

# Variations des apports de litière et d'éléments minéraux dans les plantations de limba (*Terminalia superba*) au Congo

J. Goma-Tchimbakala\*, Mireille Ndongou-Hockemba, A. Kokolo & A.N.S. Mboussou-Kimbangou

Keywords: Plantation- *Terminalia superba*- Litter- Nutrient- Nutrition index- Congo

## Résumé

Une étude a été menée sur les variations des apports de litière et d'éléments minéraux dans une chronoséquence de *Terminalia superba* (7, 12 et 48 ans) et une forêt naturelle. Les résultats montrent que les pics des apports de litière ont lieu en saison de pluies contrairement à la plupart des formations forestières de la zone tropicale humide. Les apports d'éléments minéraux au sol par les litières sont toujours supérieurs en plantation qu'en forêt naturelle. Les quantités de calcium apportées sont très élevées, jusqu'à 175 kg/ha/an. Les valeurs observées indiquent une efficacité modérée d'utilisation des éléments minéraux par les *Terminalia superba*.

## Summary

### Variations in Litter Production and Nutrient Supply in Plantations of Limba (*Terminalia superba*) in Congo

A study was carried out in a chronosequence of *Terminalia superba* (7, 12 and 48 years) and a nearby natural forest. The results show that the peaks of litterfall take place in rainy season contrary to the majority of the forest formations of the humid tropical zone. The return of nutrients to the soil via the leaf litter is higher in plantations than in forest. The calcium released from the leaf litter was up to 175 kg.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>. The values obtained indicate a moderate nutrient use efficiency by *Terminalia superba*.

## Introduction

Les arbres jouent un rôle important dans l'augmentation de la productivité d'un site, à travers les changements écologiques et physico-chimiques qu'ils induisent dans le sol (23). Les quantités de matière organique et d'éléments minéraux qui retournent au sol par l'intermédiaire des litières, font partie des principaux facteurs du fonctionnement des écosystèmes forestiers. L'accumulation des résidus organiques sur le sol contribue à la formation de l'humus. Celui-ci est caractéristique de chaque écosystème et représente le stock d'éléments qui se libèrent au fur et à mesure garantissant un apport permanent de nutriments au sol (7). Lorsque l'estimation de la production de litière est combinée avec d'autres mesures telles que la biomasse, la litière au sol et les flux, on obtient des informations sur la productivité, la décomposition et le cycle des éléments dans l'écosystème. En plus, les analyses des teneurs des éléments dans les retombées de litière peuvent donner des indications sur les nutriments limitant et l'efficacité de leur utilisation par les plantes de la forêt (28, 29). De nombreux auteurs ont montré que la chute de litière est sous la dépendance des facteurs climatiques (13, 15, 17, 24).

Le potentiel des espèces d'arbres de forêt à réhabiliter des sols dégradés à long terme peut s'observer à

travers leurs impacts sur les paramètres de la fertilité du sol tels que la matière organique et les cations. Dans d'autres cas, leurs effets ne deviennent visibles qu'après des études détaillées par exemple de la décomposition de la litière ou de la minéralisation de l'azote (14). L'efficacité d'utilisation des nutriments (NUE) ou index de nutrition est un moyen rapide d'intégrer les résultats et d'estimer cet impact (14, 18, 27).

Le but de cette étude est d'évaluer les apports d'éléments minéraux au sol à travers la production et la décomposition de la litière et de suivre leur évolution jusqu'à l'âge d'exploitabilité des *Terminalia superba*, fixé entre 46 et 48 ans. Au cours de l'étude sera testée l'hypothèse d'un retour vers les caractéristiques de la forêt naturelle. Les résultats obtenus pourraient constituer une base de connaissances pour les projets de gestion durable des flux d'éléments minéraux et des sols en plantation.

## Matériel et méthodes

### Description des sites

Les sites sont situés dans la localité de Bilala (Mayombe) à 80 km de Pointe-Noire. Les coordonnées géographiques de cette zone sont 4 °31 S de latitude,

12 °4 E de longitude et 30 m d'altitude. La moyenne annuelle des précipitations est de 1500 mm, la température moyenne atteint 18 °C en saison sèche et 26 °C en saison de pluies. L'humidité relative est toujours autour de 85% (6). Les sols sont ferrallitiques désaturés à fortement désaturés (9). La végétation d'origine est une forêt à légumineuses dont l'étage dominant est occupé par *Gilletiodendron pierreanum* et *Cynometra lujae*.

Les plantations de *Terminalia superba* étudiées appartiennent au Service National de Reboisement. Le travail est effectué dans une chronoséquence d'âge de 7, 12 et 48 ans et une forêt voisine, dont l'étage supérieur est occupé par *Gilletiodendron pierreanum* et *Cynometra lujae*, est prise comme référentiel.

Les plantations ont été mises en place après destruction totale de la forêt préexistante et brûlis des abatis et du sous-bois herbacé en saison sèche. Les plants sont placés à écartement définitif de 10 m x 10 m (12, 27). Les entretiens ont lieu les six premières années pour éliminer le sous-bois le plus gênant. Chaque plantation a une superficie de trois hectares.

**Méthodes**

**Les retombées de litière**

Dans chaque site, dix collecteurs de litières de 1 m<sup>2</sup> ont été installés au hasard. Les collecteurs sont constitués par un cadre en bambou dont le fond est fermé par un ensemble de lames tressées en natte. La récolte de la litière piégée s'effectue toutes les deux semaines. Cette méthode de récolte est conforme à celle employée par de nombreux auteurs (2, 21).

La litière a été séchée à l'air puis à l'étuve à 65 °C pendant 72 heures avant la détermination du poids de la matière sèche.

**Les apports d'éléments biogènes au sol par les litières feuilles**

Les analyses chimiques ont été effectuées au laboratoire de l'IRD de Pointe-Noire sur des litières séchées à l'air et réduite en poudre. Le matériel végétal broyé est minéralisé à l'aide de l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur. Le dosage de l'azote se fait ensuite par distillation selon la méthode de Kjeldhal (4). Le phosphore est dosé par

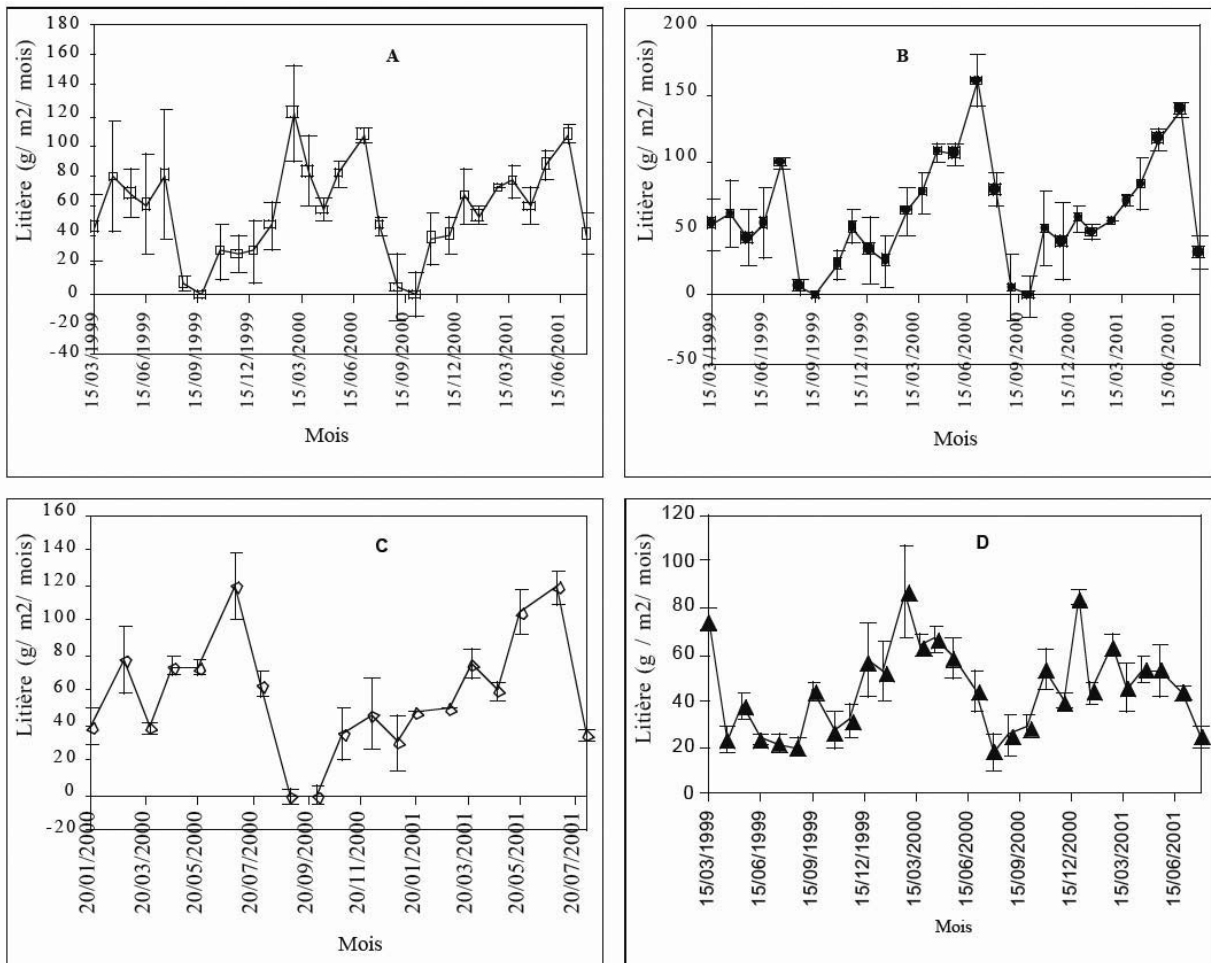


Figure 1 : Apport mensuel de litière feuille au sol.

A- plantation de *Terminalia superba* 7 ans; B- plantation de *Terminalia superba* 12 ans; C- plantation de *Terminalia superba* 48 ans; D- Forêt naturelle

la méthode colorimétrique en présence de bleu de molybdène. Le calcium, le potassium et le magnésium sont dosés soit au spectrophotomètre atomique soit au spectrophotomètre à flamme.

### Efficiences d'utilisation des nutriments (NUE)

L'efficacité d'utilisation des nutriments, ou Nutrient-Use Efficiency (NUE), est généralement définie comme la quantité de biomasse produite par unité de nutriment absorbé (14, 29). Puisque les mesures directes de l'absorption ne sont habituellement pas effectuées dans les parcelles d'arbres matures, on emploie alors à la place l'apport d'éléments minéraux par les chutes des litières feuilles ( $M_{Lf}$ ) comme estimation de l'absorption annuelle des nutriments (14). La production est assimilée à la chute totale de litière par an.

$$NUE = PT / M_{Lf}$$

Avec NUE efficacité d'utilisation des nutriments, PT matière sèche totale (litière feuilles et tiges) apportée au sol par an,  $M_{Lf}$  apport d'éléments minéraux par les chutes de litières feuilles (14, 19, 28).

## Résultats

### Chute de litière

Les récoltes ont été effectuées pendant vingt-neuf mois entre mars 1999 et juillet 2001 sauf dans la plantation de *Terminalia superba* de 48 ans où elles ont débuté en janvier 2000.

Le *Terminalia superba* est une espèce caducifoliée qui perd toutes ses feuilles en deux ou trois mois pendant la saison sèche. Dans les plantations, une réitération apparaît dans la chute des litières. Le maximum de retombées de litière a lieu entre le mois de mars et le mois de juillet. La production de litière est nulle ou très faible pendant les mois d'août et de septembre. Les quantités de litières récoltées sont faibles entre le mois d'octobre et le mois de février (Figure 1 a, b, c). En forêt naturelle la chute des feuilles s'étale le long de l'année avec des pics qui se situent aux mois de novembre-décembre et mars-avril pendant la saison pluvieuse (Figure 1 d).

Les chutes de feuilles ne sont pas importantes pendant la saison sèche. La production moyenne annuelle de

**Tableau 1**  
Apport annuel de litière au sol dans les plantations de *Terminalia superba* et en forêt naturelle (kg/ha/an)

	<i>Terminalia superba</i>			Forêt
	7 ans	12 ans	48 ans	naturelle
Moyenne	6800	7100	7160	6640
écarts type	320	350	310	220

litière est plus élevée dans les plantations qu'en forêt naturelle (Tableau 1)

### Teneurs en éléments minéraux des litières

Les teneurs moyennes en éléments minéraux des litières sont mentionnées dans le tableau 2. La litière de forêt naturelle est plus riche en azote que celle de *Terminalia superba* où le taux varie entre 1,3 et 1,39%. Le taux de phosphore est compris entre 0,059 dans les litières de forêt naturelle et 0,09% dans celles de la plantation *Terminalia* de 7 ans. Le taux de potassium (0,44%) est faible dans les litières de forêt naturelle par rapport à celui des *Terminalia superba* (entre 0,55 et 0,77%). La teneur la plus élevée est enregistrée dans le *Terminalia* de 7 ans. La concentration de calcium varie entre 2,6 et 2,9% dans les litières de *Terminalia superba*. Par contre la litière de forêt a un taux plus faible (1,8%). Les litières de la plantation mature 48 ans et de la forêt sont moins riches en magnésium que les plantations jeunes de 7 et 12 ans.

D'une manière générale, sauf pour l'azote, les teneurs en éléments minéraux ont tendance à diminuer avec le vieillissement des plantations (Tableau 2).

### Apport d'éléments minéraux au sol par les litières

Les quantités totales d'éléments minéraux restitués annuellement au sol varient selon les litières et l'âge de la plantation ( $p < 0,001$ ). Les apports de l'année 2000-2001 ont été supérieurs à ceux de l'année 1999-2000 (Tableau 3). L'ANOVA montre que les apports d'éléments minéraux sont significativement plus élevés dans les plantations que dans la forêt naturelle ( $p < 0,001$ ). Les moyennes annuelles des apports en azote et en phosphore sont équivalentes dans les plantations de *Terminalia superba* (12 et 48 ans). Ces apports sont supérieurs à ceux enregistrés

**Tableau 2**  
Teneurs moyennes en éléments minéraux des litières feuilles en pourcentage du poids de matière sèche

Formation forestière	Age ans	Éléments minéraux				
		N	P	K	Ca	P
<i>Terminalia superba</i>	7	1,35	0,09	0,77	2,85	0,69
<i>Terminalia superba</i>	12	1,37	0,067	0,62	2,70	0,76
<i>Terminalia superba</i>	48	1,39	0,067	0,55	2,60	0,50
Forêt naturelle	-	1,57	0,059	0,44	1,80	0,50

**Tableau 3**  
**Variations interannuelles des apports d'éléments minéraux au sol par les litières feuilles**  
**de *Terminalia superba* et de forêt naturelle (kg/ha/an)**

Année	Formation forestière	Age ans	Eléments minéraux				
			N	P	K	Ca	Mg
1999-2000	<i>Terminalia superba</i>	7	80	5,03	45	168,0	41,0
	<i>Terminalia superba</i>	12	70	3,4	32	138,0	39,0
	<i>Terminalia superba</i>	48	-	-	-	-	-
	Forêt naturelle	-	79	3	22	90,0	25,0
2000-2001	<i>Terminalia superba</i>	7	86	5,8	49	182,0	44,0
	<i>Terminalia superba</i>	12	107	5,2	48	211,0	59,0
	<i>Terminalia superba</i>	48	89	4,3	35	166,0	32,0
	Forêt naturelle	-	93	3,5	26	106,0	30,0
Moyenne	<i>Terminalia superba</i>	7	83	5,5	47	175,0	42,0
	<i>Terminalia superba</i>	12	88	4,3	40	174,0	49,0
	<i>Terminalia superba</i>	48	89	4,3	35	166,0	32,0
	Forêt naturelle	-	86	3,2	24	98,0	27,0

**Tableau 4**  
**Comparaison des apports au sol d'éléments minéraux majeurs (moyenne annuelle, kg/ha/an) par les litières feuilles**  
**des formations forestières tropicales**

Formation forestière	Litière feuille	Eléments minéraux					Age ans	Pays	Auteurs
		N	P	K	Ca	Mg			
Plantations									
<i>Terminalia ivorensis</i>	7170	112,0	8,5	42,0	130,0	35,0	-	Côte d'Ivoire	Bernhard-Reversat, 1976
<i>Eucalyptus diversicolor</i>	3540	16,3	0,6	6,8	29,1	7,6	40	Australie	O'Connell et Ménage, 1982
<i>Terminalia superba</i>	4037	76,0	40,0	31,0	90,0	10,0	-	Nigeria	Ola-Adams et Egunjobi, 1992
<i>Pinus kesiya</i>	7102	61,3	2,8	18,2	22,5	5,6	14	Cameroun	Njoukam <i>et al.</i> , 1999
<i>Pinus kesiya</i>	7241	62,6	2,6	21,6	26,8	7,8	36	Cameroun	Njoukam <i>et al.</i> , 1999
<i>Shorea robusta</i>	-	72,3	4,7	23,2	83,1	12,6	67	Inde	Samra et Raizada, 2002
<i>Tectona grandis</i>	-	45,6	2,3	27,1	62,8	8,4	67	Inde	Samra et Raizada, 2002
<i>Terminalia superba</i>	6150	83,0	5,5	47,4	175,3	42,4	7	Congo	Goma-Tchimbakala <i>et al.</i> , 2003*
<i>Terminalia superba</i>	6450	88,4	4,3	40,0	174,2	49,0	12	Congo	Goma-Tchimbakala <i>et al.</i> , 2003*
<i>Terminalia superba</i>	6400	89,0	4,3	35,2	166,4	32,0	48	Congo	Goma-Tchimbakala <i>et al.</i> , 2003*
Forêt tropicale	7430	112,0	13,3	80,0	105,0	85,0	-	Côte d'Ivoire	Bernhard-Reversat, 1976
Forêt tropicale pluvieuse	7300	84,0	2,7	11,0	230,0	25,0	-	Sarawak	Proctor <i>et al.</i> , 1983
Forêt à Dipterocarpus	5400	51,0	0,6	24,0	8,1	5,8	-	Sarawak	Proctor <i>et al.</i> , 1983
Forêt tropicale (100 m)	7600	110,0	4,1	15,0	63,0	13,0	-	Costa Rica	Heaney et Proctor, 1989
Forêt tropicale (2000 m)	4800	43,0	2,6	11,0	53,0	9,1	-	Costa Rica	Heaney et Proctor, 1989
Forêt tropicale	5200	37,0	2,6	11,0	40,0	16,0	-	Venezuela	Medina et Cuevas, 1989
Forêt mixte sur oxisol	6500	105,0	2,1	16,0	11,0	5,0	-	Venezuela	Medina et Cuevas, 1989
Forêt tropicale humide	-	11,0	1,9	12,6	22,4	2,9	-	Cameroun	Songwe <i>et al.</i> , 1997
Forêt tropicale humide	5450	85,6	3,2	24,0	98,1	27,3	-	Congo	Goma-Tchimbakala <i>et al.</i> , 2003*

\* Présent travail

en forêt et en plantation de *Terminalia superba* de 7 ans ( $p < 0,001$ ). Les quantités moyennes annuelles de potassium, calcium et de magnésium, apportées au sol diminuent avec l'augmentation de l'âge des *Terminalia superba* ( $p < 0,001$ , Tableau 3).

### Efficiences d'utilisation des nutriments

Nous avons utilisé les données des apports d'éléments minéraux du tableau 4 et les valeurs des chutes annuelles de litière rapportées par les mêmes auteurs pour calculer les NUE ou index de nutrition portés dans le tableau 5. Ceci nous a permis d'avoir une base de comparaison entre nos plantations et d'autres formations forestières tropicales. Les *Terminalia superba* présentent des NUE élevés pour le phosphore, le potassium et le magnésium, et des index plus faibles pour le calcium et l'azote. Des observations identiques ont été faites dans la forêt naturelle avec les mêmes tendances.

L'efficacité d'utilisation de l'azote est similaire pour toutes les formations étudiées (Tableau 5). Les plantes de la forêt utilisent de manière plus efficace le phosphore que les *Terminalia superba* en plantation. La NUE du potassium est légèrement plus élevée en forêt naturelle qu'en plantation (Tableau 5). La plantation mature et la forêt ont la même efficacité dans l'utilisation du magnésium.

### Discussion

Dans la plupart des études sur les forêts tropicales, la production de litière présente des pics qui ont lieu

en général en saison sèche. De nombreux facteurs peuvent être pris en compte pour expliquer ce phénomène. Selon plusieurs études le stress hydrique détermine les pics de production de litière de la période sèche en zone tropicale humide (15, 16, 24), la faible disponibilité des nutriments dans le sol (10) et aussi le rapport entre le nombre d'espèces décidues et semi-décidues dans la forêt (30). Plusieurs auteurs (8, 16) indiquent une corrélation positive entre la production de litière et la pluviométrie. Les travaux d'autres auteurs (3, 15, 17, 21) rapportent des pics de production qui ont lieu pendant la période pluvieuse. Nous avons aussi constaté qu'en forêt naturelle, la chute a lieu toute l'année avec des pics en saison de pluies en novembre-décembre et février-avril. Cette inversion du phénomène par rapport à la plupart des forêts tropicales, s'expliquerait selon Schwartz (21) qui observe la même chose, par les caractéristiques de la saison sèche dans le Mayombe, fraîche et peu ensoleillée avec une humidité plus élevée qu'en saison de pluie, autour de 85%. L'évapotranspiration est alors très réduite et le besoin de diminuer la surface transpirante moins impératif.

Les données disponibles sur les plantations forestières d'arbres décidus montrent que la chute maximale de litière a lieu en saison sèche au moment où le stress hydrique est fort (24, 25, 26). Dans le Mayombe, la chute maximale des litières de *Terminalia superba* a lieu à la fin de la saison de pluies et en début de saison sèche. Selon Moore, cité par Sundarapandia

Tableau 5

#### Comparaison de l'efficacité d'utilisation des éléments minéraux de différentes formations forestières tropicales

Formation forestière	Efficacité d'utilisation des éléments minéraux					Age ans	Pays	Auteurs
	N	P	K	Ca	Mg			
Plantations								
<i>Terminalia ivorensis</i>	74	975	197	64	237	-	Côte d'Ivoire	Bernhard-Reversat, 1976
<i>Eucalyptus diversicolor</i>	580	16875	1390	325	1243	40	Australie	O'Connell et Ménage, 1982
<i>Terminalia superba</i>	55	104	1391	46	415	-	Nigeria	Ola-Adams et Egunjobi, 1992
<i>Pinus kesiya</i>	135	2962	1392	369	1468	14	Cameroun	Njoukam <i>et al.</i> , 1999
<i>Pinus kesiya</i>	158	3843	1393	369	1236	36	Cameroun	Njoukam <i>et al.</i> , 1999
<i>Terminalia superba</i>	82	1230	1394	39	160	7	Congo	Goma-Tchimbakala <i>et al.</i> , 2003*
<i>Terminalia superba</i>	80	1647	1395	41	145	12	Congo	Goma-Tchimbakala <i>et al.</i> , 2003*
<i>Terminalia superba</i>	80	1673	1396	43	224	48	Congo	Goma-Tchimbakala <i>et al.</i> , 2003*
			1397					
Forêt tropicale	82	691	1398	88	108	-	Côte d'Ivoire	Bernhard-Reversat, 1976
Forêt à Dipterocarpus	173	15714	1399	1086	1517	-	Sarawak	Proctor <i>et al.</i> , 1983
Forêt tropicale (100 m)	82	2195	1400	143	692	-	Costa Rica	Heaney et Proctor, 1989
Forêt tropicale (2000 m)	110	2640	1401	165	660	-	Costa Rica	Heaney et Proctor, 1989
Forêt tropicale	192	2731	1402	178	444	-	Venezuela	Medina et Cuevas, 1989
Forêt mixte sur oxisol	90	4476	1403	855	1880	-	Venezuela	Medina et Cuevas, 1989
Forêt tropicale humide	78	2068	1404	68	244	-	Congo	Goma-Tchimbakala <i>et al.</i> , 2003*

\* Présent travail

(26), le stress hydrique favorise la synthèse de l'acide abscissique dans le feuillage qui à son tour induit la sénescence des feuilles et des autres organes.

Les feuilles constituent la plus grande partie de la production totale de litière comme l'ont constaté d'autres auteurs (4, 12, 15).

Les concentrations en éléments minéraux des litières feuilles de *Terminalia superba* sont dans l'ordre des grandeurs données pour cette espèce (16, 25). Les variations observées sont liées au degré de développement de la plante, la période de l'année et peut être les caractéristiques édaphiques de chaque site. Il a en effet été montré que les caractéristiques du site pouvaient influencer la production de litière et aussi les teneurs en éléments minéraux (25, 29). Des études ont rapporté des taux de retranslocation de près de 50% pour l'azote, le phosphore et le potassium (25). Le calcium et le magnésium semblent au contraire soumis à une forte récréation. Ceci pourrait expliquer à la fois la faiblesse des teneurs dans les feuilles pour les premiers éléments et les fortes concentrations pour les deux derniers. Par contre en forêt, les concentrations en éléments minéraux dans les litières feuilles sont comparables aux autres forêts tropicales. Les taux d'azote des litières de forêt naturelle sont plus élevés que celui des *Terminalia superba* ce qui pourrait se traduire par une moins bonne décomposition en plantation qu'en forêt.

Ces teneurs associées à la production totale annuelle de litière expliquent en grande partie les différences observées au niveau des quantités d'éléments minéraux apportés annuellement au sol dans chaque site. Dans notre étude, les apports en azote sont élevés en comparaison avec les résultats obtenus au Nigeria et au Cameroun pour la même espèce (16, 25) et dans d'autres plantations de zones tropicales humides (Tableau 4). Par contre, ces apports d'azote sont inférieurs à ceux enregistrés pour *Terminalia ivorensis* en Côte d'Ivoire (1). Nous remarquons aussi que les *Terminalia superba* se caractérisent par un apport important de calcium supérieur aux quantités données pour les plantations et les forêts tropicales humides (Tableau 4) sauf pour la plantation d'*Eucalyptus tereticornis* en Inde et la forêt pluvieuse sur sol calcaire de Sarawak (17, 18). Ces grandes contributions au calcium du sol pourraient avoir un effet bénéfique sur le fonctionnement des sols en atténuant l'acidité, en augmentant la capacité d'échange et l'activité de la microflore. En comparant les données du tableau 4, il apparaît que les *Terminalia superba* sont plus riches en calcium que la plupart des litières des autres plantations et des forêts tropicales à l'exception des résultats obtenus dans les formations forestières de Côte-d'Ivoire (1).

Les valeurs observées indiquent globalement une efficacité modérée d'utilisation des éléments minéraux. Des valeurs de 130 sont généralement

trouvées pour l'efficacité d'utilisation de l'azote par les arbres des forêts tropicales (29). Cette valeur est plus élevée que celles que nous avons obtenues pour les plantations de *Terminalia* et une forêt du Mayombe. Nos résultats sont comparables à ceux obtenus dans une forêt décidue en Inde (22) et à la plupart des plantations et des forêts tropicales mentionnées (Tableau 5). Santa Regina *et al.* (20) ont montré que *C. sativa* conserve les éléments minéraux dans les parties pérennes en abaissant sa demande en nutriments et l'allocation au feuillage pour la production de chaque unité de matière sèche. Cette stratégie est combinée à une réduction des pertes par les retombées de litière. Dans les écosystèmes forestiers, les plantes maximisent l'efficacité d'utilisation des nutriments dans les sols pauvres en réduisant les pertes par un accroissement de la longévité des tissus et non à travers une augmentation de la résorption des éléments (28). Selon ce même auteur (28), plus l'efficacité d'utilisation des nutriments est élevée plus le nombre de molécules nécessaires à la production d'une unité de matière sèche est faible. La demande de la plante vis-à-vis de la fertilité du sol est réduite, la conséquence est une meilleure adaptation sur les sols pauvres en nutriments. Les résultats que nous avons obtenus montrent que les *Terminalia superba* ont une efficacité faible d'utilisation des nutriments. Ces résultats suggèrent que les *Terminalia superba* pourraient avoir une croissance normale sur des sols relativement pauvres en nutriments. Les plantations de *Terminalia* étudiées sont par ailleurs établies sur un sol ferrallitique désaturé. Ceci confirme sa capacité d'adaptation sur des sols pauvres en nutriments. Ils peuvent constituer une bonne alternative pour la reforestation des sites dégradés, des friches agricoles. Nous avons remarqué une tendance à l'accumulation de la matière organique et de l'azote dans le sol de surface sous les *Terminalia superba* par rapport à la forêt naturelle. En dépit de ces constatations, l'efficacité d'utilisation des éléments minéraux seule ne peut suffire à comprendre la circulation de l'azote au cours du fonctionnement des plantations des *Terminalia superba*. En effet, dans les régions tropicales les nutriments sont considérés comme facteurs critiques de la productivité alors que dans les régions sèches c'est l'eau qui limite l'efficacité d'utilisation des nutriments (14).

## Conclusion

Les résultats obtenus, malgré le nombre restreint de parcelles étudiées pour chaque âge et la complexité des échanges sol - plantes, montrent des différences entre la forêt naturelle et le système forestier artificiel qu'est la plantation. La production de litière est maximale en fin de saison de pluies dans les plantations

correspondant au déterminisme du stress hydrique tandis qu'en forêt la production de litière maximale a lieu en saison de pluies. Les apports d'éléments plus importants en plantation répondent à la vigoureuse croissance des *Terminalia superba*.

## Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce au financement octroyé à Monsieur J. Goma-Tchimbakala par la Fondation Internationale pour la Science.

## Références bibliographiques

- Bernhard-Reversat F., 1976, Essai de comparaison des cycles d'éléments minéraux dans les plantations de Framiré (*Terminalia ivorensis*) et en forêt naturelle de Côte d'Ivoire. Bois et Forêt des Tropiques, 187, 25-37.
- Bernhard-Reversat F., 1993, Dynamics of litter and organic matter at the soil-litter interface in fast-growing tree plantations on sandy ferrallitic soils (Congo). Acta Ecologica 14, 179-195.
- Brassell H.M., Unwin G.L. & Stocker G.C., 1980, The quantity, temporal distribution and mineral element content of litterfall in two forest types at two sites in tropical Australia. Journal of Applied Ecology, 7, 603-608.
- Bremmer J.M. & Mulvaney C.S., 1982, nitrogen-total. In: Page A.L., Miller R.H., Keeney D.R. (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological properties. American society of Agronomy, Madison, WI, 595-641.
- Bubb K.A., XU Z.H., Simpson J.A. & Saffigna P.G., 1998, Some nutrient dynamics associated with litterfall and litter decomposition in Hopp pine plantation of Southeast Queensland, Australia. Forest Ecology and Management, 110, 343-352.
- Clairac B., Cros B. & Sénéchal J., 1989, Le climat du Mayombe. Revue des Connaissances sur le Mayombe. PNUD/UNESCO, 47-68.
- Cuevas E., Brown S., & Lugo A.E., 1991, Above and belowground organic matter storage and production in a tropical pine plantation and a paired broadleaf secondary forest. Plant and Soil, 135, 257-268.
- Dommergues Y., 1963., Les cycles biogéochimiques des éléments minéraux dans les formations tropicales. Bois et Forêt des Tropiques, 87, 10-25.
- Jamet R. & Rieffel J.M., 1976, Carte pédologique du Congo au 1/200 000. Feuille Pointe-Noire Loubomo. Notice explicative n° 65. Paris, France, ORSTOM, 167 p.
- Jordan C.F., 1983, Productivity of tropical rain forest ecosystems and the implication for their use as future wood and energy sources. In: Golley, F.B. (eds). Tropical rain forests ecosystems-structure and function. Elsevier Scientific Publishing Compagny, Oxford, 117-136.
- Koyo J.P., 1987, Influences des conditions édaphiques sur la croissance du *Terminalia superba* au Mayombe (Congo). In: Facteurs et conditions du maintien de la fertilité du milieu tropical humide. Séminaire International de Pointe-Noire, Congo, du 9 au 21 mars 1987. UNESCO-PNUD-AUPELF, 169-173.
- Lugo A.E., Wang D. & Bormann F.H., 1990, A comparative analysis of biomass production in five tropical tree species. Forest Ecology and Management, 31, 153-166.
- Meentemeyer V., 1982, World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. Bioscience, 32, 125-128.
- Montagini F., 2002, Tropical plantations with native trees: their function in ecosystem restoration. In: Mallapureddi Vikram Reddy Ed. Management of Tropical plantation-forest and their soil-litter system, 73-94.
- Morellato P.L., 1992, Nutrient cycling in two South-east Brazilian forest. I. Litterfall and litter standing crop. Journal of Tropical Ecology, 8, 205-215.
- Ola-Adams B.A. & Egunjobi J.K., 1992, Effects of spacing on litterfall and nutrient contents in stands of *Tectona grandis* Linn. F. and *Terminalia superba* Engler et Diels. Afr. J. Ecol. 30, 18-32.
- Proctor J., Anderson J.M., Fogden S.C.L. & Wallack H.W., 1983, Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. II. Litterfall, litter stading crop and preliminary observations on herbivory. Journal of Ecology, 71, 261-283.
- Samra J.S. & Raizada A., 2002, Litter production and nutrient dynamics in tropical forest plantations of India. In: Mallapureddi Vikram Reddy Ed. Management of Tropical plantation- Forest and their Soil-Litter System, 41-71.
- Santa Regina I. & Tarazona T., 2001, Nutrient cycling in a natural beech forest and adjacent planted pine in northern Spain. Forestry, 74, 1, 11-28.
- Santa Regina I., Leonardi S. & Rapp M., 2001, Foliar nutrient dynamics and nutrient-use efficiency in *Castanea sativa* coppice stands of southern Europe. Forestry, 74, 1, 1-10.
- Schwartz D., 1993, Les retombées de litière en tant que source de carbone et de l'azote du sol. Quantification et périodicité des apports en relation avec les caractéristiques climatiques et édaphiques dans deux parcelles de forêt dense à Dimonika (Mayombe, Congo). Echanges Forêt-Atmosphère en milieu tropical humide. PNUD/UNESCO, 141-157.
- Singh K.P., 1989, Mineral nutrient in tropical dry deciduous forest and savanna ecosystems. In: Proctor J. (Eds): mineral nutrients in tropical forest and savanna. Ecosystems, 9, 153-168.
- Singh G., Singh B., Kuppusamy V. & Bala N., 2002, Variations in foliage and soil nutrient composition in *Acacia tortilis* plantation of different ages in north-western Rajasthan. Indian Forester, 128, 514-521.
- Songwe N.C., Fasehun F.W. & Okali D.U.U., 1988, Litterfall and productivity in a tropical rainforest, southern Bakundu Forest Reserve, Cameroon. Journal of Tropical Ecology, 4, 25-37.
- Songwe N.C., Fasehun F.E. & Okali D.U.U., 1997, Leaf nutrient dynamics of two tree species and litter nutrient content in southern Bakundu Forest Reserve, Cameroon. Journal of Tropical Ecology, 13, 1-15.
- Sundarapandia S.M. & Swamy P.S., 1999, Litter production and leaf-litter decomposition of selected tree species in tropical forests Kodayar in the western Ghats, India. Forest Ecology and Management, 123, 231-234.
- Tariel J. & Groulez J., 1958, Les plantations de limba au Moyen-Congo. Bois et Forêt des Tropiques, 61, 9-25.
- Vitousek P.M., 1982, Nutrient cycling and nutrient efficiency. American Naturalist, 119, 553-572.
- Vitousek P.M., 1984, Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. Ecology, 65, 285-298.
- Vogt K.A., Grier C.C. & Vogt D.J., 1985, Production, turnover, and nutrient dynamics of above and belowground detritus wood forests. Advances in Ecological Research, 15, 303-377.

J. Goma-Tchimbakala, Congolais, Doctorat unique, Maître-assistant, Institut de Développement rural, Université Marien Ngouabi.

Mireille Ndongou-Hockemba, Congolaise, Ingénieur des Travaux forestiers, Stagiaire.

A. Kokolo, Congolais, Ingénieur des Travaux forestiers, Stagiaire.

A.N.S. Mboussou Kimbangu, Congolais, Ingénieur des Travaux forestiers, Stagiaire.