

## Analyse de l'activité biologique des sols

### Pourquoi se soucier de la biologie des sols ?

Les analyses biologiques offrent un complément utile aux analyses classiques pour préserver la fertilité des sols. Cette fertilité garantit que le sol soit capable de supporter jusqu'à un certain point les variations climatiques ainsi que les utilisations pas toujours idéales imposées parfois par les activités humaines. Un sol fertile se caractérise par une faune et une flore variées et biologiquement actives. Les êtres vivants du sol sont essentiellement constitués de microorganismes. Ces derniers :

- font office de réservoir d'éléments minéraux qui, maintenus dans les couches supérieures du sol, sont protégés du lessivage et ainsi mieux restitués aux plantes ;
- participent à la décomposition et à la minéralisation des substances organiques mortes ;
- favorisent la mise à disposition des éléments nutritifs indispensables aux plantes ;
- contribuent à donner aux sols une bonne structure et à former de l'humus.

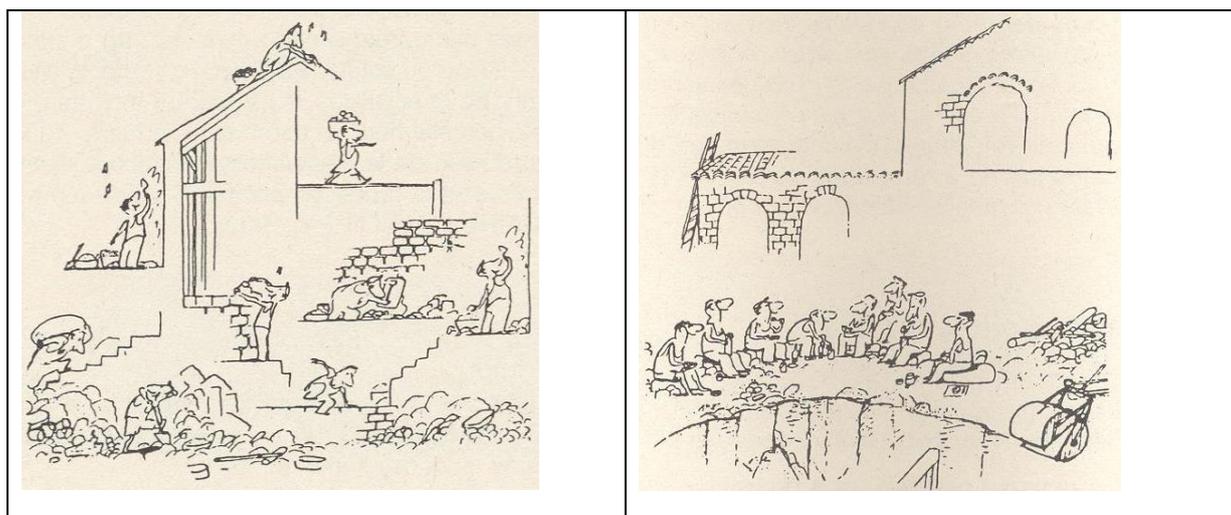
### Comment mesurer l'activité biologique des sols ?

Un système original a été développé par Nicolas Maire dans les années 80 et permet de mesurer les valeurs suivantes :

- **La biomasse microbienne ATP correspond à la quantité de microorganismes vivants présents dans le sol.** On peut la comparer au nombre d'ouvriers présents sur un chantier (Figure 1). Elle est exprimée en ng/g MS du sol. Plus la valeur est élevée plus le nombre de microorganismes est élevé et plus le sol est vivant.
- **Le dégagement de CO<sub>2</sub> correspond à la respiration des microorganismes, donc à leur activité.** On peut le comparer au travail effectué par les ouvriers du chantier (Figure 1). Il est mesuré aux jours 4 et 9 et exprimé en µg CO<sub>2</sub>/g/h.
- **La minéralisation du carbone organique est une estimation de la quantité de matière organique minéralisée par les microorganismes du sol, c'est également une mesure de l'activité des microorganismes.** La valeur mesurée est la somme de CO<sub>2</sub> libéré durant 15 jours d'incubation. Cette valeur est ensuite transformée mathématiquement en équivalent carbone, puis en équivalent de matière organique (µg MO/g MS du sol durant 15 jours). Cette valeur est en quelque sorte un résumé de l'activité respiratoire et correspond à la somme de travail effectué par les ouvriers du chantier (figure 1). Plus les valeurs de dégagement de CO<sub>2</sub> et de minéralisation du carbone organique sont élevées, plus le sol est actif et plus il peut assumer efficacement les différentes fonctions qui le caractérisent.
- **Le rapport CO<sub>2</sub>/ATP correspond à l'activité spécifique moyenne de la biomasse.** Il est calculé à partir de la somme de CO<sub>2</sub> dégagée sur 9 jours par unité de biomasse ATP. Un rapport CO<sub>2</sub>/ATP élevé indique que la biomasse est plutôt minéralisatrice, un rapport faible qu'elle est plutôt humificatrice. Cette notion est en relation avec la disponibilité en nutriments, en particulier le carbone organique (degré de maturité de la matière organique).

En Suisse romande, des analyses basées sur la biomasse microbienne (ATP) et le dégagement de CO<sub>2</sub> par cette biomasse, sont effectuées depuis 1985 dans le cadre du réseau d'observation des sols fribourgeois (FRIBO) ; elles ont permis l'élaboration de schémas d'interprétation et de conseils.

Figure 1 : à droite : biomasse microbienne ATP, comparée au nombre d'ouvriers sur un chantier ; à gauche : respiration des microorganismes du sol, comparée au travail de ces ouvriers .



Un chantier comme un sol peut contenir un grand nombre d'ouvriers qui travaillent peu ou peu d'ouvriers qui travaillent beaucoup, ou vice et versa.

Le nombre d'ouvriers qui peuvent trouver une place de travail n'est pas illimité, il dépend en premier lieu de l'ampleur du chantier. Il en va de même pour les microorganismes, ils sont directement liés au complexe argilo-humique du sol, il y aura donc un optimum pour chaque sol.

L'activité effective des ouvriers varie fortement avec le temps, les conditions de travail du moment, les conditions physiologiques des individus et l'ambiance de travail. Au même titre, l'activité effective des sols dépendra des éléments nutritifs à disposition, des caractéristiques du climat, des techniques culturales et de la qualité de la biomasse vivante.

## Interprétation des analyses

Un tableau contenant des **valeurs de référence** et des classes d'appréciation est publié ci-dessous. Les valeurs de référence s'appliquent au Plateau Suisse et aux sols utilisés comme terres assolées et comme prairies permanentes.

**Première étape : déterminer dans quelle classe d'argile, d'humus et de pH se trouve le sol analysé (Tableau 1).**

**Tableau 1: Classification de la teneur en humus, en argile et de la valeur pH des sols.**  
(Source : Guide de cartographie des sols de la FAL)

Paramètre	Valeurs		Classe
Teneur en humus [%]	0 - 1,9	1	Pauvre en humus
	2,0 - 4,9	2	Faiblement humifère
	5,0 - 9,9	3	Humifère
	10 - 19,9	4	Riche en humus
	> 19,9	-	<i>Tourbeux</i>
Teneur en argile [%]	0 - 10	1	Sols sableux
	10 - 20	2	Sols sablo-limoneux
	20 - 30	3	Sols limoneux
	> 30	4	Sols argileux
Valeur pH	< 5.9	1	Fortement acide
	5.9 – 6.7	2	Acide, faiblement acide
	6.8 – 7.2	3	Neutre
	> 7.2	4	Faiblement alcalin, alcalin

## Deuxième étape : interpréter les résultats d'analyse de l'activité biologique des sols

La clé d'interprétation se trouve au tableau 2, et les valeurs de référence au tableau 3.

Dans le tableau 3, choisir le type de culture, la classe d'argile pour la biomasse ATP, la classe d'humus pour le CO<sub>2</sub> j4, le CO<sub>2</sub> j9 et la minéralisation du carbone organique, ainsi que la classe de pH pour le rapport CO<sub>2</sub>/ATP.

Le laboratoire vous rend un bulletin d'analyse avec une interprétation graphique des résultats, ainsi qu'une définition des paramètres analysés.

**Si deux paramètres ou plus sont pauvres ou médiocres, une correction s'impose.** Dans ce cas, les mesures de correction devraient être discutées avec votre conseiller spécialisé ou avec l'auteur de ce document, Nicolas Rossier, tél.: 026/ 305 58 74, mail : [nicolas.rossier@fr.ch](mailto:nicolas.rossier@fr.ch)

## Remarques concernant l'interprétation

Pour effectuer une bonne interprétation de l'analyse, il est important d'avoir un maximum d'informations concernant la parcelle, la rotation de cultures et tout autre paramètre susceptible d'influencer le sol (chaulages, labour profond, apports importants d'amendement, etc.).

Le tableau 2 donne quelques clés pour l'interprétation de valeurs basses ainsi que des conseils d'amélioration en terres assolées. Il est toutefois basé sur l'expérience du canton de Fribourg et n'est peut-être pas transposable à toutes les régions.

**Tableau 2 : Clé d'interprétation des mesures biologiques des sols du en terres assolées**

Terres Assolées		
Diagnostic selon les barèmes de classification	Interprétation	Conseil d'amélioration
<ul style="list-style-type: none"><li>• Biomasse ATP basse</li><li>• Activité respiratoire 4j et/ou 9j basse</li><li>• Minéralisation du carbone organique basse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Teneur faible en humus</li><li>• Peu ou pas de prairie</li><li>• Drainage et aération mauvais</li><li>• Mauvaise structure, battance</li><li>• Hydromorphie en profondeur</li><li>• Acidité élevée</li><li>• Culture de vigne</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>⇒ Augmenter la fréquence et la durée des prairies temporaires dans la rotation ou l'utilisation de dérobée et d'engrais verts (Matière organique (MO) et structure favorisées)</li><li>⇒ Amener de la matière organique, de préférence compostée</li><li>⇒ Améliorer le drainage</li><li>⇒ Chaulage en cas d'acidité élevée</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Activité respiratoire 4j et /ou 9j basse</li><li>• Minéralisation du carbone organique basse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Peu / pas de prairie</li><li>• Acidité élevée</li><li>• Sol sensible à la battance, semelle de labour</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>⇒ Augmenter la fréquence et la durée des prairies temporaires dans la rotation ou l'utilisation de dérobée et d'engrais verts (MO et structure favorisées)</li><li>⇒ Chaulage en cas d'acidité élevée</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Activité respiratoire 4j et/ou 9j basse.</li><li>• CO<sub>2</sub>/ATP bas</li><li>• Minéralisation du carbone organique basse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pas de prairie</li><li>• Mauvais drainage et aération (tassement du sol)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>⇒ Augmenter la fréquence et la durée des prairies temporaires dans la rotation ou l'utilisation de dérobée et d'engrais verts (MO et structure favorisées)</li><li>⇒ Améliorer le drainage</li><li>⇒ Prévenir le tassement du sol</li></ul>

**Tableau 3: Valeurs de référence pour les analyses biologiques des sols**

Cultures	Classe	Argile	Biomasse ATP				
		%	< pauvre	< médiocre	satisfaisant	riche >	très riche >
Terres assolées	1	0 -10	244	310	395	504	641
	2	10 - 20	426	543	691	880	1121
	3	20 - 30	644	820	1044	1330	1694
	4	> 30	1207	1538	1959	2495	3178
Prairies permanentes	2	10 - 20	857	1067	1328	1653	2057
	3	20 - 30	1142	1421	1769	2202	2741
	4	> 30	1846	2298	2860	3561	4431
Cultures	Classe	Humus	CO2 j4				
		%	< pauvre	< médiocre	satisfaisant	riche >	très riche >
Terres assolées	1	<2	2.2	2.6	3.0	3.6	4.3
	2	2 - 4.9	3.1	3.7	4.3	5.2	6.1
	3	5 - 9.9	5.0	5.9	7.1	8.4	10.0
	4	10 - 19.9	8.2	9.8	11.6	13.8	16.4
Prairies permanentes	2	2 - 4.9	6.3	7.4	8.8	10.4	12.2
	3	5 - 9.9	9.3	11.0	13.0	15.3	18.0
	4	10 - 19.9	13.4	15.8	18.6	21.9	25.9
Cultures	Classe	Humus	CO2 j9				
		%	< pauvre	< médiocre	satisfaisant	riche >	très riche >
Terres assolées	1	<2	1.7	2.1	2.5	3.0	3.6
	2	2 - 4.9	2.7	3.3	3.9	4.7	5.7
	3	5 - 9.9	5.0	6.0	7.2	8.7	10.5
	4	10 - 19.9	10.0	12.0	14.4	17.3	20.8
Prairies permanentes	2	2 - 4.9	5.2	6.2	7.4	8.8	10.5
	3	5 - 9.9	6.9	8.2	9.8	11.7	13.9
	4	10 - 19.9	9.0	10.7	12.8	15.2	18.2
Cultures	Classe	Humus	Minéralisation Carbone organique				
		%	< pauvre	< médiocre	satisfaisant	riche >	très riche >
Terres assolées	1	<2	347	398	458	526	604
	2	2 - 4.9	533	613	704	808	929
	3	5 - 9.9	953	1095	1258	1445	1661
	4	10 - 19.9	1820	2091	2402	2759	3170
Prairies permanentes	2	2 - 4.9	1070	1196	1337	1495	1670
	3	5 - 9.9	1521	1700	1900	2124	2374
	4	10 - 19.9	2114	2362	2640	2951	3298
Cultures	Classe	pH	Rapport CO2/ATP				
		%	< pauvre	< médiocre	satisfaisant	riche >	très riche >
Terres assolées	1	<5.9	3.9	4.9	6.1	7.6	9.4
	2	5.9 - 6.7	3.5	4.4	5.4	6.7	8.4
	3	6.8 - 7.2	3.2	3.9	4.9	6.1	7.6
	4	> 7.2	2.9	3.6	4.5	5.6	6.9
Prairies permanentes	1	<5.9	5.2	6.4	7.8	9.5	11.7
	2	5.9 - 6.7	3.8	4.6	5.7	6.9	8.5
	3	6.8 - 7.2	2.8	3.4	4.2	5.1	6.3
	4	> 7.2	2.3	2.8	3.4	4.2	5.2