



Test Bêche

Guide d'utilisation



Sommaire

Introduction.....	p.3
Conditions d'utilisation.....	p.4
1) Pourquoi réaliser un test bêche ?.....	p.4
2) Quand réaliser un test bêche ?.....	p.4
3) Un test pour tout type de culture	p.5
4) Avantages et limites du test bêche.....	p.5
5) Autres tests complémentaires.....	p. 5
Déroulement du test bêche.....	p.6
Etape 1: Matériel et documents nécessaires	p.6
Etape 2: Où le réaliser ?.....	p.7
Etape 3: Observation de la surface du sol.....	p.8
Etape 4: Extraction du bloc de sol	p.9
Etape 5: Dépôt du bloc/sous-blocs sur la bâche	p.10
Etape 6: Détermination de l'état interne des mottes	p.11
Etape 7: Détermination de la texture du sol (facultatif)	p.12
Etape 8: Remise en état de la zone de prélèvement.....	p.12
Diagnostic.....	p.13
1) Mode d'assemblage des mottes.....	p.13
2) Etat interne des mottes.....	p.13
3) Interprétation finale : classe de tassement du sol	p.14
4) Exemple d'une fiche terrain avec diagnostic.....	p.15
Bibliographie.....	p.16
Auteurs et Contributeurs.....	p.17
Dossier terrain.....	p. 19

Introduction

Afin de suivre l'état physique d'un sol, différents outils d'observation au champ existent (Batey *et al.*, 2015).

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). Il permet de qualifier 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 son impact sur le rendement des cultures. Le sol prélevé est lâché depuis une hauteur de hanche pour évaluer la structure du sol. Ensuite, une note est attribuée prenant en compte différents critères d'état du sol 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 opérations de travail du sol. Une observation de l'activité biologique (racines, macroorganismes, etc.) est également prise 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 le profil cultural permet d'obtenir un diagnostic complet et précis de l'état de la structure du sol sur l'ensemble des horizons explorés par les racines.

Issu de la méthodologie du profil cultural, un test bêche a été développé par l'ISARA Lyon. Il a pour avantage d'être plus simple et plus rapide à mettre en œuvre que le profil. 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 dans le cadre de l'enseignement à l'ISARA Lyon. Suite à son développement dans deux projets CASDAR, Agrinnov et SolAB, et dans le projet européen Fertilecrop (CORE organic), il s'est peu à peu répandu au sein du monde professionnel.

L'objectif de ce test est de proposer un outil de suivi simplifié de la structure du sol, qui peut être appliqué tout au long du cycle cultural. Cela permet ensuite de juger de l'effet de la structure du sol sur l'élaboration des performances de la culture. Il est réalisable rapidement, accessible à tous et peut être répété afin d'apprécier la variabilité structurale du sol au sein d'une parcelle. Un diagnostic rapide peut alors être établi afin de juger de 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 bêche. 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.

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). Il peut être utilisé par les techniciens et conseillers pour accompagner les agriculteurs dans leur changement de pratiques agricoles, et même directement par les agriculteurs une fois formés. L'observation du sol et l'interprétation en classe de tassement aide à faire un diagnostic rapide de l'état de la structure du sol, et peut aussi aider à prendre des décisions quant aux pratiques à mettre en place ou modifiées. Il peut être utilisé en recherche pour suivre des essais, en complément de mesures physiques.

2) Quand réaliser un test bêche?

Le test bêche peut s'effectuer 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 des cultures (contact terre / graine, présence ou non d'obstacles à la levée et à la mise en place du système racinaire) et durant la croissance de la culture (présence ou non d'obstacles à l'enracinement en profondeur de la culture, 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).

Les différents indicateurs observés et renseignés lors du test bêche sont adaptés au stade clé de développement des cultures. Des indicateurs évaluant la surface du sol et le premier horizon permettent de diagnostiquer les conditions de levée. Et des indicateurs sur l'état de la structure du sol (classes de mottes, mode d'assemblage) permettent de diagnostiquer le degré de tassement le long du cycle cultural.

⚠ Il faut prévoir le temps nécessaire pour la répétition du test. En effet, chaque test doit être répété pour avoir des résultats représentatifs de la zone et/ou parcelle étudiée. 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) Un test pour tout type de cultures

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

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

Un deuxième test peut être réalisé à au stade floraison (stade principal) et/ou avant récolte afin de vérifier les impacts de la structure sur l'élaboration du rendement.

Toutefois, un seul test à un seul moment peut être réalisé, 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 test est parfaitement applicable en prairie et peut servir aussi à diagnostiquer l'effet d'un couvert végétal sur la structure du sol et/ou inversement l'effet du sol sur le développement d'un couvert entre deux rangs de plantes en système viticole ou arboricole.

4) Avantages et limites du test bêche

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
Peu destructif Rapide Facile à répéter Simple d'utilisation, accessible à tous Peu de matériel nécessaire Applicable même en zone difficile d'accès	La présence de cailloux rend le test dur à réaliser et interpréter. Si un problème est détecté, la réalisation d'un profil cultural doit être envisagée Test peu profond, n'atteint pas souvent la semelle de labour (25-30 cm) Dépend fortement des conditions du sol (sol trop sec, trop humide, caillouteux...)

5) Autres tests complémentaires

- Pour mesurer le tassement du sol plus en profondeur, un pénétromètre peut être utilisé. Il permet de déceler d'éventuelles zones de tassement et d'aller au-delà des 25-30 cm de profondeur et par exemple permettre de diagnostiquer la présence d'une semelle de labour.
- On peut réaliser un test à l'acide chlorhydrique pour déterminer la présence de calcaire.
- On peut coupler le test avec des prélèvements de vers de terre, pour plus d'information aller sur le site de l'Observatoire Participatif des Vers de Terre (OPVT) : https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/OPVT_accueil.php

Dérroulement du test bêche

Les différentes étapes de la réalisation du test bêche (Figure 1) sont expliquées ci-après, 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](#).



Figure 1: Les 8 étapes du test bêche

Etape 1. Matériel et documents nécessaires

Pour réaliser un test bêche il faut une **bêche** (Figure 2) pour extraire le bloc de terre, une **bêche** pour pouvoir analyser le bloc de sol extrait, **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](#).



Figure 2: La bêche, outil indispensable pour le test bêche



Figure 3 La fourche bêche, pour les sols caillouteux

Remarque: il existe une bêche plus profonde en acier conçue spécifiquement pour ce test (en bas sur la figure 2). Elle reste peu répandue et peu maniable. Une fourche bêche peut être utilisée dans les sols caillouteux (Figure 3)

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 méthodes 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 travaillant la parcelle). Les passages d'engins 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 .

Sur quelques stations : le profil cultural, afin de repérer en profondeur les hétérogénéités dues à l'histoire de la parcelle. Le profil cultural met en évidence la cohérence entre l'hétérogénéité observée et l'itinéraire technique. De plus, le profil cultural donne une indication de la nature des horizons pédologiques du sol, nécessaire à la compréhension de l'enracinement au calcul de la réserve utile (RU). 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 .

2) Prise d'informations générales

Une fois la zone d'étude localisée (Figure 4), 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 choisir les stations d'observation, soit sur une zone homogène et représentative de la parcelle si le test a pour objectif de qualifier le tassement moyen de la parcelle, soit sur des zones hétérogènes si le diagnostic a pour but de comparer des zones pour comprendre leur impact sur la culture (exemple passage avec et sans roue). Noter également les conditions de réalisation du test (humidité du sol).

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 5). Cette dernière zone est dite « interdite » car aucun piétinement ne doit perturber la structure du sol.

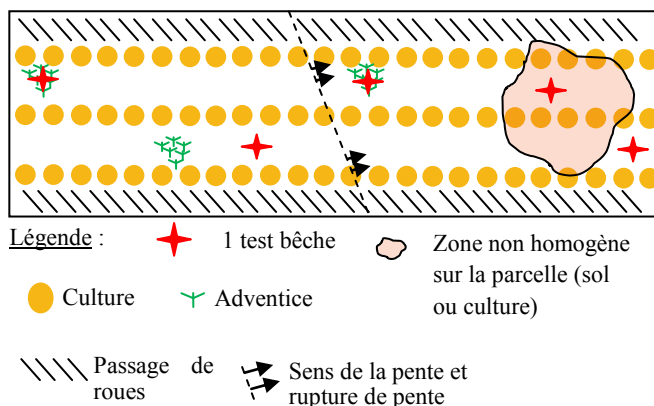


Figure 4: Hétérogénéité de la parcelle et localisation des tests bêches



Figure 5: 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 6) ainsi que le pourcentage de la surface du sol occupée par les éléments grossiers (Figure 8 Estimation du recouvrement du sol). On note également la présence éventuelle d'une croûte de battance (Figure 7), de turricules de vers de terre et de fissures à la surface de sol (cf [dossier terrain](#)).

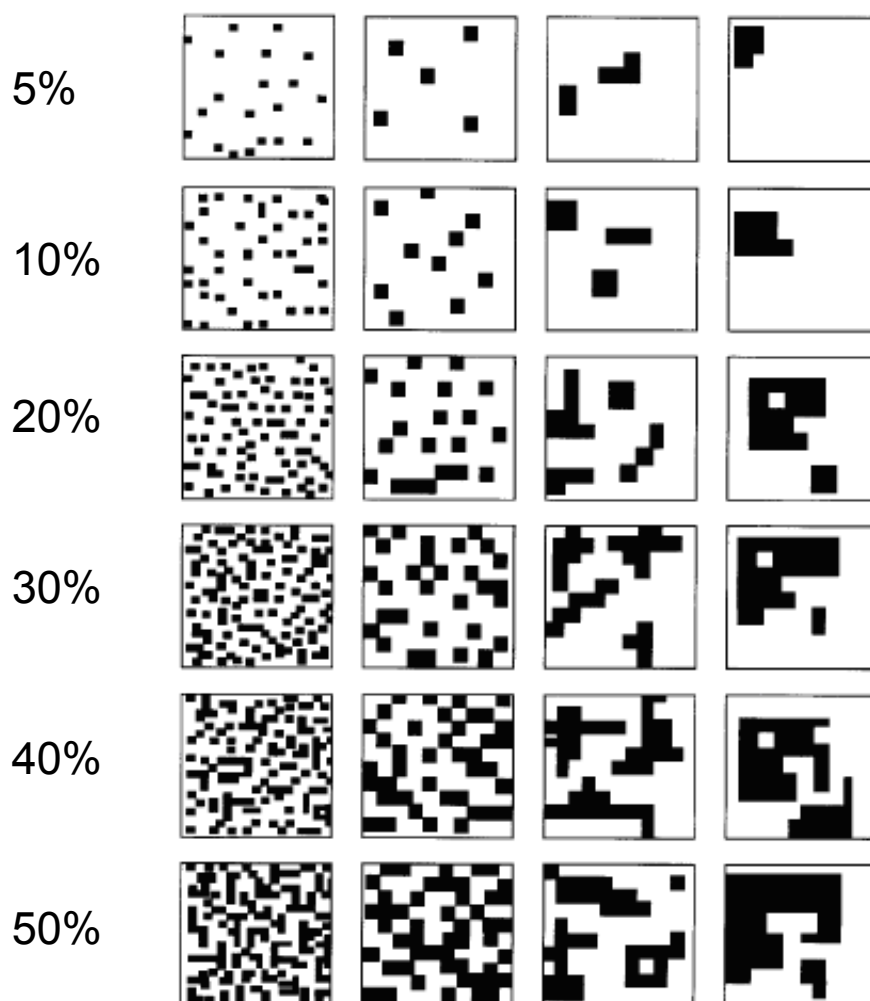


Figure 6: Recouvrement de 30% du sol par des résidus de culture et des adventices



Figure 7: Surface lisse caractéristique d'une croûte de battance

Figure 8: 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.

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 9). Mesurer la profondeur de cette prétranchée, elle doit mesurer au minimum 30 cm. Ensuite, il faut prédécouper 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 10). 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 9: Réalisation d'une prétranchée



Figure 10: Prélèvement du bloc

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 11. 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. Et noter ces observations sur [la fiche terrain](#).



Figure 11: Mesure du bloc de sol prélevé

2) Observation du bloc sur la bêche

Ensuite, observer et mesurer la profondeur des différents horizons visibles à l'œil (dus à des travaux du sol à différentes profondeurs) à l'aide d'un couteau (Figure 12). 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 12: Rafraîchissement du bloc à l'aide du couteau

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

Poser (ne pas lâcher) le bloc de sol sur la bâche.

Observer si le bloc se tient sur la bâche (Figure 13). Si c'est le cas, compter le nombre de fissures présentes (il faut appliquer une **légère** pression sur le bloc pour les mettre en évidence) et noter le. Si le bloc se désagrège en plusieurs sous-blocs, les compter.



Figure 13: Bloc se tenant sur la bâche

Après cette étape, il est nécessaire d'organiser l'observation des différents horizons sur la bâche (Figure 14). Séparer et répartir les différents horizons sur la bâche en respectant l'ordre d'apparition des horizons déterminés.



Figure 14: Répartition des horizons sur la bâche et classement des mottes: ici deux horizons sont séparés et caractérisés séparément

Etape 6. Détermination de l'état interne des mottes

Cette étape consiste à déterminer l'état de 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 15: 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 15).



Figure 16: Motte Δ

mottes Δ (delta) : surface lisse, plane et sans porosité visible à l'œil (Figure 16).

mottes Δb : mêmes caractéristiques que Δ mais avec quelques macropores d'origine biologique¹. Le b représente l'activité biologique présente au sein des mottes delta (Figure 17). Les macropores et les éléments de bioturbation sont créés par l'activité des organismes du sol, et notamment des vers de terre (Figure 18).



Figure 17: Motte Δb



Figure 18: Macropores et signe de bioturbation

Ensuite, au sein de chaque horizon, classer les mottes sur la bêche. Noter la proportion de mottes Γ , Δb ou Δ et de terre fine par horizon.

¹: on intègre également sous cette dénomination les mottes Φ (phi) correspondant aux mottes issues de la fissuration due au climat (voir profil cultural).

Etape 7. Détermination de la texture du sol (facultatif)

En complément de ces observations, il est possible de réaliser le « test du 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 19).

Légende:

✓ oui

✗ non

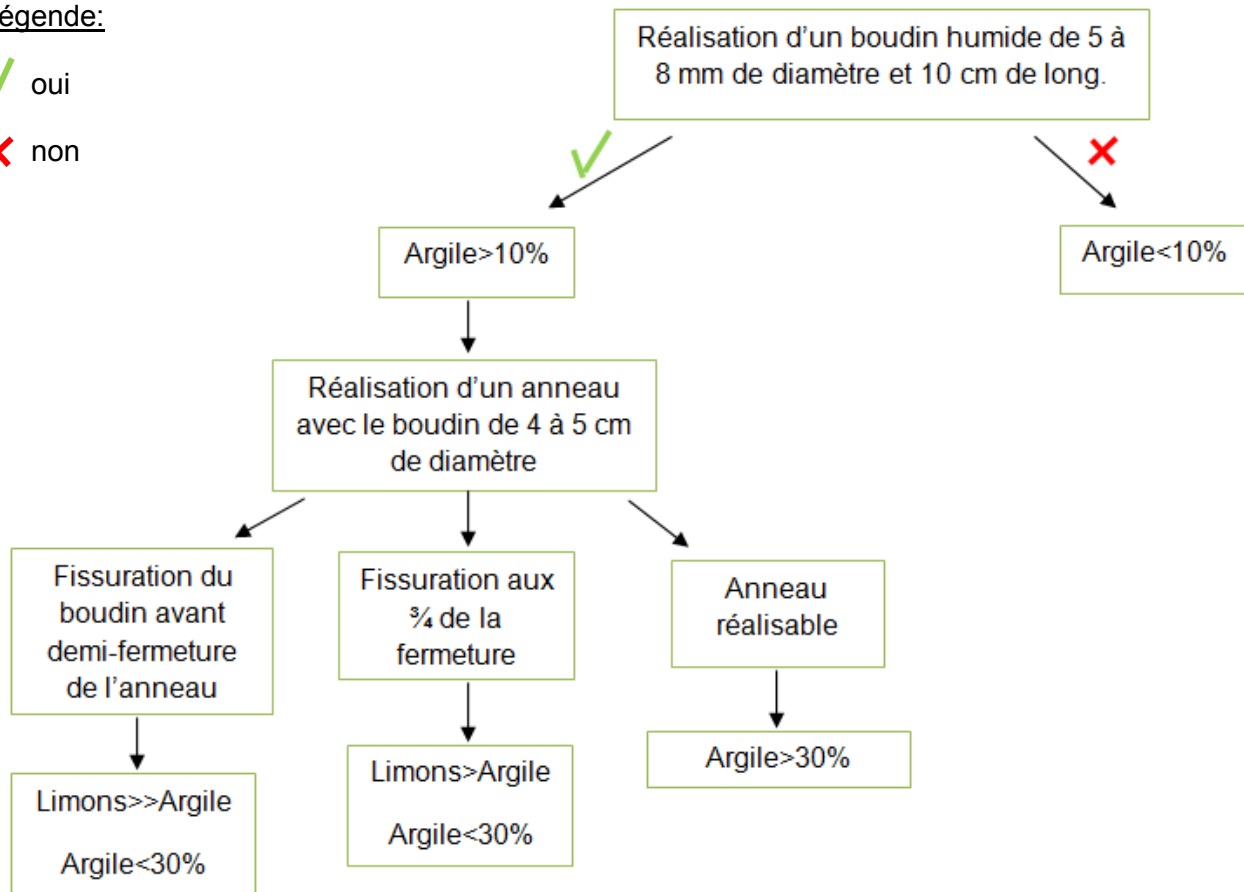


Figure 19: Arbre de décision pour le test au boudin (source: Agritarn, 2006)

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 21](#)). Le mode d'assemblage renseigne sur l'état de la macroporosité du sol où l'eau s'infiltré et les racines du sol pénètrent dans le sol en profondeur. Selon la tenue du bloc sur la bêche et la bêche, 3 modes d'assemblage sont possibles (Figure 20):

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

On peut rajouter un ou deux suffixes « R » aux mode d'assemblage C lorsque l'on repère sur la bêche ou la bêche une (R) ou plusieurs (2R) fissures ou 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).



Figure 20 : Modes d'assemblage de gauche à droite : O puis C2R puis C

2) Etat 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 quel volume de mottes est dominant dans l'échantillon en suivant les règles de décision du [tableau d'interprétation Figure 21](#) :

- Dominance de terre fine et/ou Γ
- Dominance de Δb et Γ ou terre fine $> \Delta$
- Dominance de Δb et Γ ou terre fine $< \Delta$
- Dominance de Δ et Γ ou terre fine $> \Delta b$
- Dominance de Δ et Γ ou terre fine $< \Delta b$

3) Interprétation finale : classe de tassement du sol

En croisant les informations du mode d'assemblage et du type de motte dominant on obtient une classe de tassement (Figure 21) :

- 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.

Légende:

oui non

Structure: ouverte compactée

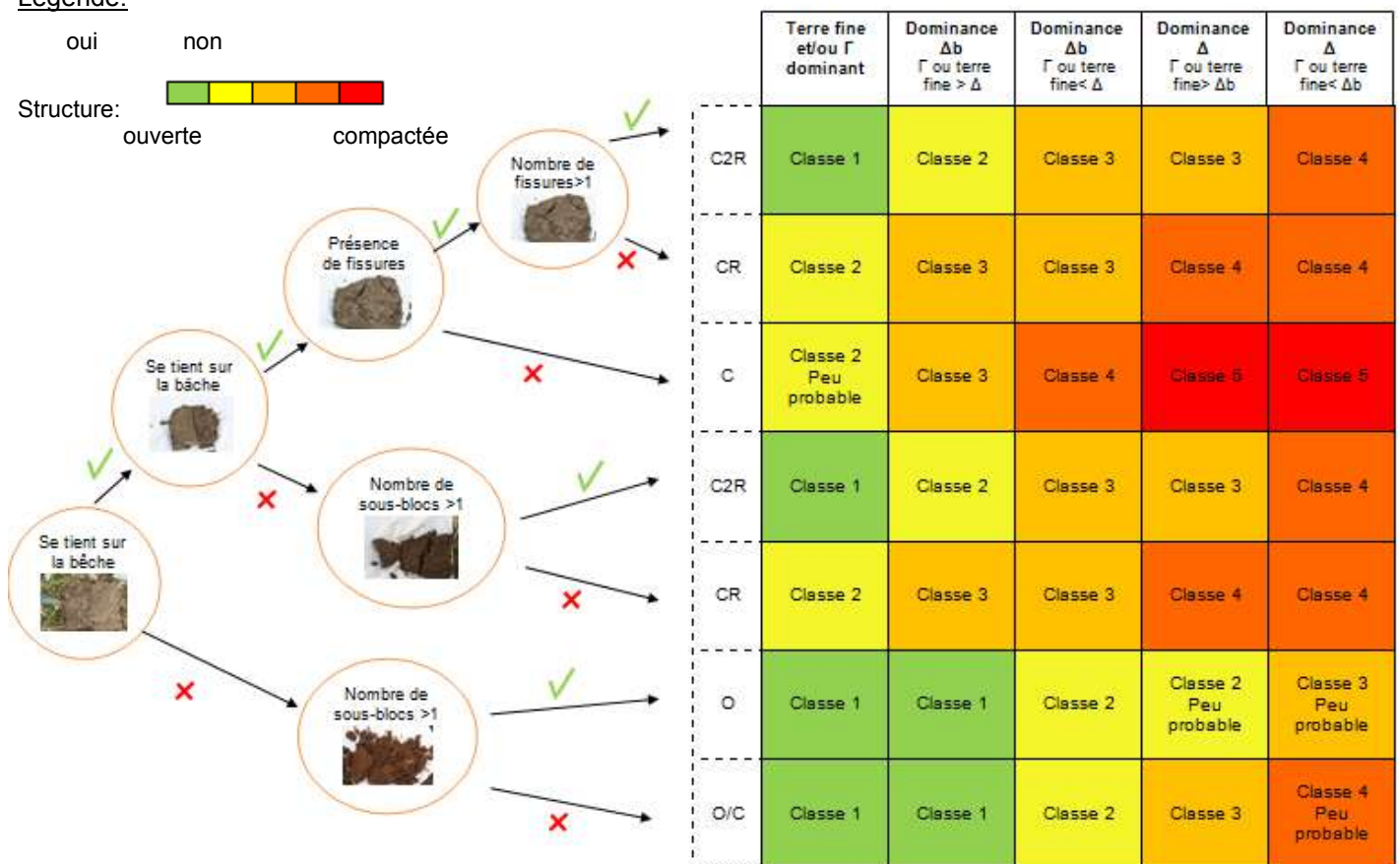


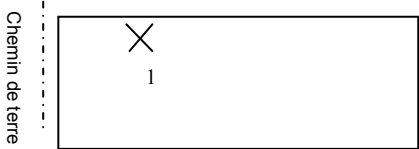
Figure 21: Interprétation des résultats

La page 15 présente [un exemple de fiche de terrain](#). En suivant cet exemple nous allons illustrer comment obtenir la classe de tassement des horizons du sol en utilisant l'arbre de décision Figure 21.

Le premier horizon de 0 à 11 cm, 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 21), nous avons obtenu une classe 1. C'est-à-dire que la structure du sol dans ce premier horizon présente des fissures, les mottes sont très poreuses, sans tassement.

Le deuxième horizon de 11 à 24 cm, tient à la fois sur la bêche et la bêche mais présente un nombre de fissures supérieur à 1. Son mode d'assemblage est C2R. L'état interne dominant des mottes est Δ , et les mottes Γ et la terre fine sont inférieures aux mottes Δb . En croisant ces éléments dans le tableau, nous obtenons une classe 4. Le sol est ainsi très tassé pour cet horizon.

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	C2R Δ													
Classe de tassement:	Classe 1	Classe 4													

Références citées dans le guide

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 dans le guide :

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

Projet Agrinnov: <http://www.jiag.info/>

Projet Fertilecrop: <http://www.fertilecrop.net/fc-home-news.html>

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.



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

Avec la contribution financière
du compte d'affectation spéciale
«développement agricole et rural»



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, Jean-Pascal MURE, Sébastien MINETTE, Pascale METAIS et Alain BOUTHIER.

Nous remercions également Marion CASAGRANDE de l'ITAB pour le test de ce nouveau guide auprès de conseillers en AB et sa relecture attentive.



Test Bêche

Dossier terrain

Ce dossier terrain contient:

- Un rappel des objectifs du test bêche et les différentes étapes à réaliser
- Une fiche à remplir sur le terrain
- Une fiche d'interprétation des résultats
- Un court rappel théorique de l'observation de la structure du sol
- Une fiche d'aide pour estimer la couverture du sol

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 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 Gaultonneau, 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 juger de la nécessité d'analyses plus approfondies (réalisation d'un profil cultural).

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, bêche, 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. Préalablement, réalisez une pré-tranchée afin d'extraire le bloc de sol par effet levier.

⚠ 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, 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 bêche

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



5/ Observation des mottes pour chaque horizon

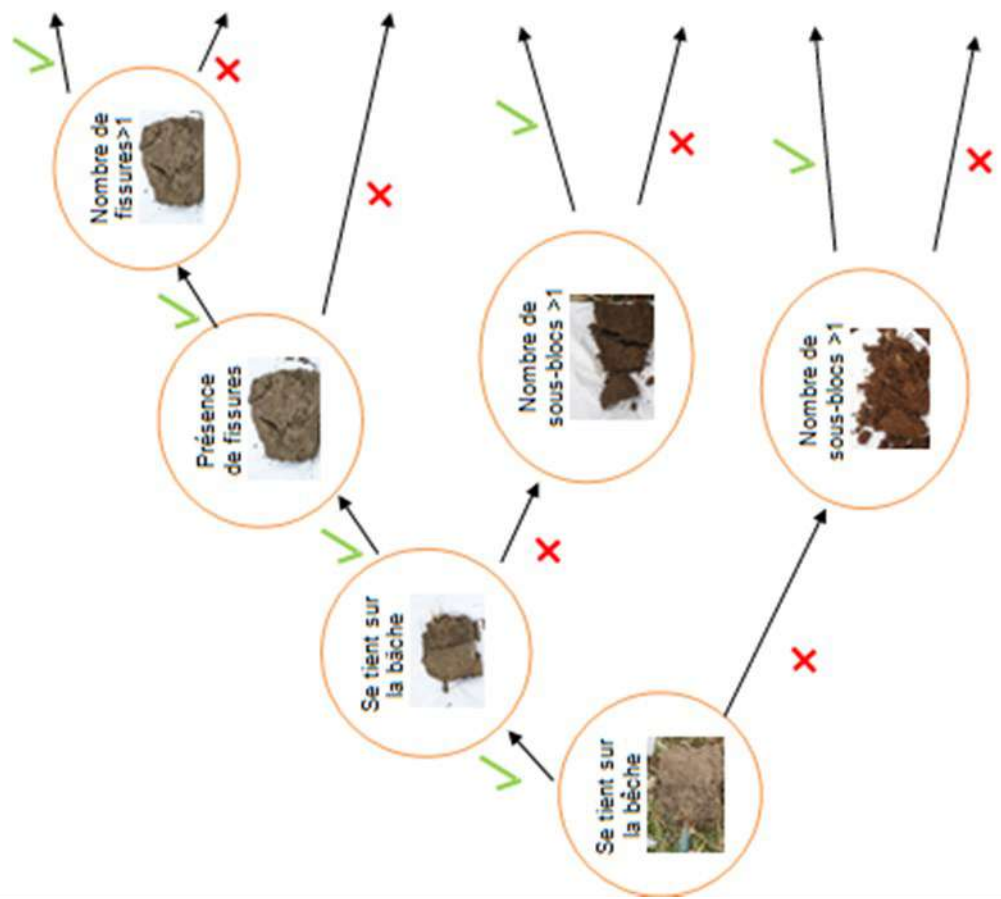
Fractionnement des blocs en mottes de 3 à 5 cm. Détermination des mottes : Δ , Δ_b et Γ (cf p4). Utiliser la fiche d'interprétation pour déterminer le mode d'assemblage des mottes et la classe de tassement du bloc de sol extrait.

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: 80%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Oui</th> <th style="width: 10%; 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												
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 > Δ	Dominance Δb Γ ou terre fine < Δ	Dominance Δ Γ ou terre fine > Δb	Dominance Δ Γ ou terre fine < Δb
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 par laquelle l'eau s'infiltré 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).

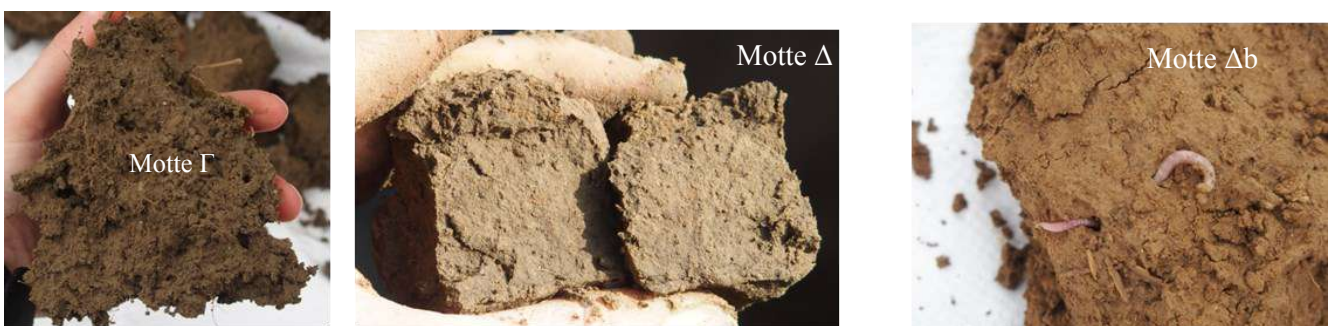
On peut rajouter un ou deux suffixes « R » aux mode d'assemblage C lorsque l'on repère sur la bêche ou la bêche une (R) ou plusieurs (2R) fissures ou sous-blocs. Plus il y a de fissures ou de sous-blocs moins le tassement est important (effet du gel-dégel ou des activités biologiques).



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

Tassement global du sol

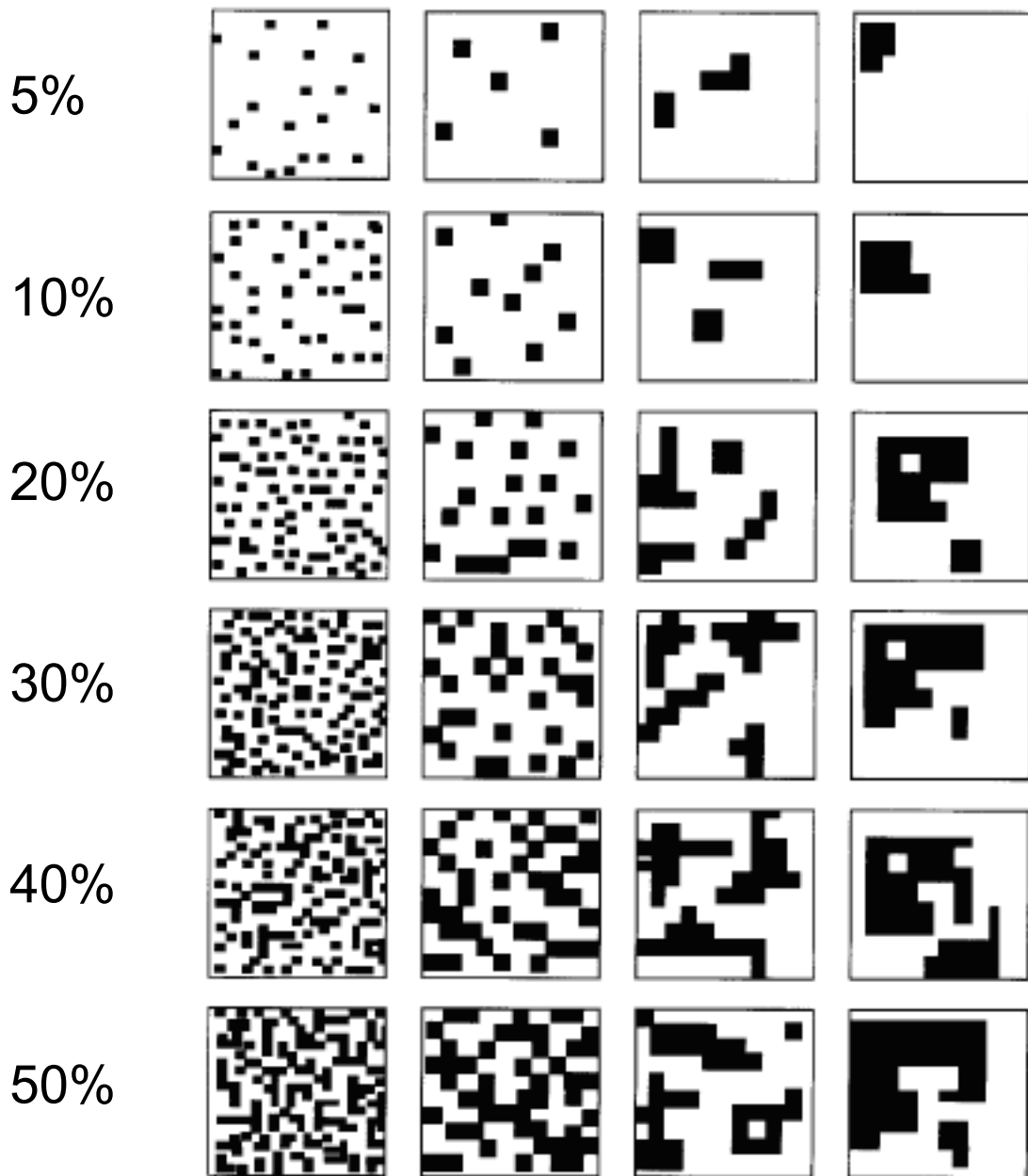
Ensuite, le tassement global du sol est déterminé grâce à l'état interne des mottes. L'état interne des mottes renseigne sur la macroporosité du sol que les racines vont explorer pour assurer l'alimentation hydrique et minérale du sol. Il se décompose en plusieurs types: motte Δ avec une surface plane, 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.



Les 3 types d'état interne des mottes

Estimation du recouvrement 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.

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