

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE D'ADIOPODOUME
B.P. V-51 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

ÉTUDE DE LA BIOMASSE VÉGÉTALE ET DU STOCK DE CARBONE
DANS LA VÉGÉTATION, LA LITIÈRE ET LE SOL
AU COURS DE LA SUCCESSION SECONDAIRE
DANS LE SUD-OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE

T. JAFFRÉ, E. FRITSCH, Ch. de NAMUR

(Communication présentée au premier colloque de l'action incitative
M.R.I./P.I.R.E.N. sur le cycle du carbone - Meudon 10-11 mars 1983).

INTRODUCTION

Les travaux consacrés à la biomasse, à la minéralomasse et aux réserves minérales et organiques des recrûs forestiers en zone intertropicale sont peu nombreux en comparaison de ceux traitant de la biomasse et de la minéralomasse des forêts à maturité. Ces dernières ayant été largement étudiées dans le cadre du P.B.I., et notamment en Côte d'Ivoire (Bernhard 1970, Bernhard-Reversat 1975, Bernhard-Reversat et *al.* 1975).

L'étude de la dynamique de la phytomasse et du stock de carbone dans la végétation, la litière et le sol au cours de la succession secondaire a été menée dans la région de TAI, sud-ouest ivoirien (fig. 1), où se poursuit depuis 1975 un projet M.A.B. sur les effets de l'accroissement des activités humaines sur la forêt. Elle porte sur une série de recrûs forestiers occupant des champs abandonnés à la suite d'une seule culture de riz pluvial sur brûlis de défrichement de la forêt. Tous les champs retenus se trouvent sur un même type de sol.

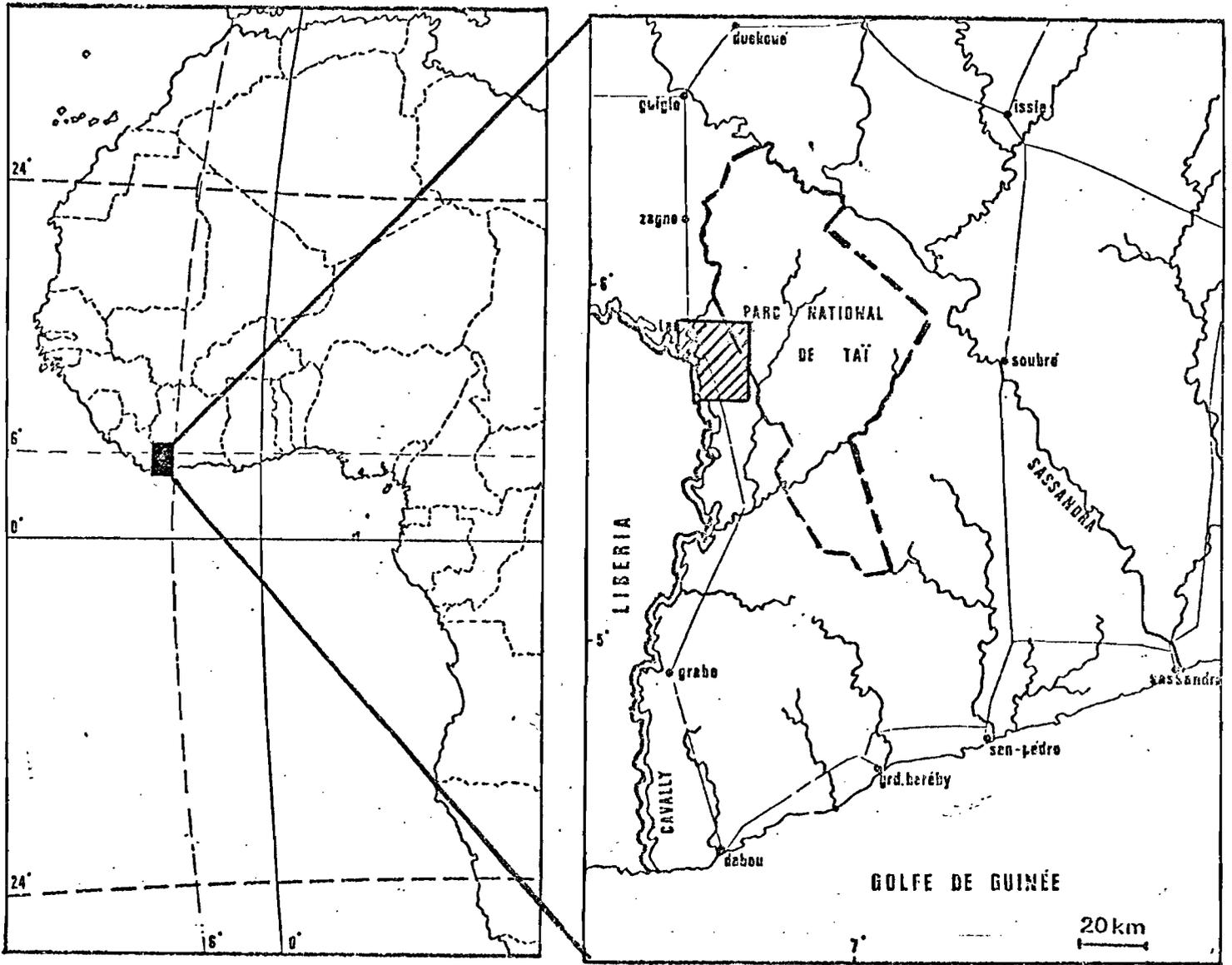
. LA BIOMASSE VEGETALE

La biomasse végétale épigée a été déterminée dans un champ de riz après la récolte, dans des recrûs de 14 et 26 mois de 4, 6 1/2, 10, 15 et 40 ans. La biomasse racinaire a été déterminée jusqu'au stade 6 ans 1/2.

Les études floristiques et structurales de tels recrûs forestiers ont donné lieu à plusieurs publications (Alexandre et *al.*, 1978, Khan 1982).

La biomasse épigée

Jusqu'au stade 15 ans l'évaluation de la biomasse épigée a été effectuée par coupe intégrale et pesée de la végétation sur deux parcelles de 625 ou 1250 m². Les poids des différentes compo-



 Zone d'étude

Figure 1

santes de la biomasse (*Macaranga hurifolia*, lianes, Marantacées et Zingibéracées, espèces diverses) ont été déterminés ainsi que les proportions de bois et de feuilles des espèces arbustives ou arborescentes.

Pour la friche de 40 ans il a été procédé (sur deux surfaces de 2500 m²) à une évaluation indirecte de la biomasse à partir des volumes, calculés à l'aide de tarifs de cubages, et des masses volumiques des espèces représentées. La méthode d'étude a été décrite en détail (Jaffré, de Namur, 1983).

Les résultats (fig. 2) indiquent que la biomasse épigée augmente progressivement avec l'âge des recrûs. A partir de ces résultats nous avons calculé les valeurs des paramètres régissant la droite de régression liant la phytomasse (en t/ha) à l'âge des recrûs (en mois). L'équation de la droite s'écrit $y = 0,4740 x + 5591$; (R = 0,99).

Dans l'hypothèse où l'accroissement de biomasse en fonction du temps demeurerait linéaire jusqu'au stade de maturité de la forêt une biomasse de 450 t/ha (moyenne des valeurs données par Huttel (1969) pour la forêt de TAI) serait atteinte 80 années après l'abandon de la culture. Il est cependant vraisemblable qu'une diminution du taux d'accroissement de la biomasse intervienne à l'approche du stade de maturité de la forêt et que 80 années représente le temps minimum requis pour la reconstitution de la biomasse initiale. Le temps réel serait de l'ordre du siècle, valeur également avancée par Lescure (communication personnelle) pour la reconstitution de la biomasse en zone forestière guyanaise.

La figure 2 montre aussi une évolution différente des principales composantes de la biomasse. Les premiers stades sont marqués par le développement du peuplement pionnier à *Macaranga hurifolia*. Le dépérissement de cette espèce déjà sensible au stade 6 ans 1/2 intervient massivement entre 10 et 15 ans. Corrélativement à la disparition de *Macaranga hurifolia* on assiste à un accroissement important de la biomasse des espèces diverses comprenant un fort contingent d'espèces des forêts secondaires. Les lianes dont le rôle est important dans le processus de la reconstitution forestière (de Namur, 1980) interviennent de manière plus discrète dans la constitution de la biomasse épigée excepté au stade 6 ans 1/2 où elles constituent plus de 20% de la biomasse totale. Les Marantacées

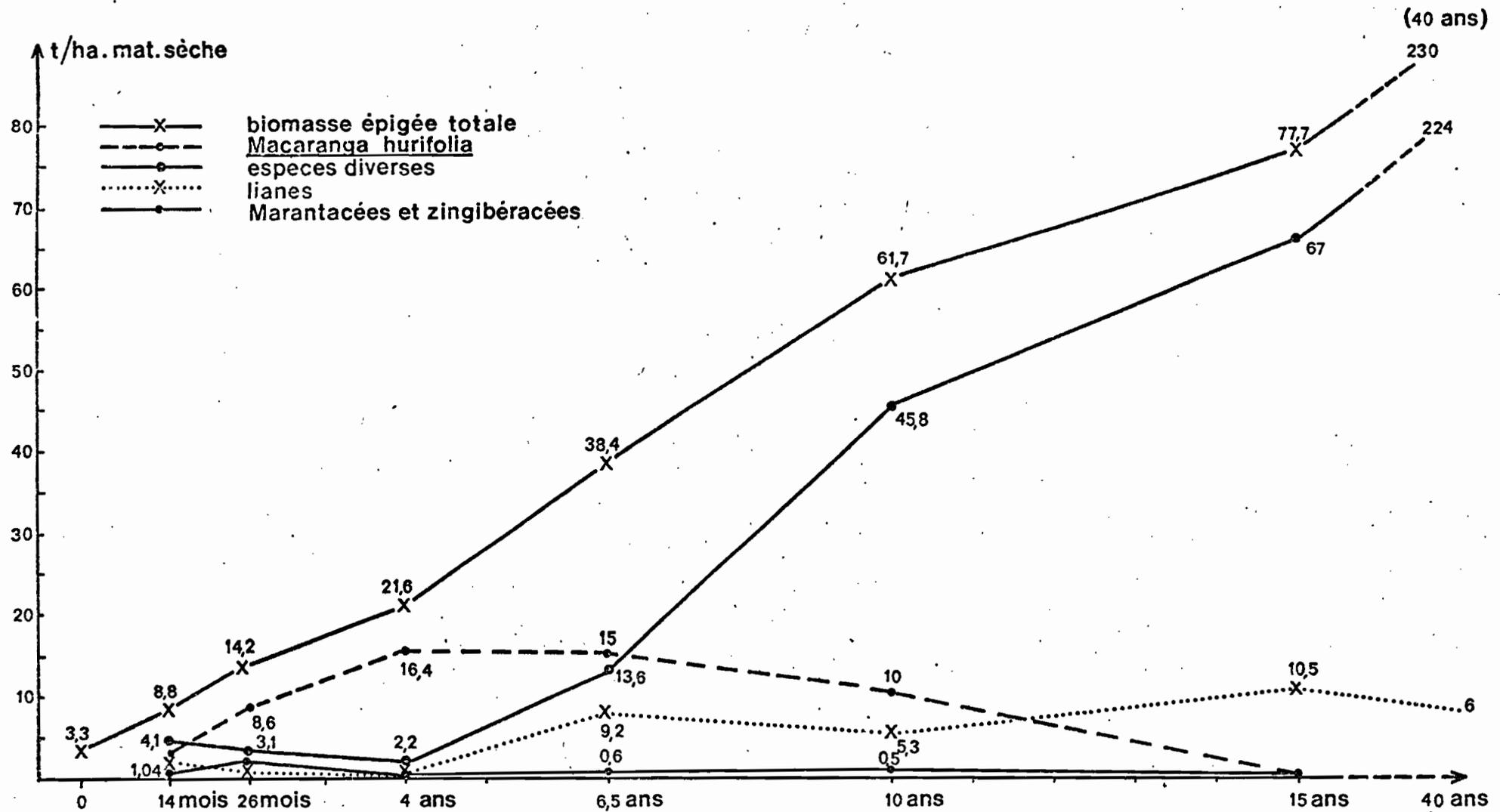


Fig. 2 Evolution de la biomasse végétale épigée et de ses composantes au cours de la succession secondaire

et les Zingibéracées qui représentent l'élément herbacé des recrûs n'interviennent que pour une faible fraction dans la constitution de la phytomasse.

La biomasse racinaire

Bien que l'évaluation de la biomasse racinaire soit toujours difficile à réaliser elle se trouve facilitée dans le cas des recrûs à *Macaranga hurifolia* en raison de la dominance de cette espèce pionnière qui confère une certaine homogénéité au couvert végétal. Toutefois l'interprétation des résultats demeure délicate car les valeurs obtenues sont plus ou moins surévaluées à cause de la présence dans le sol de racines anciennes, mortes ou en voie de dégénérescence, appartenant à des souches témoins de la formation forestière antérieure au défrichement.

L'évaluation de la biomasse racinaire a été réalisée pour les cinq premiers stades de la chronoséquence étudiée. Dans chaque recrû les racines ont été triées dans deux échantillons de sol de 1 m³ (1 m de profondeur sur 1 m² de surface).

Les biomasses racinaires à différents stades de la succession secondaire sont comparées aux biomasses épigées sur la figure 3.

A l'abandon du champ la biomasse racinaire représente 73% de la biomasse totale, à 14 mois 51%, à 26 mois 4 ans et 6 ans 1/2 environ 40%. Les valeurs données pour les stades 15 ans et 40 ans, représentant respectivement 30 et 18% de la biomasse totale, résultent d'une estimation provisoire s'appuyant essentiellement sur des données bibliographiques (Bartholomew et al. 1953; Muller et Nielsen 1965, Rodin et Bazilevich 1964, Parde 1978).

Les proportions de racines contenues dans les 20 premiers centimètres de sol, soit la première tranche de sol à être explorée par les systèmes racinaires des espèces pionnières, s'établissent à 46,5% de la biomasse totale à l'abandon de la culture, à 79% à 14 mois, 88% à 26 mois, 93% à 4 ans et 81% à 6 ans 1/2. Ces valeurs témoignent de la présence de racines anciennes préexistantes à la culture de riz. Leur importance est maximale à l'abandon du champ de riz et devient insignifiante à partir du stade 4 ans.

. LE STOCK DE CARBONE DANS LA BIOMASSE VEGETALE

Le calcul des quantités de carbone stocké dans la végétation a été effectué à partir du poids des principales composantes de la biomasse et des teneurs moyennes en carbone de chacune de ces composantes.

Les échantillons de poudres végétales pour analyse ont été constitués lors des études de biomasse et leurs teneurs en carbone ont été déterminées par coulométrie.

- Les compositions carbonées moyennes des lianes et des Marantacées et Zingibéracées sont déterminées pour chaque stade à partir de l'analyse de cinq échantillons représentatifs constitués chacun de 3 à 4 kg de matière sèche.

- Celle de *Macaranga hurifolia* (espèce dominante des stades jeunes) est établie à partir de l'analyse de 5 à 9 échantillons de bois (troncs et branches) et d'échantillons de feuilles, chaque échantillon étant constitué d'une dizaine de prélèvements élémentaires.

- La composition carbonée moyenne des feuilles et celle des tissus ligneux (bois + écorce) des espèces diverses sont obtenues pour chaque stade en faisant la moyenne des teneurs en carbone des principales espèces du peuplement.

- La teneur en carbone des racines est donnée par la moyenne des teneurs de deux échantillons constitués chacun par l'ensemble des racines prélevées dans 1 m³ de sol.

Tous les résultats sont rassemblés dans le tableau 1. Les stocks de carbone de la biomasse épigée et de la biomasse racinaire sont comparés sur la figure 4.

Il apparaît que pour les stades jeunes jusqu'à 14 mois le carbone immobilisé est plus important dans la biomasse racinaire que dans la phytomasse épigée.

Les quantités totales de carbone dans la biomasse végétale s'échelonnent de 8,30 t/ha à 14 mois à une valeur de l'ordre de 130 t/ha à 40 ans.

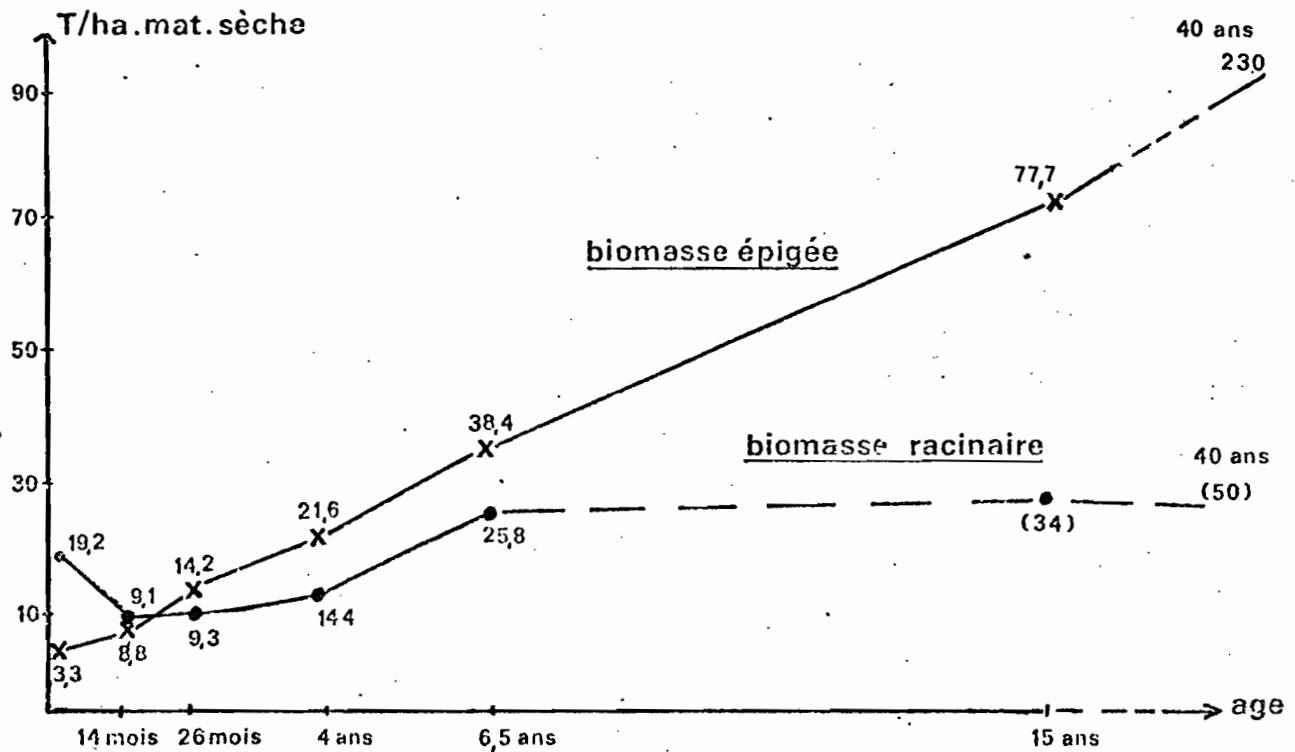


Fig 3 : Comparaison de l'évolution de la biomasse racinaire et de la biomasse épigée au cours de la succession secondaire

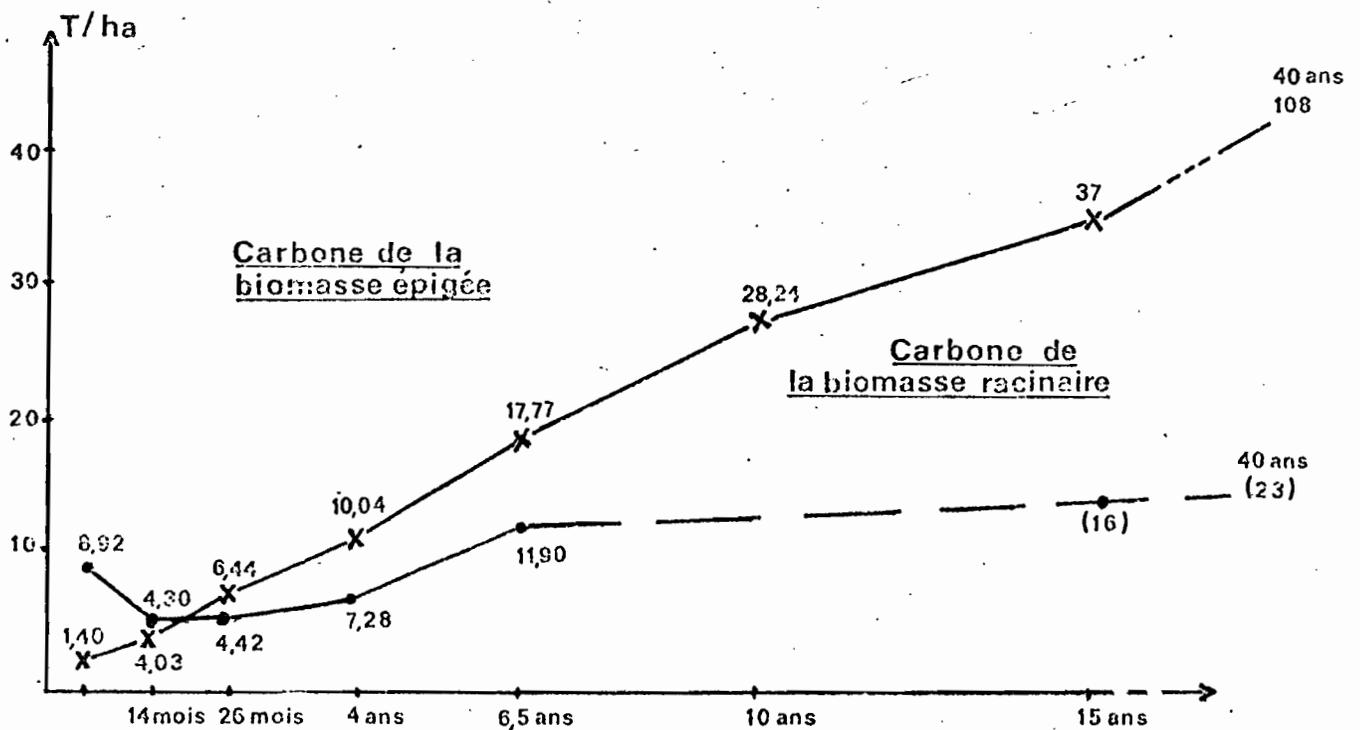


Fig 4 Evolution des quantités de carbone contenues dans la biomasse végétale au cours de la succession secondaire

Champ de riz

	Teneurs moyennes en carbone (%)	Biomasse t/ha mat. sèche	Carbone kg/ha
Riz épis chaumes	41,60	0,75	312
	40,83	1,25	510
Marantacées et zingibéracées	42,70	0,06	26
Lianes	45,80	0,20	92
Autres espèces Tiges Feuilles	43,92	0,70	307
	43,77	0,30	131
Total		3,26	1378

Friche de 14 mois

	Teneurs moyennes en carbone (%)	Biomasse t/ha mat. sèche	Carbone kg/ha
<i>Naoaranga hurifolia</i> bois + écorce feuilles	45,26	1,75	792
	45,74	0,17	78
Espèces diverses bois + écorce feuilles	44,48	3,12	1.383
	46,70	1,02	476
Marantacées et Zingibéracées	45,22	1,04	470
Lianes	47,39	1,75	829
Total		8,85	4.033

Friche de 26 mois

	Teneurs moyennes en carbone (%)	Biomasse t/ha mat. sèche	Carbone kg/ha
<i>Naoaranga hurifolia</i> bois + écorce feuilles	46,03	7,84	3.609
	45,84	0,78	358
Espèces diverses bois + écorce feuilles	46,16	2,74	1.237
	45,97	0,39	179
Marantacées et Zingibéracées	45,19	1,41	637
Lianes	47,05	0,90	423
Total		14,06	6.443

Friche de 4 ans

	Teneurs moyennes en carbone (%)	Biomasse t/ha mat. sèche	Carbone kg/ha
<i>Naoaranga hurifolia</i> bois + écorce feuilles	46,59	15,33	7.142
	45,78	1,03	472
Espèces diverses bois + écorce feuilles	46,45	1,94	901
	45,75	0,27	124
Marantacées et Zingibéracées	46,56	1,31	610
Lianes	45,36	1,74	789
TOTAL		21,61	10.038

Friche de 6 ans 1/2

	Teneurs moyennes en carbone (%)	Biomasse t/ha mat. sèche	Carbone kg/ha
<i>Naoaranga hurifolia</i> bois + écorce feuilles	46,87	14,65	6.866
	46,70	0,40	187
Espèces diverses bois + écorce feuilles	46,11	12,52	5.773
	46,81	1,03	506
Marantacées et Zingibéracées	46,55	0,58	270
Lianes	45,63	9,15	4.175
TOTAL		38,37	17.777

Friche de 10 ans

	Teneurs moyennes en carbone (%)	Biomasse t/ha mat. sèche	Carbone kg/ha
<i>Naoaranga hurifolia</i> bois + écorce feuilles	47,05	9,89	4.653
	46,91	0,23	108
Espèces diverses bois + écorce feuilles	45,39	43,06	19.545
	45,08	2,76	1.244
Marantacées et Zingibéracées	45,72	0,52	238
Lianes	46,44	5,28	2.452
TOTAL		61,74	28.240

Friche de 15 ans

	Teneurs moyennes en carbone (%)	Biomasse t/ha mat. sèche	Carbone kg/ha
Espèces diverses bois + écorce feuilles	47,39	63,29	29.993
	46,36	3,85	1.785
Lianes	47,21	10,51	4.962
TOTAL		77,65	36.740

Friche de 40 ans

	Teneurs moyennes en carbone (%)	Biomasse t/ha mat. sèche	Carbone kg/ha
Espèces diverses bois + écorce feuilles	47,13	219,60	103.497
	46,21	4,40	2.033
Lianes	47,21	6,00	2.832
TOTAL			103.262

TABLEAU : 1

. LA MATIERE ORGANIQUE ET LE CARBONE AU SOL

La matière organique à la surface du sol (feuilles mortes, litière en décomposition, branches d'un diamètre inférieur à 6 cm) a été prélevée sur 16 parcelles de 1 m² de surface réparties sur une superficie de 625 m² pour chaque stade. Les prélèvements ont été effectués en avril 1981 juste après le maximum de retombée foliaire. En outre les quantités de bois morts d'un diamètre supérieur à 6 cm ont été évaluées lors de l'étude de la biomasse épigée. Ils ont été récoltés et pesés sur deux parcelles de 625 m² pour le stade 6 ans 1/2 et deux parcelles de 1520 m² pour le stade 15 ans. En raison de l'hétérogénéité de la distribution des chablis cette évaluation n'a pu être effectuée pour le recrû de 40 ans ni pour les témoins forestiers.

Les résultats rapportés en t/ha de matière sèche à 105° (fig. 5) montrent que la quantité de matière végétale au sol est maximale lors de l'abandon de la culture (21,1 t/ha). Cette valeur très élevée s'explique par la présence de nombreuses petites branches provenant du stade forestier antérieur au défrichement. De 14 mois à 6 ans 1/2 la quantité de matière organique au sol passe de 7,4 à 15,7 t/ha. Cette accumulation est due à des apports résultant en majeure partie de l'élagage naturel et du dépérissement d'un certain nombre d'individus du peuplement pionnier.

La teneur en carbone de la fraction foliaire de la matière organique au sol oscille entre 35 et 45% du poids de la matière sèche, elle est légèrement plus faible pour la fraction ligneuse du fait d'un accroissement de la teneur en cendres.

Les quantités de carbone contenues dans la matière organique au sol sous recrûs (fig. 6) varient de 2,7 t/ha à 14 mois à 6,8 t/ha à 6,5 ans. Elles ont été ici calculées à la période où la matière organique au sol atteint sa valeur maximale. Des variations interviennent au cours de l'année en fonction de l'activité biologique.

. LE CARBONE DU SOL

Les teneurs en carbone du sol ont été déterminées dans les turricules à la surface du sol et dans six niveaux de l'horizon

Fig 5 :

MATIERE VEGETALE AU SOL

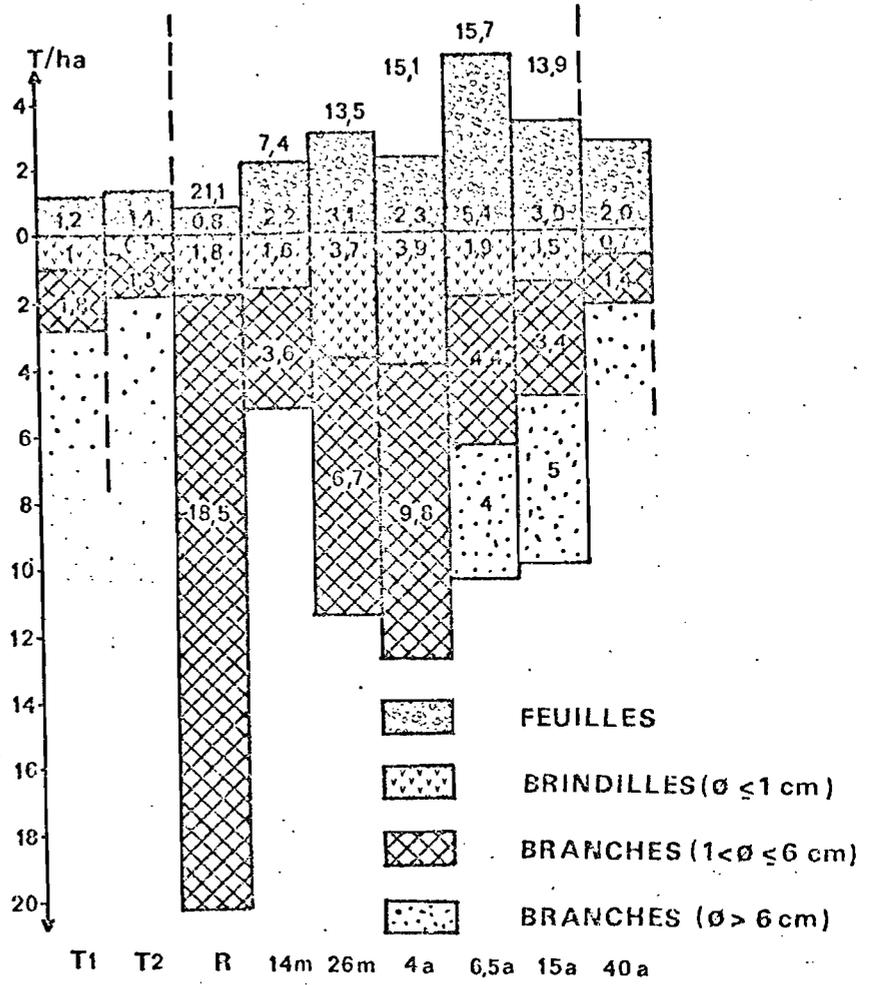
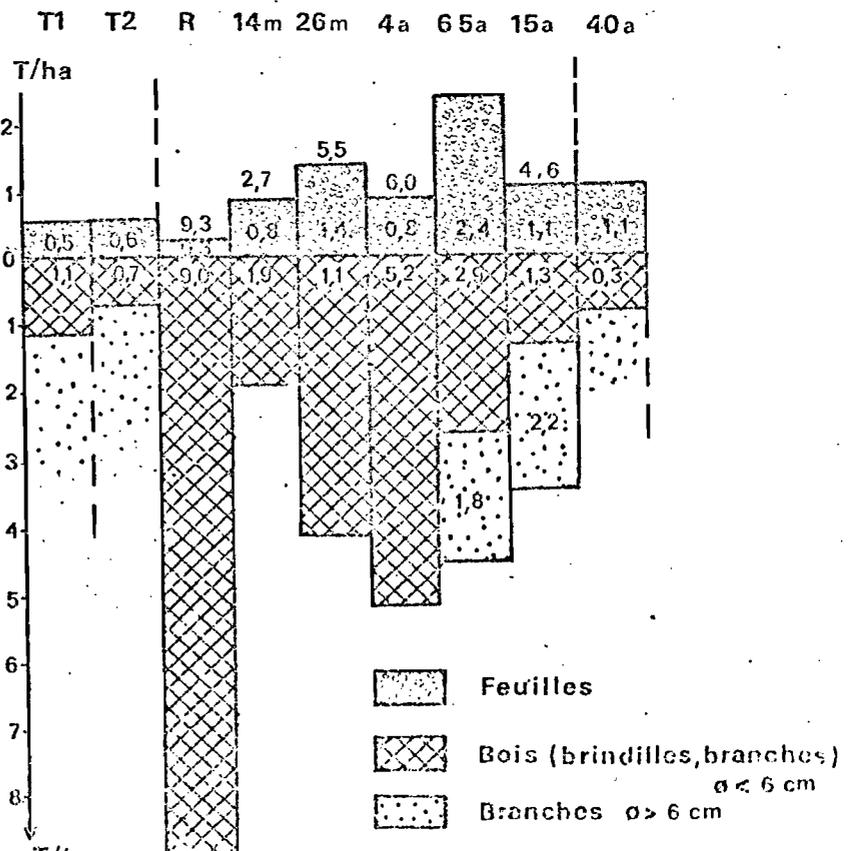


Fig 6 :

STOCKS DE CARBONE AU SOL



pédologique (0-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-70, 70-90 cm). Les turricules ont été prélevés pour chaque stade sur les 16 parcelles ayant fait l'objet des prélèvements de matière organique au sol.

Les échantillons de terre représentatifs des différentes profondeurs du sol ont été constitués à partir de sondages effectués tous les 5 mètres sur une parcelle de 25 x 25 m pour chaque stade.

Les résultats d'analyse (fig. 7) montrent que d'une manière générale les teneurs les plus élevées s'observent dans les turricules elles dépassent 60 ‰ dans le cas des friches de 4 ans et de 6 ans 1/2. Ces valeurs témoignent d'une activité biologique importante provoquée par les apports organiques consécutifs au dépérissement du peuplement de *Macaranga hurifolia*. Dans les 10 premiers centimètres du sol les taux de carbone varient entre 10 et 15 ‰, au-delà de 10 cm de profondeur la plupart des taux de carbone sont compris entre 4 et 9‰.

Les quantités de carbone en t/ha ont été calculées à partir des teneurs en carbone et des densités apparentes des différentes tranches de sol.

La comparaison des stocks de carbone du sol et de la biomasse (fig. 8) montre que le carbone du sol constitue la majeure partie du carbone emmagasiné dans les anciens champs jusqu'au-delà du stade 15 ans. A 40 ans la plus grande partie du stock de carbone se trouve dans la phytomasse.

On remarquera que pour les sites étudiés ici la nature du couvert végétal, forêts ou recrûs forestiers de différents âges, n'a pas une influence significative sur les quantités de carbone total stocké dans le sol.

. CONCLUSION

Il ressort de cette étude qu'au cours de la reconstitution de l'écosystème forestier, après une culture de riz sur brûlis de défrichement de la forêt primaire, l'accroissement du stock de carbone résulte principalement de l'accroissement de la phytomasse

Figure 7 : Variations de la teneur en carbone du sol à différentes profondeurs

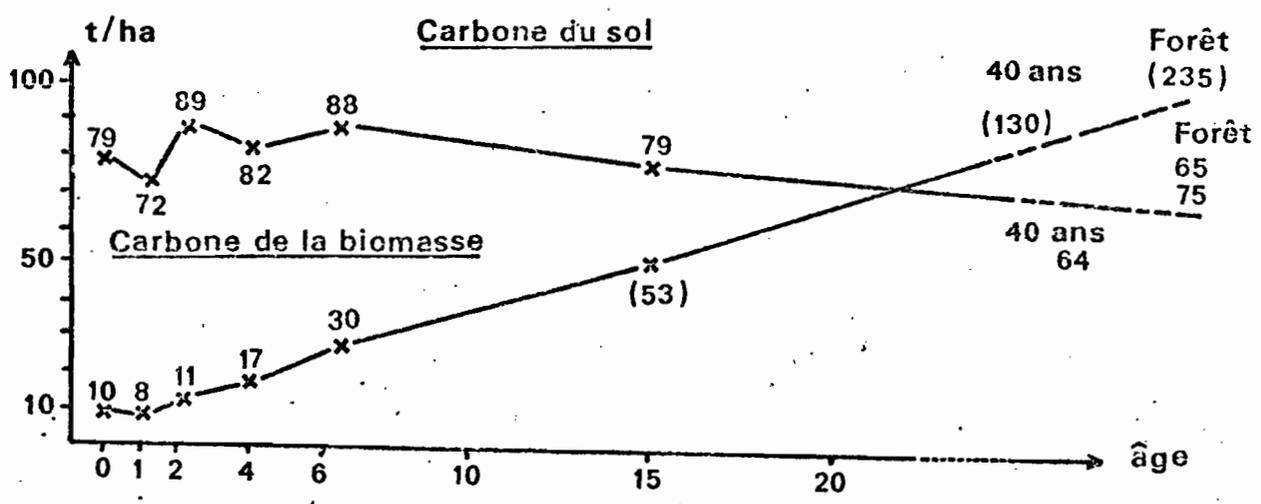
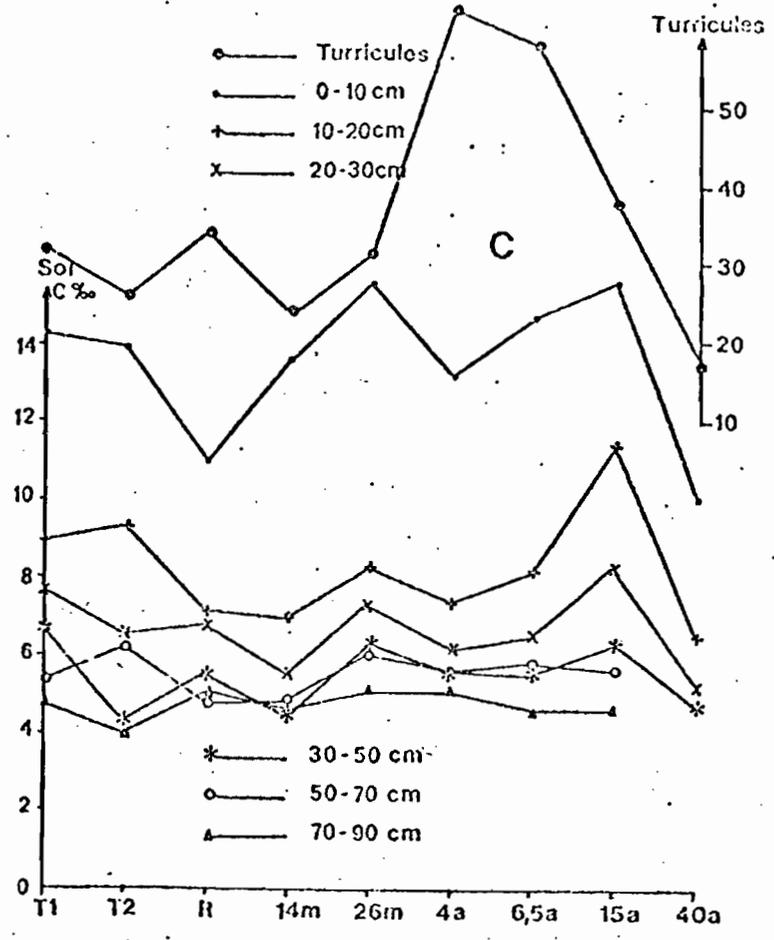


Fig 8 : Comparaison des quantités de carbone dans le sol et dans la biomasse végétale à différents stades de la succession secondaire

(biomasse épigée + biomasse racinaire). La somme des quantités de carbone contenues dans le sol et dans la matière organique déposée à sa surface ne varie pas de manière significative au cours de la succession secondaire. Le carbone de la biomasse épigée représente environ 10% du stock de carbone total de l'écosystème jusqu'au stade 26 mois, il représente 16% à 4 ans, 24% à 6 ans 1/2, 39% à 15 ans, 65% à 40 ans et environ 75% vers 100 ans lorsque la forêt a reconstitué sa biomasse initiale.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE D.Y., GUILLAUMET J.L., KAHN F., de NAMUR Ch. (1978).
Observations sur les premiers stades de la reconstitution
de la forêt dense humide (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire).
Cah. ORSTOM, sér. Biol., XIII (3) : 189-270.
- BARTHOLOMEW W.V., MEYER J., LANDELOUT H. (1953). Mineral nutrient
immobilisation under forest and grass follow in Yangambi
(Belgian Congo) region.
Brussels INEAC, série Sci., n° 57, 27 p.
- BERNHARD F. (1970). Etude de la litière et de sa contribution au
cycle des éléments minéraux en forêt ombrophile de Côte
d'Ivoire.
Oecol. Plant. (5) : 247-266.
- BERNHARD-REVERSAT F. (1975). Recherches sur les cycles biogéochimi-
ques des éléments minéraux majeurs en milieu forestier
sub-équatorial (Côte d'Ivoire). Thèse de Doct., Univ. de
Paris Sud, 108 p.
- BERNHARD-REVERSAT F., HUTTEL Ch., LEMÉE G. (1975). Recherches sur
l'écosystème de la forêt subéquatoriale de Basse Côte
d'Ivoire.
La Terre et la Vie, 29 : 169-264.
- HUTTEL Ch. (1977). Etude de quelques caractéristiques structurales
de la végétation du bassin versant de l'Andrenisrou.
Rapport ORSTOM, multigr., 24 p.
- JAFFRÉ T., de NAMUR Ch (1983). Evolution de la biomasse végétale
épigée au cours de la succession secondaire dans le Sud-
Ouest de la Côte d'Ivoire.
Acta Oecol. Plant., 3. (sous presse).

- KAHN F. (1982). La reconstitution de la forêt tropicale humide
(Sud Ouest de la Côte d'Ivoire).
Mémoire ORSTOM, n° 97, 150 p.
- MULLER D., NIELSEN J. (1965). Production brute, pertes par respiration et production nette dans la forêt ombrophile tropicale.
Det Forstlige Forsogsvaen i Danmark, 29 : 69-160.
- NAMUR (de) Ch. (1980). Etude des lianes dans la forêt secondaire.
Rapport ORSTOM, multigr., 6 p.
- PARDE J. (1980). Forest Biomass.
Forestry Abstracts, 41 (8) : 243-362.
- RODIN L.E., BAZILEVICH N.I. (1967). Production and mineral cycling in terrestrial vegetation.
Oliver and Boyd, London, 288 p.