

## Quels impacts des invertébrés sur les fonctions des sols ? Quelles applications dans les systèmes sol-plante ?

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 05.01.Q07

mars 2023

**Mots clés :** production primaire - régulation cycle - régulation bioagresseur - structure sol – biodiversité - bioturbation - ver de terre - nématode - collembole

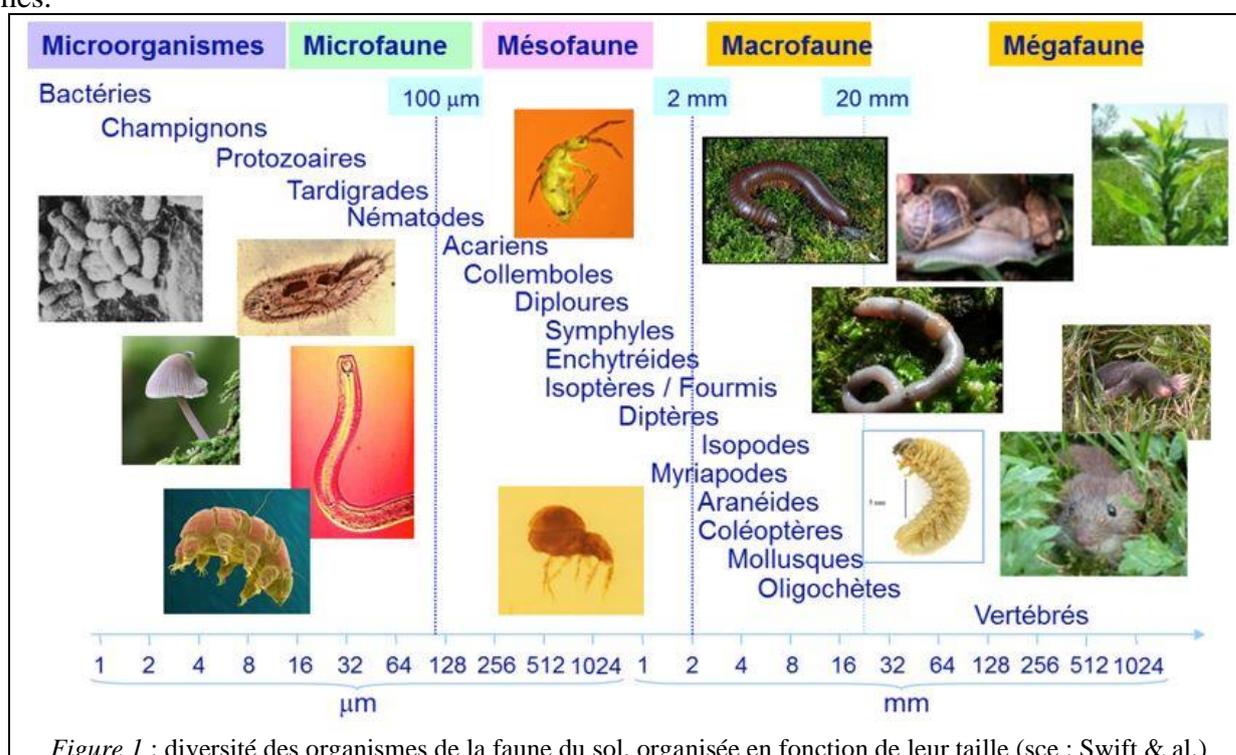
La faune du sol – notamment les invertébrés y vivant (tels vers de terre, collemboles, nématodes) – joue un rôle très important dans le fonctionnement des sols, par des processus physiques, chimiques et biochimiques.

Au-delà de l'effet des espèces, les interactions entre les différents organismes sont la base du fonctionnement des sols. Les invertébrés interviennent pour élaborer et maintenir la structure des sols, participent à la mise à disposition de nutriments pour les plantes et à la régulation des bioagresseurs. La distinction entre auxiliaires et bioagresseurs est fondée sur leur effet sur la plante cultivée.

La connaissance des organismes présents et de leurs interactions pourrait être un des piliers d'une agriculture durable.

### Bref coup d'œil à la faune du sol

Par leur structure tridimensionnelle, leur large gamme de porosité, la diversité de leurs caractéristiques physico-chimiques et leurs conditions microclimatiques, les sols abritent un nombre considérable d'organismes.



### Comment différents types d'organismes affectent flux et stock de matière/énergie dans les écosystèmes

Au sein des agroécosystèmes, un des grands enjeux est de comprendre les relations entre la plante cultivée et son environnement biophysique, en incluant les interactions biologiques et les effets de la biodiversité.

De très nombreuses études ont relayé l'importance des organismes des sols dans la réalisation de grandes

fonctions écologiques des sols agricoles, telles :

- la production primaire,
- la dynamique du carbone et le recyclage des nutriments,
- la maintenance de la structure des sols,
- la dynamique de l'eau,
- la régulation des bioagresseurs.

Une méta-analyse récente démontre que la présence de vers de terre augmente significativement le rendement et la biomasse (aérienne et souterraine) des plantes cultivées, respectivement de + 25 % et d'environ + 20 %. Ces vers modifient la croissance des plantes, mais aussi l'allocation des ressources dans la plante, ainsi que le rapport entre biomasse aérienne et biomasse racinaire qui croît.

Plus généralement, les impacts de la faune du sol sur la production primaire peuvent être vus à travers leurs effets sur les fonctions de :

- recyclage des nutriments,
- entretien de la stabilité/structure du sol,
- contrôle des bioagresseurs,
- support de biodiversité.

Ces fonctions écosystémiques sont respectivement associées, du point de vue des plantes :

- à leur nutrition,
- au milieu physique dans lequel elles se développent,
- à leur santé,
- aux interactions entre plantes.

### **Des mécanismes d'action variés sur la physique et la chimie des sols**

L'effet de la faune du sol sur chaque fonction peut être expliqué par de nombreux processus et mécanismes qui impliquent l'ensemble des organismes des sols.

La modification de la disponibilité des nutriments (azote N, phosphore P) est la voie principale de l'effet des vers de terre sur la croissance des plantes, à travers plusieurs mécanismes comme la stimulation ou l'entretien de l'activité des microorganismes, ou la lixiviation et mobilité des nutriments.

Mis à part les lombriciens, d'autres facteurs, dans les sols participent à la disponibilité des nutriments pour les plantes ; ainsi :

- les nitrates issus de l'ammonium excrété par les protozoaires seraient susceptibles d'influencer l'architecture racinaire, en stimulant une prolifération des racines latérales dans les micro-zones plus riches en nitrates ;
- le broutage des microorganismes par la microfaune (nématodes) augmente la libération des nutriments et leur prélèvement par les plantes.

Les interactions entre les invertébrés des sols et les champignons mycorrhiziens – par le broutage et la dispersion des spores et des mycélium – ont des impacts indirects (mais importants) sur la nutrition et la dynamique des populations et des communautés de plantes et sur leurs fonctions écosystémiques. Ces interactions peuvent être modifiées par des interventions humaines (fertilisation, traitement phytosanitaires, modes de pratiques et d'occupation des sols) et par les conditions climatiques (sécheresse, pluviométrie).

Par ailleurs, l'usage de pesticides est susceptible de profondément modifier les interactions entre la faune du sol et la symbiose mycorrhizienne : un déclin des champignons mycorrhiziens appellera une fertilisation plus forte, avec des coûts écologiques et économiques conséquents.

### **Le cas de la bioturbation**

La bioturbation est la formation de biostructures et biopores dont les propriétés sont différentes de celles du sol environnant, du fait :

- de la translocation de sol pouvant venir d'horizons profonds,
- de la modification texturale des sols, par la sélection d'éléments fins,
- d'une modification de l'organisation des agrégats, par le passage du sol à travers le tube digestif des organismes humivores ou de son remaniement dans les pièces buccales.

La bioturbation des sols implique divers groupes d'organismes :

- les fousseurs (taupes, campagnols, scarabées), qui creusent essentiellement avec leurs pattes modifiées ou non,

- les mineurs qui creusent leur chemin avec leurs mandibules ou leurs dents, transportant la terre à l'extérieur (fourmis, termites) ou la repoussant derrière eux (larves de hannetons),
- les tunneliers, forant des galeries soit en forçant le passage et en profitant d'une porosité déjà existante (mille-pattes type diplopode, vers de terre), soit en consommant la terre et en la rejetant sous forme de déjection (vers de terre).

Tous ces animaux assurent la formation de structures spécifiques aux sols, comme leurs agrégats et leurs réseaux de galeries et pores, par :

- translocation de terre pouvant venir d'horizons profonds et de matériaux de surface,
- modification texturale des sols, par la sélection d'éléments fins,
- modification de l'organisation des agrégats, par le passage de terre à travers le tube digestif des organismes humivores ou de son remaniement dans les pièces buccales.

En conséquence, les effets de la bioturbation tant mécaniques que chimiques se répercutent sur plusieurs niveaux d'organisation, de la particule d'argile au profil de sol, voire à l'échelle du paysage dans certaines situations.

### **Modifications des relations induites par la faune**

Par ses activités trophiques et mécaniques, la faune du sol modifie les relations entre les plantes et leurs bioagresseurs souterrains et aériens.

La dichotomie entre auxiliaires et bio-agresseurs est un point de vue basé sur l'effet des animaux sur la plante cultivée. Lorsque – par la régulation des adventices, des ravageurs et des pathogènes – ces effets sont bénéfiques à l'agriculture, les animaux prédateurs sont considérés comme des auxiliaires des cultures, alors que dans d'autres cas, leur effet peut être nuisible.

Certains animaux consomment les graines, participent à la distribution spatiale et temporelle des graines ou encore influencent la croissance des plantules. Après dispersion, beaucoup d'invertébrés se nourrissent de graines comme les carabiques, les cloportes, les vers de terre ou les limaces.

Le broutage des champignons pathogènes par les fongivores dans les sols modifie :

- les interactions plante-champignon,
- la compétition entre champignons,
- la dispersion des spores.

Les collemboles sont connus pour consommer sélectivement les champignons, dont certains pathogènes. Toutefois, les organismes des sols peuvent participer à la dissémination de propagules des pathogènes.

La connaissance des interactions biologiques entre auxiliaires et bio-agresseurs dans le sol est nécessaire pour piloter une agriculture moins dépendante de l'usage de produits phytosanitaires.

### **Où en est la recherche ?**

De plus en plus d'études sont réalisées pour élucider le rôle des animaux du sol sur les interactions entre plantes, et aussi entre sols et plantes ; cependant, leurs conclusions à ce jour restent fragmentaires. De rares travaux traitent de l'effet de certaines interactions – sur la production et la diversité végétale – des organismes se développant au-dessus du sol ou dans le sol.

Plusieurs fronts de recherche apparaissent, avec leurs forces et leurs faiblesses :

- Des études actuelles s'intéressent à des espèces et associations végétales comprenant très rarement des plantes cultivées ; les années à venir devraient voir arriver des travaux sur les effets des invertébrés sur différentes variétés de plantes agricoles, seules ou en mélange.
- En dépit de l'émergence de l'agroécologie, peu d'études ont concerné l'impact de la faune du sol sur les performances des couverts associés (plantes de couvertures, mélange d'espèces ou de variétés), que ce soit en termes de production primaire ou de compétition avec les adventices.
- L'un des biais des études, intimement lié aux difficultés expérimentales, est qu'elles concernent principalement des stades jeunes de plantes annuelles.
- Le rôle des invertébrés des sols devrait être aussi plus considéré dans des systèmes associant des plantes pérennes et annuelles, comme en agroforesterie.

### Ce qu'il faut retenir :

La diversité biologique de la faune des sols représente un atout pour l'agriculture, en contribuant à des fonctions bénéfiques pour la production végétale.

Cette prise de conscience doit conduire à une évolution des pratiques agricoles et au développement de nouvelles formes d'agricultures, tant pour l'agroécologie que pour l'agriculture de conservation, en introduisant une meilleure connaissance des interactions biotiques et des régulations biologiques dans les processus de production.

Les perspectives visent à piloter la biodiversité afin de maintenir, voire d'améliorer, des services rendus grâce à ce pilotage.

### Pour en savoir plus :

- T. DORÉ : *Regard 24 : La biodiversité, atout pour l'agriculture*, Société Française d'Écologie, 2011  
<https://www.sfecologie.org/regard/r24-dore/>
- M. HEDDE et al. : *Impact des invertébrés sur les fonctions des sols et leurs applications dans les systèmes sol-plante*, in J.F. BRIAT et D. JOB, coordinateurs : *Les sols et la vie souterraine. Des enjeux majeurs en agroécologie*, QUAE, p 89-131, 2017
- M. HEDDE, M. ZWICKE : *Faune du sol et production végétale*, <https://planet-vie.ens.fr>, 2020
- M-G. KIBBLEWHITE., K. RITZ, M-J. SWIFT : *Soil health in agricultural systems*, Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences 363, 2008
- D. TILMAN, F. ISBELL, J-M. COWLES : *Biodiversity and ecosystem functioning*, Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 45, 2014
- J-W. VAN GROENIGEN, I-M. LUBBERS, H-M-J. VOS, G-G. BROWN, G-B. DE DEYN, K-J. VAN GROENIGEN : *Earthworms increase plant production: a meta-analysis*, Scientific Reports 4-6365, 2014