



HAL
open science

Le comportement excavateur des vers de terre comme source de biomarqueurs

Yvan Capowiez, Odile Mascle, Magali Rault-Léonardon, Christophe Mazzia

► To cite this version:

Yvan Capowiez, Odile Mascle, Magali Rault-Léonardon, Christophe Mazzia. Le comportement excavateur des vers de terre comme source de biomarqueurs. 3. Séminaire d'Écotoxicologie de l'INRA, Sep 2006, Dinard, France. hal-02757379

HAL Id: hal-02757379

<https://hal.inrae.fr/hal-02757379>

Submitted on 4 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

3^{ème} Séminaire d'Écotoxicologie de l'INRA



Dinard, 17-20 Septembre 2006

Le comportement excavateur des vers de terre comme source de biomarqueurs

Yvan Capowiez, Odile Mascle, Magali Rault & Christophe Mazzia

Session : Altérations physiologiques et comportementales

De nombreux biomarqueurs sont développés actuellement en écotoxicologie, mais rares sont ceux qui permettent de prédire des effets à une échelle biologique plus importante (population, communautés) ou même directement au niveau de l'écosystème et son fonctionnement. Les biomarqueurs relatifs au comportement sont souvent réputés pouvoir combler ce défaut. Nous avons voulu tester cette hypothèse sur le modèle lombricien. En effet, si les vers sont couramment utilisés en écotoxicologie, leurs rôles multiples au sein du sol, qu'ils soient physiques (création de galeries et enfouissement de la matière organique), chimiques (cycles biogéochimiques) ou biologiques (interaction avec les autres êtres vivants, des micro-organismes aux racines) ne sont jamais pris en compte dans ces études. Cependant observer le comportement des vers n'est pas évident car ces animaux vivent cachés dans un milieu opaque. Nous avons donc dû adapter deux types d'outils spécifiques.

Matériel et méthodes

Les terrariums 2D sont 2 plaques de verre de format A3, séparés de quelques mm et dans lequel on peut recréer des horizons de sol à la densité voulue et introduire des vers (Evans, 1947). Ces terrariums sont ensuite entreposés dans une chambre froide à l'obscurité de telle manière qu'il est possible de venir observer et noter les vers et leurs galeries (en lumière rouge) 3 fois par jour. Après une semaine, les réseaux des vers sont numérisés et analysés.

On peut également, pour obtenir des microcosmes plus réalistes, constituer des colonnes de sol grâce à une presse hydraulique. Les vers sont introduits dans ces colonnes et laissés à l'obscurité un mois. Passé ce délai, les colonnes sont alors analysées par tomographie aux rayons X afin d'obtenir des images (coupes transversales) où l'on peut distinguer la macroporosité d'origine lombricienne. Par des algorithmes spécifiques, il est alors possible de reconstruire les réseaux de galeries en 3D et d'obtenir leurs caractéristiques tridimensionnelles (longueur, diamètre moyen, tortuosité, ...) en utilisant les outils dérivant de la morphologie mathématique.

Nous avons utilisé ces 2 techniques pour étudier les effets potentiels de l'imidaclopride (insecticide de la famille des néonicotinoïdes). Les sols ont été pollués de manière homogène afin de mieux contrôler l'exposition des vers. La concentration environnementale prédite (ou CEP) pour cette molécule est de 0.5 mg/kg de terre en sèche (ou ppm). De premières expériences au laboratoire nous ont permis de déterminer que la DL50 de l'imidaclopride concernant 2 espèces de vers représentatives (*Aporrectodea icterica* et *A. nocturna*) était de 3.74 et 2.81 ppm respectivement. Aucune mortalité n'est cependant observée à 1 ppm. Nous avons donc choisi de tester les doses sublétales 0,1 et 0,5 ppm d'imidaclopride sur le comportement des vers. L'imidaclopride étant peu soluble dans l'eau, nous avons dû ajouter

Comment citer ce document :

du DMSO (à 0,25%). Les résultats seront comparés à un sol témoin contenant cette concentration en DMSO. Pour chaque dose testée, nous avons réalisé 10 terrariums 2D et seulement 3 colonnes de sol (pour chaque espèce).

Résultats et Discussion

En terrariums 2D, nous observons des modifications du comportement excavateur des 2 espèces étudiées pour les 2 doses étudiées. Ces modifications concernent l'intensité du creusement (longueurs des galeries moindre en présence d'imidaclopride; Figure 1) mais également certains paramètres de forme des réseaux (par exemple, en présence d'imidaclopride, les réseaux réalisés sont significativement moins profonds et comportent moins de branchement).

Deux conclusions peuvent donc être tirées de cette expérience :

- (i) le comportement des vers de terre de catégorie écologique différente (un endogé et un anécique) peut être grandement modifié par des insecticides comme l'imidaclopride et ce, à des doses réalistes (inférieures à la CEP). Seul bémol, cependant le mode de contamination est peu réaliste (pollution homogène du sol) ;
- (ii) si cette technique rustique et peu onéreuse (terrariums 2D) permet de mettre ces effets en évidence, il est cependant difficile d'en estimer les conséquences en terme de fonctionnement du sol puisque les réseaux de galeries sont réalisées en conditions peu réalistes (effets de bords et limitation à 2 dimensions)

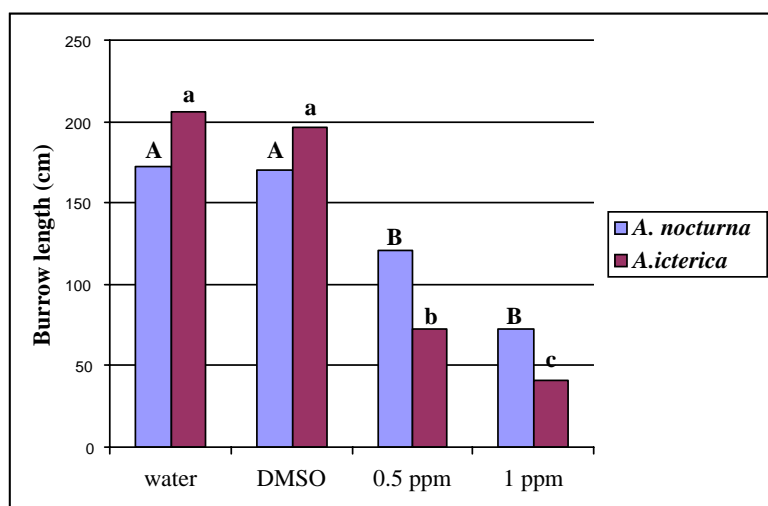


Figure 1 : Longueurs (en cm) des galeries creusés par les vers des 2 espèces en terrariums 2D en sol sain (control et DMSO) et en sol pollué (0,5 et 0,1 ppm d'imidaclopride). Des barres portant des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5% (les tests sont réalisés séparément pour les 2 espèces).

En colonnes de sol, après reconstruction 3D des réseaux de galeries (Figure 2), les modifications touchent cette fois encore l'intensité de creusement (avec une sensibilité accrue pour *A. icterica* puisque la différence est significative aux 2 doses testées contrairement au cas d'*A. nocturna*) et certains paramètres de forme (le taux de branchement ainsi que la sinuosité mais uniquement pour *A. icterica*).

Pour tenter d'estimer si les modifications observées pouvaient avoir des répercussions sur le fonctionnement du sol, nous avons réalisé des expériences de diffusion gazeuse au sein des colonnes de sol. Pour cela, après avoir défauner les colonnes au chloroforme, nous injectons du butane en quantité connue à leur sommet et nous mesurons au cours du temps les concentrations en butane au fond de celles-ci grâce à un CPG. Paradoxalement, nous n'avons

observé de différences significatives en matière de diffusion gazeuse qu'au sein des colonnes où résidaient des vers de l'espèce *A. nocturna* et à la plus forte concentration en imidaclopride (0.5 ppm). L'absence de différence pour l'espèce endogée (*A. icterica*) serait expliquée par le fait que les réseaux constitués par ces vers sont par nature peu continus (ces vers rebouchant leurs galeries par leurs déjections) et seraient donc moins efficaces pour le transfert de gaz au sein du sol.

Différentes conclusions peuvent être tirées de cette seconde expérience :

- (i) nous confirmons en conditions plus réalistes l'effet possible de certains pesticides sur le comportement excavateur des vers (même si, cette fois encore, la pollution homogène du sol n'est pas réaliste) pour des concentrations que l'on peut observer dans l'environnement ;
- (ii) nous avons démontré, en conditions expérimentales, que ces effets pouvaient modifier certaines propriétés du sol (transfert gazeux).
- (iii) les réductions (en pourcentage) concernant la longueur des réseaux de galeries suite à la présence d'imidaclopride sont très similaires en 2D et en 3D.

La pertinence de ces observations reste à démontrer en conditions naturelles.

Une dernière remarque s'impose. Il est évident que les expériences utilisant les colonnes de sol et la tomographie sont lourdes et coûteuses et ne peuvent donc pas être généralisées ni proposées en routine (contrairement aux expériences en terrariums 2D). La solution vers laquelle nous nous sommes tournés consiste à développer, à partir de nos connaissances sur le comportement excavateur des vers, un modèle simulant ce comportement pour une communauté de vers dans un cube virtuel de 1 m³. Il nous est alors possible de simuler l'effet de la présence de pesticides sur ce comportement à l'échelle de la communauté. Un couplage avec un modèle d'écoulement (ou de diffusion gazeuse) serait une voie possible d'étude pour estimer les impacts de ces pesticides sur le fonctionnement du sol.

Figure 2 : Reconstructions 3D des réseaux de galeries pour *A. icterica* pour le sol témoin (1^{ère} colonne), le sol pollué à 0,1 (2^{ème} colonne) et à 0,5 ppm d'imidaclopride (3^{ème} colonne). Les couleurs sont utilisées pour le rendu 3D (jaune au premier plan et bleu en arrière plan).

