

Bulletin BSA/VBB N° 3 / Avril 1999

	Page
Rapport d'activité	
1 Rapport annuel du président	1
2 Activités des groupes chargés de projets	3
Stratégie «Biologie du sol»	3
Information et sensibilisation	3
Prélèvement, préparation des échantillons de sol microbiologie	3
Mycorhize	4
Atteintes concrètes	4
Projets choisis du BSA/VBB	
3 Stratégie «Biologie du sol»	6
4 Paramètres microbiologiques de couples d'exploitations pratiquant la culture biologique et intégrée	7
5 Essais d'analyses interlaboratoires	8
6 Stratégie pour une banque de données sur les paramètres microbiologiques du sol	8
7 Introduction du test Chroma au niveau de l'application	10
Forum	
8 Perception paysanne de la fertilité des sols	12
9 Recensements de lombrics par le réseau d'observation des sols du canton de Berne	14
10 Expériences avec l'introduction de paramètres microbiologiques du sol dans les programmes de surveillance en Allemagne	15
11 Atteintes portées aux sols par des micro-organismes	17

comme fertile s'il présente, entre autres, une biocénose diversifiée et biologiquement active, une structure typique pour sa station et une capacité de décomposition intacte. C'est pourquoi le groupe de travail «Biologie du sol - application (BSA)» se concentre depuis quelques années sur cet objectif central de la protection.

Ce bulletin N° 3 offre un aperçu des diverses activités des groupes de travail et résume les principaux résultats de l'année 1998. Un document proposant une stratégie pour l'application est à la disposition des cantons. Le parcours éducatif «Sur la piste verte» a été présenté dans 30 communes, et sera introduit en Suisse romande en 1999. Les premières clarifications en perspective d'un approfondissement du thème de la «protection des sols» dans les écoles ont eu lieu. Le groupe de projet «Microbiologie» présente un rapport sur des mesures comparatives de paramètres microbiologiques, une stratégie pour l'établissement d'une banque de données, et des travaux visant l'amélioration des bases d'interprétation. L'estimation de la fertilité des sols au moyen des mycorhizes a de nouveau constitué un thème important l'année passée; les études se sont concentrées sur des questions méthodologiques et expérimentales. Le groupe «atteintes concrètes» s'est consacré à la caractérisation biologique de sols contaminés par des métaux lourds ou des polluants organiques. Par ailleurs, le bulletin présente brièvement cinq projets choisis.

Le forum était à nouveau à disposition pour présenter des travaux en rapport avec l'application réalisés en dehors du BSA. Quatre contributions y sont réunies, allant de la perception paysanne des atteintes portées à la fertilité des sols par les micro-organismes, en passant par les recensements de lombrics dans des cantons ainsi qu'un regard au-delà de nos frontières. Cette diversité thématique réjouissante témoigne de l'importance des travaux interdisciplinaires pour l'exécution.

Comme le veut le tournus, la présidence changera de mains en 1999. C'est Claudia Maurer-Troxler, du service de protection des sols du canton de Berne (voir impressum), qui dirigera le groupe de travail au cours des deux prochaines années.

1 Rapport annuel du président

Le maintien de la fertilité des sols est un des éléments centraux de la nouvelle ordonnance du 1^{er} juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol). La mise en œuvre de cet objectif de conservation est étroitement liée à la biologie du sol. En effet, selon l'OSol, le sol est considéré

Groupes chargés de projets spécifiques rattachés au groupe de travail «Biologie du sol - application», situation en janvier 99

Nom du groupe et thèmes abordés	Membres	Personne de contact
Stratégie «Biologie du sol - application»		
<ul style="list-style-type: none"> - Approfondir la documentation «Utilisation de la biologie du sol dans le cadre de l'application» - Mettre en évidence les relations entre les différents projets - Mettre en place une banque de données pour les fourchettes de valeurs comparatives - Réunir de la documentation sur les travaux de recherche et l'application de la biologie du sol 	R. Bono (BL) R. Krebs (SG) C. Maurer-Troxler (BE) Th. Muntwyler (AG) K. Nowack (FiBL) G. von Rohr (SO)	Roland Bono Amt für Umweltschutz und Energie Rheinstrasse 29 4410 Liestal tél. 061 925 61 11 roland.bono@bud.bl.ch
Information et sensibilisation		
<ul style="list-style-type: none"> - Informer et sensibiliser le public aux questions se rapportant à la biologie du sol - Projets actuels: exposition sur les lombrics et parcours éducatif «Sur la piste verte» 	R. Bono (BL) A. Desales (IUL) R. Krebs (SG) B. Pokorni (NE) R. von Arx (BUWAL) G. von Rohr (SO) T. Wegelin (ZH)	Roland von Arx OFEFP 3003 Berne tél. 031 322 93 37 roland.vonarx@buwal.admin.ch
Prélèvement, préparation des échantillons, méthodologie en microbiologie		
<ul style="list-style-type: none"> - Elaborer et valider les stratégies de prélèvement d'échantillons (prairies, terres ouvertes, forêts) - Choisir, standardiser et valider les méthodes et Elaborer des méthodes de référence - Documenter la variabilité dans le temps et dans l'espace - Définir des fourchettes de valeurs comparatives 	W. Heller (FAW) P. Mäder (FiBL) H.-R. Oberholzer (FAL) A. Rudaz (IUL)	Paul Mäder IRAB Ackerstrasse, Postfach 5070 Frick tél. 062 865 72 72 paul.maeder@fibl.ch
Mycorhize		
<ul style="list-style-type: none"> - Evaluer une méthode standard pour la description de l'état d'un sol en ce qui concerne les mycorhizes 	S. Egli (WSL) U. Galli (Grenchen) C. Maurer-Troxler (BE) A. Mozafar (ETH) B. Senn (Uni Bern) V. Wiemken (Uni BS)	Simon Egli WSL, Zürcherstrasse 111 8903 Birmensdorf tél. 01 739 22 71 simon.egli@wsl.admin.ch
Atteintes concrètes		
<ul style="list-style-type: none"> - Mener des études pilotes en vue de recenser les atteintes concrètes - Réunir de la documentation sur l'influence des polluants et de l'exploitation du sol sur les animaux du sol 	F. Céladin (GE) E. Laczko (Solvit) A. Rudaz (IUL)	Ariane Rudaz, Institut de recherches en protection de l'environnement et en agriculture IUL, Schwarzenburgstr.155 3003 Berne tél. 031 323 83 02 ariane.rudaz@iul.admin.ch
Groupes prévus		
Zoologie		
<ul style="list-style-type: none"> - Evaluer, standardiser et tester dans le cadre d'études types des méthodes de recensement des animaux du sol 	vacant	Claudia Maurer-Troxler, Abteilung Umwelt und Landwirtschaft, Rütli 3052 Zollikofen tél. 031 910 53 34 chqf9mcl@ibmmail.com

Remarque: dès février 1999, les groupes de projet «Prélèvement, préparation des échantillons, méthodologie en microbiologie» et «Atteintes concrètes» seront réunis en un seul groupe de projet «Microbiologie» (Direction: Paul Mäder).

2 Activités des groupes chargés de projets

Groupe de projet «Stratégie Biologie du sol - application»

L'objectif de ce groupe est d'élaborer, en tenant compte des connaissances actuelles, une stratégie visant à appliquer des méthodes de la biologie du sol au domaine de la protection des sols. A cet effet, le groupe de projet s'est réuni à quatre reprises en 1998.

Le résultat de ce travail est présenté sous la forme d'un document destiné aux organes d'exécution dans les cantons (voir rapport résumé au chapitre 3). Les besoins de la recherche sont par ailleurs précisés d'après les lacunes des connaissances actuelles.

Groupe de projet «Information et sensibilisation»

L'action «Jardiner sainement pour un environnement de qualité» de l'OFEFP s'est poursuivie en 1998 avec le parcours éducatif «Sur la piste verte». Ce parcours a été présenté dans 30 communes de Suisse allemande. Selon les estimations, les innombrables manifestations d'accompagnement ont atteint plus de 20'000 personnes. En 1999, un projet pilote sera également lancé en Suisse romande, en ville de Lausanne et au «Centre horticole de Lullier» (GE). La plupart des actions menées dans le cadre du parcours «Sur la piste verte» ont été patronnées par des cantons ou des communes. De nombreuses institutions du domaine des jardins et de la protection de la nature, ainsi que des entreprises et des sociétés locales ont participé avec engagement à ce projet. Les contacts qui se sont noués à cette occasion constituent une bonne base pour une collaboration future visant la protection préventive du sol et de la nature dans les agglomérations. Le public a été rendu attentif à ces actions au moyen d'annonces dans les journaux et de dépliants. Ainsi, plus de 150 articles en relation avec des actions locales ont paru dans la presse suisse alémanique. En outre, le thème du parcours éducatif «Sur la piste verte» a été abordé par des radios et des télévisions locales ainsi que sur un site Internet. Les sets du parcours restent à la disposition des communes et des organisations spécialisées. Ils peuvent être commandés auprès du bureau «naturnah», Hinterer Schermen 29, 3060 Ittigen (tél. 031 922 06 79, fax 031 922 04

45), qui fournit également des renseignements supplémentaires.

L'exposition sur les lombrics, soutenue par l'OFEFP et de nombreux cantons, a encore été présentée avec succès dans différents musées de Suisse alémanique. Jusqu'en août 1999, elle pourra être visitée au Naturmuseum de Saint-Gall, puis à Berne, du novembre au mars 2000, et dès avril 2000 au Bündner Naturmuseum. Une adaptation de cette exposition pour la Suisse romande est en cours sous la direction du muséum d'histoire naturelle de Lausanne.

Le groupe de projet a mené une enquête préliminaire sur les possibilités d'approfondir le thème de la «protection du sol» dans les écoles. Un «atelier sol» sera élaboré comme aide à la préparation de cours. Le contenu, la poursuite du projet et sa mise en œuvre sont actuellement fixés en étroite collaboration avec la Fondation suisse de l'éducation à l'environnement. La documentation sur le parcours éducatif «Elebnis-pfad Ebenrain» du canton de Bâle-Campagne ainsi qu'un projet de l'IUL comportant des analyses de sol et leur interprétation servent de base de travail.

Ce moyen d'enseignement devrait être préparé simultanément pour la Suisse romande et la Suisse alémanique.

L'OFEFP a mandaté la communauté de travail Büro naturnah – Martin Geillinger & Partner pour l'élaboration d'une stratégie coordonnée de relations publiques dans le domaine de la protection des sols. Son but est de définir les moyens d'améliorer la coordination et l'harmonisation des diverses activités en tenant compte des projets en cours ou prévus. La manière de poursuivre l'action et le lancement éventuel d'une campagne nationale associant les différents acteurs concernés seront décidés en été 1999 sur la base de cette stratégie.

Groupe de projet «Prélèvement, préparation des échantillons, méthodologie en microbiologie»

Les travaux menés l'an passé par ce groupe de projet se sont concentrés sur les points suivants:

- Mesures comparatives avec deux méthodes, la minéralisation de l'azote en incubation aérobie et l'activité déhydrogénase. Compte rendu dans ce bulletin, au chapitre 5.

- Elaboration d'une stratégie pour l'établissement d'une banque de données destinée à recueillir des résultats du domaine de la microbiologie du sol (voir chapitre 6).
- Travaux visant à améliorer les bases d'interprétation des résultats de microbiologie du sol.

L'interprétation des résultats représente une condition importante pour l'application de méthodes de microbiologie du sol à la protection des sols. Les résultats provenant de sites sans parcelles de comparaison sont particulièrement difficiles à interpréter. Il est nécessaire de déterminer à cet effet une valeur prévisible pour chaque site, dite valeur de référence.

L'établissement des valeurs de référence nécessite une vaste base de données, recensées selon une procédure uniformisée. Lors de la session «Estimation de la fertilité des sols» du 13.2.1998 à la FAL Reckenholz, différentes procédures ont été discutées et résumées; elles ont servi de base de discussion à l'atelier «Paramètres de microbiologie du sol pour estimer la fertilité des sols - procédures pour l'établissement de valeurs de référence».

Une stratégie visant la création d'une banque de données a été élaborée sur cette base. Elle doit permettre de rassembler de la manière la plus complète possible les résultats des analyses de microbiologie du sol provenant de différents projets dans le domaine de la protection des sols et de l'agriculture. Cette stratégie est présentée en détail au chapitre 6 de ce bulletin.

Dans le courant de l'année, il est prévu de mettre en place cette banque de données et d'introduire une procédure de contrôle de la qualité entre laboratoires au moyen de sols de référence.

Les travaux portant sur les méthodes de référence se poursuivent.

Groupe de projet «Mycorhize»

L'an passé, les travaux se sont concentrés sur des questions relatives à l'introduction des mycorhizes comme critère d'estimation de la fertilité des sols. Après la vaste recherche bibliographique menée l'année précédente, il s'agit maintenant d'éclaircir par l'expérimentation les questions méthodologiques encore ouvertes. Dans le cadre d'un travail de diplôme, Peter Klingel a étudié les effets de la pollution par les métaux

lourds sur le potentiel d'infection de mycorhizes vésiculaires-arbusculaires, en prenant pour exemple le stand de tir de Zuchwil. Il a ainsi constaté que la concentration des spores et le potentiel infectieux des champignons étaient étroitement liés à la teneur en plomb du sol. Les résultats montrent que le système de test utilisé pour la détermination du potentiel infectieux des mycorhizes, qui est basé sur des échantillons de sol intacts, permet de mettre en évidence des atteintes sévères par des métaux lourds ainsi que leurs conséquences sur les mycorhizes vésiculaires-arbusculaires.

Ce travail, réalisé à l'Institut für Pflanzenwissenschaften de l'EPFZ sous la direction d'E. Frossard et A. Mozafar, a permis de résoudre des questions fondamentales relatives aux possibilités d'application de la méthode. Mais des points importants restent à éclaircir pour pouvoir élaborer une méthode standardisée; ceux-ci concernent notamment la durée optimale de l'essai, les possibilités d'application de la méthode en cas d'atteintes faibles se situant dans le domaine des valeurs limites pour les contaminations aux métaux lourds, ou encore d'autres questions telles que les atteintes mécaniques ou physiques. Ces travaux se poursuivront pendant l'année en cours.

Groupe de projet «Atteintes concrètes»

La principale activité du GT Atteintes concrètes porta sur la caractérisation biologiques de parcelles expérimentales contaminées avec du cuivre. Les paramètres analysés étaient les suivants: diversité des acides gras des phospholipides (PLFA), biomasse - ATP, activité des populations nitrifiantes, dégagement de CO₂, quotient métabolique, et les paramètres du programme de mesures biologiques lancé dans le canton de Genève (biomasse, activité potentielle). Dans un même temps, les paramètres physico-chimiques jouant un rôle déterminant sur le biotope «sol» et son activité biologique ont été analysés. L'étude de terrain est programmée sur deux ans et s'achèvera au printemps prochain (mai 1999).

Par ailleurs, une étude bibliographique sur les méthodes éco-toxicologiques permettant de contrôler l'efficacité de procédés d'assainissement de sols contaminés par des métaux lourds et des polluants organiques est également sur le point d'être achevée.

Les activités du GP Atteintes concrètes sont menées en collaboration avec l'EPF de Lausanne, le laboratoire de services privé Solvit, le canton de Genève et la Fachverein Arbeit und Umwelt (Arbeitsprogramm Forschung und Umwelt).

3 Possibilités d'utilisation de la biologie du sol pour la protection des sols

Sans vie du sol, pas de sol! La formation et la fertilité des sols dépendent en effet directement d'un grand nombre d'organismes. Il est donc tout naturel d'intégrer étroitement la vie du sol dans le travail de la protection des sols.

Les analyses biologiques du sol peuvent compléter les mesures chimiques et physiques, car elles mettent en évidence les conséquences globales d'atteintes mécaniques ou d'atteintes par des substances. La biologie du sol est également un moyen d'assurer l'information sur les sols sains et atteints. En effet, la disparition de communautés animales du sol peut montrer plus concrètement une atteinte que d'abstraites résultats d'analyses de métaux lourds, et sensibiliser ainsi plus efficacement le public.

Ces considérations ont amené le BSA à étudier intensivement avec un groupe de travail les différentes possibilités d'utilisation de la biologie du sol dans le cadre de la protection des sols. L'an passé, des spécialistes en pédologie de l'IRAB ainsi que des services cantonaux de la protection des sols d'AG, BE, BL et SO ont élaboré à cet effet un document BSA qui sera prochainement publié.

Ce document s'adresse en première ligne aux autorités d'exécution; il a pour objectif de leur faciliter le commencement et la poursuite de leur action dans le domaine «biologie du sol - protection des sols». Il vise également les instituts de recherche, dont le travail fournit les bases scientifiques nécessaires à cet effet.

Le document part du principe que, jusqu'à présent, les relevés de biologie du sol réalisés lors de l'application se concentraient essentiellement sur une utilisation dans le cadre de l'observation de longue durée. Or, depuis la révision des bases légales (loi sur la protection de l'environnement; LPE, et ordonnance sur les atteintes portées aux sols; OSol), il s'avère également nécessaire d'agir dans les domaines de la «protection physique des sols» (les organismes du sol jouent un rôle considérable dans la constitution d'une structure stable du sol) et des «atteintes biologiques». C'est dans ce but que sont présentés les différents domaines d'utilisation (voir figure 1) avec les objectifs possibles, les projets en cours ou prévus, les paramètres utilisables, les bases disponibles ou manquantes et les aides à l'interprétation.

Roland Bono

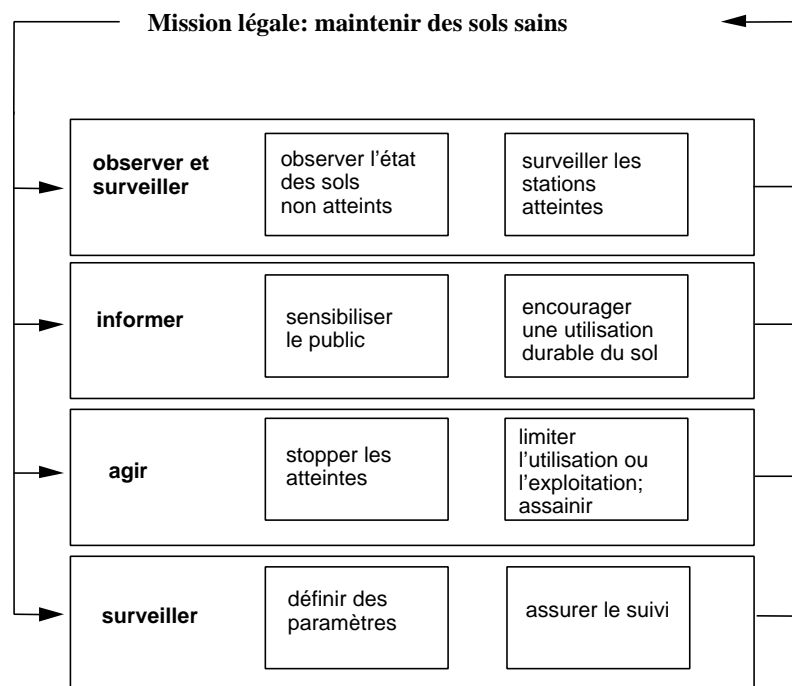


Fig. 1: Applications de la biologie du sol à la protection des sols

4 Paramètres microbiologiques des sols de couples d'exploitations pratiquant la culture biologique et intégrée

Une étude type de deux ans a été menée avec 14 couples d'exploitations répartis sur la partie est du Jura et du Plateau; chaque couple comprenait une exploitation pratiquant la culture biologique et une autre la culture intégrée. Les essais ont porté sur les paramètres microbiologiques du sol. La reconversion des exploitations à la culture biologique remontait à au moins 10 ans. Au printemps 1997 et 1998, deux parcelles comparables du point de vue des propriétés du sol, des cultures et des précédents culturaux ont été testées dans chaque couple d'exploitations. Quatre échantillons moyens représentatifs ont été prélevés dans chaque parcelle et analysés séparément. Au sein des différentes parcelles, la variabilité des paramètres analysés se situait en majorité en dessous de 15%. Les parcelles sélectionnées étaient donc très homogènes. Les paramètres microbiologiques de la biomasse (FEM), de la biomasse (SIR), de la respiration du sol et de la minéralisation de l'azote ont montré une corrélation significative avec la teneur en argile, le pH et la teneur en C_{org} . En outre, les paramètres microbiologiques des sols ont présenté une corrélation significative entre eux. Autrement dit, les différents paramètres pouvaient être interprétés de manière comparable.

L'objectif principal de cet essai était de déterminer l'influence du mode d'exploitation.

L'hypothèse de départ était que les systèmes d'exploitation biologique favorisaient les organismes du sol. Lors de l'analyse des résultats, les paramètres directement mesurés (biomasse, respiration du sol et minéralisation) de même que les paramètres calculés (quotient métabolique [respiration du sol/biomasse] et rapport C_{mic}/C_{org} [biomasse microbienne/teneur en C_{org}]) ont été évalués séparément.

Les résultats de la comparaison des paramètres microbiologiques du sol entre les parcelles sont représentés dans la figure 2. Aucun paramètre ne permet de dégager une tendance explicite liée au mode d'exploitation. Environ 50% de l'ensemble des comparaisons de parcelles n'ont révélé aucune différence significative entre les variantes d'exploitation.

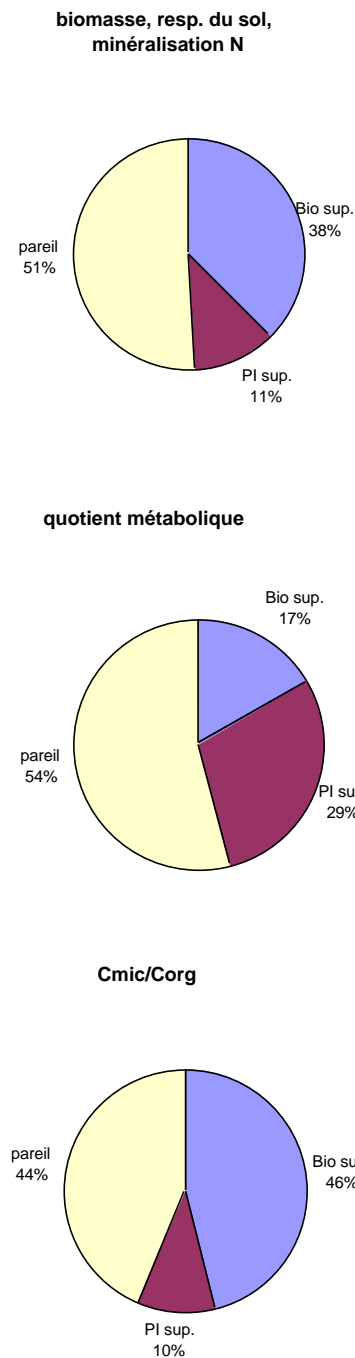


Fig. 2: Résultats des comparaisons de parcelles (Bio - PI) pour les 27 couples de parcelles. Proportion des comparaisons avec production bio ou PI supérieure

Les parcelles bio n'ont montré une valeur clairement supérieure que dans un tiers des comparaisons des paramètres mesurés. Cette proportion était légèrement plus élevée pour le rapport entre la biomasse et les substances organiques. Dans 10% des comparaisons, ce sont les valeurs des parcelles PI qui ont été supérieures.

Pratiquement aucune différence n'a été constatée avec le quotient métabolique. Les différences entre système biologique et système intégré ne sont pas aussi marquées que ce que les résultats d'essais exacts auraient pu laisser prévoir. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce fait. Ainsi, les essais exacts déterminent très précisément le mode d'exploitation et ne portent que sur une seule station; en outre, l'influence du passage des véhicules sur les parcelles n'y apparaît pas. Par comparaison, les systèmes de production «biologique» ou «intégrée» présentent une importante variabilité dans la pratique; de plus, nos essais ont porté sur des stations très différentes en ce qui concerne les propriétés du sol et le climat.

Nos résultats ne permettent de confirmer que partiellement, et de manière non explicite, l'hypothèse de départ. On a pu constater que les formes d'exploitation biologique exerçaient plus fréquemment une action positive sur les organismes du sol et leur activité. Ces résultats ne peuvent toutefois pas être généralisés, étant donné que la moitié des comparaisons n'ont présenté aucune différence.

Karin Nowack, IRAB

Hans-Rudolf Oberholzer, FAL

5 Essais interlaboratoires d'analyses microbiologiques

Trois séries d'analyses de six sols différents ont été réalisées lors d'essais interlaboratoires; le but était d'étudier la comparabilité des mesures de l'activité déhydrogénase et de la minéralisation de l'azote. Les instituts suivants ont participé aux mesures comparatives: les laboratoires privés Agrolab (Ebikon), Solvit (Kriens) et Löt (Laboratorium für Ökotoxikologie, Nunningen), ainsi que les laboratoires publics de la FAL (Station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture, Reckenholz), de l'IUL (Institut de recherches en protection de l'environnement et en agriculture, Liebefeld), de la FAW (Station fédérale de recherches en arboriculture, viticulture et horticulture, Wädenswil), et le laboratoire de l'IRAB (Institut de recherche de l'agriculture biologique) à Frick. Les laboratoires Agrolab et Solvit ont fusionné avant la deuxième série et n'apparaissent dès ce moment que sous un seul

laboratoire. Le laboratoire Löt n'a participé qu'à la troisième série.

Pour la déhydrogénase, le coefficient de variation des mesures des différents laboratoires s'est situé entre 8 et 28%, avec une moyenne d'environ 15%. Plusieurs points de la méthode ont été légèrement adaptés (la majorité de ces adaptations portaient sur une formulation et une standardisation plus précises). Finalement, les différences entre laboratoires ont été essentiellement attribuées à la qualité variable du produit chimique utilisé, le chlorure de triphényltétrazolium.

Pour ce qui est de la minéralisation de l'azote, les laboratoires ont pu obtenir une bonne concordance, surtout grâce à des améliorations internes de la qualité: ainsi, lors de la dernière série, le coefficient de variation des valeurs de laboratoire s'est monté à 16%, à l'exception d'un laboratoire nouvellement arrivé, dont les écarts très élevés par rapport aux autres valeurs n'ont pas pu être expliqués.

D'une manière générale, les mesures des paramètres microbiologiques du sol effectuées par différents laboratoires permettent de bonnes comparaisons, pour autant que les prescriptions soient scrupuleusement respectées. Pour garantir la qualité à long terme, il est nécessaire d'assurer un échange régulier d'informations entre les laboratoires et de réaliser périodiquement des analyses interlaboratoires.

Karin Nowack, IRAB

6 Banque de données sur les paramètres microbiologiques du sol

La classification et l'interprétation des valeurs mesurées sur un site donné constituent une étape nécessaire à l'utilisation des caractéristiques microbiologiques du sol pour la protection des sols et l'agriculture. On peut estimer la fertilité d'un sol atteint en comparant les valeurs de mesure avec une ou plusieurs parcelles de comparaison représentatives non atteintes. Si cela n'est pas possible, et lors de l'évaluation de modifications à long terme, on doit pouvoir disposer de fourchettes de valeurs de référence permettant d'interpréter les valeurs de mesure individuelles comme étant «normales», «trop élevées» ou «trop basses». Dans les directives pour l'estimation de la fertilité du sol, ces fourchettes de valeurs de référence ont été appelées

«domaine normal». De tels domaines ont déjà été définis pour les terres ouvertes et les prairies, mais sans avoir été classés en fonction des caractéristiques chimiques et physiques du sol. Pourtant, le pH, la teneur en matières organiques et le taux d'argile jouent un rôle essentiel dans l'activité et la quantité des micro-organismes. C'est pourquoi il est nécessaire de mettre en place une banque de données qui tienne compte de ces critères; à cet effet, les valeurs de mesure de différents types de sols et d'utilisation devront être systématiquement recensées et classées. Au moyen d'une classification appropriée des sols, ces données permettront de définir des fourchettes de valeurs de référence (le document de travail du BSA (1998) présenté et discuté lors de la session «Estimation de la fertilité des sols» à la FAL Reckenholz est à la base de ces réflexions). L'étape suivante consistera à calculer les valeurs de référence au moyen d'une régression multiple sur la base de différents facteurs inhérents à la station, tels que teneur en argile et matière organique.

Toutes les institutions et toutes les personnes qui procèdent à des mesures de microbiologie du sol en Suisse sont appelées à mettre les valeurs relevées à la disposition de la banque de données. Afin que la collecte des données soit utile, il faut d'une part respecter des critères de qualité, et enregistrer d'autre part des paramètres complémentaires nécessaires à l'évaluation. Adresse de contact pour la banque de données et les méthodes de référence: H.-R. Oberholzer, FAL Reckenholz, tél. 01/377 72 97, e-mail: hansrudolf.oberholzer@fal.admin.ch

Exigences qualitatives pour l'enregistrement de valeurs de microbiologie du sol dans la banque de données:

Choix du site:

- surfaces et sous-ensembles homogènes
- topographie régulière (pas de bosses ou de creux)
- distance minimale par rapport à un champ cultivé (5 m dans le sens du travail, 10 m perpendiculairement au sens du travail), à une lisière de forêt (20 m), à des arbustes ou des arbres (10 m)

- sols ayant une structure naturelle (pas de remblais, de nivellement, etc.)
- évent. mesure de la surface avec GPS

Prélèvement des échantillons:

Le prélèvement des échantillons doit être réalisé d'après les méthodes de référence¹.

Mesures effectuées sur les sols:

Seules les mesures effectuées sur la base d'une méthode de référence ou d'une méthode comparable et vérifiée sont admises dans la banque de données. Les mesures de microbiologie du sol doivent être réalisées en trois répétitions. Les laboratoires souhaitant introduire des données de microbiologie du sol dans la banque de données doivent toujours y joindre l'analyse d'un sol de référence. Celui-ci peut être obtenu à la FAL Reckenholz.

Protection des données:

Les données relatives aux personnes et à l'exploitation (p. ex. paysans, exploitants de la surface d'échantillonnage) ne peuvent être introduites dans la banque de données et transmises à des tiers qu'avec l'accord de celles-ci. La FAL assumera la responsabilité de l'utilisation de ces données.

Paramètres d'accompagnement:

Les paramètres en *italiques* ne sont pas indispensables à l'évaluation:

- adresse de la personne de contact
- unités de gros bétail-fumure de l'exploitation
- engrais utilisés par l'exploitation

Surface d'échantillonnage:

- coordonnées, description de l'emplacement
- nom local, numéro de la parcelle
- mode d'exploitation (terres ouvertes: bio, PI, conv.; prairie: intensité, association végétale; forêt: association végétale), date (année) depuis laquelle le mode d'exploitation mentionné est pratiqué
- *rotations des cultures*
- *type de sol, sous-sol (roche-mère)*
- altitude, précipitations annuelles, région climatique
- faits particuliers dans l'histoire de la parcelle.

Echantillon de sol:

- date
- utilisation/culture actuelles et rotation des cultures sur cette parcelle

- préparation du sol six mois en arrière
- fumure six mois en arrière.

Mesures:

- teneur en argile, teneur en limon, teneur en sable
- pH (CaCl₂)
- teneur en calcaire (test du calcaire)
- teneur en Corg
- biomasse FEM, *biomasse SIR*, *biomasse ATP*, respiration du sol, *minéralisation de l'azote*.

Mesures complémentaires: *pH (H₂O)*, *teneur en calcaire (valeur absolue)*, *N_{tot}*, *teneurs en P, K, Mg, Ca*, *salinité*, *capacité d'échange cationique CEC*, *enzymes*, etc.

Karin Nowack (IRAB), Hans-Ruedi Oberholzer (FAL), Paul Mäder (IRAB), Endré Laczko (Solvit)

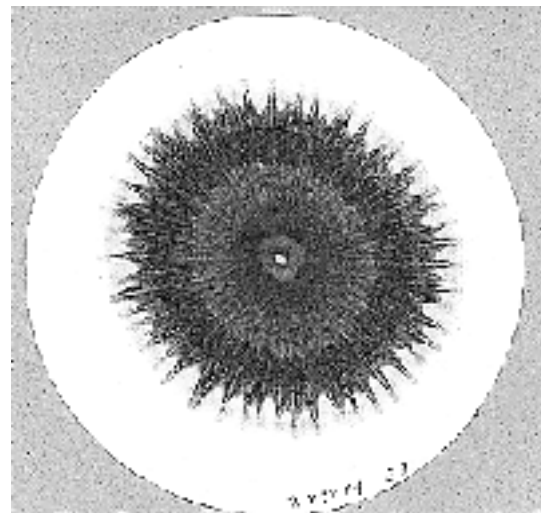


Fig. 3:

Photo 1. Image Chroma d'un sol agricole (sol brun lessivé, horizon Ap à 0-5 cm de profondeur) présentant une très bonne activité biologique. Les différences de formes et de couleurs signalent une très bonne formation d'humus, une activité biologique diversifiée et un approvisionnement suffisant en humus nutritif

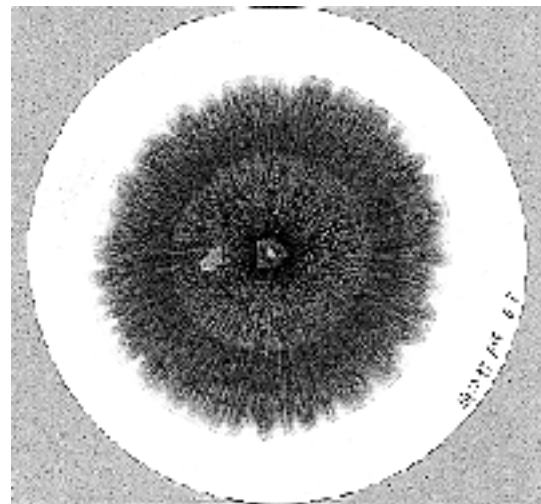


Photo 2 présente au contraire un sol minéral pratiquement mort du point de vue biologique (même station, horizon E, à 50-60 cm de profondeur)

7 Estimation de la qualité du sol au moyen du test Chroma

Le test Chroma pour les sols fournit des chromatogrammes circulaires dont les couleurs et les structures varient selon la composition de l'échantillon de sol. Le test a pour but d'identifier des processus à long terme ainsi que l'état général du sol. La reproductibilité des résultats du test concernant l'activité microbienne et les processus de formation et de décomposition d'humus dans le sol a été déterminée dans le cadre d'une étude². Celle-ci a également évalué la possibilité d'appliquer ce test à la protection des sols.

Le travail s'est basé sur une étude bibliographique et une enquête réalisée auprès d'experts. En ce qui concerne l'utilisation du test et la manipulation de la méthode, les constatations suivantes ont été faites:

- Les échanges entre les utilisateurs du test Chroma sont rares. La collaboration entre la recherche et la pratique est particulièrement réduite.
- La manipulation de la méthode Chroma (et donc l'interprétation) varie selon les utilisateurs, notamment en raison d'une standardisation insuffisante.
- Jusqu'à présent, l'échange d'informations et d'expériences s'est essentiellement effectué sur une base bénévole.
- La méthode requiert beaucoup de temps, et elle n'est pas rentable du point de vue économique pour le moment.

Pour ces raisons, parmi d'autres, l'étude conclut que le test Chroma ne se prête actuellement pas à une utilisation dans le cadre de l'application. Pour aboutir à cet objectif, l'auteur estime qu'il serait important que l'on mette en place un «service de coordination pour les méthodes basées sur des images». Celui-ci s'occuperait des tâches suivantes:

- harmonisation concertée des résultats et des interprétations avec les spécialistes
- création d'un réseau de compétences pour le test Chroma au sein de la recherche et de la pratique
- organisation de cours de formation continue, de sessions, d'excursions, etc.
- relations publiques
- création de laboratoires spécialisés dans les tests Chroma pour les sols; assurance de la qualité.

Le travail du service de coordination doit être financé au moins en partie par l'extérieur.

Andreas Mäder

Le BSA ne souhaite pas poursuivre à l'heure actuelle les tests Chroma.

8 Un «regard» sur la perception paysanne de la fertilité des sols

En tant que biologiste, je me suis surtout intéressée au cours des 10 dernières années aux possibilités d'estimer la fertilité des sols par des méthodes biologiques. J'ai ainsi pu me rendre compte des difficultés que posait une approche analytique et scientifique, notamment en raison de l'hétérogénéité du sol, de la variabilité saisonnière ou du problème - beaucoup plus fondamental - des processus complexes. Dans le cadre d'un projet du Fonds national³, j'ai tenté une autre approche: recourant à des méthodes sociologiques, j'ai étudié la manière dont des paysans percevaient la fertilité des sols, en cherchant à savoir si cette perception paysanne pouvait nous indiquer un moyen d'observer la fertilité du sol dans sa globalité.



Fig. 4: Le regard scientifique: des échantillons de sol sont prélevés pour effectuer des mesures chimiques, physiques et biologiques. Ces analyses doivent signaler des modifications éventuelles de la fertilité. L'observation figure au premier plan

Dans une certaine mesure, j'étais en contact à la fois avec la protection des sols (administration cantonale: service de la protection des sols du canton d'Argovie) et avec l'université (recherche: EPF Zurich), ce qui me donnait la possibilité d'observer ce thème sous deux perspectives.

Avec le soutien de l'OFEFP, des services de la protection des sols, du Collegium Helveticum (EPF Zurich), de l'Institut d'écologie terrestre (EPF Zurich) et de l'Université de Göttingen - vive la collaboration interdisciplinaire! - j'ai essayé, dans le cadre de ma thèse à l'EPF, de découvrir des liens possibles entre l'univers des paysans et celui des scientifiques. La question

de la protection des sols, «comment observer et conserver la fertilité des sols?», occupait une place centrale. J'étais d'abord partie du principe que les paysans observaient le sol et qu'ils étaient par conséquent les mieux à même de fournir des renseignements sur sa fertilité.

Cependant, lors de mes premières rencontres, j'ai constaté que les paysans n'utilisaient pas le terme de «fertilité du sol», et qu'ils répondaient de manière assez laconique à mes questions. Je pensais que la fertilité du sol était un terme familier, couramment utilisé par les paysans. Je fus donc assez déconcertée lorsque je réalisai que ce n'était pas forcément le cas. J'ai dû revenir en arrière pour leur demander ce que représentait à leurs yeux le terme de fertilité du sol, et s'ils l'utilisaient eux-mêmes:

P. Fry: «Est-ce que le terme "fertilité du sol" vous dit quelque chose?»

Paysan: «Oui, bien sûr.»

«Vous-même, utilisez vous ce terme?»

«A vrai dire non. Mais il a quand même une signification pour moi, il a un rapport avec la productivité.»

«Est-ce la même chose?»

«C'est à peu près la même chose. On l'interprète un peu curieusement. Un fruit est fertile. Mais le sol n'est pas un fruit. Si les plantes poussent bien dans un sol, celui-ci est de bon rapport ou productif (...) Mais qu'est-ce que ça veut dire, fertilité du sol? On ne féconde pas un sol, il est là. Quelque chose peut y pousser. Par contre, un fruit est d'une certaine manière fécondé, et on dit alors qu'il est fertile. Ou une vache est fertile, parce qu'elle se reproduit.»

«Et ce n'est pas le cas avec le sol?»

«Je ne vois pas cela de la même façon dans le cas du sol. Le sol, lui, ne se reproduit pas, vous comprenez?»

Suite à mes questions, ce paysan me donna des explications en séparant les différentes composantes du terme. Selon lui, une vache est fertile parce qu'elle se reproduit. Comme le sol ne se reproduit pas, il ne le considère pas comme «fertile». C'est une interprétation que je n'avais encore jamais entendue. Nous devons nous attendre à ce que le terme de «fertilité du sol» soit interprété de diverses manières. Selon l'arrière-plan (formation) et l'intention (protection des sols), il peut revêtir d'autres significations. On ne peut pas non plus partir du principe que tous les paysans utilisent le terme de fertilité du

sol. Du reste, est-ce véritablement un terme approprié pour communiquer avec les paysans?



Fig. 5: Le regard paysan: Le sol est exploité afin de vivre de ses produits. Les propriétés du sol sont perçues au travers du travail. L'action figure au premier plan

Au cours des visites de cultures et des interviews, il est apparu que les paysans parlaient relativement peu du sol proprement dit. Leur attention était plutôt attirée par les animaux et les plantes. De même, pendant les interviews, les descriptions directes des propriétés du sol furent plus rares et différentes de ce à quoi je m'attendais: quand des paysans parlent de «sols légers ou lourds», ils n'utilisent pas un terme de pédologie. Mais on les comprend quand même, car cette manière de s'exprimer est connue de tous et parfois courante en agronomie. Des expressions telles que «faire plaisir à voir» ou «aussi beau à voir qu'une plate-bande de jardin» sont plus difficiles à classer. Avec quelles expressions pédologiques ou scientifiques pourrait-on traduire ces métaphores? Les scientifiques ne sont pas habitués à cette manière de s'exprimer, car celle-ci est liée à des émotions et des conceptions esthétiques personnelles.

L'expression «un très beau sillon» peut décrire une bonne structure du sol, un «sol bloqué» peut signaler une perturbation des processus de décomposition.

La perception paysanne des sols ne correspond pas forcément au style scientifique. On le remarque aussi dans l'approche, dans la méthode: «Je n'observe pas spécialement, ça se voit tout simplement; ça vous vient comme ça à l'esprit.»

Nous ne pouvons pas partir du principe que tous les paysans appliquent la méthode de l'observation directe. Mais cela ne veut pas dire que leur savoir a moins d'importance qu'une description scientifique des sols. Leur perception se caractérise peut-être par l'établissement automatique d'un lien entre les différentes observations individuelles: par exemple entre l'environnement, la propre activité, le temps, l'histoire du site - bref, le contexte. Les corrélations entre la croissance végétale, les sols, le climat local, la santé de certains animaux, etc. sont précisément très difficiles à quantifier. Mais, selon l'OSol, celles-ci sont importantes pour la fertilité du sol.

Jusqu'à présent, le fait de partir de différents langages et modes de pensée et de les considérer tous les deux a toujours donné de bons résultats. J'espère achever ma thèse d'ici à fin 1999 et pouvoir présenter de passionnants «interfaces» ou «zones d'action» entre la compréhension paysanne et scientifique.

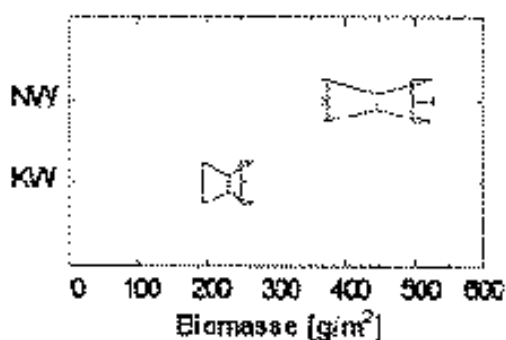
A suivre!

Patricia Fry

9 Introduction de paramètres biologiques dans l'observation de longue durée des sols du canton de Berne

Le service de la protection des sols du canton de Berne entretient un vaste réseau d'observation des sols consacré essentiellement aux terres cultivées. Les atteintes physiques, telles que compaction, battance, érosion et destruction de la structure, sont les plus importantes du point de vue des surfaces touchées; aussi font-elles l'objet d'une attention particulière.

Lorsqu'un sol est compacté et que sa structure a été endommagée, les organismes du sol ne peuvent plus remplir correctement leurs tâches. Or, ces organismes jouent un rôle important dans la formation d'une structure stable. C'est pourquoi il est utile de recourir à des paramètres biologiques pour estimer la fertilité des sols et assurer le suivi des mesures qui ont été prises. Le réseau d'observation des sols procède depuis 1993 au recensement de populations lombriciennes - un paramètre pour lequel on dispose de méthodes éprouvées et de directives précises pour l'interprétation. A long terme, il est prévu de recenser d'autres paramètres biologiques du sol; ce sera notamment le cas, dès 1999, de la biomasse, de la respiration et de la minéralisation de l'azote. Il est fort possible que de nouvelles méthodes, élaborées et standardisées dans le cadre du Groupe de travail «Biologie du sol - application», soient introduites dans le futur.



NW = prairie naturelle, KW = prairie artificielle

Fig. 6: Biomasse de lombrics (g/m^2) relevée à la station «Rubigen» du réseau d'observation des sols en automne 1993. L'exploitation intensive du terrain agricole entraîne une forte diminution de la population de lombrics par rapport à une prairie naturelle

Au total, 17 stations du Plateau bernois ont été retenues par le réseau d'observation des sols. Dans chacune de ces stations, une parcelle cultivée est comparée avec une prairie naturelle servant de parcelle témoin; généralement contiguë, cette dernière est semblable du point de vue pédologique. Dans le cadre de la rotation des cultures, l'échantillonnage a lieu la deuxième année d'exploitation principale des prairies artificielles, soit tous les cinq à huit ans environ. Les paramètres suivants sont recensés: volume des pores, compacité des strates, infiltration d'eau, population de lombrics, teneur en métaux lourds, éléments nutritifs, matière organique, données sur l'exploitation, précipitations et force de succion.

Le premier rapport du réseau d'observation a été publié en 1997⁴. Sur la base des résultats initiaux des mesures effectuées dans les 10 premières stations, l'état des sols à ce moment donné peut être décrit de la manière suivante: Par rapport aux prairies naturelles, le volume global des pores est plus faible et la compacité des strates plus élevée dans les terres ouvertes. L'ameublissement régulier en particulier de la couche supérieure du sol entraîne une «compaction interne» du sol. Comparé aux prairies naturelles, les terres ouvertes évacuent presque trois fois moins d'eau dans les couches profondes.

La population de lombrics, qui assure un système continu de macropores et par conséquent une bonne infiltration d'eau, est réduite d'à peu près un tiers dans les terres ouvertes par rapport aux prairies naturelles. La perte d'humus dans les terres ouvertes se monte à environ 40%. La contamination chimique des parcelles se situe dans le domaine du bruit de fond normal.

Les premiers résultats révèlent une baisse de la fertilité dans les terres ouvertes, qui se manifeste à travers presque tous les paramètres recensés. Les recensements des populations lombriciennes permettent de présenter des corrélations possibles: le travail intensif du sol pendant des années entraîne une réduction de la colonisation du sol; les espèces creusant en profondeur sont particulièrement touchées, car leurs galeries d'habitation sont régulièrement détruites. Il en résulte une réduction du nombre de galeries stables assurant l'évacuation de l'eau.

La préparation du sol provoque également une diminution de la teneur en humus: l'enlèvement de la couche végétale protectrice se traduit par un plus fort réchauffement du sol; les organismes «brûlent» alors l'humus et le rejettent sous forme de CO₂. Une teneur réduite en humus signifie moins de nourriture pour les micro-organismes et moins de substances nutritives pour les plantes. L'activité biologique s'en trouve fortement réduite, et les organismes du sol ne parviennent plus à remplir leurs fonctions de manière suffisante; or, celles-ci sont très importantes pour la formation d'une structure stable et la décomposition des matières organiques. La structure du sol devient instable, ce qui se traduit par des atteintes telles que compaction, érosion ou battance. Voilà pourquoi il est nécessaire d'assurer des conditions optimales aux lombrics et aux autres organismes du sol. Les principales mesures consistent à limiter le travail du sol et son compactage, à maintenir une couverture permanente du sol, et à assurer un bilan équilibré de l'humus par des apports d'engrais organiques.

La première série d'échantillonnage des 17 stations du réseau d'observation des sols sera achevée d'ici à l'an 2000. Depuis 1998, des échantillons sont à nouveau prélevés sur les premières parcelles. On pourra donc établir si la tendance à la dégradation des sols se poursuit, ou si la situation a pu être stabilisée, voire améliorée, par exemple dans les exploitations qui se sont reconverties au semis direct.

Pour obtenir une image globale de la fertilité du sol ou des menaces qui pèsent sur elle, il faudra disposer d'une série de mesures échelonnées dans le temps et englobant tous les paramètres. Les résultats du réseau d'observation de longue durée servent de valeurs de référence et de données de base pour les recommandations et les mesures à appliquer. De plus, les relevés biologiques fourniront à nouveau des informations importantes pour le suivi des mesures. Enfin, les organismes du sol peuvent en même temps contribuer à attirer l'attention sur la problématique du sol.

Claudia Maurer-Troxler, Abteilung Umwelt und Landwirtschaft, Rütli, 3052 Zollikofen.

10 Analyses microbiologiques du sol dans le cadre de l'observation de longue durée en Allemagne

Les sols sont caractérisés par l'interpénétration de l'atmosphère, de l'hydrosphère, de la géosphère et de la biosphère. Les organismes du sol en constituent donc une composante essentielle. Ils sont d'une part à l'origine de toutes les principales transformations de substances dans le sol, et jouent à ce titre un rôle essentiel dans les cycles globaux des substances. D'autre part, ils représentent une réserve d'éléments nutritifs libérés et mis à la disposition des végétaux après leur mort. Les fonctions du sol en tant que «biotope pour organismes», «composant du cycle des substances nutritives» et «transformateur de substances» sont décrites dans la loi fédérale allemande de 1998 sur la protection des sols. Ces fonctions sont protégées par la loi⁵.

L'observation de longue durée a pour objectif de décrire l'état actuel des sols, de surveiller les modifications à long terme et d'établir des prévisions sur l'évolution future des sols. Il sera ainsi possible de déterminer des valeurs de référence pour l'évaluation de l'état d'un sol, et de reconnaître à temps les modifications causant des dommages. Vu l'importance particulière des organismes pour le sol, on encourage le relevé de paramètres microbiologiques du sol lors du suivi des parcelles d'observation de longue durée. Les paramètres de la biomasse microbienne et de la respiration du sol doivent être obligatoirement relevés; ils peuvent être complétés par l'activité enzymatique et des analyses zoologiques du sol^{6,7}.

Dans le cadre de l'observation de longue durée des sols, des analyses microbiologiques sont désormais effectuées dans différents Länder allemands, notamment en Bavière, au Brandebourg, en Basse-Saxe, en Rhénanie du Nord-Westphalie, en Saxe-Anhalt, au Schleswig-Holstein et en Thuringe. Les analyses portent sur des terres ouvertes, des prairies permanentes et des stations forestières, ainsi que sur des parcelles spéciales (décharges, sites particulièrement atteints).

Dans l'ensemble du pays, plus de 350 parcelles font ainsi l'objet d'analyses régulières de paramètres microbiologiques.

En Basse-Saxe, depuis 1992, 61 terrains agricoles ont été aménagés pour l'observation de

longue durée des sols; d'une superficie de 1 ha, ils comprennent chacun 4 surfaces d'échantillonnage de 250 m².

Chaque année, à la fin février/début mars, des échantillons de sol sont prélevés dans les couches de 0 - 10 cm et de 10 - 20 cm pour subir des analyses de la biomasse et de la respiration. La détermination de la variabilité naturelle des valeurs est particulièrement importante. Entre les surfaces d'échantillonnage, on a relevé des

coefficients de variation s'élevant à 13% pour la biomasse microbienne et 25% pour la respiration du sol (valeurs médianes). Au sein d'une même surface d'échantillonnage, les variations d'une année à l'autre ont atteint 30 et 42%⁸.

On constate que la texture du sol influence fortement les paramètres microbiens (fig. 7).

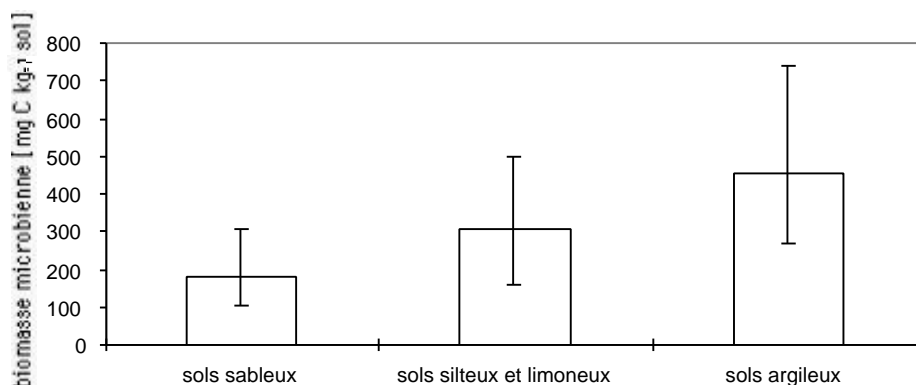


Fig. 7: Résultats de l'observation de longue durée de sols en Basse-Saxe: biomasse microbienne dans la couche arable (0-10 et 10-20 cm) de terres ouvertes en fonction des principaux types de sol, années 1992-1997: Médiane, percentiles 10 et 90 %, n sols sablonneux=581, n sols silteux-limoneux=380, n sols argileux=138

Les biomasses microbiennes les plus élevées se rencontrent dans les sols argileux, les plus basses dans les sols sablonneux. Dans les sols riches en humus, la matière organique joue un rôle plus important sur la biomasse microbienne. Des fourchettes de valeurs prévisibles (valeurs de référence) peuvent être déterminées sur la base des relevés de la variabilité. Cette fourchette est représentée avec des percentiles de 10 et 90 sur la figure 7. Ainsi, en Basse-Saxe, les sols cultivés sablonneux présentent une biomasse microbienne (médiane) de 180 mg C par kg de sol dans la terre arable. 10% des valeurs mesurées sont inférieures à 100 mg C, et 90% des valeurs sont inférieures à 309 mg C par kg de sol. Lorsque les valeurs sont particulièrement basses, on peut s'attendre à une perturbation du régime du carbone dans le sol. Les valeurs particulièrement élevées signalent une fertilité élevée. Celle-ci se traduit toutefois par une minéralisation plus importante de l'azote, qui

peut entraîner une augmentation des lessivages d'azote dans les eaux souterraines.

Ce système de référence pour la biomasse microbienne peut encore être affiné en intégrant d'autres paramètres affectant le sol et son utilisation⁹. L'important est que les valeurs de référence des paramètres microbiologiques établies d'après l'observation de longue durée tiennent compte de la variabilité naturelle dans l'espace et dans le temps. Ainsi les sols pourront-ils être évalués non seulement en fonction de leur fertilité, mais aussi des effets d'atteintes.

Heinrich Höper

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Bodentechnologisches Institut Bremen, Friedrich-Mißler-Straße 46/50, D-28211 Bremen.

11 Atteintes portées aux sols par des micro-organismes

L'OSol (1998) mentionne désormais expressément les atteintes portées aux sols par des micro-organismes, en particulier par des organismes génétiquement modifiés ou pathogènes.

Le problème de la dissémination de germes pathogènes de toutes sortes et des atteintes qui peuvent en résulter pour les sols a été reconnu par le BSA; l'OFEFP étudie actuellement cette question au niveau interne. Comme le démontre l'exemple de la maladie du dépérissement du framboisier, provoquée par *Phytophthora fragariae* var. *rubi*, les services de la protection des sols et les services de la protection des végétaux devront collaborer de façon intensive pour éviter dans la mesure du possible les atteintes biologiques portées au sol.

A partir des premiers foyers d'épidémie apparus au milieu des années soixante en Suisse orientale, cette dangereuse maladie des framboisiers s'est étendue pratiquement sans entraves jusqu'à aujourd'hui à l'ensemble de la Suisse. Dans un premier temps, elle toucha essentiellement de jeunes plantations; on peut donc en conclure que l'agent pathogène fut involontairement disséminé par l'intermédiaire de jeunes plants atteints.

Comme pour la plupart des maladies du sol, on peut supposer que ce parasite ne pourra plus être éliminé des sols. Les producteurs suisses de framboises devront donc compter à l'avenir avec la présence de ce parasite. Le choix d'espèces de framboisiers résistantes au *Phytophthora* est actuellement très limité. Aussi les stratégies de lutte intégrée comprenant la sélection d'espèces résistantes et des mesures de lutte biologique revêtiront-elles une très grande importance.

Werner Heller (FAW)



Fig. 8: Framboisiers atteints de *Phytophthora fragariae* var. *rubi* (au centre de la photo), en train de dépérir

Impressum Bulletin BSA/VBB N° 3/99

Editeur:

BSA/VBB (Groupe de travail «Biologie du sol - application»)

Président en 1998:

Roland von Arx

OFEFP, section Sol et biologie générale

CH - 3003 Berne

Tél. 031 322 93 37

Fax 031 324 79 78

e-mail: roland.vonarx@buwal.admin.ch

Présidente en 1999:

Claudia Maurer-Troxler

Abteilung Umwelt und Landwirtschaft

Berne, Rütli

3052 Zollikofen

Tél. 031 910 53 34

e-mail: chqf9mcl@ibmmail.com

Secrétariat et distribution:

Paul Mäder

Institut de recherches de l'agriculture biologique

(IRAB), Ackerstrasse, Case postale

CH - 5070 Frick

Tél. 062 865 72 32

Fax 062 865 72 73

e-mail: paul.maeder@fibl.ch

Traduction française:

André Carruzzo

12, rue Cavour

1203 Genève

¹ Eidgenössische Forschungsanstalten FAL RAC FAW (1996): Schweizerische Referenzmethoden der Eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten. Band 2. Bezug: FAL, Reckenholzstrasse 191/211, 8046 Zürich.

² Andreas Mäder (1998): Beurteilung der Bodenqualität mit Hilfe des Chroma-Tests. Vorstudie. Zentrum für angewandte Ökologie, Schattweid. Ce rapport (en allemand) peut être obtenu au prix de 20 francs (+ 3 francs pour frais de port et emballage) auprès d'Andreas Mäder, Libellenstrasse 54, 6004 Lucerne, e-mail AndreasMaeder@web.de.

³ Dagmar Reichert, Patricia Fry, Ursina Steinemann, Claudia Heid (1996): Erfahrungswissen und umweltverantwortliches Handeln. Bericht zu Handen des Nationalfonds. A paraître en 1999 aux éditions Westdeutschen Verlag.

⁴ Bodenbeobachtung im Kanton Bern (1997): ein physikalisch-biologisch-chemischer Ansatz. Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern, Rütli, 3052 Zollikofen.

⁵ Anonym (1998): Gesetz zum Schutz des Bodens vom 17.03.1998. Bundesgesetzblatt I, 502 ff.

⁶ SAG - SONDERARBEITSGRUPPE
INFORMATIONSGRUNDLAGEN BODENSCHUTZ der Umweltministerkonferenz (1991): Konzeption zur Einrichtung von Bode-Dauerbeobachtungsflächen. Bericht der Unterarbeitsgruppe «Boden-Dauerbeobachtungsflächen» im Auftrag der SAG «Informationsgrundlagen Bodenschutz». Bayer. Staatsministerium f. Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.): Arbeitshefte Bodenschutz 1: 56 S., München.

⁷ LABO - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (1998): Boden-Dauerbeobachtung - Einrichtung und Betrieb von Boden-Dauerbeobachtungsflächen. 'Entwurf vom 31.10.1998 zur Vorlage beim Arbeitskreis 2 (AK2) der LABO.

⁸ Höper, H., Heinemeyer, O. und Kleefisch, B. (1997): Erfassung bodenmikrobiologischer Parameter im Rahmen der Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen: Methodische Aspekte und Ergebnisse. VDLUFA-Schriftenreihe 46, Kongressband 1997: 763-766.

⁹ Höper, H., Heinemeyer, O. und Kleefisch, B. (1998): Boden-Dauerbeobachtung in Niedersachsen: Einfluß von Nutzung und Boden auf bodenmikrobiologische Parameter. VDLUFA-Schriftenreihe 47, Kongressband 1998: à paraître.