

<https://doi.org/10.3176/biol.1968.1.04>

P. RAHNO

DE L'APPLICATION D'UN NOUVEAU DISPOSITIF DESTINE A LA PREPARATION DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DU SOL

Au cours des études sur les rapports de la formation et de la genèse du sol ainsi que de la fertilité du celui-ci, il serait indispensable de terminer le composé, la quantité et la dynamique de l'évolution des microorganismes qui colonisent le sol. Les dernières dix années, à côté des observations microbiologiques du sol, une nouvelle branche de science — la fermentologie — s'est occupée de l'investigation de la biogénésie du sol. On a constaté dans le sol l'existence de diverses enzymes, provenues des produits d'activité vitale des microorganismes et des végétaux, et qui exercent une influence directe sur tout le processus biochimique du sol.

Quelle que soit la méthode appliquée de détermination de la quantité et de l'activité des microorganismes du sol, ainsi que le contenu et l'activité des enzymes pour effectuer des analyses correspondantes, il est inévitable tout d'abord d'obtenir les échantillons du sol, des échantillons qui correspondraient le plus exactement possible à l'état moyen et au type du sol à étudier. Malgré la simplicité apparente de l'obtention de pareils échantillons, le problème en question n'est pas résolu jusqu'à présent, d'une manière satisfaisante, quoiqu'on s'en occupe déjà un demi-siècle. Le fait est, que nos sols des champs ordinaires, encore moins ceux des forêts, des pâturages et d'autres lieux, peuvent servir comme fournisseurs de semblables échantillons seulement au cas exceptionnel, dû à leur disparité trop excessive.

Les bases d'une telle disparité se sont créées dès la formation primaire de la surface du sol sous l'influence de très différents agents géologiques, particulièrement dans les régions de sols carbonates et podzoliques. Ultérieurement, la croissance inégale des végétaux et l'accumulation de leurs restes dans le sol, de même que des excréments et des cadavres d'animaux pendant de milliers d'années, ont augmenté la disparité du sol. L'activité de l'homme n'a pas beaucoup contribué à l'écartement d'une telle disparité, au contraire, dans des cas nombreux, elle l'a même augmentée. L'application des engrais, la cultivation des différentes plantes en rangée ou en nid, l'élevage du bétail, etc. ont contribué à la création des microzones différentes par leur contenu et leur caractéristique. Il s'en suit que les échantillons du sol des champs, même à une distance de quelques centimètres seulement peuvent démontrer, selon le contenu des microorganismes et des enzymes, la variété des différences plus de dix ou cent fois.

Un des premiers qui fit attirer l'attention sur l'irrationalité d'exécution des analyses microbiologiques du sol au microfloire instable et non-typique, fut S. N. Vinogradsky. Il publia son article «De la méthode», en 1925 (républication dans le recueil en 1952). Vinogradsky recommande pour des analyses «... de recourir au terrain auquel aucun engrais n'a pas été appliqué le plus longtemps possible, au moins pendant trois ans, et de le garder tout le temps en jachère noire très pure». Il est regrettable que cette recommandation soit suivie trop peu.

L'hétérogénéité de la répartition des microorganismes dans le sol est également indiquée dans la monographie de N. A. Krassilnikof de l'U.R.S.S. (1958) où sont publiées les données des recherches spéciales sur ce sujet. Krassilnikof estime que «les données des analyses isolées mènent à des conclusions erronées sur la répartition régulière de différentes espèces des microorganismes dans les sols.»

La majorité des microbiologistes tâchent de suppléer l'influence de la disparité du sol, laquelle empêche les analyses précises, en augmentant le nombre des échantillons, et en faire un mélange. M. V. Feodorof de l'U.R.S.S. (1951) propose de prendre d'un hectare du sol jusqu'à 500 échantillons des lieux différents indiquant, qu'on peut en restreindre le nombre de dix fois, mais il faut en prendre une moyenne de 500 grammes, et il faut surtout observer, que les appareils qui servent pour la prise des échantillons soient strictement stériles.

Toutefois, pour effectuer même une seule analyse des cinquante échantillons stériles, sans parler de cinq cents, exigerait tant de travail, que fort peu de microbiologistes peuvent suivre cette recommandation. Outre cela, il faut noter que, si parmi les 50 échantillons un ou deux ont un contenu considérablement augmenté par des microorganismes, par exemple, plus de 100 à 300 fois, ce qui est bien probable, prenant en considération une telle quantité d'échantillons, les résultats des analyses seront déjà déformés. C'est pourquoi il serait souhaitable de ne pas mélanger les échantillons, mais de faire les analyses séparément et soumettre les résultats obtenus à une analyse statistique. On peut bien imaginer, combien accroîtra le volume de travail à l'exécution d'un tel mode d'analyse.

Une recommandation plus réservée, mais de quelque peu plus vague, a été présentée par un collectif des auteurs de l'U.R.S.S. (G. L. Selibère, et d'autres, 1962), où on propose de composer un mélange d'échantillons, «pris au moins de cinq points différents», en mentionnant, que plus grand est la superficie du champ à analyser, plus grand est le nombre des échantillons individuels à prendre.

Il nous semble qu'une telle méthode de prise des échantillons du sol peut être rationnelle pour effectuer les études écologiques sur la répartition des microorganismes si on fait des analyses une seule fois; mais que les erreurs des résultats à l'exécution des analyses répétitives en seront totalement défigurées. Il est aussi difficile d'effectuer des analyses dans les conditions peu favorables du sol, comme p. ex. après une pluie battante, aux premiers jours de printemps ou bien tard en automne, sans parler de la prise des échantillons en hiver dans le sol gelé.

Actuellement il y a une divergence d'opinions entre les fermentologistes sur la question de fournisseur principal des enzymes dans le sol. Les botanistes affirment, que ce sont les végétaux, les microbiologistes à leur tour attachent l'importance principale aux microorganismes. En appliquant les méthodes courantes de prise des échantillons du sol pour des analyses, la solution de cette question, au moins dans les conditions naturelles, est impossible. Il serait bien naïf de supposer que les plantes supérieures excrètent seulement les enzymes dans la proximité de leurs

racines principales, et à quelques centimètres plus loin, dans les interrangs, leur influence disparaîtra. Les recherches sur l'influence des plantes supérieures dans les conditions de champ serait seulement possible si l'on isolait des coupes spéciales sans aucune végétation.

Procédant à l'exécution des études acquises durant de longues années sur la dynamique quantitative saisonnière des microorganismes du sol, on se heurte immédiatement à la question de méthode appliquée à la prise des échantillons du sol. Au début des années de 1954/55, on a essayé de prendre des échantillons d'une petite coupe choisie spécialement, la plus uniforme possible (2×2 m), en la gardant «en jachère très pure». Il s'est avéré pourtant que les échantillons parallèles donnent quelquefois les nombres bien divergents des microorganismes. Il fallait arriver à la conclusion que dans les sols naturels, rien ne peut garantir l'éventualité de sélection des microorganismes d'une coupe, dont le contenu est entièrement uniforme. Il fallait penser à la possibilité de créer de telles coupes, où le sol serait le plus uniforme possible, en y gardant les conditions les plus proches aux sols naturels, donc il fallait exclure la possibilité de prise des échantillons de n'importe quels petits vaisseaux.

Les agrochimistes, rencontrant de pareilles difficultés au cours de leurs études, ont commencé à appliquer des lysemètres: ce sont de grandes boîtes en béton, bâtis dans la terre, au drainage artificiel dans le fond. Il se révélait qu'en modifiant la construction de ces lysemètres, on pourrait les appliquer aussi pour des analyses microbiologiques du sol. Il suffisait d'écarter le fond à étanche d'eau, le drainage et les dispositifs d'écoulement; utiliser les matières qui laissent librement passer l'eau afin d'assurer l'isolation des couches de sol étendues sous la boîte.

Le premier «lysemètre» fut bâti en 1956 à la station expérimentale de Tallinn de l'Institut d'Agriculture de l'Académie des Sciences de la R.S.S. d'Estonie. C'était une boîte sans fond, fabriquée de planches à 2 cm, dont le bas était isolé avec une couche de blocage en chaux (l'imperméabilité de passage des microorganismes par une telle couche de blocage fut contrôlée par l'expérience spéciale de laboratoire). La surface de la boîte était de $1,8 \times 1,8$ m et on l'a remplie d'une couche de 45 cm de sol de gazon glaiseux arénoargileux, léger et neutre, tamisé par une claie aux trous de 0,5 cm, mélangé soigneusement. On a commencé par prendre les échantillons de deux parallèles et de deux horizons de 5 et 25 cm, dont les analyses ont été effectuées séparément. Cette étude mettait en évidence, que les résultats des analyses parallèles et des horizons en correspondance ne se différaient pas plus que les résultats des analyses faites d'un seul échantillon.

Au début de nos études nous avons tâché de conserver le nom de «lysemètre» pour un pareil dispositif, mais les pédologues, et cela avec raison, se sont mis à opposer à ce terme. En effet, aucune étude du lysis, du mouvement d'eau dans le sol et du lessivage des composés chimiques, n'était pas praticable dans une boîte sans fond, évidemment ce n'était non plus le but de nos recherches. En tenant compte de tout cela on donna à l'appareil le nom de biomètre, car celui-ci correspondait plus exactement à ses fonctions, c'est-à-dire, c'est le dispositif qui sert à étudier la vie dans le sol.

En estimant que les données obtenues de notre premier biomètre, satisfaisaient totalement nos demandes, nous en avons construit d'autres. A présent nous en avons 36 dont la construction est plus perfectionnée. Au lieu des planches on a commencé d'employer le béton, la surface fut élargie de quelque peu, d'abord à 2×2 m, puis à $1,6 \times$

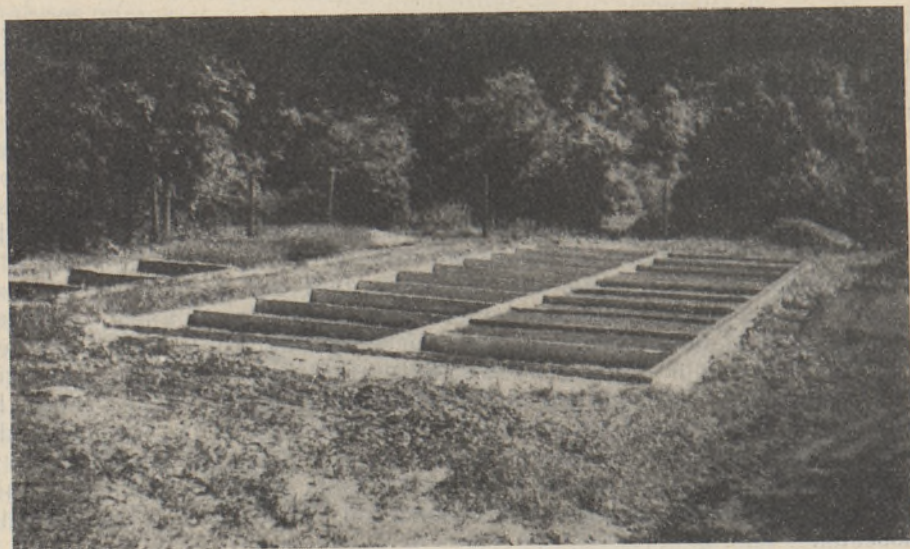


Photo n° 1. Trois blocs de biomètres.

× 3,2 m. On les a remplis de sols différents: de gazon-carbonate et de gazon-podzolique d'un différent composé mécanique, allant de l'argileux-lourd jusqu'au aréno-argileux léger, et aussi avec du sol turbeux bien réparti. Le sol a été transporté en camions-déchargeurs aux lieux de l'installation des biomètres, quelquefois d'une distance bien éloignée, parfois jusqu'à 300 km; on a effectué le tamisage et le mélange sur place, et l'on en remplissait les biomètres. Au cours de remplissage simultané des plusieurs biomètres, le mélange a été étalé à petites portions de sol tamisé dans les différents biomètres alternativement. Selon le but des expérimentations séparées, on remplissait les biomètres de sol ou bien en différents horizons naturels (dans quelques biomètres avec du sol gazon-podzolique), ou bien en mélange égal sur la couche isolante. Comme isolation des biomètres au sol neutre ou alcalin, on utilisait toujours le blocage en chaux, et pour le sol à réaction aigre — le blocage en granit ou gros sable, en augmentant la couche isolante jusqu'à 20 cm, tenant compte de la différence du sol étendu sous cette couche.

Au cours du tamisage la structure du sol au fond se détruit, mais dans quelque temps elle se rétablira quoiqu'il y en ait moins de grands morceaux que dans le sol primaire. La prise des échantillons a été faite, jusqu'à présent, à la pelle et cuillère stérile. On marque l'endroit d'où les échantillons ont été pris avec des fiches, pour qu'on n'y prenne plus d'échantillons du même endroit. Les expérimentations ultérieures seront effectuées à tarière électrique, car il serait impossible de prendre du sol gelé des échantillons avec une tarière ordinaire, surtout qu'on fait des analyses ininterrompues durant toute l'année (Rahno 1960, 1963, 1964 en russe; Rahno 1960 en estonien).

Des différences entre les données des analyses microbiologiques sont rarement considérables, en moyenne de 1,2 à 2,0% du nombre total des échantillons. Les déviations en sont à un tel point essentielles qu'il faut les mettre au rebut. Il nous semble que la cause principale de ces différences est que les insectes et les vers de terre, en particulier les lombrics, colonisent le sol. Au cours de leur extinction se forment les microzones

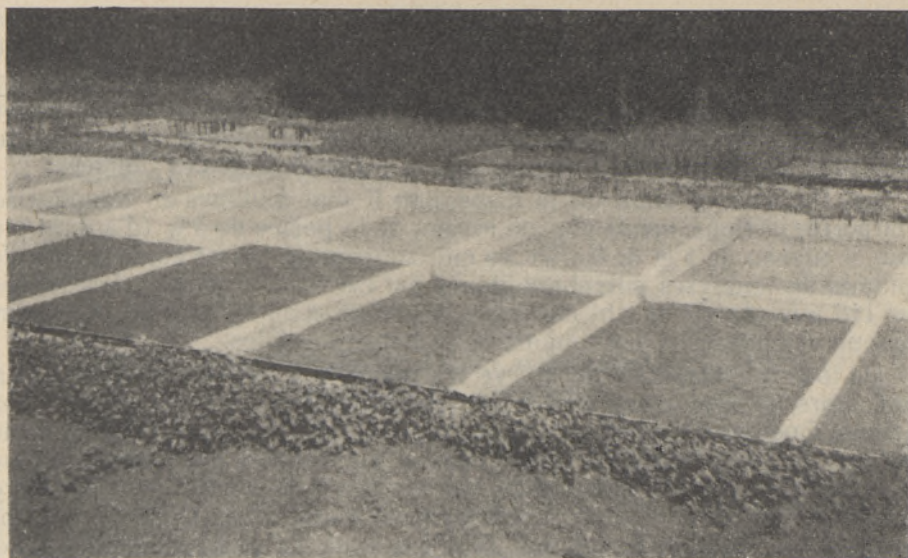


Photo n° 2. La superficie des biomètres.

contenant un nombre plus augmenté de quelques groupes de microorganismes. C'est pourquoi pendant les dernières années on a pris les échantillons des trois parallèles. Lorsque la différence des données obtenues d'un seul parallèle est trop grande on les jette. Pour éviter l'apparition des vers de terre de l'extérieur, on a enduit les bords des biomètres de goudron, ce qui empêche partiellement le surrampage des vers.

En outre des analyses microbiologiques du sol au moyen des biomètres on a fait des analyses sur le contenu de l'azote général, de l'azote mobile, ammoniacal et nitrique, des P_2O_5 et K_2O facilement dissolubles, du manganèse et sur la réaction du sol. Avec le temps, quelques biomètres ont été ajustés à l'exécution des expérimentations plus complexes, particulièrement sur la recherche des délais de l'application des engrais organiques (la farine à mélilot, le fumier de celle-ci et la fiente de vache), des engrais minéraux et, les derniers temps, même les préparations de demi-cokéfaction des goudrons de schistes bitumineux («Nérosine» et ses fractions). Pour établir l'influence de l'humidité et de la lumière solaire directe on a couvert certains biomètres de toit amovible. Pour étudier l'influence de l'activité solaire sur le processus biologique du sol, en été de 1967, un des biomètres fut couvert d'un écran en tôle de cuivre, tandis que celui à témoin, avec le même contenu du sol, a été laissé ouvert.

N'ayant pas de possibilité de présenter ici toutes les données sur les

L'an des analyses	Q-té des analyses	Contenu des bactéries dans les parallèles			Résultats de l'analyse par fractions				
		1	2	3	Valeur de variation	Nombre des degrés libres	Dispersion	F	Les 5% critiques
1965	53	6,9	6,6	7,1	1,44	2	0,72	0,007	3,19
1966	63	12,6	12,9	13,8	15,0	2	7,5	0,018	3,16

analyses parallèles, nous présentons, comme exemple, dans notre tableau 1 les données des analyses d'un seul biomètre, faites au cours des deux dernières années, selon le contenu de la quantité totale des bactéries.

Les données moyennes sur la quantité totale des bactéries en millions sur 1 g du sol absolument sec, obtenues des trois parallèles, et les résultats de l'étude statistique par fractions sur la dispersion de ces données:

Les rapports obtenus sur la dispersion F sont minimales en comparaison à la portée critique, même pour le niveau de la portée de 5% (d'autant plus pour le niveau de 1 et de 0,5%), ce qui confirme la bonne convergence des données des analyses microbiologiques parallèles. Du nombre des données sur 116 analyses, 2 en ont été mises au rebut compte tenu de trop grand contenu des microbes par rapport aux autres parallèles.

De tous les biометres on enlève les mauvaises herbes dès leur apparition, alors qu'elles n'ont pas encore eu de chance de pousser loin leurs racines. Quelques biометres sont également utilisés pour y cultiver des céréales (orge). Cela s'est révélé comme perspective pour mieux étudier quelques procédés de labourage et, en effet, à l'aide des biометres parallèles, au sol uniforme, avec ou sans végétation, il serait possible de résoudre, au moins un des problèmes de la fermentologie du sol, jusqu'ici insoluble: est-ce que ce sont les plantes supérieures ou les microorganismes du sol qui produisent plus d'enzymes dans le sol. Les études correspondantes se profilent chez nous.

Les expériences effectuées sur des biометres pendant plus de dix années consécutives, nous ont démontré, que ces dispositifs sont irremplaçables au cours des recherches de longue durée sur la microbiologie du sol, plus ou moins précis, et que leur application est aussi possible pour de diverses études de l'agronomie et de la physiologie des végétaux, particulièrement pour des études liées avec les caractéristiques biologiques du sol, par exemple, l'influence des herbicides, de différents engrais, de l'aériorité du sol au moyen de l'ameublissement, par rapport à la condensation et la variation dans certaines autres conditions de la biogénéité du sol. Les biометres offrent les meilleures possibilités pour de telles recherches et ils donnent une précision des données beaucoup plus exactes que les boîtes appliquées habituellement par les agrochimistes et les pédologues avec du sol non-tamisé et non-mélangé.

RÉFÉRENCES

- Виноградский С. Н., 1952. Микробиология почвы 6 : 435. М., изд. АН СССР. Microbiologie du sol.
- Красильников Н. А., 1958. Микроорганизмы почвы и высшие растения : 194—206. М., изд. АН СССР. Microbiologie du sol et les plantes supérieures.
- Рахно П. Х., 1960. О влиянии влажности и низких температур на количество бактерий в почве. Микробиол. 29 (2) : 229. L'influence de l'humidité et de la température basse sur la quantité des microbes dans le sol.
- Рахно П. Х., 1963. Сезонность развития почвенных бактерий. Вестн. АН СССР 10 : 54. L'influence de la saison sur le développement des microbes de sol.
- Рахно П. Х., 1964. Сезонная количественная динамика почвенных бактерий. Таллин, изд. АН ЭССР. La dynamique quantitative saisonnière des microbes de sol.
- Селибер Г. Л. и др., 1962. Большой практикум по микробиологии. М. Grands travaux pratiques sur la microbiologie.

Федоров М. В., 1951. Руководство к практическим занятиям по микробиологии : 241. М.

Manuel des travaux pratiques sur la microbiologie.

Rahno P., 1960. Sõnnikut võib laotada ka talvel. Sots. Põllumajandus (1) : 8.

On peut étaler le fumier aussi en hiver.

Institut de Biologie Expérimentale
de l'Académie des Sciences de la R.S.S. d'Estonie

Reçu à la rédaction
le 3 août 1967

P. RAHNO

UUEST SEADELDISEST MULLA MIKROBIOLOOGILISTE ANALÜÜSIDE VÕTMISEKS

Resüme

Artiklis põhjendatakse mulla mikrobioloogiliste ja fermentoloogiliste analüüside jaoks võetavate mullaproovide ühtluse vajadust ja soovitatakse nende saamiseks kasutada erilist seadeldist, nn. **biomeetrit**.

Biomeeter kujutab endast 4—5 m² suuruse põhjapindalaga põhjata betoonkasti, mis ca 50 cm paksuselt on täidetud söelutud ning hoolikalt läbisegatud mullaga, kusjuures muld on aluskihtidest 10—20 cm paksuse killustiku- või liivakihi isoleeritud. Tavalisell hoitakse biomeeter taimkattest puhas. Eriotstarbelistes katsetes võib selles ka taimi kasvatada.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Eksperimentaalbioloogia Instituut

Saabus toimetusse
3. VIII 1967

П. РАХНО

О НОВОЙ УСТАНОВКЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ ПОЧВЫ

Резюме

В статье приведено обоснование равномерности почвенных проб для микробиологических и ферментологических анализов и рекомендуется использование особого устройства, так наз. биометра для получения вполне равномерных почвенных проб.

Биометр представляет собой бездонный бетонный ящик площадью 4—5 м², заполненный просеянной и тщательно перемешанной почвой, глубиной около 50 см, причем почва снизу изолирована 10—20-сантиметровым слоем щебня или песка. Обычно биометр содержится без растений и чистым от сорняков, при некоторых специальных опытах в нем возможно и выращивание растений.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
3/VIII 1967