

LA BIODIVERSITÉ DES SOLS BRETONS

État des lieux

UN GIGANTESQUE
« ICEBERG DE VIE »

Comment ça marche ?

D'INNOMBRABLES OUVRIERS
MINIATURES TRÈS SPÉCIALISÉS

Fiche nature

PORTRAITS
D'HABITANTS... DU SOL

Les impacts

UN ÉQUILIBRE
À TROUVER

Les réponses

UNE CONNAISSANCE
EN PROGRÈS



DIRECTEUR DE PUBLICATION

Ronan Lucas
GIP Bretagne environnement

RÉDACTION

Emmanuèle Savelli
GIP Bretagne environnement

EN COLLABORATION

Daniel Cluzeau, Muriel Guernion et Jennifer Scimia
Unité mixte de recherche « Écosystèmes - Biodiversité - Évolution » (UMR Ecobio CNRS - Université Rennes 1)

Guénola Pérès
Agrocampus Ouest (Rennes)

Pascal Hériveau
Association mycologique de Ploemeur-Morbihan / Fédération des associations mycologiques de l'Ouest

Cyril Courtial, Etienne Iorio et Lionel Picard
Groupe d'étude des invertébrés armoricains (Gretia)

Jean-Lou Justine
Muséum national d'histoire Naturelle (MNHN)

Catherine Caroff
Groupe mammalogique breton (GMB)

Emilie Novince
GIP Bretagne environnement

CRÉDITS PHOTOS

Photo de couverture et édito

Scarabée sur champignon
© Martin Dellicour - Fotolia.com

Fourmi - *Lasius flavus*
© Clément Gouraud

CONCEPTION / RÉALISATION GRAPHIQUE

Jean-Jacques Dusuzeau
Le Jardin graphique

CARTOGRAPHIE

Émilie Massard
GIP Bretagne environnement

Autorisation : © IGN n°2013-DINO-1-77-0059

—
N°12 – NOVEMBRE 2016

LA BIODIVERSITÉ DES SOLS BRETONS

SOMMAIRE

P. 04 > ÉTAT DES LIEUX

Un gigantesque « iceberg de vie »

P. 07 > COMMENT ÇA MARCHE ?

D'innombrables ouvriers miniatures très spécialisés

P. 11 > FICHE NATURE

Portraits d'habitants... du sol

P. 16 > LES IMPACTS

Un équilibre à trouver

P. 19 > LES ACTIONS

Une connaissance en progrès

—
Ce dossier est édité par le **GIP Bretagne environnement**
6-A rue du Bignon 35000 Rennes
Tél : 02 99 35 45 80
contact@bretagne-environnement.org
www.bretagne-environnement.org

Tous droits réservés © GIP Bretagne environnement, 2016

Les dossiers sur l'environnement en Bretagne présentent les enjeux et actions engagées en matière d'environnement dans la région. Ils sont réalisés par le GIP Bretagne environnement en collaboration avec des experts scientifiques et techniques.

LA BIODIVERSITÉ DES SOLS BRETONS



Depuis 10 ans, inventaires systématiques, études ponctuelles et sciences participatives ont permis d'améliorer grandement les connaissances sur la biodiversité des sols en Bretagne. Tout le monde connaît les habitants des sols que sont les taupes, les vers de terre ou encore les fourmis. Ils ne sont pourtant que la partie visible d'un gigantesque « iceberg de vie », formé en réalité de millions d'êtres vivants, pour l'essentiel microscopiques. Car si le sol est à 95 % minéral, il grouille d'innombrables ouvriers miniatures très spécialisés qui recyclent la matière organique et libèrent des éléments chimiques clés pour les plantes mais aussi pour l'atmosphère.

État des lieux

UN GIGANTESQUE « ICEBERG DE VIE »



Le sol est surtout peuplé de bactéries, mais également de champignons, d'algues et d'une faune dont l'abondance n'a d'égal que la variété. La grande diversité physique et chimique des sols se traduit par de grandes différences en termes de biodiversité. En Bretagne par exemple, on observe presque deux fois plus d'espèces de vers de terre dans les sols des prairies que dans les sols forestiers [2].

Plusieurs espèces utilisent aussi le sol de façon temporaire pour se protéger des aléas climatiques ou pour se transformer. C'est le cas de nombreuses chenilles de papillons qui se métamorphosent sous terre avant de mener une vie uniquement aérienne comme l'Azuré des mouillères. Ce papillon, devenu très rare en Bretagne puisqu'il n'y a plus que quatre stations connues, vit au stade larvaire sous terre dans une fourmière.

Il existe quatre grandes catégories d'êtres vivants dans le sol qui cohabitent et interagissent plus ou moins avec leur environnement. Il y a d'abord les vertébrés creusant des terriers et des galeries : serpents, renards, lapins, taupes, etc. Hormis la taupe qui vit véritablement dans le sol, il s'agit surtout de locataires temporaires passant le plus clair de leur temps en surface et ayant peu d'interactions avec le sol.

Dans un mètre carré de sol de prairie permanente vivent en moyenne 260 millions d'êtres vivants [1]. C'est l'équivalent du poids de deux vaches sous terre - six vaches quand on considère aussi les bactéries et les champignons. Une vie cachée qui, parce qu'elle est souterraine, passe le plus souvent inaperçue.

Escargot de Bourgogne

© Hoefiel - Fotolia.com



Fourmi



Collemboles



Nématode

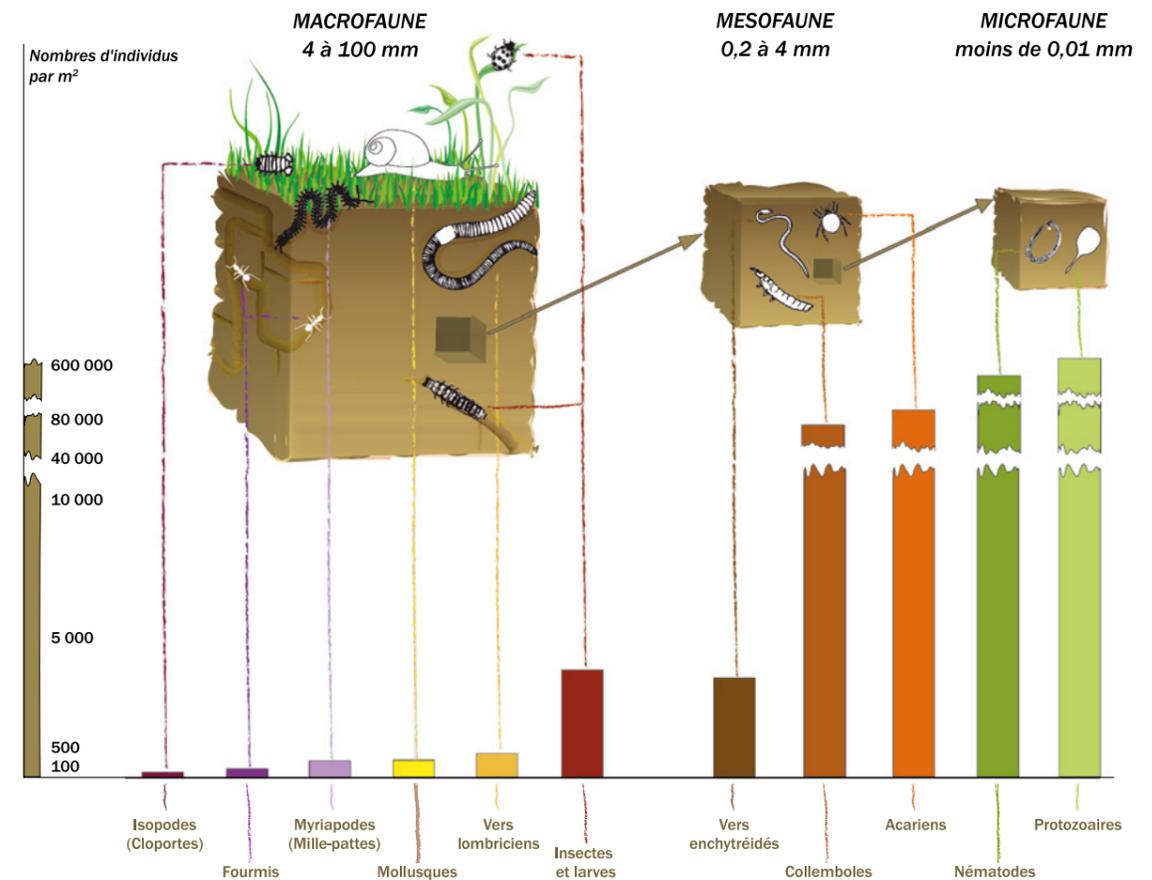
LES CHAMPIGNONS : UN RÈGNE À PART

Viennent ensuite les invertébrés - en fait l'essentiel de la faune des sols - et les microorganismes. Les scientifiques les séparent en trois groupes. Les plus grands organismes (plus de 4 mm de long) appartiennent à la macrofaune ; ce sont les fourmis, termites, mille-pattes, vers de terre, escargots, araignées, etc. Les collemboles (petits invertébrés souvent sauteurs) et acariens font partie de la mésofaune (individus de 0,2 mm à 4 mm). Enfin, les microorganismes regroupent d'une part la microfaune de moins de 0,2 mm (comprenant les nématodes et les protozoaires) et d'autre part, les algues, champignons et bactéries. Ces individus ne quittent quasiment jamais le sol.

Ni végétaux, ni animaux, les champignons forment un règne à part. Leur nombre est considérable. Si dans le monde, plus de 150 000 espèces ont été décrites, on estime qu'elles sont probablement plus de 1,5 million sur la planète, juste derrière les insectes. On recense en France plus de 15 000 espèces mais elles seraient probablement plus de 30 000.

L'inventaire des champignons est complexe, car lié à leur mode de vie particulier. L'appareil végétatif - c'est-à-dire

l'ensemble des organes d'une plante qui assurent sa croissance (en l'occurrence le mycélium pour les champignons) - est presque toujours invisible. La fructification - la partie que l'on consomme dans les champignons comestibles qui est le plus souvent aérienne - permet seule de détecter la présence d'une espèce donnée. Mais celle-ci est l'objet d'une périodicité souvent méconnue, soumise à des aléas météorologiques (température, hygrométrie, etc.). Il arrive aussi que certaines fructifications demeurent enfouies (truffes, élaphomyces [3], etc.). La réalisation d'un inventaire fongique relève donc du long terme et son exhaustivité est utopique.



La faune du sol

© Amélie Rochedreux (GIP BE)

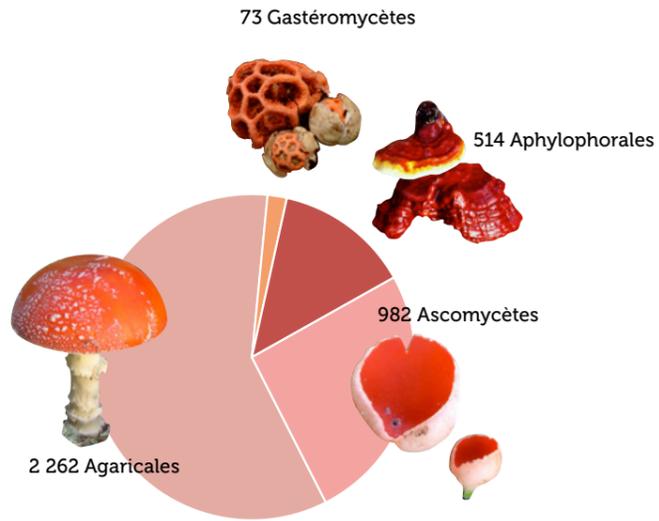
10%

de la biodiversité des sols connus

PREMIERS INVENTAIRES

La biodiversité du sol reste en grande partie inconnue, en Bretagne comme ailleurs. Ainsi, seuls 10 % de la biodiversité des sols seraient réellement connus à ce jour, alors qu'elle représente déjà 25 % de l'ensemble de la biodiversité recensée sur la planète. Mais d'indéniables progrès ont eu lieu ces dix dernières années, notamment grâce aux travaux de terrain.

Des inventaires [2] donnent désormais un aperçu de l'abondance et de la richesse en espèces de vers de terre, collemboles et nématodes. À l'échelle régionale, 31 espèces de lombriciens ont été observées. Les collemboles sont moyennement abondants (120 à 45 000 ind./m²) et assez diversifiés (67 espèces). Et les nématodes sont omniprésents avec une densité moyenne de 17 individus par gramme de sol sec et 48 familles.



Répartition simplifiée [7] des 4 000 espèces de champignons recensées en Bretagne

Données : Famo, 2016

Initié au début des années 1990, un inventaire national est en cours pour les champignons. À ce jour, on compte près de 4 000 espèces en Bretagne [4]. Il évolue en permanence car l'on recense chaque année dans la région plusieurs espèces nouvelles pour la France, voire des espèces qui n'ont jamais été décrites jusqu'à présent. Preuve supplémentaire que la biodiversité des sols reste encore en grande partie à explorer.

[1] B. Fischesser et M.-F. Dupuis-Tate (1995) Le guide illustré de l'écologie. Editions de la Martinière

[2] Source : D. Cluzeau (coord.) (2009) RMQS Biodiv Bretagne. Tome 1 – Synthèse générale.

[3] Elaphomyces : pseudo-truffes

[4] Source : Famo, 2016

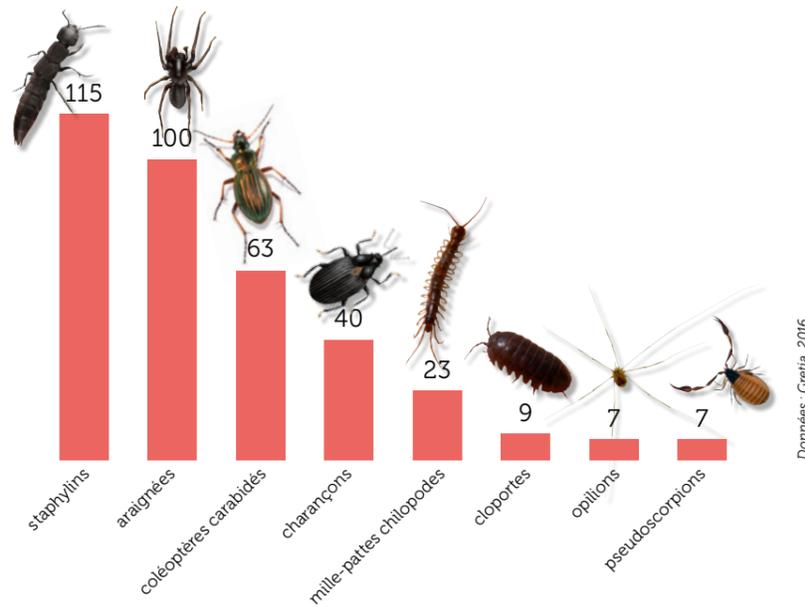
[5] Gretia : Groupe d'étude des invertébrés armoricains

[6] Source : Gretia, 2016

[7] La classification ici présente est extrêmement simplifiée, par commodité. La biologie moléculaire a considérablement modifié la systématique ces dernières années.

EN SURFACE DES SOLS FORESTIERS

La faune des sols forestiers abrite de nombreux groupes d'arthropodes dont l'abondance est très variable selon le type d'humus, notamment entre les forêts à dominante feuillue ou résineuse. La Région et les Départements de Bretagne ont financé un contrat Nature sur la connaissance des insectes des forêts bretonnes. Grâce à lui, le Gretia [5] a échantillonné une dizaine de sites forestiers permettant de prélever plusieurs centaines d'espèces [6].



Nombre d'espèces prélevées dans une dizaine de sites forestiers à travers la Bretagne

Données : Gretia, 2016

Comment ça marche ?

D'INNOMBRABLES OUVRIERS MINIATURES TRÈS SPÉCIALISÉS



Cloporte

© Henrik Larsson - Fotolia.com

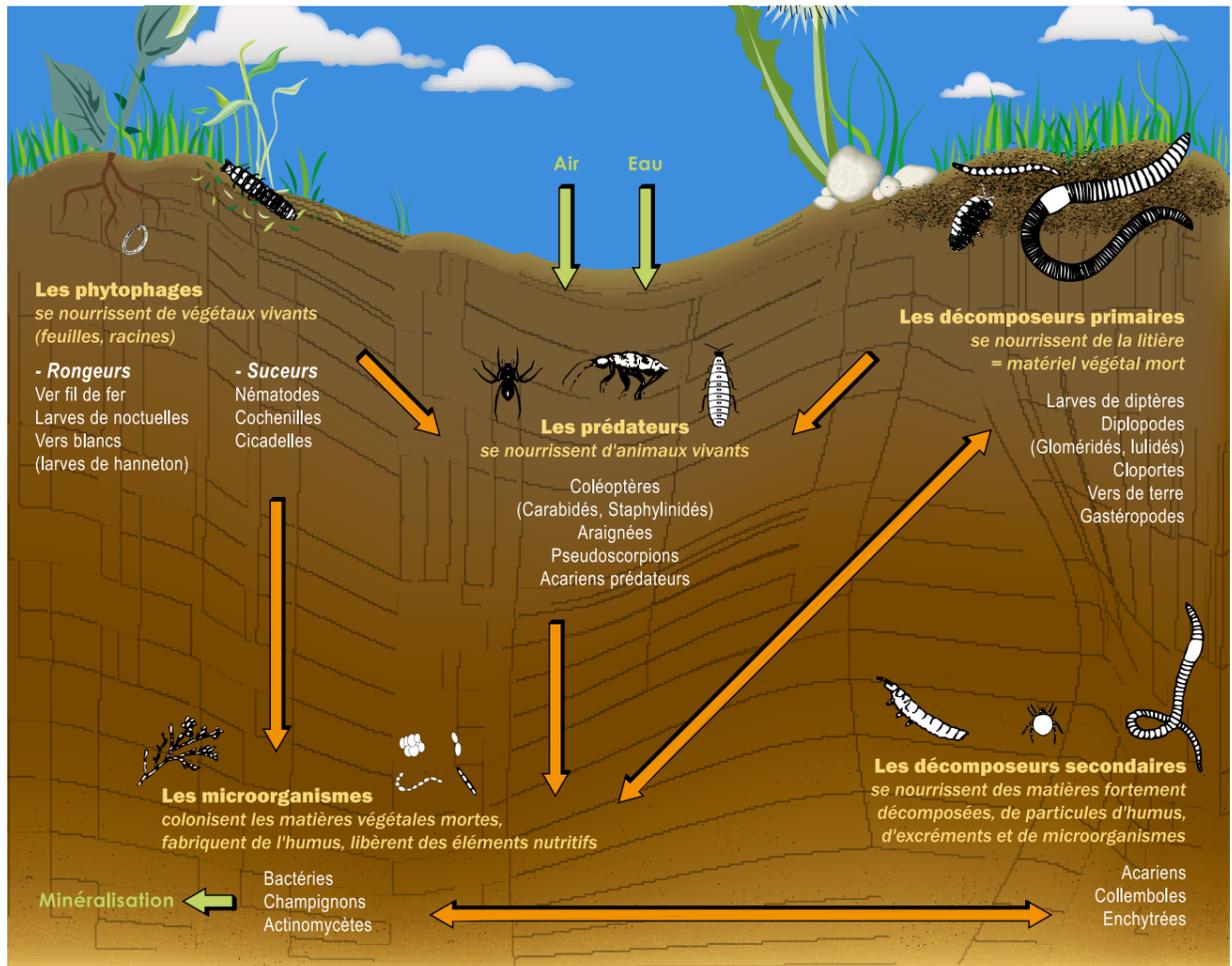
Véritable usine bio-géochimique, le sol est peuplé d'innombrables ouvriers miniatures très spécialisés qui interviennent dans le recyclage de la matière organique et la production d'éléments chimiques clés pour les plantes mais aussi pour l'air.

Tous les types de régimes alimentaires sont présents sous terre. Certains animaux mangent des racines, d'autres consomment des organismes vivants ou morts, d'autres encore des déjections, des débris végétaux ou de petits fragments organiques. Quelle que soit leur taille, tous ces habitants interagissent avec leur milieu au cours de leur cycle biologique. Ils modifient sa structure et sa composition. Ce faisant, ils jouent un rôle clé dans ce que l'on appelle les services écosystémiques c'est-à-dire les services rendus par les écosystèmes et dont l'homme tire profit (régulation de l'eau, production de végétaux, source de composés pharmaceutiques, etc.).

LUTTE BIOLOGIQUE

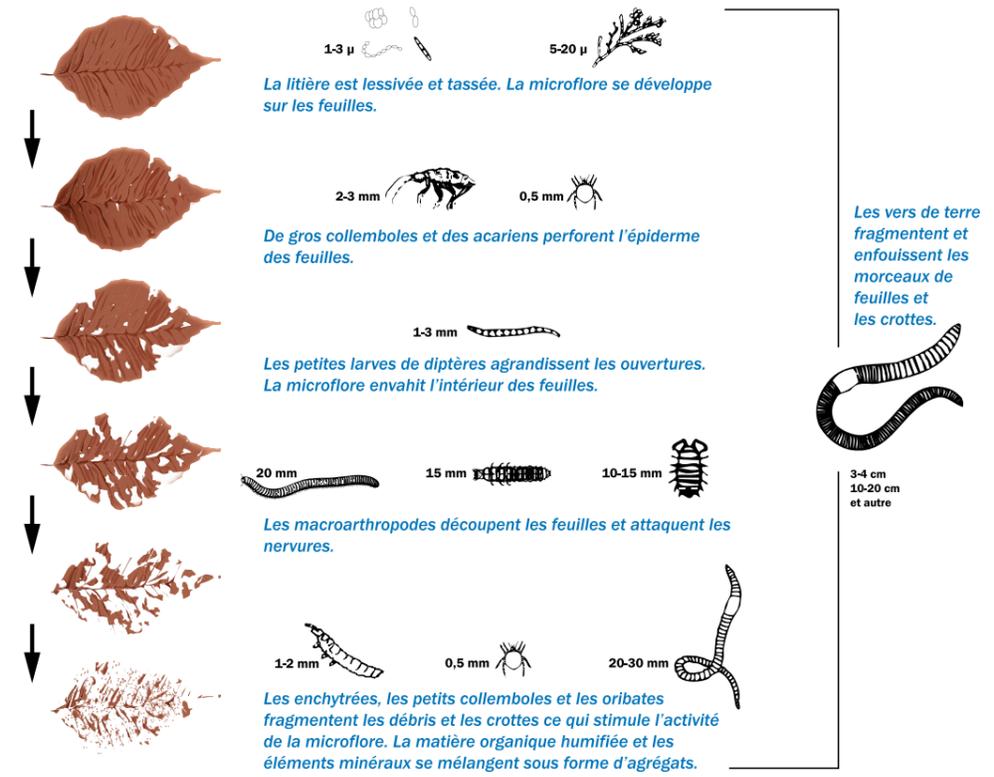
Par des mécanismes naturels, la faune d'un sol contribue à protéger les plantes des nuisibles, parasites et autres maladies. Certains habitants du sol sont ainsi utilisés comme agents de lutte biologique. C'est le cas des nématodes contre une gamme étendue d'insectes ravageurs, notamment les charançons sur fraisier, les mouches des fruits et les siresx [1].

“ Quelle que soit leur taille, tous les habitants du sol interagissent avec leur milieu au cours de leur cycle biologique



Les fonctions de la faune du sol

“ Les champignons recyclent chaque année 90 % de la biomasse végétale



La complémentarité de la faune du sol

“ Certains agissent sur la structure des sols, d'autres sur leur chimie, d'autres encore sur leur biologie

D'autres organismes du sol sont au contraire responsables de maladies. Le piétin-verse, par exemple, est une maladie du blé causée par le champignon *Cercospora herpotrichoide* qui vit à la surface du sol. Une fois le blé infesté, la tige est affaiblie et n'est plus apte à supporter le poids de l'épi et des graines, elle casse au niveau du collet. Seul un équilibre écologique avec des prédateurs (autres nématodes, collembolés, acariens), des champignons et des bactéries permet de contrôler leur prolifération.

LES INGÉNIEURS DU SOL

Si les très nombreux êtres vivants des sols sont efficaces, c'est parce qu'ils sont spécialisés. Certains agissent sur la structure des sols, d'autres sur leur chimie, d'autres encore sur leur biologie. Ces

interactions se font souvent de manière complémentaire soit au sein de la macrofaune, soit entre organismes de la micro- et de la macrofaune, soit encore entre les microorganismes et la faune.

Les invertébrés fousseurs, principalement les vers de terre, sont des ingénieurs physiques du sol agissant sur sa formation et sa structure. Grâce aux réseaux de galeries qu'ils creusent, ils aèrent le sol et favorisent le drainage de l'eau. Les déjections qu'ils déposent dans le sol améliorent la rétention de l'eau et celles qu'ils déposent à la surface du sol freinent le ruissellement ce qui réduit l'érosion. Ils participent au recyclage de la matière organique en interagissant avec les collembolés et les acariens - des invertébrés de la litière - et avec les micro-organismes [2].

Les champignons, bactéries et actinomycètes [3] sont eux les ingénieurs chimiques du sol. Ils interviennent dans l'humification de la matière organique, améliorant ainsi le stockage d'éléments nutritifs dans le sol, et agissent aussi sur la minéralisation. Cette ultime étape de la décomposition de la matière organique est indispensable à la fertilité des sols puisqu'elle libère les éléments nutritifs tels que l'azote ou le phosphore en les rendant disponibles pour les racines.

RECYCLAGE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

Les champignons jouent un rôle particulièrement important dans le recyclage de la matière organique. Ils recyclent chaque année 90 % de la biomasse végétale et produisent 85 milliards de tonnes de CO₂. Avec les autres micro-organismes,

ils contrôlent les échanges de CO₂ avec l'atmosphère et participent à la régulation de ce gaz à effet de serre.

Ils concourent à la formation de la couche supérieure des sols, celle qui est la plus importante pour nourrir les plantes. On leur doit la production d'acides humiques, des composés favorisant la fertilité par leur capacité à fixer les sels minéraux et à retenir l'eau. D'autre part, les réseaux de mycéliums permettent une meilleure structuration des sols. Dans un sol de forêt typique, les champignons peuvent composer jusqu'à 80 % de la biomasse vivante hors les racines [4]. Sous nos climats, une prairie compte en moyenne 15 milligrammes de champignons par litre de sol, alors qu'en forêt, ce chiffre monte à 3 grammes par litre, ce qui équivaut à un réseau mycélien long de 600 kilomètres.

SOLS POLLUÉS

Certains microorganismes peuvent décontaminer un sol pollué par certains pesticides ou hydrocarbures, car ils ont la capacité de dégrader ces polluants organiques. Ils s'en nourrissent et les transforment en eau et en dioxyde de carbone. C'est le cas, par exemple, des bactéries *Pseudomonas* ou des champignons *Penicillium* utilisés pour biodégrader certains hydrocarbures [5].

“ 80% à 90% des plantes vasculaires terrestres vivent en symbiose avec les champignons



Lactaire délicieux

AU CŒUR DE LA RELATION SOL - PLANTE

Si elle est essentielle au bon fonctionnement des sols, l'activité biologique souterraine est aussi au cœur de la relation sol - plante. 80 % à 90 % des plantes vasculaires terrestres vivent en symbiose avec des champignons, dont le lien s'établit au niveau des racines. Il s'agit d'une association, la mycorhize, où chaque partie apporte à l'autre des éléments nutritifs, avec un bénéfice réciproque.

Les mycorhizes augmentent d'un facteur mille la capacité racinaire d'un arbre. Les champignons apportent de l'eau, des sels minéraux et des acides aminés, alors que la plante échange des sucres. Pour cette dernière, le bénéfice est considérable puisque cette symbiose assure une meilleure croissance et joue un rôle précieux dans la lutte contre les agressions (infections, pollution, sécheresse). Via le sol, grâce au réseau mycorhizien, les plantes

sont connectées physiologiquement entre elles et échangent des messages chimiques.

Les arbres vivent en symbiose parfois avec de nombreuses espèces de champignons, dont certains sont exclusifs (le lactaire délicieux avec le pin, ou le bolet élégant avec le mélèze). Le chêne par exemple est capable de nouer des relations symbiotiques avec plus de 200 espèces. La diversité fongique évolue avec l'âge des arbres. Elle atteint souvent son optimum vers l'âge de vingt ans. La mycoflore, en zone forestière, n'est jamais figée. Plus la forêt vieillit, plus les espèces saprophytes, se nourrissant de matières organiques en décomposition, tendent à supplanter les espèces mycorhiziennes. La richesse fongique dépend également de la diversité des essences végétales sur un territoire donné.

Bibliographie

Garon D. et J.-C. Gueguen (2015) Biodiversité et évolution du monde fongique. *Les Cahiers de la Biodiversité*. (I-xix), 207 p. (EDP Sciences).

Guinberteau J. et R. Courtecuisse (1997) Diversité des champignons (surtout mycorhiziens) dans les écosystèmes forestiers actuels. *Revue forestière française*, n° spécial, pp. 25-39.

Notes

[1] Bedding R., Akhurst R. and H. Kaya (1993) *Nematodes and the Biological Control of Insect Pest*. CSIRO Press, Melbourne, Australia.

[2] Blouin M., Aranda Delgado E., Baker G., Brussaard L., Butt K., Dai J., Dendooven L., Hodson M.E., Pérès G., Tondoh J., Cluzeau D. and J.J. Brun (2013) A review of earthworm impact on ecosystem services. *European Journal of Soil Sciences*, 64, 2, pp. 161-182.

[3] Actinomycètes : bactéries dont la croissance se fait sous la forme de colonies filamenteuses.

[4] Silar P. et F. Malagnac (2013) *Les champignons redécouverts*. Éd. Belin 232 p.

[5] Ademe (1998) *Techniques de traitement par voie biologique des sols pollués*.

Dans la faune du sol, comme pour le reste du vivant, il y a des espèces plus communes que d'autres, des espèces menacées et des espèces invasives. Petite sélection à découvrir sans tarder.



Fiche nature

PORTRAITS D'HABITANTS ...DU SOL

Taube d'Europe

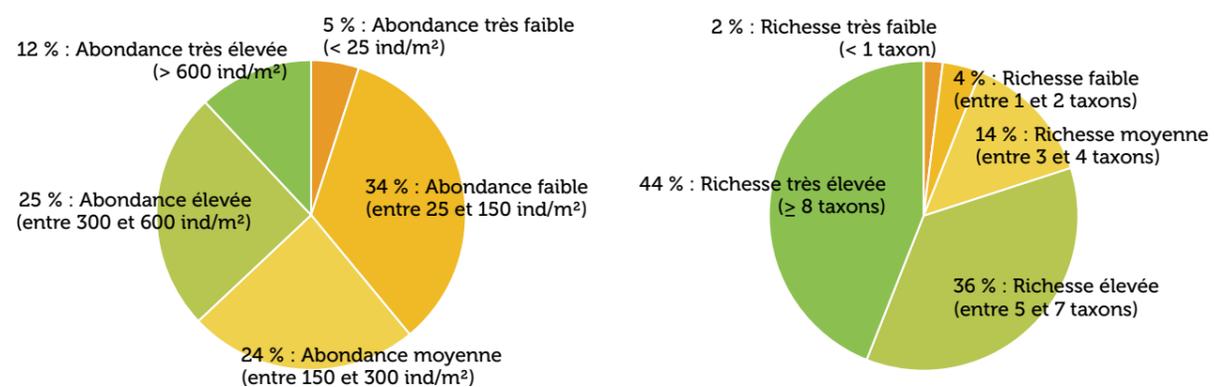
À la différence des autres vertébrés qui creusent des galeries dans le sol, la taupe d'Europe est la seule espèce qui y vit intégralement puisqu'elle n'en sort que très rarement. Elle est présente dans presque tous les sols bretons, avec une préférence pour les prairies où les lombriciens, ses proies principales, abondent. Elle est menacée par certaines pratiques agricoles : les labours profonds, l'utilisation de biocides, etc. La mortalité routière touche les jeunes lorsqu'ils s'émancipent car c'est le seul moment où les taupes quittent le sol. Enfin, le piégeage, pratique sensée venir à bout des taupinières, perdure dans les jardins. La présence de l'espèce est pourtant le signe d'un sol riche, qu'elle contribue à aérer et à drainer grâce à ses galeries. Elle y régule les ravageurs (limaces, etc.), se faisant ainsi l'alliée du jardinier.

LES LOMBRICIENS DOMINENT LA MACROFAUNE

Si la taupe d'Europe est présente partout en Bretagne, c'est parce que les vers de terre dominent la macrofaune du sol (animaux dont la taille dépasse 4 mm) dans la plupart des écosystèmes terrestres. Ils représentent à eux seuls 70 % de la biomasse animale terrestre en milieu tempéré. Avec leur corps mou et annelé, ils font probablement partie des plus anciens organismes terrestres et existaient déjà bien avant les dinosaures.

Les lombriciens se répartissent en trois groupes : ceux qui vivent essentiellement en surface (les épigés), ceux qui ne vivent que dans les 30 premiers centimètres du sol (les endogés), et ceux qui creusent de profondes galeries verticales dans lesquelles ils s'abritent le jour, en attendant de retrouver la surface pour se nourrir la nuit (les anéciques).

“ La taupe d'Europe vit intégralement dans le sol



Abondance [1] et richesse [2] en vers de terre dans les sols bretons ([1] sur 325 sites ; [2] sur 303 sites)

© Données : Université de Rennes1, UMR 6553 Ecobio, 2016.

31

espèces de vers de terre

UNE DIVERSITÉ D'ESPÈCES

En Bretagne, les scientifiques ont identifié 31 espèces de vers de terre [1]. Dans 80 % des sols de la région, la diversité en espèces de lombriciens est élevée voire très élevée. Et dans 50 % des sols, l'abondance moyenne en lombriciens dépasse 300 individus/m². Parmi les vers de terre que l'on rencontre fréquemment dans les sols bretons citons : *Lumbricus castaneus* (une espèce épigée), *Octolasion cyaneum* (une endogée) et *Lumbricus terrestris* (une anécique).

Lumbricus castaneus a une pigmentation rouge vineux foncé et mesure en moyenne 4 cm. L'espèce vit et se nourrit principalement dans la litière de matières organiques mortes. Vulnérable à la prédation et à la dessiccation, elle produit une centaine de cocons par an. Fréquente en Bretagne, l'espèce a été retrouvée tant en milieux agricoles qu'en milieux naturels. Dans les prairies pâturées, elle a la particularité de ramper de bouse de vache en bouse de vache pour les consommer, y croître et s'y reproduire. *Octolasion cyaneum* fait entre 8 et 14 cm et se reconnaît au bout de sa queue jaune sur les cinq derniers segments.



Lumbricus castaneus



Octolasion cyaneum



Lumbricus terrestris

© Hoël Hotté (Ecobio)

© Hoël Hotté (Ecobio)

© A. Dewisme (Ecobio)

QUELQUES RARETÉS DES SOLS FORESTIERS

La faune du sol a également ses espèces rares et menacées. Le carabe à reflet d'or [2] est l'une de ces figures emblématiques du petit peuple de la terre. Cette sous-espèce endémique vit à l'ouest d'une ligne allant de Vannes à Saint-Brieuc. Elle affectionne les hêtraies et chênaies sombres et humides. Sa présence se raréfie dans les massifs où les coupes et le travail des sols sont fréquents. L'espèce préfère nettement les sites d'une superficie importante. À l'heure actuelle, elle est toujours

bien représentée en Bretagne mais ses populations sont morcelées au sein de massifs peu ou pas connectés entre eux.

Autre exemple d'espèce rare en Bretagne : l'araignée *Pireneitega segestriformis*. Il s'agit d'une araignée qui vit en France et en Espagne, confinée normalement à la chaîne pyrénéenne. Cette araignée de belle taille est bien présente en forêt de Rennes. Elle affectionne tout particulièrement le bois mort au sol sous lequel elle établit sa loge. En Bretagne, cette espèce n'est connue qu'en forêt de Rennes et, d'après une donnée historique, en forêt de Lorges.



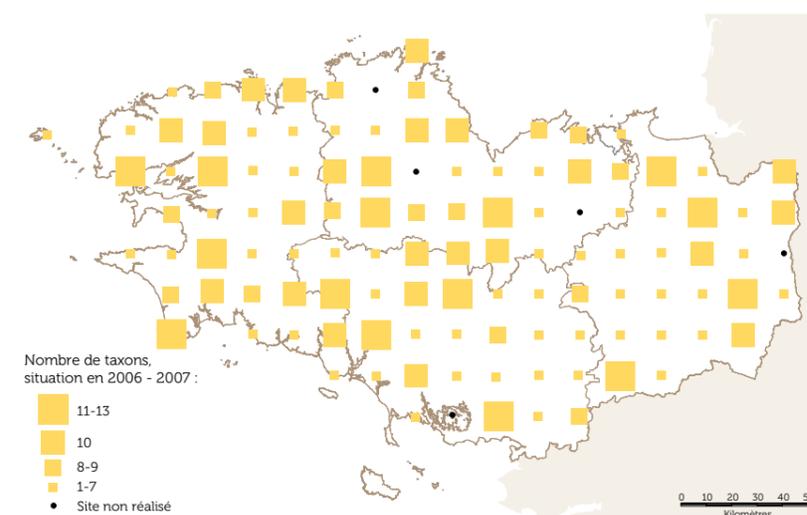
Pireneitega segestriformis

© Cyril Courtial

Cette espèce est assez répandue en Bretagne que ce soit dans des sols cultivés, en prairies ou en forêts. *Lumbricus terrestris* est reconnaissable à sa grande taille (13 à 25 cm) et sa dépigmentation entre l'avant et l'arrière. Ses galeries très solides et profondes (jusqu'à 1 mètre de profondeur) peuvent être utilisées par plusieurs générations de lombriciens.

LES COLLEMBOLS

Les collemboles ressemblent à de minuscules crevettes sauteuses. Appartenant anciennement au groupe des insectes, ces organismes qui font partie des arthropodes possèdent sous leur abdomen, un organe saltatoire plus ou moins développé selon les espèces, leur permettant de faire des bonds jusque 1 m. Ils vivent dans les premiers centimètres du sol et dans la litière. Ils consomment de la matière organique morte ou les filaments mycéliens des champignons, jouant un rôle essentiel dans la dissémination et le contrôle des microorganismes. Leur rôle est donc très important dans le cycle des éléments nutritifs. Ils représentent jusque 500 000 individus par m² et 6 000 espèces sont connues à ce jour.



Richesse en espèces de collemboles dans les sols bretons du Réseau de mesure de la qualité des sols

© Données : Programme RMOQS Biodiv. Ensaia Nancy, 2010
Fonds © IGN/BD Cartho@ 2013 - Infographie : GIP BE - Septembre 2016

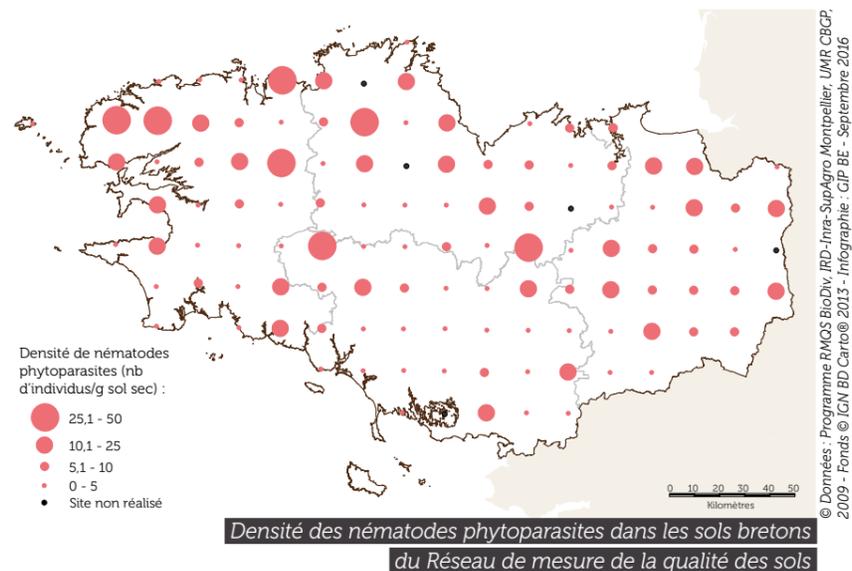
LES NÉMATODES

Les nématodes ressemblent à des vers microscopiques translucides et invisibles à l'œil nu. Leur corps est recouvert d'une couche protectrice (cuticule). Ils ont des régimes alimentaires variés. Certains sont des parasites de végétaux (phytoparasites), occasionnant ainsi des pertes de rendement très préjudiciables à l'agriculture.

Mais la plupart sont indépendants de tout hôte pour vivre et bénéfiques à l'homme. Ils agissent notamment sur le cycle des éléments nutritifs, c'est le cas des nématodes bactériovores ou fongivores, des carnivores ou omnivores. Ils représentent de 1 à 10 millions d'individus par m² et ils sont très diversifiés. 30 000 espèces sont connues à ce jour.

NÉMATODES PHYTOPARASITES

Les nématodes phytoparasites sont un exemple de ravageurs importants. Ils attaquent pratiquement toutes les cultures de la planète, en particulier les racines des plantes. La lutte chimique contre les nématodes phytoparasites est très difficile. Les produits nématicides comptent parmi les plus toxiques des produits phytosanitaires, d'où leur interdiction progressive dans de nombreux pays. Seul un équilibre écologique avec des prédateurs (autres nématodes, collemboles, acariens), des champignons et des bactéries permet de contrôler leur prolifération.



3

espèces de vers plats invasifs

DES « VERS PLATS » CARNIVORES

Chez les habitants des sols, il existe aussi des espèces invasives. À partir de 2013, des plathelminthes terrestres - encore appelés « vers plats » - originaires de l'hémisphère Sud (Australie, Nouvelle-Zélande, Amérique du Sud) et d'Asie du Sud-Est ont été signalés en France. Ce sont des prédateurs ou des nécrophages qui se nourrissent d'animaux de la faune du sol. Ces espèces invasives se distinguent des espèces locales de plathelminthes - ne dépassant guère 2 cm - par leur taille plus grande [3] et leur pouvoir de dissémination important.

En Bretagne, trois espèces invasives ont été identifiées. L'espèce *Obama nungara*,

précédemment appelée « marron plate », de 4 à 6 cm de long est signalée partout en Bretagne sauf dans le Morbihan. C'est la plus répandue en France. Elle consomme des vers de terre et, bien que l'on ne connaisse pas son impact exact sur les populations de lombriciens, c'est une menace agronomique potentielle. L'espèce dite « rayée jaune » se nourrit d'arthropodes du sol - notamment des cloportes - et mesure de 5 à 12 cm de long. Elle a été observée en Finistère et en Côtes-d'Armor. L'espèce *Parakontikia ventrolineata* a été notée dans toute la Bretagne sauf en Ille-et-Vilaine. Il s'agit d'une espèce nécrophage consommant des vers de terre, escargots ou limaces écrasés. Elle souille les légumes et des fruits comme les fraises.



Obama nungara



Plathelminthe dit "rayé jaune"



Parakontikia ventrolineata



Champignon Myriostoma coliforme

UNE PREMIÈRE LISTE ROUGE DE CHAMPIGNONS

« Partout où il y a de la vie, partout il y a des champignons ». Ils colonisent en effet tous les milieux, se développant selon trois modes de vie. Les champignons parasites dépendent d'organismes vivants, d'origine végétale ou animale. Les champignons saprophytes consomment la matière organique morte et participent à son recyclage (feuilles et bois morts, paille, excréments, etc.). Les mycorhizes associent champignons et organismes vivants, chaque partie apportant à l'autre des éléments nutritifs, avec un bénéfice réciproque.

La présence de communautés fongiques dépend en premier lieu de la nature des formations végétales, puis de la nature du sol (sa composition, sa richesse en matière organique, son pH) et enfin des facteurs du climat ou du microclimat, et de l'influence de l'altitude.

Avec son sous-sol granitique, la Bretagne possède des sols le plus souvent acides, prédisposant à une végétation acido-

phile. Il en découle une pauvreté des espèces fongiques calciphiles. De tels milieux peuvent cependant se rencontrer en zone dunaire, en présence de dépôts coquilliers. Les écosystèmes dunaires, comme d'autres milieux fragiles tels les tourbières, les vieilles pelouses, offrent une végétation fongique biologiquement exigeante, sensible à la pollution du sol, au piétinement et au labour. La présence de certaines espèces de champignons (comme les hygrophores) dans ces zones est un bon indicateur de la qualité biologique du milieu, et peut donner des arguments pour des mesures conservatoires. Ces champignons se retrouvent souvent sur les listes rouges d'espèces à préserver. Une première liste rouge a été établie en Bretagne en 2003 et concerne le département des Côtes-d'Armor. Elle recense plus de 1 000 espèces de champignons parmi lesquels on peut citer l'amanite de Singer, *Myriostoma coliforme* ou encore la morille des dunes.

Bibliographie

Gretia (2004) *Les invertébrés continentaux de Bretagne*, Ed. Biotope, Coll. Cahier naturaliste de Bretagne.

J.-L. Justine, J. Thévenot et L. Winsor (2014). *Les sept plathelminthes invasifs introduits en France*. *Phytoma*, n°674.

D. Sugny (2015) *Utilisation de la fonge des pelouses comme bioindicateur et sauvegarde des pelouses à hygrocibes*. *Bull. Fédér. mycol. Est* 13 : 37-59.

Notes

[1] Source : D. Cluzeau (coord.) (2009) *RMQS BioDiv Bretagne. Tome 1 - Synthèse générale*.

[2] Carabus (*Chrysocarabus*) *auronitens subfestivus* Oberthür, 1884.

[3] une espèce du genre *Bipalium* peut même atteindre 20 à 40 cm.

Les êtres vivant dans les sols connaissent bien des agressions. Au point que la Commission européenne a identifié la perte de biodiversité des sols comme une des huit menaces encourues par les sols [1].



Les impacts

UN ÉQUILIBRE À TROUVER

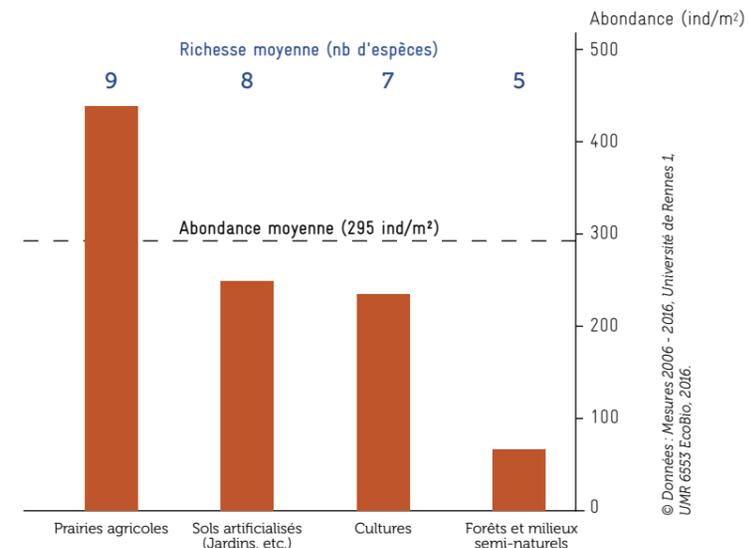
Ver de terre sortant du sol

“ C’est en milieu agricole que l’on tire le plus d’enseignements en matière d’impact de l’homme sur la biodiversité des sols

Tout ce qui touche à la structure du sol, qui modifie son aération, sa compaction, sa texture mais aussi son acidité ou les éléments chimiques qui s’y trouvent, a un impact sur la composante biologique d’un sol et donc sur son bon fonctionnement. La biodiversité des sols est directement menacée par les activités humaines qui contribuent aux dégradations telles que l’érosion, la baisse des teneurs en matières organiques, les pollutions ponctuelles et diffuses, l’acidification ou encore l’imperméabilisation des sols. Les enjeux aujourd’hui sont d’intégrer ces menaces dans les pratiques et aménagements, et de trouver un équilibre.

LES « PARADIS » POUR LOMBRICIENS

L’étude de la répartition des vers de terre en fonction des sols bretons entre 2006 et 2016 montre à quel point la biodiversité des sols varie selon qu’il s’agit de terres agricoles, de forêts et milieux semi-naturels ou encore de jardins urbains. Tout est histoire d’occupation des sols et de pratiques. Les sols les plus riches en lombriciens se trouvent dans les prairies agricoles et les jardins urbains. Ces derniers abritent d’ailleurs le plus grand nombre d’espèces (9 en moyenne).



Abondance et richesse lombricienne des sols en Bretagne sur la période 2006-2016, selon l'occupation des sols

Malgré un travail du sol parfois très intensif et des contaminations liées à l’emplacement ou à l’historique des sols (axes routiers, anciennes friches industrielles, etc.), les jardins bien gérés sont de véritables réservoirs de biodiversité. Les vers de terre des jardins urbains semblent en effet se porter plutôt bien car ils sont chouchoutés par les jardiniers qui leur offrent le gîte et le couvert en fertilisant avec des matières organiques et en paillant leur sol.

Les sols forestiers et semi-naturels se caractérisent par des abondances en lombriciens très faibles. Si des espèces ubiquistes y sont bien représentées, ils abritent également des espèces plus rarement observées dans les autres types de sols étudiés en Bretagne : *Dendrobaena attemsi*, *Dendrobaena octaedra* et *Eiseniella tetraedra*.

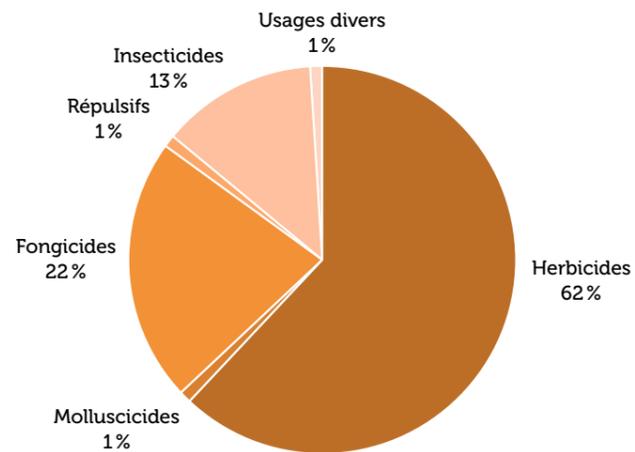
Dans les sols cultivés, le travail du sol joue un rôle important. Le labour permet une plus forte densité de collemboles et d’acariens, et un plus grand nombre de carabes (qui vont pouvoir consommer les limaces). L’absence de labour, quant à lui, va de pair avec une plus forte biomasse de vers de terre et un plus grand nombre d’espèces anéciques. La Bretagne, avec 24 % des surfaces sans labour, est légèrement en

dessous des moyennes nationales (36 %) mais reste une des régions françaises qui a le plus développé cette pratique [2].

PAS N’IMPORTE QUELLES MATIÈRES ORGANIQUES

Pour préserver la richesse en matière organique, il est possible d’amender le sol par des apports de matières organiques variées. Certains ont des impacts positifs, comme les fumiers, les composts, les paillages et résidus de culture. Source de nourriture, ils vont permettre d’augmenter la densité de lombriciens et leurs activités de stimulation des microbes. L’utilisation des lisiers doit être très maîtrisée car ils peuvent contenir des produits antiparasitaires, des antibiotiques ou des métaux, et être ainsi nocifs pour les microorganismes et la faune du sol. Les boues des stations d’épuration des eaux usées sont aussi susceptibles de contenir des agents pathogènes tels des bactéries (*Escherichia coli*, *Yersinia*, *Shigella*, *Campylobacter*, etc.), des Clostridies ou des *Listeria*. Ces nouveaux arrivants entrent en compétition avec la biodiversité locale. Si le sol « fonctionne bien », ils n’y survivront pas très longtemps. S’il « fonctionne mal », ils peuvent entraîner un risque de contamination des chaînes alimentaires ou de l’eau.

“ Les sols des prairies agricoles et des jardins urbains sont les plus riches en lombriciens



Les types de pesticides mesurés dans les cours d'eau bretons en 2014

LE RECOURS AUX BIOCIDES

Les biocides sont préjudiciables à la biodiversité, y compris à celle des sols. Parmi les pesticides, on peut noter l'impact des nématoxides, des insecticides et des molluscicides ainsi que des fongicides à base de cuivre qui réduisent clairement les abondances et biomasses en lombriciens. L'application des herbicides a un impact moins important, mais peut cependant conduire à une diminution de la viabilité des cocons de vers de terre voire même à une chute du nombre d'individus dès lors que plusieurs herbicides sont utilisés en même temps.

Il n'existe pas d'information précise sur les quantités de biocides reçues par les sols en Bretagne. Mais les mesures de pesticides faites dans les cours d'eau donnent une idée approximative de la pression sur les sols. En 2014, pour rechercher des pesticides, près de 1 000 prélèvements ont été réalisés par l'Agence de l'eau Loire – Bretagne dans 120 stations de mesures situées sur des cours d'eau bretons [3]. Environ 87 % des prélèvements contenaient des pesticides. La majorité des substances dont la concentration a été mesurée proviennent d'herbicides et dans une moindre mesure de fongicides et

insecticides. Et environ un tiers correspond à des substances interdites en France ce qui s'explique pour certaines d'entre elles (dérivés de l'atrazine) par leur caractère persistant dans l'environnement.

MÉMOIRE VIVANTE

Les pratiques sylvicoles ont, elles aussi, un impact sur la biodiversité des sols en milieu forestiers. L'étude des invertébrés de sols forestiers en Bretagne a montré qu'elles jouent sur les coléoptères carabiques, les araignées et les chilopodes (l'une des classes de mille-pattes prédateurs). La gestion sylvicole influence directement les conditions de leur présence en forêt : structure du micro-habitat, type de litière et son épaisseur.

Tout changement d'origine sylvicole crée une réponse immédiate chez les espèces forestières du sol. La coupe à blanc lors de la récolte provoque une disparition des espèces forestières au profit des espèces de milieu ouvert, souvent plus importantes en nombre d'espèces présentes. Après récolte, la régénération de la végétation rend le milieu de plus en plus favorable aux espèces forestières. La plupart des études s'accordent sur le fait que les espèces forestières mettent 30 ans voire 50 ans pour recoloniser un site. Ce retour

“ Tout changement d'origine sylvicole crée une réponse immédiate chez les espèces forestières du sol

© Sources : AELB - Ostr juin 2015

des espèces forestières dépend aussi de la proximité de zones « sources » et de connexions entre ces zones. Sous certaines conditions, les communautés d'invertébrés du sol peuvent persister lors de la mise en place de pratiques sylvicoles. C'est le cas notamment des cortèges d'arthropodes associés aux landes dans les plantations de pins. Ainsi, les pinèdes matures (supérieures à 90 ans) peuvent abriter des cortèges spécifiques aux landes sèches ou humides. Cependant, la conservation de ces cortèges sera dépendante du travail qui sera mis en place pour replanter la parcelle.

Notes

[1] Commission européenne (2002) Vers une stratégie thématique européenne pour la protection du sol.

[2] Source : Crab (2014) Guide technique « Techniques culturales sans labour », p. 43.

[3] Source : <http://www.observatoire-eau-bretagne.fr/Tableaux-de-bord-interactifs/Eau-de-surface/Pesticides>

Les réponses

UNE CONNAISSANCE EN PROGRÈS



Étude d'un sol

Ces dix dernières années, les connaissances sur la biodiversité des sols en Bretagne se sont affinées grâce au déploiement de programmes de recherche et au développement de la science participative.

Les premières initiatives de mesures de la biodiversité des sols en Bretagne remontent à 1995. Des enseignants, des chercheurs, des agriculteurs et des membres des chambres d'agriculture se sont réunis au sein du Groupe d'études pluridisciplinaires « Agriculture Biologique » (Gepab) Bretagne. Ils étudiaient la diversité des vers de terre dans les sols en fonction de la nature des sols et du climat. Les connaissances sur ce volet écologique des sols se sont régulièrement améliorées grâce à des travaux de thèse ou des programmes de recherche, financés notamment par la Région Bretagne.

En 2006, une nouvelle étape a été franchie avec le programme RMQS Biodiv [1] qui a réalisé un inventaire systématique de la biodiversité des sols. Cet inventaire venait compléter les données agronomiques et physicochimiques recensées par le Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS) qui est un dispositif national. La démarche était originale puisqu'il n'y avait pas d'équivalent à l'échelle européenne et c'est en Bretagne que tout a commencé sous l'initiative des chercheurs de l'Université de Rennes 1 (UMR Ecobio)

“ Une démarche d'inventaire originale, sans équivalent à l'échelle européenne

Plus d'une centaine de sites, à majorité agricoles et répartis de façon régulière sur le territoire régional, ont été échantillonnés. Douze équipes nationales de recherche ont collaboré pour y étudier les macro-invertébrés, les vers de terre, les collemboles, les acariens, les nématodes et les microorganismes. Ces informations biologiques ont été croisées avec les autres paramètres et observations du RMQS (texture, pH, teneurs en cuivre et en zinc, etc.), traduisant le rôle de bioindicateurs joué par ces organismes du sol [2].

DES OUTILS POUR SURVEILLER ET ÉVALUER

Cette dynamique régionale s'est poursuivie au niveau national avec le développement du programme Bioindicateurs Phase 2 (2009 - 2013), soutenu par l'Ademe [3]. Il a permis de calibrer et comparer un large panel de bioindicateurs (dont ceux testés par RMQS Biodiv) sur une douzaine de sites ateliers (sites agricoles, forêts, sites pollués), ceci afin de disposer d'outils de surveillance et d'évaluation de la qualité des sols. Ce programme a impliqué 22 équipes de recherche dans toute la France et a été coordonné par l'Université de Rennes 1 (UMR EcoBio). La valorisation des résultats, animée par Agrocampus Ouest (UMR SAS), a conduit à la création de fiches décrivant une quarantaine de bioindicateurs et d'un outil en ligne permettant de visualiser les méthodes de prélèvement des bioindicateurs ainsi que de sélectionner les bioindicateurs répondant le mieux aux contraintes des utilisateurs [4].

DES ÉTUDES PONCTUELLES

Les données issues du RMQS Biodiv se sont enrichies au fil du temps notamment grâce à des études ponctuelles réalisées sur d'autres milieux. Ainsi, plusieurs contrats

Nature, soutenus par le conseil régional de Bretagne, ont contribué à améliorer les connaissances sur la biodiversité des sols. L'un d'entre eux, conduit par l'UMR Ecobio [5], a permis en 2010 d'acquérir des données sur sept réserves naturelles régionales protégeant des prairies et landes humides, ainsi que des bois.

Un autre contrat Nature, en cours celui-là, porté par le Groupe d'étude des invertébrés armoricains, étudie les insectes d'une dizaine de sites forestiers de la région. L'objectif général est d'améliorer l'état des connaissances sur les invertébrés des forêts bretonnes, d'apporter des éléments concrets aux gestionnaires pour mieux intégrer la conservation de la biodiversité dans leurs pratiques et de valoriser les résultats auprès d'un large public.

Dans le cadre d'un projet de création d'un parc naturel urbain, un projet de recherche, soutenu par l'Ademe et la ville de Rennes, a permis d'appliquer les bioindicateurs dans les jardins ouvriers des prairies Saint-Martin afin de rendre compte des transferts de contaminants (vers les escargots et les plantes) et de l'état biologique de l'écosystème (utilisation des vers de terre, des nématodes et de la biomasse microbienne).

Enfin, de nombreux partenariats entre les chercheurs (Université, CNRS, Inra, Agrocampus ouest) et les acteurs de terrain (réseaux d'agriculteurs, chambres d'agriculture bretonnes) ont permis d'acquérir un grand nombre de données sur les organismes du sol ainsi que sur les services écosystémiques rendus par cette biodiversité en contexte agricole. Ces partenariats se font dans le cadre de programmes de recherche développement comme le Casdar (Compte d'affectation Spécial au Développement Agricole et Rural), nationaux ou européens.

“ Le programme RMQS Biodiv a réalisé un inventaire systématique de la biodiversité des sols

SCIENCES PARTICIPATIVES

La biodiversité des sols s'est faite une place dans l'univers des sciences participatives. En 2011, a été lancé l'Observatoire participatif des vers de terre (OPVT) [6], piloté par l'Université de Rennes 1 (UMR EcoBio). Destiné dans un premier temps aux agriculteurs, il s'est vite élargi aux jardiniers, écoliers, bureaux d'études, etc., désireux d'enrichir les données sur les vers de terre partout en France. Cet observatoire propose quelques protocoles simples et des guides pour mieux connaître et identifier les lombriciens et ainsi diagnostiquer la qualité de son sol. Il a été développé en collaboration avec le Muséum national d'Histoire naturelle, notamment dans le cadre de l'Observatoire agricole de la biodiversité [7] qui propose à des agriculteurs volontaires des protocoles d'observation et de recensement de la biodiversité ordinaire (invertébrés terrestres, pollinisateurs) sur leurs parcelles. Ce dispositif national a été appliqué localement à travers l'Observatoire de la biodiversité locale en Brocéliande.

Depuis la découverte en 2013 de vers plats terrestres invasifs en France, Jean-Lou Justine, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, a créé un blog [8] permettant de signaler leur présence. Cette plateforme participative aide à connaître la zone d'extension de ces espèces en France et de suivre leur progression.

En définitive, la multiplication des études scientifiques sur la biodiversité des sols ces dernières années permet désormais de disposer de données sur des milieux variés. Rien qu'en Bretagne, il existe deux cents sites d'observations avec des protocoles de recherche et une centaine avec des protocoles de sciences participatives.

L'ensemble de ces résultats contribue à une meilleure prise en considération par la société de la biodiversité des sols. Il participe aussi à la réflexion générale sur l'orientation des pratiques agricoles sur le territoire breton et le développement d'une agriculture respectueuse des trois piliers du développement durable que sont l'économie, le social et l'environnement.

Notes

[1] Programme de recherche RMQS BioDiv : programme de recherche d'inventaire de la biodiversité des sols à l'échelle régionale sur les sites bretons du Réseau de mesure de la qualité des sols.

[2] RMQS - www.gissol.fr/le-gis/programmes/rmq-34

[3] Ademe : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

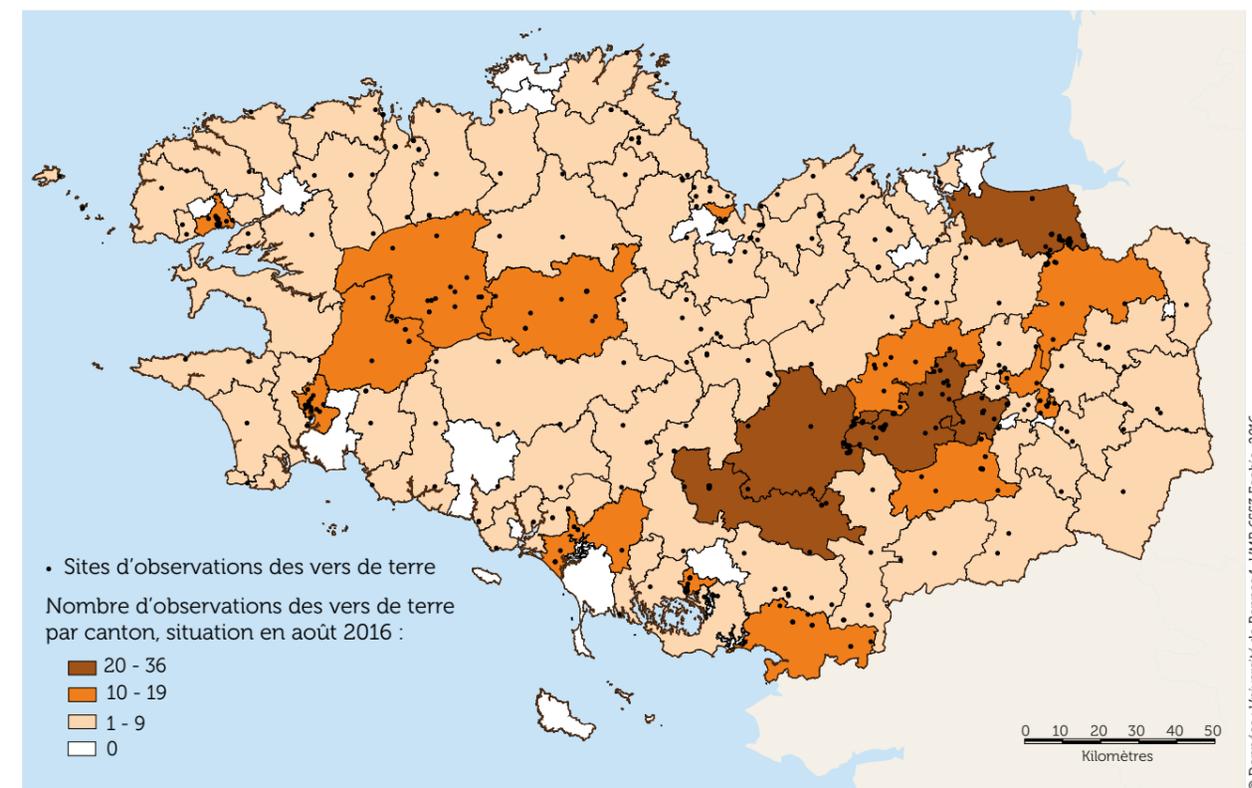
[4] Les résultats sont disponibles sur le site : <http://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/ADEME-Bioindicateur>

[5] l'UMR EcoBio, <http://ecobio.univ-rennes1.fr>

[6] https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/OPVT_accueil.php

[7] <http://observatoire-agricole-biodiversite.fr>

[8] <http://bit.ly/Plathelminthe>



Nombre d'observations de vers de terre par canton, situation en août 2016

ALLER PLUS LOIN

DOCUMENTATION

ÉTUDE



Atlas européen de la biodiversité des sols

À travers de nombreuses illustrations, cet ouvrage de référence permet à un large public de découvrir et de comprendre le rôle fondamental de la vie cachée dans les sols. 2013, Éd. Commission européenne, 130 p.

bookshop.europa.eu/fr/atlas-europ-en-de-la-biodiversit-des-sols-pbLBN24375/

WEB



Sols de Bretagne

Découvrez les résultats des mesures et observations concernant la qualité des sols en Bretagne, faites dans le cadre des programmes nationaux IGCS (Inventaire, gestion et conservation des sols) et RMQS (Réseau de mesures de la qualité des sols). Ce site Web propose également la cartographie exhaustive des sols de la région à l'échelle du 1/250 000.

www.sols-de-bretagne.fr

ÉTUDE



L'eau et les sols

Voici les actes du colloque régional organisé par Eau & rivières de Bretagne le 30 novembre 2011 à Pontivy. Il fait le point sur l'évolution des sols en Bretagne et les enjeux de leur protection. Éd. Eau & rivière de Bretagne, 2011.

Sur www.eau-et-rivieres.asso.fr

WEB



Ecobiosoil

Ce site Web s'intéresse à l'étude de la biodiversité des sols en milieu tempéré. On y trouve des informations sur les vers de terre et sur les travaux de recherche scientifique menés dans le cadre de l'Observatoire des sciences de l'univers de Rennes (Osur). On peut également y faire de la science participative en contribuant à l'Observatoire des vers de terre.

ecobiosoil.univ-rennes1.fr

WEB



Plathelminthes terrestres invasifs

Ce blog est animé par Jean-Lou Justine, professeur au Muséum national d'Histoire Naturelle. Il contient les informations les plus récentes et les plus exhaustives sur le sujet ainsi que des instructions sur la marche à suivre si vous découvrez un plathelminthe terrestre.

bit.ly/Plathelminthe

QUI CONTACTER ?

UMR 1069 Inra – Agrocampus Ouest « Sol Agro et hydrosystème spatiation » (SAS)
65 rue de Saint-Brieuc CS 84215,
35042 Rennes Cedex
Tél. : 02.23.48.54.22
www6.rennes.inra.fr/umrsas

UMR 6553 Université Rennes 1 - CNRS « Écosystème, biodiversité, évolution » (Écobio)
Station Biologique de Paimpont
F-35380 Paimpont
Tél. : 02.99.61.81.80
Courriel : ecobiosoil@univ-rennes1.fr
<http://ecobio.univ-rennes1.fr>

Association mycologique de Plœumeur-Morbihan/ Fédération des associations mycologiques de l'Ouest
Maison des associations - La Vraie Croix
56270 Plœumeur
www.mycologiemorbihan.com

Groupe d'étude des invertébrés armoricains
Campus de Beaulieu - Université de Rennes 1
Bâtiment 25 - 1^{er} étage
35042 Rennes Cedex
Tél. : 02.23.23.51.14
Courriel : c.courtial@gretia.org
www.gretia.org

Groupe mammalogique breton
Maison de la rivière 29450 Sizun
Courriel : contact@gmb.asso.fr
Tél. : 02.98.24.14.00
www.gmb.asso.fr

RETROUVEZ CE DOSSIER SUR : WWW.BRETAGNE-ENVIRONNEMENT.ORG



- des actualités sur le sujet,
- une sélection documentaire régionale sur ce thème qui s'enrichit au fur et à mesure des parutions (livres, revues, brochures, liens,...),
- une sélection des organismes en Bretagne intervenant dans ce domaine et pouvant être contactés en cas de question,
- plus de données et de photos.

ET AUSSI...

Nos autres dossiers sur l'environnement en Bretagne. Ils présentent les enjeux et actions engagées en matière d'environnement dans la région, et sont réalisés par le GIP Bretagne environnement en collaboration avec des experts scientifiques et techniques.

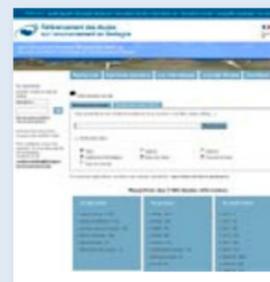


L'OBSERVATOIRE DE LA BIODIVERSITÉ ET DU PATRIMOINE NATUREL EN BRETAGNE

L'observatoire a été créé en 2008. S'appuyant sur les connaissances régionales des experts, il cherche à expliquer les problématiques et les enjeux liés à la préservation de la biodiversité et du patrimoine naturel.

Projet collaboratif, il a pour objectifs de faciliter l'accès aux données et de proposer une information élaborée comme une aide à la décision.

www.observatoire-biodiversite-bretagne.fr



RÉFÉRENCIEMENT DES ÉTUDES SUR L'ENVIRONNEMENT EN BRETAGNE

Ce catalogue documentaire recense plusieurs milliers de publications scientifiques et techniques.

Retrouvez notre focus sur la biodiversité des sol.

etudes.bretagne-environnement.org

Du citoyen au décideur public ou privé, tout le monde est concerné et amené à faire des choix ayant un impact sur la qualité de notre environnement.

La raison d'être du groupement d'intérêt public Bretagne environnement, créé par l'État et le conseil régional de Bretagne en 2007, est de permettre à chacun de trouver les renseignements qu'il recherche sur l'environnement en Bretagne, afin de développer ses connaissances et d'être aidé dans ses prises de décisions.

GIP Bretagne environnement

6A, rue du Bignon
35 000 RENNES

Tél : 02 99 35 45 80

contact@bretagne-environnement.org