

Test Bêche

Guide d'utilisation



Sommaire

Introduction.....	p.5
Conditions d'utilisation.....	p.6
1) Pourquoi réaliser un test bêche.....	p.6
2) Quand réaliser un test bêche.....	p.6
3) Adapter le test au type de culture	p.7
4) Avantages/limites de ce test.....	p.7
Déroulement du test bêche.....	p.8
Etape 1: Matériel et documents nécessaires	p.8
Etape 2: Où le réaliser ?.....	p.8
Etape 3: Observation de la surface du sol.....	p.9
Etape 4: Extraction du bloc de sol	p.10
Etape 5: Dépôt du bloc/sous-blocs sur la bâche	p.11
Etape 6: Détermination de la structure des mottes	p.11
Etape 7: Texture du sol	p.13
Etape 8: Remise en état de la zone de prélèvement.....	p.13
Diagnostic.....	p.14
1) Mode d'assemblage des mottes.....	p.14
2) Tassement global du sol.....	p.14
3) Interprétation.....	p.15
4) Exemple d'une fiche terrain avec diagnostic.....	p.16
Bibliographie.....	p.17
Remerciements.....	p.18
Dossier terrain.....	

Afin de suivre l'état physique d'un sol, différents outils d'observation au champ existent.

En Europe du Nord, on retrouve le test VESS (Visual Evaluation of Soil Structure) issu du test Peerlkamp. Ce test VESS permet d'apprécier la qualité de la structure des sols au niveau des premiers horizons. Il est basé sur un système de notation de 1 (très bonne qualité de structure du sol) à 5 (mauvaise qualité de structure du sol). En pratique, sa réalisation sur le terrain dure 5 à 15 minutes. Il permet d'avoir diverses informations sur les agrégats du sol (taille, forme, force, couleur) et les éléments biologiques (présence de racines). On peut aussi apprécier les éventuelles porosités.

En Nouvelle-Zélande, le test VSA (Visual Soil Assessment) est pratiqué. Tout comme le test VESS, il permet d'évaluer la qualité de la structure des sols au niveau des premiers horizons mais aussi les interrelations avec la production. Le sol prélevé est lâché depuis une hauteur de hanche, puis évalué selon différents critères. Ensuite, une note est attribuée prenant en compte ces différents critères pondérés. Les informations recueillies concernent la texture et la structure du sol, la porosité, les mottes, la couleur, la présence de lombrics, l'odeur, et les racines.

En France, la méthode du profil cultural a été retenue pour évaluer la qualité des premiers horizons et des horizons profonds du sol. Cette méthode se base sur l'observation des modes d'assemblage et de la structure interne des mottes en lien avec les travaux du sol. Une observation de l'activité biologique (racines, macroorganismes, etc.) est également pris en compte dans la démarche. Ce test est assez contraignant étant donné qu'il faut creuser une fosse. Cela demande du temps et du matériel. Mais ce profil permet d'obtenir un diagnostic complet et plus précis sur l'état du sol et l'ensemble de ces horizons (Batey *et al*, 2015).

Issu de ce profil cultural, un test bêche a été mis en place, plus simple et plus rapide à mettre en œuvre. Il est basé sur la caractérisation de la structure du sol via l'assemblage et l'état interne des mottes de terre, telle que décrite par la méthode du profil cultural (Cf. Guide du profil cultural, 2016). Cette caractérisation se fait dans un premier temps à l'aide d'une bêche puis sur une bêche. Le diagnostic final permet de classer la structure du sol en 5 classes, en fonction de son degré de tassement.

Ce test a été élaboré en 2007 par Yvan Gautronneau, Joséphine Peigné et Jean-François Vian au sein de l'ISARA-Lyon dans le cadre de l'enseignement. Suite à son développement dans deux projets CASDAR, il s'est peu à peu répandu au sein du monde professionnel, nécessitant alors un guide de réalisation de ce test adapté et formalisé.

L'objectif de ce test est d'assurer un suivi simplifié de la structure du sol comme facteur explicatif de l'élaboration du rendement le long du cycle cultural. Il est réalisable rapidement, accessible à tous et peut être répété afin d'apprécier la variabilité structurale du sol d'une parcelle. Un diagnostic rapide peut alors être établi afin de voir la nécessité d'analyses plus approfondies (réalisation d'un profil cultural).

Ce guide a été élaboré afin d'accompagner au mieux les utilisateurs lors de la réalisation de ce test. Il présente les différentes étapes à suivre pour son bon déroulement. Pour recueillir les informations lors de la réalisation du test, un dossier conçu pour le terrain est détachable à la fin de ce guide.

Ce guide est réalisé dans le cadre du projet Agrinnov' et SolAB, soutenus par le CASDAR (Compte d'Affectation Spéciale Développement Agricole et Rural). Il fait également partie du projet européen Fertilecrop (CORE organic).

Conditions d'utilisation

1) Pourquoi réaliser un test bêche?

Le test bêche permet d'observer facilement la structure d'un sol afin de détecter les éventuels problèmes impactant la culture. Il permet de réaliser un diagnostic du travail du sol dans les horizons supérieurs (0-30 cm) et de prendre des décisions en termes de travail du sol ou non (en cas de fort tassement).

2) Quand réaliser un test bêche?

Le test bêche s'effectue à plusieurs périodes de l'année. En effet, la structure du sol joue sur l'élaboration du rendement tout au long du cycle cultural et notamment à deux stades clés de la culture :

- La germination et levée :
 - Via le contact terre / graine, fondamental à la germination.
 - Via la présence ou non d'obstacles à la levée et à la mise en place du système racinaire.
- La croissance de la culture – stade floraison :
 - Via la présence ou non d'obstacles à l'enracinement en profondeur de la culture.
 - Via les conditions physiques du sol nécessaires au fonctionnement du système racinaire en place.

Les effets de la structure du sol sur l'élaboration du rendement concernent donc, d'une part différents stades de la culture, et d'autre part différentes couches de sol (de l'état de surface au premier horizon non travaillé (P1)). L'outil d'évaluation est ainsi constitué d'indicateurs évaluant la structure propre à chaque effet mentionné suivant les différents horizons du sol.

Deux tests bêche sont conseillés sur une culture, selon le stade clé de développement de celle-ci. Le premier test bêche se réalise au stade germination-levée. Celui-ci permettra de mettre en évidence les classes de mottes, leur mode d'assemblage et une éventuelle croûte de battance. Le deuxième se réalise au cours de la croissance de la culture, au moment de la floraison. Une couche compactée et l'état type des mottes pourront être repérés.

⚠ Il faut prévoir le temps nécessaire pour la répétition du test. En effet, chaque test doit être répété pour avoir des résultats représentatifs. Le nombre de répétition et le temps nécessaire pour leur réalisation dépendent de la taille de la parcelle et de l'objectif du test (démonstration, suivi, conseil, recherche). Pour un test bêche, il faut compter environ 30 minutes.

⚠ Les conditions d'humidité du sol (ni trop humide ni trop sec) vont déterminer le moment de réalisation du test. Il ne peut être réalisé que dans des conditions où d'une part il est possible de creuser (pas trop sec) et d'autre part il est possible d'observer (pas trop humide). Vous pouvez mesurer l'humidité du sol, pour lier vos observations à une humidité précise (mais pas indispensable). Un moyen simple d'estimer l'humidité d'un sol, est de prendre une poignée de sol et de le serrer. Si un peu d'humidité reste sur la main alors nous sommes en présence d'un sol ressuyé.

3) Adapter le test au type de culture

Pour les cultures annuelles (céréales, maraîchage, etc.), suivant les objectifs poursuivis :

Le premier test bêche est effectué au stade levée, il peut être couplé et/ou remplacé par l'évaluation de l'état de surface.

Le deuxième peut être réalisé à trois stades : la levée (mise au point d'un indicateur précoce de la fertilité physique), au stade floraison (stade principal) et avant récolte afin de vérifier les postulats d'impact de la structure sur l'élaboration du rendement.

Un seul test à un seul moment peut être réalisé, à un seul stade, tout dépend de ce qui est recherché : évaluation du lit de semence, évaluation du travail du sol, compréhension des résultats d'élaboration du rendement.

Pour les cultures pérennes :

Le premier test bêche n'est pas nécessaire. Le deuxième test peut être réalisé à différents moments suivant les conditions d'humidité du sol (ni trop humide ni trop sec) et les objectifs poursuivis (suivi de l'effet d'un couvert végétal etc.). Nous pouvons réaliser le test bêche tout au long de l'année selon ce que l'on souhaite observer (sous un couvert végétal ou entre deux cultures).

4) Avantages et limites de ce test

Ce test présente plusieurs avantages et limites à prendre en considération avant sa réalisation. (Tableau 1)

Tableau 1: Avantages et limites du test bêche

Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> -Peu destructif -Rapide -Facile à répéter -Simple d'utilisation: accessible à tous -Peu de matériel nécessaire -Applicable même en zone difficile d'accès. 	<ul style="list-style-type: none"> -La présence de cailloux rend le test difficile. Cela limite l'accessibilité en profondeur de la bêche. -Si un problème est détecté, le profil cultural est indispensable -Peu profond, n'atteint pas la semelle de labour (25 cm environ) -Dépendant des conditions du milieu (sol sec, etc.)

5) Autres tests complémentaires

- Pour mesurer l'humidité, la sonde dite « Dutzy » peut être utilisée. Elle permet de déceler d'éventuelles zones de compaction et d'aller au-delà des 30 cm de profondeur. L'utilisation de tensiomètres est aussi possible.
- On peut réaliser un test à l'HCl pour mieux déterminer la texture du sol étudié (renseigne si le sol est calcaire ou non).
- On peut coupler le test avec des prélèvements de vers de terre¹
- Un sondage avec par exemple un pénétromètre peut être effectué pour aller plus en profondeur et détecter les zones de semelle de labour.

¹ site de l'OPVT : https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/OPVT_accueil.php

Déroulement du test bêche

Les différentes étapes de la réalisation du test bêche sont expliquées ci-dessous, accompagnées de rappels théoriques. Pour chaque étape, remplir la fiche terrain. Pour une meilleure lecture de ce document, il est conseillé de se munir du dossier terrain (annexe 1).

Etape 1. Matériel et documents nécessaires

Pour réaliser un test bêche il faut une **bêche** (figure 1) pour extraire le bloc de terre, une **bêche** pour pouvoir analyser la terre au sol, **un couteau** pour rafraîchir le bloc prélevé, **un soufflet** pour nettoyer les particules parasites présentes sur la bêche et un **mètre** afin de mesurer la profondeur du prélèvement. Apporter aussi un peu d'**eau** pour la détermination de la texture. Il faut également se munir du **dossier terrain**.

Rq: il existe une bêche plus profonde en acier conçue spécifiquement pour ce test. Elle reste peu répandue et peu maniable. Une triandine peut être utilisée dans les sols caillouteux.



Figure 1: La bêche, outil indispensable pour le test

Etape 2. Où le réaliser ?

1) Tenir compte de l'hétérogénéité de la parcelle

Il est nécessaire de connaître préalablement l'hétérogénéité structurale de la parcelle. Deux 'outils' sont utilisables peuvent être utilisés, mais pas obligatoirement nécessaires :

-**Le tour de parcelle**, afin d'une part de réaliser un zonage textural de la parcelle (tarière) et d'autre part de repérer les hétérogénéités structurales visibles en surface liées aux passages d'engins (associés à une discussion avec l'agriculteur responsable de la parcelle). Ces derniers sont une source d'hétérogénéité structurale due au tassement exercé par les roues de tracteur. A l'issue de ce tour de plaine, on pourra définir et situer des placettes d'observation pertinentes (station).

-Sur la station : **le profil cultural**, afin de repérer en profondeur les hétérogénéités dues à l'historique de la parcelle (et vérifier l'hétérogénéité latérale). Le profil cultural (figure 2) met en évidence la cohérence entre l'hétérogénéité observée et l'itinéraire technique. De plus, le profil cultural donne une indication des horizons pédologiques du sol, nécessaire à la compréhension globale de l'aspect limitant de l'enracinement en termes de rendement (RU etc.).

Le profil cultural peut se réaliser avant ou après les tests bêches. Si le profil cultural est réalisé en premier, les tests bêches permettront d'apprécier l'hétérogénéité de la parcelle rapidement, en comparaison avec le profil cultural. Réalisé après le test bêche, le profil cultural permet de préciser le diagnostic du test bêche en cas de résultats inquiétants sur le tassement .



Figure 2: Le profil cultural

2) Prise d'informations générales

Une fois la zone d'étude localisée (figure 3), il est important de remplir en premier les informations de la fiche terrain test bêche (cf dossier terrain). La partie localisation permet de dessiner la parcelle d'étude et les différents tests réalisés.

Cette cartographie servira pour le choix d'une station d'observation sur une zone homogène et représentative et l'échantillonnage des différentes mesures effectuées dans les étapes 1 et 2 vues précédemment dans les conditions d'utilisation (cf. Conditions d'utilisation, partie 3). Noter également les conditions de réalisation du test (humidité du sol).

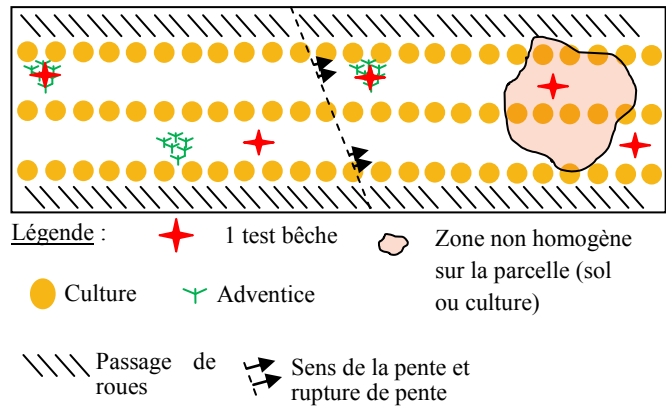


Figure 3: Hétérogénéité de la parcelle et localisation des tests bêches

3) Délimitation de la zone du test bêche

La zone du test bêche doit être délimitée précisément. Elle comporte une zone de prétranchée et une zone interdite où aura lieu le prélèvement (figure 4). Cette dernière zone est dite « interdite » car aucun piétinement ne doit perturber la structure du sol.



Figure 4: Délimitation de la zone interdite

Etape 3. Observation de la surface du sol

Sur la zone délimitée précédemment, on évalue le pourcentage de recouvrement du sol par les adventices et la culture et/ou le mulch en place (figure 5) ainsi que le pourcentage de la surface du sol occupée par les éléments grossiers (annexe). On note également la présence éventuelle d'une croûte de battance (figure 6), de turricules de vers de terre et de fissures à la surface de sol (cf dossier terrain).



Figure 5: Recouvrement de 30% du sol par des résidus de culture et des adventices



Figure 6: Surface lisse caractéristique de la croûte de battance

Etape 4. Extraction du bloc de sol

1) Extraction du bloc avec la bêche

Pour faciliter le prélèvement, il faut réaliser une prétranchée à l'aide de la bêche (figure 7). Mesurer la profondeur de cette prétranchée, elle doit mesurer au minimum 30 cm. Ensuite, il faut pré-découper les côtés du bloc de sol à la bêche puis prélever un volume de sol de 20 cm * 20 cm sur 25 cm de profondeur (figure 8). Deux personnes peuvent participer à cette étape pour préserver le bloc lors de son extraction.

⚠ Ne pas sauter sur la bêche pour l'enfoncer.



Figure 7: Réalisation d'une prétranchée



Figure 8: Prélèvement du bloc, l'effet levier

Après avoir extrait le bloc de sol, mesurer ses dimensions et observer la tenue de ce bloc de sol sur la bêche (un bloc uniforme ou désagrégation en sous-blocs), comme le montre la figure 9. Si le bloc de sol extrait ne se tient pas sur la bêche, compter le nombre de sous-blocs formés. Regarder également la présence éventuelle de racines et de résidus.



Figure 9: Mesure de l'échantillon de sol prélevé

2) Observation du bloc sur la bêche

Ensuite, observer et mesurer les différents horizons visibles à l'œil (dus à des travaux du sol à différentes profondeurs) à l'aide d'un couteau (figure 10). Il n'y a pas forcément plusieurs horizons, tout dépend du travail réalisé ou de votre observation.

⚠ Il ne faut pas racler le bloc avec le couteau mais effectuer un mouvement de levier pour rafraîchir la structure.



Figure 10: Rafraîchissement du bloc à l'aide du couteau

Etape 5. Dépôt du bloc / sous-blocs sur la bêche

Délicatement, on **pose** (ne pas lâcher) le bloc de sol sur la bêche.

Observer si le bloc se tient sur la bêche (figure 11). Si c'est le cas, comptez le nombre de fissures présentes (il faut appliquer une **légère** pression sur le bloc pour les mettre en évidence). Si cela est possible, il est intéressant de renseigner le nombre de fissures. Si le bloc se désagrège en plusieurs sous-blocs, comptez-les.



Figure 11: Bloc se tenant sur la bêche

Après cette étape, il est nécessaire d'organiser l'observation des différents horizons sur la bêche (figure 12). Séparer et répartir les différents horizons sur la bêche en respectant l'ordre d'apparition des horizons déterminés.



Figure 12: Répartition des horizons sur la bêche et classement des mottes: ici deux horizons sont séparés et caractérisés séparément

Etape 6. Détermination de la structure des mottes

Cette étape consiste à déterminer la structure des mottes qui composent chaque horizon. On fractionne manuellement les blocs de sol pour obtenir des mottes d'environ 3-5 cm de diamètre en mettant de côté la terre fine. Puis on caractérise la structure de chaque motte:



Figure 13: Motte Γ

-**mottes Γ** (gamma): arrondie contenant une surface rugueuse/grumeleuse avec une porosité importante visible à l'œil, contient de la terre fine agglomérée (figure 13).

-**mottes Δ** (delta) : surface lisse, plane et sans porosité visible à l'œil (figure 14).



Figure 14: Motte Δ

-**mottes Δb** : mêmes caractéristiques que Δ mais avec quelques macropores d'origine biologique (on intègre également sous cette dénomination les mottes Φ (phi) correspondant aux mottes issues de la fissuration due au climat). Le b représente l'activité biologique présente au sein des mottes delta (figure15). Cette activité est créée par la présence de macropores (galeries de vers de terre) et des éléments de bioturbation (figure 16).



Figure 15: Motte Δb



Figure 16: Vers de terre et signe de bioturbation

Ensuite, au sein de chaque horizon, classer les mottes sur la bêche. Cela permet d'estimer par la suite la proportion de mottes Γ , Δb ou Δ et de terre fine par horizon.

Etape 7: Texture du sol

En complément de ces observations, il est possible de réaliser le « test au boudin » pour estimer la texture de chacun des horizons.

Pour chaque horizon, prélever de la terre puis l'humidifier avec de l'eau. Ensuite suivre les étapes du schéma ci-dessous (figure 17).

Légende:

✓ oui

✗ non

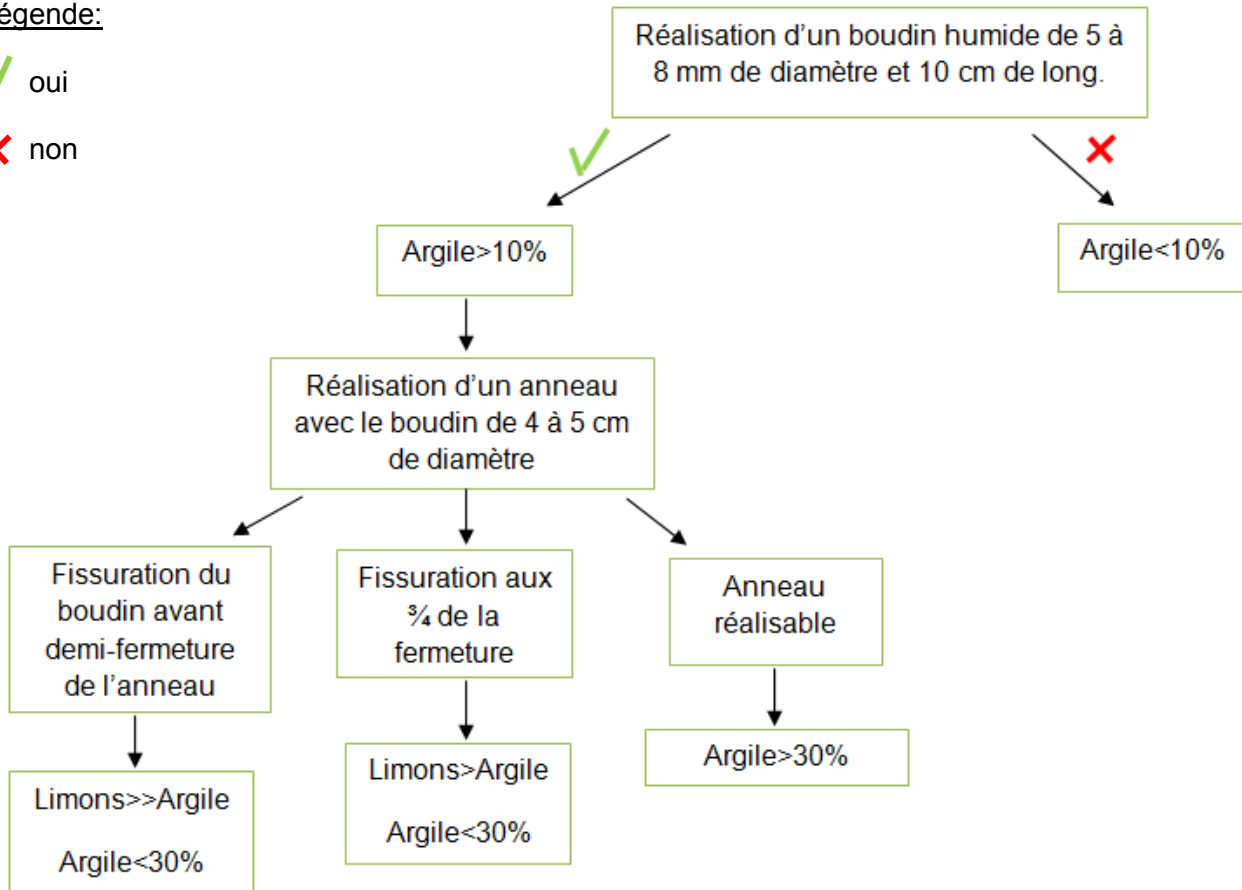


Figure 17: Arbre de décision pour le test au boudin
(source: Agritarn, 2006)

Etape 8: Remise en état de la zone de prélèvement

Il est important de remettre la terre prélevée dans le trou réalisé, tout en respectant l'ordre des horizons.

Diagnostic

Les différentes étapes du diagnostic ci-dessous permettent d'évaluer votre sol à l'aide des observations réalisées précédemment (utilisation de la fiche d'interprétation). Ce diagnostic est à réaliser pour chacun des horizons identifiés.

1) Mode d'assemblage des mottes

La première étape consiste à déterminer le mode d'assemblage des mottes grâce à l'arbre de décision (figure 19). Le mode d'assemblage renseigne sur l'état de la macroporosité du sol où l'eau s'infiltre et les racines du sol pénètrent dans le sol en profondeur. La première colonne du tableau est en option, selon l'objectif du diagnostic.

Selon la tenue du bloc sur la bêche et la bêche, 3 modes d'assemblage sont possibles (figure 18):

- structure ouverte = O (les éléments structuraux du sol sont dissociés)
- structure continue = C (les éléments structuraux ne sont pas dissociés),
- structure massive = O/C (sol ouvert se reprenant en masse)



Figure 18 : Modes d'assemblage de gauche à droite : O puis C2R puis C

On peut rajouter un ou deux suffixes « R » aux mode d'assemblage C lorsque l'on repère sur la bêche ou la bêche un nombre de fissures ou de sous-blocs. Plus il y a de fissures ou de sous-blocs moins le tassement est important (effet du gel-dégel ou des activités biologiques).

2) Tassement global du sol

Ensuite, le tassement global du sol est déterminé grâce à l'état interne des mottes. L'état interne des mottes renseigne sur la macroporosité du sol que les racines vont explorer pour assurer l'alimentation hydrique et minérale du sol. A l'aide de la proportion des différentes mottes obtenue lors de l'étape 6 du test, déterminer quelle volume de mottes est dominant dans l'échantillon.

Prenons l'exemple traité en page 16. Pour le premier horizon, il tient sur la bêche mais pas sur la bêche. Le nombre de sous-blocs est supérieur à 1. Ainsi, nous avons un mode d'assemblage C2R. Ensuite, nous avons une dominance de mottes Γ (60%). En croisant ces deux éléments dans le tableau d'interprétation (figure 19), nous avons obtenu une classe 1. C'est-à-dire que la structure du sol dans ce premier horizon est ouverte, très poreuse, sans tassement. Puis on effectue le même raisonnement pour chaque horizon identifié.

3) Interprétation

En croisant ces informations (mode d'assemblage + fissures ou nombre de sous-blocs + type de mottes dominant) on obtient une classe de tassement :

- classe 1 : structure du sol ouverte, très poreuse, aucun tassement
 - classe 2: léger tassement
 - classe 3: tassement modéré, à surveiller
 - classe 4: tassement, à surveiller, envisager une action corrective
 - classe 5 : structure compactée, peu de porosité, tassement sévère, action corrective nécessaire
- En cas de classe 4 ou 5, il est conseillé de réaliser un profil cultural pour approfondir le diagnostic

Légende:

✓ oui ✗ non

Structure:  ouverte compactée

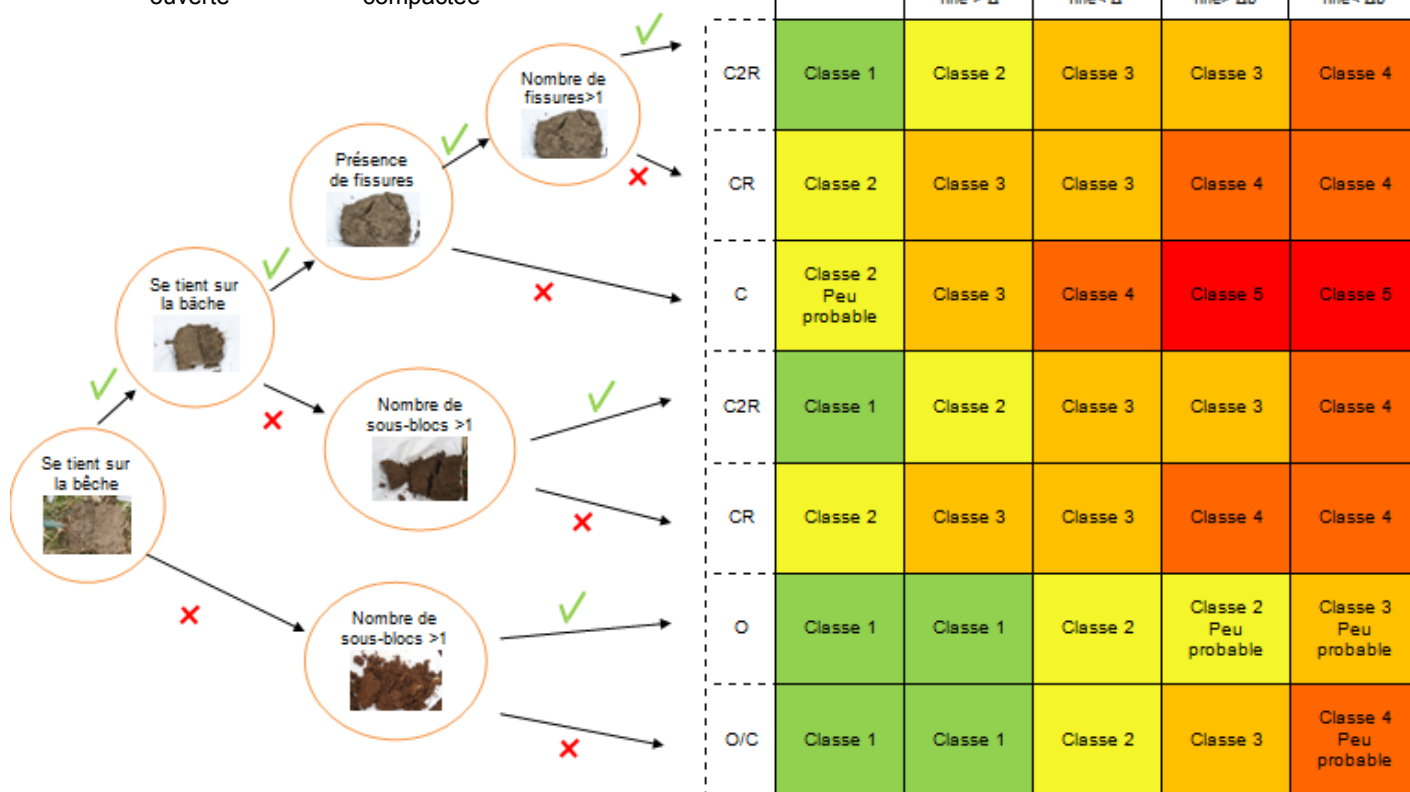
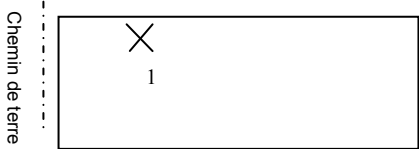


Figure 19: Interprétation des résultats

3) Exemple d'une fiche terrain avec diagnostic

Fiche terrain test bêche															
Informations générales															
Date : 27/11 Nom de l'agriculteur : X, Corbas N°parcelle : 3 N°répétition : 1 Conditions de réalisation : sol ressuyé		Localisation (schéma) : 													
Etat de surface du sol															
% couverture du sol : 5% de la surface Type de couverture : pas de couverture %recouvrement en cailloux: 0% de la surface Taille des cailloux : environ 10 cm		<table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Oui</td> <td style="text-align: center;">Non</td> </tr> <tr> <td>Croûte de battance :</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Turricules :</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Fissures :</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Oui	Non	Croûte de battance :	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Turricules :	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fissures :	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Oui	Non													
Croûte de battance :	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>													
Turricules :	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>													
Fissures :	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>													
Observation du bloc de sol															
Bêche (phase 1)		Bêche (phase 2)													
Tient sur la bêche : <input checked="" type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non Dimension du bloc : 24 cm Nombre de blocs/ sous-blocs: 0 Présence de racines : <input type="checkbox"/> oui / <input checked="" type="checkbox"/> non Présence de résidus : <input checked="" type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non		Tient sur la bêche : <input checked="" type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non Nombre de blocs/sous-blocs : 2 Le 1 ^{er} horizon ne tient pas sur la bêche.													
Structure des mottes et Indicateurs et profondeur															
⚠ Ne pas oublier de le remplir pour chaque horizon (H) identifié															
	H1	H2	H3												
Profondeur :	0-11 cm	11-24 cm													
% terre fine :	20	0													
% de mottes Δ :	0	70													
% de mottes Γ :	60	0													
% de mottes Δb :	20	30													
Fissures :	<input type="checkbox"/> oui / <input checked="" type="checkbox"/> non	<input checked="" type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non												
% Cailloux :	0	0													
Racines :	<input checked="" type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input checked="" type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non												
Vers de terre :	<input type="checkbox"/> oui / <input checked="" type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input checked="" type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non												
Hydromorphie :	<input type="checkbox"/> oui / <input checked="" type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input checked="" type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non												
Résidus de culture :	<input checked="" type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input checked="" type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non												
Résultats															
(A remplir avec la fiche terrain et la fiche d'interprétation des résultats)															
Mode d'assemblage et type de motte dominant :	C2R Γ Classe 1	C2R Δ (un peu de Δb) Classe 4													

Bibliographie

Batey, T., Guimarães, M.L., Peigné, J., Boizard, H., 2015. Assessing structural quality for crop performance and for agronomy (VESS, VSA, SoilPak, Profil cultural, SubVESS. In: Ball, B.C., Munkholm, L.J. (Eds.), Visual Soil Evaluation: Realizing Potential Crop Production with Minimum Environmental Impact, vol. 2. CAB international, pp. 15–30.

Delaunois, A., 2006. Diagnostic tactile de la texture (d'après A. FLEURY et B. FOURNIER, INA-P.G) (in Durr et al, 1979) in Guide simplifié pour la description des sols. Disponible sur: http://www.agritarn.com/documents_pdf_docs/Agronomie/guidesol2006.pdf.

Gautronneau Y., Manichon H., 1987. Guide méthodique du profil cultural. 62p.

Pour en savoir plus sur le test bêche:

Sur le test VESS: B.C., Batey, T., Munkholm, L.j. (2007) Field assessment of soil structural quality – a development of the Peerlkamp test. Soil use and Management 23, 329-337.

Livre de référence pour le test VSA: Shepherd, T.G. (2009). Visual Soil Assessment. Volume 1. Field guide for pastoral grazing and cropping on flat to rolling country, 2nd edn. Horizons Regional Council, Palmerston North, New Zealand.

Pour en savoir plus sur les projets cités:

Projet SolAB: <http://www.itab.asso.fr/programmes/solab.php>

Auteurs et Contributeurs



Ce guide a été rédigé par Joséphine PEIGNE, Yvan GAUTRONNEAU, Jean-François VIAN, Perrine ACHARD, Maxime CHIGNIER-RIBOULON, Lysiane RUFFE et Claire VASKOU. Merci à Thomas LHUIL-LERY pour son aide lors des phases de terrain, tout comme Olivier DUCHENE pour la prise de photographies.



MINISTÈRE
DE L'ALIMENTATION, DE
L'AGRICULTURE
ET DE LA PÊCHE

*avec la contribution financière du
compte d'affectation spéciale
« Développement agricole et rural »*

Nous remercions le Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche pour leur soutien financier dans la production de ce guide, réalisé dans le cadre des projets CASDAR Agrinnov' et SolAB

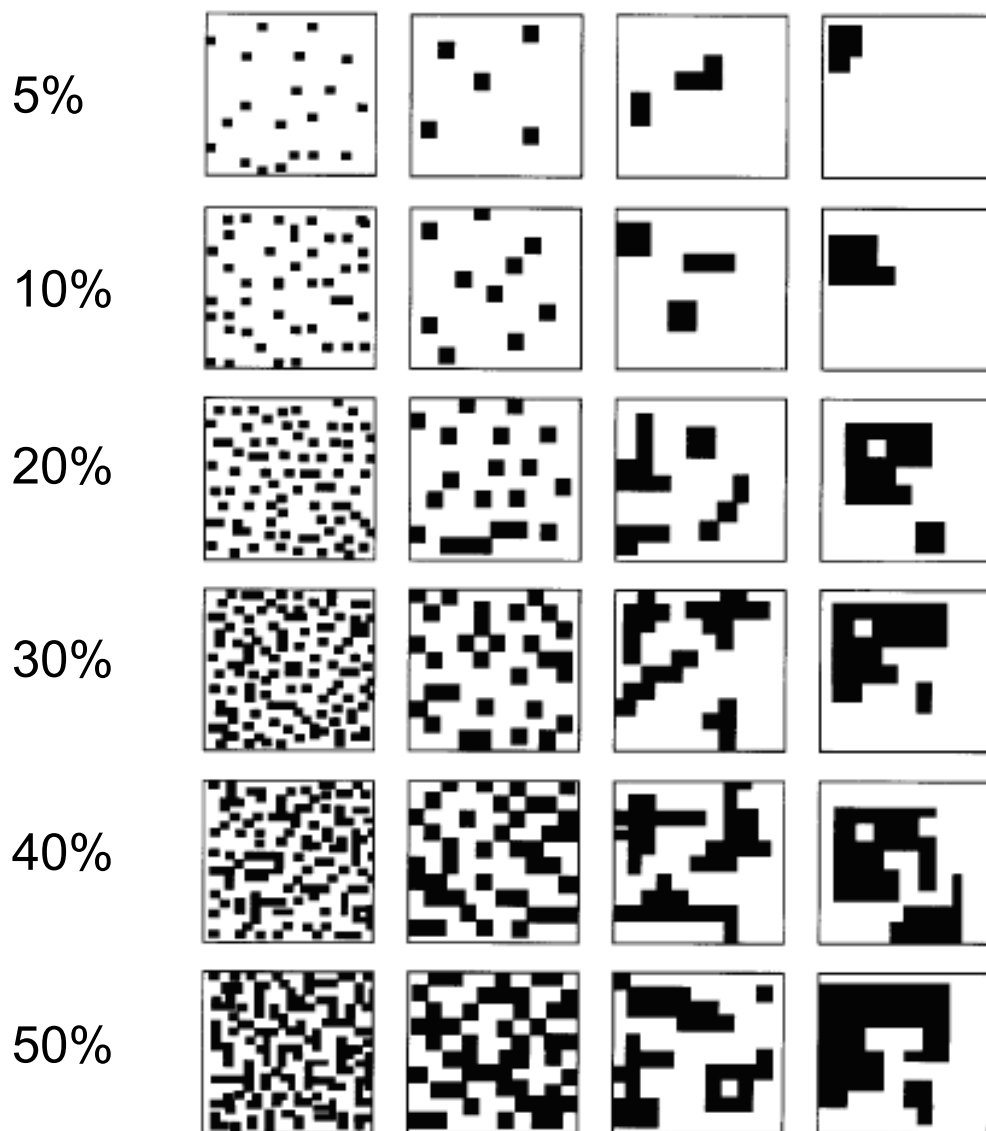


Ce travail a aussi été réalisé dans le cadre du projet européen "Fertility Building Management Measures in Organic Cropping Systems" - FertilCrop . programme européen FP7 ERA-Net project CORE Organic Plus

Nous remercions également l'ensemble des experts ayant relu ce guide: Olivier CHRETIEN, Karim RIMAN, Yvan GAUTRONNEAU, Jean-Pascal MURE, Sébastien MINETTE, Pascale METAIS et Alain BOUTHIER.

Annexe Estimation Couverture du sol

Fiche d'estimation du recouvrement du sol par les cultures et les adventices et/ou le mulch ainsi que par les cailloux



Bayley, D (2001) Efficient Weed Management. NSW Agriculture Paterson NSW.

Annexe Dossier terrain du test bêche

Objectif du test bêche

Le test bêche a pour but d'évaluer rapidement la structure d'un sol (tassement ou non) et son activité biologique sur le terrain. Il est plus simple et plus rapide à mettre en œuvre que la méthode du profil cultural. Il est basé sur la caractérisation de la structure du sol via l'assemblage et l'état interne des mottes de terre, telle que décrite par la méthode du profil cultural (Cf. Guide du profil cultural, 2016). Cette caractérisation se fait dans un premier temps à l'aide d'une bêche puis sur une bâche. Le diagnostic final permet de classer la structure du sol en 5 classes, en fonction de son degré de tassement.

Ce test a été élaboré en 2007 par Yvan Gautronneau, Joséphine Peigné et Jean-François Vian au sein de l'ISARA-Lyon .

Fiche terrain du test bêche

L'objectif de ce test est d'assurer un suivi simplifié de la structure du sol comme facteur explicatif de l'élaboration du rendement le long du cycle cultural. Il est réalisable rapidement, accessible à tous et peut être répété afin d'apprécier la variabilité structurale du sol d'une parcelle. Un diagnostic rapide peut alors être établi afin de voir la nécessité d'analyses plus approfondies (réalisation d'un profil cultural).

Ce dossier terrain est organisé en plusieurs parties : un rappel des différentes étapes, la fiche de notation terrain et d'interprétation du test bêche et un rappel théorique avec un lexique.

Pour plus d'informations se référer au guide du test bêche.

Les différentes étapes

Pour connaître préalablement l'hétérogénéité structurale de la parcelle, un **tour de plaine** peut être réalisé. Les outils nécessaires au test bêche sont : **bêche, bâche, mètre, couteau, eau** et **fiches** d'observation et d'interprétation. A chaque étape, remplir la fiche terrain.

/! Le test doit être **répété** 6 fois par zone homogène afin d'avoir des résultats représentatifs.



1/ Observation de la surface du sol

-% recouvrement par adventices, culture et/ou le mulch, résidus de culture.
- % recouvrement cailloux.
-Présence : croûte de battance, turricules de vers de terre, fissures.



2/ Extraction du bloc de sol avec la bêche

Prélevez un volume de sol de 20 cm * 20 cm sur 25 cm de profondeur, avec une prétranchée.
/! ne pas marcher sur la zone interdite et ne pas sauter sur la bêche.



3/ Observation du bloc sur la bêche

Mesure des dimensions du bloc, et du mât racinaire.
Observation de la tenue du bloc sur la bêche.
Délimitation des différents horizons possibles et comptage des sous blocs formés.



4/ Observation du (des) bloc(s) sur la bâche

Observation de la tenue du (des) bloc (s) sur la bâche.
Observation des fissures possibles et des sous-blocs formés.
Répartition des différents horizons sur la bâche.



5/ Observation des mottes pour chaque horizon

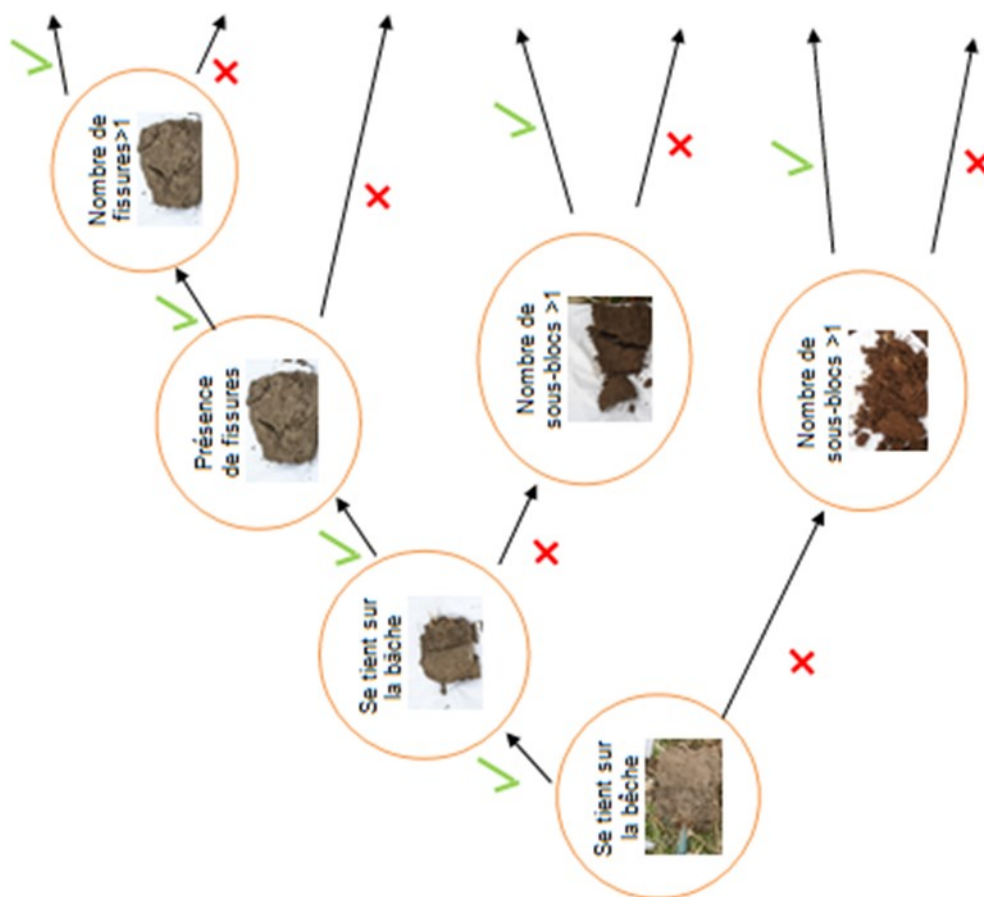
Fractionnement des blocs en mottes de 3 à 5 cm.
Détermination des mottes : Δ , Δb et Γ (cf p4).
Utiliser la fiche d'interprétation pour déterminer le mode d'assemblage des mottes et la classe du sol.

Fiche à remplir sur le terrain

Informations générales															
Date : Nom de l'agriculteur : N° parcelle : N° répétition : Conditions de réalisation : (sol sec, ressuyé,...)	Localisation (schéma) :														
Etat de surface du sol															
% couverture du sol :% de la surface Type de couverture : % recouvrement en cailloux :% de la surface Taille des cailloux : Decm àcm	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Oui</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Non</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Croûte de battance :</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Turricules :</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Fissures :</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>				Oui	Non	Croûte de battance :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Turricules :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fissures :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Oui	Non													
Croûte de battance :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>													
Turricules :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>													
Fissures :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>													
Observation du bloc de sol															
Bêche (phase 1)	Bâche (phase 2)														
Tient sur la bêche : <input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non Dimension du bloc : Nombre de blocs/ sous-blocs: Présence de racines : <input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non Présence de résidus : <input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	Tient sur la bâche : <input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non Nombre de blocs/sous-blocs :														
Structure des mottes et Indicateurs et profondeur															
!\ Ne pas oublier de le remplir pour chaque horizon (H) identifié															
Profondeur : % terre fine : % de mottes Δ : % de mottes Γ : % de mottes Δb : Fissures : % Cailloux : Racines : Vers de terre : Hydromorphie : Résidus de culture :	H1	H2	H3												
	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non												
	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non												
	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non												
	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non												
	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non												
	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non												
Résultats															
(A remplir avec la fiche terrain et la fiche d'interprétation des résultats)															
Mode d'assemblage et type de motte dominant : Classe :															

Fiche d'interprétation des résultats

Terre fine et/ou Γ dominant	Dominance Δb Γ ou terre fine $> \Delta$	Dominance Δb Γ ou terre fine $< \Delta$	Dominance Δ Γ ou terre fine $> \Delta b$	Dominance Δ Γ ou terre fine $< \Delta b$
Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4
Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4
Classe 2 Peu probable	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 5
Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4
Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4
Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 2 Peu probable	Classe 3 Peu probable
Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4 Peu probable



Classe 1 : structure du sol ouverte, très poreuse, aucun tassement ; Classe 2 : léger tassement ; Classe 3 : tassement modéré, à surveiller
 Classe 4 : tassement, à surveiller, envisager une action corrective ; Classe 5 : structure compactée, peu de porosité, tassement sévère, action corrective nécessaire
 En cas de classe 4 ou 5, il est conseillé de réaliser un profil cultural pour approfondir le diagnostic et déterminer la cause du tassement.

Les rappels théoriques

Mode d'assemblage des mottes

La première étape consiste à déterminer le mode d'assemblage des mottes et de la terre fine du sol grâce à un arbre de décision. Le mode d'assemblage renseigne sur l'état de la macroporosité du sol où l'eau s'infiltre et les racines du sol pénètrent dans le sol en profondeur.

Selon la tenue du bloc sur la bêche et la bêche on peut rencontrer 3 modes d'assemblage : structure ouverte = O (sol poreux, pas ou peu de tassements), structure continue = C (sol plus ou moins compacté), ou structure ouverte à tendance continue = O/C (une structure ouverte en train de se reprendre en masse)

On peut rajouter un ou deux suffixes « R » au mode d'assemblage C lorsque l'on repère sur la bêche ou la bêche des fissures ou des sous-blocs. Plus il y a de fissures ou de sous-blocs moins le tassement est important (effet du gel-dégel ou des activités biologiques).



Modes d'assemblage de gauche à droite : O puis C2R puis C

Tassement global du sol

Ensuite, le tassement global du sol est déterminé grâce à l'état interne des mottes. L'état interne des mottes renseigne sur la macroporosité du sol que les racines vont explorer pour assurer l'alimentation hydrique et minérale du sol. Il se décompose en plusieurs types: motte Δ plane, sans porosité visible à l'œil nu, motte Δb mêmes caractéristiques que les mottes Δ avec présence de macroporosité d'origine biologique (racines, vers de terre et autres macroorganismes), motte Γ arrondie contenant de la terre fine agglomérée, poreuse. Selon la proportion des différentes mottes dans le volume de sol observé, on détermine le niveau de tassement global du sol.



Ce dossier a été réalisé par l'ISARA Lyon avec le soutien de du ministère de l'alimentation, de l'agriculture (CASDAR SOLAB et Agrinnov) et de la pêche français et le programme européen FP7 ERA-Net project CORE Organic Plus (Projet Fertilecrop)