

EXEMPLAIRE RÉSERVÉ

Contre une dégradation physique et chimique des sols
et pour leur optimisation économique,

L'ÉCHANTILLONNAGE DES LOMBRICIENS :

une urgente nécessité

M.B. BOUCHE et R. ALIAGA

Laboratoire de zoécologie du sol, INRA, CEPE/CNRS Montpellier

1. INTRODUCTION

L'établissement, le développement, le jugement des diverses agropatiques ignorent normalement l'un des principaux auxiliaires de nos cultures : les lombriciens.

Première masse animale (souvent plus d'une tonne à l'hectare), ces animaux ne jouent aucun rôle direct. Ils ne sont pas un produit récolté et ne détruisent pas les cultures. Discrets, effectuant un travail souterrain ou nocturne, peu attirants, ils ne stimulent pas l'éveil des vocations.

N'étant pas l'objet d'une discipline instaurée (comme la mammologie, l'herpétologie, l'entomologie,...) ni d'une prise en compte technique (lutte antiparasitaire, agronomie classique, physique du sol), ils ne sont même pas pris en compte dans beaucoup de rapports sur la biologie du sol, souvent réduite au seul rôle des micro-organismes qui ne jouent cependant pas un rôle bien supérieur à celui des lombriciens.

Malgré l'appréciation de DARWIN « Il est permis de douter qu'il y ait beaucoup d'autres animaux qui aient joué dans l'histoire du globe, un rôle aussi important que ces créatures d'une organisation si inférieure », c'est l'ignorance de notre premier commensal qui prévaut.

Toutefois, cette situation change lentement à la fois par un début de prise de conscience de leur rôle et par les difficultés croissantes de l'application aveugle des

pratiques agricoles qui conduisent à des impasses préoccupantes.

De nombreux problèmes relatifs à l'érosion hydrique et éolienne des sols, à la perte de structure de ceux-ci (battance, semelles de labour), à la mauvaise utilisation des engrais (azote notamment), au machinisme agricole, aux pollutions azotées, à l'état phytosanitaire, résultent de la destruction ou/et mauvais usage de ces animaux.

Enfin, bien des techniques comme le semis direct ne trouvent leur plein intérêt et leurs bons résultats qu'avec l'action complémentaire des lombriciens.

La carence des recherches est si forte que, malgré l'urgence, il a été longtemps impossible de :

— mettre en œuvre les techniques de mesure de l'impact des techniques agricoles sur les lombriciens,

— mesurer les conséquences économiques et techniques des modifications lombriciennes (voir § 6).

Aujourd'hui, cette situation a évolué ; il est possible de **mettre à disposition des techniques simples et efficaces**, mais ceci suppose de lever trois difficultés : agronomique, zoologique, d'intégration des résultats pour l'interprétation.

Le rôle général des lombriciens a été décrit par BOUCHE, 1984 a et certains aspects de ce rôle, perçu sous l'angle agronomique, détaillé par BOUCHE, 1984 b.

Le but du présent document est de mettre à disposition un guide technique et, si nécessaire, un moyen de coopération (cf. § 7) portant sur l'étude de peuplements qui ont l'inconvénient de nécessiter une étude spécifique mais l'avantage d'être très stables (migrations quasi nulles, permanence d'actions au même lieu).

2. PROCÉDURE GÉNÉRALE ET DIFFICULTÉS

Difficultés agronomiques

La tradition des essais techniques est de mesurer l'impact d'une technique sur les rendements et quelques autres paramètres (selon les cas), les lombriciens de ce point de vue peuvent être mesurés sans problèmes particuliers (si la parcelle est assez grande).

Mais, l'interprétation doit tenir compte de la permanence de la population lombricienne.

Nous n'avons pas affaire à une plante apportée, un bétail mis en place, ou à un développement d'insectes en une saison.

Les lombriciens sont en permanence dans le champ et leur dynamique est relativement modeste.

Un traitement montrera ses effets si les précédents culturels ont laissé survivre un

peuplement suffisant en parcelle témoin et traitée. On peut donc, soit comparer des parcelles et juger globalement par comparaison de leur état, soit mettre en place un essai sur un peuplement. Il est, par contre, facile de saisir l'opportunité d'essais mis en place à des fins économiques diverses.

Difficultés zoologiques

Peu de personnes savent déterminer correctement les lombriciens et il est difficile de confondre ces animaux en un unique ensemble car ils ont des rôles très différents.

Le rôle enfin dépend beaucoup plus de l'aptitude d'une population locale que des traits de l'espèce. Selon les taxonomistes, peu préoccupés de problèmes agronomiques ou écologiques, il peut y avoir, sous le même nom, des populations ayant des rôles très différents.

De plus, si la détermination doit être très précise, il est souhaitable de regrouper ces animaux en ensembles ayant le même rôle (= catégories écologiques), car c'est le rôle de ces animaux qui nous intéresse aux plans technique et économique.

Enfin, ce n'est pas tant le nombre des animaux que leur biomasse active qui nous intéresse. Un ver de terre de 5 grammes fait évidemment beaucoup plus de travail et a plus de besoin qu'un lombricien de 0,1 gramme.

Faute de mieux, on peut comparer des biomasses totales mais, dans toute la mesure du possible, il faut connaître le poids de chaque catégorie et espèce.

En pratique, le poids de chaque individu est la meilleure analyse (que l'on regroupe ensuite en ensembles d'espèces et catégories).

Difficultés d'intégration

L'estimation d'une variation d'un peuplement doit être interprétée :

a) en établissant la (les) cause(s) de cette variation. Très souvent dans le cadre d'un essai, plusieurs agrotechniques interagissent et la différence observée peut avoir une cause indirecte. L'analyse d'un grand nombre de situations accroît la qualité des conclusions ;

b) les variations d'un peuplement ne peuvent être une fin en soi, ce sont les conséquences techniques de ces variations (hydraulique, qualité des sols, fertilité...) qui sont évidemment préférables au jugement global empirique. Le peu de connaissances quantitatives sur le rôle au terrain de lombriciens rend cette estimation technique encore très rudimentaire. Mais, dès à présent, on a intérêt à préparer cette estimation qui va graduellement devenir disponible car des progrès importants sont en cours.

3. PROCÉDURE GÉNÉRALE D'ACQUISITION

RECOMMANDATION : Quelle que soit la qualité de la description de la méthode générale et des procédures données ci-après, il est vivement recommandé de faire un premier essai complet sur une petite expérience, puis de relire le texte, bien des précautions indiquées ici n'apparaissent pas comme importantes de prime abord et échappent à l'attention d'une première lecture. Comme elles résultent des nécessités de la pratique, leur intérêt devient évident après une première application.

Présentation

L'acquisition et la mise en forme des données se présentent en six étapes de travail.

1. LE PRÉLÈVEMENT DES PRÉLEVATS

Un prélevat est une unité concrète qui permettra d'obtenir des informations qualitatives ou quantitatives mais qui ne fourniront qu'une donnée par descripteur (un même prélevat, par exemple de sol, pouvant fournir plusieurs données de descripteurs différents : par exemple, masse, pH, % N,...). Dans notre cas, il y aura trois prélevats :

- a) des informations générales (directement accessibles = analysées),
- b) une prise de sol pour analyse,
- c) des prélevats de vers de terre pour analyse zoologique.

2. LES ANALYSES

Elles permettent de poursuivre l'étude (au laboratoire) des caractères non accessibles au terrain (analyses de sols et des lombriciens).

3. LA SAISIE DES DONNÉES

C'est l'organisation en tableaux de données obtenues directement à partir du terrain, ou après analyse ; tableaux sur support papier ou, plus efficacement, sur support informatique.

4. LA GESTION DES DONNÉES

C'est le rangement des données... pour les retrouver le plus efficacement possible sous la forme des fichiers initiaux (forme classique) ou sous une forme réorganisée automatiquement (SGBDR). De toute façon les données élémentaires sont conservées pour être ensuite interprétées et réinterprétées.

5. L'ASSEMBLAGE

C'est le regroupement des données en ensembles désirés.

- soit les données de chaque prélevat pris isolément,
- soit les données de tous les prélevats à une date donnée pour un traitement,
- soit les données de tous les prélevats à une date,
- soit les données de tous les prélevats d'un traitement ou toute autre combinaison.

C'est réorganiser les fichiers (manuels ou informatique) ou rédiger une requête auprès de la SGBD.

6. LA PRORATION (POUR LES LOMBRICIENS)

Lors de l'analyse des lombriciens, certains individus (juvéniles, cocons, animaux tronqués) ne peuvent être totalement identifiés (ils sont attribués à des groupes d'espèces). Certains ont des poids individuels sans signification individuelle (ils ont été coupés).

La proration est toute une série de calculs qui permet sur un ensemble donné (cf. assemblage) d'attribuer ces individus partiellement indéterminés ou/et ces poids au groupe auquel ils appartiennent, au prorata des animaux identifiés et pesés entiers.

Tout au long de la description de ces techniques, des justifications (pourquoi ?) et des modalités (où ? quand ? comment ?) seront exposées.

Prélèvement de lombriciens

JUSTIFICATION

L'acquisition d'informations pour les lombriciens se fait usuellement par trois techniques :

— Le tri manuel de sol : très long, il demande de creuser profondément (50-60 cm) et de trier... en oubliant des animaux dont tous les cocons. Difficile en sol humide, argileux. **Pratiquement inutilisable** d'une façon générale et particulièrement en sol cultivé où les populations sont souvent décimées par des agrotechniques inadéquates.

— La capture au formol consiste à arroser le sol avec une solution d'eau avec un peu de formol. Les lombriciens montent en surface.

Cette technique, souvent la plus commode, donne malheureusement des **résultats très variables en fonction des espèces** (certaines ne montent pas du tout) en fonction des conditions de **température** (le froid arrête les collectes) ou de **sécheresse** (animaux enroulés en léthargie). Elle permet, par contre, d'obtenir des animaux provenant de couches profondes (en dessous de 1 mètre) car certains remontent très bien. Différentes variantes ont été

proposées (extraction à la chaleur, SATCHELL, 1969, au formol, SPRINGETT, 1981) de sol prélevé (avec les difficultés des prélèvements de sol).

— Le lavage-tamassage tri. C'est un prélèvement de sol qui, après un traitement chimique est lavé pour éliminer toute l'argile, les limons et les sables forts et moyens. Il ne reste plus au laboratoire qu'à trier les vers de terre et leurs cocons parmi les cailloux, racines et autres animaux. Cette méthode a l'avantage d'un tri de bonne qualité; même dans un sol initialement très humide, la qualité d'observation du trieur influe beaucoup moins sur les résultats que par le tri manuel. Elle avait l'inconvénient d'obliger à disposer d'une machine à laver très sophistiquée (BOUCHÉ, 1972; BOUCHÉ et BEUGNOT, 1972), cet inconvénient vient d'être levé grâce à une machine très simple décrite au paragraphe Lave-terre.

— Une méthode combinée s'avère la plus efficace et en pratique la plus rationnelle car apportant des informations complémentaires: c'est la méthode « formol-bêche ». Celle-ci combine la méthode au formol et la méthode lavage-tamassage tri; elle a les avantages de la méthode au formol (collecte sur une surface importante possible par une personne (1 m²); indication d'un niveau d'activité) et réduit ses inconvénients (capture des formes inaccessibles, des cocons, etc.).

Il s'agit de collecter après la méthode au formol un volume réduit de sol à - 20 cm de profondeur. Le formol fait en effet monter près de la surface les animaux des profondeurs (1 m), mais ceux-ci, lucifuges, ne sortent pas et sont pris par lavage. Enfin, les 20 premiers centimètres contiennent usuellement pratiquement tous les cocons, les juvéniles et une part importante des vers de terre adultes qui ne « répondent » pas à la méthode au formol.

La comparaison de l'efficacité des méthodes d'extraction a été rarement faite de façon suffisante.

Citons particulièrement TERHIVUO, 1982, qui a présenté une comparaison entre tri manuel et méthode au formol, accompagnée d'une comparaison de tri manuel après formol mais sans lavage (dans de telles conditions, le tri manuel est très difficile). Les cocons n'ont pas été pris en compte.

BOUCHÉ et GARDNER, 1984 ont présenté une comparaison exhaustive entre formol, lavage, tri manuel après formol, lavage-tri manuel. Les cocons ont été pris en considération.

L'inconvénient majeur du lavage-tamassage était la nécessité d'une machine sophistiquée qui obligeait soit à son transport (avec une maintenance difficile au terrain), soit au transport de terre (minimum 400 kg par parcelle!) vers la machine (un seul exemplaire en France).

Cette difficulté est levée par l'adoption d'un lave-terre (figure 2) permettant de réduire par un quasi-lavage le poids des transports à moins de 6 kg par essai. Le

quasi-lavage étant suivi d'un lavage-tri des animaux à l'abri (au laboratoire).

Cette nouvelle procédure s'avère être présentement et de très loin la seule méthode standard adaptée à tout terrain cultivé ou non.

PROCÉDURE STANDARD PAR MÉTHODE COMBINÉE

Où ? Quand ?

Les prélèvements décrits ci-dessous peuvent se faire n'importe où, le prélèvement au formol est difficile par forte pente et sol détrempé. Il faut éviter cette situation. Par forte pente et sol ressuyé, il faut arroser par petite quantité, en haut des prélévats. En sol caillouteux, le prélèvement à la fourche-bêche est indispensable.

On peut pratiquer en forêt, prairie, culture, friche, etc. mais éviter les « effets de bordure » en parcelles traitées.

Il faut éviter de prélever par sol trop froid (4 °C) et si possible avec une température supérieure à 7 °C.

Il ne faut pas prélever par sol sec (proche du point de fanaison des plantes).

En dessous de la latitude.

Comment ? (figure 1)

Dans chaque placette (lieu où l'on étudie une situation, par exemple une prairie comparée à une culture, une partie de parcelle ayant reçu 100 kg N/ha par rapport à un terrain 0 kg N/ha, etc.). Faire obligatoirement le prélèvement au formol (A) puis le prélèvement bêche/lavage tri (B) même s'il y a peu de vers de terre: 1 ver de terre pesant 0,5 g dans un prélévât lavage (1/10 m²), cela représente 5 kg/ha! Les résultats nuls doivent être établis.

• Prélèvement des lombriciens au formol

3 paires = 6 prélévats.

Matériel nécessaire: 320 litres d'eau, 32 flacons de 25 cm³ de formol, 32 flacons de 50 cm³ de formol, pinces de collecte, 6 pots de collecte, demi-remplis avec une solution de formol à 4 %.

Utiliser un cadre de 1 × 1 m subdivisé en deux aires de 0,50 × 1 m. On collecte les animaux dans chaque aire séparément pour obtenir 2 prélévats par aire. Une heure est nécessaire pour 1 personne et pour 1 aire.

1. Le m² est nettoyé des herbes et grandes feuilles mortes par une tonte ou un nettoyage manuel. Éviter d'enlever du sol par un binage trop profond. Il faut nettoyer environ 130 × 130 cm. Les tondeuses rotatives à lanière de nylon conviennent bien pour nettoyer la végétation.

2. Le cadre est placé. S'il s'agit d'une culture avec rangs et inter-rangs (vigne, maïs), on peut placer le cadre pour distinguer un élément de la paire en inter-rang et un sur le rang.

3. Arroser de 20 litres d'eau (2 arrosoirs avec pomme, avec chacun 25 cm³ de formol). Mettre le formol d'abord dans l'arrosoir, puis l'eau = brassage correct. Temps d'arrosage = 0.

4. Collecter les animaux à la pince séparément dans chaque aire = 2 pots de collecte pendant 10 mn.

5. Temps + 10 mn, faire à nouveau un arrosage de 20 l (+ 2 fois 25 cm³ de formol).

6. Comme 4), en mettant les animaux dans les mêmes pots.

7. Temps + 20 mn, faire un arrosage de 2 arrosoirs avec chacun 50 cm³ de formol.

8. Comme 6).

9. Temps + 30 mn, même arrosage que 7).

10. Comme 6).

11. Temps = 40 mn, arrêt de la collecte.

12. Étiquetage entre le couvercle et la capsule du pot en respectant la norme (paragraphe Étiquetage normalisé).

• Prélèvement des lombriciens par bêche/lavage/tri

6 prélévats, durée totale 40 minutes par paire de prélévats.

Matériel nécessaire par placette:

1 pige de 31,6 cm (avec indication 20 cm) ou 1 m réutilisable.

6 bacs de 40 l (Feralco, s'il s'agit d'un usage standard) réutilisable.

6 litres de formol pur.

600 cm³ d'hexamétophosphate de sodium (à défaut 600 cm³ de citrate de sodium).

1 bêche + 1 fourche bêche, réutilisable.

6 étiquettes plastique + 1 marqueur indélébile sur plastique.

Hors placette:

1 lave-terre, réutilisable.

1 point d'eau sous pression.

6 sacs plastique (facultatif) réutilisables.

1 bac-tamis à tri, réutilisable.

6 pots de collecte.

Procédure:

1. Juste après le prélèvement de sol au formol, faire dans chaque aire de 1/2 m² (50 × 100 cm) un prélèvement de 1/10 m² (31,6 × 31,6 cm) sur 20 cm de profondeur à la bêche (ou/et à la fourche-bêche).

2. Émietter grossièrement cette terre dans un bac Feralco.

3. Étiqueter sur 1 plaquette plastique avec le marqueur indélébile.

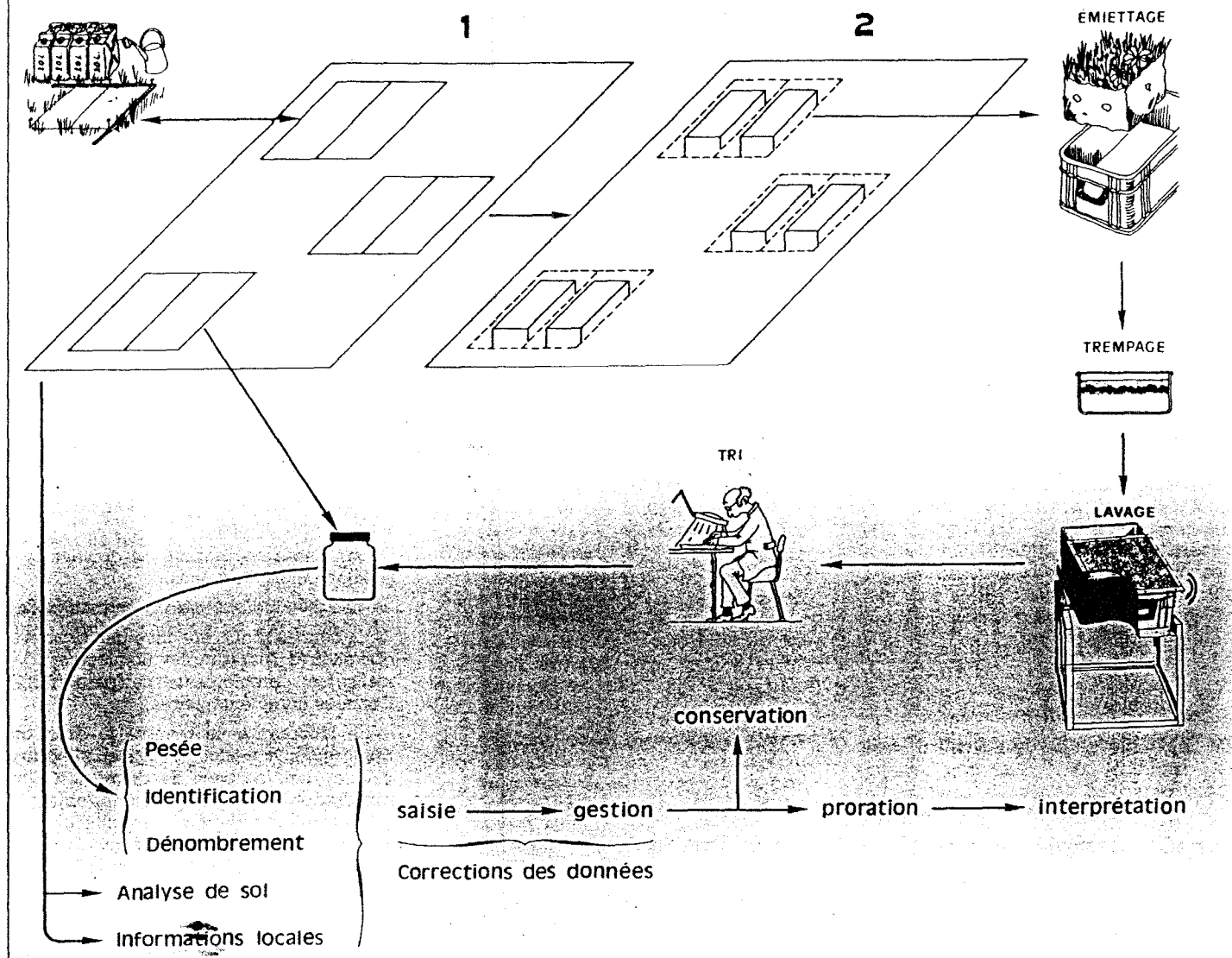
4. Mettre l'étiquette avec la terre.

5. Au terrain (ou s'il y a retour le jour même, auprès du lave-terre). (La décomposition du matériel dépend de la température, quelques heures sont toutefois possibles par temps frais ou froid.) Mettre 1 litre de formol ainsi que 100 cm³ d'hexamétophosphate de sodium dans chaque bac.

6. Remplir d'eau jusqu'au dessus de la terre chaque bac et bien agiter avec la pige de terre.

7. Attendre 48 heures (transporter les bacs près du lave-terre, si ce n'est déjà fait), si le sol est très argileux bien agiter 1 ou 2 fois au cours de ces 48 heures et si possible attendre plus (une semaine).

Figure 1 — En pratique, l'échantillonnage des lombriciens nécessite un prélèvement au formol (1) fournissant un premier prélevat puis, sur le même emplacement un prélèvement de sol (2) émiétté, trempé puis lavé avant le tri produisant un deuxième prélevat. Les pots contenant les animaux frais sont analysés. Les résultats d'analyse lombricienne et pédologique joints aux informations locales sont enregistrés et corrigés pour l'interprétation.



8. Se placer près d'une source d'eau sous pression (robinet) dans une ferme par exemple. Laver la terre au lave-terre en plaçant le bac puis son tamis (avec le sandow) et en utilisant un jet d'eau sous pression. Le jet étant orienté à l'intérieur du bac, placé verticalement tamis en bas et étant utilisé à l'extérieur pour dégager les engorgements du tamis. On peut basculer le bac (figure 2).

9. Récupérer le résidu après quasi-lavage dans un sac en plastique, ce sol peut attendre plusieurs jours le tri définitif, on peut directement passer à 10.

10. Tri dans le bac-tamis des lombriciens et de leurs cocons (allure de petits citrons de 0,6 mm à 1 cm) sous un jet d'évier, récupérer l'étiquette indélébile.

11. On peut évidemment estimer la biomasse racinaire, les catégories de cailloux, les autres invertébrés du sol à cette occasion.

12. Placer les lombriciens dans un pot de collecte, mettre l'étiquette avec (cf. paragraphe Étiquetage normalisé).

13. Répéter l'étiquetage normalisé entre pot et couvercle avec un stylo bille ou un crayon mine sur papier.

LE LAVE-TERRE

Le lave-terre (figure 2) est un simple châssis métallique portant sur un axe un support permettant la fixation des bacs utilisés au terrain pour collecter les 20 litres de terre ($1/10^e \text{ m}^2 \times 20 \text{ cm}$) et mettre à tremper dans ces bacs (étapes 2 à 7 du paragraphe Prélèvement des lombriciens par bêche/lavage/tri).

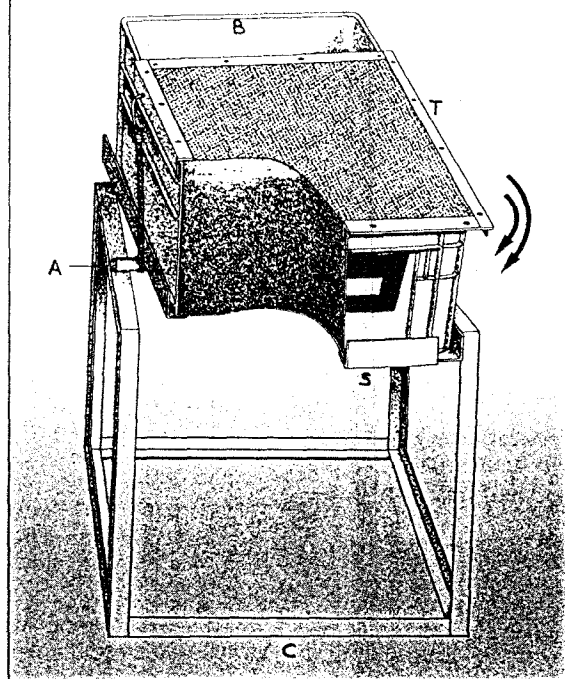
Il comporte en outre un grillage amovible obturant le dessus du bac sur environ les 2/3 de sa longueur. Ce grillage est maintenu solidaire du bac de collecte pendant

le lavage grâce à un tendeur de bicyclette (sandow). Il est fixé aux 2/3 inférieurs du bac, en considérant ce bac verticalement après rotation.

Le lavage utilise une source d'eau quelconque sous pression. Le bac est d'abord mis en position verticale et par l'orifice laissé libre au-dessus du grillage, un violent jet d'eau permet le passage à travers le grillage des argiles, limons et sables. Pour décolmater le grillage, on oriente de l'extérieur le jet sur le grillage et l'on donne si nécessaire des rotations de bac verticales — horizontales.

En fin de collecte, le contenu du bac (racines, cailloux, lombriciens, macroarthropodes,... quelques traces de terre restantes) est vidé dans un sac qui sera transporté à l'abri pour un tri final sur tamis en bonnes conditions d'éclairage et de confort.

Figure 2 — Le lave-terre est constitué d'un châssis (C) sur lequel un support (S) permet la fixation d'un bac (B) contenant préalablement pour trempage la terre collectée au terrain. Un tamis (T) amovible obture les deux tiers inférieurs du bac lorsque celui-ci est mis en position verticale après rotation autour de l'axe (A). Le lavage se fait au jet d'eau sur les deux faces du tamis et par oscillation du bac autour de l'axe.



Données complémentaires

Chaque prélevat ou série de prélevats se situe dans une « placette » (partie d'une parcelle agronomique ou d'une station écologique ayant le même traitement général).

Il est tout à fait souhaitable (et indispensable si une coopération est établie pour l'analyse lombricienne) de donner pour chaque placette (traitement) y compris le témoin :

a) les précédents culturaux (si possible sur dix ans au moins), c'est-à-dire donner au moins les cultures qui ont été pratiquées en agriculture, en foresterie dans toute la mesure du possible, indiquer l'âge du peuplement, le mode de traitement forestier, un relevé floristique, etc. ;

b) l'itinéraire technique : indiquer les diverses interventions de préparation et maintien de la culture avec le maximum de précision : labour à - 20 cm (date), hersage... traitement au glyphosate le (date) à la dose de x g matière active/ha... etc. ;

c) les données de localité : au moins longitude, latitude, altitude et si possible des informations complémentaires sur les caractéristiques des sols, etc. Les éléments propres au prélevat (date de prélèvement, repère, répétition)... apparaissent obligatoirement avec le système d'étiquetage

normalisé (paragraphe Étiquetage normalisé) ;

d) les données des prélèvements : au moment des prélèvements, il faut noter :

— le % H₂O du sol (en prélevant un échantillon de terre à - 10 cm), en le pesant (masse humide, mh) puis le séchant à 105 °C (masse sèche, ms) et en exprimant cette valeur par $\% ms = \frac{mh - ms}{ms} \times 100$.

— la température du sol à - 20 cm.

Analyse lombricienne

PROCÉDURE

Chaque prélevat formol ou lavage-bêche est dans un pot. Il peut être directement analysé par les personnes faisant l'étude mais... requiert, pour une bonne analyse :

— un réel entraînement pour l'identification,

— une installation optimale pour les dénombrements-pesées,

— un système de pré-traitement des données pour « corriger » celles-ci.

Il est toujours possible d'effectuer une pesée globale des lombriciens ou un dé-

nombrement (en ce cas compter les têtes) qui a d'ailleurs moins de sens que l'expression en biomasse (le travail lombricien est beaucoup plus proportionnel aux biomasses qu'aux nombres en raison de différences de tailles considérables).

On peut effectuer une analyse taxonomique précise en s'aidant de « Lombriciens de France. Ecologie et Systématique », éditions INRA, Service des Publications, CNRA, Route de St-Cyr, F-78000 VERSAILLES et peser individuellement les lombriciens.

On peut enfin regrouper les divers taxons analysés en catégories écologiques, c'est-à-dire par grand mode de vie et d'action (rôles) sur le milieu.

ANALYSE PAR LE LABORATOIRE DE ZOOÉCOLOGIE DU SOL

Le laboratoire de zooécologie du sol (cf. chapitre 7) peut prendre en charge le dépouillement et le pré-traitement statistique (et si nécessaire le traitement statistique voire une aide à l'interprétation) sous certaines conditions :

— l'importance de l'échantillon à dépouiller doit être connue,

— les délais de réalisations doivent être préalablement convenus,

— une éventuelle contribution financière,

— la connaissance effective des données obligatoires (paragraphe Étiquetage normalisé) et complémentaires (paragraphe Données complémentaires),

— le laboratoire se réserve le droit de réutiliser l'information acquise en intégrant celle-ci dans sa base de données. Cette réutilisation ne portant pas sur les objectifs précis poursuivis par les chercheurs confiant au laboratoire le dépouillement. Cet objectif étant bien entendu le leur (cf. chapitres 5, 6, 7).

Mesure du pF

Le laboratoire de zooécologie du sol peut effectuer cette mesure sous réserve d'un accord préalable et de la réception de terre fraîche en mottes. En dessous de pF = 2,5 la signification de la relation pF - % H₂O est nulle car il y a de l'eau libre en excès.

Matériel :

— membrane de dialyse, réf. SPECTRAPOR, 3, n° 132725,

— polyéthylène glycol 6000.

Procédure :

Des mottes de sol à humidité naturelle (le sol n'est pas déstructuré comme dans la méthode de la presse à membranes), placées à l'intérieur d'une membrane de dialyse, sont mises en équilibre dans une solution de polyéthylène glycol 6000 (PEG), de concentration connue, correspondant à un pF déterminé. Lorsque l'équilibre hydrique entre les mottes et la solution est atteint, l'humidité de l'échantillon est déterminée.

Pour établir la courbe (ici une droite) de la relation pF = f(% H₂O), il nous faut au

moins trois points, 3 pF différents (en pratique nous faisons pF 3, pF 3,8, pF 4,2) et pour chaque point 4 mesures afin de diminuer les risques d'erreurs (on prendra la moyenne). Pour chaque prélevat de sol, il faut donc effectuer 12 mesures pour pouvoir établir la fonction et tracer la relation linéaire pF et % H₂O.

1. Faire tremper au préalable les membranes (20 cm de longueur) une demi-heure dans de l'eau perméée.

2. Après avoir mis le PEG en solution (voir ci-dessous les concentrations), placer les mottes dans la membrane, fixer une extrémité dans le trou d'un couvercle (cf. schéma), aspirer l'air de façon à ce que la membrane « colle » bien aux mottes de terre, fixer l'autre extrémité de la membrane au couvercle (cf. schéma).

3. Laisser l'équilibre s'établir (48 à 72 heures), en agitant légèrement et continuellement. Lorsque l'équilibre est établi, retirer les mottes de la membrane en évitant tout contact avec la solution de PEG et les peser.

4. Mettre les mottes à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures, puis les peser à nouveau pour déterminer leur poids sec.

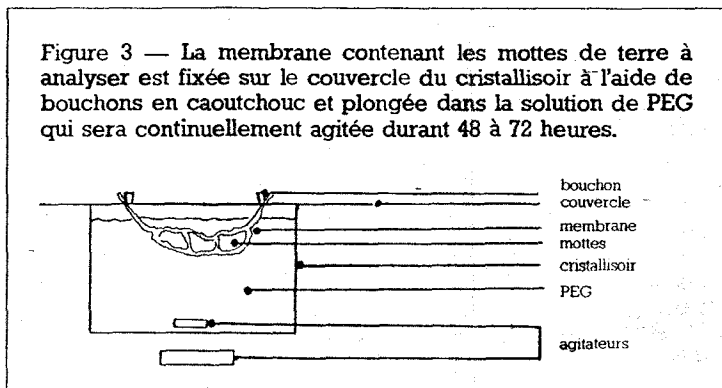
5. Déterminer pour chaque motte le % d'eau : $(mh - ms)/ms \times 100$ et faire la moyenne des quatre mesures pour un pF donné.

Correspondance pF - Concentration PEG :

pF	Concentration	Indice de réfraction
3	94,0 g/l	1,3450
3,8	220,3 g/l	1,3624
4,2	338,6 g/l	1,3789

Après chaque manipulation, la solution sera vérifiée au réfractomètre universel, et éventuellement réajustée.

Dispositif expérimental (figure 3)



4. GESTION DES DONNÉES

Le présent guide ne saurait se substituer à l'initiative de chaque technicien ou chercheur voulant l'utiliser indépendamment d'une collaboration avec le laboratoire de zoécologie du sol. Nous décrivons ici succinctement la procédure qui peut être suivie en collaboration avec le laboratoire.

Étiquetage normalisé

L'étiquetage doit s'efforcer de respecter un minimum de normes qui faciliteront grandement les opérations ultérieures.

Si la collaboration est établie avec le laboratoire de zoécologie, il y a lieu de demander un numéro de « R » (= réalisation), en pratique un par groupe opérateur (ex. R 206). Le groupe ainsi numéroté gère ensuite librement ses essais (ordre naturel 1, 2, 3...), par exemple R 206/3 est le troisième essai du groupe qui compare un traitement au glyphosate à 3 doses avec un terrain (ou 3 densités de plantation de *Pinus radiata* et la hêtraie locale,...). Chaque placette d'essai reçoit une lettre (206/3/C) et chaque emplacement de prélèvement dans la placette les coordonnées de capture en x et y (sur le quadrillage, virtuel ou non qui permet de repérer les emplacements dans les placettes (si x = 1, et y = 2, on écrit 12, dans notre cas z, la profondeur, est toujours égale à 1), nous obtenons 206/3/C/121.

La technique de prélèvement d'informations (sol pour analyse, prélèvement formol de la méthode combinée,...) est choisie par chacun avec une lettre, 206/3/C/121/D.

Cet emplacement a été prélevé à une date mais parfois on est obligé d'effectuer l'échantillonnage sur 2 ou 3 jours, faute de « bras ».

Du point de vue du traitement, on considère ces 2 ou 3 jours comme une date (par exemple d'automne) qu'il faudra comparer à une autre (par exemple au printemps). Ces dates sont numérotées 1, 2,... n et chaque jour précis est également indiqué 1A, 1B au cas où il s'avèrerait qu'il y aurait une influence du jour précis de collecte.

L'étiquetage devient : R 206/3/C/121/D/1B.

Enfin, le même jour, au même point, il y a souvent 2 prélevats (ils sont par paire) de la même méthode. En ce cas, ils sont distingués par 1 et 2, et l'étiquette complète devient : R 206/3/C/121/D/1B/2.

Cette étiquette standard a l'avantage de comporter potentiellement toute l'information sur l'équipe, l'essai de l'équipe, le traitement dans l'essai, la place dans la parcelle de traitement, la modalité d'acquisition de données, la date et son regroupement éventuel, enfin la répétition « strictement identique ».

Un dossier fourni par l'équipe (n° 206) permet évidemment de comprendre en chaque cas, les codes adoptés par celle-ci.

Cette présentation minimise les erreurs et maximise la vitesse des traitements ultérieurs.

Saisie des données

Les dépouillements de lombriciens assurés par le laboratoire de zoécologie sont effectués sous forme de pesée individuelle avec identification aussi précise que possible. Cette information est conservée sous cette forme dans une base de données où sont indiqués également :

- l'origine du prélevat,
- les précédents cultureaux,
- l'itinéraire technique,
- les informations complémentaires.

Toute collaboration implique donc un étiquetage très clair et la fourniture des informations détaillées au paragraphe : Données complémentaires.

Conservation des données

Les données seront conservées sous cette forme brute par le laboratoire qui pourra éventuellement puiser dans cette source d'information pour toute interprétation générale.

Il est toutefois acquis que les résultats *sensu stricto* de l'essai sont exploités par ceux qui l'ont effectué.

Par interprétation générale, il faut entendre les comparaisons, par exemple à l'échelle nationale, des niveaux des populations (dans tel type de sol, de culture,...).

Édition élaborée (prétraitement)

Les résultats bruts seront automatiquement traités sous la forme :

- par prélevat formol, ou bêche-lavage,

Le nombre d'individus et la biomasse :

- par espèce,
- par catégorie écologique,

l'interprétation proprement dite restant à

la charge des personnes nous ayant demandé seulement une simple analyse zoologique.

5. TRAITEMENT DES DONNÉES

Dans le cas d'une réelle collaboration entre les « échantillonneurs » et le laboratoire, une interprétation statistique relativement sophistiquée pourra être éventuellement assurée. Elle portera à la fois sur des statistiques descriptives (essentiellement Analyse des Correspondances) et des statistiques probabilistes (surtout dans les cas d'essais, de traitements agronomiques).

La rapide évolution des moyens en ce domaine et la spécificité des objectifs de recherche excluent une description détaillée de ces méthodes. Le laboratoire a fort investi (et continue) dans ce domaine.

6. INTERPRÉTATION INTÉGRÉE

Connaître qu'il y a plus ou moins tel ou tel ver de terre dans telle ou telle parcelle a surtout un intérêt descriptif. Il est essentiel de transformer ces constats en conséquences pour la physique des sols (stabilité structurale, pH, infiltrabilité, érosion,...), la nutrition végétale (cycle N, P), le transfert de contaminants vers les oiseaux, mammifères, insectes, poissons et l'homme, etc.

Une telle interprétation ne peut être faite de façon complète en raison de la carence de nos connaissances sur les processus intervenant réellement *in situ* sous beaucoup d'aspects.

Toutefois, nous nous efforçons de tendre à une telle interprétation selon deux procédures :

— une bibliographie exhaustive analysée par mot-clé,

— une modélisation mathématique des relations lombriciens/fonctions fondée exclusivement sur des données « de terrains » et applicable à ceux-ci sur la base du niveau des biomasses du peuplement, les conditions climatiques locales (humidité, température) et la connaissance de la latitude.

Ces moyens peuvent être mis à la disposition et ouverts à tout chercheur (par exemple étudiant en thèse) souhaitant estimer l'impact des lombriciens à partir de l'optique et des objectifs d'une autre discipline. Evidemment, une telle mise à disposition implique une collaboration étroite car ces nouveaux acquis doivent dans la mesure du possible entrer dans le pot commun des connaissances gérées par le laboratoire.

7. COLLABORATION AVEC LE LABORATOIRE DE ZOOÉCOLOGIE DU SOL

Il est clair que l'on ne peut continuer d'ignorer le rôle fondamental des lombriciens dans les essais agronomiques ou les études éco-pédologiques.

Il est non moins évident que cette étude, si on veut qu'elle ait une signification sérieuse et contribue à une véritable interprétation, n'est pas facile.

Il est enfin nécessaire que l'on pratique ce type d'étude le plus souvent possible en situation concrète.

Pour faciliter cela, le laboratoire propose :

— le présent guide méthodologique,

— un « kit » comprenant un lave-terre, 6 bacs de 40 l pour trempage, 36 bocaux de collectes, 3 pinces à vers, 3 cadres et une pige (mesure de 1/10^e de m² et 20 cm de profondeur). Ce kit regroupe le matériel tant soit peu spécifique et permet le dépouillement d'un essai (3 traitements, 6 prélèvements formol et 6 prélèvements bêche-lavage par traitement). Le prix indicatif est de 3 500 FF (1986) port en sus. Il faut en outre disposer d'un arrosoir et de 12 bidons de 20 l (jerrycans) (ou 240 l d'eau),

— la possibilité d'effectuer le dépouillement zoologique prétraitement compris, après accord du laboratoire,

— la possibilité d'une collaboration plus approfondie si elle est possible.

Adresse du laboratoire :

LABORATOIRE DE ZOOÉCOLOGIE DU SOL INRA
CEPE/CNRS, BP 5051
Route de Mende
F-34033 MONTPELLIER Cedex
Tél. 67 63 91 30 poste 4213.

8. ADRESSES DES FOURNISSEURS

Pour les membranes de dialyse :
POLY BLOCK, BP 111, 67403 ILLKIRCH Cedex

Pour le polyéthylène glycol 6000
LABOVER, BP 1043, 34006 MONTPELLIER, Tél. 67 58 27 79

Pour le bac Feralco de 40 l en polyéthylène haute densité avec poignées (réf. 0411402)

DEXION FERALCO, Parc de la Rose, Bât. A2
13013 MARSEILLE - Tél. 91 70 33 44

Pour les pots de collection 500 cm³
REBELLET, 103, rue Villon
69355 LYON Cedex 2 - Tél. 78 00 85 99

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOUCHÉ M.B., 1972. Contribution à l'approche méthodologique de l'étude des biocénoses. I. Vers l'analyse quantitative globale des prairies. *Ann. zool. - écol. anim.*, 4, 4, 529-536.

BOUCHÉ M.B. et BEUGNOT M., 1972. Contribution à l'approche méthodologique de l'étude des biocénoses. II. L'extraction des macro-éléments du sol par lavage-tamassage. *Ann. zool. - écol. anim.*, 4, 4, 537-544.

BOUCHÉ M.B., 1984 a. Les vers de terre. *La Recherche*, 156, juin 1984, 796-804.

BOUCHÉ M.B., 1984 b. Faune et flore telluriques : leur contribution à la fertilité des sols. *ACTA, C.R. Journées faune et flore auxiliaires en agriculture*, 4-5 mai 1983, Paris, 105-301.

BOUCHÉ M.B. and GARDNER R.H., 1984. Earthworm functions. VII. Population estimation techniques. *Rev. écol. biol. sol*, 21, 1, 37-63.

SATCHELL J.E., 1969. Method of sampling earthworm population. *Pedobiologia*, 9, 1/2, 20-25.

SPRINGETT J.A., 1981. A new method for extracting earthworms from soil cores, with a comparison of four commonly used methods for estimating earthworm populations. *Pedobiologia*, 21, 3, 217-222.

TERHIVUO J., 1982. Relative efficiency of hand-sorting, formalin application and combination of both methods in extracting Lumbricidae from Finnish soils. *Pedobiologia*, 23, 175-188.

PROTECTION DES ARBRES : une nouveauté dans la gamme des produits BASF (Activité compo)

DRAWIPAS® baume cicatrisant pour la protection des plaies de l'arbre et les plantes ligneuses, vient d'obtenir l'homologation.

® Marque déposée de
WACKER-Chemie GmbH

Composé d'une dispersion plastique spéciale et de deux fongicides, **DRAWIPAS**® forme une barrière physique et phytosanitaire de défense contre les agressions (champignons, humidité, gel, etc...).

Des essais réalisés sur plusieurs années ont confirmé l'excellente persistance et la résistance mécanique du film protecteur qui ne se décolle pas et ne se craquelle pas.

DRAWIPAS® s'applique facilement avec un pinceau. Il sera commercialisé en boîte de 1 kg et en seau de 5 kg.

DRAWIPAS® : homologation N° 8600148