



Avec la contribution financière
du compte d'affectation spéciale
«développement agricole et rural»



**aGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRE D'AGRICULTURE
GRAND EST

Lombrics et agriculture



1.1. Les lombrics : des indicateurs de la qualité du sol grâce à leur fonction écologique

1.1.1. Classification

Appartenant à l'embranchement des annélides, et la sous classe des oligochètes, Michaelsen en 1900, divise cette catégorie en onze familles contenant environ 152 genres et 1200 espèces. Jusqu'à aujourd'hui, les différentes divisions ont été remaniées mais le nombre d'espèce de la sous classe des lombrics est estimé à 10 000 dans le monde. En France, on dénombre environ cent espèces, allant de quatre à douze espèces pour les terres agricoles. (*Source : chambre d'agriculture de Moselle*)

Les études menées par Bouché (1971) et de Lavelle (1981) ont permis de classer ces différentes espèces, selon trois catégories fonctionnelles écologiques : les épigés, anéciques et endogés.

Tableau 1: Principales caractéristiques des trois catégories écologiques,, source : Bouché, 1972 ; Lavelle 1997

	Les Epigés	Les Anéciques	Les Endogés
Taille	Petite taille (un à six centimètres)	Plus grosses espèces (dix centimètres à un mètre dix de long)	Taille moyenne (un à vingt centimètres)
Aspect	Pigmentation foncée, rouge sombre	Pigmentation avec gradient de décoloration antéro-postérieur (rouge brun au gros noir)	Apigmentés Peuvent être rose pâle ou ver pâle
Habitat	Surface du sol, dans les amas organiques	De la surface jusqu'à 6 mètre de profondeur	40 cm maximum, ne remonte presque jamais à la surface
Fonction	Fractionne la matière organique fraîche et permettent d'en accélérer le processus de dégradation en fournissant plus rapidement aux autres espèces lombriciennes en profondeur. Faible capacité à creuser des galeries	Enfouir la matière organique dans l'ensemble du profil du sol et assure le brassage entre les matières minérales et organiques. (grandes galeries verticales permettant les échanges gazeux et aqueux)	Dépôt de leur déjection dans leurs galeries horizontales qui joue un rôle sur la rétention et l'infiltration de l'eau dans le sol
Durée de vie	< 1 an	Jusqu'à 10 ans	
Reproduction	en 90-150 jours	En 400-500 jours	En 150-210 jours
Survie à la sécheresse	Sous forme de cocons	Quiescence	Diapause
Abondance (% de la biomasse lombricienne)	1 à 5%	40 à 80%	20 à 60%
Régime alimentaire	Matière organique de surface (fumier, compost, litière de feuilles, écorces, bouses...)	Matière organique qu'ils viennent chercher en surface et qu'ils enfouissent	Matières organiques intégrées à la matière minérale, à la terre
Sensibilité	Subit davantage les aléas climatiques, la prédation et les perturbations de surface du sol	Subissent moins de contraintes que les épigés du fait de leur localisation dans le sol : faible prédation et peu soumis aux contraintes climatiques	

Remarque : Dans la catégorie des Anéciques, il existe deux familles : les anéciques « tête rouge » qui se rapprochent du comportement des épigés et les anéciques « tête noire » se rapprochant de celui des endogés.

Figure 9: Anéciquetête noire



Figure 10: Anéciques tête noire (à droite) et tête rouge (à gauche)



D'après les références de la chambre d'agriculture de Moselle, une tonne de vers de terre par hectare produit des galeries qui correspondent à 6% du volume du sol.

1.1.2. Les fonctions écologiques uniques des catégories lombriciennes

Dans les travaux de Darwin de 1881, les vers sont distingués en fonction de leur régime alimentaire, une partie se nourrit de litière (Epigés et Anéciques) et les autres se nourrissent de terre (Endogés). On appelle turricules les rejets de vers de terre en surface du sol, et déjections les rejets sur les parois à l'intérieur des galeries qu'ils creusent. En raison de leur régime alimentaire différent, les turricules montrent un gradient des espèces Anéciques à Endogés. En effet, les endogés sont considérés comme les agents majeurs de l'agrégation et de la stabilisation du sol car ils se nourrissent de sol enrichi de matière organique et leur rejets rendent d'importants éléments nutritifs plus accessibles aux autres organismes vivants. Les anéciques ingérant des matières déjà décomposées, rejettent peu de matière organique mais ont un rôle important dans le brassage et la répartition de la matière organique dans le sol. La quantité journalière de sol qui transit dans le tube digestif d'un lombric adulte, en région tempérée, varie entre 0.08 et 0.50g de sol sec/g d'anéciques et entre 0.07 et 0.80g de sol sec/g d'épigés tandis que les vers endogés tropicaux sécrètent entre 1 et 7g de sol sec/g de vers. (Lavelle et Spain, 2001).



Figure 11: Turricules

Cependant, la digestion de terre et production de turricules varient fortement en fonction des espèces.

D'après le scientifique Gates, 1972, les vers de terre remplissent des fonctions écologiques uniques dans le sol. Leurs grandes galeries permettent d'améliorer la pénétration et l'infiltration de l'eau. L'augmentation de cette infiltration réduit le ruissellement et l'érosion et permet d'être facilement consommable par les végétaux. Le sol est plus aéré et permet aux plantes d'explorer de nouveaux espaces. Le sol travaillé par les vers de terre possède des agrégats stables, moins sensible à l'érosion éolienne.

1.1.3. Leur cycle de vie spécifique selon l'espèce

Appartenant à la macrofaune du sol (Lavelle et Spain, 2001), tous les vers de terre sont hermaphrodites. Mis à part pour quelques espèces qui pourraient se reproduire sans accouplement mais dont le processus est encore mal connu, la reproduction chez les vers de terre se fait

essentiellement par un échange de spermatozoïdes. Si les conditions sont favorables (températures, humidité), un accouplement a lieu et quelques jours plus tard, le clitellum produit un cocon qui glisse le long de la partie intérieure du vers de terre pour finir expulsé dans le sol sous forme d'une capsule fermée à deux extrémités. D'après les travaux d'Edwards et Bohlen, 1996, les cocons sont résistants aux conditions défavorables comme la sécheresse ou une modification de la température. L'activité minière et reproductive du lombric est optimale durant la période mars-avril et peut être décalée en fonction du climat (Lukas Pfifner, 2011)

Les lombrics produisent plusieurs cocons par an en fonction de leur âge (Svendsen et al, 2005) et les conditions dans lesquelles ils se trouvent (Lee, 1985). Une synthèse de plusieurs travaux par Satchell (1967) sur deux espèces suivis, anécique et endogé, montre qu'ils produisent entre 3 et 13 cocons par an alors que l'espèce épigé suivi est capable de produire entre 42 et 106 cocons par an.



Figure 12: Le clitellum d'un endogé



Figure 13: Les cocons d'un vers de terre

Il est important de noter que chaque espèce de vers de terre possède son propre cycle de vie. Ici (schéma ci-dessous), sera étudié l'exemple du cycle de vie du vers de terre *lumbricus terrestris*, espèce de vers de terre présent partout dans le monde, le plus commun appartenant à la catégorie anécique tête rouge. Cette espèce est capable de produire entre 10 et 25 cocons par an (Butt, 1993). D'après Hartenstein et al. (1979) le nombre maximum de vers de terre par cocon est de 11 pour l'espèce *Eisenia fetida*, épigé, appelé aussi « vers du fumier ».

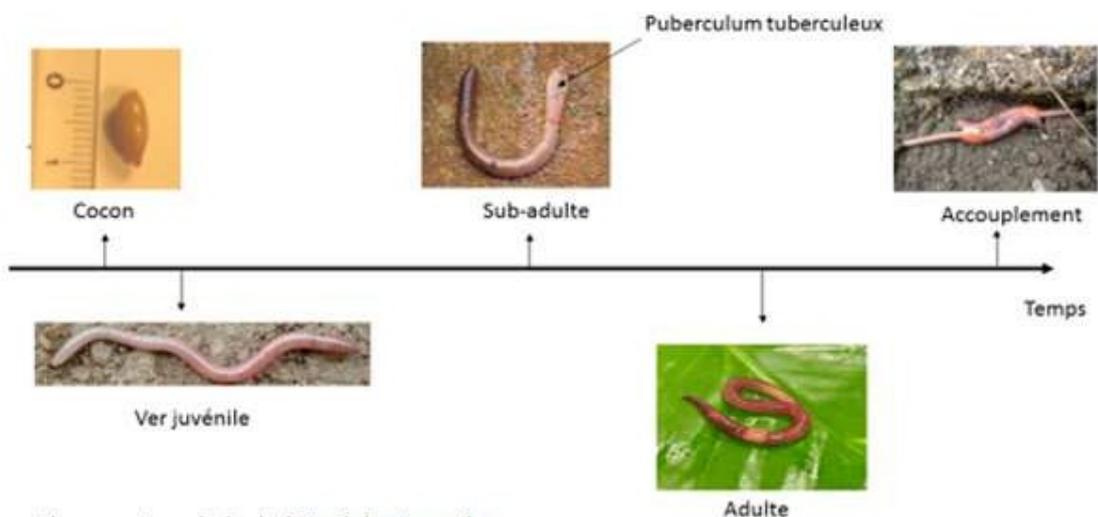


Figure 14 : Le cycle de vie du *lumbricus terrestris*

D'après Lofs-Holmin, 1982 ; Whalen et Parmelee, 1999, le cycle de vie des lombrics est influencé par le biotope dans lequel ils évoluent. Ainsi, certaines variables comme le taux de survie, la croissance et le taux de reproduction, mesurées dans des conditions optimales de laboratoire, dépassent les valeurs atteintes en milieu naturels, où souvent toutes les conditions optimales sont loin d'être réunies.

Le ver sorti du cocon est un ver juvénile qui va progressivement acquérir des caractères sexuels secondaires (comme le puberculum tuberculeux) qui le fera passer au stade sub-adulte. Un fois le clitellum formé, il va pouvoir s'accoupler, ce sera donc un adulte. La durée du cycle est fortement variable selon les conditions du milieu, pouvant aller de quelques semaines à quelques années.

1.1.4. Les lombrics résistent aux aléas climatiques

Les conditions n'étant pas toujours favorables au développement des vers de terre, ceux-ci ont développés différentes formes de résistances. Ainsi lorsqu'il fait trop sec ou trop froid, certaines espèces descendent dans le sol et s'enroulent dans une boule de mucus pour se protéger où ils entrent en léthargie (arrêt de l'activité). Une majorité de « tête noire » présentent une diapause, ce qui signifie que leur « arrêt d'activité » est géré de manière hormonale. Ces espèces sont généralement en diapause de juin à début septembre. Lors de la dessiccation du milieu ou par la présence d'un agent traumatisant, le ver ne s'alimente plus, vide son intestin et s'installe dans une logette sphérique individuelle en profondeur où il s'enroule. La sortie de diapause peut être contrôlée par des neurosécrétions du ver. (Saussay, 1996). Concernant les anéciques leur léthargie se déroule uniquement en quiescence, même si ce phénomène peut être utilisé par toutes les espèces lombriciennes. Il s'agit d'un arrêt d'activité temporaire provoquée par un facteur du milieu et dont l'activité reprendra dès que ce facteur disparaît. (Bouché, 1972). Enfin, les épigés se protègent en prenant la forme d'un cocon. (D'après le « dossier vers de terre », extrait de *la revue TCS n°27 Mars/Avril/Mai2004*)

1.2. La sensibilité des vers de terre au climat et aux pratiques culturales

1.2.1. Un mode de vie influencé par le climat

D'après les données connues jusqu'à aujourd'hui, les facteurs du climat qui influencent le plus les lombrics sont l'humidité et la température. En réalité, le scientifique Lee démontre en 1985 que les vers de terre sont composés à 80-90% d'eau lorsqu'ils sont pleinement hydratés et même s'ils tolèrent des pertes en eau, ils restent sensibles aux faibles humidités. De la même manière qu'ils ne régulent pas leur température corporelle, ils sont par conséquent sensibles aux variations de températures également. Pour les régions tempérées, les températures optimales sont de 10 à 20°C (Lee, 1985 ; Curry, 1998). Le taux d'humidité optimale n'a pas été déterminé mais sont peu nombreux, les vers de terre dans les terres sèches (Bachelier, 1978). Lavelle, à travers ses études, montre que la plupart des vers de terre ne résiste pas aux dessèchements ni aux expositions du soleil sur de trop longues durées.

D'après les recherches menées par Curry en 1998, le type de sol, le taux de matière organique et le pH gouvernent également la présence des communautés lombriciennes. Celles-ci ont une importance dans les processus du sol soit directement en travaillant le sol ou indirectement en influençant les organismes (Edwards & Bohlen (1996), Lee (1985), Lavelle et Spain 2001). Quant au pH du sol, les vers de terre sont généralement inexistant dans les sols acides où le pH est inférieur à 3.5 mais la majorité

des espèces de régions tempérées résident dans des sols de ph compris entre 5 et 7.4 (Curry, 1998 ; Satchel, 1967)). Selon, Edwards et Bohlen, un ph optimal pour chaque espèce existe. Le scientifique Bachelier en 1978 aurait réussi à montrer que les vers de terre préfèrent les milieux relativement riches en calcium.

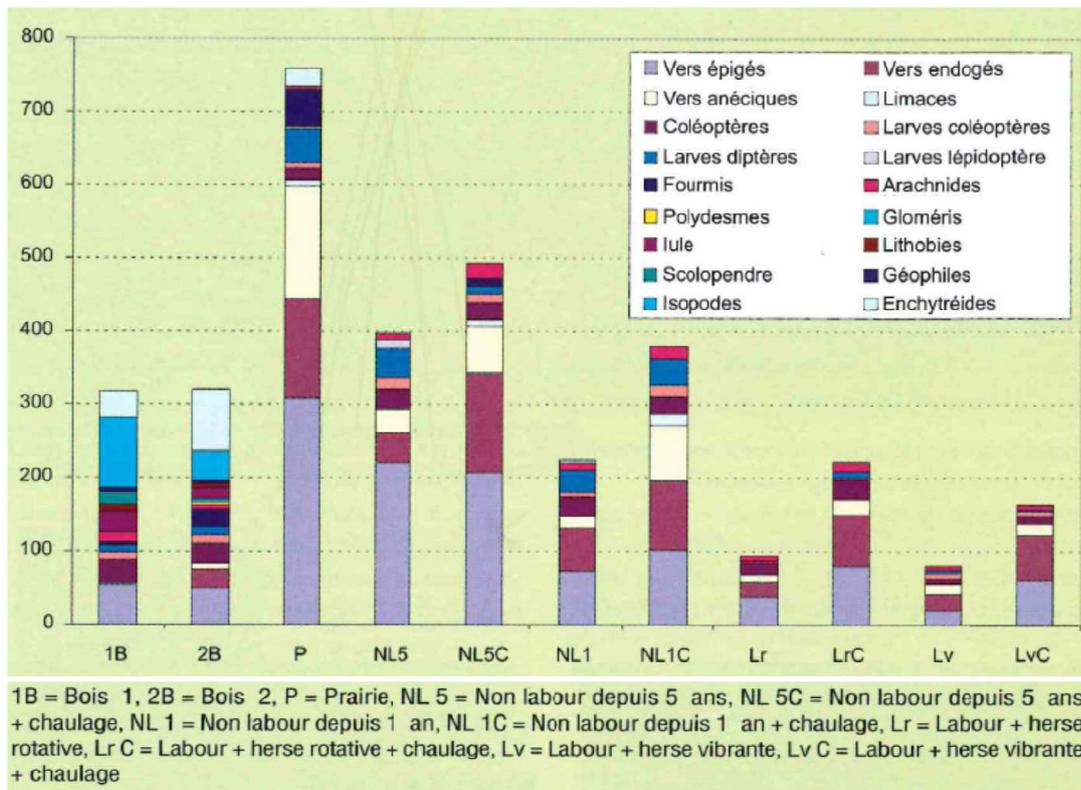


Figure 15: Effets du travail du sol et du chaulage sur la biodiversité, individus par m². (Source: INRA)

Sur ce graphique, seul l'aspect chaulage sur vers de terre sera étudié. En effet, quel que soit le travail du sol (labour seul, labour + herse rotative ou labour + herse vibrante), il y a un effet significatif important entre l'apport de chaulage ou non. Le chaulage permettant de lutter contre l'acidité des sols, montre ici qu'il est bénéfique pour le développement des vers. Ainsi, les ph basiques sont préférés de la plupart des organismes vivant du sol. Il est observé que l'abondance de vers de terre se voit doubler suite à un chaulage sur parcelle travaillée au labour et herse vibrante.

Les études de Guild (1995) rapportent aussi que les vers de terre ont des préférences alimentaires. En effet, plusieurs espèces de vers de terre préféraient le fumier ou les herbes grasses et feuilles des arbres alors que les aiguilles de pin étaient moins appréciées. Mangold (1951) a démontré que certaines espèces de végétaux étaient plus riches en substances nocives et repoussantes pour les vers. A cela s'ajoute les recherches de Lee et Pankhurst en 1992, Lavelle en 1988 qui montrent que les lombrics ont un rôle dans le cycle des éléments nutritifs, ils seraient responsables de la libération de 100 à 150 kg d'azote/ha/an dans certains environnements. Néanmoins, les recherches sur les interactions complexes des vers de terre dans le cycle des éléments nutritifs sont encore à approfondir.

Concernant la structure du sol, des expériences ont mis en évidence que l'introduction de population lombricienne dans les sols dégradés (isolément ou en combinaison avec les plantes), améliore la porosité et la stabilité de la structure. (McColl et al., 1982 ; Aina, 1984 ; Shaw & Pawluk, 1986 ; Stewart et al. 1988 ; Springett et al., 1992 ; Zhang et Schrader, 1993 ; Clements et al., 1991).

1.2.2. La relation entre lombrics et pratiques agricoles

Dans les milieux agricoles, la ressource en carbone est moins abondante et diverse qu'en milieu naturel comme la forêt ou semi-naturelle comme la prairie. En réalité ce sont exclusivement les résidus de culture qui font office de nourriture aux vers de terre. La fertilisation minérale est donc défavorable comparé à un amendement organique qui est beaucoup plus riche en carbone. De même que l'enfouissement des résidus de culture est déconseillé puisque cela supprime les ressources des vers de terre de type épigés et anéciques qui se nourrissent en surface du sol et ne peuvent plus fournir l'alimentation nécessaire aux endogés, ne remontant que rarement en surface.

Le travail du sol joue un rôle sur le maintien des populations lombricienne. Le labour par exemple affecte directement les populations de vers de terre via des dommages mécaniques, une exposition aux prédateurs et un phénomène de dessiccation à cause du retournement du sol (Edwards et Bohlen, 1996; Chan, 2001).

Du fait de leur répartition e dans le profil du sol, les vers de terre ne sont pas affectés de la même manière par le travail du sol. (Réf Annexe 2)

Les lombrics de surface sont les plus touchés. Le labour a également un effet négatif indirect sur les lombrics puisqu'il détruit les galeries, perturbe les conditions physiques du sol et l'enfouissement de matière organique. Les TCS sont moins néfastes mais porte tout de même préjudice aux populations de vers de terre. Cependant, la suppression du travail de sol engendre généralement une augmentation de l'utilisation des herbicides, puisque les graines de surface se développent et laissent place aux adventices. Malheureusement, les pesticides représentés par les herbicides, fongicides et les molluscicides ne semblent pas toujours appréciés des populations lombriciennes. Leur nuisibilité dépend du type d'application, de la matière active, des conditions d'application, de la fréquence et de l'intensité de l'intervention. (Edwards et Bohlen, 1996). Pourtant d'après Bachelier (1978) et Lee (1985), peu d'herbicides semblent avoir d'effets directs vraiment néfastes aux doses préconisées.

	Labour	TCS	SD
Vers de terre en t/ha	0,6	2,8	3
Vers de terre en %	20	93	100
Vie biologique totale = vers x 4 en t/ha	2,4	11,2	12

(source O.Ménard, Québec)

Figure 16: Effet travail du sol sur des essais de 2002 à 2004

Les études menés par O.Ménard, au Québec montre qu'en trois ans, le labour et les sols nus ont réduit de 80% les populations lombriciennes. Le semis direct, soit l'absence de travail du sol privilégierait le développement des lombrics. Le scientifique a voulu mettre en évidence que la quantité de vers de terre est en relation avec la qualité de son habitat et des différentes pratiques agricoles.

La compaction du sol est un phénomène fréquent dans les systèmes de grandes cultures, liés aux travaux réalisés par les engins agricoles. Ce phénomène, en plus de détruire les galeries tue par

écrasement les organismes du sol. Cela induit donc une réduction de la densité et de la diversité des populations lombriciennes.

1.3. Pratiques de conservation des populations lombriciennes sur le parcellaire agricole

Il n'existe pas de solution miracle puisque les pratiques culturales favorables au développement des vers de terre ne contrebalancent pas toujours les effets négatifs cités précédemment.

Afin de préserver les populations de lombrics dans les parcelles agricoles, il est nécessaire de laisser une quantité de biomasse en surface du sol, il s'agit donc d'apporter de la matière organique, soit en laissant une partie des résidus de culture ou en apportant des fertilisants organiques. L'épandage de matière organique permet également d'atténuer l'acidification des sols pouvant être liés à une limitation de chaulage ou un apport mal géré de fertilisants minérales. D'après l'expérimentation de Cluzeau et al. (1994), des apports de composts urbains pendant 12 ans dans une vigne expérimentale du Comité Interprofessionnel des Vins de Champagne ont permis une augmentation de 30% des biomasses lombriciennes, la catégorie anécique en particulier. La mise en place de plantes associées, d'enherbement des inter-rangs en culture pérenne ou de plantes d'interculture permet une augmentation des vers de terre (Cluzeau et al., 2005)

Comme vu précédemment, les vers sont sensibles à l'humidification du sol. C'est pourquoi, en période de sécheresse l'irrigation permet une augmentation des populations de lombrics (Curry, 1998).

Il faut tout de même noter que les connaissances actuelles ne permettent pas d'appréhender directement l'effet des pratiques culturales sur la dynamique des lombriciens.

1.4. Une drôle d'interrogation

Cependant, le concept « ingénieur de l'écosystème » est encore mal connu. La contribution de ces organismes à certains phénomènes repose sur des observations éparses et non sur une compréhension précise et quantifiée des phénomènes en jeu. Je souhaiterais ainsi que mon étude au sein de la chambre d'agriculture permette d'apporter des références concrètes visant à définir les phénomènes auxquels participent les lombrics.

En effet, des études ont démontrées que dans certains sols canadiens, les terres sont dépourvus de lombrics, ces derniers n'ayant pas, pour des raisons inconnues, recolonisés ces terres après la dernière glaciation (*Réf dossier INRA Janvier 2009*). Ces terres sans vers, ont pourtant des rendements similaires à ceux des sols équivalents en Europe. Ces observations restent sans explications.

2. Matériels et méthodes

2.1. Présentation de l'étude

2.1.1. L'origine des données vers de terre

En 2012, le réseau de bio surveillance du territoire met en place un projet (ENI) concernant la surveillance des Effets Non Intentionnels des pratiques agricoles sur la biodiversité. En partenariat avec les chambres d'agriculture, EMC2, la Fredon et le ministère de l'agriculture, ce projet répond au deuxième volet de l'axe 5 du plan Ecophyto, et vise à observer l'impact potentiel des activités agricoles sur l'environnement, en particulier de la faune et de la flore.

Quatre suivis sont mis en place :

- Le suivi flore en bordure de champ, il s'agit de faire un état des lieux de la flore patrimoniale que nous sommes susceptibles de trouver en bordure de parcellaire et leur intérêts pour les cultures.
- Le suivi coléoptère de bord de champ, permettant de déterminer les populations d'auxiliaires et ravageurs potentiels pour les cultures et de suivre leurs évolutions.
- Le suivi oiseau, qui permet de donner une indication sur la qualité de l'environnement et participe au maintien d'un équilibre au niveau de la biodiversité
- Et enfin, le volet « vers de terre » qui fait partie des protocoles à mettre en place pour juger de la qualité du sol. (Réf Annexe 4)

L'objectif de ses protocoles est d'acquérir des références nationales sur les bio-indicateurs, en terme de diversité et d'abondance afin d'orienter les pratiques agricoles vers une préservation de cette biodiversité remarquable. Ainsi, un compte rendu est établi régulièrement aux agriculteurs. (Réf Annexe 5). Le but est également de s'assurer qu'il s'agit d'indicateurs significatifs.

Le protocole développé par l'OPVT, utilise un outil d'évaluation simplifié de la biodiversité des vers de terre qui a été confirmé par l'université de Rennes. Les parcelles du réseau ENI proviennent de différents programmes ayant un intérêt pour le dossier de biovigilance. (Réseau d'épidémiosurveillance, réseau des fermes Dephy et autres réseaux intéressants). Pour chaque région, un nombre de parcelle doit être fixé et suivi. A l'échelle nationale ce sont plus de 500 parcelles qui sont étudiées dans le réseau ENI.

Représentant seulement 17 parcelles sur la région Lorraine depuis 2012. Les chambres d'agriculture de la région ont développé ce protocole vers de terre sur d'autres réseaux de suivi biodiversité afin

d'obtenir le plus de données possibles dont je me chargerai de regrouper dans une base commune. Les autres réseaux utilisés sont les suivants :

- Réseau « sol et biodiversité » : il s'agit de suivis de biodiversité, sol et diagnostic d'exploitation dans le but de connaître les orientations qui sont possible à mettre en place sur les exploitations et les marges de manœuvre des agriculteurs.
- Réseau d'innov' action : Exploitations agricoles étant étudiées pour leurs entrée dans des systèmes économes en intrants.

2.1.2. Choix des essais

Les essais se situent dans le parcellaire des exploitations agricoles, viticoles ou maraichères, selon les filières végétales représentatives sur un territoire. Ils doivent permettre aux établissements d'avoir une base de données nationale de référence en fonction des différents types de pratiques agricoles. Ainsi, chaque représentant de filière ou porteur du projet dans la structure engagée est chargé de déterminer les exploitations potentiellement intéressantes sur le territoire régional. Concernant l'étude sur la Lorraine, nous avons choisi de se baser sur les grandes cultures.

2.1.3. Choix du protocole

Céline Pelosi développe, dans une thèse qu'elle effectue à Agroparistech, l'efficacité de plusieurs irritants pour les vers de terre. L'étude de la scientifique a révélé qu'une densité plus importante de vers de terre a été récoltée avec le formol qu'avec la moutarde (en moyenne sur les trois parcelles, le formol et moutarde ont permis, respectivement, l'extraction de 47.7, 31.9 et 20.5g/m²). D'après C.Pelosi, l'allyl isothiocyanate, une molécule présente en quantité variable dans les moutardes est la meilleure méthode lorsqu'elle est pure, pour prélever les vers de terre. Cependant, étant difficile à s'en approvisionner, ce n'est pas cette méthode qui a été choisie.

De même, étant donné les caractéristiques toxiques du formol, de la recherche de simplicité du protocole à mettre en place, il s'agit de la méthode à base de moutarde qui a été retenue proposé par l'Observatoire Participatif Des Vers de Terre (validée par l'Observatoire de l'université de Rennes). Pour pallier les problèmes de standardisation de la moutarde, celle utilisée pour le protocole est impérativement la moutarde Amora, Fine et Forte.

Outre les méthodes de prélèvements à base de substances chimiques, irritantes pour les lombrics, il existe des méthodes de prélèvements physiques qui consistent à sortir un bloc de terre du sol et d'en extraire les vers de terre.

Parfois certains protocoles associent une méthode chimique avec une méthode physique. C'est le cas lorsque qu'un cube de terre est extrait, sous-jacent à la zone arrosée. . Afin de vérifier que les résultats de la méthode moutarde ne sont pas faussés du fait d'une mauvaise infiltration par exemple, un bloc de terre peut être prélevé à l'aide d'une bêche (20cm*20cm*20cm).

2.1.4. Méthodes de prélèvement

L'étude de la communauté lombricienne par groupes fonctionnels étant pertinente d'un point de vue écologique, des méthodes afin d'obtenir des indications sur l'état du sol ont été mises en place. Il s'agit de suivre au cours des années l'évolution des différentes catégories, de comprendre leur présence et ce qui nuit à leur développement. Les méthodes vues dans le paragraphe précédent sont jugées efficaces pour étudier l'abondance, la taille et la biomasse des vers. Cependant, les méthodes chimiques sont plus sélectives pour les anéciques qui voient leurs galeries pénétrées par la solution irritantes. Au contraire les méthodes physiques sont plus sélectives envers les endogés, moins vifs que les anéciques qui s'échappent lorsque la bêche provoque des vibrations dans le sol.

La pertinence de ces méthodes varie en fonction de facteurs comme le type de sol par exemple. Il est presque impossible d'enfiler une bêche dans un sol superficiel d'argilo calcaire, de même que l'infiltration de la moutarde se révèle mauvaise dans un sol en limon. La méthode doit donc être adaptée en fonction du contexte.

Cependant, il n'est pas pertinent de comparer les résultats de méthodes différentes. Dans cette étude nous utiliserons uniquement des résultats obtenus en utilisant le protocole à base de moutarde, et le test bêche nous permet uniquement de nous donner une indication si la méthode moutarde est jugée « faussée ».

3. L'expérimentation à mettre en place

3.1. Conditions de mise en œuvre

👁 Le moment d'observation

D'après l'université de Rennes, les conditions optimales où les vers de terre sont en activité maximale, sont généralement réunies au début du printemps entre février et avril. Le sol ne doit pas être gelé, ni gorgé d'eau ou sec. Il est recommandé de faire les observations le matin avant midi, l'heure solaire, car le lombric fuit le soleil. C'est pourquoi ils auront tendance à être en surface si le ciel est couvert et l'atmosphère humide...

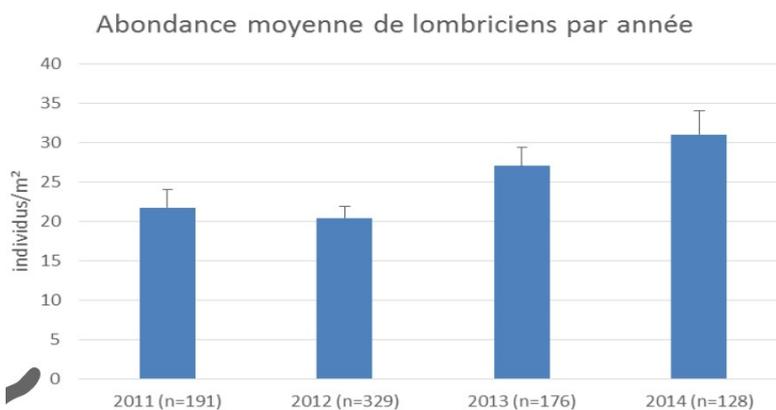


Figure 17 : Abondance moyenne de lombriciens par année, source OAB

Cependant chaque année est différente, et les périodes optimales sont parfois décalées dans le temps. Ce graphique, établi par L'OAB, utilisant le protocole de l'OPVT, met en évidence le facteur année. Il est important de montrer que suivant l'année, l'activité lombricienne ne sera pas aussi active. En 2014, l'OAB a relevé environ + 50% par rapport à 2012.

👁 Température et humidité

La température du sol doit être entre 6 et 10°C sur un sol impérativement humide mais ressuyé. Celle de l'air doit se trouver approximativement entre 6 et 15°C.

👁️ Etat de la parcelle

Le travail du sol et l'utilisation de produits phytosanitaires étant soupçonnés d'affecter les vers de terre radicalement, il est recommandé de mettre en place le protocole si possible quatre semaines minimum après toute intervention (travail du sol, traitements, fertilisants).

👁️ Positionnement et durée

Le positionnement des placettes s'effectue sur une zone homogène et représentative de la surface considérée à au moins dix mètres d'une bordure. Il est préférable d'éviter les allées et les zones de passages. Chaque année, le prélèvement doit s'effectuer à une place différente de la précédente, c'est pourquoi il est nécessaire de géo référencer chacune des zones. Avant le prélèvement, il est recommandé de ne pas marcher ou souiller le lieu d'intervention. Concernant la durée, pour une personne seule, la totalité du protocole s'élève à 3h (1h/m²).

3.2. Déroulement du protocole

Les zones de prélèvements lombriciens sont répétées pour chaque parcelle, sur trois échantillonnages de 1 m², espacés si possible d'au moins six mètres et sur une surface relativement plane, le but étant d'éviter les ruissellements. (L'ensemble du matériel nécessaire est référencé Annexe 4)

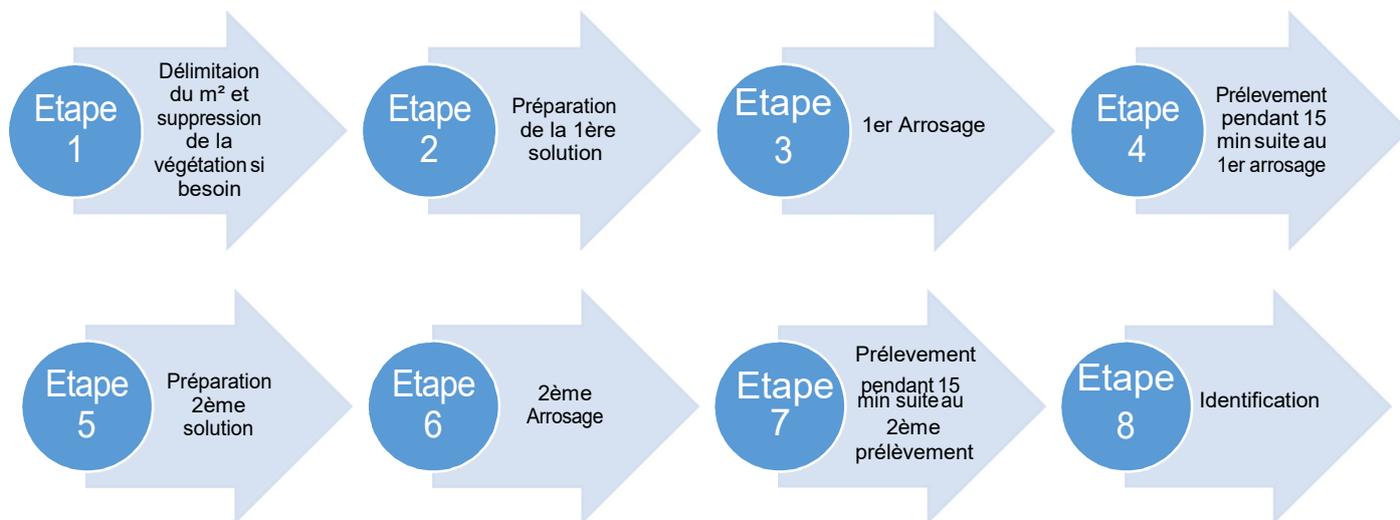


Figure 18: déroulement du protocole

Etape 1 : La surface d'échantillonnage doit être parfaitement visible et donc nettoyée de tous résidus de culture afin de déceler le mouvement d'un petit vers d'environ 1cm. Néanmoins, la végétation doit être coupée à ras mais la surface du sol ne doit pas être perturbée (il ne faut pas arracher les mottes ni les racines pour ne pas perturber les cabanes de lombrics).

Etape 2 et 5 : Les préparations à base de moutarde doivent être faites sur place : pour chaque arrosage (2 par placette de 1m²). Pour un arrosage, 300g de moutarde, Amora Fine et Forte, sont diluées dans 10l d'eau (arrosoir transparent, gradué à 10l)

Etape 3 et 6 : Appliqués à 15min d'intervalles, les arrosages se font de manière à recouvrir de façon homogène, la placette de 1m² en évitant les ruissellements (arroser également 10cm autour de la placette). Il est recommandé d'utiliser une rampe d'arrosage. Des pots à base de terre ou d'eau permettent d'y insérer les vers de terre que le technicien prélèvera avec une pince à épiler. Attention à bien attendre que le vers de terre soit entièrement sorti afin de ne pas le couper en deux.

Etape 4 et 7 : Le prélèvement se fait uniquement dans la zone délimitée de 1 m², tous les vers de terre qui remontent à la surface sont capturés. Si les individus continuent à sortir au bout d'un quart d'heure, retarder le 2^{ème} arrosage de quelques minutes en continuant à ramasser les vers en priorité.

Etape 8 : Une fois les vers de terre récoltés, soient ils sont insérer dans un pot à base de terre afin d'être conservés pour une détermination faite le soir (il ne faut pas les conserver plus de 24h, dans quel cas ils ne seront plus en état pour permettre leur détermination), soit ils sont directement insérer dans de l'eau afin de les rincer et de les exciter. En mouvement ils sont plus faciles à identifier. Au vu des connaissances limitées vis-à-vis de leur identification, les lombrics seront classés selon les quatre groupes écologiques: Endogé, Anécique Tête Rouge, Anécique Tête Noire, et Epigé. Une clef de détermination est mise à disposition de chaque technicien afin de classer les lombrics selon les 4 groupes fonctionnels et différencier les adultes des juvéniles (réf Annexe 6).

3.3. Mesures à prendre

Une fiche de renseignement est fournie à chaque technicien, il permet de prendre en compte une palette de variables liées au milieu et au climat, ceux-ci pouvant influencer le cycle de vie des lombrics. (Réf Annexe 7 pour le réseau ENI, et Annexe 8 pour le réseau « sol et biodiversité ; ces fiches terrains sont les paramètres relevés uniquement le jour du prélèvement ; les autres données sont entrées directement sur les bases de données à partir de différents documents tels que le plan d'épandage, analyse de sol...)

Tableau 2: Ensemble des variables relevées pour un essai vers de terre (différent suivant le réseau suivi)

Variables liées au milieu	Variables liées au climat
<ul style="list-style-type: none"> Type de sol (argile, limons, sable...) Milieus limitrophes (bois, chemin, cours d'eau...) Infrastructures agro-écologiques en bordure de parcelle (lisière de bois, haie, bord de route...) Type de travail du sol (labour, TCS, SD...) Type de culture (culture de printemps, d'hiver, d'été, prairies ...) Taux de cailloux Type de conduite (conventionnelle, intensive, biologique, raisonnée...) 	<ul style="list-style-type: none"> Couverture nuageuse (soleil, peu nuageux, couvert) Pluie (nulle, légère, forte) Vent (nul, léger, fort) Humidité (sec, humide, engorgé) Nombre de jours depuis la dernière pluie et gelée) Température Quantité d'eau tombée durant les 15 derniers jours avant le prélèvement

4. Traitement des données

4.1. Les facteurs et variables pris en compte

Après avoir regroupé l'ensemble de données récoltées sur une base, nous avons sélectionné les facteurs les plus représentatifs et liés aux conditions pédoclimatiques et aux pratiques agricoles. Ainsi, ce sont une centaine de références qui nous ont permis l'étude statistique qui va suivre. Le but des

travaux étant aussi de fournir des indications sur la qualité du sol, nous avons étudiés les facteurs dont les agriculteurs se sentiront davantage concernés, à savoir :

- ① le type de sol
- ① le type de culture
- ① le type de travail du sol
- ① la couverture du sol

Les variables étudiées ici sont l'abondance de population lombricienne et le tri par groupe de catégories fonctionnelles permettant de diffuser les intérêts de ces organismes au monde agricole. La biomasse n'a pas été mesurée dans cette expérimentation car elle demande des moyens de mesure précis difficiles à mettre en place sur le terrain. De la même manière, la richesse taxonomique n'a pas été étudiée puisqu'elle compliquerait davantage la détermination et seraient plus difficile à interpréter concernant les services rendus en agriculture.

4.2. Qualité des données

Même si les variables et paramètres étudiés dans cette expérimentation sont les mêmes, le degré et la qualité des informations est différentes selon les observateurs et les réseaux. Par exemple, dans le réseau ENI les cultures sont classées selon leur nom biologique (blé hiver, orges de printemps, colza ...), tandis que dans le réseau «sol et biodiversité» les cultures sont uniquement classées selon leur période d'occupation des parcelles (culture hiver, été, printemps..). Il en est de même pour la classification du type de sol, davantage précis sur le réseau « sol et biodiversité ».

4.3. Le choix des statistiques

Notre approche de statistiques est relativement simple, basée sur la description et nécessite uniquement l'utilisation du logiciel EXCEL. Elle est construite principalement avec des calculs de moyennes, médianes et écarts types permettant de décrire nos observations. Il est important de noter que les résultats obtenus nous donnent des tendances et ne sont pas toujours fiables car le nombre s'élevant à une centaine de données reste encore trop faible pour obtenir des statistiques hautement significatives. Il faudra attendre encore quelques années pour s'approcher du millier de données sur la Lorraine afin de mettre à disposition des agriculteurs un outil fiable.

Certaines données seront comparées à des graphiques dont les résultats proviennent de l'Observatoire Agricole de la Biodiversité qui participent également à l'OPVT, les données récoltées proviennent de 128 parcelles réparties sur l'ensemble du territoire français. En partenariat avec l'université de Reims, l'OAB propose des protocoles aux agriculteurs intéressés en vue de mieux connaître la biodiversité ordinaire en milieu agricole. Lancé depuis 2010, il compte aujourd'hui un réseau de 400 observateurs volontaires.

3. Résultats & Discussion

3.1. Résultats d'ensemble

Tableau 3: Comptage vers de terre / m²

Comptage vers de terre /m ²				
	Epigés	Anéciques	Endogés	TOTAL
Moyenne	1.48	7.48	16.92	25.89
Médiane	0.00	3.33	8.00	16.33
Ecarts type	4.38	10.36	21.26	29.24

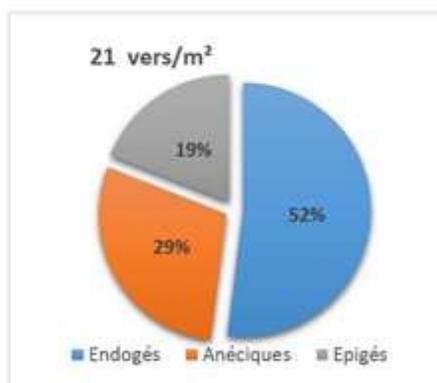


Figure 19 : Répartition des catégories de lombrics en grandes cultures (n= 563), source OAB

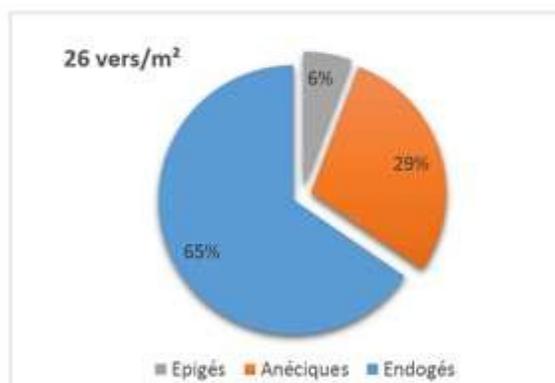


Figure 20: Répartition des catégories de vers de terre en parcelles agricoles (n= 88) cultivées en Lorraine

Sur l'ensemble des données (Lorraine et OAB), nous remarquons que la proportion des groupes de lombrics est classée de la sorte : Endogés > Anéciques > Epigés

Ceci peut s'expliquer de différentes manières.

D'une part, comme vu précédemment, les différentes catégories n'ont pas la même localisation dans le profil du sol. En effet, les épigés vivent uniquement en surface du sol (voir tableau 1), ils sont donc plus exposés aux aléas extérieurs (travail du sol, intempéries, prédateurs...). Ils sont aussi dépendants de la quantité de matière organique en surface. Les Anéciques qui sont ceux à descendre le plus profond, sont moins touchés par ces aléas que les épigés. Les endogés quant à eux, vivant dans les quarante premiers centimètres, le travail du sol les affectent en fonction de la profondeur des outils.

Cependant, il est important de prendre en compte leurs cycles de vie qui leur sont propres. Les épigés se reproduisent plus vite que les autres groupes (90 à 150 jours) mais leur taux de mortalité est beaucoup plus élevé. Les anéciques peuvent vivre jusqu'à dix ans et mettent un peu plus d'une année environ pour se reproduire (400 à 500 jours). Si le travail du sol les affecte, ils mettront du temps à se régénérer. Les endogés ont une période de reproduction intermédiaire (150 à 210 jours) c'est ce qui pourrait ainsi expliquer leur part plus importante dans les sols. Le taux de concrets d'un vers de terre variant fortement d'une espèce à l'autre, il est difficile d'estimer le nombre de naissances de vers de terre par catégories. Un facteur qui pourrait pourtant expliquer les proportions spécifiques de chaque groupe de communauté lombricienne dans le sol.

D'un autre part, nous pouvons penser que la méthode moutarde n'affecte pas les vers de terre de la même manière. Les caractéristiques du sol ne vont pas permettre à la moutarde de descendre à la même profondeur dans chaque essai, notamment en fonction du tassement du sol et/ou type de sol. De même, chaque catégories de vers de terre ne réagira peut être pas de la même manière.

En moyenne sur nos 88 essais en Lorraine, les vers de terre sont comptés au nombre de 26 par m². En 2014, sur 563 essais en grande cultures, l'OAB détermine une moyenne d'environ 21 vers de terre/m².

Cependant, les moyennes obtenues et reportées dans le tableau 2, sont peu fiables, puisque nous avons des écarts types trop élevés (supérieurs à la moyenne) et des médianes qui s'éloignent à plus de 10% des moyennes.

Néanmoins, la proportion des épigés est plus importante pour les données de l'OAB que les notre (19% contre 6%). Nous pensons que les parcelles prélevées dans le cadre de l'OAB sont plus riches en matière organique car elles se trouvent souvent dans des zones de grandes cultures où il y a peu d'exportations de paille.

3.2. Couverture du sol

Afin d'étudier si la couverture du sol, joue un rôle sur le développement des populations de lombrics, la chambre d'agriculture en partenariat avec un agriculteur a mis en place un essai sur 5 ans. En 2015 la parcelle en culture d'hiver fut découpée en deux parties où des prélèvements vers de terre ont été effectués. En 2016, avant l'implantation d'une culture de printemps, un couvert a été implanté sur une des deux parties préalablement délimitées. Les prélèvements vers de terre ont été renouvelés en 2016, respectivement sur chaque partie (couvert et non couvert). D'autres éléments sont et seront quantifiés (Reliquats azotés, rendements,...)

Les résultats étant fluctuants sur les deux premières années, il serait intéressant de multiplier cette méthodologie sur un nombre plus important de parcelles. En effet en 2015, nous trouvions 48% de plus d'abondance lombricienne sur la partie avec couvert. En revanche, en 2016, la différence n'est seulement de 13%.

3.3. Le type de sol

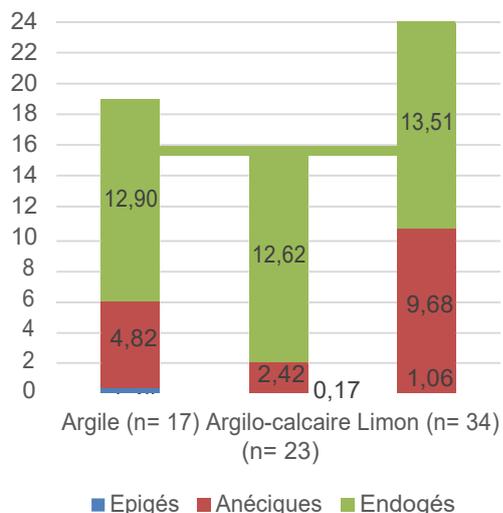


Figure 21 : Influence du type de sol sur l'abondance des catégories de lombrics en nombre/m²

Sur la petite centaine de parcelles de Lorraine, nous pouvons remarquer de manière générale que le limon semble plus adapté au développement des vers de terre (11 vers/ m² de plus qu'en argilo calcaire). Les terres de limons étant plus profondes, sont plus appréciées par les anéciques qui peuvent descendre jusqu'à 6 mètres de profondeur. Les sols étant aussi distingués par leur compacité, nous pouvons expliquer que les vers de terre sont moins présents dans les argiles par rapport au limon malgré leur profondeur, car la plus forte compacité des sols argileux les perturbent.

Les endogés quant à eux, ne semblent pas perturbés par la différence de type de sol. Vivant dans les quarante premiers centimètres. Quel que soit de sol, il n'y a pas d'obstacle à leur développement. Ce n'est pas le cas des anéciques qui, en fonction du type de sol vont être confrontés à différentes difficultés pour creuser leurs galeries verticales.

Le taux de cailloux semblent également perturber le mode de vie des épigés, presque inexistant en sol argilo-calcaire. Ces sols superficiels explique la plus faible richesse en population lombricienne, ayant moins d'espace pour y vivre.

3.4. Le type de travail de sol

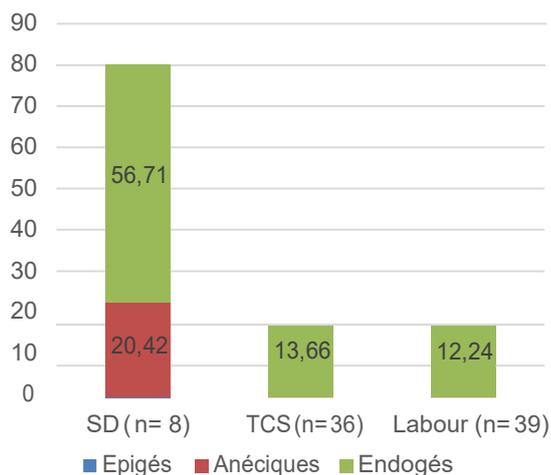


Figure 22 : impact du travail du sol sur les trois catégories de lombrics

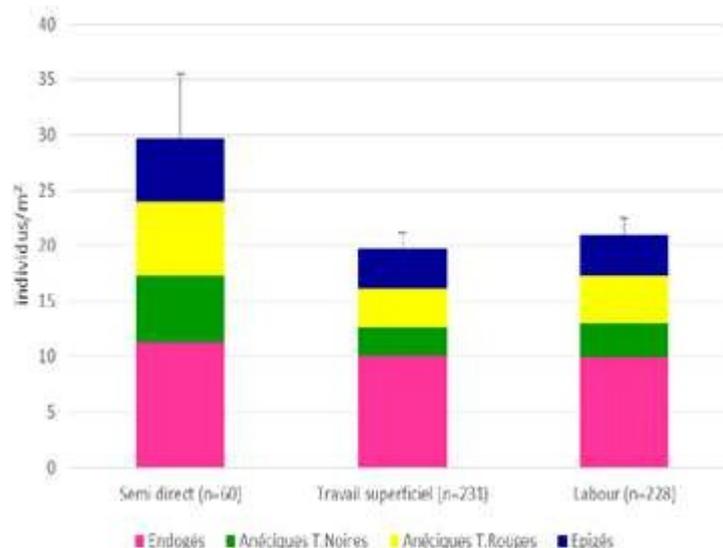


Figure 23: Influence du travail du sol sur les lombriciens, source OAB

Ces deux graphiques mettent en évidence que le semis direct est plus favorable aux vers de terre quelque soit la catégorie de lombrics. Le labour et le TCS semblent avoir les mêmes incidences sur le développement des vers de terre. Nous pouvons en déduire que la destruction des galeries par le travail du sol (labour ou TCS) est néfaste sur les catégories de vers de terre. Le semis direct laissant une épaisseur de matière organique s'accumuler en surface du sol, privilégie le développement des épigés.

3.5. Le type de culture

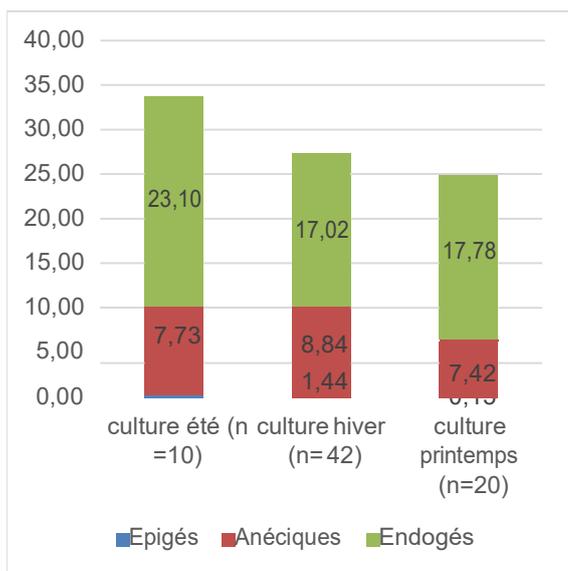


Figure 24: Influence de l'occupation du sol sur les lombriciens, source OAB

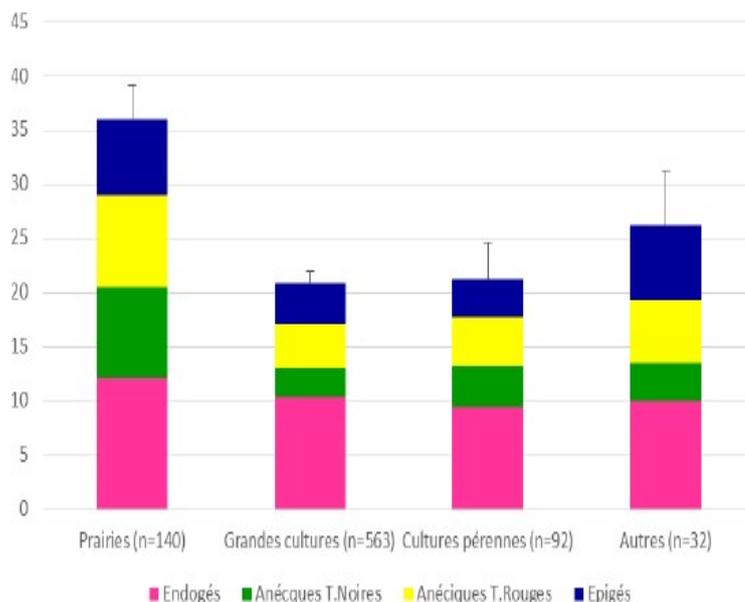


Figure 25 : répartition des catégories de lombrics en fonction de l'occupation de la parcelle

D'après le graphique de l'OAB (ci-dessus à droite) nous pouvons nous rendre compte que les surfaces considérées comme « moins perturbées par les pratiques agricoles », comme les prairies, sont beaucoup plus riches en lombrics que les parcelles cultivées, où nous avons une moyenne d'environ 36 vers/m² contre environ 21 en grandes cultures, avec une proportion d'épigés pour les prairies deux fois plus élevée.

Le type de culture qu'elle soit d'été, hiver ou printemps, ne semble pas affecter les lombrics. Cependant, nous pouvons penser qu'en raison de la réglementation, qui impose sur 70% du territoire régional de couvrir les sols avant une culture de printemps ou d'été, que la différence d'abondance est due aux couverts.

4. Limites et perspectives d'amélioration

Concernant la méthode du protocole moutarde, d'un point de vue d'ensemble, il est important de dire que l'efficacité du protocole ne peut pas être la même en fonction des caractéristiques physico-chimiques du sol. Il serait peut-être plus pertinent d'améliorer la méthode visant à estimer les communautés lombriciennes, comme par exemple adapter un protocole selon un type de sol en particulier. D'un point de vue statistique, les écarts types sont vraiment élevés, et ne permettent pas des tests statistiques poussés. (Par exemple, nous avons tenté une ANOVA à un facteur permettant d'étudier l'effet du type de sol sur l'abondance des vers de terre. Nous avons trouvé un coefficient de variation supérieur à la norme, signifiant des variabilités résiduelles trop importantes; un alpha observé supérieur à l'alpha théorique, ce qui signifie qu'il n'y a pas d'effet significatif.)

Aussi, il faudrait pouvoir masquer la probabilité de tomber sur « une cabane » à vers de terre en augmentant le nombre de répétitions en sachant que ceci est très chronophage. De plus il est difficile d'utiliser des tests statistiques spécifiques sachant que les répétitions au sein de chaque modalité sont différentes. Du point de vue de la détermination, il serait judicieux de pouvoir estimer le « pourcentage de confusion » d'un observateur entre les différentes catégories de lombrics. Ceci est possible d'être réalisé par l'Université de Rennes mais n'a pas encore été utilisé en Lorraine en raison du coût trop élevé.

Il est difficile également de convertir les données propres à chaque réseaux afin d'homogénéiser les données sur une base commune. Toutes les bases de données devraient être établies sur les mêmes critères afin d'obtenir les mêmes précisions. (Le réseau « sol et biodiversité » indique si la parcelle est sur argilo calcaire tandis que le réseau « ENI » ne parle que de « dominance limoneuse ou argileuse » mais précise le pourcentage de cailloux).

Le nombre de données étant encore très faible au niveau régionale, il est nécessaire de poursuivre les études et de les renforcer, ce qui nous permettra sur le long terme, en plus d'avoir des données en quantité suffisante, de pouvoir juger de l'évolution des communautés lombriciennes avec la méthode la plus adaptée possible. Il faudra attendre d'avoir plus de recul et plus de statistiques significatives pour mettre en place un outil informant l'agriculteur de la qualité de son sol, en termes d'abondance et diversité de lombrics sur une parcelle en fonction de ses caractéristiques (Type de sol, travail du sol ...).

5. L'étude des lombrics au service du développement durable

5.1. Le développement durable

Le développement durable a été défini de la manière suivante : « il répond aux besoins présents sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. » De manière générale, les axes politiques des chambres d'agriculture prennent en compte les trois enjeux du développement durable, à savoir l'équité sociale, l'efficacité économique et la qualité environnementale. Ces trois dimensions se retrouvent dans les pôles d'activités de la chambre :

- Productions végétales, élevage et environnement
- Entreprises- Economie
- Territoires et valorisation produits agricoles meusiens

L'aspect environnemental sur les lombrics, resserrant les liens entre agriculture et biodiversité, a été détaillé tout au long du rapport. Les pratiques agricoles s'étaient éloignées de l'agronomie, mais aujourd'hui tous les travaux de recherches remettent l'agronomie comme base de fonctionnement.

5.2. La dimension économique

Le but des études visant à estimer la qualité du sol, va permettre aux conseillers d'accompagner les agriculteurs à orienter leur pratique agricole en vue de concilier environnement et résultats technico-économiques. Avoir un sol riche en lombrics, considérés comme de véritables « ingénieurs du sol », va permettre d'avoir un sol en bonne santé rendant la culture implantée plus vigoureuse et pouvant induire des diminutions d'intrants sur le long terme. Il s'agit d'un pilier de l'agriculture de conservation.

5.3. La dimension sociale

Comme pour la plupart des missions de la chambre, particulièrement dans les missions qui concernent l'environnement, les conseillers vont sensibiliser les agriculteurs et leurs transmettre les références qu'ils collectent. Lorsque leur recherches sont suffisamment avancées, ils tentent de les vulgariser auprès des agriculteurs. Les journées organisées où sont abordés ces sujets ont généralement lieu sur des fermes qui fonctionnent avec des systèmes innovants mettant en lien les trois piliers du développement durable.

Conclusion

Il est important de conclure qu'évaluer l'influence des pratiques agricoles sur la biodiversité, n'est pas une chose simple à mettre en place. Il est nécessaire de trouver un compromis entre les méthodes qui favorisent la biodiversité et celles qui sont néfastes, mais nécessaire en fonction du contexte (labour sur sol argileux par exemple). Ceci, dans le but de faire régner un équilibre au sein de la biodiversité, sans laquelle le sol n'assure plus ses fonctions initiales.

La méthodologie que nous avons mis en place dans ce travail afin d'étudier les données régionales, nous a donné des résultats intéressants confirmant les travaux scientifiques et tendances présumées. Ainsi, certains paramètres influençant sur l'abondance des vers de terre ont donné des résultats attendus comme le type de sol et le travail du sol, mais nous nous attendions à des effets beaucoup plus marqués. Suite aux différentes informations obtenues, nous nous attendions à des différences d'abondance et de répartitions par catégories beaucoup plus significatives. (Notamment sur la différence d'abondance entre les cultures de printemps et d'hiver ou entre labour et TCS)

De même nous avons certaines interrogations qui pourraient orienter de nouvelles pistes de travaux. Le fait de n'obtenir aucuns résultats dans certaines parcelles, ou d'observer de fortes évolutions avec les années antérieures, pourraient provenir de facteurs non pris en compte dans l'étude comme :

- La durée d'intervention du dernier outil passé avec la date du prélèvement des lombrics
- L'effet des pesticides
- La fréquence des passages de travail du sol
- La date du dernier apport d'engrais (l'Université de Rennes a réalisé une note dans le cadre des ENI d'avoir un délai d'un mois entre le dernier apport d'engrais azoté et le test)

Il pourrait être intéressant de chercher d'autres bios indicateurs du sol, car dans la définition de la biodiversité on ne recherche pas une seule famille d'organismes mais bien une multitude qui vont se compléter et assurer un équilibre. C'est pour cette raison, que des travaux sont réalisés par exemple sur les carabiques. En ce qui concerne la méthode de suivis des vers de terre, elle n'est pas forcément la plus appropriée au contexte mais elle est facile à mettre en place et non destructrice. Les agriculteurs peuvent ainsi utiliser cette méthode seul, ce qui est déjà le cas dans le cadre de l'OAB. Il serait également intéressant de pouvoir estimer les cycles de régénérations des populations lombriciennes afin d'avoir des précisions sur les moments d'interventions agricoles dans la parcelle, les plus néfastes pour ces organismes.

Il ne faut pas perdre l'idée de créer un outil permettant aux agriculteurs de situer leurs parcelles par rapport à des références. Pour cela, la priorité serait de multiplier les données et d'en créer une base d'enregistrements, commune à tous les réseaux afin d'obtenir les mêmes degrés d'informations. Dans un deuxième temps il serait nécessaire de mettre en place une analyse statistique plus significative... Nous sommes conscients qu'une centaine de données ne permet pas des résultats hautement significatifs. Ainsi lorsque les données seront plus importantes, une nouvelle analyse statistique pourra être faite.

Bibliographie

- FIBL [2013]. Vers de terre. Architectes des sols fertiles. Edition suisse.
- BAZRI Kamel-Eddine [2014-2015]. Etude de la biodiversité des lombriciens et leurs relations avec les propriétés du sol dans différents étages bioclimatiques, dans l'Est Algérien. THESE. Université Constantine
- Observatoire agricole de la biodiversité. [2014]. Lettre d'information spéciale n°18-Bilan 2014.
- UICN comité français, Parcs Naturels Régionaux de France. [2009] Biodiversité & signes de reconnaissance agricole
- Pelosi C., Bertrand M., Makowski D, & Roger-Estrade J. [2008]. A model of lumbricus terrestris population dynamics in agricultural fields. Ecological Modelling.
- Pelosi et al. [2015]. Earthworms in a 15 years agricultural trial.
- Agriculture et biodiversité, Valoriser les synergies [juillet 2008] Expertise scientifique collective. INRA.
- Pelosi C. [2008] Modélisation de la dynamique d'une population de vers de terre Lumbricus terrestris au champ. Contribution à l'étude de l'impact des systèmes de culture sur les communautés lombriciennes.
- Six Alice. [2014] Analyse des facteurs impactant la biodiversité écologique des vers de terre dans trois sols typiques du Poitou-Charentes. THESE. Agro campus ouest.
- Chambre agriculture et territoires Poitou-Charentes, Université de Rennes, CNRS, OPVT. Guide pratique des auxiliaires de cultures. Les vers de terre.
- Le Guyader Hervé [février 2008]. La biodiversité : un concept flou ou une réalité scientifique? UPMC. Courrier de l'environnement de l'INRA n°55.
- C. Pelosi et al. / Agriculture, Ecosystems and Environment 181 (2013) 223– 230
- C. Pelosi. [2015] *Ecotoxicologie terrestre. Pesticides et vers de terre. UMR 1402 ECOSYS, Versailles.*
- CLUZEAU Daniel, PERES Guénola, THOMAS Frédéric. Dossier Vers de terre, extrait de la revue TCS n°27, Mars/Avril/Mai 2004. *L'importance de la biodiversité du sol : le cas du ver de terre.*
- PERES Guénola [2004]. *Identification et quantification in situ des interactions entre la diversité lombricienne et la macro-bioporosité dans le contexte polyculture breton. Influence sur le fonctionnement hydrique du sol. THESE. Université de Rennes 1*
- CARPOWIEZ Yvan. *Les lombriciens : rôles identifiés et idées préconçues. INRA-UR 1115-AVIGNON.*
- VAUTHIER Marie. [2011-2012]. Evaluation des effets des modes d'exploitation et de la fertilisation sur les quatre catégories de lombrics au sein d'un système polyculture-élevage. Stage Master. Université de Lorraine
- ONF [2005]. *Agriculture.*

APCA [2005]. Compte de l'agriculture 2005, Quelques éléments d'analyses. Enquêtes et statistiques.

AGRESTE MEUSE. [2003] Evolution de l'utilisation du territoire en Meuse de 1992 à 2003. Enquête annuelle utilisation du territoire, Service statistique agricole, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt.

LOUP André, Chambre Agriculture De La Meuse. Quelques éléments de l'histoire de la Chambre d'Agriculture.

AGRESTE MEUSE [2004]. La Meuse Agricole et Rurale. Enquête annuelle utilisation du territoire, Service statistique agricole, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt.

Chambre Agriculture de la Meuse. Le milieu physique en Meuse.

Hélène Brives. [2008] « L'évolution du conseil agricole et du rôle des chambres d'agriculture », *Pour* 2008/1 (N° 196-197), p. 208-219.

Table des figures

Figure 1: Répartition de la SAU meusienne	3
Figure 2: Les régions agricoles meusiennes.....	4
Figure 3: Emplacement de la chambre d'agriculture de la Meuse et de son antenne	7
Figure 4: Répartition des pôles d'activités de la Chambre d'Agriculture de la Meuse	7
Figure 5: Composition de l'assemblée des élus	8
Figure 6: Budget de la chambre d'agriculture et de son service environnement	9
Figure 7: Matrice SWOT de la Chambre d'Agriculture de la Meuse	12
Figure 8: Abondance des pollinisateurs augmentant grâce aux éléments semi-naturels	14
Figure 9: Anécisque tête noire	17
Figure 10: Anéciques tête noire et tête rouge.....	17
Figure 11: Turricules	17
Figure 12: Le clitellum d'un endogé.....	18
Figure 13: Les concons d'un vers de terre	18
Figure 14: Le cycle de vie du lumbricus terrestris	18
Figure 15: Effets du travail du sol et du chaulage sur la biodiversité, individus par m ²	20
Figure 16: Effet travail du sol sur des essais de 2002 à 2004.....	21
Figure 17: Abondance moyenne de lombriciens par année, source OAB	25
Figure 18: Déroulement du protocole	26
Figure 19: Répartition des catégories de lombrics en grandes cultures source OAB.....	29
Figure 20: Répartition des catégories de lombrics en parcelles agricoles source Lorraine	29
Figure 21: Influence du type de sol sur l'abondance des catégories de lombrics.....	31
Figure 22: Impact du travail du sol sur les trois catégories de lombrics	31
Figure 23: Influence du travail du sol sur les lombriciens, source OAB.....	31
Figure 24: Influence de l'occupation du sol sur les lombriciens, source OAB	32
Figure 25: Influence de l'occupation du sol sur les lombriciens, source Lorraine.....	32

Annexes

Annexe 1 : Enquête "freins" : intérêt pour la biodiversité en général	1
Annexe 2 : Positionnement dans le profil du sol, des trois catégories de lombrics	6
Annexe 3 : Base de données commune « Vers de terre »	7
Annexe 4 : Protocole simplifié « Vers de Terre »	8
Annexe 5 : Compte rendu suivi ENI	13
Annexe 6 : Clef d'identification	15
Annexe 7 : Fiche de renseignement réseau ENI	17
Annexe 8 : Fiche de renseignement réseau sol et biodiversité	18