

Guide méthodique du mini-profil 3D

Diagnostiquer rapidement l'état structural de vos sols



Méthode élaborée dans le cadre du projet de transfert Sol-D'Phy

porté par Agro-Transfert Ressources et Territoires en région Hauts-de-France, avec le concours de :

Partenaires
financiers



UNION EUROPÉENNE



Région
Hauts-de-France

Partenaires
scientifiques et techniques



SCIENCE & IMPACT



Terre & Sciences



Hauts-de-France



CHAMBRES D'AGRICULTURE
HAUTS-DE-FRANCE



www.agroparistech.fr



Institut du végétal



INSTITUT TECHNIQUE DE LA BÉTAILÉRIE



l'agronomie en mouvement



Agglopolys de la Somme
Tilloy-lès-Moillaines



Laboratoire Départemental
d'Analyses et de Recherches



coopérative



Hauts-de-France



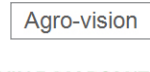
GiteP



de Ham-Vermandois



CETA des
HAUTS de
SOMME



Agro-vision



ETS COUDEVILLE-MARCANT

PRINCIPE

La méthode du mini-profil 3D consiste à **prélever un bloc de sol avec les palettes d'un chargeur télescopique**, ou d'un tracteur équipé d'un chargeur frontal, afin d'observer les horizons de travail du sol, la structure, l'enracinement, les traces d'activité biologique, et d'établir ainsi par observation un diagnostic de l'état structural du sol en un temps réduit.

La méthode de prélèvement a été inventée par **Éric Perronne**, agriculteur dans la Sarthe, qui souhaitait observer l'état de son sol à partir d'un profil, grâce à un procédé peu destructeur, simple, rapide et permettant une observation à hauteur des yeux.



Cette méthode, intermédiaire entre le test rapide à la bêche et le profil cultural, a l'avantage d'être beaucoup plus simple à mettre en œuvre et moins destructive que le profil cultural.

Elle permet également une meilleure observation de la structure et de l'enracinement au regard de la méthode à la bêche, en particulier dans les horizons profonds.

VOCATION DU GUIDE

► POUR QUI ?

- Les agriculteurs et conseillers de terrain

► POURQUOI ?

- Aider l'utilisateur à repérer des états structuraux contrastés, et donc à porter un jugement sur l'état structural du sol dans les différents horizons (couche travaillée et non travaillée)
- Faciliter la prise de décision de changement de pratique pour :
 - remédier à un problème de tassement observé : correction par un labour, un déchaumage profond, ou un décompactage ;
 - prévenir les prochains tassements, en remontant aux causes des problèmes observés.

SOMMAIRE

► Méthode de prélèvement

► Observation à l'échelle du bloc :

- les horizons du travail du sol
- l'apparence du bloc

► Observation à l'échelle de la motte :

- état de porosité
- activité biologique

► Interprétation

► Exemples d'application

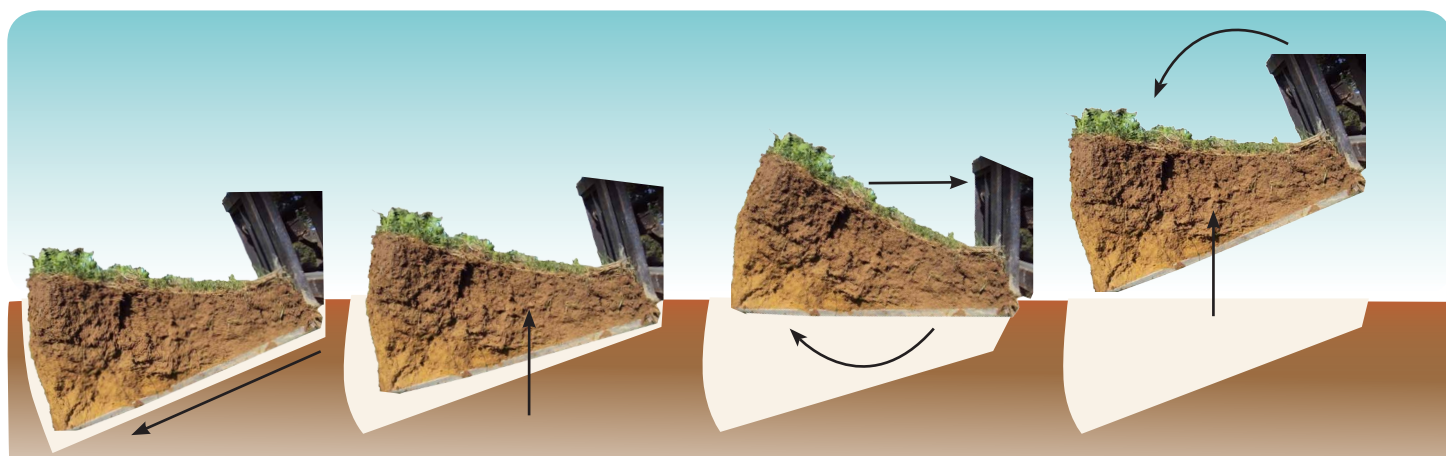
Comment prélever ?

1 Rapprocher les 2 palettes du chargeur avec un écartement de 20 à 30 cm
En sol fortement argileux (> 40 % d'argile), cela permet de limiter les contraintes sur celles-ci.
En sol sableux, cela évite l'effondrement entre les palettes du bloc prélevé.

2 Enfoncer complètement les palettes dans le sol avec un angle de 30° à 45°

3 Lever légèrement sans à-coups puis redresser les palettes pour éviter l'effondrement du bloc

4 Lever à la hauteur souhaitée pour l'observation et rebasculer à l'horizontale le bloc



Quand prélever ?

Éviter un sol trop sec pour faciliter l'observation de la structure :

- Période privilégiée : en interculture, à l'automne, pour prise de décision sur le travail du sol
- Périodes possibles : après un chantier contraignant pour observer l'effet des passages de roues ou au printemps pour observer l'enracinement des cultures



Interculture : période privilégiée

Où prélever et comment échantillonner ?

1^{er} prélèvement perpendiculaire au sens de travail du sol et sur une zone représentative de la parcelle (éviter les fourrières et les zones de débardage) ou centré sur un passage de roue visible pour évaluer l'effet du passage.

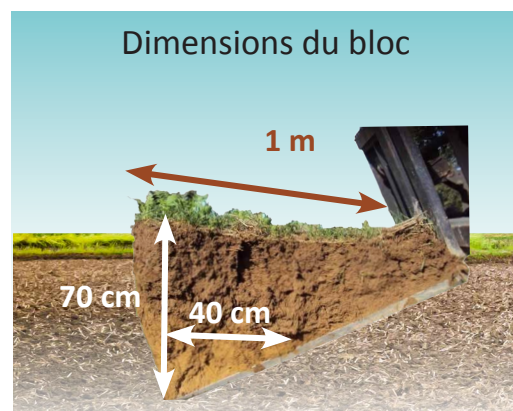
2nd prélèvement en décalé par rapport au premier, pour couvrir la variabilité latérale de la structure du sol. Si le second prélèvement donne un résultat significativement différent du premier, effectuer un troisième prélèvement.



Observation possible en culture, avec passages de roues visibles

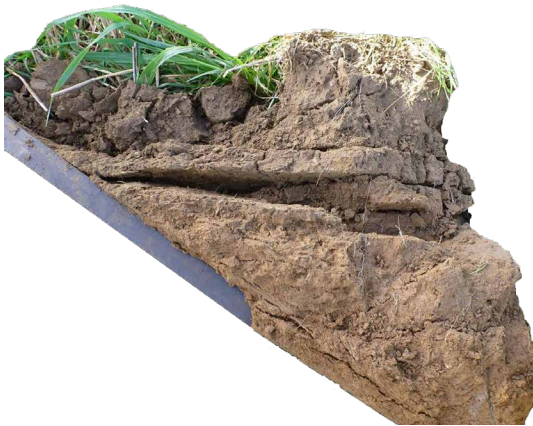


Grâce aux 2 prélèvements :
- 2 m d'observation totale en surface
- 80 cm à 1 m d'observation en profondeur



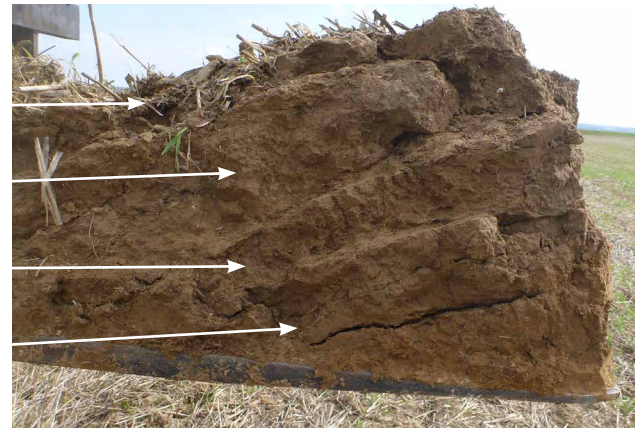
Les horizons de travail du sol

1 Délimiter les horizons de travail du sol en repérant au couteau les zones de rupture de continuité structurale (différence de cohésion) et dégager chaque horizon avec des petites marches d'escalier. Noter la profondeur de chaque horizon.



Apparition des horizons de travail du sol dès l'extraction du bloc

Horizon déchaumé
Horizon décompacté
Dernier labour
Labour plus profond



Horizons de travail du sol mis en évidence à l'aide du couteau

2 Noter les transitions entre chaque horizon

Lissage marqué
accompagné d'un défaut
d'enracinement à ce niveau



Corriger avec une dent à 5 cm
sous la zone de lissage

Lissage observé
mais les racines
traversent l'horizon



Prévenir en évitant d'intervenir avec le
même outil dans les mêmes conditions

Pas de discontinuités
entre horizons



Pas de changement
de pratiques

Apparence du bloc

Observer l'apparence du bloc sur une face pour chaque horizon en mettant en relief les zones compactes avec un couteau

Structure continue et massive - État C (compact, continu)



Caractéristiques :

- Bloc compact et massif
- Face de rupture nette, peu rugueuse, absence de mottes ou agrégats visibles
- Très peu de racines, souvent localisées dans les fissures et galeries

➤ Tassement récent non travaillé

Structure en mottes, peu de terre fine - État B (en bloc)



Caractéristiques :

- Mélange de mottes (>10 cm), agrégats et de vides
- Colonisation des racines principalement autour des mottes. Présence possible de quelques racines dans les mottes

➤ Ancien tassement repris par un labour ou décompactage

Structure grumeleuse, fragmentaire - État O (ouvert)



Caractéristiques :

- Porosité élevée
- Beaucoup d'agrégats, souvent d'origines biologiques (arrondis)
- Présence fréquente de mottes constituées de petits agrégats tenus par des racines
- Colonisation des racines de tout l'échantillon

➤ Pas de tassement

Observations particulières :



État compact

État ouvert, grumeleux

Si des différences apparaissent au sein du bloc prélevé, par exemple lié à un passage de roue, définir des zones homogènes.

Le prélèvement du bloc, lors de son extraction, met en évidence les fissures pré-existantes et en crée très peu, sauf une grande fissure qui part du bas (extrémité des palettes) jusqu'à la surface : celle-ci n'est pas à prendre en compte lors de l'observation.



Fissure créée lors de l'extraction, à ne pas prendre en compte lors de l'observation.

État de porosité des mottes - Évolution de la structure

Prélever des mottes ou des fragments de sol dans chaque horizon et zone homogène et observer l'état de porosité

Évaluer la proportion de zones tassées dans chaque horizon identifié sur la face d'observation du bloc et noter s'il y a un début de régénération (fissures, galeries, déjections)



TASSEMENT

Friable et très poreux (notées Γ gamma)

- Majorité d'agrégats biologiques
- Mottes colonisées par les racines
- Rupture très facile des mottes à la main
- Face de rupture rugueuse



Modérément tassé

- Peu de porosité visible
- Rupture facile des mottes à la main
- Face de rupture peu rugueuse



Sévèrement tassé (notées Δ delta)

- Sans porosité visible
- Pas ou très peu de racines dans la motte
- Rupture difficile des mottes à la main
- Face de rupture lisse
- Peut être accompagné de zones de réduction

PROCESSUS DE RÉGÉNÉRATION

FRAGMENTATION PAR LE TRAVAIL DU SOL



FISSURATION PAR LE CLIMAT



Mottes tassées fissurées notées ϕ Phi ou P - lamellaire

- Racines localisées dans les plans de fissuration
- Rupture facile des mottes au niveau des plans de fissuration
- Faces de rupture lisses

BIOTURBATION PAR LES VERS DE TERRE



Mottes tassées bioturbées

Présence de macropores biologiques et/ou déjections fraîches

- Racines localisées principalement dans les galeries

Les processus de régénération interagissent au sein d'un même sol, de façon variable selon la texture et le système de travail du sol

Agglomération

RÉGÉNÉRATION

Activité biologique, galeries et déjections de vers de terre

OBSERVATIONS
COMPLÉMENTAIRES

Apprécier les traces de bioturbation dans le sol par les vers de terre, qui produisent des galeries et agrégats biologiques arrondis

En structure favorable



Déjections fraîches



Macropores et déjections fraîches

En structure tassée



Macropores



Macropores et déjections fraîches

Une appréciation de la proportion de zones bioturbées (déjections et/ou galeries) peut être effectuée.

Pour aller plus loin...

Compter les galeries sur le fond du labour (ou de l'ancien labour) en dégagant l'horizon labouré



Compter les galeries sur un carré de 20 cm de côté, sur le plan horizontal sur le fond du labour (ou de l'ancien labour) puis multiplier par 25 pour obtenir le nombre de galeries par m².

Au delà de 400 galeries par m², soit plus de 15 galeries sur un carré de 20 cm de côté, niveau suffisant de perforation pour permettre l'enracinement des cultures à travers une zone tassée.

Enracinement

Lorsqu'une culture est en place, l'observation de l'enracinement et de la forme des racines permet de compléter l'évaluation de la structure du sol

Obstacle à l'enracinement

Racines «coudées»



Observation de voies préférentielles

Racines en «arête de poisson» dans les fissures









Racines en manchon dans les galeries de vers de terre



Bonne colonisation racinaire en profondeur



Pour l'aide à la décision vers une éventuelle correction mécanique – situations types

Apparence globale majoritaire du bloc et porosité des mottes	Horizon	Observations par horizon	Cause probable	Conseil
État massif et continu Zones tassées majoritaires (plus des 2/3 du bloc), non fissurées et peu perforées par les vers de terre	Horizon habituellement travaillé	 Structure continue massive dans l'horizon labouré	Tassement récent non repris par un travail du sol	Intervention mécanique recommandée sur l'horizon tassé, quelles que soient les cultures
	Horizon plus profond et non travaillé récemment ¹ (sous le labour actuel)	 Structure continue massive sous le labour	Tassement profond issu d'un chantier lourd en conditions humides	Décompactage recommandé sous la semelle, en particulier avant cultures sensibles, en conditions bien ressuyées Identifier les causes du tassement pour les prévenir
État continu ou en bloc Alternance de mottes tassées (1/3 à 2/3 du bloc) et de zones plus fragmentaires, ou État majoritairement tassé mais fissuré et/ou avec de nombreuses galeries de vers de terre	Horizon habituellement travaillé	 Structure en bloc, dans l'horizon labouré, 50 % de zones tassées	Ancien tassement repris par un labour ou un décompactage	Intervention mécanique recommandée avant cultures sensibles et avec une forte exigence de conformation racinaire
	Horizon plus profond et non travaillé récemment ¹ (sous le labour actuel)	 Structure continue massive sous le labour, mais fissurée et perforée	Ancien tassement qui se restructure par le climat et/ou l'activité biologique	État structural à surveiller Pas d'intervention mécanique utile en profondeur
État fragmentaire ou en bloc Peu de zones tassées (moins de 1/3 du bloc) <i>NB : si sol trop meuble et creux</i> ➤ effet négatif sur le système racinaire	Horizon habituellement travaillé	 Structure fragmentaire dans l'horizon labouré	Pas ou peu de tassement	Pas d'intervention mécanique, sauf éventuel rappuyage, si le sol est trop meuble juste avant une implantation
	Horizon plus profond et non travaillé récemment ¹ (sous le labour actuel)	 Structure en bloc, peu tassée, sous l'horizon labouré	Pas de tassement profond	Pas d'intervention mécanique utile en profondeur

¹ : Horizon entre le travail actuel et le labour ou décompactage le plus profond sur la parcelle

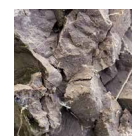
Pour l'expérimentation

- Estimer, dans chaque horizon, la proportion de zones tassées (Δ ou ϕ) sur la face d'observation
- Apprécier la proportion de zones bioturbées (galeries et/ou déjections fraîches)

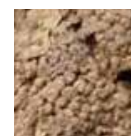
➤ **Voir fiche spécifique Expérimentateurs**



Zone Δ



Zone ϕ



Zone bioturbée

- Réalisation d'une fiche de synthèse à partir de la fiche de notation de terrain

Exemple d'une fiche de synthèse

Parcelle : *La forêt*

Date d'observation : 03/11/2015

Culture en place : *après la récolte du maïs*

Précédent cultural : *blé*

Date du dernier chantier contraignant : *nov 2013*

Emplacement du mini-profil dans la parcelle :

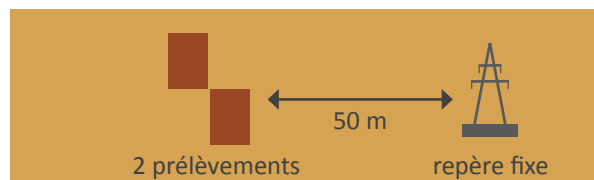


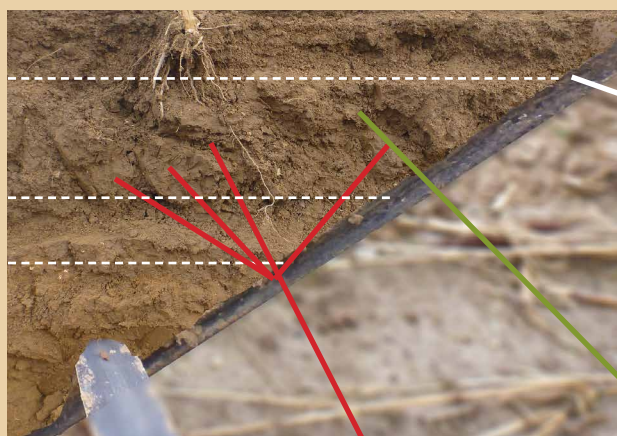
Photo du 1^{er} mini-profil prélevé

Reprise du labour : 7 cm

Fond du labour actuel : 26 cm

Labour le plus profond : 33 cm

Horizon pédologique (sous-sol)



Lissage d'un outil à ailette lors de la reprise du labour



Structure observée dans chaque horizon :

Horizon labouré :

- État en bloc
- Environ 25 % de zones tassées
- Nombreuses galeries et déjections fraîches dans les zones non tassées
- Enracinement principalement autour des zones tassées



Horizon sous le labour actuel, jusqu'au labour le plus profond :

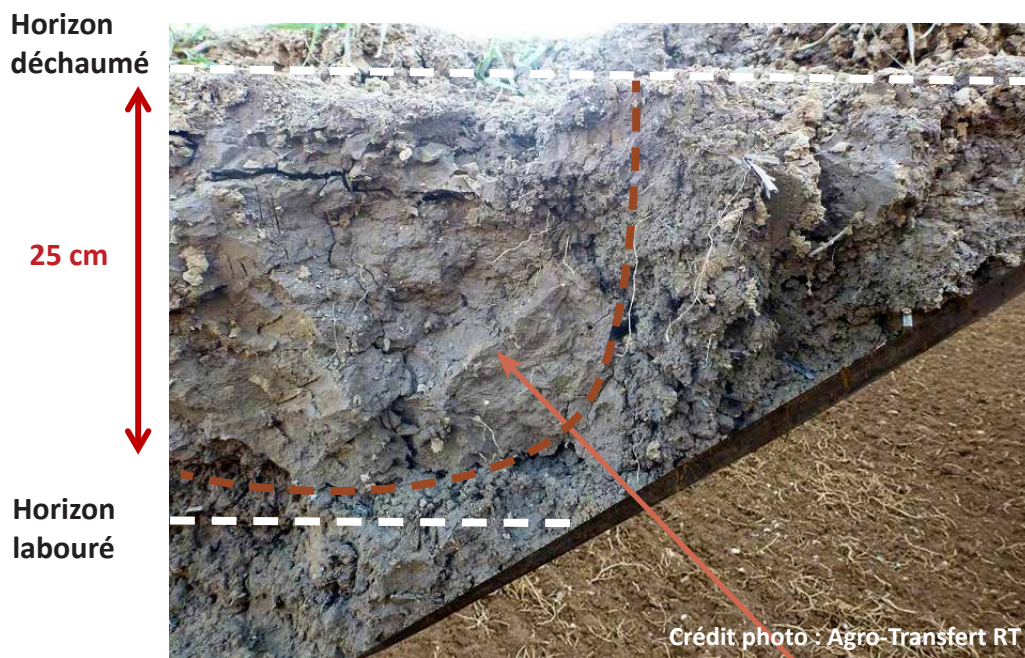
- État continu massif
- Horizon tassé mais fissuré et perforé par des galeries
- 18 galeries sur un carré de 20 cm de côté, soit environ 450 galeries /m²
- Enracinement principalement dans les fissures



Synthèse sur les 2 mini-profil prélevés sur la parcelle :

- Structure favorable dans l'horizon labouré : peu de zones tassées
- Ancien tassement sous le labour, qui se régénère par le climat et l'activité biologique
- Intervention de restructuration mécanique non nécessaire, ni en profondeur, ni en surface

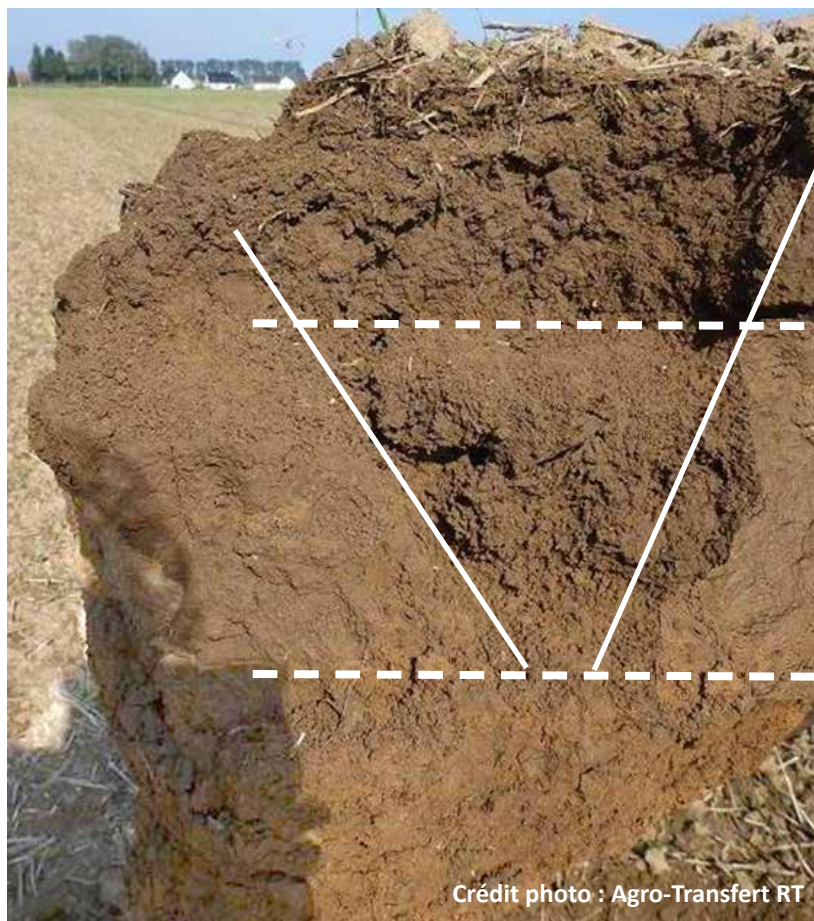
- Repérer la profondeur atteinte par un tassement après un chantier contraignant grâce à un prélèvement ciblé sur un passage de roue



Observation après une récolte de pois de conserve en conditions humides : tassement de la récolteuse jusqu'à 25 cm de profondeur

Zone tassée sous la roue

- Évaluer l'efficacité et la profondeur d'un travail du sol



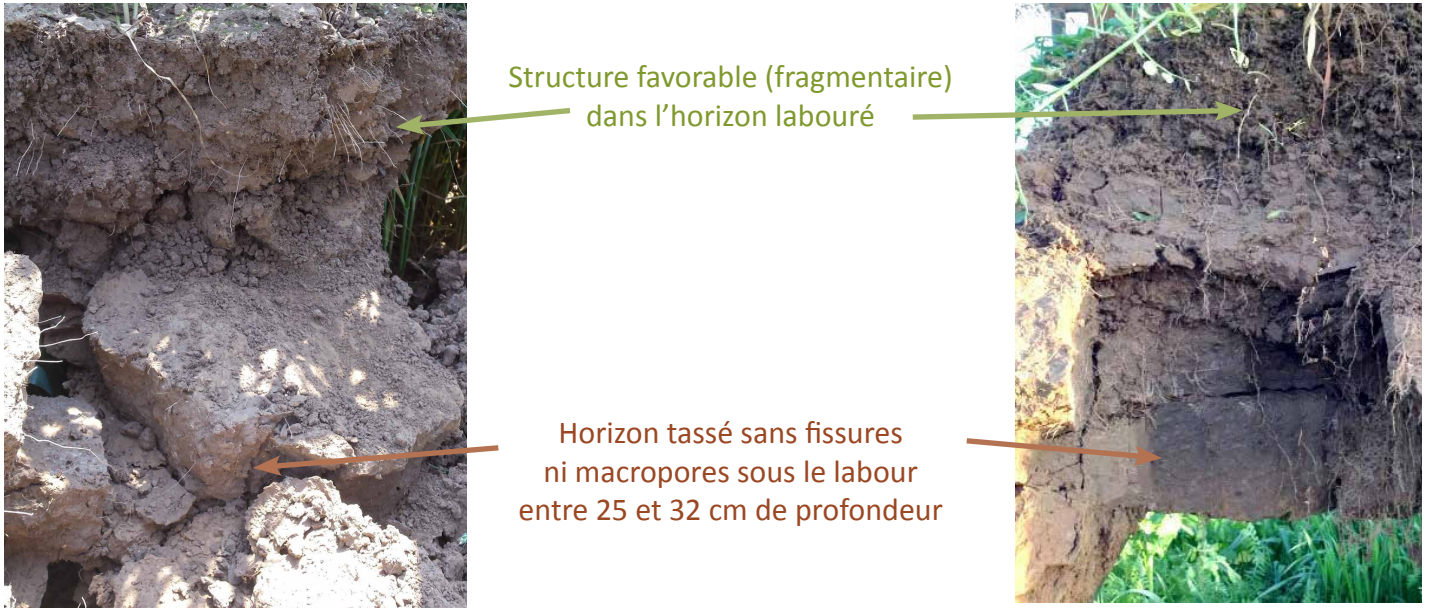
Horizon déchaumé

Horizon labouré

Observation après un décompactage profond : observation du V de fissuration créé lors du passage de la dent, jusqu'à 30 cm de profondeur

- **Évaluer la nécessité d'une intervention mécanique en profondeur**

2 prélèvements sur une zone représentative de la parcelle



Horizon avec tassement sévère, non fissuré et très peu perforé par les galeries de vers de terre : nécessité d'une intervention mécanique en profondeur pour corriger le défaut de structure observé.

Types d'utilisation

- **Utilisation individuelle pour diagnostiquer la structure du sol**
- **Utilisation collective, pour la sensibilisation et l'animation de tours de plaine de groupe d'agriculteurs**



Un support pour évoquer les sujets d'agronomie et de fertilité du sol, pour sensibiliser les agriculteurs aux risques de tassement.

Ce document a été réalisé dans le cadre du projet Sol-D'Phy, sur la gestion durable de la fertilité physique des sols cultivés.

Ce projet vise à aider les agriculteurs à mieux gérer la structure de leur sol, en particulier à :

- Prévenir les risques de tassement
- Diagnostiquer facilement la structure du sol
- Prendre conscience des conséquences des tassements
- Identifier les mécanismes de régénération naturelle du tassement

Ce guide s'appuie sur la démarche de description du profil cultural (Gautronneau et Manichon, 1987, révisé par Boizard et al., 2016).

POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS

Vincent Tomis, Agro-Transfert RT
v.tomis@agro-transfert-rt.org

Claire Turillon, Agro-Transfert RT
c.turillon@agro-transfert-rt.org

Annie Duparque, Agro-Transfert RT
a.duparque@agro-transfert-rt.org

APPUI SCIENTIFIQUE

- Hubert Boizard, INRA
- Jean Roger-Estrade, AgroParisTech



Document distribué par :

