianensis* Aubl. ;
O. sp. 1 ; *O. sp. 2*.

OLACACEAE

Chaunochiton sp. ; *Heisteria microcalyx* Sagot.

QUIINACEAE

Lacunaria crenata A.C. Smith ; *L. sp.* ; *Quina* sp.

RHIZOPHORACEAE

Cassipourea guianensis Aubl.

RUBIACEAE

Faramea sp. ; *Palicourea guianensis* Aubl. ; *P. quadrifolia* Rudge ;
Posoqueria latifolia (Rudge) R. & S. ; Indéterminé I.

RUTACEAE

Rhabdodendron crassipes Hub.

SAPINDACEAE

Cupania sp. ; *Paullinia* sp. ; *Talisia mollis* Kth. ex Camb. ; *T. sp.* ; *Toulicia* sp. ; Indéterminé I.

SAPOTACEAE

Ecclinusa priouri D.C. ; *E. sp.* ; *Micropholis venulosa* (Mart. & Eichl.) Pierre ; *Pouteria* sp. ; *Priourella* sp. ; Indéterminé I ;
 Indét. 2 ; Indét. 3 ; Indét. 4.

SIMAROUBACEAE

Picramnia sp. ; *Simarouba* sp.

STERCULIACEAE

Sterculia sp. ; *Theobroma* sp.

TILIACEAE

Lühea speciosa Willd.

VIOLACEAE

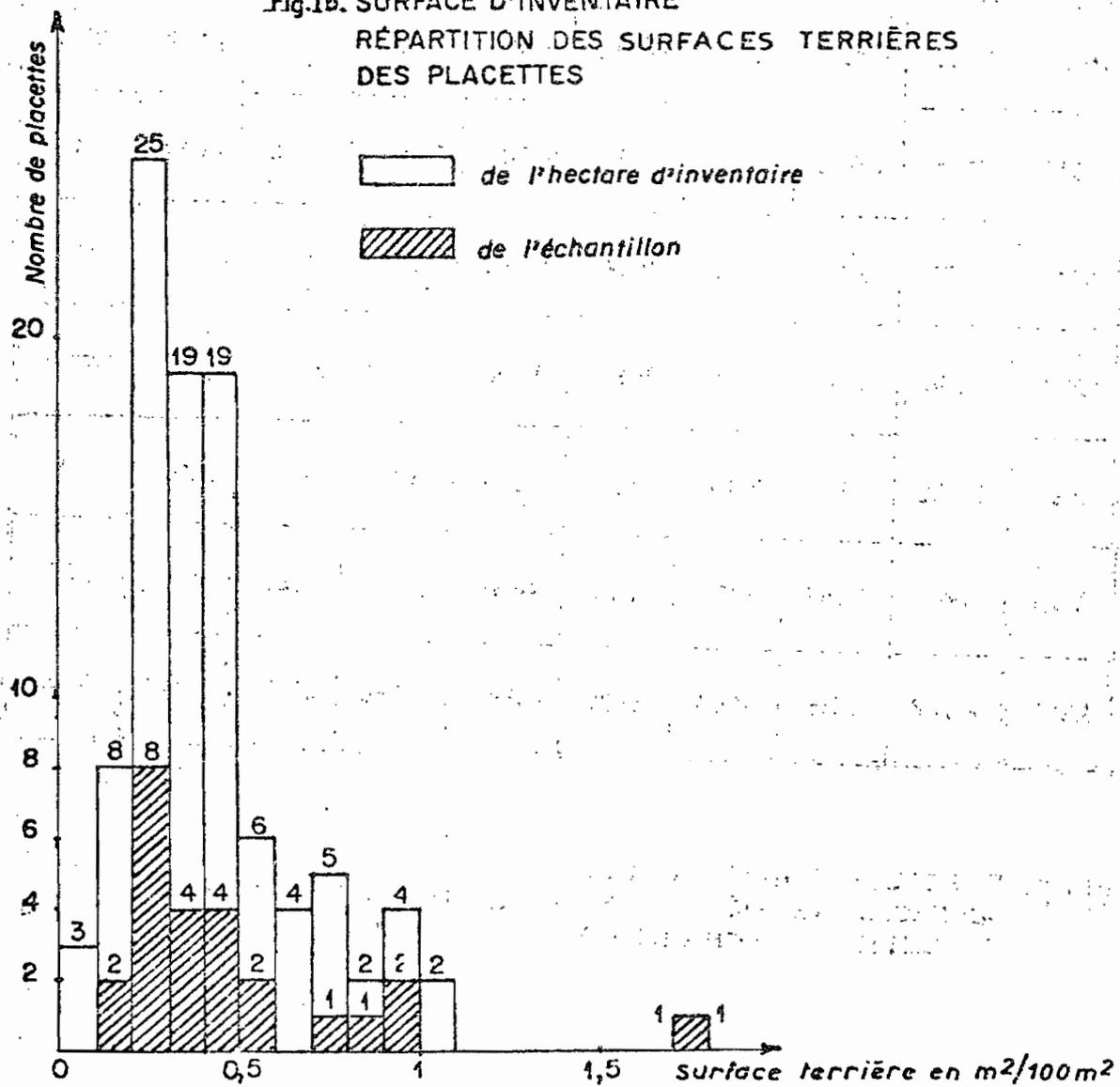
Leonia sp. ; *Rinorea amapaensis* Hekking ; *R. flavescens* (Aubl.) Kuntze.

VOCHYSIACEAE

Vochysia sp.

INDETERMINES

Fig. Ib. SURFACE D'INVENTAIRE
 RÉPARTITION DES SURFACES TERRIÈRES
 DES PLACETTES



	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
1	1343	5494	2336	10933	5246	9265	2749	4139	9081	2252
2	3917	4099	3927	781	4802	2444	7044	1848	2552	3145
3	4182	2785	2774	3392	5105	2873	3986	9608	5685	7068
4	2121	3738	1727	755	10235	6197	3463	3768	7472	2052
5	8631	6044	6362	2987	2729	4512	3555	4589	1404	17413
6	3385	3687	922	2669	7424	1982	7250	3826	4244	2501
7	2348	4898	4297	1879	2992	4104	3900	2925	3452	3239
8	5493	2429	3469	3636	3432	2594	4685	2115	2745	4199
9	2901	3890	5232	4200	4571	4833	2784	4868	1939	1853
10	2210	2687	6311	4694	8101	1391	9868	3537	4717	4003

FIG. 1a: PARCELLE D'INVENTAIRE, .
SURFACES TERRIÈRES DES PLACETTES DE 100 m²
PLACETTES D'ÉCHANTILLONNAGE

Fig. II . PRÉSENTATION SCHEMATIQUE DES RÉCOLTES DES DONNÉES

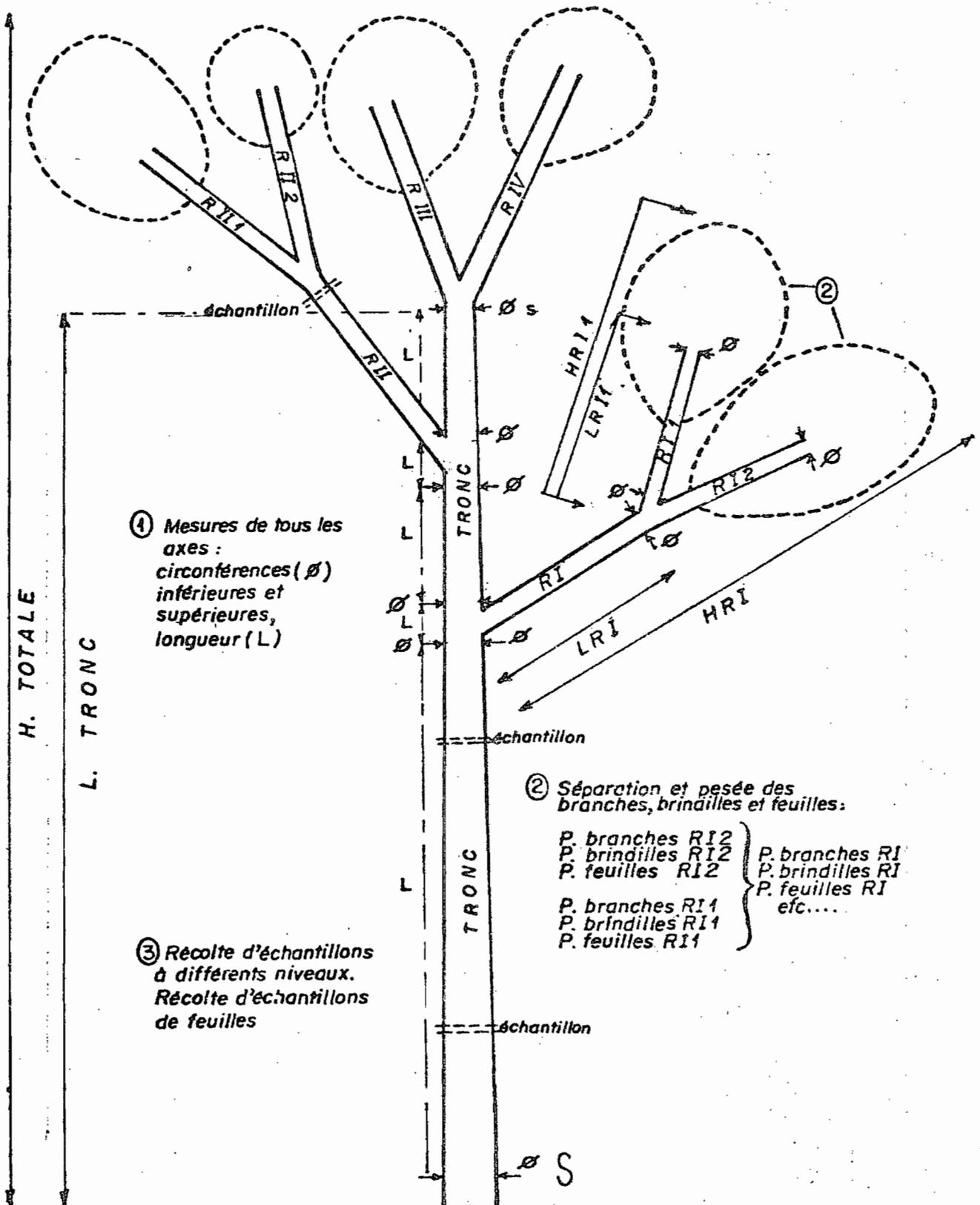
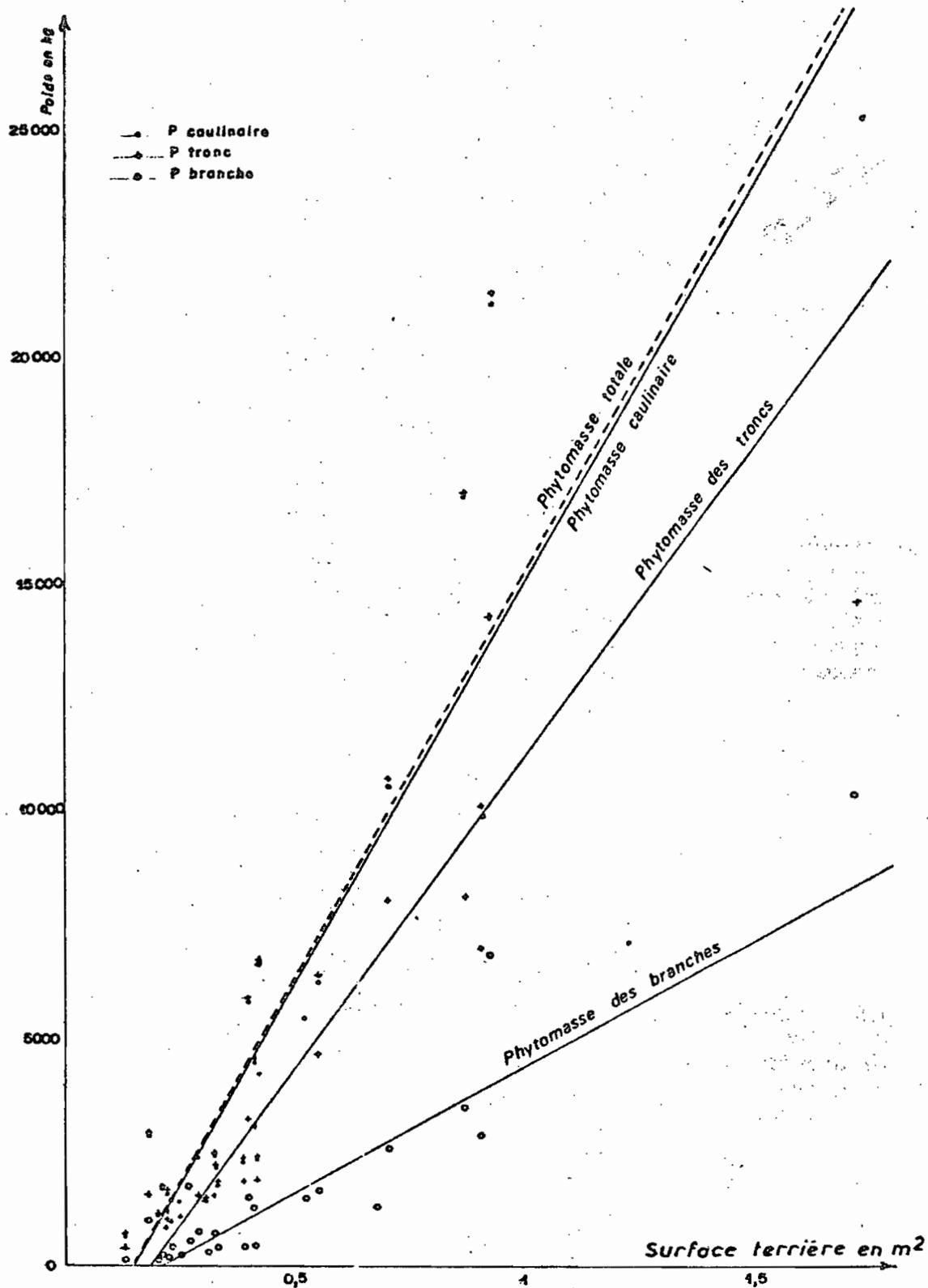


FIG. III - DROITE DE REGRESSION ENTRE PHYTOMASSES SÈCHES ET SURFACES TERRIÈRES DES PLACETTÉS.



REGENERATION FORESTIERE EN GUYANE FRANCAISE III

Plantules et jeunes en forêt témoin de St Elie

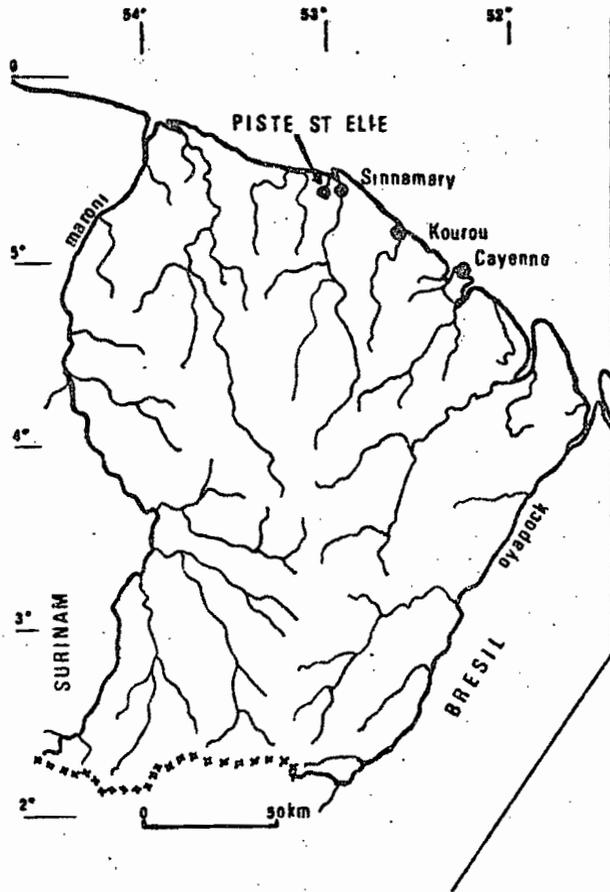
=====

Géma MAURY LECHON

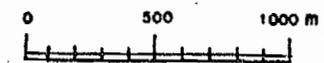
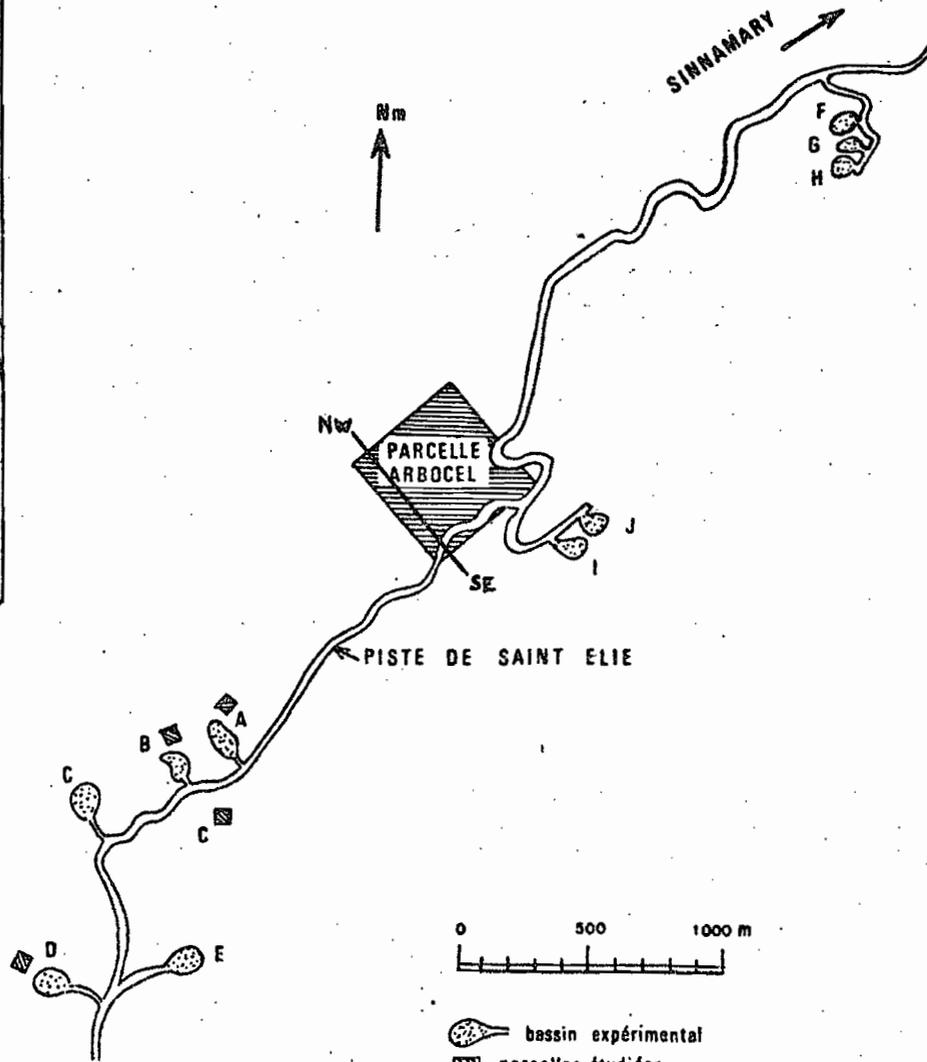
Laboratoires de Phanérogamie et d'Ecologie Générale
Muséum National d'Histoire Naturelle
(4 av. du Petit Château, 91800 BRUNOY)

Ce rapport est un extrait d'un article sous presse.

- Figure 1 -

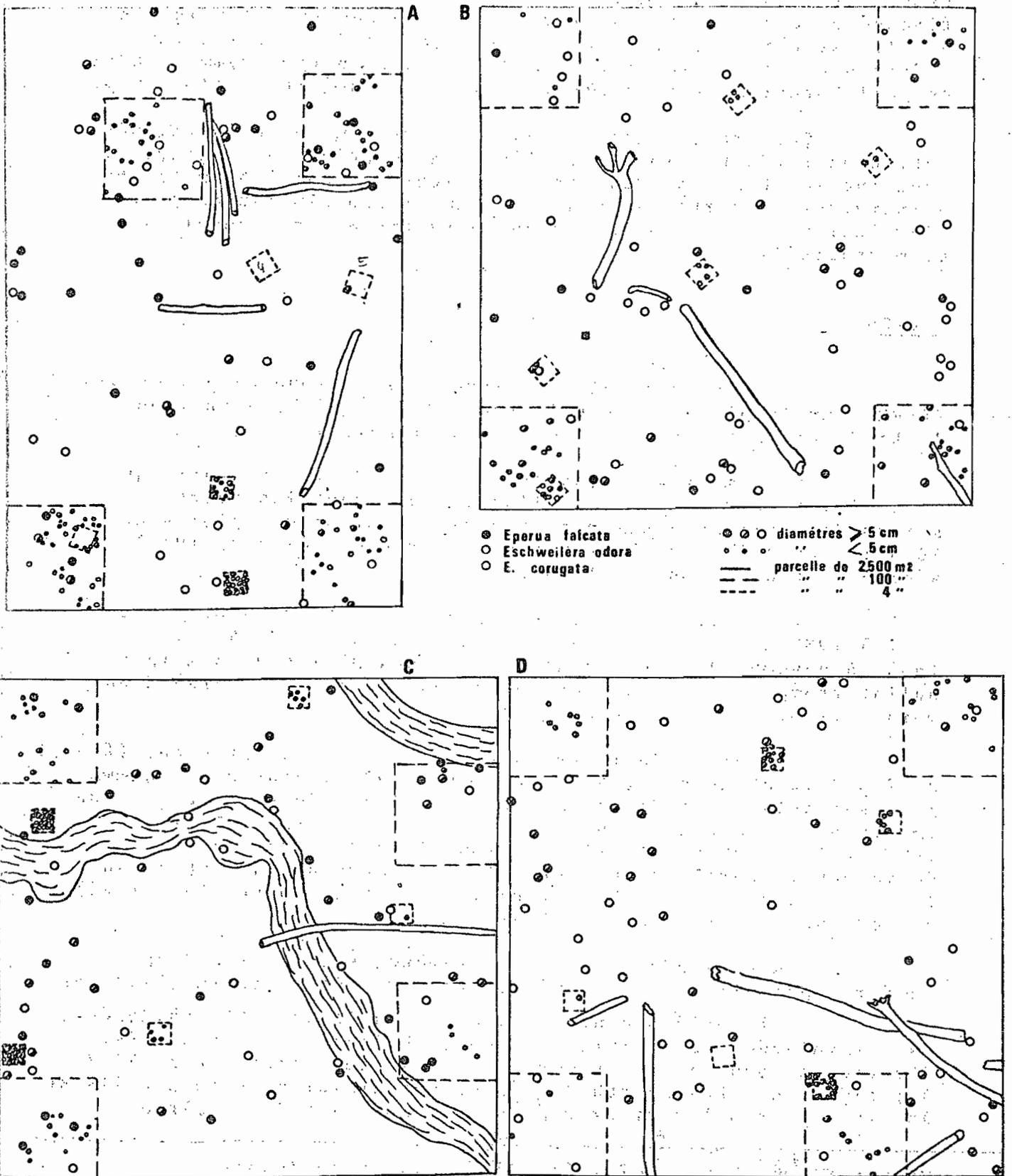


GUYANE FRANCAISE ET
 ZONE ETUDIEE



bassin expérimental
 parcelles étudiées

Figure 2 -



REPARTITION des 3 ESPECES les plus fréquentes sur les parcelles étudiées

INTRODUCTION

~~L'exploitation de la forêt guyanaise à des fins pape-~~
 tières ayant été envisagée de manière intensive, la DGRST a financé un cycle d'études pluridisciplinaires sur l'évolution de l'écosystème forestier tropical soumis à des utilisations modernes et en particulier à la déforestation (programme ECEREX en collaboration avec le CTFT, l'INRA, le Muséum* et l'ORSTOM).

Cet article apporte une première image de la régénération en forêt témoin, dont l'étude se continue à ce jour. Il concerne les tiges de diamètre inférieur ou égal à 5 cm (nombre d'individus et surfaces basales, composition floristique) et l'évolution des plantules sur un an (germinations nouvelles et mortalité).

MILIEU

Le secteur étudié se situe dans la zone expérimentale ECEREX sur la piste de St Elie (50°30' N ; 53° W) à environ 16 km de Sinnamary (fig. 1) en forêt primaire.

La température moyenne annuelle de 26° ne varie que de 1° à 1,5° tout au long de l'année cependant les écarts moyens journaliers atteignent 6 à 8° en saison des pluies et 10 à 12° en saison sèche (avec des écarts extrêmes de 19° à Régina : Atlas de Guyane 1979).

~~La pluviométrie moyenne annuelle a été de 3307 mm de~~
 1977 à 1980 inclus, avec une saison sèche nette de 4 mois (août à novembre) suivie d'une saison des pluies de 8 mois qu'interrompt une courte période sèche (février ou mars) d'un mois environ et d'importance variable.

L'analyse de la régénération portait sur 4 zones (fig.1) de 2.500 m² chacune (A, B, C, D : PUIG 1979), considérée comme représentatives des divers modes de drainage du sol, et de leur importance respective dans cette région de schistes Bonidoro (HUMBEL 1978, BOULET 1979) : en zone A et B le drainage est déficient (latéral et superficiel, sur terrains en pente), en C le sol du bas-fond est hydromorphe, tandis que D (replat élevé) possède un bon drainage vertical.

Au niveau des tiges de diamètre supérieur à 5 cm la forêt primaire de cette région se caractérise (PUIG 1979) par :

- la prédominance nette de 8 familles : Lécythidacées, Caesalpiniacées, Euphorbiacées, Chrysobalanacées, Annonacées, Clusiacées, Sapotacées et Myristicacées, qui représentent 76 % des individus. Les Lécythidacées et Caesalpiniacées en totalisent 36 %. Les genres les mieux représentés en tiges de diamètre

*contrats DGRST n° 76-7-1063, 77-7-0192 et 79-7-0442.

supérieur à 10 cm sont : Eschweilera (212), Eperua (67), Licania (61), Anaxagorea (28), Tovomita (28), Swartzia (27), Protium (24), Iryanthera (21), Virola (20).

- une densité de 630 individus (ni/ha) pour des diamètres supérieurs à 5 cm et une aire basale moyenne de 38,3 m²/ha avec des variations entre parcelles (A : 642 ni/ha, 24 m²/ha ; B : 636 ni/ha, 42 m²/ha ; C : 544 ni/ha, 40,5 m²/ha et D : 700 ni/ha, 46,7 m²/ha).

Bien que peu peuplée la zone d'expérimentation est régulièrement fréquentée et chassée. De ce fait les plus gros gibiers se sont raréfiés de 1977 à 1980 : oiseaux, gros rongeurs pécaris, cervidés, tapirs et la plupart des grands primates. Il y a donc sous-représentation de l'ensemble des gros frugivores et mangeurs de jeunes pousses intervenant sur les graines, les plantules et les jeunes tiges (transport de graines, caches enterrées, consommation). L'image de la régénération obtenue en forêt de St Elie doit donc refléter cette situation.

MATERIEL ET METHODES

L'étude a porté, à l'intérieur des zones A, B, C, D, de 2.500 m² chacune, sur 16 parcelles de 100 m² et 20 parcelles de 4 m² chacune (fig.2). Les valeurs présentées proviennent, selon les diamètres, de parcelles-unité de grandeurs différentes :

- 4 m² pour \emptyset 1 cm et h 1 m ($4 \times 20 = 80$ m²),
- 100 m² pour \emptyset 1 cm et h 1 m et pour 1 \emptyset 5 cm ($100 \times 16 = 1600$ m²), et
- 2500 m² pour \emptyset 5 cm ($2500 \times 4 = 1$ hectare), car les comparaisons entre comptages et extrapolations ont montré respectivement dans les parcelles de 4 m² et 100 m² une sur-estimation du nombre de tiges de $\emptyset = 1$ cm et $\emptyset = 6$ cm, et une sous-estimation croissante pour les diamètres de $\emptyset = 2$ à 5 cm et $\emptyset = 7$ à 9 cm.

Les déterminations reposent sur les herbiers de Paris (Muséum) et de Cayenne (ORSTOM), sur la collaboration d'informateurs locaux (M'BOLA GRONG; Bosch, et Louis NORINO, Palikour), et sur des semis personnels. L'identification du matériel juvénile se poursuivant encore à ce jour, les listes présentées ici ne sont pas exhaustives.

RESULTATS

Analyse structurale

Les différences structurales enregistrées au niveau des arbres de \emptyset 6 cm correspondant aux divers types de drainage (fig.3). Le sol le mieux drainé (D) porte le plus grand nombre d'arbres (700/ha) et ceux-ci sont plus nombreux dans les grandes classes de diamètre (276/ha de \emptyset 20 cm), tandis que les zones inondables (C) présentent les plus faibles densités (544/ha dont

Figure 3 : Comparaison entre les zones A, B, C et D.
 Nombre d'individus et aires basales toutes espèces réunies.
 $\frac{n_i}{400m^2}$ $\varnothing < 1cm$; $\frac{n_i}{400m^2}$ $1 \leq \varnothing < 10cm$; $\frac{n_i}{ha}$ $\varnothing > 5cm$.

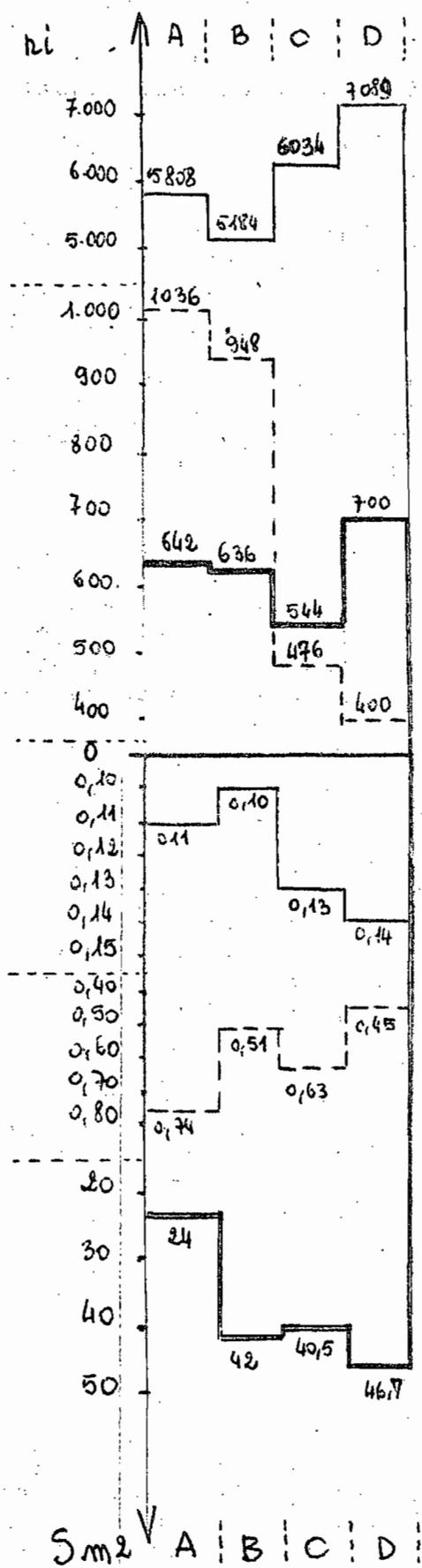
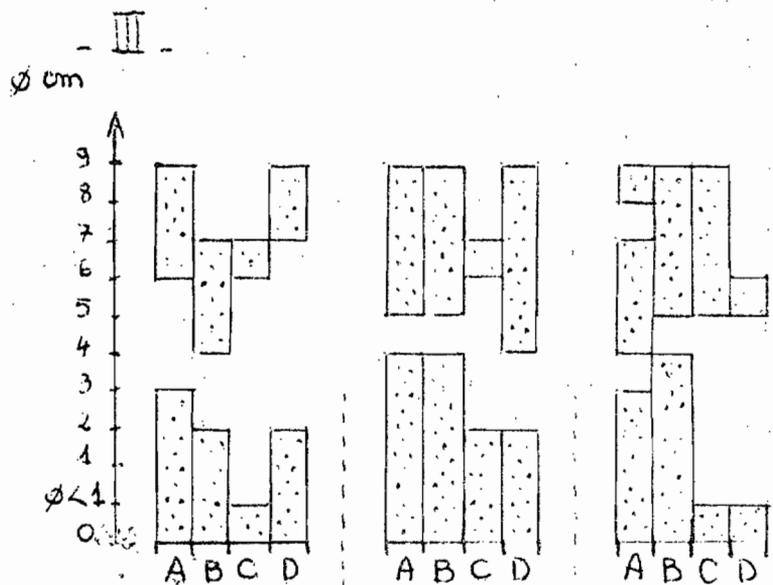
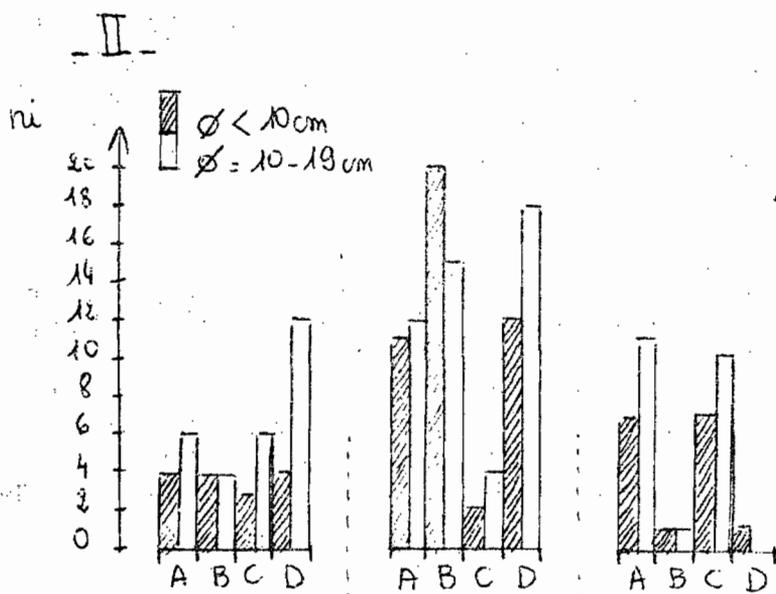
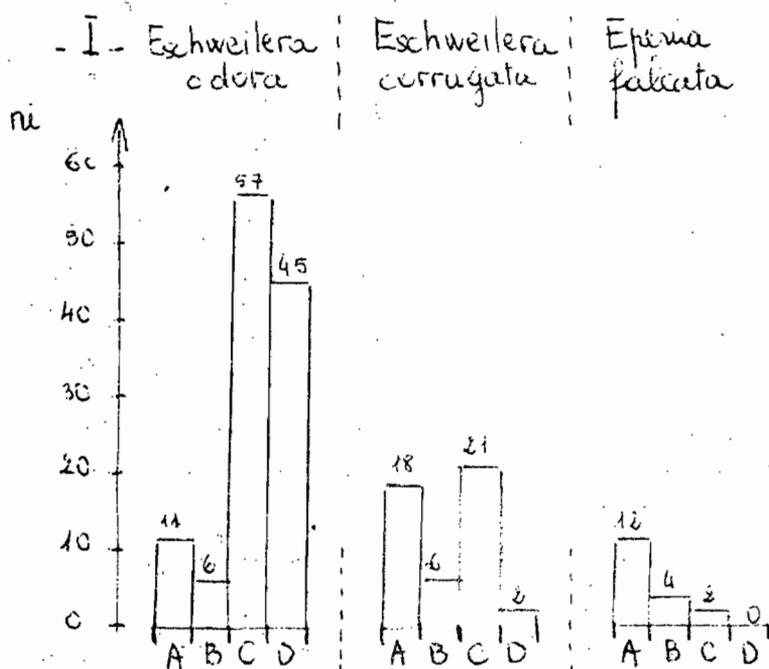


Figure 4 : Comparaison entre zones A, B, C et D. Nombre de tiges $\varnothing < 1\text{ cm}$ (I), $\varnothing < 10\text{ cm}$ (II) et classes \varnothing représentées (III)



264/ha pour les \emptyset 20 cm). Les zones A et B à drainage déficient se situent structurellement aussi, entre les cas extrêmes de D et C (642 et 636 arbres/ha respectivement). Si l'on fait exception de la zone A qui ne possède pas d'arbre de \emptyset 80 cm (pente très forte, grand nombre de chablis d'arbres de gros diamètre), les aires basales (ou surfaces terrières) traduisent la même influence du drainage (D : 46,7 m²/ha, C : 40,5 m²/ha, B : 42 m²/ha et A : 24 m²/ha).

Au niveau de la régénération (fig.3) les tiges de diamètre inférieur à 1 cm traduisent encore la même influence du drainage dans la parcelle D : 7.089 tiges et 0,14 m² d'aire basale sur 400 m² de forêt, contre 6.034 tiges et 0,13 m² en C, 5.808 tiges et 0,11 m² en A et 5.184 tiges avec 0,10 m² pour B.

Loin de constituer un handicap pour les éléments juvéniles le fond inondable de la zone C porte le plus grand nombre de plants et la plus forte aire basale, après la zone D. Ce n'est pas surprenant car graines et jeunes plantules requièrent beaucoup d'eau et supportent même une immersion partielle dans ces forêts, à condition qu'elle ne dure pas. Plus qu'au type de drainage, les premiers stades de la régénération sont sensibles à la proximité des arbres porte-graine, à la topographie et surtout à la lumière. Sur les fortes pentes (comme en A) fruits et graines peuvent rouler, d'où une proportion moindre de germinations. En C la présence de Lecythydées en fruits (*Eschweilera odora* et *E. corrugata*), l'existence de chablis proches et d'un sol humide, favorisent la repousse. Il en est de même en D pour *E. odora*, et pour *Eperua falcata* (Césalpinacée) en A. Aucune de ces 3 espèces n'est fortement représentée en B comme l'indique la figure 4-1.

Aux stades les plus avancés des diamètres compris entre 1 et 10 cm (fig.3) le drainage ne semble pas intervenir de la même manière car en D les valeurs sont les plus faibles : 400 tiges et 0,45 m² de surface terrière sur 400 m² de forêt. La zone C compte 476 tiges avec 0,63 m² au sol. Par contre la zone A, et la zone B à moindre degré, portent le plus grand nombre de jeunes : 1.063 tiges et 0,74 m² de surface basale en A, 948 tiges et 0,51 m² en B. L'aire basale de B étant inférieure à celle de C, la surface terrière supérieure de C peut s'expliquer par de plus forts diamètres, donc des tiges plus âgées.

En ce qui concerne les 3 espèces citées ci-dessus, la zone D compte le plus grand nombre de tiges pour les 2 espèces de Lecythydées (fig.4-II), mais ces dernières sont bien représentées en A, B et C (excepté *Eschweilera corrugata* en C). Dans les classes de diamètre inférieur à 10 cm et dans la classe 10-19 cm les nombres sont respectivement, en D : 4-12 pour *E. odora* et 12-18 pour *E. corrugata*, contre 1-0 pour *Eperua falcata*. En B les valeurs dans le même ordre sont : 4-4, 20-15 et 1-1, donc *Eperua* est mal représenté tandis que *Eschweilera corrugata* abonde. En C : 3-6, 2-4, 7-10, donc *Eperua* est plus abondant.

Eschweilera corrugata présente la meilleure répartition dans toutes les classes de diamètre (fig.4-III) de 0 à 9 cm. Pour les 3 espèces les classes de diamètre 3 à 5 cm (parfois 2 à 6 cm) ne comprennent que très peu d'individus contrairement aux classes comprises entre 0 à 2 cm d'une part et 5 à 9 cm d'autre

part. Les bassins A et B (à l'exception des classes 3-4 cm de diamètre) possèdent des tiges réparties sur l'ensemble des classes.

Les éléments juvéniles de diamètre inférieur à 1 cm se répartissent en (tableau 1) :

- 1.138 tiges de hauteur moyenne inférieure à 1 m sur 80 M2 de forêt, soit 142.250 tiges/ha et une aire basale de 2,79 m2/ha.
- 1.645 tiges de hauteur supérieure à 1 m sur 1.600 m2 soit 10.281 tiges/ha et une aire basale de 0,20 m2/ha
- donc au total 152.531 tiges/ha et 2.99 m2/ha de surface terrière.

Les mesures et extrapolations du tableau 2 concernent les individus de diamètre égal et supérieur à 1 cm pour les classes de 1 à 9 cm, puis les classes de 10 à 19 cm, 20 à 29 cm et 30 à 39 cm.

Les tiges de diamètre compris entre 1 et 5 cm totalisent 3.893 individus ayant 1,13 m2 d'aire basale, tandis qu'entre 5 et 10 cm le nombre de tiges est de 694 et l'aire basale de 2,39 m2, soit pour l'ensemble de la classe 1-10 cm : 4.587 tiges et 3,52 m2 de surface terrière. Dans les classes diamétriques supérieures les chiffres décroissent très rapidement en nombre d'individus et en surface au sol: 375 tiges et 5,40 m2 de 10 à 19 cm, 122 tiges et 5,24 m2 de 20 à 29, puis 58 tiges et 4,78 m2 de 30 à 39 cm.

Si l'on considère l'évolution globale sur 1 an (mars 1979 - mars 1980) il y a eu une augmentation de 20 % du nombre total des tiges (tab. 3 : 226 tiges sur les 80 m2 prospectés soit 28.250 ti/ha par extrapolation). Les augmentations élevées en A et D traduisent l'influence lumineuse des coupes de forêt voisines (contre la parcelle A un bassin versant a été coupé à blanc et débardé, près de D il y a un chablis). La diminution de 6 % en B correspond à la germination en nappe d'un Tachygalia de 1978 à 1979, puis à la mortalité consécutive de ses jeunes plantules de 1979 à 1980. En C les 10 % soulignent l'absence de trouées lumineuses nouvelles en 1979. Par contre l'existence actuelle d'un chablis dans cette parcelle, laisse prévoir une augmentation plus forte en 1981 et par la suite.

L'accroissement global masque en fait deux phénomènes concomittants ; la mort de certaines plantules anciennes et les germinations nouvelles au niveau des très jeunes plants de hauteur inférieure ou égale à 30 cm, soit la mort, soit la passage à des classes de hauteur différente pour les hauteurs supérieures à 30 cm.

- Analyse floristique

Le nombre d'espèces végétales varie dans les mêmes proportions d'une zone à l'autre, quelle que soit l'échelle des parcelles mesurées :

- sur les zones A, B, C, D de 2.500 m2 chacune il a été recensé

Tableau n° 1

REPARTITION DES STADES JUVENILES DE DIAMETRE INFERIEUR
 A 1 CM EN FORET TEMOIN DE ST. ELIE : NOMBRE D'INDIVIDUS
 (ni) ET SURFACES BASALES (S cm²).

Tiges de $\emptyset < 1$ et $h < 1$ m									
Parcelles 4 m ²	1	2	3	4	5	Total mesuré sur 20 m ²			
						ni	%	S cm ²	%
A	31	80	52	54	57	274	(24)	53,79	(24)
B	38	31	44	68	48	229	(20)	44,96	(20)
C	46	31	59	85	82	303	(26)	59,49	(27)
D	82	41	107	77	25	332	(30)	65,18	(29)
Total mesuré sur 80 m ²						1.138	(100)	223,42	(100)

Tiges de $\emptyset < 1$ et $h \geq 1$ m									
Parcelles 100 m ²	1	2	3	4	Total mesuré sur 400 m ²				
					ni	%	S cm ²	%	
A	78	97	67	86	328	(20)	64	(20)	
B	129	56	260	159	604	(36)	118,53	(37)	
C	62	53	41	108	264	(16)	52	(16)	
D	91	117	157	84	449	(28)	88	(27)	
Total mesuré sur 1.600 m ²						1.645	(100)	322,53	(100)

Total tiges $\emptyset < 1$			
sur 1.600 m ²	ni	= 24.405	S = 0,64 m ²
sur 1 ha	ni	= <u>152.531</u>	S = <u>2,99</u> m ²

Tab. n°2 : REPARTITION DU NOMBRE D'INDIVIDUS (ni) ET DES SURFACES BASALES (S cm²) TOUTES ESPECES REUNIES DANS LES CLASSES DE DIAMETRE COMPRISES ENTRE 1 et 10 CM PUIS 10 ET 30 CM EN 1980, EN FORET TEMOIN DE ST ELIE, SUR LES ZONES A, B, C, D (16 PARCELLES DE 100 M2 CHACUNE DANS 4 ZONES DE 2.500 M2).

Classes de ϕ en cm	Mesure sur 400 m ² (4 parcelles x 100 m ²)								Total mesuré sur 1600 m ²		Total extrapolé à 1'ha	
	zone A		zone B		zone C		zone D		ni	S cm ²	ni	S cm ²
	ni	S cm ²	ni	S cm ²	ni	S cm ²	ni	S cm ²				
1	117	92	141	111	61	48	47	37	366	288	2.287	0,18
2	53	166	43	135	25	79	11	35	132	415	825	0,25
3	36	254	20	141	19	134	9	64	84	593	525	0,37
4	19	239	9	113	9	113	4	50	41	515	256	0,32
1 ϕ 5	225	751	213	500	95	374	71	186	623	1811	3.893	1,13
5	14	275	7	137	6	118	7	137	34	667	213	0,41
6	6	170	5	141	7	396	6	170	24	633	150	0,39
7	7	269	5	346	6	423	8	423	26	1001	163	0,62
8	3	151	3	100	3	200	4	100	13	667	83	0,41
9	4	254	4	64	2	64	4	128	14	865	85	0,54
5 ϕ 10	34	1119	24	788	24	1201	29	958	111	3833	694	2,39
1 ϕ 10 extrapolée à 1.600m ²	259	1870	237	1288	119	1575	100	1144	734	5644	4.537	3,52
	1036	7480	948	5152	476	6300	400	4576				
Mesures sur 2.500 m ² (* = ramenées à 400 m ²)									Total ramené à 1.600 m ²		Total mesuré sur 1 ha	
10*	17	2405	14	2319	13	1717	17	2420	60	8861		
10	106	15771	88	12422	78	11097	103	1475			375	5,40
20*	5	1635	5	2104	4	1611	6	2482	20	7832		
20	30	13144	33	14970	24	9968	35	14416			122	5,24
30*	1	707	2	1822	3	2897	3	2956	9	8382		
30	4	286	14	11682	21	18859	19	16986			58	4,78

Tableau 3 : EVOLUTION DU NOMBRE DE PLANTULES ET JEUNES D'UN DIAMETRE INFERIEUR A 5 CM
DE MARS 1979 A MARS 1980.

Forêt de St Elie, sur 20 parcelles de 4 m² chacune (5 par zone de 2500 m² : A, B, C, D.)
(S m² = surface; -% = pourcentage de tiges disparues ou ayant change de classe de hauteur; +% = pourcentage de tiges nouvelles ou venues de classes de hauteur inférieures ; F% = % final; 1 an = évolution sur 1 an en nombre de tiges = R et %).

auteur	0 à 0,30 m =					0,31 à 1 m =					1,1 à 2 m =					plus de 2 m =					toutes hauteurs				
	2 zones	1979	1980	-%	+%	F%	1979	1980	-%	+%	F%	1979	1980	-%	+%	F%	1979	1980	-%	+%	F%	1979	1980	R	1 an
A	117	165	29	72	+43	56	98	5	79	+ 74	37	41	3	14	+ 11	19	19	0	00	0	229	323	+ 94	+41%	
B	117	115	38	6	-32	65	109	3	55	+ 52	46	44	2	2	0	10	11	0	10	+10	297	279	- 18	- 6%	
C	164	156	29	24	- 5	108	146	6	44	+ 38	35	37	0	6	+ 6	10	10	0	0	0	317	349	+ 32	+10%	
D	184	238	30	21	- 9	44	104	9	143	+134	57	46	25	5	- 20	8	23	0	15	+15	293	411	+118	+40%	
A+B+C+D	642	674			+ 5 %	273	457			+ 67 %	174	168			- 3 %	47	63			+ 34 %	1136	1362	+226	+20%	
a	1979	80.250				34.125					21.150					5.875					142.000				
	1980	84.250			+ 5 %	57.125				+ 67 %	21.000				- 3 %	7.875					+ 34 %	170.250			+20%

79 espèces sur A, 69 sur B, 64 sur C et 78 sur D (tiges de 5 cm) - sur les parcelles de 20 m² (4 m² x 5 par zone) : 52 espèces en A, 48 en B, 44 en C et 50 en D (toutes tiges présentes depuis le stade germé).

Donc la zone C est floristiquement plus pauvre, tandis que A et D présentent la plus grande variété d'espèces aussi bien pour les plus forts que pour les plus petits diamètres. Dans les classes de diamètre compris entre 1 et 10 cm les diversités sont plus grandes en zones A et B.

L'importance relative des ligneux a été évaluée en décembre 1980 sur les 20 parcelles de 4 m² chacune réparties sur les zones A, B, C et D (tableau n°4). En nombre et en pourcentage les valeurs sont les suivantes : arbres 43 % (581 tiges), arbustes 39 % (527 tiges), lianes 8 % (105 tiges), palmiers 1 % (18 tiges), herbacées 5 % (72 tiges), indéterminé 3 % (40 tiges), sur un total de 1.345 tiges répertoriées.

L'ensemble des individus recensés sur la totalité des parcelles et pour tous les diamètres considérés, correspond à 162 espèces réparties en 39 familles, les lianes étant toutes réunies dans le 40ème groupe. Sur un total de 4.360 individus 58 restent indéterminés.

Lorsque dans chaque type de parcelle-unité, on ajoute le nombre d'espèces nouvelles obtenues par addition de parcelles supplémentaires on constate que dans chaque catégorie de parcelle (4 m², 100 m², 2.500 m²) le nombre continue de croître mais avec une intensité moindre à partir de 3 parcelles-unité.

- parcelle de 4 m² : A = 52 espèces, A + B = 65 sp donc + 13 ;
A + B + C = 76 sp, donc + 11 ; A + B + C + D = 85 sp donc + 9.

- parcelles de 100 m² : A = 97 sp ; A + B = 120 sp (+ 23) ;
A + B + C = 128 sp (+8) ; A + B + C + D = 135 sp (+ 7).

- parcelles de 2.500 m² : A = 79 sp ; A + B = 104 sp (+ 25) ;
A + B + C = 119 sp (+ 15), A + B + C + D = 134 sp (+ 15).

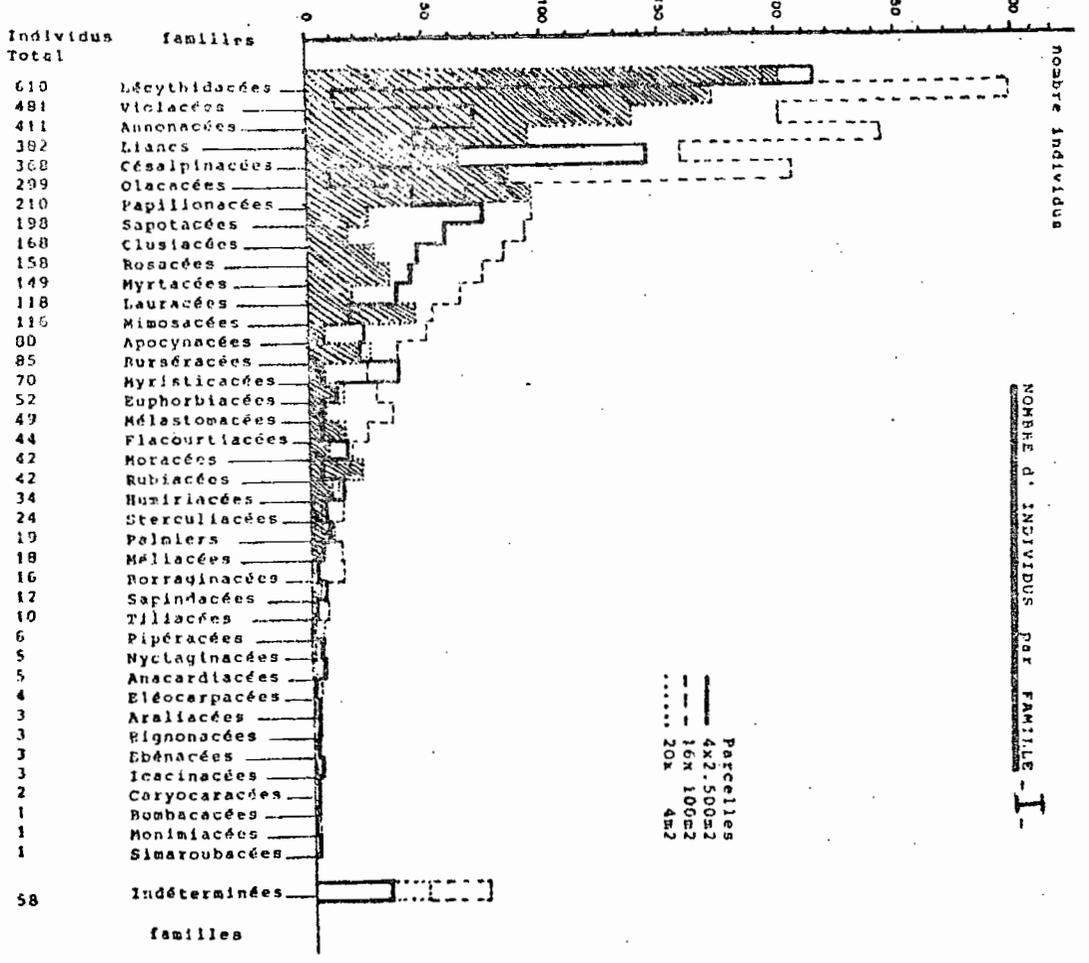
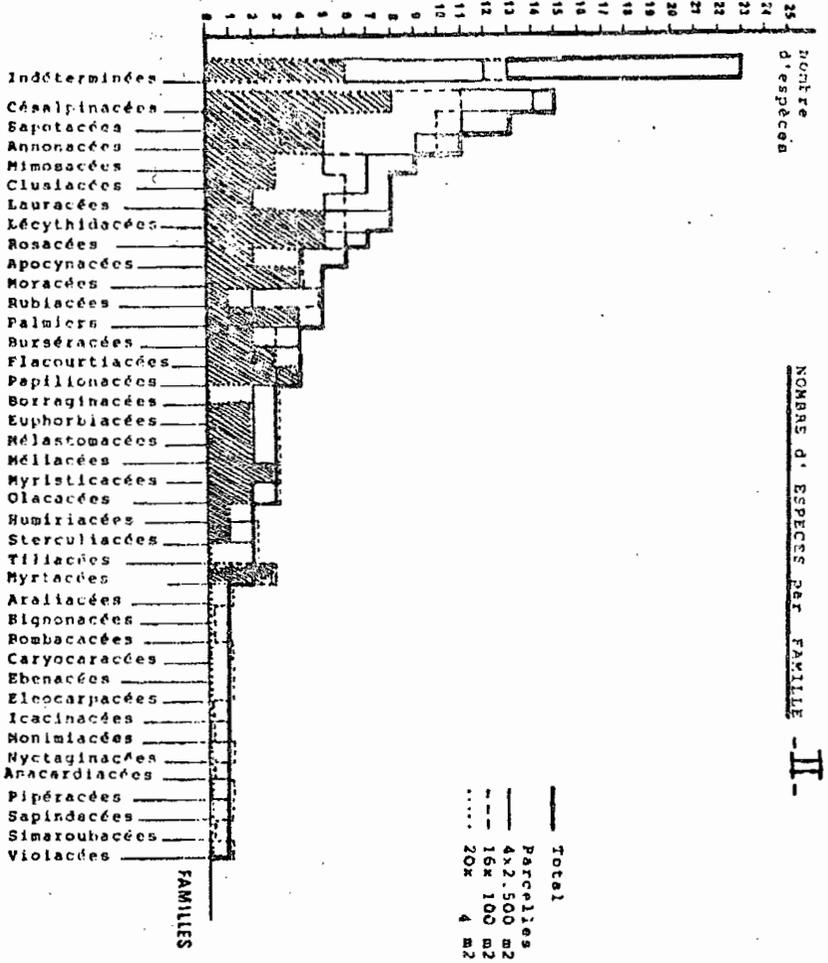
Lorsqu'on considère l'ensemble des parcelles (fig.5-I) 12 familles et l'ensemble des lianes rassemblent 8 % des tiges. Par ordre décroissant ce sont les : Lecythidacées 610 tiges (14%), Violacées 481 tiges (11 %), Annonacées 411 tiges (9,5 %), lianes 382 tiges (8,8 %), Cesalpiniacées 368 tiges (8,5%), Olacacées 299 tiges (6,9 %), Papilionacées 210 tiges (4,8 %), Sapotacées 198 tiges (4,6%), Clusiacées 168 tiges (3,9%), Rosacées 158 tiges (3,6%), Myrtacées 149 tiges (3,4 %), Lauracées 118 tiges (2,7 %), Mimosacées 116 tiges (2,6 %). Ces résultats sont à rapprocher de ceux de PUIG (1979) pour 1.130 individus de diamètre supérieur à 6 cm : lecythidacées 222 tiges (22 %), Cesalpiniacées 142 tiges (14 %), Euphorbiacées 118 tiges (11 %), Rosacées 75 tiges (7 %), Annonacées 71 tiges (7 %), Clusiacées 55 tiges (5%), Sapotacées 51 tiges (5 %) et Myristicacées 41 tiges (4 %).

Quinze autres familles (fig.5-I) correspondent à 14 % des tiges (597 tiges), chacune d'elles en totalisant moins de 100 Ce sont par ordre décroissant : Apocynacées (80), Burséracées (85), Myristicacées (70), Euphorbiacées (52), Mélastomacées (49), Flacourtiacées (44), MORAcées (42), Rubiacées (42), Méliacées (18),

Tableau n° 4

Importance relative des ligneux

parcelles 5 x 4 m ² = 20 m ²	arbres		arbustes		lianes		Palmiers		her- bacées		indéter.		Total déc.80 ni
	ni	%	ni	%	ni	%	ni	%	ni	%	ni	%	
A	135	(42)	105	(33)	25	(8)	1	(0,3)	41	(13)	12	(4)	323
B	117	(43)	110	(40)	20	(7)	6	(2)	11	(4)	9	(3)	273
C	153	(44)	137	(39)	29	(8)	5	(1)	17	(5)	10	(3)	351
D	176	(44)	175	(44)	31	(8)	6	(2)	3	(0,7)	9	(2)	398
Total A + B + C + D = 80 m ²	581	(43)	527	(39)	105	(8)	18	(1)	72	(5)	40	(3)	1345



Borraginacées (16), Sapindacées (12), Tiliacées (10).
Les 0,8 % restants englobent encore 12 familles (37 tiges),
chacune en comptant moins de 10 : Pipéracées (6), Nyctagina-
cées (5), Anacardiées (5), Eléocarpacées (4), Arliacées (3),
Bignonacées (3), Ebénacées (3), Icacinacées (3), Caryocaracées
(2), Bombacacées (1), Monimiacées (1), Simaroubacées (1).

Si l'on fait abstraction principalement arbustives
ou lianescentes, ce sont les Lécythydiacées (610) tiges et les
Césalpiniacées (353 tiges) qui viennent nettement en tête.

Les stades juvéniles reflètent donc bien dans leur
ensemble la composition floristique des stades plus âgées de
cette forêt.

Il est frappant de constater que les familles arbo-
rescentes les mieux représentées sont aussi celles qui pré-
sentent le plus grand nombre d'espèces (fig. 5-II) exemple :
Césalpiniacées (15 espèces et 9 genres), Sapotacées (12 espèces
et 6 genres), Mimosacées (8 espèces, 5 genres et 1 inconnu),
Lauracées (4 espèces, 2 genres et 4 inconnus), et Lécythydiacées
(6 espèces, 2 genres et 2 inconnus). Par contre pour certaines
familles arbustives comme les Violacées, 1 seule espèce corres-
pond à 431 individus.

Les espèces arborescentes les mieux représentées
sont 2 Lécythydiacées : *Eschweilera odora* (293 individus), *E.*
corrugata (236 individus) et 1 Césalpiniacées : *Epera falcata*
(181 tiges).

Aux stades juvéniles ces trois espèces montrent un
nombre élevé de plantules de diamètre inférieur à 1 cm : *Eperua*
falcata 43, *Eschweilera corrugata* 21, et *E. odora* 53, puis une
décroissance brutale du nombre de tiges pour la classe de
diamètre égal à 1 cm : *Eperua falcata* 15, *Eschweilera corrugata* 10,
E. odora 3. La diminution s'accroît jusqu'à la classe de
diamètre 5 cm et augmente à nouveau légèrement pour les classes
6 et 7 cm

CONCLUSIONS

La régénération de la forêt témoin en région de St Elie
peut se schématiser par les valeurs comparées du nombre de tiges
à l'hectare et de leurs aires basales :

- 152.531 tiges de diamètre inférieur à 1 cm ayant 2,99 m²
d'aire basale;
- 3.893 tiges de diamètre compris entre 1 et 5 cm ayant 1,13 m²
de surface terrière;
- 630 tiges en moyenne de diamètre supérieur à 5 cm et 38,25 m².

Arbres et arbustes représentent 82 % des tiges, les
lianes 8 %, les palmiers 1 % et les herbacées 5 % seulement.

Sur 1 an, malgré la mortalité, la régénération s'est accrue de 20 %. L'augmentation reste faible au niveau des plantules de hauteur 0-30 cm : 5 %. Par contre de la classe 0-30 cm vers la classe 31 cm - 1 m l'accroissement a été de 67 %, et de la classe 1,1 - 2 m vers la classe supérieure à 2 m de 34 %. Seule la classe 1,1 - 2 m reste déficitaire : - 3 % (tab.3).

Deux familles arborescentes dominant : les Lécythidacées et les Césalpiniacées, avec principalement 3 espèces : *Eschweilera odora*, *E. corrugata* et *Eperua falcata*.

DONNEES PRELIMINAIRES SUR LA GERMINATION DES
GRAINES ET LA CONSERVATION DES PLANTULES DE
Symphonia globulifera L.f. (Guttifère)

par

G. MAURY-LECHON*, F. CORBINEAU** et D. COME**

* CNRS - Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Phanérogamie et Laboratoire d'Ecologie Générale, 4 avenue du Petit Château, 91800 BRUNOY.

** CNRS, Laboratoire de Physiologie des Organes Végétaux après Récolte, 4 ter Route des Gardes, 92190 MEUDON.

DONNEES PRELIMINAIRES SUR LA GERMINATION DES
GRAINES ET LA CONSERVATION DES PLANTULES DE
Symphonia globulifera L.f. (Guttifère)

Mots clé : Guttifères, graines tropicales, germination,
conservation, température.

INTRODUCTION :

Le Symphonia globulifera L.f., ou Manil créole, est une espèce forestière exploitée en Guyane française. Il constitue des peuplements sur terrains mal drainés ou marécageux. Son aire de répartition s'étend sur les zones tropicales d'Amérique du Sud, des Caraïbes et d'Afrique.

La forte teneur en eau des graines est une caractéristique commune à un grand nombre d'espèces arborescentes tropicales ou subtropicales (BARTHON, 1943, 1961 ; LANG, 1965) et, en particulier, à de nombreuses Guttifères. Ce sont souvent des graines qui, dans les conditions naturelles, germent dès qu'elles tombent sur le sol. Beaucoup d'entre elles ne tolèrent pas une dessiccation importante (JENSEN, 1971 ; TANG, 1971 ; HARRINGTON, 1972 ; TANG et TAMARI, 1973 ; MAURY-LECHON, HASSAN et BRAVO, 1981) ; elles ne peuvent donc être conservées qu'à l'état humide (BARTON, 1943).

Le maintien de la viabilité de ces graines pose un problème particulier en sylviculture pour la conservation des espèces et la régénération des forêts. C'est pourquoi nous avons entrepris une étude de la germination et des possibilités de conservation des graines de Symphonia globulifera.

MATERIEL ET METHODES :

La graine de Symphonia globulifera est brune, oblongue, et mesure environ 1,7 cm de longueur et 1,4 cm de largeur. L'embryon est dépourvu de cotylédons et les réserves sont localisées dans les zones périphériques. Le fruit charnu

renferme généralement une seule graine, mais il peut parfois en contenir 2, ou plus rarement 3.

Les graines utilisées pour nos expériences proviennent de la zone expérimentale de forêt dense située entre Sinnamary et Saint Elie en Guyane française (programme DGRST : EGEREX). Elles ont été fournies par la station CTFT de Kourou et prélevées sur deux arbres marqués (1-64-2 et 1-64-1) que nous appellerons respectivement A et B. Récoltées le 24/12/1980, leur étude a débuté au laboratoire le 3/1/1981. Elles ont été retirées des fruits avant leur départ de Guyane ou après leur arrivée au laboratoire. Leur teneur en eau, au moment de leur utilisation, était comprise entre environ 60 % et 160 % de la matière sèche (fig. 1). Elle est donc très variable, mais ne semble pas dépendre de la taille des graines.

Les essais de germination portent sur des lots de 40 à 50 graines qui n'ont subi aucun traitement de stérilisation. Ils sont réalisés dans des boîtes de Pétri, sur une couche de coton imbibé d'eau désionisée. Ces essais sont conduits à diverses températures, comprise entre 15 et 40° C. et à l'obscurité. Pour des raisons matérielles, l'essai de germination à 30° C des graines de l'arbre B n'a pas pu être réalisé. Nous considérons qu'une graine a germé dès que la radicule, ou la gemmule, perce les téguments. La germination étant très lente, nous ne présenterons que les taux de germination obtenus après 2, 4, 6, et 8 semaines. Un grand nombre de semences ayant été attaquées par des moisissures (fig. 2), les taux de germination ont été calculés par rapport aux graines saines.

RESULTATS

1 - Caractéristiques de la germination

La figure 3 illustre les différents stades de développement d'une plantule. La radicule (R1) et la tige (T) pourvue d'écaillés apparaissent aux deux extrémités de la graine. Dans certains cas, la radicule ne se développe pas. Très tôt, une radicule adventive (R2) se met en place, à la base de la tige (stade 3). Cette racine croît rapidement et prend le relai de la racine issue de la radicule (R1). Au stade 5, la tige porte 14 à 15 paires d'écaillés opposées décussées. Les feuilles n'apparaissent que plus tard.

Comme pour de nombreuses autres espèces tropicales (WILLIAMS et WEBB, 1958 ; KOLLER et NEGBI, 1962, 1963 et 1965 ; CORBINEAU et COME, 1980, 1980/1981), la germination des graines de *Symphonia globulifera* n'est possible qu'à des températures relativement élevées (fig. 4). L'optimum thermique se situe vers 25 - 30 ° C. La température de 40 ° C est létale et entraîne le développement de nombreuses moisissures (cf. fig. 2). Par ailleurs, les graines saines de l'arbre B

germent en plus grand nombre (plus de 90 % en 8 semaines à 25° C) que celles récoltées sur l'arbre A (environ 60 % en 8 semaines à 25° C).

Très peu de graines germent à 15° C et les plantules obtenues ne dépassent pas les stades 1 ou 2 (cf. fig. 3) en 8 semaines. Mais elles restent parfaitement viables car elles germent, lorsqu'elles sont transférées à 25° C, comme celles qui ont été placées directement à cette température.

2 - Essai de conservation des plantules

Des plantules aux stades 1 ou 2 (cf. fig. 3), provenant de graines qui ont germé aux diverses températures étudiées, ont été conservées à 15° C, en milieu humide, pour ralentir leur croissance. Cet essai a porté sur 47 plantules. Après deux mois et demi dans ces conditions, elles ont été transférées à 25° C.

Le tableau I résume les résultats obtenus. Au cours de leur séjour à 15° C, les plantules évoluent très peu, mais elles reprennent très vite leur croissance à 25° C. Certaines d'entre elles ont été plantées en pots et cultivées dans une serre, à la température d'environ 25° C. Elles ont toutes poursuivi parfaitement leur développement.

CONCLUSION

Ces essais, bien que préliminaires, apportent quelques données intéressantes sur la germination du Symphonia globulifera. Il est possible de faire germer ces graines de façon satisfaisante en les plaçant à une température assez élevée ; 25° C est une température convenable. Mais il est sans doute indispensable que les graines ne se déshydratent pas trop avant leur mise en germination. Bien que le développement de moisissures ne soit pas considérable, la stérilisation des graines permettrait peut-être d'obtenir de meilleurs résultats.

Lorsque les graines sont placées pendant quelques mois à 15° C, dans un milieu humide, elles germent très difficilement, mais elles restent parfaitement capables de germer à 25° C. Ces résultats pourraient conduire à une première méthode de conservation.

Une seconde méthode de conservation paraît cependant plus judicieuse car, après la germination, les jeunes plantules évoluent très lentement quand elles sont placées à 15° C. Il doit donc être possible de faire germer les graines (à 25° C par exemple), puis de conserver les plantules à une température relativement basse pour les planter ensuite, au moment voulu.

B I B L I O G R A P H I E

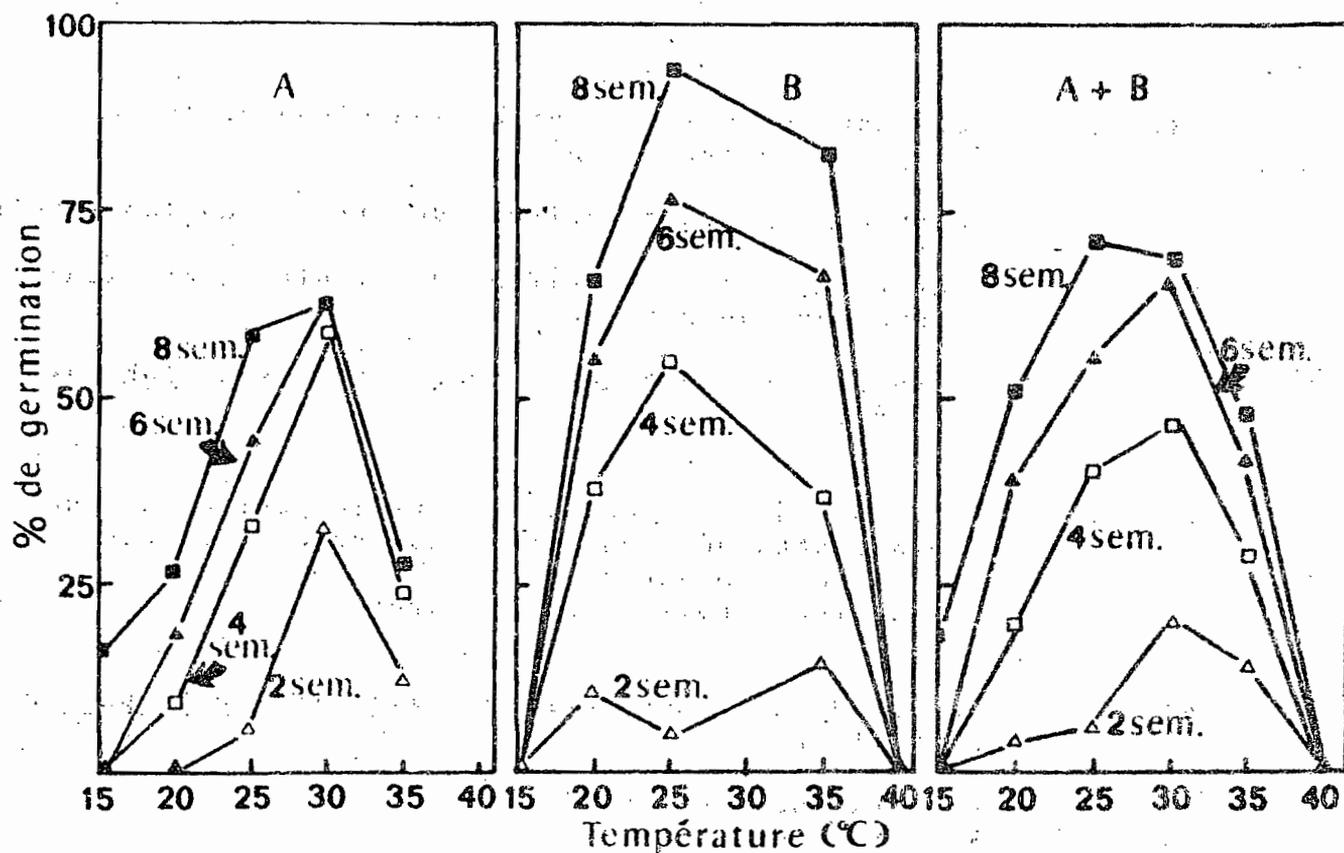
o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

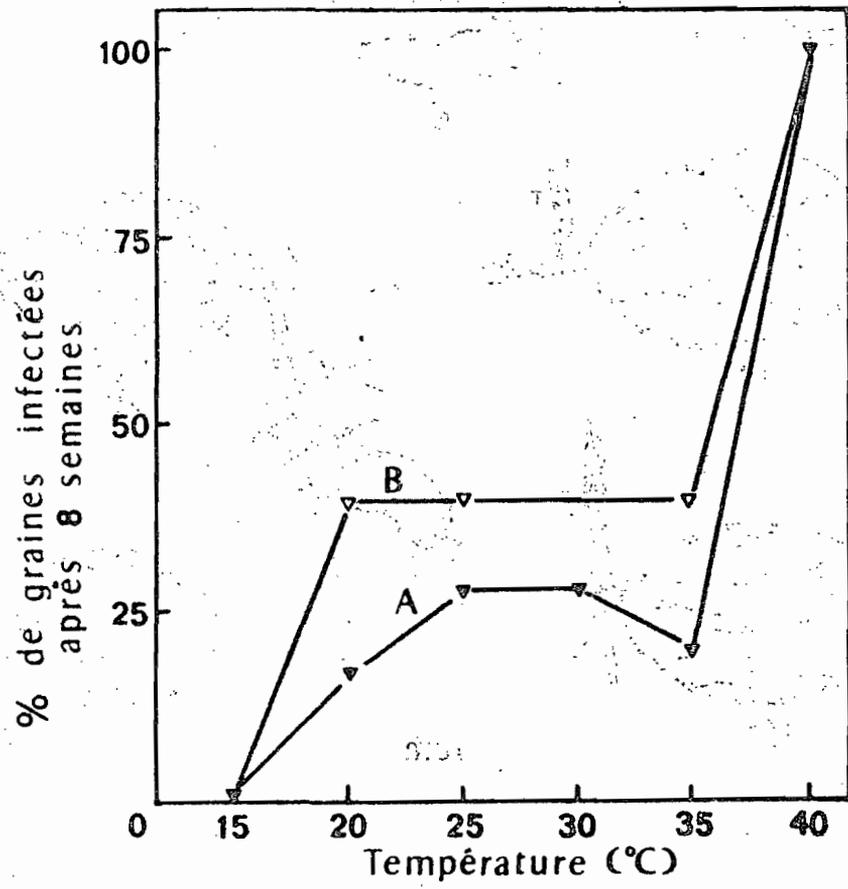
- BARTON L.V. - 1943 - The storage of citrus seeds. Contr. Boyce Thompson Inst., 13, 47-55.
- BARTON L.V. - 1961 - Seed Preservation and Longevity. Leonard Hill, New York, 216 p.
- CORBINEAU F. et COME D. - 1980 - Principaux paramètres de la germination des graines d'Oldenlandia corymbosa L. (Rubiaceae tropicale). Physiol. Vég., 18, 2, 259-273.
- CORBINEAU F. et COME D. (1980/81) - Some particularities of the germination of Oldenlandia corymbosa L. seeds (tropical Rubiaceae). Israël J. Bot., 29, 157-167.
- HARRINGTON J.F. - 1972 - Seed storage and longevity. In : Seed Biology, T.T. Kozłowski éd., Academic Press New York and London, III, 145-245.
- JENSEN L.A. - 1971 - Observations on the viability of Borneo camphor Dryobalanops aromatica Gaertn. Proc. Int. Seed. Test Ass., 36, 1, 141-146.
- KOLLER D. et NEGBI M. - 1962, 1963, 1965 - Germination of seeds of desert plants. 1st, 3rd and 4th Ann. Rep. U.S. Dep., Agric. Proj. A 10 - FS - 6, 18 p.
- LANG A. - 1965 - Effect of some internal and external conditions on seed germination. In : Encyclopedia of Plant Physiology, W. Ruhland éd. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 15/2, 848-893.
- MAURY-LECHON G., HASSAN A.M., et BRAVO D.R. - 1981 - A preliminary study on seed storage of Shorea parviflora Dyer and Dipterocarpus humeratus Van Slooten. The Malaysian Forester, 44, 2 - 3, (sous presse).
- TANG H.T. - 1971 - Preliminary tests on the storage and collection of some Shorea species seeds. The Malayan Forester, 34, 2, 84-98.
- TANG H.T. et TAMARI C. - 1973 - Seed description and storage tests of some dipterocarps. The Malayan Forester, 36, 2, 38-53.
- WILLIAMS R.C. et WEBB B.C. - 1958 - Seed moisture relationships and germination behaviour of acid-scarified Bahia grass seed. Agron.J., 50, 235-237.

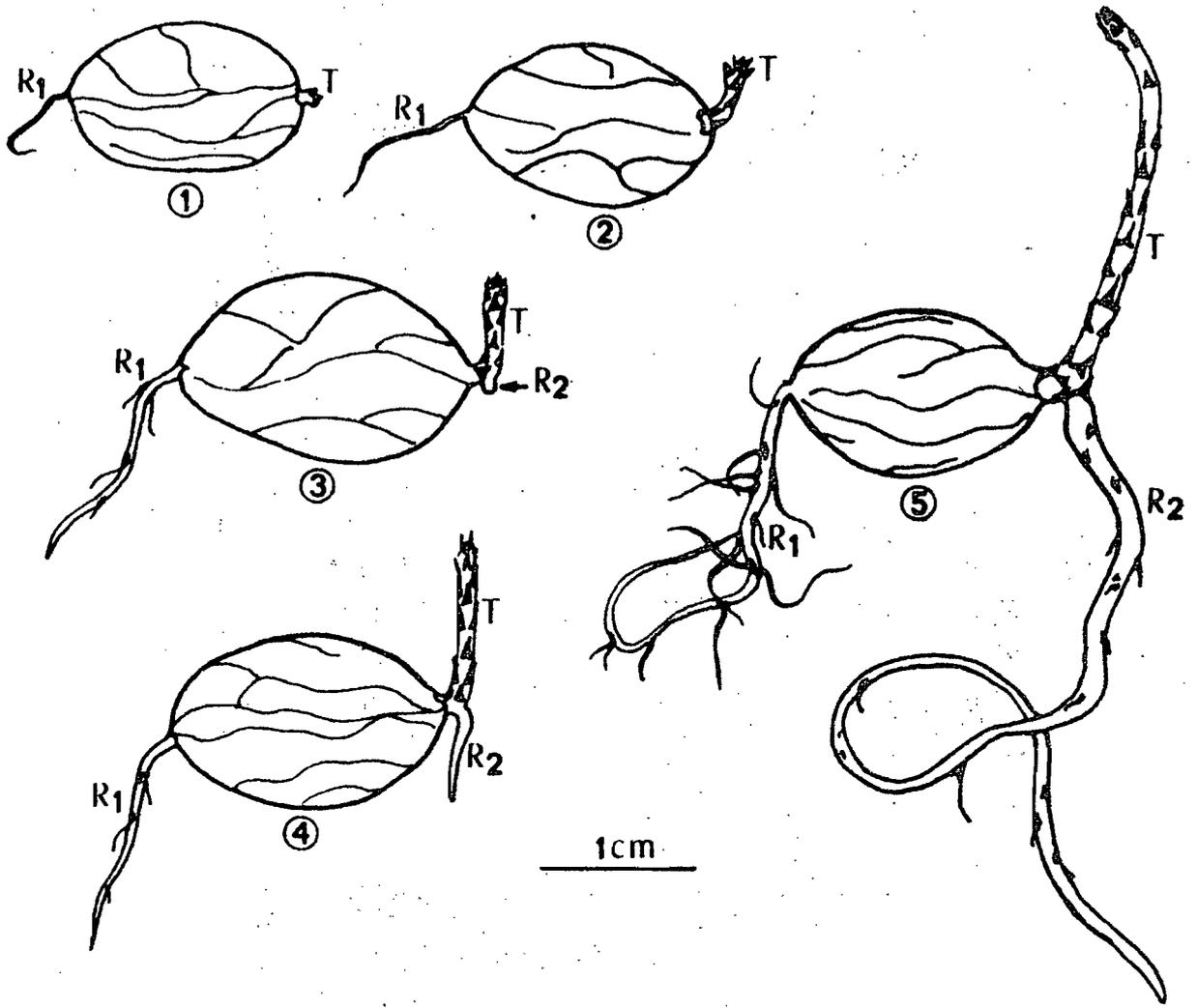
TABEAU I

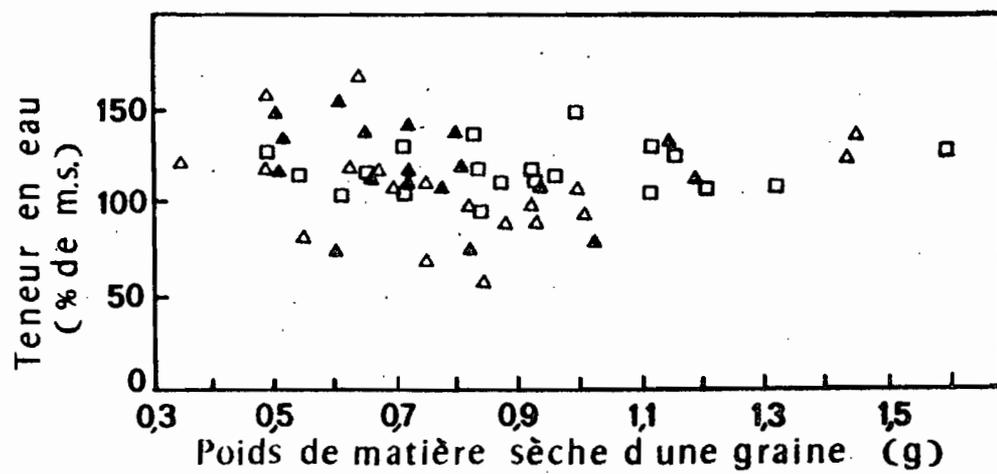
Evolution des caractéristiques morphologiques des plantules conservées à 15° C, puis transférées à 25° C. Pour la signification des stades de R1, R2 et T, se reporter à la figure 3.

Caractéristiques des plantules	Après transfert à 25° C			
	Au départ	Après 2 mois et demi à 15° C	pendant 1 semaine	2 mois
Stades	1 - 2	1 - 2 - 3	1 - 2 - 3 - 4	2 - 3 - 4 - 5 Stade feuillé
Longueur de R1 (mm)	2 à 10	2 à 12	5 à 25	5 à 45
Longueur de R2 (mm)	0	0 à 1	0 à 29	0 à 91
Longueur de T (mm)	1 à 5	1 à 8	6 à 19	30 à 85









PERIODICITE DE LA FRUCTIFICATION
EN FORET GUYANAISE

par

Daniel SABATIER

ORSTOM Cayenne

En forêt dense tropicale humide, comme dans tout écosystème forestier, la répartition des productions fruitières au cours du cycle annuel revêt une grande importance, tant pour la régénération des espèces végétales, les variations climatiques saisonnières modifiant les conditions de germination, que pour l'écologie des animaux granivores et frugivores, dont dépendent en retour, comme l'ont montré de nombreux auteurs (SNOW 1965 ; HLADIK 1967 et HLADIK 1969 ; et récemment CHARLES-DOMINIQUE et al. 1981), les taux de dissémination de graines pour les espèces zoochores et de destruction pour l'ensemble des espèces. De plus, la production fruitière est liée à la séquence d'évènements survenus depuis l'initiation florale et à l'impact des facteurs du milieu sur ceux-ci. Il est donc important d'étudier la répartition dans le temps de ces évènements, souvent limités à la floraison-fructification, appelée phénologie de la reproduction (que nous nommerons simplement phénologie).

Les données bibliographiques dans ce domaine pour les forêts denses tropicales sont encore relativement éparses et très hétérogènes de par la méthodologie employée, l'importance de la population végétale étudiée, le nombre de cycles observés, ...

Citons pour l'Afrique : TAYLOR (1960) au Ghana, VOORHOEVE (1965) au Libéria, de la MENSBRUGE (1966) cité par ALEXANDRE (1980) et ALEXANDRE (1980) en Côte d'Ivoire ; pour l'Asie : Mc CLURE (1966), MEDWAY (1972) en forêt malaise à Diptérocarpaceae ; pour l'Amérique : JANZEN (1967) puis FRANKIE et al. (1974) au Costa Rica en forêt sèche et forêt humide, SMYTHE (1970) à Barro Colorado au Panama, CHARLES-DOMINIQUE et al. (1981) dans une vieille forêt secondaire de l'île de Cayenne en Guyane française ; les données fournies par l'étude de la chute de litière en forêt, en particulier celles de KLINGE et RODRIGUEZ (1968) en Amazonie brésilienne et de PUIG (1981) en Guyane dans la même forêt que nous.

Les observations menées en forêt primaire guyanaise dans le cadre du programme ECEREX (km 16 de la piste de Saint Elie) depuis juin 1980 ont permis d'en suivre la phénologie. Nous présentons plus particulièrement ici l'étude des rythmes de fructification.

Méthode

Toutes les deux semaines, sur un même parcours (1 km de juin 1980 à mars 1981, 1,5 km depuis cette date) constitué par un ensemble de layons d'une largeur d'environ 1 m, nous effectuons un relevé en notant :

- La présence et le nombre de fruits mûrs ou immatures et de graines.
- La présence de fleurs.

- La position de ces productions sur le layon.

Une fois la récolte terminée, les layons sont ratissés pour faciliter la récolte suivante. Ils sont situés exclusivement en forêt primaire et évitent les bas-fonds inondables, ce qui permet d'effectuer les relevés en toute saison dans les conditions les plus homogènes possibles. Certes, cela introduit un biais dans la perception que nous aurons de l'écosystème, mais ces zones d'écologie très particulière (sols hydromorphes) ne représentent dans le secteur étudié qu'environ 10 % de la surface (LESCURE com. pers.). Signalons également que certaines espèces zoochères caractéristiques des bas-fonds inondables, tel le wasai (Euterpe algracea, ARECACEAE), ne passeront pas inaperçues au niveau du layon de par la présence de leurs graines largement disséminées par les animaux.

Résultats

La plupart des données recueillies étant encore en cours d'analyse, nous prendrons seulement en compte dans cet exposé les indications de présence d'espèces en fruits d'une part (fruits mûrs + graines) et d'espèces en fleurs d'autre part, sur la portion de layon récoltée depuis juin 1980, soit un kilomètre.

La figure 1 retrace l'évolution du nombre total de floraisons et de fructifications au cours de la période d'observation.

La figure 2 représente la pluviométrie observée à proximité de la zone d'étude (données communiquées par le C.T.F.T., Bassin A).

Les figures 3, 4, 5, 6, montrent les variations au cours du temps du nombre de fructifications pour différents types de fruits, respectivement :

- Fruits comportant au moins un tissu charnu. Ce type de fruits s'oppose aux autres, en ce sens qu'il suggère une adaptation à la zoochorie, mais est-ce là un critère suffisant ?

- Fruits présentant des adaptations à l'autochorie.

- Fruits présentant des adaptations à l'anémochorie.

- Fruits ne présentant aucune de ces adaptations. Nous ne voulons pas présumer ici de la façon dont sont disséminées ces espèces. Sont-elles barochères ou bénéficient-elles du comportement de mise en réserve observé chez les rongeurs ?

Enfin, les figures 7, 8, 9, 10 précisent pour chacun des types de fruits ci-dessus le nombre d'espèces arboréscentes dépassant 20 m, en fruits au cours des observations.

Commentaires et discussion

La fructification de l'ensemble des espèces, environ 200 collectées, (fig. 1), accuse une périodicité très marquée, avec :

- Deux périodes de moindre abondance (n. 20 espèces) de juillet à décembre 1980, puis d'août à novembre 1981, correspondant aux deux grandes saisons sèches (août-nov. 1980 et août-nov. 1981).

Notons que cette période est moins étalée en 1981 qu'en 1980, bien que les minima soient du même ordre.

- Deux périodes de forte abondance (n. >20 espèces), la première centrée sur la petite saison sèche de mars 1981 et s'étendant du début de la petite saison des pluies (janvier 1981) à la fin de la grande saison des pluies (juillet 1981), la deuxième débutant en décembre 1981 et correspondant à la reprise des pluies.

D'une manière générale, tous les auteurs s'accordent sur la saisonnalité de la fructification en forêt dense tropicale. En Guyane, la succession régulière des phases observées tend à confirmer le caractère universel de ce rythme.

Nous pouvons envisager plusieurs hypothèses quant au déterminisme de ce phénomène :

- En premier lieu, compte tenu de l'antériorité de la floraison sur la fructification, nous pouvons penser que la rythmicité de la première implique celle de la seconde. De fait (fig. 1), nous observons une phénologie de floraison ayant une périodicité très marquée. Celle-ci est d'ailleurs en opposition de phase avec la phénologie de fructification. Elle présente certaines particularités qu'il est intéressant de discuter : tout d'abord, les deux maxima les plus importants se situent durant les grandes saisons sèches ; dès la reprise des pluies, la courbe s'infléchit (jan. 1981 et déc. 1981). De plus, un troisième maximum, de moindre durée mais très net, semble être consécutif à la petite saison sèche de mars 1981.

La baisse de pluviométrie ou peut-être un autre facteur qui lui est associé, tel l'augmentation de luminosité, apparaît comme un stimulus de l'initiation florale ; par contre, elle ne semble jouer aucun rôle dans le déroulement de la fructification. Nous observons, en effet pour celle-ci, de décembre 1980 à juillet 1981 une courbe en cloche régulière.

Si la diminution des pluies n'a aucun impact sur la fructification, le regain semble au contraire jouer un certain rôle. En effet, nous pouvons observer qu'à une reprise des pluies plus précoce (après la grande saison sèche) en 1981 par rapport à 1980, correspond une reprise de la fructification elle aussi plus précoce. Ce facteur clima-

rique pourrait donc induire la maturation des fruits, le génome de la plante n'étant pas seul en cause dans la détermination du délai de maturation. Dans une certaine mesure donc, le facteur pluies contribuerait à la synchronisation des fructifications. Nous n'aurions pas un rythme de floraison induit impliquant une rythmicité de fructification passive mais plutôt deux phases inductibles consécutives.

Quel rôle jouent les fortes pluviométries ?

Sont-elles un simple stimulus ou un facteur écologique nécessaire au plein développement du fruit ? Si nous comparons les corrélations observées entre la pluviométrie et la fructification, dans d'autres forêts tropicales, nous pouvons constater qu'elles sont de deux types :

- Dans un premier cas observé par Mc CLURE (1966) puis MEDWAY (1972) en Malaisie, KLINGE et al. (1968) en Amazonie brésilienne, SMYTHE (1970) à Barro Colorado, FRANKIE et al. (1974) au Costa Rica en forêt humide, CHARLES-DOMINIQUE et al. (1981) en forêt secondaire guyanaise, la corrélation est identique à celle que nous mettons en évidence Piste de St Elie, à savoir : minimum de fructification en saison sèche, maximum en saison des pluies ou petite saison sèche. Notons pour la Guyane, que PUIG (1981), dans la même forêt que nous, observe, pour les variations du poids sec de fruits + fleurs tombés au sol, deux maxima dont l'un en saison des pluies qu'il attribue à la fructification, ce qui est confirmé par nos observations.

- Dans un second cas, observé par de la MENSBRUGE (1966) rapporté par ALEXANDRE (1980) en Côte d'Ivoire, JANZEN (1967) au Costa Rica, FRANKIE et al. (1974) en forêt sèche au Costa Rica, ALEXANDRE (1980) en Côte d'Ivoire, la corrélation est inverse : fructification maximale en saison sèche, minimale en saison des pluies. Nous donnons fig. 11 et 12 la phénologie de fructification et la pluviométrie en forêt de Taï, Côte d'Ivoire, d'après ALEXANDRE (1980).

Les pluviométries élevées ne sont donc pas toujours nécessaires pour que la fructification soit menée à bien. Dès lors, deux hypothèses peuvent être envisagées :

1) Les forêts étudiées sont écologiquement comparables, les variations climatiques ne jouant qu'un rôle de stimulus. Les différences observées pourraient être alors d'origine floristique, le comportement physiologique des espèces vis-à-vis des stimuli n'étant pas similaire.

Dans cette hypothèse, quel pourrait être le déterminisme de la synchronisation des productions fruitières ? Un élément de réponse est peut-être fourni par JANZEN (1974) qui montre l'intérêt écologique que présente la fructification en masse de certaines espèces, celle-ci permettant

de "saturer" la capacité de consommation des populations animales destructrices de graines. Ce qui est valable pour certaines espèces ne le serait-il pas pour l'ensemble de celles-ci ? Mais d'autres auteurs, tels que SNOW (1965), CHARLES-DOMINIQUE (1981) étudiant les espèces zoochores, montrent, au contraire, l'intérêt écologique d'un étalement des productions fruitières qui est favorable aux populations animales disséminatrices et en retour aux espèces végétales du fait d'une dissémination plus efficace.

Or, nous observons fig. 3 une saisonnalité très marquée des espèces à fruits charnus ; il est vrai que nous pourrions distinguer plusieurs types de fruits charnus s'adressant certainement à des consommateurs différents. Néanmoins, le choix alimentaire qui s'offre à une espèce animale sera beaucoup plus grand en saison de pleine fructification, ce qui va à l'encontre d'une dissémination optimale.

Dans l'immédiat, rien ne nous permet donc de trancher en faveur de cette hypothèse.

2) Les forêts observées sont écologiquement différentes, les variations climatiques n'ayant pas le même impact sur l'écosystème dans les deux cas.

La différence est-elle d'ordre climatique ? Réside-t-elle dans la valeur totale des précipitations ? Nous présentons ci-dessous un tableau récapitulatif donnant pour chacune des forêts étudiées par les auteurs déjà cités la pluviométrie annuelle et le type de phénologie de fructification observé.

D'après ce tableau, il ne semble pas exister de corrélation entre le type de phénologie et la pluviométrie totale.

La différence est-elle d'ordre biotique, les potentialités des espèces végétales ou animales composant ces écosystèmes étant différentes ou édaphique, la richesse en nutriments du sol, son comportement hydrique, etc., n'étant pas similaires.

Prendre en considération dans le détail chacun de ces facteurs dépasse pour l'instant le cadre que nous nous sommes fixés.

Nous pouvons toutefois argumenter en faveur de cette hypothèse de forêts écologiquement différentes. En effet, il paraît raisonnable de considérer qu'il est énergétiquement plus coûteux pour un végétal de mener à bien une fructification qu'une floraison. Si nous admettons que la reprise des pluies marque le début de la période d'activité

	Pluviométrie annuelle	Période où l'on observe le max. d'espèces en fruits
: KLINGE et al. 1968 * :		
: Amazonie brésilienne :	1 528 mm	: saison des pluies
: forêt dense :		
: FRANKIE et al. 1974 :		
: Costa Rica :	1 533 mm	: saison sèche
: forêt sèche :		
: ALEXANDRE 1980 :		
: forêt dense :	1 800 mm	: saison sèche
: Côte d'Ivoire :		
: Mc CLURE 1966 ; :		
: MEDWAY 1972 - forêt :	2 283 mm	: saison des pluies
: malaise à Diptérocar- :		
: panceae :		
: SMYTHE 1970 :		
: Barro Colorado :	2 700 mm	: début de saison des
: :		: pluies
: Présente étude ; :		
: forêt primaire :	3 050 mm	: saison des pluies
: Guyane française :		: petite saison sèche
: CHARLES-DOMINIQUE :		
: et al. 1981 - forêt :	3 300 mm	: saison des pluies
: secondaire Guyane :		
: française :		
: JANZEN 1967 ; forêt :	3 500	: saison sèche
: dense :		
: Costa Rica :	4 500 mm	
: FRANKIE et al. 1974 :		
: Costa Rica :	4 000 mm	: saison des pluies
: forêt humide :		

* résultats exprimés en poids sec et non en nombre d'espèces.

végétative et l'établissement de la grande saison sèche, sa fin, c'est du moins ce que nous pouvons conclure en Guyane aux vues des données de PUIG (1981) sur la chute/litière en forêt primaire et de PREVOST et PUIG (1981) sur l'accroissement diamétral des arbres en forêt primaire et secondaire ; c'est également la conclusion d'ALEXANDRE (1980) pour la Côte d'Ivoire. Les deux types de phénologies mis en évidence peuvent être envisagés de la façon suivante :

- Phase énergétiquement coûteuse avant et en début de période d'activité végétative.
- Phase énergétiquement coûteuse pendant et en fin de période d'activité végétative.

La concurrence énergétique entre les fonctions végétatives et reproductrices ne se réalisera pas de la même manière dans les deux cas, ce qui laisse supposer une écologie différente. Des données supplémentaires seraient nécessaires pour mener plus loin cette analyse, entre autre les productivités primaires et la quantification des productions florales et fruitières pour les différentes forêts.

Comparons maintenant la phénologie des espèces en fonction du type de fruit produit :

- Les espèces à fruits charnus, par leur prépondérance (environ 85 % des espèces ayant fructifié) donnent au rythme de fructification de l'ensemble des espèces son allure générale. Leur maximum est donc lui aussi centré sur la petite saison sèche, aussi bien pour l'ensemble des espèces (fig. 3) que pour les arbres dépassant 20 m (fig. 7). Notons la continuité de la production pour cette catégorie, plus marquée pour l'ensemble des espèces que pour les grands arbres ; l'intérêt écologique d'un tel phénomène n'est plus à démontrer.

- Les espèces à fruits autochores (environ 5 % des espèces ayant fructifié) montrent une production irrégulière, limitée aux mois de forte fructification générale pour les arbres (fig. 8), plus étalée pour l'ensemble des espèces (fig. 4), les arbustes du sous-bois n'ayant pas une périodicité de production très marquée.

L'alternance de sécheresse et d'humidité en petite saison sèche et au début de la grande saison des pluies doit être particulièrement favorable à la déhiscence explosive des fruits des espèces arborescentes (Herea guianensis EUPHORBIACEAE ; Eperua falcata CAESALPINIACEAE) ; par contre, les espèces du sous-bois moins exposées aux variations brutales de l'hygrométrie bénéficieraient peu des circonstances climatiques favorables de cette période ; elles présentent souvent d'ailleurs des fruits à déhiscence non explosive (Anaxagorea spp. ANNONACEAE, Rinorea spp. VIOLACEAE).

- Les espèces à fruits anémochores (environ 6 % des espèces ayant fructifié) ne présentent pas de maximum très net ; leurs fructifications semblent se produire préférentiellement durant la période d'abondance générale, surtout pour les arbres (fig. 9) et se poursuivra jusqu'en saison sèche pour l'ensemble des espèces (fig. 5).

Nos observations diffèrent là encore de celles d'ALEXANDRE (1981) en Côte d'Ivoire comme de celles de la plupart des auteurs qui observent un plus grand nombre d'espèces anémochores en fruits en fin de saison sèche. Il est vrai que le nombre d'espèces suivies dans cette catégorie est assez limité : les Couratari spp. (LECYTHIDACEAE), ainsi que les Qualea sp et Vochisia sp (VOCHYSIACEAE), présents sur nos layons n'ayant pas fructifié durant la période d'observation. Notons que les données de CHARLES-DOMINIQUE et al. (1981) s'accordent avec les nôtres puisqu'il constate un maximum d'espèces anémochores en fruits en début de saison sèche.

- Enfin, les espèces ne présentant aucune adaptation évidente à un mode de dispersion montrent une périodicité très marquée. Leurs productions se limitent à la période de forte fructification aussi bien pour l'ensemble des espèces (fig. 6) que pour les arbres (fig. 10). Une explication possible de ce synchronisme pourrait être l'action positive des rongeurs, notamment de l'Agouti (Dasyprocta aguti) et l'Acouchi (Myoprocta acouchi) DASYPROCTIDES, qui en période d'abondance ont un comportement de mise en réserve très marqué et seraient très actifs pour certaines espèces de cette catégorie : Carapa Procera (MELIACEAE) et Vouacapoua americana (CAESALPINIACEAE). (G.G. DUBOST com. pers et observations personnelles).

Conclusion

La périodicité très marquée des productions fruitières observée en forêt guyanaise semble caractériser l'ensemble des forêts denses tropicales. Mais celles-ci ne présentent pas toujours le même type de synchronisation entre le maximum d'espèces en fruits et la pluviométrie, seul facteur climatique pris en compte. Nous avons été amenés à distinguer deux grands types de phénologies, suivant que la fructification est maximale en saison des pluies et durant la petite saison sèche ou, au contraire, durant la grande saison sèche.

Deux hypothèses ont été retenues pour en comprendre le déterminisme :

- Dans la première, les forêts sont écologiquement comparables ; seuls, les stimuli qui déclenchent les phénomènes diffèrent. Dans le détail, cette hypothèse suggère tout de même des adaptations particulières, notamment pour

la germination : suivant qu'elles sont produites en saison sèche ou saison des pluies, les graines ne devraient pas se comporter de la même manière.

- Dans la seconde, les forêts sont écologiquement différentes ; ce ne serait plus les simples stimuli qui seraient en cause mais les flux énergétiques eux-mêmes.

Nous avons, enfin, envisagé la phénologie de la fructification, pour l'ensemble des espèces et les grands arbres, suivant le type de fruit produit, la ségrégation étant faite en fonction du mode de dispersion. Quatre grandes catégories ont été retenues :

- fruits charnus suggérant une zoochorie,
- fruits adaptés à l'autochorie,
- fruits adaptés à l'anémochorie,
- fruits ne présentant aucune adaptation évidente.

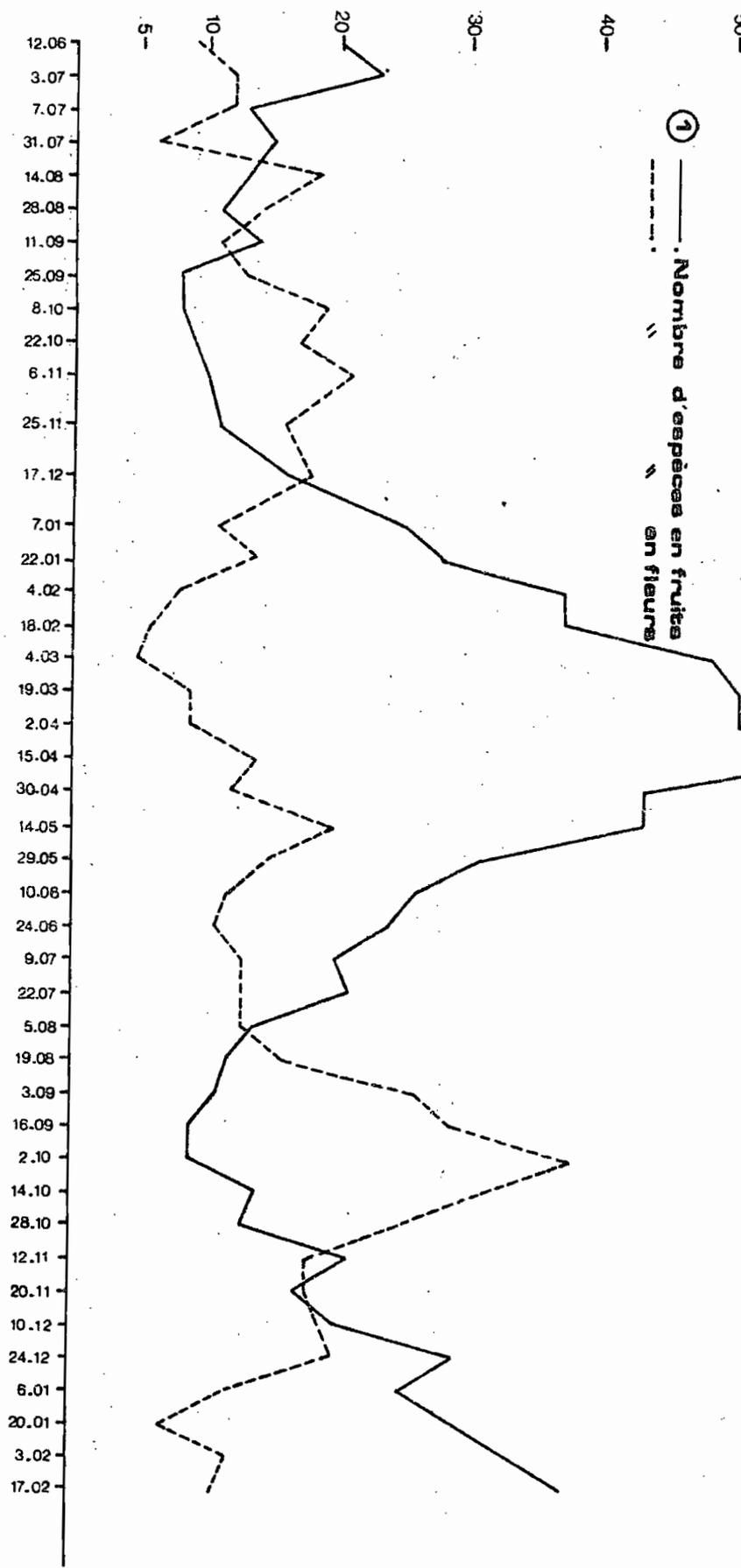
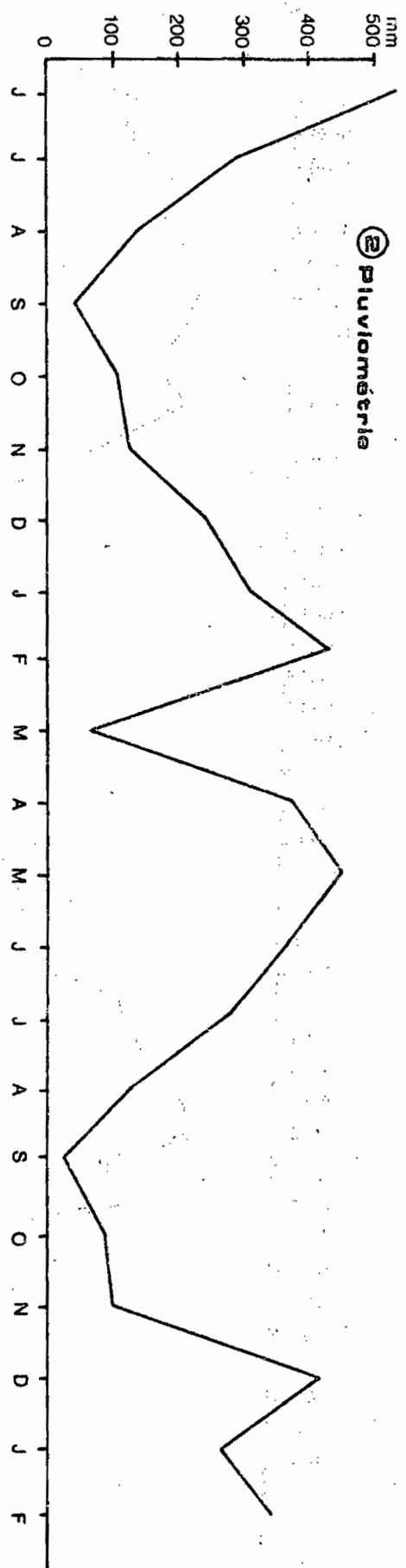
La rythmicité est plus ou moins marquée. Elle l'est toujours pour les arbres de plus de 20 m comme pour l'ensemble des espèces à fruits charnus ou à fruits ne présentant pas d'adaptation évidente à un mode de dispersion. Les productions sont plus ou moins continues, sans interruption très longue pour l'ensemble des espèces autochères. Seules les espèces à fruits charnus ont des productions tout au long de l'année.

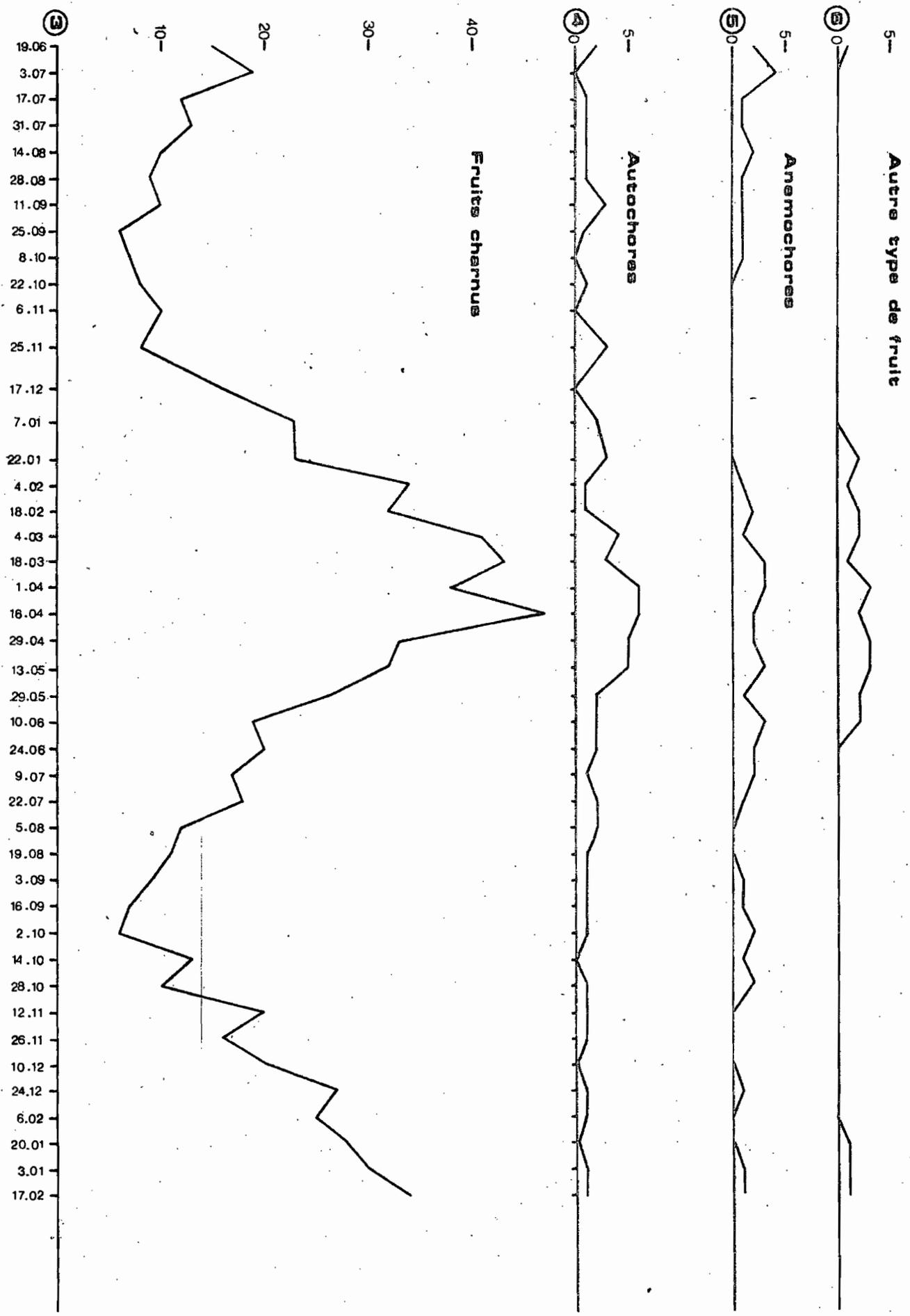
B I B L I O G R A P H I E

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

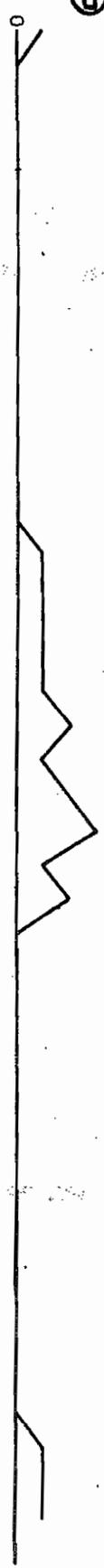
- ALEXANDRE D.Y. - 1980 - Caractère saisonnier de la fructification dans une forêt hygrophile de Côte d'Ivoire. Rev. écol. (Terre et vie) 34 : 336-350.
- CHARLES-DOMINIQUE P., ATRAMENTOWICZ M., PREVOST M.F. - 1981 - Les mammifères frugivores arboricoles nocturnes d'une forêt guyanaise : interrelations plantes-animaux. Rev. écol. (Terre et vie) 35 : 342-345.
- FRANKIE G.W., BAKER H.G., OPLER P.A. - 1974 - Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sites of Costa Rica. J. Ecol. 62 : 881-919.
- JANZEN D.H. - 1967 - Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. Evolution 21 : 620-637.
- JANZEN D.H. - 1974 - Tropical blackwater rivers, animals and most fruiting by the Dipterocarpaceae. Biotropica 6 (2) : 69-103.
- HLADIK A. et HLADIK C.M. - 1967 - Observations sur le rôle des primates dans la dissémination des végétaux de la forêt gabonaise. Biologia gabonica 3 : 43-58.
- HLADIK A. et HLADIK C.M. - 1969 - Rapports trophiques entre végétation et primates dans la forêt de Barro Colorado (Panama). Rev. écol. (Terre et vie) 23 : 25-117.
- KLINGE H., RODRIGUEZ W.A. - 1968 - Litter production in an area of amazonian terra firme forest, Part I Amazonica 1 (4) : 287-302.
- Mc CLURE H.E. - 1966 - Flowering, fruiting and animals in canopy of a tropical rain forest. Malay. Forest 29 : 182-203.
- MEDWAY F.L.S. - 1972 - Phenology of a tropical rain forest in malaya. Biol. J. Linn. Soc. 4 : 117-146.

- PUIG H. - 1979 - Production de litière en forêt guyanaise : résultats préliminaires. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 115 (3, 4) : 338-346.
- PUIG H. - 1981 - Période de floraison et de fructification de quelques arbres de la forêt dense guyanaise. Bull. liaison du groupe de travail Ecosystème forestier guyanais. ORSTOM Cayenne. 3 : 41-47.
- PREVOST M.F., PUIG H. - 1981 - Accroissement diamétral des arbres en Guyane : observations sur quelques arbres de forêt primaire et forêt secondaire. Bull. Mus. natn. Hist. Nat, PARIS 4e ser. 3 section B, Adansonia, n° 2 : 147-171.
- SMYTHE N. - 1970 - Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical forest. Amer. Nat. 104 (935) : 25-35.
- SNOW D.W. - 1965 - A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. Oikos 15 (2) : 274-281.





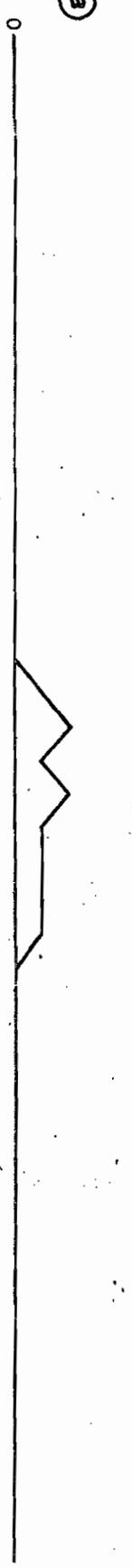
5- Autre type de fruits



5- Anemochoras



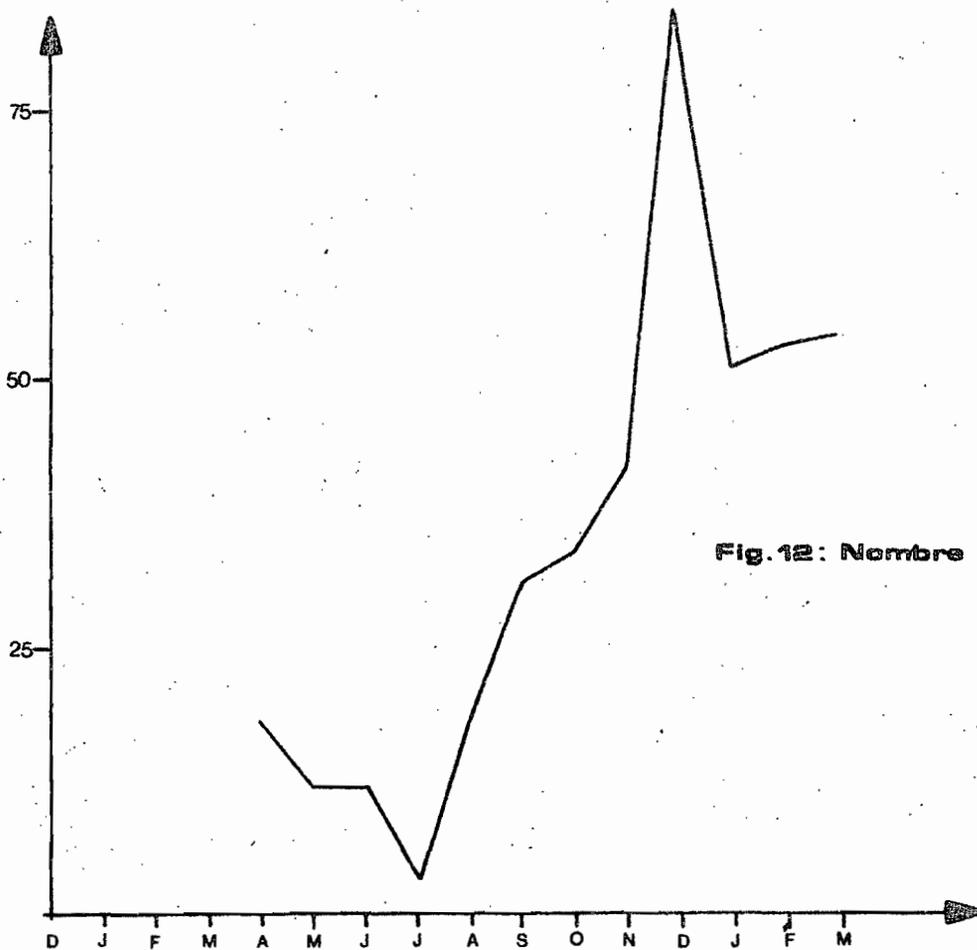
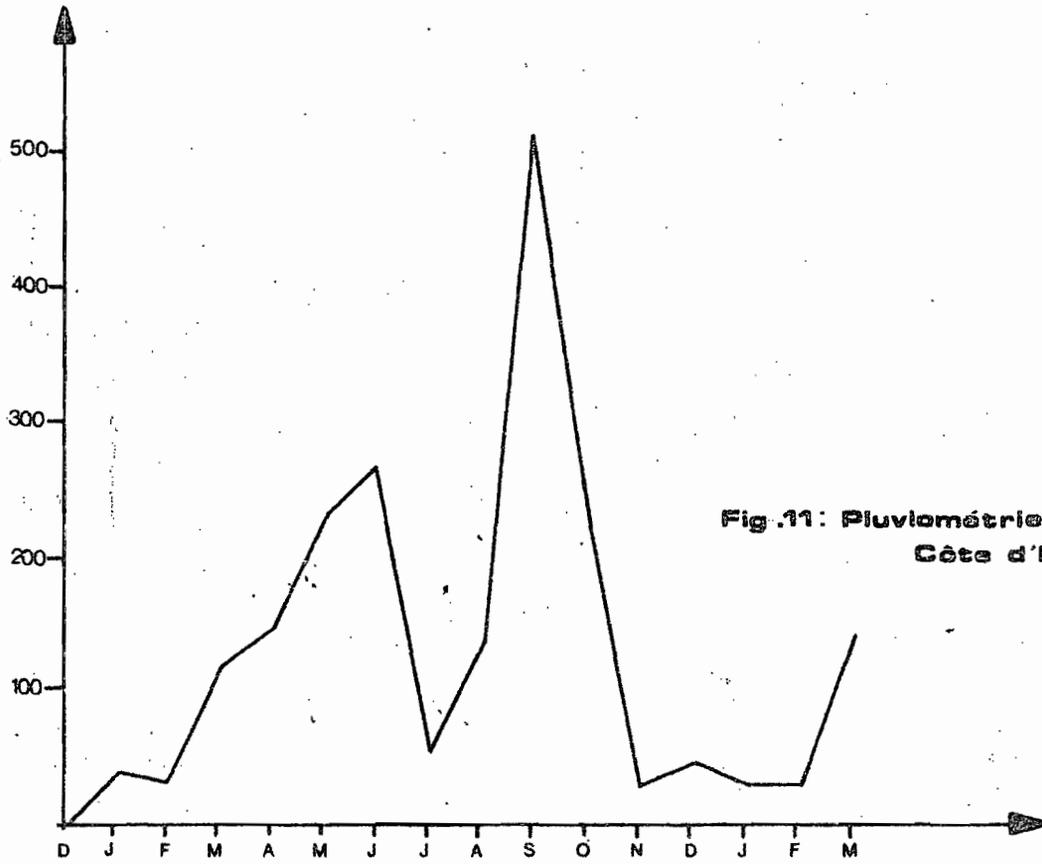
5- Autochoras



20- fruits charnus



19.06, 17.07, 31.07, 14.08, 28.08, 11.09, 25.09, 8.10, 22.10, 6.11, 25.11, 17.12, 7.01, 22.01, 4.02, 18.02, 4.03, 19.03, 2.04, 15.04, 30.04, 14.05, 29.05, 10.06, 24.06, 9.07, 22.07, 5.08, 19.08, 3.09, 16.09, 2.10, 14.10, 28.10, 12.11, 20.11, 10.12, 24.12, 6.01, 20.01, 3.02, 17.02



OBSERVATIONS SUR LES CHABLIS, PISTE DE St ELIE
EN GUYANE

par

RIERA Bernard

ORSTOM Guyane

Dans la théorie de la régénération cyclique du couvert végétal, la forêt tropicale humide primaire est une vaste mosaïque décrite par AUBREVILLE (1938), RICHARDS (1952), OLDEMAN (1974 a), WHITMORE (1975).

Toutes les phases de jeunesse, de maturité et de vieillesse, résultant de cette régénération, s'y observent et se succèdent dans le temps selon les cycles sylvigénétiques (HALLE et al. 1978). Dans le schéma de ces cycles sylvigénétiques (fig. 1), quatre des phases, subdivisées chacune en un stade dynamique et un stade homéostatique, ont été représentées.

Le déroulement normal des cycles est lent, le passage d'un stade au suivant se fait progressivement. Une zone peut poursuivre son évolution au delà des phases représentées, mais un retour en arrière est toujours possible. Celui-ci s'effectue à l'occasion de la chute d'un arbre ; cette perturbation du milieu est le chablis décrit par OLDEMAN (1974 a).

Cet événement est important comme le signalent de nombreux auteurs : AUBREVILLE (1938), OLDEMAN (1974 a), LONGMAN et JENIK (1974), WHITMORE (1975), FLORENCE (1981), TORQUEBIAU (1981). Il marque la fin d'un cycle sylvigénétique et le début d'un autre. Suivant l'importance des dégâts, on aura un retour à une phase plus jeune (régression partielle) ou un retour à un stade pionnier (régression complète). Cependant, si l'ensemble d'avenir (OLDEMAN, 1974 a) de la phase suivante est déjà mis en place, et qu'il peut s'exprimer à la faveur de cette perturbation, on observera un phénomène d'anticipation qui aboutit directement à cette phase (HALLE et al. 1978 ; FLORENCE 1981 ; TORQUEBIAU 1981). Ces perturbations permettent l'apparition d'une cohorte de nouvelles espèces.

Chaque zone possède ainsi un passé qui lui est propre et détermine sa physiologie. La succession est conditionnée par l'époque de la perturbation et la présence éventuelle de porte-graines voisins.

Dans le cadre du programme ECEREX, il était intéressant de parfaire la connaissance de cette phase du cycle, considérée comme le moteur de la sylvigénèse.

Nous avons choisi à proximité du PK 15 de la piste de St Elie, dans la région de Sinnamary, une zone de forêt indemne de toute exploitation sauvage de bois d'oeuvre (fig. 2).

Un secteur de 50 ha a été délimité et quadrillé par un réseau de layons. Un circuit a été aménagé afin d'y mener les opérations suivantes :

- Cartographie de la répartition d'espèces pionnières, en particulier Cecropia obtusa et Cecropia sciadophylla,
- Carte de la distribution des chablis,
- Relevé de la fréquence temporelle de leur apparition.

La prospection de cette zone et de ces environs a permis la découverte d'une série de chablis présentant des degrés différents de cicatrisation en fonction de leur âge et de leur surface.

Sur ces chablis nous avons réalisé :

- l'inventaire floristique,
- la cartographie des ligneux érigés à partir de 3 cm de D.B.H.,
- les dessins de l'architecture des individus pour établir un profil,
- l'étude de la répartition de la lumière au moyen de courbes isolux.

Ces différents aspects devant être ultérieurement détaillés, nous nous limiterons ici à quelques observations sur l'apparition des chablis, leur composition floristique et leur structure.

A - Les chablis : définitions.

Chablis est un mot ancien désignant en foresterie le bois tombé de vétusté ou abattu par le vent.

Il est repris par OLDEMAN (1974) qui précise ailleurs (1975) que ce mot désigne aussi bien l'arbre tombé que la perturbation provoquée par la chute. Nous emploierons donc ce terme pour désigner l'arbre tombé et la destruction brutale d'un biovolume * de matière végétale (phytovolume). La surface du chablis sera déterminée par la projection au sol du phytovolume détruit, puisque les modifications de

* OLDEMAN (1974 a) a le premier utilisé cette notion de volume des végétaux en opposant biovolumes et biomasses.

de l'écotope (principales conséquences des chablis) sont fonction du volume libéré.

Les principales modifications sont les variations des flux lumineux et thermiques qui conditionnent le recru.

Suivant que les chablis ont pour origine la chute d'une branche maîtresse ou celle, simultanée, de plusieurs arbres, la régénération sera différente. Il est donc délicat d'utiliser le même terme pour caractériser les différents types de perturbations. MUTOJI-A-KAZADI (1977) et FLORENCE (1981), conscients de ce problème, ont essayé d'élaborer une typologie basée sur l'élément qui provoque le chablis. Améliorant la classification de MUTOJI-A-KAZADI (1977), FLORENCE (1981) définit quatre types de chablis, chacun correspondant à une modification précise, dans l'espace et dans le temps.

- Le chablis élémentaire correspondant à la chute d'un arbre,
- Le chablis multiple, chute simultanée de plusieurs arbres,
- Le chablis complexe où les chutes sont décalées dans le temps,
- Le chablis partiel correspondant à la trouée provoquée par la chute d'une partie de l'arbre (branche maîtresse) suite à la dégradation de l'arbre sur pied.

B - Apparition des chablis

Pour étudier la fréquence d'apparition des chablis, des relevés périodiques mensuels sont effectués sur une surface de 20 ha, entre mars 1981 et mars 1982. Les relevés, mis en relation avec la pluviométrie observée sur un des bassins versants voisins (bassin A, données C.T.F.T., fig 3).

Bien que la durée des observations soit relativement courte, nous remarquons, comme OLDEMAN (1972) en forêt ripicole guyanaise et HARTSHORN (1978) à Barro Colorado au Costa Rica, que les chutes sont plus abondantes pendant les périodes les plus pluvieuses. Ainsi, en décembre 1982, mois qui correspond à la reprise des précipitations (414 mm de pluie) après une saison sèche bien marquée, de nombreuses chutes se sont produites, dont quatre dans la parcelle suivie.

Le rôle de la pluie paraît important et intervient à plusieurs niveaux (substrats, arbres). OLDEMAN (1972) observe qu'elle rend le substrat plus meuble en diminuant la cohésion du sol et favorise le déracinement des arbres surchargés par une fine pellicule d'eau.

Ce phénomène peut être accentué par la présence d'épiphytes et lianes (ORCHIDACEAE, BRONELIACEAE, ARACEAE, CLUSIACEAE, MORACEAE...) qui captent elles aussi une forte quantité d'eau.

Des mesures d'interception de la pluie par la voûte forestière au lieu dit Grégoire sur le Sinnamary, ont montré que celle-ci pouvait intercepter jusqu'à 23 % des précipitations avec un écoulement le long du tronc inférieur à 1 % de la pluie (ROCHE, 1980).

Lors d'une forte pluie la quantité d'eau ruisselant le long des troncs semble être plus importante et varie fortement d'un individu à l'autre. L'architecture pourrait jouer un rôle important dans ce phénomène.

Pour peu qu'un arbre soit en léger déséquilibre, la masse d'eau interceptée par le feuillage pourra provoquer la chute de l'arbre et ce d'autant plus facilement que l'arbre présentera des nécroses racinaires et de la base du fût, ce qui est fréquent dans la zone d'étude.

La fréquence d'apparition des chablis est de 17 chablis partiels et multiples en un peu moins d'un an sur une surface de 20 ha de topographie variée. FLORENCE (1981) observe pour la forêt de M'Passa à Makokou au Gabon (sur plateau), 111 chablis/35 ha/5 ans soit une moyenne de 0,6 chablis /ha/an; HARTSBORN (1973) trouve, sur des périodes de 5 à 6 ans, entre 0,7 et 1,3 chablis /ha/an dans "la Selva forest" au Costa Rica pour des parcelles de topographie variée.

En ce qui concerne notre zone d'étude aucune orientation n'est privilégiée (fig. 4). On peut noter toutefois qu'il se produit moitié moins de chablis orientés SW-NE, direction opposée au vent dominant. Ce dernier oscille à Rochambeau entre le NE et l'E en saison des pluies et souffle à l'E en saison sèche, avec une vitesse moyenne de 3,7 m/s à Rochambeau pour atteindre 1,6 m/s à Maripasoula; les vitesses ne dépassant généralement pas 15 m/s (BOYE et al. 1979).

La pente peut intervenir dans la chute des arbres mais elle est loin d'être le facteur déterminant, au moins directement.

C - Données floristiques

Lorsque le chablis est formé, la colonisation est ouverte. Les espèces pionnières remplissent d'autant mieux leur rôle d'occupation de l'espace que la brouée est grande (HARTSBORN 1973). DENSLow (1980) montre que le cortège floristique varie avec la taille des perturbations.

Ces différences dans la reconquête d'un milieu peuvent s'expliquer par les variations des flux lumineux et thermiques.

WHITMORE (1978) observe, quant à lui, une réduction temporaire de la compétition racinaire proportionnelle à la surface perturbée. Notre inventaire des principales espèces de chablis correspond à ce qu'observent MAURY (1979), de FORESTA (1981) et PREVOST (1981 b) qui ont étudié le recru après une coupe, sur 25 ha, de type papepier (parcelle ARBOCEL, à proximité de notre terrain d'observation).

C'est ainsi que nous notons, par ordre d'importance, Cecropia obtusa et C. sciadophylla MORACEAE, Xylopia nitida ANNONACEAE, Laetia procera FLACOURTIACEAE, Goupia glabra CELASTRACEAE, Miconia tschudyoïdes, M. pluknetii et M. punctata, Loreya mespeloïdes, Bellucia grossularioides MELASTOMACEAE, Jacaranda copaia BIGNONIACEAE, Vismia latifolia GUTTIFEREAE, Solanum surinamense, S. argenteum SOLANACEAE, Palicourea guianensis RUBIACEAE.

La présence de ces espèces ne doit pas surprendre. SYMINGTON (1933), LIEW (1973), VASQUEZ-YANEZ (1976), PREVOST (1981) ont montré qu'il existe dans le sol de la forêt primaire, un stock, important de graines pionnières. En Guyane, et dans la même zone d'étude, ce stock est évalué à 60 graines par m² PREVOST (1981 a). Il paraît être constamment renouvelé par l'apport des chauves-souris et des oiseaux frugivores (CHARLES-DOMINIQUE et SABATIER com. pers.). Il est possible d'observer, en général au pied des palmiers auxquels elles s'accrochent, les fruits des espèces transportées par les chauves-souris, notamment des fruits de Solanum surinamense.

Les espèces pionnières ne sont pas les seules que l'on rencontre dans ces chablis : les plantules d'angélique, Dicorymia guyanensis CAESALPINIACEAE, communes dans le sous-bois, semblent tirer profit de ce surcroît de lumière (SCHULZ, 1960 ; OLDEMAN 1974 b).

On note aussi la présence du genre Pourouma qui n'est pas représenté dans le cortège floristique de la parcelle ARBOCEL mais l'est en forêt primaire (LESCURE, 1981), dans les zones faiblement perturbées. L'absence des Pourouma et le faible nombre des Sterculia sur la parcelle ARBOCEL peuvent s'expliquer par une moins bonne dispersion et certainement une viabilité plus courte des graines.

Ces deux genres se contenteraient d'une plus faible augmentation de la luminosité et de la température que les Cecropia. Il semblerait que de trop fortes intensités lumineuses soient défavorables au développement de ces espèces.

D - Aperçu sur la structure

Une fois formé, le chablis présente une phase de restructuration qui commence par la germination des espèces pionnières et l'activation des méristèmes d'individus préexistants. On peut dans ce cas parler de réitération adaptative

de ces individus bénéficiant d'un surcroît d'énergie (OLDEMAN 1974 a). L'originalité du chablis, au niveau de la structure, est d'avoir conservé une partie des individus en place auxquels viennent s'ajouter les individus de régénération. L'étude de la restructuration a été abordée par la mesure des diamètres des individus de quatre chablis. Ces chablis sont âgés respectivement d'un an, 3-4 ans, 8-10 ans et 14-16 ans, pour des parcelles de 500 m², 400 m², 600 m² et 500 m². Les figures 5 à 8 représentent le pourcentage d'individus en fonction des classes de diamètres.

Pour les quatre parcelles étudiées, l'allure générale de l'histogramme ne présente pas de grosses différences surtout si on tient compte de la faible surface échantillonnée.

L'interprétation, pour les classes de plus de 15 cm de diamètre qui comptent peu d'individus, (généralement moins de dix) est donc délicate. Ces classes traduisent plus le degré d'avancement dans le cycle sylvigénétique au moment du chablis qu'une conséquence directe de la chute. On notera toutefois que dans les chablis de 8-10 ans et 14-16 ans, quelques Cecropia spp. et Pourouma spp. ont des diamètres atteignant 35 cm.

Les classes de 2-5, 5-10 et 10-15 cm qui sont celles qui comptent le plus d'individus ont été détaillées par classes de 1 cm (fig. 9 à 12). L'évolution de ces trois classes est représentée sur la fig. 13. Il est évident que cette évolution n'est pas celle que l'on aurait pu suivre sur un même site, mais elle permet, à défaut de données sur plusieurs années, de visualiser les changements. Ainsi le graphique de la fig. 13 montre que 3-4 ans après la formation du chablis, on observe une augmentation de l'effectif de la classe 2-5 cm par rapport à celui d'un chablis d'un an.

La figure 14, donnant l'évolution par intervalle de 1 cm de l'effectif de cette classe, indique qu'il s'agit principalement d'individus ayant entre 2 et 4 cm de diamètre.

Les Cecropia obtusa sont bien représentés avec 16 % du total de la classe 2-5 cm. La diminution relative qui suit, peut être attribuée à un passage dans la classe supérieure et un apport insuffisant de nouveaux individus. On constate d'autre part que la mortalité des espèces pionnières est forte. Certaines individus n'ayant pas poussé assez vite sont surcimés et dépérissent. PREVOST (1981 c) observe une mortalité de 11 % dans une parcelle entre 6 et 7 ans.

L'étude de la compétition entre les deux espèces de Cecropia montre que les Cecropia obtusa, de 1 à 4 cm de diamètre, sont particulièrement affectés entre 2,5 et 5 ans (PREVOST, 1982).

...

Nous observons que ce sont principalement les classes 2-3 et 3-4 cm qui présentent une diminution de leur effectif entre 3-4 ans et 8-10 ans. La classe 4-5 cm continue à bénéficier du phénomène d'activation observé entre 1 et 3-4 ans.

La classe 5-10 cm présente une augmentation jusqu'à 8-10 ans où le tiers des individus correspond à des Pourouma spp. On note aussi la présence d'un goupia glabra de 8-9 cm de diamètre. Pour les autres classes les interprétations sont plus délicates. Des observations sur le chablis de 14-16 ans permettent de supposer que cinq arbres de la classe 10-15 cm seraient morts sur pied après la perturbation. Lors de la chute il semble que ces arbres soient plus sensibles à l'ouverture de la canopée. Le surcroît de lumière serait fatal à un bon nombre d'espèces sciaphiles.

E - Conclusion

Le chablis joue un rôle important dans le cycle sylvi-génétique. Il modifie l'écotope en provoquant une augmentation de la luminosité et de la température maximale. Ces variations des facteurs du milieu favorisent l'apparition d'espèces pionnières héliophiles et la disparition d'espèces sciaphiles. Les observations in situ mettent en évidence l'importance de la taille de la trouée qui conditionne la nature du recrû. La présence des Cecropia par exemple est tributaire d'une certaine surface. Ce genre a toujours été observé dans des trouées assez grandes qui bénéficient lors de leur création, d'un rayonnement solaire direct important. On observe fréquemment cette espèce poussant sur les buttes soulevées par les racines ou sur les troncs au sol.

Ces zones présentent un écotope particulier très apprécié des espèces pionnières. On y rencontre Laetia procera, goupia glabra, Vismia latifolia, Miconia spp., Xylopia nitida. Dans les chablis étudiés, la régénération est caractérisée par une forte augmentation du nombre des jeunes individus. Le chablis, par ce point se rapproche des régénérations observées après déboisement.

L'originalité du chablis se situe dans la masse importante de la matière organique en décomposition et le couvert végétal persistant.

Des études sur l'apparition et le devenir des plantules devraient maintenant être entreprises et suivies pendant plusieurs années.

B I B L I O G R A P H I E
- o - o - o - o - o - o - o - o - o - o - o - o - o - o -

- AUBREVILLE A. - 1938 - La forêt coloniale ; les forêts de l'Afrique occidentale française. Ann. Acad. Sci. Colon. PARIS IX, 245 p.
- BOYE M., CABAUSSEL G. et PERROT Y. - 1979 - Climatologie in atlas des départements français d'outre mer n° 4 La Guyane. Ed. C.N.R.S. - O.R.S.T.O.M. PARIS 90 p.
- DENSLOW J.S. - 1980 - Gap partitioning among tropical rain forest trees. Tropical succession Biotropica 12 (suppl) : 47-55.
- FLORENCE J. - 1981 - Chablis et sylvigénèse dans la forêt dense humide sempervirente du Gabon. Thèse 3e Cycle Université Louis Pasteur Strasbourg.
- FORESTA H. (de) - 1981 - Premiers temps de la régénération naturelle après exploitation papetière en forêt tropicale humide. Thèse 3e Cycle U.S.T.L. Montpellier, 114 p.
- HALLE F., OLDEMAN R.A.A. et TOMLINSON P.B. - 1978 - Tropical trees and forests. An architectural analysis. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 441 p.
- HARTSHORN G.S. - 1978 - Tree falls and tropical forest dynamics in Tropical trees as living systems chap. 26 : 617-638. TOMLINSON and ZIMMERMANN ed. Cambridge, Un, Press, 675 p.
- LESCURE J.P. - 1931 - La végétation et la flore dans la région de la piste de St Elie. Bull. de liaison du groupe de travail sur l'écosystème forestier guyanais n° 3 : 4-24.
- LIEW T.C. - 1973 - Occurrence of seeds in virgin forest top soil with particular references to secondary species in Sabah. Malay Forest 36 (3) : 185-193.

- LONGMAN K.A. et JENIK J. - 1974 - Tropical forest and its environment.
LONGMAN, Londres, 196 p.
- MAURY G. - 1979 - Plantules et régénération forestière en Guyane française : premières constatations.
Bull. Soc. bot. Fr., 126 (3) : 165-171.
- MUTOJI-A-KAZADI - 1977 - Notes de sylvigénèse pour la Guyane : Transect et photographies aériennes.
D.E.A. U.S.T.L. Montpellier, 35 p.
- OLDEMAN R.A.A. - 1972 - L'architecture de la végétation ripicole forestière des fleuves et criques guyanais. *Adansonia* (N.S.) 12 (2) : 253-265.
- OLDEMAN R.A.A. - 1974 a - L'architecture de la forêt guyanaise
Mémoire ORSTOM n° 73.
Ed. ORSTOM PARIS, 204 p.
- OLDEMAN R.A.A. - 1974 b - Ecotope des arbres et gradients écologiques verticaux en forêt guyanaise.
La terre et la vie, 28 : 487-520.
- OLDEMAN R.A.A. - 1975 - Bicarquitectura y florística en el bosque tropical.
Rapport renéo. MAG ORSTOM, Quito, 21 p.
- PREVOST M.F. - 1981 a - Mise en évidence de graines d'espèces pionnières dans le sol de forêt primaire en Guyane.
Turrialba 31 (2) : 121-127.
- PREVOST M.F. - 1981 b - Recrû de trois ans après coupe de type papetier. Inventaire floristique, parcelle ARBOCEL, piste de St Elie en Guyane.
Bull. Liaison du groupe de travail sur l'écosystème forestier guyanais n° 3 : 68-81.
- PREVOST M.F. - 1981 c - Evolution d'une jeune forêt secondaire entre six et sept ans après coupe, piste de St Elie en Guyane.
ibid, n° 3 : 82-92.
- PREVOST M.F. - 1982 - Comportement de *Cecropia obtusa* et de *Cecropia sciadophylla* dans les premiers stades de la régénération forestière, piste de St Elie en Guyane.
ibid, n° 6 (sous presse).

- PREVOST M.F. et PUIG H. - 1981 - Accroissement diamétral des arbres en Guyane. Observations sur quelques arbres de forêt primaire et de forêt secondaire. Bull. Mus. Nat. Hist., PARIS sect. B, Adansania (2) : 147-171.
- RICHARDS P.B. - 1952 - The tropical rain forest Cambridge Univ. Press, London, 450 p.
- SCHULZ J.P. - 1960 - Ecological studies on rain forest in northern Surinam. Verh. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Afd. Natuur., Reeks 2, 53 (2) 267 p.
- SYMINGTON C.F. - 1933 - The study of secondary growth on rain forest sites in Malaya. Malay. For. 2 : 107-117.
- TORQUEBIAU E. - 1981 - Analyse architecturale de la forêt de los Tuxtlas (Vera Cruz) Mexique. Thèse 3e Cycle U.S.T.L. Montpellier, 185 p.
- VASQUEZ-YANEZ C. - 1976 - Seed dormancy and germination in secondary vegetation tropical plants : The role of light. Compar. Physiol. and Ecol. 1 (1) : 30-34.
- WHITMORE T.C. - 1975 - Tropical rain forests of the far East Oxford Clarendon Press, 282 p.
- WHITMORE T.C. - 1978 - Gaps in the forest canopy in tropical trees as living systems, 639-655. in TOMLINSON and ZIMMERMANN ed. Cambridge Univ. Press, 675 p.

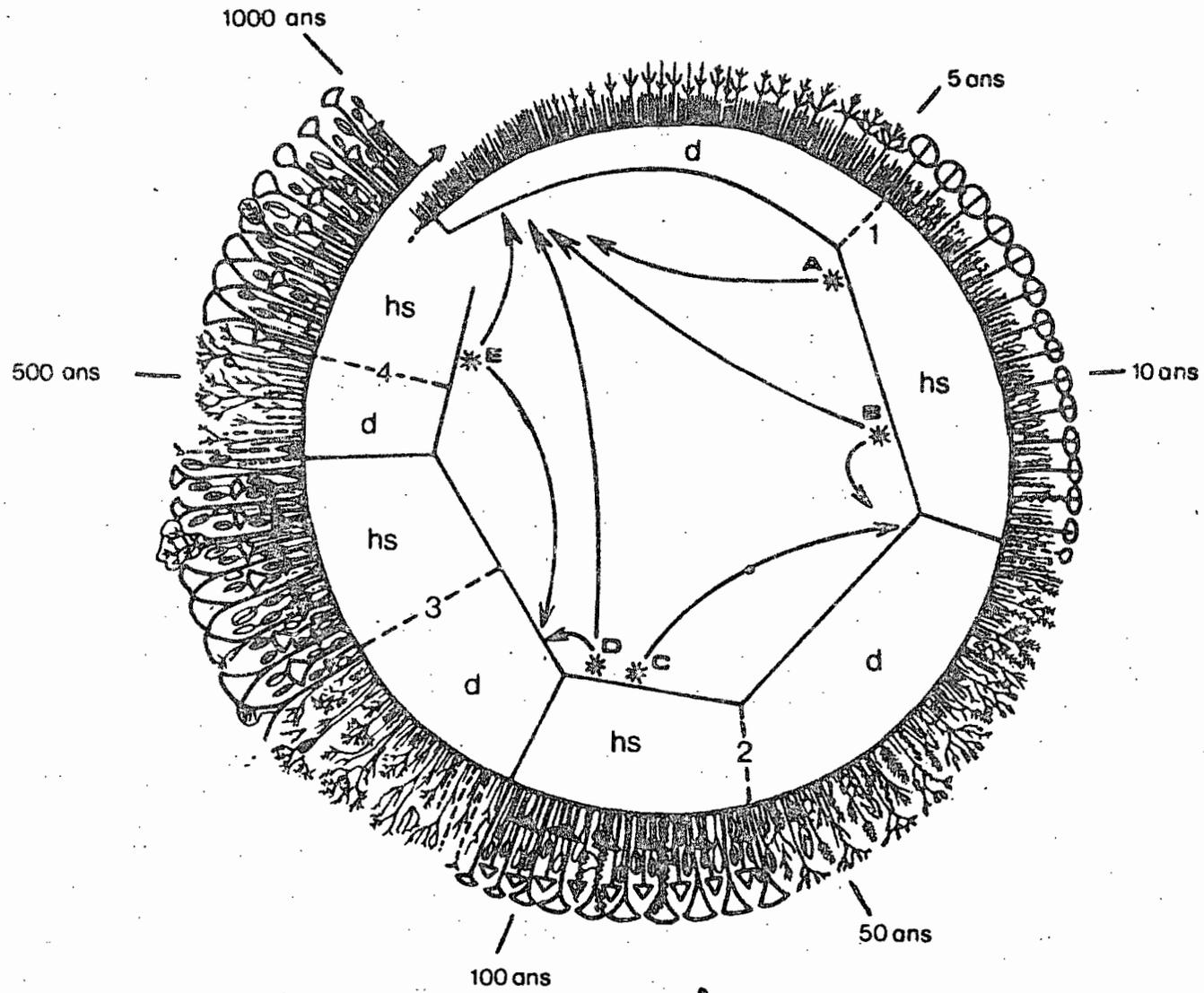


Fig.1: Cycles sylvigénétiques (d'après Hallé et al. 1978)

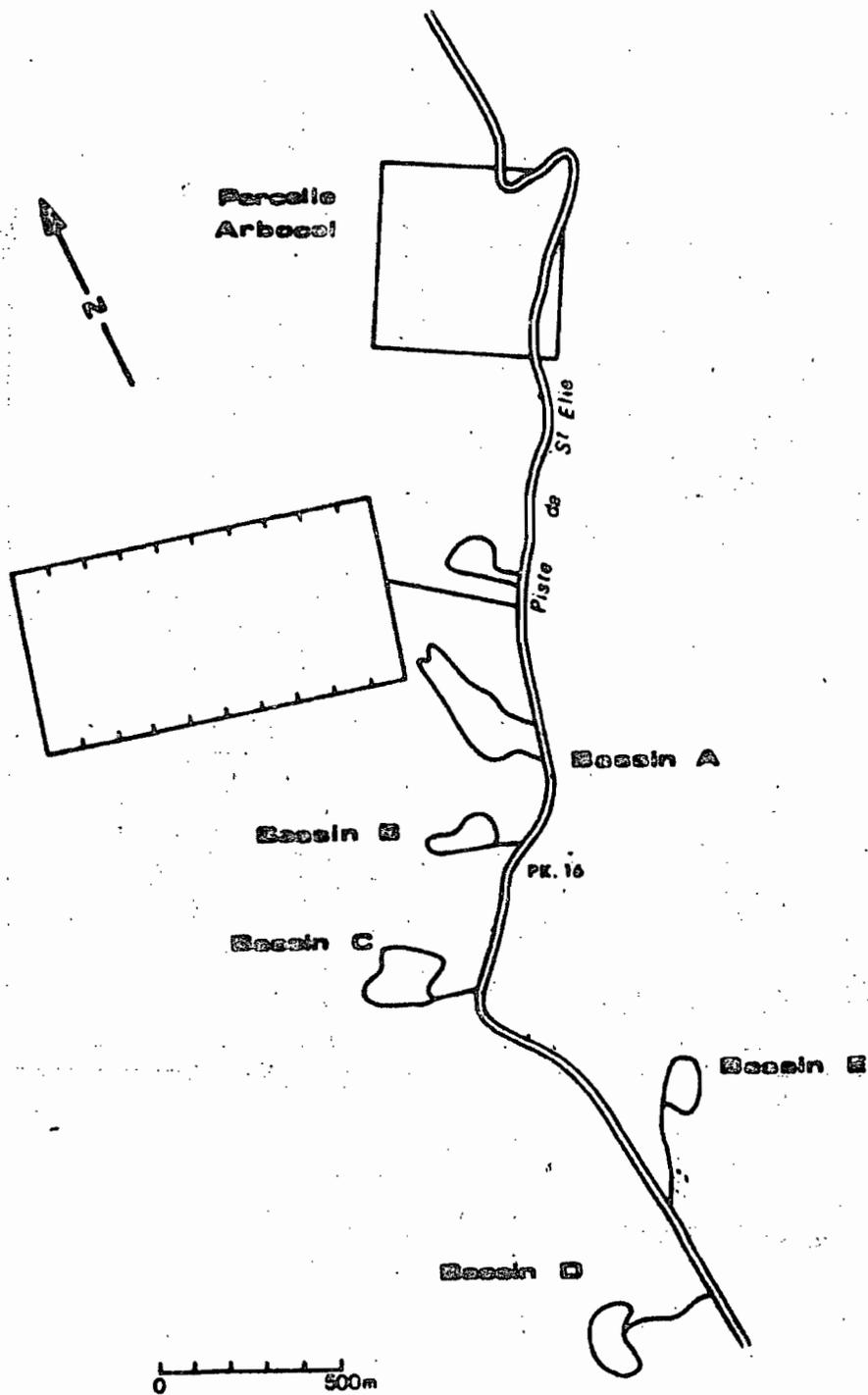


Fig. 2. Localisation de l'étude.

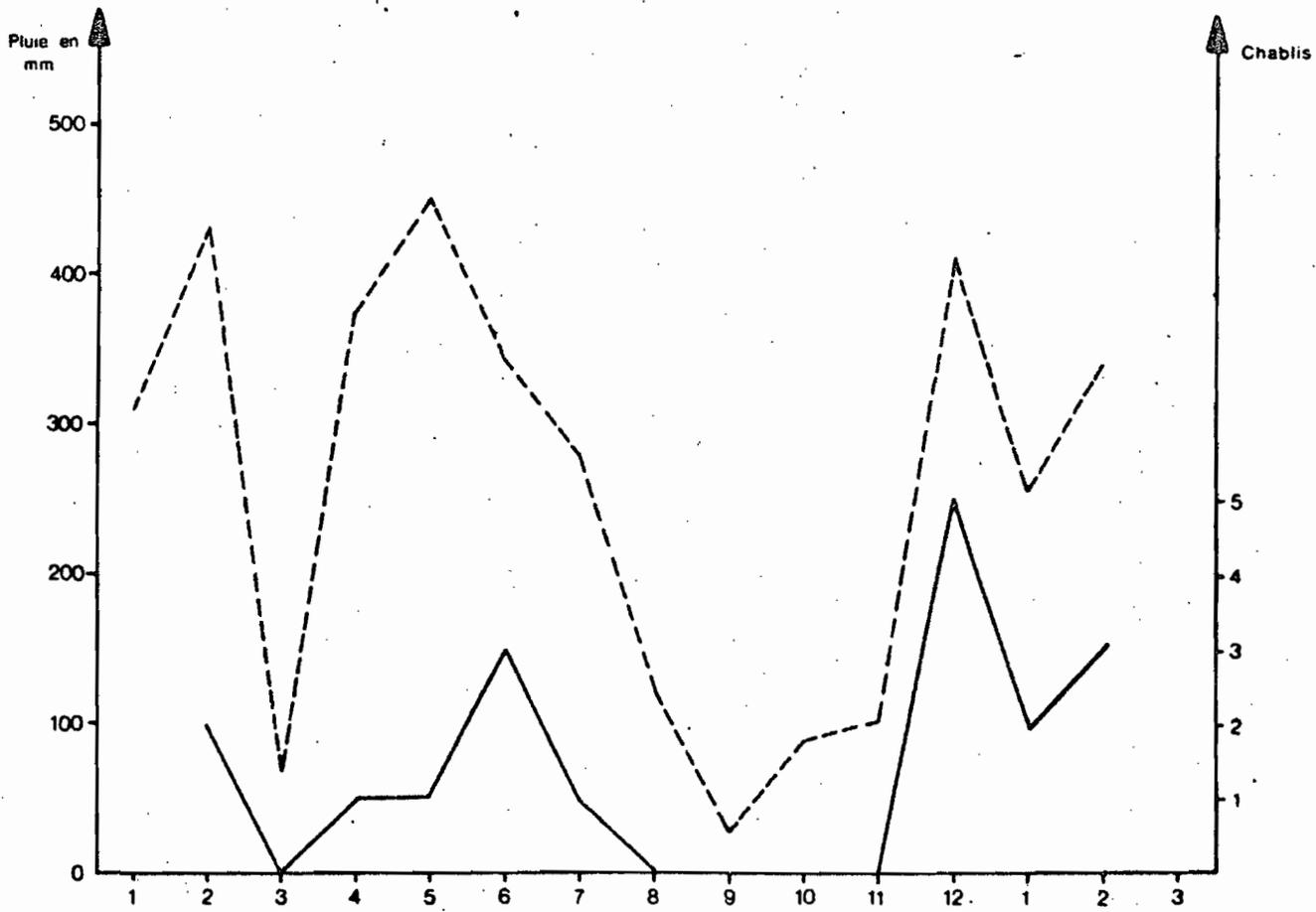


Fig.3: Apparition des chablis .

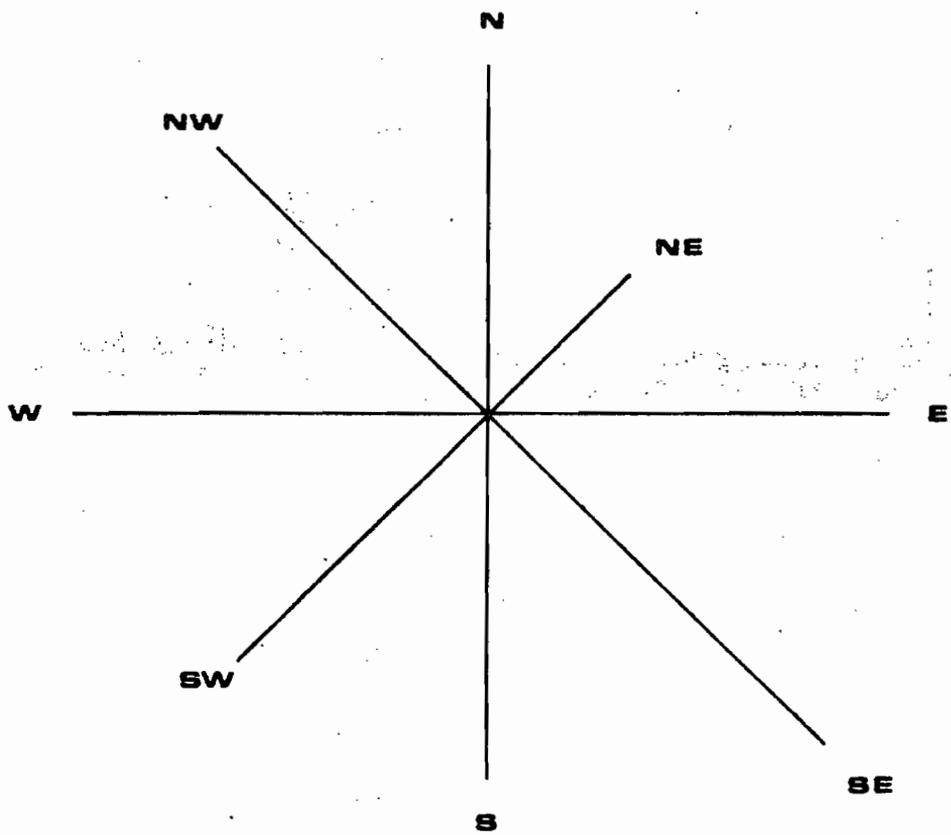


Fig. 4: Orientation des chutes d'abres.

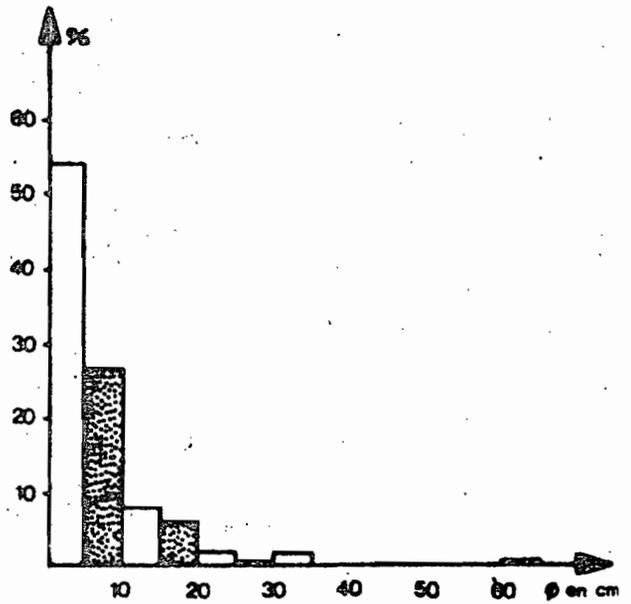
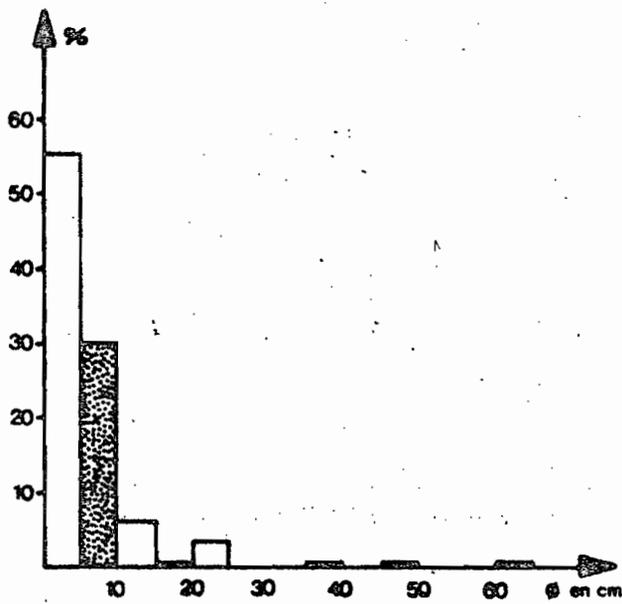
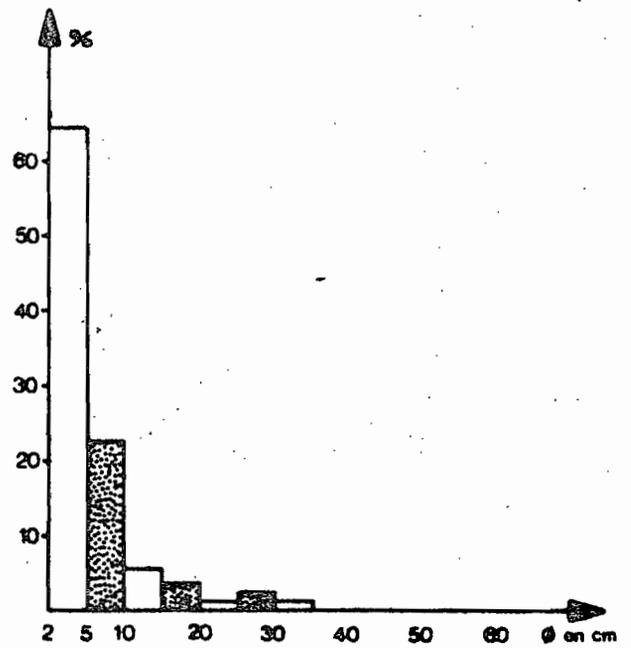
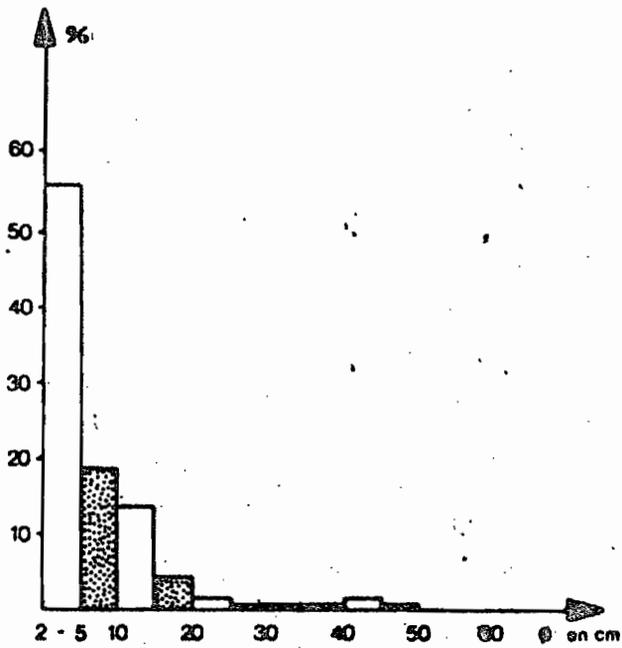


Fig. 5, 6, 7, 8. Pourcentage total des individus.

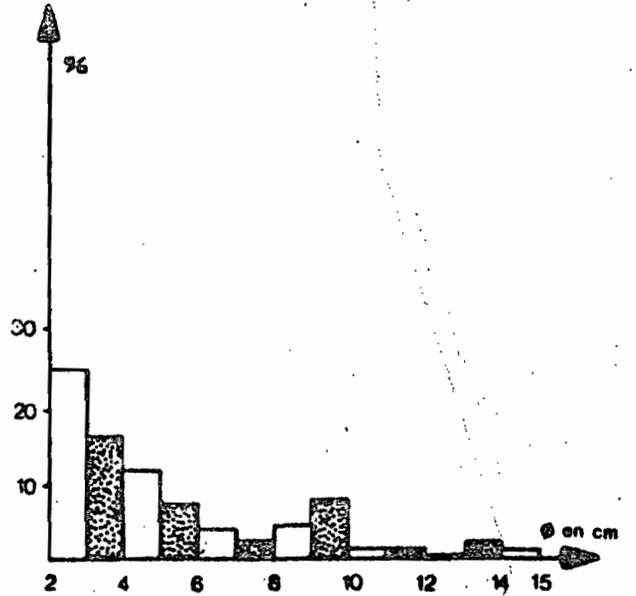
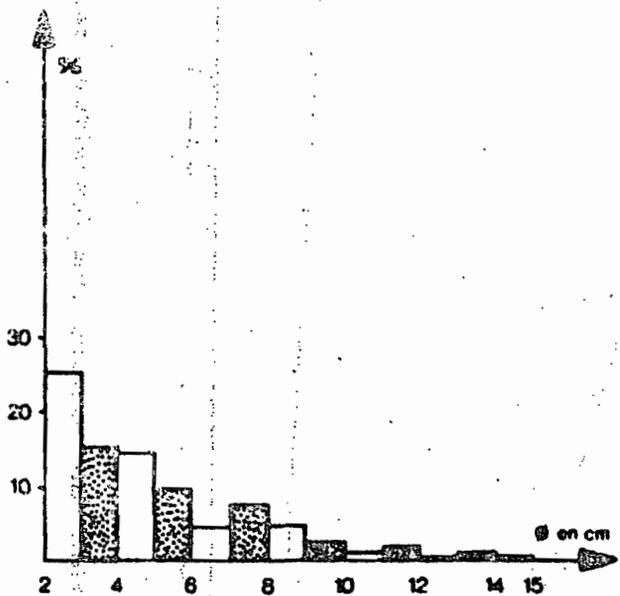
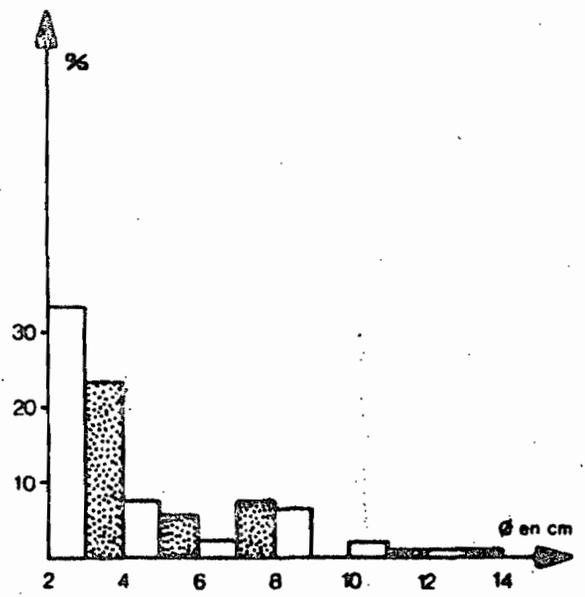
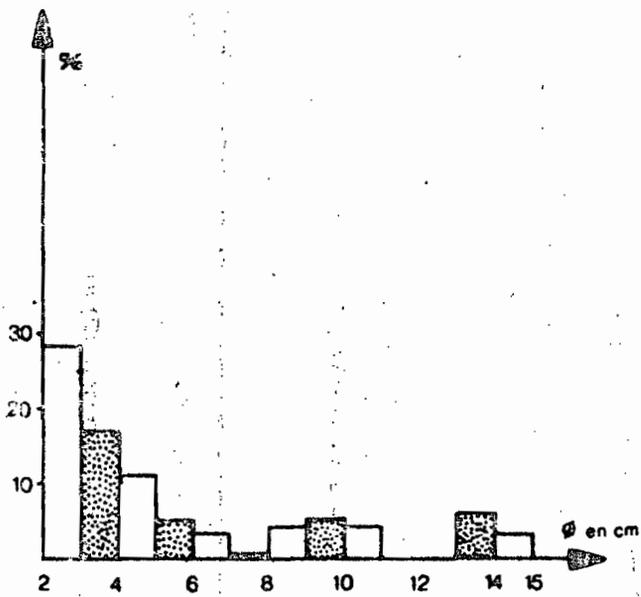


Fig. 9.10.11.12: Pourcentage des individus de moins de 15 cm de DBH.

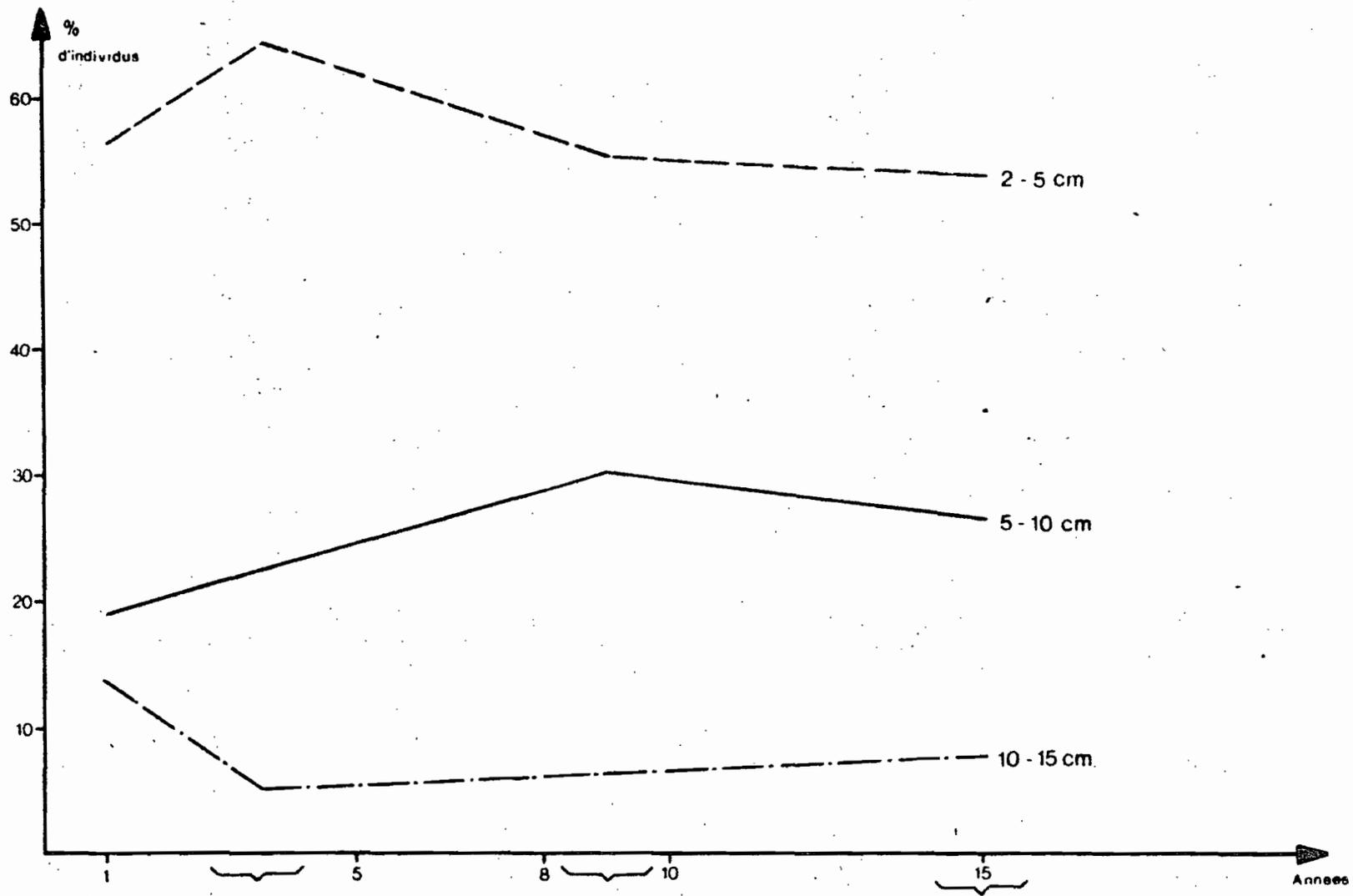


Fig.13 : Variation du nombre des individus des classes 2-5, 5-10, 10-15 cm

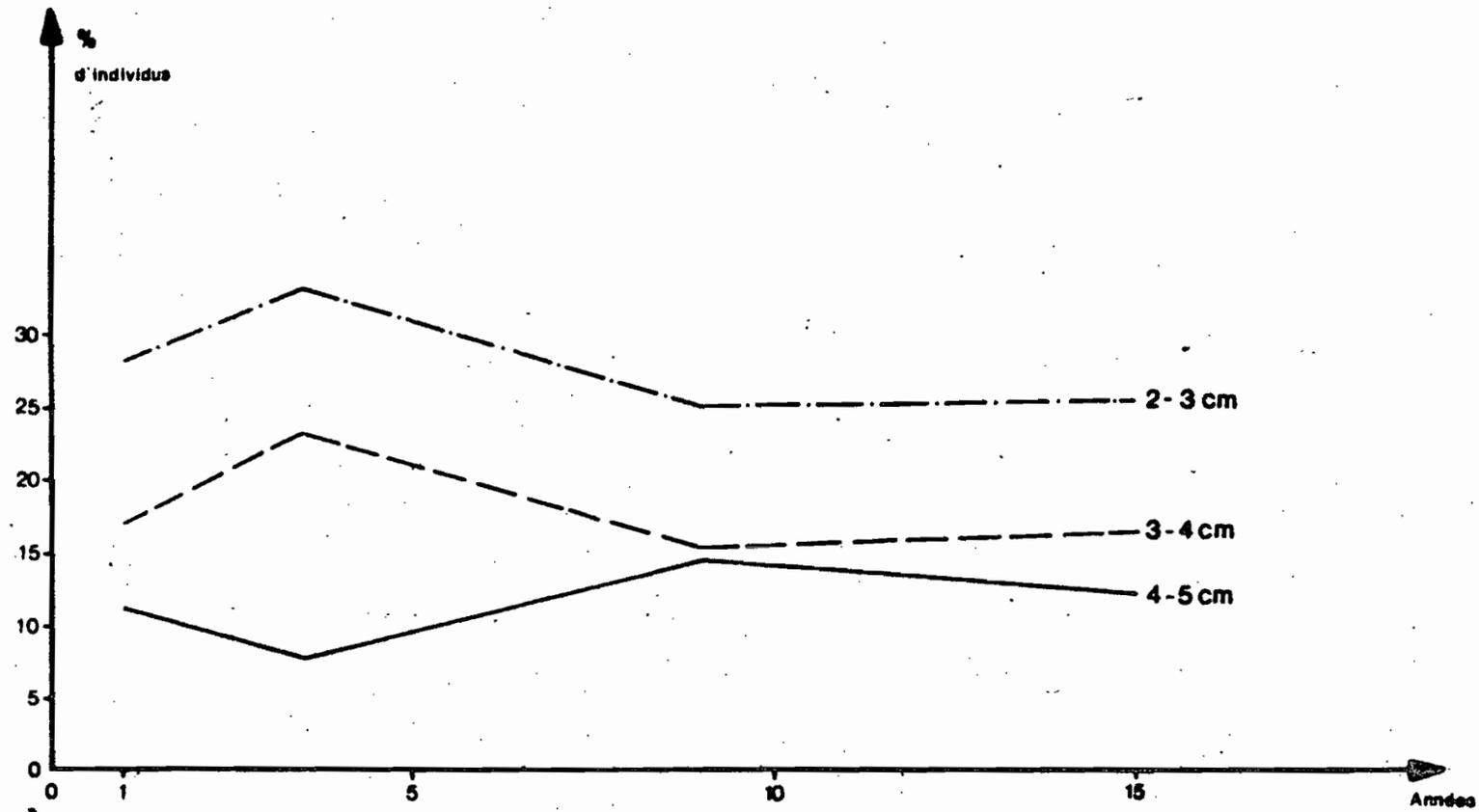
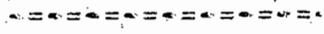


Fig. 14: Variation du nombre des individus des classes 2-3, 3-4, 4-5.

PREMIER TEMPS DE LA REGENERATION

APRES COUPE PAPETIERE : ARBOCEL



par

H. de FORESTA
USTL Montpellier

Note insérée à la demande de Mme G. MAURY-LECHON

"Cet article est le résumé d'une thèse de 3ème cycle soutenue en octobre 1981. Elle a été entreprise dans le cadre des recherches de G. MAURY-LECHON sur la régénération (action MUSEUM financée par la DGRST dans l'opération ECEREX). Les données concernant le premier transect et ses formations végétales puis les biomasses, ont été récoltées en collaboration avec G. MAURY-LECHON. D. SABATIER a aussi largement contribué au travail de terrain. Qu'ils en soient ici remerciés".

INTRODUCTION

=====

En 1976, le "plan vert" pour le développement de la Guyane prévoyait l'implantation d'une industrie papetière importante, soutenue par plusieurs exploitations de grande taille. Ces projets ont été différés pour cause de non rentabilité, mais ils ont eu pour effet de susciter diverses études d'impact écologique, dont l'opération ECEREX.

Dans ce contexte, une parcelle de 10 ha de forêt primaire, agrandie ultérieurement à 25 ha (ARBOCEL), était défrichée en septembre 1976, dans des conditions simulant celles d'une coupe papetière (PK 14 de la piste de St ELIE).

En avril 1980, soit 3 ans $\frac{1}{2}$ après le défrichement, la végétation d'ARBOCEL présente une très grande diversité physiologique, déjà notée par plusieurs chercheurs d'ECEREX (BETSCH, KILBERTUS, MAURY, 1979 ; de FORESTA, KILBERTUS, PREVOST, 1981). Les projets papetiers laissaient une part importante à la régénération naturelle après exploitation, et, dans ce cadre, mon objectif était, par une approche qualitative et quantitative de la végétation, de cerner au mieux la diversité des types de végétation représentés sur ARBOCEL, et d'analyser les causes de cette diversité. La connaissance de ces causes devrait permettre, dans le cas d'exploitations ultérieures sur une grande échelle, d'agir de façon à favoriser le type de régénération le plus efficace.

Dans une première partie sont présentées les conditions initiales qui ont présidé au développement de la végétation pionnière. La deuxième partie porte sur l'analyse de l'hétérogénéité de la régénération et des causes de cette hétérogénéité.

Le travail présenté ici est un condensé de ma thèse de 3ème Cycle, soutenue à Montpellier, le 29 octobre 1981.

I - CONDITIONS INITIALES DU DEVELOPPEMENT DE LA REGENERATION

A) Le cycle sylvigénétique

La Forêt Tropicale Humide, longtemps considérée comme stable dans le temps, apparaît en fait comme une mosaïque de phases successionnelles (AUBREVILLE, 1938 ; WHITMORE, 1975 ; HALLE et al., 1978). Dans les conditions naturelles, en un endroit donné, la végétation passe par différents stades plus ou moins marqués, définissant ainsi un "cycle sylvigénétique" (HALLE et al., 1978).

La chute d'un ou plusieurs arbres constitue l'amorce de la succession. La taille de ce "chablis" est fondamentale, et détermine en grande partie la composition de la flore colonisatrice (HARTSHORN, 1978 ; FLORENCE, 1981) : lorsque les dimensions de l'ouverture ainsi créée sont faibles, la cicatrization est assurée essentiellement par le développement accéléré des plantules forestières préexistantes ; si ces dimensions sont suffisamment importantes, c'est une végétation composée d'espèces héliophiles à large répartition géographique qui s'installe, favorisée par les profondes différences microclimatiques entre sous-bois forestier et milieu ouvert. Ces espèces pionnières, "nomades" de VAN STEENIS (1956) ou "cicatricielles" de MANGENOT (1956), présentent un ensemble de caractéristiques communes, associées à leur niche écologique particulière, qui les différencient des espèces des phases plus avancées du cycle sylvigénétique (BUDOWSKI, 1965 ; GOMEZ POMPA et al., 1976).

Des espèces à durée de vie plus longue et aux exigences écologiques plus strictes succèdent, après un laps de temps plus ou moins long, estimé généralement à 20-25 ans, aux espèces pionnières et développent une deuxième phase. Ce deuxième groupe d'espèces, après avoir atteint un état d'équilibre, peut être à son tour relayé par un autre ensemble, le nombre et la durée des phases du cycle sylvigénétique dépendant de l'état et de la composition de la forêt (HALLE et al. 1978).

La quasi totalité des études concernant la régénération après coupe en forêt tropicale humide ont été réalisées sur des parcelles de culture ("Abattis") abandonnées à la jachère forestière, dans le cadre des systèmes traditionnels d'agriculture sur brûlis. D'après ces différents travaux (SYMINGTON, 1933 ; ROSS, 1954 ; BUDOWSKI, 1961 ; GOMEZ-POMPA et al., 1976...) la colonisation des déboisements s'opère rapidement (quelques semaines), par l'envahissement d'herbacées, formant une phase plus ou moins marquée, puis d'arbustes et arbres héliophiles - les mêmes espèces pionnières que pour les chablis de taille importante - qui, s'il n'intervient par d'autre perturbation,

sont relayés (20-25 ans) par des espèces des phases plus avancées de la sylvigénèse.

Il est important de noter que ce schéma peut être complètement bouleversé, dans le cas de perturbation venant affecter ultérieurement la végétation secondaire. Si la pression anthropique est forte et continue (utilisation répétée du feu, par exemple), elle peut amener au blocage de la régénération forestière, favorisant le développement d'espèces herbacées "agressives" (EUSSEN, 1978 ; KELLMAN, 1980), et pouvant aller jusqu'à la formation de savanes (AUBREVILLE, 1949 ; BUDOWSKI, 1966).

Au total, il apparaît que la régénération naturelle après coupe en forêt primaire se déroule de façon globalement parallèle au cycle sylvigénétique naturel, du moins si l'on considère des surfaces de l'ordre de l'hectare correspondant à la limite supérieure de la surface des abattis, et des plus grands chablis naturels.

B) ARBOCEL, conditions de la coupe

De récents progrès technologiques permettent d'utiliser en mélange les nombreuses essences des forêts tropicales naturelles pour la fabrication de pâte à papier, et c'est cette technologie qui devait être appliquée en Guyane par trois sociétés multinationales : La Société Guyanaise de Cellulose, sur St Laurent du Maroni, Parsons et Whittemore, sur Kourou et Sinnamary, et l'International Paper Company, associée à la Cellulose du Pin, sur la Comté, au sud de Cayenne (BRASSEUR, 1978). Chacune de ces sociétés disposait en 1976 d'un permis de 300 000 hectares pour l'exploitation intégrale des essences (de GRANVILLE, 1980).

La parcelle ARBOCEL résulte d'une simulation expérimentale entreprise conjointement par la Société Parsons et Wittemore et le C.T.F.T. Cette simulation devait permettre "une évaluation du coût du bois le plus proche de la réalité, de définir la méthode d'exploitation à retenir, d'approcher au mieux la productivité du matériel retenu, et de cerner la productivité des personnels d'exécution et les besoins en encadrement" (VERGNET, 1976). On peut noter que le "personnel d'exécution" était composé de forestiers du Mississippi, et qu'il paraît hasardeux, de l'avis des experts du C.T.F.T., d'extrapoler son rendement à une autre équipe (VERGNET, 1976).

Ces projets importants sont actuellement abandonnés (projet ARBOCEL abandonné en 1978) (ANONYME, 1978), pour des raisons de non rentabilité, mais on peut penser que l'accroissement des besoins en pâte à papier, conjointement à la réduction accélérée des surfaces occupées par la forêt tropicale en Asie et en Afrique, amènera à plus ou moins long terme un réexamen du problème.*

* En 1974, la consommation mondiale de bois pour la pâte à papier était de 263 millions de m³ (10 % de la consommation totale), et elle est estimée à 910 millions de m³ pour l'an 2000 (16 % de la consommation totale estimée), soit une augmentation de 246 % (MYERS, 1980).

La parcelle de forêt primaire coupée est considérée par les forestiers comme représentative de la forêt du secteur de Sinnamary. Cette forêt a été récemment étudiée, sur la piste de St. ELIE, par LESCURE et PUIG (floristique, structure, biomasse, productivité).

A partir d'inventaires, réalisés par le C.T.F.T. sur la parcelle ARBOCEL avant défrichement, ainsi que sur les bassins expérimentaux de l'opération ECEREX, et de relevés effectués par LESCURE et PUIG, totalisant une surface de 41,8 ha, la densité moyenne est évaluée à 217 arbres/ha, pour les diamètres (D.B.H.) supérieurs à 20 cm. (LESCURE, 1981).

L'étude de la composition floristique révèle l'importance d'un petit nombre de familles ; en effet, sur 45 familles représentées, 3 seulement rassemblent plus de 60 % de l'effectif total, les LECYTHIDACEAE (26,2 %) les CAESALPINIACEAE (22 %) et les CHRYSOBALANACEAE (12 %). Si l'on ajoute les SAPOTACEAE (8,8 %), les CLUSIACEAE (3,3 %) et les BURSERACEAE (3,1 %), on constate que six familles représentent à elles seules 75 % de l'effectif total (LESCURE, 1981).

En prenant une limite d'échantillonnage plus faible (D.B.H. > 5 cm), l'ordre des familles principales se trouve perturbé par l'intercalation de familles présentes essentiellement dans le sous-bois et dans les strates inférieurs de la forêt, VIOLACEAE, ANNONACEAE, et MYRISTICACEAE (PUIG et al. 1981).

La pédologie de la parcelle ARBOCEL n'a pas été étudiée avant la coupe. Les pédologues du centre O.K.S.T.O.M. de Cayenne ont montré l'importance du facteur "dynamique de l'eau dans le sol", en relation avec la distribution verticale des racines (HUMBEL, 1978). Dans le secteur de la piste de St ELIE, on trouve essentiellement des sols à dynamique de l'eau superficielle et latérale (sols à drainage vertical bloqué), ainsi qu'une faible proportion de sols à drainage vertical libre (BOULET, 1979). Les sondages pédologiques à la tarière que j'ai effectués avec D. SABATIER sur les transects I et II d'ARBOCEL (cf. figure 1) montrent que l'on a affaire exclusivement, le long de ces transects, à des sols à drainage vertical bloqué, et par conséquent, que la diversité des types de végétation rencontrés ne résulte pas de différences pédologiques (du moins au niveau de la dynamique de l'eau dans le sol).

Pour BOULET et al. (1979), les conditions particulières des sols à drainage vertical bloqué ont des conséquences importantes en agronomie et ces auteurs insistent, pour ce type de sol, sur le choix d'une méthode de défrichement adaptée ; en effet, "le défrichement mécanisé efface par compression le magasin des poches d'eau et perturbe les voies naturelles d'évacuation latérales aménagées par la nappe perchée ; il accentue alors la sécheresse du sol en saison sèche et l'engorgement en saison des pluies, et réduit encore la profondeur du sol accessible aux racines." Le défrichement brutal d'un terrain à drainage vertical bloqué pour l'implantation d'un verger d'agrumes, dans la région de St. Laurent du Maroni, a provoqué l'abandon du verger, et, 8 ans après le défrichement, la régénération spontanée de la forêt ne s'était toujours pas amorcée (BOULET et al. 1979).

Sur ARBOCEL, le défrichement n'a pas été brutal, mais les conditions de la coupe et les perturbations (feu) qui ont suivi apparaissent comme fondamentales dans la compréhension de l'hétérogénéité de la régénération ; le traitement de la parcelle a été réalisé en trois temps :

- L'exploitation expérimentale par la Société Parsons et Whittemore a eu lieu en juillet-août 1976, sur une surface de dix hectares. Les pistes de débardages ont été ouvertes au tracteur à chenilles, et légèrement terrassées (figure 1) ; ceci, ajouté au transport des grumes, a eu pour résultat une forte compaction du sol sous le poids des engins.

A l'exception des CHRYSOBALANACEAE, dont le bois dur est considéré comme impropre à la fabrication de pâte à papier, tous les arbres ont été coupés à la scie à chaîne. Au total, après débardage, "il convient de remarquer que le parterre de la coupe reste extrêmement encombré ; environ 74 tiges/hectares, sur un total de 256 hectares, n'ont pas été exploitées... De plus, les houppiers sont laissés en place. La coupe papetière ainsi réalisée est donc loin d'être une coupe rase." (GUIRAUD, 1979).

- La parcelle a ensuite été agrandie à 25 hectares par le C.T.F.T. pour y suivre le recrû ; le défrichement complémentaire a eu lieu en août-septembre 1976. Les CHRYSOBALANACEAE restant sur pied dans les dix hectares centraux, ainsi que tous les arbres d'une bande de cent mètres de large entourant la parcelle initiale, ont été tronçonnés à la scie à chaîne et laissés en place.

- Enfin, en octobre 1976, et par deux fois, le feu a traversé la parcelle (fig. 1), probablement allumé par des agriculteurs traditionnels qui pensaient ainsi profiter de l'aubaine fournie par cet immense "abattis". Pour GUIRAUD (1979), "il faut considérer que des incendies de parcelles exploitées par les papetiers se produiront relativement souvent, si bien que l'étude de la régénération après un incendie n'est pas inutile."

Au total, il ne s'agit donc pas là d'un défrichement brutal ; la compaction du sol est limitée aux seules pistes de débardage, mais il faut noter dès à présent que les feux ultérieurs au déboisement/occasionné, par leurs différences locales d'intensité, une structure en mosaïque de sites peu brûlés et de sites fortement brûlés.

C) Colonisation initiale

Pour l'établissement d'une nouvelle végétation après la coupe, le changement essentiel dans les conditions écologiques entre forêt primaire et milieu ouvert résulte des bouleversements microclimatiques occasionnés par le défrichement (figure 2). Le sous-bois forestier apparaît comme un milieu extrêmement tamponné par rapport au milieu ouvert, tant en ce

qui concerne l'impact des pluies que les variations de température et d'humidité atmosphérique. L'intensité lumineuse au sol est beaucoup plus faible en sous-bois qu'en milieu ouvert, représentant une proportion de l'ordre de 0,1 % à 1 % de l'intensité lumineuse macroclimatique ; il faut noter également que les différentes couches de feuilles, en forêt, agissent comme un filtre, paupérisant le spectre lumineux dans les longueurs d'onde correspondant au vert et au jaune et l'enrichissant en rouge lointain ("far red").

Sur ARBOCEL, les conditions microclimatiques nouvelles créées par la coupe forment la toile de fond écologique du développement de la régénération.

Les conditions du défrichement, quant à elles, ont provoqué la juxtaposition de différents types de milieu (compactage du sol, intensité du feu), et le "pattern" actuel de la régénération doit être considéré comme le résultat d'une compétition intense pour la colonisation de ces milieux.

Cette compétition peut, d'après WERNER (1976), être divisée en deux phases, dans le cas des successions :

- " 1 : competition to reach a site first and preempt space.
- 2 : interactive competition.

In the first, dispersal (or dormancy dispersal in time) has very high premium for survival ...
In the second ... plants must be in the physical presence (sphere of influence) of each other before interference can operate."

Ces deux phases sont loin d'être indépendantes, les individus avantagés lors de la première imprimant leur sceau à la seconde. HARPER (1977) souligne l'importance décisive de cette première phase dans le développement de la végétation pionnière : "The advantage which an early emerging seedling gains is far greater than can be accounted for, merely by the greater time that it has been allowed to grow. The advantage must be due, at least in part, to the capture of a disproportionate share of the environmental resources by the individuals that emerge early, and a corresponding deprivation of those that emerge later".

Dans ces conditions, la compréhension des types actuels de végétation d'ARBOCEL passe par la connaissance des "forces" en présence au moment de l'installation des groupements ; on peut, avec ALEXANDRE (1980) en distinguer trois ensembles :

- Le "Potentiel séminal édaphique" (réservoir de graines du sol ; "seed bank") est constitué par l'ensemble des graines ou diaspores préexistantes.

- Le "Potential végétatif" est représenté par les individus survivants de la phase précédente, c'est-à-dire, dans ce cas, de la forêt primaire.
- Le "Potential extérieur" ou "advection", est l'ensemble des graines ou diaspores susceptibles d'atteindre le site et de s'y implanter après l'ouverture du milieu.

1) Potential séminal édaphique

Il est composé, en forêt tempérée, comme en forêt tropicale, de graines d'espèces forestières d'une part, et de graines dormantes d'espèces pionnières, d'autre part.

Le premier, SYMINGTON (1933) montre de manière indirecte la présence de graines d'espèces pionnières dans le sol forestier, en Malaisie. CURTIS et al. (1946) mettent en évidence le même phénomène en forêt tempérée, et précisent que nombre de graines appartiennent à des espèces absentes des sites étudiés, attendant un changement radical des conditions locales pour germer.

Depuis, plusieurs travaux en zone tropicale sont venus confirmer l'omniprésence d'un important réservoir de graines d'espèces pionnières, en attente dans le sol de la forêt sempervirente.

Les espèces pionnières sont typiquement héliophiles, et, leur développement dans le sous-bois forestier étant strictement impossible, elles ne trouvent des conditions favorables, dans le cadre du cycle sylvogénétique naturel, qu'au niveau de trouées suffisamment grandes (HARTSHORN, 1978, 1980 ; FLORENCE, 1981), chablis occasionnés par la chute de plusieurs arbres. Si l'on ajoute le caractère "imprévisible" de ces chablis, autant du point de vue spatial que temporel, on comprend le rôle adaptatif, pour les espèces pionnières d'appartenir à ce tapis de graines dormantes, prêtes à réagir à un changement microclimatique significatif.

Diverses expériences, en zone tempérée d'abord (SAUER et al., 1964 ; WESSON et al., 1967, 1969), en zone tropicale ensuite (VAZQUEZ-YANES, 1976, 1977 ; BREYNE, 1976 ; HOLTHUIJZEN et al., 1979), montrent que le principal facteur écologique entraînant la levée de dormance des graines d'espèces pionnières du sol forestier est le bouleversement des conditions de lumière, consécutif au chablis (naturel ou artificiel) par :

- augmentation de la quantité de lumière parvenant au sol,
- transformation "qualitative" du spectre parvenant au sol.

L'augmentation de l'amplitude des écarts diurnes de température semble avoir également un rôle, bien que moins impor

tant (THOMPSON et al., 1977 ; HOLTHUIJZEN et al. 1979) et ne toucherait qu'une faible part du stock des graines enfouies dans les premiers cm. de sol.

Enfin, il faut noter que, selon les espèces, la dormance peut être inscrite dans les caractéristiques des graines au moment de leur dissémination, mais qu'elle peut également être provoquée (dormance induite) par des conditions de germination défavorables (WESSON et al., 1967) ; les graines de *C. obtusa* et *C. sciadophylla* ont une dormance induite et une longévité qui dépasse cinq ans ! (HOLTHUIJZEN et al., 1979).

Sur ARBOCEL, on ne possède pas de données concernant la composition du potentiel séminal édaphique avant la déforestation ; néanmoins, les expériences de PREVOST, en forêt voisine, et des observations personnelles permettent d'en donner une idée approchée :

Dans les expériences de PREVOST (1981), de la terre (1m² sur 15 cm de profondeur) est prélevée (5échantillons) en forêt primaire, puis déposée dans quatre caissons placés au centre d'une zone récemment défrichée ; la moitié des caissons est recouverte d'une fine toile moustiquaire pour éviter tout apport ultérieur de graines. L'évolution des germinations est suivie pendant cinq mois.

Ces expériences montrent que :

- Le nombre de graines stockées dans les quinze premiers cm. de sol, germant dans des conditions macroclimatiques, est de l'ordre de 60/m².
- Pendant les cinq premiers mois, le potentiel extérieur n'intervient pratiquement pas, appuyant ainsi l'avantage du potentiel édaphique.

Dans ce cadre, l'expérience menée sur une surface de forêt, voisine d'ARBOCEL, récemment abattue, montre l'évolution de la colonisation en l'absence de manipulations ultérieures au défrichement.

Le tableau I indique la composition floristique de l'ensemble des premiers individus colonisateurs, dont on peut affirmer qu'ils sont issus du réservoir de graines du sol, comme le montrent les expériences de PREVOST, d'une part, et l'augmentation explosive du nombre de plantules dans les deux premiers mois suivant le défrichement (fig. 3) d'autre part.

On remarque (tableau I) l'abondance des *Cecropia*, 48 % de l'effectif au 12/05 (un mois et demi après le défrichement) et 50 % au 19/10 (six mois et demi après le défrichement). *G. glabra*, important dès le 12/05, avec 13 % de l'effectif, ainsi que *L. procera* et *X. nitida*, sont bien représentés (21 % de l'effectif à six mois et demi). Les autres espèces principales d'ARBOCEL sont présentes, mais en très faible nombre ; chez les lianes c'est *Dolioscarpus guyanensis* qui est prépondérante,

alors que dans le groupe des herbacées, c'est *Renealmia guyanensis* qui domine.

Globalement, ces observations rejoignent celles de PREVOST, s'en distinguant néanmoins par une proportion beaucoup plus faible de MELASTOMACEAE.

La figure 3 montre l'évolution du nombre de germinations et de l'effectif réel sur les 20 m² étudiés, l'intervalle entre les deux courbes représentant donc la mortalité ; la "natalité" présente une première phase explosive - preuve indirecte de la prépondérance du potentiel séminal édaphique - et PREVOST (1981) note que "les premières germinations apparaissent 15 jours à trois semaines après la mise en place de l'expérience". Puis, la natalité diminue graduellement, et atteint un palier (4 mois et demi) où elle se stabilise à un taux extrêmement bas (1 germination/4 m²/mois) qui reflète, d'une part le faible taux d'immigration du potentiel advectif, et, d'autre part, l'action des conditions climatiques défavorables (saison sèche) dont UHL et al., (1981) montrent l'importance pour la germination.

La mortalité croît régulièrement jusqu'au 15/08 (18 %), puis augmente brutalement avec la saison sèche, si bien qu'au 19/10, soit à six mois et demi, 39 % des plantules apparues sont déjà mortes.

Dans l'ensemble des plantules recensées, deux espèces au moins sont des espèces de forêt primaire ; les graines de la Lecythidaceae proviennent d'un arbre en fruit abattu sur la parcelle et ne montrent pas de dormance, comme c'est en général le cas pour les espaces forestières. Les conditions macroclimatiques n'ont pas empêché la germination, mais, après 5,5 mois ; la mortalité est élevée (50 %) ; néanmoins, il paraît possible que l'une ou l'autre plantule, protégée par la végétation pionnière au développement plus rapide, persiste jusqu'à ce que la mort des pionniers permette son développement ultérieur.

2) Potentiel végétatif

Deux groupes composent cet ensemble :

Les plantules préexistantes, restées en place, formant l'essentiel de la régénération dans les petits chablis, mais présentant un avenir souvent précaire lorsque ces derniers ont des dimensions suffisantes pour provoquer un bouleversement microclimatique important, induisant ainsi une compétition entre ces plantules et les espèces pionnières du potentiel séminal édaphique.

Les rejets de souches sont nombreux, au départ, sur un défrichement (de l'ordre de 1/m² après six mois et demi, d'après nos observations) ; ces rejets jouent alors certainement un rôle non négligeable de protection, dans les premiers temps du développement des plantules.

En avril 1980, soit trois ans et demi après la déforestation, le nombre de rejets est, sur ARBOCEL, de 159/ha ! Le potentiel végétatif apparaît donc important essentiellement dans l'évolution des trouées de petite taille, mais offre un développement réduit dans les grands chablis et les défrichements ; il semble qu'il existe, dans la compétition opposant les "potentiels" une balance entre potentiel végétatif et potentiel séminal édaphique, dont le bilan est fonction de la taille des trouées (OLDEMAN, 1974 ; HARTSHORN, 1978 ; ALEXANDRE, 1980).

3) Potentiel extérieur

Cet ensemble comprend à la fois des graines d'espèces pionnières et des graines d'espèces forestières ; ces dernières, dont la majorité sont zoochores, sont en général sciaphiles, au moins dans les premières phases de leur développement, et ne peuvent, si elles atteignent un site ouvert au macroclimat, résister à la compétition des espèces pionnières.

La composition du potentiel extérieur en espèces pionnières, au moment de la perturbation, dépend de la phénologie (RICO-BERNAL et al., 1976), qui définit les espèces susceptibles de disperser des graines.

Au total, dans les premiers mois suivant la déforestation et en l'absence de toute autre perturbation, l'influence du potentiel advectif dans la compétition avec les deux autres potentiels est quasi nulle, comme le montrent les expériences de PREVOST (1981) et les nôtres.

II - ARBOCEL, trois ans et demi après la coupe :

ANALYSE DE L'HETEROGENEITE

A) Méthodes d'étude

En l'absence de documents préalables à cette étude, notamment de photographies aériennes, c'est la méthode des transects qui a été utilisée, qui rend compte à la fois de la répétition des types de végétation semblables, de l'abondance relative de chacun de ces types, et de leur variabilité.

1) Etude de terrain

Deux transects perpendiculaires (figure 1) de 2 m de largeur, situés en bordure de deux layons déjà tracés, ont été étudiés par parcelles élémentaires de 2m x 2m, sur une longueur de 448 m. pour le transect I (T I) et de 532 m pour le transect II (T II).

Le choix de l'emplacement des transects, le long de layons déjà tracés et régulièrement entretenus, était dicté par des raisons matérielles ; cette situation introduit un léger biais dans les données, quelques arbres pionniers ayant été coupés à l'intérieur des transects. De façon à minimiser ce biais, les zones où se trouvaient un nombre important d'individus traumatisés, ainsi que les croisements de layons perpendiculaires, sont éliminés de l'analyse. En tenant compte de ces exclusions, le transect I est étudié sur 426 m. (852 m²) et le transect II sur 486 m. (972 m²), soit une surface totale étudiée de 1 824 m².

a) Etude structurale

Sur les deux transects, tous les individus de hauteur supérieure à 1 m. 30 et de diamètre (D.B.H.) supérieur à 1 cm, sont numérotés ; deux profils structuraux (T I ; T II) sont réalisés, selon la méthode de la ligne (OLDEMAN, 1979) ; tous les pieds dont la projection orthogonale verticale coupe la ligne médiane des transects sont dessinés. Parallèlement à ces profils, tous les individus marqués, ainsi que les herbacées, lianes, et troncs et branchages à terre sont cartographiés. Enfin, chaque individu numéroté est mesuré :

- D.B.H. ("Diameter Breast Height") : diamètre mesuré à 1,30 m.
- Hauteur totale, estimée à vue, les conditions de travail ne permettant pas la mesure au dendromètre.
- Hauteur du niveau inférieur de la partie feuillée estimée également.

b) Etude floristique

Pour chaque espèce, des échantillons d'herbier sont récoltés (252 numéros), permettant l'identification de la très grande majorité des individus des deux transects (parmi les arbustes, 17 espèces sur 124 n'ont pu être identifiées au niveau générique, représentant seulement vingt pieds sur un effectif total de 2 243 individus). Les déterminations ont été faites à l'Herbier du Centre O.R.S.T.O.M. de Cayenne, où sont déposés les échantillons.

c) Biomasse

A l'issue des deux transects, une analyse des profils et des cartographies permet de définir dix types de végétation.

Dix parcelles (figure 1) de 5m x 5m (25 m²), choisies pour leur représentativité de chaque type de végétation sont échantillonnées de façon exhaustive, de manière à en évaluer la biomasse végétale aérienne.

Dans chaque parcelle, herbacées et plantules, lianes et arbustes, sont séparés. Les arbustes de hauteur supérieure à 1,30 m. et de D.B.H. supérieur à 1 cm, sont pesés individuellement, en séparant parties ligneuses (tronc et branches s'il y a lieu) et feuilles. Enfin, pour chaque espèce, des échantillons sont prélevés pour séchage à l'étuve (105 ° C, jusqu'à poids constant), de façon à estimer le rapport poids frais/poids sec et évaluer ainsi la phytomasse sèche.

2) Traitement des données

a) Structure

Plusieurs paramètres intégrateurs sont calculés ; le nombre d'individus, la densité, et l'aire basale par unité de surface. Par ailleurs, la mesure des D.B.H. permet de connaître la répartition des individus en classes de diamètre ; enfin, la répartition en classes de hauteur est utilisée pour différencier certains types de végétation.

b) Floristique

Plusieurs paramètres sont utilisés pour l'analyse floristique des types de végétation ; pour une espèce E et pour un type de végétation T donnés, trois paramètres de fréquence sont définis (GODRON, 1965).

La fréquence absolue est le nombre de placettes élémentaires de T dans lesquelles E est présente ; *Cecropia obtusa* est présente dans 56 placettes du Groupement ligneux ouvert, et sa fréquence absolue pour ce groupement est donc de 56.

La fréquence relative est le rapport, souvent exprimé en pourcentage, de la fréquence absolue au nombre total de placettes de T ; dans le même exemple que précédemment, le nombre de placettes élémentaires du groupement ligneux ouvert est de 126, la fréquence relative de *Cecropia obtusa* est donc de 56/126, soit 44 %.

La fréquence pondérée n'est pas une fréquence au sens phytosociologique du terme, mais fait appel à des caractères structuraux (abondance, recouvrement...). La fréquence pondérée utilisée ici est un paramètre floristico-structural synthétique, introduit par SARUKHAN (1968), l'indice de dominance (I.D.). Cet indice est fondé sur la combinaison de trois paramètres, la fréquence relative, la densité, et l'aire basale ; la combinaison de la fréquence et de la densité fournit un indice de distribution (I.d. = f.r. x D.), reflet de l'homogénéité de la distribution de l'espèce, d'une part, de son degré d'agrégation, d'autre part. L'aire basale est généralement considérée comme un bon estimateur de la biomasse d'une espèce, et est utilisée ici à ce titre, en raison de la facilité de sa mesure. L'indice de dominance (I.D. = f.r. x D. x A.B.) d'une espèce fournit ainsi une image fidèle de l'importance écologique globale de cette espèce, dans un type de végétation donné (SARUKHAN, 1978).

Les données floristiques ont fait l'objet d'un traitement global, l'Analyse factorielle des correspondances :

L'analyse factorielle des correspondances est, parmi les méthodes d'ordination (LEGENDRE et al. 1979), généralement considérée comme la mieux adaptée aux problèmes phytosociologiques (GUINOCHET, 1973). Elle permet, à l'aide d'un traitement informatique, d'ordonner dans un espace réduit, et avec un minimum de perte d'information, les points correspondants à un tableau à double entrée objets/Variables (ici, unités de végétation/Espèces). La distance employée pour cette ordination "distance du Khi²" permet, d'une part, d'éliminer les effets de taille, par l'utilisation de valeurs relatives, d'autre part, de représenter sur un même graphique les positions par rapport aux axes factoriels, des objets et des variables, facilitant ainsi l'interprétation des résultats. Cette interprétation se fait à partir des proximités entre objets, entre variables, et entre objets et variables, proximités révélées par la projection en espace réduit du nuage de points objets-variables.

B) Les types de végétation

Au moment de cette étude, ARBOCEL apparaît comme une mosaïque de petites unités de végétation ; ces unités élémentaires correspondent aux "éléments" définis par GOUNOT (1956) : "différents types de communautés élémentaires imbriqués dans une mosaïque, quelle que soit l'origine et la structure de cette mosaïque". Dans ce travail, les éléments sont rassemblés ensembles (types de végétation) sur des bases physiologiques et structurales ; le terme de "groupement", adopté ici pour désigner ces ensembles n'a dans ce cas aucune connotation phytosociologique a priori, et est employé avec l'acceptation d'AUBREVILLE (cité par DAGET et al., 1974).

1) Critères de définition des groupements

Les critères retenus, sur lesquels est fondé le découpage de la végétation en éléments de physionomie et structure homogènes sont les suivants :

Proportions respectives de ligneux et d'herbacées

Les groupements herbacés sont définis par un recouvrement herbacé d'environ 100 %, et par un recouvrement négligeable des ligneux (inférieur à 5 %).

Les groupements mixtes sont définis par la superposition d'une strate arbustive à recouvrement voisin de 100 %, et d'une strate herbacée à recouvrement important (70 à 100 %).

Les groupements ligneux, enfin, correspondent à un recouvrement arbustif important, associé à un recouvrement herbacé faible ou nul (inférieur à 5 %).

Structure horizontale de la végétation

Le groupement est dit ouvert lorsque le recouvrement total est largement inférieur à 100 % ; il est défini comme fermé si le recouvrement est voisin ou égal à 100 %.

Structure verticale de la végétation ligneuse

Elle est précisée par le nombre et la hauteur des strates.

Ces trois critères permettent de définir sur ARBOCEL, une dizaine de groupements (figure 4) qui vont des maigres tracés de végétation sur le sol compacté des pistes de débarquement à une végétation bien structurée, fermée, avec une strate supérieure encore relativement claire culminant à 10-11 m et une strate inférieure dense culminant à 7-8 m.

2) Présentation des groupements

Les dix groupements reconnus sont analysés en détail dans ma thèse de 3ème Cycle (de FORESTA, 1981) ; le tableau II synthétise leurs principales caractéristiques structurales et la figure 5 donne une image schématique de la succession spatiale des éléments le long du transect I.

Les types de végétation ont été établis sur des bases physiologiques et structurales ; or, ces caractéristiques -ouverture ou fermeture de la végétation, arrangement horizontal de la végétation, stratification verticale- pour des éléments de même âge, ne peuvent résulter que de variations dans la distribution des espèces qui façonnent physiologie et structure, c'est-à-dire, dans le cas des premiers temps de la régénération, des espèces les plus abondantes.

Les relations entre structure et floristique sont évidentes dans le cas des groupements herbacés opposés au groupement ligneux ; les premiers sont différenciés floristiquement par la forte dominance de *Pityrogramma calomelanos* pour le groupement bas (B) et par celle d'*Acrostichum aureum* pour le groupement haut (C).

Le problème de la différenciation floristique des groupements ligneux est plus complexe. L'analyse globale des deux transects montre la prédominance dans la régénération sur ARBOCEL d'une quinzaine d'espèces d'arbres et arbustes (Tableau III ; ces 15 espèces (sur un total de 125 pour les deux transects) regroupent à elles seules 1 895 individus (sur un total de 2 244 pour les deux transects), soit environ 85% de l'effectif des arbres et arbustes. Aucune espèce extérieure à ce groupe ne contribue pour plus de 2 % à l'effectif d'un groupement, et c'est donc / les variations de la distribution de ces 15 espèces principales qu'il faut chercher les clés floristiques de la diversité structurale et physiologique des groupements.

/ dans

L'analyse qui suit porte sur les 34 éléments de surface supérieure à 20 m² étudiés et fait appel essentiellement à deux paramètres :

- la fréquence relative (%), calculée à partir des 344 parcelles élémentaires de 4 m².

- l'indice de dominance (I.D.)

Un élément de H (H 4) est délibérément exclu de cette analyse : en effet, cet élément est caractérisé par une densité extrêmement élevée (4,88 ind./m²), associée à la prédominance de *Palicourea guyanensis*, et sa valeur floristique est donc évidente. Une analyse factorielle des correspondances incluant cet élément montre l'axe 1 entièrement lié à ce dernier et à *P. guyanensis*.

Quel que soit le paramètre utilisé, deux groupements (G et D) se différencient aisément du reste, par la prépondérance nette de *Solanum subinerme* (6 éléments/7) ou de *Solanum rugosum* (1 élément/7), par l'importance très faible de *Cecropia obtusa*, et par l'absence pratiquement constante des autres espèces du groupe de base.

L'examen des paramètres ne suffit pas à différencier floristiquement les cinq groupements restant (E, F, H, et J) et il est fait appel à l'analyse factorielle des correspondances pour tenter de cerner la variabilité interne de ces groupements, ainsi que leurs limites floristiques.

Les éléments appartenant aux groupements D et G ont été éliminés des analyses qui suivent ; des A.F.C. effectuées en incluant ces éléments montrent en effet que ces éléments "tirent" à eux toute l'information sur les premiers axes, masquant ainsi les différences plus fines entre les autres éléments.

Sur les 26 éléments restants, deux analyses ont été effectuées, l'une utilisant la fréquence relative comme paramètre, l'autre utilisant l'Indice de Dominance.

- A.F.C. utilisant la fréquence relative : La projection du nuage de points correspondants aux éléments et aux espèces sur les axes factoriels 1 et 2 est représentée sur la figure 6. On voit que cette analyse permet tout au plus d'indiquer des tendances, résultant de l'opposition entre deux ensembles d'éléments :

Un premier ensemble, constitué des éléments de J et de H, ainsi que de certains éléments de I et de F, est caractérisé par les espèces *C. sciadophylla*, *G. glabra*, *L. procera*, *X. nitida* et *P. guyanensis*.

Un deuxième ensemble, constitué des éléments restants de I et de F (I 3, I 4, I 5, I 6 ; F 3, F 4, F 5) est caractérisé globalement par *I. spiciformis* et *L. mespiloides*.

- A.F.C. utilisant l'Indice de Dominance : l'Indice de Dominance est un estimateur plus précis que la fréquence relative de l'importance écologique des espèces, et cette analyse mérite donc d'être détaillée plus longuement.

La Variance (qui correspond schématiquement à la part d'information du tableau de données) cumulée sur les trois premiers axes, est relativement élevée (51.45 %), ce qui permet, avec ces trois axes, de disposer d'une bonne représentation du nuage.

La projection du nuage sur les axes 1 et 2 (figure 7) permet de rassembler les éléments en cinq ensembles (Z, Y 1, Y 2, Y 3, Y 4).

- Un grand ensemble (Z), constitué des éléments de J et de H, d'un élément de I (I 3) et de la majorité des éléments de F, organisés essentiellement autour de deux espèces, *G. glabra* et *L. procera*.
- Y 1, avec deux éléments I 6 et F 3, caractérisé par la forte importance de *L. mespiloides*.
- Y 2, avec un seul élément I 2, caractérisé par l'importance de *Miconia* sp.1.
- Y 3, avec E 1, très fortement lié à *V. confertiflora* et I 1.
- Y 4, enfin, constitué de quatre éléments, F 4, F 5, I 4 et I 5, liés à *I. spiciformis*.

La projection du nuage sur les axes 1 et 3 (figure 8) a pour effet de morceler l'ensemble Z en trois sous-ensembles :

- Z 1 regroupe les éléments de H et 4 autres éléments, F 8, F 9, I 3 et J 5, caractérisé par l'importance de *L. procera* et de *V. guyanensis*.
- Z 2 regroupe les éléments de J (à l'exception de J 5), 5 éléments de F (F 2, F 6, F 7, F 10 et F 11), caractérisés par *G. glabra*, *X. nitida*, *C. sciadophylla* et *P. guyanensis*.
- Z 3, enfin, avec le seul élément F 1, résulte de l'abondance de *S. subserme* dans cet élément, due à son statut composite (F et G).

Cette analyse permet de conclure à l'existence de relations simples entre floristique et structure pour trois groupements :

- La strate inférieure de J est caractérisée par l'importance de quatre espèces : *G. glabra*, *L. procera*, *P. guyanensis* et *X. nitida*.

- La strate arbustive de H s'en distingue par l'importance accrue de *L. procera* et par l'importance de *V. guyanensis*.

E est bien caractérisé par la prépondérance de *V. confertiflora*.

Les liens entre floristique et structure sont plus complexes dans le cas des groupements I et F, dont la physionomie peut être réalisée par plusieurs combinaisons spécifiques :

La strate inférieure du groupement I est caractérisée par l'importance constante de *V. confertiflora*, associée à celle de l'une des espèces suivantes : *L. mespiloides* (I 6), *Miconia* sp. 1 (I 2), *V. guyanensis* (I 3), *L. spiciformis* (I 4, I 5). Ce groupement est globalement opposé à H et J, par l'importance faible de *G. glabra*, *C. sciadophylla*, *L. procera*, *X. nitida* et *P. guyanensis*.

En F, enfin, les agrégats de végétation peuvent résulter de chacun des types de combinaisons spécifiques décrits ci-dessus ; une majorité d'éléments sont voisins de J (F1, F 2, F 6, F 7, F 10, F 11), mais certains sont proches de H (F 8, F 9) et d'autres, de l'une des combinaisons de I (F 3, F 4, F 5).

A partir des valeurs moyennes pour chaque groupement ligneux, la figure 9 donne une image synthétique de la contribution de chacune des 15 espèces principales à la réalisation de ces groupements.

Au total, l'analyse des relations entre floristique et structure met en évidence l'opposition entre 4 ensembles de groupements ligneux :

G et D / E / F, H, I et J / H 4 (élément particulier de H).

G et D, dont les strates arbustives sont très semblables, se distinguent par l'existence, en D, d'une strate herbacée dominée par *Pityrogramma calomelanos*.

A l'intérieur de l'ensemble F, H, I et J, les différences sont moins tranchées, mais l'analyse révèle néanmoins que :

- J. est caractérisé par l'importance de *C. sciadophylla* et *G. glabra*.

- H. s'en distingue par l'importance de *L. procera* et *V. guyanensis*.

- I., dont la strate supérieure est caractérisée par la pauvreté en *C. sciadophylla*, doit son originalité physiologique à l'importance, dans la strate inférieure, de *V. confertiflora*, associée à l'une ou l'autre des quatre espèces ayant par ailleurs une faible contribution : *I. spiciformis*, *L. mespiloides*, *Miconia* sp. 1 et *S. salviifolium*.
- Enfin, F apparaît comme une variante structurale de l'un des groupements H, I, ou J, pouvant résulter du morcellement initial de ces derniers.

Les différences floristiques entre les groupements montrent, pour la plupart d'entre eux, qu'ils ne correspondent pas à des phases d'une même succession, mais bien à des amorces de différentes séries successioneilles ; la question posée alors est celle des causes de l'installation de ces séries.

C) Déterminisme de l'installation des groupements :

Proposition d'un schéma explicatif

En forêt naturelle, c'est la dimension de l'ouverture - petit, moyen ou grand chablis - qui affecte la régénération qui suit, freinant ou stimulant tel ou tel type de potentiel (ALEXANDRE, 1980).

Sur ARBOCEL, défrichement de surface importante par rapport aux chablis naturels, les facteurs essentiels qui façonnent la régénération sont les conditions du déboisement et le feu, ainsi que dans une moindre mesure, les caractéristiques hydriques du sol.

- Sur les pistes de débardage, le compactage du sol a pour effet la destruction du potentiel végétatif et du potentiel séminal édaphique ; les traces de colonisation proviennent donc des graines ou spores du potentiel extérieur, capables de se développer sur ce sol perturbé, aux conditions hydriques très défavorables (BETSCH et al., 1980). De rares troncs ou branches permettent l'accumulation d'éléments fins du sol, entraînés par le ruissellement, ainsi que la formation localisée d'une couche d'humus, qui favorisent l'installation, sur ces microsites (HARPER, 1977), d'espèces pionnières arbustives.
- Ailleurs, c'est le feu qui, jouant sur le matériau ligneux resté à terre, provoque la création de zones favorisant l'un ou l'autre des potentiels.

Dans un article récent, UHL et al., (1981), en Amazonie vénézuélienne, soulignent la répartition en mosaïque de l'intensité du feu dans un abattis ; à la surface du sol, la température varie suivant les endroits de 67° à 310° C.

Sur ARBOCEL, le support de cette mosaïque existait avant le passage de l'incendie, déterminée par l'agencement des troncs à terre, l'enchevêtrement des houppiers et les rares zones sans amas de branchages. Le feu a probablement été le plus intense au niveau des amas de branchages où l'abondance et l'état de dessiccation du combustible permettait un "feu de sol" ; les zones couvertes de la seule litière forestière n'ont subi qu'un "feu de surface" ; enfin, une grande partie des gros troncs à terre, lents à sécher, a pu jouer le rôle d'obstacle dans la propagation du feu, et, là où ils sont abondants (groupement H, J, E), on ne trouve que de faibles traces de son passage.

Au moment de cette étude, soit trois ans et demi après l'incendie, les zones peu brûlées et les zones fortement brûlées se distinguent par deux critères :

	Zone très brûlée	Zone peu brûlée
1) charbon de bois	abondant	inexistant
2) troncs et branchages à terre	rares, et s'ils existent, alors fortement calcinés	abondants et peu brûlés

L'application de ces critères aux éléments étudiés sur les deux transects montre que trois groupements n'ont été que très peu touchés par le feu : E, H, et J ; cinq groupements ont, par contre, été fortement marqués : B, C, D, G et F. Enfin, I est intermédiaire, présentant en fait sur chaque élément une juxtaposition de zones fortement brûlées et de zones peu brûlées en quantité approximativement égales ; le même phénomène se retrouve en F, avec, cette fois, une nette prépondérance des zones fortement brûlées.

Le feu a donc eu un impact considérable sur l'installation des différents groupements. Plusieurs auteurs (BRINKMAN et al., 1971 ; UHL et al.) soulignent l'effet destructeur du feu sur le réservoir de graines du sol, et on peut donc penser que, sur ARBOCEL, là où le feu a été intense, les graines du sol ont été tuées.

Par ailleurs, le feu de litière qui a affecté toutes les parcelles a probablement eu pour résultat de tuer les plantules d'espèces forestières préexistantes au défrichement, ce qui pourrait expliquer la très faible quantité d'individus appartenant au genre Inga, qui comprend des espèces pionnières

capables de germer sous forêt et d'attendre au stade plantule des conditions lumineuses macroclimatiques (PONCY, 1981).

Enfin, le feu a fortement influencé le nombre d'individus du potentiel végétatif susceptibles de rejeter de souche ou de drageonner ; les groupements installés sur substrat peu brûlés regroupent à eux seuls (E, H, I, J) plus de 80 % des rejets. Cet impact du feu sur les rejets a déjà été souligné, par KARTAWINATA et al., en Indonésie (1980), et par UHL et al., (1981) en Amazonie vénézuélienne.

L'ensemble de ces données permet de proposer un schéma explicatif du déterminisme de l'installation des groupements d'ARBOCEL :

- Potentiel séminal édaphique non perturbé
- Bas-fond (topographie + pédologie) Groupement E
- Ailleurs
 - Nombreux troncs à terre Groupement J
 - Peu de troncs à terre Groupement H

/ être Cette situation pourrait correspondre à l'emplacement d'anciens chablis ; H 4 pourrait/expliqué par la présence localisée d'un ou plusieurs individus de *P. guyanensis*.

- Potentiel séminal édaphique très perturbé, mais protégé localement

• Imbrication de zones protégées et de zones perturbées à peu près de mêmes dimensions Groupement I
Il y aurait ici expression d'une partie du potentiel advectif (*I. spiciformis*, *L. maspiloides*, *Miconia* sp.1, *S. salviifolium*) en balance avec le potentiel séminal édaphique.

• Isolément d'îlots protégés dans des zones perturbées de grandes dimensions. Groupement F

/ est Le potentiel séminal édaphique a été morcelé par le feu et ne s'exprime qu'au niveau des îlots non perturbés : le potentiel extérieur peut s'exprimer (F 1, F 2, F 3, F 4, F 5) mais/encore le plus souvent absent.

- Potentiel séminal édaphique très perturbé, non protégé localement

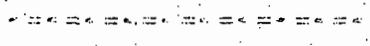
C'est alors sur le potentiel advectif seul que repose la régénération.

- Compactage du sol Groupement A
- Bas-fond + feu Groupement C
- Ailleurs Groupement B, D et G

Ces trois groupements se trouvent sur des zones extrêmement brûlées, fournissant des conditions particulières susceptibles d'exercer une sélection importante sur le potentiel extérieur.

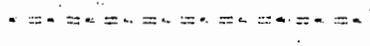
Ces groupements paraissent correspondre aux phases d'une même succession, comme le montrent la présence de plantules de *Solanum* dans les éléments de B où les *Pityrogramma* sont relativement peu denses (mort de certaines touffes), la présence d'*Eupatorium odoratum* dans la strate arbustive en D, et, enfin, la présence de touffes mortes de *Pityrogramma* en G, sous la strate arbustive de *Solanum*.

C O N C L U S I O N



LES PREMIERS TEMPS DE LA REGENERATION

ETAPE FONDAMENTALE



I - ARBOCEL : QUELLES EVOLUTIONS ?



La tendance générale des successions, dans la zone tropicale humide, est à un "retour" progressif à la forêt. Le rythme de ce retour n'est pas connu, mais on l'estime le plus souvent à plusieurs dizaines d'années. Il peut être considérablement ralenti par des perturbations anthropiques, mais aussi par le développement localisé d'une espèce "agressive" ; KOCHUMENN et al. (1977), en Malaisie, observent sur une parcelle en régénération un blocage d'une dizaine d'années dû à l'invasion d'une fougère, *Gleichenia linearis*.

Dans une optique déterministe, on peut considérer que le "rôle" essentiel de la végétation pionnière est de créer les conditions microclimatiques et édaphiques favorables à l'installation d'espèces des phases sylvigénétiques plus avancées. Or, dans ce cadre, les types de végétation rencontrés sur ARBOCEL, trois ans et demi après la déforestation, présentent des caractéristiques très variées :

- La végétation des pistes de débardages -groupement A- témoigne de conditions édaphiques particulièrement perturbées et constitue actuellement une phase de blocage de la régénération.
- Les groupements B, D et G paraissent constituer des phases d'une même série de végétation, au développement très lent, et représentent donc un ralentissement très net de la dynamique successionale.
- Dans le groupement C, l'absence de plantules d'espèces arbustives indique qu'on a affaire à une phase de blocage ; son évolution pourrait se faire par un envahissement très lent et progressif de la bordure du groupement E, autre type de végétation lié aux conditions des bas-fonds.

- Le groupement F présente une mosaïque de conditions édaphiques et microclimatiques bien différentes ; la présence de plantules d'espèces forestières sous l'ombrage des agrégats de végétation indique qu'une évolution localisée rapide vers des phases plus avancées est possible. La conquête progressive, mais très lente des zones de sol nu, pourrait résulter essentiellement de l'accroissement de la surface recouverte par les agrégats de végétation.
- Enfin, les groupements E, H, I et J, tous quatre relativement riches en plantules et disposant d'un feuillage suffisamment dense, semblent avoir réuni des conditions favorables à l'installation des phases ultérieures de la régénération.

Il faut signaler que le groupement J, qui présente la régénération la plus efficace, est situé à l'extérieur des dix hectares centraux ; ce groupement ne montre que d'infimes traces de feu, et il semble que ce soit la forte proportion de troncs à terre par rapport aux houppiers qui ait protégé le potentiel édaphique, en bloquant l'accès au feu de certaines zones. Dans ces conditions, la protection due aux troncs à terre est statistiquement moins importante dans la parcelle centrale, où la majorité des troncs a été retirée.

Ce fait est important, la situation dans les dix hectares centraux étant celle d'une coupe papetière, il faut donc s'attendre, dans le cas de parcelles exploitées en vraie grandeur et ayant subi des feux à des proportions du groupement J beaucoup plus faibles que celles rencontrées sur les 25 hectares d'ARBOCEL.

Mes observations montrent, par ailleurs, que ce sont les deux éléments de J (J 1 et J 3) situés en lisière de forêt qui présentent la plus forte abondance de plantules forestières. Ainsi, s'il n'existe pas, en forêt primaire, d'effet de lisière dans la colonisation des défrichements par la végétation pionnière, il n'en est pas de même pour les phases ultérieures, qui, dépendant des animaux pour la dissémination des graines, vont globalement progresser des lisières vers le centre.

Ce fait est tout à fait fondamental, si l'on veut extrapoler les résultats obtenus sur ARBOCEL à des surfaces exploitées beaucoup plus importantes, comme celles prévues par les projets d'industrie papetière ; en effet, on peut penser que la colonisation par la végétation pionnière ne sera pas influencée par la taille des défrichements, du moins si le potentiel séminal édaphique n'est pas perturbé (feu, compaction du sol), mais on peut craindre le pire pour ce qui est des phases ultérieures de la régénération (installation extrêmement lente et sporadique, appauvrissement floristique).

II - QUELLES ACTIONS POUR FAVORISER LA REGENERATION ?

L'impact extrêmement négatif du feu sur la régénération forestière a été amplement souligné dans ce travail ; tous les groupements installés sur des substrats fortement brûlés présentent un net ralentissement, voire un blocage, dans l'établissement des conditions favorables à l'enchaînement des phases successioneilles ultérieures. Sur les dix hectares centraux, c'est-à-dire sur la surface de la coupe papetière, les groupements fortement perturbés par le passage du feu (B, C, D, G, et F) représentent environ 60 % de la surface estimée d'après les deux transects étudiés.

Le premier point d'action important est donc d'éviter l'incendie des parcelles défrichées.

Les surfaces compactées par les engins sur les pistes de débardage représentent la phase de blocage la plus grave ; elle est relativement restreinte en superficie, occupant environ 5 % de la surface de la parcelle centrale, et témoigne du danger que représenterait sur ces types de sol un défrichement entièrement mécanisé.

SYMINGTON (1933) propose, pour prévenir l'invasion de l'herbacée "agressive" *Imperata cylindrica* après l'abandon des cultures en Malaisie, d'épandre une couche de sol forestier ; cette mesure, si la régénération des pistes de débardage est recherchée, pourrait être préconisée ici, conjointement au maintien de grosses branches : le sol forestier reproduirait un potentiel séminal édaphique, et les branchages fourniraient une protection contre l'érosion.

Dans le cas de grandes surfaces exploitées, le problème essentiel est celui de l'enchaînement des phases avancées de la régénération.

L'exploitation de surfaces relativement petites, entrecoupées d'îlots forestiers suffisamment importants, - problème de l'éthologie des animaux disséminateurs - permettrait, en augmentant les effets de lisière, de favoriser la progression spatiale de ces phases. WEBB (1977, cité par LAMB, 1980) en Nouvelle Guinée, recommande une surface maximale pour les parcelles élémentaires exploitées de 20 à 40 hectares.

Cette étude suggère également certaines propositions qui rejoignent le domaine de la sylviculture, dont l'un des principaux problèmes en Forêt Tropicale Humide, concerne la compréhension et la manipulation des végétations successioneilles (EWEL, 1980).

Certaines de ces suggestions sont présentées ici, mais ne sont actuellement que des hypothèses de travail, et

nécessitent d'autres études de terrain pour voir confirmer ou infirmer leur validité.

On peut envisager de se soustraire de la dépendance des animaux pour la dispersion des graines d'espèces forestières, en réalisant manuellement cette dispersion, là où le couvert créé par la végétation pionnière est suffisant. Les graines de ces espèces ne présentant généralement pas de dormance, il serait impossible d'en constituer des réserves ; ces graines pourraient être récoltées en forêt à intervalles réguliers, leur épandage permettant alors de reproduire une composition floristique voisine de celle de la forêt environnante. Mais, la connaissance de la phénologie forestière permettrait la sélection de graines d'espèces indigènes économiquement importantes, leur dispersion favorisant alors un enrichissement de la régénération en ces espèces.

Le Goupi, *Goupia glabra*, est une espèce recherchée en tant que bois d'oeuvre par l'exploitation forestière actuelle ; cette espèce est très abondante dans les premiers temps de la régénération, là où le potentiel séminal n'a pas été détruit. SCHULZ (1960) montre que le Goupi est très sensible au moindre ombrage et indique que l'abattage des *Cecropia* surcimants favorise son développement.

Par ailleurs, cette espèce présente de grandes facultés de réitération ; de nombreux troncs coupés, en bordure de la piste de St Elie, témoignent également de sa capacité à rejeter de souche. Ces caractéristiques permettent de penser que, contrairement à beaucoup d'espèces pionnières (KESLER, 1950), la multiplication par bouturage du Goupi serait possible en utilisant de jeunes réitérations (TORQUEBIAN, 1979). Si cette hypothèse s'avérait exacte, le bouturage permettrait d'enrichir de façon appréciable les zones ouvertes où le potentiel séminal édaphique n'a pu s'exprimer (feu, compactage du sol), aussi bien que celles où le potentiel ne contenait pas de graines de *Goupia glabra*.

B I B L I O G R A P H I E

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

- ALEXANDRE D. Y. - 1980 - Aspects de la régénération naturelle en forêt dense de Côte d'Ivoire, Multigraphie O.R.S.T.O.M.
- ANONYME - 1978 - D.O.M.-T.O.M. : La Guyane. Les Marchés Tropicaux et Méditerranéens, n° 1694.
- AUBREVILLE A. - 1938 - La forêt coloniale : les forêts de l'Afrique occidentale française. Ann. Acad. Sci. Colon. 9 : I-245.
- AUBREVILLE A. - 1949 - Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, PARIS.
- BETSCH J.M., KILBERTUS G., PROTH J., BETSCH-PINOT M.C., COUTEAUX M.M., VANNIER G., VERDIER B. - 1980 - Effets à court terme de la déforestation à grande échelle de la forêt dense humide en Guyane française sur la microfaune et la microflore du sol. Proc. VII Intern. Coll. Soil Zool. Washington : 472-490.
- BOULET R. - 1979 - Méthode d'analyse et représentation des couvertures pédologiques des bassins versants ECEREX. Bull. de liaison ECEREX n° I : 11-19.
- BOULET R., BRUGIERE J.M., HUMBREL F.X. - 1979 - Relations entre organisation des sols et dynamique de l'eau en Guyane française septentrionale. Science du sol - Bull. de l'A.F.E.S. n° I : 3-18.
- BRASSEUR G. - 1978 - La Guyane française : un bilan de trente années. Notes et études documentaires n° 4497-4498. La Documentation française, PARIS.
- BREYNE H. - 1976 - Quelques observations sur la germination des graines d'Harungana madagascariensis Lam. ex Poir. (Guttiferae). Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 109 : 109-116.

- BRINKMAN W.L.F., VIEIRA A.N. - 1971 - The effect of burning on germination of seeds at different soil depths of various tropical tree species. Turrialba 21 (I) : 77-82.
- BUDOWSKI G. - 1961 - Studies on forest succession in Costa Rica and Panama. Ph.D. Thesis - Yale University, New Haven. 189 p.
- BUDOWSKI G. - 1965 - Distribution of tropical American Rain Forest species in the light of successional processes. Turrialba 15 (I) : 40-42.
- BUDOWSKI G. - 1966 - Fire in Tropical American lowland areas. Proc. 5th. Ann. Tall Timbers Fire Ecol. Conf. : 5-22.
- CURTIS D., OLMSTED N.W. - 1946 - Seeds of the forest floor. Ecology 28 : 49-52.
- DAGET P., GODRON M., DAVID P., RISO J. - 1974 - Vocabulaire d'Ecologie. Hachette, PARIS. 273 p.
- EUSSEN J. - 1978 - Studies on the tropical weed Imperata cylindrica (L.) Beauv. var. Major Report Research project WOTROW 86-34, Biotrop, Bogor, Indonesia.
- EWEL J. - 1980 - Tropical succession : manifold routes to maturity. Biotropica 12, (2) : 2-7.
- FLORENCE J. - 1981 - Chablis et sylvigénèse dans une forêt dense humide sempervirente du Gabon. Thèse de 3ème Cycle. Université Louis Pasteur, Strasbourg. 261 p.
- GODRON M. - 1965 - Les principaux types de profils écologiques Miméogr. C.E.P.E. Montpellier. 8 p.
- GOMEZ-POMPA A., VAZQUEZ-YANES C. - 1976 - Estudios sobre sucesión secundaria en los Tropicos Calico-Humiedos : El ciclo de vida de las especies secundarias. in : Regeneracion de Selvas. A. GOMEZ-POMPA et al. eds. Compania editorial continental S.A., MEXICO : 579-593.
- GOUNOT M. - 1956 - A propos de l'homogénéité et du choix des surfaces de relevé. Bull. Ser. Carte Phyto-géogr. Série B. 1 (1) : 7-17.

- GRANVILLE J.J. (de) - 1980 - Les divers types de couvertures végétales en Guyane française. Quelques aspects de leur exploitation. VIIème Colloque de la S.E.P.A.N.R.I.T. - Multigr. O.R.S.T.O.M.
- GUINOCHET M. - 1973 - Phytosociologie. MASSON éd., PARIS 227 p.
- GUIRAUD A. - 1979 - Etat d'avancement des travaux du C.T.F.T. Bull. ECEREX n° 2 : 21-26.
- HALLE F., OLDEMAN R.A.A., TOMLINSON P.B. - 1978 - Tropical Trees and Forests - An architectural analysis. Springer Verlag - Berlin - Heidelberg - New-York. 441 p.
- HARPER J.L. - 1977 - Population biology of plants. Academic Press - London - New-York - San Francisco.
- HARTSHORN G.S. - 1978 - Tree falls and Tropical forest dynamics. in : Tropical Trees as living systems. P.B. TOMLINSON et M.H. ZIMMERMANN eds. Cambridge University Press. : 617-638.
- HARTSHORN G.S. - 1980 - Neotropical forest dynamics. Biotropica 12 (2) : 23-30.
- HOLTHUIJZEN A.M.A., BOERBOOM J.H.A. - 1979 - Experiments on the Cecropia seed band of the Surinam Lowland Rainforest. Mécanographie. State agricultural University, Wageningen. 9 p.
- HUMBEL F.X. - 1978 - Caractérisation, par des mesures physiques, hydriques et d'enracinement, des sols de Guyane française à dynamique de l'eau superficielle. Sciences du Sol. Bull. de l'A.F.E.S. n° 2: 83-93.
- KARTAWINATA K., RISWAN S., SOEDJITO H. - 1980 - The floristic change after disturbances in lowland Dipterocarp forest in East Kalimantan, Indonesia. in : Tropical Ecology and Development. J. I. FURTADO ed. Proc. of the Vth Intern. Symposium of tropic. Ecol. 1383 p. Kuala-Lumpur. : 47-54.
- KELLMAN M.C. - 1980 - Geographic patterning in Tropical weed communities and early secondary succession. Biotropica 12 (2) : 34-39.

- KESLER W. - 1950 - Note sur la multiplication du Parasolier.
Bull. Agr. Congo Belge XLI (1) : 37-52
- KOCHUMMEN K.M., NG F.S.P. - 1977 - Natural Plant succession
after farming in Kepong. Malay. Forest.
40 (1) : 61-78.
- LAMB D. - 1980 - Some ecological and social consequences of
logging rainforests in Papua New-Guinea.
in : Tropical Ecology and Development.
J.I. FURTADO ed. Proc. of the Vth Intern.
Symposium of tropic. Ecol. 1383 p. Kuala-Lumpur.
- LEGENBRE L., LEGENBRE P. - 1979 - Ecologie numérique.
MASSON Paris et Presses de l'Université du
Québec. 2 tomes.
- LESCURE J.P. - 1981 - La végétation et la flore dans la région
de la piste de St-Elie.
Bull. ECEREX n° 3 : 4-24.
- MANGENOT G. - 1956 - Recherches sur la végétation dans les régions
tropicales humides de l'Afrique occidentale.
in : Etude de la végétation tropicale. Actes
du colloque de Kandy. UNESCO : 115-126.
- MYERS N. - 1980 - Conversion of tropical moist forests.
National Acad. of Sciences. Washington. 205 p.
- OLDEMAN R.A.A. - 1974 - L'architecture de la forêt guyanaise.
Mémoires O.R.S.T.O.M. n° 73, Paris. 204 p.
- PONCY O. - 1981 - Le genre Inga (Légumineuses - Mimosoidées)
en Guyane française.
Floristique ; Morphologie, principalement des
formes juvéniles ; Ecologie. Thèse de 3ème
Cycle. Université PARIS VI. 244 p.
- PREVOST M.F. - 1981 - Présence de graines d'espèces pionnières
dans le sol de forêt primaire en Guyane. Bull
ECEREX n° 3 : 54-61.
- PUIG H., LESCURE J.P. - 1981 - Etude de la variabilité flo-
ristique dans la région de la piste de St-Elie.
Bull. ECEREX n° 3 : 26-29.
- ROSS R. - 1954 - Ecological studies on the rain forest of
Southern Nigeria.
III - Secondary succession in the Shasha forest
reserve. J. Ecol. 42 259-282.
- SARUKHAN J.K. - 1968 - Analisis sinecologico de las selvas de
Terminalia amazonia Tesis.
Chapingo, Mexico. 300 p.

- SAUER J., STRUIK G. - 1964 - A possible ecological relation between soil disturbance, light flash and seed germination.
Ecology 45 : 884-886.
- SCHULZ J.P. - 1960 - Ecological studies on rain forest in Northern Surinam. *Verh. K. Ned. Akad. Wet.* 53 : 1-367.
- (VAN) STEENIS C.G.G.J. - 1956 - Rejuvenation as a factor for judging the status of vegetation types : the biological nomad theory. *in* : Study of tropical vegetation. Proc. Kandy Symposium (Ceylon) : 212-215.
- SYMINGTON C.F. - 1963 - The study of secondary growth on rain forest sites in Malaya (Kepong). *Malay. Forest.* 2 : 107-117.
- THOMPSON K., GRIME J.P., MASON G. - 1977 - Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperatures. *Nature* 267 : 147-149.
- TORQUEBIAU E. - 1979 - The reiteration of the architectural model : a demographic approach to the tree. D.E.A. U.S.T.L. Montpellier. 51 p.
- UHL C., CLARK K., CLARK H., MURPHY P. - 1981 - Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon basin. *J. Ecol.* 69 : 631-649.
- VAZQUEZ-YANES C. - 1976 - Seed dormancy and germination in secondary vegetation tropical plants : the role of light. *Compar. Physiol. and Ecol.* 1 (1) : 30-34.
- VAZQUEZ-YANES C. - 1977 - Germination of a pioneer tree (*Trema guineensis*) from equatorial Africa. *Turrialba* 27 (3) : 301-302.
- VERGNET L. - 1976 - Essai d'exploitation papetière en Guyane française réalisée par la Société ARROCEL. Mécanographie C.T.F.T. 45 p.
- WERNER P.A. - 1976 - Ecology of plant populations in successional environments. *Systematic Botany* 1 (3) : 246-268.
- WESSON G., WAREING P.F. - 1967 - Light requirements of buried seeds. *Nature* 213 : 600-601.

WESSON G., WAREING P.F. - 1969 - The role of light in the germination of naturally occurring populations of buried seeds.

J. Exp. Bot. 20 (63) : 402-413.

WHITMORE T.C. - 1975 - Tropical Rain Forests of the Far East. Oxford University Press. 282 p.

Abréviations utilisées pour les espèces principales :

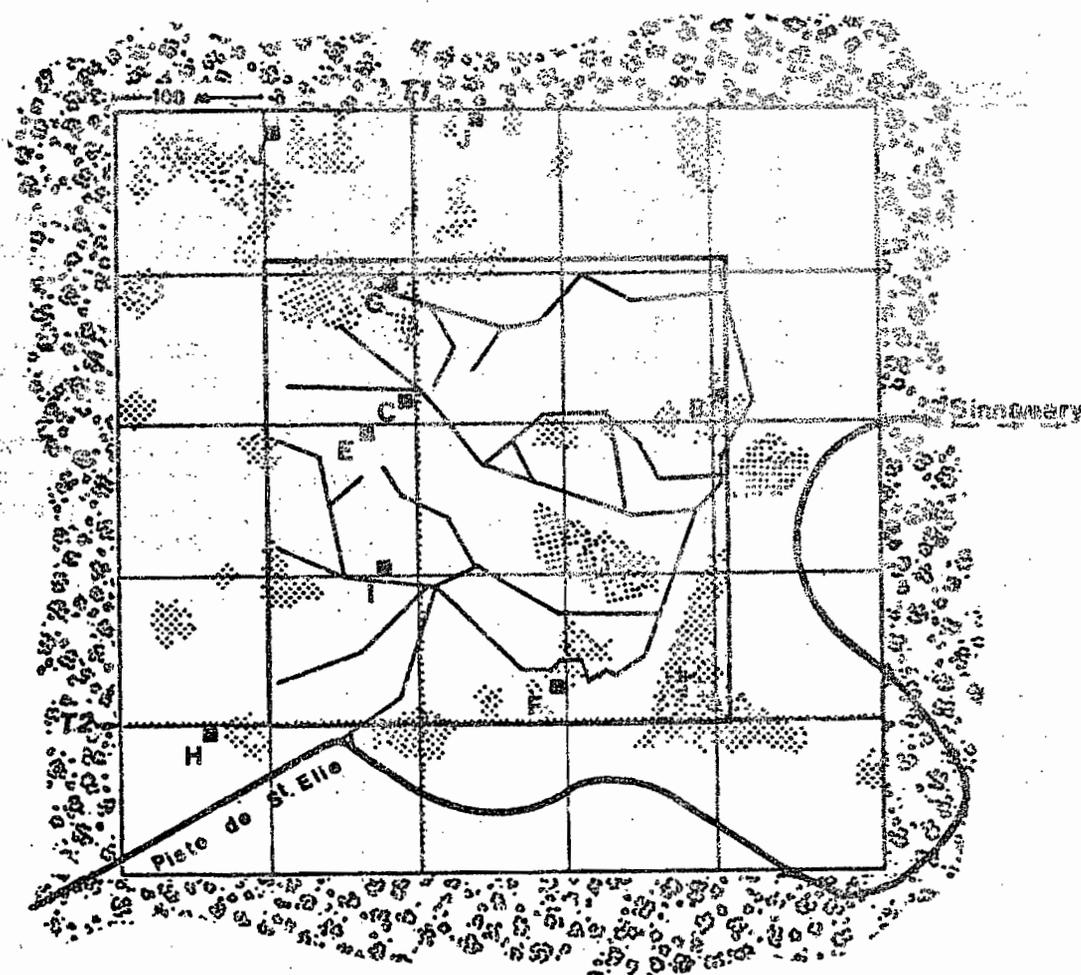
Co = *Cecropia obtusa*
Cs = *Cecropia sciadophylla*
Gg = *Goupia glabra*
Pg = *Palicourea guyanensis*
Xn = *Xylopia nitida*
Lp = *Laetia procera*
Vl = *Vismia latifolia*
Vg = *Vismia guyanensis*
Vc = *Vismia confertiflora*
Sf = *Solanum salviifolium*
Mi = *Miconia* sp 1
Lm = *Loreya mespiloides*
Is = *Isertia spiciformis*
Sr = *Solanum rugosum*
Ss = *Solanum subinerme*

Abréviations utilisées pour les dix groupements :

A = Végétation des pistes de débarquement
B = Groupement herbacé bas
C = Groupement herbacé haut
D = Groupement mixte , strate arbustive basse
E = Groupement mixte , strate arbustive de hauteur moyenne
F = Groupement ligneux ouvert
G = Groupement ligneux fermé à 1 strate basse
H = Groupement ligneux fermé à 1 strate de hauteur moyenne
I = Groupement ligneux fermé à 2 strates , strate inférieure de hauteur moyenne
J = Groupement ligneux fermé à 2 strates , strate inférieure haute

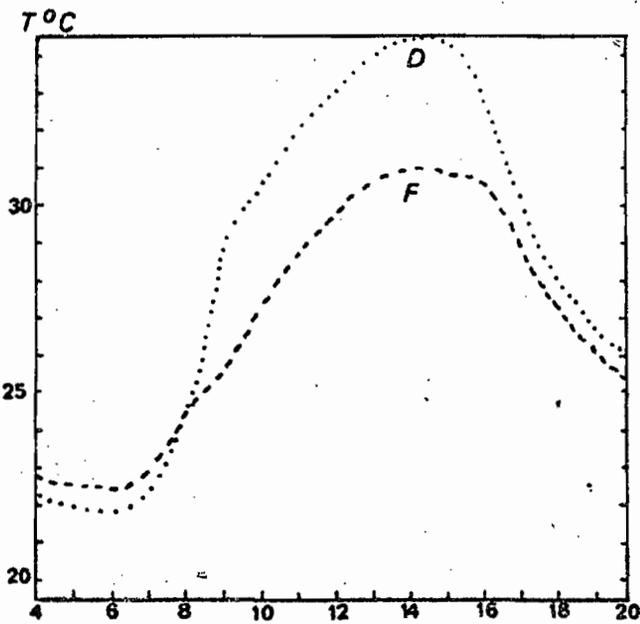
FIGURE 1 : Parcelle ARBOCEL .

- Emplacement des layons (T1 = Transect 1)
(T2 = Transect 2)
- Réseau des pistes de débardage (d'après GUIRAUD, 1979)
- Zones fortement brûlées (d'après GUIRAUD, 1979)
- Parcelles - Biomasse
- Limites de la parcelle centrale

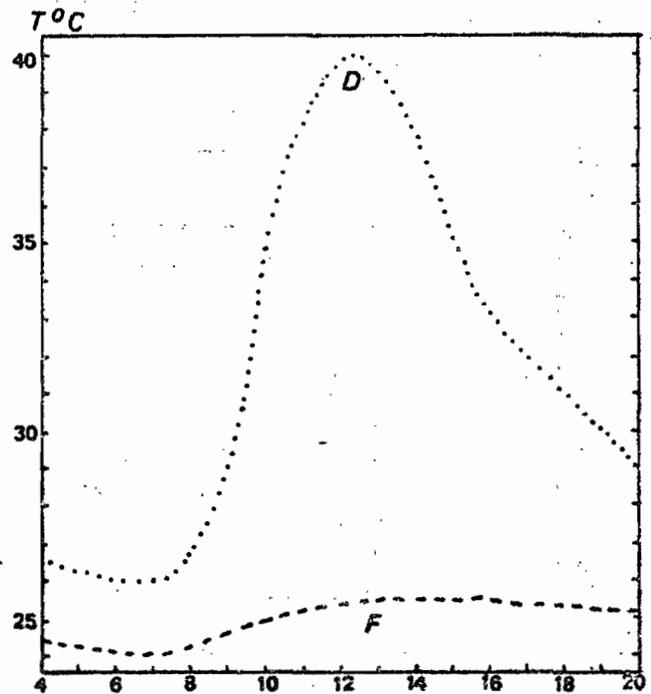


ARBOCEL

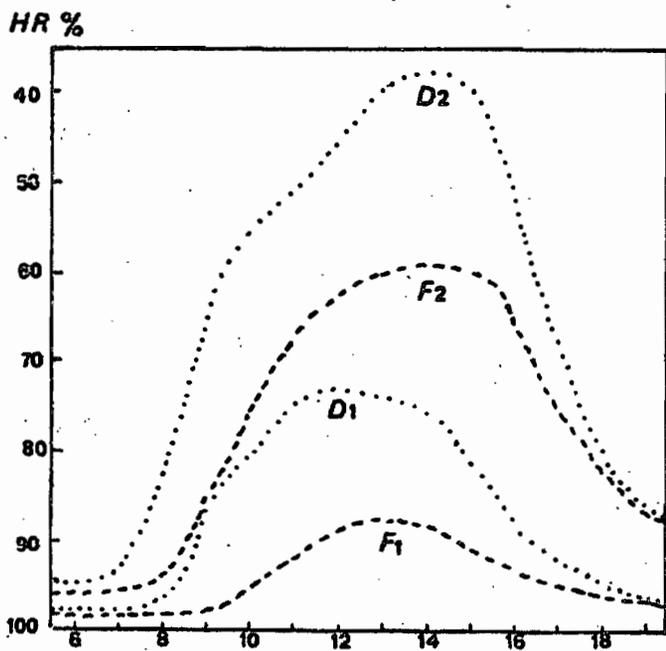
FIGURE 2 : Microclimat sous forêt (F) et dans un défrichement (D)
 (d'après SCHULZ , 1960) .



(A) Variations journalières de la température de l'air à 1,5 m .

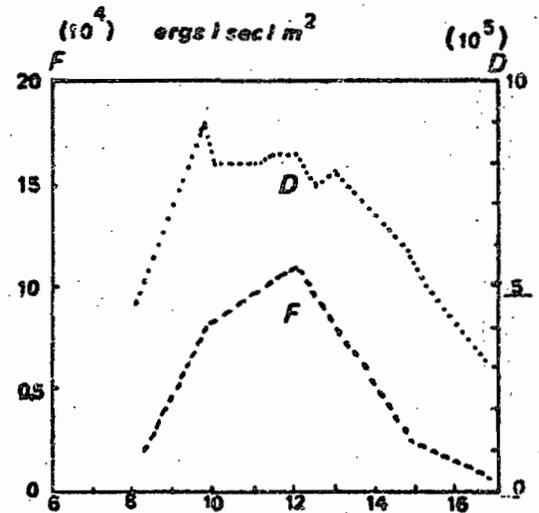


(B) Variations journalières de la température du sol à -2 cm .



(C) Variations journalières de l'humidité atmosphérique .

D1, F1 : saison des pluies
 D2, F2 : saison sèche



(D) Variations journalières de l'énergie lumineuse au sol .

FIGURE 3 : Colonisation initiale - évolution du nombre de germinations (N.A) ,
 du nombre réel de plantules (N.P) , et de la mortalité .

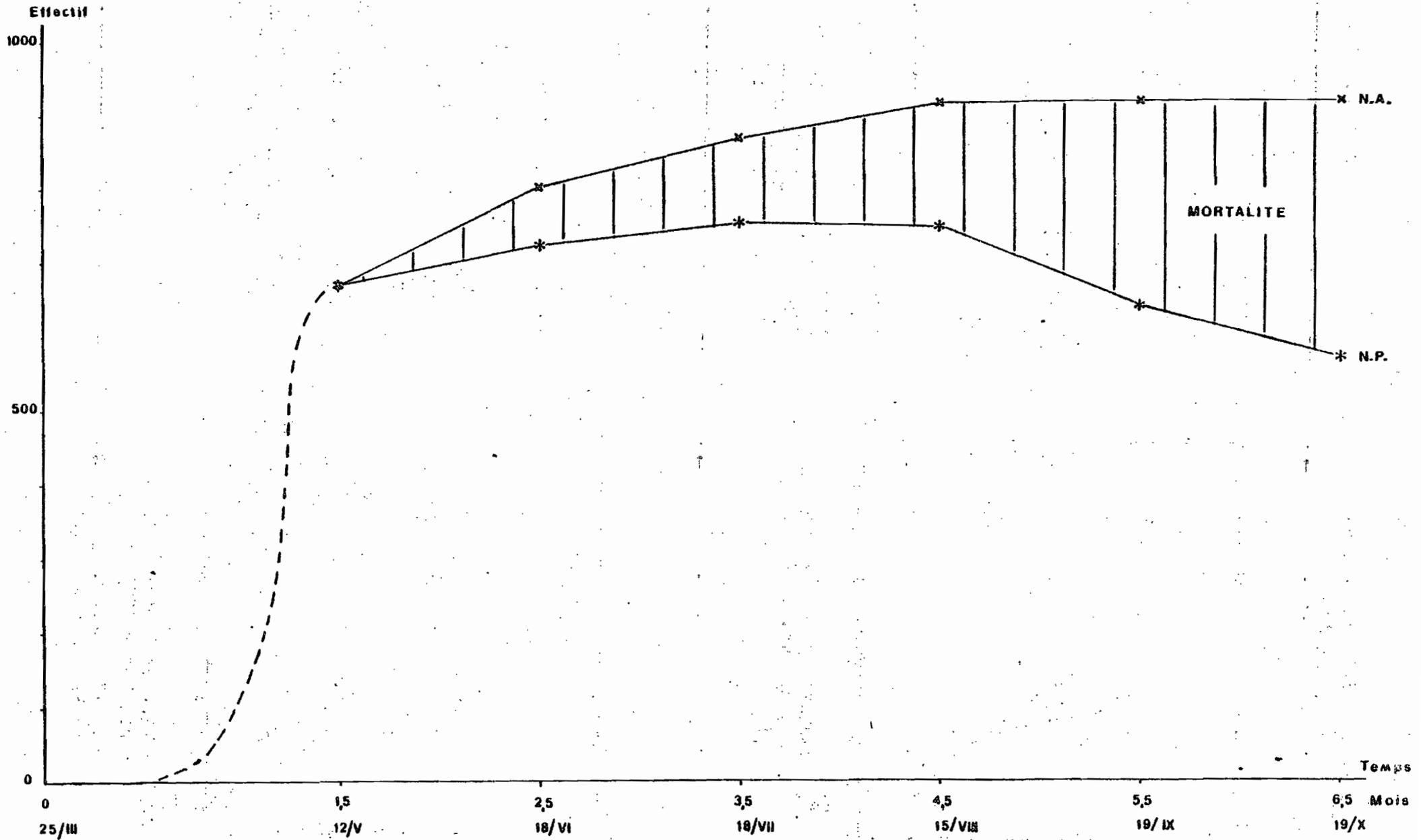
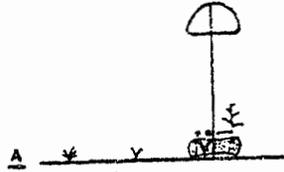


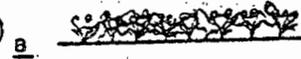
Figure 4 : DEFINITIONS PHYSIONOMIQUES DES GROUPEMENTS.

I. Sol nu ou quasi nu



II. Herbacées dominantes

strate herbacée basse (1m)

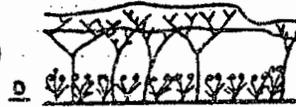


strate herbacée haute (2m)



III. Végétation mixte : 1 strate herbacée / 1 strate ligneuse

strate ligneuse basse (2,5m)

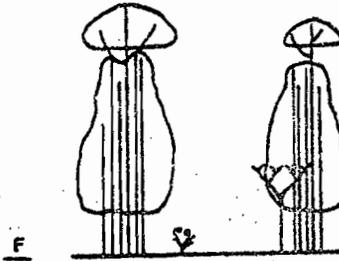


strate ligneuse moyenne (5m)



IV. Ligneux dominants

végétation ouverte



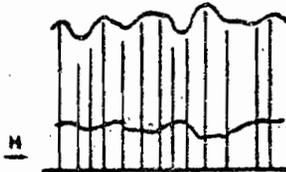
végétation fermée

- 1 strate

. basse (2,5m)

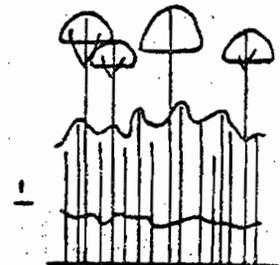


. moyenne (5m)



- 2 strates

. strate inférieure moyenne (4 à 5m)



. strate inférieure haute (7 à 8m)

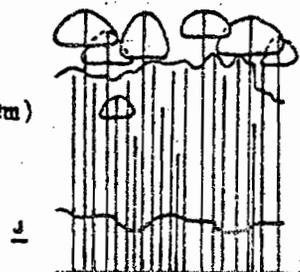
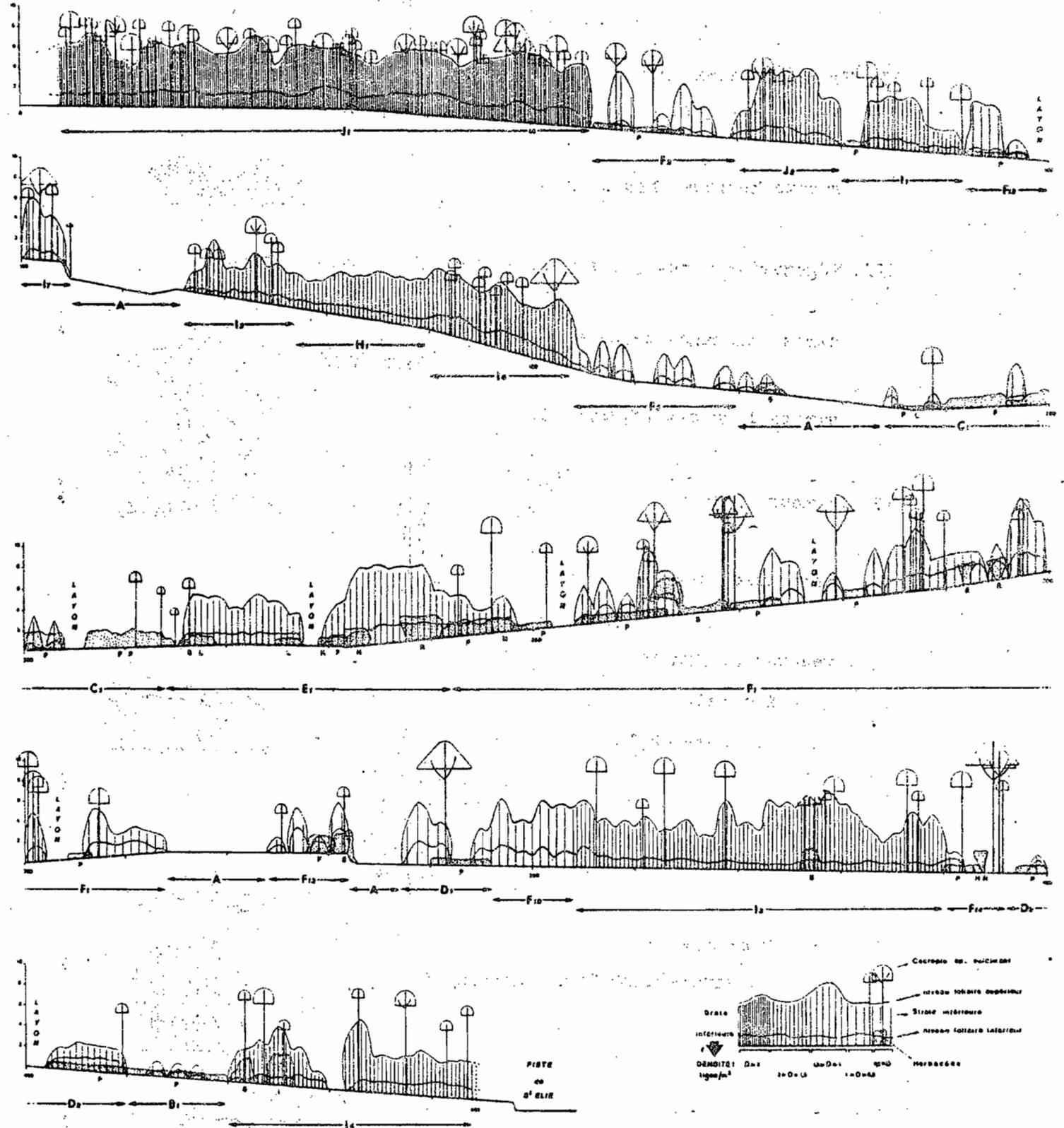


FIGURE 5. : Profil structural schématique du transect I.



**FIGURE 6 : Analyse factorielle des correspondances en fréquence .
 Projection des éléments et des espèces sur les axes
 factoriels 1et2 .**

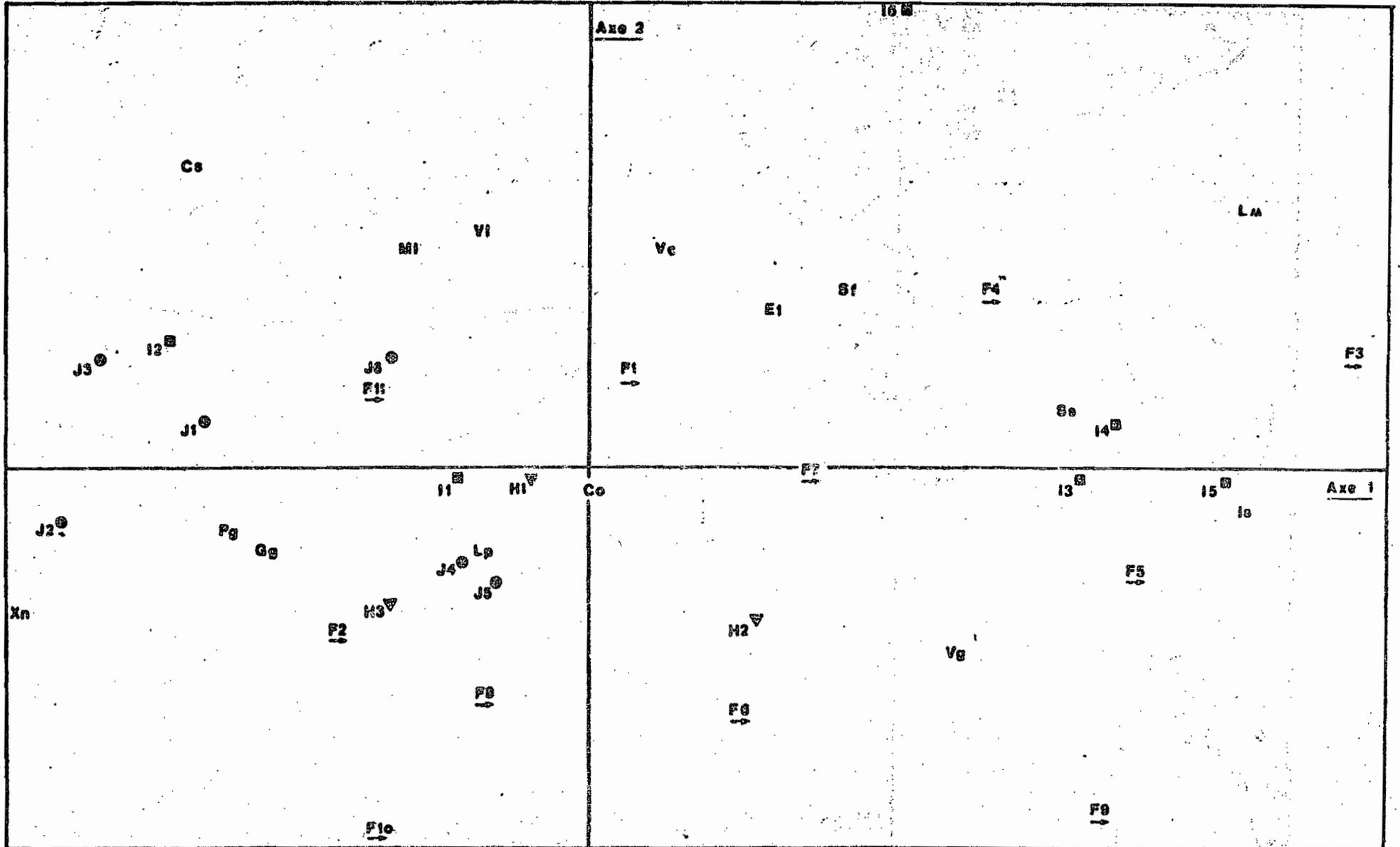


FIGURE 7 : Analyse factorielle des correspondances en Indice de Dominance .
 Projection des éléments et des espèces sur les axes factoriels 1 et 2 .

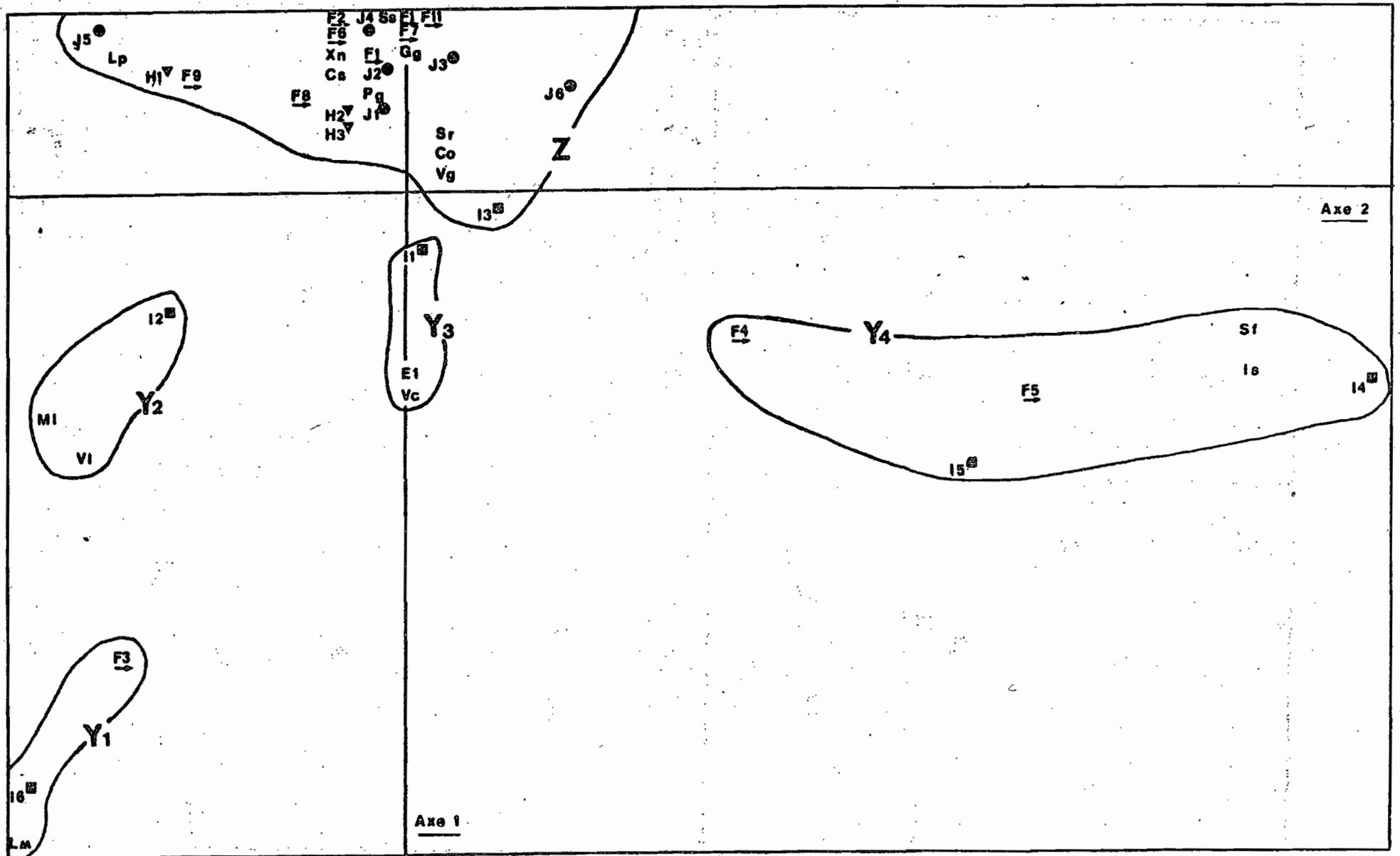
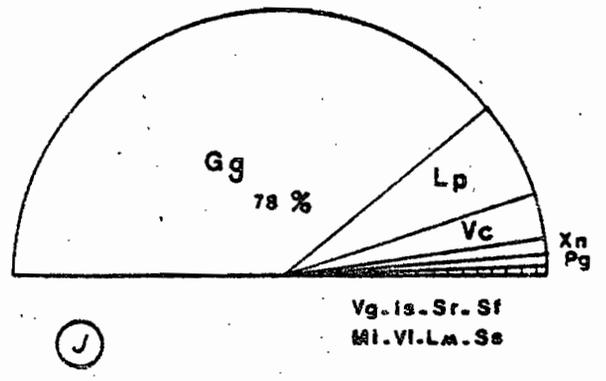
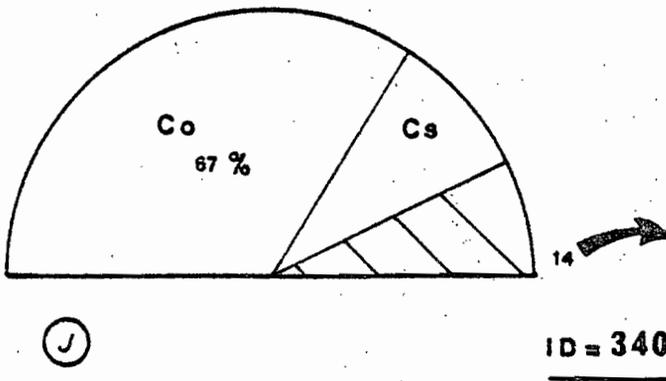
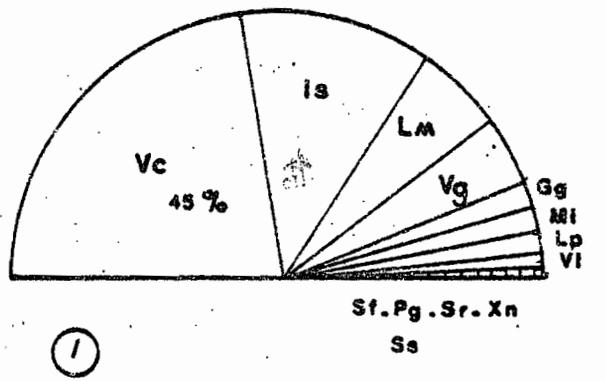
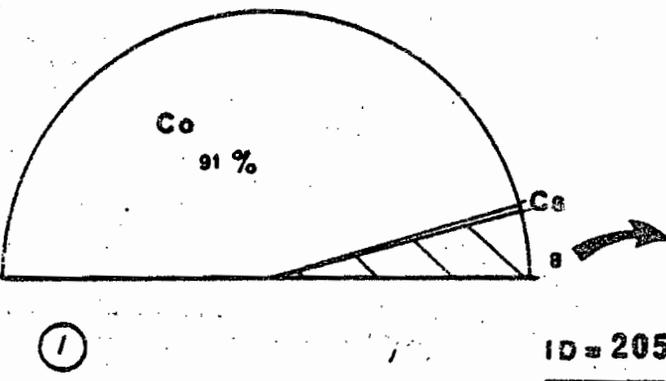
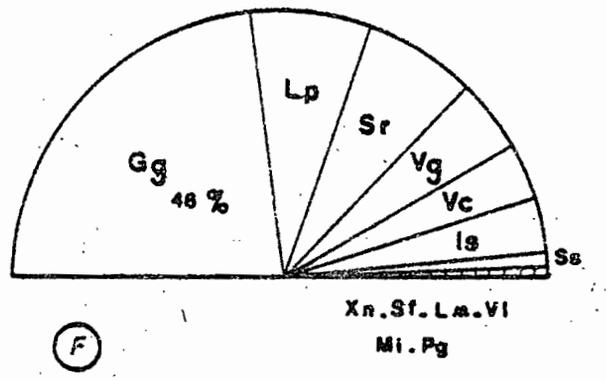
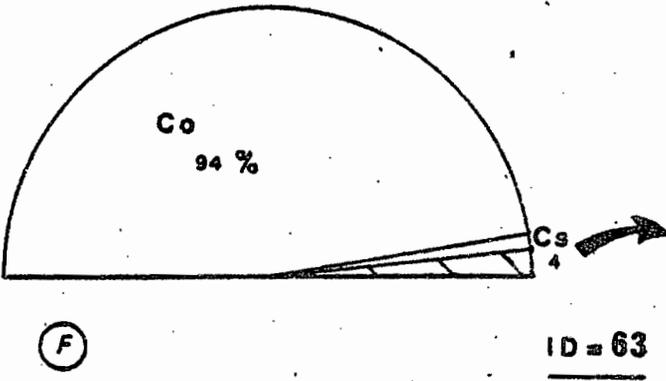
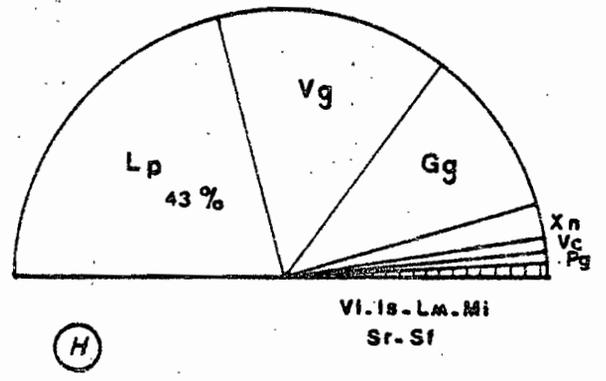
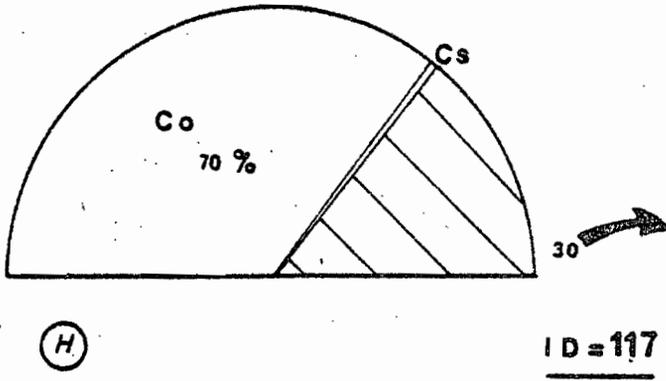


FIGURE 9

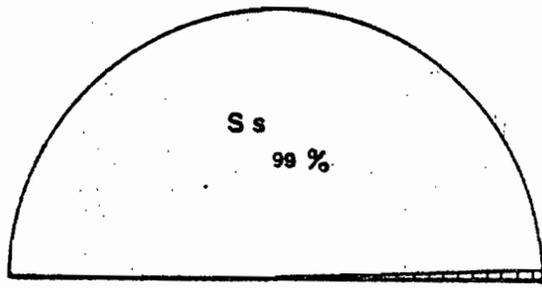


T A B L E A U 1

Colonisation initiale : Evolution du nombre de plantules dans les 6 premiers mois

(20 m ²)	Effe- ctif au	"Natalité" -						Mortalité +				Effec- tif au
		12/05:	18/06:	18/07:	15/08:	19/09:	19/10:	18/06:	18/07:	15/08:	19/09:	
<i>Cecropia obtusa</i>	175	18	5	1	1	2	0	0	0	0	0	202
<i>Cecropia sciado- phylla</i> :	71	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	81
<i>Cecropia indét.</i>	79	8	4	0	0	1	26	8	15	20	20	3
Total <i>Cecropia</i>	325	31	13	3	1	3	28	8	15	20	21	286
<i>Goupia glabra</i>	84	12	2	0	0	0	7	3	2	5	7	74
<i>Laetia procera</i>	15	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	14
<i>Xylopia nitida</i>	27	14	3	0	0	0	3	0	0	3	4	34
<i>Palicourea guya- nensis</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Annona sericea</i>	5	3	1	0	0	0	0	0	0	4	2	3
<i>Isertia</i> spp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Vismia</i> spp.	3	4	2	0	0	0	0	0	0	3	0	6
<i>Solanum</i> spp.	11	0	1	1	0	0	1	0	2	2	3	5
Melastomaceae (2 spp.)	8	12	17	14	1	2	0	0	5	16	18	14
<i>Fagara pentandra</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Byrsonima</i> sp.1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
cf. <i>Acalypha</i> sp.1	9	2	1	1	0	0	0	0	0	0	2	11
cf. <i>Tetragastris</i> sp.1	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
Lecythidaceae sp.1	30	6	0	1	0	0	2	4	2	7	4	18
Sapotaceae sp.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Clusiaceae Sp.1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Renealmia guyanensis</i>	24	3	1	1	0	0	2	0	0	2	3	22
<i>Costus</i> sp.1	4	1	0	2	0	1	0	0	0	3	1	4
Graminae sp.1	7	1	3	6	0	0	0	0	1	5	4	7
Leguminosae sp.1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Dolioscarpus guya- nensis</i>	25	9	1	1	0	0	0	0	1	1	0	34
<i>Davilla</i> sp.1	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
Asclepiadaceae sp.1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Passiflora vesper- tilio</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Indéterminés	66	28	21	20	3	1	30	20	28	41	7	13
TOTAL	668	128	69	51	5	7	72	38	56	113	80	569

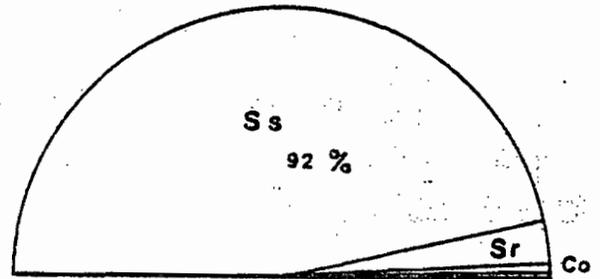
FIGURE 9



Ⓒ

ID = 46

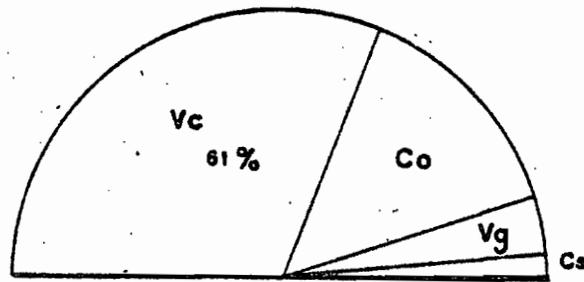
Co. Sr. Cs. Lm
Is. Mi. Vi



Ⓓ

ID = 29

Vc. Is. Lm



Ⓔ

ID = 82

Lp. Vi. Is. Xn
Lm. Sr. Ss

FIGURE 9 : Diagrammes synthétiques de la contribution des 15 espèces principales aux 7 groupements ligneux .
Paramètre : Indice de dominance .

TABLEAU H

RECAPITULATION

GROUPEMENTS		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
CARACTERISTIQUES											
Surface (m ²)		80	68	56	120	66	616	138	142	236	296
% de la surface totale		4.4	3.7	3.1	6.6	3.6	33.7	7.6	8.1	12.9	16.2
Nombre d'espèces		2	5	4	13	17	66	21	39	50	65
Nombre d'individus		3	10	14	89	82	579	106	349	418	593
% de l'Effectif total		0.1	0.4	0.6	4.0	3.7	25.8	4.7	15.6	18.6	26.4
1 Densité (ind./m ²)					0.79	1.31	0.95	0.84	1.70	1.74	1.99
2 Aire basale (cm ² /m ²)					2.39	8.78	11.74	3.56	11.19	13.54	21.12
3 Diversité (Binoms)					1.674	1.624	3.395	1.952	3.691	3.290	3.502
4 Equilibrité					0.784	0.699	0.873	0.641	0.850	0.829	0.805
5 Plantules		E (P)	E (P)	E (P)	E (P)	T.A. (P)	A. (P)	E (P)	A. (P)	A. (P)	T.A. (P)
Nombre de rejets		0	0	0	0	1	4	1	3	5	15
% du total des rejets		0	0	0	0	3.4	13.8	3.4	10.3	17.2	31.7
Nombre de lianes		0	0	0	1	0	23	9	9	18	10
% du total de lianes		0	0	0	1	0	33	13	13	28	11
(Herbacées			27600	29600	27600	19200	1000	2500	3200	520	3200
P.F. (Lianes ligneuses			0	0	0	900	3160	0	1900	1240	1400
(Arbustes			0	9200	11400	62600	41630	11400	69300	78740	96800
Poids frais - TOTAL		E	27600	38700	39000	82700	47800	13900	74400	80500	104400
(Herbacées			6100	7500	6100	4300	300	1200	900	170	700
P.S. (Lianes ligneuses			0	0	0	500	1680	0	700	370	500
(Arbustes			0	3300	4700	29200	15930	4700	25700	32240	38500
Poids sec - TOTAL		E	6100	10800	10800	34000	17980	5900	27300	32780	39700
Rapport (P.F.) Lianes TOTAL			0	0	0	1.1 %	10.8 %	0	2.6 %	1.5 %	1.4 %

Lignes 1 2 3 4 : valeurs moyennes. Ligne 5 : P = Pionnier F = Forêt
E = rares ; A. = abondant ; T.A. : très abondant.

TABLEAU III

Répartition en classes de diamètre

1824 m² - 2244 individus

	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm	10 cm	TOTAL	
<i>Cecropia obtusa</i>	87 8	19 83	25 31	18 75	11 52	7 33	6 26	6 18	2 10	4 19	5 25	458 20,4
<i>Goupia glabra</i>	48 7	39 10	17 31	7 12	2 3	1 2	1 1					175 7,9
<i>Vismia confertiflora</i>	49 7	37 9	10 16	8 14	6 10	1 2	1 1					166 7,4
<i>Solanum subterme</i>	88 13	11 4	1 1									163 7,3
<i>Cecropia cotadophylla</i>	15 2	16 5	18 7	12 19	16 22	15 20	7 11	7 11	8 8	3 5	8 26	154 6,9
<i>Lactia proosra</i>	48 6	39 7	11 14	11 12	10 12	3 4	1 1			1 1		126 5,6
<i>Isertia spiciformis</i>	87 9	14 3	1 1									118 5,3
<i>Palcourea guyanensis</i>	53 5	26 8	14 7	7 16	7 8							111 4,9
<i>Vismia guyanensis</i>	37 4	31 7	18 20	9 10	5 5							110 4,9
<i>Solanum rugosum</i>	58 4	21 4	13 5	3 11	1 3	1 1	1 1					66 3,0
<i>Xylopia nitida</i>	73 5	24 3	5 1	2 2								68 3,0
<i>Loreya mespiloides</i>	75 4	17 8	8 5									59 2,6
<i>Solanum calvitifolium</i>	87 4	13 1										45 2,0
<i>Nisonia sp 1</i>	44 1	26 2	28 4	2 1	1 1							34 1,5
<i>Vismia latifolia</i>	16 6	11 2	11 1	11 2	28 5	37 7						18 0,8
Divers	87 239	19 68	6 22	6 10	5 8	4 15	4 1	4 1				349 15,6
TOTAL.....	1107 100	490 100	244 100	154 100	88 100	6 100	6 100	1 100	1 100	1 100	2244 100	

Contribution en % de l'effectif de l'espèce E dans la classe C, à l'effectif total de E.

effectif de l'espèce pour la classe C (x - x+1)

Contribution en % de l'effectif de l'espèce E dans la classe C, à l'effectif total de C.

84.4 %

COMPORTEMENT DE CECROPIA OBTUSA ET DE CECROPIA SCIADOPHYLLA
DANS LES PREMIERS STADES DE LA REGENERATION FORESTIERE,
PISTE DE SAINT-ELIE, EN GUYANE

par

Marie-Françoise PREVOST

Laboratoire de Botanique

ORSTOM, B. P. 165

97301 CAYENNE CEDEX

Comportement de *Cecropia obtusa* et de *Cecropia sciadophylla*
dans les premiers stades de la régénération forestière,
Piste de Saint-Elie, en Guyane.

Résumé

La compétition entre deux espèces de Moraceae pionnières du genre *Cecropia* est étudiée en Guyane. Bien que numériquement dominant dans les premiers stades de la régénération, *Cecropia obtusa* est rapidement dépassé et supplanté par *Cecropia sciadophylla* dont l'aptitude à la compétition est soulignée.

Mots clés

régénération forestière, végétation pionnière, compétition, *Cecropia obtusa*, *Cecropia sciadophylla*, Guyane Française.

COMPORTEMENT DE CECROPIA OBTUSA ET DE CECROPIA SCIADOPHYLLA
DANS LES PREMIERS STADES DE LA REGENERATION FORESTIERE,
PISTE DE SAINT-ELIE, EN GUYANE

Introduction

Les premiers stades de la régénération forestière sont caractérisés dans le Nouveau-Monde par l'abondance des Cecropia (Moraceae) (SCHULZ 1960, BUDOWSKI 1961, BELL 1970, BOERBOOM 1974, GOMEZ-POMPA et VASQUEZ-YANES 1974, 1976, HARTSHORN 1978, UHL et al. 1981).

En Guyane, BENOIST remarquait déjà en 1925 que "plusieurs Cecropia désignés sous le nom de bois canon devancent de beaucoup les autres arbres et, s'élevant au dessus de toute la végétation environnante, se font remarquer par leur port et leur aspect particuliers".

Le genre est représenté par une centaine d'espèces (WILLIS 1973).

En Guyane, trois d'entre elles seulement, se disputent les milieux ouverts naturellement (chablis) ou à l'occasion de coupes forestières, création de pistes.... :

Cecropia obtusa Tréc., Cecropia sciadophylla Mart. et Cecropia palmata Willd., la présence de Cecropia surinamensis Miq. demeurant incertaine.

Il s'agit de pionnières à vie courtée (KELLMAN 1970, WHITMORE 1975) qui, au delà de vingt ans "become senescent and gradually die off", au moins en ce qui concerne C. obtusa (HALLE et al. 1978).

La présence en forêt primaire d'un petit nombre d'individus, en particulier de l'espèce sciadophylla (LESCURE 1981), témoigne de l'emplacement d'anciens chablis qui peuvent être approximativement datés.

L'abondance, voire la dominance, des Cecropia au cours de la phase pionnière en Guyane laisse prévoir une intense compétition interspécifique ; c'est l'objet de la présente étude.

Localisation de l'étude, méthodologie

Alentour de la piste de Saint-Elie, à proximité de Sinnamary (fig. 1), à partir du km 14 où est menée cette étude, seuls Cecropia obtusa et C. sciadophylla cohabitent. C. palmata, d'affinité plus côtière, progresse cependant d'année en année le long de cette piste, atteignant en 1981 le km 10,5.

Des méthodes de comptage et des mesures des circonférences à 1,30 m de hauteur (D.B.H.) sont suffisantes, dans un premier stade, pour aborder les problèmes de compétition.

La mise en place et le suivi depuis plusieurs années de parcelles fixes, d'âge différent, nous permettent d'observer :

- l'évolution démographique et floristique,
- la répartition par classes de diamètre des individus,
- la mortalité,
- la variation de l'aire basale de chaque parcelle et de chaque taxon.

Nous disposons actuellement de trois parcelles de 1 000 m² dont la repousse est âgée respectivement de 8,5 et 3 ans courant 1981 :

- parcelle I liée à l'ouverture de la piste, en 1973 pour le secteur concerné, où les troncs ont été accumulés et en partie brûlés,
- parcelle II dite Arbocel où le recrû s'est développé après une coupe de type papetier recouvrant 25 ha, avec débardage mécanique de 40 % de la biomasse totale,
- parcelle III, après une coupe de type abattis, c'est à dire une surface défrichée réduite (1 600 m²), pas de débardage des troncs et un brûlage relativement doux. Aucune plantation n'a suivi le défrichement.

Dans les parcelles II et III, tous les ligneux érigés, qu'ils soient issus de graines ou de rejets, sont mesurés à partir de 1 cm de diamètre ; dans la parcelle I, ils ne le sont qu'à partir de 5 cm.

L'hétérogénéité des recrûs n'étant plus à souligner (KAHN, 1978 a de FORESTA 1981), il convient d'étudier, pour chaque parcelle, le devenir des deux espèces retenues, Cecropia obtusa et C. sciadophylla.

Observations personnelles

Dès que les conditions favorables à la germination des pionnières (lumière, température au sol et humidité) sont réunies, la compétition s'établit d'emblée entre les plantules de Cecropia dont on a pu montrer l'abondance des graines, à l'état latent, dans le sol de forêt primaire (PREVOST 1981) : 50 % du stock séminal est constitué par les deux espèces de Cecropia, avec en moyenne 30 graines par m².

La détermination spécifique est délicate à ce stade mais on constate, dans les mois qui suivent, que Cecropia obtusa est 5 à 10 fois plus fréquent. Ces écarts sont confirmés par un relevé effectué sur 120 m² dans la parcelle II à 2 ans où, sur un total de 193 jeunes plants, on dénombre 53 Cecropia obtusa et 13 C. sciadophylla.

I - Etude de la parcelle III : recrû entre 2,5 et 3,5 ans

Parmi les 1 571 individus comptabilisés à 2,5 ans, C. obtusa en développe 437 (28 %) et C. sciadophylla 75 (4,8 %). La densité varie de 108 à 202/100 m² et l'aire basale atteint 10,1 m²/ha. Les autres espèces caractéristiques de cet inventaire sont, par ordre d'importance :

<u>Vismia sessilifolia</u> avec	225 individus	soit 14 %
<u>Laetia procera</u> avec	173 individus	soit 11 %
<u>Goupia glabra</u> avec	140 individus	soit 9 %
<u>Vismia guianensis</u> avec	69 individus	soit 4 %

Quatre genres et six espèces totalisent donc 71 % du relevé. Le nombre d'individus par espèce ne rend compte que de son importance globale ; la répartition par classes de diamètre est plus intéressante puisqu'elle en visualise la dynamique de croissance et de développement.

L'évolution de cette répartition est présentée sur la fig. 2 entre 2,5 et 3,5 ans, le nombre total d'individus est passé pour C. obtusa de 437 à 267, et pour C. sciadophylla de 75 à 65.

La première espèce, particulièrement abondante dans les petites classes de diamètre, 201 pour la classe 1-2 cm et 105 pour la classe 2-3 cm, voit, un an plus tard ces nombres réduits à 41 et 30.

Moins fréquent, C. sciadophylla est plus équitablement réparti dans toutes les classes et, à 3,5 ans, 2 arbres dépassent déjà 15 cm de diamètre, taille que C. obtusa n'atteint pas encore.

La dominance de C. obtusa dans les petits diamètres, s'efface devant la mortalité galopante (39 %) qui affecte ces classes, plus particulièrement la classe 1-2. Les individus monocaules, quasiment aphyllés et déjà largement surcimés, n'ont aucun avenir et meurent sur pied.

Les taux de mortalité sont schématisés sur la fig. 2.

Moins importante chez C. sciadophylla (14 %), la mortalité est limitée à la classe 1-2 cm.

A 3,5 ans, chaque espèce représente 18 et 4,5 % des 1 433 arbres recensés, mais surtout réalise 28,4 % (C. obtusa) et 20,6 % (C. sciadophylla) de l'aire basale qui est portée à 14,3 m²/ha.

L'observation des accroissements en diamètre permet de comparer la vitalité des deux espèces. Les accroissements moyens annuels, entre 3 et 4 ans, des arbres dont le diamètre égale et dépasse 5 cm, sont présentés dans le Tableau I. Ils sont remarquablement élevés avec une moyenne de 14 % pour C. obtusa et 38 % pour C. sciadophylla et un maximum de 64 % ! alors qu'en début d'expérience, les diamètres moyens des deux espèces sont comparables. L'accroissement maximum observé chez C. obtusa n'atteint même pas l'accroissement moyen des C. sciadophylla. Déjà quelques C. obtusa voient leur diamètre stagner, amorce d'une mort prochaine.

II - Etude de la parcelle Arbocel entre 3,4 et 5 ans

Rappelons qu'il s'agit du recrû qui a suivi une coupe de type papetier sur une surface de 25 ha courant 1976 (GUIRAUD 1979).

Les premières observations de la repousse sont faites par MAURY (1979) un an après la coupe.

Agé en 1981 de 5 ans, le recrû est des plus hétérogènes.

De FORESTA (1981) y décrit 10 groupements dont la répartition et l'intrication sont liées à l'intensité du brûlage et au passage des engins lourds.

Notre parcelle de 1000 m² (10 carrés de 10 x 10 m) mélange harmonieusement les groupements I et J, les plus avancés à ce stade de la régénération : groupements ligneux fermés à 2 strates, strate inférieure de hauteur moyenne (I), et haute (J).

Une petite surface en bas de pente, à la limite d'une piste de débardage, correspond au groupement B où abondent

encore Lycopodium carnuum et Pityrogramma calomelanos, d'où émergent quelques petits arbres isolés, Loraya mespiloides, Miconia tschudyoides (Melastomaceae), Isertia spiciformis (Rubiaceae), etc...

La densité varie de 50 à 412 par quadrat de 100 m² et l'importance locale d'une Rubiaceae, Palicourea guianensis (446/1000 m²) est à signaler ; il s'agit pour de FORESTA (loc. cit.) de l'élément 4 du groupement H. Vismia guyanensis est également très bien représenté (PREVOST 1981).

Cette parcelle se distingue de la précédente par un nombre à peu près égal d'individus de chaque espèce. A 3 ans, à partir de 1 cm de diamètre, on dénombre 222 Cecropia obtusa et 200 C. sciadophylla, soit 12,6 et 11,4 % de l'inventaire (1 751 arbres et arbustes).

Si, entre 3,4 et 5 ans, l'ensemble de la population demeure stable (faible mortalité globale et apport de nouveaux éléments atteignant le diamètre requis), le nombre de Cecropia diminue régulièrement (fig. 3). A ce stade, la compétition s'exerce non seulement entre les bois-canons, mais aussi avec Palicourea guianensis et Vismia guyanensis.

A 5 ans, Cecropia obtusa et C. sciadophylla ne représentent plus que 8,1 et 9,3 % de l'effectif, mais 13,5 et 24,0 % de l'aire basale qui a augmenté de 11,2 m²/ha à 16,3 (4 ans) et 19,9 (5 ans).

La mortalité, toujours plus forte chez C. obtusa reste localisée aux classes 1-2 et 2-3 cm. L'évolution de la distribution des classes de diamètre montre le déplacement des pics de l'histogramme vers les gros diamètres (fig. 3).

C. sciadophylla est numériquement supérieur et devient de plus en plus important dans les classes 5-10 et 10-15 cm comme le montre la figure 4.

III - Etude de la parcelle I, jeune forêt secondaire entre 6,7 et 8 ans

Située en bord de piste, cette parcelle âgée de 8 ans en 1981, est encore encombrée par les troncs accumulés et en partie brûlés lors de la création de cette voie d'accès. Les wapa, Eperua falcata en particulier (Caesalpiaceae), ne présentent pas encore de trace de décomposition.

C'est une jeune forêt secondaire à Cecropia et Vismia (3 espèces), ces deux genres totalisant à 6 ans 50 % des 283 arbres de plus de 5 cm de diamètre. Tapirira guianensis (Anacardiaceae), Laetia procera, plusieurs espèces

de Melastomaceae et du genre Inga (Mimosaceae) complètent cet inventaire (PREVOÏT 1981).

L'aire basale rapportée à 1 ha est de 21,4 m²

A 6 ans, Cecropia obtusa est le plus fréquent avec 49 pieds, mais la majorité d'entre eux reste localisée dans les classes 5-10 et 10-15 cm ; les 32 C. sciadophylla s'affirment au contraire dans les classes 15-20 et 20-25 cm.

La mortalité très importante, 11 % entre 6 et 7 ans, 7,5 % entre 7 et 8 ans, affecte ici aussi C. obtusa.

L'apport en deux ans de 14 nouveaux éléments atteignant le diamètre minimum choisi, ne compense pas la perte de 51 individus. Ces nouveaux éléments reflètent encore la floristique établie précédemment avec Tapirira guianensis, Laetia procera, Goupia glabra...

A 8 ans on observe autant de C. sciadophylla que de C. obtusa, avec respectivement 27 et 28 individus.

La variation de l'aire basale spécifique ou par taxon présentée dans le tableau II traduit bien cette évolution.*

L'étude des accroissements par pose de colliers dendrométriques sur les principales espèces de cette parcelle vient confirmer la vitalité de Cecropia sciadophylla (PREVOÏT et PUIG 1981).

Entre 6 et 7 ans, l'accroissement moyen annuel de cette espèce est de 6,2 % contre 2,5 % chez C. obtusa.

Discussion

Que Cecropia obtusa soit numériquement beaucoup plus important que C. sciadophylla (parcelle III) ou que les deux espèces soient en nombre comparable (parcelle II), l'aptitude à la compétition de ces deux bois-canons diffère.

L'accroissement en diamètre plus rapide de C. sciadophylla favorise cette espèce. On peut aussi envisager des

* L'aire basale de la forêt environnante atteint en moyenne 38 m²/ha, avec un maximum de 46,7 pour une parcelle sur sol bien drainé (drainage vertical) (PUIG 1979).

différences dans la dynamique de croissance et de développement, et une éventuelle compétition au niveau des racines. L'étude phénologique des Cecropia peut nous apporter quelques éléments de réponse.

Les Cecropia de Guyane, comme C. surinamensis au Surinam, C. peltata aux Antilles, C. obtusifolia en Amérique Centrale... comme le parasolier d'Afrique (Musanga cecropioides) qui occupe la même niche écologique, développent la même architecture, conforme au modèle de RAUH (HALLE et OLDEMAN 1970).

Ce modèle est caractérisé par un tronc à croissance et ramification rythmiques, l'équivalence de tous les axes orthotropes et la sexualité latérale.

Chez Cecropia obtusa nous avons observé (PREVOST 1979) que la croissance du tronc, donc l'activité méristématique apicale, est continue (absence d'entre-nœuds, /de feuilles écailleuses) et que la ramification est rythmique (pseudo-verticilles de branches) ; ce qui revient à dire que les méristèmes terminaux aériens fonctionnent sans période apparente de repos. TORQUEBIAU (1981) rapporte des observations similaires sur C. obtusifolia au Mexique.

Ces deux espèces sont pourvues de racines-échasses (macrorrhises, KAHN 1977) spectaculaires qui se développent d'autant mieux qu'elles trouvent au sol des troncs pourrissants où s'insinuent, parfois sur plus d'une douzaine de mètres, les racines secondaires (brachyrhises, KAHN 1977).

Comme la plupart des pionnières, les Cecropia sont dépourvus de toute réitération adaptative, ne développant au cours de leur vie, que le modèle initial (LESCURE 1978, CASTRO e SANTOS 1980). Les Cecropia sont incapables de régénérer sur place (RICHARDS 1952, OLDEMAN 1974).

La majorité des C. obtusa sont ramifiés et fleurissent (le genre est dioïque) dès la troisième année ; quelques individus monocaules ont été observés sexués (mâles et femelles) dès la seconde année.

Chez C. sciadophylla, la première floraison n'intervient que la quatrième année et se généralise l'année suivante ; là aussi, des arbres monocaules ont été observés en fleurs et en fruits.

Peut-être faut-il voir dans ce retard de la maturité sexuelle de 1 à 2 ans, vraisemblablement lié à une longévité supérieure* et un accroissement plus rapide, une meilleure

* BOERBOOM (1974) remarque au Surinam que, quand les deux espèces cohabitent "the former (C. sciadophylla) generally attains a higher age and larger dimensions than the latter (C. obtusa)".

aptitude de Cecropia sciadophylla à la compétition.

Les soudures racinaires ont été décrites avec précision par LEROY-DEVAL (1973) chez l'Okoumé d'Afrique, Aucoumea klainéana (Burseraceae). Depuis, les travaux de KAHN (1978 b), de KAHN et de de NAMUR (1978) ont mis en évidence le rôle de ces soudures dans l'évolution et la disparition des peuplements pionniers à Macaranga hurifolia (Euphorbiaceae) en Côte d'Ivoire.

De telles soudures sont fréquentes entre individus de la même espèce et entre individus des deux espèces de Cecropia en Guyane. Des "complexes racinaires" établis entre trois arbres ont été observés dans la parcelle III. Il nous faudrait encore démontrer le "détournement trophique" des arbres dominants aux dépens des arbres dominés.

L'utilisation de marqueurs radioactifs nous étant matériellement impossible, nous ne pouvons actuellement que suivre les accroissements en diamètre des arbres ainsi soudés.

Quand il s'agit d'individus de la même espèce, l'un prend rapidement le dessus et élimine le plus faible ; quand il s'agit d'individus des 2 espèces, une fois de plus, C. sciadophylla l'emporte (fig. 5). Dans ce cas, le rôle éventuel des soudures racinaires, viendrait s'ajouter et amplifier l'aptitude de ce Cecropia à la compétition.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il ne s'agit que d'une hypothèse.

On peut maintenant se demander comment se comporte C. obtusa en l'absence de C. sciadophylla. Nous savons en effet que sur le haut-Gyapock, en pays wayapi, "Cecropia sciadophylla est très rare" (GRENAND 1980). L'étude architecturale des jeunes stades de la régénération forestière après abandon des cultures, a été réalisée dans ce secteur par LESCURE (1978), lequel montre que C. obtusa persiste et se maintient dans des parcelles en recrû depuis 11 et 23 ans. A ce stade, les Cecropia font partie de l'ensemble du passé (OLDEMAN, 1974).

L'étude d'une parcelle en recrû depuis 6 ans, toujours après abandon des cultures, a été menée en collaboration avec P. GRENAND à proximité des villages de Trois-Sauts (fig.1).

Avec 324 arbres / 1000 m² à partir de 5 cm de diamètre, la repousse y apparaît comme particulièrement dynamique si on compare, à âge égal, avec notre parcelle I de la piste de Saint-Elie (par. III).

Elle est caractérisée par l'extrême abondance de C. obtusa qui dépasse, en nombre d'individus, 30 % de l'inventaire, et développe les plus gros diamètres (classe 20-25 cm).

La compétition s'exerce ici avec Sapium ciliatum hemsl. (Euphorbiaceae) et plusieurs espèces du genre Inga (18 %) dont LESCURE (1978) a déjà souligné l'importance locale.

Toutes ces espèces peuvent être considérées comme des pionnières à vie longue, ou, comme l'écrit SCHULZ (1960), des "strongly light demanding species" qui s'imposeront à un stade ultérieur de la régénération. Ces espèces constituent l'ensemble d'avenir.

En l'absence de Cecropia sciadophylla, C. obtusa domine en nombre et en biomasse dans les jeunes recrûs, sur le haut-Oyapock.

Conclusion

La compétition entre deux Moraceae pionnières du genre Cecropia est étudiée en Guyane, à proximité de la piste de Saint-Élie, sur des parcelles en recrû depuis 2,5 à 8 ans.

Bien que plus fréquent dans les très jeunes stades de la régénération, Cecropia obtusa voit rapidement diminuer son importance par une très forte mortalité qui affecte les petites classes de diamètre. C. sciadophylla au contraire, s'impose dans les gros diamètres où il devient dominant comme le montre l'évolution de l'aire basale spécifique.

L'apparition plus précoce de la sexualité chez C. obtusa, une croissance moins rapide et la présence de soudures racinaires interspécifiques pourraient expliquer la moindre aptitude de cette espèce à la compétition intense qui sévit à ce stade entre les différentes pionnières.

Il faudrait maintenant envisager l'étude de la compétition entre Cecropia et les autres espèces particulièrement dynamiques que sont Vismia guyanensis, V. sessilifolia, Palicourea guianensis, Laetia procera et, dans une moindre mesure Goupia glabra.

B I B L I O G R A P H I E

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

- BELL C.R. - 1970 - Seed distribution and germination experiment. in ODUM et PIGEON, A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Porto-Rico. Dak Ridge, USA. D 177-182, vol 2.
- BENOIST R. - 1925 - La forêt et les bois de Guyane Française. III forêt secondaire. Ann. Soc. Lin., 72, 21-27.
- BOERBOOM J.H.A. - 1974 - Succession studies in the humid tropical lowlands of Surinam. in Proceedings of the First National Congress of Ecology. The Hague, Nederland, 343-347.
- BUDOWSKI G. - 1961 - Studies on forest succession in Costa-Rica and Panama. Thesis Yale University, USA. 189 p.
- CASTRO e SANTOS A. (de) - 1980 - Essai de classification des arbres tropicaux selon leur capacité de réitération. Biotropica, 12 (3), 187-194.
- FORESTA H. (de) - 1981 - Premier temps de la régénération naturelle après exploitation papetière en forêt tropicale humide. Arbocel, Guyane Française. Thèse 3e Cycle USTL Montpellier, 124 p.
- GOMEZ-POMPA A. et C. VASQUEZ-YANES - 1974 - Studies of the secondary succession of tropical lowlands : the life cycle of secondary species. in Proceedings of the First National Congress of Ecology. The Hague, Nederland, 336-342.
- GOMEZ-POMPA A. et C. VASQUEZ-YANES - 1976 - Regeneracion de selvas. Instituto de investigaciones sobre recursos bioticos. Mexico, 676 p.
- GRENAND P. - 1980 - Introduction à l'étude de l'univers wayapi. Ethnoécologie des Indiens du haut-Oyapock (Guyane Française). Selafr. Paris 332 p.
- GUIRAUD A. - 1979 - Introduction : objectifs et méthodologie. Bull. Liaison du Groupe de Travail sur l'Ecosystème Forestier Guyanais, n° I, 3-4.
- HALLE F. et R.A.A. OLDEMAN - 1970 - Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Masson, Paris, 178 p.

...

- HALLE, F., R.A.A. OLDEMAN et P.B. TOMLINSON - 1978 - Tropical trees and forests. An architectural analysis. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, 441 p.
- HARTSHORN G.S. - 1978 - Tree falls and tropical forest dynamics. in TOMLINSON & ZIMMERMANN ed., Tropical trees as living systems. Cambridge University Press 675 p.
- KAHN F. - 1977 - Analyse structurale des systèmes racinaires des plantes ligneuses de la forêt tropicale dense humide. *Candollea*, 32 (2), 321-358.
- KAHN F. - 1978a - Evolution structurale du peuplement de Macaranga hurifolia. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 13 (3), 223-238.
- KAHN F. - 1978 b - Occupation spatiale du sol par les peuplements de Macaranga hurifolia. *Cah. Orstom, sér. Biol.*, 13 (3), 239-254.
- KAHN F. et C. de NAMUR - 1978 - Le stade à Macaranga hurifolia : installation, développement et disparition. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 13 (3), 255-259.
- KELLMAN M.C. - 1970 - Secondary plant succession in tropical montane Mindanao. Research School for Pacific Stud., Australian National Univ. Canberra, Publication BG/2, 174 p.
- LEROY-DEVAL J. - 1973 - Les liaisons et anastomoses racinaires. *Bois et Forêts des Tropiques*, 152, 37-49.
- LESCURE J.P. - 1978 - An architectural study of the vegetation's regeneration in French Guiana. *Vegetation*, 37 (1), 53-60.
- LESCURE J.P. - 1981 - La végétation et la flore dans la région de la piste de Saint-Elie. *Bull. Liaison du Groupe de Travail sur l'Ecosystème Forestier Guyanais*, n° 3, 4-24.
- MAURY G. - 1979 - Plantules et régénération forestière en Guyane Française : premières constatations sur une coupe à blanc de 25 ha. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 126 (3), 165-171.
- OLDEMAN R.A.A. - 1974 - L'architecture de la forêt guyanaise. *Mémoires ORSTOM, Paris*, n° 73, 204 p.
- PREVOST M.F. - 1979 - Rapport annuel d'activité. ORSTOM Cayenne, ronéo., 10 p.

- PREVOST M.F. - 1981 a - Mise en évidence de graines d'espèces pionnières dans le sol de forêt primaire en Guyane. Turrialba, 31 (2), 121-127.
- PREVOST M.F. - 1981 b - Recrû de trois ans après coupe de type papetier. Inventaire floristique, parcelle Arbocel, piste de Saint-Elie. Bull. Liaison du Groupe de Travail sur l'Ecosystème Forestier Guyanais, n° 3 68-81.
- PREVOST M.F. - 1981 c - Evolution d'une jeune forêt secondaire entre six et sept ans après coupe, piste de Saint-Elie, en Guyane. Ibid., 82-92.
- PREVOST M.F. et H. PUIG - 1981 - Accroissement diamétral des arbres en Guyane : observations sur quelques arbres de forêt primaire et de forêt secondaire. Bull. Mus. natn. Hist. nat. Paris, sect. B, Adansonia n° 2, 147-171.
- PUIG H. - 1979 - Production de litière en forêt guyanaise. Résultats préliminaires. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 115 (3-4), 338-346.
- RICHARDS P.W. - 1952 - The tropical rain forest. Cambridge University Press, Londres, 450 p.
- SCHULZ J.P. - 1960 - Ecological studies on rain forest in northern Surinam. Verh. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Afd. Natuur., Reeks 2, 53 (1), 267 p.
- TORQUEBIAU E. - 1981 - Analyse architecturale de la forêt de Los Tuxtlas (Vera Cruz) Mexique. Thèse 3e Cycle USTL Montpellier, 185 p.
- UHL C., K. CLARK, H. CLARK et P. MURPHY - 1981 - Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon basin. J. Ecology, 69 (2), 631-49.
- WHITMORE T.C. - 1975 - Tropical Rain Forests of the Far East. Clarendon Press, Oxford, 282 p.
- WILLIS J.C. - 1973 - A dictionary of the flowering plants and ferns. Cambridge University Press, 8th ed. 1 245 p.

	Nombre individus	Circonférence 3 ans	Moyenne 4 ans	minimum	Accroissement moyen	maximum
<u>C. obtusa</u>	39	22,9 cm	26,2 cm	0,0 %	<u>14,0 %</u>	36,8 %
<u>C. sciadophylla</u>	31	22,8 cm	31,6 cm	19,2 %	<u>38,0 %</u>	64,7 %

Tableau I Accroissement annuel entre 3 et 4 ans des deux espèces de Cecropia (Parcelle III)

Taxon	6 ans	(N)	7 ans	(N)	8 ans	(N)
Cecropia obtusa	4030 cm ²	(49)	3725 cm ²	(36)	3300 cm ²	(28)
Cecropia sciadophylla	5400	(32)	6100	(30)	6500	(27)
Vismia spp.	3800	(60)	3550	(53)	3675	(48)
Tapirira guianensis	1325	(23)	1500	(24)	1650	(24)
Inga spp.	1610	(12)	1950	(12)	2265	(12)
Autres espèces	5235	(107)	5375	(100)	5810	(107)
Total parcelle 1000 m ²	2,14 m ²	(283)	2,22 m ²	(255)	2,32 m ²	(246)
Total/ha	21,4 m ²		22,2 m ²		23,2 m ²	

Tableau II Evolution de l'aire basale et du nombre d'individus (N) des principaux taxons entre 6 et 8 ans (Parcelle I, 1000 m²)

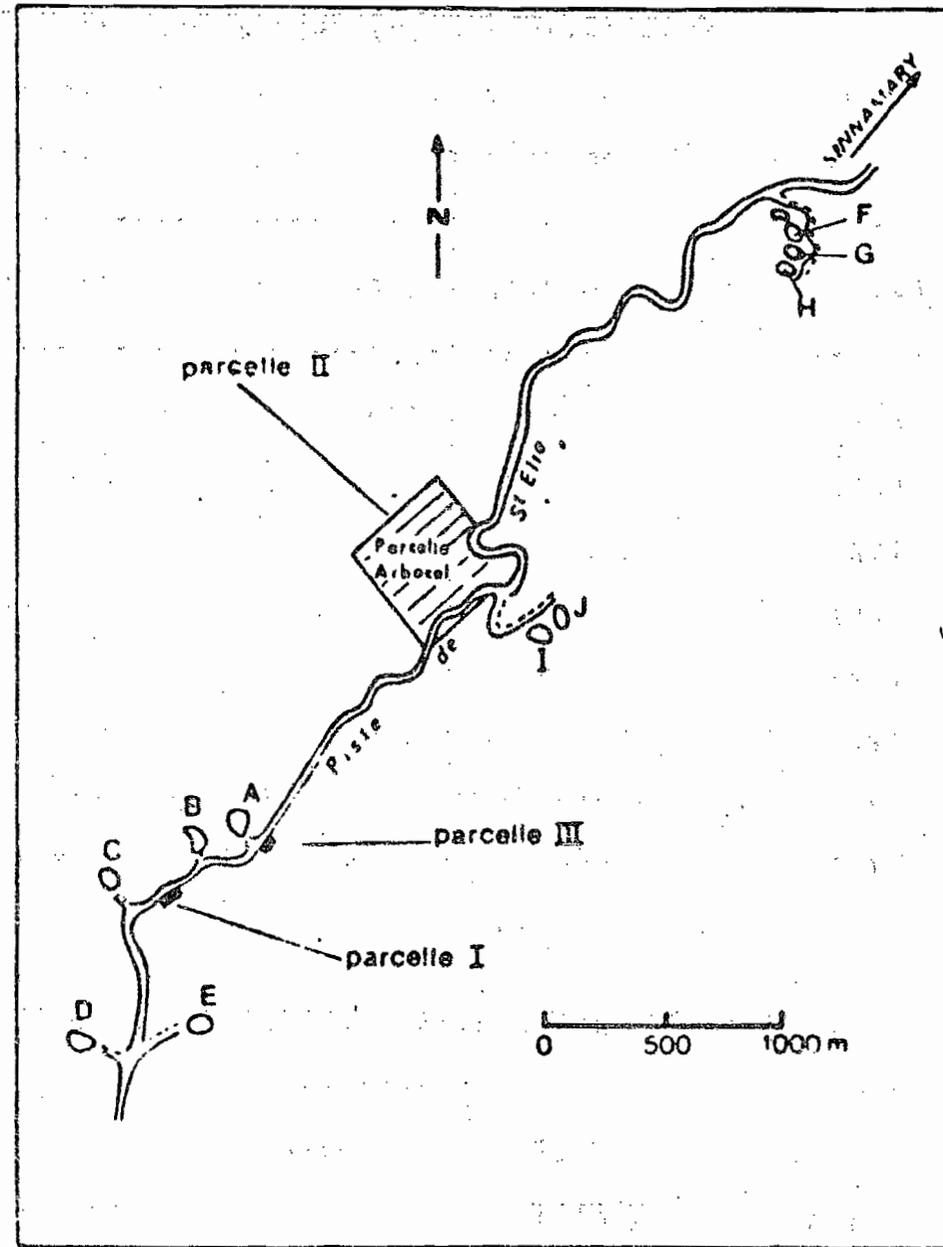
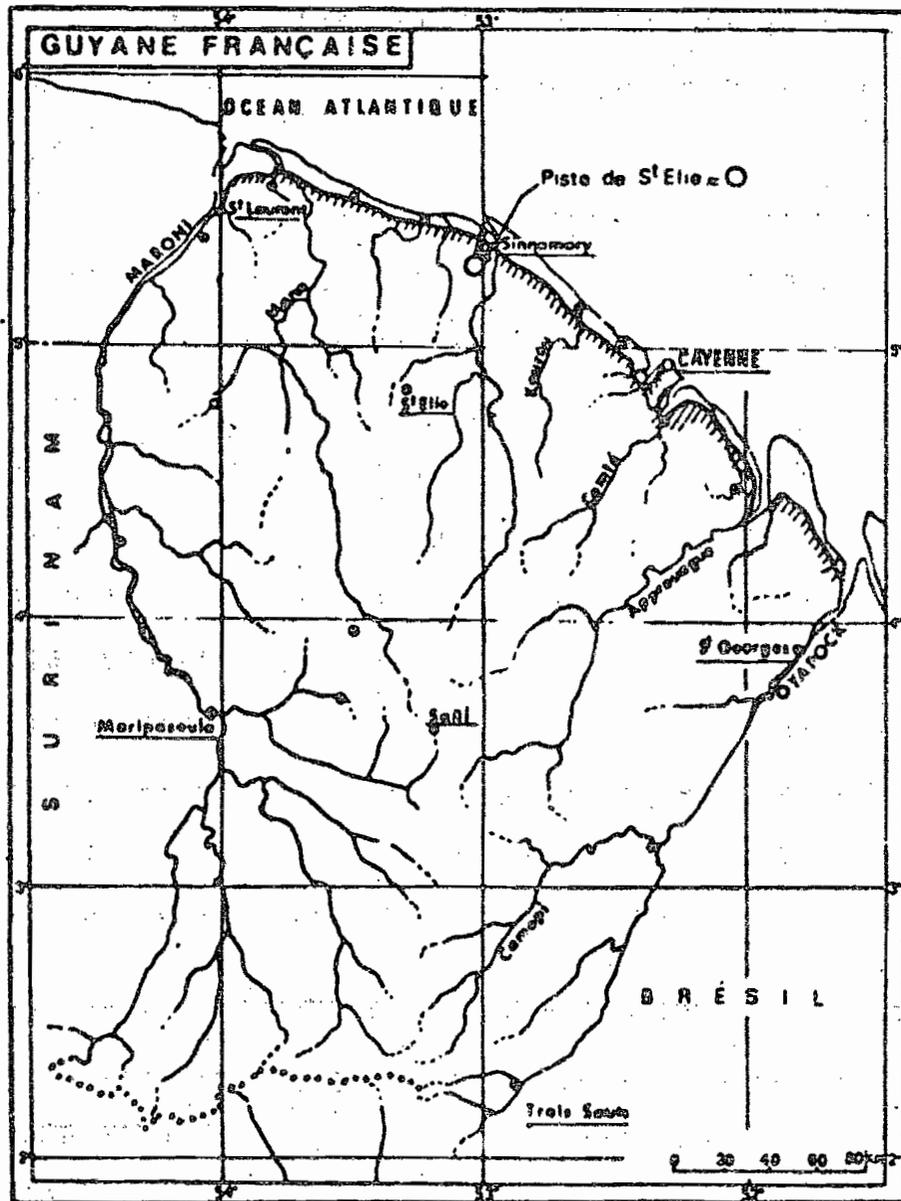
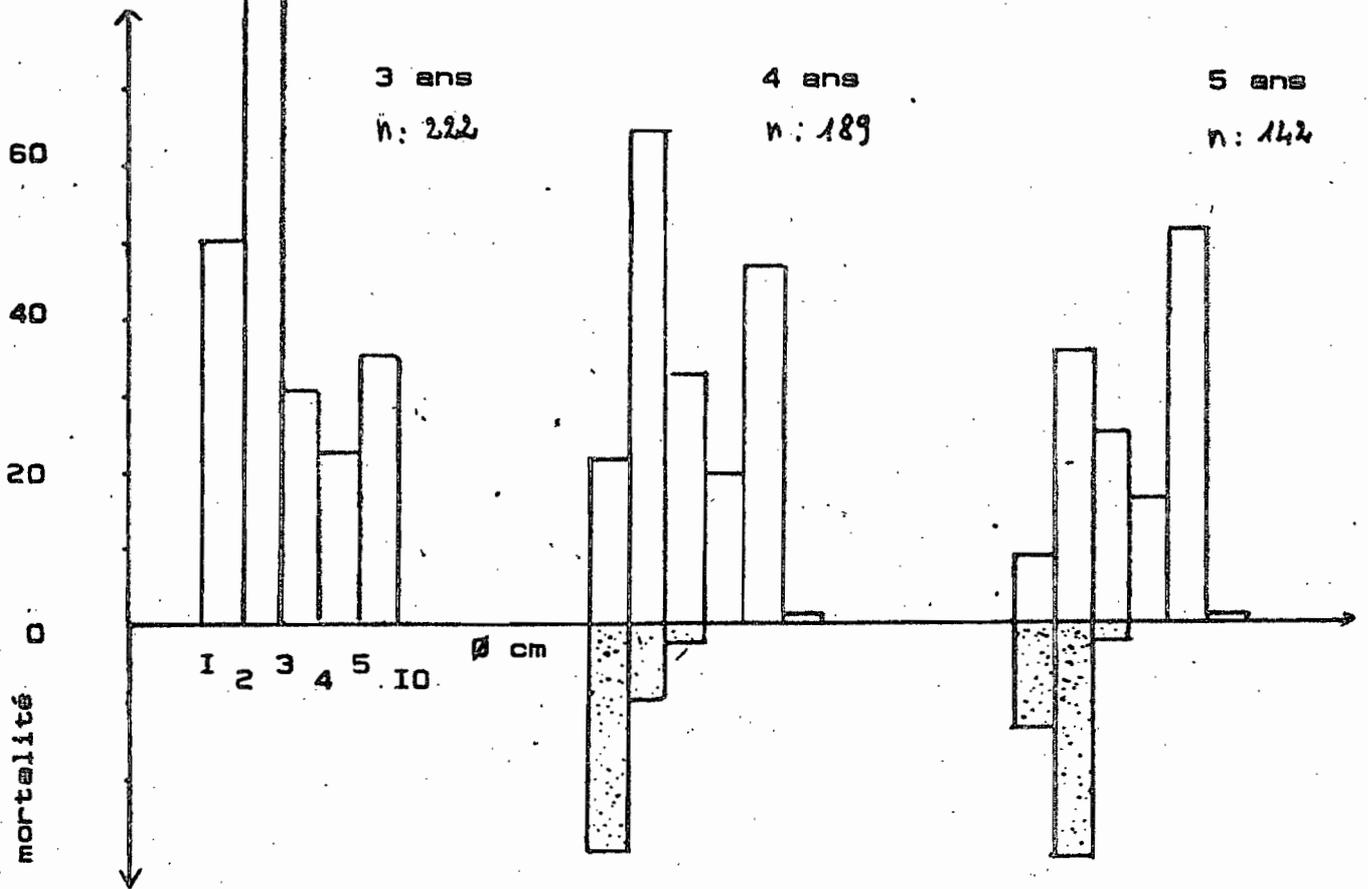


Fig. I Carte de la Guyane et localisation des parcelles en observation Piste de Saint-Elie

Cecropia obtusa

nb
individus

Parcelle II, Arbocel
1000 m²



Cecropia sciadophylla

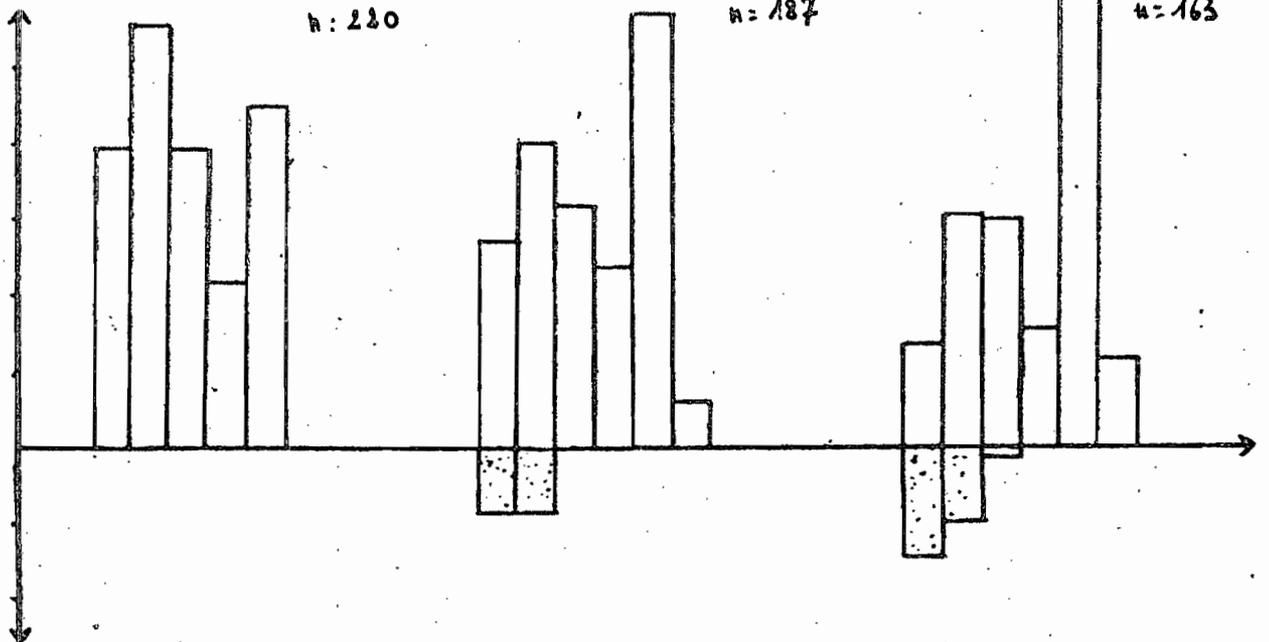


Fig. 3 Evolution de la répartition en nombre d'individus par classe de diamètre, de Cecropia obtusa et C. sciadophylla entre 3 et 5 ans

Parcelle II, Arbocal
1000 m²

- 1 : classe 1-2 cm ϕ
- 2 : 2-3
- 3 : 3-4
- 4 : 4-5
- 5 : 5-10
- 6 : 10-15

% nombre
individus

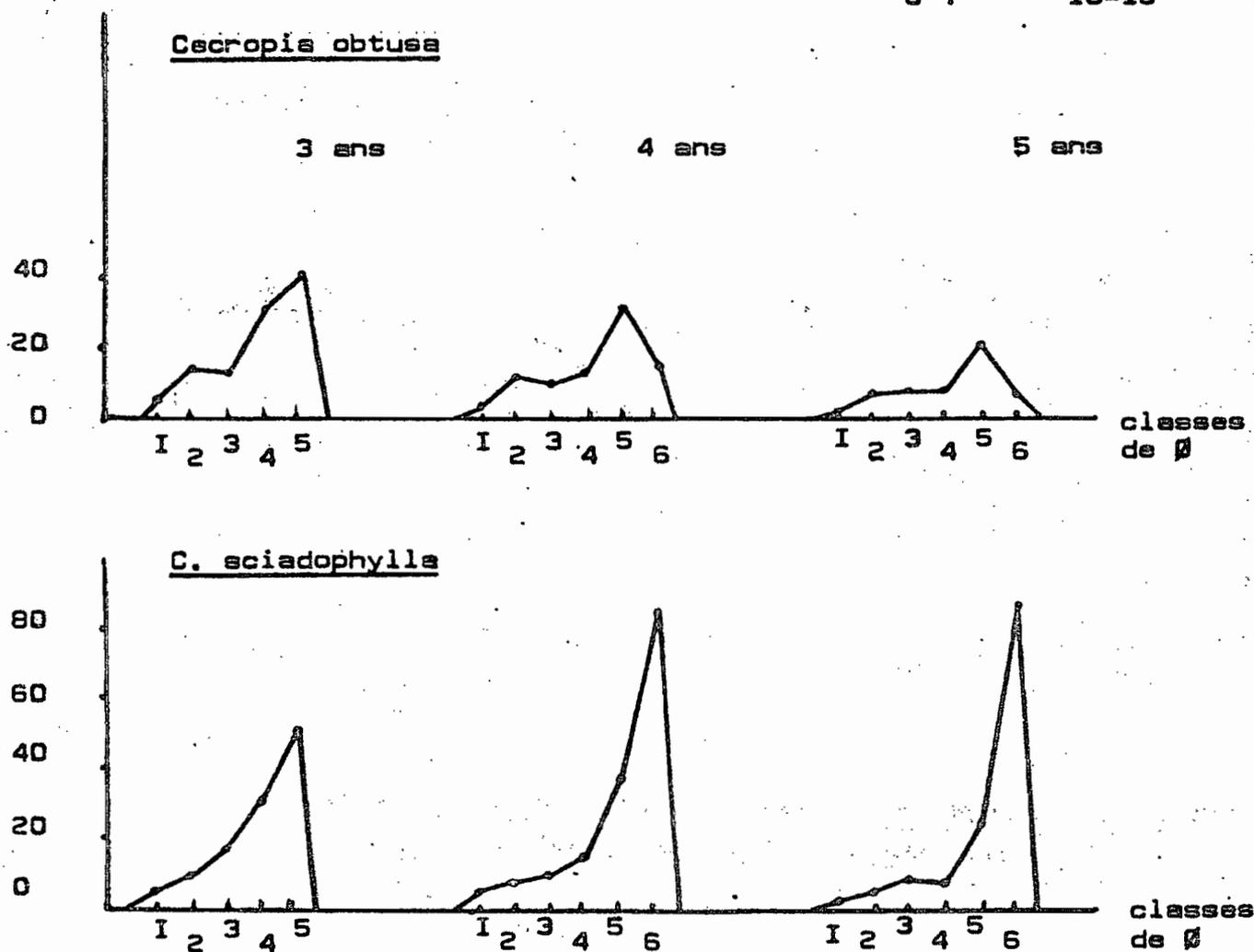
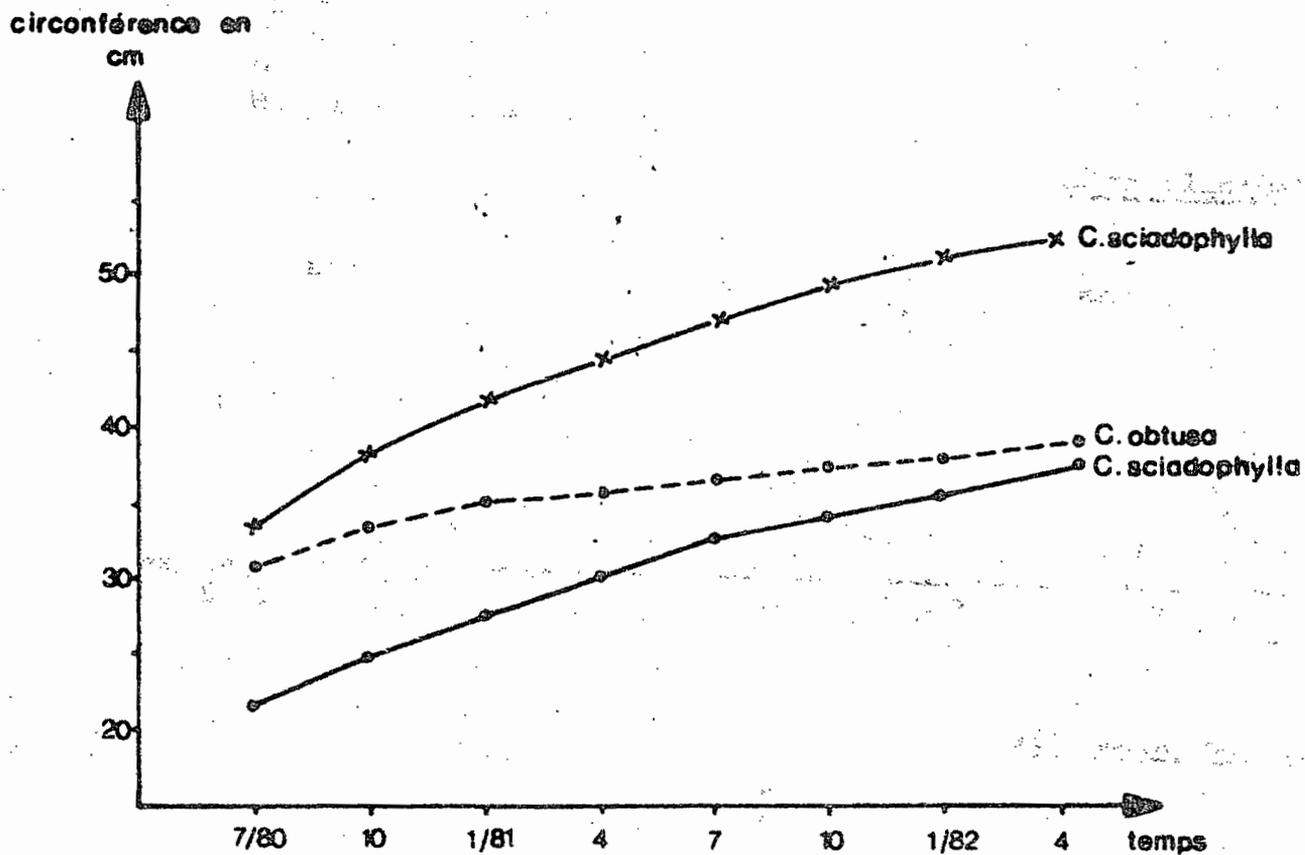


Fig. 4 Evolution de la répartition en pourcentage
du nombre d'individus par classe de diamètre
de Cecropia obtusa et C. sciadophylla entre
3 et 5 ans



**FIG. 5: Un exemple de compétition entre trois *Cecropia*
aux racines aériennes soudées.**

IMPORTANCE DES REJETS DANS LES PREMIERS STADES
DE LA REGENERATION FORESTIERE APRES COUPE,
PISTE DE SAINT-ELIE EN GUYANE

par

Marie-Françoise PREVOST
Laboratoire de Botanique

ORSTOM B.P. 165

97301 CAYENNE Cédex

Importance des rejets dans les premiers stades
de la régénération forestière après coupe,
piste de Saint-Elie en Guyane

Résumé

Le rôle des rejets dans la régénération naturelle après coupe est étudié en Guyane. Leur nombre est d'autant plus grand que la surface forestière coupée est faible et le feu moins intense. Leur importance demeure réduite et limitée dans le temps.

Mots-clés

régénération végétative, réitération, compétition, forêt tropicale humide; Guyane Française.

IMPORTANCE DES REJETS DANS LES PREMIERS STADES

DE LA REGENERATION FORESTIERE APRES COUPE,

PISTE DE SAINT-ELIE EN GUYANE

La régénération naturelle qui suit une coupe forestière se développe à partir :

- des graines présentes dans le sol ou apportées dès l'ouverture du milieu par les oiseaux, chauves-souris et petits mammifères terrestres,
- des rejets des arbres et arbustes dont on a provoqué la chute (régénération végétative ou réitérations traumatiques d'après OLDEMAN (1974) et CASTRO e SANTOS (1980)).
- des plantules des espèces de forêt primaire brutalement exposées à la lumière et cernées, le cas échéant, par le feu ; la participation à la régénération de ces plantules d'espèces sciaphiles peut ainsi être réduite à néant.

Les techniques utilisées au cours du défrichement (engins mécaniques découpant le sol, débardage éventuel, passage du feu, recoupe précoce...) et l'importance de la surface de forêt ainsi traitée, peuvent entraîner des perturbations irréversibles dans l'apparition et la succession des formations végétales héliophiles (ALEXANDRE, 1977).

Si l'étude du développement des espèces issues de graines (pionnières) est souvent abordée, le rôle des rejets dans les premiers stades de la régénération naturelle l'est très rarement et de manière succincte (AUBREVILLE, 1938 en Afrique de l'Ouest, WEBB et al., 1972 au Queensland australien, KARTAWINATA et al., 1980, et RISWAN, 1981 en Indonésie).

En Côte d'Ivoire, AUBREVILLE (loc. cit.) remarque que "les essences de forêt dense ne rejettent pas ou rejettent mal de souche", mais que "si les souches sont jeunes et si la coupe est exposée à la lumière, il se forme parfois des rejets".

La mise en place et le suivi pendant plusieurs années de parcelles en recrû, nous a permis d'observer, à proximité de la piste de Saint-Elie, en Guyane (fig. 1), les deux modes de régénération et leur importance relative.

Localisation de l'étude, méthodologie

Nous disposons actuellement de trois parcelles de 1000 m² dont la repousse est âgée respectivement de 8,5 et

3,5 ans courant 1981 :

- parcelle I liée à l'ouverture de la piste, en 1973 pour le secteur concerné, où les troncs ont été accumulés et en partie brûlés,
- parcelle II (dite ARBOCEL) où le recrû s'est développé après une coupe de type papetier sur 25 ha, avec débardage mécanique de 40 % de la biomasse totale et brûlage,
- parcelle III, après une coupe de type abattis, c'est-à-dire une surface défrichée réduite (ici 1600 m²), pas de débardage des troncs et un brûlage relativement modéré. Aucune plantation n'a suivi le défrichement.

Dans les parcelles II et III, tous les ligneux érigés issus de graines ou de rejets, sont mesurés à partir de 1 cm de diamètre (D.B.H.) ; dans la parcelle I, la plus âgée, ils ne le sont qu'à partir de 5 cm.

Nous étudierons successivement :

- l'impact de la surface défrichée en comparant les parcelles II (25 ha coupés) et III (1600 m² coupés),
- l'évolution des rejets (nombre et participation à l'aire basale),
- l'aspect floristique.

A - Régénération végétative après coupe forestière sur 25 ha et 1600 m² (mesures à partir de 1 cm de D.B.H.)

L'importance relative des rejets est donnée par rapport au nombre total de ligneux érigés (tableau I). Il est clair que la régénération végétative est d'autant plus importante que la surface de forêt coupée est faible : 7,1 % des individus rejettent contre 1,8 % à âge comparable, 3,5 et 4 ans.

Plus la surface d'un défrichement est grande, plus l'amplitude de la variation des facteurs microclimatiques (température, lumière, hygrométrie) augmente. La réaction des différentes espèces habituées au milieu forestier fort bien tamponné, et subitement amputées de plus de 95 % de leur biomasse aérienne, est difficile à prévoir.

Le petit nombre de rejets observé dans la parcelle ARBOCEL a déjà été souligné par MAURY (1979) et de FORESTA (1981) qui recense 159 rejets/ha dans le recrû de 3,5 ans et attribue au passage du feu un rôle déterminant. Il est exact que dans

notre parcelle III, où la forêt n'a été coupée que sur 1600 m², le brûlage a été relativement doux et que, jamais, nous n'avons observé de grandes zones calcinées demeurant nues pendant plusieurs années.

L'action néfaste du feu sur la régénération végétative a été également démontrée en Indonésie par KARTAWINATA et al. (1980).

La répartition par classes de diamètre (tableau II) confirme cette différence : 4 rejets dépassent 5 cm de diamètre à 3,5 ans dans la parcelle III, aucun n'atteint cette taille à 5 ans dans la parcelle II.

B - Evolution de la régénération végétative

Cette évolution est suivie sur les parcelles I et III (tableau III) entre 2,5 et 8 ans et représentée graphiquement sur la figure 2. Nous nous sommes limités aux rejets de 5 cm de diamètre et plus, les seuls susceptibles à ce stade de poursuivre leur développement. Les rejets de diamètre inférieur se maintiennent sans croître et disparaîtront peu à peu. Un petit nombre de rejets atteignent ces 5 cm quand le recrû est âgé de 2,5 à 3 ans ; ils ne représentent que 2,3 % des 175 individus à 3,5 ans. Entre 6 et 8 ans leur nombre s'est maintenu à 9 (3,2 à 3,6 % de l'inventaire), tandis que celui des individus issus de graines diminue régulièrement, la mortalité affectant en particulier Cecropia obtusa Tréc. (Moraceae) et Vismia spp. (Guttifères) (PREVOST, 1981 et fig. 2).

La participation des rejets à l'aire basale (tableau III) est peu importante* et n'augmente pas, ce qui signifie que les rejets appartiennent aux petites classes de diamètre (5-10 et exceptionnellement 10-15 cm) et que leur accroissement diamétral est faible. Il ne s'agit que de réitérations partielles du modèle initial (OLDEMAN, 1974).

C - Floristique

Existe-t-il un lien entre la floristique et l'aptitude des arbres à rejeter ?

Rappelons que si la détermination botanique au niveau familial est relativement aisée** il est beaucoup plus difficile

* elle est en fait sous-estimée puisque seul, le plus gros rejet est pris en considération alors que la plupart des espèces ont développé plusieurs réitérations.

** Merci à Jacky PAWE, indien wayapi de Trois-Sauts, notre fidèle collaborateur sur le terrain.

d'arriver au genre et à l'espèce, exception faite pour les essences les plus communes que sont l'angélique (Dicorhynia guianensis Amsh.), le vouacapou (Vouacapoua americana Aubl.) et le wapa (Eperua falcata Aubl.), trois Caesalpiniaceae. Comme dans tout inventaire en forêt guyanaise (LESCURE, 1981), un petit nombre d'arbres demeurent indéterminés.

La réalisation d'un profil architectural en forêt primaire, courant septembre 1981, nous permet d'observer sur 93 arbres de D.B.H. > 5 cm coupés/900 m², l'aptitude à rejeter des différentes espèces. Les plus gros arbres de la parcelle n'ont pas été touchés, maintenant un léger ombrage ; la coupe n'a concerné que les arbustes du sous-bois et les troncs de diamètre moyen et il n'y a pas eu passage du feu.

Six mois après coupe on observe que :

- 22 arbres ne présentent aucun rejet ; ce sont en majorité des Annonaceae (10 cas sur les 22),
- 71 arbres réitèrent plus ou moins abondamment et, parmi eux 10 dépassent déjà 1 cm de diamètre à la base : il s'agit de 4 Lecythidaceae, 3 Caesalpiniaceae (dont un Macrolobium bifolium (Aubl.) Pers. et un Eperua falcata), 2 Elaeocarpaceae et une Sapindaceae.
- les 61 arbres qui développent des rejets de diamètre inférieur à 1 cm de diamètre sont, dans l'ordre, les Annonaceae (13 cas), Lecythidaceae (10), Sagotia sp. (Euphorbiaceae) (6), Eperua falcata (4) etc...

OLDEMAN/a déjà constaté "une réitération insignifiante des Annonaceae du genre Duguetia".

Bien que ne présentant que 9 "gros" rejets, la parcelle I est intéressante à détailler puisque floristiquement on reconnaît, 6 Lecythidaceae, 1 Eperua falcata, 1 Vouacapoua americana et 1 indéterminé, ce qui confirmerait une meilleure aptitude des mahots (terme employé en Guyane pour les diverses Lecythidaceae) à réitérer traumatiquement.

DISCUSSION

La relative abondance des rejets observée six mois après coupe ne doit cependant pas faire illusion ; la majorité d'entre eux demeure au stade "petit diamètre" et disparaît peu à peu comme nous le remarquons sur les autres parcelles en observation depuis/longtemps. On peut, peut-être, chercher dans l'origine des rejets la cause de cette plus ou moins abondante régénération végétative.

Les rejets proviennent du développement de bourgeons présents mais inhibés (dormants) par la dominance apicale, ou de

bourgeons néoformés (adventifs) dont la localisation est imprévisible car sans liaison avec la phyllotaxie (CASTRO e SANTOS, 1980, citant ZIMMERMANN et BROWN, 1971).

Il est souvent très difficile de différencier ces deux origines ; dans certains cas, cependant, la profusion et le développement anarchique des rejets issus d'un même point sur un tronc, laisse penser à une origine adventive plutôt qu'au débouffement de bourgeons sériaux. L'observation plus précisée des espèces à phyllotaxie opposée décussée (Rubiaceae, Myrtaceae, Guttifères, Rhizophoraceae, certaines Apocynaceae et Violaceae etc.) devrait nous permettre d'apporter quelques éléments de réponse, bien que ces familles soient plus représentatives du sous-bois et de l'étage moyen que des étages supérieurs.

Conclusion

Malgré l'amputation de la quasi totalité de leur biomasse aérienne, une partie des arbres coupés rejette. Numériquement importants au début de la régénération, d'autant plus que la surface de forêt coupée est plus faible et l'action du feu moins intense, les rejets n'atteignent jamais de gros diamètres et n'entrent pas en concurrence directe avec les espèces pionnières qui se développent parallèlement à partir de graines. Les Lécythidaceae et dans une moindre mesure Eperua falcata (Caesalpinaceae) semblent les plus aptes à réitérer traumatiquement ; il ne s'agit cependant que de réitérations partielles. Les Annonaceae au contraire réitérent mal. Il faudrait développer ces observations au niveau spécifique et non plus seulement familial.

B I B L I O G R A P H I E

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

- ALEXANDRE D.Y. - 1977 - Essai d'approche schématique des phénomènes de compétition au cours de la régénération et son application au problème des adventices dans le système agricole traditionnel. Miméogr. ORSTOM, Abidjan, 15 p.
- AUBREVILLE A. - 1938 - La forêt coloniale. Les forêts de l'A.O.F. S.E.G.M.C. Paris, 244 p. + 18 pl. h.t.
- CASTRO e SANTOS A. - 1980 - Essai de classification des arbres tropicaux selon leur capacité de réitération. *Biotropica*, 12 (3), 187-194.
- FORESTA H. (de) - 1981 - Premier temps de la régénération naturelle après exploitation papetière en forêt tropicale humide. Arbocel, Guyane Française. Thèse 3e Cycle USTL, Montpellier, 124 p.
- KARTAWINATA K., S. RISWAN and H. SOEDJITO - 1980 - The floristic change after disturbances in lowland Dipterocarp forest in east Kalimantan, Indonesia. in *Tropical Ecology and Development. Proceedings of the V th International Symposium of Tropical Ecology.* FURTADO ed., Kuala-Lumpur, 47-54.
- LESCURE J.P. - 1981 - La végétation et la flore dans la région de la piste de Saint-Elie. *Bull. Liaison du Groupe de Travail sur l'Ecosystème Forestier Guyanais*, n° 3, 4-24.
- MAURY G. - 1979 - Plantules et régénération forestière en Guyane Française : premières constatations sur une coupe à blanc de 25 ha. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 126 (3), 165-171.
- OLDEMAN R.A.A. - 1974 - L'architecture de la forêt guyanaise. *Mémoires ORSTOM*, Paris, n° 73, 204 p.
- PREVOST M.F. - 1981 - Evolution d'une jeune forêt secondaire entre six et sept ans après coupe, piste de Saint-Elie. *Bull. Liaison du Groupe de Travail sur l'Ecosystème Forestier Guyanais*, n° 3, 82-92.

...

- RISWAN S. - 1981 - Natural regeneration in lowland tropical forest in East Kalimantan, Indonesia (with reference to Kerangas Forest). in Forest Regeneration in Southeast Asia, Biotrop Spec. Publ. n° 13, 145-152.
- WEBB L.J., J.G. TRACEY and W.T. WILLIAMS - 1972 - Regeneration and pattern in the subtropical rain forest. J. Ecol. 60, 675-695.
- ZIMMERMANN M.H. and C.L. BROWN - 1971 - Trees. Structure and Function. Springer Verlag, New-York, 336 p.

Parcelle II			
(1000 m ²)	3 ans	4 ans	5 ans
effectif à partir de 1 cm de \emptyset	1 751	1 794	1 743
nombre de rejets	26	33	51
%	1,5	1,8	2,9

Parcelle III		
(1000 m ²)	2,5 ans	3,5 ans
effectif à partir de 1 cm de \emptyset	1 571	1 433
nombre de rejets	102	103
%	6,5	7,1

Tableau I. Importance des rejets en relation avec la surface défrichée (parcelle II 25 ha coupés, parcelle III 1600 m² coupés)

Parcelle II (1000 m ²)	\emptyset en cm						total
		1	2	3	4	5 >	
3 ans		21	5				26
4 ans		22	8	3			33
5 ans		33	11	5	2		51

Parcelle III (1000 m ²)	\emptyset en cm						total
		1	2	3	4	5 >	
2,5 ans		70	19	10	2	1	102
3,5 ans		63	20	12	4	4	103

Tableau II. Evolution de la répartition des rejets par classes de diamètre (parcelle II 25 ha coupés, parcelle III 1600 m² coupés)

=====			
: <u>Parcelle III</u>	: <u>2,5 ans</u>	: <u>3,5 ans</u>	:
: aire basale en	:	:	:
: m ² /ha	: 10,1	: 14,2	:
: aire basale des	:	:	:
: rejets	: 0,47	: 0,63	:
: %	: 4,6	: 4,4	:

: <u>Parcelle II</u>	: <u>3 ans</u>	: <u>4 ans</u>	: <u>5 ans</u>
: aire basale en	:	:	:
: m ² /ha	: 11,2	: 16,3	: 19,9
: aire basale des	:	:	:
: rejets	: 0,08	: 0,13	: 0,23
: %	: 0,7	: 0,8	: 1,1

: <u>Parcelle I</u>	: <u>6 ans</u>	: <u>7 ans</u>	: <u>8 ans</u>
: aire basale en	:	:	:
: m ² /ha	: 21,4	: 22,2	: 23,2
: aire basale des	:	:	:
: rejets	: 0,26	: 0,27	: 0,28
: %	: 1,2	: 1,2	: 1,2
=====			

Tableau III. Participation des rejets à l'aire basale

(parcelle II et III à partir de 1 cm de D.B.H.

parcelle I à partir de 5 cm de D. B. H.)

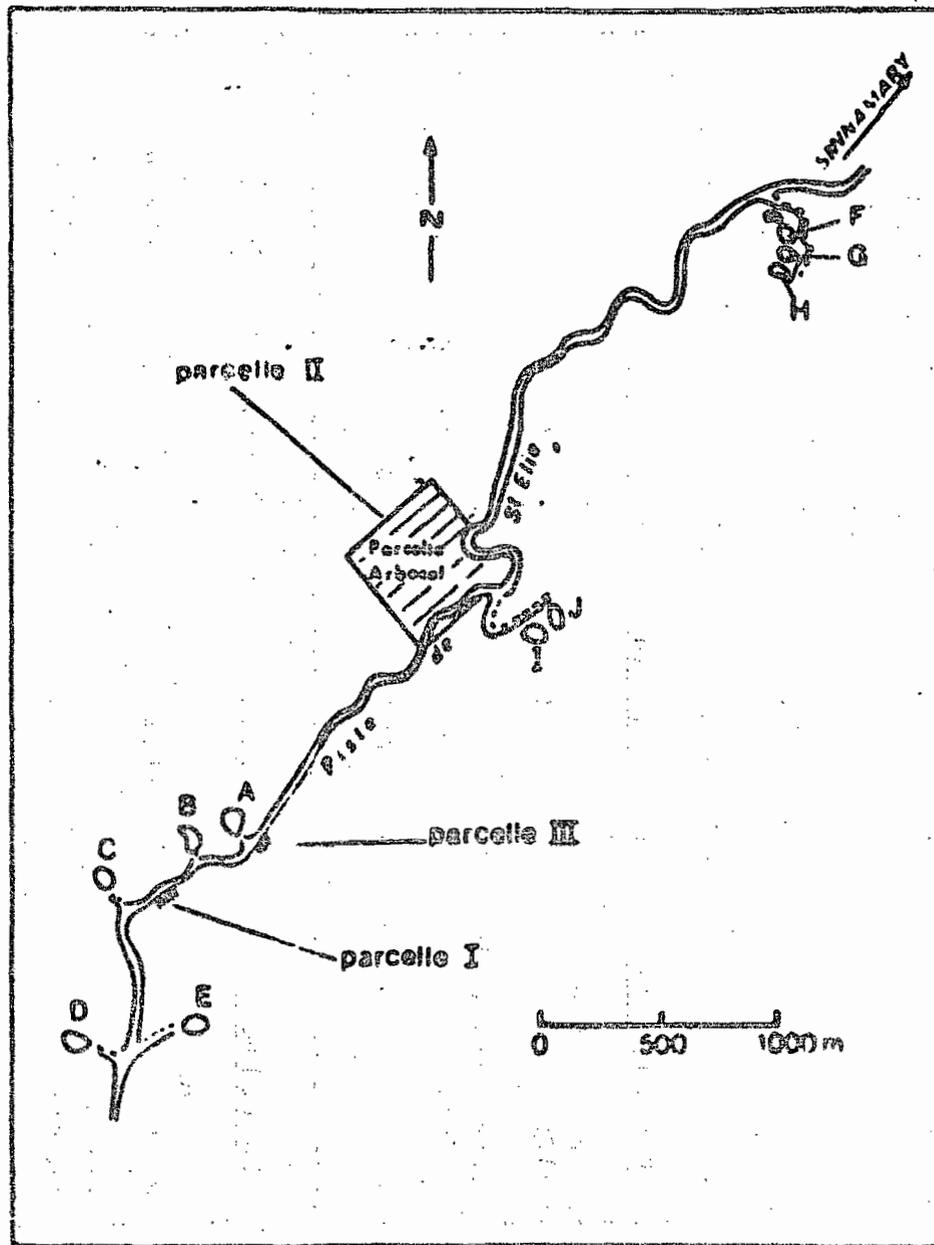
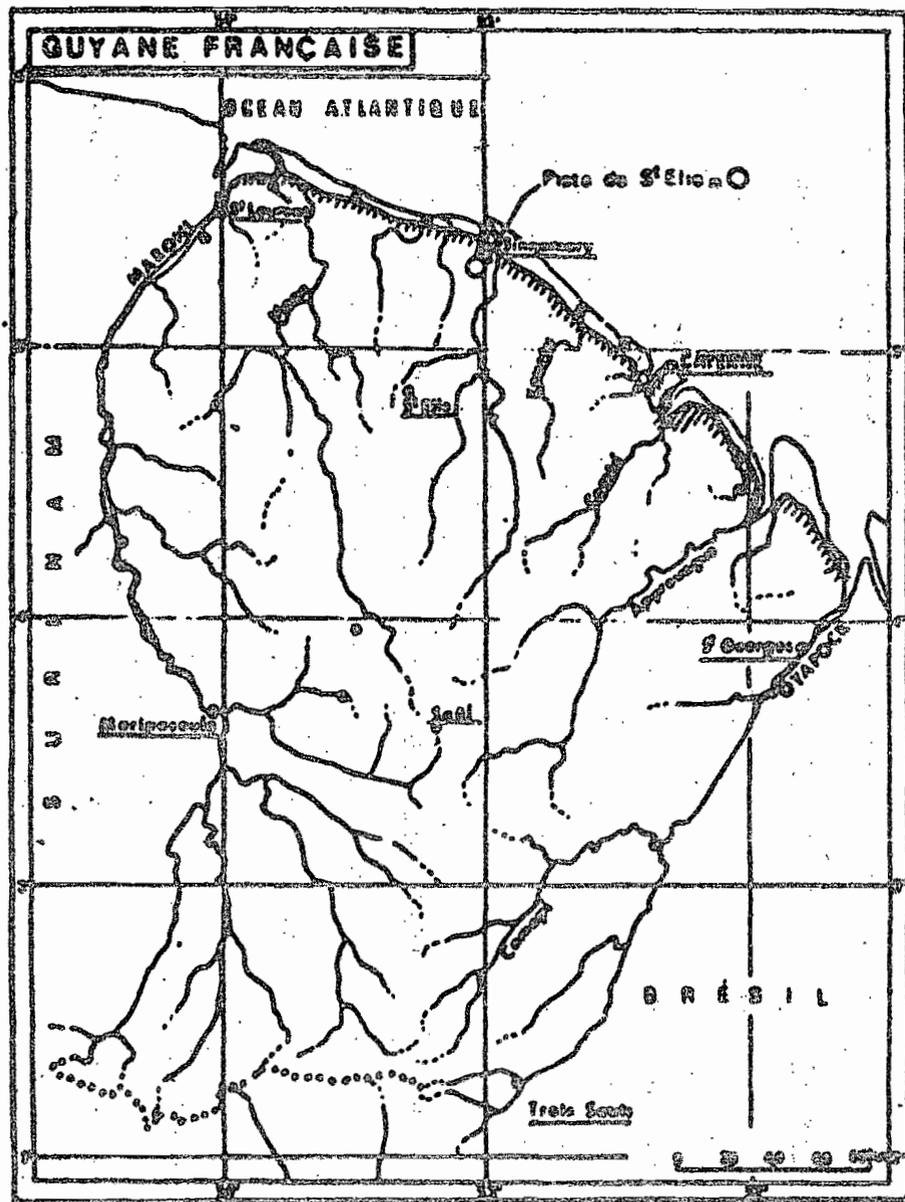


Fig. I Carte de la Guyane et localisation des parcelles en observation Plate de Saint-Elie.

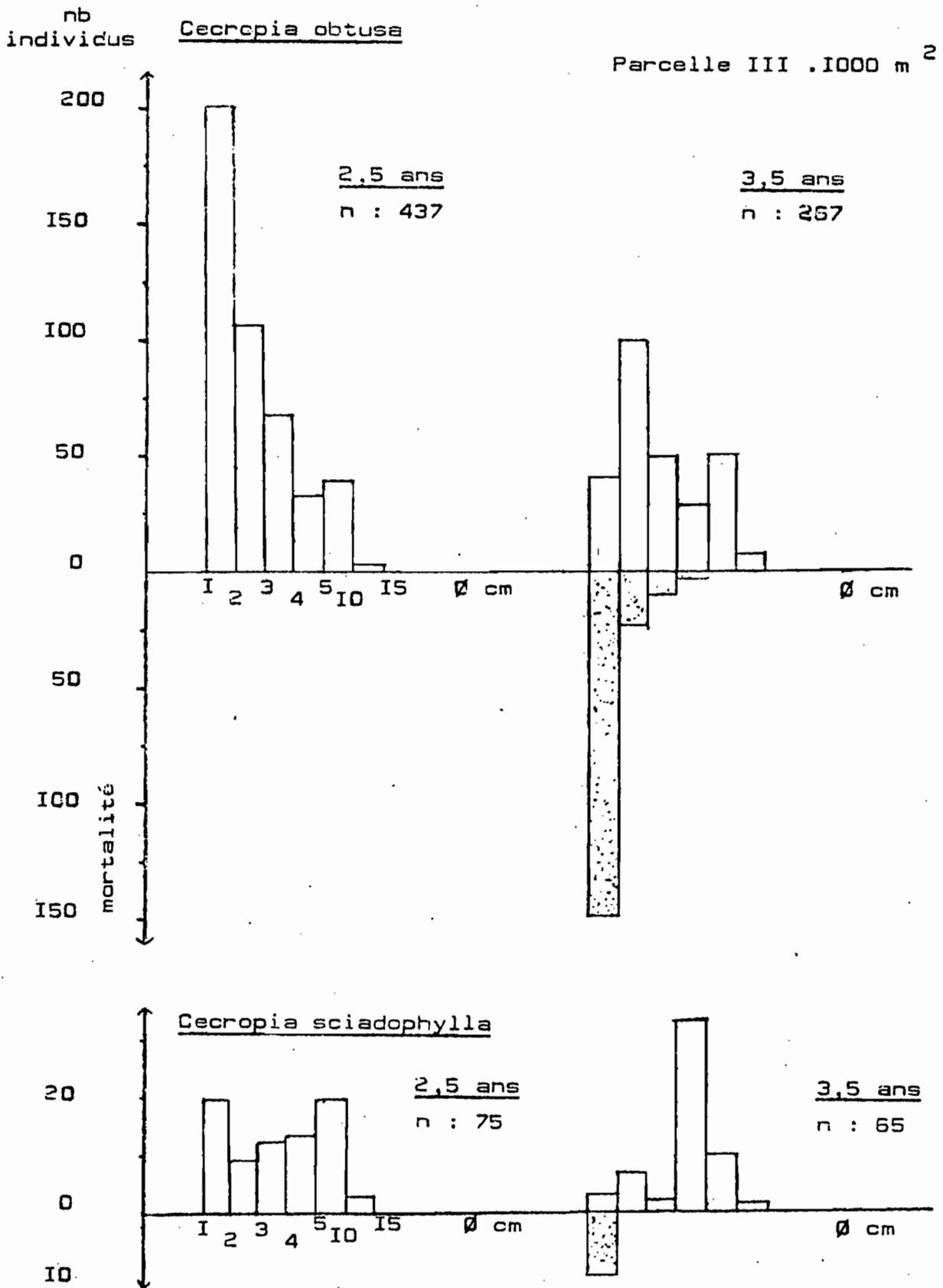


Fig.2 Evolution de la répartition, en nombre d'individus par classe de diamètre, de Cecropia obtusa et C. sciadophylla entre 2,5 et 3,5 ans.

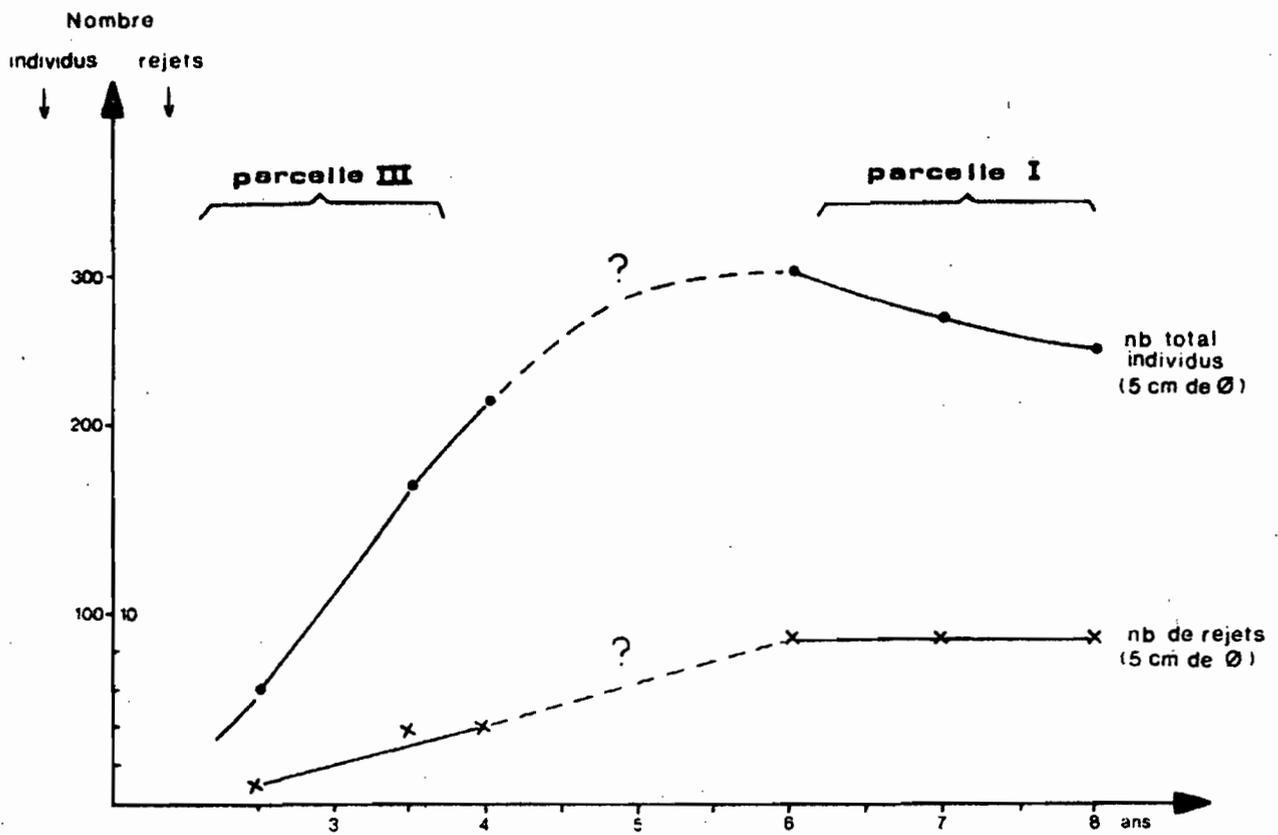


FIG:2. Importance des rejets dans la régénération. Comparaison des parcelles I et III.