

Les collemboles, minuscules... mais tellement utiles !



Jean-François Ponge
Professeur, attaché honoraire — MNHN

&



Philippe Lebeaux
Photographe, filmeur spécialisé en microphotographie



Un collembole sur la planète bleue...
© Philippe Lebeaux

Expertise et recherche

20 minutes

29/10/2021

0

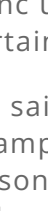
Qui n'a jamais vu ces petites bêtes, souvent pas plus grosses qu'une tête d'épingle, sauter d'un tas de feuilles remuées en forêt, ou du vert feuillage lors de la traversée d'une prairie ? On les prend souvent pour des puces, d'ailleurs l'une de ces espèces, vivant en haute montagne, ne s'appelle-t-elle pas « **puce des glaciers** » ?

Leur petite taille les fait échapper à notre attention, pourtant ils sont là partout sous nos pieds, et bien au-delà car on en trouve aussi dans les mousses des toits, à la surface des mares et dans la canopée de nos forêts, voire même dans les déserts et la toundra, à raison de plusieurs dizaines de milliers de spécimens dans chaque mètre carré.

Longtemps connus sous le nom de podures depuis les travaux de Linné, mais seulement de spécialistes pourvus d'un microscope, les collemboles sont maintenant à l'honneur depuis que les progrès de la microphotographie ont pu donner d'eux de merveilleuses images en couleurs.

Ce que vous allez apprendre

- Qui sont les collemboles
- Quelles sont leurs fonctions dans les sols, et ailleurs
- De quoi ils se nourrissent
- Comment ils se reproduisent, quelle est leur sexualité



Jean-François Ponge

Sans les collemboles (les plus gros consommateurs de champignons dans le sol et la litière) notre monde serait sans doute envahi par les moisissures et aucune plante n'y résisterait.

Forme
sphérique
pour ce
collembole
Dicyrtoma
fusca
recouvert
de fines
gouttelettes
d'eau
© Philippe
Lebeaux

Forme
allongée
et cylindrique pour
ce spécimen de
Pogonognathellus
sp.
© Philippe Lebeaux

Forme
aplatie et
boudinée
pour ce
spécimen
de
Bilabella
braueriae
© Philippe
Lebeaux

Collemboles
Dicyrtoma
ornata
broutant des
algues
microscopiques
sur la litière
forestière
© Philippe
Lebeaux

Mais leur utilité ne s'arrête pas là car, tout en étant d'actifs, très actifs brouteurs de champignons, ils contribuent aussi à les disperser, leur corps couvert de poils ou d'écaillés se couvrant de leurs spores. Les collemboles dispersent les champignons tout en empêchant leur prolifération, ils occupent donc un poste clé dans le maintien de la biodiversité du sol, en empêchant certaines espèces de proliférer au détriment des autres.

Tronc d'arbre
en
décomposition
sur la litière
forestière,
source de
nourriture
pour la faune
du sol
© Philippe
Lebeaux

On sait que, parmi les espèces que consomment les collemboles amateurs de champignons, figurent des pathogènes des cultures. On peut donc raisonnablement se demander si nos petits amis ne pourraient pas être utilisés à des fins de lutte biologique.



Jean-François Ponge

Encore faudrait-il trouver des espèces qui s'attaquent préférentiellement aux espèces pathogènes. Des recherches sont en cours...

D'autres collemboles, ceux qui vivent dans la profondeur du sol, se nourrissent des bactéries qui pullulent dans la matière organique en décomposition : l'humus. En consommant ces bactéries, les collemboles participent activement au recyclage des nutriments renfermés dans la biomasse bactérienne, les remettant ainsi en circulation au profit des végétaux. Sans eux, et les nombreux autres organismes jouant un rôle similaire (nématodes, rotifères, protozoaires), le pool microbien du sol absorberait la quasi-totalité de l'azote et du phosphore disponibles, au détriment du reste de l'écosystème.

Reseau
de
filaments
d'hyphes
formant
le
mycélium
© Philippe
Lebeaux

Folsomia
candida est une
espèce qui se
reproduit par
parthénogénèse.
Sur la photo, on
distingue des
amas d'œufs
avec des
collembes
adultes et
juvéniles
© Philippe
Lebeaux

Les collemboles, fossiles vivants ?

Présents sur terre depuis plus de 400 millions d'années, d'après les plus anciens fossiles connus, les collemboles se sont diversifiés au cours de l'évolution, et les fossiles que l'on a pu dater de 100 millions d'années montrent une faune de collemboles quasi identique à celle d'aujourd'hui. Pourtant, même si leurs familles voire leurs genres étaient déjà présents à cette époque lointaine, leur évolution se poursuit et des espèces nouvelles apparaissent, que révèlent les outils les plus récents à la disposition des biologistes. Parmi les caractères ancestraux conservés depuis ces temps lointains, leur affinité pour les mousses, apparues vraisemblablement à la même époque que les collemboles, est remarquable. Ce sont dans les coussins et tapis de mousse (qui recouvrent le sol, mais aussi les troncs d'arbres et le bois en décomposition) que l'on trouve les densités les plus importantes de collemboles. On a d'ailleurs pu démontrer qu'ils étaient des agents indispensables de leur fertilisation : sans collemboles, pas de mousses !

Coussins de
mousse
Polytrichum
commun
apparaissant
sur un fossé
© Anne
Burgess

L'origine des collemboles a longtemps fait l'objet de conjectures, car s'ils ressemblent aux insectes, parmi lesquels ils ont longtemps été rangés, l'opinion de certains spécialistes de leur anatomie (considérés à l'époque comme farfelus voire bons à enfermer) était qu'ils se rapprochaient plus des crustacés que des insectes. C'est pourtant ce que certains travaux récents, utilisant les outils de la biologie moléculaire, tendent à démontrer. Nos collemboles seraient donc, non pas des puces, mais de petites crevettes qui se seraient adaptées à la vie terrestre ? La polémique est encore vive à ce sujet. Mais laissons les spécialistes se disputer entre eux car les collemboles s'en moquent bien. Ils ont échappé à toutes les grandes crises écologiques ayant secoué le globe terrestre depuis leur apparition, et il est probable que celle que nous vivons aujourd'hui ne leur fera pas peur. Leur petite taille et leur habitat caché y sont sans doute pour quelque chose, mais il est probable que leurs capacités d'adaptation sont exceptionnelles. Parmi celles-ci la capacité de nombreuses espèces à se reproduire par parthénogénèse, produisant des lignées continues de femelles n'ayant besoin d'aucun partenaire sexuel, est remarquable et offre de multiples possibilités d'adaptation, permettant aux mutations favorables de se maintenir au fil des générations. La parthénogénèse permet ainsi de coloniser de nouveaux milieux, notamment ceux créés par l'homme tels que les sols pollués.

Fructifications
de
myxomycètes
© Philippe
Lebeaux

Avec ou sans sexe, telle est la question

La plupart des collemboles ont une reproduction sexuée. Bien que les mâles ne se distinguent guère des femelles, à part leur taille légèrement plus petite, ils savent très bien se distinguer entre eux grâce à la production de phéromones sexuelles, destinées à attirer les partenaires de l'autre sexe. Dans un milieu où la vision est de peu d'utilité, comme par exemple au sein de la litière, l'odorat prend une place prépondérante dans les communications entre individus d'une même espèce. La reproduction en fait partie, qui nécessite que les individus « compatibles » se rapprochent. La reproduction des collemboles se fait sans copulation, par dépôt de « jardins » de spermatozoaires par les mâles, dans lesquelles les femelles viennent frotter leur orifice génital. Chez certaines espèces les gouttes de sperme émises par les mâles peuvent être aussi déposées directement sur un substrat favorable, sans l'élaboration d'un spermatozoaire. Des parades sexuelles sont observées chez les collemboles qui sont en forme de billes (les Symphyléones) alors qu'elles sont absentes chez les collembes en forme de bâtonnets (les Anthropléones). Les antennes des mâles de certains Symphyléones sont pourvues d'un organe d'accrochage qui leur permet d'agripper les femelles lors du dépôt des spermatozoaires. Les femelles fécondées pondent alors de nombreux œufs translucides, voire emprisonnés dans une gangue d'argile, généralement déposés dans un endroit caché.

Vue au
microscopie
de l'antenne
d'un mâle de
Sminthurus
malinigrani,
munie d'un
organe
d'accrochage
© Jérôme
Cortet

Les jeunes, de très petite taille, ont pourtant toute l'apparence des adultes, avec cependant des capacités de déplacement réduites. Ils vont muer et grandir tout au long de leur existence, avec un palier de croissance apparaissant très progressivement, un caractère qui les distingue des insectes mais les rapproche des... crustacés ! La mue, qui peut survenir entre une et trois semaines dans les conditions normales, est un moment particulier dans la vie des collemboles, un moment où l'animal est extrêmement fragile et sensible à la prédation par les pseudo-scorpions, carabes, araignées, mille-pattes et acariens, sans compter les lézards etc... Les jeunes crapauds qui en raffolent au cours de leurs pérégrinations en quête d'une mare !

Œufs
translucides,
avec un
embryon en
formation,
chez le
collembole
Sminthurus
aquaticus
© Philippe
Lebeaux

Mais la sexualité n'est pas nécessairement la bonne stratégie, surtout dans la profondeur du sol où même l'olfaction ne sert plus à grand-chose, sauf à très courte distance. C'est pourquoi de nombreuses espèces adaptées à la vie dans le sol ont abandonné la reproduction sexuée au profit d'une reproduction parthénogénétique. On a pu montrer que la perte de la sexualité était déterminée par une bactérie, présente dès l'œuf et accompagnant le collembote tout au long de sa vie, qui modifie l'expression des gènes codant le développement des gonades mâles. Une reproduction à l'identique des femelles, sans brassage génétique, assurant l'impunité dans un milieu favorable, à l'exception toutefois des mutations. Celles-ci constituent un risque, la plupart étant généralement défavorables, mais aussi une chance si le milieu change ou si, au cours de leurs déplacements, actifs ou plus probablement passifs (via le vent, les pattes des oiseaux, etc.) les animaux se trouvent transportés dans un environnement différent où la mutation s'avère au contraire hautement favorable et génère une descendance. Les espèces parthénogénétiques sont donc des « bonnes à tout faire », plus aptes à s'adapter rapidement et pulluler dans des endroits où les espèces sexuées sont à leur désavantage, par manque d'innovation, comme par exemple dans les sites pollués.

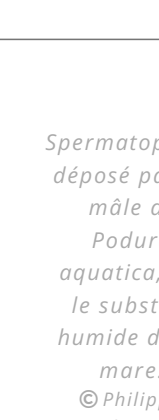
Regroupement
en masse de
collembes
Ceratophysella
sp.
© Philippe
Lebeaux

Les vidéos de Philippe Lebeaux

Découvrez deux vidéos exclusives de Philippe Lebeaux au sujet des collemboles :

- **Parade sexuelle** : Parade sexuelle chez l'espèce aquatique *Sminthurus aquaticus* var. *lavanderi*
- **Prédation** : Collembote prédaté par un pseudoscorpion *Neobisium* sp.

Afin de réduire l'empreinte carbone de nos articles, les vidéos ne sont plus directement intégrées aux contenus.



Pour vivre heureux, vivons cachés... mais groupés

Comme nous l'avons vu précédemment, les collemboles sont soumis à une intense prédation, lorsqu'ils sont encore à un stade juvénile (et moins aptes à échapper aux prédateurs, par le saut par exemple) ou lors de leurs mues et de leur reproduction. Ils sont également sensibles au dessèchement, leur respiration exclusivement cutanée (à quelques rares exceptions près) rendant impossible un épaississement de la cuticule (comme chez la plupart des insectes). Cependant certaines espèces sont capables d'entrer en vie ralentie en abaissant considérablement la teneur en eau de leur corps, notamment en climat méditerranéen ou subaride, ou bien passent la « mauvaise » saison (hiver ou été) sous la forme d'œufs. La production de phéromones d'agrégation permet aux collemboles de se regrouper dans les endroits les plus favorables à leur croissance et leur reproduction. Là encore l'odorat joue un rôle essentiel à la survie des espèces. On voit aussi que l'olfaction permet à certaines espèces de trouver refuge dans les galeries des vers de terre, qui leur fournissent nourriture et protection contre la prédation.

Regroupement
en masse de
collembes
Ceratophysella
sp.
© Philippe
Lebeaux

Le regroupement des individus d'une même espèce peut parfois atteindre des proportions extraordinaires, comme lors des regroupements observés à la surface des plaques de neige, où des milliers d'individus se déplacent groupés, dans un mouvement directionnel orienté par le soleil. On peut se demander quel est l'intérêt de telles foules en mouvement, où les animaux se réchauffent, certes, mais aussi à la naissance les jeunes, pourvus d'un régenton non mouillable comme les adultes, remontent à la surface et y demeureront jusqu'à la fin de leur vie.

Podura
aquatica
au
milieu
de ses
exuvies
(mues), à
la
surface
de l'eau
© Philippe
Lebeaux

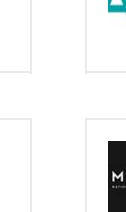
L'animal se déplace sur l'eau à l'aide de ses pattes, comme sur un film plastique, en utilisant la tension superficielle, l'attraction très forte des molécules d'eau entre elles au contact de l'air. Mais il est aussi capable d'effectuer des bonds spectaculaires, de 100 fois sa taille, grâce à sa fourche) située à la face interne de son abdomen, caractéristique qu'il partage avec la grande majorité des collembes. Savez-vous que les ondes concentriques (les « ronds dans l'eau ») que l'on voit se propager à la surface des eaux stagnantes, sont la plupart du temps provoqués par les sauts de ce minuscule hôte de nos mares et de nos étangs ?

Mare en été,
avec des
ondes
concentriques
circulant à la
surface de
l'eau, le plus
souvent
provoquées
par le saut
d'un
collembote
aquatique

Ces sauts sont le plus souvent destinés à échapper à ses prédateurs, nêpes, notonectes et autres « **plaineurs de surface** », capables d'utiliser le même principe physique pour se déplacer sur l'eau. Notre podure aquatique se nourrit des nombreuses bactéries qui forment un biofilm à la surface des mares, et se reproduit à l'aide des spermatozoaires déposés par les mâles, après une courte parade nuptiale, sur un étroit « radeau » flottant. Un animal parfaitement adapté au milieu aquatique.

Notonecte
glauque,
insecte
aquatique
prédateur
de
Podura
aquatica
© Philippe
Lebeaux

Longtemps considéré comme l'ancêtre des collembes, on sait aujourd'hui que cet animal si particulier, pourtant si répandu en Europe et Amérique du Nord, est au contraire loin d'être « primitif » mais au contraire le fruit d'un processus adaptatif très élaboré.



Jean-François Ponge
Professeur, attaché honoraire — MNHN

📧 📧 📧 in

Écologue du sol et des ses habitants, en particulier les collembes, il a accompli toute sa carrière au Muséum National d'Histoire Naturelle.

Les échantillonnages qu'il a effectués en forêt domaniale de Sénart lui ont permis de dresser un inventaire des communautés de collembes et d'identifier les facteurs de leur répartition, en particulier lumière, humidité et acidité du sol, avant de s'intéresser aux réseaux trophiques du sol et à l'impact des activités humaines.



Philippe Lebeaux
Photographe, filmeur spécialisé en microphotographie

📧 📧 📧 in

Son aventure avec la biodiversité des sols commence en 2006 avec la découverte des collembes. Au fil des années, il perfectionne sa technique et met en place une photothèque sur la biodiversité du sol.

En 2015 en collaboration avec Jérôme Cortet, docteur en écologie des sols, ils publient aux Éditions Biotope, « Planète Collembes, la vie secrète des sols? ». En 2018, il monte un projet de film « La vie des sols? » en collaboration avec le CEN-ARA.

Spermatozoaire
déposé par un
mâle de
Podura
aquatica, sur
le substrat
humide d'une
mare.
© Philippe
Lebeaux