



HAL
open science

Étude des relations microflore-microfaune: expériences sur *Pseudosinella alba* (Packard), Collembole mycophage

Jean-François Ponge, Marie-José Charpentié

► To cite this version:

Jean-François Ponge, Marie-José Charpentié. Étude des relations microflore-microfaune: expériences sur *Pseudosinella alba* (Packard), Collembole mycophage. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, 1981, 18 (3), pp.291-303. hal-00507105

HAL Id: hal-00507105

<https://hal.science/hal-00507105>

Submitted on 28 Jan 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Étude des relations microflore-microfaune: expériences sur *Pseudosinella alba* (Packard), Collembole mycophage

PAR

J.-F. PONGE * et Marie-José CHARPENTIE **

* *Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire d'Écologie générale, E.R. 204, C.N.R.S., 4, avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy (France)*

** *Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire .de Cryptogamie, 12, rue de Buffon, 75005 Paris (France)*

INTRODUCTION

La première étude réellement scientifique de l'alimentation des Collemboles est celle de POOLE (1959) qui a mis en évidence, par l'observation systématique du contenu du tube digestif de 128 individus appartenant à 13 espèces, quatre catégories d'aliments: particules minérales, lignine ou cellulose (c'est-à-dire parois de cellules végétales), spores et hyphes fongiques, Il s'agissait évidemment de résidus identifiables non digérés. Cette étude a permis d'établir de manière indubitable l'importance des champignons dans l'alimentation des Collemboles. Ceci a été confirmé par les observations de l'un d'entre nous portant également sur le contenu du tube digestif (ARPIN *et al.*, 1980).

Les travaux sur l'alimentation des Collemboles, ultérieurs à celui de POOLE, utilisent diverses techniques: observation du contenu du tube digestif par transparence à travers le corps de l'animal (nombreux travaux de BODVARSSON, 1970 à ARPIN *et al.*, 1980); observation de ce contenu après dissection (nombreux travaux également, de KNIGHT et ANGEL, 1967 à MAC MILLAN, 1975); ensemencement de plaques de gélose par les déjections diluées, isolation des souches bactériennes et fongiques, détermination (CHRISTEN, 1975; PHERSON et BEATTIE, 1979; WIGGINS et CURL, 1979); un travail original de KILBERTUS et VANNIER (1979) utilise la microscopie électronique (à balayage et à transmission) pour l'observation des déjections. Une revue détaillée de ces techniques figure dans un article de MASSOUD et NAJT (1976).

Des expériences portant sur les préférences alimentaires (choix) ont été réalisées par différents

chercheurs, de FARAHAT (1966) à VISSER et WHITTAKER (1977) sur des champignons, des levures, des actinomycètes et des bactéries. Cependant, toutes ces études, parfois fort délicates, débouchent sur une question à laquelle elles ne peuvent répondre: quel est l'impact réel des Collemboles sur les populations de champignons (ou de bactéries) du sol, les Collemboles sont-ils capables dans le sol de contrôler des populations microbiennes? Il s'agit donc de dépasser l'aspect purement descriptif des études citées ci-dessus pour aborder le fonctionnement de l'ensemble microfaune-microflore. Les travaux les plus récents vont dans ce sens (VAN DER DRIFT et JANSEN, 1977; PARKINSON *et al.*, 1977; HANLON et ANDERSON, 1979; BOOTH et ANDERSON, 1979; PARKINSON *et al.*, 1979), mais un court travail de CERVEK (1971) avait déjà établi indubitablement une perte totale de fertilité des spores de *Penicillium sp.* après ingestion par le Collembole *Entomobryoides purpurascens*.

Une étude précédente effectuée par l'un d'entre nous (ARPIN *et al.*, 1980) avait permis de mettre en évidence le comportement strictement mycophage de *Pseudosinella alba*, Collembole édaphique peuplant essentiellement les premiers centimètres des sols à mull, forestiers ou non (PONGE, 1980). Cette spécificité du régime alimentaire a déjà été établie par SHARMA et MAC KEVAN (1963). Il était donc intéressant de savoir si cette espèce s'attaquait indifféremment à toutes les espèces de champignons peuplant la rendzine forestière étudiée, ou bien si elle avait des préférences ou même des exigences strictes. D'autre part, il fallait savoir quels étaient les organes préférentiellement ingérés, les animaux capturés sur le terrain (essentiellement porteurs d'hyphes mycéliennes) n'ayant pas forcément le régime alimentaire de leur choix. L'étude de l'impact sur les colonies fongiques du sol devait être évidemment la conclusion logique de ce travail.

I. – DESCRIPTION DES EXPÉRIENCES

1. Élevages sur souches pures.

La plupart des expériences entreprises sur les choix alimentaires des Collemboles ont consisté à présenter à l'animal, simultanément, diverses souches fongiques ou bactériennes, puis à compter le nombre d'individus se nourrissant de chaque souche, à intervalles réguliers (SINGH, 1969; MAC MILLAN, 1976; VISSER ET WHITTAKER, 1977). Le risque de telles expériences est de voir rapidement se produire des contaminations, les animaux se déplaçant d'une souche à l'autre. Cette contamination peut très bien se produire sans que l'on s'en aperçoive et l'animal peut se nourrir uniquement du contaminant! Pareille mésaventure nous est d'ailleurs arrivée, comme l'on s'en rendra compte plus avant. D'autre part, dans ce type d'expériences on peut mettre en

évidence des préférences, sans que cela renseigne pour autant sur le comportement de l'animal dans la nature. En particulier, on ne peut pas distinguer entre les espèces toxiques pour le Collembole, et qu'il fuit éventuellement, et celles qu'il n'a pas choisies parce qu'il était plutôt attiré par telle ou telle autre, sans que cela soit pour autant indispensable à sa survie. La différence est pourtant grande!

C'est pourquoi certains chercheurs ont préféré réaliser des élevages sur des souches pures de champignons, le comportement alimentaire de l'espèce étant soit observé à la loupe (dépôt de déjections, reproduction, MILLS et SINHA, 1971), soit mesuré (pourcentage de mortalité, HARASYMEK et SINHA, 1974). C'est la première méthode qui a été choisie ici.

Des essais préliminaires avec des souches pures sur malt-agar ayant abouti à une mort rapide des Collemboles, c'est une culture sur sol qui a été utilisée (sol broyé, tamisé, réhumidifié et stérilisé dans les enceintes d'élevage en verre). Une feuille de charme (*Carpinus betulus* L.) a été ajoutée par-dessus le sol afin de distinguer éventuellement une action différentielle par rapport au sol. Les enceintes d'élevage ont été inoculées avec 28 espèces de champignons, à raison de deux récipients par souche, et maintenues dans une enceinte close à 15° C (température moyenne du sol étudié au cours des trois saisons printemps-été-automne). Au bout d'un mois, un des deux récipients a été ouvert afin d'y introduire une vingtaine de *Pseudosinella alba* provenant d'un élevage sur sol à la même température. Au bout d'un mois, les deux récipients (témoin et essai) sont comparés. Des déjections sont montées dans une goutte de bleu de méthyle-lactophénol, ainsi que des fragments de la culture de champignons prélevés dans l'autre récipient. L'aspect des spores ou des autres organes ingérés est noté dans les deux cas.

Les souches utilisées sont les suivantes

Rhizopus nigricans Ehrenberg *

Penicillium pulvillorum Turfitt

Penicillium spinulosum Thom

Penicillium thomii Maire

Penicillium expansum Link ex F.S. Gray

Penicillium stoloniferum Thom

* Souches fournies par G. KILBERTUS de l'Université de Nancy I, Laboratoire de Botanique et de Microbiologie, que nous remercions vivement. Elles ont été isolées du sol étudié.

Penicillium raistrickii Smith ***

Trichoderma harzianum Rifai

Botrytis cinerea Pers. ex Fr.

Gliocladium deliquescens Sopp

Ulocladium consortiale (Thum.) Simmons

Cylindrocarpon destructans (Zins.) Scholten

Verticillium catenulatum (Kamyschko ex Barronet Onions)

Verticillium lecanii (Zimm.) Viegas

Verticillium dahliae Kleb

Stachybotrys atra Corda

Phoma eupyrena Sacc. **

Cladosporium cladosporioides (Fresen.) de Vries

Humicola fusco-atra var. *fusco-atra* (Fass.)

Doratomyces stemonitis (Pers. ex Fr.)

Epicoccum purpurascens Ehrenb. ex Schlecht *

Sporothrix schenkii Hektoen et Perkins

Aspergillus fumigatus Fresenius *

Aureobasidium pullulans (De Bary) Arn. var. *melanigenum* Hermanides Nijhof *

mycélium stérile hyalin

mycélium stérile basidiomycète

mycélium cf. *Chaetomium*

mycélium cf. *Volutella* *

2. Détermination du pourcentage de germination des spores.

L'impact de *Pseudosinella alba* sur la germination des spores (conidies) de micromycètes a été mesuré à l'aide du pourcentage de germination. Des spores prélevées dans la culture sur sol ont été montées entre lame et

* Souches fournies par G. KILBERTUS de l'Université de Nancy I, Laboratoire de Botanique et de Microbiologie, que nous remercions vivement. Elles ont été isolées du sol étudié.

** Détermination effectuée par M. MORELET, du CNRF-Nancy, Laboratoire de Pathologie forestière, que nous remercions vivement.

*** Détermination effectuée par le Dr SAMSON du CBS-Baarn (Pays-Bas).

lamelle dans une goutte d'eau distillée additionnée d'extrait de malt, et mises en incubation à 15° C pendant trois jours dans une enceinte à humidité saturante (afin d'éviter le dessèchement des lames). Parallèlement des déjections de *Pseudosinella alba* ont été dilacérées et montées de la même manière. Le comptage des spores germées ou non a été effectué au microscope ($\times 40$) en parcourant les bords de la lamelle (les spores situées au centre de la préparation germant beaucoup plus tardivement, à cause du déficit d'oxygène). Cette technique est pratiquement similaire à celle de CERVEK (1971) et offre plus de sécurité et de précision que la technique classique de suspension-dilution avec ensemencement sur gélose.

Seules les spores isolées ont été comptabilisées dans cette expérience car il a été observé que, lorsque des spores sont agglutinées, seules une ou deux d'entre elles sont capables de germer, les autres étant inhibées; d'autre part, dans le cas des spores cloisonnées (*Ulocladium consortiale*), en général une seule des cellules émet un tube germinatif, cependant il arrive que deux ou trois tubes germinatifs soient émis: dans ce cas, une seule germination a été comptée.

II. – RÉSULTATS

1. Observation des cultures et des déjections.

Dans tous les cas, sauf *Trichoderma harzianum* (et très faiblement avec *Gliocladium deliquescens*), un impact a eu lieu sur la culture de champignons, sous la forme de plages d'action (parties dénudées d'où tout le mycélium et les organes sporifères ont disparu et sur lesquels sont déposées, en général, des déjections), pouvant aboutir à une disparition totale du mycélium extramatriciel et des spores à mesure que confluent les plages d'action. L'action est différente selon les espèces (Tab. I).

Aucune population de *Pseudosinella alba* n'a disparu, bien qu'il y ait eu toujours une certaine mortalité (c'est un phénomène général, dans tous les cas de changement des conditions d'élevage), et dans la plupart des cas (sauf avec *Trichoderma harzianum* et *Gliocladium deliquescens*), il y a eu reproduction, et apparition de jeunes.

S'il n'est pas possible d'établir une liste préférentielle des espèces (tous les critères qui peuvent être utilisés comportent une part de subjectivité), on peut remarquer cependant que les spores, en général, et quelle que soit leur taille, semblent préférées aux hyphes et aux conidiophores. Lorsqu'un champignon sporule, ce sont

les spores qui sont ingérées pratiquement seules (tous les *Penicillium*, *Epicoccum purpurascens*, *Ulocladium consortiale*, *Aspergillus fumigatus*, *Rhizopus nigricans*), ou avec des fragments de conidiophores (*Doratomyces stemonitis*, *Stachybotrys atra*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cladosporioides*).

Lorsqu'il s'agit d'un mycélium stérile, les hyphes sont coupées en morceaux: dans le cas du mycélium stérile hyalin, on ne retrouve pas de fragments intacts dans les déjections, il semble que la lyse soit complète; dans le cas du mycélium attribué à un *Chaetomium*, les seuls éléments identifiables sont les fragments des longs poils dématiés entourant les ascomates formés par ce champignon, les autres éléments non dématiés étant probablement lysés (Pl. II a et II b). Il semble donc que les fragments de mycélium hyalin soient lysés, les éléments dématiés étant plus résistants (du moins leur paroi, car le cytoplasme disparaît probablement à la suite de la fragmentation). Ceci est à rapprocher des observations de REISINGER (1973) sur l'Oribate *Tyrophagus putrescentiae*, qui a mis en évidence la nécessité d'une double digestion pour l'attaque des parois mélanisées.

Le cas de *Verticillium catenulatum* est à signaler, car les déjections montrent uniquement des chlamydospores, alors qu'on ne retrouve pas de conidies, pourtant émises en grand nombre et très petites. S'agit-il d'un choix, ou bien les autres éléments, dont les conidies, ont-ils été entièrement lysés? La question reste posée. Par contre, chez *Phoma eupyrena*, on retrouve des chlamydospores au milieu de filaments mycéliens dématiés coupés en petits morceaux.

Les sclérotés (*Botrytis cinerea*, *Penicillium Pulvillorum*, *P. thomii*, *P. raistrickii*) ne sont pas consommés, ils subsistent lorsque toutes les autres parties du champignon ont disparu. Les pycnides de *Phoma eupyrena*, avec leurs spores, n'ont pas été consommées. Dans ces deux cas (sclérotés et pycnides), c'est probablement la dureté des parois qui protège ces organes de l'attaque du Collembole.

Certaines souches n'ont pas formé de tapis mycélien: c'est le cas du mycélium stérile dématié attribué à *Volutella*, qui s'est développé uniquement à l'intérieur de la feuille, sans mycélium aérien et sans fructifications (sporodochies); c'est également le cas d'*Aureobasidium pullulans* var. *melanigenum*. *Penicillium rubrum* et *Paecilomyces niphedodes*, eux, se sont très mal développés dans les conditions de l'expérience. Aucune action de *Pseudosinella alba* n'a donc pu être observée sur ces quatre espèces.

2. Étude de la viabilité des spores dans les déjections.

Les résultats de l'expérience de germination des spores figurent dans le tableau II. Ce tableau appelle quelques remarques. Tout d'abord, dans certains cas le prélèvement des déjections est particulièrement difficile

(c'est d'ailleurs pourquoi toutes les espèces ingérées n'y figurent pas) et des contaminations se produisent au passage, par les spores environnantes. Les pourcentages de germination des spores contenues dans les déjections sont donc, dans certains cas, surévalués. Cependant, même si l'on conserve les chiffres tels qu'ils figurent dans ce tableau, on peut voir que l'impact est très grand, puisque l'on passe, en général, d'une valeur comprise entre 90 et 100% dans la culture, à une valeur comprise entre 0 et 10% dans les déjections. Dans le cas de *Cladosporium cladosporioides*, on passe de 17 à 5%: le pourcentage de germination des spores prises dans la culture est faible, et celui des déjections, rapporté au précédent, montre un impact relativement modeste; ce phénomène est curieux, peut-être est-il dû au fait que la paroi serait résistante à la fois au passage de l'eau nécessaire au gonflement et aux enzymes digestifs du Collemboule? *Botrytis cinerea* a également un pouvoir germinatif faible (33%, faiblesse du pouvoir germinatif signalée par BARRON, 1968), mais les blastospores, très grosses et à paroi très mince, sont complètement dilacérées par le passage entre les mandibules de *Pseudosinella alba*. Le pouvoir germinatif de cette espèce est donc nul dans les déjections. *Aspergillus fumigatus* germe extrêmement lentement (dans les conditions d'incubation à 15°C), puisqu'au bout de 6 jours (la durée des autres incubations est de 3 jours) seules 2% des spores de la culture ont germé (0% dans les déjections). Cette espèce ne figure donc pas dans le tableau.

Le cas d'*Humicola fusco-atra* var. *fusco-atra* est un peu particulier car on a mesuré le pourcentage de germination d'un contaminant. Ce contaminant (non visible à la loupe, sinon l'expérience aurait été refaite) a envahi la culture (avec et sans les Collemboules, c'est probablement la souche elle-même qui était contaminée) et ce sont des conidies nombreuses qui ont été préférées aux aleuries plus isolées et plus grosses d'*Humicola* (on retrouve ces aleuries en quelques exemplaires dans les déjections).

L'aspect des spores lui-même, au microscope photonique ordinaire, est considérablement modifié après le passage dans le tube digestif de *Pseudosinella alba*. D'une façon générale, le contenu cytoplasmique disparaît, ce qui se traduit par une différence de coloration, les spores viables apparaissant colorées en bleu à l'intérieur par le bleu de méthyle, les spores ingérées (à l'exception de quelques-unes qui restent viables ou proviennent d'une contamination) ne fixant pas le colorant à l'intérieur (Pl. I a et I b, I c et I d, I e et I f). Les petites spores de *Penicillium* (Pl. I c et I d, I e et I f) ne présentent pas de modifications de la paroi, probablement à cause de leur petite taille, mais les spores plus grosses apparaissent fortement abîmées: paroi amincie et déformée (*Doratomyces stemonitis*, Pl. I a et I b; *Rhizopus nigricans*, Pl. II c et II d) ou brisée (*Ulocladium consortiale*, Pl. II e et II f). Le cas de *Rhizopus nigricans* est à signaler car ce Phycomycète ne réagit pas de la même façon que les autres souches (Hyphomycètes) à la coloration: alors que d'habitude les spores sont fortement colorées en

bleu par le bleu de méthyle, le mycélium restant bleu pâle (à l'exception des metulae chez les *Penicillium*), chez *Rhizopus* c'est le contraire qui se produit: le mycélium, la columelle et la paroi du sporange sont fortement colorés en bleu, mais les spores restent incolores, même leur paroi (Pl. II c). Une fois ingérées, leur paroi apparaît fortement plissée et colorée en bleu, le contenu des cellules paraissant vide (Pl. II d): il y a donc eu probablement une modification de la paroi des spores en plus de la digestion du cytoplasme*.

III. – DISCUSSION

1. *Pseudosinella alba* a-t-elle un rôle régulateur vis-à-vis de la microflore fongique du sol?

Les expériences exposées ci-dessus montrent que ce Collembole est capable de débarrasser le sol d'une colonie fongique monospécifique. Les spores contenues dans les déjections qu'elle laisse sur place ont un coefficient de germination considérablement plus bas et, même si quelques-unes germent effectivement, il est probable que les hyphes formées sont rapidement consommées. Une population de *Pseudosinella alba*, espèce présente tout au long de l'année dans les premiers centimètres des sols à humus doux (forestiers ou non), exerce donc une pression de prédation non négligeable sur les champignons du sol.

Il existe une certaine controverse quant au rôle effectif joué par les Collemboles (et les autres microarthropodes) à l'égard des champignons du sol. Le travail de PHERSON et BEATTIE (1979) a montré que le rôle de transporteur de germes joué par les Collemboles (ici un lot de 4 espèces ne comprenant pas *Pseudosinella alba*) n'est pas négligeable: ils transporteraient des spores viables à la fois à l'intérieur de leur tube digestif et sur leur tégument. Nous avons vu que chez *Entomobryoides purpurascens* (CERVEK, 1971) le transport de spores viables dans le tube digestif est pratiquement nul, en tout cas avec l'espèce de *Penicillium* étudiée; nous avons vu également que, chez *Pseudosinella alba*, l'impact du passage par le tube digestif sur le coefficient de germination est considérable. Malgré tout, il suffit d'une spore viable dans une déjection pour assurer à une espèce fongique des chances de recoloniser un micro-site où elle n'est pas présente; cependant, que deviendra la colonie issue de cette spore si l'espèce animale maintient sa pression de prédation?

Il importe peu ici de savoir lequel l'emporte du rôle de dissémination ou du rôle de destruction. Il est probable que cet équilibre est fonction des espèces de champignons (toutes les spores n'adhèrent pas au tégument

* Il faut noter que la composition chimique de la paroi cellulaire des Phycomycètes diffère fondamentalement de celle des autres champignons, en particulier par l'absence de chitine (ROSENBERGER, 1976).

des Collemboles) et surtout des espèces de Collemboles. Les observations en microscopie électronique de KILBERTUS et VANNIER (1979) sur les déjections émises par *Tomocerus minor*, *Allacma fusca* et *Orchesella villosa* (trois espèces qui ne sont pas de vrais mycophages comme *Pseudosinella alba*) montrent que la première de ces espèces semble ne pas altérer les hyphes mycéliennes qu'elle ingère, la seconde altère profondément les spores et laisse intactes (?) les hyphes, la troisième vide de leur contenu cytoplasmique les hyphes mycéliennes. Les travaux très originaux de PARKINSON, VISSER et WHITTAKER (1977, 1979) sur *Onychiurus subtenuis* montrent qu'un Collembole est capable de favoriser une espèce de champignon (ici un mycélium stérile dématié) au détriment d'une autre (mycélium stérile basidiomycète) lorsque ces deux souches sont inoculées ensemble, les préférences montrées par ce Collembole à l'égard de la souche dématiée déplaçant l'équilibre en faveur du Basidiomycète, alors que c'est le contraire qui se produit en l'absence des *Onychiurus*. Toutes ces actions exercées par les Collemboles sur les champignons du sol sont en réalité les facettes d'un seul et même phénomène: le contrôle exercé par la faune du sol sur la microflore.

2. *Pseudosinella alba* s'attaque-t-elle indifféremment à toutes les espèces de Champignons?

Il semble que l'éventail des espèces dont *Pseudosinella alba* est capable de se nourrir soit très vaste. Mis à part *Gliocladium deliquescens* et *Trichoderma harzianum* (pour quelles raisons, la question reste posée) toutes les autres souches à mycélium aérien ont subi un «nettoyage» de la part de ce Collembole. Aucune préférence n'a été montrée par exemple pour les champignons dématiés, alors que les travaux de POOLE (1959) et MILLS et SINHA (1971) semblent montrer un tel phénomène. Il faut remarquer cependant que POOLE a observé des contenus de tubes digestifs, or le présent travail a montré que les hyphes hyalines étaient beaucoup plus altérées par la digestion que les hyphes mélanisées: on peut donc s'attendre à trouver, parmi les éléments reconnaissables, une majorité de fragments dématiés dans des animaux pris sur le terrain. D'autre part, le Collembole étudié par MILLS et SINHA (*Hypogastrura tullbergi*) semble préférer nettement les champignons à faible degré de sporulation (donc, bien souvent, des Dématiés), ce qui n'est pas le cas de *Pseudosinella alba* (qui semble apprécier les *Penicillium* dont le conidiophore n'est pas trop long).

On peut se demander pourquoi, dans un précédent travail effectué par l'un d'entre nous (ARPIN *et al.*, 1980) il a été observé essentiellement des hyphes dans le contenu intestinal de *Pseudosinella alba*, alors que dans les expériences présentes, cette espèce semble préférer nettement les spores. Il faut souligner cependant que la sporulation des champignons est différente dans le sol et sur malt-agar, et que la culture sur gélose favorise les espèces à développement rapide et forte sporulation (*Penicillium*, *Trichoderma*, etc...), qui sont sans doute

beaucoup moins abondants dans le sol, et y sporulent beaucoup moins.

D'autre part, il est possible que *Pseudosinella alba*, exclusivement mycophage, soit capable de se nourrir dans des micro-sites contenant seulement des hyphes et délaissés par les autres espèces, moins strictement inféodées aux champignons.

IV. – CONCLUSION: L'UTILISATION DES COLLEMBOLLES DANS LA LUTTE CONTRE LES CHAMPIGNONS PATHOGÈNES

Parmi les espèces de champignons ingérées activement par *Pseudosinella alba* se trouvent deux sévères pathogènes de plantes cultivées: *Botrytis cinerea* et *Verticillium dahliae*. L'utilisation de cette espèce de Collembole, qui se reproduit très bien en élevage, peut donc être envisagée. On la trouve en grande quantité dans tous les sols (forestiers ou non) alcalins, neutres ou faiblement acides (sols à mull) (PONGE, 1980). Dans les sols acides à moder ou à dysmoder, elle est remplacée par *Pseudosinella mauli* Stomp qui, d'après nos observations, semble se nourrir également exclusivement de champignons. On peut donc choisir l'une ou l'autre de ces deux espèces selon le pH du milieu considéré.

En effet, si les *Pseudosinella* sont présentes dans tous les sols naturels, il se peut qu'elles soient absentes dans les sols de certains champs (voir PONGE, 1980, en ce qui concerne la rareté de la faune dans les sols de champs, en surface), les sols horticoles ou maraîchers de serre, ou bien en aquaculture (cultures sur vermiculite imprégnée d'une solution nutritive). Dans tous ces cas, on pourrait envisager, après avoir vérifié que ces animaux sont bien absents, de les introduire, ne serait-ce qu'en petite quantité (reproduction naturelle). Si l'on désire des stocks plus importants, un élevage préalable est nécessaire.

SUMMARY

29 pure strains of soil fungi have been tested as nutrients for *Pseudosinella alba* (Collembola). Action on the hyphal mat has been noticed and the excrements were studied under light microscope. Also was measured the effect of ingestion of conidiospores on their germinative power. As a result, it was established that *Pseudosinella alba* has a considerable impact on fungal soil colonies. Possibility of utilization of it in biological control of soil fungi is discussed.

RESUME

29 souches pures de champignons du sol ont été testées comme aliments pour *Pseudosinella alba* (Collembola). L'action sur le tapis mycélien a été notée et les déjections ont été étudiées au microscope photonique. L'effet de l'ingestion sur le pouvoir germinatif des conidies a été également mesuré. Comme résultat, il a été établi que *Pseudosinella alba* a un impact considérable sur les colonies fongiques du sol. La possibilité de son utilisation pour le contrôle biologique des champignons du sol est discutée.

BIBLIOGRAPHIE

- ARPIN (P.), KILBERTUS (G.), PONGE (J.-F.) et VANNIER (G.), 1980. – Importance de la microflore et de la microfaune en milieu forestier. In *Actualités d'écologie forestière*, ouvrage collectif sous la direction P. Pesson. Gauthier-Villars, Paris: 87–150.
- BARRON (G.L.), 1968. – *The genera of Hyphomycetes from soil*. R.E. Krieger Publishing Co., New York, USA, 364 p.
- BODVARSSON (H.), 1970. – Alimentary studies of seven common soil-inhabiting Collembola of Southern Sweden. *Ent. Scand.*, **1**: 74–80.
- BOOTH (R.G.) et ANDERSON (J.M.), 1979. – The influence of fungal food quality on the growth and fecundity of *Folsomia candida* (Collembola: Isotomidae). *Oecologia*, **38**: 317–323.
- CERVEK (S.), 1971. – Fertility of conidiospores of *Penicillium* sp. in the excrements of *Entomobrya purpurascens* (Packard) Collembola, Entomobryidae. in *IV. Colloquium pedobiologiae, Dijon, 14–19/IX/1970*. INRA, Paris: 69–72.
- CHRISTEN (A.A.), 1975. – Some fungi associated with Collembola. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **12**: 723–728.
- FARAHAT (A.Z.), 1966. – Studies on the influence of some fungi on Collembola and Acari. *Pedobiologia*, **6**: 258–268.
- HANLON (R.D.G.) et ANDERSON (J.M.), 1979. – The effects of Collembola grazing on microbial activity in

- decomposing leaf litter. *Oecologia*, **38**: 93–99.
- HARASYMEK (L.) et SINHA (R.N.), 1974. – Survival of springtails *Hypogastrura tullbergi* and *Proisotoma minuta* on fungal and bacterial diets. *Environmental Entomology*, **3**: 965–968.
- KILBERTUS (G.) et VANNIER (G.), 1979. – Microbial analysis and weight estimation of feces produced by four sympatric Collembola species in forest litter. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **16**: 169–180.
- KNIGHT (C.B.) et ANGEL (R.A.), 1967. – A preliminary study of the dietary requirements of *Tomocerus* (Collembola). *Amer. Midland Natur.*, **77**: 510–517.
- MAC MILLAN (J.H.), 1975. – Interspecific and seasonal analyses of the gut contents of three Collembola (Family Onychiuridae). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **12**: 449–457.
- MAC MILLAN (J.H.), 1976. – Laboratory observations on the food preference of *Onychiurus armatus* (Tullb.) Gisin (Collembola, Family Onychiuridae). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **13**: 353–364.
- MASSOUD (Z.) et NAJT (J.), 1976. – Importance des techniques pour l'étude du régime alimentaire des Collemboles. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **13**: 147–153.
- MILLS (J.T.) et SINHA (R.N.), 1971. – Interactions between a springtail, *Hypogastrura tullbergi*, and soil-borne fungi. *Journal of Economic Entomology*, **64**: 398–401.
- PARKINSON (D.), VISSER (S.) et WHITTAKER (J.B.), 1977. – Effects of collembolan grazing on fungal colonisation of leaf litter. *Ecol. Bull. (Stockholm)*, **25**: 75–79.
- PARKINSON (D.), VISSER (S.) et WHITTAKER (J.B.), 1979. – Effects of collembolan grazing on fungal colonization of leaf litter. *Soil. Biol. Biochem.*, **11**: 529–535.
- PERSON (D.A.) et BEATTIE (A.J.), 1979. – Fungal loads of invertebrates in beech leaf litter. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **16**: 325–335.
- PONGE (J.-F.), 1980. – Les biocénoses des Collemboles de la forêt de Sénart. in *Actualités d'écologie forestière*, ouvrage collectif sous la direction de P. Pesson. Gauthier-Villars, Paris: 151–176.
- POOLE (T.B.), 1959. – Studies on the food of Collembola in a Douglas fir plantation. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, **132**: 71–82.

- REISINGER (O.), 1973. – Contribution à l'étude ultrastructurale de l'appareil sporifère de quelques hyphomycètes à paroi mélanisée. Genèse, modification et décomposition. Thèse de Doctorat d'État, Université Nancy I, 192 p.
- ROSENBERGER (R.F.), 1976. – The cell wall, in *The filamentous fungi*. Vol. II: *Biosynthesis and metabolism*, ouvrage collectif sous la direction de J.E. Smith et D.R. Berry. Edward Arnold, London: 328–344.
- SHARMA (G.D.) et MAC KEVAN (D.K.), 1963. – Observations on *Pseudosinella petterseni* and *Pseudosinella alba* (Collembola Entomobryidae) in Eastern Canada. *Pedobiologia*, **3**: 62–74.
- SINGH (S.B.), 1969. – Preliminary observations on the food preference of certain Collembola (Insecta). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **6**: 461–467.
- VAN DER DRIFT (J.) et JANSEN (E.), 1977. – Grazing of springtails on hyphal mats and its influence on fungal growth and respiration. *Ecol. Bull. (Stockholm)*, **25**: 203–209.
- VISSER (S.) et WHITTAKER (J.B.), 1977. – Feeding preferences for certain litter fungi by *Onychiurus subtenuis* (Collembola) *Oikos*, **29**: 320–325.
- WIGGINS (E.A.) et CURL (E.A.), 1979. – Interactions of Collembola and microflora of cotton rhizosphere. *Phytopathology*, **69**: 244–249.

LÉGENDES DES FIGURES

PL. I. – a: *Doralomyces stemonitis*: spores culture $\times 400$; b: *Doralomyces stemonilis*: spores déjection $\times 400$; c: *Penicillium spinulosum*: spores culture $\times 400$; d: *Penicillium spinulosum*: spores déjection $\times 400$; e: *Penicillium expansum*: spores culture $\times 400$; f: *Penicillium expansum*: spores déjection $\times 400$.

PL. II. – a: Mycélium cf. *Chaetomium*: ascomate (ASC) avec longs poils (LP) $\times 200$; b: Mycélium cf. *Chaetomium*: longs poils coupés en morceaux dans déjection $\times 200$; c: *Rhizopus nigricans*: spores culture $\times 400$; d: *Rhizopus nigricans*: spores déjection $\times 400$; e: *Ulocladium consortiale*: spores culture $\times 400$; f: *Ulocladium consortiale*: spores déjection $\times 400$.

TAB. I

Impact de *Pseudosinella alba* sur différentes cultures de champignons

PLAGES D'ACTION	SOL	FEUILLE
<i>Rhizopus nigricans</i>	++	++
<i>Penicillium pulvillorum</i>	+	+
<i>Penicillium spinulosum</i>	+	+
<i>Penicillium thomii</i>	+++	+++
<i>Penicillium expansum</i>	+++	+
<i>Penicillium stoloniferum</i>	+++	+
<i>Penicillium raistrickii</i>	+	+++
<i>Trichoderma harzianum</i>	0	0
<i>Botrytis cinerea</i>	+++	+++
<i>Gliocladium deliquescens</i>	0	0
<i>Ulocladium consortiale</i>	-	+
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	+++	0
<i>Verticillium catenulatum</i>	-	+++
<i>Verticillium lecanii</i>	-	+
<i>Verticillium dahliae</i>	-	+
<i>Stachybotrys atra</i>	-	+++
<i>Phoma eupyrena</i>	-	+
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	+++	+++
<i>Humicola fusco-atra</i> var. <i>fusco-atra</i>	-	+
<i>Doratomyces stemonitis</i>	+	+
<i>Epicoccum purpurascens</i>	-	+
<i>Sporothrix schenkii</i>	-	+++
<i>Aspergillus fumigatus</i>	-	+++
<i>Aureobasidium pullulans</i> var. <i>melanigenum</i>	0	0
mycélium stérile hyalin	-	+++
mycélium stérile basidiomycète	+++	+++
mycélium cf. <i>Chaelomium</i>	+	+
mycélium cf. <i>Volutella</i>	0	0

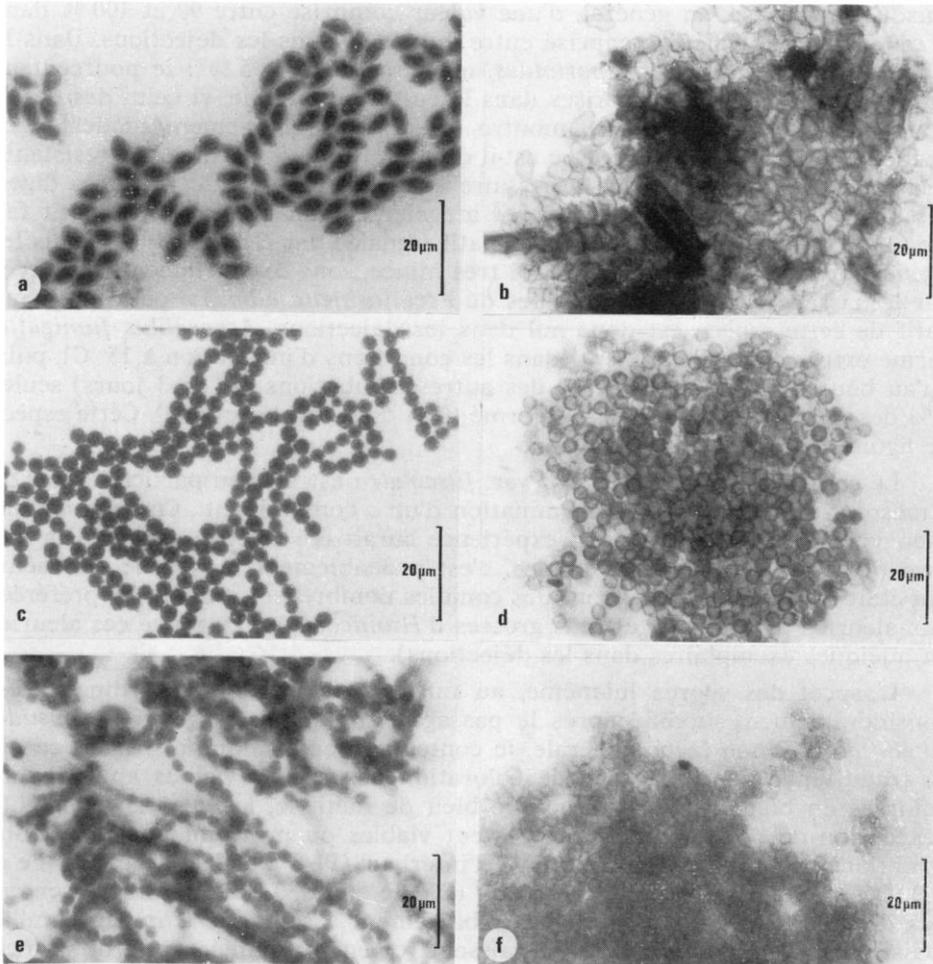
0 = pas de plages d'action; + = plages d'action isolées; ++ = plages d'action confluentes; +++ = sol ou feuille totalement nettoyés; - = pas de développement du champignon.

TAB. II

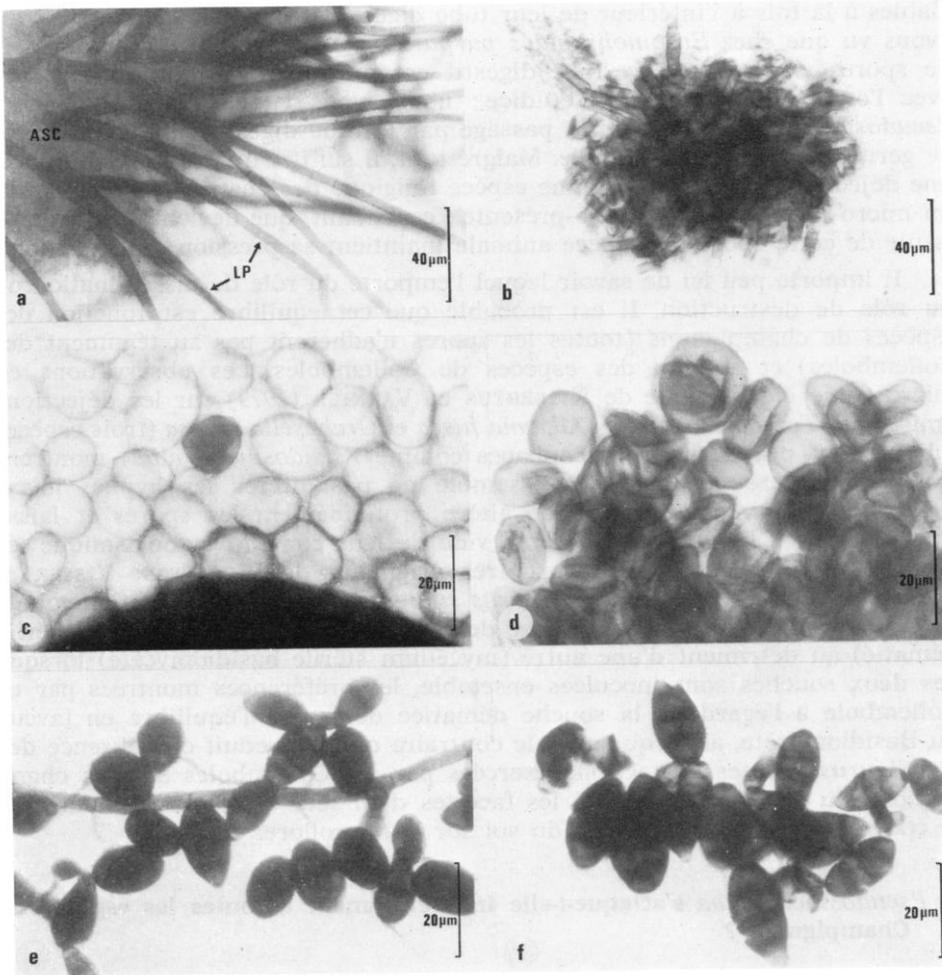
Pourcentages de germination des spores (conidies) prélevées dans la culture sur sol et dans les déjections de

Pseudosinella alba

POURCENTAGES DE GERMINATION DES SPORES	CULTURE	DEJECTIONS
<i>Penicillium expansum</i>	91%	4%
<i>Penicillium spinulosum</i>	94%	11%
<i>Penicillium stoloniferum</i>	100%	10%
<i>Penicillium raistrickii</i>	69%	3%
<i>Ulocladium consortiale</i>	96%	8%
<i>Doratomyces stemonitis</i>	99%	7%
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	17%	5%
<i>Epicoccum purpurascens</i>	94%	25%
<i>Humicola fusco-atra</i> var. <i>fusco-atra</i>	95%	5%
<i>Botrytis cinerea</i>	33%	0%
<i>Rhizopus nigricans</i>	100%	2%



PL. I



PL. II