

Le Test bêche

1. Objectif:

L'évaluation de la structure du sol a pour objectif d'assurer un suivi simplifié de la structure du sol comme facteur explicatif de l'élaboration du rendement le long du cycle cultural.

2. Approche théorique

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 :
 - o Via le contact terre / graine, fondamental à la germination,
 - o 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 :
 - o Via la présence ou non d'obstacles à l'enracinement en profondeur de la culture,
 - o 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, ces derniers sont récapitulés dans le tableau 1. Les protocoles d'observation de la structure sont différenciés dans un premier temps suivant le stade cultural auquel ils correspondent, soient les étapes 1 ou 2 (tableau 1).

Tableau 1 : Objectifs et élaboration de l'outil d'évaluation

Stades clés de la culture	Effet de la structure du sol sur l'élaboration du rendement	Localisation / sol	Indicateurs à suivre	Etapas de la méthode proposée
Germination levée	Contact terre - graine	Lit de semence (H1)	Terre fine/mottes, classes des mottes	Etape 1
	Obstacle à la levée	Etat de surface (H0)	Croûte de battance, classes des mottes	
	Obstacle aux racines	Horizon superficiel (H1 et H2)	Mode d'assemblage des mottes	
Croissance culture - floraison	Obstacle à l'enracinement	Semelle de labour – interface horizon H5-H6	Couche compactée et pseudogley	Etape 2
	Conditions d'humidité et aération / système racinaire	Horizon labouré et semelle de labour : horizon H5, H6 et haut de P1	Etat type des mottes et volume compacté	

Pour les cultures annuelles, suivant les objectifs poursuivis :

L'étape 1 est effectuée au stade levée, elle peut être couplée et/ou remplacée par l'évaluation de l'état de surface.

L'étape 2 peut est réalisée à trois stades : la levée (mise au point d'un indicateur précoce de la fertilité physique), au stade floraison (stade principale) et avant récolte afin de vérifier les postulats d'impact de la structure sur l'élaboration du rendement.

Une seule étape à un seul moment peut être réalisée, 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 :

L'étape 1 n'est pas nécessaire. L'étape 2 peut être réalisée à différents moments suivant les conditions d'humidité du sol (ni liquide ni trop sec) et les objectifs poursuivis (suivi de l'effet d'un couvert végétal etc.).

3- Où le réaliser ?

Il est nécessaire de connaître préalablement l'hétérogénéité structurale de la parcelle. Deux 'outils' sont utilisables :

- le tour de plaine, 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 et/ou technicien 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 met en évidence la cohérence entre l'hétérogénéité observée et l'ITK.

L'outil d'évaluation nécessite donc de faire un point 0 détaillé afin de 'cartographier' l'hétérogénéité parcellaire. Cette cartographie servira pour : (1) le choix d'une station d'observation sur une zone homogène et représentative, (2) l'échantillonnage des différentes mesures effectuées dans les étapes 1 et 2.

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.).

Chaque test doit être répété. La répétition dépend de l'objectif d'utilisation du test. Nous conseillons au moins 6 répétitions par zone homogène (type roues/hors roues) et parcelle testées.

4-Mode opératoire Test Bêche

Les prélèvements nécessaires à ces observations doivent être réalisés dans la diagonale de la zone d'échantillonnage, de manière à être le plus représentatif de cette zone.

Documents à compléter

Observation de la structure du sol: une fiche de notation est à compléter par répétition. Ces fiches sont accompagnées d'une fiche d'interprétation que vous pouvez utiliser pour donner un « score » à la structure de votre sol pour chaque test réalisé.

Matériel nécessaire : une bêche, une bâche, un mètre

Attention : Les conditions d'humidité du sol (ni liquide 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).

Déroulement

Observation de la surface du sol

On évalue ici le % de recouvrement du sol par les adventices et la culture et/ou le mulch en place ainsi que le % de la surface du sol occupée par les cailloux. Pour évaluer ce % de recouvrement utilisez la fiche d'estimation fournie. On note également la présence d'une croûte de battance et de turricules de vers de terre (reportez ces observations sur la **fiche de notation terrain, partie 1**).

Extraction du bloc de sol

A l'aide d'une bêche, prélevez un volume de sol de 20 cm * 20 cm sur 25 cm de profondeur. Pour faciliter le prélèvement, il est conseillé de réaliser une prétranchée pour dégager le bloc de sol. Il faut prédécouper les côtés du bloc de sol à la bêche. Attention de ne pas piétiner le sol où on va prélever le bloc et de ne pas sauter sur la bêche pour l'enfoncer.



Après avoir extrait le bloc de sol on mesure les dimensions et on observe la tenue de ce bloc de sol sur la bêche

Mesurez la profondeur du bloc de sol réellement extrait et celle du mât racinaire s'il est présent. Observez aussi s'il y a différents horizons visibles à l'œil (dus à des travaux du sol à différentes profondeurs) et mesurez leur profondeur. Séparez l'observation des différents horizons. Le travail d'observation présenté ci-après est à réaliser pour chaque horizon différencié (Cf. fiche de notation terrain). Attention, il n'y a pas forcément plusieurs horizons, tous dépend du travail réalisé ou de votre observation.

On observe si le bloc extrait se tient sur la bêche (un bloc uniforme ou désagrégation en sous-blocs). Si le bloc de sol extrait ne se tient pas sur la bêche on compte le nombre de sous-blocs formés (**reportez toutes ces observations sur la fiche de notation terrain, partie 1**).



Ensuite, on pose le bloc de sol sur la bêche (ou les sous-blocs).

Observez si le bloc se tient sur la bêche, si oui on compte le nombre de fissures présentes (on applique une légère pression sur le bloc pour les mettre en évidence). Si le bloc se désagrège en plusieurs sous-blocs, on les compte. **Reportez ces observations sur la fiche de notation terrain, partie 2 – Mode d'assemblage.**



Une fois le ou les blocs de sols comptés et disposés sur la bêche, on va déterminer la structure des mottes qui les composent.

On fractionne manuellement les blocs de sol pour arriver à des mottes d'environ 3-5 cm de diamètre. Ensuite on détermine le pourcentage de terres fines par rapport au volume de sol prélevé. Puis on caractérise la structure de chaque motte: mottes Δ (delta) qui ont une surface lisse et n'ont pas de porosité visible à l'œil (photo 1) ; ou mottes $\Delta 0$ qui ont une surface lisse et ont quelques porosités visibles à l'œil (photo 2) ; ou mottes Γ (gamma) qui ont une surface rugueuse/grumeleuse avec une porosité importante visible à l'œil (photo 3). On détermine le % de mottes Γ (gamma), $\Delta 0$ (delta zero) ou Δ (delta) pour l'ensemble du bloc de sol extrait à la bêche. **Toutes ces observations sont à reporter sur la Fiche terrain, partie 2 – Structure des mottes.** Rappel : bien récupérer tous les vers de terre présents au sein des blocs les mettre dans les boîtes prévues à cet effet afin qu'ils ne vous échappent pas.



Photo 1 : motte Δ (delta)



Photo 3 : motte Γ (gamma)



Photo 2 : motte $\Delta 0$ (delta)

Interprétation du test bêche

L'ensemble des observations réalisées permet de donner une « note structure du sol » à la parcelle. Le tableau d'interprétation fonctionne sur le modèle d'un arbre de décision (**Fiche d'Interprétation**).

1 : Selon la tenue du bloc sur la bêche et la bêche on évalue le mode d'assemblage des mottes. 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 massive = M (sol compacté, un seul bloc).

2 : En notant le nombre de fissures ou de sous-blocs formés sur la bêche et la bêche on peut rajouter un ou deux suffixes « R » aux modes d'assemblages C ou M. Plus il y a de fissures ou de sous-blocs moins le tassement est important (effet du gel-dégel ou des activités biologiques).

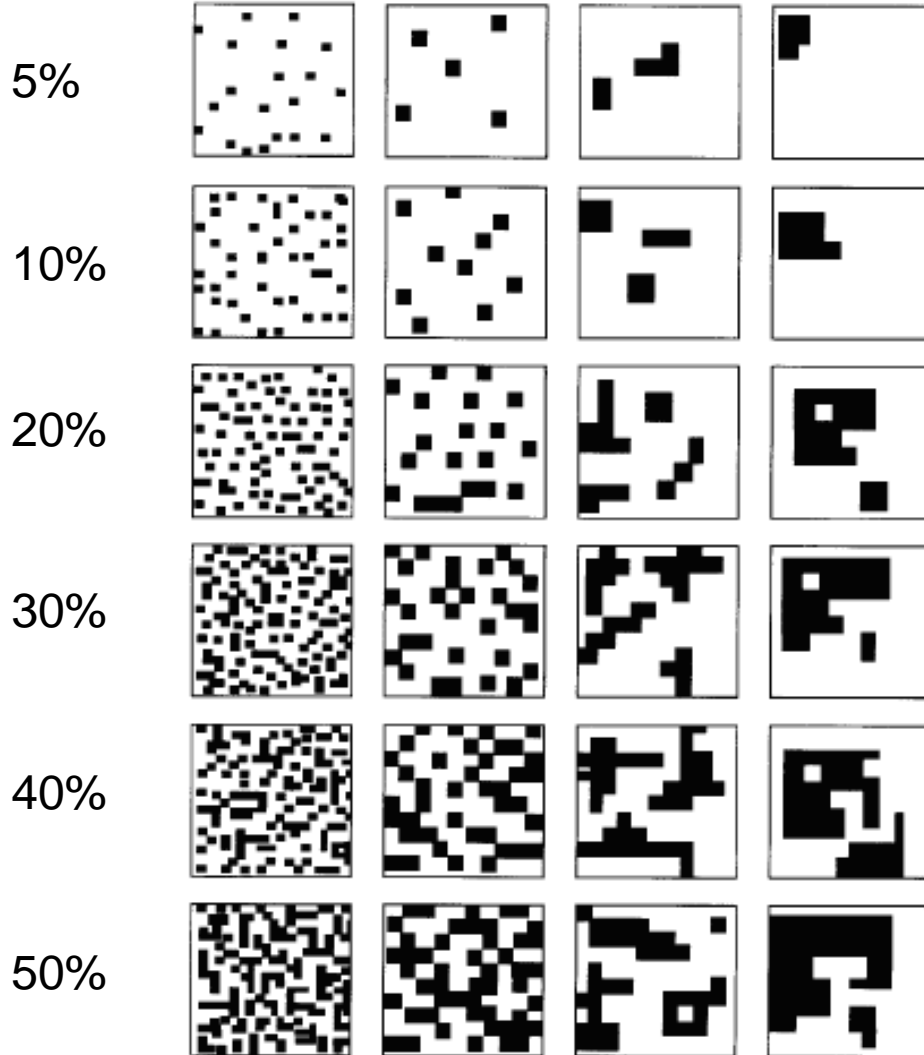
3 : Selon le volume occupé par les mottes Δ (delta) on détermine le niveau de tassement global du sol.

4 : 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 ; classe 5 : structure compactée, peu de porosité). En vous aidant de cette fiche d'interprétation, pour chaque test réalisé vous pouvez reporter sur la fiche de notation terrain la classe de tassement de votre sol ainsi que la nomenclature correspondante à la classe choisie à l'aide de la fiche d'interprétation.

Fiche terrain test bêche		N° de répétition :
N ° de la parcelle :		Date d'observation :
Nom de l'exploitant :		Département :
1 : Observation des états de surface du sol		
Recouvrement de la surface du sol par la végétation et/ou le mulch		
% de couverture du sol (cf. fiche recouvrement):		
Présence de cailloux en surface du sol		
<input type="checkbox"/> Présence - <input type="checkbox"/> Absence		% de recouvrement (cf. fiche recouvrement) :
Présence d'une croûte de battance en surface du sol : <input type="checkbox"/> Présence - <input type="checkbox"/> Absence		
Présence de turricules de vers de terre à la surface du sol : <input type="checkbox"/> Présence - <input type="checkbox"/> Absence		
2 : Observation du bloc de sol extrait à la bêche		
Profondeur du bloc de sol prélevé :		
Présence d'un mât racinaire : <input type="checkbox"/> oui - <input type="checkbox"/> non		
Si oui : profondeur (cm) :		
Horizon 1 – profondeur :		
Mode d'assemblage	- tient sur la bêche (un seul bloc) : <input type="checkbox"/> oui - <input type="checkbox"/> non Si non, nombre de sous-blocs - tient sur la bêche (un seul bloc) : <input type="checkbox"/> oui - <input type="checkbox"/> non Si non, nombre de sous-blocs Si oui, nombre de fissures	
Structure des mottes	Pourcentage de terre fine pour l'ensemble du bloc extrait : Pourcentage de mottes Γ (gamma) pour l'ensemble du bloc extrait : Pourcentage de mottes Δ (delta) pour l'ensemble du bloc extrait : Pourcentage de mottes $\Delta 0$ (delta 0) pour l'ensemble du bloc extrait : Classe de tassement du test : Mode d'assemblage et type de motte dominant :	

Horizon 2 – profondeur :	
Mode d'assemblage	<p>- tient sur la bêche (un seul bloc) :</p> <p><input type="checkbox"/> oui - <input type="checkbox"/> non</p> <p>Si non, nombre de sous-blocs</p> <p>- tient sur la bêche (un seul bloc)</p> <p>: <input type="checkbox"/> oui - <input type="checkbox"/> non</p> <p>Si non, nombre de sous-blocs</p> <p>Si oui, nombre de fissures</p>
Structure des mottes	<p>Pourcentage de terre fine pour l'ensemble du bloc extrait :</p> <p>Pourcentage de mottes G (Γ gamma) pour l'ensemble du bloc extrait :</p> <p>Pourcentage de mottes D (Δ delta) pour l'ensemble du bloc extrait :</p> <p>Pourcentage de mottes D0 ($\Delta 0$ delta) pour l'ensemble du bloc extrait :</p> <p>Classe de tassement du test :</p> <p>Mode d'assemblage et type de motte dominant :</p>
Horizon 3 – profondeur :	
Mode d'assemblage	<p>- tient sur la bêche (un seul bloc) :</p> <p><input type="checkbox"/> oui - <input type="checkbox"/> non</p> <p>Si non, nombre de sous-blocs</p> <p>- tient sur la bêche (un seul bloc)</p> <p>: <input type="checkbox"/> oui - <input type="checkbox"/> non</p> <p>Si non, nombre de sous-blocs</p> <p>Si oui, nombre de fissures</p>
Structure des mottes	<p>Pourcentage de terre fine pour l'ensemble du bloc extrait :</p> <p>Pourcentage de mottes G (Γ gamma) pour l'ensemble du bloc extrait :</p> <p>Pourcentage de mottes D (Δ delta) pour l'ensemble du bloc extrait :</p> <p>Pourcentage de mottes D0 ($\Delta 0$ delta) pour l'ensemble du bloc extrait :</p> <p>Classe de tassement du test :</p> <p>Mode d'assemblage et type de motte dominant :</p>

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



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

Fiche d'interprétation des résultats											
Observation tenue sur bêche, bêche et nombre de fissures qui...					...correspond au mode d'assemblage	Terre fine et/ou Γ dominant	Dominance $\Delta 0$ et Γ ou terre fine $> \Delta$	Dominance $\Delta 0$ et $\Delta > \Gamma$ ou terre fine	Dominance Δ et Γ ou terre fine $> \Delta 0$	Dominance Δ et $\Delta 0 > \Gamma$ ou terre fine	
Se tient sur la bêche	Oui	Se tient sur la bêche	Oui	Nombre de fissures	0	C	Classe 1 <i>Etat peu probable</i>	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 5
					1	CR	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4
					> 1	C2R	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4
		Non	Non	Nombre de sous-blocs	1	CR	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4
					> 1	C2R	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4
					Non	Non	Nombre de sous-blocs	1	O/C	Classe 1	Classe 1
	> 1	O	Classe 1	Classe 1				Classe 2	Classe 2 <i>Etat peu probable</i>	Classe 3 <i>Etat peu probable</i>	

Classe 1 : aucun tassement ; classe 2 : léger tassement ; classe 3 : tassement modéré – à surveiller ; classe 4 : tassement – à surveiller, envisager une action correctrice – classe 5 : tassement sévère – action correctrice nécessaire.

Exemple d'utilisation : Mon bloc de sol extrait se tient sur la bêche et ne se tient pas sur la bêche. On observe 1 sous bloc lorsque l'on dépose le bloc sur la bêche. Le volume des sous-blocs de sol sur la bêche est majoritairement composé de mottes Terre fine et de mottes Γ . La structure du sol appartient à la classe 2 (case en rouge). C'est-à-dire que l'on a une structure à tendance continue avec un plan de fissuration. Ensuite on a des mottes gamma et des terres fine en proportion dominantes. La structure à l'origine très poreuse et reprise en masse sous l'action de la pluie. Dans l'ensemble le sol à une structure favorable pour la nutrition des cultures, la reprise en masse peut être un frein à la circulation de l'eau et à l'enracinement des cultures

