



## Observer son sol Quels outils de diagnostic ?



# Observez votre sol : pourquoi et comment?

- Connaître le potentiel de son sol
- Diagnostiquer un état
- Mesurer l'effet de ses pratiques
- Décider de la nécessité de réaliser une intervention
- ...



# Evaluer les propriétés physiques de son sol

Test à la bêche



Mini profil 3D



Profil de sol



# Le test à la bêche

- Evaluation de la structure et de la fertilité du sol à partir de différents critères comme la stratification, la couleur, la pénétration des racines ou le type d'agrégats
- Un test facile et rapide : permet de faire un test à différents endroits de la parcelle (permet de pallier à l'hétérogénéité)
- Praticable tout au long de l'année
- Difficile sur sol sec et/ou caillouteux
- Nombreuses méthodes disponibles



Film : Apprécier la structure du sol avec le test à la bêche (Bioactualités.ch)

# Le test à la bêche - Méthode VESS

- Evaluation visuelle de la structure du sol
- Approche plus simple et plus rapide du test à la bêche
- Se concentre sur la qualité des agrégats et sur la porosité
- Système de note de 1 à 5 (1: sol friable, 5: sol très compact)

VESS <sub>2019</sub> Version provisoire 23.09.2019	Couche entière: taille des agrégats/mottes	Taille et forme des agrégats/fragments		Agrégat/motte intact		Ouvrir (briser)	Aspect après "ouverture"		Racines et couleurs
				Taille	Forme		Forme	Porosité	
Sq1				La plupart < 0.6 mm	Grumeleux. Agrégats petits et arrondis	Motte ouverte: motte colonisable par des racines. Lorsqu'on ouvre la motte, elle ne se casse pas exactement où on veut et pour Sq1-2 la motte semble être composée de plus petits agrégats, tandis que Sq3 présente des faces très rugueuses.	Les agrégats sont composés de plus petits agrégats, maintenus ensemble par des racines.	Très poreux	Racines à l'intérieur des agrégats
Sq2				De 2 mm à 7 cm	Agrégats arrondis. Pas de mottes fermées		L'ouverture révèle des faces rugueuses et poreuses.	Poreux	Racines à l'intérieur des agrégats.
Sq3				De 2 mm à 10 cm. Moins de 30% sont < 1 cm.	Mélange de différentes tailles d'agrégats arrondis. Possibilité de mottes fermées.		L'ouverture révèle des faces rugueuses, peu poreuses. Possibilité de faces plates.	Peu poreux. Quelques macropores et fissures peuvent être présents	Quelques racines, en général dans les agrégats.
Sq4				La plupart sont larges > 10 cm. Moins de 30% sont < 7 cm.	Motte fermée sub-angulaire. Possibilité de bords anguleux. Structure lamellaire possible.		L'ouverture de la motte révèle des faces très peu ou non-poreuses, légèrement rugueuses et plutôt plates.	Très peu poreux. Macropores visibles	Racines généralement concentrés dans les macropores et fissures ou autour des mottes fermées.
Sq5				La plupart sont larges > 10 cm.	Motte fermée anguleuse		L'ouverture de la motte révèle des faces plates, anguleuses et non-poreuses. Possible de faire des cubes à bords nets.	Non poreux. Porosité restreinte à quelques macropores et fissures	Zones anoxiques avec couleur gris-bleu possible. S'il y a des racines, elles sont uniquement dans les fissures ou autour des mottes.

# Le test à la bêche - Méthode VESS

- VESS : App développée par l'Hepia
- Guide pas à pas dans la réalisation du test



← Photo du bloc entier

Prenez une photo montrant le bloc entier et ses différentes couches, ainsi que le trou dont il est extrait :



PRENDRE UNE PHOTO

RETOUR AIDE SUIVANT

← Notation couche 1 (0-30 cm)

Apparence de la couche :

-  Pas d'agrégats ni mottes fermées. La plupart des agrégats mesurent de 0 à 7 cm.
-  Présence possible d'agrégats ou mottes fermés. La plupart des agrégats mesurent de 1 à 10 cm, mais de 30% des agrégats mesurent moins de 1 cm.
-  Présence majoritaire de mottes fermées, mesurant généralement plus de 10 cm.

RETOUR AIDE SUIVANT

← Notation couche 1 (0-30 cm)

La plupart des agrégats mesurent :

-  Moins de 1 cm
-  Jusqu'à 7 cm



RETOUR AIDE SUIVANT

← Vérif. couche 1 (0-30 cm)

Les agrégats :

-  Sont très poreux, grumeleux
-  Se séparent spontanément ou après une très faible pression
-  Sont maintenus entre eux par de nombreuses racines



RETOUR AIDE SUIVANT

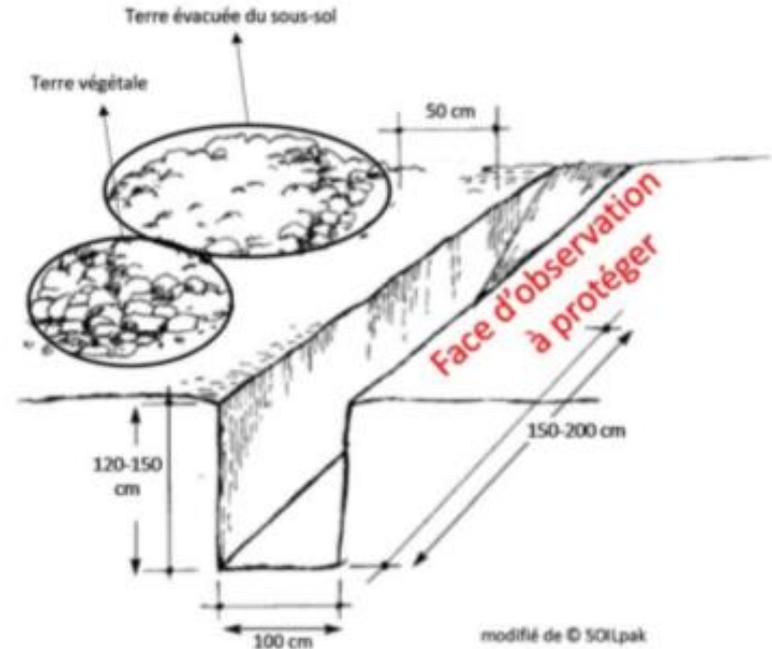
# Profil de sol agricole

- Guide de description simplifié du profil de sol
- Développé pour les agriculteurs
- Observer et comprendre l'état et le fonctionnement de leur sol
- Déceler visuellement les principales caractéristiques du sol : opportunités (profondeur d'enracinement, etc.) ou problèmes (compaction, cailloux, engorgement, etc.), comprendre la source d'un problème



# Profil de sol agricole : Préparer son profil

- Creuser le profil :
  - Longueur : 150 à 200 cm
  - Largeur : 100 cm
  - Profondeur : 120 à 150 cm
- Séparer le tas de terre végétale (~ 0-30 cm) de celui de la terre du sous-sol (> 30 cm)
- Préserver la surface du sol autour du profil
- Rafraîchir le profil au couteau en enlevant la surface lissée ou compactée



# Profil de sol agricole : observation

## 1. Contexte

Conditions d'observation (humidité du sol, culture en place / précédent, itinéraire technique, rotation sur la parcelle)

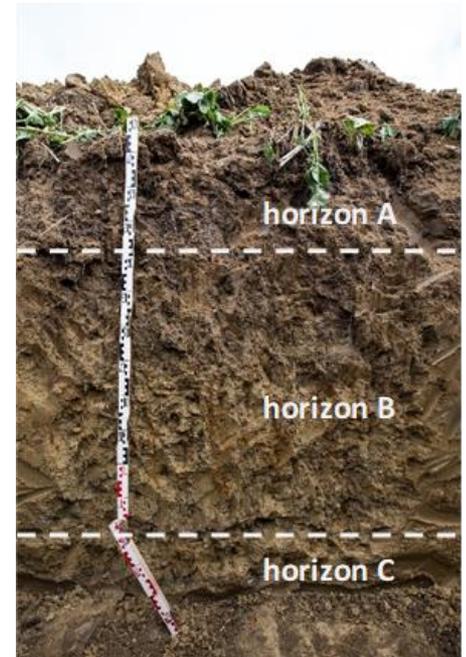
## 2. Etat de surface

Surface du sol	Critique	Mauvais	Bon
<b>Encroûtement Battance</b>	Croûte de battance très peu craquelée > 5 mm ; parfois rigoles sur la parcelle	Croûte de battance très craquelée de 2-3 mm	Absence de croûte de battance et de rigoles

Surface du sol	Absente	Moyenne	Bonne
<b>Couverture</b>	Sol travaillé récemment	Sol partiellement ou localement couvert par des plantes (vivantes ou chaumes)	Sol couvert par des plantes (vivantes ou chaumes)

# Profil de sol agricole : observation

3. **Identifier les horizons** (= les couches de sol dont les caractéristiques observées doivent être relativement homogènes par rapport aux autres)
- Observer les caractéristiques générales à l'échelle du profil (couleur, sensations au couteau, cailloux, structures, humidités, etc.)
  - Généralement 3 couches
  - Délimiter à l'aide de jalons et **noter les transitions** (nette ou diffuse)



Les transitions nettes (bien visibles, par exemple remblai ou semelle de labour) permettent une moins bonne circulation eau/air/vie du sol que les transitions douces (peu visibles, et diffuses).

- Plus le sol est profond, plus sa réserve en eau est potentiellement importante

# Profil de sol agricole : observation

## 4. Humidité (pour chaque horizon)

Humidité	Sec	Frais	Humide	Mouillé
Sensation au malaxage		Bien ressuyé	Laisse des traces sur les doigts	Eau « visible »
Qualité de l'observation	Trop sec, mauvaises interprétations possibles	Idéale	Pas idéale	Trop humide, mauvaises interprétations possibles

## 5. Charge en cailloux

	Elevée	Moyenne	Faible	Nulle
Charge en cailloux	> 30%	5 – 30%	< 5%	0%

# Profil de sol agricole : observation

6. **Structure du sol** : paramètre le plus important pour l'agriculteur : peut être amélioré, et ainsi améliorer le potentiel du sol, mais aussi dégrader

## Compacité dans les horizons et friabilité des mottes

Compacité/ Friabilité	Très difficile	Difficile	Facile
Enfoncer le couteau est ...	Possible avec beaucoup d'effort	Possible en appuyant bien	Facile à deux doigts
Casser une motte à deux doigts est ...			

Attention à l'humidité !

## Friabilité : tester leur « solidité » des mottes/agrégat

- Bon indice de l'effet qu'un travail du sol pourra avoir.
- Un sol très friable est facile à travailler mais le risque de casser les agrégats est très grand : favorise la formation d'un « substrat » battant et sensible à l'érosion

# Profil de sol agricole : observation

## 6. Structure du sol

- **Taille et forme des agrégats**

Taille prédominante des agrégats					
> 100 mm	50 – 100 mm	20 – 50 mm	5 – 20 mm	2 – 5 mm	< 2 mm

Forme des agrégats	Anguleux	Arrondi	Rond
	Durs avec angles vifs. En cassant la motte, la surface est lisse, pas de pores visible	Etat intermédiaire, anguleux à arrondi, peu de pores visibles	Très friable et très poreux

- Les agrégats des horizons de surface doivent être arrondis et poreux : résultat de la biologie du sol
- Dans les horizons plus profonds, la structure des agrégats est naturellement plus anguleuse (formation des sols)
- **Qualité de la structure (VESS)**

# Profil de sol agricole : observation

## 7. Texture

- Petit échantillon, frais (mouiller et malaxer pour homogénéiser)
- Se «calibrer» sur le 1<sup>er</sup> horizon à l'aide de l'analyse de sol

Texture	Léger argile < 10 %	Moyen- Léger argile = 10-15 %	Moyen argile = 15-25 %	Moyen- Lourd argile = 25-30 %	Lourd argile > 30 %
Test tactile	Boudin > 7 mm	Boudin 2-7 mm			Boudin < 2 mm
Evaluation du sol profond par rapport au sol de surface	Identique	Pas de différence			
	Plus léger	Plus sableux au toucher, granuleux			
	Plus lourd	Les boudins formés sont plus fins			

# Profil de sol agricole : observation

## 8. Activité des vers de terre

- Evaluation des biostructures (galeries, turricules) visibles
- Pas la présence ou l'absence de vers de terre
- Interprétation selon les conditions (travail du sol, météo et saison)

## 9. Développement racinaire

- Appréciation mise en relation avec la couverture du sol (type et stade de la culture)
- Nombre de racines, localisation et forme



Des racines formant des coudes ou en « arrêtes de poisson » montrent que leur croissance est entravée : le réservoir potentiel du sol en eau et nutriment est moins important

# Profil de sol agricole : observation

## 10. Circulation de l'eau et de l'air

- Couleur et odeur : des taches et une mauvaise odeur peuvent apparaître lorsque le sol est **saturé en eau** de manière répétitive ou prolongée (sol « hydromorphe »)
- Horizon compacté, réduction de l'activité biologique, transition nette entre les horizons A et B, un drain qui ne fonctionne plus ou la présence d'une nappe d'eau



*Les traces d'hydromorphie en profondeur peuvent aussi être un avantage pour le sol (réserve hydrique en périodes sèches) !*

# Profil de sol agricole : tests complémentaires

## I. Teneur en carbonates

*Les carbonates fournissent le calcium nécessaire pour lier les argiles et la matière organique dans le sol, permettant de former une structure stable appelée le complexe argilo-humique.*

- Verser quelques gouttes d'acide chlorhydrique (HCl) sur chaque horizon



- Observation de bulles : chaulage inutile en principe
- Sinon, observer la teneur en calcium et le pH du sol

# Profil de sol agricole : tests complémentaires

## 2. Stabilité des agrégats : slake test

- Défaire doucement une motte dans la main pour faire apparaître les agrégats, plonger ces derniers dans un bocal à cornichon avec pissette et observer après 10 min. Comparer la différence entre les horizons de surface et de profondeur.

- Les agrégats fondent ou restent-ils stables ?
- Des particules partent en suspension ou l'eau est-elle claire ?
- L'agrégat sorti de l'eau est-il cohérent ou déstructuré ?



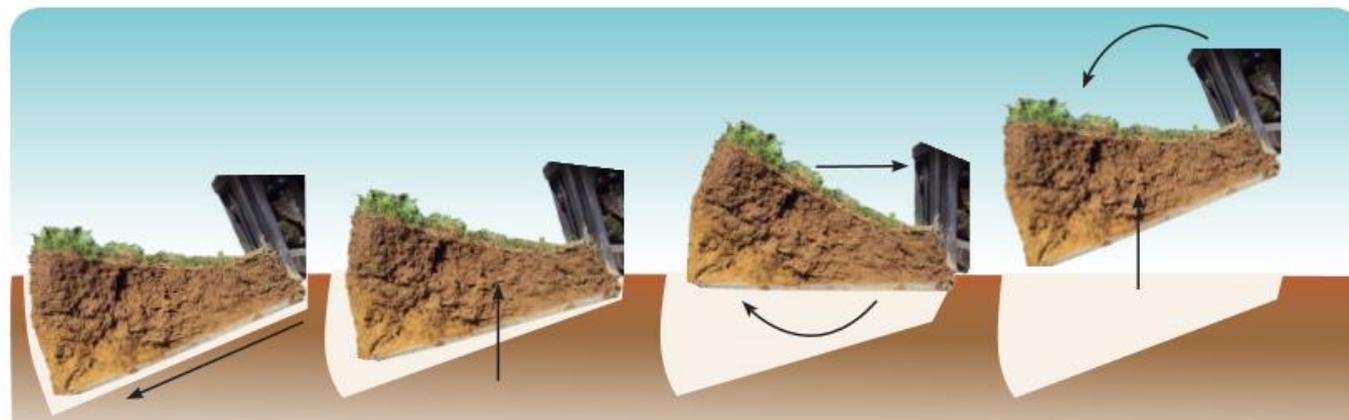
- Indicateur de la « sensibilité » du sol à l'érosion et à la battance
- Résultat difficile à interpréter dans les sols très sableux
- Laisser tremper plus longtemps pour les sols très argileux

# Mini profil 3D

- Développé par Agro Transfert
- Consiste à prélever un bloc de sol avec les palettes d'un chargeur frontal

## Comment prélever ?

- 1** Rapprocher les 2 palettes du chargeur avec un écartement de 20 à 30 cm  
En sol fortement argileux (> 40 % d'argile), cela permet de limiter les contraintes sur celles-ci.  
En sol sableux, cela évite l'effondrement entre les palettes du bloc prélevé.
- 2** Enfoncer complètement les palettes dans le sol avec un angle de 30° à 45°
- 3** Lever légèrement sans à-coups puis redresser les palettes pour éviter l'effondrement du bloc
- 4** Lever à la hauteur souhaitée pour l'observation et rebasculer à l'horizontale le bloc



MÉTHODE



# Mini profil 3D



1. Identifier les horizons
2. Noter les transitions entre chaque horizon
3. Evaluer l'apparence du bloc : structure
4. Noter la porosité des blocs
5. Activité biologique (vers de terre)
6. Enracinement

## Enracinement

Lorsqu'une culture est en place, l'observation de l'enracinement et de la forme des racines permet de compléter l'évaluation de la structure du sol



### Obstacle à l'enracinement

Racines «coudées»



### Observation de voies préférentielles

Racines en «arête de poisson» dans les fissures



Racines en manchon dans les galeries de vers de terre



### Bonne colonisation racinaire en profondeur



**Fiche d'observation du mini-profil 3D**  
(original à photocopier)

Exploitation : \_\_\_\_\_ Date d'observation : \_\_\_\_\_ Observateur : \_\_\_\_\_  
Parcelle : \_\_\_\_\_ Humidité du sol : \_\_\_\_\_ Numéro du profil : \_\_\_\_\_

**Schéma / photo du mini-profil**

1. Mesure les hauteurs et la profondeur de chaque horizon du travail du sol.  
2. Tracer les zones d'observation.  
3. Jeter l'eau, attendre la sécheresse.  
4. Observer du bloc, avec diverses formes compactes, en bloc ou fragmentaire.

4. Etat de porosité des moelles et traces d'activité biologique observées dans chaque horizon :

- > Si prélèvement aléatoire :
  - Apparence du bloc et estimation de la proportion de zones tassées + compléter par la fluorisation, la bioturbation par les vers de terre, l'enracinement (colonisation du bloc par les racines, formes des racines)
  - Horizon habituellement travaillé :
  - Horizon non travaillé récemment :
- > Si prélèvement ciblé :
  - Analyser en plus l'effet du facteur souhaité (efficacité du travail du sol, tassement sous une roue...)
- 5. Synthèse, interprétation, par profil, puis sur les 2 ou 3 mini-profil prélevés sur la parcelle :

# Mini profil 3D

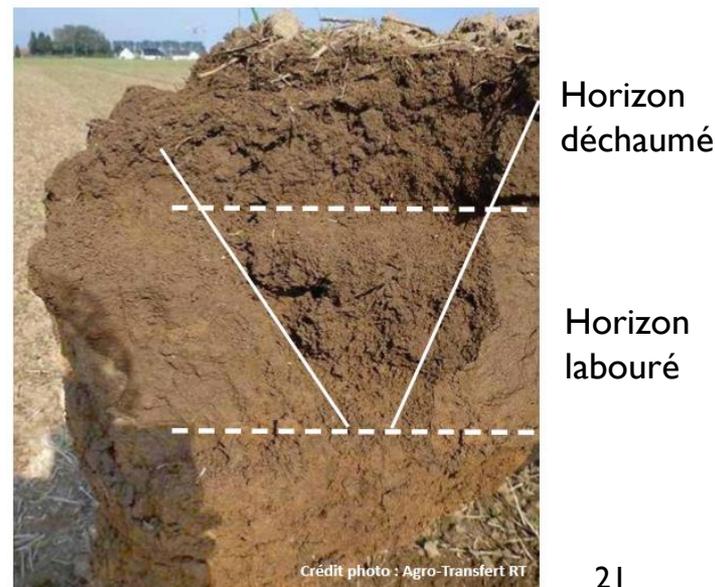
- Intermédiaire entre le test à la bêche et le profil cultural :
  - Plus simple à mettre en œuvre et moins destructive que le profil cultural.
  - Meilleure observation de la structure et de l'enracinement, en particulier dans les horizons profonds, qu'avec un test à la bêche
- Différentes applications possibles :

Repérer la profondeur atteinte par un tassement après un chantier contraignant (prélèvement ciblé sur un passage de roue)



Zone tassée sous la roue

Évaluer l'efficacité et la profondeur d'un travail du sol



# Trois manières d'observer la structure de son sol

## 1. Test à la bêche (40 cm)

- Rapide / assez facile, beaucoup de paramètres observables
- Mais : peu profond, on ne voit pas tout, possible de passer à côté d'un gros problème, bien plus important que celui qu'on croit
- Attention : Toujours aller jusqu'à la semelle de labour (louchet)

## 2. Profil de sol (100-150 cm)

- Complet (permet d'observer presque tout), y compris la circulation de l'eau, les compactations profondes, etc.
- Plus lourd, plus complexe, permet de comprendre le fonctionnement de son sol

## 3. Mini profil 3D (50-60 cm)

- Intermédiaire entre le test à la bêche et le profil cultural
- Rapide, peu destructif, diagnostic plus en profondeur qu'avec un test à la bêche

# Evaluer les propriétés biologiques de son sol

Comptage des vers de terre



Test du slip



# Quantifier les vers de terre (VDT)

- Prélèvement au jus d'oignon à l'automne ou au printemps

## 1. Préparer la **solution de jus d'oignon**

- Mixer 200 g d'oignons, et diluer dans 1L d'eau
- Pour une parcelle compter 10 L de solution répartis sur 5 prélèvements

## 2. Verser le jus et **compter les VDT**

- Au champ, délimiter un carré de 30 x 30 cm
- Verser la solution 2 x 1L (espacés de 5-10 min)
- Score A = nombre de vers de terre sortis dans le carré



## 3. Planter la **bêche** et compter les **VDT dans la motte**

- Lorsque les vers ne sortent plus, extraire une motte de 20 x 20 x 20 cm au centre du carré à l'aide d'une bêche
- Score B = nombre de vers de terre dans la motte

## 4. Répéter la mesure et calculer l'abondance

- Répéter l'opération 5 fois sur la parcelle
- Calculer l'abondance moyenne (VDT/m<sup>2</sup>)
- Bonne abondance score  $\geq 120$  VDT/m<sup>2</sup>

$$\text{Score de VDT/m}^2 = (\text{score A} \times 11) + (\text{score B} \times 25)$$

# Evaluer l'activité biologique du sol

- Evaluer l'activité des organismes du sol en suivant la vitesse de décomposition de la matière organique dont ils se nourrissent.
- Enfouir de la matière organique dans le sol et le peser après un certain temps, la perte de poids correspondant à la quantité de matière décomposée.

# Evaluer l'activité biologique du sol

## Test du sachet de thé

- Facilité de mise en œuvre et faible coût : accessible à un large public.
- Méthode standardisée : permet de comparer des résultats du monde entier, car ils peuvent être mis à disposition des scientifiques en ligne :

[www.teatime4science.org](http://www.teatime4science.org)

- Mais nécessite d'être réalisé avec soin (identification des zones, pesée précise)

Description détaillée de la méthode :

<https://www.fibl.org/fr/boutique/1099-decomposition-the.html>



### Méthode

- Enterrer les deux sachets (vert et rooibos) dans des trous séparés de 8 cm de profond, distant de 15 cm
- Déterrer les sachets après environ 90 jours
- Ouvrez le sac, retirez le thé du sac.
- Peser le thé (En utilisant une balance de précision de 0.01 ou 0.001 g)

# Evaluer l'activité biologique du sol

## Test du LEVA bag<sup>MD</sup>

- Même principe que le sachet de thé
- Plus grand : pesée simplifiée mais temps d'enfouissement plus long (~4 mois)
- Méthode standardisée : <https://www.levabag.com/>

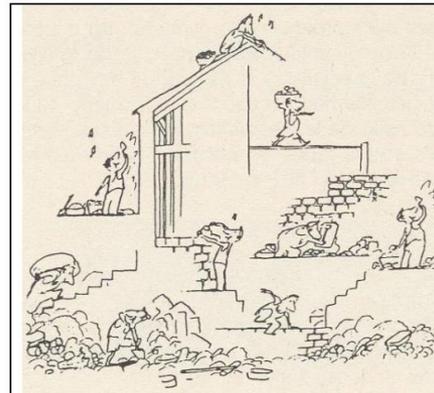


## Test du slip

- Un slip en coton enterré à 10 cm dans le sol
- Méthode : [http://www.soilcc.ca/soilweek/2017/Soil-Your-Undies-Protocol\\_FR.pdf](http://www.soilcc.ca/soilweek/2017/Soil-Your-Undies-Protocol_FR.pdf)
- Evaluation visuelle et comparative

# Analyser la biomasse et l'activité microbienne

- En complément des tests sur le terrain !
- Sol-Conseil (VD) propose des analyses de la biomasse et de l'activité microbienne :
  - La **biomasse microbienne ATP** correspond à la quantité de microorganismes vivants présents dans le sol («**nombre d'ouvriers présents sur un chantier**») 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 («**travail effectué par les ouvriers du chantier**»)»
  - La **minéralisation du carbone organique** est une estimation de la quantité de MO minéralisée par les microorganismes du sol, c'est également une mesure de l'activité des microorganismes («**somme de travail effectué par les ouvriers du chantier**»)»



# Evaluer la «fertilité» de son sol et détecter les problèmes pour agir efficacement

- Observer au bon endroit, souvent!
- Comparer (parcelles, modes de culture, périodes)
- Discuter les observations à plusieurs agriculteurs
- Se faire accompagner si besoin
- En cas de problème observé, il n'y a pas de solution magique pour tous les sols : faire un essai, vérifier le résultat avant de l'appliquer à l'ensemble de la parcelle
- Agir sur les causes et pas sur les conséquences
- Observer pour prévenir (par ex. : évaluer l'humidité en profondeur pour prévenir les travaux compactants)



# C'est parti pour les tests!



Les documents sont disponibles sur les sites mentionnés ou sur [www.progres-sol.ch](http://www.progres-sol.ch)