

# Betteravenir 2023 : Le tassement du sol

Alix Hubaux, Marie Gilard & François Huytens

Le 25 et 26 octobre dernier s'est tenu la septième édition de Betteravenir à Berny-en-Santerre (France). Betteravenir, accueillant Beet Europe, est le plus grand salon professionnel européen dédié à la culture de betterave.

Cette année, le salon a accueilli près de 150 exposants et plus de 10 000 visiteurs malgré la météo capricieuse. De nombreuses nationalités se sont côtoyées lors de ces deux journées.

Le ministre français de l'agriculture, Marc Fesneau, a également fait le déplacement pour, notamment, inaugurer le stand PNRI dédié à la recherche sur la jaunisse de la betterave en France. Le représentant du Ministre belge de l'agriculture David Clarinval s'est quant-à-lui rendu dans le stand belge où les projets traitant du même sujet étaient présentés.



Figure 1 : Emmanuel Wart, représentant du Ministre Clarinval entouré des chercheurs actifs dans les projets ViroBett et VirBi-Con ainsi que du puçeron géant de l'IRBAB

Ce stand présentait le projet ViroBett, mené par le CRA-W et l'IRBAB ainsi que le projet VirBiCon mené par l'IRBAB, KULeuven et ILVO.

Beet Europe, organisé conjointement avec l'IIRB, accueillait les constructeurs de machines

d'arrachage et de déterrage, en démonstration sur le champ pendant les deux jours.

Lors de cette édition de Betteravenir, le sol était mis à l'honneur au sein du village technique. Le thème précis de celui-ci était « Anticiper le risque de tassement ».

Ce village technique était animé conjointement par l'Institut technique de la betterave (l'ITB), Terreos, Agro-transfert et l'IRBAB.

Le risque de tassement du sol pouvait être mis directement en lien avec les démonstrations d'arrachage ayant eu lieu durant ces deux journées. L'arrachage des betteraves est de plus en plus mécanisé avec des machines pouvant peser jusqu'à 80 tonnes une fois chargées. Il est donc important de penser au risque de tassement que celles-ci peuvent provoquer à la suite d'un arrachage dans des mauvaises conditions ou dans des conditions non optimisées et plus important encore de les anticiper.



Figure 2 : à gauche, une débardeuse de 80 m<sup>3</sup> (4 essieux), à droite intégrale classique à trois essieux

Dans le village technique dédié au tassement du sol, quatre pôles étaient présentés. Ceux-ci étaient les suivants :

- Diagnostiquer
- Sensibiliser
- Expliquer
- Anticiper

Dans cet article, ces quatre pôles vont être passés en revue.

## Expliquer

### Définition

Pour bien commencer, il est important de définir le tassement.

Le risque de tassement peut être illustré comme une balance dont l'équilibre peut-être modifier en fonction de différents éléments placés sur ses deux plateaux.



Figure 3 : Balance du risque de tassement, Source : Poster « Le tassement des sols », Betteravenir 2023

D'un côté se retrouve la résistance du sol comprenant notamment l'humidité et la texture (teneur en argile) du sol mais également la densité apparente de celui-ci et sa teneur en matière organique.

De l'autre côté se retrouve la contrainte exercée sur le sol. Cette contrainte est plus ou moins importante selon la charge appliquée par roue, la pression des pneus, le type de

pneumatique (largeur de pneu,...), nombre d'essieux,...

Lorsque la **résistance** du sol est **supérieure** à la **contrainte** exercée sur le sol alors il n'y a pas de risque de tassement. Pour que la résistance du sol soit assez élevée, l'humidité de celui-ci doit être limitée. Une teneur en argile élevée est également bénéfique dans des conditions sèches. Pour diminuer la contrainte, il faut limiter la charge par essieu, choisir des pneumatiques assez larges et diminuer leur pression pour répartir la charge sur une plus grande surface.

Lorsque la **résistance** du sol est **inférieure** à la **contrainte** exercée sur le sol alors le risque de tassement est présent. Dans ce cas, cela peut-être dû à des conditions de travail non optimales (humidité du sol trop élevée) diminuant la résistance du sol. Le sol peut-être également peu portant de par sa texture. Le risque de tassement peut aussi être dû à une contrainte trop élevée exercée sur le sol. Notamment en travaillant avec une charge par essieu trop élevée, avec une pression de pneu non adaptée,...

Dans ce village technique, deux profils lasagne (alternance de couche de sable et de terre) ont été réalisés afin de visualiser la différence de tassement dû au passage d'une roue de tracteur différant par le poids par roue et par la pression des pneus.



Figure 4 : à gauche : essieu avant, 4,4t/roue, pression 1,1 bar ; à droite : essieu arrière, 5,2t/roue, pression 1,7 bar

À gauche, le profil a subi le passage de l'essieu avant d'un tracteur chaussé en VF650/60R34, avec une pression de 1,1 bar et une masse par roue de 4,4 tonnes.

À droite, c'est l'essieu arrière d'un tracteur muni de la même largeur de pneu (VF 650/65R42) avec une charge supérieure par roue (5,2t/roue) et une pression supérieure (1,7 bar) qui est passé sur le profil.

Le profil de gauche est moins compacté que celui de droite étant donné que la charge est moins élevée et la pression du pneu est inférieure et permet d'augmenter la surface du pneu et de limiter la compaction en profondeur. La différence n'est cependant pas très visible sur ce profil photo.

### Que faire pour "rattraper" le tassement ?

Le tassement n'est pas toujours visible. Celui-ci peut-être présent en profondeur (>20cm) et c'est ce type de tassement qu'il faut limiter au maximum. Celui-ci est difficile à « récupérer » à moins d'employer des outils travaillant très profondément mais qui fait consommer également beaucoup de carburant. Le tassement superficiel (<10cm) est le plus visible mais est plus facilement « rattrapable » par le travail du sol et la préparation du lit de semis.

Certains tassement peuvent être **régénérés naturellement** mais cela prend du temps. Les **vers de terre** aident notamment cette régénération naturelle. Ce processus est lent et peut prendre plus de 3 ans.

Lorsque le tassement est important et est présent en profondeur, l'utilisation d'outils travaillant plus profondément le sol peut être un levier à actionner. Différents types de lames peuvent être utilisés sur les **décompacteurs**. Voici leurs avantages et limites :

Type de lames	Avantages	Limites
Dents droites avec pointes décalées 	- Horizons respectés (effet de vague) - Bon nivellement de surface	- Création d'une rupture de capillarité - Risque de lissage
Dents droites incurvées vers l'avant 	- Forme de dent qui s'enfonce même en sol dur	- Bouleversement des horizons - Risque de remontée des blocs
Dents droites et fines 	- Possibilité de travailler en profondeur	- Risque de descente de terre fine
Dents « Michel » 	- Pas de lissage - Action verticale et horizontale - Moins sensible aux conditions d'humidité du sol	- Léger mélange des horizons - Difficultés à atteindre les zones tassées en profondeur

Tableau 1 : Tableau explicatif des différentes lames de décompacteur, Source : Guide « Tassements des sols : Prévenir et corriger leurs effets », Agro-Transfert

La mise en place de **couverts** avec des systèmes racinaires variés peut également permettre une régénération naturelle. L'action de leurs racines permettra de fragmenter les mottes compactes mais leurs effets restent tout de même limités.

L'action du **gel** et du **dégel** aide aussi au fractionnement des mottes ainsi que l'action de l'**humectation** et de la **déshumectation**.

### Diagnostiquer

Pour évaluer si un sol est tassé et en connaître d'avantage sur sa structure, plusieurs méthodes de diagnostic existent. Celles-ci sont complémentaires et ont été présentées lors du village technique du salon.

Dans le tableau suivant, les informations importantes pour chacune des méthodes sont résumées.

Profondeur diagnostiquée	80cm	25cm	60cm	120cm
Période d'observation	Période restreinte : Décembre – début avril	Dès que l'humidité du sol permet d'enfoncer une 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 / 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 ●●● Après une courte formation	Prise en main rapide ●●● Après une courte formation	Demande un peu d'entraînement au début ●●● Après une courte formation	Nécessite une expertise approfondie ●●● Après une formation poussée
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 prélèvement possible	Zone restreinte (3m de large)

**Légende :** ● Intérêts    ● Intérêts +/-    ● Limites

**Tableau 2 :** Caractéristiques des méthodes de diagnostic,

Source : Guide « Complémentarité des méthodes de diagnostic de la structure du sol », Agro-Transfert

Les trois premières méthodes de diagnostic sont dites « simplifiées » et sont plus faciles à mettre en place que le profil cultural. Celles-ci apportent déjà une grande partie de l'information, en peu de temps, sans avoir besoin de formation poussée et sans matériel important.

Pour plus d'informations sur la mise en place et l'analyse des résultats des différentes méthodes, vous pouvez consulter les différents guides d'Agro-transfert disponible sur leur site internet. Ceux-ci ont été réalisés dans le cadre de leur projet Sol-D'phy.

### Guides :

- Complémentarité des méthodes de diagnostic de la structure du sol
- Guide méthodique de la tige « pénétro »
- Guide méthodique du test bêche Structure et Action des vers de terre
- Guide méthodique du mini-profil 3D



**Figure 5:** QR-code site Agro-transfert

### Sensibiliser

La qualité d'un sol est mesurée par son aptitude à remplir ses fonctions de production, de maintien de la qualité de l'eau et de l'air ainsi que de soutenir la santé humaine. Un tassement a pourtant comme conséquence, une diminution de la porosité d'un sol et donc de la fertilité physique de celui-ci, notamment en affectant la circulation de l'air et de l'eau. Lors d'un tassement, la qualité d'un sol est donc réduite car :

- Une structure compacte limite l'enracinement d'une culture ;
- La vitesse d'infiltration de l'eau est réduite et donc il y a de plus grand risque d'érosion et de perte de la fertilité ;
- Le stockage de l'eau est moindre ;
- La vie du sol est perturbée.

La figure suivante illustre l'impact du tassement sur la diminution de la vie biologique du sol (moins de galeries de vers de terre) et sur la structure (moins grumeleuse)

A l'atelier « sensibiliser », l'impact du tassement était rendue visible de la manière suivante : sur la figure qui suit nous pouvons visualiser la conséquence d'un tassement après un semis de lin réalisé dans des conditions humides. Le lin est une culture sensible



**Figure 6:** Évolution du tassement, illustration de la diminution d'activité biologique et de la perte de structure du sol.

Source : Poster « Facteurs de régénération naturelles des zones tassées » Betteravenir 2023

au tassement. Dans les traces de roues du tracteur, le lin n'a pratiquement pas poussé alors que entre les roues, le lin se développait bien. L'analyse du profil nous permettait de voir différents horizons liés au travail du sol. Ici, nous nous concentrons sur le premier horizon. Sous les traces de roues (cadre rouge de gauche), le sol était compact, peu de galeries de vers de terre étaient observées ainsi que peu de racelles. Entre les traces de roues (cadre rouge de droite), en conditions non-tassées, le sol était aéré, avait une structure grumeleuse et présentait de plus nombreuses racelles. La plus ancienne semelle de labour était visible dans le bas du profil ainsi que l'horizon pédologique (sous-sol).



Il est important de préciser que dans le cas de la culture de betterave, le tassement peut par exemple rendre difficile le développement de la racine et impacter par la suite le rendement.

**Figure 7:** Profil de sol avec un semis de lin

### Anticiper

Le dernier atelier visait à sensibiliser les visiteurs aux différents leviers permettant de limiter préventivement le tassement lors d'un arrachage. L'animation démarrait avec la situation initiale suivante: conditions très humides, un seul silo, charge à l'essieu élevée, remplissage de la trémie à 100% et trafic d'arrachage non-optimisé. Cette situation avait pour conséquence une grande surface tassée et à une grande profondeur (>30 cm de profondeur).

L'exercice proposée aux agriculteurs était de réfléchir aux leviers disponibles pour diminuer la profondeur de tassement ainsi que la surface totale impactée. Les leviers suivants étaient proposés :



Prendre en compte les **conditions climatiques** (avancer ou retarder l'arrachage) en fonction du calendrier de livraison. Parfois il vaut mieux arracher plus tôt en de bonnes conditions (et donc conserver ses betteraves) que d'attendre la dernière minute et d'arracher dans de mauvaises conditions.



Si la géographie du lieu le permettent : augmenter le **nombre de silos** sur la parcelle. Cela permettra de vider la trémie plus régulièrement et donc de diminuer la charge à l'essieu.



Diminuer la **charge à l'essieu** :

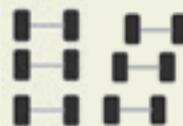
- Diminuant le remplissage de la trémie
- Ajouter une benne au chantier pour éviter des trémies remplies à plus de 75%
- Pour un même chargement, préférer 3 essieux à 2 essieux



Diminuer la **pression des pneus** pour augmenter la surface d'empreinte et limiter la pression exercée sur le sol.



Optimiser le **trafic** sur la parcelle (CFS : Controlled Traffic Farming)



Le **découpage** de la **parcelle**.

En condition humide (incluant le sol à plus de 30 cm de profondeur), il vaut mieux privilégier le mode **roue dans roue**. Cela augmentera le tassement sous le passage des roues mais préservera des zones non tassées entre les traces de roues. Un passage en crabe dans la même situation, augmentera la surface de tassement ce qui est à éviter.



Pour une même pression exercée sur le pneu, favoriser un **pneumatique** de plus grande largeur pour optimiser le ratio charge/surface d'empreinte. A titre d'exemple, une charge élevée sur un pneu de faible largeur (surface d'empreinte faible) aura une profondeur de tassement plus élevée que si, pour une même charge, la largeur du pneu est plus élevée (surface d'empreinte plus grande).

La **conclusion** de l'animation est qu'aucune solution idéale n'existe. Autrement dit, lors d'un arrachage, il y aura toujours du tassement. Cependant, il est possible de minimiser son impact en combinant les différents leviers présentés ci-dessus et en fonction de la situation de chacun (date d'arrachage, géographie du lieu, matériel disponible). Les éléments suivants peuvent également aider à la réflexion :

- Un tassement de surface est plus facile à récupérer qu'un tassement de profondeur ;
- Une zone fortement tassée qui est localisée est à préférer à une grande zone tassée. La vie du sol dans les zones non tassées pourront recoloniser les zones tassées plus facilement que si toutes la zone est tassée.

### Conclusion

En conclusion, le sol est un capital à préserver. L'objectif du village technique « tassement du sol » était de rappeler aux visiteurs : l'impact du tassement sur la qualité du sol, ce qu'est le tassement en tant que tel, quels sont les moyens pour les régénérer naturellement et mécaniquement, les leviers existants pour diminuer le tassement lors de l'arrachage des betteraves. Les nombreux visiteurs du stand ont été réceptifs aux messages que les 4 partenaires ont voulu faire passer et les dialogues ont été très constructifs.