

Dynamique d'imbibition et de lessivage des litières de neuf espèces à usages multiples des savanes Soudano-guinéennes de l'Adamaoua, Cameroun

IBRAHIMA Adamou^{1*}, NGUETNKAM Jean Pierre², HAMAWA Yougouda¹, TODOU Gilbert¹, WANYAOLA Bienvenu¹ & DOBA Rebega¹

¹Département des Sciences Biologiques et ²Département des Sciences de la terre, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun.

RESUME

Une expérience en laboratoire a été réalisée avec les litières de neuf espèces agroforestières des savanes soudano-guinéennes de l'Adamaoua, afin de comparer leur capacité d'absorption d'eau et de perte de masse au cours de lessivage, phase initiale de la décomposition. Dans ce but, 168 échantillons des litières foliaires (5 ± 0.01 g) de *Annona senegalensis*, *Lophira lanceolata*, *Syzygium guineense* var *guineense*, *Syzygium guineense* var *macrocarpum*, *Vitellaria paradoxa*, *Vitex doniana*, *Vitex madiensis*, *Uapaca togoensis* et *Ximenia americana* ont été immergés pendant 240 heures (10 jours) dans l'eau distillée, à une température de 24°C. Trois échantillons de chaque espèce ont été prélevés au bout de 1, 6, 24, 72, 168 et 240 heures. Selon les espèces, la Capacité d'absorption d'eau au bout de 240 h varie de 173 à 335 % par rapport au poids sec, respectivement pour *S. g. var guinéenses* et *U. togoensis*. La perte de masse par rapport au masse sèche initiale varie de 11,87 à 39,11% respectivement pour *V. paradoxa* et *X. americana*. La capacité d'absorption d'eau est corrélée positivement aux caractéristiques physiques des litières, notamment la masse surfacique (masse/unité de surface). De même, une corrélation positive est observée entre la perte de masse totale et la capacité d'absorption d'eau. Ces résultats préliminaires, couplés aux données d'analyses chimiques pourront permettre de comprendre le processus de décomposition et de procéder ainsi à un choix judicieux des espèces à domestiquer.

Mots-clés: Teneur en eau, lessivage, qualité de litière, essences agroforestières, Savanes soudano-guinéennes, Adamaoua, Cameroun

RÉSUMÉ

Laboratory experiment was carried out with the litter of 9 agroforestry tree species of Adamawa sudano-guinea Savannahs to compare their water absorption and mass losses during leaching phase of decomposition. To this end, 168 samples of leaf litter (5 ± 0.01 g) of *Annona senegalensis*, *Lophira lanceolata*, *Syzygium guineense* var *guineense*, *Syzygium guineense* var *macrocarpum*, *Vitellaria paradoxa*, *Vitex doniana*, *Vitex madiensis*, *Uapaca togoensis* and *Ximenia americana* were immersed for 10 days in demineralized water at temperature of 24°C. Three samples of each tree species were taken at 1, 6, 24, 72, 168 and 240 h. Depending on the species, water content values during 240 h of leaching vary from 173 to 335% of dry mass respectively for *S. g. var guineense* and *U. togoensis*. The litter mass lost varies between 11.87 and 39.11% of initial dry mass respectively for *V. paradoxa* and *X. americana*. The water absorption rate was positively correlated with the physical characteristics of leaf litter, particularly litter specific mass, but total litter mass loss was positively correlated with the water absorption capacity of the leaf litter. These preliminary results, combined to chemical data would lead to understanding litter decomposition processes and thus to proceed to the best species choice for domestication.

Key-words: Water content, leaching, litter quality, multipurpose species, Sudano-guinea Savannah, Adamawa, Cameroon

INTRODUCTION

Les savanes de l'Adamaoua sont en général riches en biodiversité. En effet, elles regorgent de nombreuses essences agroforestières ou potentiellement agroforestières, qui sont diversement utilisées par les populations locales (Mapongmetsem *et al.*, 1998), notamment dans la fertilité des sols (Mapongmetsem *et al.*, 1997).

Actuellement, la croissance démographique, la technique agricole inappropriée, sans oublier la crise économique qui frappe le Cameroun depuis 1994, avec la dévaluation à 100 % du franc CFA entraînent la dégradation du couvert végétal (Mapongmetsem et Ibrahima, 1999) par la coupe anarchique des bois de chauffe (Tchotsoua *et al.*, 1998). Les conséquences sont indéniables sur la biodiversité, l'érosion des sols et la baisse de production agricole due à la baisse de la fertilité des sols (Tchotsoua *et al.*, 1998). Une des alternatives pouvant permettre de faire face à la sécurité alimentaire et protéger en même temps l'environnement est l'agroforesterie. C'est un système de production qui préconise l'introduction dans les champs des essences ligneuses pour améliorer la production agricole. Une des fonctions de ce nouveau système de production est la remontée de la fertilité des sols par la production des litières des essences introduites dans les champs. La décomposition de ces litières est une phase importante au cours de laquelle les éléments nutritifs immobilisés dans la litière sont libérés et mis à la disposition des végétaux et des micro-organismes des sols (Waring et Schlesinger, 1985). La vitesse de décomposition de litière joue donc un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes, notamment dans la fertilité des systèmes de production.

La décomposition de la litière comprend trois phases (Lavelle *et al.*, 1993): la première phase correspond au lessivage des substances hydrosolubles, au cours de la deuxième phase, les éléments faiblement liés sont libérés et la dernière phase correspond à la libération des composés récalcitrants (lignines, tanins, phénols). La phase initiale influence largement les phases suivantes et la perte de masse de litière durant cette première phase est largement attribuée au lessivage (Bunnell et Tait, 1974, Saini, 1989). Durant cette même phase, les constituants hydrosolubles sont libérés. Les principaux sont les éléments minéraux tels que les Ca, K, Mg et les composés organiques tels que les acides organiques, les protéines et les sucres hydrosolubles (Mangenot et Toutain, 1980; Berg, 1984; Jung *et al.*, 1986). Ces

constituants libérés au cours de cette première phase sont des éléments énergétiques nécessaires aux micro-organismes qui décomposeront dans les deux phases suivantes les composés récalcitrants tels les lignines et les celluloses (Berg et Wessen, 1984).

Divers facteurs, notamment les facteurs internes et environnementaux influencent le lessivage des litières. Dans l'étude des extraits aqueux des litières des espèces tropicales, Jung (1971) a observé que les composés hydrosolubles libérés au cours de lessivage sont plus élevés sous les conditions d'incubation aérobique que sous les conditions d'incubation anaérobique. Nyckvist (1959a, b; 1961a, b) a noté que les quantités des substances solubles libérées au cours de lessivage des litières des espèces tempérées augmentent rapidement avec l'élévation de température. Buldgen (1982) a montré que la vitesse de lessivage des litières est influencée par les précipitations, particulièrement lorsqu'elles sont accompagnées par le vent (Tukey, 1970). En outre le lessivage des litières est influencé par l'absorption d'eau (quantité totale et rapidité) au cours de cette première phase de décomposition de litière (Bernhard-Reversat, 1972; Nagy et Macauley, 1982; Moore, 1986; Ibrahima *et al.*, 1995). Ces résultats ont été attribués aux caractéristiques morphologiques des litières telles que la présence de cuticule, l'épaisseur des feuilles (Taylor et Parkinson, 1988).

Cependant, malgré l'importance de cette phase dans les processus de décomposition de litière, très peu d'informations concernant cette phase de décomposition de litière existent et aucune information n'existe sur les litières d'espèces agroforestières des savanes de l'Adamaoua, qui sont appelées dans les années à venir à être intégrées dans les systèmes de production pour améliorer la fertilité des sols.

L'objectif de ce travail est de déterminer la vitesse d'absorption d'eau et de perte de masse des litières au cours du processus de lessivage et l'influence des caractéristiques physiques des feuilles sur ce processus.

MATERIEL ET METHODES

Choix des essences

Les espèces sélectionnées pour cette expérience font partie des essences à fonctions multiples des savanes de l'Adamaoua. Il s'agit de *Annona senegalensis* Pers. (Annonaceae), de *Lophira lanceolata* Vann Tiegh ex Keay (Ochnaceae), de *Syzygium guineense* var. *guineense* et de

Syzygium guineense var. *macrocarpum* Engl. (Myrtaceae), de *Vitellaria paradoxa* Vaertu (Sapotaceae), de *Vitex doniana* Sweet et de *Vitex madiensis* Oliv. (Verbenaceae), de *Uapaca togoensis* Pax (Euphorbiaceae) et *Ximenia americana* Linn (Olocaceae). Le choix de ces espèces s'est inspiré d'une enquête ethnobotanique réalisée dans le grand nord-Cameroun par Mapongmetsem *et al.* (1997). Les résultats de cette enquête ont montré que ces espèces non seulement sont très appréciées par les populations locales à cause de leurs fruits, mais sont également considérées comme des indicateurs de fertilité des sols. En dehors de leur intérêt socio-économique, ces espèces présentent des caractéristiques biologiques variables (Piot, 1969; Yonkeu, 1993; Thirakul, 1990). *S. g. var. guinéense* est la seule espèce sempervirente. Les espèces de galerie forestières sont constituées par *S. g. var. guinéense*, *V. doniana* et *U. togoensis*. Les autres caractérisent les savanes humides ou non.

Méthodologie

Protocole expérimental

Les litières des neuf espèces ont été ramassées dans les savanes de Ngaoundéré, pendant la période de leur chute maximum (novembre - décembre 2000). Elles ont été triées pour éliminer les débris de toute sorte, puis conservées à l'air ambiant en attendant l'expérimentation. Dix huit (18) échantillons de $5 \pm 0,01$ g de chaque espèce ont été pesés, puis immergés dans un litre d'eau déminéralisée, contenue dans un bocal en plastique, de 15 cm de haut et 13 cm de diamètre. Les bocaux (162) ont été maintenus dans un laboratoire à température ambiante moyenne de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative d'air variant de 68% à 70% pendant 10 jours. Le dispositif expérimental était un block complètement randomisé à 3 répétitions. Les espèces représentaient le traitement.

Six prélèvements de trois échantillons de chacune des neuf espèces ont été effectués à 1h, 6h, 24h, 72h, 168h et 240h. A chaque prélèvement, l'eau de surface de litière a été éliminée à l'aide de papier filtre, en plaçant entre ceux-ci les litières humides. Les échantillons sont ensuite pesés humide pour déterminer leur poids de la matière humide. Après passage à l'étuve à 60°C pendant 48h, les échantillons sont pesés pour déterminer le poids de la matière sèche. Afin de calculer la teneur initiale en eau et la masse de litière sèche initiale, trois échantillons supplémentaires de chaque litière ont été séchés à l'étuve comme précédemment puis pesés sec. La teneur en eau de litière a été calculée selon la formule

suivante: $((\text{MHt}-\text{MSt})/\text{MSi}) \times 100$ où MHt et MSt sont respectivement les masses de matière humide et sèche à l'instant t. La masse de la matière sèche restante (MSR) de litière, exprimée en pourcentage par rapport à la masse de la matière sèche initiale, a été calculée selon la formule suivante: $\text{MSR} (\%) = (\text{MSt}/\text{MSi}) \times 100$ où MSt est la masse sèche à l'instant t et le MSi la masse sèche initiale.

L'épaisseur a été déterminée à l'aide d'un pied à coulisse et la surface, la longueur et la largeur maximale des feuilles ont été mesurées à l'aide de papier millimétré. Les feuilles ont été ensuite séchées et placées à l'étuve à 60°C pendant 48 heures et la masse sèche a été déterminée par pesé. La masse par unité de surface appelée masse surfacique selon Gillon *et al.* (1994) et la teneur en eau ont été calculées en utilisant les formules suivantes:

$$\text{MSF} = \text{MS}/\text{S}$$

$$\text{TE} = (\text{MH} - \text{MS} / \text{MS}) \times 100$$

où MSF est la masse surfacique des feuilles (g/mm^2); MS et S sont respectivement la masse de matière sèche (g) et la surface des feuilles (mm^2); TE est la teneur en eau, en pourcentage de masse de matière sèche et MH est la masse de matière humide (g).

Analyses statistiques

Les analyses de variance, suivies des tests de comparaison des moyennes par LSD (Least Significant Difference) à 5% ont été utilisées pour comparer les espèces. Les teneurs en eau (TE) et les masses sèches restantes (MSR) de litières ont été ajustées aux fonctions exponentielles simples (Taylor et Parkinson, 1988; Ibrahima *et al.*, 1995):

$$\text{TE} (\%) = A[1 - \exp(-k_c t)]$$

$$\text{MSR} (\%) = B \exp(-k_s t) + C$$

où A est la capacité maximale d'absorption d'eau de litière, k_c et t sont respectivement la constante et le temps d'absorption d'eau. B est la masse sèche initiale, k_s la constante de lessivage de litière. La *T' method* (Sokal et Rohlf, 1981) a été utilisée pour comparer les constantes d'absorption d'eau et de perte de masse. Une régression linéaire a été utilisée pour déterminer les relations entre les constantes d'absorption d'eau et de pertes de masse de litière et les caractéristiques physiques initiales des feuilles.

RESULTATS

Caractéristiques physiques initiales des feuilles Quelques caractéristiques physiques initiales des feuilles

Tableau 1 : Caractéristiques physiques des feuilles de 9 espèces agroforestières de l'Adamaoua

Espèces	Surface (mm ²)	MS (g)	Epaisseur (mm)	TI Eau (%) ²	MSL (g/mm ²)
<i>A. senegalensis</i>	101,73ab (14,64)	1,62abc (0,46)	0,46a (0,04)	8,62de (0,14)	0,016 (0,003)
<i>L. lanceolata</i>	127,74a (36,37)	1,68ab (0,36)	0,31d (0,02)	8,39de (0,89)	0,014 (0,003)
<i>S. g. var guineense</i>	67,36b (18,47)	1,02cd (0,29)	0,39abc (0,04)	8,38de (0,36)	0,015 (0,003)
<i>S. g. var macrocarpum</i>	61,33b (16,21)	0,83de (0,16)	0,36bcd (0,03)	7,91e (0,13)	0,014 (0,004)
<i>U. togoensis</i>	229,80 ¹	2,50 ¹	0,47 ¹	10,87cde (3,82)	0,011
<i>V. doniana</i>	118,36a (36,46)	1,79a (0,45)	0,44ab (0,07)	15,39a (0,15)	0,016 (0,002)
<i>V. madiensis</i>	74,66b (22,34)	1,12bcd (0,48)	0,45ab (0,05)	14,86abc (0,84)	0,015 (0,003)
<i>V. paradoxa</i>	102,57ab (23,24)	1,53abc (0,40)	0,35cd (0,03)	14,25abc (0,84)	0,015 (0,002)
<i>X. americana</i>	15,87c (3,07)	0,21e (0,06)	0,30d (0,03)	11,65bcd (4,56)	0,013 (0,002)
F	21,10***	19,83***	19,56***	6,58**	1,06ns

¹source Mapongmetsem *et al*, 1998. ²TI Eau: Teneur initiale en eau des litières. MS: masse sèche, MSL: masse surfacique des litières. *** P < 0,001, ** P < 0,01, * P < 0,05 et ns: non significatif

de neuf espèces sont présentées dans le tableau 1. A l'exception de la masse surfacique des feuilles (MSF), les espèces diffèrent significativement entre elles par les propriétés physiques initiales de leurs feuilles (Tableau 1). La surface des feuilles varie entre 15,87 chez *X. americana* et 229,80 mm² chez *U. togoensis*. La valeur de l'épaisseur des feuilles est comprise entre 0,30 chez *X. americana* et 0,47 mm chez *U. togoensis* et celle de la masse surfacique de 0.01 chez *U. togoensis* à 0.02 g/mm² chez *V. doniana*. La teneur initiale en eau (TI) des litières varie entre 8 (*S. g. macrocarpum*) et 15% de leur masse sèche (*V. doniana*). Les plus faibles surface, épaisseur et masse sèche des feuilles se trouvent chez *X. americana* et les valeurs les plus élevées chez *U. togoensis*. *V. doniana* est caractérisée par les valeurs les plus élevées de la teneur initiale d'eau des litières et de la masse surfacique des feuilles. La valeur la plus faible de la teneur initiale en eau des litières se trouve chez *S. g. macrocarpum*.

Dynamique d'imbibition d'eau des litières

Dans l'ensemble, l'absorption d'eau par les litières est rapide au début de l'expérience. Au bout de 6h, les litières contiennent plus de la moitié de la teneur en eau totale (Figure 1). Cette teneur d'eau au bout de 6 h varie de 89 à 186% de la masse sèche respectivement chez *S. g. guineense* et *U. togoensis*. A la fin de l'expérience

(240h), la teneur en eau des litières atteint des valeurs comprises entre 174 et 335% chez les espèces précédentes. La capacité maximale d'absorption d'eau est atteinte au bout 168h pour les litières de *A. senegalensis*, *L. lanceolata*, *S. g. macrocarpum*, *V. paradoxa* et *U. togoensis*.

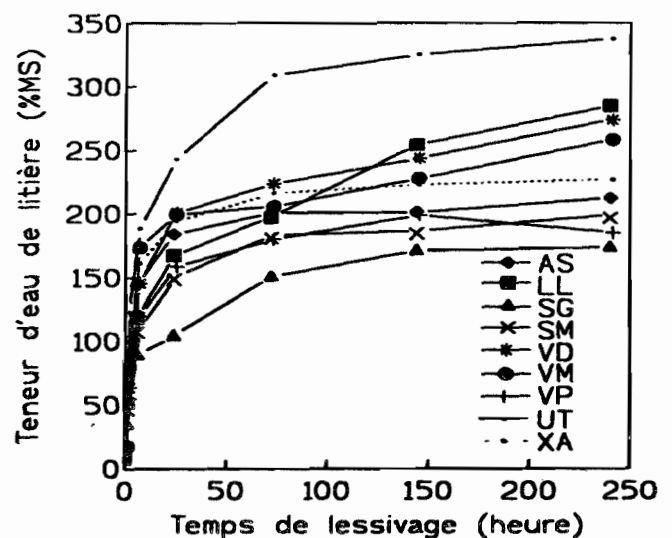


Figure 1: Dynamique d'absorption d'eau des litières au cours de 240h de lessivage.

AS: *A. senegalensis*; LL: *L. lanceolata*; SG: *S. g. guineensis*; SM: *S. g. macrocarpum*; VP: *V. paradoxa*; VD: *V. doniana*; VM: *V. madiensis*; UT: *U. togoensis*; XA: *X americana*.

Tableau 2 : Modèles exponentiels décrivant le changement de teneur en eau (TE, en % de masse sèche) et de Masse sèche (en % de masse sèche initiale) de litière en fonction de temps de lessivage (en heures).

Espèces	TE = A[1-exp(-k _c t)]			MSR = B*exp(-k _s t) + C			
	A	k _c	R ²	B	k _s	C	R ²
AS	196,91b (5,44)	0,31a (0,05)	0,936	12,82c (1,12)	0,048b (0,01)	84,32 (0,78)	0,879
LL	245,39ab (15,66)	0,09b (0,03)	0,828	18,13ab (5,05)	0,01b (0,01)	77,03 (5,13)	0,612
SG	158,55c (7,00)	0,09b (0,02)	0,886	13,19c (0,99)	0,02b (0,01)	84,23 (0,85)	0,914
SM	179,27bc (5,34)	0,15ab (0,02)	0,940	14,70bc (1,20)	0,03b (0,01)	82,09 (0,,96)	0,895
VP	178,11bc (5,44)	0,20ab (0,03)	0,929	10,45c (2,58)	0,01b (0,01)	87,26 (2,69)	0,718
VD	234,80b (8,18)	0,16ab (0,03)	0,916	14,76b (1,06)	0,02b (0,00)	84,01 (1,01)	0,936
VM	218,53b (6,69)	0,31a (0,06)	0,923	17,99b (1,78)	0,01b (0,00)	80,28 (1,80)	0,911
UT	300,71a (12,31)	0,20ab (0,04)	0,873		23,61ab (0,03)	0,13ab (1,04)	73,26
XA	209,61b (5,30)	0,33a (0,05)	0,945	27,91a (1,65)	0,15a (0,03)	68,42 (0,91)	0,943

TE: teneur en eau et MSR: masse sèche restante. Lettres différentes indiquent que les valeurs sont significativement différentes (P < 0,05, T² method), Tous les coefficients de détermination (R²) sont significatifs à P < 0,001. Erreur standard (ES) entre parenthèses et n = 21.

Pour ces litières, les différences de teneur en eau entre les trois dernières dates de prélèvement ne sont pas significatives (P>0.05). Pour les litières de *S. g. guineense*, *V. madiensis* et *X. americana* la capacité maximale d'absorption d'eau est atteinte au bout de 168h, puisque la différence n'est pas significative (P>0.05) entre les deux dernières dates de prélèvement. La seule litière dont la capacité d'absorption d'eau n'est pas atteinte jusqu'à la fin de l'expérience est *V. doniana*. La comparaison des moyennes par le test de *Scheffe* à 5% montre que la teneur en eau de litière au bout de 240h est significativement supérieure à celle des autres dates de prélèvement.

Les teneurs en eau de chaque litière sont ajustées à une fonction exponentielle simple. Pour tous ces ajustements, les coefficients de détermination sont hautement significatifs (tableau 2). La comparaison des asymptotes (A) et des constantes d'absorption d'eau (k_c) par la *T²-method* à 5% (Sokal et Rohlf, 1981) montre une différence significative entre les espèces (Tableau 2). *U. togoensis* se caractérise par la valeur d'asymptote la plus élevée de toutes les litières et *S. g. guineense* a la valeur asymptotique la plus faible. Les valeurs asymptotiques des autres litières sont intermédiaires.

En ce qui concerne la vitesse ou constante d'absorption d'eau par les litières, trois groupes de litière se distinguent

(Tableau 2). *A. senegalensis*, *V. madiensis* et *X. americana* ont des constantes d'absorption d'eau les plus élevées, celles de *L. lanceolata* et *S. g. guineense* sont les plus faibles et les autres litières se trouvent en position intermédiaire par la valeur de leur constante d'absorption. A l'intérieur

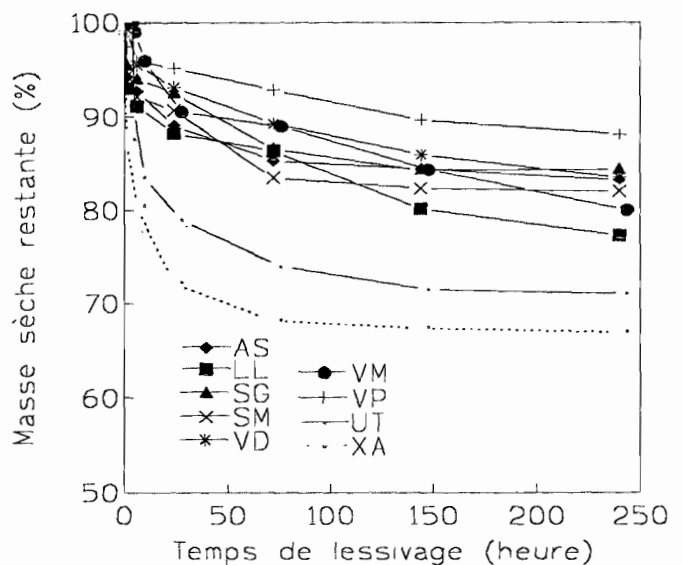


Figure 2: Dynamique de masse sèche restante des litières au cours de 240h de lessivage. AS: *A. senegalensis*, LL: *L. lanceolata*, SG: *S.g. guineensis*, SM: *S. g. macrocarpum*, VP: *V. paradoxæ*, VD: *V. doniana*, VM: *V. madiensis*, UT: *U. togoensis*, XA: *X americana*.

de chaque groupe les litières ne diffèrent pas de manière significative.

Dynamique de poids de la matière sèche restante des litières.

La perte de masse des litières est rapide dès le début de l'expérience (Figure 2). Au bout de 6h, Cette perte varie de 5 à 20% par rapport à la masse initiale respectivement chez *V. paradoxa* et *X. americana*. Les

litières continuent progressivement et lentement à perdre leur masse jusqu'à 72h, où la perte de masse semble atteindre son maximum. Les analyses des variances montrent que les masses sèches restantes ne diffèrent pas significativement ($P \geq 0,05$) chez toutes les litières. Au bout de 240h de lessivage, la masse sèche restante varie de 88 (perte =12%) à 67% (perte de 33%) respectivement pour les litières de *V. paradoxa* et de *X. americana*.

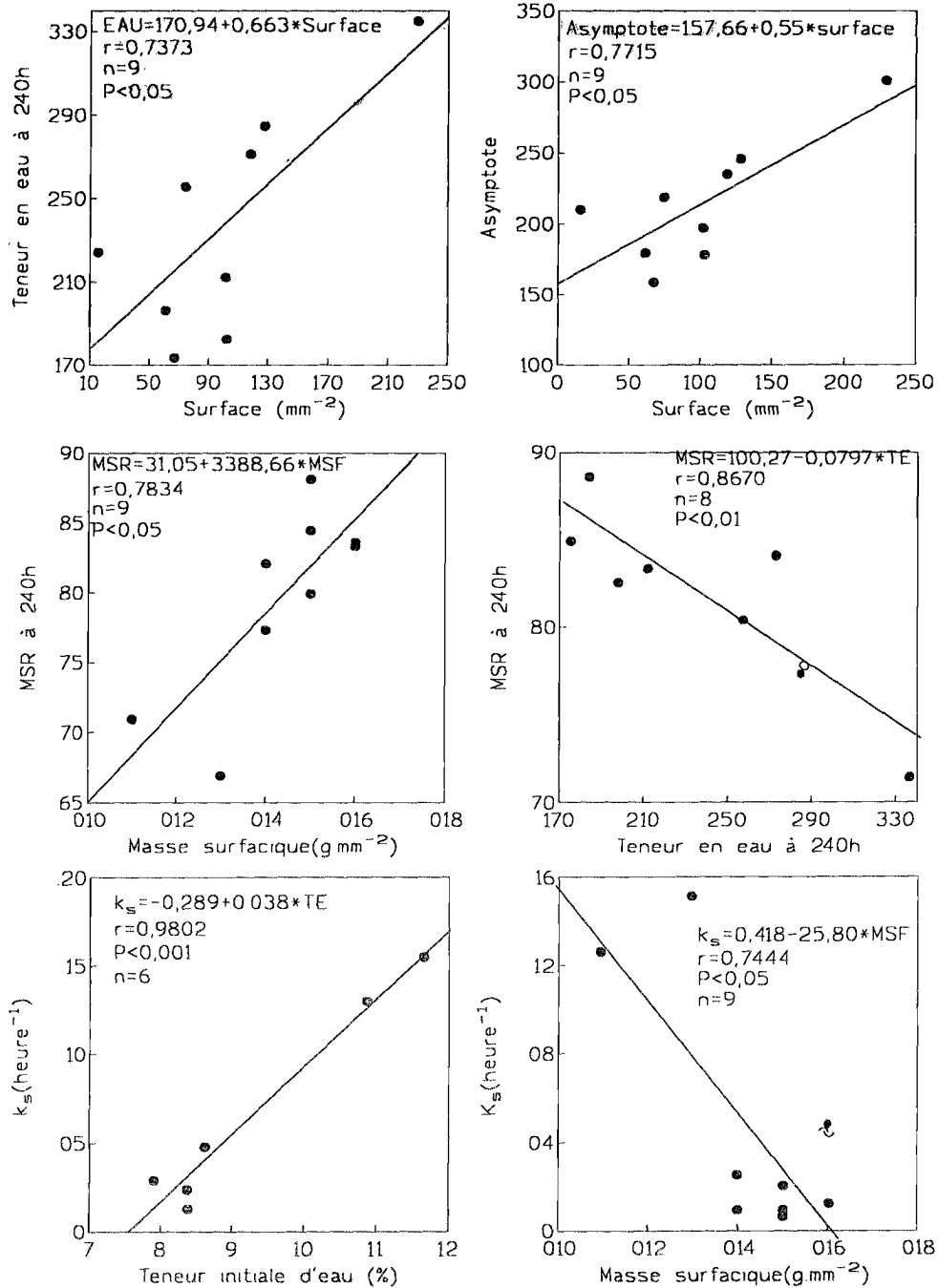


Figure 3: Relation entre paramètres physiques initiales des litières et la teneur en eau, la masse sèche restante et la constante de lessivage (k_s).

Les masses sèches restantes de chaque litière sont ajustées à une fonction exponentielle simple. Les coefficients de détermination (R^2) de tous ces ajustements sont hautement significatifs (Tableau 2). La comparaison des vitesses ou constantes de lessivage (k_s) par la *T'-method* (Sokal et Rohlf, 1981) fait ressortir 3 groupes de litière, à l'intérieur de chacun les différences ne sont pas significatives entre espèces (Tableau 2). *X. americana* possède une grande vitesse de lessivage, suivi *U. togoensis* qui a une constante intermédiaire et les autres espèces ont des constantes de lessivage les plus faibles.

Relations entre les constantes d'absorption d'eau et de lessivage et les propriétés physiques initiales des litières

La teneur en eau des litières à 240h d'incubation ($r=0,7373$; $n=9$; $P=0,0234$) et l'asymptote (A) du modèle exponentiel simple ($r=0,7715$; $n=9$; $P=0,0149$) sont significativement et positivement corrélées à la surface des feuilles (Figure 3). Il n'y a aucune corrélation significative entre la constante d'absorption d'eau (k_a) et les caractéristiques physiques initiales des litières. Par contre la constante de lessivage (k_s) est significativement et négativement corrélée à la masse surfacique des feuilles ($r=-0,7444$; $n=9$; $P=0,0214$); elle est significativement et positivement corrélée à la teneur initiale en eau des litières ($r=0,9802$; $n=6$; $P=0,0006$)

lorsque 3 espèces constituant des *outliers* ont été éliminées. De même, il existe une relation significative et positive entre la MSR à 240h d'incubation et la masse surfacique des feuilles ($r=0,7834$; $n=9$; $P=0,0125$). Il existe une corrélation significative et négative entre la masse sèche restante des litières et leur teneur en eau, toutes deux à 240h d'incubation.

DISCUSSION

L'absorption d'eau et la perte de masse sèche sont rapides au début de l'incubation pour toutes les litières. La dynamique de chacun de ces deux processus évolue lentement jusqu'à 72h où l'absorption d'eau et la perte de masse sèche des litières atteignent leur maximum. Des résultats similaires ont été rapportés par Nykvist (1959; 1963), Taylor et Parkinson (1988), Parsons *et al.* (1990) et Ibrahima *et al.* (1995) en étudiant le lessivage des litières des espèces feuillues tempérées et méditerranéennes. Selon Taylor et Parkinson (1988), en 24h, l'absorption d'eau et la perte de masse sèche de la litière de peuplier (*Populus tremuloides*) sont respectivement de 300% de sa masse sèche (soit environ 90% capacité maximale) et de 24% par rapport à la masse sèche initiale. Ibrahima *et al.* (1995), de leur côté, ont trouvé que les litières de six espèces méditerranéennes ont des capacités d'absorption d'eau variant de 98% chez le chêne vert (*Quercus ilex*) à 200% chez le châtaignier (*Castanea sativa*)

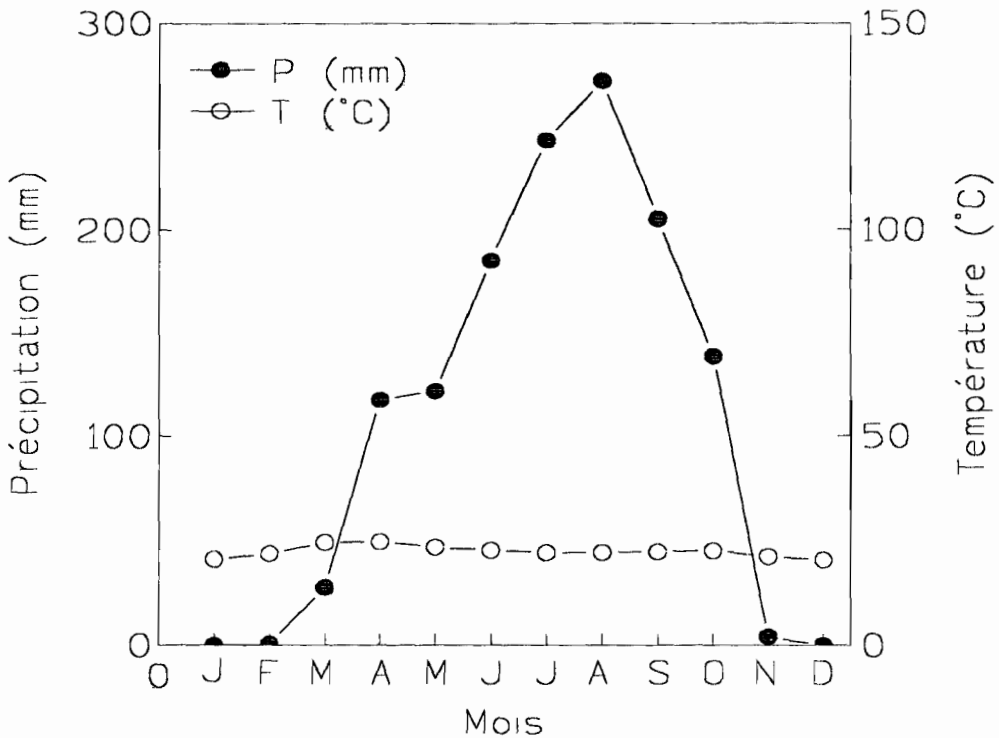


Figure 4: Diagramme ombrothermique de Ngaoundéré (Source station météorologique de l'aéroport de Ngaoundéré, 2000-2001)

en 24h d'incubation. Cette teneur en eau atteint en 240h d'incubation des valeurs entre 155% et 362% de leur masse sèche chez les espèces précédentes. La perte de masses de ces mêmes litières a varié de 3,2% chez le hêtre (*Fagus sylvatica*) à 6% de leur masse initiale (châtaignier) en 24h d'incubation, et de 7% à 15% chez les mêmes espèces en 240h d'incubation: Dans notre étude, la teneur en eau des litières varie de 104% (*S. g. guineense*) à 240% (*U. togoensis*) en 24h et de 174% à 335% de leur masse sèche chez les mêmes espèces à la fin de l'expérience (240h). La perte en masse par rapport à la masse sèche initiale varie de 5% (*V. paradoxa*) à 28% (*X. americana*) en 24h et 12% à 33% chez les mêmes espèces à la fin de l'expérience.

Les litières des espèces tempérées semblent avoir un comportement très différent de celles des espèces de Savanes Soudano-guinéennes, par le fait que celles des espèces tempérées ont une capacité d'absorption d'eau plus élevée (cas de frêne, châtaignier et hêtre) et une vitesse d'absorption d'eau et de perte en masse plus rapide. L'absorption d'eau et la perte de masse sont presque complètes en 24h de lessivage chez le frêne et le châtaignier, alors que chez les espèces méditerranéennes et de savanes Soudano-guinéennes, l'absorption d'eau et la perte de masse continuent lentement pour atteindre leur maximum autour de 72h, voire 168h d'incubation selon les litières. Cependant, la masse sèche libérée par les litières des espèces savanes Soudano-guinéennes (33%) est deux fois plus élevée que celle des espèces tempérées et méditerranéennes (15%). En comparant quelques litières tempérés (*Pinus silvestris*, *Calluna vulgaris*, *Festuca silvatica* et *Fagus silvatica*) et tropicales (*Acacia albida*, *Guiera senegalensis*, *Khaya senegalensis* et *Gmelina arborea*), Jung *et al.* (1968) ont montré que les litières tropicales sont en général plus riches en substances hydrosolubles que les litières tempérées. La capacité maximale d'absorption d'eau et de perte de masse (1 à 6 fois) est plus faible chez les espèces méditerranéennes que chez celles de Savanes Soudano-guinéennes. En effet, selon Ibrahimia *et al.* (1995), les espèces feuillues de la région méditerranéenne soumises à un stress hydrique ont développé des caractères morphologiques adaptatifs tels que l'épaisseur de cuticule et cire foliaires, leur permettant de réduire la perte hydrique. Après la mort des feuilles, ces structures foliaires diminuent l'absorption d'eau par les litières et la perte des substances hydrosolubles par le lessivage. En revanche, les espèces de Savanes Soudano-guinéennes de l'Adamaoua sont soumises à la fois aux rigueurs climatiques du milieu soudano-sahélien et l'influence du climat humide des

régions subéquatoriales (Hengue, 1994). Ceci explique que les comportements des litières soumises à notre étude soient intermédiaires entre les espèces tempérées et méditerranéennes.

Parmi les espèces étudiées, les sempervirentes (*S. g. guineense*) se distinguent des espèces décidues (tout le reste des litières) par l'absorption d'eau et la perte des substances hydrosolubles. La teneur maximale en eau atteinte en 240h de lessivage par la litière de *S. g. guineense* est la plus faible (174%) de toutes les litières et sa perte maximale en substances hydrosolubles est parmi les valeurs les plus faibles (16%) des litières. En ce qui concerne l'absorption d'eau (non la perte de masse de litière), des résultats similaires ont été rapportés par Ibrahimia *et al.* (1995) sur les litières des espèces méditerranéennes. Selon eux, les espèces décidues à répartition géographique large comme le châtaignier et le hêtre ont une capacité maximale d'absorption d'eau plus élevée que les espèces strictement méditerranéennes comme le chêne vert (*Quercus ilex*) et le chêne kermes (*Quercus coccifera*), qui sont des sempervirentes. Par contre, il n'apparaît pas dans cette étude une tendance nette entre les espèces de galerie forestière (*S. g. guineense*, *V. doniana* et *U. togoensis*) et celles des savanes (tout le reste des espèces) vis à vis de la capacité d'absorption d'eau et de la perte en substances hydrosolubles en 240h de lessivage. Ceci montre que le milieu (humide/sec) n'expliquerait pas le comportement différentiel des espèces en ce qui concerne l'absorption d'eau et la perte des substances hydrosolubles. En effet, dans les savanes de l'Adamaoua, la saison sèche ne dure que quatre mois et la température moyenne mensuelle est en dessous de 25°C toute l'année (Figure 4). Ce type de comportement (absence constante de différence) de litières tropicales a été rapporté par Jung *et al.* (1968) sur les litières en zone tropicale sèche à climat sahélo-sénégalais (Aubreville, 1949).

L'absorption d'eau et la perte de masse de litière sont en général influencées par les caractéristiques physiques des litières, mais aussi par leur qualité chimique (Berg, 1984; Taylor et Parkinson, 1988; Saini, 1989; Ibrahimia *et al.*, 1995). En ce qui concerne les propriétés physiques de litières comme leur épaisseur, leur surface, nous avons trouvé que la teneur en eau des litières à 240h de lessivage et les asymptotes (A) sont influencées par la surface de litière, alors que la perte de masse sèche des litières est influencée à la fois par la masse surfacique des feuilles et la teneur initiale d'eau des litières. La perte de masse de litière à 240h de lessivage est également sous la dépendance de la capacité maximale

d'absorption d'eau. Car, durant les 10 jours d'immersion dans l'eau déminéralisée, les litières en même temps qu'elles absorbent l'eau, leurs masses sèches diminuent par perte de constituants chimiques hydrosolubles qui se dissolvent dans l'eau. L'influence des propriétés chimiques initiales des litières tels que N, C/N ou Lignine/N, considérés souvent comme facteurs déterminants dans le processus de décomposition de litière (e.g. Aber et Melillo, 1980; Melillo *et al.*, 1982; Edmonds, 1987; McClaugherty et Berg, 1987; Blair, 1988; Taylor *et al.*, 1989), n'a pas été étudiée dans la présente étude, mais Ibrahimia *et al.* (1995) ont montré que les rapports C/N et Lignine/N, ainsi que l'épaisseur et la densité des litières méditerranéennes ne semblent pas influencer la dynamique de lessivage, phase initiale de décomposition de litière, caractérisée par la libération des substances hydrosolubles.

Le lessivage est important dans le processus de décomposition de litière, car il est rapporté que les substances hydrosolubles libérées au cours de lessivage, jouent un rôle majeur durant la décomposition des litières. Berg et Tamm (1991) et Berg et Ekbohm (1991) ont montré qu'il existe une relation positive entre la quantité des substances hydrosolubles des litières et leurs vitesses de décomposition. De même, Mangenot et Toutain (1980) ont trouvé que les litières les plus riches en substances hydrosolubles se décomposent les plus rapidement. Gillon *et al.* (1994) ont également montré sur les litières méditerranéennes que la perte en masse des litières durant la décomposition de litières en microcosmes est largement expliquée par leurs substances hydrosolubles initiales et que le prolongement de lessivage transforme les litières fraîches en matériel moins facilement dégradable. Ceci a été rapporté par Parsons *et al.* (1990) qui ont montré que la litière de *P. tremuloïdes* après 5 jours de lessivage se décompose beaucoup plus lentement que la litière fraîche (intacte). Selon ces auteurs, cela est dû probablement à la perte en grande proportion des substances hydrosolubles, supprimant ainsi la perte rapide de masse de litière au cours de la phase initiale de décomposition. Les résultats dans la présente étude, comme dans celle de Jung *et al.* (1968) en zone sèche à climat sahélo-sénégalais, ont montré que les litières tropicales sont en général plus riches en substances hydrosolubles que celles des espèces méditerranéennes ou tempérées. Ceci suggère que le rôle de lessivage (ou première phase) serait important dans le processus de décomposition des litières soudano-guinéennes,

puisque c'est dans cette phase que les substances énergétiques comme les sucres hydrosolubles, nécessaires à l'activité biologique, donc à la fertilité des sols, sont libérés. Cependant, la différence entre espèces qui ne semble pas apparaître dans la présente étude a été rapportée par Jung *et al.* (1968) qui ont étudié la qualité (non la quantité) des substances hydrosolubles et l'activité biologique des sols sous les différents types de litière. Ils ont ainsi montré que les litières d'*Acacia albida* sont plus riches en sucres réducteurs et plus faibles en teneur relative d'azote aminée que *Khaya senegalensis* et *Gmelina senegalensis*. Ils ont montré également que l'apport supplémentaire des feuilles d'*Acacia* entraîne un enrichissement très marqué en tous composés hydrosolubles d'un sol ferrugineux tropical peu lessivé. Selon eux ce fait explique partiellement l'influence favorable de l'*Acacia* sur l'activité biologique des sols, mise en évidence dans ses travaux antérieurs (Jung, 1967) et sur les rendements des cultures, signalés par Charreau et Vidal (1965). Il est probable que les variations entre les espèces soient mises en évidence dans nos prochains travaux sur les litières de savane soudano-guinéenne comme l'ont montré Jung *et al.* (1968).

CONCLUSION

L'étude d'absorption et de perte des substances hydrosolubles de 9 litières soudano-guinéennes de l'Adamaoua montre que les processus de lessivage sont rapides au début de l'incubation, puis continuent lentement pour atteindre leur maximum en général autour de 72h. Ces processus sont influencés par la surface des feuilles et la masse par unité de surface respectivement pour l'absorption d'eau et la perte des substances hydrosolubles. La litière de l'espèce sempervirente (*S. g. guineense*) se distingue des autres litières (décidues) par son processus de lessivage faible (absorption d'eau et perte en masse sèche). La variation nette entre les litières des espèces décidues ne semble pas apparaître dans la présente étude. Cependant, elles sont plus riches en substances hydrosolubles que les litières des régions tempérées et méditerranéennes, ce qui suggère que ces litières sont prédisposées à une rapide décomposition et peuvent aussi contribuer à l'amélioration de la fertilité des sols. Elles doivent donc être prises en compte dans le processus de l'introduction des espèces indigènes dans le système de production des savanes de l'Adamaoua où le problème de l'insuffisance alimentaire et de l'environnement commencent à se faire sentir, dû en partie à la diminution de la fertilité des sols.

Remerciements:

Ce travail a été financé en partie par l'Université de Ngaoundéré dans le cadre de Grand Programme de Recherche Universitaire (GPRU). Les auteurs remercient vivement les reviewers.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABER, J.D. et MELILLO, J.M. (1980). Litter decomposition: measuring relative contribution of organic matter and nitrogen to forest soils. *Canadian Journal of Botany* 58, 416-421.
- AUBREVILLE, A. (1949). Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Soc. d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales.
- BERG, B. et WEISSEN, B. (1984). Changes in organic chemical components and in growth of fungal mycelium in decomposing birch leaf litter as compared to pine needles. *Pedobiologia* 26, 285 – 298
- BERG, B. et EKBOHM, G. (1991). Litter mass-loss rates and decomposition patterns in some needle and leaf litter types. Long-term decomposition in a Scots pine forest VII. *Canadian Journal of Botany* 69, 1449-1456.
- BERG, B. et TAMM, C.O. (1991). Decomposition and nutrient dynamics of litter in long-term optimum nutrition experiments. *Scandinavian Journal of Forestry Research* 6, 305-321.
- BERG, B. (1984). Decomposition of root litter and some factors regulating the process: long-term root litter decomposition in a Scots pine forest. *Soil Biology & Biochemistry* 16, 609-617.
- BERNHARD-REVERSAT, F. (1972). Décomposition de la litière de feuilles en forêt ombrophile de basse Côte-d'Ivoire. *Oecologia Plantarum* 7, 279-300.
- BLAIR, J.M. (1988). Nitrogen, sulfur and phosphorus dynamics in decomposing deciduous leaf litter in the southern Appalachians. *Soil Biology & Biochemistry* 20, 693-701.
- BULDGEN, P. (1982). Features of nutrient leaching from organic soil layer microcosms of beech and spruce forests: effects of temperature and rainfall. *Oikos* 38, 99-107.
- BUNNELL, F.L. et TAIT, D.E.N. (1974). Mathematical simulation models of decomposition processes. In Holding A.J., Heal O.W., Flanagan S.F. and Flanagan P.W. (eds). *Soil Organisms and Decomposition in Tundra*, pp 207-226. Swedish IBP Committee, Stockholm.
- CHARREAU, C. et VIDAL, P. (1965). Influence de l'*Acacia albida* Del. sur le sol. Nutrition minérale et rendements des mils Pennisetum au Sénégal. *L'Agronomie Tropicale*, 600-625.
- EDMONDS, R.L. (1987). Decomposition rates and nutrient dynamics in small-diameter woody litter in four forest ecosystems in Washington, USA. *Canadian Journal of Forestry Research* 17, 499-509.
- GILLON, D., JOFFRE, R. et IBRAHIMA, A. (1994). Initial litter properties and decay rate: a microcosm experiment on mediterranean species. *Canadian Journal of Botany* 72, 946-954.
- HENGUE, P. (1994). Concertation régionale sur l'environnement pour la province de l'Adamaoua. Rapport sur le séminaire de PNGE à Ngaoundéré. MINEF, pp. 7.
- IBRAHIMA, A., JOFFRE, R. et GILLON, D. (1995). Changes in litter during the initial leaching phase: an experiment on the leaf litter of Mediterranean species. *Soil Biology & Biochemistry* 27, 931-939.
- JUNG, G. (1971). Influence de l'incubation anaérobie et de l'incubation aérobie sur la décomposition d'extraits hydrosolubles de litières tropicales. *Oecologia Plantarum* 6, 297-317.
- JUNG, G., BRUCKERT, S. et DOMMERGUES, Y. (1968). Étude comparée de diverses substances hydrosolubles extraites de quelques litières tropicales et tempérées. *Oecologia Plantarum* 3, 237-253.
- JUNG, G. (1967). Influence de l'*Acacia albida* sur la biologie des sols DIOR. Rapport ORSTOM.
- LAVELLE, P., BLANCHART, E., MARTIN, A., MARTIN, S. (1993). A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of a humid tropics. *Biotropica* 25, 130-150.
- MANGENOT, F. et TOUTAIN, F. (1980). Les litières actualités d'écologie forestière: sol, flore, faune. Gauthier – Villars, Paris 345p
- MAPONGMETSEM, P.M. et IBRAHIMA, A. (1999). *Sesbania pachycarpa* et la Jachère améliorée en zone soudano-guinéenne (Cameroun). In Floret C. et Pontanier R. (éds), *La jachère en Afrique tropicale*. IRA, Dakar, Sénégal, 32 p.
- MAPONGMETSEM, P.M., IBRAHIMA, A., TCHUENGUEM, F.N. et LAÏSSOU, M. (1998). Leaf thickness and toughness as they relate sclerophylly in woody species of soudano-guinea savana of Cameroun. *Proceeding of Biosciences*. Vol. 5, 343-348.

- MAPONGMETSEM, P. M. et AKAGOU ZÉDONG, H. (1997). Situation du bois de feu dans les savanes humides de l'Adamaoua. *Le flamboyant* 42, 29-33
- MCCLAUGHERTY, C. et BERG, B. (1987). Cellulose, lignin and nitrogen concentrations as rate regulating factors in late stages of forest litter decomposition. *Pedobiologia* 30, 101-112.
- MELILLO, J.M., ABER, J.D. et MURATORE, J.F. (1982). Nitrogen and lignin control of hardwood leaf decomposition dynamics. *Ecology* 63, 621-626.
- MOORE, A.M. (1986). Temperature and moisture dependence of decomposition rates of hardwood and coniferous leaf litter. *Soil Biology & Biochemistry* 18, 427-435.
- NAGY, L.A. et MACAULEY, B.J. (1982). Eucalyptus leaf-litter decomposition: effects of relative humidity and substrate moisture content. *Soil Biology & Biochemistry* 14, 233-236.
- NYCKVIST, N. (1959a). Leaching and decomposition of litter. I. Experiments on leaf litter of *Fraxinus excelsior*. *Oikos* 10, 191-211.
- NYCKVIST, N. (1959b). Leaching and decomposition of litter. II. Experiments on leaf litter of *Pine sylvestris*. *Oikos* 10, 213-224.
- NYCKVIST, N. (1961a). Leaching and decomposition of litter. III. Experiments on leaf litter of *Betula verrucosa*. *Oikos* 12, 249-263.
- NYCKVIST, N. (1961b). Leaching and decomposition of litter. IV. Experiments on leaf litter of *Picea abies*. *Oikos* 12, 264-279.
- NYCKVIST, N. (1963). Leaching and decomposition of water-soluble organic substances from different types of leaf and needle litter. *Studia Forestalia Suecica* 3, Skogsbiblioteket Stockholm.
- PARSONS, W.F.J., TAYLOR, B.R. et PARKINSON, D. (1990). Decomposition of aspen (*Populus tremuloides*) leaf litter modified by leaching. *Canadian Journal of Forestry Research* 20, 943-951.
- PIOT, J. (1969). Végétaux ligneux et pâturages des savanes de l'Adamaoua au Cameroun. *Rev. Elev. Méd. vet. Pays Trop.*, 22: 541-559.
- SAINI, R.C. (1989). Mass loss and nitrogen concentration changes during the decomposition of rice residues under field conditions. *Pedobiologia* 33, 229-235.
- SOKAL, J.R. et ROHLF R.R. (1981). *Biometry*. W.H. Freeman and Co. (edits), San Francisco, 520P.
- TAYLOR, B. R. et PARKINSON, D. (1988). Patterns of water absorption and leaching in Pine and Aspen leaf litter. *Soil Biology & Biochemistry* 20, 257-258.
- TAYLOR, B. R., PARKINSON, D. et PARSONS, W.F.J. (1989). Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates: a microcosm test. *Ecology* 70, 97-104.
- TCHOTSOUA, M., MOHAMADOU, G., ESOH, E. et NGANA, J.P. (1998). Diagnostic de l'état de l'environnement de Ngaoundéré et contribution pour une approche de gestion partagée. *Annales de la FALSH de l'Université de Ngaoundéré*, Vol. III: 99-114.
- THIRAKUL, S. (1990). *Manuel de dendrologie des savanes boisées*. Poulin Thériault (ed.), Québec, Canada.
- TUKEY, H.B.Jr. (1970). Leaching of substances from plants. In Preece T.F. and Dickinson C.H. (eds) *Ecology of leaf surface micro-organisms*. pp; 67-80. Academic Press, London.
- WARING, R. H. et SCHLESINGER, W. H. (1985). *Forest ecosystems, concepts and management*. Acad. Press. Inc. Orlando, 340p.
- YONKEU, S. (1993). Végétation des pâturages de l'Adamaoua (Cameroun): écologie et potentialités pastorales. Thèse de Doctorat, Université de Rennes, pp. 207.

Received: 10/10/02

Accepted: 11/05/03