

Complémentarité des méthodes de diagnostic de la structure du sol

Guide complémentaire aux 3 méthodes



Guide élaboré 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 :

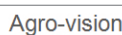
Partenaires financiers



Ce projet est co-financé par l'Union européenne avec le Fonds européen de développement régional (FEDER)



Partenaires scientifiques et techniques



Principes

Objectif des méthodes

Chaque méthode de diagnostic de la structure du sol apporte des informations sur l'état structural du sol, mais aucune des méthodes, utilisée individuellement, ne permet un diagnostic suffisamment complet à l'échelle d'une parcelle pour répondre aux différentes questions courantes sur le terrain. Ce type de diagnostic est accessible en combinant les différentes méthodes simplifiées, présentées par ailleurs par les guides méthodiques « Tige pénétro », « Test bêche Structure et Action des vers de terre », « Mini-profil 3D », entre-elles, ou avec le profil cultural complet (Boizard et al, 2016).



VOCATION DU GUIDE

► POUR QUI ?

- Les conseillers de terrain et expérimentateurs, agriculteurs

► POURQUOI ?

Chaque méthode de diagnostic a un domaine d'utilisation propre, défini par ses intérêts et ses limites.

- La bêche permet un diagnostic rapide de la structure des 25 premiers cm du sol, mais n'autorise pas l'observation en profondeur.
- La tige pénétro permet de détecter des problèmes de tassements profonds non repérés avec la bêche, mais ne renseigne pas sur le type de porosité présente.
- Le mini-profil 3D offre un diagnostic plus approfondi en ce qui concerne le type de porosité sur les différents horizons (couche travaillée et non travaillée), mais la zone étudiée reste limitée du fait du faible nombre de prélèvements.
- Le profil cultural complet lève les limites du mini-profil 3D, mais reste très lourd à entreprendre et ne peut pas être répété facilement, ni sur la surface d'une parcelle ni dans le temps.











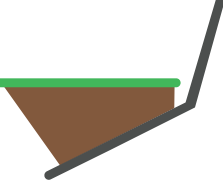





L'utilisation combinée des différentes méthodes permet de bénéficier des avantages de chacune pour traiter les différentes problématiques de gestion de la structure du sol.

SOMMAIRE

- Principes
- Caractéristiques de chaque méthode
- Guide de décision pour l'utilisation complémentaire des méthodes
- Études de cas

Caractéristiques de chaque méthode

Intérêts et limites de chaque méthode

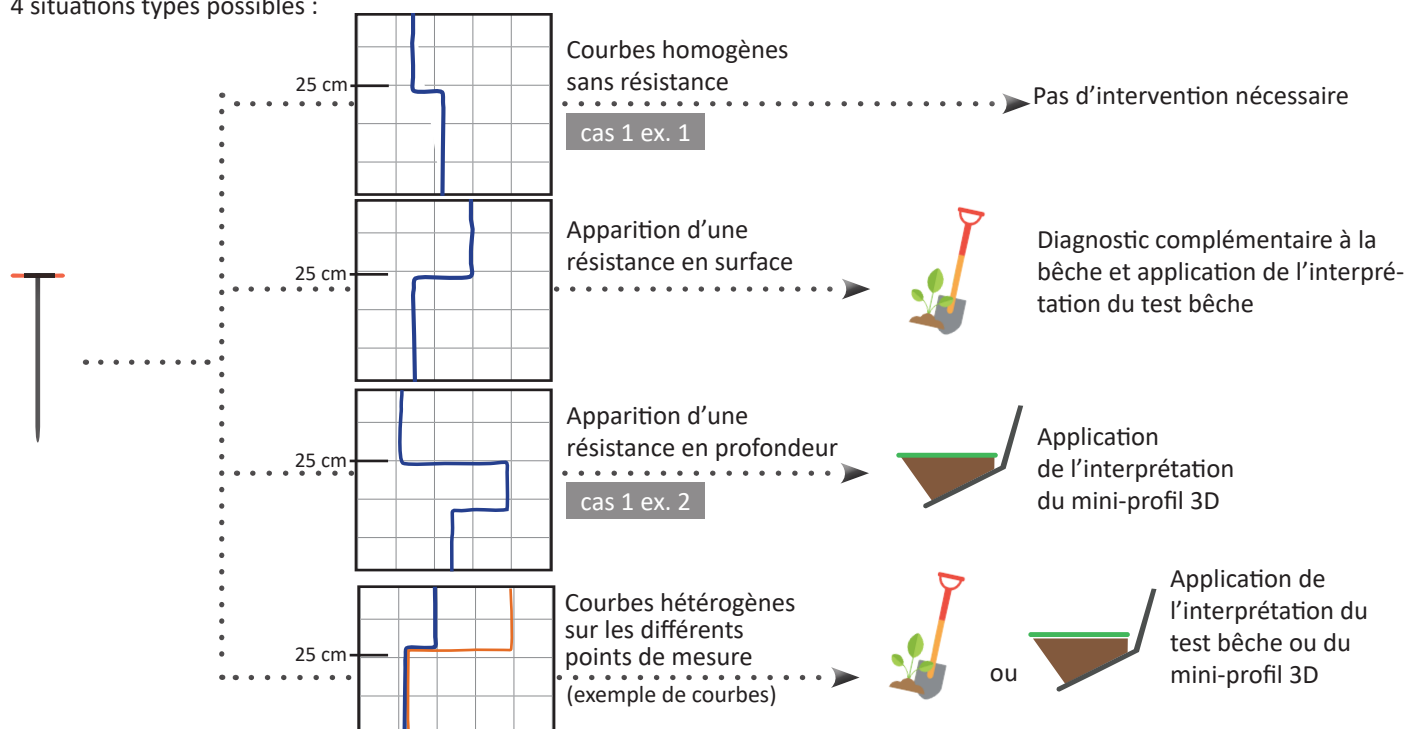
	Méthodes de diagnostic simplifiées			Profil cultural
	Tige pénétrométrique	Méthode bêche	Mini-profil 3D	
				
Profondeur diagnostiquée	80 cm 	25 cm 	60 cm 	120 cm 
Période d'observation	Période restreinte, de décembre à début avril	Dès que l'humidité du sol permet d'enfoncer la bêche	Toute l'année, périodes privilégiées : automne et sortie d'hiver	Toute l'année, périodes privilégiées : automne et sortie d'hiver
Matériel nécessaire	Tige métallique	Bêche	Télescopique ou chargeur frontal	Pelle mécanique
				
Informations obtenues	Détection des problèmes de tassement en surface et en profondeur	Diagnostic de la structure sur les 25 premiers cm du sol	Diagnostic approfondi de la structure du sol en surface et en profondeur	Diagnostic approfondi de la structure du sol en surface et en profondeur
Facilité de mise en œuvre et d'interprétation	Très facile  <i>après une courte formation</i>	Prise en main rapide  <i>après une courte formation</i>	Demande un peu d'entraînement au début  <i>après une courte formation</i>	Nécessite une expertise approfondie  <i>après 1 formation poussée</i>
Rapidité de mise en œuvre	15 min / parcelle	30-45 min pour 6 prélèvements / parcelle	20 min pour 2 mini-profil / parcelle	2-3h / profil
Surface de la parcelle explorée	Toute la parcelle via des transects	Zone limitée dans la parcelle	Zone restreinte du fait du faible nombre de prélèvements possibles	Zone restreinte (3 m de large)
Légende : ■ Intérêts ■ Intérêts +/- ■ Limites				

Guide de décision pour l'utilisation complémentaire des méthodes

1. A partir du témoignage de l'agriculteur, formuler les questions de gestion de l'état structural du sol à traiter sur la parcelle. 2. Localiser les zones d'observation et de réalisation des tests. Une cartographie de la végétation à l'aide d'un drone peut aider à identifier des zones dont le développement végétatif est plus faible, en lien avec l'état structural du sol. 3. Choisir la démarche à suivre pour combiner les tests et décider du nombre de points d'observation par zone en s'appuyant sur les cas types suivants :

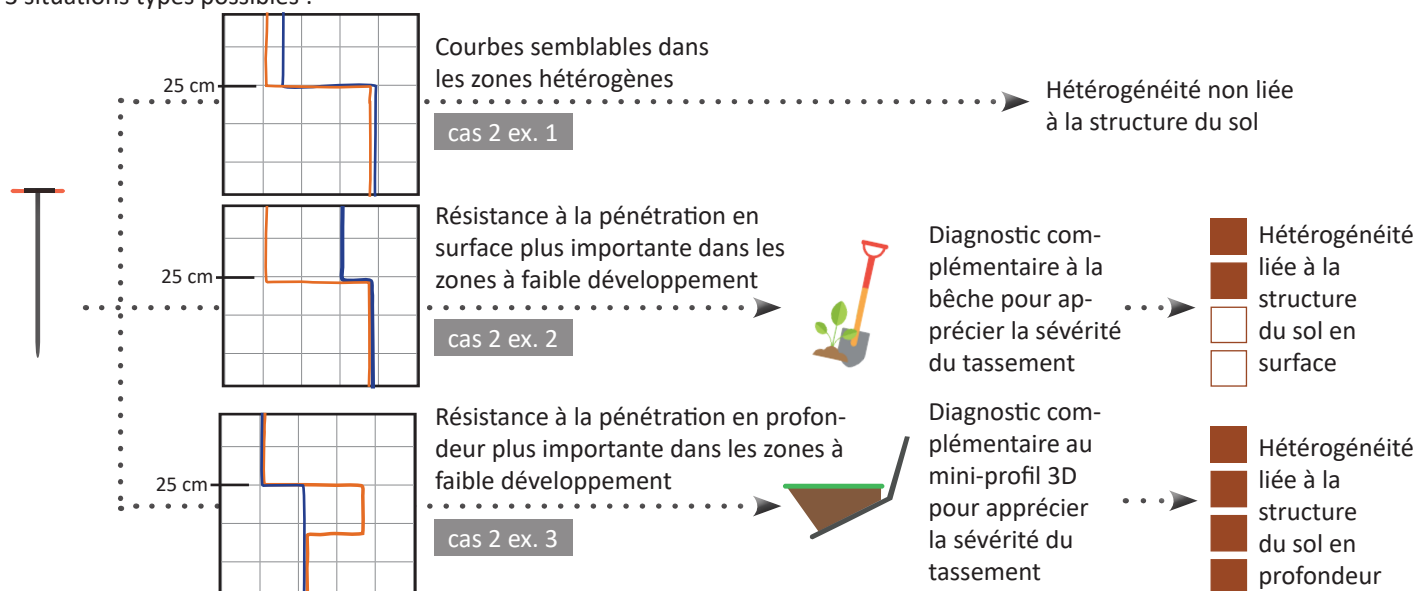
Pour évaluer la nécessité de travailler le sol avant l'implantation d'une culture suivante ?

4 situations types possibles :



Pour observer l'hétérogénéité dans le développement des cultures : est-ce un effet structure du sol ?

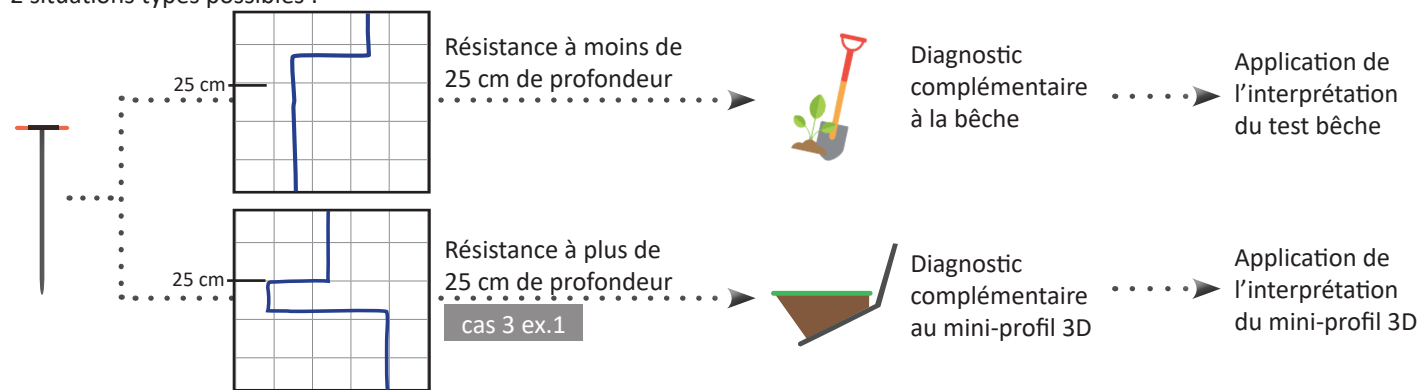
3 situations types possibles :



Résistance en surface = jusqu'à 25 cm de profondeur - Résistance en profondeur = au-delà de 25 cm de profondeur

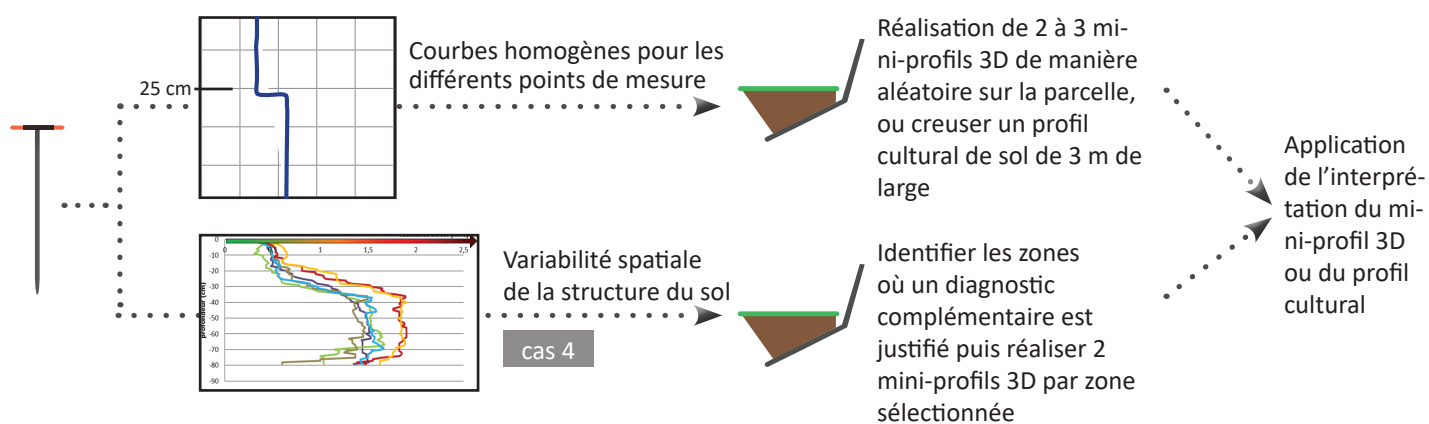
Pour évaluer la profondeur d'un tassement sous un passage de roue

2 situations types possibles :



Pour mettre en place un essai, diagnostic approfondi d'une parcelle

2 situations types possibles :



Note : lorsque les conditions d'humidité ne permettent pas d'utiliser la tige pénétrométrique (après la mi-avril sur cultures d'hiver), l'utilisation directement du mini-profil 3D est recommandée.



Bêche



Tige pénétro



Mini-profil 3D

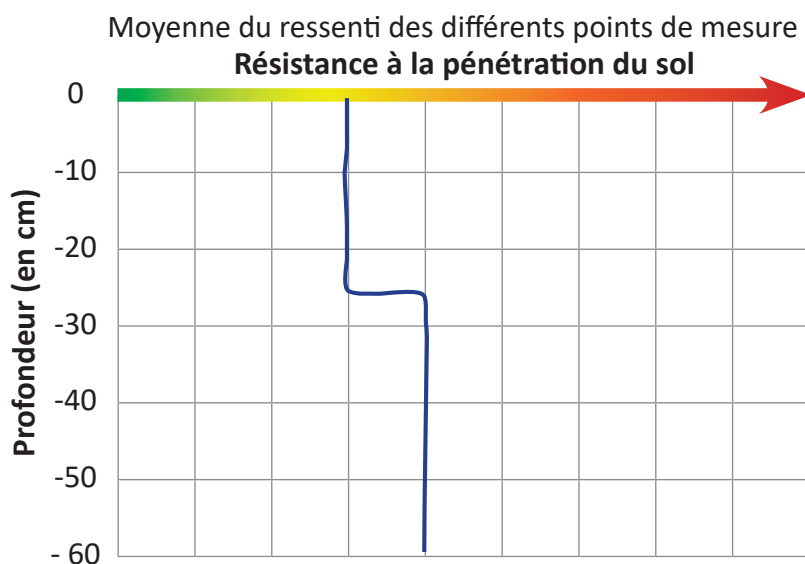


Études de cas

Diagnostic pour décision d'un travail du sol avant implantation d'une betterave

Cas 1 ex. 1 PARCELLE DE LIMON DERRIÈRE ORGE DE PRINTEMPS

RÉALISATION DE 3 SÉRIES DE 10 MESURES AVEC LA TIGE PÉNÉTRO, EN PERPENDICULAIRE AU SENS DE TRAVAIL DU SOL DISPOSÉS EN DIAGONAL SUR LA PARCELLE

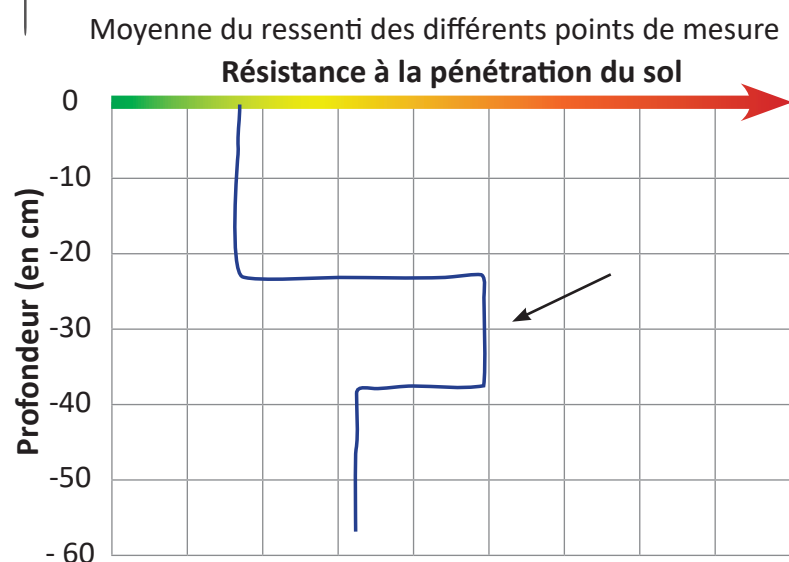


Courbes homogènes sans résistance apparente

Décision : pas de nécessité d'un travail du sol profond pour l'implantation de la culture

Cas 1 ex. 2 PARCELLE EN LIMON ARGILEUX DERRIÈRE BLÉ

RÉSULTATS DE LA TIGE PÉNÉTRO



Résistance ressentie à 25 cm de profondeur : diagnostic complémentaire au mini-profil 3D nécessaire

RÉALISATION DE 2 MINI-PROFILS 3D



Confirmation de la zone tassée entre 25 et 40 cm de profondeur.

Décision : Compte tenu de la sévérité du tassement observé, avec très peu de fissures, un travail profond de fissuration est nécessaire avant implantation de la betterave, culture sensible à la structure du sol



Attention aux conditions de réalisation du travail profond : il faut éviter la création d'un nouveau tassement. En effet, le travail du sol sensibilise les horizons aux tassements. Il faudra être vigilant lors de la récolte des betteraves.

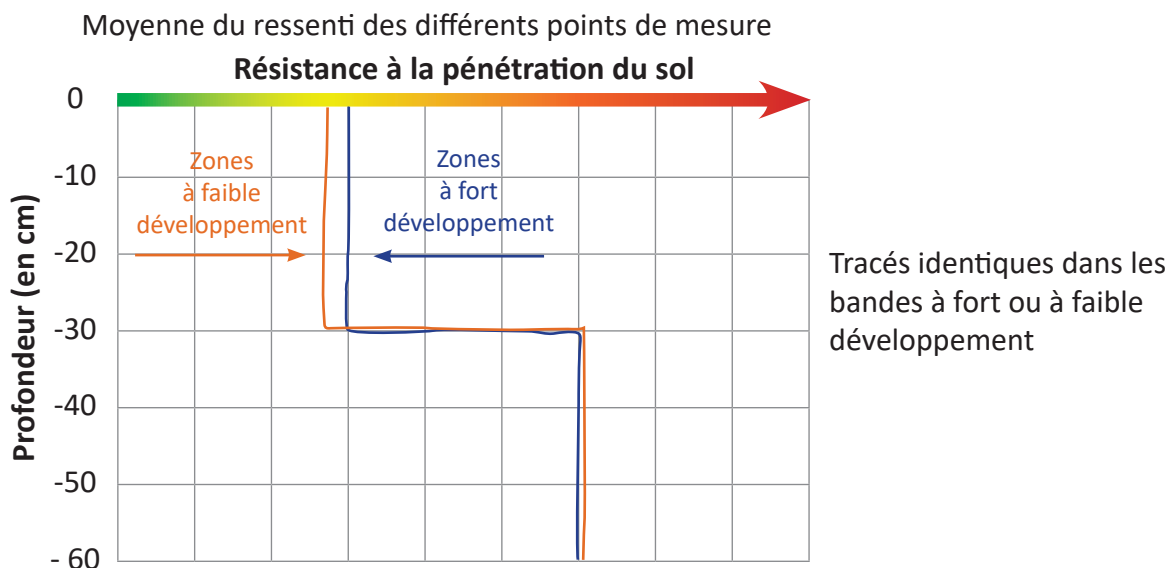
Observation de l'hétérogénéité d'une culture : effet structure sol ?

Cas 2 ex. 1

HÉTÉROGÉNÉITÉ SUR DU BLÉ EN SORTIE D'HIVER, AVEC UN PRÉCÉDENT BETTERAVE ARRACHÉ EN MAUVAISES CONDITIONS

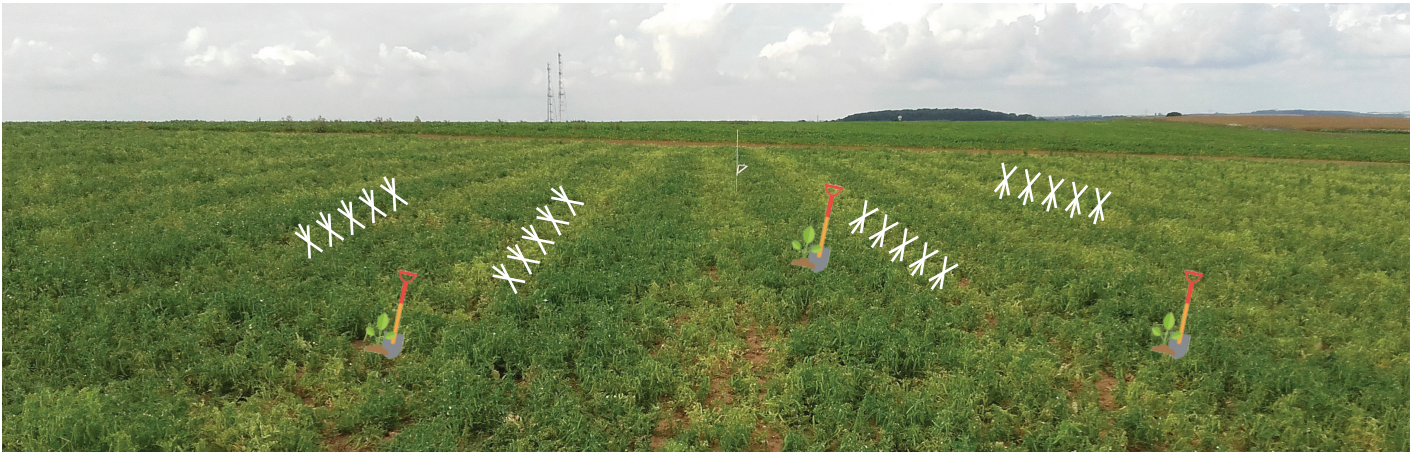


RÉALISATION DE 2-3 SÉRIES DE 10 MESURES AVEC LA TIGE PÉNÉTRO LE LONG DES BANDES OBERVÉES

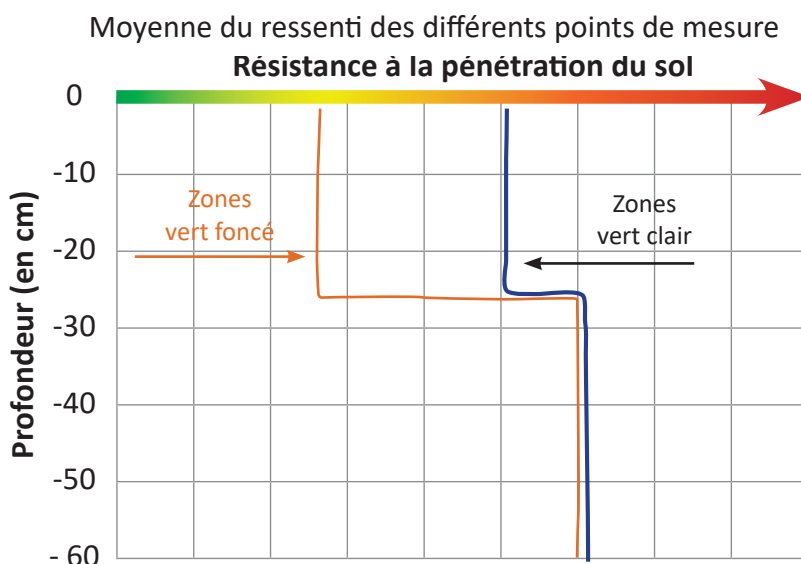


Diagnostic final : Hétérogénéité non liée à un problème de structure du sol mais liée à la mauvaise répartition des fanes de betteraves

Cas 2 ex.2 HÉTÉROGÉNÉITÉ SUR DES POIS AU PRINTEMPS



RÉALISATION DE 2-3 SÉRIES DE 10 MESURES AVEC LA TIGE PÉNÉTRO LE LONG DES BANDES OBERVÉES



Résistance à la pénétration en surface plus importante dans les passages vert clair, à faible développement de la culture : diagnostic complémentaire à la bêche nécessaire



RÉALISATION DE 6 PRÉLÈVEMENTS À LA BÊCHE (3 DANS CHAQUE ZONE)

Bêchées sur bandes vert foncé

Bêchées sur bandes vert clair



Structure favorable (Sq 3) et bioturbation importante

Structure compacte très défavorable (Sq 5) et peu de bioturbation

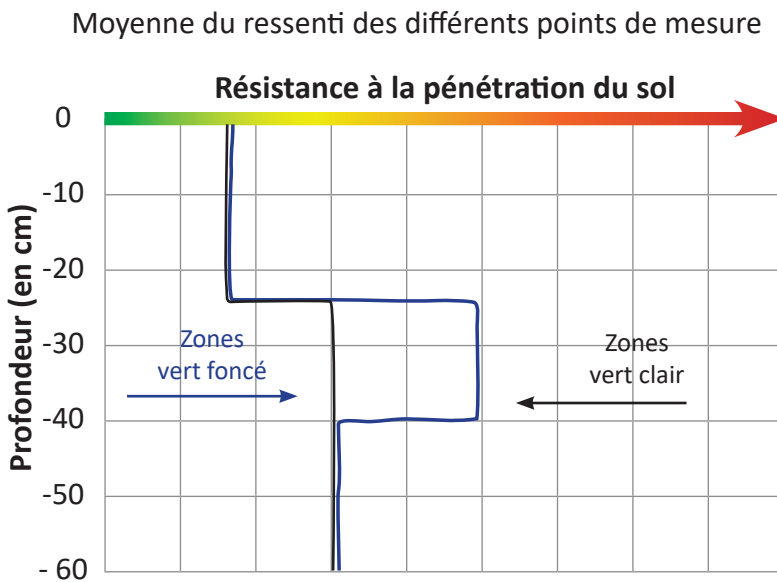
Diagnostic final : Hétérogénéité liée au tassement lors du semis des pois

HÉTÉROGÉNÉITÉ SUR DU BLÉ EN SORTIE D'HIVER, AVEC UN PRÉCÉDENT POMMES DE TERRE ARRACHÉ EN CONDITIONS HUMIDES, SUIVI D'UN LABOUR À 25 CM POUR L'IMPLANTATION DU BLÉ



RÉALISATION DE 2-3 SÉRIES DE 10 MESURES AVEC LA TIGE PÉNÉTRO LE LONG DES BANDES OBERVÉES

RÉALISATION DE 2 MINI-PROFILS 3D



Résistance à la pénétration en profondeur plus importante dans les passages vert clair : diagnostic complémentaire au mini-profil 3D

Confirmation de la zone tassée sous la profondeur de labour au niveau des passages de roues de l'automotrice à pomme de terre

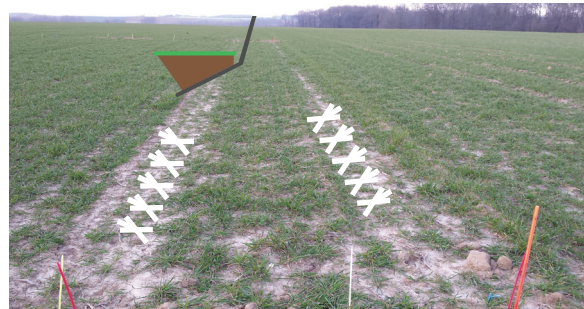
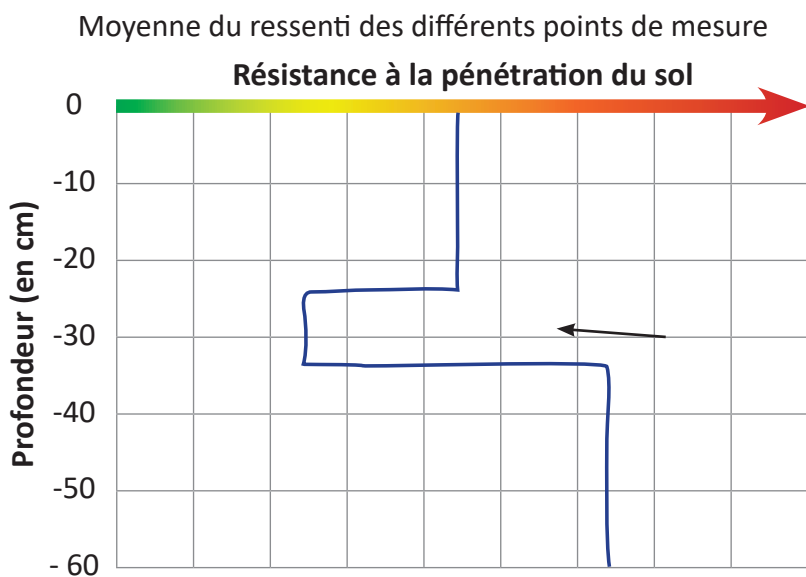
Décision : Compte tenu de la sévérité du tassement observé, avec très peu de galeries de vers de terre et de fissures (car tassement récent qui n'a pas évolué), un travail profond de fissuration serait justifié après la récolte du blé (cf p6 vigilance vis-à-vis d'un travail profond)

Évaluation de la profondeur atteinte par un tassement sous un passage de roue

Cas 3

OBSERVATION CIBLÉE SUR UN PASSAGE DE ROUE POUR REPÉRER LA PROFONDEUR ATTEINTE PAR UN TASSEMENT APRÈS UN CHANTIER DE RÉCOLTE DE PETITS POIS EN CONDITIONS HUMIDES

RÉALISATION DE 2-3 SÉRIES DE 10 MESURES AVEC LA TIGE PÉNÉTRO LE LONG DES BANDES OBSERVÉES

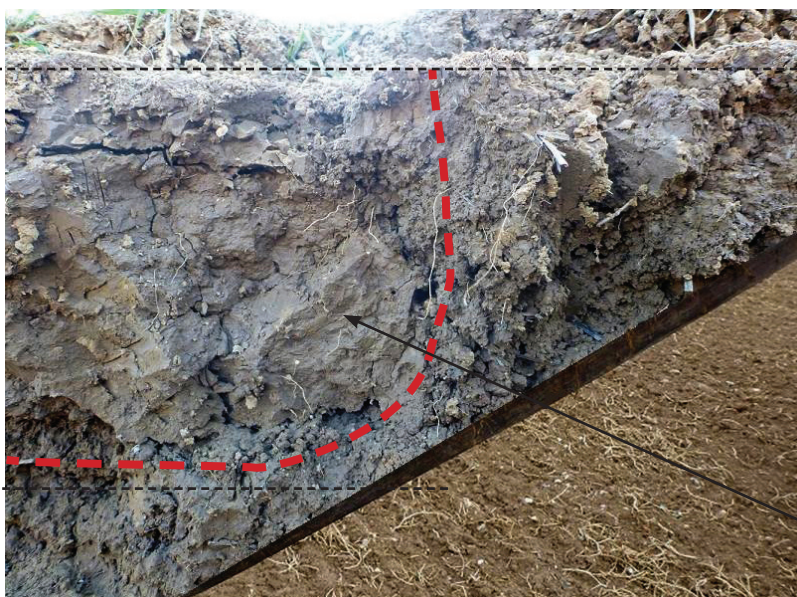


Résistance à la pénétration jusqu'à 25 cm de profondeur, puis fond de labour repéré à 30 cm de profondeur

Diagnostic approfondi avec le mini profil 3D nécessaire pour observer la sévérité du tassement

RÉALISATION DE 2 MINI-PROFILS 3D

Horizon déchaumé



Horizon labouré

Confirmation de la zone tassée jusqu'à 25 cm de profondeur

Zone tassée sous la roue

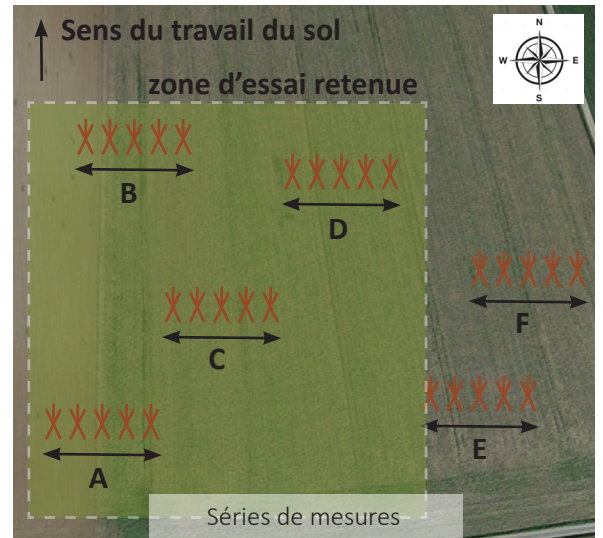
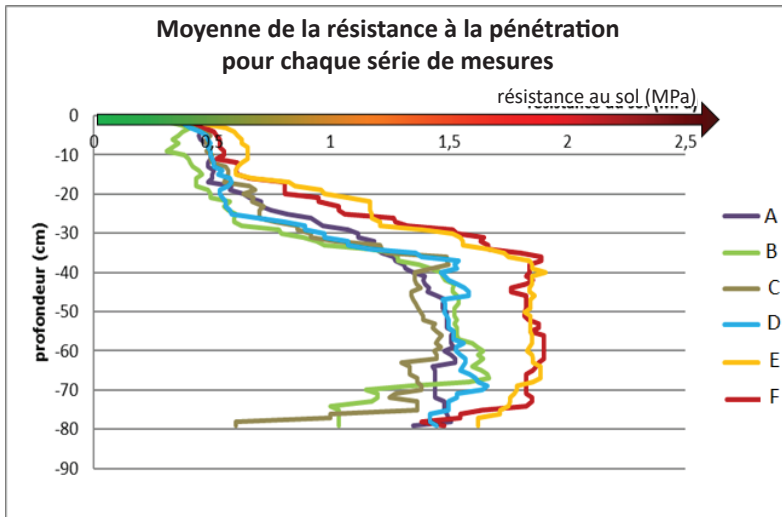
Décision : Un travail du sol à 25 cm de profondeur est justifié avant l'implantation de la culture suivante

Diagnostic approfondi d'une parcelle pour délimiter un essai dans une parcelle agricole

Cas 4 MISE EN PLACE D'UN ESSAI

RÉALISATION DE 6 SÉRIES DE 10 MESURES AU PÉNÉTROMÈTRE EN SORTIE D'HIVER

Vérification, au pénétromètre électronique ou à manomètre, de l'homogénéité de l'état structural dans la parcelle ciblée pour accueillir l'essai



Résistance à la pénétration plus importante dans les zones E et F de la parcelle au-delà de 20 cm de profondeur

> Diagnostic complémentaire avec le mini profil 3D



RÉALISATION DE 2 MINI-PROFILS 3D

Partie Ouest (séries de mesures A à D)



Partie Est (séries de mesures E et F)



Confirmation d'une zone tassée, au-delà de 25 cm de profondeur, sur la partie Est de la parcelle. La texture est également plus argileuse en profondeur sur la partie Est.

Décision : Afin de disposer d'une texture et structure de sol homogène sur l'ensemble de la parcelle d'essai, la partie Est de la parcelle (séries de mesures E et F) est écartée de la zone d'essai.

Document réalisé dans le cadre du projet Sol-D'Phy, «Gestion Durable de la fertilité Physique des Sols cultivés».

Ce projet a pour objectif d'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

AUTEURS

Vincent Tomis

v.tomis@agro-transfert-rt.org

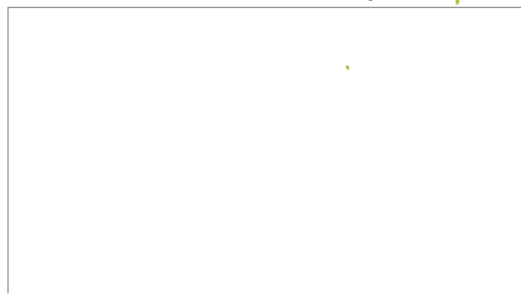
Claire Turillon

c.turillon@agro-transfert-rt.org

Annie Duparque

a.duparque@agro-transfert-rt.org

Document distribué par :



APPUI SCIENTIFIQUE

Hubert Boizard, INRA

Accédez à la version numérique de ce guide et des guides associés sur le site agro-
transfert-rt.org : <http://www.agro-transfert-rt.org/sorties-du-projet-sol-dphy/>



Référence citée :

Boizard H., Peigné J., Sasal M.C., Guimaraes M.F., Piron D., Tomis V., Vian J.F., Cadoux S., Ralisch R., Tavares Filho, J., Heddadj D., De Battista J., Duparque A., Franchini, J.C Roger-Estrade, J. Developments in the “profil cultural” method for an improved assessment of soil structure under no-till, Soil Tillage Res. (2016)