

Evaluation de la structure du sol par le profil cultural (1)

La structure du sol affecte l'enracinement et les propriétés hydriques du sol. La méthode permet de porter un diagnostic de la structure du sol et souvent d'identifier l'origine des états observés.



Équipement:

- Pelle mécanique souhaitable ou pioche et pelle : creuser et dégager la terre
- Fourche à bêcher ou bêche : rafraîchir le profil et réaliser des faces verticales lisses
- Soufflet : dégager la terre fine sur la face du profil
- Couteau : distinguer les horizons et mettre en évidence la structure. La lame ne doit être pas trop longue (< 15cm), ni trop effilée
- Mètre pliant, crayon et support papier
- Sécateur : dégager la culture présente en surface et raccourcir les racines
- Fiches : délimiter la tranchée et l'emplacement des roues
- Fiche d'observation terrain : à compléter au fur et à mesure de l'avancée de la description
- Laine, épingles triangulaires et épingles à tête plate (optionnel) : délimiter les horizons et faire ressortir les zones compactes
- Appareil photo.

A quelle période de l'année?:

À n'importe quelle période, mais plutôt lorsque le sol est humide. Lorsque le sol est trop sec, la résistance élevée du sol ne permet pas une observation fiable. De même un sol trop humide à saturation est trop plastique pour être travaillé

Comment échantillonner? :

Choisir une zone représentative au niveau de la culture, du type de sol ou une zone à problème (végétation plus faible, hydromorphie...). A l'intérieur de cette zone, choisir l'emplacement du profil perpendiculairement au travail du sol.

La largeur du profil doit permettre de prendre en compte la variabilité induite par les passages de roues. En pratique une largeur entre 3 à 4 m permettra une évaluation précise.

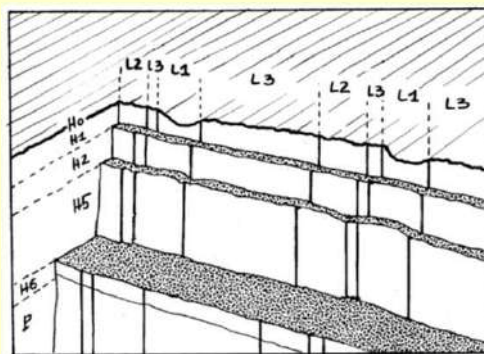
La profondeur sera d'environ 1.50 m.

Mise en œuvre de l'évaluation :

Etapes	Option	Procédure
1. Réalisation de la fosse		
Creusement	à la pelle mécanique ou à la main	Ne pas tasser la zone d'observation et rejeter la terre au côté opposé
Avant l'observation		Procéder à un rafraîchissement du profil de sol qui aboutisse à la création d'une surface verticale plane

2. Repérer les partitions

Repérage de la partition verticale		Le profil est partitionné en fonction des contraintes exercées par les passages de roues lors de interventions culturales passées: L1 : roues visibles, avec présence d'ornières, comme par exemple les roues du tracteur du semoir ou les roues des appareils de récolte L2 : roues plus anciennes, qui ont été effacées par la dernière préparation superficielle. Elle sont localisées grâce à la connaissance des passages des roues par l'agriculteur ou par la position des outils (par exemple localisation des roues par rapport au semoir). L3 : pas de passages de roues repérées. En systèmes avec travail du sol, L3 reflète souvent l'état initial hérité des années précédentes.
Repérage de la partition horizontale	Le sous-sol	La limite entre les horizons travaillés et le sous-sol est le plus souvent déterminée par le changement de couleur, avec des horizons plus organiques en surface. Les horizons pédologiques successifs sont repérés généralement par un changement de texture, de couleur etc. et seront appelés successivement P1, P2..
	Les horizons anthropiques	Faire apparaître les horizons en créant des "marches d'escalier successives" : la transition entre horizons est mise en évidence par des différences de cohésion entre horizons (par exemple horizon H1 fragmentaire versus horizon H5 soudé) et aussi par la présence de lissages (traces de pointes de socs...) à l'interface des horizons.



La face d'observation après les partitions verticale et latérale Guide méthodique Gautronneau et Manichon – 1987

Dénomination des horizons anthropiques

Intitulé	Description
H0	Horizon de surface. En non travail, l'horizon de surface inclue les premiers centimètres de sol sous le mulch
H1	Horizon de travail superficiel correspondant au passage du dernier outil
H2, H3	Horizons de travail superficiel effectué avant H1 (ex: reprise de labour)
H5	Horizon correspondant au dernier travail profond du sol (ex : Labour)
H6 et plus	Horizon correspondant à un travail du sol plus ancien que le H5 : ancien labour, décompactage...

Evaluation de la structure du sol par le profil cultural (2)

Description de la structure du sol :	
Étapes	Procédure
3. Mise en évidence de la structure du sol	La structure du sol est identifiée sur une face plane verticale en exerçant une pression latérale avec un couteau et en dégageant 1 cm de sol en profondeur pour faire apparaître la structure. L'identification de la structure est faite à partir de différents traits : • macropores visibles ou pas • l'aspect des faces de rupture (lisse, rugueux...) • cohésion Les zones compactes sont mises légèrement en relief
4. Identification d'unités morphologiques homogènes	Des unités morphologiques (UM) sont identifiées sur chaque compartiment défini par le croisement partition latérale X partition verticale (par exemple H5L3). Les UM se caractérisent par une structure du sol apparaissant homogène.

5. Description de la structure des unités morphologiques		
Une première évaluation est faite en mettant en évidence le type de structure sur la face verticale du profil comme indiqué en 3. Les zones et mottes compactes sont mises en relief. L'observation est affinée en prélevant des fragments du sol afin de mieux observer l'aspect des faces de rupture et la présence de l'activité biologique. Avant de prélever ces fragments, des photos seront prises à 1 m de distance pour saisir les détails et puis une photo de l'ensemble sera réalisée.		
5.1 Description du mode d'assemblage dans les unités morphologiques	O comme ouvert	Très fragmenté avec la présence de terre fine, petits agrégats et mottes
	B comme bloc	Faible porosité, mottes décimétriques séparées par des cavités structurales importantes, peu de terre fine. Ces mottes résultent d'un tassement ancien partiellement fragmenté par le travail du sol
	C comme continu	La structure du sol est massive sans discontinuités structurales
5.2 Le type de porosité Ou état interne des fragments	Γ (Gamma)	La face de rupture est rugueuse avec présence d'une forte porosité. Les agrégats sont arrondis. Les mottes ont une faible cohésion
	Δ (Delta)	Les faces de rupture sont lisses, avec une quasi-absence de porosité visible à l'œil nu. La cohésion des mottes est élevée
	Φ (Phi)	La motte «Φ» est une motte compacte «Δ», qui a été fissurée sous l'effet du retrait/gonflement des argiles ayant subi l'action du climat (pluie, gel). Les fissures sont orientées dans toutes les directions. Contrairement à l'état «Γ» les agrégats sont anguleux
	P (platy en anglais)	Structure de forme lamellaire, se présentant comme un réseau dense de fissures horizontales
5.2 La bioturbation	b1	Présence de macropores tubulaires. L'origine est biologique (vers de terre, racines...).
	b2	Présence de macropores et déjections

6. Description de la structure du sous sol	
Une double évaluation est réalisée. Elle pourra être plus ou moins rapide suivant les objectifs poursuivis 6.1 - Mise en évidence des horizons pédologiques et des caractères permanents de chaque horizon P identifié Le méthode est empruntée à la pédologie en utilisant différents critères : porosité, type de structure (prismatique, polyédrique, massive...), hydromorphie, profondeur d'enracinement si possible 6.2 - Observation des modifications éventuelles du sous-sol sous l'effet des pratiques culturales L'objectif est d'observer les modifications du sous-sol sous l'effet des pratiques culturales. Les modifications sont souvent locales : un sous-solage même ancien avec souvent dans ce cas une zone enrichie en MO, ou des tassements profonds qu'on peut détecter par une modification de la porosité, la disparition des réseaux de fissures ou de ou de macropores biologiques	

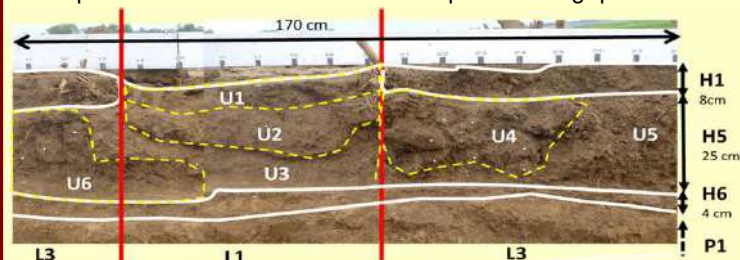
Evaluation de la structure du sol par le profil cultural (3)

Mise en évidence de la structure du sol



Mettre en évidence de la structure du sol :

- le couteau est utilisé comme levier pour dégager les fragments de sol et ainsi mettre en évidence la structure
- après une première description, des fragments sont prélevés dans chaque UM pour affiner l'observation en particulier sur la présence de fissures et de macropores biologiques...



Identification des partitions et des unités morphologiques (UM)

Les trois critères de description de la structure du sol :

Description du mode d'assemblage dans les unités morphologiques

O



B



C



Type de porosité des mottes / agrégats

Γ



Δ



Φ



P



Bioturbation

b1



b2 dans Γ



b2 dans Δ



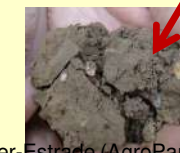
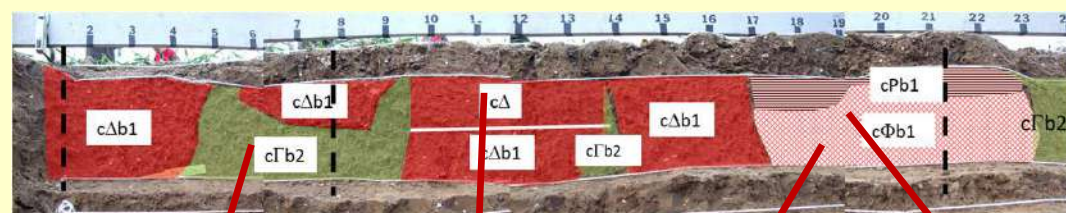
Évaluation de la structure du sol à l'échelle du profil cultural

L'évaluation est réalisée en regroupant les trois critères : mode d'assemblage, type de porosité et bioturbation.

Le diagnostic se fait à partir :

- de l'importance des zones tassées, l'évolution de ces mottes (fissurées, présence de macropores) et leur répartition à l'échelle du profil
- de la sensibilité des plantes, qui varie en fonction des espèces et des conditions de croissance (date de semis, conditions climatiques pendant la croissance...
- des risques environnementaux : érosion, émission de gaz à effet de serres...

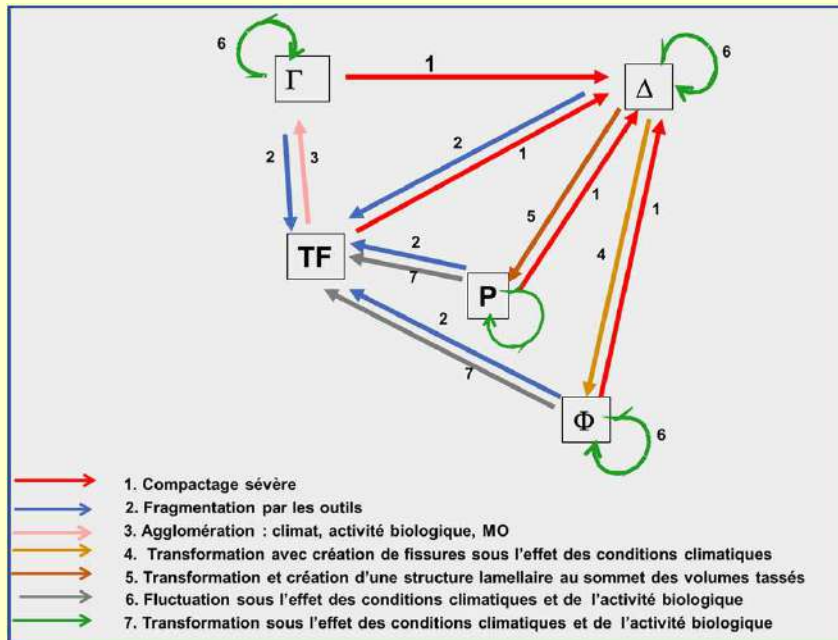
La page suivante explicite comment réaliser le diagnostic et l'interpréter



Evaluation de la structure du sol par le profil cultural (4)

Diagnostic et interprétation du profil cultural

A partir d'un modèle conceptuel de la dynamique de la structure



Dans cette approche morphologique de la structure du sol, les différents types de porosité des mottes et des agrégats sont liés par des processus de transformation dans un modèle conceptuel de la dynamique de la structure du sol. Une représentation des hypothèses faites sur les processus impliqués est montrée par les flèches :

- F1 : un compactage sévère crée un type de porosité Δ
- F2 : de la terre fine (TF) est créée durant la préparation du sol par une fragmentation intense
- F3 : le type Γ résulte de l'effet de l'agrégation d'éléments fin du sol
- F4 et F5 : les type Φ et P résulte de l'effet des conditions climatiques fissurant les blocs delta
- F6 et F7 : transformation progressive des zones tassées en terre fine

Plusieurs critères quantitatifs sont utilisables pour porter un diagnostic sur le profil cultural en calculant le proportion de chaque critère sur l'horizon ou le comportement observé :

- Teneur en zones Δ pour évaluer un tassement récent après roulement
- Teneur en $(\Delta+\Phi+P)$ pour évaluer la proportion de zones tassées par exemple dans un profil
- Teneur en $(\Phi+P)$ pour évaluer la proportion de zones tassées fissurées sous l'effet du climat, par exemple sur l'ensemble des zones tassées
- Teneur des zones b1 et b2 au sein des zones tassées $(\Delta+\Phi+P)$

Diagnostic à partir de l'analyse de la variabilité spatiale de la structure

Une analyse plus approfondie du profil cultural permet de mettre en évidence les différences au niveau spatial de la structure du sol, émettre des hypothèses sur leur origine, qu'elles soient causées par des opérations culturales, les modalités de travail du sol ou les successions de culture, et prévoir les conséquences sur la culture et l'environnement

Illustration par quelques cas types

Caractéristiques	Profil cultural type	Diagnostic
Système avec labour		- H1 : structure fragmentaire - H5L3 : Etat initial très fragmentaire - H5L2 : Tassement sévère lors de la préparation
Système avec labour		- H1L3 : structure fragmentaire - H5L3 : Etat initial fragmentaire à droite et composé de mottes Δ à gauche : résulte d'un tassement, puis fragmenté par le labour - H5L1 : Tassement sévère lors du semis
Système en semis direct		- H1 : Structure lamellaire - H5L3 : Structure continue avec alternance de zones fragmentaires (CΓb2) et zones compactes avec fissuration et macropores d'origine biologique (CΦb1) → zones tassées anciennes en cours de régénération - H5L1 : Tassement récent sévère
Systèmes en labour et cultures légumières		- H1L3 : structure fragmentaire - H5L3 : Structure en blocs avec alternance de mottes compactes avec fissures et macropores (BΦb1) et de mottes Δ : résulte d'un tassement ancien fragmenté par le labour - H6 : horizon profond sévèrement tassé, mais en cours de régénération sous l'effet du climat et des vers de terre