

## DÉCOMPOSITION DE LA LITIÈRE DE FEUILLES EN FORÊT OMBROPHILE DE BASSE CÔTE-D'IVOIRE

France BERNHARD-REVERSAT

*Centre ORSTOM d'Adiopodoumé, Côte d'Ivoire*

### RÉSUMÉ

La décomposition de la litière a été étudiée dans une forêt sempervirente de basse Côte-d'Ivoire. Deux sites ont été choisis en fonction de la topographie : un plateau et un talweg.

La disparition de la litière dans le talweg est totale au bout de 5 mois. Sur le plateau le temps de décomposition est estimé à 9 mois environ. Les courbes de perte de poids diffèrent du type exponentiel théorique.

Des dosages d'éléments minéraux ont permis de suivre leur départ de la litière. L'ordre de mobilité décroissante des éléments analysés est : K, P-Mg, Ca.

L'influence de quelques facteurs a été étudiée. La vitesse de disparition dépend beaucoup de l'espèce végétale considérée. La teneur des feuilles en éléments minéraux semble avoir moins d'influence que le site ; celui-ci est un facteur important, en partie par les caractères du sol superficiel et de sa microflore. L'activité de la microflore dans la litière en étuve est élevée lorsqu'elle est fraîche, puis diminue beaucoup. Le lessivage artificiel de la litière a montré un départ rapide des substances utilisées par la microflore. La densité des microarthropodes dans la litière est maximum en saison des pluies mais son influence sur la décomposition est variable et difficile à analyser.

### SUMMARY

Litter break down was studied in a rain forest of south Ivory-Coast, at two sites : a plateau and a talweg.

Litter disappeared within 5 months in the talweg ; on the plateau, the time for total disappearance was estimated to be about 9 months. The curves of amount remaining versus time are different from the exponential theoretical ones.

Analyses permitted to follow mineral nutrient losses from the litter. The order of decreasing mobility was K, P-Mg, Ca.

The role of some factors was studied. Decomposition rate is greatly dependant on plant species. Mineral nutrient content of leaves was found to be less important than site. The site is an important factor in litter decay ; this is partly due to the top soil features and its microflora. Microbial activity in litter is dependant on leaf age : the respiration rate is high in freshly fallen leaves and then decreases greatly. Artificial leaching of the litter showed a rapid loss of the nutrients used by microflora. Litter arthropod number is maximum during the wet season ; the role of arthropods in litter decay is variable and difficult to study.

D. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

- 7 NOV. 1972

n°

5740 Bot.

## ZUSAMMENFASSUNG

In einem immergrünen Wald an der unteren Elfenbeinküste wurde die Streuzersetzung an zwei Standorten untersucht, und zwar auf einer Hochfläche und auf einem Talboden. Auf letzterem, verschwindet die Streu nach 5 Monaten völlig, auf der Hochfläche beträgt die Zersetzungszeit etwa 9 Monate. Die Kurven des Gewichtsverlustes weichen von der theoretischen Exponentialkurve ab. Durch Analysen wurde das Freiwerden der Mineralstoffe aus der Streu verfolgt. Die Mobilität nimmt in der Reihenfolge: K, P-Mg, Ca ab.

Der Einfluß einiger Faktoren auf den Streuabbau wurde näher untersucht. Die Abbaugeschwindigkeit hängt sehr von der jeweiligen Pflanzenart ab. Der Mineralstoffgehalt der Blätter scheint geringeren Einfluss zu haben als der Standort: dieser wirkt zum Teil durch die Eigenschaften des Oberbodens und dessen Mikroflora. Die Aktivität der Mikroorganismen in der Streu hängt vom Alter der toten Blätter ab: die Respirationsrate ist groß in frisch gefallener Streu und nimmt später rasch ab. Künstliche Auswaschung der Streu führt zu raschem Verlust der für die Mikroorganismen notwendigen Nährstoffe. Die Dichte der Mikroarthropoden in der Streu ist am größten in der Regenzeit; doch ist deren Einfluß auf die Streuzersetzung schwankend und schwer zu analysieren.

## INTRODUCTION

Le mot « décomposition » est pris ici dans son sens large et recouvre les phénomènes provoquant la disparition de la litière, qu'ils soient dûs au micro-organismes ou à d'autres agents.

Dans les pays tempérés de nombreuses recherches ont été faites sur ce sujet et sur les différents facteurs en cause: nature de la litière, sa composition chimique, types d'humus et caractères du sol, microflore et faune, etc.

Les études réalisées sur la décomposition en forêts intertropicales concernent essentiellement la vitesse de disparition de la litière. Il apparaît qu'elle est beaucoup plus rapide qu'en régions tempérées (JENNY et al., 1949; LAUDELOUT et MEYER, 1954; NYE, 1961). Certains auteurs ont considéré les facteurs responsables et ont relevé, en particulier, l'importance de l'humidité, de la température élevée, et l'influence de la saison des pluies (JENNY et al., 1949; MADGE, 1965; SINGH, 1969).

## I. — DESCRIPTION DU SITE

Cette étude a été faite en basse Côte-d'Ivoire, dans la forêt du Banco. Les caractères floristiques et climatiques de cette forêt ont été étudiés par plusieurs auteurs (PAULIAN, 1947; MANGENOT, 1955; CACHAN et DUVAL, 1963; CACHAN,

1963) et ont été résumés par nous précédemment (BERNHARD, 1970). Rappelons que le climat est de type subéquatorial humide. Les 2 100 mm de précipitations moyennes annuelles comportent deux maxima, l'un en juin et juillet, l'autre, de moindre importance, en octobre; cependant la pluviosité reste appréciable toute l'année.

En raison du comportement différent de la litière selon la topographie, deux emplacements ont été choisis. L'un est situé sur le plateau et l'autre dans un talweg; la dénivellation entre les deux stations est de 50 m. Floristiquement il est difficile de les distinguer si ce n'est par la plus ou moins grande abondance de certaines espèces. Par contre un certain nombre de caractères pédologiques et pédochimiques différencient ces emplacements; il est nécessaire de les exposer en raison de leur influence sur la décomposition.

#### A. APPORT D'ÉLÉMENTS MINÉRAUX AU SOL PAR LA LITIÈRE.

Une étude détaillée a été faite sur ce sujet (BERNHARD, 1970); nous en rappelons les conclusions. Si la quantité de litière tend à être légèrement supérieure sur le plateau, il n'en est pas de même de tous les éléments minéraux. En effet la teneur des feuilles en phosphore, calcium et potassium est plus élevée dans le talweg. L'apport annuel est indiqué dans le tableau suivant.

TABLEAU 1  
*Apport par la litière de feuilles, kg/ha/an.*

Station	N	P	K	Ca	Mg
Plateau	170	8,0	27,8	60,5	50,7
Talweg	158	13,6	80,5	85,1	35,5

#### B. MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL.

Sur le sol du plateau on trouve une couche de litière toujours présente, bien que moins épaisse en saison des pluies. Au-dessous on observe une couche fine (0,5 à 1 cm) de débris végétaux fragmentés, puis un horizon humifère de 2 à 4 cm d'épaisseur dans lequel les racines fines sont abondantes et forment par endroits un feutrage épais.

Dans le talweg la couche de litière, présente en saison sèche, disparaît en saison des pluies, et laisse apparaître le sol nu avec quelques feuilles éparses. On

n'observe pas sous la litière d'horizon organique ni d'horizon humifère. La surface du sol est sableuse, et de couleur gris-brun.

On a mesuré la teneur en matière organique par la méthode de la perte au feu (1). Les résultats sont donnés au tableau 2.

TABLEAU 2

*Teneur du sol en matière organique, pourcentage du poids sec*  
(entre parenthèses, les écarts-types sur 20 mesures)

Horizon	0-3 cm	3-10 cm
Plateau	16,0 (2,3)	4,5 (0,3)
Talweg	4,1 (0,4)	3,4 (0,4)

Ceci représente pour l'ensemble des deux horizons 78 t/ha sur le plateau et 46 t/ha dans le talweg. Une partie de cette matière organique provient de la litière dont la production annuelle est respectivement de 12,3 et 9,3 t/ha pour le plateau et le talweg (moyenne de deux années). Une autre partie provient des racines mortes, dont on ne connaît pas la production annuelle; la biomasse de racines (de diamètre inférieur à 1 cm) représente environ 5,4 t/ha dans les deux stations (HUTTEL, communication écrite).

La teneur en azote de l'horizon 0-10 cm est de 1,98 sur le plateau, avec un rapport C/N de 17,8. Le même horizon dans le talweg a une teneur en azote de 0,97 % avec un rapport C/N de 13,6.

### C. — BASES ÉCHANGEABLES ET PH DU SOL.

La richesse en bases et le pH du sol sont considérés, dans les pays tempérés comme des facteurs d'une plus ou moins bonne décomposition.

On peut résumer par le tableau 3 quelques données concernant l'horizon superficiel. Les teneurs en bases échangeables sont faibles (sol ferrallitique fortement désaturé). On observe une différence entre les deux stations qui s'accroît si l'on considère le stock d'élément par unité de surface, le talweg étant relativement plus riche.

Le pH (mesuré dans un mélange sol-eau de proportion 1/1) montre des sols très acides; la différence entre les deux stations reflète la différence observée pour les bases échangeables.

(1) Le calcaire étant absent, et les horizons superficiels étant sableux, cette méthode peut convenir sans corrections.

TABLEAU 3  
*Calcium et Potassium échangeables et pH du sol. Horizon 0-10 cm*

Station	Somme des Bases éch. m.val./100 g	Ca éch. kg/ha.	K éch. kg/ha.	pH
Plateau	0,45	54	18	3,5
Talweg	0,65	117	34	4,1

## II. — DESCRIPTION DES EXPÉRIENCES ET LEURS RÉSULTATS

### A. PERTE DE POIDS DE LA LITIÈRE.

#### 1. Méthode.

La vitesse de disparition de la litière a été étudiée à partir de feuilles vertes fraîchement tombées sur le sol. Celles-ci, récoltées dans chaque station, ont été rapportées au laboratoire, séchées à l'air (2), et éventuellement conservées dans cet état. Des lots de poids égaux, 15 à 25 g selon les cas, ont été par la suite disposée sur un grillage en plastique (maille 1-2 mm) posé sur le sol de la forêt. L'ensemble a été recouvert d'un autre grillage (maille 1 cm). La réhumidification de la litière se fait en un ou deux jours grâce à l'humidité atmosphérique élevée. Au cours de la décomposition 4 à 10 lots sont récoltés dans chaque station, séchés à 70° et pesés. En période de fortes pluies il peut être nécessaires de laver les feuilles avant le séchage ou de les nettoyer après en raison de la terre qui y adhère.

#### 2. Litière mélangée.

Plusieurs séries de lots ont été mises en place selon cette méthode, en utilisant de la litière récoltée sans distinguer les espèces. Ces séries sont échelonnées sur 4 années à diverses saisons. Le résultats ont été réunis sur un même graphique (fig. 1).

Sur le graphique concernant la litière du plateau on constate une faible dispersion des points : la saison a peu d'influence sur la vitesse de décomposition. D'après la courbe moyenne (fig. 9) la perte de poids est rapide pendant les 8 premières semaines, mais sa vitesse diminue progressivement. Après 8 semaines

(2) En salle climatisée.

on observe une phase linéaire qui dure au moins jusqu'à 20 ou 24 semaines. On peut estimer, si la vitesse de disparition reste constante par la suite, que la litière est décomposée en 40 semaines environ, soit un peu plus de 9 mois, dans les conditions de l'expérience.

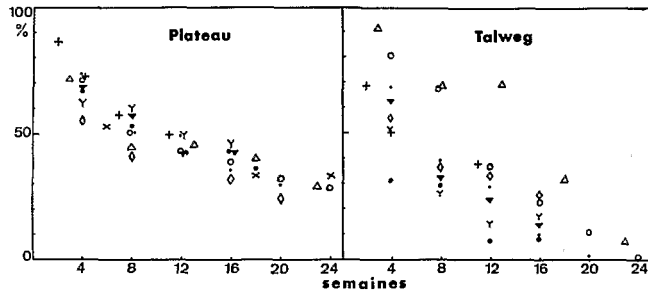


FIG. 1. — Décomposition de la litière : poids de feuilles restant exprimé en pourcentage du poids initial. Les différents signes représentent les différents essais.

La dispersion des points est plus grande sur le graphique concernant le talweg (fig. 1) où la vitesse de disparition varie selon la période de l'année. Les séries montrant la décomposition la plus rapide correspondent à une mise en place en saison pluvieuse (fin mai et octobre). Les séries montrant une décomposition relativement lente correspondent à des essais mis en place en période sèche (février et mars). Cette relation n'est pas évidente pour les courbes intermédiaires qui représentent diverses saisons. La courbe moyenne (fig. 9) est du même type que celle du plateau : une première phase de disparition rapide est suivie d'une deuxième phase approximativement linéaire. La différence avec le plateau est cependant très nette : la disparition est totale après 20 et 24 semaines seulement (soit 4,5 à 5,5 mois).

### 3. Litière monospécifique.

On a étudié séparément les litières de quelques espèces parmi les plus abondantes dans la forêt du Banco : *Turraenthus africana*, *Dacryodes klaineana*, et *Coula edulis* (3).

a) Les litières ont été placées dans la station dont elles provenaient. Les courbes de perte de poids (fig. 2) montrent une décomposition plus rapide dans le talweg pour deux des trois espèces. Un autre essai, décrit au paragraphe suivant montrera une décomposition plus rapide dans le talweg pour les 3 espèces. Notons

(3) Parmi les 70 espèces d'arbres relevées au Banco sur des surfaces totalisant 2,5 ha, les trois espèces citées ici représentent respectivement 9 %, 14 % et 5 % des individus.

que la litière de *Coula*, qui est remarquablement pauvre en éléments minéraux (BERNHARD, 1970) se décompose cependant le plus rapidement (4).

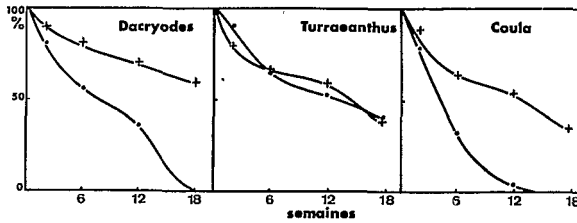


FIG. 2. — Décomposition de la litière de 3 espèces : poids restant exprimé en pourcentage du poids initial. Croix = plateau ; points = talweg.

b) Les litières ont été déplacées de leur station d'origine. Des lots de feuilles de ces trois espèces récoltées dans le talweg ont été mises en place sur le plateau, et vice-versa, à côté de témoins non déplacés. Deux essais successifs ont donné des réponses analogues et le tableau 4 montre les résultats de l'un d'eux, fait en saison des pluies. La disparition est plus rapide dans le talweg quelle que soit la station d'origine. L'influence du site où se fait la décomposition est ainsi mise en évidence, bien que la richesse minérale des feuilles d'une espèce diffère selon leur provenance.

TABLEAU 4

*Litière restant après 6 semaines, en pourcentage de la quantité initiale.*

Espèce	<i>Turraeanthus</i>		<i>Dacryodes</i>		<i>Coula</i>		
	plateau	talweg	plateau	talweg	plateau	talweg	
Mise en place :							
Plateau	}	64	62	68	76	58	34
		67	70	79	71	51	58
		72	63	73	75	40	72
		69	71	56	75	33	71
moy.		68	64	69	74	42	59
Talweg	}	59	38	-	52	0	0
		34	39	-	26	0	0
		48	46	-	43	0	0
		-	34	-	-	0	0
moy.		47	39	-	43	0	0

(4) A titre de comparaison les teneurs moyennes pour le plateau sont : pour *Coula*, N : 1,40 ; P : 0,05 ; K : 0,09 ; Ca : 0,16 ; Mg : 0,17 % ; pour *Turraeanthus*, N : 2,04 ; P : 0,12 ; K : 0,36 ; Ca : 0,54 ; Mg : 0,74 %.

## B. DÉPART DES ÉLÉMENTS MINÉRAUX.

1. *Méthode et expression des résultats.*

Pour quelques séries de lots de litières mélangée, la teneur en éléments minéraux a été suivie par des analyses faites sur chaque prélèvement de litière (5). Avec les teneurs et poids de litière restant, on a calculé la quantité d'éléments par lot. Cette quantité est exprimée pour chaque série en pourcentage de la quantité initialement présentée dans les lots non décomposés. Sous cette forme les résultats sont présentés à la figure 3.

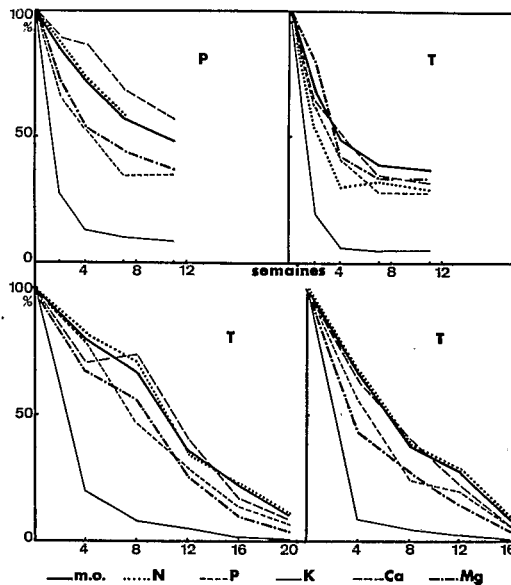


FIG. 3. — Départ des éléments minéraux de la litière, comparé à la perte de poids.

Les quantités d'éléments sont exprimées en pourcentage des quantités initiales.

P = plateau ; T = talweg.

2. *Comportement des éléments minéraux.*

Les résultats sont assez variables d'une série à l'autre, le phosphore et le magnésium ont tendance à disparaître plus rapidement que la matière organique,

(5) Les méthodes de dosage utilisées sont : azote par le réactif de Nessler ; phosphore par le molybdate d'ammonium ; potassium et calcium par photométrie de flamme ; magnésium par complexométrie ou absorption atomique.



ceci étant plus ou moins net selon la série. Le potassium est très rapidement libéré puisqu'après 4 semaines 80 à 90 % de cet élément ont disparu. Le calcium au contraire n'est libéré qu'avec la disparition de la matière organique, ou parfois moins vite que celle-ci au début de la décomposition. L'azote montre un comportement irrégulier, mais disparaît souvent à la même vitesse que la matière organique. En conclusion, seule la courbe du potassium se sépare nettement des autres qui restent assez proches de la courbe de perte de poids.

### C. ACTIVITÉ DES MICROARTHROPODES.

#### 1. *Méthodes.*

Pour établir l'importance des arthropodes dans la vitesse de disparition de la litière, on a tenté de les supprimer et de comparer la perte de poids des feuilles à des témoins. Dans ce but KURCHEVA (1960) a utilisé la naphthaline à raison de 2,5 kg/m<sup>2</sup> en 140 jours, ce qui revient environ à 125 g/m<sup>2</sup>/semaine. CROSSLEY et al. (1962) comparant plusieurs insecticides, constatent que la naphthaline à l'effet le plus faible sur la microflore. WITKAMP et CROSSLEY l'emploient en plusieurs applications de 100 g/m<sup>2</sup> et obtiennent une réduction de la faune de 80 %. Ce produit a été choisi et utilisé au Banco à une dose d'environ 20 g/m<sup>2</sup> par semaine.

Les essais sur le terrain ont été faits avec de la litière mélangée. Trois séries ont été mises en place en octobre, février et fin mai. Elles correspondent respectivement au début de la grande saison sèche, à la deuxième moitié de celle-ci, et au début de la grande saison des pluies. Pour chaque série on a utilisé 32 à 40 lots de feuilles (poids sec : 18 g) dont la moitié recevait de la naphthaline. La perte de poids a été suivie en prélevant toutes les 4 semaines 4 lots par traitement, deux de ces lots servant au comptage des arthropodes avant d'être séchés.

Les extractions de faune ont été faites suivant la méthode de Berlèse; la dessiccation de la litière est obtenue en 2 ou 3 jours. Les arthropodes ont été comptés à la loupe binoculaire sans distinction de groupes systématiques.

#### 2. *Nombre d'arthropodes dans la litière.*

Les lots témoins permettent d'évaluer la quantité d'arthropodes présents normalement dans la litière.

Le tableau 5 montre que leur nombre par lot (ou par surface, chaque lot occupant approximativement 5,5 dm<sup>2</sup>) est toujours plus élevé sur le plateau que

dans le talweg pour une même date de prélèvement. Par contre le tableau 6 indique que, rapporté au poids de litière, le nombre d'arthropodes est du même ordre dans les deux stations.

TABLEAU 5  
*Nombre d'arthropodes par lot.*

Série	Age en semaines	Plateau	Talweg
1	8	84	33
	12	105	30
2	4	272	115
	8	203	63
	12	196	45
	16	186	66
3	4	272	205
	8	652	263
	12	600	171
	16	260	169

TABLEAU 6  
*Nombre d'arthropodes par g de litière.*

Série	Age en semaines	Plateau	Talweg
1	8	8,7	6,5
	12	12	17
2	4	24	11
	8	16	12
	12	24	12
	16	25	27
3	4	24	23
	8	61	54
	12	64	57
	16	32	56

La figure 4 représente côte à côte les résultats des témoins de chaque série pour un même âge de la litière (temps écoulé depuis la mise en place). On a ainsi des données comparables pour évaluer les variations saisonnières. Les âges 8 et 12 semaines sont les plus significatifs à cet égard. A 8 semaines on observe une augmentation simultanée de la densité d'arthropodes et des précipitations; le prélèvement de juillet a montré, en même temps qu'une densité élevée, un grand nombre d'œufs et de larves dont le développement est vraisemblablement lié à la

saison des pluies. Ceci explique qu'en août il y ait encore une densité élevée, dans la litière de 12 semaines, avec une pluviosité faible.

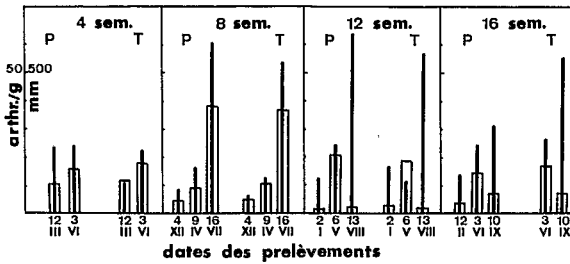


FIG. 4. — Densité d'arthropodes dans la litière en fonction de la période de l'année.

Rectangle : précipitations en mm durant les 4 semaines précédant le prélèvement.

Trait épais : nombre d'arthropodes par g de feuilles ;

P = plateau ; T = talweg.

### 3. Perte de poids de la litière en fonction de la faune.

La figure 5 montre la perte de poids des feuilles traitées et des témoins ainsi que l'évolution de la densité de la faune. Avec la dose utilisée l'élimination des arthropodes n'est pas complète : 50 à 80 % ont été éliminés dans les deux premières séries, et 30 à 50 % seulement dans la troisième série en saison des pluies. Cependant avec une réduction de la faune de 70 à 80 % la diminution de perte de poids n'est que de 30 à 50 %. La part de la décomposition microbienne reste donc importante. Une évaluation du rôle relatif de la faune montre qu'il augmente en saison des pluies dans le talweg ; mais l'hétérogénéité de la litière et la variabilité qui en résulte rendent hasardeuse toute estimation quantitative de ce rôle avec le faible nombre de mesures effectuées.

## D. ACTIVITÉ DE LA MICROFLORE DANS LA LITIÈRE EN INCUBATION.

### 1. Méthode.

Il est difficile de mesurer avec précision la respiration de la litière sur le terrain. Elle a donc été étudiée au laboratoire, en mettant les échantillons en incubation le plus tôt possible après leur prélèvement. Ceci a été fait pour tous les stades de décomposition.

La méthode indiquée par DOMMERGUES (1960) pour les sols a été adaptée à la litière. Une quantité de feuilles humides correspondant à un poids sec de 2 à 5 g est mise dans un bocal avec un becher contenant 20 à 50 ml de soude normale.

L'incubation se fait à 30° pendant 3 jours, sur deux lots par prélèvement avec une bonne reproductibilité. Cette méthode ne reproduit pas les conditions naturelles bien que la température et l'humidité soient du même ordre ; en effet la composition de l'air du bocal et celle de la litière se modifient. Cependant on mesure l'importance relative de l'activité microbienne aux différents âges de la litière.

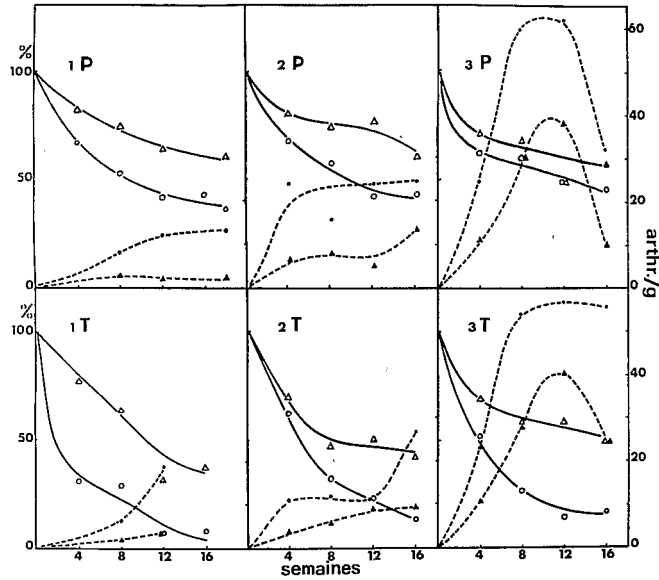


FIG. 5. — Influence des arthropodes sur la décomposition de la litière.

*Trait plein* : courbes de décomposition de la litière ;

*Trait pointillé* : nombre d'arthropodes par g de feuilles ;

*Triangles* : traitement à la naphthaline ;

*Cercles* : témoins non traités ;

P = plateau ; T = talweg ; 1, 2, 3 = séries mises en place respectivement en octobre, février et mai.

## 2. Résultats.

Ces mesures ont été faites sur la litière mélangée et les résultats sont donnés figure 6. L'activité respiratoire est maximum les premiers jours dès que la litière est réhumidifiée. Elle décroît fortement pendant les quatre premières semaines, puis dans une seconde phase se stabilise et diminue lentement ensuite.

On a utilisé également de la litière monospécifique (tableau 7). La phase à décroissance rapide n'a pas été mesurée et les valeurs indiquées correspondent à la deuxième phase. Elles augmentent entre 6 et 12 semaines et tendent à se stabiliser ensuite. On n'observe pas de différences marquées entre les espèces.

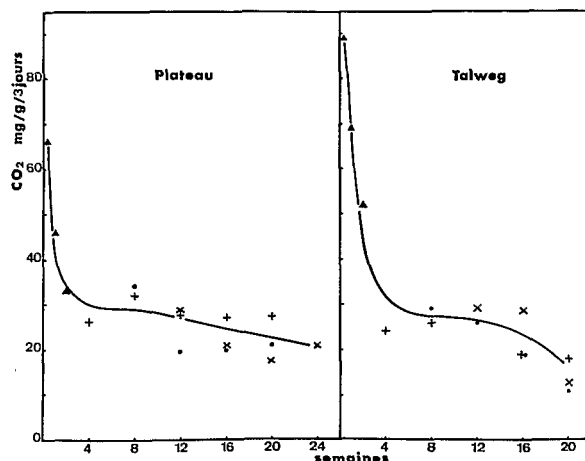


FIG. 6. — Activité microbienne dans la litière en étuve exprimé par le dégagement de CO<sub>2</sub>. Les différents signes correspondent aux différents essais.

TABLEAU 7

Dégagement de CO<sub>2</sub> par la litière en étuve  
mg CO<sub>2</sub>/g feuilles/3 jours (moyennes de 3 répétitions).

Espèce	Station	Temps de décomposition en semaines		
		6	12	18
<i>Turraeanthus</i>	plateau	10,0	14,8	22,0
	talweg	6,6	15,8	16,7
<i>Dacryodes</i>	plateau	9,6	18,9	19,8
	talweg	12,0	23,9	-
<i>Coula</i>	plateau	11,9	25,5	27,0

## E. LESSIVAGE DE LA LITIÈRE.

### 1. Effet du lessivage sur l'activité respiratoire.

Des essais en laboratoire ont été fait afin d'évaluer l'influence du lessivage à différents degrés de décomposition de la litière. La méthode utilisée ne reproduit pas les conditions écologiques car la quantité d'eau reçue par les feuilles est beaucoup plus élevée que lors d'une pluie. Cependant certaines indications sont données par cette expérience.

La litière humide formée de feuilles fraîchement tombées a été placée pendant 12 heures sous un arrosage. Une partie de la litière conservée humide

pendant ce temps a servi de témoin. La litière a ensuite été répartie en lots et mise en incubation à 30°. Pour chaque traitement on a établi la courbe de dégagement de gaz carbonique en fonction du temps, afin de s'assurer que les différences observées n'étaient pas dues à un temps de latence. La figure 7 montre que la respiration de la litière lessivée est diminuée de 50 à 60 % par rapport au témoin, ce qui correspond à un départ de substances hydrosolubles facilement décomposables.

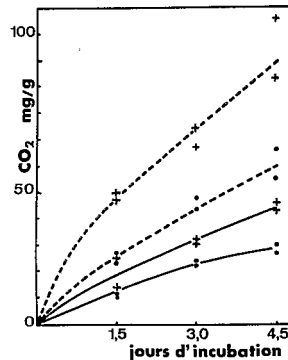


FIG. 7. — Effet du lessivage sur le dégagement de  $\text{CO}_2$ .

*Trait plein* : litière lessivée ;  
*Trait pointillé* : témoins non lessivés ;  
*Croix* : plateau ;  
*Points* : talweg.

Un deuxième essai a été fait sur de la litière en partie décomposée : feuilles branes, fragiles, fragmentées. Le tableau 8 montre que la diminution de dégagement due au lessivage est plus faible que dans la litière jeune. La variabilité des résultats peut s'expliquer par l'hétérogénéité des feuilles utilisées.

TABLEAU 8  
 Dégagement de  $\text{CO}_2$  de feuilles âgées, mg  $\text{CO}_2$ /g feuilles/2 jours  
 (moyennes de 3 ou 4 répétitions)

	Plateau	Talweg
lessivé	27,4 37,8	32,9 33,9
témoin	38,1 38,2	38,8 52,1
diff. % du témoin	28 0	18 35

L'influence de la quantité d'eau reçue a été mesurée en faisant varier le temps de lessivage de 1 à 24 heures. Les résultats (fig. 8), obtenus sur de la litière monospécifique, montrent que l'effet maximum se produit pendant la première heure, et qu'ensuite l'effet est faible.

2. Caractères des extraits de litière.

Afin de vérifier que le lessivage emportait des substances favorisant la microflore, on a fait un extrait aqueux en faisant macérer de la litière dans l'eau et en filtrant. On a ajouté 20 ml de cet extrait à 100 g de sol humide, les sols témoins recevant 20 ml d'eau. Les résultats qui figurent au tableau 9 montrent une activité microbiologique supérieure après addition d'extrait.

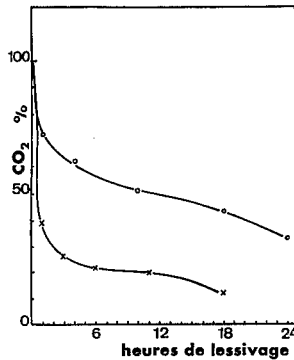


FIG. 8. — Diminution de l'activité microbienne en fonction du temps de lessivage de la litière. Le dégagement de  $CO_2$  est exprimé en pourcentage du dégagement par des témoins non lessivés. Croix : *Dacryodes klaineana* ; points : *Turraeanthus africana*.

D'autre part, des extraits de litières ont été faits à chaque stade de décomposition par broyage dans l'eau et centrifugation à grande vitesse, et l'intensité de leur coloration a été mesurée. Les substances brunes responsables de cette coloration n'ont pas été déterminées mais leur origine microbienne est généralement reconnue. On a observé que la litière du plateau donne des extraits toujours plus colorés que celle du talweg. Ceci est également valable pour les litières monospécifiques, et indique une activité microbienne différente dans les deux stations.

TABLEAU 9  
Dégagement de  $CO_2$  en mg/100 g de sol/7 jours

Sol plateau		Sol talweg	
traité	témoin	traité	témoin
96,1	78,8	49,5	40,5
94,1	76,6	49,1	40,0

### III. — DISCUSSION

#### A. INFLUENCE DES FACTEURS ÉTUDIÉS SUR LA DÉCOMPOSITION.

##### 1. *Nature de la litière.*

Les facteurs entrant en jeu dans la variabilité de la litière sont les caractères anatomiques des feuilles, et leur composition chimique. Ce sont des caractères génétiques liés à l'espèce végétale, mais on a montré que la composition minérale changeait aussi avec le site.

La richesse en éléments minéraux ne semble pas dans le cas présent avoir une influence prépondérante sur la décomposition. Les feuilles de *Coula edulis*, pauvres en éléments, se décomposent très rapidement alors que la décomposition des feuilles de *Turraeanthus africana* est plus lente. Par ailleurs on a constaté, lors des expériences consistant à déplacer les litières, que leur teneur en éléments minéraux semblait un facteur moins important que le site même. Notons que selon les auteurs (COLDWELL et DELONG, 1959 ; LOSSAINT, 1959 ; LUTZ et CHANDLER 1941) c'est la teneur en azote qui aurait l'influence prépondérante ; or au Banco la différence de teneur de la litière des deux stations est beaucoup moins importante pour l'azote que pour le phosphore, le calcium et le potassium.

Cependant la plus grande richesse de la litière du talweg peut avoir une influence indirecte sur la décomposition ; il ya en effet un enrichissement de l'horizon superficiel du sol du talweg par rapport à celui du plateau, en particulier en cations échangeables, et le pH y est plus élevé.

##### 2. *Le sol.*

Le déplacement des litières a mis en évidence une influence très nette de la station. On est tenté de l'attribuer au sol, l'humidité atmosphérique et la température étant comparables dans les deux emplacements qui sont situés à 400 m l'un de l'autre.

Le sol superficiel (0-10 cm) présente en effet dans les deux cas des différences sensibles. Si la teneur en azote total est deux fois plus élevée sur le plateau, cet élément représente, rapporté à la matière organique, 2,3 % de celle-ci dans le sol



du plateau et 2,7 % dans le sol du talweg ; la différence tend à favoriser la microflore du talweg, de même que le rapport C/N plus faible.

Etant donné la pauvreté du sol, la différence de teneurs en bases échangeables peut également favoriser la microflore du talweg, et le pH plus élevé d'une demi-unité y interviendra dans le même sens.

Par contre l'humidité du sol superficiel est en moyenne identique dans les deux stations si elle est exprimée par rapport à la capacité de rétention ; les valeurs les plus fréquentes se situent entre 50 et 60 % de celle-ci.

### 3. *La microflore.*

La microflore joue un rôle important dans la disparition des débris végétaux puisque lorsque la faune est en grande partie supprimée le taux de perte de poids des feuilles reste relativement élevé.

Les mesures d'activité microbienne en étuve montrent que la microflore est installée dès le début de la décomposition. Sur des litières tropicales, SINGH (1969) observe également une respiration maximum à la première mesure, deux semaines après le début de l'expérience. D'après BURGES (1965) et MADGE (1965), la première attaque est faite par les bactéries et les champignons, les arthropodes n'intervenant que dans une seconde phase. Nos comptages montrent en effet que la densité de ces derniers n'atteint son maximum qu'après la huitième semaine.

Les courbes d'intensité respiratoire (fig. 6) présentent une première partie de 0 à 4 semaines, correspondant à une population microbienne dégradant rapidement les substances hydrocarbonées facilement décomposables. Après épuisement de ces substances il semble qu'une autre population microbienne intervienne, et s'attaque à des composés de la litière moins rapidement épuisés ; ceci donnerait la deuxième phase de la courbe.

Dans la litière monospécifique, la respiration entre 6 et 18 semaines n'atteint pas les valeurs mesurées dans la litière mélangée ; ceci confirme que les litières monospécifiques forment un milieu moins favorable à la microflore.

La mesure de la respiration en étuve a donné des résultats similaires pour les deux stations étudiées. Cependant il existe une différence qualitative dans le métabolisme des populations microbiennes ; le fait que les extraits de litière du plateau (mélangée ou monospécifique) soient plus riches en substances brunes montre que l'aboutissement de l'activité microbienne n'est pas le même dans les deux sites. Ceci est confirmé par l'existence d'un horizon humifère dans un cas et son absence dans l'autre. Sur le plateau il y aurait formation de composés humiques stables alors que dans le talweg la minéralisation de la matière organique serait plus importante.

#### 4. *L'activité de la faune.*

La densité des arthropodes dans la litière est soumise à plusieurs facteurs dont le principal semble être la pluviosité. L'augmentation importante de leur nombre en saison des pluies (la densité en juillet est huit fois celle de décembre) a déjà été observée au Nigeria par MADGE (1965, 1969 *b*), qui attribue à ce fait la décomposition rapide en cette saison.

La quantité d'arthropodes semble aussi dépendre de l'état de décomposition de la litière, le maximum étant atteint après 2 ou 3 mois.

La comparaison entre le plateau et le talweg montre que pour un même prélèvement (litière de même âge ayant reçu les mêmes précipitations) le nombre d'arthropodes est lié à la quantité de litière disponible. Aussi aucune corrélation n'a été trouvée entre la vitesse de décomposition et la densité de la faune, bien que MADGE (1965) en ait trouvé une dans des formations forestières de type différent au Nigeria.

Les comptages faits par ce dernier auteur donnent 38 000 arthropodes par m<sup>2</sup> dans la litière de forêt en saison des pluies, alors qu'au Banco on peut estimer le maximum à environ 13 000 par m<sup>2</sup>. En saison sèche MADGE estime cette valeur à 400 par m<sup>2</sup> alors qu'au Banco on en trouve encore environ 2 500 par m<sup>2</sup>. Dans une forêt ombrophile de montagne, WIEGERT trouve 22 000 à 23 000 individus par m<sup>2</sup> dans la litière, à deux périodes de l'année, avec une pluviosité toujours élevée.

Le rôle des arthropodes dans la décomposition est très variable. En utilisant la même méthode, WITKAMP et CROSSLEY (1966) observent une perte de poids en un an de 60 % chez les témoins et 45 % dans la litière traitée à la naphtaline. Dans l'expérience de KURCHEVA (1960) le traitement semble plus efficace puisque la perte de poids est de 50 % dans les témoins et 10 % dans les lots traités. Au Banco après 12 semaines il y a 20 à 40 % de différence entre la perte de poids des témoins et celle des lots traités.

L'action des vers de terre n'a pas pu être étudiée au Banco. Leurs turricules sont extrêmement nombreux dans le talweg, principalement en saison des pluies, et rares sur le plateau. MADGE (1965, 1969 *a*) a étudié en forêt au Nigeria une espèce de ver qui forme des turricules abondants et identiques à ceux trouvés au Banco. Pour cet auteur ces vers ne jouent aucun rôle direct dans l'enfouissement de la litière, contrairement à ce qui se passe en forêt tempérée. Mais indirectement, la désintégration des turricules sur le sol peut contribuer à y inclure la litière.

#### 5. *Les précipitations.*

Ce facteur interfère avec tous les autres. Le lessivage artificiel a montré schématiquement que dans la litière jeune il provoque le départ de produits

organiques solubles. Les fortes averses de la saison sèche, puis la grande saison des pluies peuvent avoir cet effet. Ceci aboutit dans un deuxième temps à une litière dans laquelle ces substances sont épuisées et qui est moins propre à l'activité des microorganismes. Effectivement le calcul d'un coefficient mensuel de décomposition (BERNHARD, 1970) a montré qu'après la période très pluvieuse la disparition de la litière devenait lente ou nulle en septembre et octobre, pour ne reprendre qu'en novembre après l'apport de nouvelles feuilles.

Cependant en juin et juillet pendant la saison des pluies la décomposition est particulièrement rapide, surtout dans le talweg. Cette période coïncide avec l'augmentation du nombre d'arthropodes. D'autre part, dans le talweg, le sol n'est pas protégé par un horizon d'humus et la couche de litière discontinuée permet un effet mécanique de la pluie : les gouttes arrivant au sol provoquent des éclaboussures de boue (« splash erosion »), qui augmentent le contact entre le sol et les feuilles. Ces dernières, récoltées dans le talweg après une forte pluie, sont recouvertes en grande partie d'une couche de terre, et ce phénomène est favorisé par la présence des turricules de vers de terre.

Enfin l'absence de longues périodes sans pluies est favorable au maintien de l'humidité de la litière, facteur considéré comme très important (COLDWELL et DELONG, 1950 ; CROSSLEY et HOGLUNG, 1962 ; MADGE, 1969 *b*). D'après des mesures hebdomadaires, la teneur en eau de la litière du Banco reste élevée toute l'année à l'exception des mois de janvier et février.

## B. CONSÉQUENCES POUR LA DÉCOMPOSITION.

Les courbes de perte de poids de la litière mélangée diffèrent sensiblement des courbes théoriques exponentielles, calculées d'après l'équation  $X/X_0 = e^{-kt}$  représentant la décomposition sans apport (OLSON, 1963). ( $X_0$  = poids initial,  $X$  = poids au temps  $t$ ). La figure 9 représente les courbes théoriques correspondant aux coefficients de décomposition  $k = 3,3$  (plateau) et  $k = 4,2$  (talweg) calculés précédemment (BERNHARD, 1970).

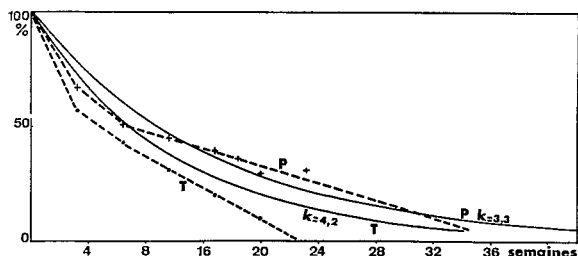


Fig. 9. — Perte de poids de la litière : poids restant en pourcentage du poids initial.

Trait plein : courbes théoriques calculées d'après l'équation  $X/X_0 = e^{-kt}$  ;

Trait pointillé : courbes moyennes expérimentales ;

P = plateau ; T = talweg.

On constate que la perte de poids mesurée est plus rapide que la perte de poids théorique ; il est possible que les grandes quantités de litières de la saison sèche influent plus sur le calcul de  $k$  que sur les valeurs expérimentales moyennes.

D'autre part les courbes expérimentales ont une forme différente des courbes exponentielles, et présentent deux parties. La première correspond vraisemblablement à une activité microbienne intense utilisant les substances rapidement dégradables ; la vitesse de disparition diminuerait progressivement en même temps que la teneur des feuilles en ces substances. La deuxième phase, après 8 semaines, approximativement linéaire, correspondrait à une litière de composition chimique différente, plus difficilement attaquable et plus stable (KORNEV, 1962). L'activité de la faune interviendrait surtout pendant cette phase (BURGES, 1965).

Pour déterminer la vitesse de décomposition, aucune des deux méthodes n'est entièrement satisfaisante. Le calcul d'un coefficient s'appuie sur une équation qui ne représente pas la réalité, et l'autre méthode introduit des conditions expérimentales qui peuvent influencer le processus de décomposition.

Le temps nécessaire à la disparition complète, estimé ou observé au Banco, est de 9 mois et 5 mois respectivement sur le plateau et dans le talweg. Il est difficile de comparer avec d'autres résultats obtenus en forêt tropicale, étant donné la disparité des méthodes et des modes d'expression choisis par les auteurs.

Les données expérimentales comparables à celles que nous avons établies au Banco sont peu nombreuses. MADGE (1969 *b*) observe au Nigeria une disparition totale en 2 à 7 mois, mais il s'agit de disques de feuilles. En forêt congolaise, BARTHOLOMEW et al. (1953) observent une décomposition relativement lente puisqu'en 8 mois 57 % de la litière ont disparu. WIEGERT (1970), pour une forêt Porto-Ricaine de montagne, s'exprime en « taux de disparition instantané » dont la moyenne est de 1,42 mg/g/jour. Le même mode d'expression donnerait au Banco 7,1 et 13,1 mg/g/jour, et, pour les résultats des auteurs précédents, au Nigeria 10,5 à 32,8, en forêt congolaise 3,3 mg/g/jour. La décomposition faible en forêt d'altitude est un phénomène connu, mais la valeur relativement faible donnée par BARTHOLOMEW et al. ne s'explique ni par l'altitude, ni par la pluviosité, et il faut penser à des facteurs spécifiques.

#### C. INFLUENCE DE LA DÉCOMPOSITION SUR LE CYCLE DES ÉLÉMENTS MINÉRAUX.

L'ordre de mobilité décroissante des éléments minéraux analysés est K, P-Mg, Ca. Ces mêmes conclusions sont émises à propos des litières tempérées par REMEZOV (1961) et par NYKVIST (1959), ce dernier après des études de lessivage en laboratoire. En forêt tropicale, BARTHOLOMEW et al. (1953) constatent également un lessivage rapide du potassium mais observent un départ appréciable des autres éléments.

De nos analyses il ressort que le départ d'azote et de calcium, ainsi que d'une grande partie du phosphore et du magnésium, se fait par disparition de la matière organique. Dans ces conditions le rythme de décomposition de la litière a une grande importance dans le cycle des éléments. L'influence de la saison des pluies est à cet égard à considérer ; pendant cette période la disparition de la litière est rapide, surtout dans le talweg, et les éléments minéraux sont libérés en grande quantité ; la pluie favorise alors leur lessivage vers les horizons profonds. HUTTEL (1971) a montré qu'en juin et juillet a lieu une exportation d'eau par drainage. Il est donc vraisemblable qu'à cette période il y ait également exportation d'éléments minéraux hors de l'écosystème.

Le cycle du potassium semble au contraire indépendant de celui de la matière organique. Il est remis à la disposition de la végétation quelques semaines après la chute des feuilles et peut être recyclé rapidement.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BARTHOLOMEW W. V., MEYER J. et LAUDELOUT H., 1953. — Mineral nutrient immobilization under forest and grass fallow in the Yangambi (Belgian Congo) région. *Publ. I.N.E.A.C., sér. Sc.*, 57.
- BERNHARD F., 1970. — Etude de la litière et de sa contribution au cycle des éléments minéraux en forêt ombrophile de Côte d'Ivoire. *Æcol. Plant.*, 5, 247-266.
- BURGES N. A., 1965. — Biological processes in decomposition of organic matter. In : *Experimental Pedology*, ed. par E. G. Hallsworth et D. V. Crawford, Butterworth, Londres.
- CACHAN P. et DUVAL J., 1963. — Variations microclimatiques verticales et saisonnières dans la forêt sempervirente de basse Côte d'Ivoire. *Ann. Fac. Sci. Univ. Dakar*, 8, 5-87.
- COLDWELL B. B. et DELONG W. A., 1950. — Studies of the composition of deciduous forest tree leaves before and after partial decomposition. *Sc. Agric.*, 30, 456-466.
- CROSSLEY D. A., Jr, et HOGLUND M. P., 1962. — A litter-bag method for the study of micro-arthropodes inhabiting leaf litter. *Ecol.*, 43, 571-574.
- CROSSLEY D. A., Jr, WITKAMP M., CORLEY C. L. et DODSON G., 1962. — Gross effect of arthropods and microflora on rates of leaf litter breakdown. In : *Progress in terrestrial and fresh water ecology. Health Physics div. ann. progr. rep. O.R.N.L.*, 3347, 62-64.
- DOMMERMES Y., 1960. — La notion de coefficient de minéralisation du carbone dans les sols. *Agron. Trop.*, 15, 54-72.
- HOPKINS B., 1966. — Végétation of the Olokemeji forest reserve, Nigeria. IV. The litter and soil with special reference to their seasonal changes. *J. Ecol.*, 54, 687-703.
- HUTTEL Ch., 1971. — Estimation du bilan hydrique dans une forêt sempervirente de Côte d'Ivoire. Coll. FAO/IAEA, Vienne, déc. 1971.

- JENNY N., GESSEL S. P. et BINGHAM F. T., 1949. — Comparative studies of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil. Sci.*, **68**, 419-432.
- KORNEV V. P., 1962. — Biochemical and enzymatic activity of litter in pine plantings. *Soviet Soil Sci.*, n° 11, 1312-1317.
- KURCHEVA G. F., 1960. — Role of invertebrates in the decomposition of oak litter. *Soviet Soil Sci.*, n° 4, 360-365.
- LAUDELOUT H., et MEYER J., 1954. — Les cycles d'éléments minéraux et de matière organique en forêt équatoriale congolaise. *5 Congrès Int. Sci. Sol.*, **2**, 267-272.
- LOSSAINT P., 1959. — Etude expérimentale de la mobilisation du fer des sols sous l'influence des litières forestières. *Ann. Agron.*, n° 4, 369-414.
- LUTZ H. J. et CHANDLER R. F., 1946. — Forest soils. J. Willey and sons ed.
- MADGE D. S., 1965. — Leaf fall and litter disappearance in a tropical forest. *Pedobiologia*, **5**, 273-288.
- MADGE D. S., 1969 a. — Field and laboratory studies on the activities of two species of tropical earthworms. *Pedobiologia*, **9**, 188-214.
- MADGE D. S., 1969 b. — Litter disappearance in forest and savana. *Pedobiologia*, **9**, 288-299.
- MANGENOT G., 1955. — Etudes sur les forêts des plaines et plateaux de la Côte d'Ivoire. *Etudes Eburnéennes, I.F.A.N.*, **4**, 5-61.
- NYE P. H., 1961. — Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. *Plant and soil*, **13**, 333-346.
- NYKVIST N., 1959. — Leaching and decomposition of litter. I. Experiments on leaf litter of *Fraxinus excelsior*. *Oikos*, **10**, 190-211.
- OLSON J. S., 1963. — Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, **44**, 322-331.
- PAULIAN R., 1947. — Observations écologiques en forêt de basse Côte d'Ivoire. P. Lechevalier, éd., Paris, 147 p.
- REMEZOV N. P., 1961. — Decomposition of forest litter and the cycle of elements in an oak forest. *Soviet Soil Sci.*, n° 7, 703-711.
- SINGH K. P., 1969. — Studies in decomposition of leaf litter of important trees of tropical deciduous forest at Varanasi. *Trop. Ecol.*, **10**, 292-311.
- WIEGERT R. G., 1970. — Effect of ionizing radiations on leaf fall, decomposition and litter microarthropods of a montane rain forest. In : A tropical rain forest. A study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico, H. T. Odum, 1970, H. 100-105.
- WITKAMP M. et CROSSLEY D. A., Jr., 1966. — The role of arthropods and microflora in breakdown of white oak litter. *Pedobiologia*, **6**, 293-303.