

CARACTÉRISATION DES HUMUS ET DES LITIÈRES PAR LA FAUNE DU SOL INTÉRÊT SYLVICOLE ^(*)

J.F. PONGE – G. VANNIER – P. ARPIN – J.F. DAVID

Laboratoire d'Écologie générale – C.N.R.S. UA 689

MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

4, avenue du Petit Château

91800 BRUNOY

DESCRIPTION DES SITES

Les résultats présentés, ainsi que les conclusions et les perspectives de recherches auxquelles ils ont abouti, sont relatifs à une étude réalisée en forêt d'Orléans, de 1978 à 1983 (Arpin et al., 1986a et b). Au départ, trois peuplements jeunes ont été comparés, correspondant à trois types de végétation représentés abondamment dans l'ensemble de ce massif forestier: un peuplement de Chêne sessile, avec un humus de type mull acide sur sol brun lessivé à hydromorphie temporaire; un peuplement de Pin sylvestre pur, avec un humus de type dysmoder et une hydromorphie plus accentuée, freinant le processus de podzolisation, très net dans les premiers centimètres; enfin un peuplement mélangé, formé de Chêne et de Pin sylvestre, très représentatif de ce que l'on observe couramment dans le massif d'Ingrannes, avec un humus assez complexe, que l'on peut appeler sous réserves mull-moder, sans couche H continue ⁽¹⁾, et avec une hydromorphie peu marquée. Tous ces peuplements sont installés sur les sables de Sologne.

L'humus de la pineraie s'éloigne nettement de celui des deux autres stations par l'importance de l'accumulation

^(*) Étude réalisée dans le cadre du projet PIREN-CNRS «Influence des monocultures de résineux et alternatives possibles».

⁽¹⁾ Les couches L, F et H correspondent respectivement aux feuilles entières, fragmentées et à la couche coprogène (Toutain, 1981).

de matière organique au-dessus du sol. Il faut remarquer cependant que l'épaisseur de la couche L y est exagérée en raison de l'intrication des aiguilles de Pin au sein d'un tapis continu de mousse. Les valeurs de l'acidité mesurée au niveau de l'horizon A₁ (horizon organo-minéral situé immédiatement sous la litière) sont également plus fortes dans la pineraie. Ces peuplements sont de jeunes futaies de 35 ans, n'ayant pas encore subi de coupes d'éclaircie. Ils ont été choisis tels afin d'étudier les effets à court terme de l'enrésinement et réduire l'influence de la strate herbacée, qui n'est abondante que dans le peuplement mixte, plus irrégulier au niveau des couronnes, donc laissant passer plus de lumière.

RÉSULTATS

Les microarthropodes du sol ont été échantillonnés au cours d'un peu plus d'un cycle annuel (Poursin, 1982). L'analyse multivariée effectuée sur les données (Poursin et Ponge, 1982 et 1984) montre que le peuplement mixte est très proche par sa composition spécifique du peuplement feuillu pur, seule la pineraie s'en éloignant, essentiellement au niveau de la couche H. Si l'on s'en tient aux espèces de Collemboles (insectes aptérygotes de petite taille peuplant le sol et ses annexes), groupe que nous avons particulièrement étudié en forêt de Sénart (Ponge, 1980), on retrouve comme espèces caractéristiques de la pineraie, *Mesaphorura yosii* et *Willemia anophthalma*, associées aux humus les plus acides sous Chêne sessile. C'est donc le mode d'humification, et non la nature de la litière, qui est caractérisé par ce groupe zoologique.

Une étude plus ponctuelle, portant sur 11 peuplements adultes, a confirmé ces résultats (Ponge et Prat, 1982), et montré l'influence du sous-étage de Charme sur la nature de l'humus, lorsque la hauteur des troncs et les éclaircies répétées lui permettent de se développer. Seul un peuplement résineux pur, où le sous-étage feuillu, coupé quelques années auparavant, avait fait place à un fort développement de Fougère aigle, présente un humus et une faune associée comparables à ce que l'on avait observé dans notre peuplement résineux de 35 ans.

Les Nématodes (petits vers vivant dans l'eau capillaire du sol) s'avèrent également de bons indicateurs de la nature des horizons de surface, mais ici ce sont les niveaux organo-minéraux qui sont les mieux discriminés, le peuplement mixte s'avérant alors intermédiaire (Arpin et Ponge, 1986). L'étude des groupements trophiques a montré également des phénomènes intéressants, avec le remplacement des bactériophages par les mycophages lorsque l'on passe de la station feuillue à la station résineuse, et la quasi-disparition des phytoparasites racinaires dans la pinède, probablement liée à une modification drastique du système racinaire fin, relégué en surface et

entièrement mycorhizé.

Les Diplopedes (myriapodes ou mille-pattes consommateurs de litière et d'humus) présentent également des différences notables quant à la composition spécifique, avec une dominance quasi exclusive de *Polyzonium germanicum* dans la pineraie (David, 1983 et 1986). Les espèces fouisseuses (Iules), abondantes dans la chênaie et encore présentes dans le peuplement mixte, sont pratiquement absentes de la pineraie. Une étude du régime alimentaire a montré que les Iules étaient d'actifs consommateurs de litière, mais exclusivement de la litière feuillue, les aiguilles étant totalement délaissées. L'espèce dominant dans la pineraie s'avère d'ailleurs ne pas consommer de la litière et se nourrir essentiellement en phase liquide. On remarque donc un effet drastique de la nature de la litière sur ce groupe de la macrofaune, contrairement aux Collemboles par exemple, avec disparition de familles entières sous Pin sylvestre pur.

Des expériences de consommation de litière (feuilles de Chêne, aiguilles de Pin, écorces de ces deux essences) ont été menées au laboratoire pour mesurer la croissance et la longévité d'animaux du sol, en l'occurrence *Tomocerus minor*, un Collembole peuplant la couche L dans les sous-bois humides (Vannier, 1985). Les feuilles de Chêne, récoltées juste avant la chute, s'avèrent toxiques pour la totalité des individus (100% de mortalité au bout de 6 semaines) et ne permettent pratiquement aucune croissance pondérale. Au contraire les aiguilles de Pin, surtout lorsqu'elles sont présentées pures, mais aussi dans une moindre mesure lorsqu'elles sont mélangées à des feuilles de Chêne, permettent une croissance pondérale normale (doublement du poids en 4 semaines) et ne provoquent qu'une faible mortalité. Des tests similaires sur une autre espèce de Collembole, *Folsomia candida*, montrent des résultats absolument identiques bien qu'il s'agisse d'une espèce humicole dont l'écologie est totalement différente. Comparativement au matériel foliaire, l'écorce de Pin ou de Chêne s'avère nocive lorsque les animaux n'ont pas d'autre choix alimentaire et le bilan de croissance nul est comparable à celui des feuilles de Chêne. Des substances chimiques inhibitrices du développement des animaux du sol peuvent être incriminées dans les résultats négatifs des tests de consommation de litière. Parmi ces substances, on peut citer les polyphénols, particulièrement toxiques (Mangenot, 1980). L'étude des feuilles et écorces ayant séjourné quatre mois (octobre à février) au sol est en cours.

Une étude micromorphologique, portant sur le devenir de la litière au cours des processus de décomposition et d'incorporation, est actuellement en cours (Ponge, 1984; Ponge, 1985a et b; autres articles à paraître). Elle porte sur l'humus des trois peuplements jeunes décrits précédemment, mais seule la litière de la station résineuse a été étudiée jusqu'à présent. On peut observer dans un premier stade une attaque massive des tissus internes des

aiguilles de Pin sylvestre par des champignons, suivie au bout de un à deux mois par une phase de développement de bactéries et d'algues unicellulaires, consécutivement aux pénétrations et aux morsures de la faune. La lyse des tissus internes, y compris les tissus lignifiés, est pratiquement achevée dès les premiers mois, mais on remarque la persistance de nombreuses parois vides de champignons, qui ne sont dégradées qu'après avoir été ingérées par des animaux. Les autres composantes de la litière — écorce de Pin, frondes de Fougère aigle, pieds feuillés de mousse — s'avèrent beaucoup moins profondément transformées, à l'exception des zones parenchymateuses des folioles de Fougère aigle, activement attaquées par les champignons et ingérées par la faune.

DISCUSSION

Cette étude nous a permis, d'une part de mieux préciser la valeur indicatrice des animaux que nous étudions vis-à-vis de la nature de la litière, son mode de transformation et les conditions pédologiques en général, d'autre part de préciser les rôles respectifs de la faune et de la microflore dans les processus de transformation de la matière organique. En ce qui concerne la réponse à la question qui était posée au départ, c'est-à-dire l'existence ou non d'effets nocifs dus à l'enrésinement pur, et la possibilité d'envisager des alternatives aux monocultures, plusieurs points sont à souligner. Si l'on observe effectivement une modification du type d'humus sous les peuplements résineux purs, surtout lorsqu'ils sont jeunes, avec passage du mull acide au dysmoder, voire au mor, ceci ne semble pas lié à un effet direct de la litière de Pin. Celle-ci, du moins la fraction représentée par les aiguilles, est colonisée normalement par la microflore, activement consommée par la faune, y compris les Lombrics mais à l'exclusion toutefois des Diplopedes, et il se produit rapidement une destruction des tissus internes, les aiguilles étant transformées au bout de quelques mois en des enveloppes vides et fortement collapsées. Nos observations (Schwartz, 1981) montrent cependant que l'accumulation des cadavres de champignons, notamment des champignons à parois mélanisées, est très importante dans la pineraie de 35 ans que nous avons plus particulièrement étudiée. En particulier, on note un développement important d'un champignon mycorhizien, *Cenococcum geophilum* (= *Cenococcum graniforme*) dont on observe fréquemment une accumulation de sclérotés et de parois vides dans les humus de type dysmoder (à couche H coprogène épaisse) ou mor (à couche FH fibreuse) (Meyer, 1964). Dans ce cas, la mycorhization, et plus particulièrement un certain type de mycorhization favorisé par des conditions défavorables d'humidité et de lumière (Mikola, 1948; Meyer, 1964) serait le principal responsable du blocage de la matière organique observé dans la couche H. Mais il ne s'agit

encore que d'une hypothèse de travail, qui fera l'objet d'expériences sur le terrain, et pour laquelle nous souhaiterions la collaboration d'autres chercheurs plus spécialisés dans ces problèmes.

Dans les peuplements mixtes, et même dans les futaies résineuses pures lorsque, le temps aidant, s'accroît la part des essences améliorantes poussant en sous-étage, l'évolution de la matière organique ne semble pas suivre, en général, le même schéma. Notamment on remarquera la part plus importante prise par la macrofaune, en particulier les espèces fouisseuses, et l'incorporation rapide de la litière à la matière minérale qui en résulte, court-circuitant peut-être ainsi, dans une certaine mesure, le développement excessif de certains champignons. Enfin, au stade actuel de nos recherches, nous ne pouvons pas encore discerner l'importance relative des causalités suivantes dans les processus pédogénétiques de surface, toutes conditions égales par ailleurs: nature de la litière, nature de la roche-mère, régime hydrique, nature de la faune et de la microflore présentes.

CONCLUSIONS

De façon schématique, on peut affirmer à la lumière des connaissances acquises, qu'il existe un lien entre la nature de la litière et les processus d'altération minérale, par l'intermédiaire de substances diverses produites au sein même des feuilles tombées au sol, parfois même déjà sur l'arbre (Lelong et Souchier, 1979; Védý et Bruckert, 1979). Ces substances, de nature diverse: acides organiques libres, polycondensats humiques, etc..., migrent en profondeur et décationnissent ou déstructurent les minéraux les moins inertes: micas biotites, argiles trioctaédriques ferrifères, calcite, etc...(Pedro, 1979). Le type d'humus intervient pour freiner ou accélérer ce processus (Berthelin et Toutain, 1979; Vannier et Kilbertus, 1981) dans la mesure où il existe ou non des phénomènes de remontées biologiques et de dépôts minéraux au sein de la litière (fixation des polyphénols par les argiles par exemple). Le déterminisme de l'apparition d'un type d'humus donné (Bal, 1970; Rusek, 1978; Hole, 1981) passe par la nature des groupes zoologiques et microbiens présents (présence ou non de Lombrics, de mycéliums résistant à la biodégradation, etc...), qui dépendent à leur tour de la nature de la litière et des conditions de milieu (température, humidité, acidité, etc...). Chacun de ces deux niveaux de dépendance possède un certain degré de tolérance. D'où la variété des types d'humus que l'on peut rencontrer parfois dans des conditions de litière et de sol semblables (Brun, 1978). D'où également parfois la présence du même type d'humus sous des peuplements différents (Ponge, 1983). C'est à ce niveau que peut résider l'intérêt sylvicole de l'écologie du sol, dans la mesure où nos connaissances dans ce domaine s'affineront et permettront d'orienter les

processus pédogénétiques de surface.

En dehors de considérations pédologiques, il convient également de rappeler, et ceci est particulièrement important dans les peuplements de conifères, que certains éléments, dont la carence est un facteur limitant dans les écosystèmes forestiers, sont exclusivement renfermés dans les niveaux humifères: il s'agit de l'azote et, dans une moindre mesure, du phosphore et d'autres oligo-éléments. Le blocage de l'azote dans les champignons du sol (Berg et Söderström, 1979), surtout lorsque leurs cadavres s'accumulent comme dans les dysmoders ou les mors, rend cet élément inaccessible pour les végétaux supérieurs, même s'il est présent en grande quantité. C'est à ce niveau également, qui ne relève pas de la conservation des sols mais intéresse directement la productivité sylvicole, que se situe une marge d'intervention possible, si nous parvenons un jour à comprendre le déterminisme de la genèse et du maintien des humus de type mull. C'est essentiellement dans cette perspective que vont se situer nos recherches à venir.

BIBLIOGRAPHIE

- ARPIN (P.), DAVID (J.F.), GUITTONNEAU (G.G.), KILBERTUS (G.), PONGE (J.F.), VANNIER (G.). – Influence du peuplement forestier sur la faune et la microflore du sol et des humus. I. Description des stations et étude de la faune du sol. – *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol*, vol. 23, n° 1, 1986a, pp. 89–118.
- ARPIN (P.), DAVID (J.F.), GUITTONNEAU (G.G.), KILBERTUS (G.), PONGE (J.F.), VANNIER (G.). – Influence du peuplement forestier sur la faune et la microflore du sol et des humus. II. Microbiologie et expériences au laboratoire. – *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol*, vol. 23, n° 1, 1986b, pp. 119–153.
- ARPIN (P.), PONGE (J.F.). – Influence d'une implantation récente de Pin sylvestre sur le comportement de la nématofaune du sol, par comparaison avec un peuplement feuillu pur et un peuplement mélangé. – *Pedobiologia*, vol. 29, n° 6, 1986 (sous presse).
- BAL (L.). – Morphological investigation in two moder-humus profiles and the role of the soil fauna in their genesis. – *Geoderma*, vol. 4, 1970, pp. 5–36.
- BERG (G.), SÖDERSTRÖM (B.). – Fungal biomass and nitrogen in decomposing Scots pine needle litter. –

Soil Biology and Biochemistry, vol. 11, 1979, pp. 339–341.

BERTHELIN (J.), TOUTAIN (F.). – Biologie des sols. In: Pédologie. II. Constituants et propriétés du sol / ed. Ph. Duchaufour. – Paris: Masson, 1979, pp. 123–160.

BRUN (J.J.). – Étude de quelques humus forestiers aérés acides de l'Est de la France. Critères analytiques. Classification morphogénétique. – Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Université de Nancy I, 1978, 128 p.

DAVID (J.F.). – Contribution à l'étude des populations de Diplopodes en forêt d'Orléans, et de leur rôle dans la dégradation de la litière. – Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Université d'Orléans, 1983, 149 p.

DAVID (J.F.). – Les peuplements de Diplopodes de trois stations diversement enrésinées en forêt d'Orléans. – *Comptes rendus des Séances hebdomadaires de l'Académie des Sciences, Série D*, n° 302, 1986, pp. 7–10.

HOLE (F.D.). – Effects of animals on soil. – *Geoderma*, vol. 25, 1981, pp. 75–81.

LELONG (F.), SOUCHIER (B.). – Signification écologique du complexe d'altération. Importance relative des facteurs généraux et stationnels. In: Pédologie. II. Constituants et propriétés du sol / ed. Ph. Duchaufour. – Paris: Masson, 1979, pp. 73–96.

MANGENOT (F.). – Les litières forestières, signification écologique et pédologique. – *Revue forestière française*, vol. XXXII, n° 4, 1980, pp. 339–355.

MEYER (F.H.). – The role of the fungus *Cenococcum graniforme* (Sow.) Ferd. et Winge in the formation of mor. In: Soil micromorphology. Proceedings of the 2nd international working-meeting on soil micromorphology, Arnhem, 22-25.09.1964 / ed. A. Jongerius. – Amsterdam: Elsevier, 1964, pp. 23–31 (+ 3 planches hors texte).

MIKOLA (P.). – On the physiology and ecology of *Cenococcum graniforme* especially as a mycorrhizal fungus of birch. – *Communicationes. Instituti forestalis fenniae*, vol. 36/3, 1948, 104 p.

PEDRO (G.). – Les conditions de formation des constituants secondaires. In: Pédologie. II. Constituants et propriétés du sol / ed. Ph. Duchaufour. – Paris : Masson, 1979, pp. 58–72.

- PONGE (J.F.). – Les biocénoses des Collemboles de la forêt de Sénart. In: Actualités d'écologie forestière / ed. P. Pesson. – Paris: Gauthier-Villars, 1980, pp. 151–176.
- PONGE (J.F.). – Les Collemboles, indicateurs du type d'humus en milieu forestier. Résultats obtenus au sud de Paris. – *Acta oecologica, Oecologia generalis*, vol. 4, 1983, pp. 359–374.
- PONGE (J.F.). – Étude écologique d'un humus forestier par l'observation d'un petit volume, premiers résultats. I. La couche L₁ d'un moder sous Pin sylvestre. – *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol*, vol. 21, 1984, pp. 161–187.
- PONGE (J.F.). – Étude écologique d'un humus forestier par l'observation d'un petit volume. II. La couche L₂ d'un moder sous *Pinus sylvestris*. – *Pedobiologia*, vol. 28, 1985a, pp. 73–114.
- PONGE (J.F.). – Utilisation de la micromorphologie pour l'étude des relations trophiques dans le sol: la couche L d'un moder hydromorphe sous *Pinus sylvestris* (forêt d'Orléans, France). – *Bulletin d'Écologie*, vol. 16, 1985b, pp. 117–132.
- PONGE (J.F.), PRAT (B.). – Les Collemboles, indicateurs du mode d'humification dans les peuplements résineux, feuillus et mélangés: résultats obtenus en forêt d'Orléans. – *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol*, vol. 19, 1982, pp. 237–250.
- POURSIN (J.M.). – Contribution à l'étude écologique des Acariens Oribates en forêt d'Orléans: influence d'une monoculture de résineux. – Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Université de Nancy I, 1982, 134 p.
- POURSIN (J.M.), PONGE (J.F.). – Comparaison de trois types de peuplements forestiers (feuillu, mixte, résineux), à l'aide de la mésofaune du sol (Collemboles et Oribates). – *Comptes rendus des Séances hebdomadaires de l'Académie des Sciences, série D*, vol. 294, 1982, pp. 1021–1024.
- POURSIN (J.M.), PONGE (J.F.). – Étude des peuplements de microarthropodes (Insectes Collemboles et Acariens Oribates) dans trois humus forestiers acides de la forêt d'Orléans (Loiret, France). – *Pedobiologia*, vol. 26, 1984, pp. 403–413.
- RUSEK (J.). – Pedozootische Sukzessionen während der Entwicklung von Ökosystemen. – *Pedobiologia*, vol. 18, 1978, pp. 426–433.
- SCHWARTZ (R.). – Influence de la monoculture des résineux sur la microflore des sols et la décomposition des

litières. – Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Université de Nancy I, 1981, 170 p.

TOUTAIN (F.). – Les humus forestiers, structure et modes de fonctionnement. – *Revue forestière française*, vol. XXXIII, n° 4, 1981, pp. 449–477.

VANNIER (G.). – Modes d'exploitation et de partage des ressources alimentaires dans le système saprophage par les microarthropodes du sol. – *Bulletin d'Ecologie*, vol. 16, 1985, pp. 19–34.

VANNIER (G.), KILBERTUS (G.). – Participation des Insectes Collemboles et des microorganismes telluriques aux processus de migration des substances organo-minérales. In: Migrations organo-minérales dans les sols tempérés, Nancy, 24-28/09/1979. – Paris: Editions du C.N.R.S., 1981, pp. 133–144 (Colloques internationaux du C.N.R.S., n° 303).

VEDY (J.C.). BRUCKERT (S.). – Les solutions du sol. Composition et signification pédogénétique. In: Pédologie. II. Constituants et propriétés du sol / ed. Ph. Duchaufour. – Paris: Masson, 1979, pp. 161–186.

CARACTÉRISATION DES HUMUS ET DES LITIÈRES PAR LA FAUNE DU SOL. INTÉRÊT SYLVICOLE (Résumé).

Les recherches effectuées en forêt d'Orléans dans le cadre du projet PIREN-CNRS «Influence des monocultures de résineux et alternatives possibles» ont permis de mettre en évidence l'intérêt de l'étude de la faune du sol en sylviculture. Parmi les groupes zoologiques étudiés, on peut distinguer différentes sensibilités aux conditions de milieu régnant dans le sol, certains groupes réagissant plutôt à la nature de la litière (lorsqu'elle est leur principal aliment), d'autres au mode d'humification (évolution vers un type d'humus donné), d'autres encore aux caractéristiques physico-chimiques de l'eau du sol. Les expériences de nutrition effectuées montrent également que, contrairement aux thèses courantes sur l'influence nocive de l'enrésinement, les aiguilles de conifères constituent un meilleur aliment pour certains représentants de la faune que les feuilles de Chêne, du moins en ce qui concerne les feuilles fraîchement tombées. Il convient donc de réviser certaines de nos idées concernant les litières forestières et le déterminisme de leur évolution, à la lumière des résultats acquis en écologie du sol.

CHARACTERIZATION OF HUMUS AND LITTER TYPES BY THEIR SOIL FAUNA. SILVICULTURAL IMPORTANCE (Summary).

The research carried out in the forest of Orléans as part of the PIREN-CNRS project "Effects of coniferous monocultures and possible alternatives" showed the silvicultural importance of the study of soil fauna. There were differences between the zoological groups in their studied sensitivity to soil environmental conditions, with some groups reacting more to the nature of the litter (when it is their main source of nutrition), others to the method of humification (formation of a given type of humus), still others to the physico-chemical characteristics of the soil water. The nutrition experiments carried out also showed that, contrary to current arguments on the harmful effects of planting conifers, conifer needles form a better source of nutrition than oak leaves for some of the fauna, at least as far as newly-fallen leaves are concerned. It would therefore be advisable to revise some of our ideas on forest litters and the factors affecting their development in the light of results from soil ecology studies.

CHARAKTERISIERUNG DER HUMUSARTEN UND DER STREUSCHICHTEN NACH DER BODENFAUNA. IHRE FORSTWIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG (Zusammenfassung).

Die im Wald von Orléans im Rahmen des PIREN-CNRS Projekts durchgeführten Untersuchungen über den "Einfluss der Nadelholzmonokulturen und mögliche Alternativen" haben es erlaubt, das Interesse der Erforschung der Bodenfauna für die Forstwirtschaft hervorzuheben. Bei den untersuchten zoologischen Gruppen kann man unterschiedliche Sensibilitäten gegenüber den im Boden herrschenden Milieubedingungen feststellen; manche Gruppen reagieren mehr auf die Natur der Streuschicht (wenn diese ihr Hauptnahrungsmittel darstellt), andere auf die Art der Humuswerdung (Entwicklung auf einen bestimmten Humustyp hin); andere wieder auf die physischen und chemischen Eigenschaften des im Boden enthaltenen Wassers. Die durchgeführten Ernährungsversuche zeigen weiterhin, dass entgegen den geläufigen Thesen über den schädlichen Einfluss der Verharzung, die Nadeln der Koniferen eine bessere Nahrung für gewisse Vertreter der Fauna darstellen als Eichenblätter, zumindest was die Frisch gefallenen Blätter angeht. Einige unserer Ideen bezüglich der Streuschichten und des Determinismus ihrer Entwicklung müssen daher im Licht der in der Bodenökologie erzielten Ergebnisse revidiert werden.

**CARACTERIZACION DE LOS HUMUS Y DE LAS PAJAZAS POR LA FAUNA DEL SUELO.
INTERES SILVICOLA (Resumen).**

Las investigaciones efectuadas en el bosque de Orléans en el cuadro dei proyecto PIREN-CNRS «Influencia de los monocultivos de resinosos y alternativas posibles» han permitido poner en evidencia el interes del estudio de la fauna del suelo en silvicultura. Entre los grupos zoológicos estudiados, se pueden distinguir diferentes sensibilidades a las condiciones dei ambiente que reina en el suelo; ciertos grupos reaccionan màs bien a la naturaleza de la pajaza (cuando es su principal alimento), otros al modo de humificación (evolución hacia un tipo de humus determinado), otros aún a las características fisico-químicas dei agua dei suelo. Las experiencias de nutrición efectuadas muestran igualmente que, contrariamente a las tesis corrientes sobre la influencia nociva del enresinamiento, las agujas de las coníferas constituyen un mejor alimento para ciertos representantes de la fauna que las hojas del Roble, al menos en 10 que concierne a las hojas recién caídas. Conviene, pues, revisar algunas de nuestras ideas concernientes a las pejazas forestales y al determinismo de su evolución, a la luz de los resultados adquiridos en ecología del suelo.

LÉGENDES DES FIGURES

Figure 1 NÉMATODE DORYLAIMIDAE. Régime alimentaire: nourriture variée. D'autres Nématodes libres appartiennent à des groupes trophiques bien caractérisés (bactériophages, mycophages, micro-herbivores, phytoparasites externes des racines, prédateurs).

Figure 2 *TOMOCERUS MINOR*, COLLEMBOLE EPIGÉ. Cet animal hygrophile se nourrit de fragments foliaires et de champignons.

Figure 3 FRAGMENTS DE TISSUS RACINAIRES EN DÉCOMPOSITION, après attaque par un Collembole endogé, *Mesaphorura macrochaeta*. Dépôt des déjections sur place: processus de type moder.

Figure 4 VALEUR INDICATRICE DES INSECTES COLLEMBOLÉS VIS-À-VIS DES TYPES D'HUMUS. Analyse des correspondances, représentation simultanée des espèces (codes à 3 lettres) et des relevés dans le plan des axes 1 (acidité) et 3 (hydromorphie) (d'après Ponge, 1983).

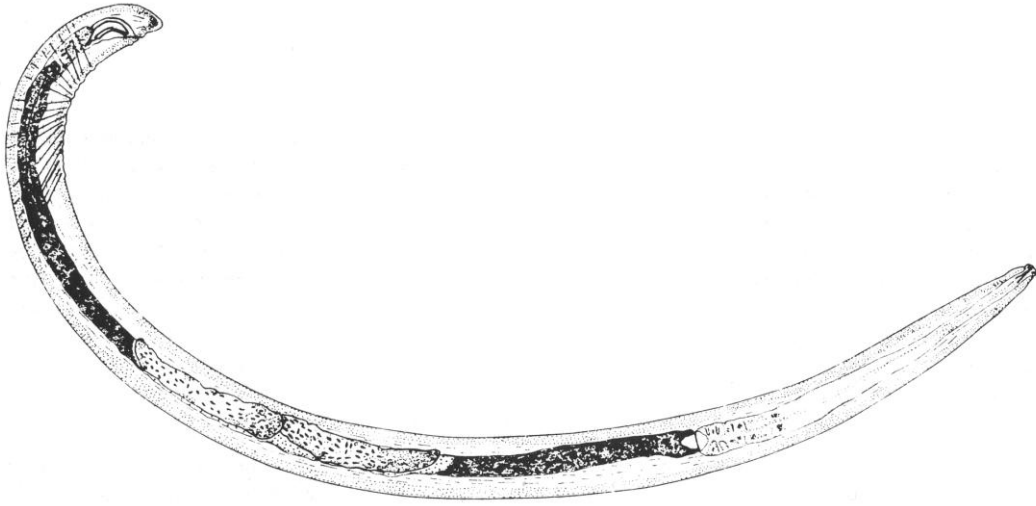


Fig. 1

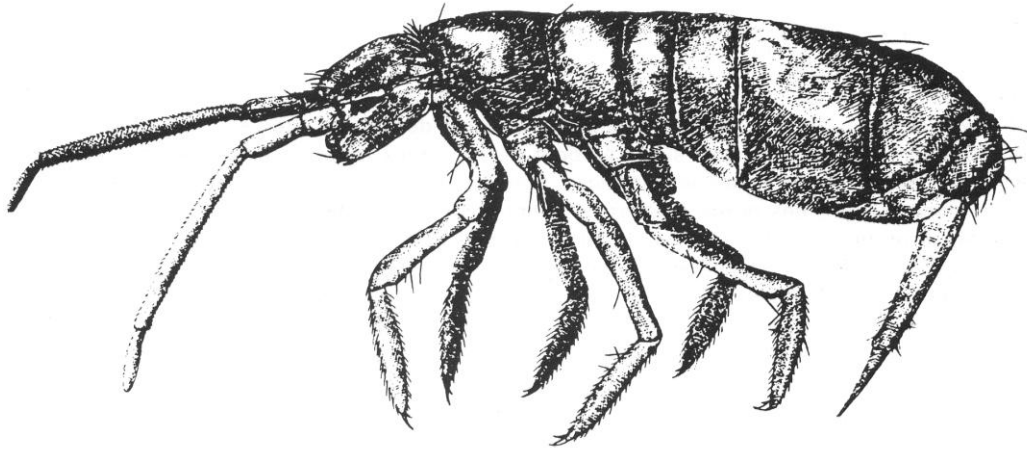


Fig. 2

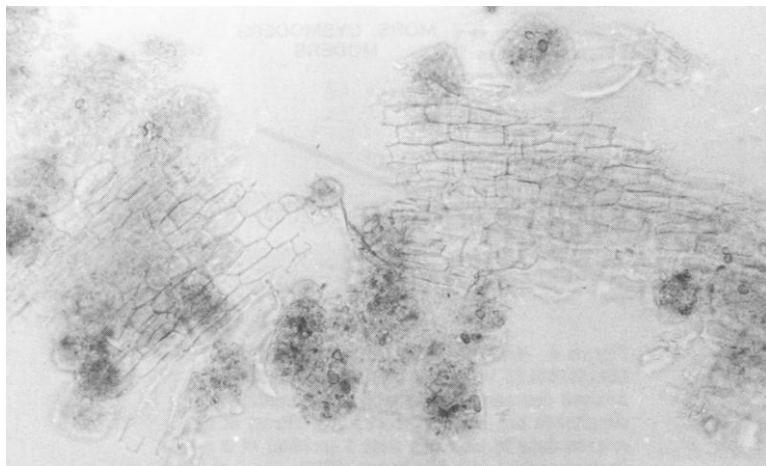


Fig. 3

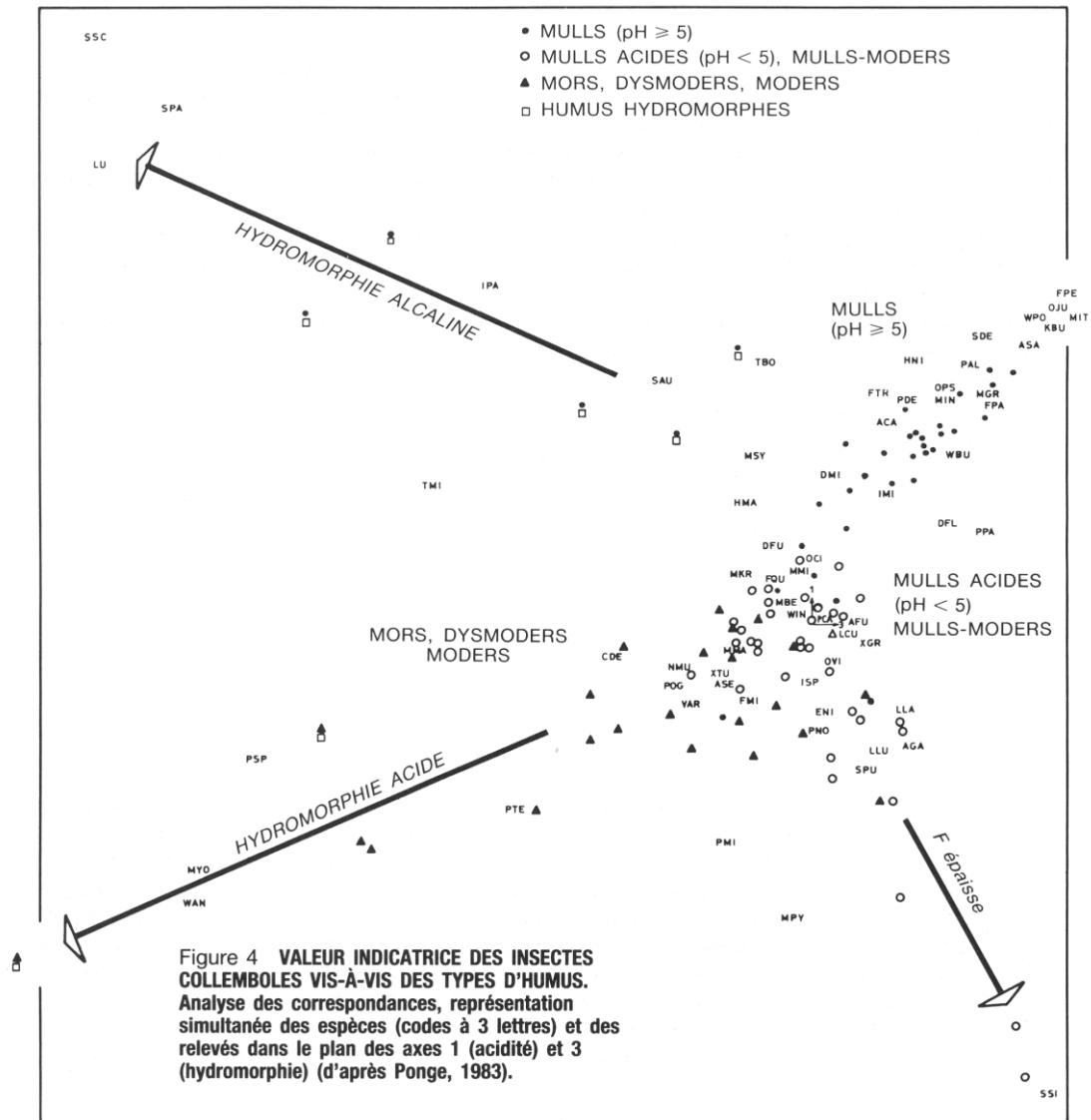


Fig. 4