

Observer la structure du sol



La structure du sol est une composante clé de la fertilité. Elle joue un rôle sur la circulation de l'eau, de l'air et de la chaleur et aussi un rôle de support des cultures via le développement racinaire des plantes. La structure du sol est en perpétuelle évolution sous l'influence du climat, de la faune et de la flore du sol ainsi que de l'activité agricole (pneumatiques d'engins et outils de travail agricole). Il est important de la connaître et de la décrire afin de diagnostiquer son état et ainsi orienter les choix et les pratiques culturales (travail du sol, apport de matière organique...). Étudié dans le cadre du projet SolAB, le test bêche permet de suivre la structure du sol.

Dans cette fiche
Principe du test
Intérêts du test
Test en pratique
Protocole détaillé
Test en images

Principe du test

Il s'agit de diagnostiquer l'état de la structure du sol à partir d'une bêche de sol, c'est-à-dire un volume de sol prélevé à la bêche. La réalisation de ce test est simple et peu destructive. À l'aide d'une bêche, le test consiste à prélever une bêche à observer. Il s'agit d'examiner d'abord la tenue du bloc de terre prélevé puis, en fractionnant progressivement le bloc, d'observer les racines, les cailloux, la terre fine, les mottes et leur mode d'assemblage. Au préalable, il est possible de réaliser une observation de la surface du sol.

Intérêts du test

La structure du sol résulte de la façon dont sont associés les constituants élémentaires d'un sol. Selon les cas, cette association aboutit à des éléments structuraux (agrégats, mottes, ...) agencés différemment les uns par rapport aux autres. Elle se définit par (1) la forme des agencements et leur taille, (2) la porosité ou l'importance respective des vides et des pleins, et (3) la résistance des liaisons qui unissent les constituants élémentaires entre eux ainsi que les éléments structuraux.

Le test bêche permet de diagnostiquer l'état de la structure du sol à travers ses différentes caractéristiques (porosité, résistance à la rupture...). Connaître la structure du sol constitue un facteur explicatif du développement de la culture et de l'élaboration du rendement. Le test bêche est donc un outil contribuant à l'évaluation des pratiques culturales par l'agriculteur.

La force du test bêche réside dans sa simplicité. C'est un test très visuel et pédagogique permettant d'acquérir des informations qualitatives sur le sol. Les résultats du test bêche forment une première étape dans l'évaluation du fonctionnement d'un sol. Chacun peut s'approprier l'outil et créer ses propres références dans un contexte pédoclimatique donné. La réflexion peut ensuite être complétée par un diagnostic plus approfondi avec le profil cultural.

Dans une approche globale du sol, les résultats de ce test sont à croiser avec ceux d'autres indicateurs de la fertilité du sol (physique, chimique, biologique). La compréhension du sol dans son ensemble est la clé pour prendre des décisions techniques adaptées.

En pratique

Matériel : bêche, bâche, éventuellement pénétromètre ou tige métallique et mètre.

Environ 45 minutes.

En sols peu ou non caillouteux, ni trop secs et ni trop humides.

Le test bêche est un outil simplifié inspiré du Profil Cultural. Le profil peut être effectué pour compléter le diagnostic du test bêche. En suivant les étapes du protocole ([Gautronneau et Manichon, 1987](#)), le repérage dans l'espace des observations permet d'évaluer avec précision l'impact du passage de pneumatiques et d'outils de travail du sol sur la structure en lien avec les caractéristiques pédologiques du sol. Le profil cultural est un outil de terrain riche en informations mais qui nécessite généralement l'intervention d'un expert pour obtenir des observations détaillées et pointues. De plus, c'est une méthode plus destructrice (taille de la fosse) et gourmande en temps (creuser, observer, reboucher). En alternative au profil, le test bêche permet de suivre régulièrement et plus facilement l'évolution de la structure du sol sur les premiers horizons travaillés.



Le projet SolAB porte sur la gestion des sols et son impact sur la fertilité dans les systèmes de Grandes Cultures, Maraîchage, Arboriculture et Viticulture. Ce projet s'appuie sur un réseau de 24 partenaires et 18 sites expérimentaux en France.

Différents modes innovants de gestion du sol sont étudiés : les techniques culturales simplifiées (TCS) en Grandes Cultures, les planches permanentes et autres TCS en Maraîchage et les alternatives à l'entretien mécanique sous le rang en Arboriculture et Viticulture. La faisabilité et la durabilité de ces modes de gestion innovants du sol sont évaluées par le suivi de différents critères.

Pour évaluer la fertilité des sols, plusieurs outils de diagnostic simplifiés utilisables en Grandes Cultures, Maraîchage, Arboriculture et Viticulture sont proposés : le test bêche pour évaluer la structure du sol et trois bio-indicateurs liés aux populations ou à l'activité des vers de terre. Les acquis du projet sont partagés à travers des démonstrations et des manifestations sur les sites ou bien grâce aux divers supports techniques (vidéos, guides et protocoles techniques) produits par les partenaires du projet SolAB.

Protocole détaillé

Un bon départ : choisir les conditions optimales

Avant de commencer tout prélèvement, il faut s'assurer des conditions d'humidité du sol. Le sol ne doit être ni trop sec (impossible de creuser), ni trop gorgé d'eau (impossible d'observer). Un sol humide et ressuyé est optimal. L'observation peut être réalisée tout au long du cycle cultural. Il vaut mieux attendre quelques jours, voire quelques semaines après le passage d'outils de travail du sol pour réaliser le test, sinon seul l'effet direct du passage de l'outil est perçu.

Pour l'étape d'observation de la surface du sol (étape 1), en culture annuelle, il est préférable d'agir en début de cycle pour pouvoir lier les observations à la réussite de la levée.

Le prélèvement est fait sur une zone homogène représentative de la parcelle. Pour analyser statistiquement les observations, 3 à 4 observations par zone homogène sont le minimum requis. Cependant, lorsque l'objectif de l'observation est plus d'ordre qualitatif chacun adaptera le nombre d'observations en fonction du temps disponible. Il faut compter environ 45 minutes pour une observation.

Les observations de la surface et du volume de sol (étapes 1 et 2) ne sont pas nécessairement à faire en même temps. Le choix de l'une ou de l'autre dépend aussi des objectifs recherchés : évaluation de la qualité du lit de semence, évaluation du travail du sol ou compréhension des facteurs du rendement.

Etape 1 : observer la surface du sol

Ce protocole est simple. Plus le test sera effectué, plus les éléments décrits ci-dessous seront faciles à déterminer.

L'observation de l'état de surface est surtout intéressante pour les cultures annuelles car elle informe sur les conditions de germination et de levée (présence d'éventuels obstacles) des plantules. Cependant dans tous les systèmes de culture, l'observation préalable de l'état de la culture et de la surface du sol peut apporter des éléments explicatifs pour l'observation en profondeur.

Sur une surface d'environ 30x30 cm :

Estimer en pourcentage le recouvrement végétal afin d'évaluer la proportion de sol protégé (contre les pluies fortes par exemple).

Estimer le pourcentage de cailloux présents en surface. Les zones avec beaucoup de cailloux risquent de pénaliser la levée en formant une barrière physique aux plantules.

Si une croûte de battance (désagrégation du sol et formation d'une croûte en surface sous l'action de la pluie) **est présente, mesurer son épaisseur et estimer son recouvrement en pourcentage.** Cela permet d'apprécier la part de sol où la levée peut être plus difficile.

Pour compléter l'idée faite sur la désagrégation à la surface du sol et pour voir la préparation du semis, **observer la forme et la taille des mottes de surface.**

Le test en images

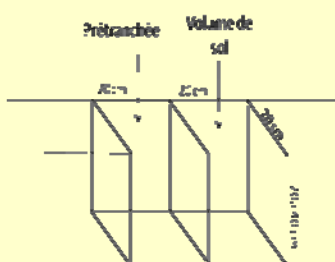


Figure 1 : Creuser la prétranchée



Figure 2 : Prédécouper le volume de sol à analyser



Figure 3 : Prélever la bêche de sol

Etape 2 : prélever le volume de sol

Evaluer le tassement global du sol sur la parcelle

Cette étape, facultative, vise à évaluer le tassement du sol d'une parcelle, permettant ensuite de conforter les observations visuelles faites sur le bloc. Avant de prélever le sol, on peut déjà repérer des couches plus tassées. Dans l'idéal, utiliser un pénétromètre : il s'agit d'une tige rigide liée à un manomètre qui mesure la pression nécessaire pour enfoncer manuellement la tige et passer au travers des différentes couches de sol. Comme dans ce cas il est plus important de sentir plutôt que de mesurer précisément le tassement, le pénétromètre peut être remplacé par une simple tige métallique. En enfonçant la tige dans le sol, mesurer à quelle(s) profondeur(s) le sol est plus difficile à pénétrer. Il est aussi possible de ressentir la présence éventuelle d'une semelle de labour.

La tenue du volume de sol

L'observation de la tenue du bloc sur la bêche puis sur la bêche permet de définir le mode d'assemblage des mottes (figures 3 et 4), c'est-à-dire de caractériser la structure. En suivant les étapes du diagramme ci-contre, évaluer l'état de fragmentation du volume de sol.

Pour compléter les observations sur la fragmentation, compter le nombre de blocs se formant à la fragmentation, directement ou après une légère pression. (figure 5)

Élément d'interprétation : Dans un sol de type continu ou massif (C) formant un ou peu de blocs (CR), la porosité d'assemblage est très faible et empêche une bonne circulation des fluides et s'oppose au développement des racines. Il faut privilégier des structures de types ouvert (O) ou avec beaucoup de fragments (C2R).

Un prélèvement simple et rapide

A l'aide d'une bêche, prélever un volume de sol formant une surface carrée d'une bêche de côté (environ 20x20 cm²) et aussi profonde que possible (20 à 40 cm). Il est conseillé de réaliser, au préalable, une prétranchée d'une largeur d'une bêche (soit un volume de 20x20x30 cm³), qui facilite ensuite le dégagement du bloc à analyser. Prélever le volume de sol à partir d'un des côtés de la prétranchée (Figure 1 et 2). Pour récupérer le bloc par effet levier, prédécouper les côtés du bloc avec la bêche.

Dans les sols trop caillouteux, l'extraction d'un bloc est plus difficile (voire impossible). Il est alors possible de remplacer la bêche par une fourche bêche. Dans les autres cas, la bêche reste l'outil idéal afin de ne pas perdre de sol entre les dents de l'outil. Afin d'aller vraiment en profondeur (sous la semelle de labour par exemple), il peut être judicieux d'utiliser une bêche de drainage (bêche longue, jusqu'à 60 cm, et étroite).

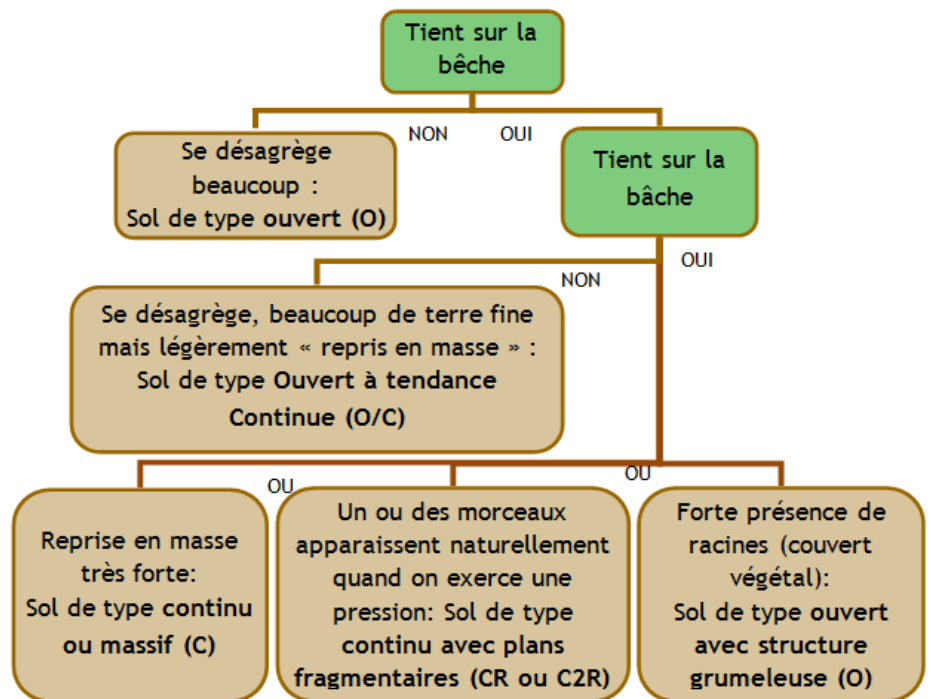


Figure 4 : Observer la tenue de la bêche sur la bêche puis sur la bêche



Figure 5 : Observer la fragmentation des blocs.



Figure 6 : Observer l'état interne des mottes.



Figure 7 : Estimer la proportion de cailloux, de terre fine et de chaque type de motte.

L'intérieur du volume de sol (figures 6 et 7, à observer pour chaque sous-bloc)

1 Observer les racines

S'il y en a, au niveau densité et profondeur, les racines renseignent sur la structure du sol. Dans un sol bien structuré, elles se développent généralement en profondeur et la densité racinaire peut être importante.

2 Estimer le pourcentage de cailloux

Généralement, une grande proportion de cailloux peut pénaliser le développement racinaire et diminuer la taille du réservoir d'eau et d'éléments minéraux du sol. Cependant, les cailloux jouent parfois un rôle structurant (résistance au tassement) et laissent des cavités par lesquelles l'eau peut s'écouler.

3 Observer les mottes présentes

Déterminer les différents types de mottes et leur abondance en pourcentage. Pour les identifier et les repérer, il faut regarder leur surface, leurs arrêtes et leur porosité (pores et racines). Il existe trois types de mottes, Γ , Δ et $\Delta 0$, définis selon un assemblage précis (voir ci-dessous).

4 Définir la proportion de terre fine par rapport aux mottes

La terre fine est la fraction de terre sans éléments grossiers et non agrégée en mottes.

Éléments d'interprétation : plus il y a de terre fine par rapport aux mottes, meilleure est la porosité interne. Dans un sol fraîchement travaillé, la proportion de terre fine est plus grande. Il faut donc attendre quelques temps avant de réaliser l'observation, pour voir réellement comment se comporte le sol.

Aide à la détermination de l'état interne de mottes



Les mottes avec une surface rugueuse et grumeleuse ont beaucoup de porosité visible à l'œil. Il est possible d'y voir des racines et des galeries de vers de terre. Dans la nomenclature, ces mottes sont nommées les mottes Γ (gamma).



A l'opposé certaines mottes sont très tassées. Leur surface est lisse et plane. Les arrêtes droites et il n'y a pas de porosité visible à l'œil. Ce sont les mottes Δ (delta).



A l'intermédiaire, certaines mottes ont une surface relativement lisse, témoin de tassement. Mais quelques racines et/ou galeries sont quand même visibles. Ces mottes sont nommées $\Delta 0$ (delta zéro).

Afin de pouvoir partager les observations, une nomenclature a été mise en place à partir du profil cultural. Il s'agit d'une codification pour retranscrire les résultats après avoir observé, touché, senti et ressenti. Astuce mnémotechnique : la lettre Δ (delta) est triangulaire et fermée, elle symbolise une motte tassée et compactée. Le $\Delta 0$ (delta zéro) est moins compacté que le Δ comme l'indique le « 0 ». Enfin, le Γ (gamma) est totalement ouvert et représente une motte grumeleuse et poreuse.

Éléments d'interprétation : Plus il y a de mottes Γ (gamma), meilleure est la porosité et donc la structure du sol.

Pour en savoir plus

Gautronneau, Y., et Manichon, H., 1987. Guide méthodique du profil cultural, CERF-ISARA, Lyon, 71 p.

Manichon H., 1982. Influence des systèmes de culture sur le profil cultural : élaboration d'une méthode de diagnostic basée sur l'observation morphologique - Thèse Doct. Ing. SC. Agronomiques INA-PG, 214 pp.

Inspiré du test bêche Anglo-Saxon : <http://www.sac.ac.uk/mainrep/pdfs/soilstructure.pdf>

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

Test adapté par Joséphine Peigné (ISARA-Lyon) et testé par les expérimentateurs du projet SolAB

Rédaction et mise en page : Flora Loridat, Adeline Cadillon et Aude Coulombel (ITAB)

Coordination : Laetitia Fourrié (ITAB)

Crédits photo : ITAB/ISARA-Lyon

ITAB
Institut Technique de
l'Agriculture Biologique

isaralyon
Une école d'ingénieurs au cœur de la vie

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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

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

Le projet SolAB (n°8037) a reçu l'appui du Compte d'Affectation Spéciale du Développement Agricole et Rural (CASDAR) du ministère de l'agriculture.