

> entre traits et phylogénie, certains traits particuliers étant conservés au sein de certains groupes. Par exemple, la forme du corps (globulaire ou allongée) est directement corrélée à la phylogénie : tous les collembolles du groupe des symphyléones ont un corps arrondi, et tous les arthropléones ont un corps allongé. Le trait observé pourrait ainsi dans certains cas être simplement hérité, sans que l'on puisse établir un lien direct avec un filtre environnemental supposé ou une fonction. Il convient donc de bien identifier les traits d'intérêt qui permettent de répondre aux hypothèses formulées.

DES INDICATEURS DE LA QUALITÉ DES SOLS

Comme les collembolles sont abondants, qu'on les trouve à toutes altitudes et latitudes, et que leurs communautés réagissent aux contraintes environnementales selon des modalités que l'on commence à bien connaître, les scientifiques les envisagent depuis plusieurs années comme de très bons candidats pour évaluer la qualité biologique des sols ou pour suivre l'évolution de leur biodiversité. On se sert aussi couramment des collembolles en laboratoire pour tester la toxicité et l'innocuité des molécules pesticides nouvellement mises sur le marché sur les organismes non ciblés par celles-ci.

En France, des travaux impulsés par l'Ademe (l'Agence de la transition écologique), fondés sur des données relatives à 758 sites, nous ont permis de publier en 2017 des valeurs de référence pour, notamment, l'abondance en collembolles (nombre d'individus comptés par unité de surface) et la richesse en espèces (nombre de taxons par échantillon) des sols en fonction des principaux usages de ceux-ci. Les abondances se révèlent beaucoup plus faibles dans les espaces agricoles, notamment les sols cultivés et les vignes, qui comptent en moyenne 4000 à 6000 individus au mètre carré, que dans les milieux forestiers (10000 à 12000) ou même les espaces urbains (19000).

Les sols agricoles présentent en effet un certain nombre de caractéristiques particulièrement défavorables aux communautés de collembolles : perturbations fréquentes de l'habitat du fait du passage de la charrue qui retourne les couches superficielles du sol et des machines agricoles qui les tassent ; appauvrissement du sol par exportation des matières organiques, lesquelles sont à la base des chaînes trophiques auxquelles participent les collembolles ; faible diversité végétale, qui réduit les niches disponibles ; utilisation massive de pesticides, dont certains sont directement toxiques, et d'engrais chimiques minéraux qui modifient les propriétés du sol telles que le pH... Si l'on considère les

SUR LE WEB

Le site de référence de Frans Janssens :
<https://www.collembola.org/>

Le site de Philippe Garcelon :
<https://collembolles.fr/>

CYCLE DE VIE ET REPRODUCTION

Contrairement aux insectes, les collembolles ne présentent pas de stades larvaires ou de nymphes.

Des œufs éclosent directement des individus ressemblant aux adultes, qui grandiront par mues successives. Les cycles de vie varient beaucoup selon les espèces et les environnements.

Par exemple, le petit *Sphaeridia pumilis* pourra accomplir un cycle complet (œuf à œuf) en huit jours seulement, tandis que d'autres espèces mettront plusieurs semaines.

La reproduction des collembolles est également variée ; certaines espèces semblent uniquement parthénogénétiques, tandis que d'autres présentent des mâles et des femelles, qui se distinguent parfois morphologiquement. On assiste même à des parades nuptiales complexes, où le mâle et la femelle s'accrochent l'un à l'autre par leurs antennes...

Un couple de *Stenacidia violacea* en parade nuptiale, les deux individus se tenant par les antennes.





Sur cette photo d'un *Deuterosminthurus bicinctus*, on voit bien la furca, l'organe de saut, déployée. Au repos, la furca est repliée sous l'abdomen.

communautés de traits, les organismes vivant plutôt en surface et capables de recoloniser rapidement les milieux après une perturbation sont favorisés, au détriment de ceux, complètement inféodés aux sols et moins mobiles, qui vivent en profondeur.

Au contraire, les sols forestiers ne sont généralement pas travaillés et offrent donc aux organismes vivants des microhabitats stables; de plus, la plus grande partie des matières organiques produites par le milieu retourne au sol. Quant aux sols des milieux urbains, les situations observées sont très variables, selon par exemple qu'ils sont pollués ou non. Mais comme, globalement, les perturbations physiques sont moins récurrentes que pour les sols cultivés, on y trouve des niveaux d'abondance et de diversité parfois proches des espaces forestiers.

DES OUTILS POUR LES AGRICULTEURS ET LES GESTIONNAIRES D'ESPACES

Ces résultats restent à affiner, notamment afin de quantifier les effets précis des pratiques agricoles sur les communautés d'espèces et de traits des collemboles. On sait, à travers différents exemples, que les effets du labour sont délétères sur les communautés, mais on ne dispose pas encore de données en nombre suffisant pour estimer cela quantitativement. De telles données sont en cours d'acquisition notamment dans le programme *Agro-Eco-Sol*, financé par l'Ademe et coordonné par la société d'étude et de conseil agro-environnemental Auréa. Un échantillonnage systématique des sols du territoire français ou européen permettrait sans doute de compléter les connaissances et, à terme, de fournir aux agriculteurs, mais aussi aux gestionnaires d'espaces en général, des outils pour évaluer les effets de leurs pratiques sur la biodiversité des sols.

Par ailleurs, divers programmes de recherche incluent une réflexion sur la façon de rendre accessibles ces outils au plus grand nombre et de les mettre en œuvre en routine, par exemple dans le cadre de prestations, comme c'est aujourd'hui le cas pour les analyses physicochimiques des sols. Ainsi, la caractérisation des communautés du sol par l'ADN, et non plus par l'utilisation d'outils classiques d'observation au microscope, faciliterait l'accès à ce bio-indicateur que représentent les collemboles.

Des banques de gènes référencent déjà plusieurs dizaines d'espèces de ces hexapodes. Toute la difficulté porte sur la caractérisation adéquate de l'ADN contenu dans les sols, qui peut être plus ou moins altéré, et donc plus ou moins bien détecté. Il convient donc de calibrer au mieux les méthodes en fonction des types de sols et des types d'usages. On peut supposer que, pour les sols cultivés, les techniques seront très prochainement fiables, étant donné le faible nombre d'espèces observées (en France, une quarantaine d'espèces représentent plus de 90 % de l'abondance en collemboles dans ces milieux). Par ailleurs, l'approche par les traits qui, en théorie, s'affranchit de l'identification des espèces, est également une voie explorée.

Les collemboles apparaissent donc comme un objet d'étude particulièrement prometteur en écologie aussi bien fondamentale qu'appliquée. Mais les résultats acquis sur les sols grâce à ces petits animaux devront être mieux diffusés, tant vers le grand public que vers les gestionnaires, qui ignorent bien souvent jusqu'à leur existence. Un effort d'éducation à l'environnement et à la connaissance des sols est en effet indispensable si l'on veut mieux protéger cette ressource qui, comme bien d'autres, n'est pas inépuisable. ■

BIBLIOGRAPHIE

J. Cortet et M. Hedde, **La faune du sol pour évaluer l'impact des pratiques agricoles et la santé des sols**, *Techniques de l'ingénieur*, article ge1058, 2020

P. Lemanceau et M. Blouin (dir.), **Les sols au cœur de la zone critique**, vol. 6 (écologie), ISTE Éditions, 2018.

S. Joimel et al., **Urban and industrial land-uses have a higher soil biological quality than expected from physico-chemical quality**, *Science of the Total Environment*, vol. 584-585, pp. 614-621, 2017.

J. Cortet et P. Lebeaux, **Planète collemboles, la vie secrète des sols**, Biotope, 2015.

S. Jeffery et al., **Atlas européen de la biodiversité des sols**, Commission européenne - Bureau des publications de l'Union européenne, 2010.

S. P. Hopkin, **The Biology of the Springtails (Insecta : Collembola)**, Oxford University Press, 1997.