

Colloque « Les sols : Hommes, érosions, climats »

Versailles - Lyon – 14 et 15 décembre 2011



« Les lombriciens, outils de gestion des agrosystèmes »

Réalisation : Catherine Martin, Pascale Naim, Jean-François Carion et Fabrice Dholland

*illustration page de couverture : Jean-Claude Masson - décembre 2011- tous membres de l'équipeACCES
NANTES*



Les lombriciens, outils de gestion des agrosystèmes

Ateliers animés par Catherine Martin et Pascale Naïm à Lyon par Jean-François Carion et Fabrice Dholland à l'Inra Versailles tous membres de l'équipe ACCES NANTES

Plusieurs préfectures proposent aux agriculteurs volontaires, au sein de groupes ou de territoires, d'observer la biodiversité des lombrics à l'aide de protocoles standardisés et de transmettre les données à des instances scientifiques. L'objectif est de mieux connaître la biodiversité ordinaire, dite encore biodiversité fonctionnelle, celle qui influe directement sur la fertilité des sols, pour pouvoir mieux la prendre en compte dans les itinéraires culturaux.

Comment les données sur les lombriciens peuvent-elles permettre d'orienter la gestion des sols?

SOMMAIRE

1. Généralités sur les lombrics (biologie, anatomie). Classification écologique des lombrics.
2. Extraction et évaluation de la biomasse lombricienne. Cartes RMQS.
3. Présentation de trois exemples du rôle des lombrics et mise en relation avec des activités pédagogiques réalisables en classe :
 - a- Lombrics et enrichissement du sol.
 - b- Lombrics, drainage de l'eau et effet réseau.
 - c- Lombrics et compaction.
4. Influence des pratiques culturales sur la diversité et la biomasse lombricienne.
5. Schéma bilan des interactions entre le sol, les plantes et les lombrics.

Bibliographie, sources.



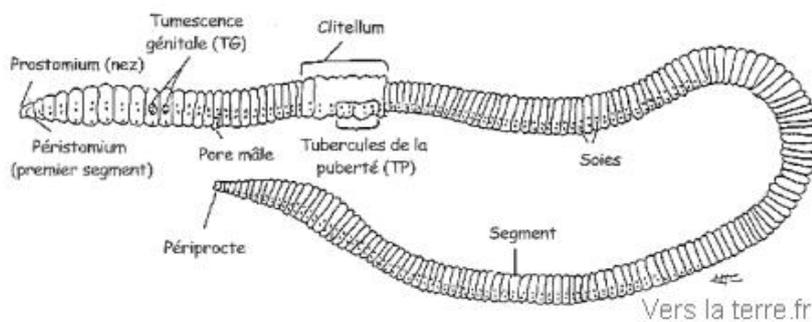
1. GENERALITES SUR LES OMBRICS

➤ Trois grandes catégories

Les vers de terre constituent le groupe le plus important de la faune du sol par leur biomasse.

Il en existe **2 500 espèces** dont une centaine en France qui se distinguent par leur taille, leur pigmentation et des niches écologiques différentes. Trois grandes catégories ont cependant été définies, d'après des critères morphologiques, physiologiques et des impacts fonctionnels différents et largement complémentaires :

- Les **épigés** sont les plus petites espèces (1 à 5 cm) ; ils évoluent dans les premiers centimètres du sol, brassant et fractionnant la matière organique.
- Les **endogés** (1 à 20 cm) ne viennent jamais à la surface. Vivant constamment dans le sol, ils créent des réseaux de galeries horizontaux très ramifiés et se nourrissent de matière organique déjà dégradée.
- Les **anéciques** (dont le lombric commun fait partie) sont les plus grosses espèces : 10 à 110 cm. Ils évoluent verticalement, creusant des galeries pouvant descendre jusqu'à 3 m. Ils mélangent la matière organique à la matière minérale et rejettent leurs déjections à la surface du sol, sous forme de turricules.



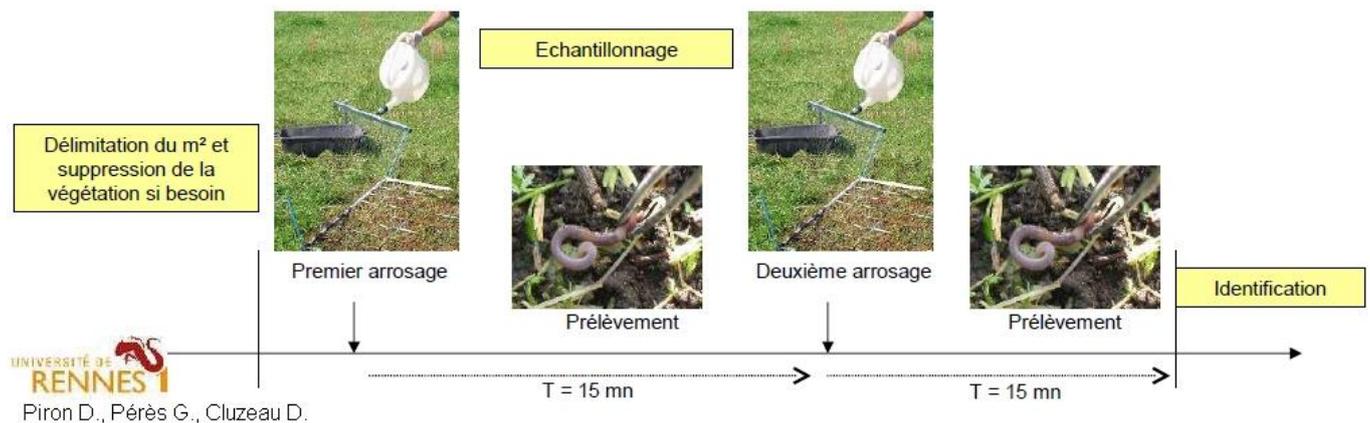
2. EXTRACTION ET EVALUATION DE LA BIOMASSE LOMBRICIENNE

Compte tenu de leur rôle au sein des écosystèmes, de leur sensibilité aux contraintes environnementales et de leur grande abondance dans la majorité des sols tempérés, les lombriciens sont proposés comme **bioindicateurs** de la biodiversité et de la qualité du sol.

➤ Echantillonner à partir d'arrosage de produits irritants.

* Une solution irritante simple la moutarde

1. Positionner en ligne **trois zones d'échantillonnage** de 1 m² espacées deux à deux de 6 mètres sur une surface homogène et représentative de la parcelle (hors passage de roue et sur une surface plate si possible). En prairie, raser la végétation pour une meilleure visibilité.
2. Préparer la solution sur place : pour chaque **arrosage**, diluer deux petits pots (verres) de moutarde fine et forte commerciale (150 g) dans un arrosoir de 10 L d'eau. (mettre des gants)
3. Pour chacune des trois zones d'1 m² étudiées (à faire l'une après l'autre), appliquer à 15 minutes d'intervalle 2 épandages (10 L chacun) de moutarde diluée (ne pas hésiter à arroser plus large que le m²), de façon homogène sur toute la surface grâce à une rampe d'arrosage. Entre les **deux épandages** et pendant un quart d'heure à la suite du deuxième, **récolter** (seulement dans la zone délimitée) les vers de terre qui remontent à la surface. Les placer dans une bassine remplie d'eau (le rinçage évite la mort des individus).
Si les individus continuent à sortir au bout d'un quart d'heure, retarder le deuxième arrosage et ramasser les vers en priorité.



4. **Laver** les vers, les étaler sur une surface de couleur noire (bâche par exemple). Les **déterminer** à l'aide d'une fiche d'identification et les **séparer selon les 3 groupes**, avant de les **compter** ou de les **peser**.

Attention : une erreur d'un gramme par prélèvement représente 40 kg par ha !!

5. Mettre en correspondance les dénombrements et la surface de sol échantillonné, pour **évaluer la densité** en nombre d'individu = ind / m² ou en g/m² ou en kg/ha.

Trois irritants chimiques sont utilisés pour évaluer la biomasse lombricienne :

- * Le **formol**, solutions à 0.25% et 0.40%, qui est un produit toxique.
- * La **moutarde forte** commerciale est difficile à standardiser et moins efficace quand elle n'est pas suivie d'un tri manuel.
- * L'**allyl isothiocyanate**, ou **AITC** = huile incolore est responsable du goût piquant de la moutarde, du **raifort** et du wasabi. L'AITC provient des graines de **moutarde noire** (Brassica nigra)ou de **moutarde brune** (Brassica juncea)

Céline Pelosi (Agroparistech) a comparé l'utilisation de ces trois irritants et montré qu'avec la méthode simple, une densité plus importante de vers de terre a été récoltée avec le formol et l'AITC qu'avec la moutarde.

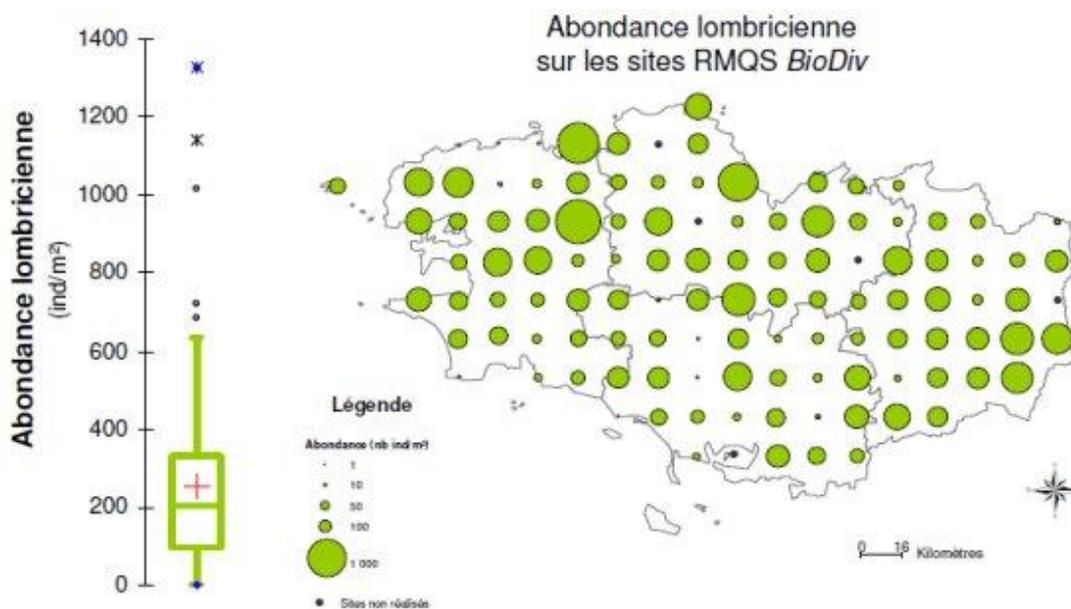
En moyenne sur les trois parcelles, le formol, l'AITC et moutarde ont permis, respectivement, **l'extraction de 47,7, 31,9 et 20,5 g m⁻²**

Par contre, la méthode combinée (arrosage + tri manuel) n'a pas mis en évidence de différence significative de densité ou de biomasse entre les différents irritants chimiques.

- **Autres méthodes d'échantillonnage** (voir présentation)
- **Comparer les résultats totaux, vers anéciques, avec un référentiel.**

La région Bretagne a servi de modèle national et européen pour un inventaire de la biodiversité des sols à l'échelle régionale : **le programme RMQS BioDiv**, qui a permis d'établir **un premier référentiel** de la composante biologique des sols et de son activité.

VALEURS DE REFERENCE EN BRETAGNE POUR LES LOMBRICIENS.



Abondance lombricienne en Bretagne(en nombre d'individus par m²)

source UMR ECOBIO (Université de Rennes 1-CNRS)

L' Abondance et la biomasse discriminent les **trois systèmes d'occupation des sols** avec:

- Une abondance **élevée en prairies** 350 ind/ m² ou 138 g /m²
- Une abondance **moyenne en cultures** 215 ind/ m² ou 63 g /m²
- Une abondance **faible en forêts** 50 ind/ m² ou 8 g /m²

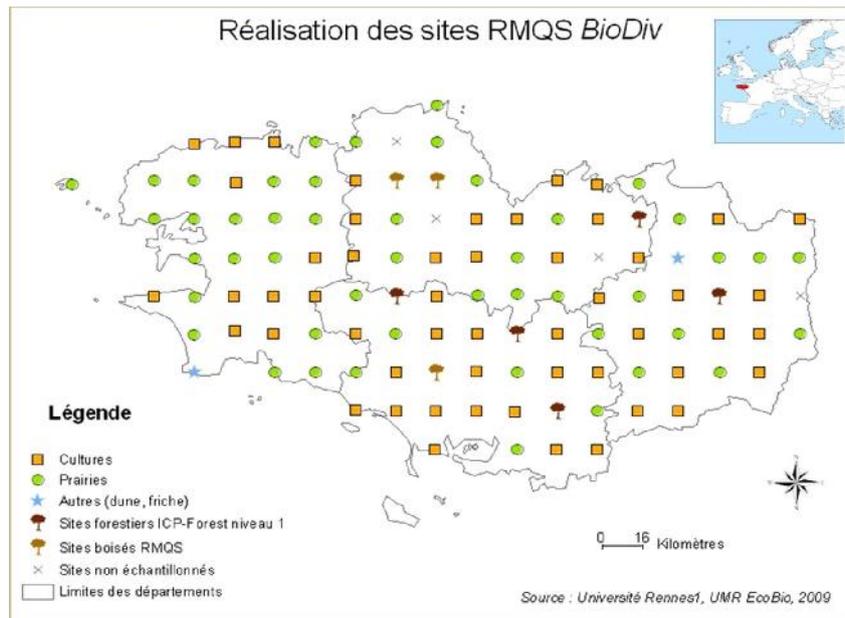
Les anéciques apparaissent **fortement sensibles à l'occupation et aux pratiques agricoles** :

- Abondance **élevée en prairies** 70 ind/ m², abondance **moyenne en cultures** 30 ind/ m², abondance **faible en forêts** 2 ind/ m².
- Abondance **plus faible** lorsque le labour est profond (supérieur à 25 cm), lorsque la fumure est faite par fumier (pailleux) alors que leur abondance est **plus forte** lorsque la fumure est faite par lisier (non pailleux).

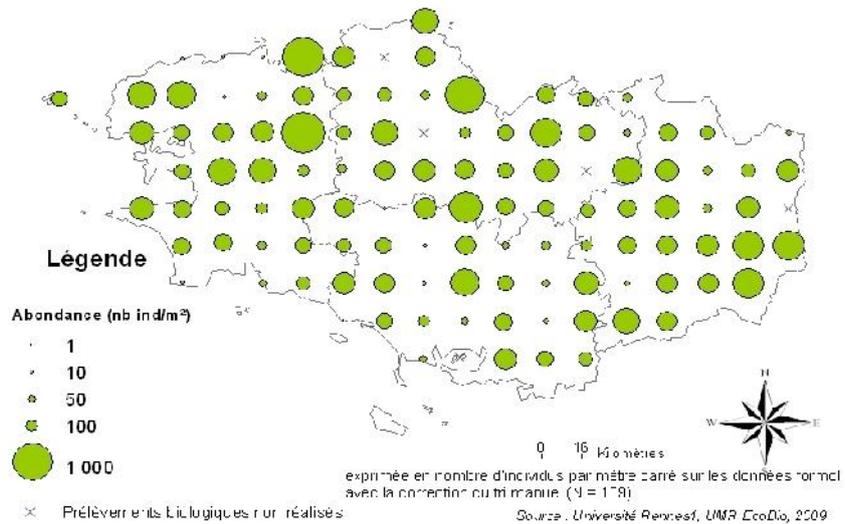
TP niveau seconde : Mesurer la biomasse des lombrics

<http://acces.inrp.fr/evolution/biodiversite/biodiversite-et-societe/biodiversite-et-programmes-2/enseigner/lhomme-influence-la-biodiversite-1/tp-niveau-seconde-mesurer-la-biomasse-des-lombrics>

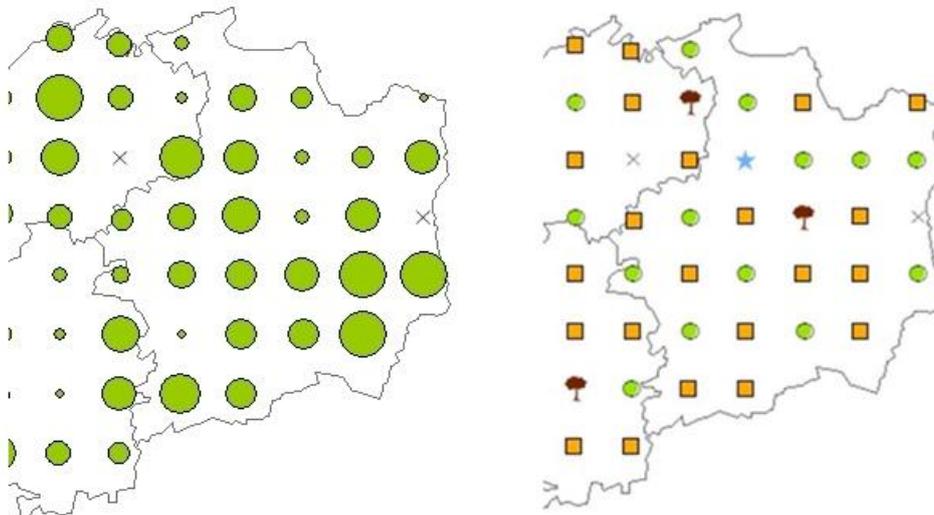
Corrélation entre l'abondance lombricienne et l'occupation des sols



Abondance lombricienne sur les sites RMQS *BioDiv*



ZOOM sur l'île et Vilaine



Source : Université de Rennes1, UMR Ecobio, 2009

3- TROIS ATELIERS : Présentation de trois exemples du rôle des lombrics et mise en relation avec des activités pédagogiques réalisables en classe.

➤ **ATELIER 1 : Les lombrics enrichissent le sol.**

Photo : ©INRA - Léon Fayolle - d'après les travaux de Yvan Capowiez



Dans cette vue prise en terrarium au laboratoire, les vers de terre (*L. terrestris*) ont creusé des galeries en ingérant une terre jaune et ont déposé en surface des **turrículos**.

*Les vers de terre sont capables de dégrader l'équivalent de **6 tonnes de paille par ha** en seulement trois mois*

*Les turrículos remontées à la surface par les vers de terre représentent de **1 à 9 kg par mètre carré**.*

La fraction de terre, passée dans le tube digestif des vers de terre est modifiée, elle est déposée sur les parois des galeries et constitue la **drilosphère**.

Ces déjections diffusent progressivement la matière organique en profondeur. L'épaisseur moyenne de la drilosphère est de 2 mm mais peut atteindre 5 à 10 mm autour des galeries de *Lumbricus terrestris* en forêt.



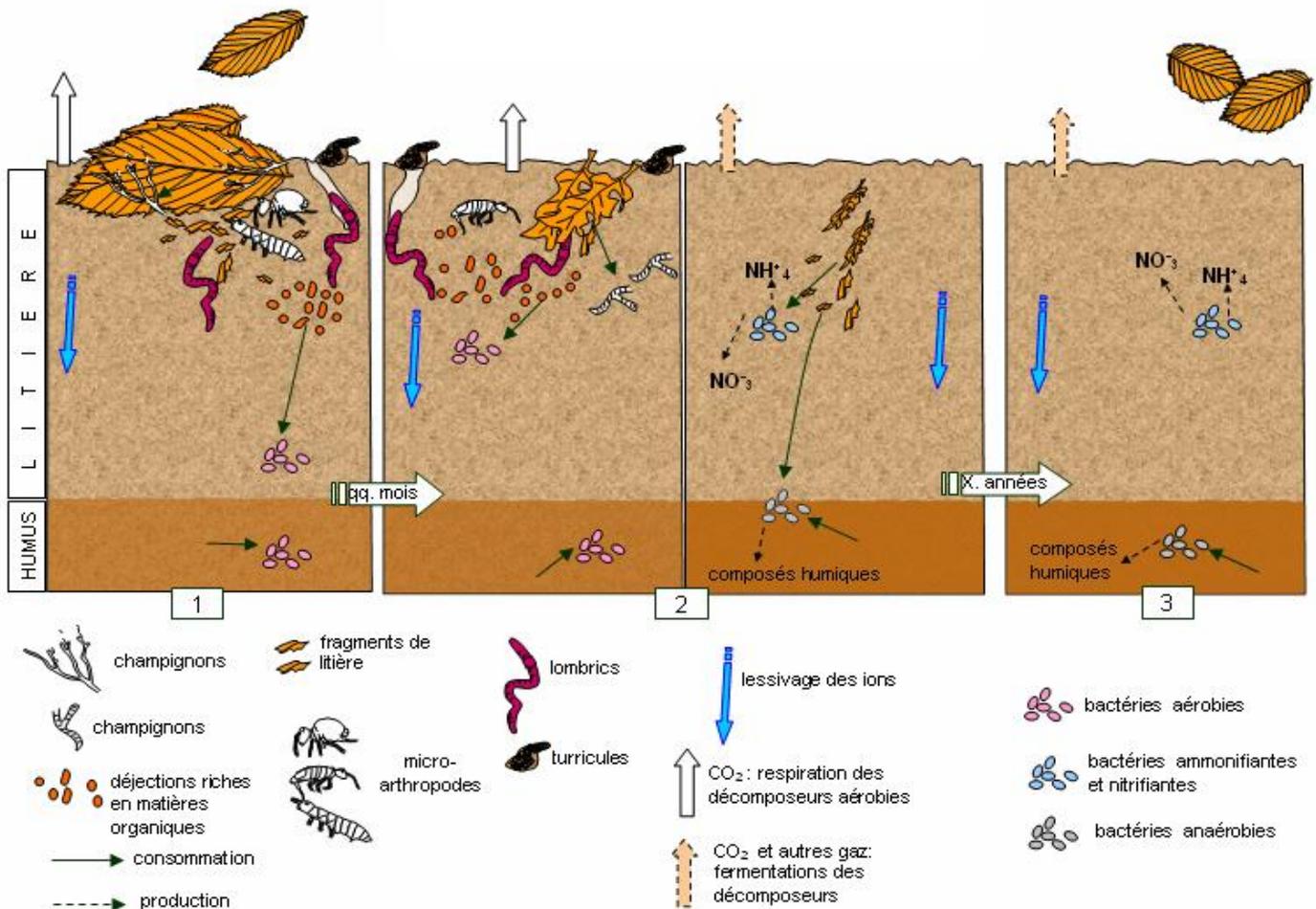
Il a aussi été démontré que, dans les turrículos ou au niveau de la drilosphère, **le nombre de micro-organismes** et **leur activité de minéralisation** de la matière organique, étaient plus importants, les conditions d'humidité, d'aération et d'alimentation (présence de nutriments) y étant plus favorables.

Composition des turrículos et de la terre arable à différentes profondeurs

	Turrículos	0-15 cm sol	20-40 cm sol
Azote global (%)	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
pH	7,0	6,4	6,0
Humidité (%)	31,4	27,4	21,1

D'après étude menée par Lunt et Jacobson, Minnich en 1972

- Schéma simplifié de la décomposition de la matière organique et humification.
http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/affiche_image.php?id_document=4991



- 1 : fragmentation et début de digestion des feuilles par les détritviores et les filaments mycéliens
 - 2 : minéralisation primaire – les décomposeurs aérobies et anaérobies transforment la matière organique en composés humiques (acides humiques,...)
 - 3 : minéralisation secondaire= minéralisation retardée de l'humus
- remarque : les détritviores consomment de grandes quantités de bactéries

Réactions de nitrification dans le sol.

La nitrification est un processus se déroulant dans les sols sous l'action de certains micro-organismes spécifiques et qui conduit à la transformation de l'ammoniac (ou de l'ammonium) en nitrate en 2 étapes:

- **nitrosation** : sous l'action de bactéries nitreuses aérobies (Nitrosomonas), qui transforment l'ammoniac en ions nitrites NO_2^-



-

nitration : par les bactéries nitrifiantes aérobies (Nitrobacter), qui réalisent l'oxydation des ions nitrites en ions nitrates.



L'ion nitrate est stable et assimilable par les plantes.

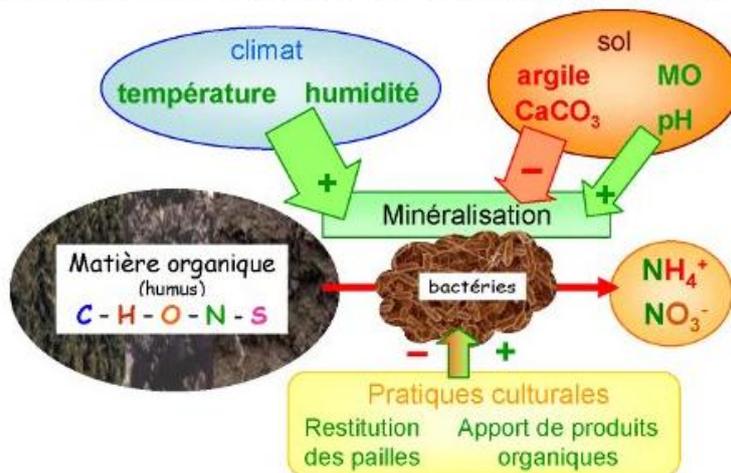
Influence de l'homme sur l'évolution des sols (niveau 6^{ème})

<http://acces.inrp.fr/evolution/biodiversite/biodiversite-et-societe/biodiversite-et-programmes-2/enseigner/lhomme-influence-la-biodiversite-1/influence-de-lhomme-sur-levolution-des-sols>

Mesurer le taux de nitrates des turricules de lombrics

On se propose de montrer l'action des bactéries de la nitrification dans les turricules de lombrics, par mesures comparatives du taux de nitrates produits, par **un sol en profondeur** et au niveau **des turricules**. Les conditions de température et d'humidité régnant au sein des turricules entraînent un développement important des activités microbiennes. En effet les bactéries utilisent les composés facilement assimilables contenus dans les déjections des lombriciens et les minéralisent.

Intérêt de la minéralisation de l'azote organique pour l'agriculteur



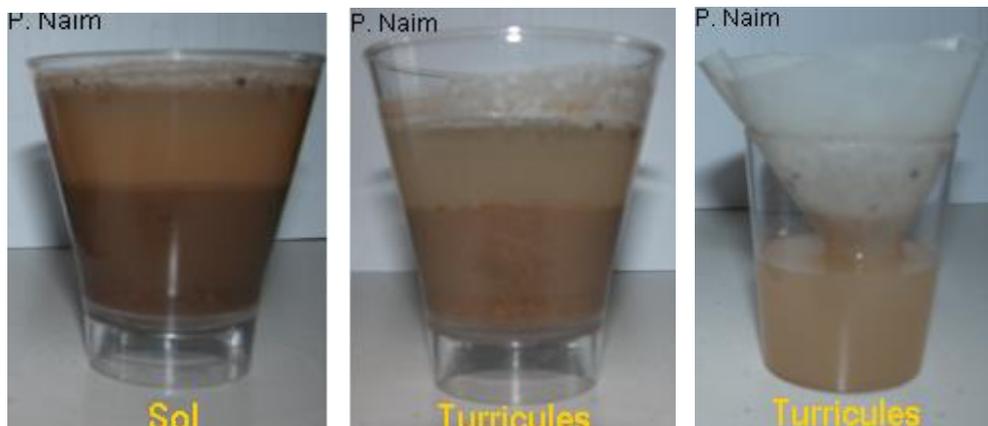
Extraire les nitrates source : agro-systemes.com

1. Matériel :

- Echantillon de sol prélevé entre 15 à 30 cm de profondeur,
- Turricules de lombrics prélevées sur la même zone ;
- Pipette ou seringue graduée.
- Papier filtre.
- Eau déminéralisée.
- Solution de KCL à 10%
- Kit test des nitrates-Aquariophilie Test NO3 JBL(par exemple).

2. Préparation :

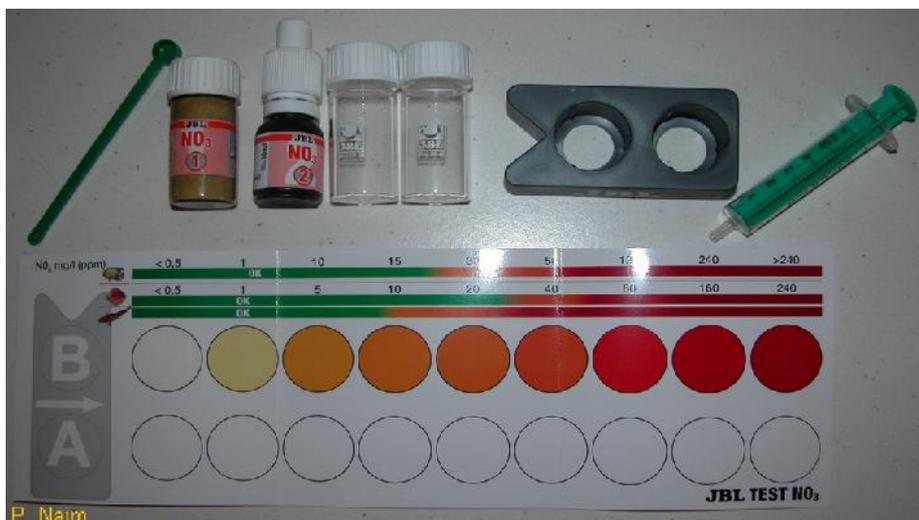
- Emietter les échantillons et homogénéiser les sur un tamis à maille de 8 mm.
- Mélanger au minimum 30 g de terre à une solution de KCl diluée avec de l'eau déminéralisée, pendant 5 min, pour l'extraction des nitrates. (rapport poids de terre/ volume d'extractant = 1/5).
- Laisser décanter (plusieurs heures) et filtrer. Les extraits sont analysés directement ou stockés en chambre froide (48 heures)



- **Doser les nitrates par méthode colorimétrique.**

Dans le kit proposé par JBL NO3, on trouve :

- 2 éprouvettes à bouchon,
- Une seringue graduée de 5 ml,
- Un réactif noté N°1, en poudre,
- Un réactif noté N°2, liquide,
- Une échelle de référence couleur, des concentrations en nitrates,
- Un comparateur à encoche, pour lecture du résultat.



Protocole de dosage :

Remplir l'éprouvette à bouchon, avec 10 ml de l'échantillon à analyser,
 Mettre 2 grandes mesures du réactif n°1,
 Ajouter 6 gouttes du réactif n°2,
 Fermer et agiter très fortement pendant 2 min. (Le produit ne se dissout pas entièrement)
 Laisser reposer pendant 10 min, jusqu'à révélation complète de la couleur.
 Déplacer le comparateur sur l'échelle de couleur pour lire dans l'encoche, la teneur en nitrates.

Résultats : images de Pascale Naim

Témoin Solution de KCL	Sol profondeur 15 cm	Turricules
		
Taux = 0 mg/l	Taux proche de 5 mg/l	Taux proche de 20 mg/l

Interprétation des résultats et conclusion :

Le taux de nitrates dans le sol prélevé à 15 cm de profondeur est faiblement élevé. Il résulte de l'action minéralisatrice des bactéries nitrifiantes du sol.

Le taux de nitrates est près de 4 fois plus élevé dans les turricules, ce qui montre une augmentation de l'activité microbienne de minéralisation, suite au passage du sol dans le tube digestif des lombrics.

Les ions nitrates sont stables et sont disponibles pour la plante (photo ci-dessous). Les turricules de lombrics permettent donc d'enrichir de façon naturelle un sol cultivé.



➤ Prolongements possibles:

- Possibilité de faire varier la profondeur de prélèvement des échantillons de sol et montrer une corrélation avec le taux de nitrates mesuré.
- Possibilité de prélever des échantillons de sol, sous semelle de labour et constater l'absence d'activité lombricienne.
- Accentuer les effets de l'activité bactérienne des turricules, en les incubant à 28°C, ou pratiquer des mesures sur turricules stérilisées et travailler sur l'action minéralisatrice des bactéries et la fourniture potentielle d'azote minéral pour ajuster la fertilisation azotée.

➤ ATELIER 2 : Lombrics, drainage de l'eau et effet réseau

« Modéliser l'importance des lombrics dans la capacité du sol à absorber l'eau. »

Les études réalisées par l'INRA sur les réseaux de galeries de vers de terre ont montré que les réseaux de galeries verticales favorisaient l'infiltration de l'eau, alors que le réseau subhorizontal était peu efficace vis-à-vis de l'infiltration de l'eau. Certaines pratiques culturales ont pour conséquence de détruire les galeries des vers de terre. En absence de galeries, des pluies abondantes peuvent alors provoquer des inondations et le lessivage des sols.

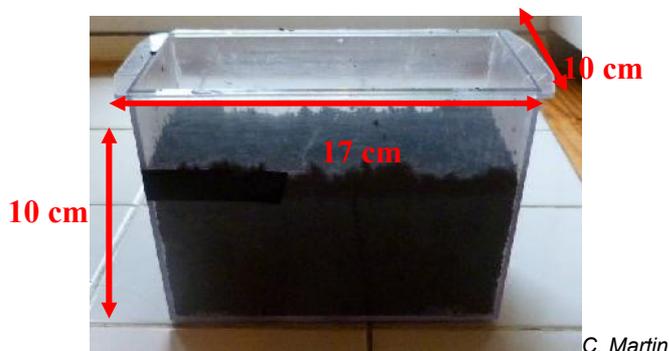
Les modèles proposés ci-dessous peuvent être utilisés en seconde, dans le thème 2 « Enjeux planétaires contemporains », au niveau de la gestion du sol. Ils permettent de montrer l'importance des galeries verticales dans le drainage des sols.

Un exemple de tâche complexe, intégrant un de ces modèles, est aussi proposée.

1. Un modèle pour montrer l'importance des galeries verticales dans le drainage de l'eau.

Matériel :

- Terre
- 3 chronomètres (pour mesurer la durée d'absorption de l'eau par la terre).
- Récipient gradué pour l'eau.
- Pilon pour tasser la terre.
- 3 aquariums



- Tube en PVC perforé de 1 cm de diamètre (le diamètre des galeries verticales des espèces anéciques est de 8 à 11 mm). Sections de 14 cm et de 7 cm.



Préparation :

- Doser préalablement le volume d'eau nécessaire pour saturer la terre contenue dans l'aquarium ; en effet, le volume utilisé sera différent selon le degré d'humidité de la terre utilisée.

Dans l'expérience présentée, un volume de 500 ml d'eau a été nécessaire pour imbibber complètement 1700 cm³ de terre:



- L'aquarium 1 est simplement rempli de terre tassée (ici, 1700 cm³). Ce témoin modélise un champ labouré (les galeries sont détruites).

- L'aquarium 2 est rempli de 1700 cm³ de terre, mais il contient aussi des tubes perforés placés horizontalement (3 tubes de 7 cm) Cet aquarium permet de modéliser l'action des galeries horizontales sur le drainage de l'eau.



- L'aquarium 3 est rempli de 1700 cm³ de terre, comme dans les deux autres, mais 6 tubes perforés de 3,5 cm de long y ont été enfouis verticalement. La longueur totale des tubes verticaux est égale à la longueur totale des tubes horizontaux. Ce 3ème montage permet de modéliser l'action des galeries verticales dans le drainage de l'eau. Veiller à ne pas remplir ces tubes de terre.



Réalisation de l'expérience :

Verser le même volume d'eau (500 ml) dans les trois aquariums et chronométrer, pour chaque montage, le temps mis pour que l'eau soit complètement absorbée par la terre.

Résultats :

	Durée d'absorption de l'eau
Témoin sans tubes perforés	8 minutes et 45 secondes
Tubes horizontaux	4 minutes et 21 secondes
Tubes verticaux	1 minute et 25 secondes

Interprétation des résultats et conclusion :

L'eau est absorbée très lentement lorsqu'il n'y a pas de tubes perforés, deux fois plus rapidement avec des tubes perforés horizontaux et 6 fois plus vite avec des tubes perforés verticaux. Ce modèle montre que les réseaux de galeries verticales de vers de terre sont beaucoup plus efficaces que les réseaux de galeries horizontales pour l'infiltration de l'eau, et que le drainage de l'eau est amélioré par les galeries des vers de terre.

Prolongements possibles:

- Possibilité de faire varier le nombre de galeries verticales, ou leur diamètre.
- Tasser plus ou moins la terre afin de créer une zone compactée correspondant à la semelle de labour.
- Utiliser des terres différentes, plus ou moins argileuses.
- Faire travailler les élèves sur le concept de modèle et les limites du modèle proposé.
- Etc,....

2. Un modèle pour montrer l'effet réseau lié au diamètre des galeries verticales dans le drainage de l'eau.

Dans cette expérience, 4 aquariums sont remplis du même volume de terre légèrement argileuse (afin d'éviter l'obstruction de l'entrée des galeries), puis tassée. Ils sont ensuite perforés verticalement, avec des tubes de diamètres variables : 2 galeries de 1cm de diamètre, 4 galeries de 0,5cm de diamètre et 8 galeries de 0.25 cm de diamètre. La hauteur des forages est de 8 cm. Le volume de terre utilisée est arrosé avec 200 ml d'eau dans cette expérience.

La surface d'échange théorique, au niveau des galeries, est égale à :

$\pi \times \text{diamètre} \times \text{hauteur} \times \text{nombre de galeries}$, soit 50.26 cm² dans ce modèle.

images de C. Martin

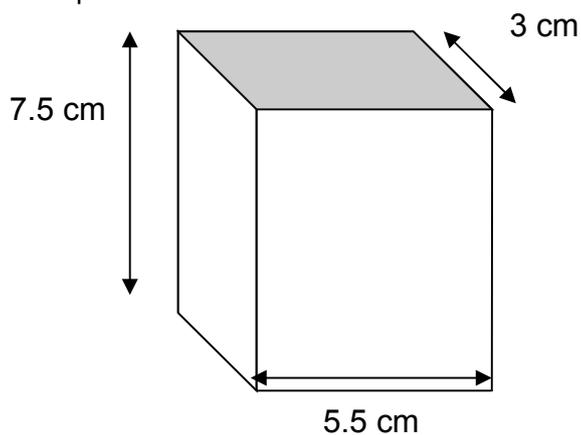
	Diamètres des galeries	Nombre de galeries	Surface d'échanges théorique (au niveau des galeries)	Durée d'absorption de l'eau
1	0	0	0	3 minutes et 5 secondes
2	1 cm	2	50.26 cm ²	2 minutes et 15 secondes
3	0.5 cm	4		1 minute et 5 secondes
4	0.25 cm	8		30 secondes.

On peut observer que la durée d'absorption de l'eau augmente lorsque le diamètre des galeries diminue et que les galeries sont plus nombreuses.

Comment expliquer ces différences de durée d'absorption alors que les surfaces théoriques d'échanges sont équivalentes dans les modèles 2, 3 et 4 ?

L'effet réseau sera donc visualisé avec un autre modèle, cette fois-ci transposable au cas de précipitations moins importantes, n'entraînant pas l'obstruction de l'orifice des galeries.

Dans ce modèle, un bloc de mousse artificielle pour végétaux est découpé en 4 blocs de dimensions identiques :



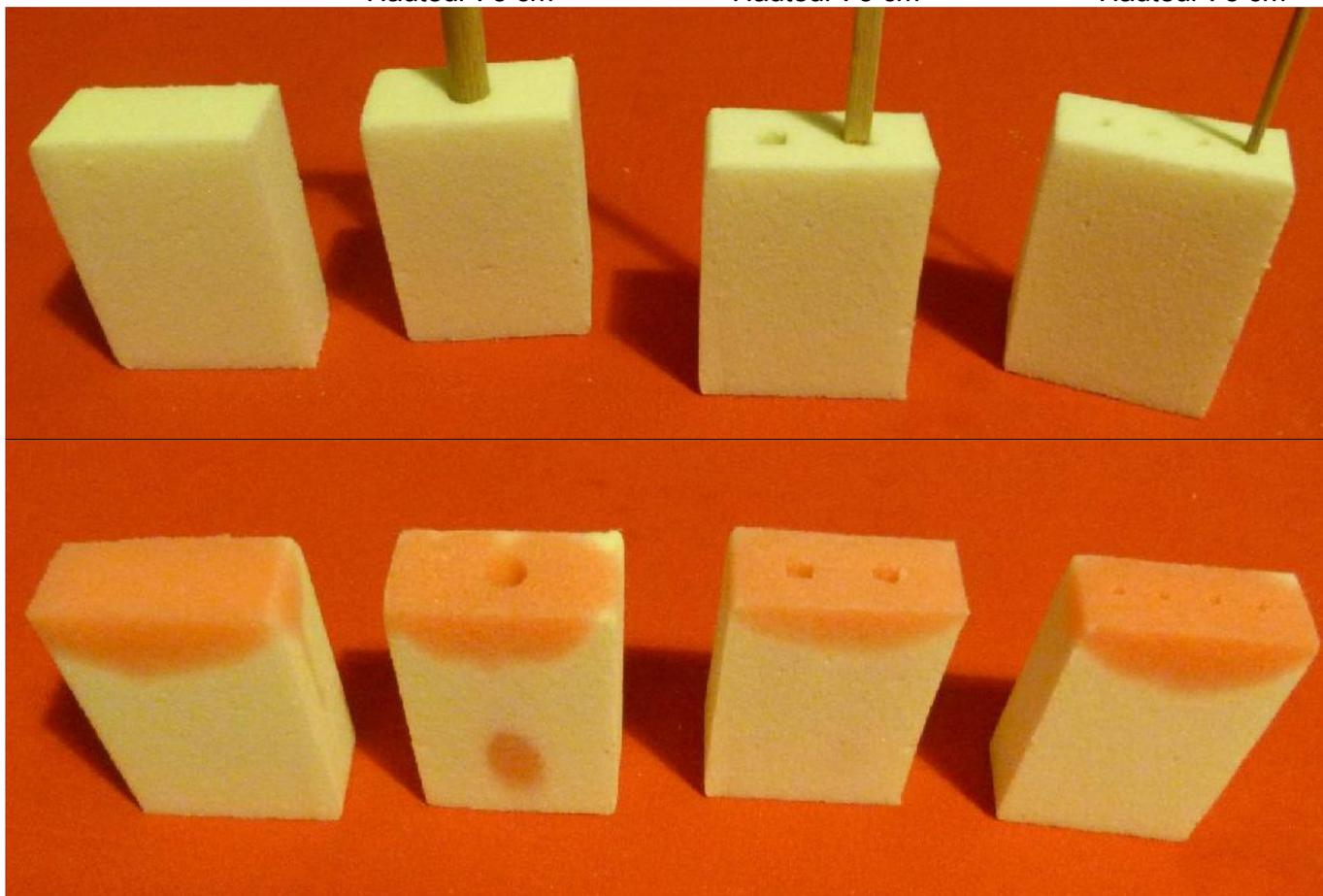
La porosité est homogène dans ce type de matériau. Pour visualiser la circulation de l'eau et son absorption, on utilise une eau colorée avec du sirop de grenadine



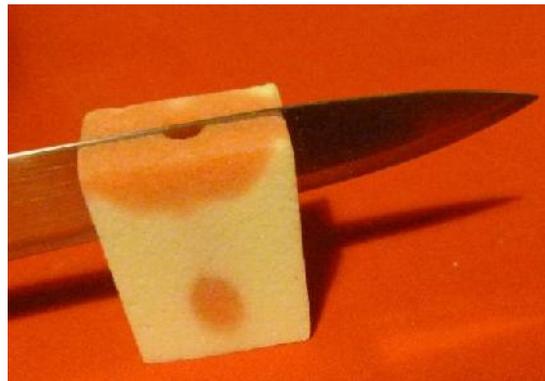
Des forages de 5 cm sont réalisés avec des tubes de bois, de diamètres variables : 1 galerie de 1 cm de diamètre. 2 galeries de 0.5 cm de diamètre. 4 galeries de 0.25 cm de diamètre. On obtient donc une surface d'échanges égale entre les 3 modèles avec galeries : 15,7 cm².

Les précipitations sont modélisées en versant 25 ml de liquide coloré sur chaque bloc.

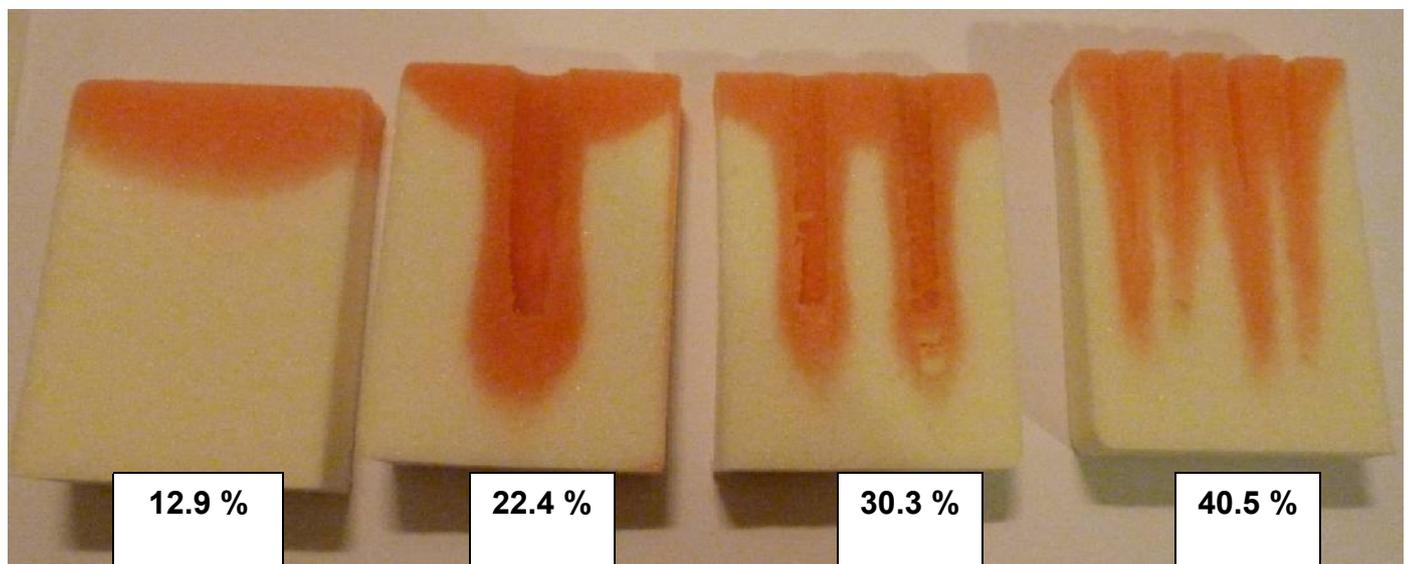
Aucune galerie	1 galerie verticale Diamètre : 1 cm Hauteur : 5 cm	2 galeries verticales Diamètre : 0.5 cm Hauteur : 5 cm	4 galeries verticales Diamètre : 0.25 cm Hauteur : 5 cm
----------------	--	--	---



Pour visualiser l'effet réseau au niveau des galeries, une section longitudinale est réalisée au niveau de chaque bloc, en passant par les galeries. Chaque section est alors photographiée, puis les images sont traitées avec le logiciel mesurim afin de mesurer la surface mousse colorée.



On obtient les résultats suivants :



Ainsi, pour une porosité constante, une même surface d'échanges, et un même volume d'eau, la capacité d'absorption de l'eau par la mousse augmente avec le nombre de galeries et inversement proportionnellement au diamètre des galeries. C'est l'effet réseau.

Bien entendu, il ne s'agit que d'un modèle. Les résultats obtenus ne sont pas transposables à tous les sols. En effet, le drainage de l'eau ne dépend pas que des galeries des lombrics, mais de nombreux paramètres, dont la porosité, la structure, la couverture végétale, etc....

Toutes les illustrations de cet atelier sont de Catherine Martin

3. Un exemple de tâche complexe réalisable en seconde

(Durée prévue : 1 heure)

Situation initiale : Le champ photographié ci-dessous a été inondé suite à un violent orage accompagné de précipitations très importantes :



<http://www2c.ac-lille.fr/bredenarde/svt/monsite/geologie>

Votre réponse sera rédigée sous la forme d'un texte. Vous analyserez les résultats de votre expérience et les informations fournies par les documents pour justifier votre réponse.

Monsieur Benoît est agriculteur. Il est très soucieux devant l'état de son champ. « C'est une catastrophe ! J'avais labouré mon champ au mois d'avril, bien en profondeur, avant de réaliser mes semis, tout mon travail est perdu ! »

Une meilleure connaissance du rôle des lombrics dans le sol aurait peut-être permis d'éviter à Monsieur Benoît l'inondation de son champ, pourquoi ?

Document 1 : Trois catégories écologiques de Lombrics.

Les différentes espèces de lombrics peuvent être regroupées en trois catégories écologiques :



1. Les espèces épigées : Ces lombrics vivent dans la litière, le compost, le fumier. On ne les trouve que rarement dans les sols labourés, puisqu'il n'y a pas de couche de litière durable. Ces vers de surface sont petits et minces, rouges ou oranges.

Ex : *Eisenia foetida*

Source : <http://www.kingstonwormfarm.com>



2. Les espèces endogées : Ces lombrics, souvent rosés, creusent des galeries horizontales et instables, de 5 à 40 cm de profondeur. On les trouve essentiellement dans la litière de surface et dans la couche supérieure du sol.

Ex : *Allolobophora*, *Octolasion*, *Nicodrilus* au stade juvénile.

Ci contre, une photo d' *Allolobophora*

Source : <http://www.earthwormsoc.org.uk>

3. Les espèces anéciques : Ces lombrics de grande taille sont les plus fréquents dans les terres cultivées. Ils creusent des galeries verticales de 8 à 11 millimètres de diamètre ; pouvant atteindre jusqu'à 4 mètres de profondeur. Ces vers vont généralement chercher leur nourriture la nuit, à la surface du sol, pour la ramener dans leur galerie d'habitation. Ex: *Lumbricus* , *Nicodrilus* (stade adulte)

Lumbricus

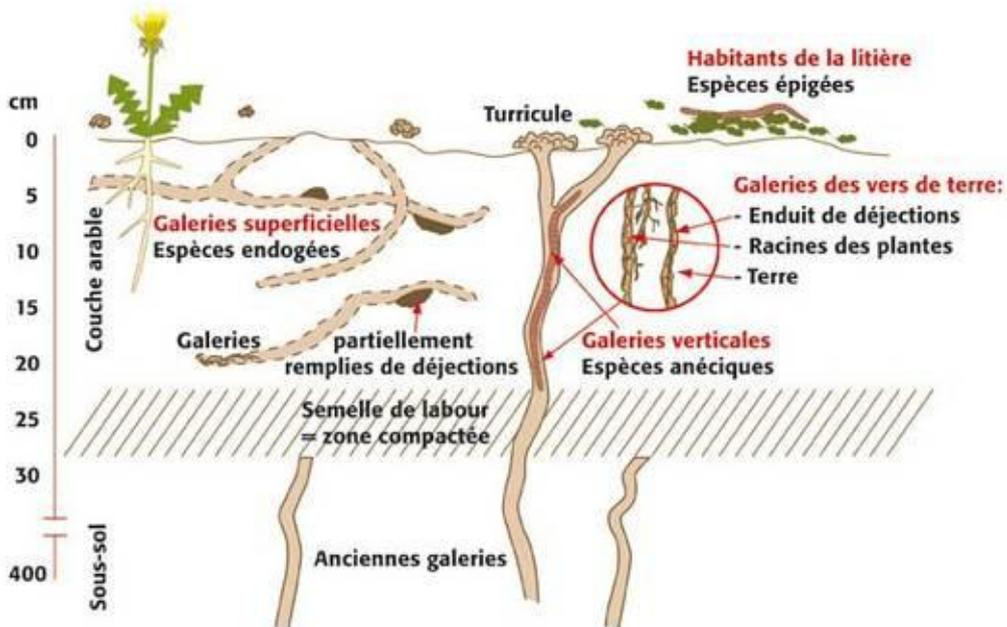
<http://hoggerfoto.net/Photography/Earthwphot/slide02.html>



Nicodrilus

http://fr.wikipedia.org/wiki/Lumbricus_terrestris



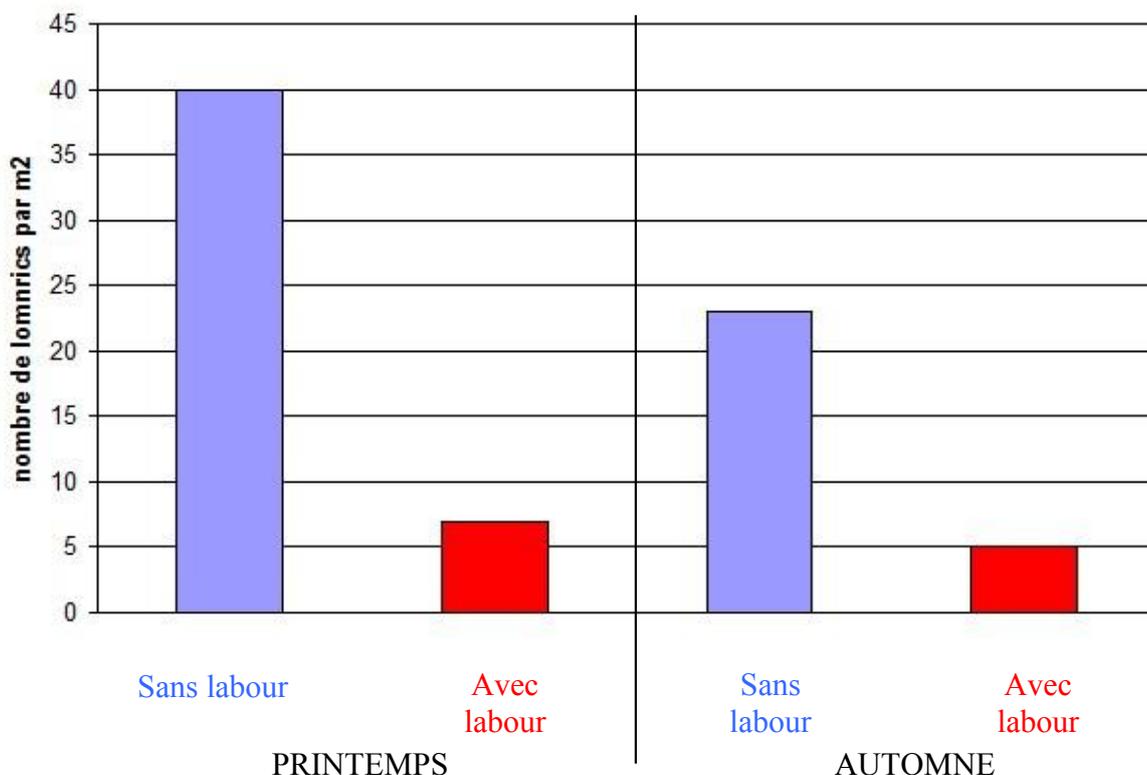


Source : <http://www.bioaktuell.ch/fr/sol-sain-plantes-saines/biodiversite/ver-de-terre.html>

Document 2 : Effet du labour sur les lombrics.

Les principales périodes d'activité des vers de terre se situent en mars-avril et septembre-octobre, c'est-à-dire au printemps et en automne. Pendant l'été, quand il fait très sec, ils s'enfouissent très profondément dans le sous sol qui reste humide. C'est durant cette période estivale que les interventions culturales, comme le labourage, ont le moins d'impact sur eux.

Effet du labour sur les lombrics (*Lumbricus terrestris*)



Graphique simplifié construit à partir des données de Pelosi et al, 2008.

Document 3 : Modéliser l'importance des galeries horizontales et/ou horizontales pour le drainage de l'eau.

Imaginez et réalisez une expérience permettant de modéliser les effets des galeries horizontales et verticales sur le drainage de l'eau.

Vous disposez du matériel suivant :

- 3 aquariums
- Terre
- Pilon.
- Sections de tube PVC perforé de 1 cm de diamètre.
- 3 chronomètres.
- Eau
- Récipient gradué pour l'eau.

On sait qu'avec la terre proposée dans cette expérience, il faut 500 ml d'eau pour saturer en eau 1700 cm³ de terre.

Critères d'évaluation

Capacités :

- Communiquer : Rédiger un texte correctement, en utilisant un vocabulaire précis. Utiliser les règles de ponctuation, de grammaire et d'orthographe.

- S'informer : S'informer à partir d'un schéma - S'informer à partir d'un graphique

- Raisonner :

Mettre en relation des informations.

Concevoir un modèle expérimental, avec une expérience témoin.

Interpréter les résultats d'une expérience.

Attitude :

- Respect du matériel, nettoyage et rangement.

- Faire preuve de curiosité et d'esprit critique.

Coups de pouce

Doc 1 : Au niveau du document 1, quel est le type de galerie réalisée par chaque catégorie de vers ? En labourant son champ très profondément, quelles catégories de vers et de galeries a-t-il détruit ?

Doc 2 : D'après ce graphique, quel est l'effet du labour sur le nombre de lombrics par m² ? Quel lien pouvez-vous établir entre le nombre de lombrics et le nombre de galeries ? Quand Monsieur Benoit a-t-il labouré son champ ? Quand aurait-il du le labourer ?

Doc 3 : Vous cherchez à comprendre pourquoi le champ a été inondé. Vous devez comparer les effets de l'eau sur un sol sans galeries, ou sur un sol avec des galeries horizontales, ou sur un sol avec des galeries verticales. Dans ce modèle, que représentent les tubes perforés ?

Réponse attendue :

Monsieur Benoit a labouré son champ au mois d'avril, c'est-à-dire au printemps, et il a donc détruit de nombreux lombrics (sans labour, il y a 40 lombrics par m², et avec labour, il n'y en a plus que 7 par m²). Or ces lombrics creusent galeries dans le sol. En labourant son champ bien en profondeur, il a non seulement tué de nombreux lombrics, mais il a aussi détruit les galeries horizontales réalisées par les vers de terre endogés et les galeries verticales réalisées par les vers anéciques.

D'après le modèle expérimental, on constate que l'eau est très rapidement drainée en présence de galeries verticales (... secondes), alors qu'en présence de galeries horizontales ou sans galeries, l'eau n'est drainée que très lentement (... secondes et ... secondes). Les galeries verticales réalisées par les vers anéciques sont donc très importantes pour drainer l'eau, et par conséquent, il est nécessaire de ne pas labourer trop profondément pour les préserver.

Une meilleure connaissance des connaissances des lombrics aurait peut-être évité à Monsieur Benoit l'inondation de son champ : S'il avait labouré son champ à une autre saison, et de manière superficielle, il aurait préservé les vers de terre, surtout les vers anéciques responsables des galeries verticales permettant le drainage de l'eau.



➤ **ATELIER 3 : Les lombrics et la compaction du sol.**

Lors de certaines opérations culturales, surtout si elles sont pratiquées en conditions très humides, des tassements importants du sol peuvent se produire, cela a des conséquences sur le rendement de la culture.

- *Aquasol / Encrouement et compactage du sol*
<http://www.ma.refer.org/erosion/chapitre4/IV.ConsequencesChap4.html>



Champ avec un taux de germination élevé



Champ compacté avec un faible taux de germination



Les racines des plants qui poussent en sol compacté donnent souvent l'impression d'avoir été freinées par une barrière physique. Elles sont plutôt frêles et plus minces à leur extrémité et des racines secondaires horizontales peuvent proliférer comme pour tenter d'échapper au compactage.

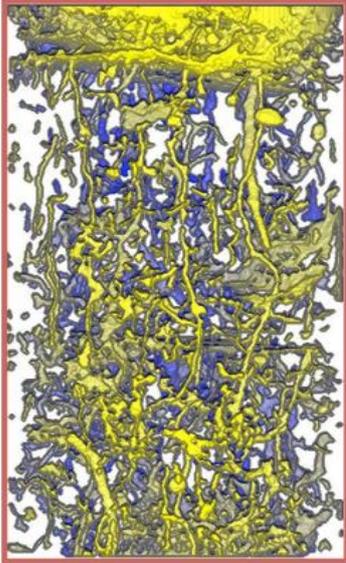
Plant de tabac sur semelle de labour

- *Semelle de labour. INRA.* http://ephytia.inra.fr/tabac/tabac_utilisateur/index_appli.php

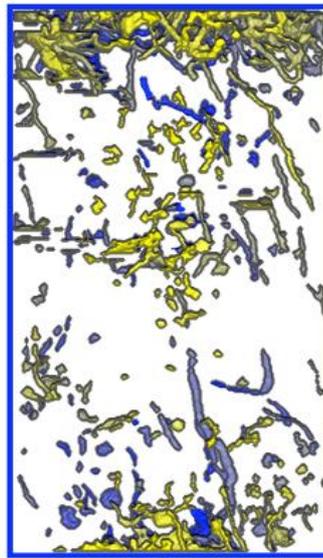
Sur le site expérimental de l'INRA de Mons, sur une parcelle en travail du sol limité, des chercheurs ont réalisé **des compactations de sol importantes** (passage d'engins de récolte de betteraves, tracteur de 8 tonnes, en conditions humides) puis ont procédé à un travail réduit du sol juste après la compaction.

Ils ont analysés l'évolution des galeries de vers de terre, deux fois par an sur trois années. Pour cela ils ont radiographié des carottes de sol, **par tomographie aux rayons X**, afin de **visualiser et de quantifier les réseaux de galeries de vers de terre** en laboratoire.

Zone témoin



Zone tassée

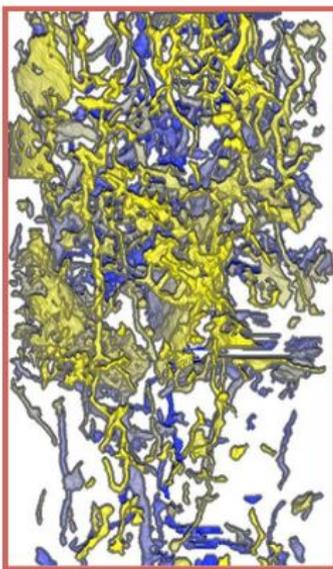


Colonnes :
Longueur = 30 cm
Diamètre = 20 cm

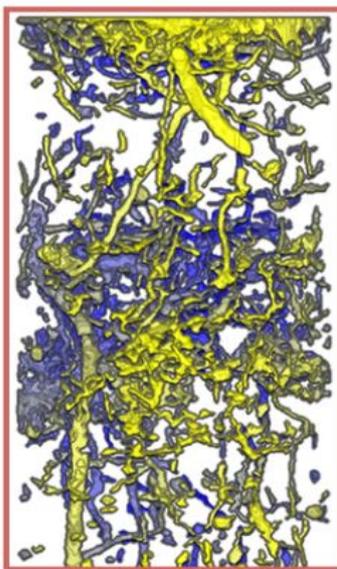
Capowiez et al, 2008

- Partie supérieure des colonnes = sol travaillé.
- Presque plus de galeries après la compaction.

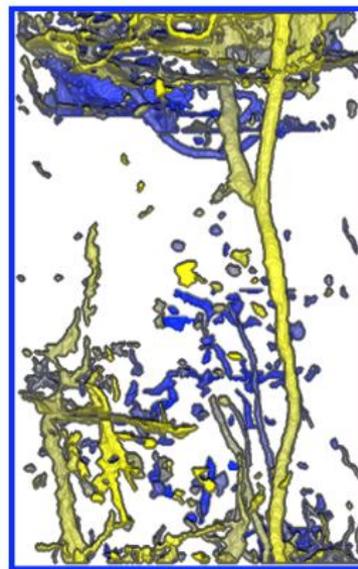
Un suivi de la recolonisation par les vers de terre en plein champs, a été mené pendant 2 ans.



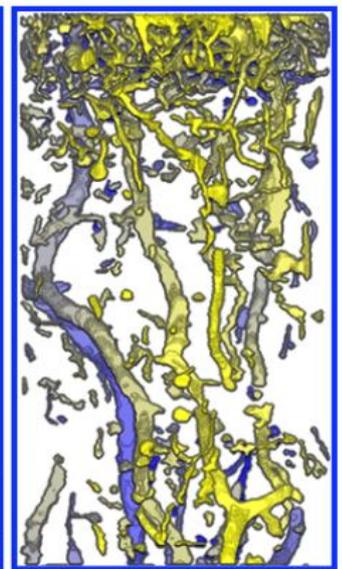
8 mois plus tard...



2 ans après...



8 mois plus tard...

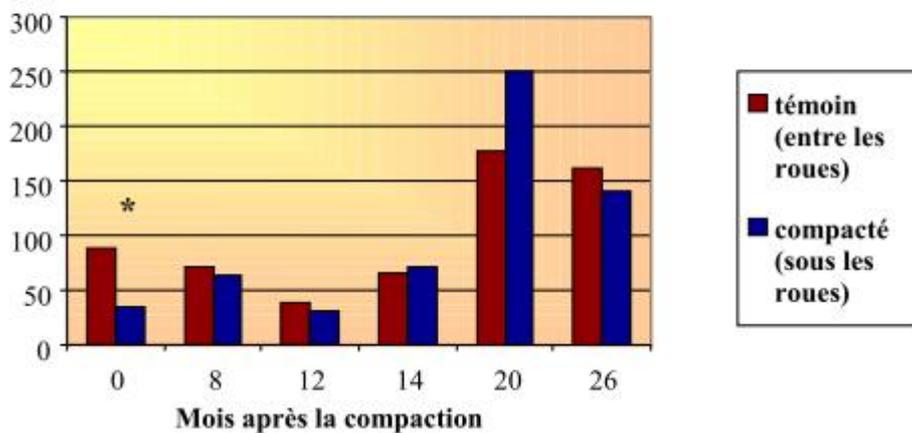


2 ans après...

- La recolonisation par les vers est assez rapide (surtout par *A.caliginosa*) aidée par le travail du sol.
- Mais le phénomène est plus lent pour l'aspect fonctionnel (macroporosité et écoulement de l'eau)
- *Les lombriciens, rôles identifiés et idées préconçues.* Capowiez.
www.itab.asso.fr/downloads/ppt-jt-fl09/sol_capowiez.pdf

L'abondance lombricienne a été mesurée, dans un contexte agronomique de labour réduit à 7 cm de sol.

Abondances lombriciennes (m⁻²)



Les différences sont significatives juste après la compaction, mais elles se réduisent après 8 mois. La population de lombrics augmente fortement après 20 mois, dans les deux cas présentés. A critiquer au regard du rythme réel de passage des engins (périodicité annuelle, masse des engins)

TP niveau seconde : Influence de l'homme sur l'évolution des sols.

<http://aces.inrp.fr/evolution/biodiversite/biodiversite-et-societe/biodiversite-et-programmes-2/enseigner/lhomme-influence-la-biodiversite-1/tp-niveau-seconde-influence-de-lhomme-sur-levolution-des-sols/>

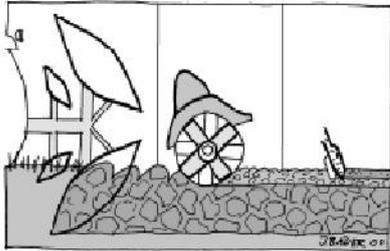
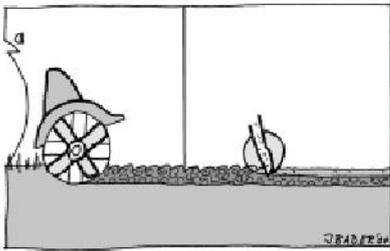
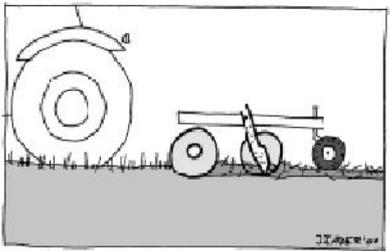
4- INFLUENCE DES PRATIQUES CULTURALES SUR LA DIVERSITE ET LA BIOMASSE LOMBRICIENNE

Dans les sols cultivés, les quantités de matières organiques sont faibles et doivent être maintenues. Pour cela il faut :

- **Augmenter les apports**, par semis direct sur résidus de culture, par utilisation de prairies temporaires ou de jachères enherbées, en procédant à des épandages.
- **Diminuer la vitesse de biodégradation**, en évitant les sols nus ou le travail du sol.

Dans quelles mesures, les fonctions liées à la décomposition de la matière organique, à la structuration du sol et à l'humification, sont liées à la diversité biologique et en particulier, à la diversité des lombrics? Quelques systèmes de production et pratiques culturales.

- **Agriculture biologique** : Mode d'agriculture qui se caractérise principalement par le refus d'utiliser des produits «chimiques» et qui cherche à renouer avec des pratiques traditionnelles (exemple : jachère) ou naturelles (lutte biologique).
- **Agriculture intégrée ou raisonnée** : c'est un système de production agricole dont l'objectif premier est d'optimiser le résultat économique en maîtrisant les quantités d'intrants, et notamment les substances chimiques utilisées (pesticides, engrais) dans le but de limiter leur impact sur l'environnement.
- **Agriculture conventionnelle** : c'est une agriculture où les traitements sont réalisés grâce à des produits chimiques plus ou moins nocifs. Ceux-ci sont appliqués pour prévenir des maladies et des insectes nuisibles des cultures, dans le but d'obtenir des rendements importants.

	Travail du sol avec labour			Travail du sol sans labour		Semis direct sans travail du sol (No till)
Schéma	labour	préparation du lit de semence	semis	ameublissement superficiel	semis sous litière	semis direct
						
Description	<ul style="list-style-type: none"> • Retournement du sol : 20 à 30 cm • Ameublissement • Incorporation des résidus de récolte et des engrais de ferme 			<ul style="list-style-type: none"> • Pas de retournement, préparation du lit de semence superficielle ou en bande fraisée • Ameublissement jusqu'à 15 cm, exceptionnellement plus de 20 cm 		<ul style="list-style-type: none"> • Pas de travail du sol, pas de préparation du lit de semence • Le semis direct est un système qui intègre toute la rotation

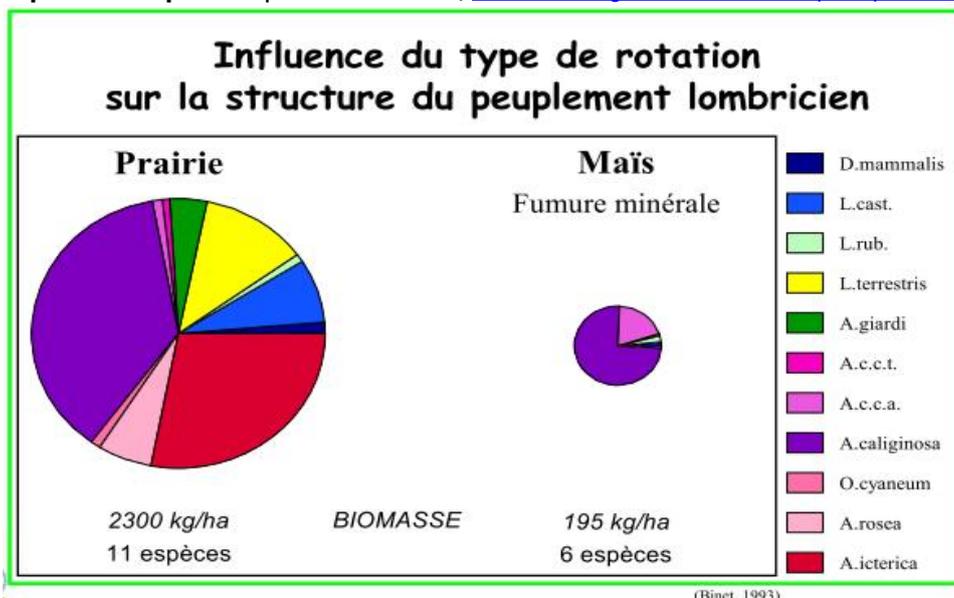
<http://www.srva.ch/docs/ft/1.pdf>

Globalement, certaines pratiques sont reconnues comme dégradant les communautés lombriciennes, autant en abondance d'individus qu'en nombre d'espèces (intensité de compactage, profondeur de labour, brûlage des pailles, protection phytosanitaire...) ; à l'inverse, certaines sont considérées comme améliorant ou restaurant ces communautés (travail du sol minimum, couvert végétal d'interculture, apport d'amendements organiques...).

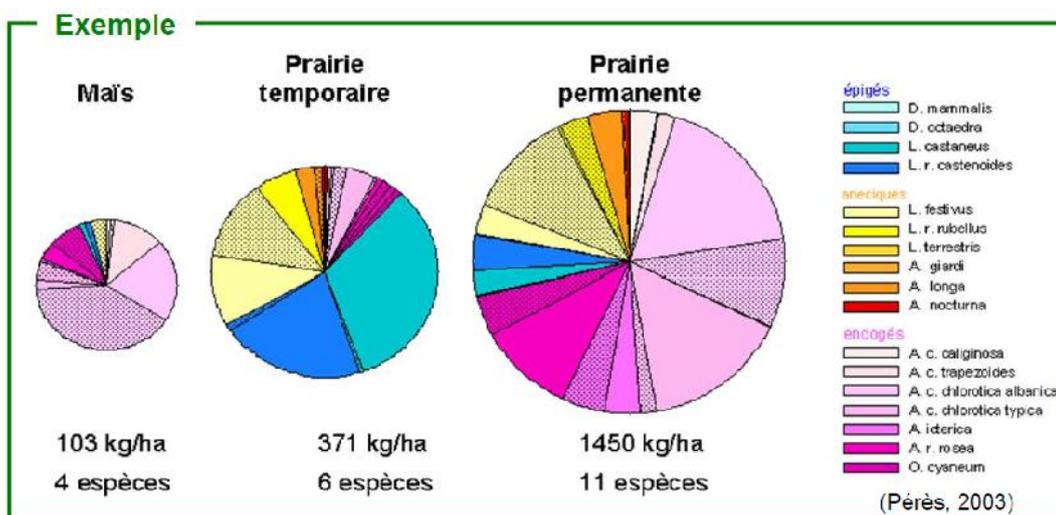
Dans le cadre de la mise en œuvre d'une agriculture respectueuse de son capital-sol, l'INRA a évalué :

- soit des pratiques culturales (type de rotations),
- soit des itinéraires techniques (labour, semis direct ...),
- soit des systèmes de production (comparaison systèmes classiques / intégrés / agrobiologiques).

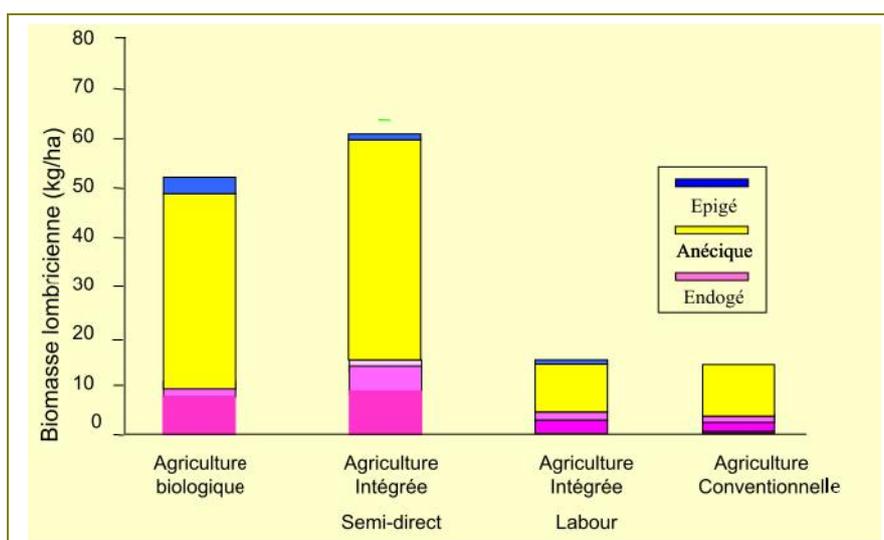
➤ En voici quelques exemples : Space C.Cluzeau, www.farre.org/fileadmin/medias/pdf/Space-Cluzeau.pdf



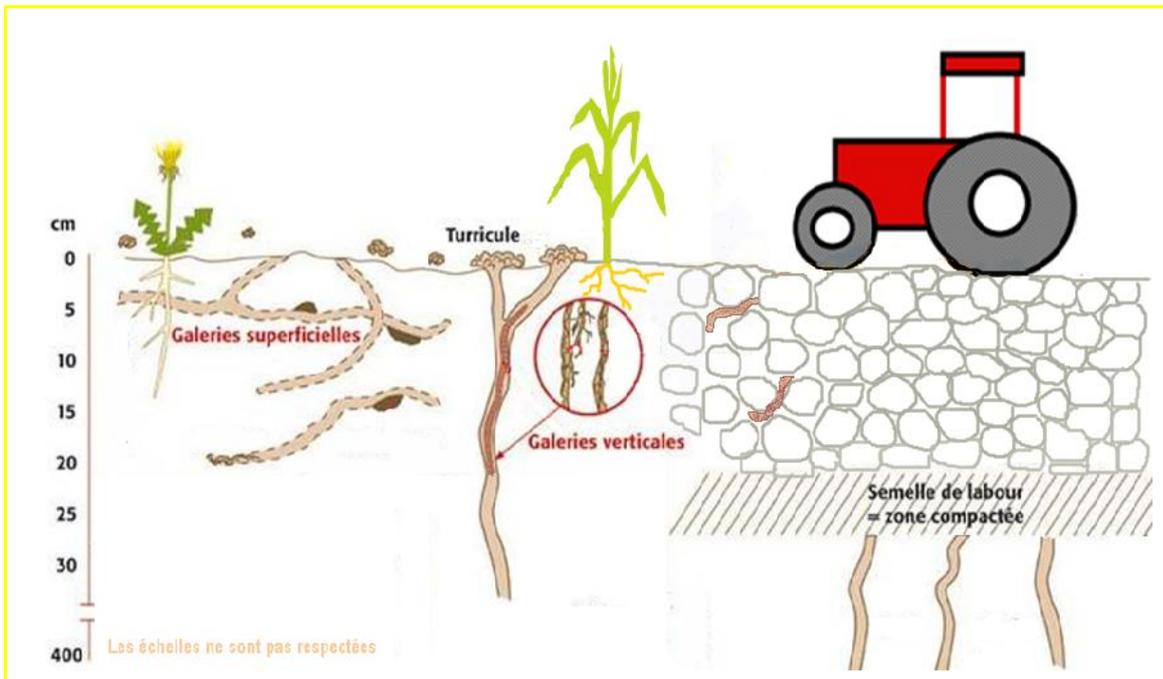
Daniel Cluzeau & al – IFR CAREN, UMR EcoBio, Univ.Rennes1



Evaluation de la communauté lombricienne sur un site expérimental "La Cage" site, INRA Versailles. Essais 2006-2008.

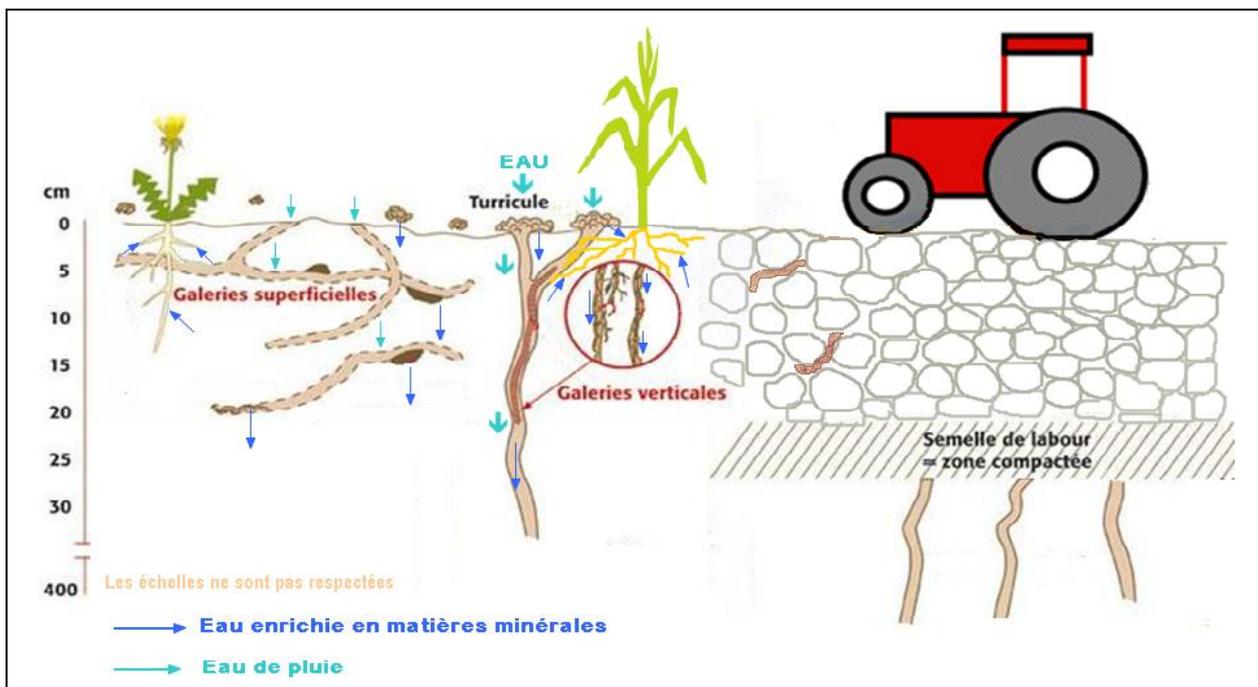


Répartition de la biomasse lombricienne en fonction de la pratique culturale
Daniel Cluzeau & al – IFR CAREN, UMR EcoBio, Univ.Rennes1



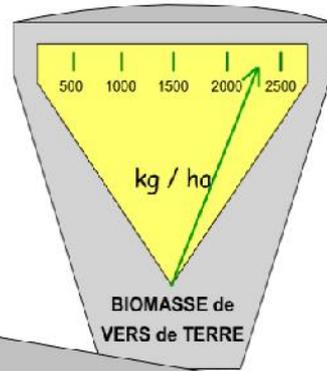
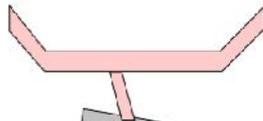
<http://www.bioaktuell.ch/fr/sol-sain-plantes-saines/biodiversite/ver-de-terre.html>
<http://www.farre.org/fileadmin/medias/pdf/Space-Cluzeau.pdf>

Schémas complétés.



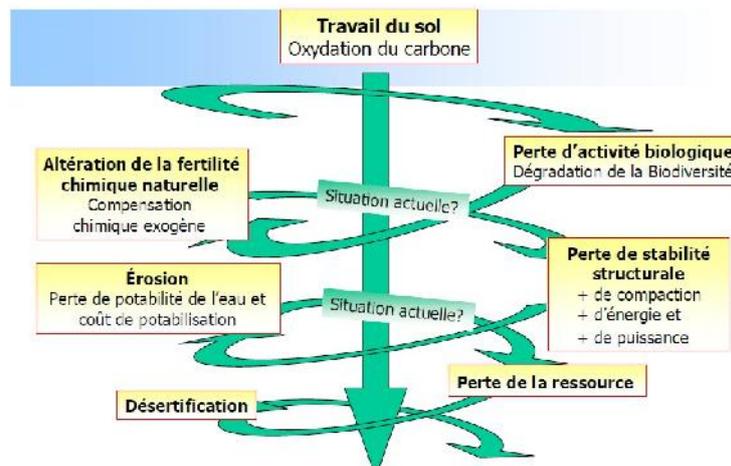
FACTEURS de DEGRADATION

- Protection phytosanitaire
- Monoculture -Rotation courte
- Labours continus
- Compactage des sols
- Fertilisation minérale exclusive



FACTEURS de RESTAURATION

- Protection phytosanitaire raisonnée
- Semis direct -Travail minimum
- Couvert végétal d'interculture
- Amendements organiques
Furiers, déchets, compost
- Fertilisation raisonnée
Fumures organo-minérales, Lisiers



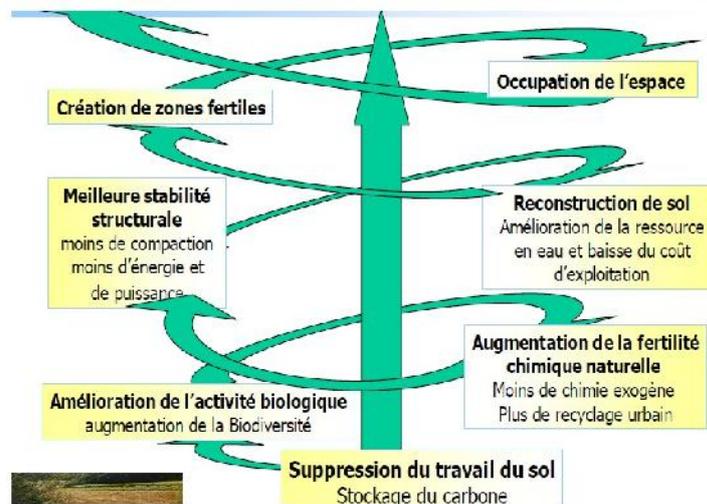
Labour: coût et dégradation environnementale

Source: Konrad Schreiber BASE et APAD, 2006



AC : Le cercle vertueux de l'environnement

Copier la nature : couverture permanente des sols, suppression du travail du sol



Source: Konrad Schreiber BASE et APAD, 2006



BIBLIOGRAPHIE, SITOGRAPHIE

Biologie du lombric : http://hyspace.free.fr/elombric/index.php?option=com_content&task=view&id=2&Itemid=2

Le lombricompost : <http://www.lombricomposteur-veraluna.com>

Le ver de terre, star du sol

http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.php?pid=decouv_chapC_p5_c1&zoom_id=zoom_c1_8

Pro Natura magazine N° spécial 2011 « Les lombrics travailleurs forcenés pour sol fertiles »

http://www.pronatura.ch/content/data/pnmag_spez_11_f.pdf

Site internet Vers la Terre : www.verslaterre.fr/pg-28-mn-2-ssmn-4-ssmn-14-titre-Un_peu_de_bio.html

Modélisation de la dynamique d'une population de vers de terre, *Lombricus terrestris* au hamp. Contribution à l'étude de l'impact de systèmes de cultures sur les communautés lombriciennes. Céline Pelosi.

<http://bib.rilk.com/4292/>

Réseau Mesures de la Qualité des Sols- RMQS Bio-Div Tome1 Synthèse générale. http://www.sols-de-bretagne.fr/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=80&Itemid=82

Le sol, ressource pour une agriculture durable. INRA. www.inra.fr/content/download/15280/.../3/.../plaquette-sol-web.pdf

Guide pour la description et l'évaluation de la fertilité des sols. Préfecture du Tarn. Antoine DELAUNOIS

http://www.agritarn.com/documents_pdf_docs/Agronomie/guidesolagri20082.pdf

Banques de schémas de SVT, académie de Dijon.

http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/affiche_image.php3?id_document=4991

Les lombriciens, bienfaiteurs du sol. Sciences Ouest N°247.

Aquasol / Encrouement et compactage du sol.

<http://www.ma.refer.org/erosion/chapitre4/IV.ConsequencesChap4.html>

Les lombriciens, rôles identifiés et idées préconçues. Capowiez. www.itab.asso.fr/downloads/ppt-jt-fl09/sol_capowiez.pdf

Semelle de labour. INRA. http://ephytia.inra.fr/tabac/tabac_utilisateur/index_appli.php

Régénération de la structure du sol sous l'effet des vers de terre et du climat Diagnostic et suivi au champ. J. Roger-Estrade. : www.inra.fr/content/download/.../version/1/.../jean_roger-estrad.pdf

Sisol, un outil de prévision du compactage.

<http://www.inra.fr/internet/Directions/DIC/ACTUALITES/DOSSIERS/sol/pdf/poster-sisol.pdf>

Le sol, ressource pour une agriculture durable. INRA.

http://www.inra.fr/la_sciences_et_vous/le_sol_resource_pour_une_agriculture_durable

Les ouvriers du sol et les pratiques agricoles de conservation.

<http://www.agriculture-de-conservation.com/Les-ouvriers-du-sol-et-les.html>

Préserver les matières organiques des sols. Poster INRA. www.inra.fr/internet/Directions/DIC/.../sol/pdf/poster-matorga.pdf

Quelques pratiques culturales.

<http://docs.google.com/viewer?embedded=true&url=http://www.srva.ch/docs/ft/1.pdf>

Le rôle des lombriciens sur le fonctionnement des sols. Impacts des pratiques agricoles. D cluzeau.

<http://www.inra.fr/internet/Directions/DIC/ACTUALITES/DOSSIERS/sol/labour06.html>

L'Environnement : Une notion intégrée dans les pratiques agricoles françaises.

http://www.agriculture-de-conservation.com/IMG/pdf/non_labour_TSL_zanella.pdf

