Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 64 (1991)

Heft: 1-2

Artikel: Proposition d'une méthode pratique de détermination de la fertilité naturelle globale des sols cultivés au moyen des Macroinvertébrés

Autor: Ducommun, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-402441

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
64, 165–172, 1991

Proposition d'une méthode pratique de détermination de la fertilité naturelle globale des sols cultivés au moyen des Macroinvertébrés[1]

A. DUCOMMUN
Institut de zoologie, Chantemerle 22, CH-2000 Neuchâtel

Proposition of a practical method to establish the natural fertility of cultivated soil by means of the macroinvertebrates. – The author proposes a practical method using the soil macroinvertebrate communities to establish the natural fertility of agroecosystems. Natural fertility is defined as the long term ability of soils to produce the complete biological chain from the microorganisms through the invertebrates to cultivated plants. The proposed biological method complements the physical and chemical characterizations of soils.

INTRODUCTION

Ce que nous cherchons à établir, c'est une méthode pratique utilisant les communautés de Macroinvertébrés édaphiques pour déterminer la fertilité naturelle globale des sols des agroécosystèmes et pour les caractériser. Il s'agit de définir un indice biotique, c'est-à-dire un indice numérique sanctionnant un diagnostic. Pour établir notre proposition d'indice de fertilité naturelle globale des sols (IFNG), nous nous sommes inspirés de l'Indice biotique – et ses perfectionnements – élaboré pour les eaux courantes (VERNEAUX & TUFFERY, 1967; VERNEAUX *et al.*, 1976; VERNEAUX *et al.*, 1982).

BASES THÉORIQUES ET EXPÉRIMENTALES

Notion de fertilité naturelle globale des sols

D'une part, le sol peut être considéré comme un simple support physique et un réservoir d'eau et de nutriments minéraux pour la plante. La fertilisation sera alors presque exclusivement assurée par des apports, souvent massifs, d'engrais minéraux solubles, donc d'éléments fertilisants directement assimilables par les racines. La contribution des matières organiques n'est pas complètement négligée, mais considérée comme apport complémentaire et occasionnel.

D'autre part, le sol peut être considéré comme un milieu vivant, siège d'une intense activité biologique. La fertilisation, axée pour l'essentiel sur l'emploi de fumures organiques, cherche à favoriser le déroulement naturel des processus biologiques de décomposition et minéralisation de la matière organique fraîche; toutes les étapes de cette chaîne de décomposition sont respectées et on évite de les perturber. En quelque sorte, on tente ici de nourrir les chaînes alimentaires, des macrodécomposeurs aux microorganismes édaphiques qui libèrent les nutri-

[1] Ce travail fait partie de la thèse de l'auteur.

ments pour la plante. Toute cette pratique sert à rendre le sol apte à maintenir une intense activité biologique capable de décomposer les matières organiques fraîches qu'on lui apporte et capable, par conséquent, d'entretenir de puissantes associations bio-nutritives entre la plante et les organismes édaphiques. Les apports d'engrais minéraux solubles sont acceptés de cas en cas, mais toujours comme appoints indispensables.

Nous entendons par fertilité naturelle globale des sols, leur aptitude à produire toute la chaîne biologique allant des microorganismes aux plantes cultivées (abondance des récoltes) en passant par toutes les catégories d'Invertébrés, et ceci sur le long terme. Cette conception de la productivité du sol privilégie les fumures organiques.

Référence

L'établissement d'un diagnostic de fertilité naturelle globale des sols des agroécosystèmes doit prendre en compte une situation type (référence).

Nous postulons que la référence du sol à fertilité naturelle globale la plus élevée est représentée par les sols riches en matière organique (produits organiques frais apportés par les fumures et humus) pour les raisons pédoagronomiques et biologiques suivantes:

- Les biologistes et les agronomes (Diez *et al.,* 1986; Rod & Guillet, 1970; Soltner, 1983) admettent que la stabilité, l'abondance et l'activité des organismes vivants d'un sol bien alimenté et pourvu en matière organique sont supérieures à celles d'un sol pauvre en cette substance.
- Nos recherches effectuées de 1983 à 1986 (Ducommun, 1989) ont montré que, à cultures et traitements égaux, les sols riches en matière organique abritent les communautés de Macroinvertébrés les plus diversifiées et les plus actives (critère d'abondance).

Par conséquent, cette catégorie de sols se révèle bien la plus biologiquement active, donc la plus naturellement fertile.

Conditions d'équilibre des sols agricoles

Plusieurs chercheurs, mentionnés dans Ducommun (1989), et nous-même, ont montré l'intérêt de l'utilisation des fumures organiques pour la faune édaphique des agroécosystèmes. Par conséquent, la première condition que nous posons en terme de fonctionnement équilibré des sols des agroécosystèmes est l'emploi de fumures organiques (fumier, boues d'épuration, lisier, engrais verts, pailles, etc.) pour leur fertilisation et le maintien à terme de leur fertilité naturelle globale.

Les décomposeurs édaphiques jouent un rôle fondamental dans les processus de décomposition et de recyclage de la matière organique fraîche. Ces détritiphages garantissent par la même occasion la structuration ou le maintien de la structure des sols. Ils révèlent aussi leur bonne teneur en matière organique, elle-même définie plus haut comme garante de leur fertilité naturelle. En conclusion, une communauté de décomposeurs diversifiée (richesse spécifique) et active (abondance des effectifs de tout ou partie des espèces) est la deuxième condition que nous posons en terme de fonctionnement équilibré des sols des agroécosystèmes.

Comme troisième condition, nous posons qu'il est nécessaire que la communauté des prédateurs/parasitoïdes soit elle aussi diversifiée et active. En effet,

elle est capable, par exemple, de limiter la croissance excessive de certains décomposeurs qui peuvent devenir des ravageurs des cultures lorsque la matière organique fraîche est insuffisante ou épuisée. En même temps, elle rajeunit ces peuplements de détritivores et accroît de sorte leur dynamisme. D'un autre côté, la communauté des prédateurs/parasitoïdes contribue au contrôle des phytophages et permet d'en limiter les pullulations.

La pullulation d'un ou plusieurs phytophages entraîne des dégâts importants aux cultures, déprédations difficilement supportables d'un point de vue économique. En aucun cas cette communauté des phytophages ne devrait être abondante (aspect quantitatif) indépendamment de l'utilisation d'insecticides; c'est la quatrième condition que nous posons. Par contre, une bonne variété spécifique (aspect qualitatif) traduit une certaine diversification de l'agroécosystème.

D'un point de vue général (cinquième condition), une diversité faunistique totale élevée est un signe de bon équilibre des sols des agroécosystèmes. Cette diversité spécifique est ainsi une traduction des potentialités adaptatives des sols, aspect très important dans le cas des agroécosystèmes (systèmes artificialisés) soumis à des changements souvent brutaux (rotations des cultures, labours, etc.).

TABLEAU STANDARD DE DÉTERMINATION DE L'INDICE DE FERTILITÉ NATURELLE GLOBALE (IFNG)

Nous proposons une grille à double entrée pour la détermination de l'IFNG (Fig. 1).

1. La colonne I hiérarchise les trois communautés des décomposeurs, des prédateurs/parasitoïdes et des phytophages dans l'ordre de leur importance fonctionnelle pour les sols des agroécosystèmes (voir conditions 2, 3 et 4 ci-dessus) (compartiments A,B,C).
2. Ces trois communautés sont subdivisées en deux sous-groupes chacune (colonne II) selon que l'on rencontre quinze ou plus unités systématiques (US) leur appartenant. La présence dans les échantillons de plus de quinze US par communauté témoigne de bonnes conditions écologiques, alors qu'un nombre inférieur peut marquer des conditions moins favorables, voire limites.
3. Dans la colonne III, le nombre total de taxons échantillonnés est reporté (cinq classes d'abondance): il exprime la richesse faunistique (voir condition 5 ci-dessus).

Le calcul de la note attribuée à la fertilité naturelle globale d'un sol agricole se pratique de la manière suivante:

1. Les captures des représentants de chacune des trois communautés sont totalisées et leur fréquence relative calculée.
   Si la fréquence relative des décomposeurs dépasse 30%, l'indice sera déterminé dans le compartiment A de la colonne I.
   Si la fréquence relative des décomposeurs est inférieure à 30% et celle des prédateurs/parasitoïdes supérieure à 55%, l'indice sera déterminé dans le compartiment B de la colonne I.
   Si les fréquences relatives respectives des décomposeurs et des prédateurs/parasitoïdes sont inférieures à 30 et 55%, et si la fréquence relative des phytophages dépasse 15%, l'indice sera déterminé dans le compartiment C de la colonne I.
   Le nombre d'US de chaque connumauté (inférieur ou supérieur à 15) permet de choisir le sous-compartiment correspondant dans la colonne II.

	I	II US		III Variété taxonomique totale				
				1-25	26-50	51-75	76-100	>100
A	DECOMPOSEURS ≥30 %	≥15	1	6	7	8	9	10
		<15	2	5	6	7	8	9
B	PREDATEURS/PARASIT. ≥55 %	≥15	1	4	5	6	7	8
		<15	2	3	4	5	6	7
C	PHYTOPHAGES ≥15 %	≥15	1	2	3	4	5	6
		<15	2	1	2	3	4	5

Fig. 1. Tableau standard de détermination de l'Indice de fertilité naturelle globale (IFNG). *U.S.: unités systématiques.*
——— *: seuil de fertilité naturelle globale.*

2. Le nombre total de taxons récoltés est reporté dans la classe d'abondance correspondante de la colonne III. Seuls les taxons représentés par cinq exemplaires au moins seront pris en compte dans cette rubrique.
3. Le point de recoupement de cette classe d'abondance avec la rangée horizontale des compartiments et sous-compartiments correspondant porte la valeur standard de l'IFNG.

La détermination de l'IFNG est illustrée par les deux exemples du Tabl. 1.

Tab. 1. Exemples de détermination de l'Indice de fertilité naturelle globale (IFNG). *U.S.: unités systématiques.*

	Valeurs	Compartiments
Station N1 (Neuchâtel) 1990 Sol humifère - Maïs Boues d'épuration/Fumier		
- Décomposeurs (captures cumulées):	40.6% (>30%)	I - A
- U.S. (décomposeurs):	23 taxons (>15)	II - 1
- Variété taxonomique totale:	84 taxons	III - 4
	I F N G: 9	
Station B6 (Bienne) 1990 Sable limoneux humique - Maïs Engrais minéraux solubles (NPK)		
- Décomposeurs (captures cumulées):	21.4% (<30%)	
- Prédateurs/parasitoïdes	57.9% (>55%)	I - B
- U.S. (prédateurs/parasitoïdes):	46 taxons (>15)	II - 1
- Variété taxonomique totale:	83 taxons	III - 4
	I F N G: 7	

L'IFNG exprime la qualité et l'équilibre écologiques des sols des agroécosystèmes en terme de valeur minimale (1 point) et de valeur maximale (10 points), la limite de cette qualité (seuil) se situant à l'indice 5.

Par le truchement de l'IFNG, on attribue une note; on cote un état donné, mais on n'examine en rien les causes probables qui ont conduit à cet état. Il est par conséquent nécessaire de connaître au mieux les divers descripteurs du milieu pour tenter de cerner ces causes probables. Les caractéristiques les plus fondamentales à connaître sont les suivantes (ordonnées selon leur importance): – nature du sol (typologie pédoagronomique) et teneur en matière organique; – fumures appliquées, – régime hydrique; – cultures actuelles et passé cultural; – pratiques agricoles; – plantes adventices (composition spécifique et recouvrement); – milieux avoisinants et annexes (haies, bosquets, mares, prairies sèches, etc.).

LIMITES PRATIQUES DE DÉTERMINATION TAXONOMIQUE

Les limites pratiques proposées (Tabl. 2) tiennent compte des critères suivants:

Tab. 2. Limites pratiques de détermination des unités systématiques (US).

DIPTERES	Sciaridae	genre
	Psychodidae	genre (*Psychoda*)
	Chironomidae	genre (ss.f. Orthocladiinae)
	Bibionidae	genre
	Empididae	genre
	Dolichopodidae	genre
	Lonchopteridae	genre (*Lonchoptera*)
	Drosophilidae	genre
	Sphaeroceridae	genre
	Mycetophilidae	sous-famille
	Chloropidae	sous-famille
	autres	famille
COLEOPTERES	Carabidae	genre
	Hydrophilidae	genre
	Silphidae	genre
	Scarabaeidae	genre
	Staphylinidae	sous-famille
	Chrysomelidae	sous-famille
	autres	famille
HETEROPTERES		famille
HOMOPTERES		famille
ORTHOPTERES		famille
PLANIPENNES		famille
ARANEIDES		famille
OPILIONS		famille
MYRIAPODES		famille
ISOPODES		famille
OLIGOCHETES		famille
HYMENOPTERES		super-famille
THYSANOPTERES		ordre
LEPIDOPTERES		ordre
GASTEROPODES		ordre

- la méthode doit pouvoir être appliquée par des praticiens pourvus d'une bonne culture biologique de base, mais qui ne sont pas des spécialistes des Macroinvertébrés;
- le niveau taxonomique minimal à atteindre doit être significatif du point de vue écologique;
- le taxon doit être facilement déterminable (difficulté minimale d'identification et clés à disposition).

Notre proposition de méthode devra être accompagnée d'un cahier de planches et de clés d'identification simplifiées, ainsi que de tableaux permettant d'attribuer chaque US à l'une des trois catégories trophiques du tableau standard de détermination de l'IFNG. Ce document est en voie d'élaboration.

Les pièges mentionnés plus loin récoltent surtout des adultes, mais, dans bien des cas, ce sont les larves uniquement qui sont actives dans ou à la surface du sol. De fait, c'est le régime alimentaire de ces dernières qui sera pris en compte.

PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE DES MACROINVERTÉBRÉS ÉDAPHIQUES

L'utilisation simultanée de pièges à émergences et de pièges Barber dans des stations homogènes de 100 m^2 permet d'obtenir une image qualitative et quantitative fidèle des zoocénoses édaphiques. Les caractéristiques de ces pièges et leur mode d'utilisation seront décrits dans une prochaine publication.

Pièges à émergences: Nous proposons d'utiliser 9 à 12 pièges par 100 m^2 couvrant ensemble une surface de 1 m^2. La surface totale unitaire doit être respectée: elle permet, par exemple, des comparaisons directes de densité. Les nombres de pièges indiqués sont suffisamment grands pour garantir un échantillonnage statistiquement représentatif. Dans la règle, leur disposition dans la station devrait se faire au hasard (méthode des quadrats utilisant une table des nombres aléatoires), mais l'encombrement spatial de certaines cultures comme le maïs, par exemple, impose parfois une autre répartition des pièges.

Pièges Barber: Notre proposition d'indice prenant en compte à la fois la diversité faunistique totale et l'abondance des taxons, il nous apparaît nécessaire d'utiliser 12 pièges par station. La taille de chaque piège correspond au format d'un gobelet de yogourt (70 mm de diamètre et 80 mm de hauteur). La disposition des trappes selon le modèle de mailles (3 fois 4 pièges) nous paraît le mieux à même de garantir la validité statistique de l'échantillonnage.

Trois mois d'échantillonnage nous semblent suffisants à condition de faire débuter les prélèvements au printemps (réchauffement du sol, réactivation de la faune édaphique, début des épandages de fumures et autres travaux agricoles) et de les terminer au début de l'été (dessèchement du sol, quiescence estivale de nombreuses espèces, etc.).

Afin de tenir compte de la phénologie des taxons, un rythme de piégeage de cinq jours (en une seule période) toutes les deux semaines permet de garantir un échantillonnage représentatif.

CONCLUSION

Notre proposition de méthode n'est qu'une ébauche empirique demandant à être perfectionnée. Nous n'avons travaillé jusqu'ici que sur des sols riches en matière organique du Grand-Marais (Plateau suisse, environ 430 m d'altitude). De fait, le tableau standard de détermination de l'Indice de fertilité naturelle globale est surtout valable pour cette catégorie particulière de terrains. Pour que la méthode proposée soit généralisable à tous les types de sols cultivés, il est nécessaire de poursuivre les recherches dans d'autres conditions de sol, de culture et de traitement. L'exploitation des résultats d'autres travaux nous apportera des éléments d'appréciation supplémentaires. Dans ce sens, les critiques, les remarques et les données d'autres chercheurs seront les bienvenues. En outre, la polluosensibilité des Macroinvertébrés édaphiques et leurs relations avec les caractéristiques foncières naturelles devront progressivement être précisées et intégrées dans la méthode.

Un indice chiffré condense par définition des informations et permet de procéder à des comparaisons dans l'espace et dans le temps. Il peut conduire facilement à une cartographie de la fertilité naturelle globale (voir définition ci-dessus) des sols des agroécosystèmes sur de vastes territoires, la codification des résultats présentant le gros avantage de pouvoir les traiter en grand nombre par ordinateur.

Mais le plus important apport d'une telle méthode réside dans le fait qu'elle permet de détecter et d'évaluer des états de déséquilibre des sols des agroécosystèmes. Les diverses pratiques agricoles s'inscrivant dans la composition et la structure des peuplements et persistant en dehors des phases aiguës d'agression, cette méthode biologique permet, par conséquent, de détecter les déséquilibres en tout temps. Une telle approche intégrative de l'état écologique des sols des agroécosystèmes ne peut pas être réalisée par des techniques chimiques ou physiques. En conséquence, la méthode biologique que nous proposons complète avantageusement ces dernières.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à l'Office fédéral de l'Education et de la Science (OFES) qui nous a permis d'établir notre proposition de méthode dans le cadre de notre thèse en rapport avec le projet COST 681 (boues d'épuration) confié au Laboratoire d'entomologie et d'écologie animale de l'Université de Neuchâtel. Notre gratitude va ensuite au prof. W. Matthey qui nous a chargé de l'exécution du mandat de l'OFES et qui nous a suivi tout au long de notre travail. Nos sincères remerciements vont enfin aux personnes (trop nombreuses pour être nommées) qui ont contribué ou participé à notre recherche.

RÉSUMÉ

L'auteur propose une méthode pratique utilisant les communautés de Macroinvertébrés édaphiques pour déterminer la fertilité naturelle globale des sols des agroécosystèmes. Cette dernière est définie comme l'aptitude des sols à produire toute la chaîne biologique allant des microorganismes aux plantes cultivées en passant par les Invertébrés, et ceci sur le long terme. La méthode biologique proposée se veut un complément aux techniques physiques et chimiques d'analyse des sols.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Autor schlägt eine praktische Methode vor zur Bestimmung der natürlichen globalen Bodenfruchtbarkeit, die sich auf die edaphischen Makroarthropoden abstützt. Die Bodenfruchtbarkeit ist definiert als Fähigkeit des Bodens zur Produktion und Aufrechterhaltung der ganzen biologischen Kette, von den Mikroorganismen über die Makroarthropoden bis hin zu den Kulturpflanzen, und das über einen langen Zeitraum. Die vorgeschlagene biologische Methode versteht sich als Ergänzung zu den physikalischen und chemischen Bodenanalyse-Techniken.

BIBLIOGRAPHIE

Diez, Th., Weigelt, H., Borchert, H., Beck, Th., Bauchhenss, J., Herr, S., Amann, J. & Pommer, G. 1986. Vergleichende Bodenuntersuchungen von konventionell und alternativ bewirtschafteten Betriebsschlägen. *Bayer. Landw. Jb., 63:* 979–1019.

Ducommun, A. 1989. Influence des boues d'épuration et du fumier sur les Macroinvertébrés édaphiques de quelques cultures intensives du Grand-Marais (Plateau suisse). *Thèse, Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel.* 277 pp + 1 vol. d'annexes.

Rod, Ph. & Guillet, Ch. 1970. La matière organique du sol en rapport avec ses propriétés physiques. *Revue Suisse Agric., 2(6):* 131–136.

Soltner, D. 1983. Les bases de la production végétale. Tome 1: Le sol. 12e éd. *Coll. Sciences et techniques agricoles.* Angers. 456 pp.

Verneaux, J. & Tuffery, G. 1967. Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Indices biotiques. *Ann. Sci. Univ. Besançon, 3:* 79–89.

Verneaux, J., Faessel, B. & Malesieux, G. 1976. Note préliminaire à la proposition de nouvelles méthodes de détermination de la qualité des eaux courantes. *Ministère de l'Agriculture, CTGREF.* 14 pp (ronéotypées).

Verneaux, J., Galmiche, P., Janier, F. & Monnot, A.1982. Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes. Un indice biologique de qualité générale (I.B.G.). *Ann. Sci. Univ. Fr. Comté, Besançon, Biol. Anim., 4(3):* 11–21.

(reçu le 5 juillet 1990; révisé le 10 septembre 1990)