

## Bulletin BSA/VBB n°1 / avril 1997

### Sommaire

	page
1. « L'ancien » groupe de travail « Biologie du sol » et ses activités	1
2. Constitution du groupe de travail « Biologie du sol - application (BSA/VBB) »	2
3. Rapport annuel 1996 du BSA/VBB	3
4. Stratégies de prélèvement d'échan- tillons de sol pour la caractérisation d'un site du point de vue de la microbiologie du sol	7
5. Choix des paramètres de base de microbiologie du sol	10

Le groupe de travail « Biologie du sol - application (BSA/VBB) »<sup>1</sup> s'est constitué en 1995 à l'initiative des services spécialisés de la protection des sols des cantons d'Argovie, de Berne et de Soleure, ainsi que de l'OFEFP. Le BSA/VBB émane du groupe de travail « Biologie du sol » de ces services.

Le BSA/VBB traite essentiellement des questions relatives à l'application de la législation dans le domaine de la biologie du sol. Au sein de groupes chargés de projets spécifiques, des représentants de l'administration et des milieux de la recherche travaillent en étroite collaboration dans le but d'aborder ces thèmes de manière plus efficace encore.

Ce premier bulletin doit permettre de présenter les activités du BSA/VBB à un large public.

### 1. « L'ancien » groupe de travail « Biologie du sol » et ses activités

L'évaluation de la fertilité des sols revêt une grande importance, d'une part en raison de l'augmentation des atteintes mécaniques et des charges polluantes auxquelles ils sont soumis, d'autre part en raison des interactions (combinaison de facteurs) et des effets chroniques qu'ils subissent. La capacité intrinsèque (non perturbée) de dégradation de la matière organique et la structure du sol typique d'un site particulier sont des exemples de critères qui permettent d'évaluer la fertilité d'un sol<sup>2</sup>. Ces critères sont étroitement liés à l'activité biologique du sol. Afin de tester les méthodes de la biologie du sol (en vue de leur application dans le cadre de l'observation du sol au niveau des cantons) des représentants des services spécialisés de la protection des sols des cantons d'Argovie, de Berne, de Soleure et de Saint-Gall ont constitué, en 1991, un groupe de travail appelé « Biologie du sol ».

De 1991 à 1993, en se basant sur les expériences des services d'observation du sol des cantons de Lucerne<sup>3</sup> et de Zurich<sup>4</sup>, le groupe de travail a élaboré une stratégie qui, à partir des lacunes constatées, propose une démarche par étapes qui décrit de quelle manière les méthodes de microbiologie du sol peuvent être appliquées à l'observation de ce dernier<sup>5</sup>. Une fois les paramètres de base sélectionnés et standardisés, ils sont évalués quant à leur aptitude à être reproduits et à être mis en pratique. Sur des sites « non contami-

---

<sup>2</sup> VSBo (1986) art. 2.

<sup>3</sup> Vetter, F. et J. Heeb (1990): Konzept zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit im Kanton Luzern. Bewertung der Bodenfruchtbarkeit. Teilbereich Bodenbiologie. Kantonales Amt für Umweltschutz, Bodenschutzfachstelle, Klosterstrasse 31, 6002 Lucerne.

<sup>4</sup> AGW (1994): Der Pilotlauf zum kantonalen Bodenbeobachtungsnetz (KABO) Zurich. Résumé et synthèse. Amt für Gewässerschutz und Wasserbau, Fachstelle Bodenschutz Kanton Zürich. Stampfenbachstr. 17, 8001 Zurich.

<sup>5</sup> Fry, P., C. Maurer-Troxler, A. Enggist (1994): Einsatz bodenbiologischer Methoden in der langfristigen Bodenbeobachtung. In: Alef, K., H. Fiedler, O. Hutzinger (éd.): Eco Informa, 3. Fachtagung und Ausstellung für Umweltinformation und Umweltkommunikation - Umweltmonitoring und Bioindikation. 5 - 9 septembre 1994, Band 5, 273-280.

---

<sup>1</sup> en allemand: « Vollzug Bodenbiologie (VBB) ».

nés », on évalue dans un deuxième temps la variabilité dans le temps et dans l'espace des différents paramètres. Cette évaluation sert de base pour définir la stratégie de prélèvement des échantillons et pour l'interprétation. Dans un troisième temps, des valeurs typiques par site sont réunies et constituent une référence pour les sols non contaminés<sup>6</sup>. Ce n'est qu'à partir de telles données, et en tenant compte de l'historique du site, que des perturbations de la fertilité du sol peuvent être détectées.

Partant de cette stratégie, le groupe de travail s'est surtout intéressé à évaluer l'application pratique des méthodes. Dans ce but, il s'est concentré sur la collecte de données concernant les populations de lombrics, afin de réunir des valeurs caractéristiques pour différents sites et régions. Dans ce contexte, le groupe de travail a lancé et suivi plusieurs projets:

### **Paramètres microbiologiques**

Sur mandat du groupe de travail « Biologie du sol », l'Institut de recherches en agriculture biologique (IRAB) a effectué une étude bibliographique sur la variabilité dans le temps et dans l'espace de la biomasse microbienne et sur son activité<sup>7</sup>.

En 1995, les données concernant trois paramètres de base choisis (biomasse microbienne, respiration du sol et dégradation de la cellulose) ont été analysées pour voir dans quelle mesure elles sont comparables.

Au cours de trois séries d'analyses indépendantes, des échantillons de trois sols ont été analysés par des instituts privés et publics selon les mêmes procédés de laboratoire. La dispersion des valeurs entre les laboratoires et au sein de ces derniers a été calculée, ce qui a permis de définir des objectifs de qualité en matière de mesures microbiologiques du sol.

Le rapport de synthèse sera disponible au printemps 1997<sup>8</sup>. Une version résumée doit être

---

<sup>6</sup> voir aussi LPE rev. art 7, al. 4bis.

<sup>7</sup> Mäder, P., K. Nowack, T. Alföldi (1993): Literaturstudie zur Wahl der Methode für die Schätzung der mikrobiellen Biomasse im Boden sowie zur zeitlichen und räumlichen Variabilität der mikrobiellen Biomasse, der Bodenatmung und des Zelluloseabbaus. Baudepartement, Abt. Umweltschutz, Entfelderstr. 16, 5001 Aarau.

<sup>8</sup> Fry, P., E. Laczko, N. Maire, C. Maurer-Troxler, K. Nowack, avec la collaboration de W. Jäggi, P. Mäder und H.-R. Oberholzer (1997): Vergleichbarkeit von Messungen mikrobiologischer Parameter. Rapport de synthèse. Baudepartement, Abt. Umweltschutz, Entfelderstr. 16, 5001 Aarau.

publiée par l'OFEFP dans la série « documents environnement ».

### **Projets lombrics**

Le centre d'écologie appliquée de Schattweid (F.Vetter) a comparé trois méthodes d'extraction des lombrics (à la formaline, à la moutarde et au moyen d'appâts électriques)<sup>9</sup>.

La récolte de données concernant « la faune lombricienne des herbages permanents du Plateau suisse » effectuée par la communauté de travail ökonsult/G.Cuendet sur mandat de l'OFEFP et des cantons est terminée et les résultats évalués<sup>10</sup>. De premières valeurs typiques pour certains sites sont désormais disponibles. Un rapport de synthèse paraîtra au cours de l'été 1997 dans la série « Cahier de l'environnement » de l'OFEFP.

## **2. Constitution du groupe de travail « Biologie du sol - application (BSA/VBB) »**

Sur proposition du groupe de travail « Biologie du sol », l'OFEFP a organisé, début 1995, une rencontre entre des représentants de certains cantons, de stations de recherches et de différentes hautes écoles. A cette occasion, la décision a été prise d'élargir le groupe de travail « Biologie du sol » et de le transformer en groupe de travail « Biologie du sol - application (BSA/VBB) ». La tâche du groupe BSA/VBB est de coordonner les nombreux travaux de recherche appliquée effectués par différentes instances dans le domaine de la biologie du sol et de permettre d'étendre ces travaux à d'autres thèmes prioritaires, notamment dans le domaine de l'information ou de l'analyse de contaminations limitées dans l'espace à l'aide de méthodes de mesures biologiques.

La séance constitutive du 20 juin 1995 a entériné les objectifs et les structures de l'organisation:

les activités du groupe de travail BSA/VBB visent à:

- assurer les contacts et la coordination entre les différentes personnes actives dans le domaine

---

<sup>9</sup> Les résultats de cette étude effectuée sur mandat de l'OFEFP figurent dans les « documents environnement no 62 - sol » sous le titre « Méthodes d'extraction des lombrics ». Ce document peut être commandé auprès du service de documentation de l'OFEFP, 3003 Berne.

<sup>10</sup> Communauté de travail ökonsult/G.Cuendet (1994): Regenwurmfauuna von Dauergrünlandböden. Rapports destinés aux services cantonaux de la protection des sols.

de la protection des sols au niveau de la biologie du sol,

- garantir un échange d'informations complet,
- fixer des priorités communes,
- proposer des méthodes utilisables en biologie du sol;
- sensibiliser la population et les exploitants du sol à la biologie du sol en rapport à la fertilité de ce dernier,
- éviter des efforts inutiles et, ainsi,
- utiliser de façon optimale les moyens disponibles.

### Structure organisationnelle

La structure organisationnelle permet de constituer des groupes chargés de projets spécifiques. Ces groupes sont formés de spécialistes des milieux de la recherche et de bureaux privés.

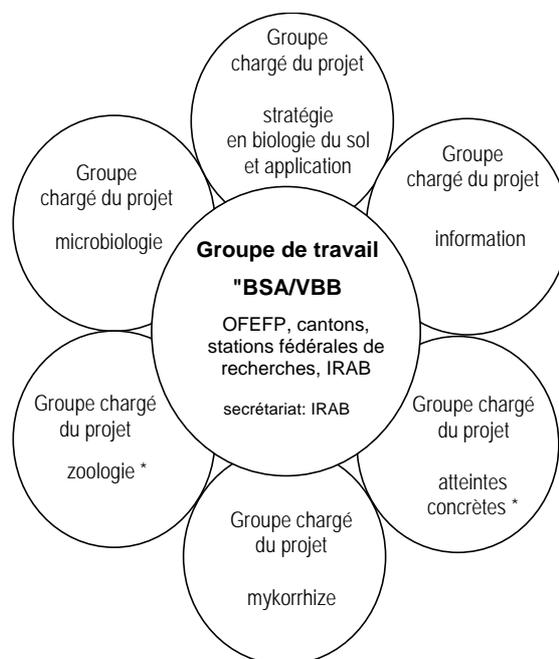
Actuellement, les institutions suivantes sont représentées au sein du BSA/VBB:

- FAL (Station fédérale de recherches en agro-écologie et en agriculture);
- IUL (Institut de recherches en protection de l'environnement et en agriculture);
- FAW (Station fédérale de recherches en arboriculture, viticulture et horticulture);
- FNP (Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage);
- OFEFP (Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage)
- IRAB (Institut de recherches en agriculture biologique);
- cantons d'Argovie, de Bâle-Campagne, de Berne, de Soleure et de Saint-Gall.

La présidence tournante est assurée chaque année alternativement par des représentants des cantons et par l'OFEFP.

### 3. Rapport annuel 1996 du BSA/VBB

La première année a été placée sous le signe de la mise en place des structures du BSA/VBB sous la présidence de Mme Patricia Fry, qui a assumé le rôle de coordinatrice. De nouveaux membres ont été accueillis, l'organisation s'est structurée et des groupes chargés de projets se sont constitués. Le BSA/VBB a fonctionné comme une plateforme de coordination des travaux de différentes



OFEFP: Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage

IRAB: Institut de recherches en agriculture biologique

\* Groupes prévus

institutions de recherche, ce qui, globalement, a permis un regroupement des forces. Le suivi technique de deux projets de l'OFEFP a été assuré. Il s'agit de l' « Utilisation de méthodes de microbiologie du sol en agriculture et en protection du sol » et du rapport de synthèse « Lombriciens - peuplement des prairies permanentes ». Les stations fédérales de recherches agronomiques et l'IRAB ont travaillé essentiellement dans les domaines du choix des méthodes, de la standardisation et de l'élaboration de stratégies de prélèvement d'échantillons en relation avec les paramètres microbiologiques. L'OFEFP et les cantons, pour leur part, se sont principalement concentrés sur le travail d'information et de sensibilisation du public, ainsi que sur l'identification de fourchettes de valeurs comparatives.

Les travaux importants dans le domaine de la biologie du sol et de son application ont été réunis. En avril 1996, l'OFEFP a envoyé ces documents ainsi qu'une information détaillée concernant la structure organisationnelle du BSA/VBB aux spécialistes travaillant dans le domaine de la protection des sols. En outre, un poster exposant les objectifs et la structure organisationnelle du BSA/VBB a été réalisé. Ce dernier a été présenté en mars 1996 à Yverdon (CH) à l'occasion de l'assemblée annuelle de la SSP, en octobre 1996

au séminaire « Neue Konzepte in der Bodenbiologie » (Nouvelles stratégies en biologie du sol) à Linz (A), ainsi qu'à une séance des services cantonaux de la protection des sols.

Les responsables de projets décrivent ci-après les activités de leur groupe. Un résumé des thèmes abordés, les membres et les personnes de contact de chacun des groupes chargés de projets sont présentés à la page suivante.

### **Groupe de projet « Stratégie en biologie du sol et application »**

Le groupe de projet décrit les différents points de rencontre (interfaces) entre protection des sols et biologie du sol. Il élabore les objectifs du BSA/VBB et montre leur importance pour la protection des sols. En outre, il réunit les travaux et études de base pertinents par rapport aux objectifs à atteindre. Un autre thème prioritaire de ce groupe est la documentation: cette activité consiste à compiler les études effectuées en Suisse et à l'étranger dans le domaine de la biologie du sol et de son application (première publication prévue à fin 1997).

La stratégie actuelle (voir page 1) pour l'observation permanente des sols au moyen de méthodes biologiques doit être affinée. Pour obtenir des fourchettes de valeurs comparatives dans le domaine de la biologie du sol, le groupe envisage de mettre en place une banque de données centralisée. La collaboration d'autres cantons est souhaitée.

### **Groupe de projet « Information et sensibilisation du public »**

Ce groupe de travail s'est constitué il y a une année. Il est en principe ouvert à toute personne travaillant dans ce domaine. Le but de ce groupe est de coordonner le travail d'information dans le domaine de la biologie du sol entre la Confédération et les Cantons, si possible en valorisant les synergies. Les interactions complexes entre les différents organismes du sol, leur importance pour le maintien de sa fertilité et la perception du sol en tant que milieu vivant sont des aspects qui doivent être transmis à un large public. Jusqu'ici, les activités principales de ce groupe ont consisté à préparer et à coordonner une exposition consacrée aux lombrics, ainsi qu'à la réalisation d'un sentier didactique sur le jardinage.

En collaboration avec M. Fredy Vetter, de l'Ökozentrum de Schattweid, et avec l'atelier Ruth Schürmann, une exposition spéciale sur les lombrics - à la fois attrayante, informative et divertissante - a été montée. L'OFEP et les services de la protection des sols de nombreux cantons ont apporté leur soutien financier à l'exposition.

photo

Le programme de cette exposition itinérante à travers la Suisse est établi jusqu'en 2000; la possibilité d'en élaborer une version française est actuellement à l'étude.

Plan de la tournée de l'exposition sur les lombrics:

Natur-Museum Luzern	16 novembre 1996 - 6 avril 1997
Naturmuseum Solothurn	fin avril 1996 - 28 septembre 1997
Kantonsmuseum Baselland	18 octobre 1997 - 18 janvier 1998
Aargauisches Naturmuseum	4 février 1998 - 26 avril 1998
Naturwissenschaftliche Sammlung Winterthur	15 mai 1998 - 27 septembre 1998
Naturmuseum Frauenfeld	octobre 1998 - février 1999
Naturmuseum St. Gallen	mars 1999 - août 1999
Service de la protection des sols du canton de Berne	octobre 1999 - mars 2000
Bündner Naturmuseum Chur	avril 2000

### **Exposition sur les lombrics**

## Groupes chargés de projets spécifiques rattachés au groupe de travail « Biologie du sol - application BSA/VBB »

Nom du groupe chargé de projet et thèmes abordés	membres	direction/ personne de contact
<b>Stratégie « Biologie du sol - application »</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborer une stratégie détaillée en matière de biologie du sol</li> <li>- Mettre en évidence les interactions entre les différents projets</li> <li>- Mettre en place une banque de données concernant les fourchettes de valeurs comparatives</li> <li>- Réunir les principaux documents concernant les travaux de recherche en biologie du sol et son application</li> </ul>	R. Bono (BL) C. Domenig (SG) P. Fry (AG) C. Maurer-Troxler (BE) K. Nowack (IRAB)	Patricia Fry Baudepartement AG Abt. Umweltschutz Entfelderstr. 16 5001 Aarau tél. 062 835 33 94
<b>Information et sensibilisation</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informer et sensibiliser le public aux questions relatives à la biologie du sol</li> <li>- Projets actuels: exposition sur les lombrics et sentier didactique sur le jardinage</li> </ul>	R. Bono (BL) P. Fry (AG) B. Pokorni (NE) R. von Arx (OFEFP)	Roland von Arx OFEFP 3003 Berne tél. 031 322 93 37
<b>Prélèvement, préparation des échantillons, méthodologie en microbiologie</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborer et valider les stratégies de prélèvement d'échantillons (prairies, terres ouvertes, forêts)</li> <li>- Choisir, standardiser et valider les méthodes</li> <li>- Elaborer des méthodes de référence</li> <li>- Documenter la variabilité dans le temps et dans l'espace</li> <li>- Définir des fourchettes de valeurs comparatives</li> </ul>	W. Heller (FAW) P. Mäder (IRAB) K. Nowack (IRAB) H.-R. Oberholzer (FAL) A. Rudaz (IUL)	Hans-Rudolf Oberholzer FAL Reckenholzstr. 191/211 8046 Zurich tél. 01 377 72 97
<b>Mycorhize</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluer une méthode standard pour la description de l'état d'un sol en ce qui concerne les mycorhizes</li> <li>- Projet actuel: étude bibliographique</li> </ul>	S. Egli (WSL) U. Galli (Granges) C. Maurer-Troxler (BE) B. Senn (Uni Berne) V. Wiemken (Uni BS)	Simon Egli WSL Zürcherstrasse 111 8903 Birmensdorf tél. 01 739 22 71
<b>Groupes prévus</b>		
<b>Zoologie</b>		
Lombrics: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Standardiser les méthodes</li> <li>- Saisir la variabilité dans le temps et dans l'espace</li> <li>- Mettre en pratique les recommandations du rapport de synthèse « faune lombricienne »</li> <li>- Evaluer d'autres groupes d'animaux (nématodes, Enchytraeus)</li> </ul>	ouvert	Claudia Maurer-Troxler Service cantonal bernois de la protection des sols Rütli 3052 Zollikofen tél. 031 910 53 34
<b>Atteintes concrètes</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mener des études pilotes en vue de recenser les atteintes concrètes</li> <li>- Réunir les principaux documents sur l'influence exercée par les polluants et l'exploitation du sol sur les micro-organismes et les animaux présents dans le sol</li> </ul>	ouvert	Ariane Rudaz Institut de recherches en protection de l'environnement et en agriculture (IUL) Schwarzenburgstrasse 155 3097 Liebfeld-Berne tél. 031 323 83 02

### **Sentier didactique sur le jardinage**

Le thème de la biologie du sol ne doit pas être abordé dans le seul cadre des musées. Des synergies avec l'action de l'OFEFP « Jardiner sainement pour un environnement de qualité » peuvent être valorisées. Ainsi, dans le cadre de cette action, le groupe chargé du projet prévoit, pour 1998, de mettre en place un sentier didactique sur le jardinage. Celui-ci est conçu pour sensibiliser les jardinières et les jardiniers amateurs, mais aussi les écolières et les écoliers, à entretenir un rapport respectueux à la nature et au sol, en commençant dans leur propre jardin. Une vingtaine de panneaux d'information sont prévus sur le thème de l'aménagement et de l'exploitation des jardins (potagers et d'ornement), ainsi que sur la gestion des espaces verts. Ces panneaux peuvent être utilisés dans le cadre de cours organisés en plein air, par exemple dans des jardins, des espaces verts en zone résidentielle ou dans des écoles. En complément aux panneaux d'information, des fiches techniques destinées à être distribuées au public-cible ont été élaborées. En 1997, le sentier didactique sur le jardinage sera testé dans trois communes. Programmé en même temps que l'exposition sur les lombrics, le sentier didactique constitue un complément idéal.

Un sondage réalisé auprès des cantons de Suisse alémanique a démontré leur intérêt pour ce sentier didactique. Dès le début de 1998, l'exposition sera disponible auprès des services cantonaux compétents. Ceux-ci vont encourager les communes et les organisations privées à entreprendre des actions locales et vont les appuyer dans leurs démarches. Le projet repose sur l'OFEFP avec un soutien financier de l'économie privée. La participation des cantons consiste à acquérir et à mettre à la disposition du public les sentiers didactiques. Une version française est prévue.

### **Actions complémentaires**

Le groupe chargé du projet discute actuellement d'actions possibles qui complèteraient avantageusement l'exposition sur les lombrics et le sentier didactique sur le jardinage, de manière à permettre aux différents publics-cibles d'approfondir le sujet. Le groupe assure également l'information réciproque et l'échange d'expériences dans le cadre de telles actions.

### **Groupe chargé du projet « Microbiologie du sol - prélèvements, préparation des échantillons et méthodologie »**

Ce groupe chargé de projet du BSA/VBB collabore avec le groupe « Biologie du sol » des stations fédérales de recherches agronomiques, assurant ainsi une harmonisation optimale des méthodes entre l'OFEFP et l'OFAG.

Le groupe chargé du projet a été constitué en octobre 1995. Il s'est principalement consacré aux questions relatives à la standardisation et au choix des méthodes, préalable indispensable à l'application pratique des méthodes de la microbiologie du sol.

Dans un premier temps, ce groupe a élaboré des instructions concernant le prélèvement standardisé d'échantillons de sol destinés à des analyses microbiologiques. Ces instructions ont été mises en consultation auprès de différents experts des hautes écoles et des laboratoires cantonaux. La version révisée a été intégrée dans les directives relatives aux méthodes de référence en biologie du sol des stations fédérales de recherches agronomiques; elle figure également dans le chapitre 4 du présent bulletin.

Par ailleurs, le groupe a élaboré des instructions méthodologiques pour le recueil de méthodes de référence no 18 cité ci-dessus. Le classeur des méthodes de référence (tome 2) peut être obtenu auprès de la FAL à Zurich Reckenholz (tél. 01/377 71 11).

Dans la mesure où il existe un grand nombre de méthodes pour caractériser un site du point de vue de la microbiologie du sol, il est indispensable, pour les applications pratiques, de faire un choix de méthodes pertinentes et appropriées servant de paramètres de base. A la suite de discussions approfondies, le choix s'est porté sur la biomasse microbienne, la respiration du sol et la minéralisation de l'azote. Les justifications de ce choix sont présentées au chapitre 5.

L'an prochain, le groupe chargé du projet développera d'autres méthodes en microbiologie du sol destinées au recueil de méthodes de référence, et il procédera à la validation des méthodes de référence existantes. D'autres paramètres de base destinés à être appliqués dans la pratique seront examinés.

La validation de la stratégie de prélèvement d'échantillons mentionnée ci-dessus (en ce qui concerne sa variabilité dans le temps et dans l'espace) sera effectuée dans le cadre d'un projet

de l'OFEFP intitulé « Utilisation de méthodes de microbiologie du sol en agriculture et en protection des sols ».

#### **Groupe chargé du projet « Mycorhize »**

Le groupe chargé du projet « Mycorhize » s'est constitué à la fin du premier semestre de 1996. Dans un premier temps, sa tâche consiste à évaluer des méthodes appropriées pour décrire les mycorhizes en vue de leur application dans la protection des sols. La discussion porte tout d'abord sur la méthode de « Détermination du potentiel d'infection mycorhizienne d'un sol au moyen de plantes indicatrices ». Cette méthode permet d'estimer le potentiel d'un sol à coloniser le tissu racinaire des plantes par les mycorhizes. Pour les plantes avec mycorhizes ectotrophes, il est également possible de déterminer certaines espèces de champignons.

Toutefois, différentes questions relatives à l'application de cette méthode pour la protection des sols n'ont pas été entièrement résolues. Les questions suivantes doivent notamment être abordées dans le cadre d'un mandat consistant en une étude bibliographique et en une enquête auprès de spécialistes:

- Expériences et applications de cette méthode sur le terrain et en laboratoire
- Plantes indicatrices utilisées
- Limites de la méthode
- Adéquation de la méthode pour répondre à différentes questions spécifiques
- Autres méthodes pour décrire les mycorhizes dans un sol.

L'étude est effectuée par U. Galli et doit être achevée d'ici à l'été 1997. Elle est cofinancée par l'OFEFP et les cantons de Bâle-Ville et de Berne.

Une fois l'étude bibliographique achevée, des tests de vérification de la méthode choisie sont prévus.

#### **4. Stratégies de prélèvement d'échantillons de sol pour la caractérisation d'un site du point de vue de la microbiologie du sol**

Ce document de base a été élaboré par le groupe chargé du projet « Prélèvement, préparation des échantillons, méthodologie ». D'autres considérations concernant la procédure d'échantillonnage, en particulier lorsque l'on soupçonne une atteinte à la fertilité du sol, sont décrites dans les

« Directives pour l'estimation de la fertilité du sol »<sup>11</sup>. Le IUL élabore actuellement des directives détaillées concernant la marche à suivre pour analyser les influences de charges polluantes.

#### **Objectifs**

Les processus microbiologiques sont une composante importante de la fertilité du sol. Ils assurent la dégradation des résidus organiques, la formation et la minéralisation de l'humus, et la mise à disposition d'éléments nutritifs. Ils doivent donc aussi être pris en compte dans l'appréciation de la qualité et de la fertilité du sol. En raison de l'importante variabilité de ces processus dans le temps et dans l'espace, il est particulièrement important de définir avec précision les modes de prélèvement et de conditionnement des échantillons à analyser. Une même procédure devrait s'appliquer aux aspects écologiques, agricoles, sylvicoles et environnementaux de l'activité microbienne, permettant ainsi d'obtenir des résultats comparables et reproductibles entre les différentes sections concernées de la recherche. La stratégie est applicable à la caractérisation microbiologique du sol des milieux les plus divers: terres ouvertes, prairies permanentes, cultures pérennes et milieux forestiers.

Dans une approche initiale, il convient de distinguer trois situations (Brüning, 1993<sup>12</sup>):

- A) Contamination forte, d'origine connue ou supputée (par exemple le long des voies de circulation, autour d'installations industrielles, etc.),
- B) Effets positifs ou négatifs sur la fertilité de surfaces de dimensions réduites, liés par exemple aux pratiques culturales (contamination moyenne),
- C) Contamination diffuse et chronique sur de grandes surfaces (observations de longue durée).

Les mêmes procédures devraient être applicables à la fois à l'identification des effets d'émissions (ponctuelles ou linéaires, connues ou supputées) sur les micro-organismes du sol, et à l'identification de diverses influences, notamment dues aux mesures culturales ou à des charges polluantes diffuses. Dans les cas A et B, il est nécessaire de disposer de données microbiologiques de réf-

<sup>11</sup> OFEFP et FAC (1991): Directives pour l'estimation de la fertilité du sol. Liebefeld-Berne.

<sup>12</sup> Brüning, E. (1993): Standardisierung von Probenahme und Bodenvorbereitung zur Ermittlung mikrobiologischer Bodenkenntwerte. FAC, Berne-Liebefeld, non publié.

rence provenant de témoins non ou peu contaminés. Par contre, dans le cas C, il s'agit de détecter d'éventuelles modifications des caractéristiques microbiologiques dues à des atteintes chroniques en effectuant des mesures répétées sur de longues durées.

### Surfaces examinées

Plusieurs aspects doivent être pris en compte dans le choix des surfaces à échantillonner: les caractéristiques du sol et de la végétation doivent présenter une bonne homogénéité. La topographie doit être régulière, de préférence plane ou en faible pente régulière. Comme les couches profondes du sol peuvent exercer une forte influence sur l'activité microbienne, il convient de vérifier l'état du sol jusqu'à une profondeur d'au moins 60 cm et de faire une appréciation du site (sondage à l'aide d'une tarière et description du type de sol, de sa nature et de sa profondeur utile). Un relevé de la végétation est souhaitable. Les angles de la surface choisie doivent être déterminés avec précision sur un plan.

En cas de défaut d'homogénéité de la surface examinée, il est recommandé de fractionner la surface et d'en analyser séparément chaque portion distincte (en fonction du type de sol, de sa nature, de sa profondeur utile et, le cas échéant, de la végétation).

Les surfaces d'observation de longue durée sont choisies en tenant compte des critères suivants (SAG, 1993<sup>13</sup>):

1. Représentativité du paysage: les surfaces choisies doivent être caractéristiques du paysage environnant ou représentatives des surfaces dominantes.
2. Représentativité du sol: les surfaces choisies doivent recouvrir des sols typiques des paysages considérés du point de vue des matériaux constitutifs, du profil, du régime hydrique, etc.
3. Représentativité de l'utilisation du sol: les surfaces choisies doivent être représentatives de l'utilisation dominante, mais également des formes d'utilisation spécifiques de la région.

---

<sup>13</sup> Sous-groupe de travail « surfaces d'observation de longue durée » du groupe de travail spécial consacré aux informations de base en matière de protection des sols (SAG) (1993): Konzeption zur Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen. In: Rosenkranz et al. (éd.) (1988): Bodenschutz. Ergänzbare Handbuch. Berlin. Erich Schmidt. S. 9401.

4. Les caractéristiques particulières (caractéristiques géogènes), atteintes anthropiques, surfaces proches de l'état naturel).
5. Intégration des surfaces choisies dans les réseaux de mesures existants et planifiés, ainsi que dans les régions d'observations écologiques.
6. Maintien et disponibilité à long terme (sort prévisible connu) des surfaces choisies, et recensement du type d'exploitation.

### Prélèvement d'échantillons

Les surfaces à échantillonner sont subdivisées en plusieurs sous-ensembles. Pour toutes les questions mentionnées en début de chapitre, la taille des parcelles est de 10 x 10m. Cette taille correspond à celle choisie dans le réseau national d'observation du sol (NABO<sup>14</sup>) et dans d'autres réseaux <sup>13, 15</sup>.

Dans chaque sous-ensemble, on effectue 20 à 30 sondages et les terres sont mélangées pour donner un échantillon moyen représentatif.

Selon le problème posé, plusieurs sous-ensembles peuvent être disposés et échantillonnés de différentes manières sur une même surface. Dans certains cas particuliers, lorsque le problème posé l'exige, d'autres tailles de parcelles peuvent être choisies et / ou les parcelles peuvent être disposées selon un autre schéma.

- **Cas A:** contamination forte, d'origine connue ou supputée (avec surface témoin non contaminée disponible).

Plusieurs sous-ensembles sont disposés le long d'un axe correspondant à un niveau de contamination supposé décroissant (fig. 1). La taille du sous-ensemble doit être suffisamment grande pour permettre des mesures répétées dans le temps sans trop perturber la parcelle. Si un gradient de contamination est connu ou supposé à l'intérieur du sous-ensemble lui-même, les sondages doivent être effectués sur un axe perpendiculaire au gradient. Des publi-

---

<sup>14</sup> Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) (1993): NABO. Réseau national d'observation des sols. Présentation du réseau et premiers résultats. Période d'observation 1985 - 1991. Cahier de l'environnement no 200. OFEFP, 3003 Berne.

<sup>15</sup> Kandeler, E., R. Margesin, R. Öhlinger et F. Schinner (1993): Bodenmikrobiologisches Monitoring - Vorschläge für eine Bodenzustandsinventur. Die Bodenkultur 44 (4): 357-377. Kandeler utilise des cercles de 10 m de diamètre.

cations au sujet du prélèvement d'échantillons en milieu contaminé sont en préparation<sup>16</sup>.

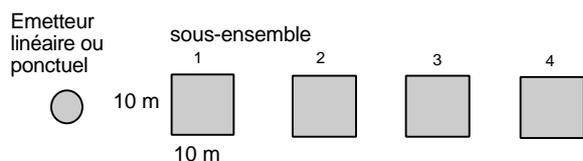


Fig. 1: Surface de prélèvement dans le cas d'une forte contamination par un émetteur ponctuel ou linéaire

- **Cas B:** effets positifs ou négatifs sur la fertilité du sol sur des surfaces de dimensions réduites (avec surface témoin disponible)  
Pour chaque surface à analyser, quatre sous-ensembles de 10 x 10 m sont disposés régulièrement sur un quadrilatère (fig. 2). Cela permet d'une part un prélèvement représentatif du site<sup>17</sup> et d'autre part de connaître la variance de l'échantillon, conditions requises pour l'analyse statistique des résultats et la comparaison avec des surfaces non contaminées.

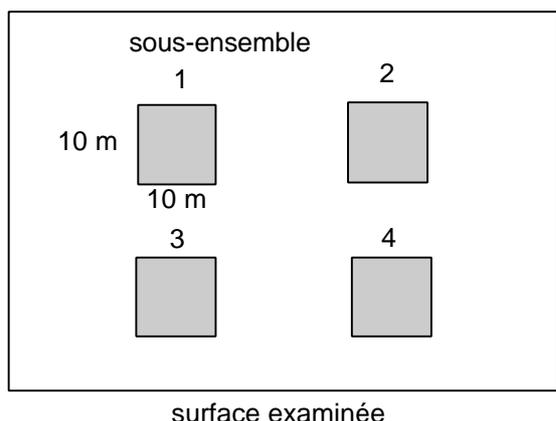


Fig. 2: Surfaces de prélèvement pour détecter des effets positifs ou négatifs sur la fertilité du sol sur des surfaces de dimensions relativement restreintes ainsi qu'en cas de contamination chronique peu importante.

- **Cas C:** contamination diffuse et chronique (observation de longue durée).  
Une surface de prélèvement de 10 x 10 m convient à une observation de longue durée (voir OFEFP, NABO<sup>18</sup>: p. ex. sous-ensemble 1, fi-

gure 2). Ce sous-ensemble doit être choisi avec soin sur la parcelle en tenant compte notamment des informations tirées de la carte du sol préalablement établie. A l'intérieur de cette surface, on tire quatre échantillons moyens représentatifs. Cette approche permet d'obtenir des résultats comparables d'une bonne précision et d'en suivre l'évolution dans le temps (observation de longue durée). Lorsque c'est possible, il serait toutefois préférable, en complément, de prélever des échantillons dans trois sous-ensembles voisins de 10 x 10 m, comme dans le cas B. Les données complémentaires ainsi obtenues permettent de caractériser encore mieux le site, et présentent en outre l'avantage de former un dispositif analogue à celui décrit dans le cas B.

Le prélèvement d'échantillons des 20 à 30 sondages par sous-ensemble se fait généralement selon un mode randomisé ou un mode en grille. La manière exacte de prélever les échantillons de terre est décrite dans le recueil de méthodes de référence en biologie du sol des stations fédérales de recherches agronomiques. Dans les surfaces d'observation de longue durée, les échantillons doivent être tirés selon un mode randomisé ou un mode en grille (avec subdivisions de 1 m<sup>2</sup>, fig. 3). (Pour les détails, voir OFEFP<sup>18</sup>).

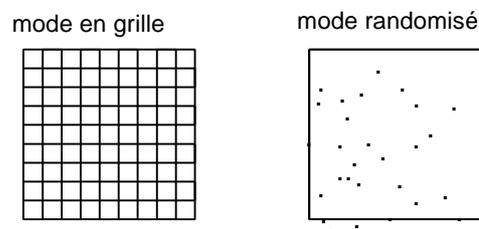


Fig. 3 Répartition schématique des points d'échantillonnage pour les modes en grille et randomisé

*Groupe chargé du projet prélèvement et préparation des échantillons, méthodologie en microbiologie*

*Nous tenons à remercier les personnes suivantes pour leur précieuse contribution sous forme de critiques, conseils et encouragements relatifs à ce document: André Desaulles (IUL), Kerstin Becker van Slooten (EPFL), Erika Brüning (IUL), Simon Egli (WSL), Rainer Schulin et Berchtold von Steiger (ITÖ, ETH) ainsi que Boris Spycher (Uni Bâle).*

<sup>16</sup> Probenahme und Probenvorbereitung schadstoffbezogener (chemischer, physikalischer und biologischer Bodenuntersuchungen) und für die Archivierung von Bodenproben, IUL (en préparation).

<sup>17</sup> Beck, Th. et Beck, R. 1994: Die mikrobielle Biomasse in landwirtschaftlich genutzten Böden. 1. Mitteilung: Die räumliche Verteilung der Biomasse in Böden. *Agribiological Research* 47 (3-4), 284-294.

<sup>18</sup> Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP): NABO. Réseau national

d'observation des sols. Présentation du réseau et premiers résultats. Période d'observation 1985 - 1991. Cahier de l'environnement no 200. OFEFP, 3003 Berne.

## 5. Choix des paramètres de base de microbiologie du sol

En accord avec les « directives pour l'estimation de la fertilité du sol »<sup>19</sup>, les paramètres de base suivants sont recommandés pour caractériser la fertilité du sol sur un site: biomasse microbienne (méthode de fumigation - extraction (FE) et respiration induite du substrat (SIR), respectivement adénosinetriphosphate (ATP)), respiration du sol et minéralisation de l'azote par incubation en milieu aérobie. Ces méthodes ne permettent toutefois pas de prendre totalement en compte la diversité de l'activité microbienne dans un sol. Il serait par exemple souhaitable de pouvoir mesurer une autre fonction fondamentale qui est la capacité de dégradation de la matière organique, ainsi que la diversité des micro-organismes du sol. Dès que des méthodes appropriées, standardisées et reconnues universellement seront disponibles, elles devraient également être appliquées dans le cadre de la caractérisation d'un site.

Il existe de très nombreuses autres méthodes, applicables à des situations particulières, ou pour décrire plus en détails l'état microbiologique d'un sol. Un choix de méthodes, en particulier pour la détermination d'activités enzymatiques spécifiques, devraient être incluses dans le recueil des méthodes officielles des stations fédérales de recherches agronomiques au cours de ces prochaines années. Ci-dessous, les trois paramètres de base choisis jusqu'ici - biomasse, respiration du sol et minéralisation de l'azote - sont décrits de manière un peu plus détaillée:

- **Biomasse microbienne:** la quantité de micro-organismes présents dans le sol est un paramètre important qui donne une précieuse indication sur la capacité de dégradation des substrats et de mise à disposition rapide d'éléments nutritifs. Selon les conclusions d'une étude bibliographique<sup>20</sup>, la méthode par fumigation - extraction est recommandée dans tous les cas pour estimer la biomasse microbienne: elle présente en effet peu de limitations d'emploi et ne réagit que faiblement à des effets de stress de courte durée (p. ex. fumure). Comme méthode alternative, il est recommandé d'utiliser la méthode de respi-

ration induite du substrat (SIR) ou encore la méthode à l'adénosinetriphosphate (ATP): comme ces méthodes ont déjà permis d'obtenir de nombreux résultats dans diverses institutions, il est souhaitable de les conserver pour assurer la continuité des travaux en cours.

- **Respiration du sol:** la respiration du sol est un paramètre fondamental largement reconnu pour décrire l'activité totale des micro-organismes d'un site.
- **Minéralisation de l'azote:** la dynamique de l'azote du sol revêt une importance toute particulière en relation avec les questions d'exploitation du sol. La minéralisation par incubation en milieu aérobie est recommandée car elle se rapproche le plus des conditions du champ.

*Groupe chargé du projet « prélèvement et préparation des échantillons, méthodologie en microbiologie »*

### Impressum Bulletin BSA/VBB no 1/97

*éditeur*

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

Présidente 1995/1996: Patricia Fry, Baudepartement, Abt. Umweltschutz, Buchenhof, CH - 5001 Aarau

tél. 062 835 33 94, fax 062 835 33 69

Président 1997: Roland von Arx, BUWAL, CH - 3003 Berne

tél. 031 322 93 37, fax 031 324 79 78

*Secrétariat et distribution*

Paul Mäder, Institut de recherches en agriculture biologique (IRAB), Ackerstrasse, case postale, CH - 5070 Frick

tél. 062 865 72 32, fax 062 865 72 73,  
e-mail maeder@fibl.ch

<sup>19</sup> OFEFP et FAC (1991): Directives pour l'estimation de la fertilité du sol. Liebefeld-Berne.

<sup>20</sup> Mäder, P., K. Nowack, T. Alföldi (1993): Literaturstudie zur Wahl der Methode für die Schätzung der mikrobiellen Biomasse im Boden sowie zur zeitlichen und räumlichen Variabilität der mikrobiellen Biomasse, der Bodenatmung und des Zelluloseabbaus. Baudepartement, Abt. Umweltschutz, Entfelderstr. 16, 5001 Aarau.