

L'importance de la biodiversité du sol : le cas du ver de terre



Daniel CLUZEAU, Guénola PERES

Université de Rennes 1 - OSUR - UMR CNRS 6553 ÉcoBio - Station Biologique de Paimpont

Frédéric THOMAS

Rédacteur en chef de la revue TCS (Techniques Culturelles Simplifiées)

Dossier Vers de terre, extrait de la revue TCS n° 27, Mars/Avril/Mai 2004

LES ACTEURS DE LA FERTILITÉ DES SOLS

Avec le développement des TCS, du semis direct, et plus largement de la prise de conscience que le sol est un élément vivant, le ver de terre, cet allié de l'ombre, suscite de plus en plus d'intérêt. Cependant sous le terme générique de "ver de terre" se cache non pas un individu, mais plusieurs espèces aussi différentes par leurs aspects que leurs rôles.

Véritables ingénieurs du sol, ils ne se contentent pas seulement de le structurer, ils interviennent dans de nombreuses fonctions chimiques et biologiques en rapport avec le recyclage des matières organiques et l'alimentation des végétaux. Facilement observables et très sensibles aux pratiques agricoles, les vers de terre sont également des indicateurs intéressants de l'état physique comme biologique d'un sol.

Au vu de l'ensemble de ses responsabilités, ce n'est pas étonnant que nous l'ayons choisi comme symbole de la revue tout comme votre interlocuteur privilégié au travers des pages de TCS. Il mérite bien un dossier spécial.

Le sol est bien entendu un système interactif où la physique (structure du sol), la chimie (matière organique) et la biologie (plantes et animaux) interagissent entre eux. Ce système est fortement influencé par le contexte pédoclimatique, mais est également soumis à l'action de l'homme lorsqu'il est utilisé pour la production agricole (travail du sol, type et volume de résidus, intensité et caractéristiques des produits phytosanitaires). Comme nous l'avons présenté dans le dossier sur la vie du sol du TCS n° 20, le sol définit tout un écosystème complexe qui abrite une multitude d'organismes vivants indispensables à son bon fonctionnement. Au milieu de cet ensemble, il est difficile d'extraire et d'isoler un individu en particulier mais il est cependant admis par de nombreux agronomes et scientifiques que les lombriciens, qui peuvent représenter plus de 2 tonnes par ha, sont des acteurs charnières par leur rôle à la fois physique, chimique et biologique. Longtemps oubliés, ils représentent néanmoins, parmi la faune du sol, le groupe le plus important par leur biomasse et, dans une prairie, leur poids est souvent supérieur au chargement en bétail.

Cet acteur existe depuis l'aire primaire et le terme "vers de terre" regroupe plus de 2500 espèces de la classe des *Annélides oligochètes* (organismes possédant des soies généralement peu nombreuses et implantées directement dans les téguments) dans le monde. Beaucoup d'espèces ne font que quelques centimètres de long mais certains vers peuvent atteindre un mètre dans le sud de la France ou encore dans les Vosges (*megascolodes*), voire trois mètres en Australie ou en Colombie. On en trouve un peu partout en Europe, alors qu'ils avaient disparu de certaines régions comme l'Amérique du Nord lors des périodes de glaciation. Ce sont les colons qui, en emmenant de la terre avec des plantes et leurs outils, ont permis leur réensemencement.

En France, cohabitent environ une centaine d'espèces à sous-espèces qui se répartissent entre les différentes régions, types de sols et milieux écologiques. Dans un même sol, on ne trouvera généralement pas plus de quinze espèces évoluant ensemble avec une moyenne variant de quatre à douze espèces pour les terres agricoles. Ces vers de terre ont une taille et une pigmentation propre et il existe certainement autant de différences entre des espèces opposées par leur taille et leurs fonctions, qu'entre la vache qui broute la prairie et le campagnol qui en consomme les racines. Toutes les espèces ont cependant en commun la faculté de se nourrir principalement de résidus végétaux plus ou moins décomposés. Les seuls êtres qu'ils ingèrent vivants sont les micro-organismes qui vivent dans leur tube digestif et participent au recyclage de la matière organique. Ainsi, ils ne sont jamais des ravageurs et ne provoquent pas de dégâts aux cultures.

Une répartition du travail

Sous la dénomination de vers de terre ou de lombriciens cohabitent plusieurs espèces qui vivent dans des niches écologiques différentes et, d'une certaine manière, se complètent en possédant des rôles et des impacts fonctionnels différents. Trois grandes catégories (catégories écologiques) qui se basent sur des critères morphologiques, physiologiques et comportementaux sont définies (Bouché, 1972 ; Lavelle, 1997) : les épigés (5% de la biomasse lombricienne totale), les endogés (entre 20% et 40%) et les anéciques (entre 40% et 60%).

Caractéristiques des grandes familles de vers de terres

	Les épigés	Les endogés	Les anéciques
Milieu	Ils évoluent dans la litière ou les premiers centimètres du sol	Localisés dans le sol et principalement les premiers 50 cm.	Ils évoluent dans tout le profil et surtout verticalement.
Taille	1 à 5 cm	1 à 20 cm	10 à 110 cm
Couleur/pigmentation	Rouge à rouge foncé	Rose à gris clair	Rouge à brun
Fonction	Brassent la matière organique et la fractionnent.	Se nourrissent de matières organiques plus ou moins dégradées. Creusent des galeries horizontales et temporaires (obstruction par les rejets) mais très ramifiées (participation à la création de la structure grumeleuse. Rôle relais et complémentaire des anéciques.	Mélangent la matière organique à la matière minérale. Creusent des galeries permanentes qui peuvent descendre jusqu'à 3 m. Rejetent leurs déjections à la surface du sol sous la forme de turricules.

Ils prennent aussi des congés

Lorsque les conditions deviennent défavorables, soit trop sèches ou trop froides, certains individus descendent dans le sol et se protègent en s'enroulant dans une boule de mucus où ils entrent en léthargie ("arrêt" de l'activité). Ainsi, certaines espèces (tête noire : *A.giardii*) présentent une diapause, c'est-à-dire que l'arrêt de leur activité est géré par les hormones : ces espèces sont en diapause chaque année entre juin et début septembre. D'autres espèces (tête rouge : *L. terrestris*) présentent une quiescence : l'arrêt de leur activité est causé par des conditions contraignantes (sécheresse par exemple), leur activité reprendra dès le retour de bonnes conditions. Cette diapause estivale ou hivernale est donc plus ou moins importante selon les espèces, et également selon les conditions pédoclimatiques : plus un sol est superficiel et souvent sec pendant des périodes prolongées, moins il sera favorable à l'activité des vers de terre.

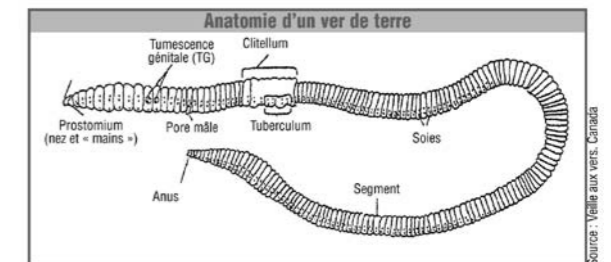
Un tube digestif qui se déplace dans le sol

L'image est peut-être un peu forte pour notre ami qui ne possède pas vraiment de tête, ni d'yeux, ni d'oreilles. En fait, le corps est cylindrique et est formé d'une succession de segments semblables (ou anneaux) compris entre un lobe céphalique (le *prostomium*, qui peut s'apparenter à la tête) et un lobe terminal. Le tube digestif est complet, avec une bouche et un anus. Chaque segment possède des muscles circulaires qui sont complétés par un muscle longitudinal qui fait la longueur du corps. Pour avancer, le ver contracte les premiers et s'allonge en s'arc-boutant sur ses soies, puis il contracte alors le muscle long pour s'étirer. Il prélève son alimentation (mélange de terre et de matières organiques prédécomposées) grâce à sa bouche. Elle passe ensuite par une forme de "gésier" où elle est broyée avant d'être partiellement digérée dans le tube digestif. Au bout du circuit, les déjections sont soit déposées à la surface du sol (principalement pour les épigés et les anéciques), soit dans les galeries ou autres cavités du sol (principalement pour les endogés et dans une moindre mesure pour les anéciques). Le ver de terre possède également "cinq cœurs" ou plutôt une forme d'artère aorte qui pompe le sang du devant vers l'arrière sur le dos avec un retour par le ventre.

L'adulte, et uniquement l'adulte, possède une partie plus enflée appelée *clitellum*, la fameuse

"bague", qui peut être blanchâtre, rouge orangé ou brun rougeâtre selon les espèces et devient orange lorsque les individus sont prêts pour l'accouplement. Le nombre de segments qui séparent ce clitellum du premier segment (le *prostomium*) est une caractéristique propre à chaque espèce, et est donc utilisé pour l'identifier. Enfin, les tumescences génitales qui ressemblent souvent à de petites bosses ou boutons se trouvent toujours sur la face ventrale du corps.

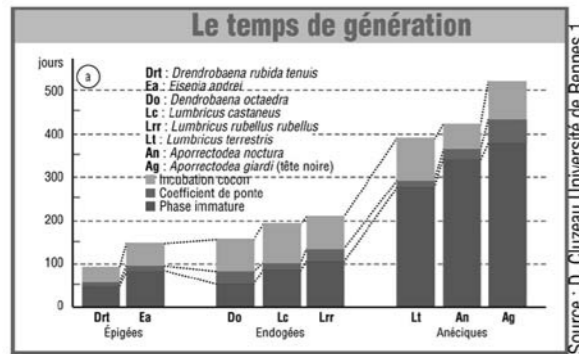
Le ver de terre n'a pas non plus de poumons mais l'oxygène et le dioxyde de carbone sont échangés au travers de sa peau qui doit être humectée en permanence. C'est pour cette raison que les vers de terre peuvent survivre un certain temps immergés, comme lors de fortes pluies qui envahissent leurs galeries, mais ne supportent pas du tout le dessèchement. C'est en fait un animal plus amphibie que terrestre.



Le temps de génération

Le "pas de temps" potentiel entre deux générations de vers de terre est certainement ce qui permet de mieux apprécier la diversité qui règne entre les différentes espèces tout comme l'inertie que peuvent présenter certains individus à recoloniser un territoire lorsque de meilleures conditions de développement sont réunies. Ce paramètre, mesuré en conditions contrôlées (laboratoire) pour huit espèces de vers de terre, met en évidence la forte adaptation de ces espèces au milieu. Ainsi, les épigés, qui sont localisés à la surface du sol et sont soumis à une importante pression (variations de climats et prédateurs), peuvent se reproduire en 90 à 150 jours contre 150 à 210 jours pour les espèces endogées. Ces deux catégories réagissent donc assez rapidement aux changements de conditions du milieu ; de ce fait, elles peuvent recoloniser en seulement quelques années les parcelles en TCS et semis direct. Pour ce qui est des anéciques, dont le "pas de temps" atteint 400 voire plus de 500 jours, le redéveloppement d'une population souhaitable sera donc beaucoup plus lente. En conditions

naturelles où la maturation des cocons comme la croissance des individus juvéniles est fortement influencée par la température du sol, l'humidité, la qualité et quantité des sources d'alimentation, il y a fort à penser que ce temps de génération est grandement amplifié et peut atteindre assez facilement deux années. Puisque ces anéciques se reproduisent lentement, il faudra donc apprendre à être patient et surtout ne plus les perturber une fois de retour.



LES INGÉNIEURS DU SOL

De manière courante, il est dit qu'en une dizaine d'années, la totalité de la couche arable de la surface d'un sol passe dans le tube digestif des vers de terre. C'est une certaine vérité lorsque l'on sait que ces consommateurs insatiables peuvent avaler plus de 400 t/ha/an, qu'ils vont malaxer et rejeter sous forme de déjections dans le sol mais également à la surface (turricules). Leur travail régulier a de multiples impacts sur le sol, à des niveaux physiques bien sûr mais également chimiques et biologiques. Très interconnectées, leurs actions concourent globalement à une amélioration agronomique, une plus grande stabilité du sol, tout comme une limitation des nuisances environnementales.

Ils incorporent la matière organique et brassent la matière minérale

Les vers de terre s'alimentent de la litière végétale déposée à la surface du sol ou plus précisément d'une grande quantité de produits organiques en décomposition. En avalant et en tirant les résidus dans leurs galeries tout en rejetant leurs déchets à la surface, ils incorporent progressivement la matière organique fraîche dans le sol. Cependant, et contrairement à ce que l'on peut croire, ce ne sont pas les premiers intervenants dans cette chaîne de recyclage. Ce sont d'abord des micro-organismes qui attaquent les cellules végétales, et ces micro-organismes vont intervenir tout au long du cycle de dégradation de la matière organique. Cependant, si les micro-organismes peuvent attaquer les éléments facilement dégradables (contenus cellulaires), ils ne peuvent attaquer que très difficilement les autres composés tels que les parois cellulaires (cellulose, hémicellulose, lignine). C'est à ce moment qu'interviennent les organismes de plus grande taille. Ainsi, en parallèle de l'activité des vers de terre, les collembolles vont perforer

et cisailer les résidus organiques, relayés par les larves de diptères qui élargissent les ouvertures. Progressivement, les vers de terre vont donc pouvoir ingérer ces résidus, accélérant les phénomènes de décomposition dans leur tube digestif.

Enfin, tous les éléments grossiers et pas seulement la matière organique se trouvent enfouis par l'activité des vers de terre. Mais cette modification de localisation a deux origines : la matière organique est enfouie par les lombriciens alors que l'enfouissement des cailloux est lié à la remontée de terre par les vers. Ainsi, après quelques années de prairie sur une parcelle anciennement cultivée de Rothamsted (*Thompson et Hodgson, 1989*), des cailloux pouvant atteindre 5 cm à 8 cm de diamètre ont été retrouvés à plus d'une dizaine de centimètres dans le profil. Cet exemple qui corrobore les observations de Darwin (disparition des pierres après 30 ans de prairie) porte à croire que les sols caillouteux, en TCS et surtout en semis direct, peuvent retrouver, avec le temps et surtout l'aide d'une activité lombricienne élevée, une couche de terre en surface dans laquelle il sera plus facile et surtout moins coûteux (mécaniquement) d'implanter des cultures.

Ils forent et entretiennent des galeries

Une tonne de lombriciens par hectare est capable de forer et d'entretenir des galeries, qui correspondent à 4% voire 6% du volume de sol. Elles sont organisées en réseaux et peuvent déboucher à la surface. Dans une prairie sur limons profonds, ces galeries qui forment de vraies canalisations représentent entre 400 m et 500 m linéaires par m³ de sol, et des agronomes suisses ont même estimé la porosité lombricienne à 600 m linéaire par m³ dans une parcelle en semis direct depuis plusieurs années. Ces galeries sont creusées et entretenues par les individus pour se déplacer comme pour se nourrir. Après la disparition des vers, elles peuvent persister voire être colonisées par un autre congénère. Des galeries d'anéciques peuvent ainsi demeurer jusqu'à une dizaine d'années. Toutes les grandes catégories écologiques ne confectionnent cependant pas le même type de réseau avec la même structure. Ainsi, les épigés sont plus des fabricateurs de lit de semences en aérant les premiers centimètres du sol ; les endogés, qui vivent constamment dans le sol, créent des réseaux de galeries horizontales à sub-horizontales où ils sélectionnent leur alimentation (ils sont en partie responsables de la décomposition des racines mortes) ; ils déposent ensuite leurs déjections dans leurs propres galeries qui ne sont pas vraiment permanentes et dans les cavités du sol. Les anéciques, quant à eux, travaillent verticalement et remontent à la surface du sol, entretenant ainsi l'ouverture de leur galerie ; a contrario, ils confectionnent très peu de galeries (1 à 2 par individu) et sans perturbation, ils ont tendance à conserver toujours la même. Les types de réseaux de galeries sont donc différents suivant les catégories écologiques, ils se complètent apportant ainsi une bonne distribution de la porosité dans le profil.

Enfin, les galeries sont d'un diamètre légèrement supérieur à la taille corporelle étant donné leur mode de locomotion "en accordéon", elles peuvent atteindre un diamètre important (5 mm à 10 mm) pour les anéciques adultes.

Comparé à une structuration d'origine mécanique, le travail des lombriciens se répartit en réseaux souvent interconnectés qui confèrent au sol une bonne organisation porale et une bonne architecture fonctionnelle, tout en conservant une grande solidité et portance.

En effet, les galeries des vers, qui leur servent avant tout d'habitat, ont aussi d'autres fonctions : en débouchant à la surface du sol, elles permettent de meilleurs échanges gazeux et globalement une bonne respiration du sol ; par ailleurs, elles permettent aussi une infiltration de l'eau plus rapide et à une profondeur plus importante. À ce titre, une étude de Bouché montre une relation nette entre le poids de lombriciens et la capacité d'un sol à absorber de fortes précipitations. Les vers de terre participent ainsi et d'une manière importante à la limitation du ruissellement, des risques de transfert de matière et de l'érosion. Les réseaux de galeries participant le plus à cette infiltration relèvent de ceux créés par les anéciques (galeries verticales, permanentes et ouvertes à la surface du sol). La porosité d'origine lombricienne favorise aussi l'imbibition du sol (interconnexions entre galeries) et par conséquent une meilleure redistribution de l'eau dans le profil et une augmentation de la capacité de rétention. On peut noter qu'une amélioration du fonctionnement hydrique du sol est aussi observée en TCS et a fortiori en semis direct : les sols se ressuient plus vite, les drainages fonctionnent mieux et les mouillères s'estompent.

Lorsque leurs galeries sont endommagées par le passage d'une roue ou la compaction d'un pied d'animal lors du pâturage, la communauté lombricienne réagit rapidement en reconstruisant son réseau. Ainsi, les vers de terre sont les garants de la stabilité de l'organisation et du fonctionnement du sol dans le temps.

Ils approfondissent le profil

Les lombriciens vont, en se répartissant la tâche, participer progressivement à l'approfondissement de la couche arable lorsque le substrat le permet. Ils créent des passages préférentiels pour les racines des cultures et notamment celles qui possèdent des racines de diamètre important (colza, tournesol, maïs...) et leur permettent de coloniser mieux et plus rapidement l'ensemble de l'épaisseur du sol. Les plantes apprécient d'autant plus les galeries que ces dernières sont souvent tapissées de déjections et par conséquent plus riches en éléments disponibles. Ils sont également capables de perforer des horizons relativement compacts comme des semelles de labour ou des lissages, bien que cela leur demande plus d'énergie, afin d'aller chercher de l'humidité ou tout simplement pour déposer leurs cocons dans des secteurs plus favorables. Avec le temps, cette action combinée

entre les plantes et les lombriciens concourt à augmenter la verticalité à la porosité du sol avec un accroissement de la zone organique couramment explorée par les racines. Il s'en suit une meilleure capacité de stockage des sols et une meilleure valorisation des réserves nutritives et hydriques.

Ils participent à l'élaboration de la structure organo-minérale

Les agrégats, formes de granules organo-minérales qui résistent à l'humidité comme à la compaction, représentent les parties stables du sol. Les vers de terre participent à la formation de ces agrégats à travers la production de leurs déjections. En effet, les déjections correspondent à un mélange intime entre une fraction minérale et une fraction organique. Cette association organo-minérale leur confère, de fait, une stabilité structurale plus importante que le sol environnant (il suffit pour cela d'observer comment résistent à la désagrégation les turricules lors d'une forte pluie). Cette stabilité structurale s'explique aussi par le fait que les vers de terre ont une approche alimentaire sélective et sélectionnent les éléments minéraux les plus fins, type argiles ou limons fins. Ainsi, lors du passage et du brassage dans leur tube digestif des particules minérales et organiques au milieu d'un cocktail de micro-organismes, les vers favorisent la constitution de complexes organo-minéraux. Si les vers de terre sont donc des agents actifs dans la formation de complexes organo-minéraux, les bactéries et champignons restent cependant les agents essentiels à la structuration et agrégation du sol.

Ils encouragent la libération d'éléments

De nombreux organismes sont responsables de la décomposition, de la transformation et de la minéralisation de la matière organique. Les micro-organismes du sol sont toujours les premiers agents mais, pour fonctionner, ils ont besoin d'un milieu humide et stable. C'est à ce niveau que les vers de terre interviennent dans les processus de décomposition des matières organiques. En les enfouissant dans le sol et en les ingérant de manière intime à la partie minérale, ils encouragent le travail d'individus plus petits. C'est pour cette raison que de nombreuses analyses de turricules montrent un enrichissement significatif de la teneur en éléments minéraux en comparaison au sol prélevé juste à côté. Les déjections sont en fait le meilleur du sol : elles correspondent à un substrat enrichi en éléments minéraux par la minéralisation, elles sont riches en matière organique et en activité biologique diverse. Les vers de terre, par leurs déjections, permettent donc de concentrer les éléments minéraux, mais surtout ils les rendent plus assimilables pour les plantes. Il faut également signaler ici que les vers de terre participent très activement à l'homogénéisation des teneurs en éléments du sol. Ainsi, le phosphore, réputé très peu mobile, le devient lorsqu'il entre dans le tube digestif d'un ver de terre. Il peut ensuite soit être réparti dans le profil (endogé) ou remonté à la surface du sol (anécique).

Composition des déjections de vers de terre en comparaison à la terre arable voisine			
Composition	Déjections de vers de terre	Sol voisin (0 à 15 cm)	Sol voisin (20 à 40 cm)
Azote total (%)	0,35	0,25	0,081
Carbone organique (%)	5,2	3,32	1,1
Rapport C/N	14,7	13,8	13,8
NO ₃ -N (mg/l)	22,0	4,7	1,7
P ₂ O ₅ (mg/l)	150,0	20,8	8,3
Ca échangeable (mg/l)	2793	1993	481
Mg échangeable (mg/l)	492	162	69
Ca total (%)	1,2	0,88	0,91
Mg total (%)	0,54	0,51	0,55
K ₂ O (mg/l)	358	32	27
pH	7,0	6,4	6,0
Humidité	31,4	27,4	21,1

Source : Lunn et Jacobson : 1972

Pourcentage d'augmentation des teneurs en éléments par rapport au sol de la surface	
Azote	366
Phosphore	644
Potassium	1 019
Calcium	40
Magnésium	204

Source : R.L. Donahue/Canada

Ils sont l'entrée d'une chaîne alimentaire

Les vers de terre jouent un rôle essentiel dans le maintien de la biodiversité bien qu'ils n'aient pas vraiment d'ennemis dans le sol, mises à part la mécanisation et la taupe (ils sont d'ailleurs extrêmement sensibles aux vibrations et c'est en partie pour cette raison qu'ils remontent à la surface lorsqu'on piétine : leur instinct les pousse à fuir la taupe). En revanche, une biomasse élevée de lombriciens est un réservoir d'alimentation intéressant pour une large faune de surface. Environ 200 espèces de vertébrés sont recensées comme prédateurs des vers de terre (*Granval et Muys, 1996*). C'est d'ailleurs pour cette raison que les vers sortent de préférence la nuit. Ils s'aventurent peu en dehors de leurs trous et préfèrent de loin un sol couvert. Les oiseaux sont certainement les plus gros amateurs et même si l'on peut regretter ce prélèvement d'individus utiles, il ne s'agit en fait que d'une taxe écologique car ces "prédateurs" consomment d'autres individus à la surface du sol beaucoup moins désirables comme les limaces par exemple. On peut d'ailleurs citer ici la bécasse qui, se nourrissant exclusivement de vers de terre, recherche des parcelles où l'activité lombricienne est systématiquement supérieure à 500 kg/ha. Les vers de terre sont également consommés par de nombreux omnivores comme le renard et le blaireau qui bénéficient ainsi d'une source en protéine riche en lysine et méthionine. Il existe cependant une ombre au tableau : le sanglier. Lui aussi est un gros amateur de vers de terre. Ce n'est pas son prélèvement qui est grave mais plutôt son mode opératoire (destruction de jeunes semis, dégâts aux cultures et dénivèlement du sol). La situation peut devenir critique lorsque les parcelles en TCS sont à proximité de bois et isolées au milieu d'îlots en conventionnel. Hormis la chasse, il n'existe pas vraiment de moyen de contrôle, si ce n'est de convaincre son voisinage de passer aux TCS et semis direct afin de répartir la charge sur un plus vaste territoire.

Ainsi, en développant un sol vivant avec de nombreux vers de terre, on favorise tout un écosystème de surface qui contribue largement à la richesse et la diversité de la faune sauvage qui, dans la majorité des cas, apporte en retour des bénéfiques.

Ils dynamisent l'activité biologique du sol

La vie du sol est complexe et variée et elle est le moteur de la fertilité par le recyclage de la matière organique, la structuration du milieu mais également le contrôle de certaines maladies et prédateurs. Avec les déjections, les vers de terre mettent en place un système de microcompostage qui permet le développement des bactéries et autres agents de la décomposition des résidus végétaux. De plus, les lombriciens ont une action originale dans le sens où ils intègrent des fragments de terre et de résidus végétaux riches en micro-organismes. À l'intérieur du tube digestif, ces micro-organismes trouvent un environnement protégé et favorable à leur développement ; en effet, des glandes sécrètent un mucus riche en polysaccharides (sucres) et en azote (NH₄) ainsi qu'en calcium, ce qui permet aux micro-organismes de proliférer. Par ailleurs, les vers de terre lors du dépôt de leurs déjections, ensemencent et répartissent de manière homogène les micro-organismes dans le milieu.

Ils apportent de nombreux autres bénéfices

En évitant à la matière organique de s'accumuler, les vers de terre réduisent la prolifération de certains ravageurs. Ainsi Raw (1962) a montré dans un verger de pommiers que *Lumbricus terrestris* pouvait intégrer dans le sol plus de 90% de la litière d'automne (feuilles essentiellement) entre octobre et février. Cet ensevelissement et ce recyclage rapide contribuent à éliminer les ravageurs et les maladies pouvant hiverner sur ces résidus. Au moment où l'on parle de nécessité de labour pour limiter les risques de fusariose et de mycotoxines, il faudrait peut-être encore mieux redonner la main à un allié fiable que de remettre la charrue dans les champs.

Comme nous venons de le voir, l'activité des vers de terre est tellement diverse qu'il est difficile de séparer un à un les facteurs tant ils sont imbriqués les uns dans les autres. Cependant, il n'est pas illusoire de prétendre que ces véritables ingénieurs et fertilisateurs du sol, favorisent par leur travail quotidien la production végétale. Dans ce sens, des expériences réalisées à l'étranger démontrent que l'introduction de vers peut permettre l'augmentation de la productivité végétale ; il ne faut surtout pas se priver de leurs actions, bien au contraire.

Cependant, notons que dans notre contexte agricole, les espèces les plus utiles sont le plus souvent encore présentes dans les parcelles, même si c'est en faible quantité, et si certaines espèces ont pu disparaître, il est fort probable qu'elles vivent

encore dans des prairies permanentes voisines, des haies ou des forêts environnantes. Il est bien entendu possible d'aller les rechercher dans ces milieux et de les réintroduire volontairement, mais on imagine bien le travail lorsque l'on parle de plusieurs tonnes de lombriciens à l'hectare.

Dans tous les cas, face à une réintroduction potentielle, il est plus opportun de maintenir ou de développer un environnement stable et favorable avec une nourriture abondante, afin que les individus encore présents puissent s'épanouir et se reproduire. Cette pratique demande un peu de temps au vu des rythmes de reproduction de certaines espèces mais il est difficile et surtout illusoire de vouloir brûler les étapes en réintroduisant massivement des individus.

Impact des vers de terre sur la dynamique de levée d'une orge dans un sol humide en fonction d'éléments semeurs										
	Double disque ouvreur		Soc semeur sur dent		Soc en « T » inversé		Semis à la volée en surface		Moyenne	
	R	SR	R	SR	R	SR	R	SR	R	SR
Couverture du sol										
% de levée avec vers de terre	17	25	65	40	76	48	84	87	60.5	50.0
Nombre de vers par cylindre	9	8	22	13	25	13	22	14	19.5	12
% de levée sans vers de terre	15	19	24	23	20	22	89	89	37.0	38.5

R = parcelles recouvertes avec des résidus (avant et après le semis).
SR = parcelles sans résidus en surface (avant et après le semis).

Beaucoup d'observations montrent que les vers de terre semblent être attirés par la zone perturbée par l'élément semeur. Ceci se vérifie lorsque le sol n'est pas compacté et se trouve recouvert par des résidus organiques, une source de nourriture. Cependant, cette expérience démontre que :

- le mode d'ouverture du sillon en conditions humides donne des grands écarts, que ce soit avec ou sans résidus en surface. C'est le semis en « T » inversé et le semis à la volée à la surface du sol qui obtiennent les meilleures dynamiques de levée. Pour ce dernier traitement, la constance de la pluviométrie sur la période a été extrêmement favorable, ce qui n'est pas toujours le cas en situation réelle ;
- le nombre de vers de terre retrouvés dans le prélèvement de sol réalisé sur les lignes de semis reflète assez bien le pourcentage d'émergence. D'une certaine manière, les deux phénomènes se combinent : la qualité du sillon attire les lombriciens qui, en retour, rétablissent et améliorent la porosité du sol autour de la graine. Cette synergie a un impact direct sur la dynamique de levée en conditions difficiles ;

→ la présence de résidus a une forte influence sur l'homogénéité de la levée et les populations de vers de terre sur tous les modes de semis à l'exception du sillon en V. Dans ce traitement, l'entrée de résidus dans la ligne de semis a sûrement entraîné un effet négatif ;

→ les semis sans l'assistance des vers de terre (destruction des individus par insecticides) montrent une forte chute du taux de levée pour tous les modes de mise en terre avec ou sans résidus d'ailleurs. Une bonne population de lombriciens sécurise et améliore significativement la qualité des semis et surtout la dynamique de levée en TCS et surtout en semis direct.

L'activité des vers de terre a été mesurée par un prélèvement de cylindres de sol (120 mm de diamètre/10 cm de long), suivis du comptage des individus présents. Par ailleurs, pour maintenir une forte humidité après le semis, la parcelle a été irriguée, à raison de 20 mm/jour (pluie répartie sur 4 h) et pendant 20 jours.

Source : Chaudhry et Baker 1998

CONSTRUIRE UN SOL VIVANT



Comparaison entre 2 parcelles (texture sablolimoneuse et sol drainé).

À droite : travail conventionnel et exportation de paille occasionnellement.

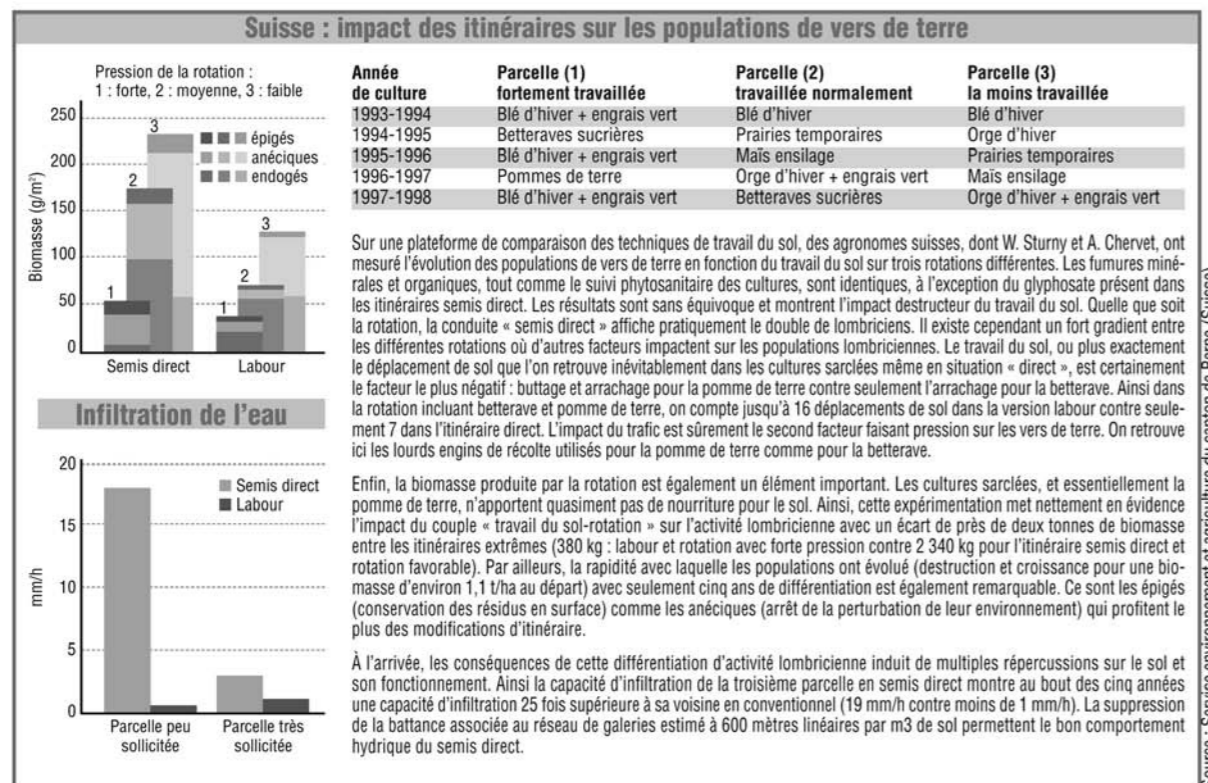
À gauche : TCS quatre ans et SD deux ans avec couvert et apport de matière organique (30 tonnes de compost de déchets verts depuis trois ans).

De nombreux facteurs influencent le développement des lombriciens. Les conditions pédoclimatiques ont bien entendu une importance majeure : la texture, la profondeur du sol, les caractéristiques physico-chimiques et le climat influencent largement les espèces et leur représentativité.

C'est dans les limons, plus faciles à creuser et avec une plus grande stabilité d'humidité, qu'ils sont les plus à l'aise ; en retour, c'est dans ce type de sol

qui se compacte facilement et qui n'a pas d'activité autostructurante qu'ils sont également le plus utile. Pour ce qui est du sable, il est plus abrasif pour leur tube digestif et la taille de certaines particules ne permet pas à certaines espèces de s'alimenter correctement ; de plus, ce type de sol est souvent superficiel et séchant ce qui n'arrange pas les conditions. L'argile, quant à elle, peut être un élément intéressant mais en trop grande quantité, sa plasticité en conditions humides et sa dureté une fois sèche n'en font pas un élément apprécié. C'est finalement, une texture mixte qui apparaît être la plus favorable au développement des vers. La profondeur du sol et donc le volume pour évoluer jouent également un rôle important ; la profondeur associée à la texture déterminent souvent la capacité à conserver de l'eau et permet à nos amis de trouver plus facilement une protection lors des périodes sèches ou froides.

Enfin, les vers de terre préfèrent les milieux aux valeurs de pH non extrêmes (deux bornes : pH = 4,4 et 11) et sains.



Cultiver sans travailler

Les interventions mécaniques affectent de différentes façons les lombriciens. Par la destruction des galeries, elles bouleversent premièrement l'habitat des vers, habitat qu'ils doivent reconstruire. Par ailleurs, elles agissent directement sur les vers en blessant une partie d'entre eux, voire en les coupant en deux. Compte tenu du fait qu'un ver coupé en deux ne donne pas deux vers, et qu'un ver blessé à de grands risques de mourir, les actions mécaniques ont donc un impact fort dommageable sur les vers de terre. Cette action négative est d'autant plus importante que l'intensité du travail est forte (outils animés), et elle affecte tout particulièrement les individus de taille importante (tous les anéciques, mais aussi les endogés adultes). Enfin le travail du sol, et entre autres le labour, est accompagné par une forte prédation : les mouettes qui suivent la charrue, en consommant les vers finissent le travail. Dans ce registre, il faut également signaler que contrairement aux idées reçues, pendant les périodes où les individus sont en diapause (estivale ou hivernale), ils restent fortement vulnérables : le travail du sol brise leur protection et les expose alors aux conditions auxquelles ils cherchaient à échapper.

Le moyen le plus simple et le plus efficace pour conserver le nombre de vers de terre dans les champs est donc de préserver leur environnement en réduisant, voire en supprimant le travail du sol. Cette démarche ne sera cependant efficace que si elle s'accompagne d'une réflexion sur la gestion organique.

Au commencement : la rotation

La rotation est également un autre élément fondamental pour développer une communauté de vers de terre importante. Elle régit plusieurs facteurs comme la quantité de biomasse végétale produite et laissée sur le sol, mais aussi la variété des produits mis à disposition des vers de terre. Dans le suivi de parcelle dans la région de Montérégie et de Lanaudière (Québec), les Canadiens ont systématiquement retrouvé le double d'individus (232 contre 107 vers/m² pour un poids de respectivement de 32,5 et 57,8 g/m²) dans les parcelles en rotation (souvent soja/maïs) en comparaison aux parcelles menées en monoculture (souvent maïs), alors que cette pratique laisse apparemment plus de biomasse.

Au niveau des lombriciens, la seule monoculture acceptable reste la prairie qui apporte une bonne source de nourriture en continu et aucun bouleversement du sol lié à un travail du sol. Cependant, toutes les prairies ne se ressemblent pas et l'importance des vers de terre, comme l'intensité de l'activité biologique, en général, sont étroitement liées au niveau d'intensification. Au domaine expérimental du Vieux Pin (61), les populations n'étaient que de 1700 kg/ha dans les années soixante-dix alors qu'elles atteignent aujourd'hui 2500 kg/ha (D. Leconte), suite à une modification des pratiques : l'intensification fourragère s'est construite autour d'une augmentation de la fertilisation, la présence d'espèces plus productives et mieux adaptées, ainsi qu'une meilleure gestion du pâturage.

Nourrir l'ensemble de ce petit monde

La majorité des engrais, en permettant d'accroître la production végétale et de ce fait la ressource alimentaire pour les vers de terre, peut favoriser le développement de ces derniers. Cependant, certains d'entre eux, tels que le sulfate d'ammonium, peuvent avoir un effet plus négatif que bénéfique.

En fait, l'état biologique général et, entre autres, le niveau de lombriciens dans un sol non perturbé, est fortement lié aux retours organiques qui définissent la source énergétique du système.

Un autre point essentiel pour l'activité biologique en général, et les vers de terre en particulier, est l'appétence du matériau organique. La lignine est l'élément le moins recherché suivi de la cellulose. On comprend donc l'intérêt de la rotation afin de fournir avec des oléagineux ou protéagineux des résidus plus appétants ou fermentescibles. On retrouve également l'importance des couverts et du choix des espèces en fonction de la rotation afin de rééquilibrer le rapport carbone/sucrose/azote de l'ensemble du mulch pour le rendre plus digestible. La gestion et l'alimentation d'une population lombricienne s'appuient en fait sur des notions qui sont proches des règles développées en alimentation animale et entre autres avec les ruminants. Ils sont eux aussi de gros décomposeurs de matière organique.

S'il semble un peu illusoire d'apporter des vers de terre sans vraiment modifier le milieu, ils sont cependant indispensables pour redévelopper la fertilité de sols dégradés. Dans ce cas, il faut préserver leur environnement et surtout trouver le moyen de leur apporter une ressource alimentaire suffisante. Cette dernière est soit produite sur place, ce qui peut être difficile sur un substrat dégradé, soit être apportée via des résidus organiques, des fumiers ou composts qui pourront servir de support et de source d'alimentation. Ces produits présenteront également l'intérêt d'apporter par leur dégradation progressive une quantité et une diversité d'éléments minéraux permettant un meilleur développement végétatif et donc un retour de biomasse végétale supplémentaire au sol. Cette logique permet de gagner beaucoup de temps et sécurise la transition vers les TCS, voire le semis direct dans les sols marginaux où le taux de matière organique est déjà descendu relativement bas.

Une évolution dans le temps

Reconstruire une population active demande du temps. Les premiers à recoloniser un environnement vont être les épigés qui arrivent rapidement à partir du moment où on laisse les résidus à la surface du sol. Cette partie de la communauté possède un très fort pouvoir de recolonisation de par sa dynamique de reproduction et arrive assez rapidement (deux à cinq ans) à reconquérir le système.

Ensuite, mais avec une inertie plus importante les anéciques et les endogés vont revenir progressivement. À ce titre, les Canadiens prétendent que la croissance peut être d'environ 10% par an à partir du moment où l'on conserve plus de 30% des résidus à la surface du sol. Rappelons ici que la vitesse de recolonisation sera étroitement liée au niveau de départ. Il est par conséquent nécessaire de laisser le temps aux vers, et particulièrement aux anéciques et aux endogés, pour revenir. Compte tenu de tout ce que nous avons dit au préalable, cela se fera en limitant les perturbations du milieu (travail du sol, compactage) et en ayant une gestion optimale des ressources organiques.

Que l'on se rassure, les populations ne peuvent pas croître en continu. Avec de meilleures conditions de milieu et beaucoup moins de destruction, le nombre d'individus va lentement progresser au début des modifications d'itinéraire, puis se développer rapidement pour enfin arriver à un nouvel équilibre qui est imposé notamment par la ressource alimentaire, l'espace disponible et les interactions entre individus.

Avec le temps, au regard des conditions environnementales et des facteurs limitants, un équilibre entre les épigés, les endogés et les anéciques va se mettre en place. Ainsi, lors de transition vers les TCS et le semis direct, on assiste souvent à plusieurs phases de reconstitution de la communauté lombricienne. On comprend ainsi toute la stratégie de l'agriculture de conservation qui vise, par la production d'un maximum de biomasse végétale en circulation et le minimum de travail du sol, à doper l'activité biologique et, entre autres, le travail des vers de terre qui dans le temps va améliorer et entretenir une bonne structure du sol tout en favorisant le recyclage des éléments nutritifs.

Un bon candidat comme indicateur

Comme nous venons de le voir, les lombriciens sont des acteurs clés dans la fertilité des sols. Ils jouent également un rôle majeur dans la maîtrise des risques environnementaux : limitation du ruissellement, des transferts de matière et de l'érosion, protection de la qualité de l'eau en lien avec le pouvoir épurateur des sols, action sur l'abondance et diversité de la faune de surface. Si ces organismes influencent le fonctionnement chimique, physique et biologique des sols, nous avons vu aussi qu'ils étaient fortement influencés par les conditions environnementales : les caractéristiques naturelles du milieu, mais aussi les modifications liées à l'action de l'homme (travail du sol, gestion organique). De ce fait, ils sont reconnus comme étant de bons indicateurs de la qualité du milieu (les fameux "bio-indicateurs"). Vivant à l'échelle du profil avec une évolution assez lente des populations, ils sont plus pertinents que des organismes de plus petite taille. De plus, ils sont faciles à observer pour les scientifiques comme pour les agriculteurs et leur quantification n'est pas trop compliquée à mettre en oeuvre.

Au-delà de l'importance des communautés de vers (nombre d'individus et poids), il est également intéressant de connaître les différentes catégories écologiques qui les composent (épigés, anéciques, endogés) car nous avons vu que chacune d'elles avait un impact sur le sol bien particulier. Une formation très rapide permet de reconnaître facilement sur le terrain ces différentes catégories et de différencier les individus qui sont adultes (car ils ont la fameuse bague) des individus qui sont juvéniles. Cette information permettra de donner un premier diagnostic sur l'état biologique de nos sols. Si on veut une information encore plus complète, on peut essayer de reconnaître les différentes espèces, mais là, on doit bien dire que c'est plus compliqué et que cela relève plus du domaine de l'expert...

En conclusion, on peut se demander qui peut prétendre objectivement remplacer un travail mécanique avec autant d'efficacité et de bénéfices pour l'agriculteur comme pour l'environnement que nos amis les vers de terre ? Même s'il est possible de faire sans eux, c'est sans aucun doute mieux et surtout plus économique de collaborer avec eux, et ce vieux proverbe paysan reste d'actualité : « Dieu sait comment s'obtient la fertilité de la terre, il en a confié le secret aux vers de terre ».

Impact des pesticides

Quel est l'impact des molécules phytosanitaires sur les lombriciens et toute la faune et la flore du sol ? Bien que la question soit fondamentale, il n'est pas facile d'y répondre de manière stricte, la complexité de la réponse étant liée à la multitude de pesticides qui existent et à l'évolution permanente des matières actives.

Quel type d'impact peut-on observer ? Une espèce de vers ou un groupe écologique peut être touchée et un autre épargné. Il faut aussi différencier des impacts rapides (morts des individus) et d'autres à plus long terme (baisse de la fertilité par exemple).

Il faut aussi faire une différence entre les actions directes (absorption de produits par les vers de terre lorsqu'ils se nourrissent ou consommation de particules de matière organique contaminée) et les actions indirectes (le désherbage réduit la biomasse végétale produite et par conséquent la ressource en nourriture).

Enfin, il faut également intégrer dans cette réflexion que la stimulation de l'activité microbienne par les lombriciens favorise une dégradation plus rapide et plus complète des molécules de produits phytosanitaires.

En fait, les produits phytosanitaires ne sont pas systématiquement toxiques. Si on devait hiérarchiser les différents types de pesticides en tenant compte de leur impact négatif sur les vers de terre, il s'avère que, d'une manière générale, on pourrait dire que ceux qui restent les plus toxiques sont encore la majeure partie des nématicides (contre les nématodes) et insecticides, certains molluscides et fongicides (particulièrement ceux à base de cuivre), mais que peu d'herbicides ont un impact négatif. Cependant, il faut bien être conscients qu'au-delà de la toxicité propre aux matières actives elles-mêmes, il convient aussi de tenir compte de la toxicité potentielle de leurs métabolites (c'est-à-dire des molécules qui résultent de leur transformation dans le sol), et qu'à ce sujet peu d'études ont encore été réalisées.

Si on se replace dans un contexte global qui intègre l'ensemble des pratiques (traitements phytosanitaires, travail du sol, gestion organique), on peut remarquer que dans de nombreux cas, et les redressements des populations de lombriciens dans les parcelles des TCSistes le démontrent, c'est le travail du sol intensif qui est le principal agent négatif. La limitation des interventions et a fortiori le semis direct sont extrêmement favorables au retour de nos amis les vers de terre. Ceux-ci seront d'autant mieux préservés des molécules que la majorité des interventions "chimiques" sont réalisées sur mulch ou sur couvert avec pas ou peu de contact avec le sol et sa faune. Cependant, il faut aussi avoir en tête que ces mêmes couverts seront une source d'alimentation.