

Composition minérale et stocks de bioéléments dans la biomasse épigée de recrûs forestiers en Côte-d'Ivoire

T. Jaffré

Centre O. R. S. T. O. M. d'Adiopodoumé,
B. P. V 51, Abidjan (Côte-d'Ivoire).

RÉSUMÉ

Les teneurs en bioéléments N, P, K, Ca, Mg, Na des différentes composantes de la biomasse épigée ainsi que les quantités de ces bioéléments rapportées à l'hectare ont été déterminées dans un champ de riz à la récolte et dans cinq recrûs forestiers de 14 mois, 26 mois, 4 ans, 6 ans 1/2, 15 ans.

Les variations de teneurs au cours de la succession indiquent que la végétation concentre davantage les bioéléments au cours des tout premiers stades.

Le calcium est, à tous les stades étudiés, l'élément prépondérant des tissus ligneux de *Macaranga hurifolia* (espèce grégaire, dominante jusqu'au stade 6 ans 1/2). Le potassium, qui est à tous les stades l'élément le plus abondant des Marantacées et Zingibéracées, demeure jusqu'au stade 26 mois l'élément le plus important des tissus ligneux des espèces diverses.

Le potassium avec 176 kg/ha est le bioélément le plus abondant de la biomasse jusqu'au stade 4 ans. Dès le stade 6 ans 1/2, le calcium avec 323 kg/ha dépasse les autres éléments. Au stade 15 ans, l'azote et le calcium avec des poids d'environ 460 kg/ha dominent les autres éléments, ils précèdent le potassium 274 kg/ha, le magnésium 84 kg/ha, le phosphore 21 kg/ha et le sodium 8,5 kg/ha.

Les stocks de bioéléments des recrûs étudiés ont été comparés à ceux d'autres régions tropicales. La pauvreté des sols, une biomasse végétale relativement faible, expliquent le niveau peu élevé des stocks de bioéléments des recrûs de Taï.

MOTS-CLÉS : Bioéléments - Biomasse épigée - Recrûs forestiers - Succession secondaire - *Macaranga hurifolia* - Sud-Ouest Ivoirien.

ABSTRACT

The bioelements N, P, K, Ca, Mg, Na were determined per hectare and in the different components of the above-ground biomass at 6 stages: a rice field at harvest, 14 months, 26 months, 4 years, 6 years 1/2, 15 years of regrowth.

The vegetation concentrates bioelements particularly in the earliest stages of the succession. Calcium is at all stages the main element in the woody tissues of *Macaranga hurifolia* (a gregarious species dominant up to 6 years 1/2). Potassium dominates up to 26 months in woody tissues of the various species, and throughout in the Marantaceae and Zingiberaceae.

Potassium with 176 kg/ha is up to 4 years the most abundant element of the biomass. At 6 years 1/2 calcium leads the other elements with 323 kg/ha; at 15 years calcium and nitrogen with about 460 kg/ha dominate the other elements, followed by potassium (274 kg/ha), magnesium (84 kg/ha), phosphorus (21 kg/ha) and sodium (8,5 kg/ha).

Adresse actuelle : Centre O. R. S. T. O. M., B. P. A 5, Nouméa, Nouvelle-Calédonie.

Bioelements stocks in the regrowth studied are compared with those of other tropical region. The low levels observed at Taï are explained by poor soils and relatively reduced biomass.

KEY-WORDS: *Bioelements - Above-ground biomass - Forest regrowth - Secondary succession - Macaranga hurifolia - Southwest Ivory Coast.*

INTRODUCTION

Il est couramment admis que l'immobilisation des bioéléments dans la biomasse végétale constitue en zone tropicale le principal obstacle à leur entraînement hors de l'écosystème. D'importantes études ont d'ailleurs montré que les quantités de bioéléments contenus dans la biomasse des forêts denses tropicales étaient supérieures aux quantités utilisables du sol (ORSTOM-UNESCO, 1983). Toutefois, assez peu de travaux ont été consacrés à l'évolution des stocks de bioéléments au cours de la reconstitution de la forêt dense.

Le but du présent travail est d'examiner la composition en bioéléments (N, P, K, Ca, Mg, Na) des différentes composantes de la biomasse épigée de recrûs forestiers du sud-ouest de la Côte-d'Ivoire (région de Taï), d'évaluer le poids de ces bioéléments à différents stades de la succession secondaire et de préciser le rôle des différentes composantes de la biomasse dans la constitution des stocks de bioéléments.

Ce travail fait suite à une série d'études destinées à caractériser la succession secondaire du sud-ouest de la Côte-d'Ivoire (GUILLAUMET *et al.*, 1978) et la dynamique de la phytomasse épigée (JAFFRÉ, DE NAMUR, 1983). Elle porte sur un champ de riz sur brûlis de défrichement à l'abandon après récolte (stade initial) et cinq recrûs de 14 mois, 26 mois, 4 ans, 6 ans 1/2, 15 ans, datés à compter de l'abandon du champ. Tous les champs étudiés se trouvent sur sols ferrallitiques fortement désaturés (FRITSCH, 1982) et n'ont porté qu'une seule culture de riz pluvial implanté sur brûlis après défrichement de la forêt primaire.

MÉTHODE D'ÉTUDE

Lors de la détermination de la biomasse (JAFFRÉ, DE NAMUR, 1983), des échantillons végétaux ont été constitués en vue de leur analyse chimique pour établir la composition moyenne en bioéléments des différentes composantes de la biomasse épigée.

— La composition élémentaire des lianes ainsi que celle des Marantacées et Zingibéracées a été déterminée pour chaque recrû à partir de l'analyse de 3 à 8 échantillons constitués chacun de 3 à 4 kg de matière sèche. Pour le stade initial, la composition élémentaire moyenne de ces deux composantes a été obtenue en faisant la moyenne des teneurs des bioéléments analysés dans les principales espèces de chaque composante.

— La composition élémentaire de *Macaranga hurifolia* (espèce pionnière dominante des stades jeunes) a été obtenue à partir de l'analyse de 5 à 8 échantillons de feuilles et du même nombre d'échantillons de tissus ligneux (bois avec écorce), chaque échantillon étant constitué de prélèvements effectués sur 5 à 10 individus.

— La détermination de la composition élémentaire moyenne des feuilles et des tissus ligneux du peuplement des espèces diverses, soit toutes les espèces ligneuses érigées à l'exception de *Macaranga hurifolia*, s'est révélée délicate en raison du nombre des espèces et de l'hétérogénéité de leur peuplement. Elle a été obtenue en faisant la moyenne des teneurs en chaque élément des principales espèces représentées dans le recrû considéré. Les analyses ont porté sur 15 à 35 espèces selon la diversité floristique des recrûs.

— Les analyses des échantillons végétaux réduits en poudre ont été effectuées selon les méthodes

utilisées au laboratoire commun d'analyses du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (GOUZY, 1973). Après calcination au four à moufle, les cendres sont reprises par de l'acide chlorhydrique. Les dosages du calcium et du magnésium sont effectués par absorption atomique, ceux du sodium et du potassium par photométrie de flamme, celui du phosphore par colorimétrie au bleu de molybdène. L'analyse de l'azote est effectuée par minéralisation de Kjeldahl et dosage par colorimétrie au bleu d'indophéno. Le phosphore et l'azote sont dosés à l'aide d'un auto-analyseur Technicon.

Le poids des bioéléments contenus dans la biomasse érigée a été calculé en multipliant le poids des différentes fractions de la biomasse par leurs concentrations moyennes en chacun des bioéléments.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. COMPOSITION EN BIOÉLÉMENTS DES DIFFÉRENTES COMPOSANTES DE LA BIOMASSE ÉRIGÉE A DIFFÉRENTS STADES DE LA SUCCESSION SECONDAIRE

Les variations de teneurs en bioéléments N, P, K, Ca, Mg, des différentes fractions de la biomasse à différents stades de la succession sont représentées sur la figure 1. Les teneurs en sodium, en raison de leurs faibles valeurs (< 0,03 %) et de leurs variations peu significatives, n'ont pas été portées sur les graphiques.

1. Composition en bioéléments des feuilles des espèces ligneuses érigées (fig. 1-C, E).

Elle est marquée par la prédominance de l'azote dont les teneurs moyennes sont comprises entre 2,11 % et 2,49 % pour *Macaranga hurifolia* et entre 2,29 % et 3,04 % pour les espèces diverses; viennent ensuite le potassium (1,23 % à 2,12 %), le calcium (1,08 % à 1,89 %), le magnésium (0,30 % à 0,46 %) et le phosphore (0,10 % à 0,17 %).

Pour un recrû donné, les teneurs en azote, en calcium et en magnésium sont d'une manière assez générale plus élevées pour les espèces diverses ligneuses que pour *Macaranga hurifolia*. L'inverse s'observe pour le phosphore.

2. Composition en bioéléments des tissus ligneux des espèces ligneuses érigées (fig. 1-D, F).

Les teneurs observées sont, en accord avec la règle générale, plus faibles que les teneurs foliaires.

Chez *Macaranga hurifolia*, le calcium, dont les concentrations moyennes oscillent entre 0,47 % et 0,59 %, est l'élément le mieux représenté. Il est suivi du potassium (0,36 % à 0,49 %), de l'azote (0,23 % à 0,32 %), du magnésium (0,10 % à 0,13 %) et du phosphore (0,02 % à 0,03 %).

Chez les espèces diverses ligneuses, c'est au stade initial, où abondent les jeunes pousses, que l'on observe les teneurs les plus élevées en potassium, en calcium, en magnésium et en phosphore.

Les concentrations en potassium des tissus ligneux des espèces diverses ligneuses diminuent fortement et de manière continue du stade initial (1,68 %) au stade 15 ans (0,25 %). Les teneurs en azote, en calcium et en phosphore varient de manière moins régulière. Les teneurs en calcium comprises entre 0,43 % et 0,65 % sont moins élevées que les teneurs correspondantes en azote et en potassium dans les recrûs de 14 mois à 4 ans et plus élevées dans les recrûs de 6 ans 1/2 et 15 ans. C'est dans ce dernier que les teneurs en azote, en potassium, en phosphore et en magnésium sont les plus faibles.

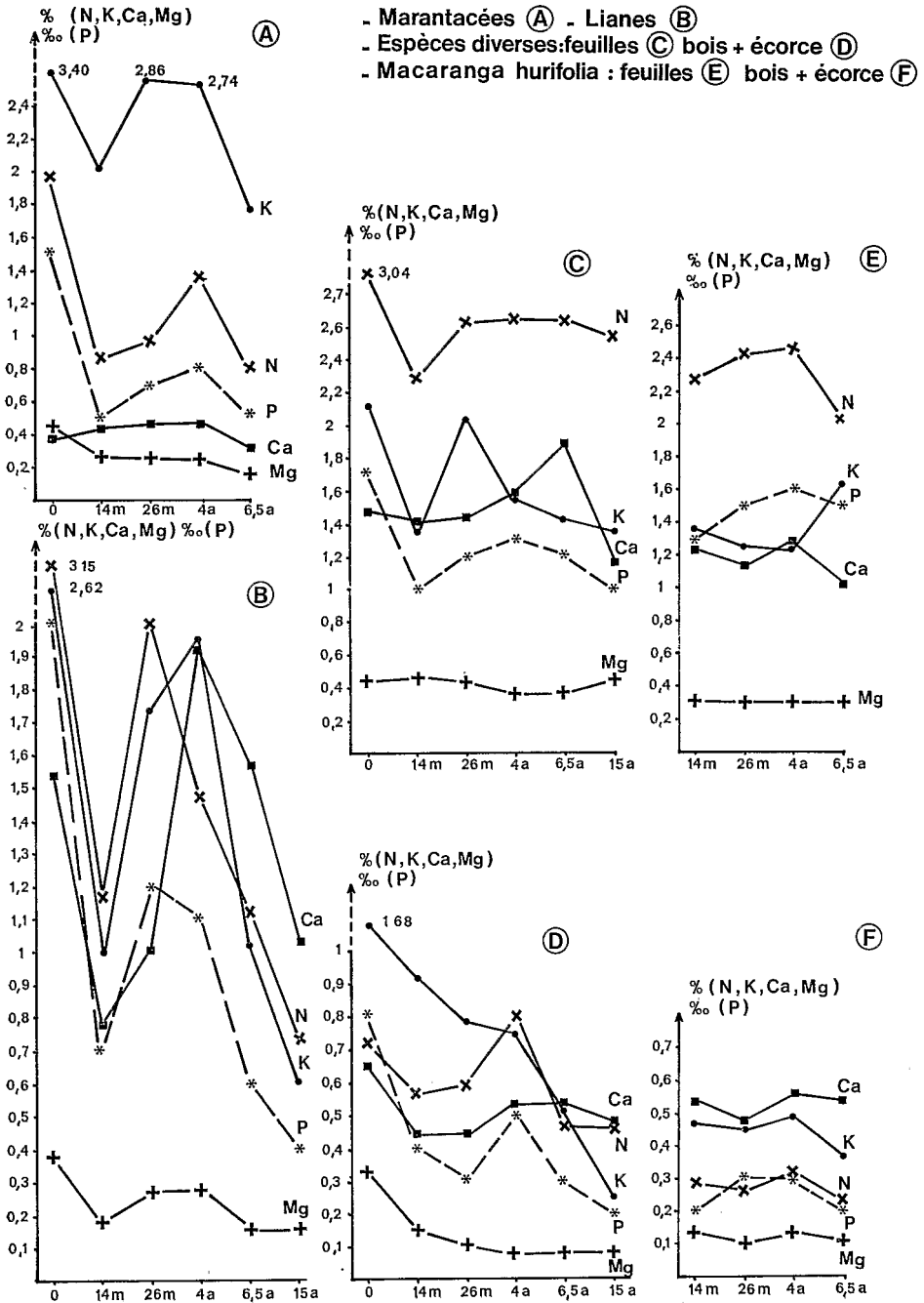


FIG. 1. — Teneurs en N, P, K, Ca, Mg des différentes composantes de la biomasse épigée à divers stades de la succession secondaire.

Dans tous les recrûs, les teneurs en potassium, en azote et en phosphore des tissus ligneux des espèces diverses sont supérieures à celles des tissus ligneux de *Macaranga hurifolia*. L'inverse s'observe pour le calcium.

Les variations de teneurs moyennes en bioéléments aussi bien dans les organes ligneux que dans les feuilles apparaissent plus importantes chez les espèces diverses que chez *Macaranga hurifolia*. Ceci est à mettre en relation avec les variations de composition floristique de l'ensemble des espèces diverses aux différents stades étudiés.

3. Composition en bioéléments des Marantacées et Zingibéracées (fig. 1-A).

La composition élémentaire moyenne des Marantacées et Zingibéracées est caractérisée, comme c'est généralement le cas des espèces herbacées, par une prédominance du potassium dont les concentrations oscillent entre 3,4 % (stade initial) et 1,74 % (stade 6 ans 1/2).

Contrairement à ce dernier élément, le calcium est représenté à des taux peu élevés, 0,30 % à 0,40 %, soit des valeurs égales ou sensiblement inférieures à celles des tissus ligneux ou foliaires des espèces ligneuses érigées (*Macaranga hurifolia* et espèces diverses) et à celles des lianes.

Les teneurs en phosphore comprises entre 0,05 et 0,15 % sont, pour un même stade, supérieures à celles des tissus ligneux des espèces ligneuses érigées, mais inférieures à celles des autres composantes de la biomasse.

Les teneurs en magnésium sont, comme les teneurs en phosphore, intermédiaires entre celles des tissus ligneux et celles des feuilles. Elles diminuent régulièrement du stade initial (0,43 %) au stade 15 ans (0,16 %).

4. Composition en bioéléments des lianes (fig. 1-B).

Jusqu'au stade 26 mois, l'azote demeure l'élément le mieux représenté (1,16 % à 3,15 %); viennent ensuite le potassium (1 % à 2,62 %), puis le calcium (0,78 % à 1,54 %). Au stade 4 ans les teneurs en potassium et en calcium sont sensiblement égales (1,94 % et 1,95 %) et sont supérieures aux teneurs en azote (1,47 %). Aux stades 6 ans 1/2 et 15 ans, le calcium est l'élément prépondérant (1,57 % et 1,14 %), suivi de l'azote (1,12 % et 0,73 %), puis du potassium (1,04 % et 0,61 %).

Entre le stade 14 mois et le stade 15 ans, les teneurs des lianes en magnésium, en azote et en phosphore restent intermédiaires entre celles des tissus ligneux et celles des tissus foliaires des espèces ligneuses érigées. Les teneurs en calcium et en potassium sont globalement du même ordre de grandeur que celles observées dans les tissus foliaires de ces dernières.

Les teneurs moyennes en bioéléments des lianes montrent donc des variations importantes au cours de la succession secondaire. Cela tient vraisemblablement à l'hétérogénéité de cette composante de la biomasse.

5. Teneurs moyennes en bioéléments de la biomasse totale.

L'examen des teneurs en bioéléments de la biomasse érigée prise dans son ensemble (fig. 2) (teneurs calculées en faisant la moyenne pondérée par le poids, des concentrations observées dans les différentes composantes de la biomasse) montre que les teneurs en N, P, K, Ca, Mg décroissent rapidement du stade initial (pour lequel le riz, exporté à la récolte, n'a pas été pris en compte) au stade 14 mois puis, exception faite du phosphore, du stade 14 mois au stade 26 mois. Du stade 26 mois

au stade 15 ans, on observe encore une diminution importante des teneurs en potassium et une faible diminution des teneurs en azote et en magnésium.

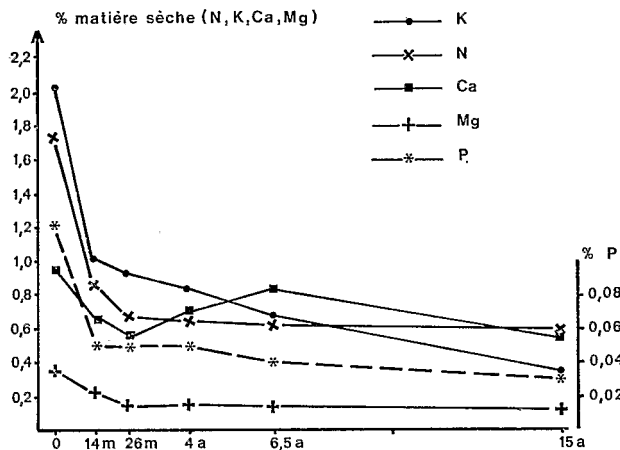


FIG. 2. — Variations des teneurs en bioéléments (N, P, K, Ca, Mg) de la biomasse épigée totale au cours de la succession secondaire.

Ces constatations rejoignent celles de STARK (1970) qui, comparant la composition élémentaire de recrûs forestiers et de forêts climaciques au Surinam et au Brésil, souligne que la végétation des recrûs sur brûlis de défrichement concentre davantage les éléments minéraux au cours des tout premiers stades de la reconstitution de la forêt.

GOLLEY *et al.* (1975) relatent également, pour la région de Santa Fé au Panama, des concentrations en bioéléments plus élevées dans la biomasse végétale de recrûs forestiers que dans celle de la forêt à maturité. Les concentrations moyennes qu'ils observent pour quatre recrûs de 2 à 6 ans (P : 0,18 %, K : 1,66 %, Ca : 1,38 %, Mg : 0,25 %) sont nettement plus élevées que celles enregistrées en Côte-d'Ivoire. Ces différences s'expliquent en partie par les différences de composition chimique des sols. En effet, les recrûs de Taï se trouvent sur sols fortement désaturés pauvres en éléments nutritifs (tableau I), tandis que ceux de Santa Fé au Panama se situent sur des sols jeunes, d'origine calcaire et dolomitique, caractérisés par une forte capacité d'échange et un degré de saturation en bases élevé.

On notera que les variations de composition minérale des sols des recrûs de Taï, notamment les teneurs légèrement supérieures en bases échangeables des sols des recrûs de 14 mois et 6 ans 1/2, n'influent pas de manière significative sur la composition minérale de la biomasse végétale totale, ni sur celle de ses principales composantes.

II. ÉVOLUTION DES STOCKS DE BIOÉLÉMENTS DANS LA BIOMASSE ÉPIGÉE AU COURS DE LA SUCCESSION SECONDAIRE (tableau II)

Les poids de chacun des six éléments analysés augmentent différemment au cours de la succession secondaire. Jusqu'au stade 4 ans, le potassium demeure l'élément le plus abondant de la biomasse; viennent ensuite l'azote, puis le calcium jusqu'au stade

TABLEAU I. — *Caractéristiques chimiques des sols des recrûs* (FRITSCH, 1982).

	pH	Complexe échangeable (me/100 g)						$\frac{S \times 100}{T}$	P (*) ppm	N %
		Ca	Mg	K	Na	(S)	(T)			
Champ de riz										
0-10 cm.....	4,8	0,84	0,40	0,09	0,01	1,34	4,24	31,60	11	0,80
10-20 cm.....	4,6	0,26	0,20	0,04	0,03	0,53	3,24	16,36	7	0,55
20-30 cm.....	4,8	0,30	0,20	0,02	0,02	0,54	3,42	15,79	7	0,53
Recrû de 14 mois										
0-10 cm.....	5,6	1,80	0,70	0,09	0,01	2,60	4,99	52,10	11	1,00
10-20 cm.....	4,8	0,44	0,25	0,04	0,01	0,74	3,37	21,96	8	0,73
20-30 cm.....	4,5	0,38	0,20	0,04	0,01	0,63	3,08	20,45	8	0,45
Recrû de 26 mois										
0-10 cm.....	5,0	1,50	0,60	0,06	0,01	2,17	5,73	37,87	11	1,08
10-20 cm.....	4,7	0,30	0,20	0,02	0,01	0,53	4,30	12,33	9	0,70
20-30 cm.....	4,7	0,20	0,15	0,02	0,01	0,38	3,92	9,69	6	0,60
Recrû de 4 ans										
0-10 cm.....	5,0	1,58	0,50	0,07	0,01	2,16	5,58	38,71	12	1,05
10-20 cm.....	4,8	0,61	0,20	0,03	0,01	0,85	4,13	20,58	7	0,70
20-30 cm.....	4,8	0,58	0,20	0,02	0,01	0,81	3,81	21,21	6	0,50
Recrû de 6 ans 1/2										
0-10 cm.....	5,5	1,60	1,10	0,13	0,02	2,85	5,16	55,23	12	1,20
10-20 cm.....	5,1	0,58	0,50	0,07	0,02	1,17	3,60	32,50	11	0,70
20-30 cm.....	5,1	0,38	0,40	0,05	0,01	0,84	3,09	27,18	8	0,55
Recrû de 15 ans										
0-10 cm.....	4,5	0,86	0,40	0,09	0,01	1,36	5,81	23,41	8	1,23
10-20 cm.....	4,4	0,42	0,20	0,10	0,02	0,74	5,56	13,31	4	0,88
20-30 cm.....	4,7	0,30	0,20	0,02	0,02	0,54	4,37	12,36	2	0,60

(*) Méthode Olsen.

26 mois, puis le calcium suivi de l'azote au stade 4 ans. Les stocks de potassium et d'azote augmentant moins vite que celui du calcium, au stade 6 ans 1/2, c'est cet élément avec 323 kg/ha qui devient prépondérant, suivi du potassium (244 kg/ha) et de l'azote (236 kg/ha). Au stade 15 ans, l'azote et le calcium avec des valeurs de l'ordre de 460 kg/ha sont nettement plus abondants que le potassium (274 kg/ha). Aux différents stades étudiés, l'azote, le potassium et le calcium sont plus abondants que les trois autres éléments analysés qui se succèdent dans l'ordre $Mg > P > Na$.

Ces différences dans l'accroissement du stock des bioéléments reflètent les variations de composition élémentaire des différentes fractions de la biomasse au cours du temps et les variations de leur importance relative aux différents stades.

La prépondérance du potassium et de l'azote sur le calcium dans les stades les plus jeunes s'explique par le caractère juvénile de nombreuses espèces, par l'importance relative des tissus foliaires et des espèces herbacées (Marantacées, Zingibéracées, certaines lianes et le riz au stade initial).

TABLEAU II. — Stocks des bioéléments minéraux dans la biomasse épigée d'un champ de riz sur brûlis de défrichement et dans la biomasse épigée de recrûs forestiers d'âges différents.

	Bio- masse t/ha	Éléments minéraux (kg/ha)						
		N	P	K	Na	Ca	Mg	Total
Champ de riz								
Riz (épis+extrémité tiges).	0,75	10,13	0,90	2,55	0,08	0,23	0,53	14,42
Chaumes.....	1,25	11,63	0,50	40,0	0,13	4,13	4,38	60,77
Tiges (espèces ligneuses éri- gées).....	0,70	4,97	0,56	11,76	0,07	4,55	2,31	24,22
Feuilles.....	0,30	9,12	0,51	6,36	0,03	4,44	1,32	21,78
Lianes.....	0,20	6,30	0,40	5,24	0,02	3,08	0,78	15,82
Marantacées, Zingibéracées.	0,06	1,18	0,09	2,04	0,01	0,23	0,26	3,81
Total.....	3,26	43,33	2,96	67,95	0,34	16,66	9,58	140,08
Recrû de 14 mois								
Bois + écorce.....	4,87	22,37	1,60	36,62	0,49	22,87	6,96	90,91
Feuilles.....	1,19	27,25	1,24	16,36	0,22	16,15	5,20	66,42
Lianes.....	1,75	20,30	1,23	17,50	0,04	13,65	3,15	55,87
Marantacées, Zingibéracées.	1,04	8,94	0,52	21,74	0,21	4,58	2,91	38,90
Total.....	8,85	78,86	4,59	92,22	0,96	57,25	18,22	252,1
Recrû de 26 mois								
Bois + écorce.....	10,5	36,55	3,17	56,65	1,33	48,91	10,58	157,2
Feuilles.....	1,17	29,10	1,64	17,62	0,16	14,75	3,98	67,25
Lianes.....	0,90	18,00	1,08	15,66	0,18	9,54	2,43	46,89
Marantacées, Zingibéracées.	1,41	13,54	0,99	40,19	0,14	6,49	3,53	64,88
Total.....	14,06	97,19	6,88	130,1	1,81	79,69	20,52	336,2
Recrû de 4 ans								
Bois + écorce.....	17,2	64,58	5,57	89,67	1,72	94,60	21,48	277,62
Feuilles.....	1,30	32,78	2,00	16,88	0,15	17,42	4,09	73,3
Lianes.....	1,74	25,58	1,91	33,93	0,17	33,76	4,87	100,25
Marantacées, Zingibéracées.	1,31	18,08	1,05	35,89	0,26	6,16	3,41	64,8
Total.....	21,62	141,0	10,53	176,4	2,30	151,9	33,85	516,0
Recrû de 6 ans 1/2								
Bois + écorce.....	27,1	92,54	6,69	116,6	2,72	152,8	24,67	396,0
Feuilles.....	1,48	36,74	1,90	21,75	0,26	24,73	5,20	90,58
Lianes.....	9,15	102,5	5,49	95,16	0,92	143,7	14,64	362,4
Marantacées, Zingibéracées.	0,58	4,64	0,29	10,09	0,17	1,74	0,93	17,86
Total.....	38,38	236,4	14,37	243,6	4,07	322,9	45,44	866,8
Recrû de 15 ans								
Bois + écorce.....	63,29	291,1	12,66	158,2	6,33	297,5	50,63	816,4
Feuilles.....	3,85	97,02	3,85	51,59	1,16	44,28	16,56	214,5
Lianes.....	10,51	76,72	4,20	64,11	1,05	119,8	16,82	282,7
Total.....	77,65	464,9	20,71	273,9	8,54	461,6	84,01	1 314

La prédominance du calcium au stade 6 ans 1/2 est due en grande partie à une diminution de l'importance relative des feuilles par rapport aux tissus ligneux et à l'importance du peuplement lianescent riche en calcium.

Les différences observées entre les recrûs de 6 ans 1/2 et de 15 ans se caractérisent par un fort accroissement du stock d'azote comparativement à ceux du calcium et du potassium. Ainsi le poids de l'azote augmente-t-il de 96 % entre les deux stades, tandis que ceux du calcium et du potassium n'augmentent respectivement que de 43 % et de 21,5 %. Ces variations du stock des bioéléments les uns par rapport aux autres s'expliquent par la disparition du peuplement de *Macaranga hurifolia* et le développement des espèces diverses qui représentent à 15 ans plus de 85 % de la biomasse épigée. En effet, comme il ressort du tableau III, le peuplement de *Macaranga hurifolia* se distingue à tous les stades par un stock de calcium supérieur au stock de potassium, lui-même supérieur à celui de l'azote. Inversement, la composante « espèces diverses » renferme à tous les stades des quantités d'azote supérieures aux quantités de calcium.

TABLEAU III. — Stock des éléments minéraux dans le peuplement de *Macaranga hurifolia* et dans celui des espèces diverses à différents stades de la succession secondaire.

	kg/ha					
	N	P	K	Ca	Mg	
Champ de riz						
Espèces ligneuses érigées.....	14,09	1,07	18,12	8,99	3,63	K > N > Ca
Recrûs de 14 mois						
<i>Macaranga hurifolia</i>	8,79	0,57	10,51	11,52	2,79	Ca > K > N
Espèces diverses.....	40,83	2,27	42,47	27,50	9,37	K > N > Ca
Recrû de 26 mois						
<i>Macaranga hurifolia</i>	39,26	3,52	44,87	45,98	10,18	Ca > K > N
Espèces diverses.....	26,39	1,29	29,40	17,68	4,38	K > N > Ca
Recrûs de 4 ans						
<i>Macaranga hurifolia</i>	74,71	6,25	87,79	97,50	23,02	Ca > K > N
Espèces diverses.....	22,65	1,32	18,76	14,52	2,55	N > K > Ca
Recrû de 6 ans 1/2						
<i>Macaranga hurifolia</i>	42,14	3,53	59,26	90,76	15,85	Ca > K > N
Espèces diverses.....	87,14	5,06	79,08	86,77	14,02	N > Ca > K
Recrû de 15 ans						
Espèces diverses.....	388,14	16,51	209,82	341,79	67,19	N > Ca > K

Excepté le cas du champ de riz à la récolte, où le riz renferme 53 % de la minéralomasse végétale épigée, la fraction la plus importante des éléments minéraux totaux se trouve dans les tissus ligneux des espèces ligneuses érigées. Il en est de même des bioéléments pris séparément, excepté l'azote plus abondamment stocké dans la biomasse foliaire au stade 14 mois et dans les lianes au stade 6 ans 1/2.

III. ACCUMULATION ANNUELLE MOYENNE DES BIOÉLÉMENTS DE LA BIOMASSE ÉPIGÉE AU COURS DE LA SUCCESSION SECONDAIRE

L'estimation de l'accumulation annuelle moyenne des bioéléments à différents stades de la succession a été obtenue en divisant le poids de chaque bioélément par l'âge du recrû du stade considéré (tableau IV).

TABLEAU IV. — Immobilisation annuelle moyenne des bioéléments calculée à différents âges de la succession secondaire.

Éléments minéraux kg/ha/an	Champ de riz sur brûlis		Recrûs forestiers après récolte du riz			
	(Récolte du riz)		Intervalles de temps			
	-6 → 0	0 → 14 mois	0 → 26 mois	0 → 4 ans	0 → 6 ans 1/2	0 → 15 ans
N	86,66	67,59	44,86	35,25	36,37	30,99
P	5,92	3,93	3,18	2,63	2,21	1,38
K	135,9	79,04	60,04	44,10	37,48	18,26
Na	0,68	0,82	0,84	0,58	0,63	0,57
Ca	33,32	49,07	36,78	37,98	49,68	30,77
Mg	19,16	15,62	9,47	8,46	6,99	5,60
Total.....	281,6	216,1	155,2	129,0	133,4	87,57

L'importance de l'accumulation moyenne annuelle du phosphore, du potassium, du magnésium et, à une exception près, de l'azote est d'autant plus élevée qu'elle correspond à des recrûs plus jeunes. Cette observation rejoint celle formulée par NYE & GREENLAND à propos des données recueillies à Yangambi au Zaïre par BARTHOLOMEW *et al.* (1953).

Dans cette dernière étude, les valeurs de l'accumulation annuelle moyenne de l'azote, du phosphore et du potassium au cours des 5 premières années sont, à l'image de l'accroissement annuel moyen de la biomasse épigée, très supérieures aux valeurs correspondant aux 4 premières années dans la présente étude (tableau V). Par contre, la valeur de l'accumulation annuelle moyenne de la somme des cations Ca et Mg est sensiblement moins élevée à Yangambi qu'à Taï. Cette différence traduit la

TABLEAU V. — Comparaison de l'accroissement annuel moyen de la biomasse épigée et de l'immobilisation annuelle moyenne de bioéléments, dans deux recrûs forestiers du Zaïre et de la Côte-d'Ivoire.

	Accroissement annuel moyen de la biomasse épigée kg/ha/an	Immobilisation annuelle moyenne kg/ha/an			
		N	P	K	Ca+Mg
Zaïre (Yangambi), 5 ans (BARTHOLOMEW <i>et al.</i> , 1953).....	15 340	61,20	4,20	64,4	43,20
Côte-d'Ivoire (Taï), 4 ans, présente étude	5 400	35,25	2,63	44,4	46,42

spécificité biochimique des deux peuplements pionniers, le peuplement de *Macaranga hurifolia* de Taï se caractérisant par rapport au peuplement de *Musanga cecropioides* de Yangambi par une accumulation plus intense de la somme des cations Ca et Mg.

IV. COMPARAISON DU STOCK DE BIOÉLÉMENTS DE LA BIOMASSE ÉPIGÉE DE RECRUS FORESTIERS ET DE FORÊTS EN ZONE INTERTROPICALE

Les données rassemblées dans le tableau VI montrent que d'une manière générale les premiers stades de la reconstitution de la forêt présentent un stock de potassium supérieur au stock de calcium, l'inverse s'observant pour les recrûs plus âgés et les forêts.

Les valeurs moyennes du poids de chaque bioélément des recrûs de 10 mois à Izabal au Guatemala (TERGAS & POPENOE, 1971) sont très supérieures, sauf pour le calcium, à celles des recrûs de 14 mois en Côte-d'Ivoire. Ces différences tiennent à une biomasse plus importante et à des teneurs plus élevées en tous les bioéléments minéraux, excepté le calcium. Elles ne sont pas sans relation avec les conditions édaphiques. En effet les sols d'Izabal sont en moyenne mieux pourvus que ceux de Taï en éléments nutritifs. On notera, en outre, que certains sols d'Izabal présentent un excès de magnésium, ce qui explique l'importance du stock de cet élément, notamment par rapport au stock de calcium dont l'absorption par les plantes est entravée par un excès de magnésium (cas des sols serpentiniteux).

Parmi les recrûs de 15 à 18 ans, celui étudié à Magdalena en Colombie (FOLSTER *et al.*, 1976) renferme, exception faite pour le phosphore, les quantités les plus importantes de tous les éléments analysés. L'importance du stock en bioéléments tient ici davantage à la valeur élevée de la biomasse épigée qu'aux concentrations en bioéléments des tissus végétaux. A l'inverse, le recrû de 15 ans de Taï en Côte-d'Ivoire renferme des quantités relativement importantes d'azote et de calcium en dépit d'une biomasse peu élevée comparativement à celle des recrûs de 16 ans et de 18 ans de Colombie et du Zaïre. Ces trois recrûs se développant sur des sols comparables, les différences observées dans les stocks de bioéléments résultent principalement de la productivité des espèces constitutives des recrûs et de leur capacité à accumuler les éléments minéraux dans leurs tissus.

L'importance relative des bioéléments dans la biomasse épigée exprimée par le rapport $\frac{\text{somme du poids des bioéléments N, P, K, Ca, Mg} \times 100}{\text{biomasse épigée}}$ décroît d'une manière assez générale tout au long de la succession secondaire jusqu'au stade de maturité de la forêt, mais demeure très variable d'une région à l'autre. Ainsi, les valeurs obtenues respectivement pour des recrûs de 15, 16 et 18 ans en Côte-d'Ivoire, en Colombie et au Zaïre sont-elles inférieures à celles obtenues pour une forêt de 40 à 50 ans au Ghana.

CONCLUSION

La présente étude montre que les recrûs forestiers installés sur brûlis de défrichement de la forêt primaire, après un seul cycle de culture, tendent au cours de leur développement à reconstituer les réserves de bioéléments de la végétation.

Le stock des bioéléments contenus dans la biomasse épigée s'accroît tout au long de la succession secondaire, mais l'accumulation des différents éléments évolue en fonction des variations de poids et de composition minérale des différentes compo-

TABLEAU VI. — Comparaison du stock des principaux bioéléments de la biomasse épigée, de recrûs forestiers et de forêts en zone intertropicale.

	Biomasse t/ha	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha	Ca kg/ha	Mg kg/ha	Total S kg/ha	S × 100 biomasse	
Guatemala (TERGAS, POPENOE, 1971) (valeurs moyennes pour 10 recrûs de 10 mois).....	9,71	130	10	112	61	67	380	3,91	N > K > Mg > Ca
Côte-d'Ivoire									
Champ de riz (stade initial).....	3,26	43	3	68	17	10	141	4,3	K > N > Ca
Recrû de 14 mois.....	8,85	79	4,6	92	57	18	251	2,84	K > N > Ca
Recrû de 26 mois.....	14,05	98	7	130	80	21	336	2,39	K > N > Ca
Recrû de 4 ans.....	21,61	141	10,5	176	152	34	514	2,38	K > Ca > N
Recrû de 6 ans 1/2.....	38,37	236	14	244	323	45	862	2,25	Ca > K > N
Recrû de 15 ans.....	77,65	465	21	274	462	84	1 306	1,68	N > Ca > K
Côte-d'Ivoire (BERNHARD-REVERSAT <i>et al.</i> , 1975)									
Forêt du Banco.....	370 (*)	1 150	90	520	1 000	430	3 190	0,86	N > Ca > K
Forêt de Yapo.....	330 (*)	850	70	350	1 670	170	3 110	0,94	Ca > N > K
Colombie (FOLSTER <i>et al.</i> , 1976)									
Recrû de 2 ans.....	19	162	16	119	88	26	411	2,16	N > K > Ca
Recrû de 5 ans.....	68	357	22	320	181	40	920	1,35	N > K > Ca
Recrû de 16 ans.....	203	713	55	496	558	156	1 978	0,97	N > Ca > K
Forêt.....	185	741	27	277	432	133	1 615	0,87	N > Ca > K
Forêt.....	326	1 001	38	389	809	225	2 462	0,76	N > Ca > K
Zaïre (BARTHOLOMEW <i>et al.</i> , 1953)									
Recrû de 2 ans.....	10,92	98	17	117	63		295	2,70	K > N > Ca + Mg
Recrû de 5 ans.....	76,69	302	21	322	216		865	1,13	K > N > Ca + Mg
Recrû de 8 ans.....	121,69	326	25	658	431		1 440	1,18	K > Ca + Mg > N
Recrû de 18 ans.....	121,07	444	69	305	378		1 196	0,99	N > Ca + Mg > K
Ghana (NYE, 1958)									
Forêt secondaire 20 ans environ...	119	400	27	265	353	172	1 217	1,02	N > Ca > K
Forêt secondaire 20 ans environ...	119	506	36	424	439	197	1 602	1,35	N > Ca > K
Ghana (GREENLAND & KOWAL, 1960)									
Forêt secondaire 40-50 ans.....	235,5	1 471	93	727	1 868	267	4 426	1,88	Ca > N > K

(*) Biomasse épigée partielle (arbres seulement).

santes de la biomasse. Parmi celles-ci, les Marantacées et Zingibéracées accumulent le potassium, alors que les tissus foliaires des espèces ligneuses sont marqués par une prédominance de l'azote. Les teneurs en calcium des tissus ligneux de *Macaranga hurifolia* sont supérieures aux teneurs en tous les autres bioéléments et sont également, pour un stade donné, plus élevées que les teneurs en calcium des tissus ligneux des espèces diverses ligneuses.

La végétation des premiers stades de la reconstitution qui se distingue de la végétation des stades plus âgés par une proportion plus importante de tissus foliaires, des Marantacées et Zingibéracées et des tiges peu lignifiées, s'en différencie aussi du point de vue chimique par des concentrations plus élevées en bioéléments, principalement en potassium, en azote et en phosphore. Il en résulte une accumulation plus intense des bioéléments au cours des premiers stades de la reconstitution.

Les stades plus âgés sont marqués, en raison d'une importance accrue des tissus ligneux, par une prédominance du calcium et de l'azote sur les autres éléments.

L'importance des stocks de bioéléments dans la végétation à différents stades de la succession secondaire est largement fonction des caractéristiques des espèces constitutives des recrûs, mais elle dépend aussi des conditions édaphiques, ces dernières agissant à la fois directement sur l'approvisionnement des plantes en éléments minéraux et indirectement en favorisant l'implantation d'espèces plus ou moins productives et plus ou moins exigeantes en certains éléments minéraux dans leurs tissus.

BIBLIOGRAPHIE

- BARTHOLOMEW W. V., MEYER J. & LAUDELOUT H., 1953. — *Mineral nutrient immobilisation under forest and grass fallow in the Yangambi (Belgian Congo) region*. Brussels, INEAC, Série sci. n° 57, 27 p.
- BERNHARD-REVERSAT F., HUTTEL C. & LEMÉE G., 1975. — Recherches sur l'écosystème de la forêt subéquatoriale de Basse Côte-d'Ivoire. *La terre et la Vie*, 29, 169-264.
- FOLSTER H., DE LAS SALAS G. & KHANNA P., 1976. — A tropical evergreen forest site with perched water table, Magdalena valley, Columbia. Biomass and bioelements inventory of primary and secondary vegetation. *Æcol. Plant.*, 11 (4), 297-320.
- FRITSCH E., 1982. — Évolution des sols sous recrû forestier après mise en culture traditionnelle dans le sud-ouest de la Côte-d'Ivoire. Rapport O. R. S. T. O. M., multigr., 74 p.
- GOLLEY F. B., MCGINNIS J. T., CLEMENTS R. G., CHILD G. I. & DUEVER M. J., 1975. — *Mineral cycling in a tropical moist forest ecosystem*. Univ. of Georgia Press, Athens, 248 p.
- GUILLAUMET J. L., ALEXANDRE D. Y., 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, n° 3, 189-270.
- GOUZY M., 1973. — *L'analyse minérale des produits naturels*. Organisation et méthodes pour un laboratoire d'analyse en série. Tome III. Sols. Roches. Minéraux, 308 p. Tome IV. Eaux. Végétaux. Éléments traces. Solutions titrées. Rapport ORSTOM, multigr., 338 p.
- GREENLAND D. J. & KOWAL J. M. L., 1960. — Nutrient content of the moist tropical forest of Ghana. *Plant and Soil*, XII (2), 154-174.
- JAFFRÉ T. & DE NAMUR Ch., 1983. — Évolution de la biomasse végétale épigée au cours de la succession secondaire dans le sud-ouest de la Côte-d'Ivoire. *Acta Œcologica, Æcol. Plant.*, 4 (18), n° 3, 259-272.
- NYE P. H., 1958. — The relative importance of fallows and soils in storing plant nutrient in Ghana. *J. W. Afr. Sci. Assoc.*, 4, 31-49.
- NYE P. H. & GREENLAND D. J., 1960. — The soil under shifting cultivation. Technical Communication, n° 51, Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, 156 p.

- ORSTOM-UNESCO, 1983. — *Recherches sur les ressources naturelles*. XIX. Écosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique, 473 p.
- STARK N., 1970. — The nutrient content of plants and soils from Brazil and Surinam. *Biotropica*, 2, 51-60.
- TERGAS L. E. & POPENOE H. L., 1971. — Young secondary vegetation and soil interactions in Izabal, Guatemala. *Plant and Soil*, 34, 675-690.