

4^{ème} Conférence Internationale sur les Recherches Cacaoyères
St Augustine, (Trinidad), 8-18 janv. 1972.

EVOLUTION SAISONNIERE DE LA PRODUCTION DE LITIERE ET DE LA DECOMPOSITION...DES FEUILLES DANS UNE CACAOYERE CAMEROUNAISE

J. Boyer

Centre de Recherche de l' I.F.C.C. au Cameroun

SUMMARY

On an old cacao farm near Yaoundé with poorly developed natural shade, the total production of dry litter varies from 6 to 8.5 tons/ha/yr. It consists of 60 to 70% leaves, 23 to 30% woody material and 6 to 10% flowers and fruit.

The seasonal distribution is related to vegetative and reproductive activity, as well as to the floristic composition of the shade trees. About two-thirds of the annual leaf fall occurs during the 2 to 3 months dry season. Fruit fall is more marked in the wet season. This type of light shade produces 2 to 3 tons/ha/yr.

Altogether, the leaves of the cacao trees are the most important constituent. They give to the soil annually 35-45 kg N, 3.5-5 kg P, 35-50 kg K, and 75-105 kg Ca. In the first six months, the loss in dry matter reaches 30-40% of the total. At the end of a year, it reaches 75%.

The return to the soil of the major mineral elements is very rapid. Potassium is returned almost completely in 6 months. Calcium takes longer, 6 months to 1 year. Nitrogen and phosphorus, since they occur in organic forms, are aberated more slowly.

In all cases, these changes are closely linked to rainfall. The decomposition of litter forms only a part of the "turn over", for the soil also receives minerals washed from the foilage.

RESUMÉ

Dans une cacaoyère âgée de la région de Yaoundé (Cameroun), où l'ombrage naturel est en général peu développé, la production totale de litière sèche varie entre 6 et 8,5 tonnes/ha/an. Elle est composée de 60 à 70 % de feuilles, 23 à 30 % de bois, et 6 à 10 % de fleurs et fruits.

La répartition saisonnière de ces chutes est en relation avec celle des activités végétative et générative, ainsi que la composition floristique des essences naturelles qui subsistent comme ombrage. Les 2/3 environ des retombées annuelles de feuilles se produisent au cours des 2 à 3 mois de saison sèche hivernale. Par contre, les chutes de fruits sont particulièrement intenses pendant la période estivale. Dans ce type de cacaoyère, où l'ombrage naturel est léger ou modéré, l'apport de ces essences représente 2 à 3 tonnes/ha/an. Dans ce cas, le poids sec de litière produite par les cacaoyers diminue corrélativement.

Dans l'ensemble, la litière constituée par les feuilles des cacaoyers est quantitativement la plus importante. Par son intermédiaire, le sol bénéficie d'un apport annuel d'environ : 35 à 45 kgr. de N, 3,5 à 5 kgr. de P, 35 à 50 kgr. de K et 75 à 105 kgr. de Ca. Elle se décompose rapidement, à partir du moment où les pluies deviennent importantes. Au cours des 6 premiers mois, les pertes en matière sèche s'échelonnent entre 40 et 30 % du poids sec total, suivant que les cacaoyers subissent ou non l'influence d'un ombrage modéré. Au bout d'un an, elle atteint 75 % dans tous les cas. L'ombrage naturel augmente donc la vitesse de décomposition au cours des premiers stadés. Par la suite, les valeurs tendent à s'égaliser en tous les points de la cacaoyère.

La restitution au sol des éléments minéraux majeurs est d'autant plus grande et plus rapide qu'ils se trouvent sous des formes minérales plus solubles. C'est ainsi que le potassium disparaît presque totalement au cours des six premiers mois, alors que les feuilles sont encore entières. Le calcium se libère d'une façon presque identique, mais surtout à partir du moment où les feuilles perdent leur structure et se fragmentent, c'est-à-dire au bout d'un temps compris entre 6 mois et 1 an après la chute. Ceci laisse donc penser qu'il se trouve, dans la feuille entière, sous une forme peu soluble. L'azote et le phosphore, vraisemblablement impliqués dans diverses fractions organiques, se libèrent plus lentement et plus progressivement, au fur et à mesure de la décomposition des tissus.

Dans tous les cas, ces phénomènes sont étroitement liés à la pluviosité. Les chutes atmosphériques jouent un rôle primordial dans le cycle minéral d'un écosystème forestier humide. La décomposition des litières ne constitue d'ailleurs qu'une partie de ce "turn over", car le sol bénéficie en outre d'un important apport minéral par lessivage du couvert végétal. Ce dernier phénomène, désigné sous le terme de "pluviollessivage", fait l'objet d'une étude séparée dont les résultats seront exposés ultérieurement.

Dans l'écosystème forestier que constitue une plantation de cacaoyers, il existe des échanges permanents d'énergie et de matière entre la végétation, le sol, et le milieu extérieur ambiant.

Les retombées végétales qui constituent la litière sont une des étapes de la restitution au sol des éléments biogènes indispensables qu'elle renferme. La présente note établit un bilan de cette

restitution au cours d'une année, dans une cacaoyère type de la région de Yaoundé (Cameroun).

De nombreuses études ont déjà été réalisées dans ce domaine en milieu forestier naturel, mais il n'existe jusqu'ici que très peu de travaux relatifs au cacaoyer. Citons ceux de RODRIGUEZ (1965) à Costa Rica qui a étudié, en conditions artificielles, le lessivage dans les feuilles et de MADGE (1965) au Nigéria qui examine le cycle saisonnier de 6 espèces de la forêt d'Ibadan (dont le cacaoyer et le rôle joué par la microfaune du sol).

Lieu et dispositif d'observation

Une petite cacaoyère de type familial (1,5 ha environ) a été retenue, car elle réunit la majorité des caractères que l'on rencontre dans cette zone culturale. Etablie sur un ancien défrichement forestier, en haut de pente et sommet de plateau, le sol est du type ferrallitique rouge, argilo-sableux, et horizon superficiel faiblement humifère. Les arbres sont en général âgés d'une trentaine d'années, et plantés irrégulièrement avec une densité moyenne évaluée à 1000 arbres/ha. En général, l'ombrage naturel qui subsiste est léger ou modéré. Dans certaines plages, il a même presque totalement disparu.

C'est pourquoi les études ont été effectuées dans 3 conditions d'environnement différentes:

- absence d'ombrage
- ombrage léger (interception moyenne d' $\frac{1}{3}$ de la radiation solaire)
- ombrage moyen ou "modéré", qui laisse passer à peu près la moitié du rayonnement ambiant.

Dans chacune de ces conditions, 20 aires grillagées de 1 m² chacune ont été délimitées, dans lesquelles s'emboîte un cadre amovible également garni de grillage fin. Les récoltes des végétaux sont effectuées chaque semaine, puis ceux-ci sont triés et séchés à l'étuve.

L'étude de la *décomposition des feuilles de cacaoyers* est effectuée parallèlement dans ces mêmes aires. Des feuilles fraîchement tombées sont récoltées au cours de la période optimale (Décembre-Janvier) et séchées à l'air. Puis on les place sous le cadre mobile de façon à ce qu'il n'y ait pas mélange avec les récoltes périodiques qui sont effectuées tout le long de l'année, et afin d'éviter la dispersion par le vent. La quantité de feuilles placée par aire est d'environ 500 g. de matière séchée à l'air. Ceci correspond à un poids légèrement supérieur à la moyenne des retombées annuelles, mais qui est destiné à compenser les enlèvements périodiques au cours de chaque prélèvement.

Notre méthode d'étude consiste à évaluer 1 fois par mois les pertes de matière par pesées sur place. Cette opération rencontre les difficultés suivantes: les feuilles possèdent dans toute leur masse une humidité variable et sont souillées de corps étrangers provenant des chutes atmosphériques et surtout du sol (action de la pluie et de la micro-faune). Les feuilles sont triées avant les pesées et les corps étrangers éliminés par brossage au pinceau plat ou lavage rapide et léger à l'eau distillée. Les feuilles égouttées sur leur cadre grillagé sont ensuite pesées humides. Dans chaque lot, un échantillon est prélevé pour déterminer le taux d'humidité.

TABLEAU I

Production de litière sèche en kg/ha/an

	Poids de mat. sèche		% p. rap. au poids total	
	AO	OM	AO	OM
Feuilles de cacaoyers	3.860	2.925	63,3	34,4
Autres feuilles	395	2.315	6,5	27,2
Bois	1.440	2.475	23,6	29,1
Fleurs et fruits	405	785	6,6	9,3
Total	6.100	8.500	100,0	100,0

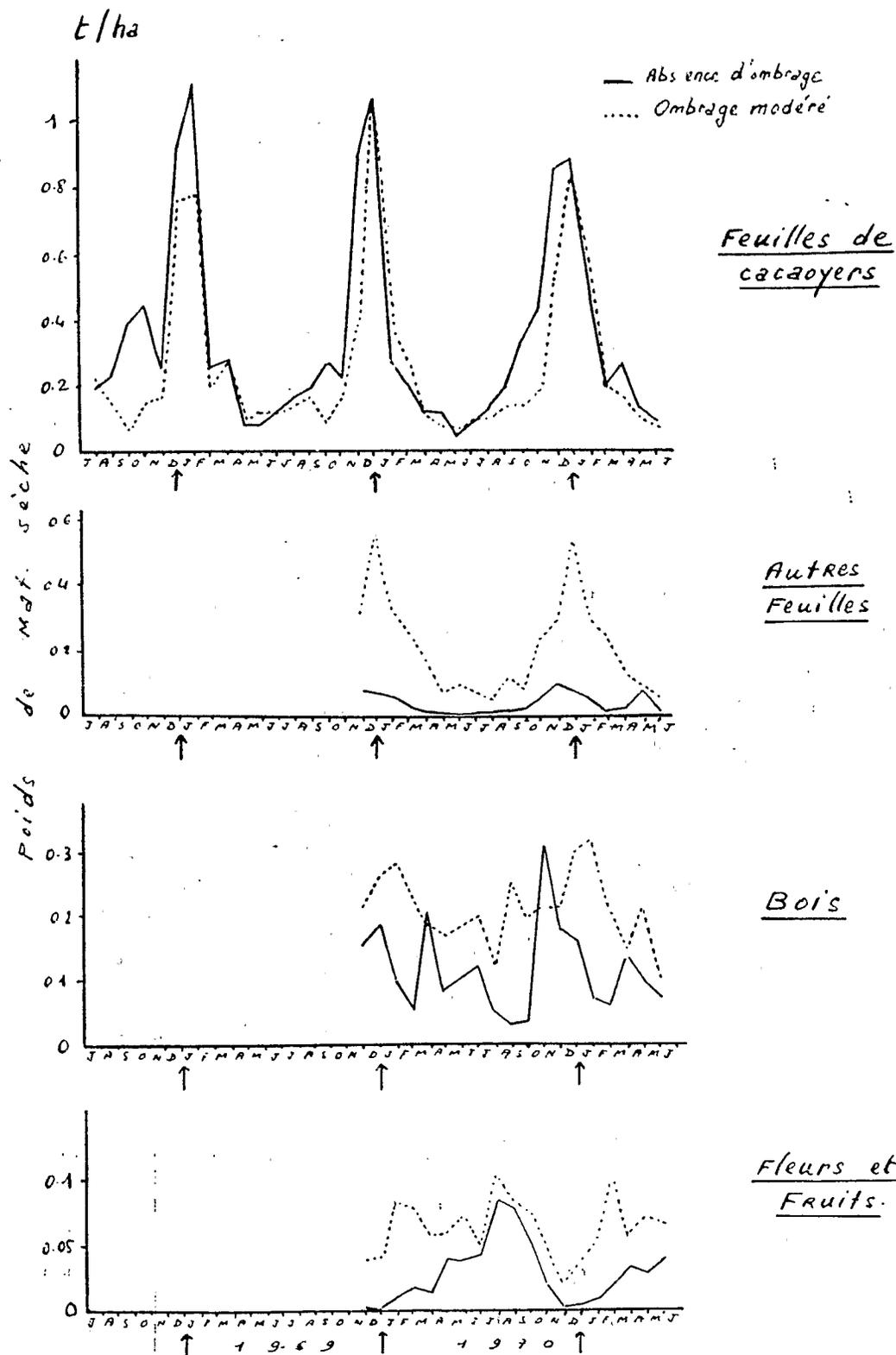


FIG. 1—Importance saisonnière des chutes de litière sous une cacaoyère type camerounaise.

Toutes les données sont chaque fois ramenées au poids sec de matière. Si toute source d'erreur n'est pas éliminée, on obtient néanmoins des chiffres très comparatifs. Le lot prélevé est utilisé pour l'analyse des éléments N, P, K, et Ca.

RESULTATS OBTENUS

1) Bilan des chutes au cours d'une année

Dans le tableau I, on a porté les résultats allant de la 2^{ème} quinzaine de novembre 1969 à la 1^{ère} quinzaine du même mois de l'année suivante. Ceci correspond à un cycle saisonnier complet d'une année. Les résultats ne sont donnés que pour les 2 conditions extrêmes observées: absence d'ombrage (A0) et ombrage modéré (OM).

Les mesures montrent que, pour l'année observée, les feuilles constituent 60 à 70 % des quantités totales de litière produite, le bois 23 à 30 %. Pour les fleurs et fruits, les chiffres sont compris entre 6 et 10 %, mais ces données sont certainement moins précises que celles concernant les feuilles et le bois, comme l'a déjà montré BERNHARD (1970) dans une récente étude effectuée en Côte d'Ivoire.

Dans une cacaoyère où l'ombrage naturel est peu dense et en disparition, la quantité totale de litière produite en une année est comprise entre 6 et 8,5 tonnes/ha/an. Ces chiffres sont nettement plus faibles que ceux recueillis sous forêts ombrophiles des tropiques humides, où certains auteurs trouvent une production comprise entre 7 et 15 t/ha/an (LAUDELOUT et MEYER, 1954—NYE, 1961—HOPKINS, 1966—BERNHARD, 1970)—MADGE (1965) trouve par contre pour la forêt d'Ibadan (Nigéria) des chiffres plus proches des nôtres.

L'examen des graphiques de la fig. 1 montre comment ces chutes se répartissent au cours d'une année. La fraction la plus importante, toujours constituée par les feuilles, tombe au cours de la saison sèche hivernale, en accord avec ce qui est généralement observé dans des conditions voisines (MADGE, 1965). Pendant cette période en effet, on enregistre 60 à 70 % des chutes totales annuelles de feuilles. Les retombées de branches et débits de rameaux offrent une répartition saisonnière plus irrégulière. Le bois mort peut en effet séjourner sur les arbres, les chutes ne se produisant qu'à l'occasion d'orages ou autres perturbations atmosphériques. Malgré tout ces phénomènes sont faibles au cours de la saison estivale.

Au contraire, les retombées de fleurs et fruits se produisent essentiellement au cours de cette dernière période. Sous cacaoyère cette fraction est essentiellement constituée par les fruits. En l'absence d'ombrage naturel, les chutes de fruits se produisent presque exclusivement au cours d'une période dite du "Cherelle wilt", qui s'étend principalement de Mai à Juillet. Par la suite, et jusqu'en septembre environ, on enregistre quelques chutes consécutives aux attaques parasitaires (pourriture brune). Si la cacaoyère est soumise à l'ombrage naturel, les chutes de fleurs et fruits sont plus importantes, et leur étalement saisonnier varie beaucoup avec la nature des essences naturelles qui subsistent.

2) Vitesse de décomposition des feuilles de cacaoyers et apport au sol d'éléments minéraux.

a) pertes en matière sèche. Les résultats, exprimés en % de pertes par rapport au poids initial des feuilles séchées à l'air, sont schématisés par les graphiques de la fig. 2. Les pertes en matière sèche restent relativement faibles au cours des 6 premiers mois qui suivent leur chute, si celle-ci se produit pendant la période hivernale sèche. Elles ne deviennent plus importantes qu'après la reprise des pluies (Mars-Avril). Au bout de 6 mois, c'est-à-dire à la fin de la saison pluvieuse (fin Juin—début Juillet), les pertes s'élèvent en moyenne à 20-25 % en l'absence d'ombrage, 30 à 35 % sous ombrage modéré. Ces résultats diffèrent de ceux rapportés par MADGE (1965) au Nigéria. Cet auteur trouve en effet une perte de matière de 10% seulement entre Octobre et Avril, puis une disparition brusque et totale en 2 mois ½ environ (Mai à Juillet). Ceci peut indiquer au départ une saison sèche plus accentuée. Par la suite, il est probable que l'emploi par l'auteur de disques de feuilles modifie beaucoup le processus de décomposition en saison humide. Ce procédé expérimental élimine en effet les grosses nervures et favorise l'infestation sur les bords de coupe par la microflore et la microfaune, d'où une plus grande rapidité de la décomposition. Notre dispositif est donc plus proche du phénomène naturel. Le rôle important joué par les microorganismes peut en effet être mis en évidence par la rapidité, plus grande au départ, de la décomposition des feuilles sous cacaoyère ombragée. Le milieu plus confiné entretient, en période non pluvieuse, une plus forte humidité atmosphérique qui favorise leur développement et leur

action qui se manifeste plus intensément dès la reprise des pluies.

A la fin de ce premier stade, les feuilles sont encore entières. La fragmentation des limbes, indice d'une décomposition avancée, ne débute qu'après la période pluvieuse, au cours de l'été (juillet-août). Puis le phénomène devient très rapide pendant la grande saison des pluies (septembre-octobre).

Au début de cette période, les pertes atteignent 55 et 50 % avec ou sans ombrage naturel, valeurs déjà très proches l'une de l'autre. Au bout d'1 an, elles s'égalisent entre 75 et 80 %.

Le limbe a alors pratiquement disparu, et il ne subsiste plus que les pétioles et les plus grosses nervures.

b) *Apport au sol des éléments minéraux majeurs :*

Les teneurs en N, P, K, et Ca ont été établies au départ sur les feuilles fraîchement tombées de façon à connaître:

- les quantités totales susceptibles de retourner au sol
- les pourcentages des pertes au fur et à mesure de la décomposition.

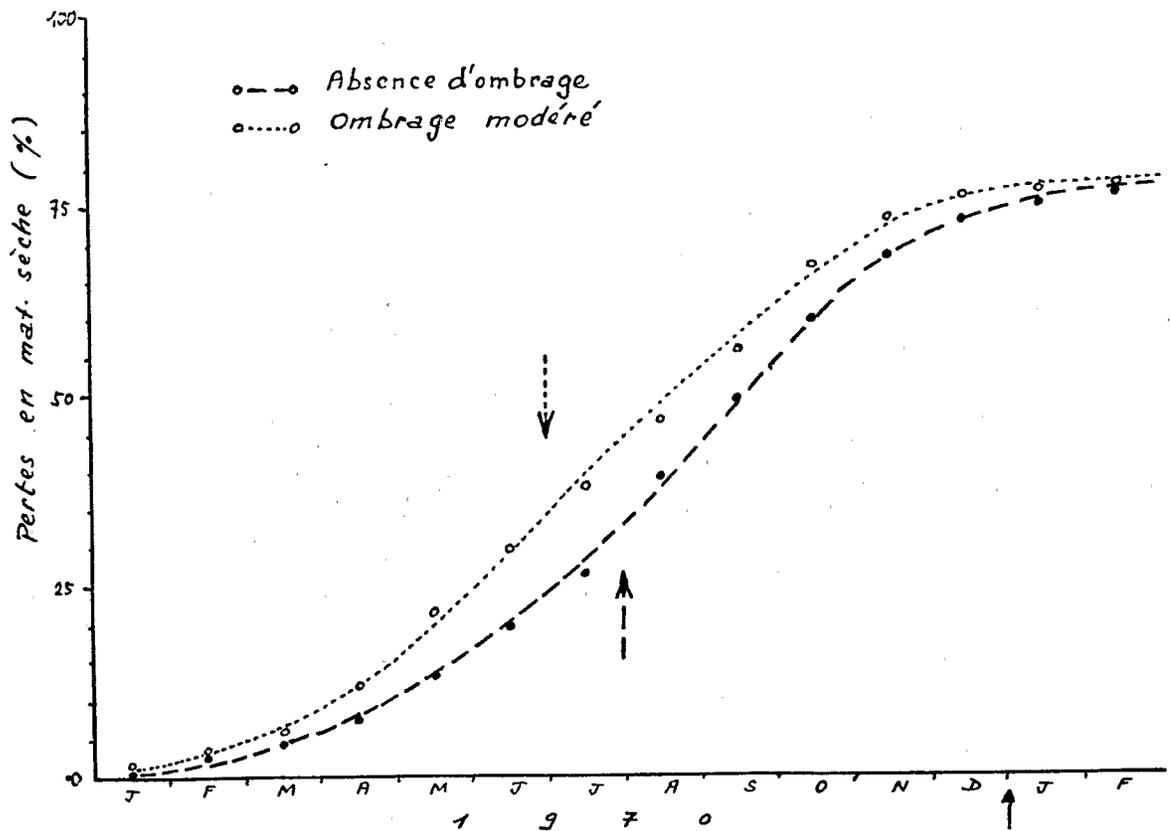


FIG. 2.—Vitesse de décomposition des feuilles des cacaoyers sur le sol dans deux conditions écologiques types. (les flèches indiquent le moment à partir duquel les feuilles se fragmentent et perdent leur structure).

Réussites (% p. rap. au nb. de fleurs)

En général, il est admis que les feuilles peuvent avoir une composition minérale variable avec leur degré d'exposition à la lumière et la saison de récolte. C'est pourquoi nos échantillons ont été collectés au cours des mois de Novembre à Février, qui représentent près de 70 % des chutes annuelles (lots 1 à 4). Les résultats des analyses ont été les suivants:

Les écarts étant relativement faibles, nous pouvons donc prendre pour base la moyenne de tous ces résultats. En général, il y a appauvrissement en N, P et K dans les vieilles feuilles et enrichissement en Ca, comme l'ont constaté de nombreux auteurs (Smith, 1962) LOUE (1955) a fait la même observation sur les feuilles de cacaoyers en Côte d'Ivoire. L'âge physiologique étant probablement le facteur de variation le plus important, c'est ce qui explique l'homogénéité de nos propres résultats. L'appauvrissement en N, P et K est probablement dû à une migration vers les parties ligneuses et aux effets du pluviollessivage. Dans les feuilles

vertes adultes utilisées pour le diagnostic foliaire, LOUE (1955) trouve des teneurs moyennes en N, P, K et Ca, dont les valeurs sont respectivement comprises entre: 1,82 et 2,08, 0,236 et 0,278, 1,59 et 1,98, 0,65 et 0,80, ceci pour les feuilles à l'ombre qui constituent la majorité du matériel récolté dans une cacaoyère. Dans le cas où elles sont exposées à la pleine lumière, les teneurs sont un peu différentes, mais le sens des variations est pratiquement le même. Si l'on se base sur ces chiffres, l'appauvrissement dans les feuilles sénescents fraîchement tombées est de: 40 à 47 % en N, 50 à 57 % en P et 26 à 41 % en K. Par contre, on note un très fort enrichissement en Ca, dont les teneurs sont 2 à 3 fois plus élevées que dans les feuilles vertes. Cette richesse exceptionnelle en calcium n'existe généralement pas dans les litières de feuilles des espèces de forêts tempérées et tropicales. Rapp. (1967) signale toutefois des teneurs voisines de 1,70 pour des chênes pubescents méditerranéens, et BERNHARD des valeurs

TABLEAU II

Teneurs en éléments minéraux des feuilles tombées au cours de la période maximale des chutes, en % de la matière sèche.

	lots	N	P	K	Ca
absence d'ombrage	1	1,12	0,117	1,18	2,61
	2	1,16	0,114	1,08	2,65
	3	1,10	0,121	1,17	2,54
	4	1,05	0,129	1,04	2,58
	moyenne	1,11	0,120	1,12	2,60
ombrage léger	1	1,11	0,114	1,67	2,50
	2	1,14	0,123	1,12	2,66
	3	1,10	0,116	1,20	2,51
	4	1,06	0,113	1,07	2,47
	moyenne	1,10	0,117	1,27	2,54
ombrage modéré	1	1,15	0,127	1,20	2,40
	2	1,11	0,117	1,06	2,69
	3	1,08	0,110	1,04	2,58
	4	1,13	0,125	1,14	2,50
	moyenne	1,12	0,121	1,11	2,55
Moyennes Générales		1,11	0,119	1,17	2,56

proches de 2,50 chez *MONODORA myristica* de la forêt du Banco (Côte d'Ivoire). Chez les espèces tempérées de la forêt de FONTAINEBLEAU (France) LEMEE et BICHAUT (1971) trouvent par contre des teneurs en Ca toujours inférieures à 1,50.

Les résultats, portés dans le tableau II permettent de calculer l'apport total au sol par les feuilles des cacaoyers au cours de l'année étudiée (Nov. 69-Nov. 70).

Si l'on extrapole ces chiffres aux 2 années précédentes, on trouve des résultats très voisins. 3 objets "densité" enregistrées lors des 4 campagnes 1967 à 1970.

La vitesse de libérations des éléments au cours de la décomposition des feuilles a fait l'objet d'une étude spéciale dont les résultats sont reportés sur les graphiques de la fig. 3 Leur examen montre que:

— La vitesse de libération du potassium est la plus grande et la plus rapide. Son entraînement atteint déjà 75 % des teneurs totales dans les feuilles dès la fin du 3^e mois suivant la reprise des pluies. Il est d'environ 90 % au bout de 6 mois, alors que les feuilles sont encore entières sur le sol. La rapidité de ce processus fait qu'il n'est pas possible de mettre en évidence des différences stationnelles. Cette lixiviation rapide, étroitement liée à la pluviosité, serait due au fait que cet élément se trouve à l'état de sel minéral soluble dans la cellule végétale (Rapp. 1967), ou peut être même de cation libre. On en retrouve d'ailleurs de grandes quantités dans les eaux de pluviollessivage recueillies sous le couvert des cacaoyers.

— Les autres éléments se libèrent lentement tant que la feuille reste entière. L'azote retourne au sol suivant un processus très parallèle à celui

de la perte en matière sèche, et les valeurs restent sensiblement plus fortes sous ombrage naturel. Au bout d'1 an, les pertes atteignent 60% sous cacaoyère non ombragée et 70% sous ombrage modéré. La libération du phosphore est la plus lente et la plus faible puisqu'au bout d'une année, les taux sont voisins respectivement de 45 et 50 %.

Ces 2 éléments se trouvent donc vraisemblablement liés à des complexes organiques dont ils ne peuvent se libérer qu'au fur et à mesure des processus de décomposition des tissus.

La libération du calcium est également faible et lente tant que la décomposition des feuilles n'est pas suffisamment avancée. Dès la fin du 6^e mois, quand les tissus se fragmentent, on assiste alors à une brusque élévation de ce taux, et la courbe prend une allure très parallèle à celle de la libération du potassium pendant les premiers mois. Il est donc probable que cet élément se trouve essentiellement dans une forme très peu soluble liée à la structure des tissus de la feuille. A partir du moment où celle-ci se détruit, la libération s'accélère pour atteindre des valeurs de 80 à 90 % au bout d'1 an.

En général, l'ombrage naturel entretient une humidité ambiante plus élevée qui favorise l'activité des micro organismes en particulier de la micro faune, comme l'établit MADGE (1965). Mais les différences deviennent vite très faibles, et il est probable qu'elles ne soient pas significatives.

Cette étude montre en outre que les feuilles du cacaoyer sont très sensibles au lessivage des éléments minéraux, comme l'a montré RODRIGUEZ (1965), fait qui semble bien confirmer nos études de pluviollessivage dont les résultats seront exposés ultérieurement.

TABLEAU III

Apports en éléments minéraux au sol par les feuilles de cacaoyers au cours d'une année (en Kg/ha/an).

	Poids sec de litière	N	P	K	Ca
Absence d'ombrage	3.859	42,830	4,590	45,150	98,790
Ombrage léger	3.347	37,150	3,980	39,160	85,680
Ombrage modéré	2.926	32,480	3,480	34,230	74,910

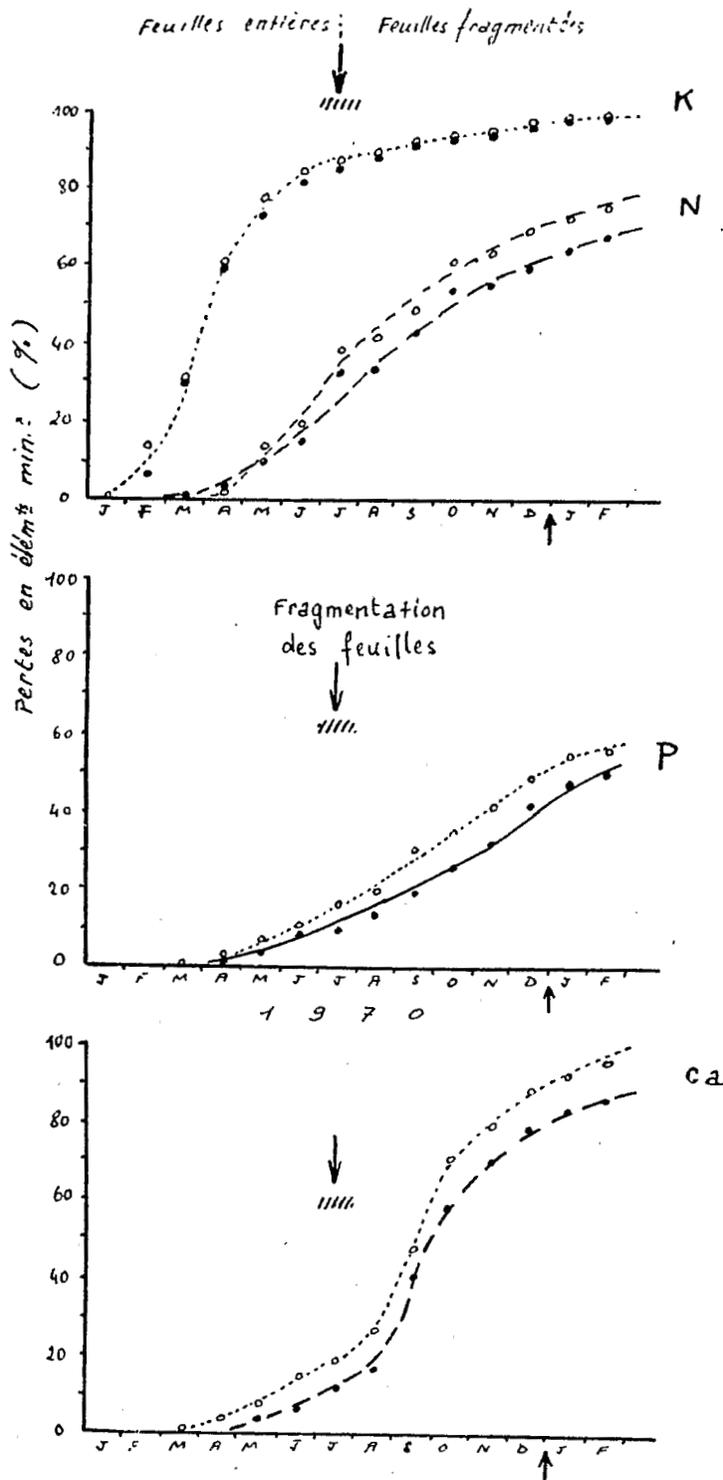


FIG. 3—Etude de la libération d'éléments majeurs dans les litières de feuilles de cacaoyers insitu :
 ● en l'absence d'ombrage
 ○ sous ombrage modéré

RESUME ET CONCLUSIONS

Dans une cacaoyère âgée de la région de Yaoundé (Cameroun), où l'ombrage naturel est en général peu développé, la production totale de litière sèche varie entre 6 et 8.5 tonnes/ha/an. Elle est composée de 60 à 70 % de feuilles, 23 à 30 % de bois, et 6 à 10 % de fleurs et fruits.

La répartition saisonnière de ces chutes est en relation avec celle des activités végétative et générative, ainsi que la composition floristique des essences naturelles qui subsistent comme ombrage. Les 2/3 environ des retombées annuelles de feuilles se produisent au cours des 2 à 3 mois de saison sèche hivernale. Par contre, les chutes de fruits sont particulièrement intenses pendant la période estivale. Dans ce type de cacaoyère, où l'ombrage naturel est léger ou modéré, l'apport de ces essences représente 2 à 3 tonnes/ha/na. Dans ce cas, le poids sec de litière produite par les cacaoyers diminue corrélativement.

Dans l'ensemble, la litière constituée par les feuilles des cacaoyers est quantitativement la plus importante. Par son intermédiaire, le sol bénéficie d'un apport annuel d'environ: 35 à 45 kg. de N, 3,5 à 5 kg. de P, 35 à 50 kg. de K et 75 à 105 kg. de Ca. Elle se décompose rapidement, à partir du moment où les pluies deviennent importantes. Au cours des 6 premiers mois, les pertes en matière sèche s'échelonnent entre 40 et 30% du poids sec total, suivant que les cacaoyers subissent ou non l'influence d'un ombrage modéré. Au bout d'un an, elle atteint 75% dans tous les cas. L'ombrage naturel augmente donc la vitesse de décomposition au cours des premiers stades. Par la suite, les valeurs tendent à s'égaliser en tous les points de la cacaoyère.

La restitution au sol des éléments minéraux majeurs est d'autant plus grande et plus rapide qu'ils se trouvent sous des formes minérales plus solubles. C'est ainsi que le potassium disparaît presque totalement au cours des six premiers mois, alors que les feuilles sont encore entières. Le calcium se libère d'une façon presque identique, mais surtout à partir du moment où les feuilles perdent leur structure et se fragmentent, c'est-à-dire au bout d'un temps compris entre 6 mois et 1 an après la chute. Ceci laisse donc penser qu'il se trouve, dans la feuille entière, sous une forme peu soluble. L'azote et le phosphore, vraisemblablement impliqués dans di-

verses fractions organiques, se libèrent plus lentement et plus progressivement, au fur et à mesure de la décomposition des tissus.

Dans tous les cas, ces phénomènes sont étroitement liés à la pluviosité. Les chutes atmosphériques jouent un rôle primordial dans le cycle minéral d'un écosystème forestier humide. La décomposition des litières ne constitue d'ailleurs qu'une partie de ce "turn over", car le sol bénéficie en outre d'un important apport minéral par lessivage du couvert végétal. Ce dernier phénomène, désigné sous le terme de "pluviolessivage", fait l'objet d'une étude séparée dont les résultats seront exposés ultérieurement.

BIBLIOGRAPHIE

- Bernhard F.** (1970) Etude de la litière et de sa contribution au cycle des éléments minéraux en forêt embrophile de Côte d'Ivoire *Oecol. plant.* 5, 247-266.
- Hopkins B.** (1966) Végétation of the olokemeji forêt reserve, Nigéria IV—The litter and soil, with spécial reference to their Seasonal changes. *J. Ecol.* 54, 687-703.
- Laudelout H., Meyer J.** (1954) Les cycles d'éléments minéraux et de matière organique en forêt équatoriale congolaise. 5^o Congrès Int. sc. sol, 2, 267-272.
- Lemee G., Bichaut N.** (1971) Recherches sur les écosystèmes des réserves biologiques de la forêt de Fontainebleau—I—Production de litière et apport au sol d'éléments minéraux majeurs. *Oecol.—Plant.* 6, 133-149.
- Loue A.** (1955) Base d'établissement du diagnostic foliaire du cacaoyer en Côte d'Ivoire. *Bull. du C.R.A., Bingerville*, no. 11.
- Madge D.S.** (1965) Leaf fall and litter disappearance in a tropical forest *Pedobiologia*, 5, 272-288.
- Nye P.H.** (1961) Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. *Plant and soil*, 13, 333-346.
- Rapp M.** (1967) Etude expérimentale de la libération d'éléments minéraux lors de la décomposition de litières d'essences méditerranéennes. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 264, 797-800.
- Rodriguez M.** (1965) Lixiviación de Potasio, Magnesio y Calcio del Follaje de plantas de cacao por efecto de una Leuvia artificial M.S. Thesis. Inst. Inter. Am. de Ciencias Agric. de la OEA, Turrialba (Costa Rica).
- Smith P.F.** (1962) Mineral analysis of plant tissues. *An. Rev. of plant physiol.* 13, 81-108.

Manuscript No. 51031

B 5971/1



IV INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE

ST. AUGUSTINE, TRINIDAD

8-18 JANUARY, 1972

IV CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES RECHERCHES CACAÛYÈRES

ST. AUGUSTINE, TRINIDAD

8-18 JANVIER, 1972

IV CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU

ST. AUGUSTINE, TRINIDAD

8-18 ENERO, 1972

Government of Trinidad and Tobago, West Indies, 1972

N/O 196
777

B 14483