

VERS DE TERRE LES DERNIERS RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

On ne les présente plus, on pense tout connaître sur eux et pourtant les chercheurs du monde entier continuent de se poser des questions et de faire avancer les connaissances à leurs sujets. Ces connaissances, ils les ont partagées lors du dernier Colloque international sur l'écologie des vers de terre organisé en France et porté par Guénola Pérès (Institut Agro Rennes-Angers) et un consortium de chercheurs français (université de Rennes, université de Montpellier, CNRS, Inrae et IRD).



FREDERIC THOMAS

Bien que Charles Darwin soit l'un des premiers à mettre en avant l'importance des vers de terre pour les sols dans son dernier ouvrage *La Formation de la terre végétale par l'action des vers de terre*, publié en 1881, la recherche sur l'écologie lombricienne reste très récente contrairement à beaucoup d'autres organismes (plantes, oiseaux, mammifères...) et il reste encore beaucoup de questions en suspens sur les rôles et les facteurs de répartition de ces invertébrés. Ainsi dans ce dossier, vous

retrouvez les fondamentaux à connaître sur ces précieux alliés de nos cultures, enrichis par les dernières recherches de la communauté scientifique. Ce sera l'occasion de revoir les bases à travers les différentes catégories écologiques de vers de terre ainsi que leurs rôles et les services qu'ils rendent dans les sols. Puis nous verrons comment la gestion, et notamment celle liée à l'agriculture, peut impacter ces communautés et finalement nous aborderons les moyens de les étudier et d'évaluer leur état dans nos sols agricoles.

TCS

Techniques Culturelles Simplifiées

LA REVUE SPÉCIALISTE DES AGRO-ÉCOLOGIES INNOVANTES



La saison 2022 a été très compliquée. La lecture de TCS vous l'aurait rendue plus facile et plus rémunératrice.

65€



Abonnez-vous !



BULLETIN D'ABONNEMENT

À adresser à Média et Agriculture - Service Abonnement - BP 90146 - 57004 METZ Cedex 1
Tél. : 03 87 69 89 75 - abonnements@groupe-atc.com

- OUI**, je m'abonne pour 1 an à **TCS** (5 n^{OS}) au tarif de **65€** au lieu de ~~70€*~~
- OUI**, je m'abonne pour 1 an à **TCS** (5 n^{OS}) + **Cultivar** (11 n^{OS} dont 2 hors-séries) au tarif de **105€** au lieu de ~~186,50€*~~

- Je règle par chèque à l'ordre de Média et Agriculture.
- Je souhaite recevoir une facture. (envoyée par e-mail uniquement)

Société :

Activité :

M. Mme Nom :

Prénom :

Adresse :

Code postal :

Ville :

Téléphone :

E-mail :

@

Signature obligatoire :



Attention aucun abonnement ne sera enregistré sans l'accompagnement de votre règlement.

Pour mieux vous connaître :

1 Date de naissance : ___/___/___

2 Productions :

3 SAU :

* Valeur au numéro (TVA 2,1 %). Vous pouvez acquérir chaque numéro de TCS au tarif de 14 €, chaque numéro de Cultivar au tarif de 8,50 € et ses hors-séries au prix de 20 €, frais de port en sus. Tarifs valables en France métropolitaine, Belgique, Luxembourg, Suisse. Pour l'étranger, nous consulter au +33 (0)3 87 69 89 75. Offre valable jusqu'au 31/12/2023. Les informations recueillies par la société Média et Agriculture ont pour finalité la gestion de votre abonnement et peuvent être utilisées à des fins de marketing direct. Conformément à la loi « informatique et libertés » du 06/01/1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification des informations vous concernant et vous pouvez vous opposer à leur cession en écrivant à l'adresse d'envoi du bulletin. Si vous souhaitez recevoir des propositions de nos partenaires, cochez cette case ☐

L'écologie des vers de terre en climat tempéré

Les vers de terre vivent principalement dans les 20-30 premiers cm du sol et se nourrissent essentiellement de matière organique morte d'origine végétale présente à la surface du sol ou dans le sol ainsi que de micro-organismes (champignons, bactéries, protozoaires, algues). Ils sont très actifs quand les sols sont humides et frais, généralement de l'automne (quand les sols sont bien réhumectés) au printemps (avant que les sols ne soient trop secs) et lorsque les sols ne gèlent pas. Plus d'une centaine d'espèces ont été décrites en France métropolitaine et une majorité n'est présente que dans le Sud de la France, approximativement en dessous d'une ligne horizontale qui couperait la France en deux parties. Les vers de terre sont dits « hermaphrodites protandres » : ils développent d'abord leur appareil reproducteur mâle pour produire des spermatozoïdes avant de développer leur appareil reproducteur femelle et créer des ovules. Les vers de terre ont parfois une sorte de bague ou un renflement autour de leur corps, appelé clitellum, qui, lorsque le ver de terre est adulte (taille maximale), produit un manchon muqueux servant d'enveloppe pour collecter les gamètes et prendre la forme d'un cocon contenant le ou les descendants. Dans les années 1970, Marcel Bouché a classé ces espèces en trois catégories écologiques : épigés, endogés et anéciques, selon des critères morphologiques (taille, couleur), physiologiques (reproduction, résistance à la sécheresse) et écologiques (répartition dans le profil de sol, alimentation). Ces catégories écologiques sont très utiles pour apprécier grossièrement le rôle des vers de terre sur le fonctionnement du sol mais plusieurs travaux scientifiques ont mis en évidence certaines limites à l'utilisation de ce concept dès lors qu'il s'agit de relier des catégories écologiques à des fonc-

tions du sol précises (infiltration ou rétention de l'eau dans les sols par exemple). Ainsi, il est important de garder en tête que le rôle des vers de terre dans le fonctionnement du sol peut être grossièrement apprécié au travers des catégories écologiques mais que l'identification des espèces aux champs permet une compréhension des mécanismes plus précise.

Les catégories écologiques sont considérées comme les trois pôles d'un continuum, certaines espèces se situant entre ces catégories écologiques (comme des épi-anéciques ou des endo-anéciques par exemple). De manière synthétique, voici les principales caractéristiques des trois catégories écologiques.

■ Les épigés sont de petites tailles (<7 cm) et fortement pigmentés (souvent de couleur rouge). Ils consomment et vivent dans les amas de matière organique (litières, humus, compost, fumier). De plus, ils ne creusent pas ou peu de galeries; ainsi, ils sont très sensibles aux aléas climatiques, aux interventions anthropiques et à la prédation. Ils vivent généralement le temps d'une saison mais ont une reproduction très forte (une centaine de cocons par an).

■ Les endogés sont de taille variable (de 1 à 20 cm) et ne sont pas ou peu pigmentés. Ils ne remontent pas ou peu à la surface mais vivent dès les premiers centimètres jusqu'à 20-30 cm de profondeur du sol où ils se nourrissent de matière organique plus ou moins mélangée à la matière minérale. Ils creusent des réseaux de galeries très ramifiés d'orientation horizontale à subhorizontale, qu'ils obstruent partiellement avec leurs déjections. Ils ont une longévité et un

effort de reproduction modérés.

Aporrectodea.



LOLA MORAND

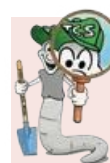
Lumbricus.



LOLA MORAND

■ Les anéciques sont de grande taille (de 10 à 40 cm pour les espèces les plus communes et jusqu'à 1,10m pour certaines espèces du Sud de la France) et ont un gradient de pigmentation avec une tête foncée

(rougeâtre ou noirâtre) et une queue plus claire. Ils creusent des galeries verticales à subverticales. Ce réseau est entretenu de manière quasi permanente; en effet, les déjections sont rejetées à la surface sous forme de turricules ou tassées le long des parois des galeries. Ils se nourrissent de matières organiques mortes prélevées à la surface. Ils sont capables de descendre profondément dans le sol et ainsi résister aux conditions environnementales difficiles (lors des gelées ou des sécheresses). De ce



Plusieurs catégories de vers de terre ont été proposées dans le passé, certaines assez différentes de celles proposées par Marcel Bouché et d'autres venant compléter celles de M. Bouché. Par exemple, dans les années 1980, Patrick Lavelle a proposé de différencier les endogés en 3 groupes selon la quantité et la qualité des matières organiques ingérées: les endogés poly-, méso- et oligo-humiques. Récemment, une analyse de la littérature scientifique propose de différencier les anéciques en deux groupes selon leur comportement et leur alimentation: les anéciques *Lumbricus* et les anéciques *Aporrectodea*. Les intérêts et les limites des catégories écologiques définies par M. Bouché sont toujours débattus mais restent d'actualité.

FARMSAAT RECRUTE des AGRICULTEURS!

Vous êtes agriculteur et avez le sens du contact ?
Vous êtes passionné par le végétal ou la nutrition animale ?
Vous recherchez une rémunération complémentaire ?

Alors n'attendez plus, devenez partenaire farmsaat !

NOTRE AMBITION
grandir ensemble!

Les missions du partenaire :

- Mise en place d'une vitrine variétale
- Recherche de clients
- Prise de commandes
- Réception et stockages des semences
- Livraison des semences



Institut du végétal
Variétés validées dans le réseau Arvalis

Patrice Goasmat - directeur France
goasmat@farmsaat.fr
07.86.73.84.58



www.farmsaat.fr

fait, ils ont une bonne longévité allant jusqu'à plus de 10 ans (essai réalisé au laboratoire) et un effort de reproduction faible (une dizaine de cocons par an dans les meilleures situations).

Une source de nourriture pour beaucoup d'organismes

Saviez-vous que les vers de terre sont l'un des principaux aliments de plusieurs espèces d'oiseau (bécasse, faisan, merle, pie...), de mammifères (hérisson, blaireau, sanglier...) ou encore de reptiles et de batraciens (salamandre, triton, grenouille, orvet, lézard...)? Ainsi, dans le contexte actuel de diminution de la biodiversité, la conservation d'une forte abondance et diversité de vers de terre présente un intérêt majeur pour maintenir une chaîne alimentaire conséquente.

D'un autre côté, les vers de terre sont aussi la proie de plathelminthes invasifs provenant principalement de l'hémisphère Sud et de l'Asie du Sud-Est (relire article des Échos du terrain de TCS 117 de mars/avril/mai 2022). Ces « vers plats » (à ne pas confondre avec les vers de terre ou les limaces) mesurent souvent 3 à 5 cm et peuvent atteindre 40 cm. Si pour l'instant l'extermination des vers de terre par les plathelminthes n'a pas été démontrée, certaines études en Angleterre rapportent une importante perte de biomasse de vers de terre liée à ce prédateur. La vigilance reste donc de



Plathelminthe (à droite) prédatant un ver de terre (à gauche).

mise. Que faire si vous observez un plathelminthe? Prenez-le en photo et envoyez les photos au Professeur Jean-Lou Justine du Muséum national d'histoire naturelle. Toutes les informations sur le site Internet: <http://bit.ly/Plathelminthe>

Ingénieurs des écosystèmes

Les vers de terre sont qualifiés d'ingénieurs de l'écosystème sol, car ils modifient les propriétés physiques (formation des sols, régulation du cycle de l'eau en modifiant l'infiltration ou la rétention...), chimiques (régulation des cycles des nutriments, épuration de l'eau...) et biologiques (stimulation de micro-organismes, production végétale...) des sols. Cette

qualification d'ingénieurs de l'écosystème sol n'est concédée qu'à très peu d'organismes dans les sols où on peut y retrouver par exemple les fourmis et les termites.

Formation des sols

La formation des sols consiste en l'altération chimique de la roche mère, la dégradation de la matière organique fraîche et la structuration de ces éléments en différents horizons. Les vers de terre contribuent au brassage des sols en enfouissant la matière organique de surface et en remontant la matière minérale à la surface. Ce brassage physique, appelé bioturbation, participe à la constitution des horizons du sol et a également un rôle fondamental dans l'incorporation, la répartition et la décomposition des matières organiques dans le sol. Dans certains endroits, la contribution des vers de terre à l'enfouissement de la litière de surface (feuilles, brindilles...) peut atteindre 90 à 100 % de

la litière déposée annuellement à la surface du sol par la végétation aérienne, qu'il s'agisse de végétation « naturelle » ou de cultures, ce qui représente jusqu'à plusieurs tonnes de matière organique par hectare et par an. De plus, des études en climat tempéré suggèrent que la quantité de sol ramenée annuellement à la surface par les vers de terre sous forme de déjections est d'environ 40 t/ha/an (sur la base de 19 études), contribuant à environ 0,4 cm (sur la base de 13 études) de terre arable par an. Sous un climat tempéré, les vers de terre peuvent donc potentiellement déplacer environ 40 cm de sol vers la surface chaque siècle, ou 4 m par millénaire! Toutefois, il s'agit probablement d'une surestimation, car une partie du sol est susceptible d'être déplacée plus d'une fois.

Porosité et régulation de l'eau dans les sols

L'activité fousseuse des vers de terre améliore trois types de porosités dans les sols: la

Les cabanes de vers de terre

Les anéciques peuvent former en surface à l'entrée de leur galerie des « cabanes ». Ce sont des petits monticules, le plus souvent un mélange de déjections et de débris végétaux, mais parfois un mélange de petits cailloux et de débris végétaux. L'origine de ces structures reste encore un peu floue, s'il est communément accepté que ces monticules se forment sous l'action des anéciques qui cherchent à enfouir dans le sol des débris végétaux pour pouvoir les consommer ultérieurement, il est aussi possible que ces structures aient un rôle de thermorégulation ou de protection contre les prédateurs.



ALCIONE N°1 des ventilations par aspiration
Colonnes de ventilation spéciales grains

L'essentiel est de conserver la qualité de votre récolte.

AGRILEAD.com
Édrolles 02210 Billy sur Ourcq | contact@agrilead.com
Tél. : 03 23 711 895 Fax : 03 23 711 998

Les avez vous vu?

Il existe trois espèces de vers de terre bioluminescents en France: *Microscoclex phosphoreus*, *Eisenia lucens* et *Avelona ligra*. On ne sait que très peu de choses sur les vers de terre et la bioluminescence, c'est pour cela que Marcel Koken, chercheur spécialisé sur le sujet, s'intéresse à « pourquoi les vers de terre produisent de la lumière? » Les premières hypothèses portaient sur un avantage lors de la reproduction mais depuis, des découvertes ont mis en avant que les cocons et les juvéniles étaient également bioluminescents. L'autre hypothèse serait une défense contre les prédateurs. Les essais sont en cours.



Repositionné dans un contexte agricole où les vers de terre sont favorisés, on pourrait estimer qu'ils sont capables de remonter plus de 5 cm de sol pendant une génération d'agriculteur.
F. THOMAS

microporosité (<30 µm), la mésoporosité (30-1000 µm) et la macroporosité (>1 mm). La microporosité est observée au sein des déjections des lombriciens et participe à la rétention en eau du sol, l'eau étant soit liée soit capillaire. Les galeries non entretenues mais très ramifiées des endogés permettent la création d'une mésoporosité favorable à la rétention et l'infiltration de l'eau. La macroporosité est en grande partie réalisée par les anéciques qui, avec leurs galeries entretenues et en connexion avec la surface, vont permettre de meilleurs échanges gazeux et une infiltration de l'eau plus rapide et plus en profondeur. Les galeries seront aussi une voie préférentielle pour la pénétration des racines des végétaux qui descendront plus en profondeur. À titre d'exemple, dans une étude récente réalisée au laboratoire, une espèce endogée a augmenté de manière significative la capacité de rétention en eau de 7 à 16 % dans l'ensemble du profil tandis qu'un épi-anécique n'a provoqué une augmentation significative de la capacité de rétention en eau (de 11 %) que dans les 6,5 cm supérieurs du sol limono-sableux.

Les déjections de vers de terre ont une plus grande stabilité face à la désagrégation que le

reste du sol et sont donc plus résistantes au processus d'érosion. Dans un climat tempéré, les turricules d'anéciques créent une rugosité de surface, qui est renforcée par les résidus de matière organique qui forment des « cabanes », ces biostructures ralentissent le ruissellement de surface contribuant à diminuer l'érosion des sols alors que les galeries sous-jacentes améliorent la capacité d'infiltration : il ne faut donc surtout pas se priver de ce travail précieux d'organisation.

Cycle des nutriments

En étant saprophages, les vers de terre contribuent à la décomposition de la matière organique et à la minéralisation des nutriments. En effet, les vers de terre contribuent à la fragmentation (par enfouissement dans le sol et broyage dans leur gésier) de la matière organique, augmentent la surface disponible pour d'autres décomposeurs et accélèrent ainsi sa dégradation. De plus, en brassant les matières organique et minérale, les vers de terre stimulent l'activité des micro-organismes, principaux acteurs de la minéralisation.

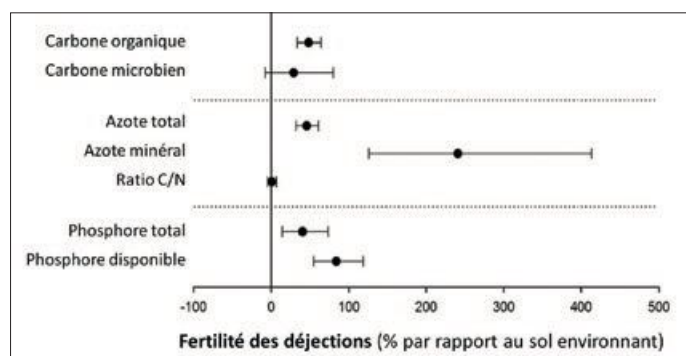
Le chercheur Jan Willem Van Groenigen et son équipe des Pays-Bas ont récemment étudié la fertilité des déjections

de vers de terre en comparaison au sol environnant au travers d'une méta-analyse de 81 études publiées dans la littérature scientifique et dont la plupart ont été réalisées au laboratoire. Cette méta-analyse montre que les déjections de vers de terre contiennent en moyenne de 40 à 48 % de plus de phosphore total, azote total et de carbone organique que le sol environnant et que l'azote et le phosphore disponibles sont encore plus élevés (241 % et 84 %, respectivement). Les auteurs soulignent également que la présence de plantes ou l'apport de matière organique sont les principaux facteurs qui augmentent la fertilité (notamment pour le carbone et l'azote) des déjections de vers de terre et n'ont pas mis en évidence d'effet de la texture du sol, du taux de matière organique initial dans les sols ou encore des différentes catégories écologiques de vers de terre. Ces conclusions permettent d'évaluer la

contribution des vers de terre aux cycles biogéochimiques mais doivent être confirmées ou affinées dans des conditions variées. À titre d'exemple, la majorité des 81 études incluses dans cette méta-analyse se concentre sur quelques espèces de vers de terre, ce qui ne rend pas compte de la diversité potentielle en France et/ou n'étudie qu'une espèce à la fois ne rendant pas compte des interactions possibles entre différentes espèces ou catégories écologiques dans un sol.

La minéralisation de l'azote est donc augmentée en présence de vers de terre, soit directement par la libération d'azote par leurs produits métaboliques (déjections, urine et mucus, qui contient du NH_4^+ , de l'urée, de l'allantoïne et de l'acide urique) et leurs tissus morts, soit indirectement par des changements dans les propriétés physiques du sol et la fragmentation de la matière organique, et par des interactions avec d'autres

EFFETS DES DÉJECTIONS DE VERS DE TERRE PAR RAPPORT AU SOL ENVIRONNANT EXPRIMÉS EN RELATIF



Les barres d'erreur indiquent les intervalles de confiance à 95 %.

VAN GROENIGEN, JAN WILLEM, ET AL. « HOW FERTILE ARE EARTHWORM CASTS? A META-ANALYSIS. » GEODERMA 338 (2019): 525-535.



GRANGE
MACHINERY

**FISSURATEURS FAIBLE
PERTURBATION**
Gamme polyvalente

stecomat.com - 0553 980 110
ejansingh@stecomat.com
ZA Roubiague 47390 Layrac



organismes du sol. À ce niveau, l'action des vers de terre est d'autant plus intéressante que l'azote est libéré en continu sous la forme de flux, ce qui améliore l'efficacité d'utilisation pour les plantes/cultures et réduit de fait les risques de lessivage.

Croissance des plantes

Cinq mécanismes sont potentiellement responsables de l'effet positif des vers de terre observé sur la production végétale :

- une minéralisation accrue de la matière organique du sol, qui augmente la disponibilité en azote mais aussi des nutriments ;
- une modification de la porosité et de l'agrégation du sol, qui induit des changements dans l'exploration du sol, la collecte, le stockage et la disponibilité de l'eau et l'amélioration des échanges gazeux pour les plantes (respiration du système racinaire et de la vie qui l'entoure) ;

- le biocontrôle des parasites et des ravageurs ;
- la production de régulateurs de croissance des plantes par la stimulation de l'activité microbienne ;
- la stimulation des symbiotes microbiens des plantes.

Pour évaluer l'importance des vers de terre dans la production végétale, Jan Willem Van Groenigen et son équipe des Pays-Bas ont analysé ensemble plus de 462 analyses provenant de 58 études menées sur tous les continents et publiées entre 1910 et 2013 portant sur l'impact de la production végétale en présence ou non de vers de terre. Cette analyse s'intéresse notamment à la production de trois cultures annuelles (maïs, riz et blé) et également au système prairial. Les résultats ont mis en évidence qu'en moyenne, la présence de vers de terre dans les agroécosystèmes entraîne une augmentation significative de 25 % du rende-

ment des cultures, de 23 % de la biomasse aérienne et de 20 % de la biomasse souterraine. L'augmentation de la production végétale au travers des vers de terre est accentuée avec la présence de résidus de culture et de l'augmentation de la densité des vers de terre. Les effets positifs des vers de terre deviennent plus importants lorsque davantage de résidus sont retournés au sol, mais ils disparaissent lorsque la disponibilité de l'azote du sol est élevée. Cela suggère que les vers de terre stimulent la croissance des plantes principalement en libérant l'azote mobilisé dans les résidus et la matière organique du sol. D'après les auteurs, ces résultats impliquent donc que les vers de terre sont d'une importance cruciale pour réduire l'écart de rendement des agriculteurs qui ne peuvent pas – ou ne veulent pas – utiliser d'engrais azotés. Il faut cependant rester réaliste, les vers de terre ne créent pas d'azote, ils ne font qu'accélérer son recyclage biologique. Il faudra donc des légumineuses en amont (préférentiellement des couverts végétaux) pour faire entrer de l'azote et *a minima* compenser les exportations.

Influence des activités humaines sur les vers de terre

De nombreux facteurs influencent le développement des communautés lombriciennes.

Il est possible de les hiérarchiser ainsi : i) les contraintes biogéographiques et historiques, ii) les conditions climatiques et pédologiques, iii) l'occupation et la gestion des sols et iv) les interactions entre espèces (compétitions, facilitations, prédatations...).

Ici, nous avons choisi de mettre en avant l'impact de l'homme sur le développement des lombriciens en sélectionnant, de manière non exhaustive, des recherches actuelles portant sur les différentes grandes gestions des sols.

L'occupation des sols et la gestion associée vont avoir un impact positif ou négatif sur les communautés lombriciennes. Pour simplifier le message, il faut imaginer que les communautés de vers de terre ont besoin du « gîte et du couvert » pour bien se développer. Ainsi, selon Daniel Cluzeau, de l'université de Rennes 1, quand certaines actions vont avoir un impact négatif (comme le travail du sol), d'autres actions positives (comme l'amendement organique) viendront compenser ce déséquilibre. Le développement des lombriciens (abondance, biomasse et richesse) se trouve donc dans une gestion équilibrée avec des pratiques de dégradation compensées par des pratiques de restauration.

BILLECO :

Des solutions alternatives en filière courte

Notre expertise en conduite culturale et fertilisation nous permet de proposer de nombreuses solutions pour tous :

AGRICULTURE CONVENTIONNELLE et AGRICULTURE BIOLOGIQUE.

Une plante en bonne santé, c'est une plante bien alimentée

Engrais Foliaires et Fertilisants Innovants

Soufre élémentaire, Acides aminés, Octaborate, PK, Oligo-éléments, levures, etc

BILLECO, c'est l'assurance d'avoir :

- des solutions au meilleur rapport qualité prix,
- un échange constructif entre agriculteurs sur la mise en pratique et l'utilisation des produits,
- des références spécifiques UAB, TCS, semi-direct, conventionnelles...

PROTEGER VOS CULTURES DE LA PHYTOTOXICITE DES TRAITEMENTS

Orge et désherbage

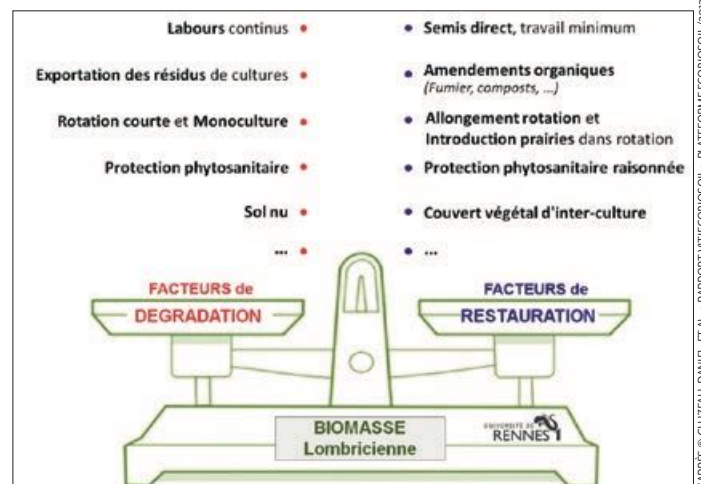


Les retours d'expérience de nos clients ont souligné l'effet détoxifiant d'ECO AMINO lors des désherbages d'automne sur orge. Son utilisation dans les bouillies a permis d'observer sur les parcelles un effet détoxifiant, limitant les stress liés aux produits de synthèse. ECO AMINO, une solution naturelle et efficace pour lutter contre les nombreux stress.

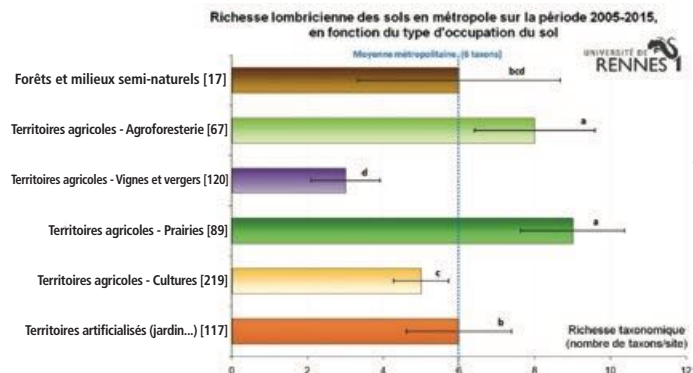
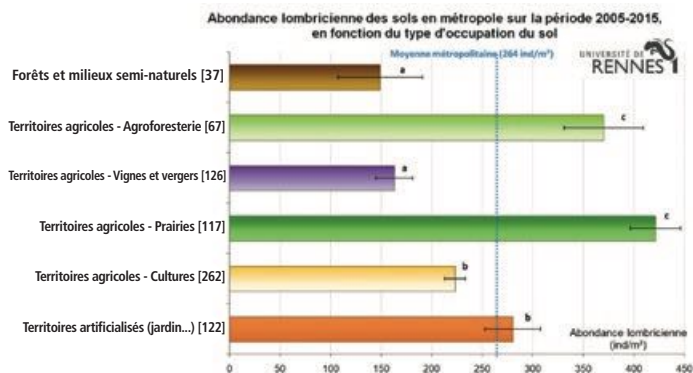
Pour tout conseil ou demande, vous pouvez nous contacter par mail pour un retour dans les meilleurs délais.

www.billeco.fr
billeco74@gmail.com

LISTE DES PRATIQUES AGRICOLES DIAGNOSTIQUÉES COMME FACTEURS SOIT DE DÉGRADATION SOIT DE RESTAURATION DES COMMUNAUTÉS LOMBRICIENNES DANS LES SOLS AGRICOLES



GAMMES DE RÉFÉRENCE DE L'ABONDANCE ET LA RICHESSE LOMBRICIENNE MOYENNE SELON DIFFÉRENTES OCCUPATIONS DE SOLS



Le nombre entre crochets indique le nombre de sites/observations. Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards. Des lettres différentes (a, b, c ou d) indiquent des différences statistiques significatives.

Occupation des sols

Fruit de 40 ans de recherche sur les vers de terre, D. Cluzeau et son équipe de l'université de Rennes 1 ont présenté lors du Colloque international sur l'écologie des vers de terre des gammes de référence pour l'abondance, la biomasse et la diversité des vers de terre sur huit occupations du sol dont quatre pour les milieux agricoles. En attendant la publication officielle de ces résultats, retrouvez les gammes de références de six occupations de sol publiées en 2015 dans l'Observatoire national de la biodiversité par cette même équipe (voir gammes ci-jointes). Si le nombre d'observations pour certaines occupations fait parfois défaut (agroforesterie et forêts), d'autres occupations du sol comme les grandes cultures, les prairies, les vignes et les jardins sont eux assez bien représentés. Sans surprise, c'est dans les prairies mais aussi en agroforesterie que les communautés de vers de terre sont les plus abondantes. À l'opposé, c'est dans les vignes et dans les forêts que les communautés de vers de terre sont les moins abondantes. Ces résultats viennent conforter la littérature déjà existante et les résultats à paraître constituent une première grille de lecture et de comparaison pour différents gestionnaires en milieu agricole, urbain et naturel. Enfin, ces gammes de référence nécessitent d'être affinées et confirmées selon différents

contextes pédoclimatiques dans les prochaines éditions.

Travail du sol

Une méta-analyse (Briones et Schmidt, 2017) de 165 publications, réalisées sur 65 ans (1950-2016) dans 40 pays sur cinq continents, a évalué l'effet du travail du sol sur les vers de terre. Les résultats de cette méta-analyse ont montré que le fait de moins perturber le sol (par exemple, le non-travail du sol et l'agriculture de conservation) augmentait significativement l'abondance des vers de terre (augmentation moyenne de 137 % et 127 %, respectivement) et la biomasse (196 % et 101 %, respectivement) par rapport à un labour conventionnel (donc avec retournement). Les réponses des populations de vers de terre étaient plus prononcées lorsque le sol avait été soumis à un travail réduit du sol pendant une longue période (> 10 ans), dans les zones tempérées chaudes avec des sols à texture fine, et dans les sols à forte teneur en argile (> 35 %) et à faible pH (< 5,5). En outre, la conservation des résidus de culture a amplifié cette réponse positive de la réduction du travail du sol, tandis que l'utilisation de l'herbicide glyphosate n'a pas affecté de manière significative les réponses des populations de vers de terre à la réduction du travail du sol.

Enfin, cette méta-analyse a également mis en évidence que

ce sont les vers de terre épigés et, plus important encore, les vers de terre anéciques qui sont les plus sensibles au labour conventionnel. En effet, en retournant le sol, le labour blesse et tue directement les vers de terre, les expose à la surface et donc à des conditions environnementales difficiles (vent, soleil...) et à des prédateurs. De plus, les vers de terre anéciques doivent faire face à la destruction de leurs galeries verticales tandis que leur source de nourriture est enterrée.

Fertilisation et couverture du sol

Une méta-analyse (Bettancur-Corredor et al. 2022) de 706 observations provenant de publications publiées entre 1979 et 2020 a évalué l'effet de la fertilisation organique, minérale et organo-minérale par rapport à l'absence de fertilisation sur les densités et les biomasses de vers de terre. Cette étude a confirmé que la fertilisation organique augmente la densité et la biomasse des vers de terre par rapport à l'absence de fertilisation. L'application de fertilisants minéraux seuls ou en combinaison avec des fertilisants organiques n'a eu aucun effet significatif sur la biomasse des vers de terre par rapport à l'absence de fertilisation. Cependant, l'application de fertilisants minéraux azotés a eu un effet négatif significatif sur la densité totale de vers de terre.

Les effets positifs de la fertilisation organique sur la faune du sol s'expliquent par, entre autres, les sources de nourriture, l'amélioration des conditions d'habitat, l'augmentation de la biomasse végétale, la matière organique supplémentaire et la teneur en azote. Dans le cas de la fertilisation minérale, les effets négatifs directs sur l'abondance lombricienne peuvent être dus, notamment, à la toxicité de l'ammonium.

Méthanisation

Les unités de méthanisation sont en plein essor en Europe et plus récemment en France. Certaines interrogations ont été émises concernant les conséquences environnementales de l'apport des digestats de méthanisation dans les sols agricoles. Pour l'instant, pas plus de 10 études ont été publiées sur les effets de l'apport de digestat sur les vers de terre rapportant parfois des effets négatifs, neutres ou positifs. De plus, la plupart de ces études ont été réalisées au laboratoire et les types de digestats testés sont faibles, ne représentant pas les conditions réelles d'application et la diversité des digestats possibles. C'est pourquoi, pour l'instant, une vigilance sur ce sujet est de mise en attendant les conclusions de plusieurs projets qui sont en cours (exemple MethabioSol) afin d'affiner ces premières tendances et apporter d'autres références sur ce sujet en pre-

PLATEFORME ECOBIO SOIL, UNIVERSITÉ DE RENNES 1, DANS ONB 2015

nant en compte d'autres organismes que les vers de terre et en s'intéressant également aux propriétés physiques et chimiques des sols.

À titre d'exemple, une récente étude aux champs a mis en évidence un effet mortel dès l'application de digestat sur quelques vers de terre en surface (effet à très court terme) mais cet effet négatif semble être largement compensé sur le moyen terme, car, deux ans après l'application de digestat, l'étude met en évidence soit un effet positif soit aucun effet sur les vers de terre comparé à un fertilisant minéral.

Couvert végétal d'interculture

L'ensemencement de plantes de couverture pendant l'hiver est une pratique agricole utilisée principalement pour limiter le lessivage de l'azote, freiner l'érosion des sols et limiter le développement des adventices. En outre, ces intercultures fournissent nourriture et habitat pour les vers de terre. Ainsi, les recherches suggèrent que les cultures intercalaires de légumineuses, les paillis vivants et les cultures de couverture sont particulièrement bénéfiques pour soutenir de grandes populations de vers de terre.

À titre d'exemple, dans certaines régions à faibles précipitations, les agriculteurs sont réticents à appliquer des cultures de couverture, afin



État du sol au 20 septembre 2022 sous un maïs dans une parcelle en semis direct sous couvert depuis plus de 20 ans. La totalité de la surface est couverte de turricules, ce qui témoigne de la très bonne activité lombricienne, fruit du recul en ACS. Le couvert de 4 à 5 t de MS/ha au moment du semis a été complètement incorporé/digéré. En fait dans cette parcelle, ce ne sont pas les pratiques culturales ni les intrants qui limitent la population mais la ressource alimentaire (même si elle est déjà très importante). C'est le manque ponctuel de nourriture qui accentue cette frénésie entre les individus qui « luttent » pour s'ac-

caparer ce qu'il reste. À ce titre, la consommation du bout des feuilles basses du maïs (qui sont même tirées dans les galeries) dénote de cette situation d'urgence alimentaire.

Ainsi, dans une situation bien gérée et avec du recul ACS où la population lombricienne est optimum, nous pouvons arriver au paradoxe où la ressource alimentaire, bien qu'importante, va devenir le facteur limitant haut. Ainsi, s'il est important de les laisser tranquille, il faut surtout les nourrir en quantité, en qualité mais aussi avec une bonne régularité!

Frédéric THOMAS

de réduire les coûts de semis et pour économiser l'eau du sol. Afin de déterminer l'impact de l'humidité du sol sur les communautés de vers de terre, trois essais annuels sur le terrain avec différents régimes d'irrigation (irrigué et pluvial) ont été menés en Autriche. Les plantes de couverture utilisées étaient l'herbe du Soudan (*Sorghum sudanense*), le pois chiche (*Lathyrus sativus*), le radis (*Raphanus sativus var. longipinnatus*) en peuplements simples, composés (MIX), en densité de semis élevée ou faible et une jachère nue servant de témoin. Dans cette étude, la présence d'un couvert en densité de semis élevée a réduit la biomasse des adventices, augmenté l'humidité de la couche arable et/ou l'abondance des vers de terre. Selon les auteurs, le MIX combine ces avantages et présente une solution pratique pour la conservation du sol et de la faune du sol dans les zones sèches.

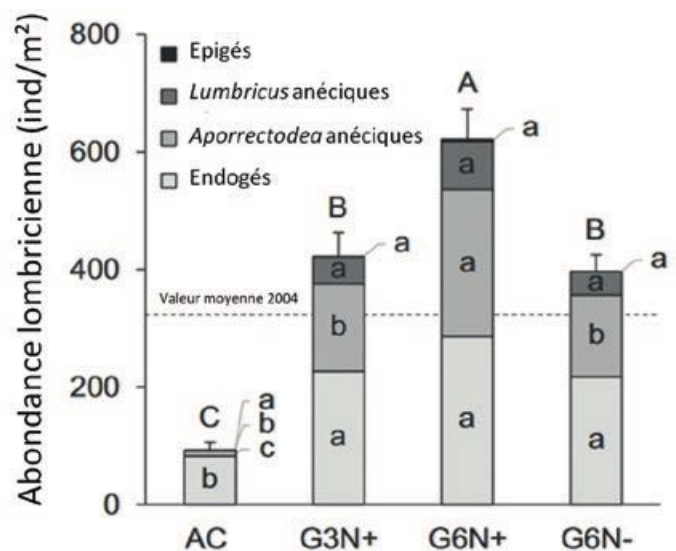
Bien évidemment, le choix du type de fertilisant et de la couverture des sols devra s'intégrer dans la logique de production en tenant également compte du niveau de retour de biomasse dans les sols.

Rotation

Il est souvent documenté que la rotation de cultures permet de favoriser le développement des communautés lombriciennes en régissant la quantité de biomasse végétale produite et laissée sur le sol mais aussi la variété des produits mis à disposition des vers de

terre. Ainsi, la rotation serait bénéfique aux communautés lombriciennes lorsque les espèces cultivées combinent une ressource de bonne qualité mais à décomposition rapide (légumineuse) et une source de nutrition de moindre qualité mais à décomposition plus lente (graminée). Cependant, à ce jour, aucune publication scientifique ne synthétise l'ensemble des effets des rotations en isolant de la gestion associée (travail du sol, fertilisation, etc.). Les quelques études s'intéressant à l'impact des rotations sur les vers de terre

ABONDANCE MOYENNE DES VERS DE TERRE PAR TRAITEMENT EXPÉRIMENTAL EN MARS 2011 SELON DIFFÉRENTES ROTATIONS



Six ans de rotation de cultures annuelles fertilisées (maïs grain, blé, orge d'hiver, maïs grain, blé et enfin orge d'hiver) (AC), trois ans de prairie fortement fertilisée précédée de trois ans de rotation de cultures annuelles (maïs grain, blé, orge) (G3N+), six ans de prairie fortement fertilisée (G6N+) et six ans de prairie faiblement fertilisée (G6N-). Des lettres différentes (majuscules pour l'abondance totale et minuscules pour l'abondance de chaque catégorie écologique) indiquent une différence significative entre les traitements avec a > b > c. La ligne pointillée représente la valeur moyenne observée sur le site expérimental en mars 2004.

HOEFNER, KEVIN ET AL. « EFFECTS OF TEMPORARY GRASSLAND INTRODUCTION INTO ANNUAL CROP ROTATIONS AND NITROGEN FERTILISATION ON EARTHWORM COMMUNITIES AND FORAGE PRODUCTION. » APPLIED SOIL ECOLOGY 162 (2021): 103893.

Rouleaux écraseurs (ROLO FACA)

3 versions ø560mm, ø730mm, ø830mm
Lames hélicoïdales biseautées 500HB
Poids de 250 kgs à 680 kgs au mètre
Largeur de 1 à 7 m
Double billes pour vigne et arboriculture

Aérateurs de sols (AAIRSOL)

Version:
- Portée
- Trainée
- Semiportée
- de 1 à 6m

Herse étrille un ressort par dent depuis 2016
Herse étrille GD spécial TCS 6 à 12 M
Grand dégagement, 9 barres, dents de 600 mm

www.gregoireagri.com

Tél: 02 51 81 56 61 & 06 71 20 76 02
44390 SAFFRE gregoireagri@free.fr

Fourrage d'été de qualité alors que les prairies sont desséchées !

La prairie est souvent présentée comme très favorable lorsque l'on évoque les vers de terre. Il faut cependant souligner que le plus grand changement qu'elle apporte au niveau du fonctionnement biologique de la parcelle, c'est une pause en matière de travail du sol dans les itinéraires conventionnels. En complément la prairie va apporter une couverture permanente et des retours organiques réguliers et qualifiés (C/N) sur le sol et dans le sol (racines) lorsqu'elle est pâturée. Il faut considérer également que toute exportation de fourrage viendra limiter les retours de biomasse et donc les ressources alimentaires favorables au développement des vers de terre.

Cependant et comme le montre très bien l'expérimentation avec et sans fertilisation azotée présentée dans ce dossier, même si l'azote peut avoir un aspect négatif, la clé reste, et de loin, le niveau de productivité de la prairie et, par conséquent, le niveau de biomasse produite et retournée au sol. Ainsi, une prairie peu productive aura de fait un potentiel lombricien nettement inférieur à une prairie très productive. En d'autres termes, le nombre d'animaux, ou plutôt la biomasse vivante pou-



F. THOMAS

vant être bien nourrie en surface, est un bon indicateur du niveau de vers de terre potentiel, voire de l'ensemble de l'activité biologique dans le sol.

Dans cette logique, il est donc judicieux de chercher à intensifier la production de biomasse par une flore diversifiée, une fertilisation adaptée et une meilleure gestion du pâturage. Cependant, dans des conditions pédoclimatiques contraintes (sols superficiels, trop sec et/ou trop humide), la productivité des prairies plafonne très rapidement. Dans ces situations, il peut être intéressant d'implanter des cultures fourragères plus adaptées aux conditions des saisons en ACS (méteil fourrager/sorgho ou méteil estival). Cette stratégie permet, sans perturber le sol, de facilement doubler la production de fourrage tout au long de l'année tout en fournissant un pâturage d'été évitant de commencer à consommer les stocks. En complément, cette forte augmentation de biomasse dynamisera l'activité biologique qui va œuvrer pour limiter les facteurs limitants du milieu et assurer de meilleurs résultats des cultures et/ou prairies suivantes.

Frédéric THOMAS

mettent surtout en avant un impact positif lors de l'incorporation d'une prairie plutôt qu'une monoculture. De plus, l'ajout d'une légumineuse dans la rotation a parfois des effets positifs mais parfois aucun effet sur les communautés lombriciennes.

Dernièrement, des chercheurs ont évalué les effets de la pré-

sence et de la durée des prairies dans une rotation de cultures, ainsi que de la fertilisation des prairies, sur les communautés de vers de terre. Cette étude réalisée dans un dispositif expérimental près de Poitiers a mis en évidence que l'introduction de trois ans de prairie fertilisée (230 kg/ha N) dans une rotation de culture annuelle

(blé, maïs, orge) augmentait de 4,6 et 8,3 fois l'abondance et la biomasse totale des vers de terre respectivement, avec un retour important des anéciques. L'allongement de la durée de la prairie fertilisée dans la rotation de trois à six ans a augmenté de 1,5 fois l'abondance et la biomasse de vers de terre. Autrement dit, trois ans de prairies ne suffisent pas pour atteindre le maximum d'abondance et de biomasse de vers de terre ; cependant, l'augmentation de l'abondance et de la biomasse des vers de terre semble plus importante dans les prairies de zéro à trois ans que dans les prairies de trois à six ans. L'étude souligne également le rôle important de

la fertilisation (ici en azote minéral) de la prairie, car l'abondance et la biomasse de vers de terre étaient similaires entre une prairie de trois ans fertilisée (230 kg/ha N) et une prairie de six ans sans fertilisation, ce qui s'explique notamment par une plus grande production végétale dans les prairies fertilisées et donc un plus grand apport de nourriture pour les vers de terre (feuilles ou racines mortes).

Produits phytosanitaires

Pour obtenir son autorisation de mise sur le marché en Europe, un produit phytosanitaire doit être testé sur les vers de terre et en particulier sur le taux de mortalité et la



Si une prairie produit 4 t de MS/ha pâturée et laisse 2 t de résidus au sol plus 2 t de retours d'ingestion par les animaux ainsi que 4 t de racines, l'activité biologique, dont les vers de terre, n'a que 8 t de MS de ressource alimentaire/ha/an à se partager. Dans ce calcul, on admet que seulement la moitié de la partie pâturée

par les animaux est retournée au sol, l'autre est métabolisée avec une partie du carbone qui repart dans l'atmosphère.

En comparaison et dans les mêmes conditions, un méteil fourrager d'hiver peut lui aussi produire 4 t de MS/ha pâturée, laisser 2 t de résidus au sol, 2 t de retours d'ingestion et 2 t de racines (en admettant que les cultures annuelles possèdent un système racinaire plus limité que les cultures pérennes). Il peut être ensuite relayé par un mélange sorgho/tournesol/vesce, semé en juin et qui, lui, peut fournir pendant la fin du printemps et la période estivale 4-5 t de MS/ha pâturée, 2-3 t de MS laissée, 2-3 t de retour d'ingestion et 3-4 t de racines. Cet enchaînement qui peut produire 8-9 t de MS pâturée annuellement avec une meilleure répartition dans le temps va aussi laisser au sol, en conservant le même mode de calcul, entre 13 et 16 t de MS/ha/an. Il s'agit ici d'une différence notable, sans compter la diversité, la qualité et la répartition dans le temps de la ressource alimentaire laissée au sol et dans le sol.

Ce calcul rapide permet aussi de comprendre pourquoi aujourd'hui beaucoup de parcelles avec un bon historique ACS et avec des couverts végétaux imposants affichent des niveaux d'activité lombricienne au moins égaux mais souvent largement supérieurs aux prairies dans le même environnement. Le niveau de ressources reste la clé principale !

Frédéric THOMAS

STRIP FRESHENER

Un Strip-till compact et robuste pour réchauffer vos lignes de semis

Agriser c'est 30 ans d'expérience et de savoir faire avec Yetter

03.88.64.06.61 | info@agriser.com | agriser.continuity

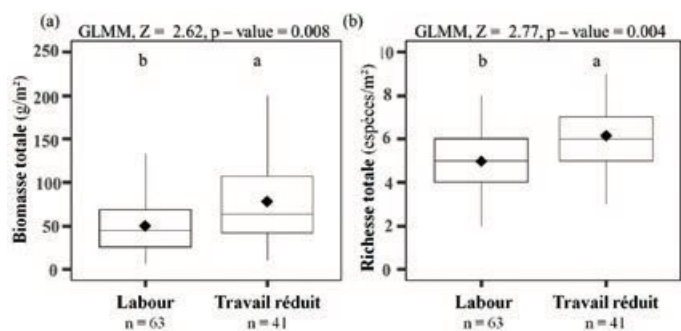
reproduction des vers épigés *Eisenia fetida* (aussi appelés « vers du fumier »). Or, cette espèce est absente des sols minéraux et elle n'est pas représentative des espèces de vers de terre présentes en parcelles agricoles, car moins sensibles aux pesticides. Ainsi, il reste difficile d'évaluer l'impact des produits phytosanitaires utilisés au champ sur le long terme. En 2013, Céline Pelosi et ses collaborateurs proposent une synthèse des nombreuses publications étudiant l'effet des produits phytosanitaires sur les vers de terre. Cette revue bibliographique met en avant que les vers de terre peuvent être impactés à tous les niveaux d'organisation du vivant (niveau infra-individuel, individuel et de la communauté) et que les conditions utilisées pour les études de laboratoire (sol, eau, papier-filtre) influencent la réponse des vers

Focus sur une étude qui combine l'effet du travail du sol, de la fertilisation et des produits phytosanitaires

Une étude de l'université de Rennes 1 a évalué l'impact combiné du travail du sol, de la fertilisation (organique et minérale) ainsi que l'utilisation de phytosanitaires sur les vers de terre. L'échantillonnage des vers de terre a été réalisé pendant 4 années sur 26 parcelles de culture annuelle du réseau Dephy Ferme Bretons (démonstration, d'expérimentation et production de références sur les systèmes économes en phytosanitaires), réseau issu du plan Ecophyto. Cette étude met en évidence que le travail du sol est le premier facteur influençant négativement la biomasse et la diversité des vers de terre. La fertilisation minérale et/ou organique permet d'augmenter l'abondance ou la biomasse des épigés et des anéciques *Lumbricus*. Enfin, sans pouvoir distinguer les effets individuels de chaque phytosanitaire, l'étude met en évidence un effet négatif de l'utilisation d'insecticides, fongicides et molluscicides sur la biomasse des anéciques *Aporrectodea* et une tendance négative de l'utilisation d'herbicide sur l'abondance et la biomasse des anéciques *Lumbricus*.

de terre aux pesticides. TCS, dans son n° 87 de mars/avril/mai 2016, avait publié des travaux de l'équipe de C. Pelosi. En général, les produits phytosanitaires utilisés à des doses agricoles ne sont pas mortels pour les vers de terre mais ils peuvent affecter leur croissance et/ou la reproduction. À titre d'exemple, un insecticide, le Chlorpyrifos, retarde la croissance des juvéniles et diminue la production des cocons de *Aporrectodea caliginosa* (espèce endogée typique des

BIOMASSE MOYENNE (A) ET RICHESSE EN ESPÈCES (B) PAR TYPE DE TRAVAIL DU SOL (LABOUR ET TRAVAIL RÉDUIT DU SOL)



Le losange noir (◆) représente la moyenne, la barre horizontale (—) représente la médiane et n = nombre de parcelles. Les lettres a et b indiquent une différence significative selon l'analyse post-hoc de Tukey.



Le seul semoir du marché à double disque incliné sur pivot

- Conçu pour le semis direct, rampe arrière ou ventrale, disponible de 3m à 8m
- Très faible perturbation du sol, sillon bien refermé, contact terre-graine optimal
- Le montage original sur pivot limite les contraintes latérales et les besoins de traction



Découvrez tous nos semoirs sur www.weaving-machinery.net // Contact : Eric De Wulf 06.07.06.63.78

TABLEAU DES RÉSULTATS DE L'EFFET COMBINÉ DU TRAVAIL DU SOL, DE LA FERTILISATION (ORGANIQUE ET MINÉRALE) AINSI QUE L'UTILISATION DE PHYTOSANITAIRES (HERBICIDES ET INSECTICIDES, FONGICIDES ET MOLLUSCICIDES) SUR L'ABONDANCE ET LA BIOMASSE TOTALES ET PAR CATÉGORIE ÉCOLOGIQUE DES VERS DE TERRE ET LA RICHESSE TOTALE

		Labour	Fertilisation minérale	Fertilisation organique	IFT herbicides	IFT insecticides fongicides et molluscicides
Abondances	Totale	=	=	=	=	=
	Épigés	=	↗	=	=	=
	Lumbricus anéciques	=↘	=	=	=↘	=
	Aporrectodea anéciques	↘	=	↗	=	=
	Endogés	=	=	=	=	=
Biomasses	Totale	↘	=	=	=	=
	Épigés	=	↗	=	=	=
	Lumbricus anéciques	=↘	↗	=	=↘	=
	Aporrectodea anéciques	↘	=	=	=	↘
	Endogés	=↘	=	=	=	=
Richesse totale		↘	=	=	=	=

DIALLO ET AL. EN PRÉPARATION

Le signe « = » indique aucun effet significatif, le signe « =↘ » indique une tendance négative non significative, les signes « ↘ » et « ↗ » indiquent une différence significativement négative ou positive, respectivement.

sols agricoles) mais n'a eu aucun effet sur *Eisenia andrei*. L'effet du glyphosate et des herbicides à base de glyphosate sur les vers de terre est pour l'instant assez contradictoire. Des tests au laboratoire ont mis en évidence que l'utilisation du glyphosate et des herbicides à base de glyphosate à des doses agricoles avait un effet négatif sur la capacité de reproduction des vers de terre et affectait le taux d'éclosion des cocons ainsi que leur temps de maturation. Toujours à des doses agricoles, la majorité des études ne montrent pas d'effet sur la survie des vers de terre. Cependant, certaines études récentes ont révélé des impacts négatifs du glyphosate et des herbicides à base de glyphosate aux doses recommandées sur certaines espèces de vers de terre et leur activité. En résumé, comparé à un labour, l'utilisation d'herbicide reste la meilleure option pour traiter les adventices, cependant les effets à long terme sur les espèces lombriciennes des milieux agricoles restent encore peu connus, et des alternatives sont à privilégier quand cela est possible.

Bio-indicateurs: comment évaluer l'état écologique de votre parcelle?

Les vers de terre sont reconnus comme des bio-indicateurs, c'est-à-dire qu'ils rendent

compte de l'état et des usages des sols. Ils répondent aux quatre règles qui définissent un bon indicateur à savoir pertinence, fiabilité, sensibilité et reproductibilité. Ils sont aussi de bons représentants du temps long. De plus, le prélèvement des vers de terre est accessible à tous et ils sont faciles à observer, ce qui permet à chacun d'évaluer l'état des communautés de vers de terre de son sol et d'adapter ses pratiques sur la base de ces observations. L'Observatoire participatif des vers de terre (OPVT), créé en 2011 par Daniel Cluzeau, a pour objectif d'offrir un outil simple pour évaluer la biodiversité des sols à travers l'évaluation des communautés lombriciennes. Le protocole le plus sollicité est le protocole Test-Bêche, qui consiste à décaisser six blocs de sols de 20x20 cm et 25 cm de profondeur et à trier manuellement la terre pour extraire chaque ver de terre présent. Ensuite, les participants identifient eux-mêmes les catégories (avec l'aide de fiches d'identification) et entrent les résultats sur le site Web de l'OPVT. Pour aller plus loin, l'université de Rennes 1 et sa plateforme EcoBioSoil proposent des analyses lombriciennes sous forme de fiches individuelles et des restitutions pour des groupes de travail. Ces analyses reprennent

les principaux indicateurs utilisés pour étudier les communautés lombriciennes (abondance, biomasse, diversité...) et se terminent par un diagnostic de l'état de la parcelle (très dégradé, critique, non critique et bon à très bon état).

Double casquette
En résumé, l'activité des vers de terre est indispensable

dans la formation, le développement et le fonctionnement des sols. Ils sont aussi au centre des cycles des nutriments, ce qui en fait un allié de choix pour la croissance des plantes. On retiendra que les communautés lombriciennes sont impactées selon la gestion des sols et, sans chercher à constituer un élevage de vers de terre, il faut trouver un équilibre entre des pratiques favorables et défavorables pour bénéficier de leurs activités, d'autant plus que vous êtes en ACS. Pour finir, la double casquette d'acteurs et de bio-indicateurs des sols font des vers de terre un modèle de choix pour analyser l'état d'une parcelle et adapter les modes de gestion.

Sarah GUILLOCHEAU, ingénieure indépendante (www.sarah-guillocheau.com)
Kevin HOEFFNER, chercheur contractuel, UMR Ecobio (université de Rennes)



+ Simple
+ Performant
Précisément polyvalent !



POLY'DOSEUR 2
Engrais
Microgranulés
Graines

www.sepeba.fr
(33) 02 41 68 02 02
info@sepeba.fr



Votre solution double trémie
Pour semoirs à distribution centrale

agriculture-de-conservation.com

est heureux de mettre à votre disposition cet article issu de la **revue TCS**.

La vocation du site est d'encourager le partage d'informations dans l'objectif d'assurer la promotion d'une agriculture vertueuse, productive et soucieuse de préserver les sols.

Dans cette optique, vous pouvez faire libre usage du contenu de cet article, le diffuser, l'utiliser à la condition d'indiquer son origine.

Merci de jouer le jeu !

Pour vous abonner à TCS :

[S'abonner en ligne](#)

