

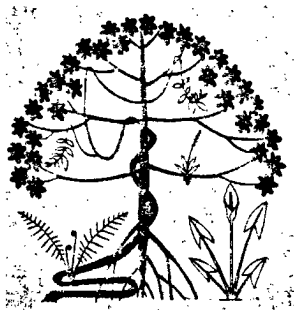
F. BERNHARD-REVERSAT

DÉCOMPOSITION ET INCORPORATION
A LA MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL
DE LA LITIÈRE
D'*EUCALYPTUS CAMALDULENSIS*
ET DE QUELQUES AUTRES ESSENCES

II. Evolution des substances solubles
de la litière dans le sol

III. Fractionnement granulométrique de
la matière organique du sol superficiel

Participation au programme
PARFOB, C. R. F. (ISRA)



DÉCEMBRE 1982

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE DAKAR-HANN



DECOMPOSITION ET INCORPORATION AU SOL
DE LA LITIÈRE D'EUCALYPTUS ET DE QUELQUES AUTRES ESSENCES
DE ZONE TROPICALE SECHE

II - ÉVOLUTION DES SUBSTANCES SOLUBLES DE LA LITIÈRE
DE FEUILLES DANS DEUX TYPES DE SOL

III - FRACTIONNEMENT GRANULOMÉTRIQUE DE LA
MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL SUPERFICIEL

France BERNHARD-REVERSAT

O R S T O M / D A K A R

/ D é c e m b r e 1 9 8 2 /

DÉCOMPOSITION ET INCORPORATION AU SOL DE LA LITIÈRE D'EUCALYPTUS ET DE QUELQUES AUTRES ESSENCES DE ZONE TROPICALE SÈCHE

II - EVOLUTION DES SUBSTANCES SOLUBLES DE LA LITIÈRE DE FEUILLES DANS DEUX TYPES DE SOL

INTRODUCTION :

L'étude de la décomposition de la litière d'Eucalyptus camaldulensis montre qu'une part importante de la perte de poids (20 % en 30 jours in vitro), se fait par perte de substances solubles, qui, in situ, sont entraînées par les eaux de pluie dans le sol.

L'évolution de cette matière organique soluble dans le sol a été étudiée in vitro, afin d'évaluer l'importance du processus d'insolubilisation, de transformation et de minéralisation.

MATERIEL ET METHODES -

Extraits de litière :

Ils sont faits par agitation, pendant 2 heures, de flacons contenant 2 g de litière en poudre et 60 ml d'eau. On centrifuge ensuite pour obtenir un extrait limpide. une dilution au 1/2 donne, avec la litière d'Eucalyptus une teneur d'environ 2 mg de carbone par ml. Avec la litière d'Acacia les mêmes proportions donnaient 1,3 mg de carbone par ml et on a utilisé de préférence une dilution plus faible pour augmenter la teneur en carbone.

Les litières utilisées sont constituées par les feuilles récemment tombées et récoltées dans des cadres grillagés placés in situ, sous plantation d'Eucalyptus camaldulensis ou sous forêt à Acacia seyal.

Percolations sur le sol

Les sols utilisés ont été prélevés dans l'horizon 0-10 cm sous plantation d'Eucalyptus, soit à Bandia, où le sol est sablo-argileux (15 à 20 % d'argile), soit à Keur Maktar où le sol est sableux (3 à 5 % d'argile).

Des tubes de P.V.C. de 250 mm de long et 56 mm de diamètre sont fermés à 5 cm du bas par une grille en acier inoxydable à maille de 0,1 mm. On y introduit 200 g de sol.

Les sols sont percolés soit avec l'extrait de litière (traités), soit avec de l'eau (témoins). On y apporte d'abord 60 ml pour humidifier le sol, puis on percole 10 ml toutes les 7 à 10 minutes. On recueille le percolat chaque fois que l'on a apporté 60 ml et on en mesure le volume. On fait ainsi 2 ou 3 percolations de 60 ml selon les essais. On rince ensuite tous les tubes (traités et témoins) avec 6 ou 7 fois 10 ml d'eau et on recueille le percolat. Dans certains essais on a rincé avec 200 ml d'eau pour avoir en fin de percolation un percolat aussi clair dans les traités que dans les témoins. Un essorage par pression est effectué en fin de percolation.

Dosage du C total

On évapore dans des nacelles 6 à 10 ml des extraits et des percolats, et le C est dosé par combustion dans un carmohographe ^(R).

Dosage des glucides libres

Les glucides libres sont dosés sur les extraits et percolats par la méthode à l'antrone (BACHELIER) avec une gamme étalon de glucose.

Densité optique

Elle est mesurée au spectromètre, éventuellement après dilution, à 472 et 665 m μ et le rapport Q4/6 de ces deux valeurs est calculé.

Demande chimique d'oxygène (D C O)

La matière organique est oxydée par le bichromate de potassium dont l'excédent est réduit par le sel de Mohr, dosé en retour par le permanganate de potassium selon une méthode adaptée par REVERSAT (1981).

Minéralisation du carbone retenu dans le sol

Après la percolation, une circulation d'air est établie dans les tubes : l'air arrive dans le tube débarrassé du CO₂ atmosphérique par barbotage dans la soude, et à la sortie du tube un deuxième barbotage permet de recueillir le CO₂ formé dans le tube.

La circulation permanente d'air permet d'éviter l'anaérobiose dans les sols qui contiennent encore environ 18 % d'eau.

Le dosage du CO₂ est fait pour chaque tube toutes les 24 heures. On estime que la différence entre les tubes traités et les tubes témoins est due à la minéralisation de la matière organique de l'extrait retenue par le sol.

Répétitions

Pour des raisons matérielles on n'a fait que 4 tubes pour chaque série de mesures : un traité et un témoin pour chacun des 2 sols étudiés. Les répétitions ont été faites dans le temps et les résultats montrent une certaine variabilité due en particulier aux variations de la température ambiante, qui influe sur l'intensité de dégagement du CO₂ du sol. Cependant, les résultats sont suffisamment homogènes pour que des conclusions valables puissent en ressortir.

RESULTATS

1 - Rétention de la matière organique soluble par le sol

Les résultats sont donnés aux tableaux 1 et 2 et à la figure 1. Les quantités de C percolées et retenues sont calculées sans tenir compte des témoins, car la quantité de C percolée avec l'eau est faible : en moyenne 19 mg C/tube avec le sol de Bandia, et 12 mg C/tube avec le sol de Keur Maktar, et 2 à 3 mg sous forme de glucides libres.

Extraits de litière d'Eucalyptus

La quantité de C retenue par le sol de Bandia se situe autour de 150 mg C par 200 g de sol, si le rinçage est suffisant (70 ml). Un rinçage plus abondant ne modifie pas la quantité de C retenue, et il y a donc insolubilisation d'une partie de la matière organique de l'extrait. On observe également que la quantité insolubilisée ne dépend pas de la quantité de C apportée, mais semble être une caractéristique du sol. Le C dosé dans la fraction "glucides libres" est moins retenu que le C total, puisqu'il représente 19 à 25 % du C apporté, et 12 à 19 % du C retenu. Il ne dépend

pas non plus de la quantité apportée et le sol en retient 22 à 28 mg par 200 g de sol.

Le sol sableux de Keur Maktar semble avoir une très faible capacité à retenir la matière organique soluble : un rinçage abondant diminue beaucoup la quantité de C retenue, et on peut arriver à une élimination complète. Les glucides libres ne sont pas retenus si le rinçage est suffisant.

Extrait de litière d'Acacia

Comme dans le cas précédent, la quantité de C insolubilisé au contact du sol ne dépend pas de la quantité apportée, mais elle est plus faible qu'avec l'extrait d'Eucalyptus : 115 mg de C par 200g de sol de Bandia, et 40 mg de C par 200 g de sol de Keur Maktar. Le C est retenu sur le sol même après rinçage.

Il semble que les substances hydrosolubles des litières d'Eucalyptus et d'Acacia soient de nature biochimique différente et qu'elles n'occupent pas les mêmes sites lorsqu'elles sont retenues dans le sol.

2 - Modification de l'extrait par percolation sur le sol

Outre la diminution de la teneur en C, d'autres modifications interviennent après passage sur le sol (Fig. 2).

La plus évidente est le changement de coloration : l'extrait est brun orange, et on observe un noircissement prononcé après percolation. Avec le sol de Keur Maktar le noircissement est immédiat et augmente avec les percolations successives, alors que les débuts de la percolation sur sol de Bandia donne un percolat plus clair que l'extrait, le noircissement ne s'observant que sur le 2ème et 3ème percolat. Les figures 3 et 4 montrent les spectres obtenus en lumière visible et en U.V.

La densité optique mesurée à 470 m μ et rapportée à la teneur en C est la même dans les extraits d'Eucalyptus et d'Acacia. Par contre le noircissement après percolation est plus prononcé avec l'extrait d'Eucalyptus (Fig. 5). A la longueur d'onde 265 - 270 m μ , où l'on observe un épaulement qui, selon les auteurs, caractériserait les fonctions phénoliques ou les cycles aromatiques, la densité optique rapportée à la teneur en C donne 0,28 pour l'extrait d'Eucalyptus 0,12 pour son percolat sur sol de Bandia et 0,20 pour son percolat sur sol de Keur Maktar.

Dans tous les cas, le rapport des densités optiques à 472 et 665 μ diminue fortement dès la première percolation.

Enfin, on observe une élévation du pH de l'extrait de la litière d'Eucalyptus qui est acide et s'approche de la neutralité après percolation.

3 - Minéralisation du C retenu dans le sol

Plusieurs répétitions successives ont été faites, et les figures 6 et 7 montrent l'aspect des courbes obtenues par des mesures journalières du CO_2 dégagé. Le bilan est donné aux tableaux 1 et 2 où le C minéralisé est calculé par la différence entre traités et témoins.

Litière d'Eucalyptus

On observe une première phase où la courbe de dégagement journalier de CO_2 est linéaire avec une pente forte, puis une deuxième phase où la courbe, également linéaire, a une pente faible ou nulle.

Les tableaux 1 et 2 montrent que la quantité de C minéralisé pendant la première phase correspond assez exactement à la quantité de C retenu dosé comme "glucides libres" ; on peut supposer que la première phase représente bien la minéralisation de cette fraction facilement dégradable et rapidement épuisée, pendant que se développe la microflore capable de dégrader plus lentement une autre fraction.

Le bilan de 8 jours montre que 25 % du C est minéralisé dans le sol de Bandia, et 34 % dans le sol de Keur Maktar. Dans ce dernier cas, la matière organique qui reste soluble, est plus facilement dégradée que dans le sol de Bandia où des liaisons avec l'argile assurent une protection partielle.

Litière d'Acacia

On observe également 2 phases dans la minéralisation du C, mais la première ne correspond pas, dans ce cas, à la fraction dosée comme "glucides libres" : d'autres fractions du C sont facilement dégradables, et en 8 jours environ 50 % du C retenu est minéralisé. La matière organique extraite de la litière d'Acacia est de nature différente de celle provenant de l'Eucalyptus.

DISCUSSION

Lors de la percolation des extraits de litières sur le sol, il se produit une transformation de la matière organique : le noircissement dû, selon FELBECK (1971), au degré d'insaturation des composés hétérocycliques facilement hydrolysables, peut être mesuré par la densité optique à 472 m μ (HANRION et al. 1975). La diminution du rapport des densités optiques à 472 et 665 m indique une condensation de molécules organiques (HANRION et al. 1975, GHOSH et SCHNITZER, 1979) et la diminution de la demande chimique d'oxygène montre une oxydation de la matière organique, ces deux dernières observations laissant supposer une condensation oxydative des phénols, qui pourrait être également responsable du noircissement et favoriser la formation d'hétérocycles. Ces phénomènes sont plus accentués avec les extraits d'Eucalyptus qui sont vraisemblablement riches en polyphénols (ELLIS, 1971, DEL MORAL et al., 1970). Le sol sableux de Keur Maktar est plus actif vis-à-vis des extraits que le sol argileux de Bandia : le noircissement comme la condensation de la matière organique y sont plus prononcés.

Les différences observées entre extraits et percolats rappellent celles qu'observent HANRION et al. (1975) entre les hydrosolubles de la litière et ceux de l'horizon A₁ en sol forestier tempéré de type podzolique.

Dans l'horizon 0-10 cm à Bandia la capacité de fixation de la matière organique soluble d'Eucalyptus (75 mgC/100 g de sol, soit environ 115 gC/m²) est certainement plus élevée que l'apport annuel de ces substances sous Eucalyptus puisque les apports de litière représentent approximativement 70 gC/m² de feuilles et 130g au total, dont une partie seulement sera solubilisée. Il est donc permis de penser que la plus grande partie de la matière organique soluble produite et entraînée dans le sol au cours de la saison des pluies sera retenue dans l'horizon 0-10 cm.

Cette matière organique insolubilisée n'en reste pas moins accessible aux micro-organismes et sera partiellement minéralisée. Il est possible cependant que la fraction la plus difficilement dégradable participe à la formation de l'humus, et il serait intéressant d'étudier ultérieurement cette possibilité.

Dans le sol sableux de Keur maktar la matière organique soluble d'Eucalyptus n'est pas retenue, et la fraction qui n'est pas minéralisée rapidement sera entraînée en profondeur et ne participera pas à l'élaboration de l'horizon humifère. D'autre part, il est possible que la matière organique soluble entraînée soit active dans la mobilisation des éléments minéraux. ELLIS (1971) et ENRIGHT (1978) ont montré que les extraits aqueux de feuilles de certains Eucalyptus australiens avaient une forte activité mobilisatrice vis-à-vis du fer et que ces espèces étaient associées à des sols podzoliques. De même certains caractères propres aux podzols ont été observés dans les sols sableux sous Eucalyptus au Sénégal (LEPRUN, FELLER, comm. pers.).

Sous Acacia seyal, la fraction soluble de la litière est peu importante, et d'autre part, elle est rapidement minéralisée. Elle n'intervient donc que peu dans les processus de pédogénèse et l'humification se fera essentiellement par voie résiduelle.

R E F E R E N C E S

BACHELIER -

- DEL MORAL, R. et C.H. MULLER, 1969 - The Allelopathic effects of Eucalyptus camaldulensis.
Amer. Midl. Natur 83, 254-282.
- ELLIS, R.C. - 1971 - The mobilization of iron by extracts of Eucalyptus leaf litter. J. Soil Sci. 22, 8-22.
- ENRIGHT, N. J. - 1978 - The interrelationship between plant species distribution and properties of soils undergoing podzolisation in a coastal area of S. W. Australia. Austr. J. Ecol. 3, 389-401.
- FELBECK, G. T. - 1971 - Structural hypotheses of soil humic acids. Soil Sci. 111, 42-48.
- GHOSH, K. et M. SCHNITZER, 1979 - UV and visible absorption spectroscopic investigations in relation to macromolecular characteristics of humic substances.
- HANRION, M., F. TOUTAIN, S. BRUCKERT, et F. JACQUIN - 1975 - Etude des composés organiques hydrosolubles présents dans un sol brun acide et dans un podzol sous hetre. I. Evolution comparée. Oecol. Plant. 10, 169-185.
- REVERSAT, G. - 1981 - Age related changes in the chemical oxygen demand of second stade juveniles of Meloïdogyne javanica and Heterodera oryzae. Nematologica 27, 220-227.

Tableau 2. Percolation d'extraits de litière sur sol de Keur Mactar

| Litière utilisée | Eucalyptus camaldulensis | | | | | | Acacia seyal | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|--------------|------|------|------|------|
| | 60 | | 70 | | 220 | | 70 | | 200 | | |
| sol | (1) | (1) | (1) | (1) | (2) | (1) | (1) | (1) | (1) | (2) | (1) |
| <u>extrait apporté</u> | | | | | | | | | | | |
| quantité ml | 180 | 240 | 180 | 90 | 180 | 240 | 240 | 240 | 240 | 180 | 180 |
| teneur C mg/ml | 2,35 | 2,26 | 2,00 | 2,32 | 2,65 | 1,97 | 3,26 | 1,32 | 1,65 | 1,83 | 2,05 |
| <u>Bilan C total</u> | | | | | | | | | | | |
| C mg/tube apporté | 423 | 542 | 360 | 418 | 477 | 473 | 782 | 317 | 396 | 329 | 369 |
| retenu | 81 | 86 | 40 | 67 | 66 | 23 | 0 | 37 | 30 | 46 | 46 |
| <u>Bilan C glucides libres</u> | | | | | | | | | | | |
| C mg/tube apporté | 84 | 103 | 84 | 92 | 104 | 120 | 197 | 45 | 58 | 60 | |
| retenu | 11 | 9 | 11 | 11 | 13 | 0 | 0 | 8 | 3 | 10 | |
| <u>Minéralisation du C</u> | | | | | | | | | | | |
| 1 ^{re} phase mg/tube | 10 | 12 | | 12 | 11 | | | 11 | 9 | 10 | |
| 0-8 jours mg/tube | | 29 | | 22 | 22 | | | 17,5 | 11 | 16,4 | |
| 0-8 jours % du C apporté | | 34 | | 33 | 33 | | | 47 | 37 | 35 | |

(1) sol prélevé en nov 81

(2) sol prélevé en avril 82

Tableau 1. Percolation d'extraits de litière sur sol de Bandia

| Litière utilisée : | Eucalyptus camaldulensis | | | | | | Acacia seyal | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|--------------|------|------|------|------|
| | 60 | | 70 | | 220 | | 70 | | 200 | | |
| m ^l eau pour rinçage | (1) | (1) | (1) | (1) | (2) | (1) | (1) | (1) | (1) | (2) | (1) |
| <u>sol</u> | (1) | (1) | (1) | (1) | (2) | (1) | (1) | (1) | (1) | (2) | (1) |
| <u>extrait apporté</u> | | | | | | | | | | | |
| quantité m ^l | 180 | 240 | 180 | 180 | 180 | 240 | 240 | 240 | 240 | 180 | 180 |
| teneur C mg/ml | 2,35 | 2,26 | 2,00 | 2,32 | 2,27 | 1,97 | 3,26 | 1,32 | 1,65 | 1,83 | 2,05 |
| <u>Bilan C total</u> | | | | | | | | | | | |
| C mg/tube apporté | 423 | 542 | 360 | 418 | 408 | 473 | 782 | 317 | 396 | 329 | 369 |
| retenu | 216 | 234 | 138 | 159 | 186 | 149 | 158 | 112 | 113 | 116 | 115 |
| <u>Bilan C glucides libres</u> | | | | | | | | | | | |
| C mg/tube apporté | 84 | 103 | 84 | 92 | 74 | 120 | 197 | 45 | 58 | 60 | |
| retenu | 34 | 28 | 26 | 26 | 24 | 22 | 28 | 16 | 9 | 14 | |
| <u>Minéralisation du C</u> | | | | | | | | | | | |
| 1 ^{ère} phase mg/tube | 30 | 31 | | 26 | 24 | | | 30 | 39 | 32 | |
| 0-8 jours mg/tube | | | | 41 | 35 | | | 59 | 59 | 47 | |
| 0-8 jours % du C apporté | | | | 26 | 19 | | | 53 | 52 | 40 | |

(1) sol prélevé en nov. 81 (2) sol prélevé en mars 82

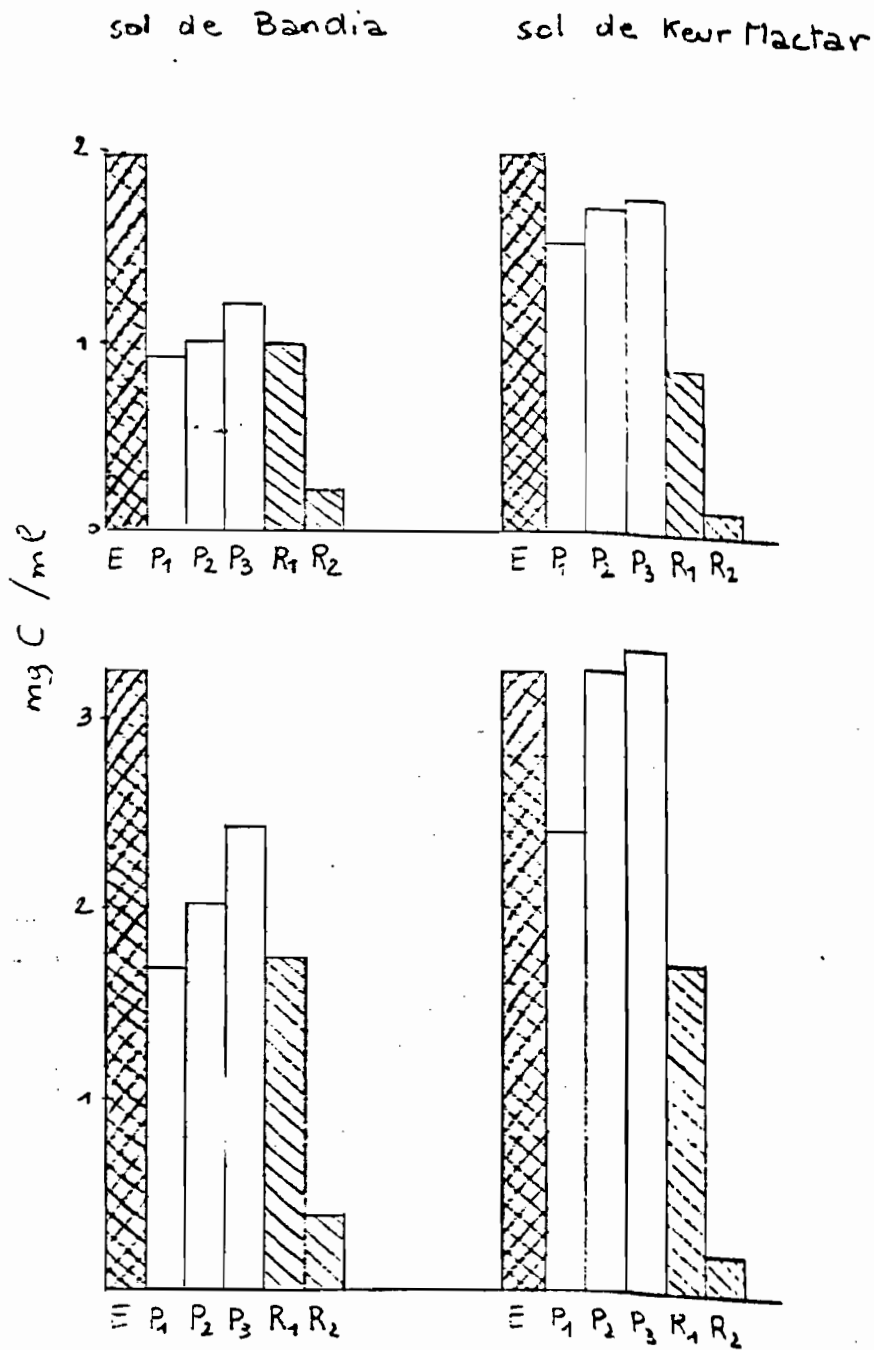


Figure 1. Teneur en C des extraits de litière d'*Eucalyptus camaldulensis* avant et après percolation sur le sol, pour 2 teneurs initiales différentes
 E: extrait initial. P: percolats
 R: ringages

Eucalyptus camaldulensis

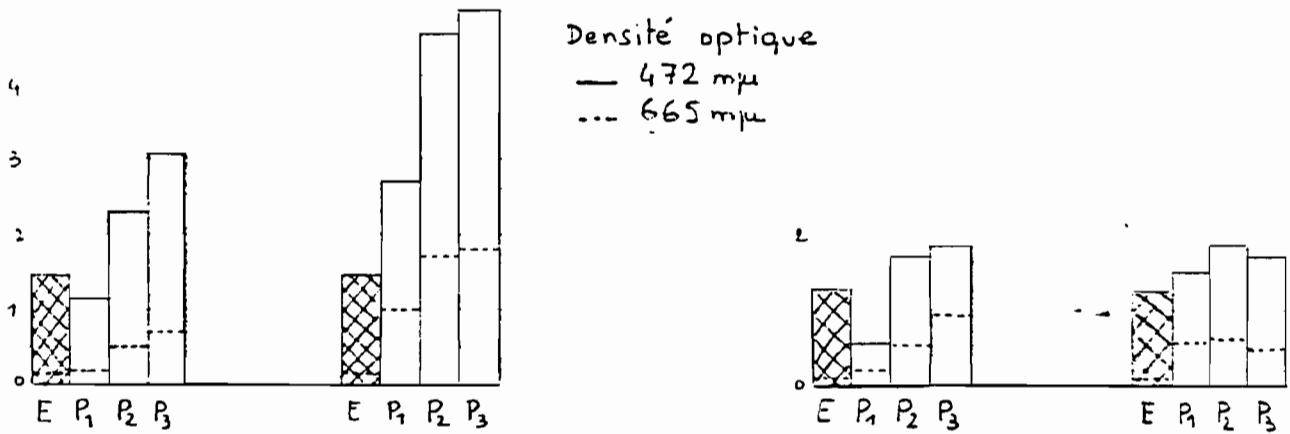
Acacia seyal

sol de Bandia

sol de Keur Mactar

sol de Bandia

sol de Keur Mactar



rapport des D.O.
Q 4/6

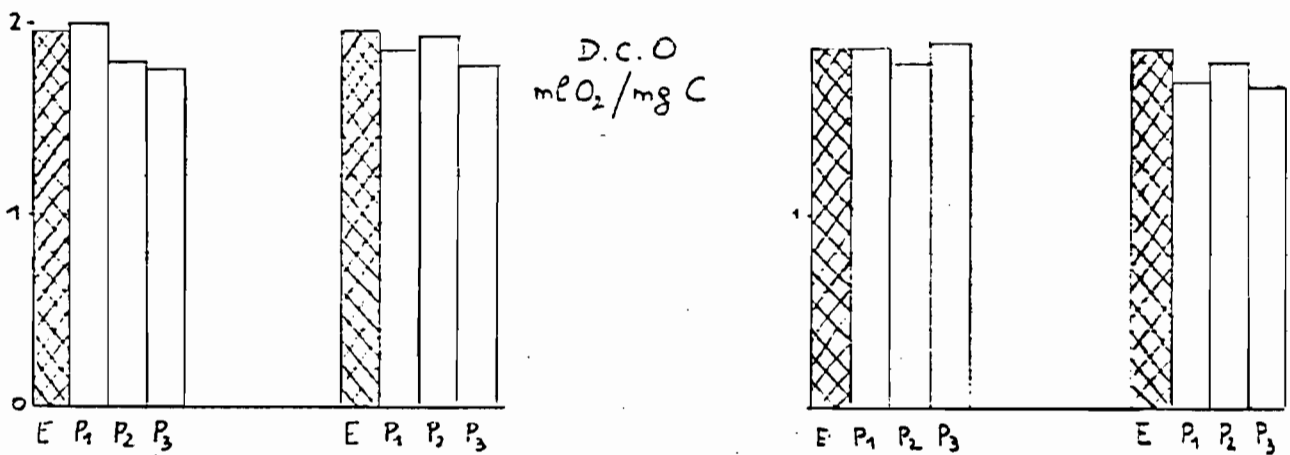


Figure 2. Modification des extraits de litiere apres percolation sur le sol.
 E: extrait initial P: percolats

Fig. 3. Spectre d'absorption en lumière visible des
extrait et percolat de litière de feuilles
d'Eucalyptus

- extrait initial
- - percolat sur sol de Keur Maktar
- - - percolat sur sol de Bandia

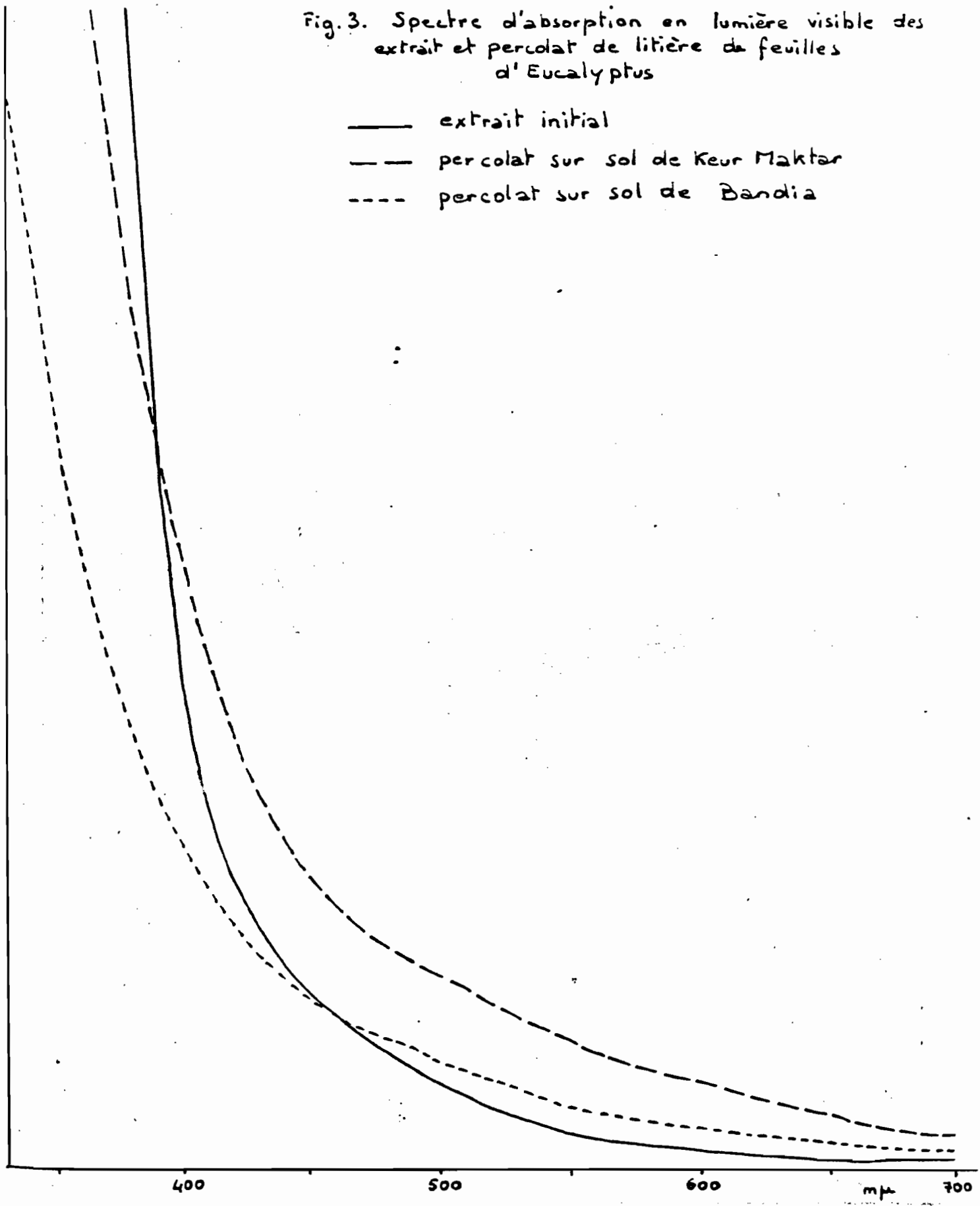
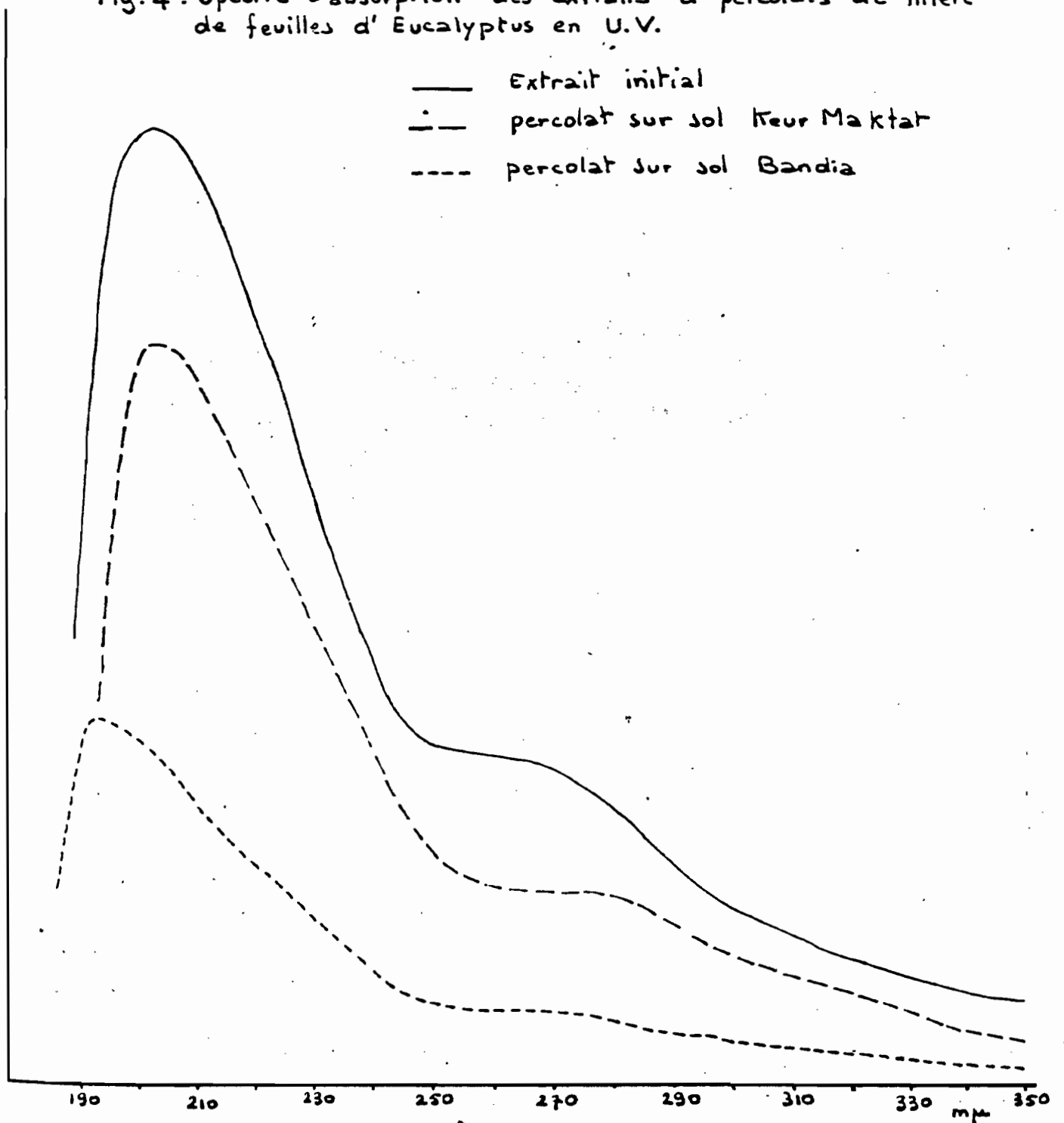


Fig. 4. Spectre d'absorption des extraits et percolats de litière de feuilles d'Eucalyptus en U.V.



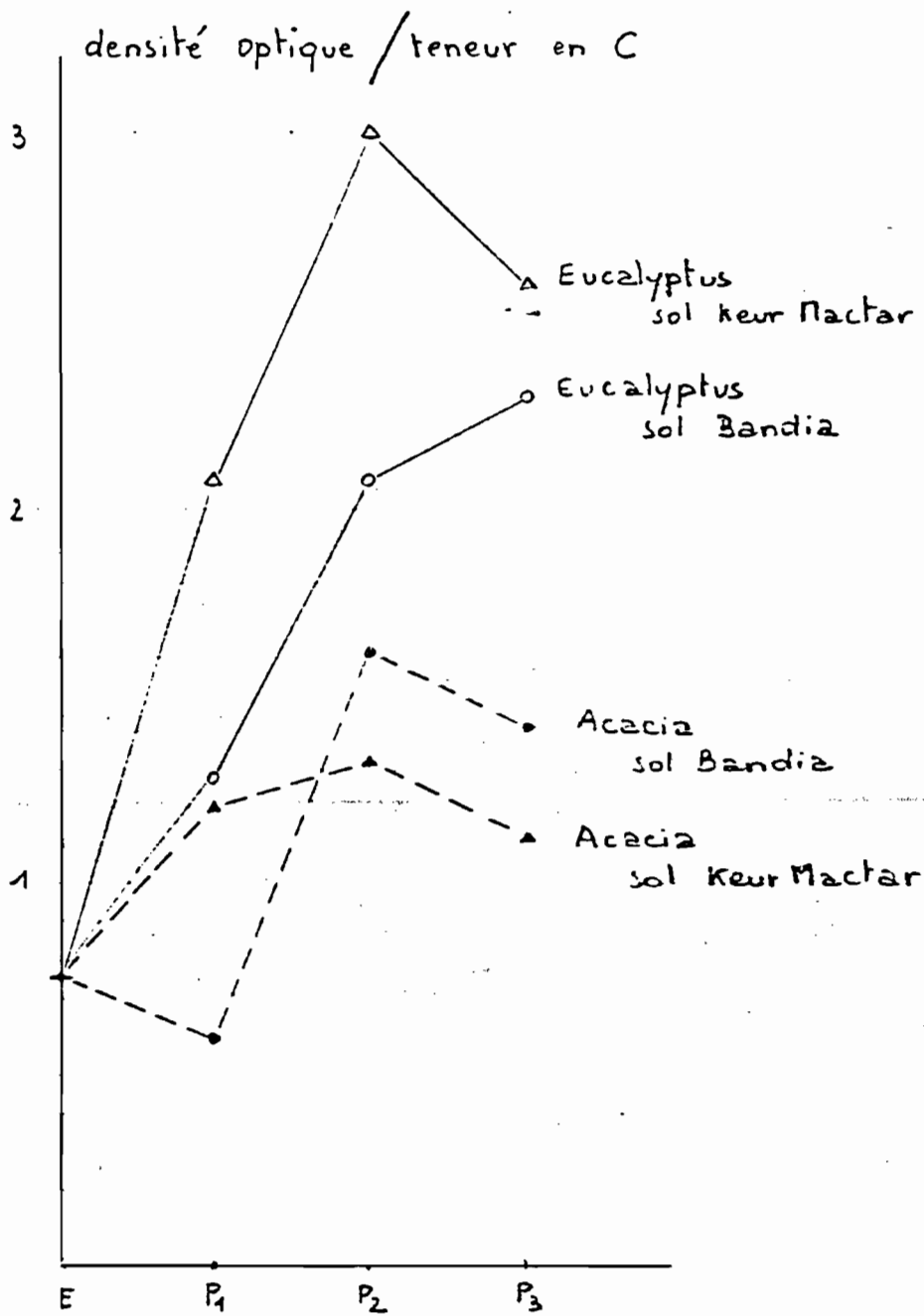


Figure 5. Modification de la coloration des extraits de litière rapportée à leur teneur en C, par percolation sur le sol

E: extrait initial. P: percolats

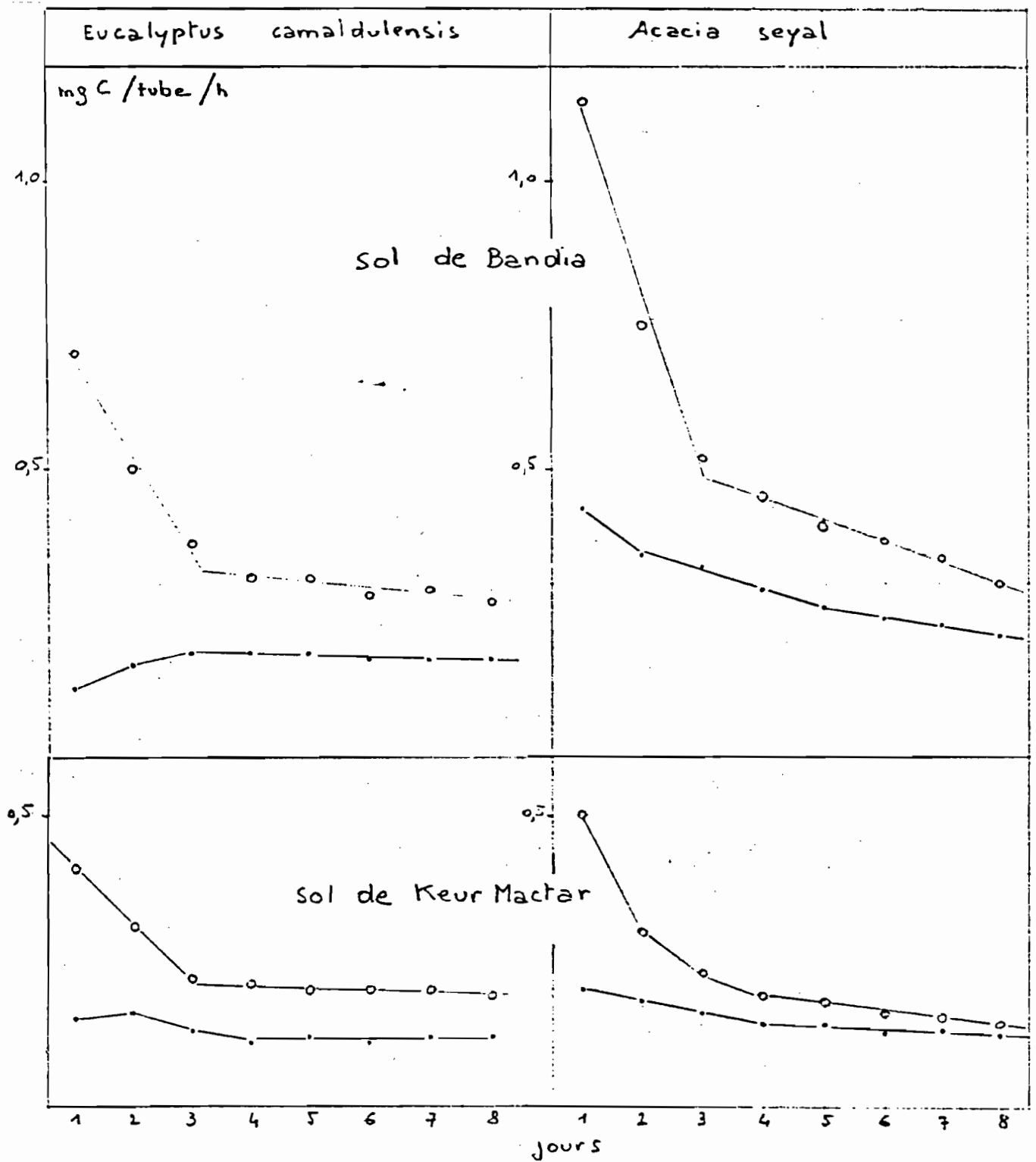


Figure 6. Dégagement de CO_2 dans les tubes percolés avec de l'extrait de litière (o—o) ou avec de l'eau (.-.).

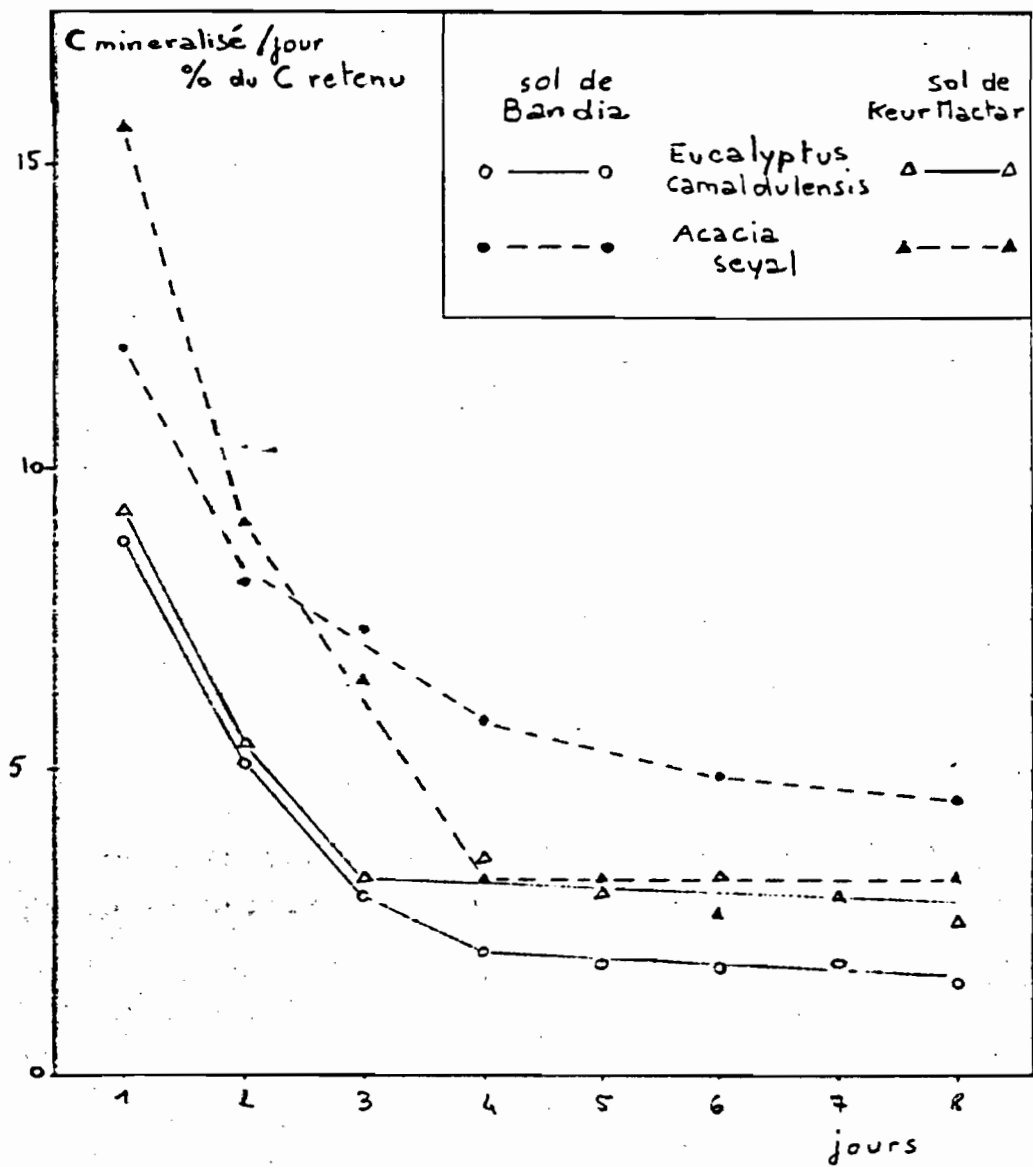


Figure 7. minéralisation du C retenu dans le sol après la percolation

DÉCOMPOSITION ET INCORPORATION AU SOL DE LA LITIÈRE
D'EUCALYPTUS CAMALDULENSIS ET DE QUELQUES AUTRES ESSENCES
DE LA ZONE TROPICALE SÈCHE

III - FRACTIONNEMENT GRANULOMETRIQUE DE LA
MATIERE ORGANIQUE DU SOL SUPERFICIEL

La décomposition de la litière végétale sur le sol se fait par minéralisation du carbone, par lessivage des substances hydro-solubles, et par fragmentation progressive du matériel restant. Pour étudier ce dernier processus on a réalisé le fractionnement granulométrique de la matière organique de la couche superficielle du sol. En effet en milieu forestier où le sol n'est pas travaillé, c'est à la surface du sol que s'accumule l'essentiel de la matière organique végétale morte et que se déroulent avec le plus d'intensité les processus de sa transformation.

I - Sites et Méthodes

1/ Sites

Les principaux sites étudiés sont Bandia et Keur Maktar (points d'essais du CNRF) qui ont été décrits précédemment. Des prélèvements ont été faits également dans d'autres stations comme le montre le tableau 1.

Les résultats de Keur Maktar, Koutal et Bambey ont été réunis dans l'ensemble "Sols sableux" et se distinguent des résultats concernant le sol sablo-argileux de Bandia.

TABLEAU 1 : Stations étudiées (Pl = plantation)

| Station (et région) | Sol | Peuplement végétal étudié (en 1981/1982) |
|------------------------------|--|--|
| Bandia (Thiès) | Ferrugineux tropi- cal peu lessivé. | Forêt naturelle à <u>Acacia seyal</u> Pl. <u>Eucalyptus camaldulensis</u> de 1976 Pl. <u>Azadirachta indica</u> de 1964 recepee 1974 Pl. <u>Prosopis juliflora</u> de 1977 |
| Keur Maktar (Siné-Saloum) | Ferrugineux tropi- cal lessivé id. inondable | Forêt naturelle à <u>Acacia seyal</u> Pl. <u>Eucalyptus camaldulensis</u> de 1974 Pl. <u>Melaleuca spp.</u> de 1971 et 1974 Peuplement naturel de <u>Parinari macrophylla</u> |
| Koutal (Siné-Saloum) | Ferrugineux tropi- cal lessivé | Pl. <u>Eucalyptus camaldulensis</u> de 1973 Pl. <u>Azadirachta indica</u> de 1974 |
| Bambey (Diourbel) | id. | Pl. <u>Eucalyptus camaldulensis</u> de 1972 Pl. <u>Prosopis juliflora</u> de 1973 |
| M'Bao (Cap-Vert) | | Pl. <u>Eucalyptus camaldulensis</u> de 1968 Pl. <u>Acacia laeta</u> de 1968 |

2/ Fractionnements

La méthode de fractionnement granulométrique utilisée a été expo-
sée par FELLER (1979) qui effectue les séparations aux limites suivantes
2 mm, 0,2 mm, 0,05 mm, obtenant 4 fractions. Certaines espèces étudiées
ici ayant des folioles de dimension inférieure à 2 mm, il a fallu
choisir d'autres limites. Les fractions suivantes ont été séparées :

- fraction F0 : supérieure à 4 mm, qui correspond à la litière peu fragmentée
- fraction F1 : de 0,5 à 4 mm, qui correspond à la litière fragmentée pour les espèces à grandes feuilles et à un mélange de foliolules entières et de fragments (de bois, fruits, pétioles) pour les Mimosées.
- fraction F2 : de 0,2 à 0,5 mm
- fraction F3 : de 0,05 à 0,2 mm, fraction légère mais qui contient des matières minérales.
- fraction F4 : inférieure à 0,05 mm, ou fraction organo-minérale qui contient les limons et argiles.

La fraction F0 est séparée par tamisage à sec, les fractions F1, 2, 3, par flotation et tamisage sous l'eau, et la fraction F4 par centrifugation. La méthode sépare en outre 2 fractions minérales constituées par les sables ; la séparation n'étant pas parfaite, ces sables peuvent contenir encore 1 à 3 % de carbone, qui n'a pas été pris en considération ici.

3/ Prélèvements

L'intérêt se portant sur les modalités de passage de la litière à la matière organique du sol, on a prélevé la litière puis le sol sur 1 cm d'épaisseur. Etant donné la difficulté d'estimer correctement l'épaisseur, on a vérifié que le poids prélevé se situait autour de la valeur correspondant à 1 cm de sol pour la surface prélevée, et les échantillons qui s'en éloignaient trop, ont été éliminés.

Les prélèvements ont été faits sur des surfaces de 400cm², un échantillon correspondant à 3 prélèvements au minimum.

4/ Dosages

Le C des fractions a été dosé au Carmhographe [®] par oxydation, et l'azote total par la méthode de Berthelot au Technicon [®] (1)

Les acides humiques ont été extraits successivement au pyrophosphate de Na et à la soude selon la méthode décrite par DABIN (1981). Pour chaque réactif, deux extractions successives ont été faites avec 1,5 à 5 g de fraction et 40 ml de réactif. Le C des extraits a été dosé par la demande chimique d'oxygène. Après lavage du résidu, le C de l'humine a été dosé au Carmhographe [®].

(1) Analyses faites au laboratoire Commun d'Analyses du Centre ORSTOM de Dakar.

5/ Expression

Les résultats concernant les fractions pouvaient être exprimés par rapport à la surface de sol, ou au poids de sol. Les courbes obtenues dans les deux cas sont peu différentes, et l'expression par rapport au poids de sol a été retenue parce que la variabilité était un peu moins élevée. Les quantités des fractions correspondant à la litière sont très variables sur de petites surfaces et donc peu précises.

La représentation graphique a été faite par des courbes où les différentes fractions sont équidistantes. Bien que cette représentation ne soit pas rigoureuse, elle permet de suivre l'évolution de la matière organique des fractions les plus grossières vers les plus fines.

II - Résultats et discussion

1 - Répartition de la matière organique dans les fractions

Les résultats moyens sont donnés au tableau 2, avec la variabilité, et à la figure 1.

Les observations mettent en évidence l'influence de deux facteurs, la végétation et le sol, sur l'importance relative des fractions. Il est probable que l'âge du peuplement végétal intervient aussi, mais son influence ne peut pas être évaluée dans le cadre de ce travail.

. Fractions légères

Certaines espèces montrent une valeur de F1 supérieure à F0 : dans le cas des Mimosées ceci est lié à la dimension des foliolules, mais dans le cas d'Azadirachta les feuilles sont facilement fragmentées avant qu'intervienne une perte de poids importante.

Dans l'ensemble des espèces plantées, on observe des valeurs faibles pour les fractions F2 et F3, en particulier sous Eucalyptus et sous Melaleuca. Le rapport $F2 + F3 / F0 + F1$ donne une indication sur l'évolution à partir de la litière peu fragmentée. Le rapport faible

observé sous Melaleuca, et dans une moindre mesure sous Eucalyptus est à mettre en relation d'une part avec la richesse des litières de ces espèces en substances hydrosolubles facilement lessivées et d'autre part avec une aptitude à la biodégradation qui se maintient dans la litière ancienne (observation faite pour l'Eucalyptus). Ces deux faits impliquent une "disparition" des fractions grossières sans production de fractions fines.

Le rapport $F2 + F3/F0 + F1$ est le plus élevé sous Acacia seyal dont la litière produit peu d'hydrosolubles au cours de la décomposition.

. Fraction organo-minérale

La quantité de matière organique contenue dans la fraction F4 dépend de la teneur en particules fines du sol qui permettent la fixation de la matière organique évoluée et peut être sa protection partielle contre la biodégradation. Ainsi on a en moyenne pour toutes les espèces, une quantité de matière organique en F4 nettement plus élevée à Bandia que dans les sols sableux, mais on observe une relation inverse entre la teneur de la fraction F4 en C et son importance pondérale ($r = - 0,78$ pour 12 mesures sous Eucalyptus) (Figure 2).

Cependant, la teneur en C de F4 dépend également de la végétation. Pour chaque type de sol, elle reste généralement supérieure sous Acacia à ce qu'elle est sous les espèces plantées. La figure 2 met en évidence l'appauvrissement de cette fraction sous Eucalyptus. Cet appauvrissement suppose une diminution du stock qui existait avant la plantation, par décomposition ou enfouissement ou ultérieurement par solubilisation sous l'effet des lessivats de litière. Il suppose en suite que certains processus empêchent la reconstitution du stock malgré un apport de litière beaucoup plus élevé que sous Acacia, et on peut envisager :

- une évolution des fractions supérieures vers la solubilisation ou la minéralisation.
- une faible capacité de fixation de la matière organique sur l'argile.

On notera que le rapport $F4/F3$ n'est inférieur à 1 que sous la forêt naturelle, et supérieur à 1 sous toutes les espèces plantées.

. Les sols inondables

Le cas des sols inondables situés dans les dépressions est particulier (Figure 1). Ils sont riches en matière organique et la teneur en C de la fraction F4 est très élevée (Figure 2). Ceci pourrait être lié à une forte productivité végétale et à une faible décomposition pendant la période d'hydromorphie.

2 - Caractérisations des fractions par le rapport C/N

Le rapport C/N pour une fraction et une espèce données présente une variabilité faible, et ne montre aucune variation liée au sol (1).

Ce rapport diminue avec la granulométrie des fractions comme cela a été observé par d'autres auteurs.

Les rapports C/N des fractions légères montrent des différences significatives (test F) entre les espèces végétales, les valeurs les plus faibles étant observées sous les légumineuses, qui ont une litière riche en azote. Plus le rapport C/N est élevé dans la litière, plus son évolution ultérieure est "rapide" (par rapport au fractionnement et non au temps réel dont on ne peut juger). Ceci aboutit à une valeur uniforme de tous les rapports C/N de la fraction F4 qui ne montrent aucune différence significative entre les espèces et varie peu autour de 12.

3 - Caractérisation des fractions par les humus

Les analyses n'ont été faites que sur un échantillon de sol par station, représentatif de la moyenne quant à la répartition du carbone.

La figure 4 montre la répartition des fractions humiques dans les fractions granulométriques.

D'après l'interprétation de DABIN (1981), l'humus extrait à la soude représente un stade moins évolué que l'humus extrait au pyrophosphate, et comprend les acides fulviques précurseur et les acides humiques de condensation. L'importance des fractions extrait

(1) A l'exception d'un sol salé situé en bordure de tanne sous Melaleuca où les fractions légères ont un C/N très élevé.

à la soude semble, d'après la figure 4, dépendre du type de sol plus que de la végétation : elle est plus faible dans le sol de Bandia et n'augmente pas beaucoup dans les fractions les plus fines, alors qu'à Keur Maktar, l'importance de l'humus extrait à la soude augmente avec le fractionnement de la matière organique. Cependant, la fraction F4 semble plus riche en acides humiques sous Eucalyptus que sous Acacia.

La répartition de l'humus extrait au pyrophosphate, et qui serait plus évolué, semble dépendre plus de la végétation que du sol. Elle est la même sous Acacia dans les deux sols. Les fractions légères (à l'exception de FO dont l'extrait contient des substances hydrosolubles) sont plus pauvres sous Eucalyptus que sous Acacia, ce qui indiquerait qu'elles sont moins évoluées dans le premier cas. Les fractions F4 ont par contre des teneurs voisines sous les 2 espèces.

Ces analyses seront refaites dans de meilleures conditions au laboratoire d'analyses de l'ORSTOM à Bondy avant de faire l'objet d'une interprétation plus approfondie.

III - Conclusions et Perspectives

L'étude de la décomposition des litières, de l'évolution des hydrosolubles, et du fractionnement de la matière organique ont mis en évidence certaines caractéristiques de la matière organique du sol sous Eucalyptus :

- La disparition de la litière et sa minéralisation sont relativement lentes, mais la minéralisation du C se poursuit dans la litière ancienne.
- La litière contient une quantité importante de substances hydrosolubles. Les percolats de litières, légèrement acides, sont vraisemblablement riches en polyphénols qui s'oxydent et noircissent dans le sol.
- Ces hydrosolubles ne sont retenus dans le sol que si la quantité d'argile est suffisante. Dans les sols sableux ils peuvent être complètement lessivés des horizons supérieurs.

- La chute de litière est abondante mais la quantité de fractions légères fines est faible dans le sol superficiel.
- Il y a un appauvrissement de la fraction argile + limons en matière organique.

Ces observations s'opposent à celles qui sont faites sous forêt à Acacia, et s'accordent avec les schémas de décomposition qui avaient été proposés dans le précédent rapport (1981). Elles vont dans le sens des hypothèses suivantes :

- Sous Eucalyptus : prédominance de la solubilisation et de la minéralisation ; peu d'humification qui se ferait plutôt sous forme d'humine de précipitation.
- Sous Acacia : prédominance de l'humification résiduelle
- Sous Melaleuca : on retrouve les mêmes caractères que sous Eucalyptus mais plus prononcés, alors que sous Azadirachta on aurait un cas intermédiaire entre ce qui se passe sous Eucalyptus et sous Acacia.

Pour compléter ces observations afin de mieux comprendre les processus, il est nécessaire de mesurer l'aptitude à la dégradation des différentes fractions, ceci ne pouvant se faire qu'au cours d'incubations in vitro.

Il faut également estimer le rôle de l'alternance saisonnière sur le fractionnement, mais ces mesures sont rendues difficiles par la variabilité naturelle rencontrée sur le terrain.

Enfin, un problème très important tant du point de vue scientifique que du point de vue pratique (aménagement des plantations) est la contribution respective de la strate herbacée et de la litière d'arbres à la matière organique du sol. Les quantités de matière organique apportées par les parties aériennes des herbes et par la litière d'arbre sont souvent du même ordre de grandeur. La litière herbacée graminéenne que l'on trouve sous Eucalyptus montre un coefficient de décomposition relativement élevé. Des mesures

in vitro ont été entreprises pour connaître les voies de disparition, mais l'action de la micro et meso-faune en est éliminée. Les techniques de marquage par des isotopes pourraient apporter une contribution précieuse à la solution de ce problème et leur utilisation est envisagée.

REFERENCES -

DABIN, B. - 1981 - Les matières organiques dans les sols tropicaux normalement drainés. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. 18, 197-215.

FELLER, C. - 1979 - Une méthode de fractionnement granulométrique de la matière organique des sols. Application aux sols tropicaux, à textures grossières très pauvres en humus. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. 17, 339-346.

Tableau 2. repartition du C dans les fractions, en italique: écart-type de la moyenne.

| espece vegetale | sol | nombre de répétitions | quantité de C par fraction: g/1000g de sol | | | | | F2, F3 / F0, F1 | F4 / F3 |
|--------------------------|-----|-----------------------|--|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------|---------|
| | | | 4: FO | 0,5 F1 | F2 | 0,2 F3 | 0,05 mm F4 | | |
| Eucalyptus camaldulensis | S | 8 | 16,9 <i>1,1</i> | 8,7 <i>1,2</i> | 2,4 <i>0,3</i> | 1,7 <i>0,2</i> | 2,9 <i>0,2</i> | 0,16 | 1,7 |
| | B | 5 | 22,4 <i>5,5</i> | 9,3 <i>1,9</i> | 2,4 <i>0,2</i> | 2,0 <i>0,2</i> | 6,5 <i>0,6</i> | 0,14 | 3,2 |
| Acacia seyal | S | 6 | 15,1 <i>3,1</i> | 34,5 <i>5,2</i> | 10,6 <i>1,3</i> | 7,2 <i>1,4</i> | 4,8 <i>0,6</i> | 0,36 | 0,7 |
| | B | 4 | 24,9 <i>7,3</i> | 53,7 <i>10,6</i> | 15,5 <i>1,3</i> | 9,9 <i>0,4</i> | 9,6 <i>1,2</i> | 0,32 | 0,9 |
| Azadirachta indica | S | 3 | 15,8 <i>0,8</i> | 20,5 <i>1,4</i> | 5,3 <i>0,5</i> | 3,2 <i>0,2</i> | 4,2 <i>0,3</i> | 0,15 | 1,3 |
| | B | 2 | 34,0 <i>0</i> | 35,5 <i>1,5</i> | 6,3 <i>0,2</i> | 7,6 <i>0,1</i> | 10,2 <i>0,4</i> | 0,20 | 1,4 |
| Prosopis juliflora | S | 1 | 8,0 | 30,8 | 7,1 | 3,3 | 4,4 | 0,27 | 1,3 |
| | B | 4 | 6,6 <i>1,0</i> | 18,6 <i>3,4</i> | 1,9 <i>0,2</i> | 2,1 <i>0,2</i> | 6,2 <i>0,5</i> | 0,17 | 3,2 |
| Melaleuca spp. | S | 5 | 52,4 <i>11,8</i> | 24,9 <i>5,5</i> | 3,9 <i>0,9</i> | 2,3 <i>0,5</i> | 2,5 <i>0,3</i> | 0,08 | 1,1 |
| | | | | ----- | | | | | |
| Acacia lacta | S 1 | 2 | 64,4 <i>17,2</i> | 68,6 <i>19,8</i> | 18,8 <i>2,3</i> | 8,4 <i>0,8</i> | 7,0 <i>1,8</i> | 0,20 | 0,8 |
| Eucalyptus camaldulensis | S 1 | 2 | 83,0 <i>14,5</i> | 37,0 <i>12,0</i> | 10,9 <i>0,9</i> | 6,1 <i>0,8</i> | 6,0 <i>0,4</i> | 0,14 | 1,0 |
| Parinari macrophylla | S 1 | 2 | 50,2 <i>14,2</i> | 37,7 <i>19,2</i> | 9,3 <i>2,3</i> | 9,1 <i>0,6</i> | 5,2 <i>0,5</i> | 0,21 | 0,6 |

Figure 1. Répartition du C dans les fractions granulométriques sous différentes espèces végétales

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| o Eucalyptus camaldulensis | △ Acacia seyal |
| . Azadirachta indica | ▲ Prosopis juliflora |
| + Melaleuca sps. | ▽ Acacia laeta |
| x Parinari macrophylla | |

sols sableux

sols sablo-argileux

sols inondables

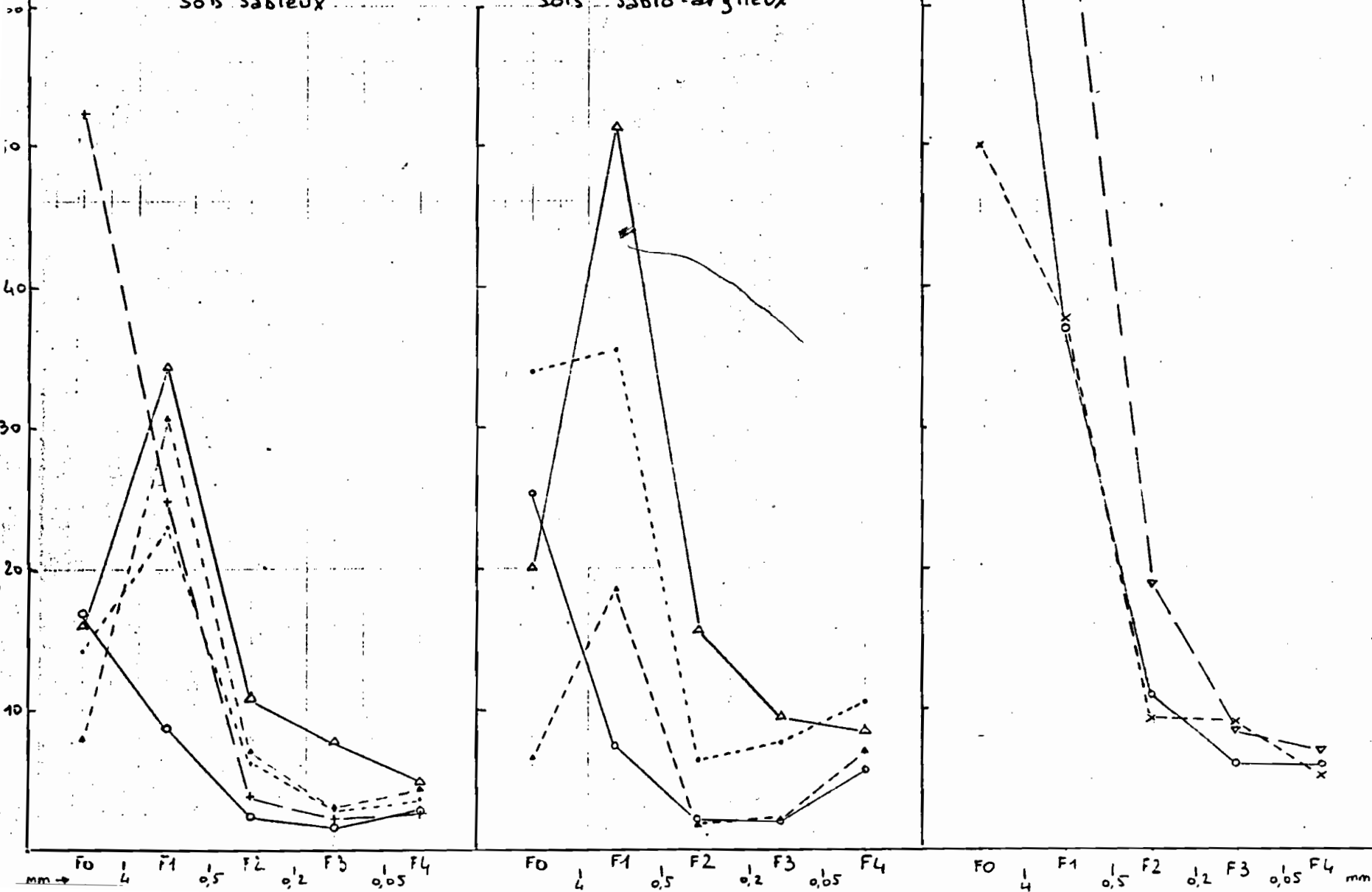


Figure 2 relation entre la teneur en C de la Fraction F4 et son importance pondérale

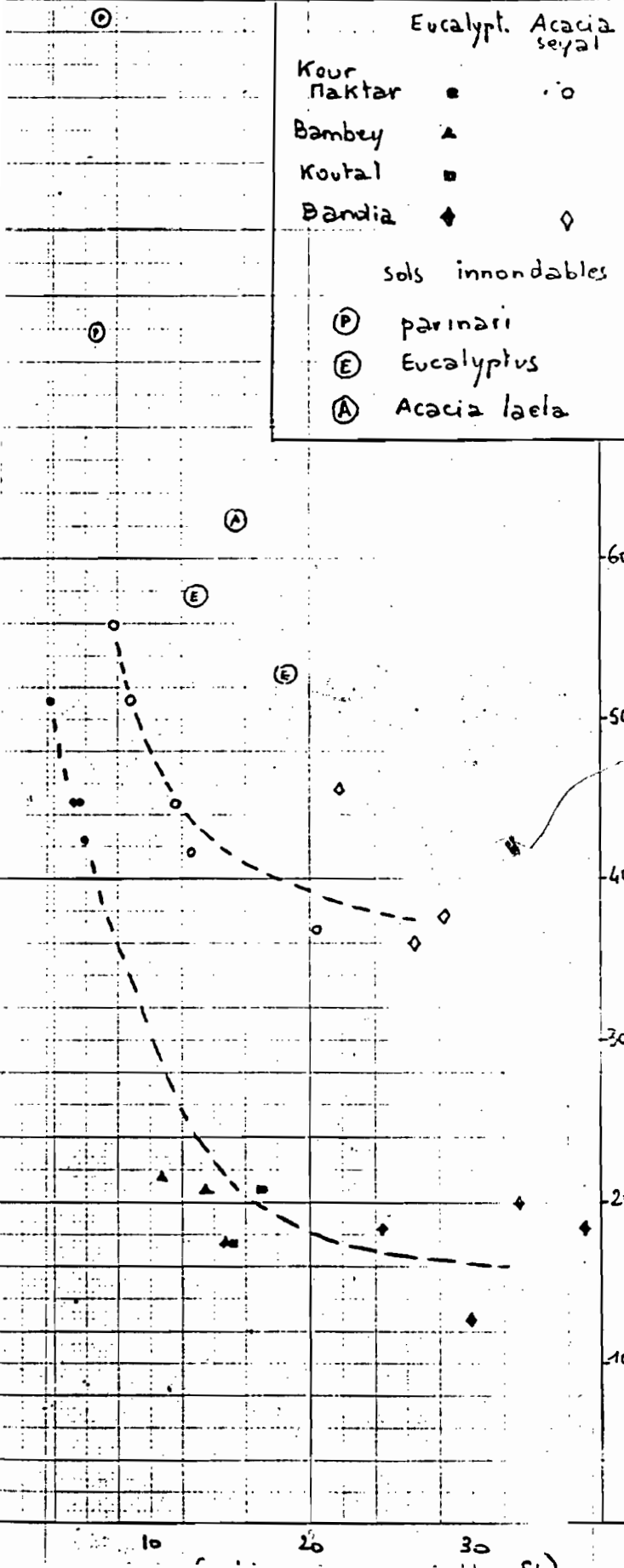
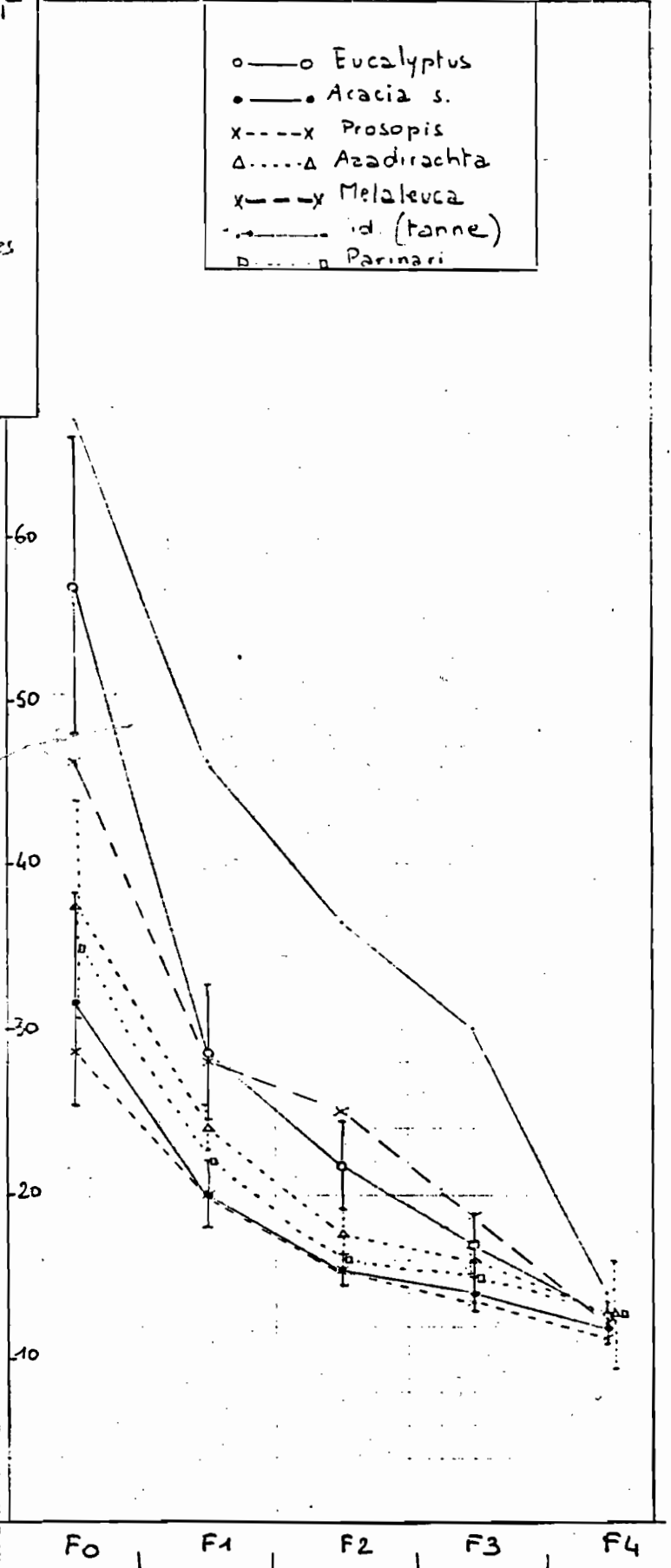
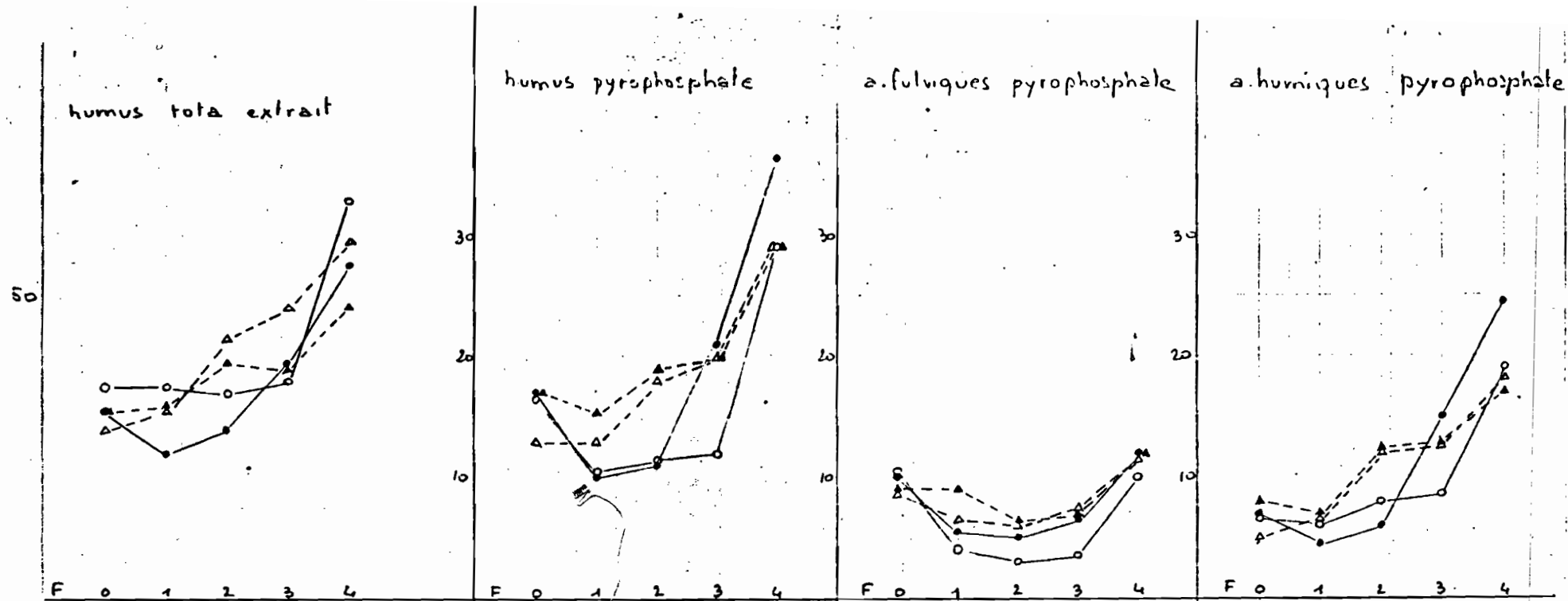


Figure 3. rapport C/N moyen des fractions (intervalles de confiance 5%)





o—o Eucalyptus Keur Naktar
 •—• Eucalyptus Bandia
 Δ---Δ Acacia Keur Naktar
 ▲---▲ Acacia Bandia

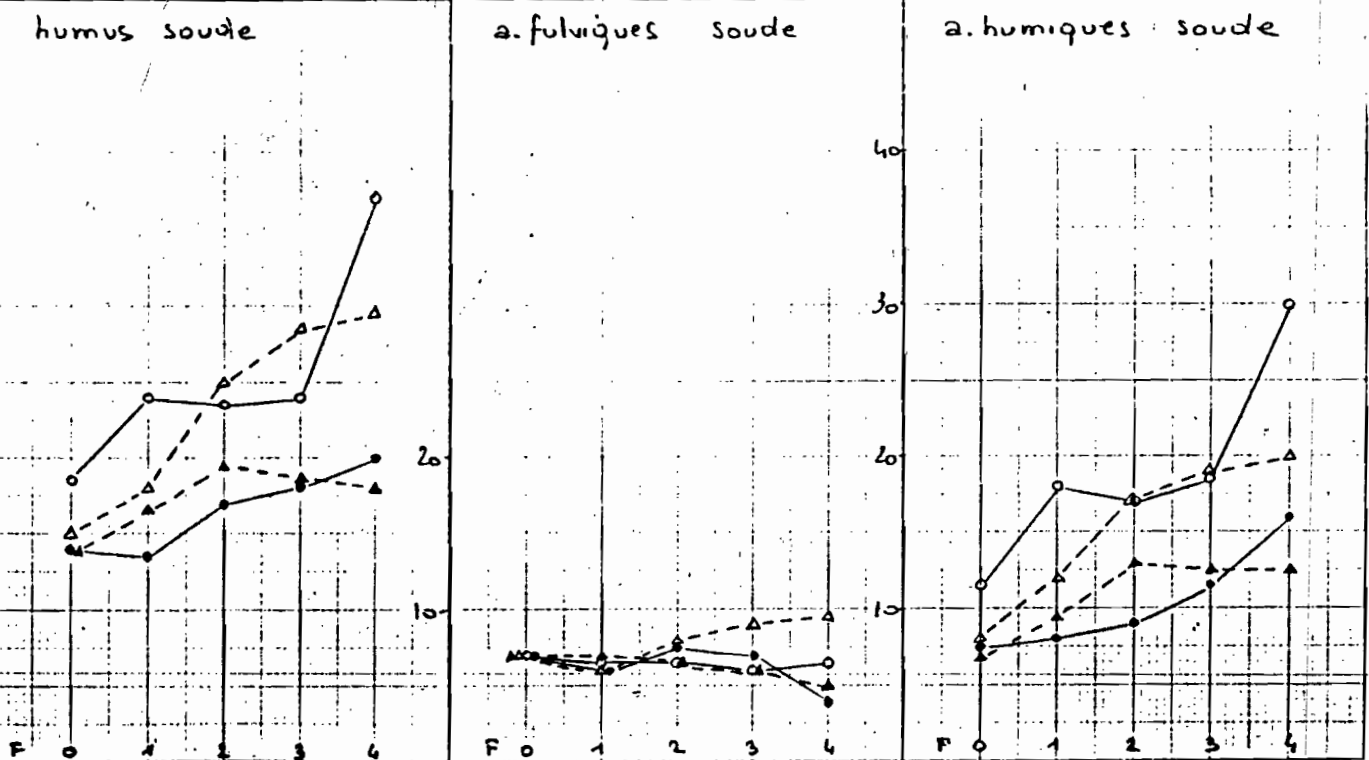


Figure 4
 Fractions humiques
 en C % du C total de
 la fraction

A d d i t i f à la l è r e P a r t i e (R a p p o r t 1 9 8 1)

Décomposition des litières

Calcul de la disparition de la litière en saison sèche

Les mesures de perte de poids in situ des feuilles d'Eucalyptus avaient montré des pertes nulles en saison sèche.

Afin de le vérifier et de savoir ce qui se passe pour les autres éléments de la litière, on a appliqué le principe du calcul fait pour la saison des pluies à partir de la quantité de litière au sol et de la chute de litière. Le calcul a été fait pour la saison sèche 1981/82. S'il n'y a pas de perte de poids pendant cette période, on doit avoir :

$$L (\text{Juin } 82) = L (\text{Oct. } 81) + A (\text{Oct.-Juin } 82)$$

où L représente les quantités de litière au sol et A l'apport par la chute de litière. On n'a pas tenu compte des litières de fruits et d'écorces caduques pour lesquelles les chiffres sont faibles et très variables. On obtient les résultats suivants en g/m² :

| - Sous Eucalyptus à Keur Maktar | | | | |
|---------------------------------|----------|------|--------|--------|
| | Feuilles | Bois | Herbes | Débris |
| L (Oct. 81) | 84 | 63 | 13 | 22 |
| A (Oct.-Juin) | 140 | 32 | 230 | - |
| T o t a l | 224 | 95 | 243 | 22 |
| L (Juin 82) | 236 | 116 | 114 | 157 |
| Différence | ≠ 0 | ≠ 0 | - 129 | + 135 |

On constate qu'il n'y a pas de pertes dans les feuilles d'Eucalyptus mais on observe une perte de poids importante des herbes qui se sont partiellement fragmentées en débris (Fragments inférieurs à 5-10 mm).

| - Sous forêt à Acacia à Keur Maktar | | | | |
|-------------------------------------|----------|----------------|--------|--------|
| | Feuilles | Bois | Herbes | Débris |
| L (Oct.81) | 1 | 77 | 31 | 92 |
| A (Oct.Juin) | 65 | 8 | 236 | - |
| T o t a l | 66 | 85 | 267 | 92 |
| L (Juin 82) | 5 | 79 | 221 | 199 |
| Différence | - 61 | # 0 | - 46 | + 107 |

Les feuilles d'Acacia sont mesurées avec les débris à cause de leur taille. L'augmentation de la fraction débris correspond donc aux feuilles d'Acacia et à ce qui manque dans la fraction herbes. On observe la même chose sous forêt à Bandia si l'on attribue la disparition du bois aux termites (ce que l'on observe sur le terrain). On n'a pas pu faire le calcul pour la plantation d'Eucalyptus de Bandia car il y a eu un changement de parcelle d'étude.

En conclusion, les feuilles d'Eucalyptus ne subissent aucune transformation se traduisant en perte de poids. Les herbes perdent une part importante de leur poids sous forme de débris, et il est possible que sous cette forme elles soient facilement décomposées pendant la saison des pluies suivante. Les agents de cette fragmentation ne sont pas connus. Il ne s'agit pas de termites car il y aurait disparition de matière. Il est possible que la sécheresse et le vent suffisent à casser et fragmenter les chaumes.