EXEMPLAIRE RESERVÉ
Compliments de l'Auteur.
EXEMPLAIRE RESERVÉ
Publ n°2

Rev. Ecol. Biol. Sol, 1966, T. III, 1, p. 19 à 30

Application de la volumétrie à l'évaluation quantitative de la faune endogée

PAR

Marcel B. BOUCHÉ (1)

Les techniques zoologiques actuellement mises en œuvre pour assurer une évaluation des composantes faunistiques d'un milieu, passent par diverses étapes qui toutes posent de difficiles problèmes méthodologiques. Que ce soient les prélèvements d'échantillons, leurs analyses qualitatives, et surtout quantitatives, il est très souvent nécessaire de faire appel à des procédés dont l'intérêt est limité et l'utilisation fastidieuse.

Pour l'une des dernières étapes de ces analyses, l'estimation de la « quantité biologique », il est d'usage d'effectuer des mesures de biomasses en poids frais ou en poids sec, ou d'exprimer des résultats analogues sous forme de quantité de carbone ou d'azote. Si les mesures de carbone et plus particulièrement d'azote représentent mieux la masse biologique active, elles constituent, par les difficultés matérielles qu'elles impliquent, des techniques peu pratiquées en pédozoologie.

Il est par contre fréquent de voir exprimer les résultats en terme de poids frais. Ce procédé a reçu de larges applications pour les études d'Oligochètes, auxquelles nous nous intéressons particulièrement, par la pesée directe des animaux, soit à l'air libre, soit dans un pycnomètre (DOEKSEN, 1962).

Cette méthode présente cependant divers inconvénients, variables suivant les taxons envisagés. Chez les Oligochètes ils sont de deux ordres :

— erreur introduite par le contenu du tube digestif ;

— pour les petites espèces, oothèques et formes juvéniles, utilisation d'un matériel coûteux et délicat.

(1) Remis le 3 décembre 1965.

PRINCIPE DE LA MÉTHODE

Elle substitue à la recherche d'une biomasse celle d'un biovolume afin de permettre de réduire dans l'expression des résultats :

— l'importance des corps étrangers denses liés à l'élément biologique étudié (par ex. contenu du tube digestif des Vers de terre) ;

— l'importance des organes denses de réserves ou de soutien dont l'activité biologique est restreinte (carapaces calcifiées, squelettes, etc...).

Dans ce cas l'erreur introduite se trouve réduite dans la proportion suivante :

$$R = \frac{\text{Volume de l'élément dense}}{\text{Poids de l'élément dense}} = \frac{1}{\text{Densité de l'élément dense}}$$

Dans le cas des Vers de terre ce rapport peut être estimé de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{7}$ selon la nature du contenu du tube digestif.

DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DES VOLUMÈTRES

Nous avons été amenés à développer deux modèles de volumètre adaptés aux différentes tailles de la faune que nous étudions.

L'un (volumètre A) est destiné à la mesure de la macrofaune endogée, l'autre (volumètre B) est utilisé pour la mesofaune terricole.

A) *Principes communs aux volumètres A et B*

Les échantillons sont immergés dans un liquide. Le niveau du liquide est mesuré avant et après immersion, la différence permet de déduire le volume.

Les volumètres permettent une lecture précise grâce à l'utilisation d'un piston à canal interne qui réduit le diamètre du ménisque de lecture.

L'erreur absolue devenant ainsi théoriquement indépendante du volume du corps mesuré, il est possible de choisir une erreur relative tolérable.

B) *Description sommaire du volumètre A*

Le volumètre se compose de trois parties : une partie fixe, une partie mobile, un mécanisme de mouvement (fig. 1).

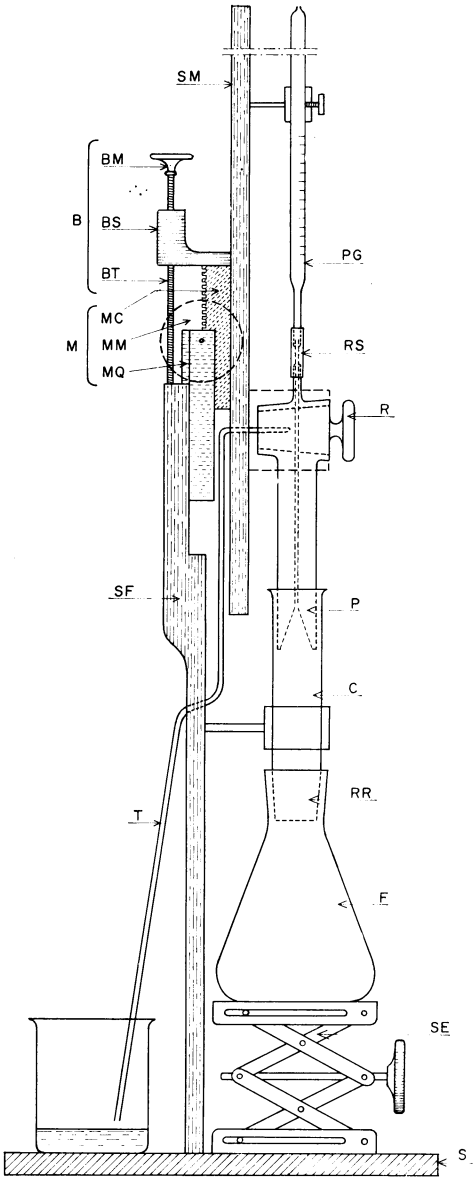

FIG. 1. — Volumètre A, vue d'ensemble — Partie fixe : C, cylindre ; F, flacon ; RR, raccord rodé ; S, socle ; SE, support élévateur ; SF, support fixe. Partie mobile : P, piston ; PG, pipette graduée ; R, robinet ; RS, raccord souple ; SM, support mobile ; T, tube d'évacuation. Dispositif de mouvement (M) : MC, crémaillère ; MM, molette ; MQ, glissière. Dispositif de butée (B) : BM, molette ; BS, support ; BT, tige filetée.

1° *Partie fixe.*

Le support fixe (SF) solidaire du socle (S) supporte le cylindre (C). La base du cylindre comporte un « rodage standard » (RR) permettant l'assemblage d'un flacon (F) maintenu sur un support élévaleur (SE).

2° *Partie mobile.*

Dans le cylindre coulisse un piston (P) qui comporte à son extrémité inférieure un cône débouchant dans un canal interne. Ce canal interne conduit à un robinet à trois voies (R) qui se raccordent à un tube d'évacuation (T) et dans une pipette graduée (PG) par l'intermédiaire d'un raccord souple (RS). Tout cet assemblage est fixé sur le support mobile (SM).

3° *Mécanisme de mouvement.*

Ce mécanisme comporte :

— une crémaillère (MC) permettant un mouvement lent du piston (P) à l'intérieur du cylindre (C) ;

— une glissière en queue d'aronde (MQ) permettant au piston de dégager rapidement le sommet du cylindre (C) ;

— une molette unique assure le fonctionnement de l'ensemble du mécanisme ;

— un dispositif de butée (B) limite la course du piston dans le cylindre.

C) *Fonctionnement du volumètre A*

1° *Mise à zéro initiale.*

Le flacon et le cylindre sont remplis d'un liquide convenable (eau, alcool, etc.). Le robinet (R) est réglé afin de permettre au liquide de remonter dans la pipette graduée. Le piston est descendu dans le cylindre jusqu'à la position basse, limitée par le système de butée.

Le support (SM) masquant le mécanisme de mouvement, le manipulateur ne voit alors que la molette (MM). Il contrôle l'entrée en fonction de la butée observant la remontée de la molette tandis que le piston reste fixe. En effet, la poursuite de la rotation de la molette entraîne cette remontée par réaction sur la butée (fig. 2 B → A).

Le liquide est alors monté dans la pipette graduée. On tourne le robinet (R) afin d'ajuster le niveau à la graduation de référence zéro ; l'excès de liquide est évacué par le tube (T).

2° *Introduction de l'échantillon à mesurer.*

Le piston est sorti du cylindre (C) par rotation en sens inverse de la molette (MM) (fig. 2 A → B → C). On dégage ensuite le sommet du cylindre en soulevant la molette qui entraîne ainsi toute la partie mobile grâce au jeu de la glissière (MQ) (Fig. 2, D). On introduit l'échantillon à mesurer dans le cylindre C, ce qui augmente le volume apparent du liquide.

3° *Mesure.*

La partie mobile est rabaissée (retour à la position C fig. 2). On descend ensuite le cylindre jusqu'à sa position de butée (fig. 2 B) ce qui se vérifie en constatant la montée de la molette (MM) (fig. 2 A). La variation du niveau du liquide à partir de la référence zéro traduit une augmentation de volume égale à celle de l'échantillon.

On peut aussitôt après la mesure d'un premier échantillon d'une série, effectuer une remise à zéro et répéter l'opération sur l'animal suivant ; c'est une lecture unitaire. Ou bien par introduction successive, sans remise à zéro on effectue alors des lectures de valeurs cumulées.

On retire les animaux de l'appareil en désaccouplant le flacon (F).

4° *Rôle du dispositif de butée.*

Le dispositif de butée (B) permet de régler avant toute manipulation la course maximale du piston dans le cylindre en agissant sur la molette (BM) pour régler la longueur de la partie de la tige filetée (BT) inférieure au support (BS).

Cela permet :

— de ménager un niveau d'eau assez bas dans le cylindre pour permettre l'introduction de l'échantillon dans le volumètre après mise à zéro.

— de limiter la course du piston dans le cylindre au minimum utile ce qui entraîne un gain de temps dans les opérations de mesure.

5° *Possibilité d'adaptation du volumètre.*

— En fonction de l'ordre de grandeur des individus mesurés on peut :
  — régler la course du piston au strict nécessaire (système de butée).
  — adapter grâce à un raccord souple (RS) des pipettes graduées de volume et de précision convenables.

— En fonction du volume total d'un lot d'échantillons on adopte un flacon (F) de dimension appropriée.

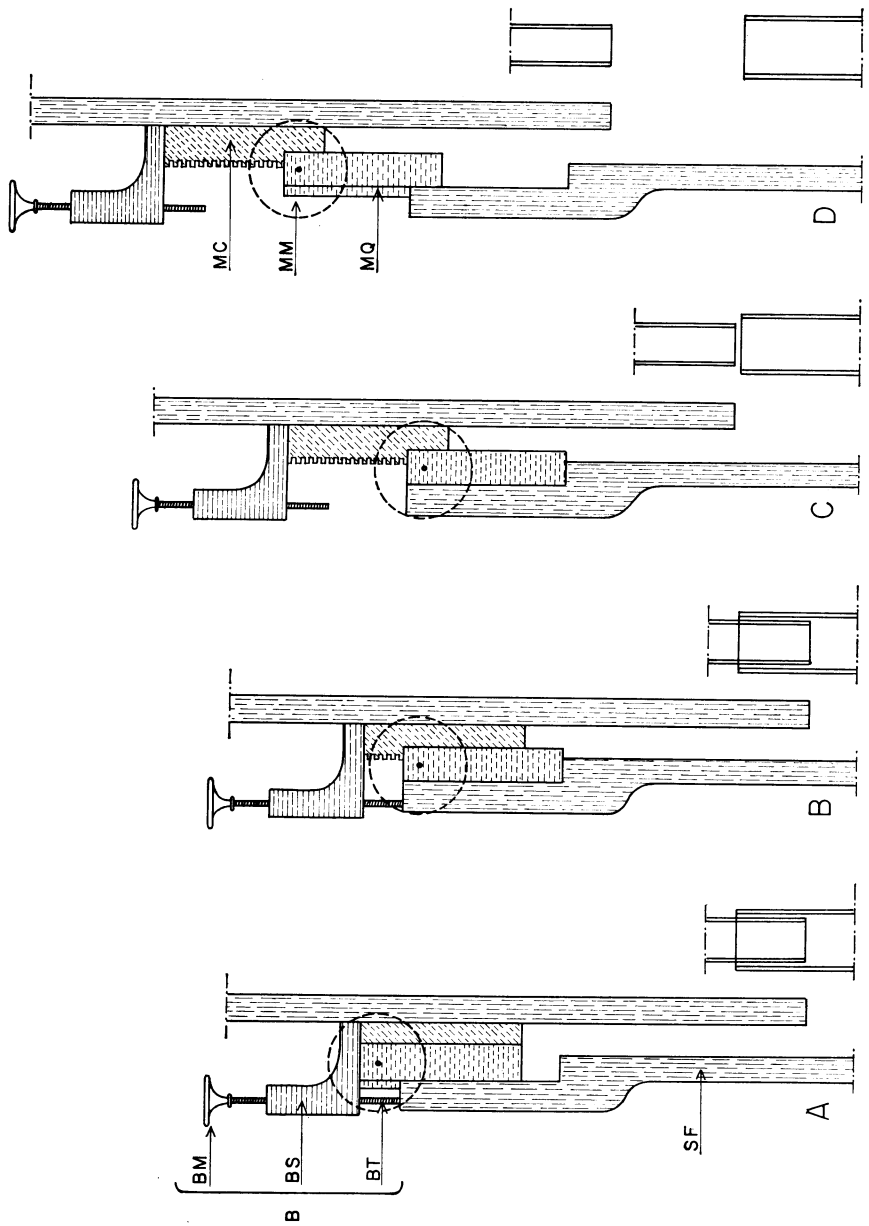

FIG. 2. — Volumètre A, détail du mécanisme — SF, support fixe. Dispositif (M) : MC, crémaillère, MM, molette ; MQ, glissière. Dispositif de butée (B) : BM, molette, BS, support ; BT, tige filetée.

6° *Performances.*

— Volume maximal mesurable : 20 cm^3 ;

— Volume minimal mesurable : 0,01 cm^3 ;

— Précision : elle est fonction de la pipette graduée adoptée, qui dépend du volume de l'objet mesuré. Avec les pipettes que nous utilisons, entre 1 et 20 cm^3, l'erreur relative est de 0,5 ‰.

— Justesse : elle est fonction :

— du joint du piston qui doit être parfait ;

— du volume du flacon F : plus celui-ci est petit, moins les éventuelles variations de température interviennent ;

— de l'état des parois : il ne doit pas rester de bulles d'air sur les parois. Il suffit d'ajouter un mouillant au liquide pour éliminer cet inconvénient.

— Stabilité : Il n'y a pas de problème de stabilité ; la lecture peut se faire immédiatement.

D) *Description du volumètre B* (fig. 3)

Le volumètre B constitue une version miniaturisée et simplifiée du volumètre A. Pour sa construction nous avons utilisé des cathéters en polyéthylène. Ces matériaux présentent, en effet, un certain nombre de propriétés qui ont été tour à tour utilisées : souplesse, uniformité du calibre interne, dilatation thermique négligeable. Comme dans le volumètre A on distingue trois parties.

Une partie fixe comprenant un support fixe (SF) solidaire d'un socle (S) qui maintient le cylindre (C). Ce cylindre fabriqué à l'aide d'un catheter de diamètre interne 1570 μ joue le rôle de réceptacle des animaux mesurés, le piston ne coulissant que dans sa partie supérieure.

La partie mobile comporte les éléments suivants : le piston (P) est fabriqué à partir d'un catheter de diamètre externe de 1520 μ, un petit « entonnoir » (E) confectionné à l'aide d'un tube capillaire en verre a été inclus à sa base et a pour fonctions :

— de réduire le diamètre interne du catheter-piston afin de permettre le raccordement de catheter de lecture (L) de diamètre interne 300 μ ;

— de dilater le catheter-piston à sa base afin de parfaire l'étanchéité du joint piston-cylindre.

L'ensemble de ce dispositif est fixé sur le support mobile (SM).

Le mécanisme de mouvement, beaucoup plus simple que dans le volumètre A ne comporte qu'une crémaillère (MC) commandée par une molette (MM). Il n'existe qu'une butée fixe, non réglable, limitant la position inférieure maximale du piston.

E) *Fonctionnement du volumètre B*

1° *Manipulation.*

Il n'y a pas de mise à zéro initiale. On remplit partiellement le cylindre (C) d'un liquide à l'aide d'une seringue. (Nous utilisons actuellement de l'eau

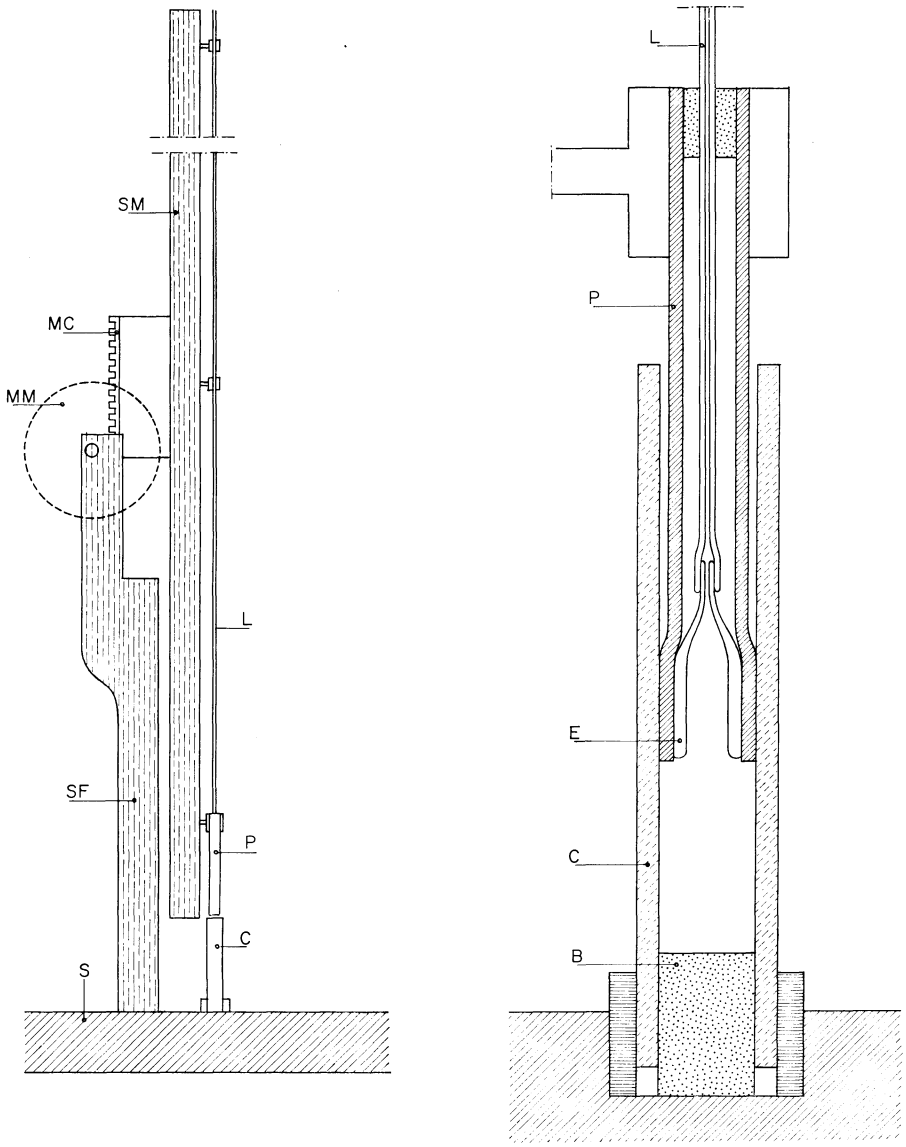

FIG. 3. — Volumètre B, — à gauche, vue d'ensemble, et à droite détail du cylindre à piston — Partie fixe : B, bouchon ; C, cylindre ; S, socle ; SF, support fixe. Partie mobile : E, « entonnoir » ; L, cathéter de lecture ; P, piston ; SM, support mobile. Dispositif de mouvement : MC, crémaillère ; MM, molette.

additionnée de quelques gouttes de vert de méthyl acétique). Le piston (P) est descendu jusqu'à sa position basse. On effectue alors une première mesure à l'aide d'une échelle millimétrique appliquée contre le cathéter de lecture (L). Il suffit alors d'introduire l'échantillon et de procéder à une deuxième mesure. La distance en millimètre séparant les deux positions est alors convertible en volume grâce à l'étalonnage du cathéter (L) (1 mm = 845.10^{-7} mm^3 pour celui que nous utilisons actuellement).

Il y a possibilité d'effectuer des lectures cumulées dans les limites de capacité du cylindre (C).

Les animaux qui s'accumulent au fond du cylindre sont retirés de celui-ci en enlevant le fond (bouchon (B)).

2° *Performances.*

— Capacité pratique du cylindre C : 50 mm^3

— Volume maximal mesurable : 1 mm^3

— Volume minimal mesurable : 845.10^{-7} mm^3

Ces deux dernières valeurs sont celles que nous obtenons avec le plus petit cathéter de lecture que nous adaptons à notre volumètre ; d'autres cathéters permettent un volume maximal plus élevé.

— Précision — elle est fonction de l'uniformité du calibre interne du cathéter (L). Celle-ci est excellente.

— Justesse : comme pour le volumètre A le joint piston-cylindre est très important, le diamètre externe de l'« entonnoir » (E) doit être choisi avec grand soin. Des goutelettes restent adhérentes à la paroi du cathéter de lecture : il faut pour éviter cette erreur effectuer un retrait lent du liquide.

— Stabilité : excellente, les lectures peuvent se faire immédiatement.

PRÉPARATION DES ANIMAUX

Avant d'effectuer une mesure, il est nécessaire de réaliser différentes manipulations, certaines présentent d'ailleurs un caractère facultatif. La précision des volumètres permettant de n'introduire qu'une très faible erreur relative, il est important de s'efforcer de réduire les autres causes d'imprécision intervenant avant usage de l'appareil dans l'établissement d'un biovolume. Nous n'aborderons dans ce chapitre que les opérations précédant immédiatement la mesure volumétrique.

A) *Vidage du tube digestif*

Cette opération est facultative la méthode volumétrique ayant justement l'avantage de réduire l'erreur introduite par le poids de terre contenu dans le tube digestif. Nous indiquerons dans une publication séparée une nouvelle technique de vidage.

B) *Nettoyage des animaux*

Avant d'effectuer une mesure il faut nettoyer les animaux de leurs souillures par un bain dans un cristallisoir d'eau propre.

Les souillures risquent en effet de fausser les mesures et d'obturer le volumètre.

C) *Mise en équilibre hydrique*

Ce problème n'a pas encore été élucidé dans notre laboratoire. Il semble néanmoins qu'il serait souhaitable de maintenir les Vers de terre vivant dans un bain d'eau afin qu'ils acquièrent un volume standard, indépendant de l'état d'anhydrobiose relative dans lequel ils peuvent se trouver antérieurement. Les vers de terre perdant 75 % de leur eau (soit 65 % de leur poids total) sans mourir (Roots, 1956, Schmidt, 1957 cités dans Laverack, 1963) et gagnant 15 % de leur poids normal dans l'eau pure (Wolf, 1938-1940 cité dans Laverack, 1963) il semble qu'il serait souhaitable de définir des conditions optimales de « prétraitement » pour les animaux vivants. Il n'est cependant pas certain que ces variations énormes de poids se traduisent aussi fortement en volumétrie.

D) *Egouttage*

Les animaux sont égouttés sur un tamis, dans une atmosphère saturée d'eau pendant quelques minutes afin de réduire les erreurs de mesures dues à l'eau externe.

Nous évitons de sécher avec une toile, cette pratique entraînant des variations, suivant :

— le type de toile utilisé ;

— l'opérateur ;

— l'espèce animale ;

— les individus dans une même espèce (état physiologique) rejet de mucus et de fluide coelomique, etc...).

DISCUSSION

La méthode volumétrique décrite ci-dessus peut, à côté des autres procédés, apporter de nouvelles possibilités dans les études quantitatives. Elle rend possible de suivre pendant de longues périodes le développement des animaux terricoles, ceux-ci tolérant généralement très bien d'être plongés dans l'eau (leur milieu endogé étant relativement très humide ; une partie de la faune vivant d'ailleurs dans le liquide intersticiel du sol).

La diminution de l'erreur relative due au contenu du tube digestif a pour conséquences :

— de limiter dans les interprétations l'interférence de l'évolution des éléments inertes denses sur celle du poids biologiquement intéressant de l'animal ;

— de réduire à un même instant la variabilité entre individus.

Nous pensons que c'est lors de l'appréciation des quantités biologiques dans le cadre d'une étude synécologique que cette technique peut, à côté du classique procédé de pesée, apporter d'utiles améliorations. Cette pratique peut en

effet exprimer aussi bien la productivité que l'évolution annuelle de la quantité biologique d'un taxon. Entre différents groupes elle devrait permettre de procéder à une mesure plus représentative de l'importance de certains d'entre eux. Par exemple les Diplopodes, ou les Isopodes terrestres aux exosquelettes très denses sont surestimés par la pesée par rapport à la plupart des autres composants de l'écosystème. Il en est de même de beaucoup de vertébrés à squelettes, écailles ou carapaces développés. La pratique de la volumétrie semble pouvoir remédier à cet inconvénient, les organes denses intervenant dans les résultats proportionnellement à leur volume, comme les autres organes, l'expression numérique obtenue refléterait mieux leur importance biologique.

Inversement cette technique n'est pas recommandable pour les animaux vivants difficilement mouillables, ou pour ceux munis de cavités aériennes internes importantes (systèmes trachéens, phyllotrachées, etc.).

Il est évidemment bien certain que le choix de la méthode dépendra avant tout du programme d'étude envisagé et des caractéristiques du matériel étudié.

Une utilisation particulière intéressante de ce procédé semble pouvoir être faite lors de l'établissement d'une diagnose dans un travail systématique sur les Oligochètes. Il est d'usage de publier la longueur et la largeur de l'animal étudié ; ces paramètres sont éminemment variables en fonction de l'état de contraction de l'animal au moment de la mesure. Le volume, par contre, est indépendant des mouvements de l'animal et constitue une donnée numérique complémentaire plus facilement utilisable.

D'un point de vue pratique les appareils que nous décrivons peuvent se substituer à un matériel de pesée coûteux et délicat d'emploi. La manipulation est très rapide, il n'est pas en effet nécessaire d'attendre une stabilisation comme dans une balance, ni de retirer les objets déjà mesurés. La seule manœuvre indispensable consiste à introduire le spécimen dans l'appareil. Par ailleurs la grande adaptativité du volumètre A, tend à réduire au strict minimum cette unique opération.

Il est enfin possible de maintenir les animaux dans un liquide ayant une température physiologiquement adéquate.

Nous pensons donc qu'à côté des procédés déjà couramment pratiqués en pédozoologie cette méthode permettra d'obtenir plus commodément des données numériques exprimant mieux la quantité biologique de certains taxons.

De nombreux autres problèmes liés à cette méthode n'ont pas encore été abordés, par exemple l'étude d'une éventuelle variation de volume consécutive à un traitement de l'échantillon par un liquide fixateur. Cette étude permettrait le calcul d'un facteur de correction pour l'expression des résultats obtenus à partir d'animaux mesurés après fixation. Ce problème ne semble pas négligeable M. J. E. SATCHELL (communication personnelle) a constaté une variation de poids après un tel traitement. Par ailleurs nous nous proposons dans un travail ultérieur d'établir les relations entre biomasse, biovolume, quantité d'azote et de carbone chez certains lombricidés. Signalons enfin que nos volumètres sont loin d'atteindre la limite technique de la méthode et pourraient être adaptés à d'autres programmes d'études.

LABORATOIRE DE FAUNISTIQUE,
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
VERSAILLES - FRANCE.

APPLICATION DE LA VOLUMÉTRIE A L'ÉVALUATION QUANTITATIVE DE LA FAUNE ENDOGÉE

RÉSUMÉ

La méthode proposée vise à substituer pour certains groupes et particulièrement pour les Oligochètes terricoles une méthode volumétrique aux techniques pondérales. Elle réduit ainsi l'erreur relative introduite par les éléments denses, biologiquement inactifs ou peu actifs, liés aux spécimens étudiés.

Nous proposons à cet effet deux modèles de volumètres permettant une exécution rapide des mesures de la macrofaune et mésofaune endogée.

On procède par immersion des échantillons ; un dispositif permet une lecture précise des différences de niveau.

Par ailleurs le problème de la préparation des animaux, avant la mesure, est abordé.

VOLUMETRY APPLIED TO THE QUANTITATIVE EVALUATION OF THE TERRICOLOUS FAUNA

SUMMARY

The proposed method aims to substitute a volumetric method for the ponderal techniques, in the case of certain groups, and especially of the terricolous *Oligochetae*. It thus reduces the relative error introduced by the biologically little active or inactive dense elements bound to the specimens studied.

We therefore propose two types of volumeters allowing to perform rapidly the measurements of the terricolous macro and mesofauna.

We proceed by immersing the samples ; an device allowes a precise reading of the level differences.

The problem on the preparation of the animals before carrying out the measurements is also dealt with.

ANWENDUNG DER VOLUMETRIE AUF DIE QUANTITATIVE SCHATZUNG DER BODENFAUNA

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorgeschlagene Methode versucht, für gewisse und besonders für die terrikolen Oligochäten die Techniken des Abwägens durch eine volumetrische Methode zu ersetzen. Auf diese Art wird der durch dichte, biologisch nicht oder

wenig aktive, an die untersuchten Proben gebundenen Elemente eingebrachte relative Fehler verringert. Zu diesem Zwecke schlagen wir zwei volumetriche Apparate vor, die eine rasche Ausführung der Messungen der Makro-und Mesofauna des Bodens gestatten. Die Proben werden der Immersion unterworfen; eine Einrichtung gestattet ein genaues Ablesen der Niveauunterschiede. Ausserdem wird das Problem der Präparation der Tiere vor der Messung erwähnt.

BIBLIOGRAPHIE

DOEKSEN J. — 1962. — Het vaststellen van groei bij regenwormen Jaarboek I.B.S. 195, 173-175.

LAVERACK M. S. — 1963. — The physiology of earthworms. International series of monographs on pure and applied biology. Pergamon Press. Oxford.

Compliments de l'Auteur.

EXEMPLAIRE RÉSERVÉ

Pedobiologia, Bd. 7, S. 88—92 (1967)

Centre National de Recherches Agronomiques
Station Centrale de Zoologie Agricole, Versailles S.-&-O.)[1])

Un nouvel appareil de tri pour la faune endogée

Par Marcel B. Bouché

Avec 2 figures dans le texte

(Reçu 6. IV. 1966)

Synopsis

Article scientifique original · Original scientific paper · Wissenschaftliche Originalmitteilung

Après une brève introduction posant le problème du tri d'échantillons fauniques en Pédozoologie, une description critique succincte des principaux types d'appareils actuellement proposés par différents auteurs permet d'établir les conditions nécessaires à la réalisation d'un dispositif de tri.

Un appareil original est ensuite décrit. Il est composé de deux parties, un aspirateur-collecteur et une pompe dont le fonctionnement est basé sur le principe des vases communicants.

Quelques conséquences pratiques sont exposées en conclusion.

After a brief introduction which exposes the problem of sorting of faunistical samples in Pedozoology, a concise critical description of the apparatus proposed at the present time by different authors allows to determination of the necessary conditions for the construction of a sorting device.

An original apparatus is then described. It consists of two parts, an aspirator-collector and a pump which works according to the principle of communicating vases.

In conclusion, a few pacatical consequences are presented.

Nach kurzer Einleitung, welche die Probleme der Sortierung faunistischer Proben in der Pedozoologie darstellt, erlaubt eine kurz gefaßte kritische Beschreibung der wichtigsten von verschiedenen Autoren vorgeschlagenen Apparatetypen, die für die Herstellung einer Sortiervorrichtung notwendige Bedingungen zu bestimmen.

Es wird dann einen Originalapparat beschrieben.

Dieser besteht aus zwei Teilen, einem Sammelsauger und einer Pumpe; sein Betrieb beruht auf dem Prinzip der kommunizierenden Röhren.

Zum Schluß werden einige praktische Schlußfolgerungen gezogen.

Plan

1. Introduction 88
2. Appareils déjà décrits 89
3. Qualités souhaitables pour un appareil 89
4. Description de l'appareil de tri; 4.1. Aspirateur-collecteur; 4.2. Pompe aspirante . . . 90
5. Conséquences pratiques 90
6. Remerciements 92
7. Littérature 92

1. Introduction

La méthode proposée a été essentiellement élaborée pour effectuer le tri de la faune endogée mesurant environ 0,1 à 15 mm, mais elle pourrait convenir également pour tous éléments ayant une taille du même ordre.

1) Nouvelle adresse v. p. 92.

Le tri doit être effectué dans un milieu liquide; ce milieu est d'ailleurs normalement utilisé pour la collection de la faune dans la plupart des méthodes d'extraction. Qu'il s'agisse de modes de capture des animaux hydrobiontes (Appareil de Baermann, de Seinhorst, . . .) des animaux hygrophiles (Appareil de Berlèse-Tullgren), ou de procédés d'extraction «totale» (Salt et Hollick; d'Aguilar, Bénard et Bessard) les animaux sont collectés dans un liquide conservateur.

Dans le cadre des études d'écologie quantitative il est nécessaire d'effectuer le tri d'un grand nombre d'individus, cette manipulation constitue l'un des facteurs limitant l'extension des programmes de recherches, Certains auteurs ont donc travaillé à l'amélioration du rendement de cette phase du travail.

2. Appareils déjà décrits

Les améliorations apportées au tri ont notamment porté sur les outils de préhension (Aiguilles, pinceaux, fourchettes de bambou etc.). Un procédé souvent utilisé consiste à prélever les animaux par succion à l'aide d'une pipette. Dans ce cas les animaux tendent à rester dans la partie prolongeant le retrécissement de la pipette car le courant du liquide est très affaibli à ce niveau (en général de $^1/_{10}$ à $^1/_{20}$ de celui de l'orifice d'absorption).

Hesling (1962), s'inspirant de l'aspirateur utilisé en entomologie, propose un appareil très simple pour effectuer la capture des kystes de Nématodes: ceux-ci sont pompés directement dans un tube-récepteur et ne peuvent quitter ce tube étant retenus par un filtre de coton.

E. von Törne (1964) décrit des aspirateurs utilisant le même principe; un compteur électrique peut être couplé avec les appareils. Une aspiration, constamment entretenue, est déviée pendant le non fonctionnement de l'appareil. Les animaux ne sont cependant pas directement récoltés dans les tubes de conservation.

G. Vannier (1964) propose un appareil assez complexe faisant à la fois intervenir la succion et le dépôt des animaux par gravité. Le même auteur (Vannier, 1965) décrit un système de tri n'utilisant que la pesanteur; les animaux se sédimentent au fond d'un puits directement raccordé à une coupelle de tri de forme originale, ainsi les divers groupes sont séparés successivement.

L'aspiration dans les appareils à succion est généralement assurée par le manipulateur lui-même, ou par une trompe à vide. Dans les deux cas il est difficile d'obtenir une aspiration régulière sans à-coup ni refoulement.

Vannier (1964) limite le refoulement en introduisant dans son appareil une valve en verre rodé et assure un contrôle de l'aspiration par un robinet de réglage (ce qui nécessite l'usage d'une main). E. von Törne utilise l'aspiration produite par une petite pompe. Ford (1957) décrit un dispositif assurant une faible succion grâce à une différence de niveau de liquide. L'aspiration dont les variations sont atténuées par un tube capillaire limitant le débit, présente cependant une irrégularité. Le système de commande est complexe et mal commode.

Signalons enfin que les procédés faisant appel à la gravité posent comme axiome que les animaux se sédimentent. Or ce n'est pas toujours le cas notamment avec des individus vivants nageurs ou des exemplaires non mouillés dans les liquides fixateurs (Collemboles, etc.).

3. Qualités souhaitables pour un appareil

A partir de ces données je me suis efforcé de dégager les conditions nécessaires à la réalisation d'un appareil de tri.

Ce sont:

1°) Aspiration directe de la faune dans un tube récepteur.

2°) Conservation de la faune dans le tube récepteur sans transfert ultérieur.

3°) Utilisation d'une pompe à succion faible, régulière et réglable.
4°) Adoption d'une pipette à voie constante, ce qui implique un flux liquide régulier.
5°) Possibilité d'utiliser l'appareil pour une faune fragile ou/et vivante.
6°) Commande de fonctionnement ne nécessitant que l'usage d'une seule main.
7°) Construction simple n'exigeant aucun moyen technique particulier.
8°) Contrôle absolu d'un fonctionnement évitant toutes pertes et permettant un comptage rigoureux.
9°) Utilisation n'exigeant aucune source d'énergie.

4. Description de l'Appareil de tri

L'appareil peut se décomposer en deux parties: l'aspirateur-collecteur d'une part, et la pompe aspirante d'autre part.

4.1. Aspirateur-collecteur

Cet organe (fig. 1) comprend un tube-pipette à diamètre interne constant (T. P.) qui aspire le liquide de la coupelle et entraîne directement les animaux choisis dans le tube récepteur (T. R.). Ce tube (T. R.) est amovible et constitue le récipient où seront conservés les échantillons triés.

Le surplus de liquide est pompé à travers une crépine en acier inoxydable empêchant les animaux de quitter le tube récepteur (vide des mailles = 53 μm). Cette crépine est fixée sur un tube (T. S.) en silicone souple s'obturant très facilement par compression. Sur le tube (T. S.) s'abouche un tube (T. A.) qui permet à l'aspiration produite par la pompe d'être effective dans l'aspirateur. Cette aspiration entraîne le liquide de conservation dans un flacon de récupération (F. R.). Le tube (T. A.) est de gros calibre afin d'annuler les effets parasites dûs aux forces de tension des liquides.

En position de non fonctionnement un presseur (P.) écrase le tube souple contre le boitier (B.) et interdit ainsi à l'aspiration d'avoir lieu au niveau du tube-pipette. Cet écrasement est obtenu grâce à l'action du ressort (R.) toujours maintenu en tension; par le réglage convenable de l'écrou (E.) il est possible d'ajuster cette tension au minimum.

Une pression exercée sur le bouton de commande (B. C.) permet de décoler le presseur du boitier et de rétablir l'aspiration à travers tout l'appareil.

Le manipulateur n'utilise qu'une main pour assurer le fonctionnement de l'aspirateur-collecteur qu'il tient à la manière d'un pistolet. Aucune vis ni robinet ne sont à manipuler; il garde l'autre main disponible pour manoeuvrer le binoculaire ou la coupelle de tri.

Il eût été possible de coupler au bouton de commande un compteur électrique ou mécanique, mais j'ai rejeté cette solution qui oblige à capturer un individu et rien qu'un individu à chaque déclanchement. Il m'a semblé préférable de laisser à l'utilisateur le jugement du nombre des animaux effectivement pompés. Un compteur mécanique à pédale permet l'enregistrement numérique.

Il est à remarquer que la perte d'animaux, ou le mélange de ceux-ci est matériellement impossible: le tube-pipette étant lisse et de calibre régulier; un animal le traversant est entraîné par un flux constant jusqu'au tube récepteur. Le tube-pipette est transparent ce qui permet d'effectuer un contrôle visuel.

4.2. Pompe aspirante

4.2.1. *Description*

La force entraînant la pompe est exercée par le poids d'une colonne d'eau. Cette colonne est située entre les niveaux inférieur et supérieur d'un siphon dont le liquide est en déséquilibre. Dans l'appareil décrit, l'écart des niveaux est réglable et un dispositif de flottation permet de maintenir cet écart constant au cours du fonctionnement.

La pièce principale de l'appareil (fig. 2) est constituée par un flacon renversé (F. F.) rempli d'eau et duquel partent deux tubes. L'un des tubes (T. E.) fixé au niveau du goulot et ne pénétrant pas dans le flacon assure l'évacuation de l'eau; tandis que l'autre (T. A.) entrant profondément aspire à l'extérieur un volume d'air équivalent à l'eau évacuée.

Le tube (T. E.) débouche dans l'atmosphère à un niveau (P. A.) inférieur à celui du liquide contenu dans le flacon; la différence de ces niveaux, Δ H, mesure en millimètres d'eau la dépression obtenue par la pompe. Lorsque le flacon se vide la valeur Δ H tend à s'annuler. Afin de corriger cette variation le flacon (F. F.) flotte dans le bac (B. F.): il s'élève au fur et à mesure qu'il s'allège de son contenu d'eau, de sorte que la différence des niveaux reste quasi-constante. (En fait le niveau du liquide supportant le flacon (F. F.) tend à baisser légèrement au cours du fonctionnement, mais cette variation est négligeable si la surface de ce liquide est suffisamment grande.)

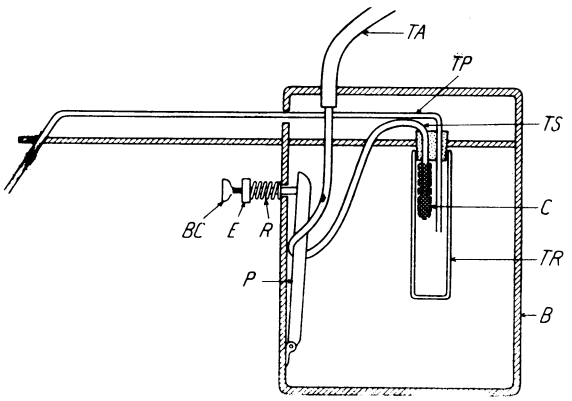

Fig. 1. B. boîtier; B. C. bouton de commande; C. crépine; E. écrou de réglage; P. presseur; R. ressort; T. A. tube d'aspiration; T. P. tube pipette; T. R. tube récepteur; T. S. tube souple.

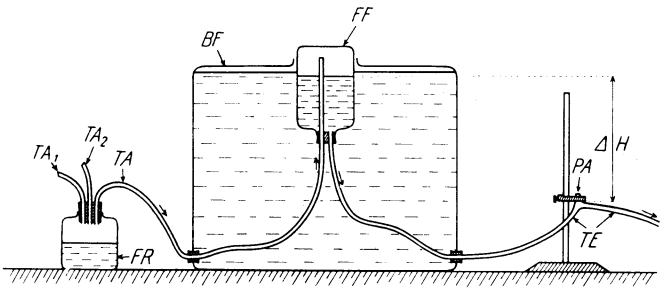

Fig. 2. B. F. bac de flottation. — F. F. flacon flotteur. — F. R. flacon de récupération. — P. A. prise d'air. — T. A. tube d'aspiration (vers la pompe); T. $A._1$, T. $A._2$, . . ., tubes d'aspiration à partir des aspirateurs-collecteurs; T. E. tube d'évacuation.

4.2.2. *Fonctionnement*

Le remplissage du flacon-flotteur (F. F.) est très facile par la voie du tube (T. E.) (P. A. étant obturé); le tube T. A. débouche alors dans l'atmosphère et évacue l'air du flacon. C'est l'inverse du fonctionnement normal.

Après cette opération préliminaire le tube (T. A.) est abouché au flacon (F. R.); la valeur Δ H est convenablement choisie par réglage du niveau de la prise d'air (P. A.).

L'écoulement de l'eau dans le tube (T. E.) n'est possible que si l'air entre dans le flacon-flotteur. En appuyant sur le bouton de commande de l'aspirateur-collecteur le manipulateur permet ce mouvement de fluides. Il est à noter que le liquide de conservation pompé peut influer sur l'équilibre de la pompe; ce phénomène ne se manifeste pas si la coupelle de tri, l'aspirateur-collecteur et le flacon de récupération sont approximativement au même niveau.

Le volume d'eau s'écoulant de la pompe égale le volume de liquide fixateur aspiré et récupéré. Avec un flacon-flotteur d'un litre il est possible d'aspirer une quantité équivalente de liquide conservateur, ce qui permet de nombreux tris sans que la recharge de la pompe soit nécessaire.

Nous choisissons généralement un Δ H voisin de 250 mm (soit environ Δ P = 18 mm de Mercure) mais ce choix varie en fait en fonction de la concentration faunique de l'échantillon à trier: pour une forte concentration il faut réduire cette dépression afin de pouvoir suivre exactement le nombre d'animaux aspirés.

5. Conséquences pratiques

Dans certaines études il est nécessaire de réaliser la préparation microscopique de la faune étudiée; il est alors préférable de ne pas effectuer un tri préliminaire et de préparer directement les animaux capturés. Néanmoins il est de nombreux cas où il faut assurer un tri des échantillons en milieu liquide; soit que les animaux relèvent de techniques d'études différentes, soit qu'ils doivent être répartis entre différents spécialistes, soit que le comptage définitif puisse être effectué directement sous la loupe binoculaire.

L'appareil que nous décrivons ne nécessitant aucune installation particulière (électricité, eau sous pression) conviendra particulièrement pour les laboratoires de campagne, son fonctionnement étant totalement autonome.

Signalons enfin qu'il est possible de brancher sur le flacon de récupération plusieurs aspirateurs et que l'on peut ainsi séparer simultanément différents groupes d'animaux d'une récolte; la constitution des fractions fauniques ne s'effectue plus par épuisements successifs de l'échantillon trié, ce qui entraîne un gain de temps notable.

Nous avons effectué à l'aide de cet appareil le comptage de plusieurs milliers d'Enchytraeidae dans de très bonnes conditions d'efficacité. Nous pensons que ce dispositif, qui réduit le tri au minimum logique (reconnaissance, capture et comptage des échantillons), pourrait rendre des services similaires pour de nombreux autres usages (Nématodes, Microarthropodes, formes vivantes nageuses, oeufs, kystes, etc.).

6. Remerciements

Je tiens à remercier le Dr. J. d'Aguilar pour les conseils qu'il m'a donné au cours de la préparation de cette publication.

7. Littérature

Ford, H. W., 1957. A source of controlled vacuum for pipetting nematodes. Plant. dis. rep., **41**, 2, 89—90.

Hesling, J. J., 1952. An improved method of separating eelworm cysts from débris. J. Helminth., **26**, 2/3, 69—70.

Törne, E. von, 1964. Hilfsmittel zum Fang und zur Zählung von kleinen Bodentieren. Pedobiologia, **4**, 4, 265—268.

Vannier, G., 1964. Description d'un appareil à trier la microfaune. Rev. Ecol. Biol. Sol. **1**, 1, 67—71.

— 1965. Coupelle à trier la microfaune du sol. Rev. Ecol. Biol. Sol. **2**, 1, 49—52.

Adresse de l'auteur: M. Bouché, Laboratoire de Pedozoologie, Centre de Recherches Agronomiques du Centre-Est — 7, rue Sully, 21 Dijon (France).