

Vie du sol et biodiversité

Petite histoire de la pédozoologie

On estime actuellement que la faune du sol représente plus de 80 % de la biodiversité animale. Ses plus célèbres représentants, les vers de [terre\(1\)](#) , sont la première biomasse animale terrestre : on en compte en moyenne une tonne à l'hectare en masse fraîche. Mais dans une prairie normande, par exemple, le chiffre peut atteindre quatre à cinq tonnes.

Pourtant, la pédofaune est longtemps restée curieusement méconnue, peut-être en raison de sa taille souvent minuscule, de la multitude d'espèces en cause et de son manque (apparent) d'intérêt. Ainsi, ce n'est qu'en 1826 que l'on s'avise, et s'étonne, qu'il existe plusieurs espèces de vers de terre ! Et les [Protoures \(2\)](#) ne furent découverts qu'en 1924 par le naturaliste français J.-R. Denis. À partir de la fin du XIX^e siècle, en Europe, des zoologistes se penchent enfin sur les animaux du sol, imaginent des méthodes d'extraction, décrivent de nouvelles espèces et tentent d'en faire l'inventaire (encore actuellement largement incomplet). Ainsi Berlèse, entomologiste italien (1863-1927) inventeur de l'appareil éponyme. Cependant, leur point de vue reste purement naturaliste et descriptif. Seule exception, en 1881, Darwin publie ce qu'il annonce comme " un curieux petit livre " : Rôle des vers de terre dans la formation de la terre végétale. Il y met en évidence leur formidable travail de labour. Ce sont les prémices de l'écologie du sol. Mais, malgré le succès que rencontre l'ouvrage, après la mort de Darwin cet aspect fonctionnel n'est plus abordé avant les années 1950.

De la diversité des animaux du sol

On trouve donc dans le sol une incroyable diversité d'organismes animaux. Classiquement, on distingue trois catégories en fonction de leur taille (Bachelier, 1979).

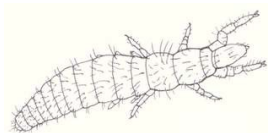
La microfaune est constituée des espèces de diamètre inférieur à 0,2 mm : des Protozoaires, quelques espèces de Rotifères terrestres, des Tardigrades et des Nématodes. Ces organismes vivent dans l'eau interstitielle du sol ; ils présentent des résistances à la sécheresse. Les Protozoaires dans le sol se comptent en centaines de millions par mètre carré.

La mésofaune rassemble les invertébrés entre 0,2 et 4 mm : il s'agit d'Acariens, de Collemboles, de Pseudoscorpions, de Protoures, de Diploures, de petits Myriapodes (ces groupes se rassemblant sous le terme " micro-arthropodes "), de Nématodes de plus grande taille et d'Enchytréides. Acariens et Collemboles sont les plus nombreux des microarthropodes du sol : leur nombre peut atteindre un million par mètre carré dans un sol brun, ce qui représente une biomasse de... quelques grammes !

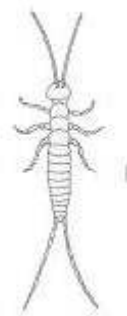
Enfin, la macrofaune est composée des animaux entre 4 et 80 mm. Ce sont les lombrics, des larves d'Insectes (en majorité des larves de Diptères et de Coléoptères, mais aussi d'Hémiptères, de Lépidoptères...), des Cloportes, des Myriapodes, des Limaces et Escargots, des Araignées, et des Insectes divers (Hyménoptères, Coléoptères, Orthoptères, etc.). Lombrics exceptés, la macrofaune occupe principalement la litière.



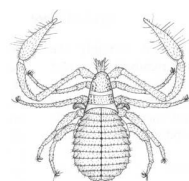
cloporte



protoure





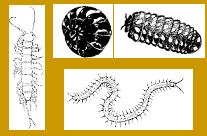



diploure



pseudoscorpions

Tableau. Principaux groupes composant la pédofaune et leur rôle dans l'écosystème sol

Les animaux du sol:	Qui sont-ils ?	Combien sont-ils ? (par m ² , dans un sol brun tempéré non cultivé, selon plusieurs auteurs, d'après G. Bachelier, 1979)	Que mangent-ils ?	Que produisent-ils ?	Classification fonctionnelle (d'après P. Lavelle et autres auteurs)
Microfaune < 0,2 mm	Protozoaires	de 100 à 1 000 millions	des bactéries et des champignons		microprédateurs
	Nématodes 	de 1 à 20 millions	beaucoup d'espèces sont phytoparasites ; certaines sont prédatrices d'autres Nématodes et d'Acariens; les autres sont saprophages	des pelotes fécales avec des fragments de 5 µm ³	microprédateurs ou transformateurs de litière
Mésofaune de 0,2 à 4 mm	Acariens 	de 20 000 à 500 000	la plupart ingèrent des Bactéries, des pollens, des débris végétaux et animaux divers : ce sont des saprophages; certains sont prédateurs	des pelotes fécales avec des fragments de 20 µm ³	transformateurs de litière
	Collemboles 	de 20 000 à 500 000	la plupart sont saprophages; quelques espèces sont prédatrices	des pelotes fécales avec des fragments de 20 µm ³	transformateurs de litière
	Enchytréides 	de 10 000 à 50 000	des débris végétaux en décomposition, les déjections des micro-Arthropodes	des agrégats et des petites galeries	fouisseurs et transformateurs de litière
Macrofaune de 4 à 80 mm	Lombrics	de 50 à 400	des débris végétaux, qu'ils ingèrent avec de la terre	des agrégats organo-minéraux, des galeries, des turricules	ingénieurs de l'écosystème
	Larves de Diptères, de Coléoptères, de Lépidoptères...	larves de Diptères : 400 larves de Coléoptères : 100	les régimes varient selon les espèces : on trouve des saprophages, coprophages, nécrophages, prédatrices, phytophages	les saprophages produisent des pelotes fécales, les phytophages, beaucoup de dégâts dans les cultures	transformateurs de litière, consommateurs primaires ou prédateurs, selon les espèces
	Coléoptères adultes	quelques-uns	la plupart sont saprophages ; certaines espèces sont parasites des fourmilières	des pelotes fécales avec des fragments d'1 mm ³	transformateurs de litière
	Fourmis, Termites	très variable selon les lieux	les fourmis sont saprophages et/ou prédatrices selon les espèces, elles ingèrent aussi du miellat sucré ; les termites sont xylophages	des galeries ; les termites produisent des boulettes fécales organo-minérales	ingénieurs de l'écosystème
	Autres insectes	quelques-uns	ils se nourrissent d'une grande diversité de matières végétales et animales	des pelotes fécales	transformateurs de litière
	Myriapodes (gloméris, géophile, lithobie) 	250 (très variable)	les Diplopodes (deux paires de pattes par segment) sont saprophages, les Chilopodes (un paire de patte par segment) sont tous prédateurs-chasseurs	les saprophages produisent des pelotes fécales avec des fragments d'1 mm ³	transformateurs de litière ou macroprédateurs
	Cloportes 	100	saprophages	des pelotes fécales avec des fragments d'1 mm ³	transformateurs de litière
	Araignées	quelques-unes	prédatrices d'autres Arthropodes		macroprédateurs
	Limaces et Escargots	50	ils se nourrissent de végétaux		consommateurs primaires
Mégafaune > 80 mm	Taupe, marmotte, lapin, musaraigne, crapaud fouisseur, etc.		les Mammifères Insectivores mangent des Insectes, les Rongeurs grignotent les plantes et les racines	de très gros trous qui peuvent être des habitats pour une faune nombreuse, des déjections et des cadavres sources de matière organique	bioturbateurs (ils remuent le sol) et macroprédateurs

Des contraintes facteurs de diversité

Ces caractéristiques créent des contraintes particulières, qui ont favorisé l'étonnante diversité de la pédofaune.

La première est la difficulté de se mouvoir : le sol se présente comme un volume compact, aéré par des pores et des fissures. Les animaux doivent soit se couler dans la porosité, ce qui n'est possible que pour les organismes de très petite taille comme les microarthropodes, soit creuser, ce qui demande une énorme dépense d'énergie. Les petits animaux se déplacent donc peu au cours de leur vie ; ils occupent des micro-habitats qui, à leur échelle, sont extrêmement divers. Cette diversité des habitats est un facteur de diversité des organismes. À l'inverse, les [Protozoaires \(6\)](#), transportés sur de longues distances par les vents, sont relativement homogènes sur la planète.

La seconde contrainte est d'ordre nutritif. Quels sont les apports de matière organique exploitable ? Les déjections des animaux épiés et leurs cadavres, sources très localisées, à la répartition spatiale et temporelle fortement aléatoire, et réservées aux consommateurs spécialisés (coprophages et nécrophages), ne représentent qu'un faible pourcentage. La majeure partie est d'origine végétale : ce sont les racines, source de nourriture pour les espèces phytophages, et les débris végétaux qui tombent sur le sol. Cependant en forêt, par exemple, cette matière organique fraîche, très riche en lignine et pauvre en nutriments, n'est pas facilement assimilable. À la mort des feuilles, les vacuoles libèrent les produits secondaires du métabolisme des plantes, qui bloquent les protéines en formant des complexes tanins-protéines. Très peu d'organismes sont capables de les digérer (nous aborderons plus loin ces problèmes de digestion). La qualité et l'abondance de la matière organique sont des facteurs limitants pour la faune. On comprend pourquoi dans les cultures annuelles, qui laissent peu de racines dans le sol, lorsque les chaumes sont ôtés, la faune se raréfie.

Troisième contrainte : l'hygrométrie variable. Selon les conditions climatiques, la porosité du sol est tantôt remplie d'eau, tantôt remplie d'air. Les organismes vivant dans le milieu interstitiel doivent s'adapter à cette situation : beaucoup présentent des formes de résistance à la sécheresse (vie ralentie, enkystement) et sont ainsi capables d'attendre le retour des conditions favorables.

Enfin, la présence d'oxygène, liée à la diffusion des gaz dans le sol, est un facteur important pour la faune. Cela explique la rareté des organismes animaux dans le sol profond.

Tableau I. Caractéristiques principales des trois types d'humus d'après Ponge.

Types d'humus	MULL	MODER	MOR
Écosystèmes	prairies et pelouses, forêts de feuillus avec une riche strate herbacée, maquis méditerranéens	forêts de feuillus et de conifères avec une strate herbacée pauvre	landes, forêts de conifères, tourbières à sphaignes, pelouses alpines
Type de sol	sols bruns	sols lessivés podzoliques	sols podzoliques
Biodiversité	haute	moyenne	basse
Faune	mégafaune, macrofaune, méso-	macrofaune (pauvre), mésofaune (riche),	mésfaune (pauvre),
Groupe animal dominant en biomasse	vers de terre	enchytréides	rareté de la faune
Groupe microbien dominant en biomasse	bactéries	champignons	rareté de la microflore
Humification	rapide	lente	très lente
Matière organique humifiée	agrégats organo-minéraux	boulettes fécales organiques	oxydation lente des débris végétaux
Productivité	haute	moyenne	basse