

EVOLUTION DES PEUPEMENTS DE MICROARTHROPODES DU SOL SELON LES
TRAITEMENTS SUBIS PAR UNE FORET DENSE HUMIDE EN GUYANE FRANCAISE.

par

J.M. BETSCH, M.C. BETSCH-PINOT et Y. MIKHALEVITCH

Laboratoire d'Ecologie Générale
Muséum National d'Histoire Naturelle

O. R. S. I. O. M. Fonds Documentaire

N° : 15937 ex 2

Cote : A

L'ampleur initialement prévue du programme de déforestation à des fins papetières de la forêt guyanaise a amené la DGRST à financer une étude pluridisciplinaire par quatre organismes (C.T.F.T., I.N.R.A., Muséum, O.R.S.T.O.M.) des conséquences écologiques de l'exploitation et de la transformation de la forêt tropicale humide en Guyane. Un premier bilan sur deux années avait été dressé pour la microfaune et la microflore en ce qui concerne le recru naturel sur une parcelle expérimentale de 25 ha coupée à blanc en saison sèche 1976 dans des conditions identiques à celle de l'exploitation papetière et partiellement brûlée (BETSCH et al., 1980).

Ce travail présente les données recueillies sur les Microarthropodes du sol et de ses annexes, particulièrement les Collemboles, pendant près de quatre années. Les diversités et les distributions envisagées ici sont relatives aux cinq grands groupes de Collemboles (Poduromorphes, Isotomides, Entomobryens, Symphypléones et Néélides), ceci pour plusieurs raisons :

- ces cinq grands groupes se situent à un même niveau hiérarchique dans l'ensemble des Collemboles et constituent donc également des entités physiologiques très distinctes ; tous sont, avec des modalités diverses, des saprophages ;
- notre expérience nous a montré qu'un peuplement à bonne équirépartition de groupes ne résulte qu'exceptionnellement d'une bonne équirépartition de cinq pionniers, un par groupe ; un groupe très dominant dans un peuplement est très généralement représenté par une espèce très dominante ;
- la microfaune du sol, par ses effectifs élevés, pose toujours un problème de détermination spécifique, principalement en zone tropicale où presque tout est nouveau. Une réponse à donner sur un problème de développement ne doit pas, si possible, être remise à cinq ou dix ans à cause d'une longue étude taxonomique préliminaire. L'occasion a été saisie de tester la validité de l'exploitation des données au niveau des grands groupes qu'un aide technique peut obtenir de manière relativement rapide et facile.

Les déterminismes de l'évolution des peuplements sont évidemment à comprendre comme la résultante du déterminisme interne au peuplement et de l'action du milieu expérimental.

I. CONDITIONS DE L'EXPERIMENTATION

La parcelle expérimentale "Arbocel", qui se situe dans la zone équatoriale (5°30'N ; 53° W), a été coupée à blanc, selon les méthodes papetières (180 m³/ha environ, soit 40% de la biomasse végétale, restent sur place ; 240 m/ha de chemins de halage des bois par les engins mécaniques, soit environ 1000 m²/ha), au sein d'une forêt dense humide dont la production annuelle de litière (feuilles, bois, inflorescences, fruits) est de l'ordre de 8,6 t/ha (PUIG, 1979). La pluviosité moyenne est de l'ordre de 3500 mm/an, la température moyenne de 28°C. La grande saison sèche s'étend d'août à novembre et peut être parfois très intense (14 mm en octobre 1979) : la Longue durée journalière d'insolation entraîne alors une dessiccation et un échauffement très marqué des sols dénudés.

• Couverture végétale

Le recrû naturel, composé essentiellement de Cecropia et Goupia après 18 mois, se diversifie progressivement ; les Cecropia atteignent actuellement 12m environ dans les zones défrichées non brûlées ; sur les défrichements fortement brûlés et les chemins de halage, la végétation est encore quasi inexistante.

• Sols

La plus grande partie de la parcelle est en plateau ; les sols, sur schistes Bonidoro, sont à horizon humifère très peu épais et à cheminement de l'eau superficiel et latéral (HUMBEL, 1978). Le pH est généralement compris entre 4,3 et 5.

C'est le transect sur sol drainé qui retiendra notre attention ici, avec les cinq situations les plus représentatives de la parcelle :

- le témoin : T1-50 (50m de la lisière, à l'intérieur de la forêt) ; mais il se détériore, par suite de chablis en lisière ;
- un défrichement non brûlé : T1+50NB (50m de la lisière, à l'intérieur de la parcelle) ;
- un défrichement ayant brûlé superficiellement : T1+300B ;
- un défrichement ayant fortement brûlé : T1+50B ;
- un chemin de halage : C.H.

La prospection a porté sur les horizons suivants : litière (éventuellement), H₁ (0 -1 cm), H₂ (-1 -3,5 cm), H₃ (-3,5 -6 cm), H₄ (-6 -8,5 cm). La surface prospectée est de 500 cm² en trois prises pour la litière et de 160 cm² en 8 prises pour le sol.

. Matière organique

Le taux de matière organique total a été obtenu par attaque par H₂O₂ à chaud ; la séparation des éléments incomplètement biodégradés surnageants et de la matière organique liée aux substances minérales, en particulier aux argiles, complète cette analyse. A l'exception du chemin de halage dont le niveau "zéro" actuel est très inférieur au niveau normal du sol, et dont les taux des différents horizons sont tous relativement bas, les autres situations n'ont vu leurs taux de matière organique diminuer de manière nette que dans les horizons supérieurs (0 -3,5cm).

. Rétention hydrique

Deux années après l'abattage, les humidités actuelles des sols en saison des pluies décroissaient avec la profondeur dans le défrichement non brûlé alors qu'elles augmentaient avec la profondeur dans le défrichement brûlé (quelque soit le moment de la dernière précipitation) et dans le chemin de halage ; ces tendances étaient conformes aux courbes d'humidité aux trois valeurs référence de pF (0 - 2,5 - 4,2) excepté dans le défrichement brûlé dont les horizons superficiels pouvaient approcher pF 4,2 même en saison des pluies.

Quatre années après l'abattage, l'humidité actuelle des sols est devenue sensiblement identique dans tous les horizons du sol fortement brûlé (T1+50B) et du chemin de halage mais croit encore fortement avec la profondeur dans le défrichement superficiellement brûlé, au centre de la parcelle.

La corrélation entre le taux de matière organique et l'humidité actuelle dans les différents horizons du sol est positive et sans changement dans le témoin, positive mais se rapprochant du témoin dans le défrichement non brûlé, passant de négative à nulle dans le défrichement fortement brûlé, de positive à nulle

LEGENDE DES FIGURES

- Fig. 1. - Corrélation entre le taux de matière organique totale (M.O) et l'humidité actuelle du sol (H.A) en saison des pluies 1978 et 1980 dans les cinq stations (explications dans le texte) sur sol drainé (transect T1 de la parcelle Arbocel).
- Fig. 2. - Effectifs de Microarthropodes (dont Collemboles) dans la litière et les 4 horizons du sol de quatre stations (explications dans le texte) sur sol drainé (T1 de la parcelle Arbocel) en relation avec les taux de matière organique totale (M.O) et les humidités actuelles (H.A). Saison des pluies 1980.
- Fig. 3. - Evolution de la distribution des groupes de Collemboles sur sol drainé (T1 de la parcelle Arbocel) dans les 5 situations principales pour la litière (L); l'ensemble du sol (H_1^4) et de l'ensemble du profil ; en haut, indice de Shannon ; au milieu, équitabilité. En bas, probabilités de correspondance des distributions théoriques (modèles de Preston, Motomura et Mac Arthur) et des distributions effectives de Collemboles dans la litière de la forêt-témoin (T1-50) et du défrichement non brûlé (T1+50 NB). Evolution de 1977 à 1980 (P = saison des pluies ; S = saison sèche).
- Fig. 4. - Evolution du peuplement en Collemboles en 4 points du transect stationnel dans le défrichement fortement brûlé dont les bords sont progressivement recouverts par le recru naturel périphérique ; mai 1980 (explications dans le texte ; Vismia angusta = V. Latifolia ; données botaniques H. PUIG).

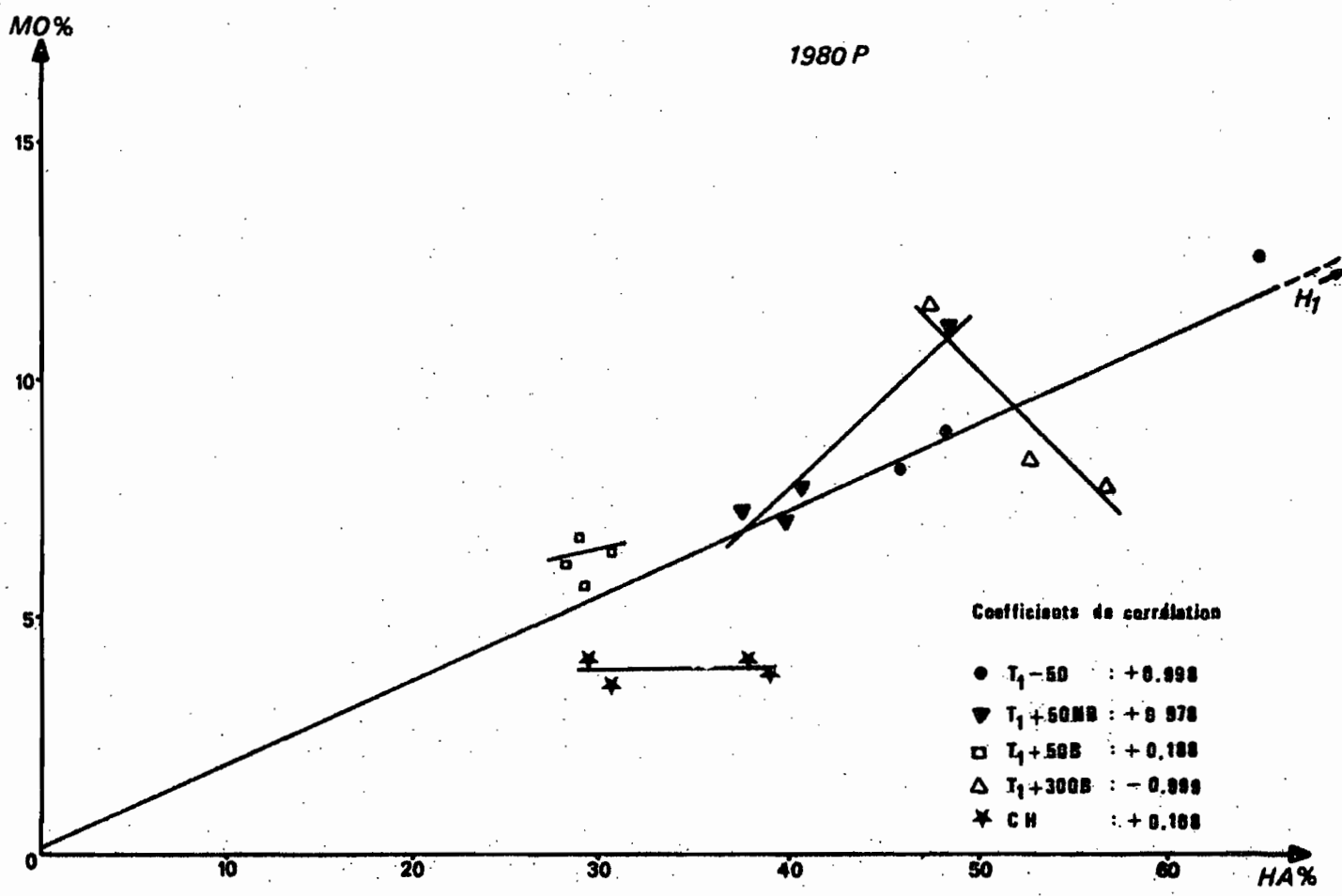
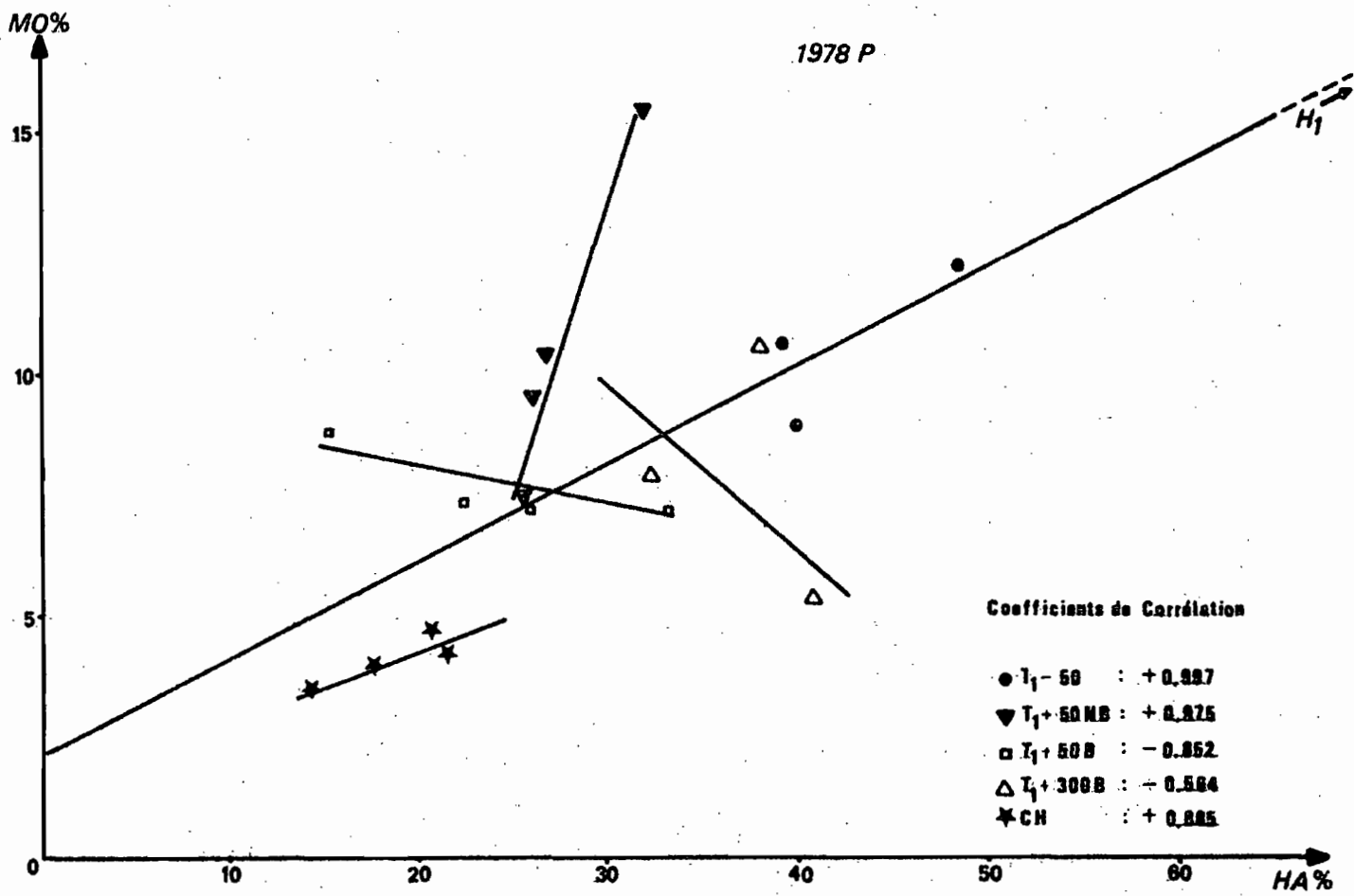


FIG: 1

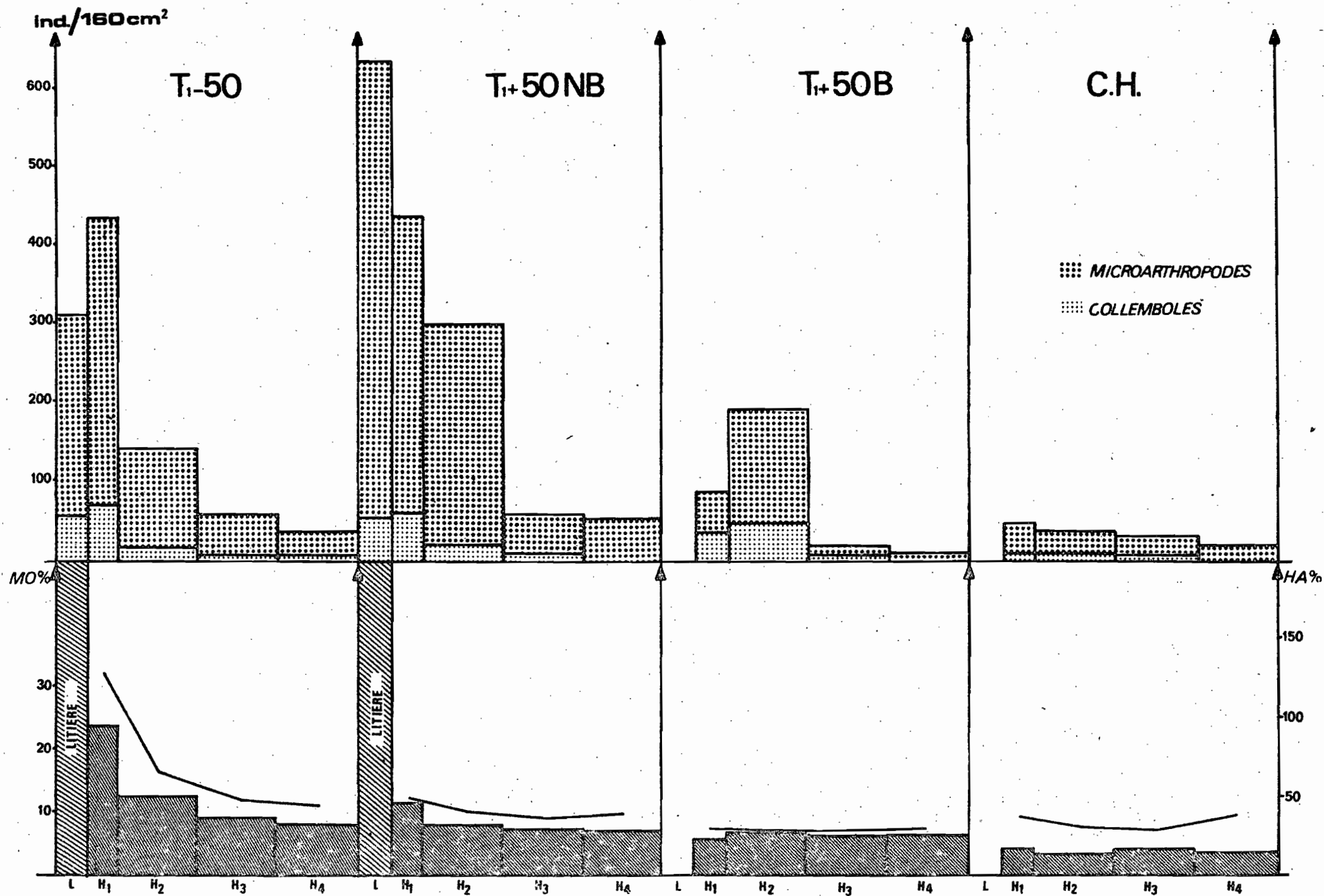


FIG. 2

dans le chemin de halage et restant négative dans le défrichement superficiellement brûlé, entre 1978 et 1980 (fig. 1).

Signalons qu'en saison sèche 1979, même le sol de la forêt témoin a très largement dépassé le pF 4,2.

II. EVOLUTION GENERALE DES PEUPELEMENTS DES BIOTOPES MANIPULES.

Le sol et la litière, lorsqu'elle existe, sont indissociables fonctionnellement ; ils peuvent par contre ne pas évoluer parallèlement, ne serait-ce que par l'exposition directe de la litière aux conditions climatiques épigées et son rôle tampon vis-à-vis du sol sous-jacent. De même, pour plusieurs raisons évidentes, le premier centimètre du sol constitue une couche à part, intermédiaire entre le domaine épigé et le sol plus profond, ceci indépendamment des caractéristiques pédologiques.

1- Peuplement global.

Près d'une trentaine de groupes (niveau de l'ordre : Collemboles, Acariens, Chilopodes,...) de Microarthropodes peuvent se rencontrer dans la litière et le sol. Les résultats concernent ici la saison des pluies.

a) Effectifs

Par rapport au témoin (1000 à 1500 individus sur un profil L+H₁ à H₄), le défrichement non brûlé a vu l'effectif de microarthropodes de la litière doubler la dernière année (1980 P) alors que l'effectif dans le sol, de déficitaire, a retrouvé le niveau du témoin. Le défrichement brûlé et le chemin de halage, après deux années à effectif total très bas et croissant avec la profondeur, ont à peu près retrouvé un profil normal décroissant avec la profondeur mais à effectif encore réduit (fig. 2).

b) Richesse en groupes.

Elle se situe à un niveau comparable pour la litière, tant pour le nombre total (15 groupes environ) que pour le nombre de groupes de prédateurs (4) dans le témoin et le défrichement non brûlé, mais est tombée dans ce dernier à un niveau nettement plus faible (1/3 environ) après deux ans dans le sol (5 groupes au total dont 1 prédateur) pour remonter au bout de 4 ans à un niveau à peine inférieur au témoin.

Les biotopes fortement manipulés sont restés pendant deux ans à un niveau très faible (3 à 5 groupes dont aucun prédateur) pour remonter après quatre ans à un niveau très moyen (6 ou 7 groupes) ; seul le défrichement superficiellement brûlé a retrouvé un niveau moyen (10 groupes) et un premier lot de prédateurs, mais c'est aussi le seul à avoir à nouveau une litière au sol.

2- Peuplement en Collemboles.

a) Effectifs globaux

Alors que le témoin montre une alternance d'effectifs importants en saison des pluies (sauf dans le sol la première année : problème d'échantillonnage ou de climatologie ?) et d'effectifs moins importants ou même faibles selon l'intensité de la saison sèche, le défrichement non brûlé a connu, après un an, une véritable explosion démographique (700% par rapport au témoin) dans la litière en saison sèche 1977 (qui a été relativement humide) puis un abaissement très marqué (25% du témoin) à la saison des pluies suivante, enfin un alignement à peu près complet sur le témoin. Les défrichements brûlés présentent des effectifs assez faibles, allant jusqu'à l'absence totale d'individus en saison extrêmement sèche 1979.

b) Répartition verticale

On se contentera de remarquer que l'on retrouve encore, après quatre ans, des effectifs moins élevés dans l'horizon superficiel du sol du défrichement fortement brûlé que dans H₂.

c) Richesse en groupes

On remarquera, à part la position anormale du sol du témoin la première année :

- la fragilité de tous les sols manipulés, dans l'horizon supérieur ;
- le rétablissement progressif d'une répartition complète dans le sol du défrichement non brûlé, malgré la saison sèche très intense en 1979 et ses conséquences sur la litière et H₁ ;
- la dégradation continue du défrichement superficiellement brûlé qui, à l'origine, contenait le plus grand nombre de groupes (vraisemblablement par fuite dans l'horizon H₁ d'une partie de la faune lors du feu courant de litière), et dont, récemment, la recolonisation a repris plus nettement que dans le défrichement fortement brûlé, en partie à cause de la présence de litière.

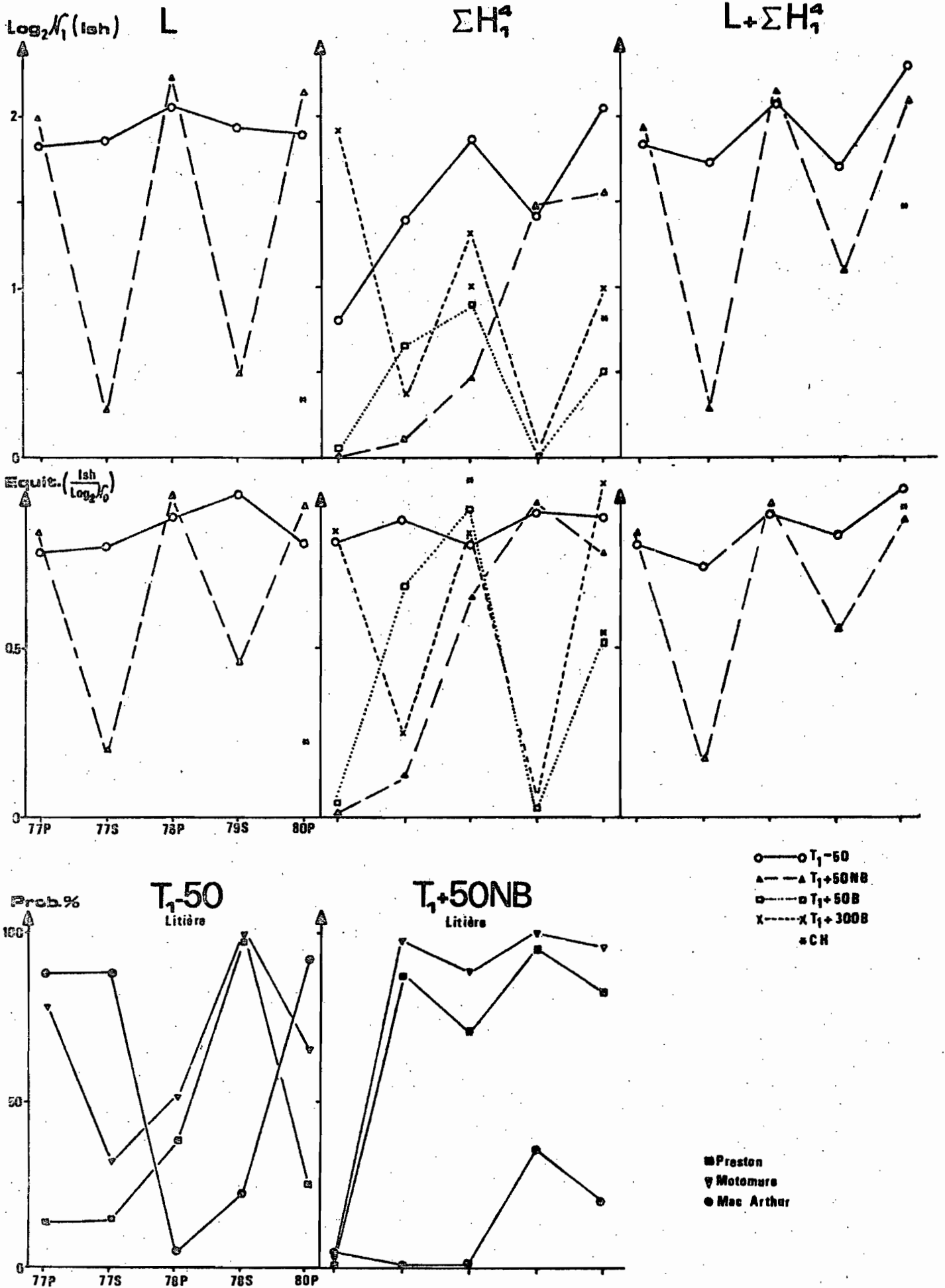


FIG.3

d) Distribution

Nous examinerons les données fournies par les différents indices et modèles de distribution et réserverons le commentaire synthétique pour la discussion (fig 3).

. Litière : le témoin n'est pas sensible à l'alternance des saisons alors que le défrichement non brûlé y est extrêmement sensible, montrant toujours des valeurs de Ish plus élevées que le témoin en saison des pluies ; la remontée de l'équitabilité en saison sèche 79 tient certes à la remontée de l'Ish, mais aussi au fait qu'un faible nombre de groupe (2 ici) optimise les valeurs de l'équitabilité. Le défrichement superficiellement brûlé, au centre de la parcelle, qui présente pour la première fois de la litière en 1980, P*, montre un Ish très bas par suite d'une forte hiérarchisation.

La courbe de la codominance suit la même évolution que celle de l'équitabilité et on notera la contradiction entre un facteur écologique particulièrement contraignant et un meilleur indice dans la litière du témoin en saison très sèche 1979.

Dans le témoin, la probabilité maximale est atteinte par le modèle de Mac Arthur 3 fois sur 5 ; en 1978 P*, aucun modèle ne semble valable ; en 1979 S*, le modèle de Motomura doit être éliminé puisque le témoin présente alors, avec un effectif faible, la meilleure équirépartition. Dans le défrichement non brûlé, aucun modèle n'est valable 6 mois après l'abattage, puis le modèle de Motomura prédomine très nettement en saison sèche, le modèle de Preston le suivant de près ; mais peut-être convient-il d'éliminer le modèle de Motomura en saison des pluies étant donnée l'équirépartition meilleure que celle du témoin.

. H₁ : les défrichements non brûlés et superficiellement brûlés sont très sensibles à la sécheresse ; le défrichement fortement brûlé et le chemin de halage ne démarrent en surface que quatre années après l'abattage, mais avec une forte hiérarchisation.

. Ensemble des 4 horizons du sol : dans le témoin, à part la position anormale en 77 P pour l'Ish et la codominance, on notera une sensibilité assez nette à la saison sèche, l'équitabilité étant d'une remarquable régularité. Le défrichement non brûlé montre une amélioration constante des valeurs des indices. Le défrichement

*. S = saison sèche ; P = saison des pluies.

T₁+50B

(1980 P)

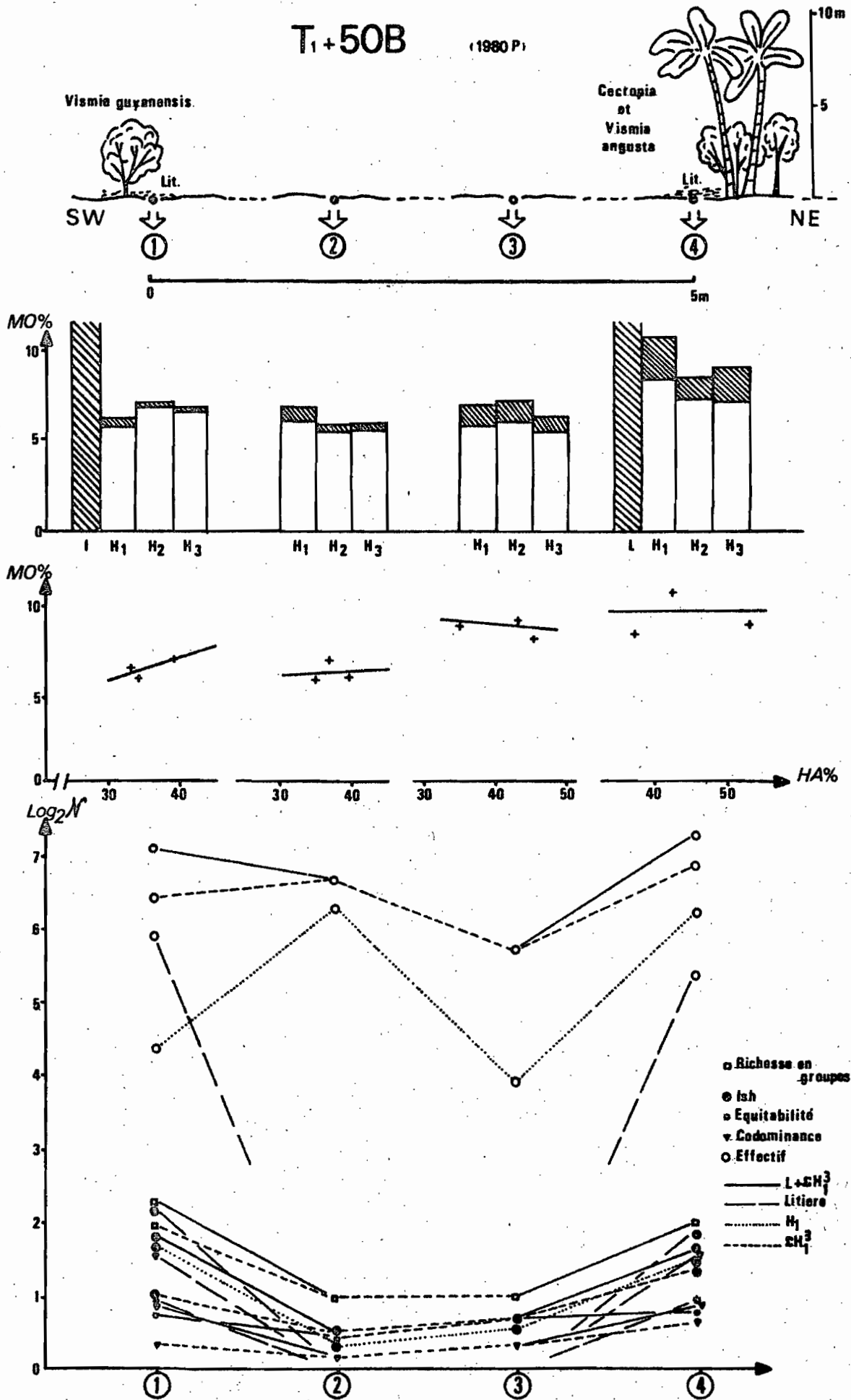


FIG. 4

fortement brûlé voit son peuplement se diversifier progressivement mais reste très sensible à la saison très sèche. Le défrichement superficiellement brûlé montre à la fois une très grande sensibilité à la sécheresse et une dégradation régulière de sa diversité en groupes ; à noter également que cette diversité a été exceptionnelle tout de suite après l'abattage et le passage du feu. Les valeurs pour le chemin de halage ne sont pas instructives étant donné les effectifs très faibles. A noter que l'équitabilité pour un certain nombre de points est par trop optimisée par un nombre de groupes réduits (2 ou 3).

. Ensemble litière + sol : Le témoin montre une dérive vers une meilleure équirépartition tandis que le défrichement non brûlé voit une amélioration très sensible de l'équirépartition en saison sèche. Quant au défrichement superficiellement brûlé, sa valeur de l'équitabilité résulte plus d'une pauvreté en groupes que d'une bonne diversité.

III . RECOLONISATION D'UN DEFRIQUEMENT BRULE

Dans le défrichement fortement brûlé T1+50B, un transect transversal a été spécialement prospecté depuis 1979, le recouvert naturel périphérique recouvrant progressivement les bords et y déposant une litière de feuilles mortes. En 2 et 3n il s'agit du T1+50B déjà étudié ; en 4, la litière est en majorité composée des grandes feuilles d'un pionnier très dispersé dans la forêt (*Cecropia*), en 1 (adossé à T1+50NB), d'un pionnier à feuilles plus petites (*Vismia guyanensis*). Ce n'est qu'en 1 qu'il existe une corrélation positive entre le taux de matière organique et l'humidité actuelle des différents horizons du sol et que la proportion de surnageants imparfaitement biodégradés est la plus faible, signe d'une activité biologique plus forte.

De l'ensemble des données sur les Collemboles, il ressort que (fig. 4) :

- l'effectif global, la richesse en groupes et la diversité dans la litière sont supérieurs en 1 ; l'effectif global, la diversité et la codominance dans l'ensemble des horizons du sol sont supérieurs en 4 ; en H₁, l'effectif est supérieur en 4 mais le peuplement est plus équilibré en 1
- dans l'ensemble, les résultats ne sont que peu différents de ceux du défrichement non brûlé T1+50NB.

IV. DISCUSSION

Il faut tout d'abord situer géographiquement et historiquement les différentes situations évoquées ici : le défrichement non brûlé, à 50 m de la lisière, a toujours été recouvert de litière et a toujours été en relation avec la forêt-témoin par l'intermédiaire d'autres zones non brûlées ; le défrichement très fortement brûlé, à 50 m de la lisière, est contigu au défrichement non brûlé ; le défrichement superficiellement brûlé est presque au centre de la parcelle et est isolé par des zones brûlées et des chemins de halage de tout recru naturel en contact avec la forêt climacique.

1. Evolution par situation

. Le témoin.

La formation de chablis dans les 50 premiers mètres constitue un effet de lisière négatif qui fait légèrement dériver sa position vers une meilleure équirépartition des groupes de Collemboles ;

. Le défrichement non brûlé.

On y remarque dans la litière une alternance d'équirépartition de groupes meilleure que dans le témoin en saison des pluies et de très forte hiérarchisation en saison sèche alors que la forte hiérarchisation à l'origine dans le sol passe progressivement, et indépendamment du rythme des saisons, vers une assez bonne équirépartition ;

. Le défrichement superficiellement brûlé.

Contrairement au défrichement non brûlé, il n'a pas été soumis à une forte hiérarchisation dans le sol après abattage ; mais il faut tenir compte du feu courant de litière qui a fait descendre les espèces de la litière dans la couche superficielle du sol ; par la suite, le sol présente le même type d'alternance d'équirépartition bonne ou assez bonne en saison des pluies et de forte hiérarchisation en saison sèche que dans la litière du défrichement non brûlé, l'ensemble suivant une courbe descendante montrant une dégradation de cette station, attestée également par la pauvreté en groupes jusqu'en fin 1979 ; la litière, présente pour la pre-

mière fois en 1980, est à forte hiérarchisation, ceci pourtant en saison des pluies ;

. Le défrichement fortement brûlé.

Il connaît après un an une diversification des groupes aussi bonne dans le sol que le défrichement non brûlé mais cette amélioration est très fragile (cf. saison très sèche 1979). Mais, il faut noter que la litière de feuilles qui recouvre progressivement les bords de cette zone montre une équirépartition très comparable à celle du défrichement non brûlé voisin. Il y a lieu de mettre en parallèle ce point et le fait que ce défrichement très fortement brûlé bénéficie de deux effets de lisière : celui du défrichement non brûlé voisin dont il acquiert presque aussitôt le niveau d'équirépartition et celui de la forêt-témoin, par l'intermédiaire du défrichement non brûlé voisin ;

. Le chemin de halage.

Son évolution est très difficile à saisir en raison des très faibles effectifs qu'il est capable de supporter et, par suite du décapage mécanique intense qu'il a subi, de l'incapacité vraisemblable de ce sol à se recharger en matière organique et surtout à acquérir une structure de surface plus aérée.

2. Evolution comparée des zones manipulées

Il se dégage 3 types de constatations :

. le feu et l'action de décapage des engins de halage des bois amènent à des situations très critiques où il n'existe aucune possibilité rapide de reconstitution d'une couverture végétale protectrice (ce qui est fondamental sous le régime pluviométrique équatorial). Les sols brûlés sont incapables au départ de retenir l'eau et les germinations sont très aléatoires puisque l'horizon superficiel pouvait, encore deux ans après l'abattage et le passage du feu, atteindre pF 4,2 en saison des pluies dès que deux ou trois belles journées se succédaient. En l'absence de recru, les faibles réserves de ces sols s'épuisent ;

. La litière joue un rôle considérable dans la structure démographique, la dynamique et l'évolution du peuplement du sol sous-jacent : dans le défrichement non brûlé, la diversité du peuplement du sol évolue de manière continue indépendamment des saisons alors que la litière en subit les contre-coups ; dans les défrichements brûlés, c'est le sol lui-même qui subit ces contre-coups, et leur recolonisation est ralentie de ce fait.

. Les effets-lisière semblent avoir une grande importance dans la recolonisation de l'ensemble sol-litière puisque, dans un défrichement très fortement brûlé proche de la forêt climacique et non isolé d'elle, la frange semble retrouver plus facilement une équirépartition de groupes acceptable qu'une zone en recru d'un défrichement superficiellement brûlé mais plus éloigné de la forêt climacique et isolé. Ce point est fondamental dès qu'on évalue les répercussions de la déforestation à grande échelle (pour la pâte à papier en particulier).

3. Succession de peuplements

Dans les conditions expérimentales réalisées en forêt dense humide guyanaise sur sol drainé, le peuplement du sol et de la litière du témoin (la forêt climacique) ne montre pas la meilleure équirépartition parmi l'ensemble des peuplements étudiés. Ce sont la litière du défrichement non brûlé, en saison des pluies, et le sol du défrichement superficiellement brûlé, au début de son évolution, qui montrent les meilleures équirépartitions ; or ce ne sont pas, et de loin, des biotopes proches de leur climax ; on peut dire de leurs peuplements qu'ils sont déstructurés et n'ont pas encore retrouvé leur structuration.

On peut caractériser les différentes situations ainsi

- . La forêt climacique (témoin) présente un peuplement structuré qui peut évoluer très temporairement, lors d'une saison sèche très marquée, vers un peuplement à meilleure équirépartition ;
- . une transformation très importante de l'écosystème (défrichement fortement brûlé) amène à un peuplement très hiérarchisé dont la diversité s'élève lentement mais qui est très fragile ; les effectifs restent faibles et deviennent nuls dès la première saison sèche marquée ;

- . une transformation un peu moins importante (défrichement superficiellement brûlé) amené au départ à un peuplement à bonne équirépartition en saison des pluies, puis à une forte hiérarchisation en saison sèche, cette alternance se poursuivant avec une dégradation constante jusqu'à ce que le recru fournisse de la litière qui permettra une progression vers une meilleure équirépartition ;
- . lors d'une transformation moins importante (défrichement non brûlé), le peuplement passe alternativement d'une bonne équirépartition en saison des pluies à une forte hiérarchisation en saison sèche ; pour le moment il est évident que cette hiérarchisation en saison sèche s'amortit, mais on ne peut pas encore dire que le peuplement en Collemboles de saison des pluies est en train de se restructurer. Il faut donc bien se garder de penser que l'évolution d'une telle situation est bonne sous prétexte que le peuplement est à bonne équirépartition, du moins en saison des pluies ;
- . quant au chemin de halage, son évolution est impossible à suivre, tant la faiblesse des effectifs interdit toute interprétation d'une distribution à richesse réduite.

CONCLUSION

Il est tout d'abord possible de dire que l'on peut raisonner valablement sur les effectifs d'un peuplement à niveau hiérarchique supérieur à celui de l'espèce ou même du genre, à condition que les groupes soient situés à un même niveau hiérarchique et que leurs représentants aient des modes de vie assez voisins du point de vue trophique. Peut-être les résultats sont-ils très nets parce que les situations sont très tranchées. Il faut remarquer pourtant que l'on parvient à une grande finesse d'analyse en ce qui concerne les étapes de la recolonisation selon les traitements subis par l'écosystème initial.

En second lieu, si l'analyse du peuplement de Microarthropodes du sol et de la litière permet de bien suivre les étapes de la recolonisation, il faut souligner les précautions impératives de ce type d'étude :

- L'observation doit être continue ; faute de quoi, un bilan effectué isolément et en bonnes conditions (saison des pluies) amène à des conclusions très optimistes puisque l'équarépartition peut-être meilleure que dans le témoin ;

- l'observation doit être de longue durée, le processus de recolonisation est lent et passe par plusieurs phases ; dans le meilleur des cas, ici le défrichement non brûlé sur sol horizontal drainé, après 4 ans le peuplement du sol et de la litière oscille toujours entre une bonne équirépartition et une forte hiérarchisation ;

- la recolonisation de la frange d'un défrichement fortement brûlé par un peuplement de Collemboles du sol et de la litière assez voisin de celui d'un défrichement non brûlé ne doit pas masquer la faible proportion de ce défrichement intéressée par cette recolonisation et le fait que ce processus ne peut se poursuivre que si des graines germent dans cette frange et forment un recru, ce qui n'était toujours pas le cas, 4 années après le défrichement et le brûlis.

BIBLIOGRAPHIE

- BETSCH (J.M.), KILBERTUS (G.), PROTH (J.), BETSCH-PINOT (M.C.),
COUTEAUX (M.M.), VANNIER (G.) et VERDIER (B.) 1980 - Effets à
court terme de la déforestation à grande échelle de
la forêt dense humide en Guyane Française sur la micro-
faune et la microflore du sol. Proc. VII th. Intern.
Congr. Soil Zool., Syracuse (USA ; N-Y.) 1979 ; éd. D.
DINDAL, EPA, Washington D.C. : 472-490.
- BLONDEL (J.), 1979.- Biogéographie et écologie. Masson éd. Coll.
Ecol. 15 : 1 - 173.
- CHIBA (S.), ABE (T.), AOKI (J.), IMADATE (G.), ISHIKAWA (K.),
KONDOH (M.), SHIBA (M.) and WATANABE (H.), 1975 .- Studies on
the productivity of soil animals in Pasoh Forest Reser-
ve, West Malaysia. I. Seasonal change in the density
of soil mesofauna : Acari, Collembola and others. Sc.
REP. Mirosaki Univ. 22 : 87 - 124.
- DAGET (J.), 1976.- Les modèles mathématiques en écologie. Masson
éd., Coll. Ecol. 8 : 1 - 172.
- DAGET (P.), 1980.- Le nombre de diversité de Hill, un concept
unificateur dans la théorie de la diversité écologique.
Acta Oecologica, 1 : 51 - 70.
- HUMBEL (F.X.), 1978.- Caractérisation par des mesures physiques,
hydriques et d'enracinement, de sols de Guyane Française
à dynamique de l'eau superficielle. Doc. ronéotypé
ORSTOM Cayenne : 171.
- MAIDAGUE (M.E.), 1961.- Relations entre le couvert végétal et la
microfaune. Leur importance dans la conservation biolo-
gique des sols tropicaux. Publ. I.N.E.A.C., 90 : 1 - 122.
- PUIG (H.), 1979.- Production de litière en forêt guyanaise : ré-
sultats préliminaires. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse,
115 : 338 - 346.