



KIT Caractérisation de la qualité du sol

Présentation

Contexte de création

Ce kit pédagogique a été conçu dans le cadre du projet TAArGET. Ce projet, piloté par la plateforme agroécologie en partenariat avec l'ENSFEA et la DRAAF, regroupe un collectif de 5 EPL engagés dans la sortie du glyphosate et des herbicides racinaires, et le développement de la couverture des sols. Il a été testé et amélioré dans le collectif élargi e-TAArGET

Pour quoi?

Faciliter la mise en œuvre d'observations au champ avec les apprenants.

Questionner la qualité du sol et analyser ces observations au regard des pratiques menées sur l'exploitation.

Proposer un cadre commun de suivi des parcelles des EA et **faciliter les échanges entre établissements**, le partage des données et d'expériences

Pour qui?

Ce kit s'adresse particulièrement aux **enseignants** qui souhaitent mettre en œuvre avec leurs apprenants un suivi et une analyse de la qualité des sols sur l'exploitation de l'EPL ou d'autres exploitations.

Il peut être décliné sur différents niveaux (de la seconde au bac + 3) en fonction des objectifs de formation :

- Observer et décrire
- Observer, décrire, comprendre
- Observer, analyser et proposer

Les **directeurs des exploitations agricoles ou les exploitants agricoles** peuvent également s'emparer des diverses outils de ce kit .

Il est issu d'une démarche impliquant un réseau d'enseignants, qui testent ce kit, et l'enrichissent par leur retour d'expérience et contribuent à constituer des ressources pédagogiques communes par la création d'une bibliothèque de fiches terrain et de scénarii pédagogiques.

Un outil évolutif



Le contenu du KIT

- **Une notice d'utilisation** : constituée de plusieurs fiches, qui permettent de faciliter la prise en main de l'outil et la préparation des séquences pédagogiques en lien avec les objectifs visés.
 - Fiches protocoles et objectifs
 - Fiche matériel
 - Fiche synthèse
 - Conseils d'utilisation
- **Des fiches protocoles** : elles détaillent l'ensemble des protocoles proposés dans ce kit avec des fiches de notation pour chaque résultat obtenu et une aide pour l'analyse des résultats.
- **Des trames pour l'observation terrain et l'analyse**
 - Fiche notation simple
 - Fiche Étude Terrain
- **Des exemples de fiches « étude terrain »** Ces fiches concernent soit une parcelle simple avec ou sans analyse de sol préalable, soit une comparaison de parcelles. Afin de faciliter une synthèse des résultats obtenus, une fiche vierge de cette fiche est disponible dans ce kit.
- **Des fiches « scénarii pédagogiques »**
 - Canevas de fiche scénario : pour faciliter la contribution des utilisateurs
 - Fiches scénarii testés pour faciliter le partage d'expérience



Les différents protocoles et leurs objectifs

Protocoles Textures

Test pH

Pour une première approche du sol

Décrire

Estimation de la texture du sol par une approche sensible (test du pàton)



Mesure au champ du pH de la solution d'un sol par bandelette pH

Evaluer l'état physique d'un sol

Evaluer la stabilité structurale d'un sol

Protocole VESS

(Visual Evaluation of Soil Structure)



Test Drop :



Slake test

Test de stabilité des agrégats permettant d'identifier la sensibilité à la battance ou au compactage.



Approche par l'observation visuelle de la structure des différents horizons d'un bloc représentatif de la parcelle

Approche de l'état physique à partir de l'étude des mottes d'un échantillon fragmenté par une chute.

Trois niveaux
Décrire
Comprendre
Proposer - conseiller

Evaluer le potentiel d'infiltration de l'eau dans le sol

Evaluer la population de vers de terre

Protocole BEERKAN

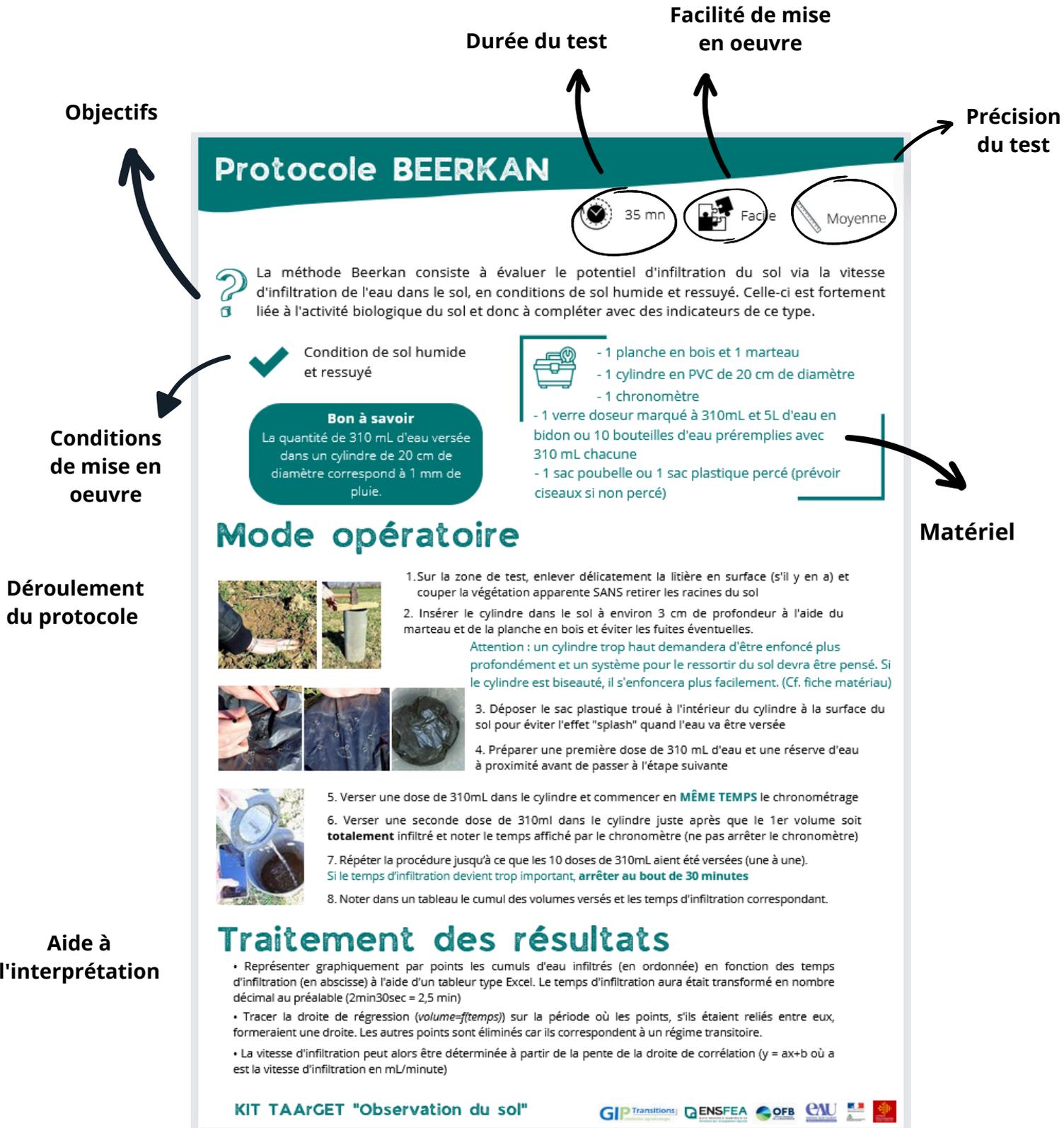
Evaluation du potentiel d'infiltration du sol via la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol.



Protocoles Vers de terre



Organisation des fiches protocoles



Conseils d'utilisation

Ce kit est **modulable selon vos besoins** et les critères que vous voulez évaluer. Il se veut être un **outil de terrain**, mais aussi un facilitateur pour vos **travaux pratiques**.

Chaque test est décrit selon des critères tels la facilité de mise en place ou la rapidité d'exécution. Ces critères vous permettront d'**orienter les tests** que vous voulez mettre en œuvre.

Chaque test peut être **réalisé indépendamment** mais il est possible de les **combiner** pour approfondir l'analyse voulue.

Mise en oeuvre du kit

- **Étape 1 : Définir des objectifs et des tests à réaliser**

Pour cette étape, vous pouvez vous aider de la fiche "Scenarii Pédagogiques" ci-après.

- **Étape 2 : Préalables à la réalisation des tests**

Vérifier les conditions de réalisation des tests : Il est préférable d'effectuer ces tests dans des conditions météorologiques favorables au sol afin d'en optimiser l'efficacité. De manière générale, le sol doit être humide et réssuyé. Les tests sur les vers de terre se feront préférentiellement de janvier à avril.

Identification et première approche de la parcelle à tester : Récupérer les données d'historique de la parcelle. Vérifier si des analyses de sol ont été effectuées sur cette parcelle.

S'assurer de la bonne compréhension des tests : Il est important que les apprenant lisent l'intégralité de chaque protocole avant de les mettre en pratique. Vous pouvez demander, avant d'aller sur le terrain que les apprenants reprennent les protocoles qu'ils vont effectuer en schématisant les différentes étapes qu'ils devront suivre. Ainsi vous vous assurerez de leur prise de connaissance.

Matériel : Réunir l'ensemble du matériel nécessaire pour chaque test en amont (s'aider de la fiche synthétique de cette notice).

- **Étape 3 : Mise en œuvre des tests et notation des résultats**

Avant chaque test il sera intéressant de regarder l'état de surface du sol (couverture, adventices, signe d'érosion...), l'hygrométrie et d'en prendre note.

Pour chaque test, une feuille de notation est présente afin de faciliter la prise de note, au cours du test.

- **Étape 4 : Synthèse et interprétation des résultats**

Une fiche synthèse à dater reprenant l'historique de la parcelle et l'ensemble des résultats des différents tests permet de voir sur une même feuille l'état de votre parcelle. Cette synthèse peut être diffusée au réseau pour offrir une visibilité plurielle des sols étudiés.



Synthèse pratique des tests

	Matériel	Durée	Facilité mise en œuvre	Conditions de réussites
Texture	petite bouteille d'eau	10 mn	Très facile	-
pH	Marteau, bocal, agitateur, bandelette pH, eau	5 mn	Très facile	-
Beerkan	Planche en bois, marteau, cylindre pvc de 20cm de diamètre, chronomètre, 10 dose de 310mL, sac plastique percé	35 mn	Facile	Sol humide ressuyé
Vess	Pelle bêche, bâche blanche, couteau/truelle, instrument de mesure gradué, crayon bien taillé	25 mn	Facile	Sol humide ressuyé, pas de travail du sol récent, période de présence de racine
Drop	Pelle bêche, bac en plastique renforcé d'une planche en bois, bâche blanche	30 mn	Moyenne	Sol humide ressuyé et non piétiné
Slake	Pot à cornichon avec son panier ou bocal/bécher avec grillage fin (moustiquaire) fixé en eau du bocal, eau	30 mn	Facile	Sol humide ressuyé et non piétiné, échantillon séché
Vers de terre Moutarde	Sécateur, arrosoir 5L, 10L d'eau minimum, moutarde, bâche blanche, bassine, quadra 25cm ² , clé d'identification, agitateur, instrument de mesure gradué	1 h	Facile	De janvier à avril, avant intervention, sol humide ressuyé, distant de 10m de la bordure
Vers de terre Drop	Clé d'identification, bâche blanche, bassine/bac plastique, eau	10 mn	Moyenne (Drop)	Idem Drop



Synthèse pratique du matériel

Tests	Texture	pH	Beerkan	Vess	Drop	Slake	Moutarde
Pelle bêche							
Bac plastique							
Bâche blanche							
Agitateur							
Eau		Un peu	10 doses 310mL				10L minimum
Bocal / Pot cornichon							
Arrosoir							
Tuyau PVC 20cm diamètre							
Marteau							
Planche en bois							
Mètre/règle							
Chronomètre							
Quadra 25 cm ²							
Sac plastique troué							
Bandelette pH							
Couteau/truelle /Sécateur							
Crayon							
Moutarde							



Fiche pratique matériel

Test BEERKAN

Cylindre en PVC de 20 cm de diamètre



Vue de coté



Percer un trou de chaque coté pour pouvoir insérer un tuyau qui facilitera l'extraction du cylindre à la fin du test

Vous pouvez renforcer le tuyau en insérant à l'intérieur un tuyau de diamètre légèrement inférieur



Biseauter le fond du cylindre à la meuleuse, il sera plus facile à enfoncer



Planche en bois et marteau



plastic percé de trous

verre doseur avec repère à 310 mL



Test DROP



Caisse en plastique



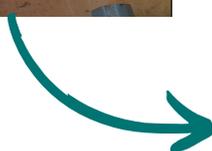
planche en bois de taille inférieure à l'intérieur de la caisse



Insérer la planche au fond de la caisse pour faire tomber le bloc de terre



bâche blanche de 50cm sur 70cm sur laquelle seront versé et triés l'ensemble de la terre fine et des mottes



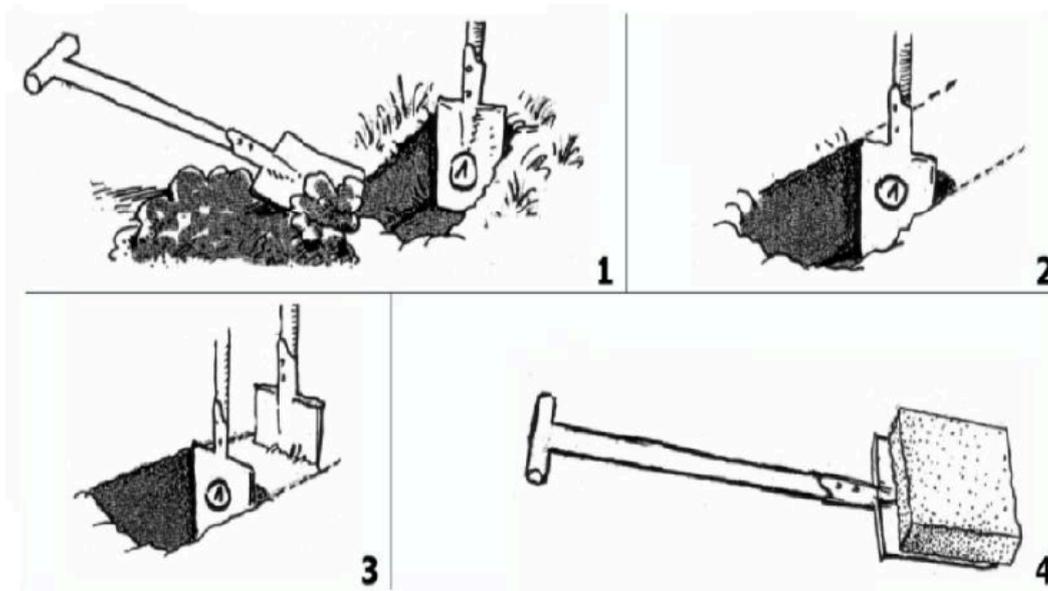
Utilise aussi pour test VESS et test ver de terre



Extraire un bloc de bonne dimension

Dans les protocoles VESS et DROP il est nécessaire d'extraire un bloc de sol d'une dimension précise. Ces dimensions permettent notamment de pouvoir extrapoler les résultats sur 1m². Il est donc important d'extraire le bloc de façon méthodique. Pour cela, quelques étapes à respecter :

1. Creuser une tranchée plus large et plus profonde que les dimensions du bloc à extraire
2. Prendre les mesures du bloc à extraire ou s'aider d'un patron sur le bout de la tranchée
3. Découper le bloc à l'aide d'une bêche d'un geste franc (éviter le plus possible les à-coups qui peuvent perturber la texture et les vers de terre)
4. Extraire le bloc à l'aide d'une seconde bêche si nécessaire et déposer le bloc délicatement sur une bâche ou un bac en plastique
5. Etudier le bloc selon le protocole du test choisi



Source : Fiche observer la structure de son sol, Chambre d'Agriculture du Bas-Rhin

Protocoles Texture



10 mn



Très facile



Moyenne



La texture s'apprécie à la répartition granulométrique des particules minérales présentes dans le sol. Une analyse de sol permet d'être précis, mais on peut appréhender sa qualité selon 2 méthodes présentées ici.



Seul un peu d'eau est nécessaire pour ces tests.

Mode opératoire 1 : le test du pâton

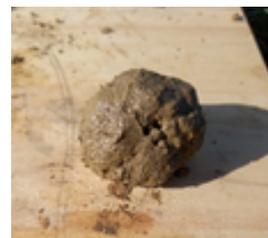
Ce test permet de déterminer approximativement le taux d'argile de l'horizon du sol étudié.

Préparation de l'échantillon

Penser à enlever les éléments grossiers de l'échantillon choisi.

Humecter l'échantillon en faisant attention à ne pas trop humidifier : l'échantillon doit se tenir et être malléable.

1. Prendre un échantillon de terre suffisant pour former une boule de la taille d'une balle de golf



2. Tenter de faire un boudin fin entre vos doigts (1,5-2 cm de diamètre)



Si le boudin est impossible à former, le sol contient moins de 15 % d'argile

3. Essayer de plier le boudin jusqu'à former un anneau



Si le boudin se fissure ou casse, le sol contient moins de 20% d'argile



Si vous arrivez à former un anneau, le sol contient au moins 30% d'argile



Pour avoir une tendance plus précise de la texture, il convient de déterminer le taux de limon et de sable. Pour savoir si l'échantillon est plutôt limoneux ou sableux, vous pouvez évaluer la texture au touché en vous appuyant sur le protocole suivant.



Mode opératoire 2 : détermination de texture par le toucher

1. Prendre un petit échantillon de terre de la taille de la moitié d'un pouce, exempt d'élément grossier et représentatif de la partie profonde du sol
2. Mouiller l'échantillon dans votre main en le malaxant à l'aide de votre pouce et de votre index jusqu'à le rendre le plus collant possible
3. Essayer de modeler l'échantillon en boule et évaluer la texture selon le tableau suivant :

Note visuelle	Catégorie de texture	Description
2 = Bonne	Limoneux	Sensation savonneuse, douce, légèrement collante, pas de granularité. Peut se modeler en boule homogène qui se fissure lorsqu'on la presse
1.5 = moyennement bonne	Limono-argileux	Très doux, collant et plastique. Peut se modeler en une boule homogène qui se déforme sans se fissurer
1 = Moyenne	Limono-sableux	Toucher légèrement râpeux et émet un léger son grinçant. Peut se modeler en une boule homogène qui se fissure lorsqu'on la presse
0.5 = Moyennement mauvaise	Sablo-limoneux Argilo-limoneux Argileux	Sablo-limoneux : toucher râpeux et un son grinçant. Peut presque se modeler en une boule, mais se désintègre lorsqu'on la presse Argilo-limoneux, argile : très doux, très collant, très plastique. Peut se modeler en une boule homogène qui se déforme sans se fissurer
0 = Mauvaise	Sableux	Émet un son graveleux et grinçant. Ne peut pas être modeler en une boule

Source : Shepherd T.G, Stagnari F., Pisante M. and benites J., 2008, Visual Soil Assessment, Field guide for annual crops. FAO, Rome, Italie



La note visuelle du tableau dépend de type de culture que l'on souhaite mettre en place. Ce tableau est donc adapté aux cultures annuelles et non au maraichage où un sol sableux est souvent préférable.



Protocole Test pH



5 min



Facile



Moyenne



Ce test chimique permet de mesurer le pH eau d'un sol, c'est-à-dire le pH de la solution dans la solution du sol. Il permet donc d'avoir une idée de l'acidité du sol. Une analyse de sol sera plus précise dans le résultat obtenu.



- Marteau
- Eau
- Bandelette de pH
- Bocal
- Agitateur

Mode opératoire

1. Prélever un échantillon de terre d'environ 5 cm de diamètre
2. Ecraser et mélanger l'échantillon de terre avec de l'eau dans le bocal
3. Couper un morceau de quelques centimètres d'une bande de pH
4. Plonger l'extrémité de la bandelette (2-3cm) dans la solution aqueuse obtenue par le mélange eau/sol dans le bocal
5. Observer et noter :
 - le changement de coloration de l'extrémité de la bandelette
 - la classe de pH de la solution d'après l'échelle de couleur pH



Crédit photo : Aqualabo



Interprétation des résultats

Classe de pH	Interprétation
< 4,4	Ultra acide
3,5 - 4,4	Extrêmement acide
4,5 - 5	Très fortement acide
5 - 5,5	Fortement acide
5,6 - 6	Modérément acide
6 - 6,5	Légèrement acide
6,6 - 7,3	Neutre
7,4 - 7,8	Légèrement alcalin
7,9 - 8,4	Modérément alcalin
8,5 - 9	Fortement alcalin
> 9	Très fortement alcalin

Un sol présente généralement une tendance acide. Cependant, plus l'acidité est importante, plus cela présente des risques :

- diminution de l'activité microbienne du sol
- Difficulté à l'absorption de certains nutriments par les plantes et donc perturbation de la croissance
- Toxicité potentielle liée à l'absorption de métaux (aluminium...)

Un pH plutôt neutre favorise la disponibilité des éléments nutritifs et favorise la vie microbienne du sol

Un sol basique est souvent calcaire. Il expose les végétaux à d'importantes carences (potassium, magnésium) et à de la phytotoxicité. L'apport de matières organiques peut permettre de diminuer le pH.

Source : service de conservation des ressources naturelles



25 mn



Facile



Moyenne



La méthode VESS (Visual Evaluation of Soil Structure) se base sur une description visuelle de la structure des différents horizons d'un bloc de sol représentatif de la parcelle



- Sol ni trop sec ni trop humide (humide ressuyé)
- Éviter un travail du sol récent
- Privilégier période où les racines sont présentes



- 1 pelle bêche
- 1 bâche blanche
- 1 couteau/1 truelle
- 1 instrument de mesure gradué type mètre
- 1 crayon bien taillé

Mode opératoire

1. A l'aide d'une bêche, extraire un bloc de sol de 20*20 cm sur 25 cm de profondeur. Pour cela, s'appuyer sur la méthode présente en annexe.



Ne pas piétiner ou compresser la zone étudiée. Si le sol est labouré, le bloc doit comprendre l'éventuelle semelle de labour

2. Ouvrir le bloc avec précaution, le poser sur la bâche



3. Identifier les couches présentes, observer les changements dans la structure du sol

Comment définir le nombre de couches ?

En l'absence de pénétromètre, les couches peuvent être distinguées visuellement ou à l'aide d'un crayon bien taillé qu'on utilise pour sentir la différente pression à exercer sur le crayon pour l'enfoncer dans le bloc

- 3.1 Identifier le nombre de couches avec des structures différentes
- 3.2 Mesurer l'épaisseur de chaque couche

4. Observer et noter chaque couche à l'aide de la grille jointe

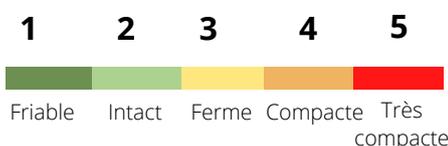
- 4.1 Pour chaque couche, observer les agrégats/mottes en appliquant une légère pression avec les mains pour évaluer leur taille et leur forme générale. Identifier à quelle note cela correspond dans la grille
- 4.2 Ouvrir et briser ces agrégats/mottes pour révéler leur structure interne. Confirmer ou pas la note choisie.

5. Remettre en place le bloc de terre sorti dans le sol.

Calcul de la note globale du bloc

Note du bloc =
[(épaisseur couche 1* note couche 1)+ ... +(épaisseur couche n*note couche n)]
/[épaisseur totale du bloc]

Positionner la note sur la jauge (ex note =4)



Grille d'évaluation visuelle de la structure

Qualité de la structure	Taille et apparence des agrégats	Porosité visible et racines	Apparences après extraction :	Traits distinctifs	Apparence des agrégats ou fragments de ~1,5 cm de diamètre
Note 1 - Friable Agrégats se désagrègent très facilement entre les doigts	La plupart des agrégats < à 0.6 cm	Racines colonisent l'ensemble du bloc. Très poreux		 Agrégats fins et poreux	 Agrégats très poreux composés de plus petits maintenus ensemble par les racines. Ils sont pour la plupart directement obtenus lors de l'extraction du bloc
Note 2 - Intact Agrégats se désagrègent facilement entre les doigts	Mélange d'agrégats arrondis de 2mm à 7mm	Racines colonisent l'ensemble du bloc. La plupart des agrégats sont poreux		 Forte porosité des agrégats	 Agrégats arrondis, fragiles poreux qui se cassent facilement
Note 3 - Ferme La plupart des agrégats se désagrègent facilement entre les doigts	Mélange d'agrégats de 2mm-10cm. Moins de 30% <1cm Présence possible de mottes fermées	Porosité et racines au sein des agrégats. Présence de pores grossiers visibles et de fentes de retraits		 Faible porosité des agrégats	 Agrégats avec peu de pores visibles et plutôt arrondis
Note 4 - Compact Assez difficile de briser les mottes fermées avec une seule main	Principalement mottes fermées subangulaires >10cm Structure lamellaire possible Moins de 30% <7cm	Racines concentrées autour des mottes fermées. Peu de « pores grossiers visibles » et peu de fissures		 Racines dans les pores grossiers visibles	 Ces fragments de forme cubique à bords anguleux et fissures internes sont faciles à obtenir sur sol humide
Note 5 - Très compact Très difficile de briser les mottes fermées avec les mains	Mottes angulaires >10cm très peu de taille <7cm	Pas ou peu de racines. Très peu de « pores visibles grossiers » et de fissures. Anoxie possible		 Couleur gris bleu possible	 Le sol peut être fragmenté quand le sol est humide, mais peut exiger un effort important. Habituellement pas de pores ou fissures visibles à l'œil

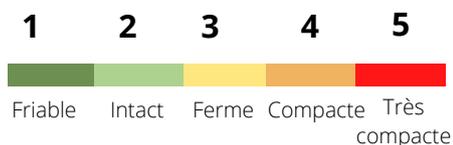
Source : Thoumazeau et al. 2019a,b,Ecol Ind;

Fiche de notation

Épaisseur totale (E) du bloc : E =

Couche	Épaisseur (e)	Note (n)	(e)*(n) =
1			
2			
3			
Total T=			

Notation finale du bloc / qualité de la structure : Note bloc = T/E



Note du bloc =
[(épaisseur couche 1* note
couche 1)+ ... +(épaisseur
couche n*note couche n)]
/
[épaisseur totale du bloc]

Protocole Test Drop



30 mn



Moyenne



Moyenne



Ce test permet d'évaluer la structure du sol à partir de l'étude des mottes d'un échantillon fragmenté par une chute. Il prend en compte d'autres critères influençant la structure tels que des indicateurs de fonctionnement des plantes.



- Sol humide et ressuyé
- Ne pas piétiner la zone qui sera tester



- Bêche
- Bac en plastique (renforcé d'une planche)
- Bâche blanche (50cm/70cm)

Mode opératoire

Extraction de l'échantillon

1. Retirer les 3 premiers centimètres de litière/terre meuble en surface de la zone de test
2. Creuser une tranchée d'une largeur et d'une profondeur légèrement supérieure au bloc à extraire
3. Creuser un bloc de 20cm de long, 20 cm de large et 25 cm de profondeur, perpendiculaire à la tranchée creusée précédemment.
4. Extraire le bloc avec soin pour ne pas endommager la structure et le déposer dans le bac en plastique

Observations de surface et de la tranchée

1. **Observer les mottes en surface** et mettre une note en vous appuyant sur les photos suivantes (fiche comparative "Mottes en surface"), renseigner la fiche de notation

Présence d'agrégat fins et friables, absence de mottes plus grandes, et lit de semis facile à préparer



État satisfaisant (Note =2)

Présence d'agrégat fins et poreux mélangés à de plus grosses mottes qui sont dures et assez résistantes



État moyen (Note =1)

Présence dominante de mottes grosses et dures, forte résistance au travail du sol



État mauvais (Note =0)



Protocole Test Drop

2. Observer dans la tranchée le développement des racines de la culture ou du couvert en place et donner une note à partir des photos suivantes ou en vous appuyant sur la planche comparative "Développement racinaire"

Croissance bien développée, profonde (sur tout le profil), latérale et plutôt droite racines blanches



État satisfaisant (Note =2)

Croissance verticale limitée racines quelque peu tordues



État moyen (Note =1)

Croissance latérale et verticale très limitée, racines coudées et/ou tortueuses



État mauvais (Note =0)

3. Observer les horizons du sol et essayer de déterminer la présence de semelle de labour. Noter le sol à partir des photos suivantes ou en vous appuyant sur la planche comparative "Semelle de labour"

Absence de semelle et présence d'une structure bien définie et friable avec présence de macropores



État satisfaisant (Note =2)

Présence d'une semelle assez bien développée et relativement dure, mais présence de quelques fissures et de macropores



État moyen (Note =1)

Présence d'une semelle fort développée et très compacte, sans structure apparente ; absence de fissures et de macropores



État mauvais (Note =0)



Protocole Test Drop

Fracturation du bloc, tri des mottes et analyse de l'échantillon

Etape 1 : Fracturation du bloc

Avant d'effectuer le lâcher, pensez à renforcer le bac en positionnant la planche au fond de celui-ci : cela évite qu'il soit en contact direct avec le sol et limite l'effet rebond !

1. Prendre le bloc (échantillon) et le lâcher à 1m de hauteur dans le bac plastique
2. Ecarter la fine terre et les mottes les plus fines en les disposant sur la bâche blanche
3. Répéter le lâcher avec les plus grosses mottes une seconde et une troisième fois, en enlevant les éléments les plus fins avant.



Ne pas faire plus de 3 lâchers !

Etape 2 : évaluation Vers de Terre

Évaluer le nombre de vers de terre dans l'échantillon et attribuer une note selon l'observation effectuée

Nb de vers de terre	Note
> 8	2
4 - 8	1
< 4	0

Le comptage peut être couplé à une identification des vers de terre et permettre d'avoir un indicateur biologique supplémentaire. Cf : Protocoles Vers de terre

Etape 3 : Tri des mottes

Trier l'ensemble de fine terre et des mottes obtenues sur la bâche blanche de façon à obtenir un gradient croissant de granulométrie



6. Évaluer ensuite l'état structural, la taille des agrégats, la porosité, la couleur et la présence de marbrures d'après les photos et fiches comparatives suivantes. Pour chacun des critères, attribuer la note correspondante.

7. Rentrer l'ensemble des notes obtenues dans le tableau de notation, appliquer les coefficient associé et faire la somme. On obtient alors une note globale pour le sol :

- Satisfaisante si la note est supérieure à 25
- Moyenne si la note est entre 10 et 25
- Mauvaise si la note est inférieure à 10

Cf : fiche de notation



Protocole Test Drop

Planche comparative "Taille des mottes"

Bonne distribution de mottes plutôt petites et friables



État satisfaisant (Note =2)

Le sol contient des mottes plus grande et anguleuses à côté de mottes fines et friables



État moyen (Note =1)

Le sol est dominé par des mottes dures et plutôt grandes



État mauvais (Note =0)

Planche comparative "Couleur des mottes"

Comparaison à un morceau de sol non cultivé prélevé à proximité de la parcelle

Sol de couleur **foncée**, **très semblable** à celle du sol d'une zone proche non cultivée



État satisfaisant (Note =2)

Sol **un peu plus pâle** dans la zone cultivée que dans une zone proche non cultivée, mais la **différence** n'est **pas très marquée**



État moyen (Note =1)

Sol **plus pâle** que celui d'une zone proche non cultivée (=perte de matière organique) et structure plus dense.



État mauvais (Note =0)



Protocole Test Drop

Planche comparative "Porosité des mottes"

État satisfaisant (Note =2)



Un grand nombre de macropores à l'intérieur de mottes et entre les mottes

État moyen (Note =1)



Des macropores sont présents dans les mottes mais sont moins visibles, témoignant d'un certain tassement

État mauvais (Note =0)



Les macropores ne sont pas visibles dans des mottes denses et compactes. Les mottes présentent des faces plutôt lisses avec des arrêtes plutôt anguleuses

Planche comparative "État marbré des mottes"

État satisfaisant (Note =2)



Teinte uniforme. Pas ou très peu (moins de 10% de la surface) de tâches de couleurs différentes

État moyen (Note =1)



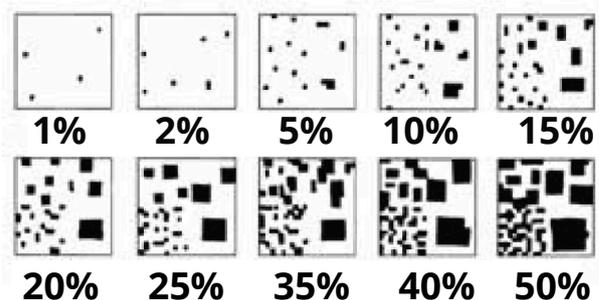
Présence de tâches fines et moyennes de couleur orange-brun et bleu-gris (sur 10-25% de la surface)

État mauvais (Note =0)



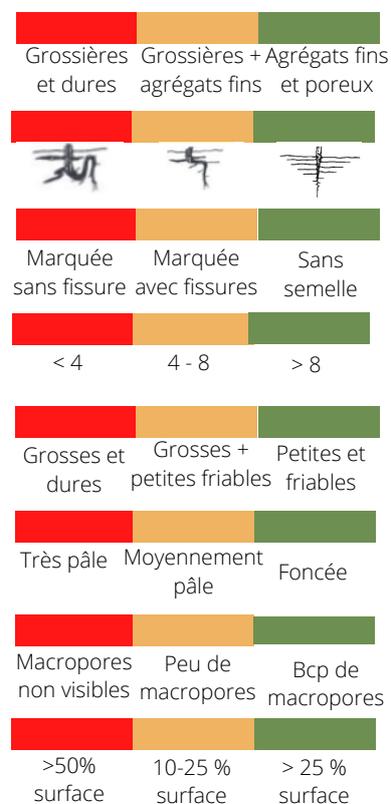
Présence (très) abondante de tâches de taille moyenne (>25% de la surface), de couleur orange-brun et, surtout, bleu-gris

Tableau d'aide
occupation du sol par les marbrures
Source : Visual Soil Assessment

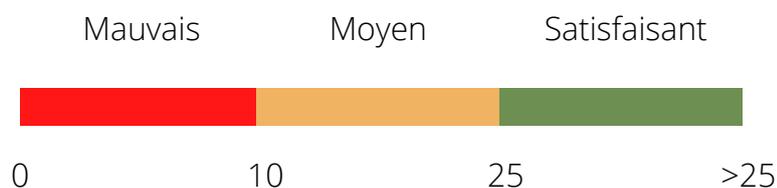


Fiche de notation

Indicateurs visuels	Evaluation 0 = mauvais 1 = moyen 2 = bon	Facteur de pondération	Cote finale
État des mottes en surface		X 1	
Développement racinaire		X 2	
Semelle de labour		X 2	
Nombre de vers de terre		X2	
Taille et forme des mottes		X3	
Couleur des mottes		X2	
Porosité des mottes		X3	
État marbré des mottes		X 2	
		Cote globale =	



État structural du sol, selon la cote globale obtenue :



Protocole Slake Test



30 mn



Facile



Faible



Le Slake Test est un test de stabilité des agrégats permettant d'identifier la sensibilité à la battance ou au compactage. Il est intéressant de tester son sol cultivé en comparaison d'un sol non perturbé ou d'un sol cultivé avec des pratiques différentes (ex : labour/ACS)



- Sol ni trop humide, ni trop sec
- Ne pas piétiner la zone qui sera tester
- Echantillon soumis au séchage



- Pot à cornichon avec son panier d'immersion
- ou
- Bocal/Bécher et grillage fin fixé sur le haut du bocal
 - Eau

Mode opératoire

1. Prélever une motte de terre sur les 10 premiers centimètres de la zone à tester. Elle doit rentrer facilement dans le bocal.
2. (facultatif) Faire sécher l'échantillon 24h à l'air libre
3. Mettre la motte dans le panier ou le grillage de façon à ce qu'elle soit entière
4. Observer si la motte se désagrège du moment de l'immersion jusqu'à 5 minutes
5. Après 5 minutes :
 - Arrêter le test si au moins 50% de la motte s'est désagrégé
 - Passer aux étapes suivantes si plus de 50% de la motte est restée intacte
6. Sortir et replonger rapidement la motte dans l'eau (chaque action devant prendre moins d'1 seconde). Le faire 5 fois de suite.
7. Observer et identifier la classe de stabilité de la motte d'après le tableau sur la fiche de notation page suivante

Il convient d'observer le comportement des mottes tout le long du test. La répétition du tests sur plusieurs mottes, en faisant une moyenne des résultats permet d'évaluer la stabilité de l'ensemble du sol.

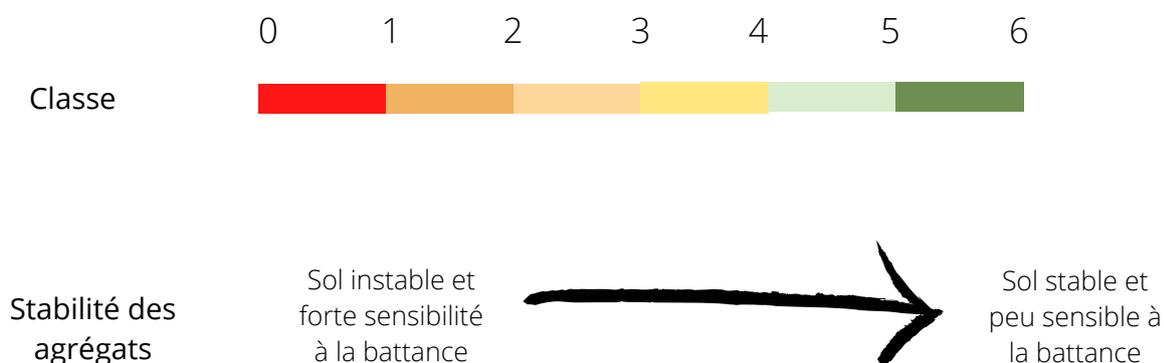
Source : test adapté du Slake test et du protocole USDA



Fiche de notation

Classes	Critères
0	Sol trop instable pour récolter un agrégat (tout le sol passe à travers le filtre)
1	50% de l'échantillon est dissous en 5 secondes lors de l'immersion dans l'eau
2	50% de l'échantillon est dissous entre 5 à 30 secondes après immersion.
3	50% de l'échantillon est dissous entre 30 sec et 5 min après immersion OU Il reste moins de 10 % de l'agrégat de départ après 5 cycles d'immersion.
4	Il reste entre 10 et 25 % de l'agrégat de départ après 5 cycles d'immersion.
5	Il reste entre 25 et 75 % de l'agrégat de départ après 5 cycles d'immersion
6	Il reste entre 75 et 100 % de l'agrégat de départ après 5 cycles d'immersion

Interprétation des résultats



Protocole BEERKAN



35 mn



Facile



Moyenne



La méthode Beerkan consiste à évaluer le potentiel d'infiltration du sol via la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol, en conditions de sol humide et ressuyé. Celle-ci est fortement liée à l'activité biologique du sol et donc à compléter avec des indicateurs de ce type.



Condition de sol humide et ressuyé

Bon à savoir

La quantité de 310 mL d'eau versée dans un cylindre de 20 cm de diamètre correspond à 1 mm de pluie.



- 1 planche en bois et 1 marteau
- 1 cylindre en PVC de 20 cm de diamètre
- 1 chronomètre
- 1 verre doseur marqué à 310mL et 5L d'eau en bidon ou 10 bouteilles d'eau préremplies avec 310 mL chacune
- 1 sac poubelle ou 1 sac plastique percé (prévoir ciseaux si non percé)

Mode opératoire



1. Sur la zone de test, enlever délicatement la litière en surface (s'il y en a) et couper la végétation apparente SANS retirer les racines du sol
2. Insérer le cylindre dans le sol à environ 3 cm de profondeur à l'aide du marteau et de la planche en bois et éviter les fuites éventuelles.

Attention : un cylindre trop haut demandera d'être enfoncé plus profondément et un système pour le ressortir du sol devra être pensé. Si le cylindre est biseauté, il s'enfoncera plus facilement. (Cf. fiche matériau)



3. Déposer le sac plastique troué à l'intérieur du cylindre à la surface du sol pour éviter l'effet "splash" quand l'eau va être versée
4. Préparer une première dose de 310 mL d'eau et une réserve d'eau à proximité avant de passer à l'étape suivante



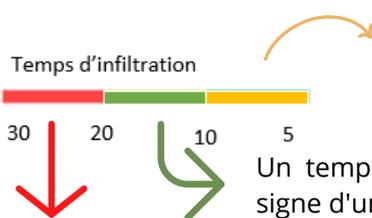
5. Verser une dose de 310mL dans le cylindre et commencer en **MÊME TEMPS** le chronométrage
6. Verser une seconde dose de 310ml dans le cylindre juste après que le 1er volume soit **totalemnt** infiltré et noter le temps affiché par le chronomètre (ne pas arrêter le chronomètre)
7. Répéter la procédure jusqu'à ce que les 10 doses de 310mL aient été versées (une à une).
Si le temps d'infiltration devient trop important, **arrêter au bout de 30 minutes**
8. Noter dans un tableau le cumul des volumes versés et les temps d'infiltration correspondant.

Traitement des résultats

- Représenter graphiquement par points les cumuls d'eau infiltrés (en ordonnée) en fonction des temps d'infiltration (en abscisse) à l'aide d'un tableur type Excel. Le temps d'infiltration aura été transformé en nombre décimal au préalable (2min30sec = 2,5 min)
- Tracer la droite de régression ($volume=f(temps)$) sur la période où les points, s'ils étaient reliés entre eux, formeraient une droite. Les autres points sont éliminés car ils correspondent à un régime transitoire.
- La vitesse d'infiltration peut alors être déterminée à partir de la pente de la droite de corrélation ($y = ax+b$ où a est la vitesse d'infiltration en mL/minute)



Analyse des Résultats

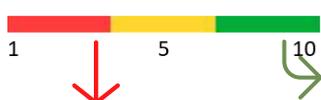


Un temps d'infiltration compris entre 5-10 minutes indique une infiltration rapide pouvant présenter un risque de lessivage ou de lixiviation

Un temps d'infiltration compris entre 10-20 minutes indique une infiltration correcte et signe d'une ponne macro porosité.

Un temps compris entre 20 et plus de 30 minutes indique une mauvaise infiltration qui peut être liée à une mauvaise macro porosité liée à la texture du sol ou un accident structural (compaction).

Nbre de volume absorbé



Un nombre de volume supérieur à 10 indique une bonne capacité d'infiltration et donc l'absence de compaction. Attention toutefois, un trop gros nombre de volume pourrait être indicateur de lessivage des particules du sol en profondeur.

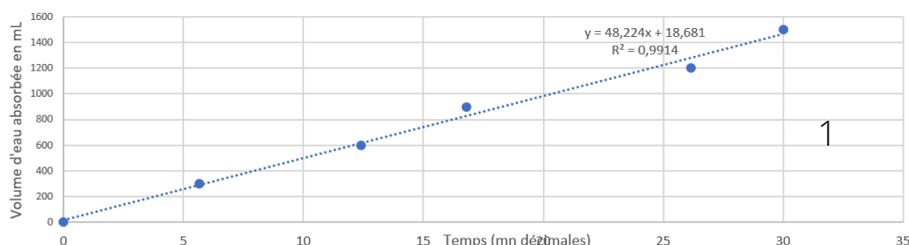
Pour un nombre de volumes d'eau infiltré compris entre 1 à 10, il est intéressant de vérifier la compaction du sol au travers d'un test Vess et d'un test Drop pour observer la porosité.

Exemple : Test Beerkan sur les parcelles Gîte et Ecole (Exploitation Bellegarde), EPL Tarn, 27/01/22

Parcelle Ecole :

Limon argileux, l'observation fait suite à une période de forte précipitations, le sol est humide mais ressuyé un couvert féverole/vesce/phacélie peu développé est en place

Courbe d'absorption des volumes d'eau en fonction du temps Parcelle Ecole



Temps d'infiltration



Nbre de volume absorbé

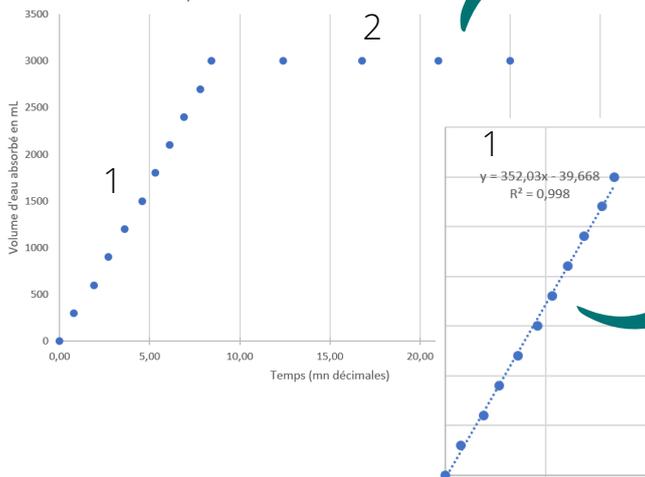


Le profil d'infiltration est rapidement stable, la droite de régression linéaire permet d'évaluer la vitesse d'absorption à 48.2ml /minute

Parcelle Gîte:

Limon argilo sableux, l'observation fait suite à une période de forte précipitations, le sol est humide mais ressuyé une culture d'orge au stade 3F est en place

Courbe d'absorption des volumes d'eau en fct du tem



2 - Le dixième volume n'est toujours pas absorbé au bout de 30mn, on arrête le test. Il semble qu'il y ait une rupture de continuité dans le profil, qui peut s'expliquer par une zone de tassement qui limite l'infiltration

1- On réalise la droite de régression sur les points permanents(ceux qui forment une droite) la vitesse d'absorption estimée est de 352 ml/minute

Temps d'infiltration



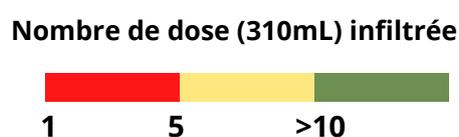
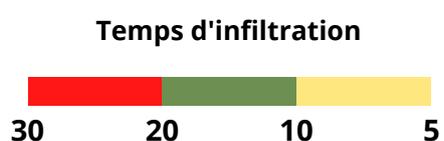
Nbre de volume absorbé



Fiche de notation

Dose de 310 mL infiltrée	Temps d'infiltration
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Nombre total de doses infiltrées	Quantité totale d'eau infiltrée	Temps total (30 min max)



Tests Vers de terre



1h



Facile



Faible



Les présents tests présentent deux approches : une complémentaire du test drop et l'autre utilisant une molécule irritante contenue dans la moutarde qui fait remonter les vers de terre en surface.



- De janvier à avril - plus forte période d'activité des vers de terre
- Avant toute intervention (fertilisation, travail du sol...) sinon attendre quelques semaines)
- Sol humide, résuillé pas trop chaud
- Echantillon à 10 mètres de la bordure du champ minimum

Les données recueillies par les présents tests peuvent être remontées à l'Observatoire Participatif des Vers de Terre (OPVT) pour participer à la formalisation de référentiels locaux sur les macroorganismes.

Plus de détails ici :



Mode opératoire 1 - Test Moutarde



- Sécateur
- Arrosoir 5 L
- 10 L d'eau min.
- Moutarde
- Bâche blanche
- Bassine / bac en plastique
- Quadra 25cm²
- Clé d'identification
- Instrument de mesure gradué
- Agitateur (fouet, bâton...)

Pour l'OPVT, il conviendra de reproduire ce protocole sur 3 zones différentes, distantes de 6 mètres chacune et à 10 mètres minimum de la bordure

1. Préparer la solution irritante :

- Diluer 300/500g de moutarde dans un arrosoir contenant 5L d'eau
- Bien mélanger la moutarde et l'eau à l'aide d'un agitateur

Il est important que le mélange soit bien homogène avant utilisation

2. **Préparer la zone à échantillonner** : enlever toute la végétation **sans** retirer les racines du sol. S'aider d'un sécateur si nécessaire.

3. Placer le quadra de 25 cm² sur la zone dégagée

4. **Verser un premier arrosoir de 5L** à l'intérieur du quadra (possibilité de déborder de 10 cm autour de la zone) de manière progressive et homogène

5. **Récolter les vers de terre** au fur et à mesure de leur remonté durant 15 minutes et les stocker dans une bassine d'eau (pour éviter leur mort).

Ne prendre que les vers de terre qui sortent à l'intérieur du quadra et attendre qu'ils sortent entièrement du sol (risque de les couper en deux).



Tests Vers de terre

6. Après 15 minutes, renouveler les étapes 4 et 5.

7. Identification des vers de terre :

- Laver les vers de terre et les déposer sur la bâche blanche
- Les compter et le caractériser à l'aide de la clé de détermination
- Multiplier les chiffres obtenus par 4 pour obtenir le chiffre au m²

8. Remettre les vers de terre à même le sol à environ 2 mètre du quadrat

Mode opératoire 2 - Test drop



- Clé d'identification
- Bâche blanche
- Bassine / bac en plastique
- Eau

Pour l'OPVT, il conviendra d'extraire 6 blocs 20x20cm de côté et 25 cm de profondeur sur une zone homogène de la parcelle. Pour cela, s'aider de la figure ci-dessous.

1. Lors du test drop, profiter de l'étape de comptage des vers de terre pour les mettre dans une bassine remplie d'eau.

L'extraction du bloc doit se faire le plus rapidement possible pour limiter la fuite des vers de terre qui sont sensibles aux vibrations.

Les vers de terre tombés dans le trou après extraction du bloc ne doivent pas être comptabilisés.

2. Laver les vers de terre et le disposer sur une bâche blanche

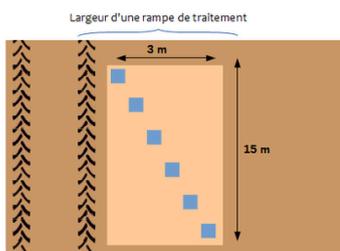
3. Identifier les vers de terre grâce à la clé de détermination

4. Multiplier les résultats obtenus par 16 pour avoir le nombre au m².

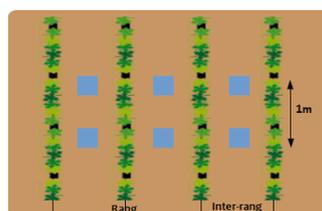
5. Mettre les vers de terres sur le trou rebouché (les vers de terre épigés ne supporteraient pas un enfouissement).

Répartition des blocs à extraire selon la culture pour valider les données dans le cadre d'OPVT :

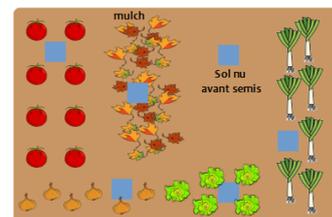
Grandes cultures / Prairies / Pelouses



Vignobles



Jardins potagers

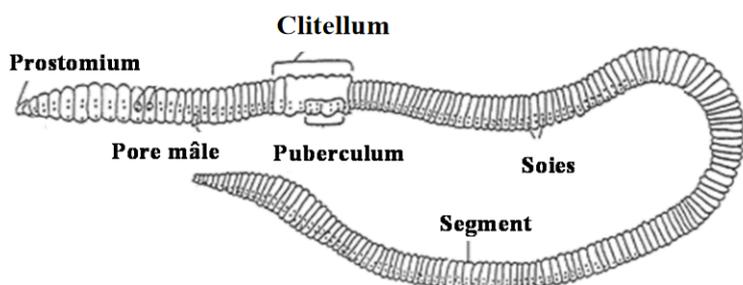


■ = blocs de sol



Clé de détermination

Source : Université de Rennes 1, Guide illustratif : Déterminer les vers de terre



Un vers de terre est adulte lorsque le clitellum (" la bague colorée "), situé dans le premier tiers du corps, est apparent.

Identification

Individus petite taille	Couleur du corps homogène	Fortement pigmenté Rouge bordeaux 1-5 cm	Epigés
		Faiblement pigmenté : rose, gris-clair, vert 3-16 cm	
Individus grande taille (10 – 100 cm)	Décoloration du corps en fonction d'un gradient tête / queue	Tête noire (clitellum marron à marron clair)	Anéciques
		Tête rouge (clitellum orange)	

Les endogés

Rosâtre



Aporrectodea caliginosa c. typica



Allolobophora rosea rosea

La tête est généralement rose pâle suivie d'une zone blanchâtre et le clitellum semble aplati. De 4 à 7 cm

Blanchâtre



bout de la queue jaune
Octolasion cyaneum
De 8 à 14 cm



Allolobophora icterica

Verdâtre



Allolobophora c. chlorotica typica



anneau jaune
De 5 à 8 cm

Tests Vers de terre

Les épigés



Lumbricus castaneus

De 3,5 à 6 cm



pore male
bien visible

Satchellius mammalis



Eisenia fetida

De 5 à 12 cm

Couleur rouge violacé zébrée
(présents dans compost, fumier,...)



Dendrobaena octaedra

De 3 à 6 cm

Les anéciques

Tête rouge

- ✓ Gradient antéro-postérieur du rouge au rouge pale
- ✓ Clitellum orange
- ✓ Forme de corps trapu



Lumbricus terrestris

De 13 à 25 cm

Queue plus large parfois très aplatie (en fer de lance)



Lumbricus rubellus rubellus

De 6 à 13 cm

Attention à ne pas confondre avec *L. castaneus* (épigés) qui a une taille adulte plus petite.

Tête noire

- ✓ Gradient antéro-postérieur du noir au gris clair
- ✓ Clitellum marron à marron clair
- ✓ Pore male rosâtre bien visible à l'œil nu



Aporectodea giardi juvenile

long et moins trapu que *L. terrestris*



Aporectodea giardi adulte



Aporectodea longa

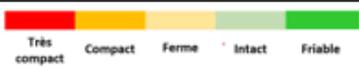
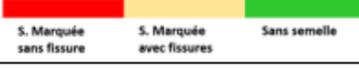
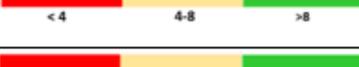
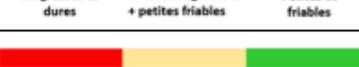
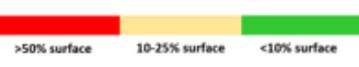
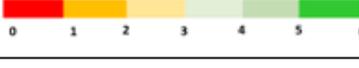
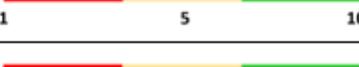
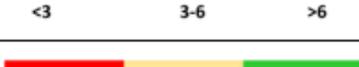
Source : Université de Rennes 1,
Guide illustratif : Déterminer les
vers de terre



Trame Fiche notation terrain

Synthèse des résultats obtenus

Nom de la parcelle :		Date observation
Lieu d'observation		
Nom observateurs	Conditions d'observation :	

Test	Type d'observation	Résultat
TEST TEXTURE	Pourcentage argile : Note visuelle	
TEST pH :		
TEST VESS	Qualité de la structure	 <p>Très compact Compact Ferme Intact Friable</p>
TEST DROP	Etat des mottes en surface	 <p>M. Grossières et dures M grossières + agrégats fins poreux Agrégats fins/poreux</p>
	Développement racinaire	 <p>  </p>
	Semelle de labour	 <p>S. Marquée sans fissure S. Marquée avec fissures Sans semelle</p>
	Ver de terre	 <p>< 4 4-8 > 8</p>
	Taille et forme des mottes	 <p>M. grosses et dures Grosses anguleuses + petites friables Petites et friables</p>
	Couleur des mottes	 <p>Très pâle Moyennement pâle Foncé</p>
	Porosité des mottes	 <p>Macropores non visibles Peu de macropores Bcp de macropores</p>
	Etat marbré des mottes	 <p>>50% surface 10-25% surface <10% surface</p>
TEST SLAKE	Stabilité des agrégats	 <p>0 1 2 3 4 5 6</p>
TEST BEERKAN	Temps infiltration	 <p>30 20 10 5</p>
	Nombre de doses infiltrées	 <p>1 5 10</p>
TEST MOUTARDE	Nb de vers de terre	 <p><3 3-6 >6</p>
	Diversité	 <p>< 4 espèces 4-7 > 7 espèces</p>



NOM : EPL/DATE/Formation

Nom de la parcelle : Nom de l'exploitation :	Date étude terrain :
---	-----------------------------

Caractéristiques de la parcelle

Surface :

Localisation :

Système coordonnées	Parcelle 1 ou date1 ▼	Parcelle 2 ou date 2 ▼
GPS		
WGS84		

Type de sol :

Insérer ici photo aérienne parcelle avec localisation des observations

Itinéraire technique et historique

Succession type :

Précédent

ITK depuis la récolte du précédent

Analyses de sol

Analyses de sol pour la parcelle ? OUI NON

Date des dernières analyses :

Éléments saillants de l'analyse :

Questionnement global de l'étude terrain :

Observation de la parcelle avant tests

Conditions météo :

Développement de la culture / couvert / sol nu :

Etat de surface du sol :

Présence de flaques / Engorgement :

Présence d'adventice :

Homogénéité :

TEST VESS

Qualité de la structure (score final)

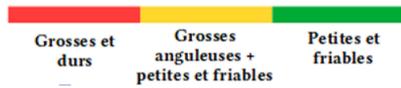


Insérer photo

commentaire

-DROP TEST

Taille des mottes



Insérer photo

Commentaire taille des mottes

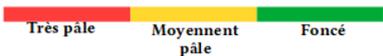
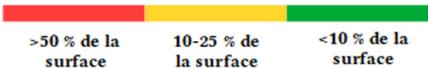
Porosité

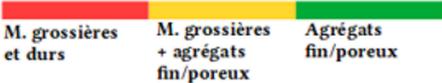


Commentaire porosité



Trame fiche étude terrain

<p>Couleur des mottes /zones non cultivées</p> 	<p>Commentaire couleur</p>
<p>Surfaces des marbrures</p> 	<p>Non observé</p>

-DROP TEST suite	
<p>Etat des mottes en surface</p> 	<p>Commentaire</p>
<p>Développement racinaire/profondeur enracinement</p> 	
<p>Semelle de labour</p> 	
<p>Vers de terre</p> 	

Bilan test DROP

Indicateurs visuels	Evaluation 0 = mauvais 1 = moyen 2 = bon	Facteur de pondération	Cote finale
État des mottes en surface		X 1	
Développement racinaire		X 2	
Semelle de labour		X 2	
Nombre de vers de terre		X2	
Taille et forme des mottes		X3	
Couleur des mottes		X2	
Porosité des mottes		X3	
État marbré des mottes		X 2	
		Cote globale =	

Côte globale



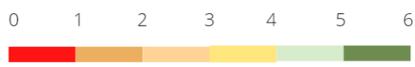
Trame fiche étude terrain

VSA -pour aller plus loin

Observations à réaliser régulièrement à l'échelle de la parcelle

<p>Formation de flaques/nbre de jours où la flaque reste présente</p>  <p style="text-align: center;">≤1 2-4 j >5</p>	<p>Commentaire</p>
<p>Croute de battance/couverture du sol</p>  <p>Epaisseur croute > 5mm, continue, 0 craquellement / surface Croute épaisse de 2 à 3 mm, craquelée / Surface couverte entre 30 et 70% Pas de croute / surface couverte à 70%</p>	
<p>Erosion du sol</p> 	

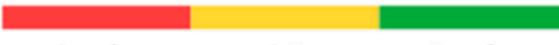
SLAKE TEST

<p>Stabilité des agrégats</p> <p>Classe</p>  <p style="text-align: center;">0 1 2 3 4 5 6</p>	
---	--

TEST BEERKAN

<p>Temps d'infiltration de l'eau</p>  <p style="text-align: center;">30 20 10 5</p>	<p>Courbe d'absorption à insérer (attention on ne peut pas mettre 2 exemples sur la même courbe) cf. doc excel</p>
<p>Nbre de volume absorbé</p>  <p style="text-align: center;">1 5 10</p>	
<p>Commentaire</p>	

TEST MOUTARDE

<p>Nombre de vers de terre</p>  <p style="text-align: center;">< 3 3-6 > 6</p> <p>Diversité</p>  <p style="text-align: center;">< 4 espèces 4-7 > 7 espèces</p>	
---	--



Canevas de fiche scénario

Contexte du scénario

Classe :

Prérequis / inclusion dans le déroulé pédagogique :

Objectifs d'apprentissage visés :

UE / module sur lequel ce scénario s'appuie ?

Objectifs techniques / demande du DEA :

Déroulement du scénario

Critère de choix de la parcelle :

Tests et protocoles à utiliser :

Organisation du groupe classe :

Critère de temps :

- Temps de préparation en classe :
- Temps de mise en œuvre :
- Temps de synthèse, d'échange :

