Le tassement des sols agricoles

Prévenir et remédier

Source: Université catholique de Louvain

Le livret «Le tassement des sols agricoles: prévenir et remédier» a été réalisé en partenariat dans le cadre du projet **PROSENSOLS.**

Le projet PROSENSOLS bénéficie du soutien financier du **Fonds Européen de Développement Régional et de INTERREG IV France Wallonie Vlaanderen**. Cette collaboration transfrontalière entre les provinces de Flandre Occidentale et Orientale, la province du Hainaut et les départements Nord, Pas-de-Calais, Aisne et Oise vise à sensibiliser le public à la protection des sols et à partager les bonnes pratiques et des connaissances sur la conservation des sols.

Les techniques de productions agricoles sont diverses, et ont des impacts variables sur l'environnement et sur les sols en particulier. Les objectifs poursuivis par PROSENSOLS sont:

- ***Sensibiliser*** les populations aux fonctions environnementales, économiques et socioculturelles des sols, aux pressions qui s'exercent sur les sols et leurs impacts au niveau local et transfrontalier, ainsi qu'aux mesures qui sont prises ou envisageables pour limiter la dégradation des sols.
- ***Evaluer l'impact*** de différentes pratiques agricoles sur le tassement, l'érosion, les stocks de carbone dans les sols, la salinisation, les teneurs en phosphore et la biodiversité.
- ***Promouvoir des pratiques agricoles*** permettant de limiter le tassement, l'érosion, la perte de matière organique, l'excès de phosphore dans les sols et la perte de biodiversité.
- ***Formuler des recommandations*** aux politiques concernant des pratiques culturales permettant de limiter la dégradation des sols.

Visitez notre site www.prosensols.eu.

Union Européenne – Fonds Européen de Développement Régional

INTERREG IV France • Wallonie • Vlaanderen

INTERREG Interreg efface les frontières

1 . La structure du sol

Le sol est constitué de particules minérales, de matière organique, d'eau et d'air. La structure d'un sol désigne le mode d'assemblage des constituants solides en agrégats, et la nature et l'intensité des liaisons qui existent entre eux. Les unités structurantes du sol sont les agrégats, grumeaux plus ou moins grands composés de matière minérale et humique, maintenus ensemble par des racines, des hyphes de champignons, des secrétions diverses et de la matière organique. Les vides entre les particules et les agrégats constituent la porosité du sol, qui est remplie d'eau ou d'air. Plus les agrégats sont distincts les uns des autres, plus le sol est structuré et stable. Un sol à structure grumeleuse stable, formé d'agrégats ayant une forme arrondie, est favorable à l'agriculture.

La structure du sol varie au fil du temps, du fait de conditions climatiques changeantes (alternance de périodes sèches et de précipitations, et cycles de gel-dégel), de l'activité biologique, de la végétation grâce à l'activité du système racinaire, de l'apport de matière organique, mais aussi du travail du sol réalisé par l'agriculteur, de la circulation par celui-ci sur la parcelle ou du piétinement du sol par le bétail.

Ne confondez pas la structure avec la texture qui traduit la proportion de sable, de limon et d'argile.

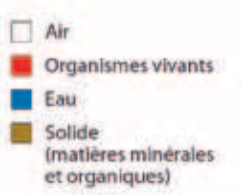
Quel est l'importance de la structure du sol ?

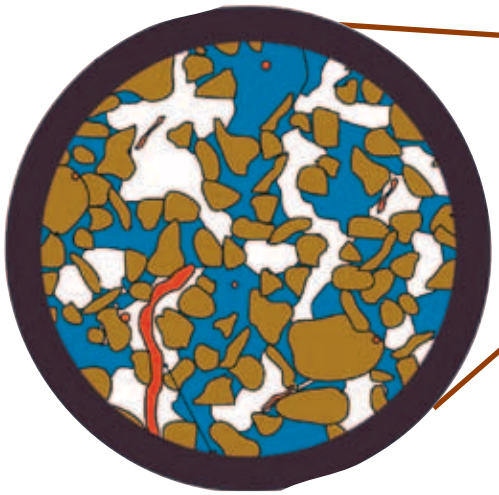
La structure des sols est fondamentale en raison du rôle qu'elle joue dans:

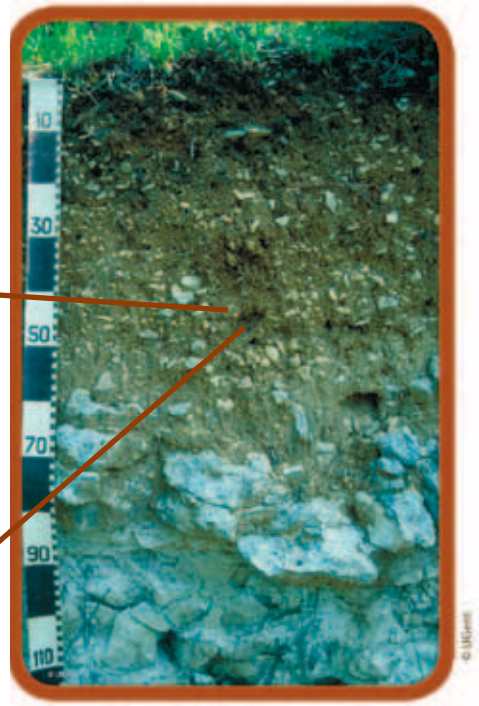
- le stockage de l'eau;
- le mouvement de l'eau entre la surface du sol, la couche sous-jacente et le sous-sol (drainage et capillarité), en lien avec la connectivité des pores;
- l'aération du sol;
- le développement et le fonctionnement des racines;
- le stockage et la libération de nutriments;
- la température du sol et ses fluctuations;
- les lieux d'hébergement et d'activité de la vie du sol (bactéries, champignons, nématodes, vers de terre, insectes, …);
- l'environnement (diminution de l'érosion, rétention et dégradation de polluants).

Les constituants du sol et leurs proportions

Les constituants du sol et leur assemblage (solides, eau, air et organismes vivants).







L'altération de la roche et l'implantation de la végétation ont abouti à la formation du sol.

Source: Université catholique de Louvain

Structure du sol

Une structure grumeleuse et riche en matière organique (à gauche), à comparer une structure défavorable avec des agrégats anguleux aux faces presque lisses (à droite).

Source: Parc Naturel du Pays des Collines (à gauche) et Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture de Région du Nord – Pas de Calais (à droite)

2. Le tassement

Le tassement du sol résulte d'une réorganisation de ses constituants solides suite à l'application d'une pression dont l'effet se propage du point d'application vers les côtés mais surtout vers le bas (ondes de propagation). Le tassement (ou compactage) se fait par le mouvement des agrégats jusqu'à atteindre un nouvel équilibre entre la résistance qu'oppose le sol et la pression exercée. L'arrangement spatial, la taille, la forme, et l'état interne des agrégats déstabilisés sont modifiés, conduisant à la formation d'agrégats anguleux ou aplatis, une diminution de la porosité, en particulier les grands pores (et donc une augmentation de la densité du sol) et la rupture de la continuité des pores. Par exemple, sous l'effet du passage d'un tracteur dont le poids est transmis au sol par les pneus, le sol se densifie jusqu'à pouvoir porter cette charge. La conséquence visible en surface est la formation d'une ornière.

Source: Vlaamse Landmaatschappij

Sous l'effet du poids du bétail, le sol se tasse.

Représentation de l'onde de tassement se propageant vers le bas, sous les sabots du bétail et les pneus d'un engin agricole.

Source: Inagro

Source: Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture de Région du Nord – Pas de Calais

Source: Université catholique de Louvain

Formation d'ornières sous le poids d'un engin ayant circulé sur un sol trop humide.

Le tassement de surface est le résultat d'un mouvement vertical et horizontal des particules du sol: le mouvement vertical se produit par l'effet statique «poids», et le mouvement horizontal se produit par accélération, décélération, patinage et changement de direction de l'engin roulant. Dans le sous-sol, la compression se produit essentiellement par l'effet «poids».

Se produit où?

En **surface**, au **niveau de la semelle** de labour et dans **le sous-sol**

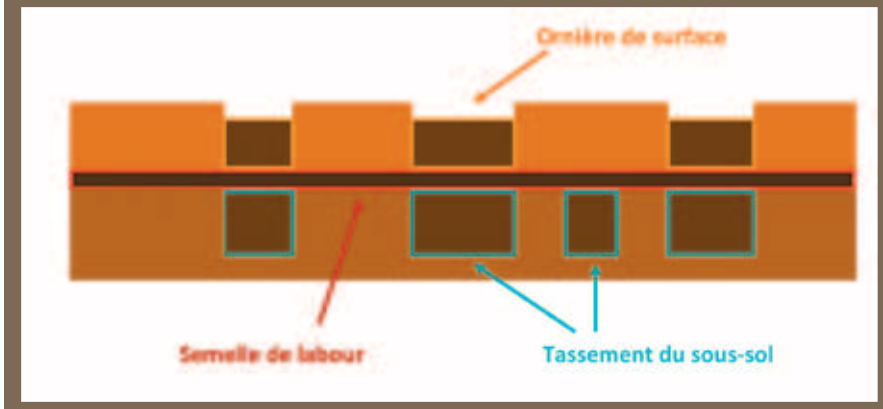
Le tassement **de surface** se limite à la couche arable (selon les situations, jusqu'à 20 à 30 cm de profondeur). Il s'observe suite au passage des roues des engins agricoles et sous les sabots du bétail. Son intensité est d'autant plus grande que la pression exercée sur le sol est importante et que le sol est humide ou meuble.

La **semelle de labour** est une couche compacte et peu perméable à l'eau, aux racines et aux vers de terre. D'une épaisseur de quelques centimètres, elle se trouve juste en-dessous de la couche arable. Formée par répétition du labour à une même profondeur, elle est exacerbée par un soc de charrue non affuté qui écrase le sol en-dessous.

Source: Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture de Région du Nord – Pas de Calais

La couche arable de couleur plus foncée est tassée; tout comme l'horizon du sol entre les deux lignes jaunes qui montre une structure polyédrique compacte.

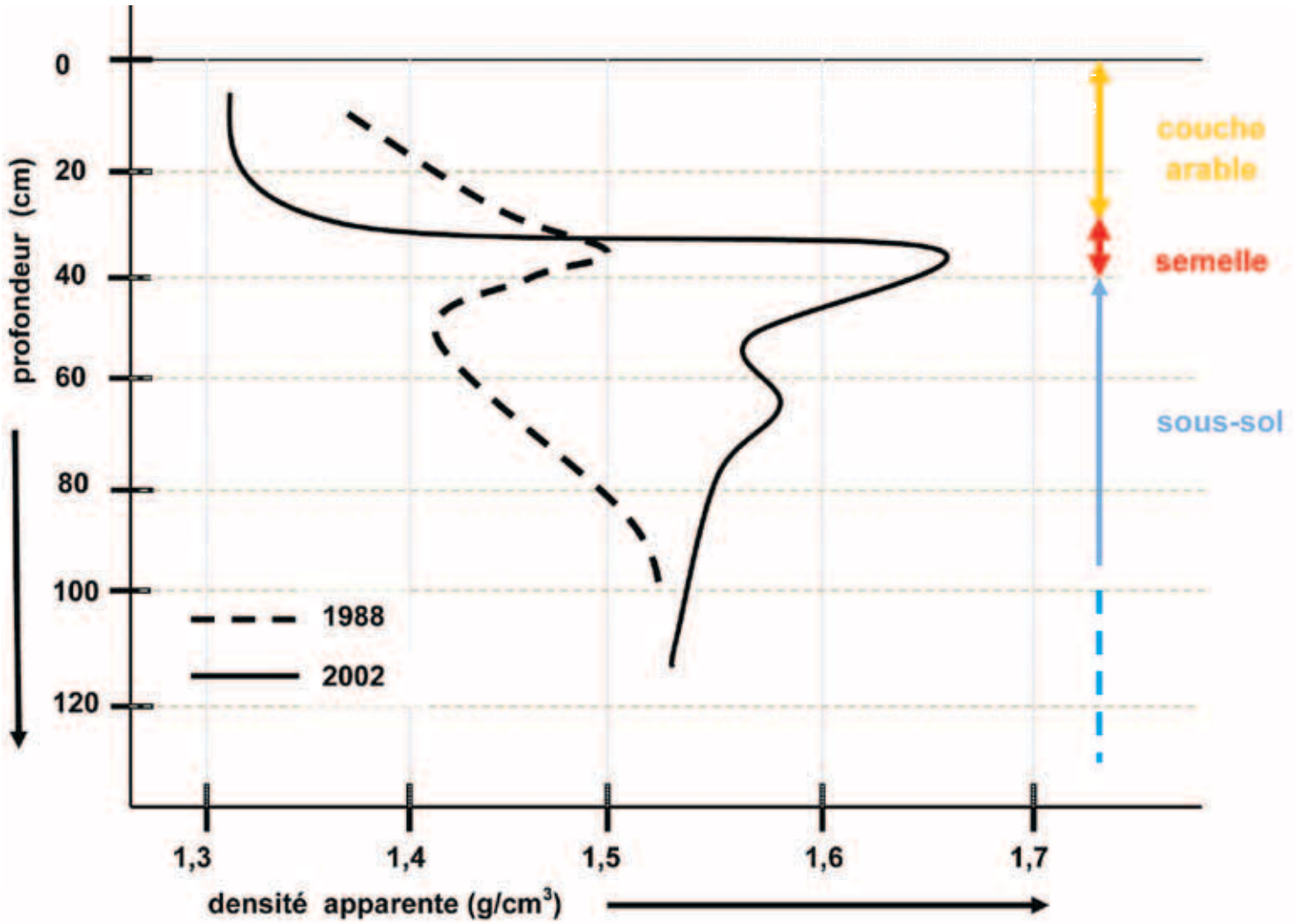
Sous l'effet d'un poids (très) important, **le sous-sol** se retrouve tassé. Le tassement du sous-sol peut dépasser largement la semelle de labour et atteindre une profondeur de 60 cm (et plus). La semelle de labour et les cailloux présents dans le sous-sol protègent quelque peu ce dernier contre d'importantes charges en surface. Au cours des dernières décennies, on assiste à une augmentation du tassement du sous-sol. Le tassement du sous-sol est persistent.



Le tassement de surface avec ornière, la semelle de labour, et le tassement du sous-sol.

Source: Vlaamse Landmaatschappij

Évolution de la densité apparente du sol en fonction de la profondeur. Remarquez la présence de la semelle de labour et l'augmentation du tassement du sous-sol au cours des dernières décennies.



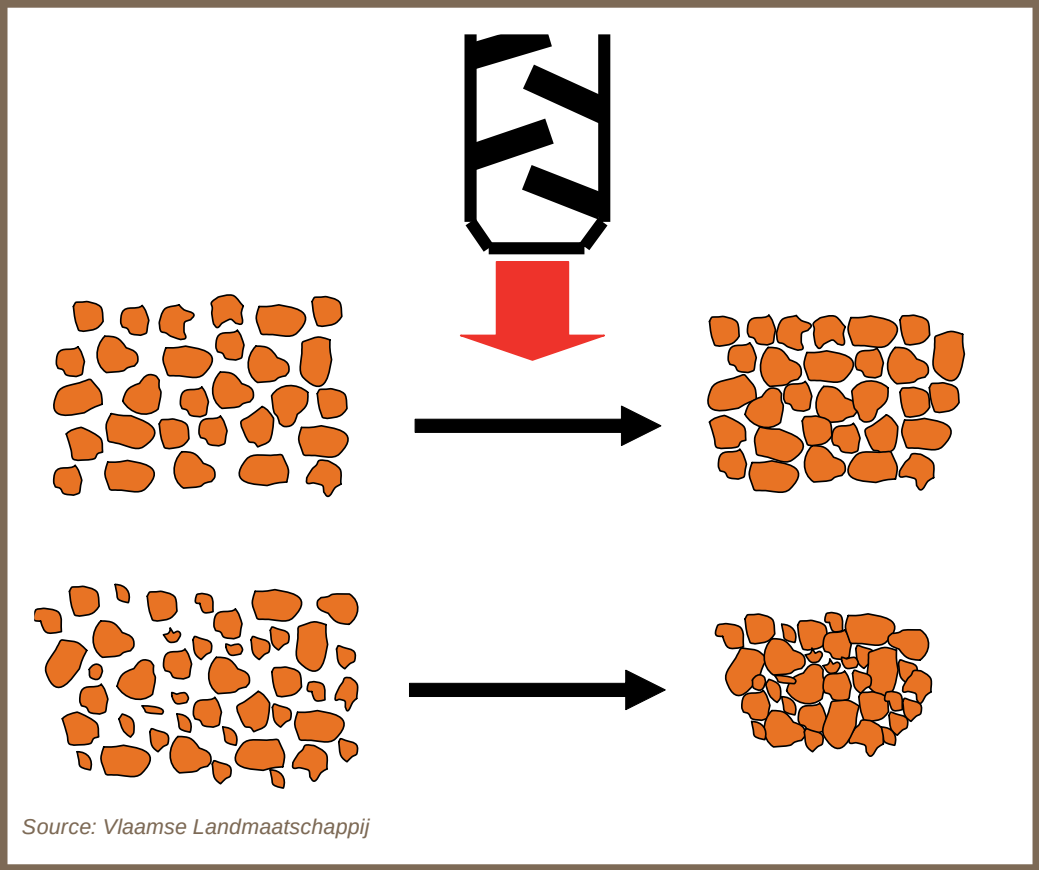
Source: adapté de Alterra – Centrum Bodem – Wageningen University and Research Centre, Paul Römkens

- ***La susceptibilité*** ou de la tendance naturelle d'un sol donné à se tasser, c.à.d. de ses caractéristiques intrinsèques, notamment la texture, la structure et le taux de matière organique.

- ***La vulnérabilité*** ou de la facilité à être tassé à un moment donné, c.à.d. du degré d'humidité en surface (ou du sous-sol).

Texture

Toutes les textures sont sensibles au compactage. Il existe cependant une nuance en fonction de l'homogénéité de la taille des particules. Un sol composé de particules de taille différente a tendance à se compacter davantage qu'un sol aux particules de taille similaire: en effet, les petites particules ont tendance à se positionner entre les plus grandes.



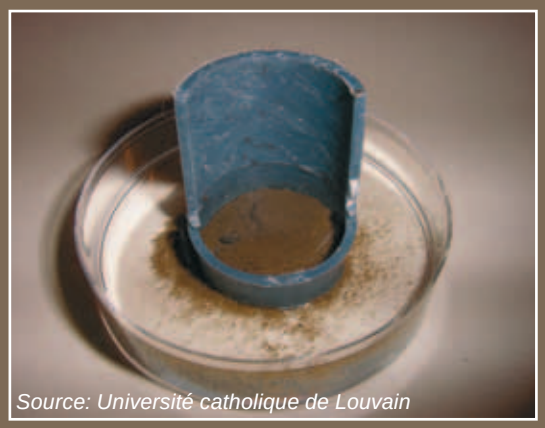
Source: Vlaamse Landmaatschappij

Le tassement selon l'homogénéité de la taille des particules du sol: un sol contenant un mélange de petites et grosses particules subit un tassement plus intense.

Structure et matière organique

La forme et la stabilité des agrégats, et la quantité et le type de pores du sol déterminent l'intensité du tassement. Un sol fraîchement travaillé et meuble est bien plus susceptible de se tasser qu'un sol couvert de chaumes après récolte. Un taux de matière organique élevé assure une meilleure stabilité des agrégats et stimule la vie du sol. Les exsudats bactériens, les hyphes de champignons, les vers de terres, … interviennent dans la formation d'agrégats stables et de biopores. Les racines aident également à la stabilisation des agrégats. Au contraire, le travail du sol (trop) intensif dégrade les agrégats et provoque une augmentation de l'oxydation de la matière organique, et est à l'origine d'une mortalité accrue des vers de terre.

Source: Université catholique de Louvain



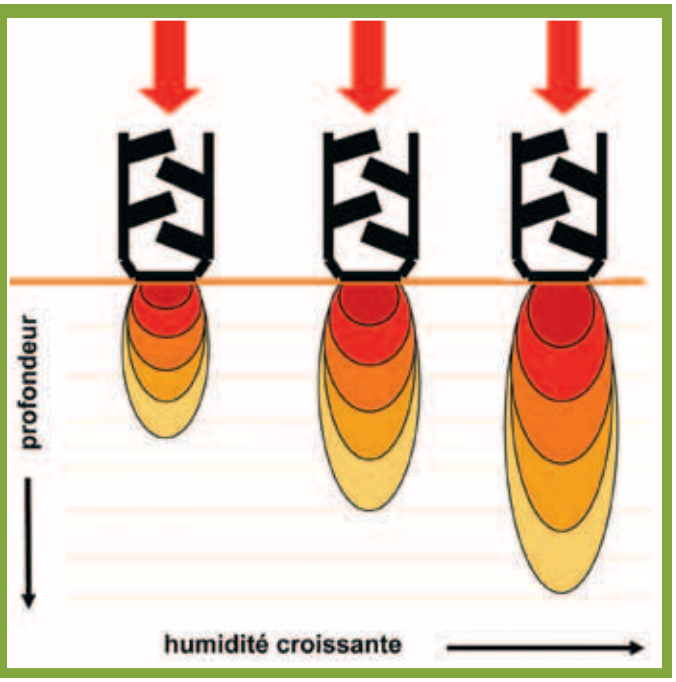
Source: Université catholique de Louvain

Source: Université catholique de Louvain

Evaluation de la stabilité des agrégats par immersion dans l'eau: à droite un agrégat très stable, contrairement à la situation de gauche où il s'est désagrégé en ses constituants primaires.

Humidité du sol

Un sol humide est plus vulnérable au tassement qu'un sol sec: l'eau est le «lubrifiant» permettant aux particules de se déplacer les unes par rapport aux autres. La compressibilité du sol pour une même pression extérieure augmente avec le taux d'humidité, tout comme les effets à une plus grande profondeur. Avec un taux d'humidité encore plus important, le sol se «lisse» et la continuité des pores est rompue: le sol peut devenir «liquide» et perd ses propriétés structurales, avec des effets encore plus difficiles à corriger que ceux du tassement.



De la gauche vers la droite : avec un taux d'humidité du sol croissant, les effets sur le sol sont croissants.

Source: Vlaamse Landmaatschappij

Les précipitations et l'évapotranspiration, la profondeur de la nappe phréatique, la présence d'un cours d'eau et le relief sont déterminants pour l'humidité du sol et la vulnérabilité au tassement. Un sol est plus fragile au printemps et en automne qu'en été. Ce sont malheureusement des périodes qui correspondent au travail du sol et à la circulation sur les parcelles. Au cours des dernières décennies, des prairies (moyennement) humides ont été labourées, et lors de mauvaises conditions de récoltes ces champs subissent d'importants dégâts en surface ainsi qu'en profondeur.

Charge à l'essieu (tonnes)	Effets ressentis jusqu'à (cm)
4	30
6	40
10	50
15	60

Source: Vlaamse Landmaatschappij

La circulation sur la parcelle et travail du sol

Le nombre de passages sur un champ est important: les pneus des engins agricoles passent annuellement sur 70 à 100% de la surface. Les chantiers combinés et les techniques culturales simplifiées (TCS) ont un effet positif, mais il est à noter que ce sont les opérations de récolte qui mobilisent les machines plus lourdes. Le premier passage compte pour la majorité (de 50 à 85%) de la compression totale possible pour un engin et un sol donnés. Un passage répété à un endroit accroit le tassement (environ 5 à 10 % par passage supplémentaire) et produit des effets plus profonds. Plus un engin se déplace lentement, plus grands sont les effets de tassement. Des accélérations (décélérations) appliquent des pics de pression au sol, et une mauvaise adhérence produit des phénomènes de lissage. Les vibrations de l'engin roulant favorisent le tassement.

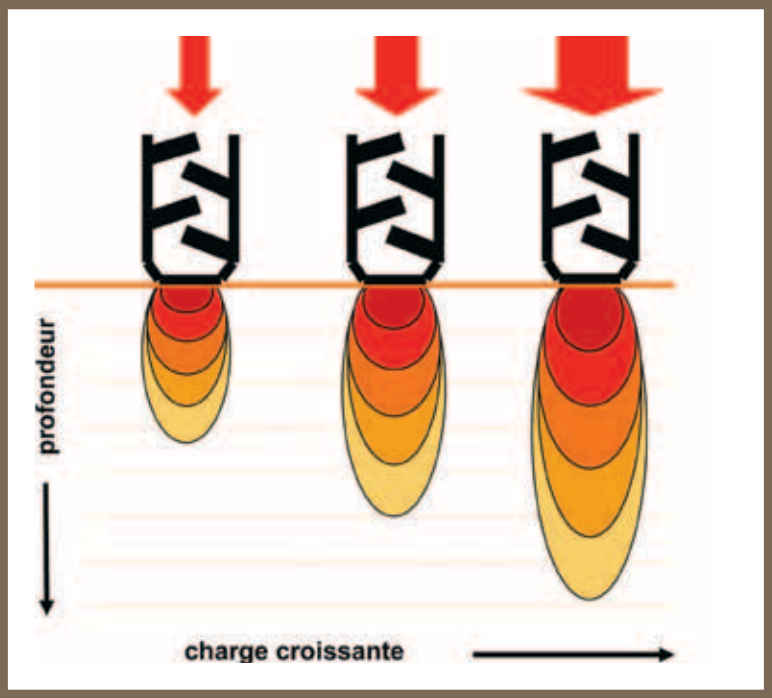
Plus la pression de contact au sol et la charge à l'essieu sont importantes, plus le tassement d'un sol donné est important. Le tassement de la couche supérieure du sol est lié à la pression de contact au sol, tandis que le tassement du sous-sol est lié à la charge à l'essieu.

Charge à l'essieu: dans la pratique souvent exprimée en tonne.

La pression de contact au sol: charge à l'essieu divisée par la surface de contact entre les pneus et le sol (1 bar = 100 kPa = 1 kg/cm²).

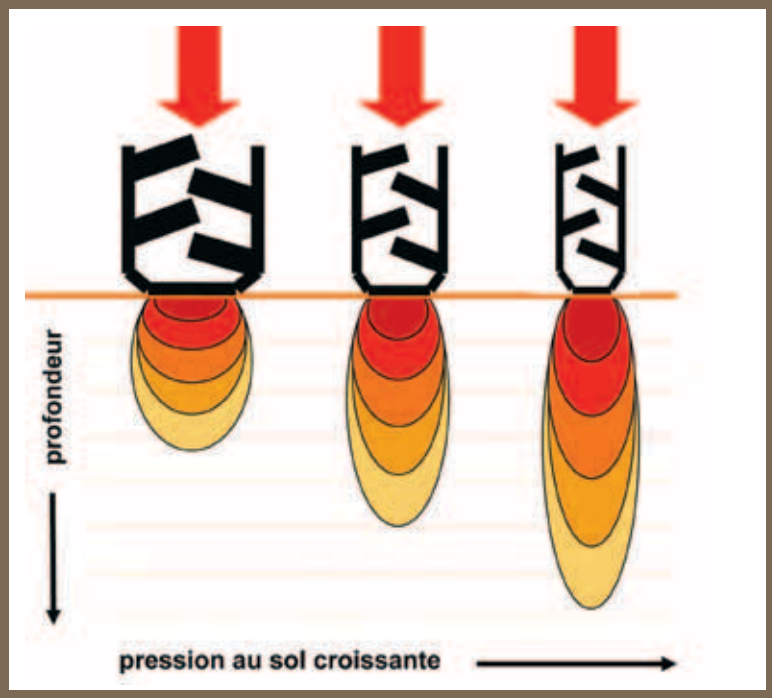
Source: Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture de Région du Nord – Pas de Calais

La mesure de la profondeur de l'ornière nous informe sur l'effet du passage d'un pneumatique sur le sol.



Effet «charge» sur l'intensité du tassement. De la gauche vers la droite: avec une charge croissante supportée par les mêmes pneus, les effets vont croissants.

Source: Vlaamse Landmaatschappij



Effet «pression au sol» sur l'intensité du tassement. De la gauche vers la droite: pour un même poids supporté mais avec des pneus moins larges, les effets sont croissants.

Source: Vlaamse Landmaatschappij

La taille et le type de pneu déterminent la pression de contact au sol. La pression de contact diminue avec:

- une augmentation de la largeur et du diamètre du pneu;
- une diminution de la rigidité de carcasse (carcasse radiale) du pneu;
- une diminution de la pression de gonflage du pneu.

Source: Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture de Région du Nord – Pas de Calais

A charge égale, selon la pression du pneu d'une benne (4 bar à gauche, et 2,4 bar à droite), on observe une ornière bien plus profonde à gauche qu'à droite (ornière indiquée en rouge).

A charge égale, selon la pression du pneu de l'engin automoteur (1,2 bar à gauche, et 0,7 bar à droite), on observe une empreinte plus profonde à gauche qu'à droite.

Source: Vlaamse overheid, LNE-ALBON

Et le sous-sol?

Comme le sous-sol n'est pas travaillé, et que le taux de matière organique y est très faible, la structure du sous-sol est majoritairement déterminée par sa texture. La présence éventuelle de fissures et de biopores dans le sous-sol n'intervient que peu dans la structure générale, mais a une importance capitale dans le fonctionnement du sol. Leur disparition est néfaste.

Source: Université catholique de Louvain

Source: Universiteit Gent

Fissures et biopores révélés par percolation d'eau bleue. Sous la couche arable ceux-ci sont d'une grande importance pour le comportement de l'air et de l'eau.

Les conséquences du tassement sont liées à la création d'une «barrière physique» localisée ou continue dans le sol. Des mottes de terre compactes, la semelle de labour, et le sous-sol trop dense mettent en péril le bon fonctionnement du sol.

Les conséquences du tassement sont multiples

Comportement de l'eau dans le sol

L'infiltration de l'eau dans le sol est ralentie, et l'écoulement superficiel ou latéral à faible profondeur est favorisé par rapport au drainage vertical. Le sol se sature plus rapidement et reste plus longtemps humide. Le sol se réchauffe plus lentement au printemps, retardant les processus biochimiques. Les travaux sur les champs débutent plus tard et les opérations de récolte peuvent être plus difficiles. Par ailleurs, la semelle de labour empêche en partie le mouvement capillaire ascendant de l'eau en période sèche.

La levée des semences est disparate, le risque d'attaques parasitaires est augmenté et la maturation des cultures est retardée et inégale. Les produits solubilisés (engrais, produits phytosanitaires) ont un temps de séjour réduit dans le sol et sont rapidement entraînés vers les eaux de surface, dégradant la qualité de celles-ci. De plus, sur des parcelles en pente, les risques d'érosion (et particulièrement dans des ornières descendant une pente) et d'éboulement sont amplifiés.

La capacité du sol à stocker de l'eau est diminuée, provoquant en été un déficit en eau prématuré ou des besoins d'arrosage accrus.

Aération du sol

L'aération du sol est réduite, pouvant mener à une anoxie du sol. A cause du manque en oxygène, la germination et le fonctionnement optimal des racines se retrouvent hypothéqués. La minéralisation des engrais organiques et de la matière humique du sol est diminuée, pénalisant surtout les sols pauvres. Les risques de dénitrification (avec production du gaz N_2O) sont augmentés, obligeant une utilisation plus élevée d'engrais (chimiques).

Vie du sol

La vie du sol est altérée. Un sol tassé en surface rend la survie des arthropodes (insectes, acariens, millepattes, …) difficile par la perte de leur habitat que sont les macropores. Quant aux nématodes, ils se concentrent autour des racines, rendant les dégâts plus probables. La prédation de la biomasse bactérienne par les nématodes est elle aussi affectée par cette distribution modifiée, affectant le cycle de l'azote. Capables de percer des couches fortement tassées, les vers de terre anéciques (à galeries verticales) sont cependant sensibles à un taux d'oxygène réduit et à un sol détrempé.

Source: Vlaamse Landmaatschappij

Risque d'érosion accru par l'eau qui descend préférentiellement la pente via des ornières, conduisant en bas de colline à la sédimentation des particules du sol entraînées.

Source: Vlaamse Landmaatschappij

Développement racinaire

Le développement racinaire est entravé et ne permet qu'une exploration partielle du volume du sol. L'assimilation de nutriments peu mobiles, tel que le phosphore et le potassium, est réduite. L'eau plus fortement retenue dans un sol tassé ou présente sous la semelle de labour est moins facilement captée. Le tournesol, la luzerne, l'orge et le blé sont plus aptes à pénétrer un sol tassé, mais de nombreuses cultures ne possèdent pas cette capacité et sont alors freinées dans leur développement.

Source: Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture de Région du Nord – Pas de Calais

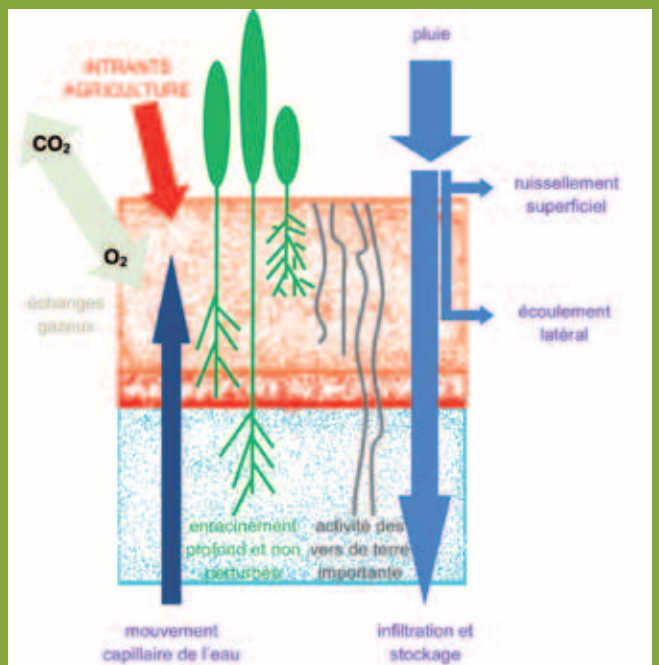
Source: Université catholique de Louvain

Racines déformées en «pieds de poule» se développant à angle droit en évitant des zones compactes, ou en «arête de poisson» le long d'une face lisse, occasionnant une exploration seulement partielle du sol.

Source: Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture de Région du Nord – Pas de Calais

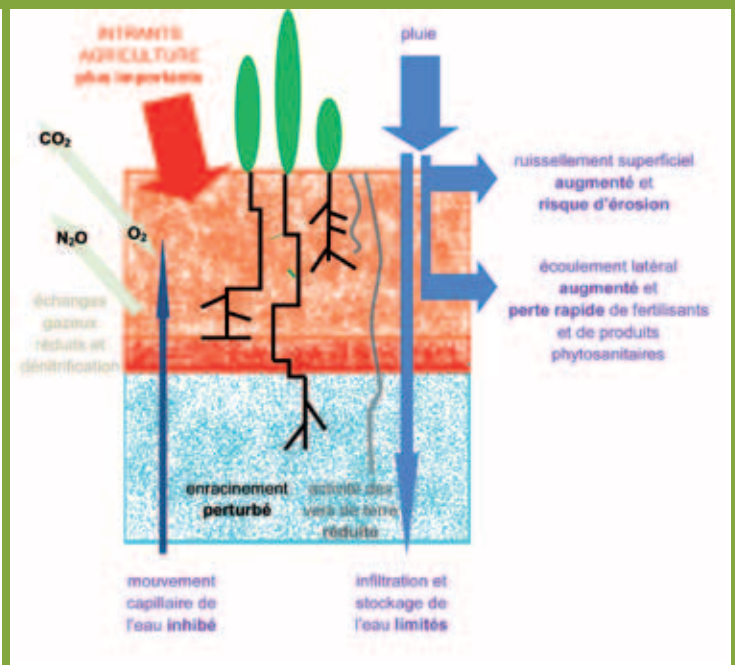
Comparaison des potentialités qu'offrent un sol non tassé (à gauche) et un sol tassé (à droite): effet sur l'infiltration de l'eau de pluie, l'activité des vers anéciques, le développement racinaire, le mouvement capillaire, l'aération du sol, la dénitrification et les intrants nécessaires à l'agriculture.

Fonctions d'un sol en bonne condition

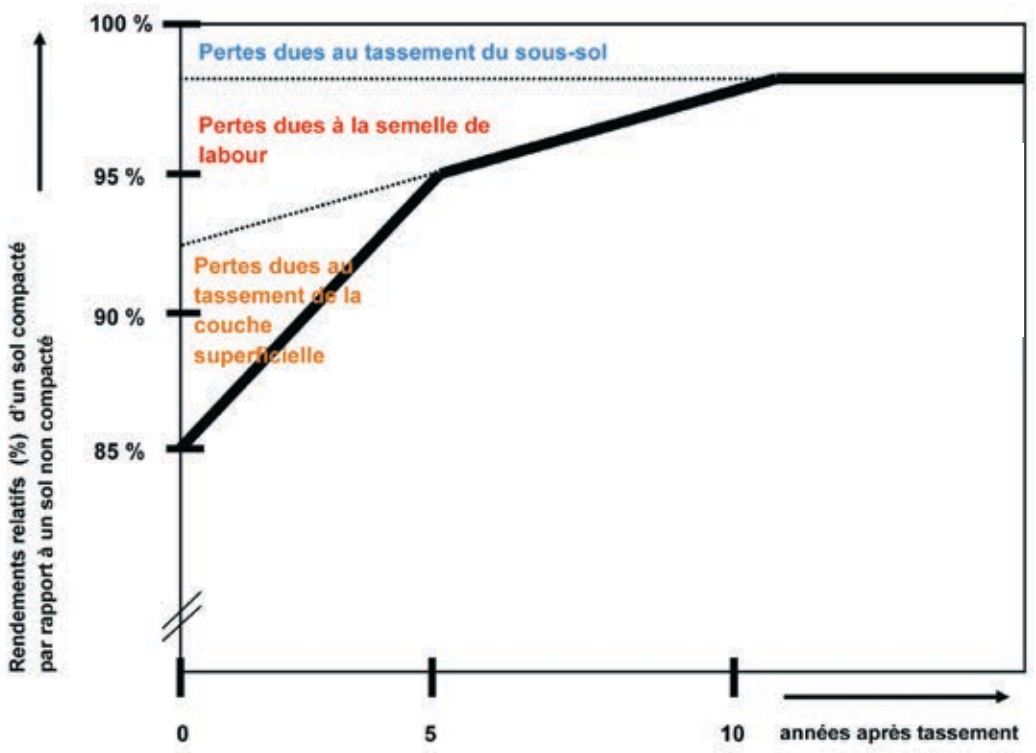


Source: Vlaamse Landmaatschappij

Fonctions d'un sol tassé

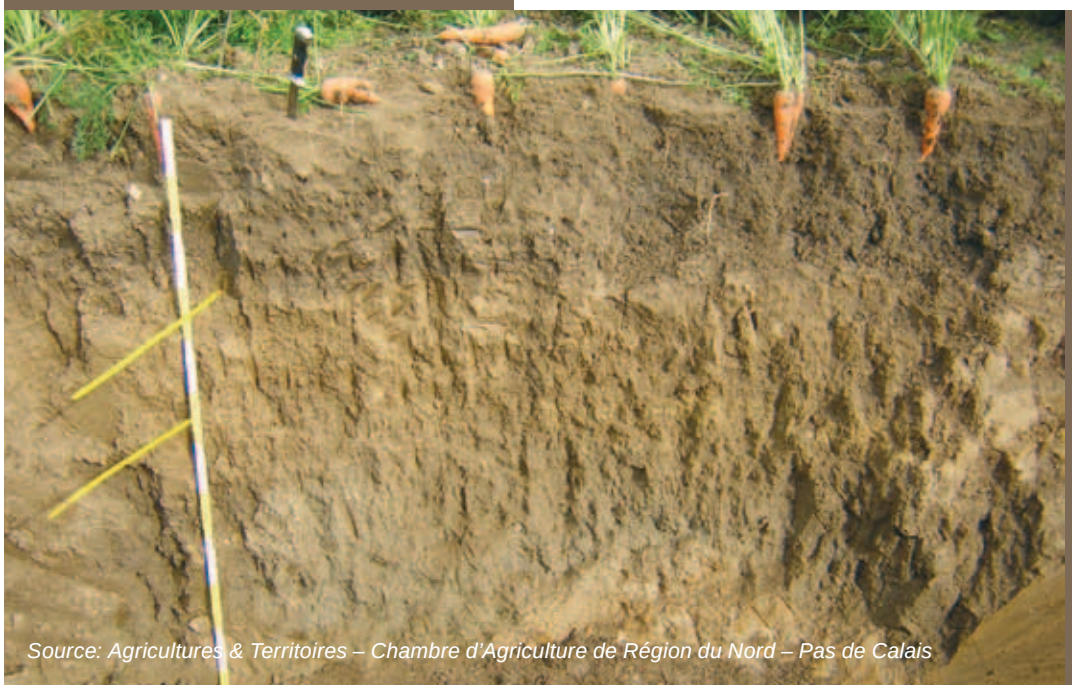


De nombreuses études ont été menées pour évaluer les pertes de rendement suite au tassement. Des pertes de rendements allant jusqu'à 20% (et même 50%) ont été rapportées selon la culture envisagée et le degré de tassement. La situation est en moyenne plus préoccupante pour les cultures légumières où des effets résiduels de plus longue durée du tassement du sous-sol ont aussi été constatés. Les conséquences les plus importantes s'observent lors de saisons (très) sèches ou (très) humides. Cependant, si les rendements sont un facteur important, la qualité des produits récoltés l'est aussi (forme des tubercules, teneur en sucre des betteraves, …).



Source: adapté de Hankansson I. and R.C. Reeder, 1994

Représentation simplifiée de l'évolution des rendements après tassement sévère. Les pertes dues au tassement de surface (couche arable et semelle) s'amenuisent au cours des années, mais les pertes dues au tassement du sous-sol sont (plus) persistantes.



Source: Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture de Région du Nord – Pas de Calais

Croissance difforme de carottes due à un tassement marqué par le passage d'engins (à gauche), à comparer à une croissance dans un sol non tassé (à droite).

5. La détection du tassement

Le tassement, et spécialement le tassement du sous-sol, est souvent peu visible. Si vous détectez un tassement, il est important d'essayer d'en trouver la cause en retraçant l'historique des dernières années de votre parcelle.

Source: Universiteit Gent

La persistance de flaques d'eau sur la parcelle est un indicateur de tassement.

Visuellement

Une infiltration ralentie de l'eau de pluie et la persistance (plus de trois jours) de flaques d'eau non liées à des dépressions dans la parcelle, ainsi qu'un séchage retardé au printemps sont indicateurs du tassement de votre sol. Un nombre de vers de terre réduit, une érosion augmentée sur les parcelles en pente, et une difficulté de pénétration dans le sol des équipements de travail sont autant d'indices supplémentaires. Aussi, la présence de plantes chétives et naines, une croissance ralentie des cultures, un jaunissement des plants, une plus grande vulnérabilité aux maladies et aux dommages causés par les insectes, une maturation inégale, et une baisse des rendements malgré une fertilisation adéquate, doivent attirer votre attention. Un exemple particulièrement parlant est une culture de maïs présentant un développement dit «en vague». On y observe une croissance moindre des plants se trouvant sur les traces de pneus. Ce type d'effet peut aussi être visible dans les cultures de moutarde. Le Rumex à feuilles obtuses et le plantain majeur indiquent des conditions d'anaérobiose. De même, les pâquerettes et pissenlits, le chiendent et les liserons des champs peuvent être révélateurs d'un sol tassé.

Une (partie de) pâture peu drainante, rapidement endommagée par le piétinement du bétail.

Source: Universiteit Gent

Source: Vlaamse Landmaatschappij

Source: Vlaamse Landmaatschappij

Orniérage et tassement localisés dans un champs de céréales et de betteraves suite à la circulation sur la parcelle, provoquant une perte de rendement.

Le développement inégal de certaines rangées de maïs est un indicateur de tassement du fait d'une circulation d'engins lourds sur un sol trop humide.

Source: Universiteit Gent

En mesurant la résistance à la pénétration

La détection d'une couche compacte dans le sol peut se faire simplement avec **une tige métallique (flexible)** que l'on enfonce à vitesse constante en prenant note de la profondeur où se fait sentir une plus grande résistance. **Le pénétromètre** est un appareil électronique plus sophistiqué, permettant une mesure de la résistance mécanique du sol. Comme la résistance du sol augmente avec son assèchement, un sol sec sera plus dur qu'un sol détrempé. Par conséquent l'évaluation du tassement s'effectue préférablement au printemps, en conditions ressuyées.

Source: Vlaamse Landmaatschappij

Source: Vlaamse Landmaatschappij

Source: Universiteit Gent

Sonde pénétrométrique. Remarquez le développement moindre et la couleur plus pâle de la première rangée de plants par rapport aux rangées à l'arrière.

Pénétromètre digital.

Source: Vlaamse Landmaatschappij

Par le drop-test et le profil cultural

Le «drop-test» et le profil cultural permettent d'évaluer plus en détail l'état structural du sol.

Le **drop-test** permet de se faire une idée de la qualité structurale du sol à partir des agrégats dont il est composé. Une motte de terre est prélevée avec précaution à l'aide d'une bêche et est ensuite fracturée. La taille, la forme, la couleur, et la porosité des agrégats obtenus sont évaluées, tout comme le nombre de vers de terre, la présence de résidus de cultures, et le nombre et la forme des racines (droite ou anguleuse, densité des radicelles). Des agrégats de forme anguleuse, des plans de cassure lisses, une couleur gris-bleu, peu de vers de terre, des résidus de culture peu dégradés, et un enracinement superficiel ou des racines tortueuses et à croissance atypique sont indicateurs d'un tassement.

Le **profil cultural**, en creusant une tranchée perpendiculairement à la direction de circulation sur le champ, permet d'observer la superposition dans le sol des différentes couches et de détecter des zones compactes. Les mêmes caractéristiques que dans le drop-test doivent être évaluées pour les différentes couches. De plus, la réalisation d'un profil cultural permet d'évaluer la porosité de la semelle de labour, la détection de fissures et de galeries de vers de terre et la pénétration de celles-ci par les racines, et la déviation des racines autour de mottes compactes.

Source: Vlaamse Landmaatschappij

Le drop-test consiste à laisser tomber une bêchée (20cm x 20cm x 30cm) à partir d'une hauteur de 1m dans un bac en plastique. Ceci est répété 3 fois.

Source: ésipta – Soméa - INRA

Source: ésipta – Soméa - INRA

Les agrégats formés sont disposés sur un fond blanc, de la plus grande taille vers la plus petite. La taille, la forme, la couleur, … des agrégats permettent d'évaluer la structure. Un grand nombre d'agrégats de grande taille et anguleux (à droite) sont indicateurs de problèmes structuraux du sol.

Source: Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture de Région du Nord – Pas de Calais

Le profil cultural explique le caractère (trop) humide de la surface: sous le lit de semis s'observe une structure défavorable avec des agrégats de grande taille et anguleux et peu fissurés, affectant fortement le pouvoir drainant du sol.

Source: Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture de Région du Nord – Pas de Calais

L'examen du profil cultural montre à droite une structure grumeleuse et à gauche une structure plus compacte et moins favorable pour le développement de la betterave.

Autres méthodes

La **mesure de la densité du sol** et de **la vitesse d'infiltration d'eau** sont d'autres moyens scientifiques qui permettent d'évaluer le tassement, spécialement le tassement de surface.

L'infiltromètre est constitué de deux anneaux partiellement enfoncés dans le sol. L'espace à l'intérieur des anneaux est rempli d'eau. La vitesse avec laquelle l'eau de l'anneau intérieur pénètre dans le sol est mesurée.

Source: Université catholique de Louvain

6. Remédier au tassement

Un travail du sol plus intense, un épandage supplémentaire d'engrais chimiques, le drainage des terres, un arrosage augmenté sont vus comme des moyens pour pallier au tassement. Ils peuvent masquer le tassement, mais il ne s'agit pas à proprement parler de solutions. Les coûts d'exploitation augmentent ainsi que le risque de nuisances environnementales. De plus, un travail du sol trop intense accélère l'oxydation de la matière organique, ce qui à terme pénalise la qualité du sol.

Remédier au tassement signifie ameublir ou fissurer les zones fortement tassées, afin de favoriser le drainage, l'aération, le développement des racines et la vie du sol.

Attention!
Remédier à un tassement n'enlève pas les causes du tassement.

Par le travail du sol

Le moyen traditionnel d'ameublissement du sol tassé en surface est le travail mécanique, par **le labour** ou **le décompactage**, suivi de la préparation du lit de semences. La création de macropores doit être recherchée en évitant de (trop) détruire les agrégats.
Le traitement des ornières devrait se faire perpendiculairement ou diagonalement à la trace de roue à l'aide d'un outil à dents espacées afin de permettre à l'eau de s'écouler vers le sous-sol.

Le décompactage lourd (jusqu'à une profondeur de 40 cm) et le sous-solage se pratiquent de nos jours plus fréquemment du fait de la sensibilisation accrue des agriculteurs aux problèmes de tassement et de la plus grande puissance des tracteurs.

Le **sous-solage** est un correctif visant à éliminer le caractère peu perméable de la semelle de labour et du sous-sol sans pour autant affecter la portance du sous-sol. Il crée en effet des fissures plutôt que des cassures nombreuses, évitant ainsi un réarrangement trop important des fragments créés. Il se pratique sur toute la parcelle ou uniquement sur des zones à risque (en fin de champ et dans les zones de passage préférentiel des engins), et doit se faire transversalement aux drains et à la pente éventuelle de la parcelle.

Source: Université catholique de Louvain

Le décompacteur permet un travail de fissuration et de fracturation profond, préférentiellement en conditions sèches.

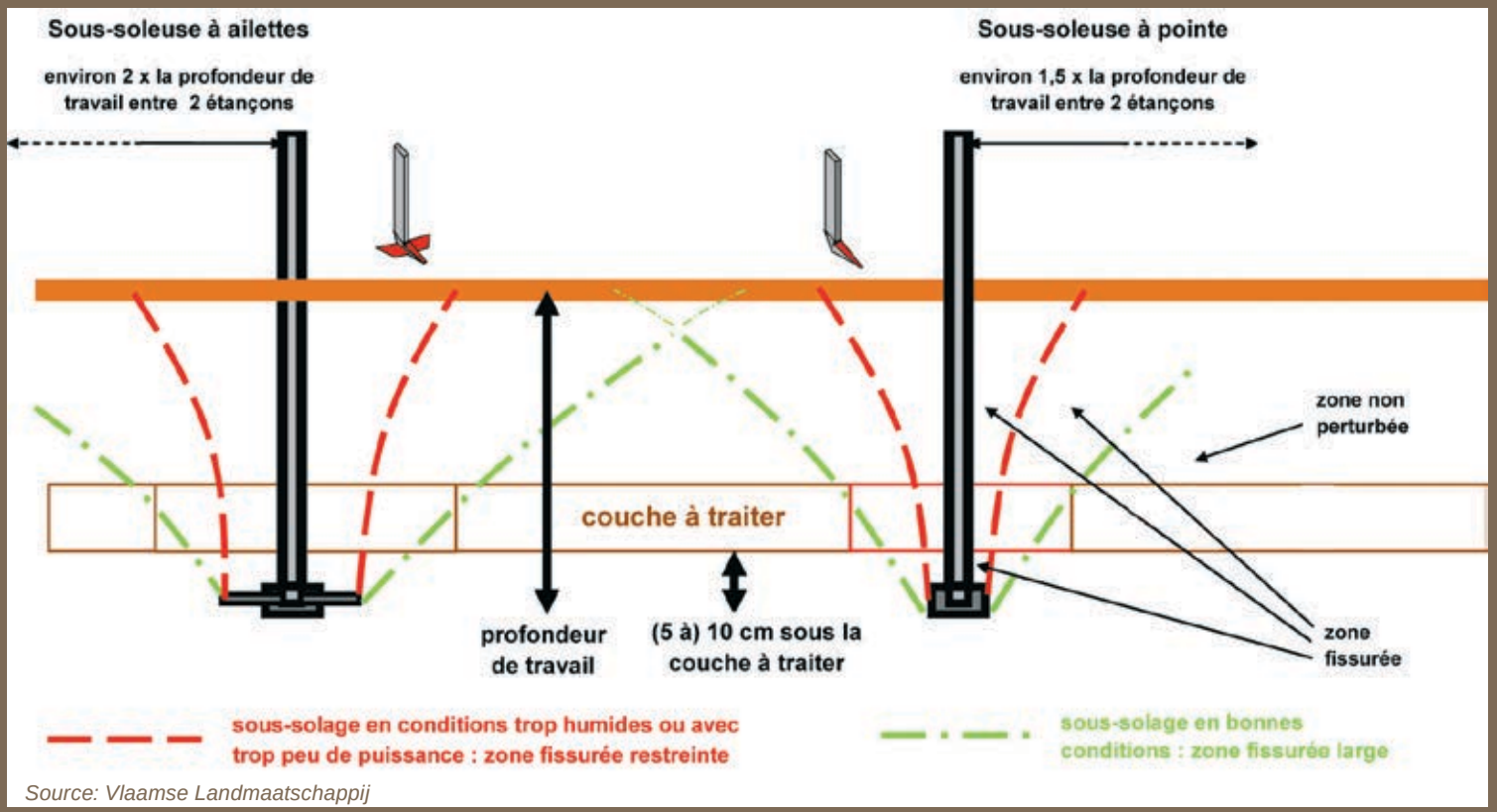
Le sous-solage consiste à faire passer, à environ (5 à) 10 cm sous la couche à traiter, un étançon étroit (droit, incliné ou incurvé) avec à son extrémité un soc. Plus le soc est large et incliné, plus grande doit être la puissance du tracteur ou moins grande peut être la profondeur de travail: sans quoi le travail de fissuration se limite autour de l'étançon en ne créant qu'un étroit sillon ou pire, en provoquant un lissage du sol additionnel directement autour de l'outil. Après le sous-solage, la surface du sol est d'autant plus irrégulière que le soc est incliné. Le sous-solage doit se faire en conditions sèches, spécialement pour un sous-sol argileux afin de faire éclater la couche compacte profonde. Il peut se faire en conditions quelque peu plus humides pour des sols sableux et limoneux afin d'éviter une réduction en poussière de la couche traitée.

Source: Inagro

Décompacteur

Source: Evers Agro - www.eversagro.nl

Sous-soleur



Source: Vlaamse Landmaatschappij

Représentation schématique de l'action d'un sous-soleur à ailettes (à gauche) et à pointe (à droite). Les lignes en pointillé délimitent le volume du sol traité : un travail en bonnes conditions permet de traiter un plus grand volume de sol (pointillé vert) par rapport à un travail en conditions trop humides (pointillé rouge).

Pour les pâtures, le travail de décompactage se fait idéalement avant une période pluvieuse afin de minimiser le risque d'assèchement des mottes. Un disque ouvreur permet une meilleure pénétration de la dent dans les mottes.

Afin de limiter le risque de recompactage dès le prochain passage d'un engin, il est conseillé de laisser le sol se stabiliser naturellement. Le sous-solage se fait dès lors préférentiellement après la récolte d'une céréale et avant le semis d'une interculture à enracinement fort et profond capable de coloniser et préserver les fentes créées.

Avant de passer aux techniques culturales simplifiées (TCS), il est important d'évaluer l'état du sous-sol et de procéder à un sous-solage si nécessaire. Pour les systèmes TCS, un (léger) déplacement de la terre est souhaitable pour éviter que les agrégats ne retombent au même endroit.

Source: Vlaamse Landmaatschappij

En stimulant la vie du sol

... par les vers de terre

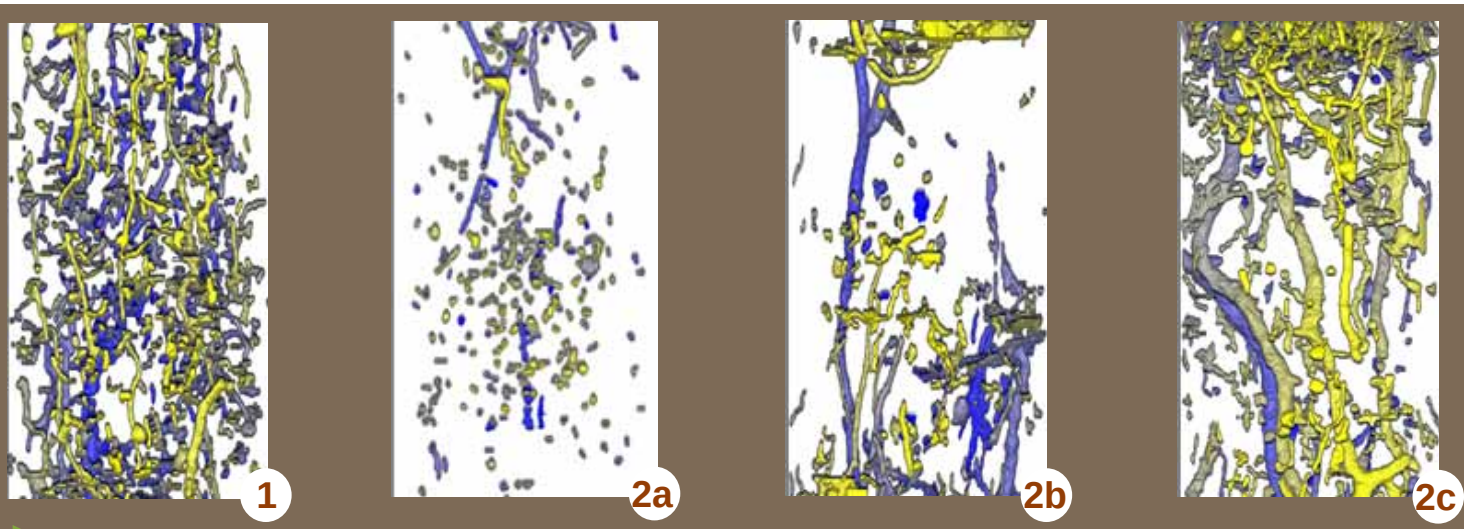
Le drainage de l'eau se fait 10 fois plus vite dans un sol avec une importante population de vers de terre que dans un sol sans vers de terre.

Le but poursuivi est de favoriser la création de biopores et spécialement les galeries verticales et profondes creusées par les vers de terre anéciques. La régénération naturelle d'un sol tassé est possible, mais est lente en conditions de grande culture. Une rotation apportant suffisamment de matière organique fraîche est primordiale, en particulier pour les systèmes d'exploitation basés sur les TCS.

… par le travail des racines

Le cycle diurne de retrait et gonflement régi par l'évapotranspiration ameublit le sol autour des racines. Du fait de leur capacité limitée à pénétrer le sol, les racines principales se développent préférentiellement dans les fissures et biopores. Le système racinaire fasciculé et dense du ray-grass permet une certaine fragmentation du sol sur les premiers 20 cm (culture intermédiaire ou prairie permanente), tout comme les racines pivotantes et robustes du trèfle rouge, de la luzerne, de la vesce, et du lupin. Des racines profondes (radis et maïs) et/ou fasciculées (seigle et blé) aident à décompacter le (sous-)sol, mais permettent surtout de maintenir le sous-sol ouvert: ceci est particulièrement important après une opération de sous-solage ou dans les TCS.

Source: Louis Bolk Instituut (uit "Van schraal naar rijk zand", 2008)



Représentation des galeries des vers de terre dans le profil cultural. Recolonisation naturelle par les vers de terre d'un sol tassé:

(1) parcelle non tassée,

(2a) parcelle 1 mois après tassement,

(2b) parcelle 8 mois après tassement,

(2c) parcelle 24 mois après tassement.

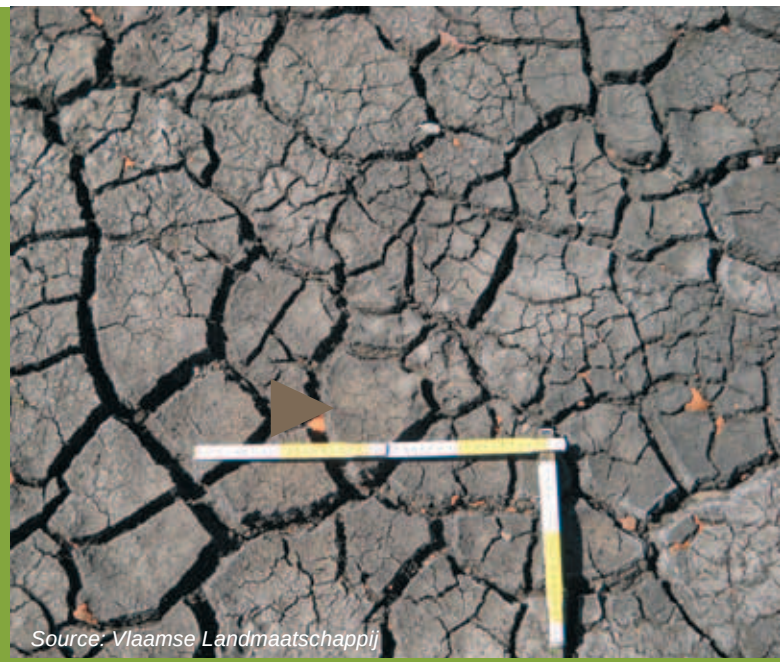
Source: INRA, Capowiez et al., 2008

Cycles naturels ?

Les cycles de «gel-dégel» et «humectation-dessication» ont un effet limité sur la décompaction des sols. L'expansion de l'eau gelée conduit au soulèvement et à la fissuration des zones compactes. Ce phénomène est (le plus souvent) limité à la couche arable. Il est mis à profit pour l'ameublissement de sols argileux. De plus, dans des sols argileux, les minéraux d'argile gonflent en présence d'eau et se rétractent lors d'une période sèche, créant des fentes parfois profondes par lesquelles les racines peuvent atteindre des couches inférieures.

Source: Vlaamse Landmaatschappij

Sol argileux labouré avant l'hiver afin de favoriser un ameublissement par le gel.



Source: Vlaamse Landmaatschappij

Formation de fissures dans un sol argileux ayant été inondé, par forte rétractation du fait de la sécheresse.

7. Mieux vaut éviter le tassement en prenant soin du sol

Un ensemble de précautions sont les seules armes pour limiter le tassement et sauvegarder la qualité de nos sols. Il n'existe malheureusement pas de moyen «miracle».

Source: Inagro

Par un ensemble de précautions

Ne circuler sur la parcelle que si l'humidité du sol le rend moins vulnérable. L'évaluation de l'humidité du sol peut se faire à l'aide du «test du boudin». Notons que la surface ne dit rien sur l'état d'humidité en profondeur. Prenez soin également du drainage des parcelles de bas champs, en nettoyant les fossés ou en installant un système de drainage artificiel en profondeur.

Diminuer autant que possible la pression au sol.

- L'allègement du matériel, le dédoublement des essieux, le jumelage des roues sur un même essieu, et l'utilisation de pneus plus larges ou de pneus à basse pression permettent de diminuer les effets sur le sol.
- Evitez de surcharger les bennes, limitez la charge par essieu: un maximum de 5 à 6 t par essieu est préconisé.
- Le recours aux masses d'alourdissement doit être réservé aux travaux lourds pouvant entraîner du patinage.
- L'utilisation de chenilles permet de réduire les dégâts au sous-sol du fait que le poids de l'engin roulant est reparti sur une plus grande surface de sol. La pression de contact se retrouve réduite. Cependant les effets de pics de pression mesurés sous les roues et les vibrations générées continuent à être étudiés.

Test d'évaluation de l'humidité du sol

Prélevez une petite quantité de terre à une profondeur d'une dizaine de centimètres. Faîtes rouler la terre entre les paumes et essayez de former un boudin.

- Si le boudin ne se forme pas car le sol s'étale sur la paume, le sol est vraiment très humide: circuler sur le sol causera de très importants dégâts.
- Si un boudin long et fin se forme facilement, le sol est fort humide: circuler sur le sol avec des engins lourds causera des dégâts.
- Si le boudin se forme avec justesse, mais il a tendance à se fracturer: circuler avec des engins légers ou n'appliquant qu'une pression réduite au sol ne causera que peu de tassement.
- Si le boudin ne peut être formé car la terre est dure ou grumeleuse: le sol est peu vulnérable au tassement.

Attention: ce petit test ne tient pas compte de la texture du sol.

L'utilisation de pneus larges, l'emploi judicieux de masses d'alourdissement, le dédoublement des pneus, deux ou plusieurs essieux, l'allègement du matériel, … permettent de réduire la pression exercée au sol par les engins agricoles.

Source:Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture de Région du Nord – Pas de Calais

Source:Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture de Région du Nord – Pas de Calais

Source: Joskin SA - www.joskin.com

Source: Vereniging VACO, Bedrijfstakorganisatie voor de Banden- en Wielenbranche, Leiden (uit "Landbouwbanden")

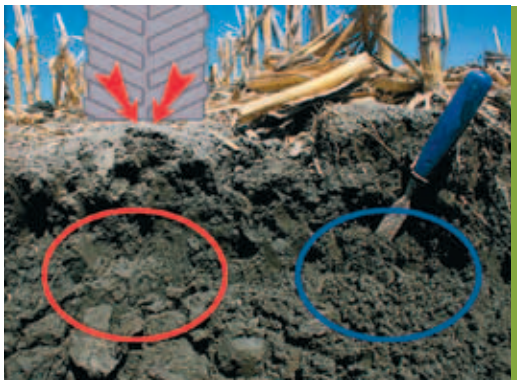
Source: Frans Vervaet B.V. - www.vervaet.nl

Source: www.claas.com

Source: Inagro

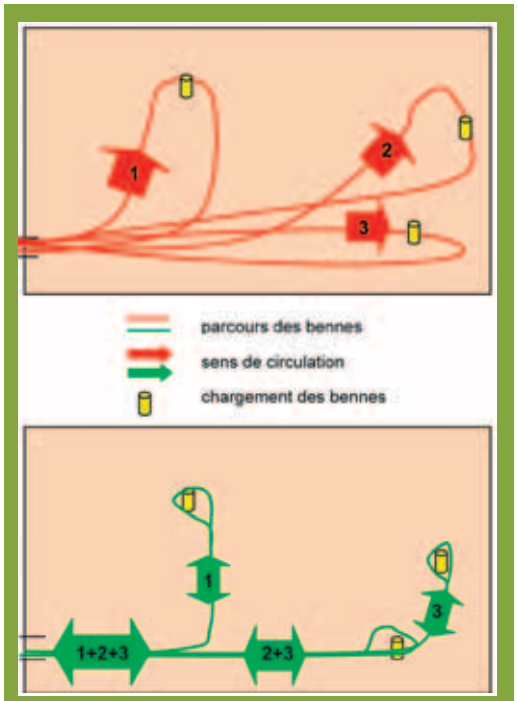
Le travail combiné permet d'effectuer plusieurs opérations en un seul passage.

- **Réduire le nombre de passages sur le sol et éviter une circulation anarchique sur la parcelle.**
  Lors des récoltes, confinez la surface sur laquelle passent les engins agricoles et déchargez en bordure de champs pour éviter que des bennes lourdement chargées parcourent toute la parcelle. Le travail combiné et les TCS permettent une réduction des passages sur la parcelle. Un système d'exploitation sur billons et par «trafic contrôlé» poussent cette préoccupation à l'extrême.



En culture sur billons, une zone réservée au passage des roues est strictement séparée des rangées de semis: après plusieures années, suite au passage répété des roues, on observe une structure anguleuse témoignant d'un tassement (à gauche), tandis que sous les rangées de semis la structure grumeleuse du sol est optimale (à droite).

Source: Le Coopérateur Agricole (www.lacoop.coop), édition novembre-décembre 2010 (Xavier Masson, Institut polytechnique LaSalle-Beauvais)



Représentation schématique de la circulation raisonnée (en bas) sur la parcelle, permettant de fortement réduire la surface affectée par les engins agricoles (particulièrement pendant la récolte), à comparer à une circulation anarchique (en haut).

Source: Vlaamse Landmaatschappij

- **Travailler le sol avec soin et prudence.** Ne labourez pas chaque année à la même profondeur, afin d'éviter la formation de la semelle de labour (n'augmentez pas la profondeur de labour car ceci dilue la matière organique). L'aiguisage des socs permet d'atténuer la formation de la semelle. Le système de labour «hors raie» où les 4 roues du tracteur roulent en surface permet de protéger le sous-sol. Un travail du sol trop intensif détruit les agrégats et n'est pas nécessaire pour toutes les cultures: lors de conditions trop sèches les agrégats se pulvérisent, et lors de conditions trop humides les dents des outils «glissent» dans le sol et provoquent un lissage.

Source: Parc naturel du Pays des Collines et Agricultures & Territoires

Source Institut technique de la betterave

Le système racinaire profond de la betterave.

Source: Inagro

Le système racinaire du seigle d'automne en tant qu'interculture peut atteindre sans problème le sous-sol.

Source: Inagro

Le système racinaire de l'avoine peut atteindre sans problème le sous-sol.

- **Prendre soin de la rotation.** Prenez soin d'apporter suffisamment de matière organique: des résidus avec un rapport C/N élevé (des pailles) et l'apport de compost entretiennent la vie du sol et renforcent sa stabilité et fertilité. Des cultures pouvant être récoltées en été préservent le (sous-)sol contre le tassement, du fait des conditions climatiques souvent favorables lors de la récolte. L'introduction de (d'inter-) cultures avec un système racinaire profond ou pivotant maintient le sous-sol ouvert.

Source: Vlaamse Landmaatschappij

- **Réguler le pâturage du bétail.** Diminuer l'intensité du pâturage a un effet positif, mais une régulation selon les conditions d'humidité livre un meilleur résultat. Maintenez une masse végétale suffisante et assurez une couverture du sol.
- **Suivre le pH du sol.** Un pH trop bas (pH KCl<5,0 – 5,5) diminue la stabilité des agrégats et l'activité des vers anéciques. Le chaulage permet de rectifier le pH, et le calcium intervient dans la formation et la stabilité des agrégats.

Partenaires du projet PROSENSOLS

Inagro
www.inagro.be
- Annelies Pollentier
  E-mail: annelies.pollentier@inagro.be
  Tel :+ 32 51 27 33 80
- Tomas Van de Sande
  E-mail: tomas.vandesande@inagro.be
  Tel : + 32 51 27 33 13

Vlaamse Landmaatschappij (VLM)
Velodroomstraat 28, B-8200 Brugge
www.vlm.be
- Sébastien Janssens
  E-mail: sebastien.janssens@vlm.be
  Tel : + 32 50 45 81 18
- Carole Ampe
  E-mail : carole.ampe@vlm.be
  Tel. : +32 50 45 90 17

Université catholique de Louvain (UCL)
Croix du Sud 2, Bte L7.05.02, B-1348 Louvain-la-Neuve
www.uclouvain.be
- Marie-Pierre Hiel
  E-mail: marie-pierre.hiel@uclouvain.be
  Tel : + 32 10 47 37 16
- Charles Bielders
  E-mail: charles.bielders@uclouvain.be
  Tel : +32 10 47 37 14

Parc Naturel du Pays des Collines (PNPC)
Ruelle des Ecoles 1, B-7890 Ellezelles
www.paysdescollines.be
- Baptiste Hottekiet
  E-mail: b.hottekiet@pnpc.be
  Tel : + 32 68 54 46 02

Chambre Régionale d'Agriculture Nord - Pas de Calais
140, Bd de la Liberté, F-59000 Lille
www.agriculture-npdc.fr
- Pierre Mortreux
  E-mail: Pierre.mortreux@agriculture-npdc.fr
  Tel : + 33 3 27 21 46 90

56, Avenue Roger Salengro, BP 80039 –
62051 Saint-Laurent Blagny Cedex
- François Derancourt
  E-mail : Francois.derancourt@agriculture-npdc.fr
  Tel. : + 33 3 21 60 57 64

Chambre Départementale d'Agriculture Aisne
1 rue René Blondelle, F-02000 Laon
www.agri02.com
- Stéphanie Ambrosino
  E-mail: Stephanie.ambrosino@ma02.org
  Tel : +33 3 23 22 51 08

Universiteit Gent
Coupure Links 653, B-9000 Gent
www.ugent.be
- Jan Vermang
  E-mail: jan.vermang@ugent.be
  Tel : + 32 9 264 60 58

Opérateurs associés du projet PROSENSOLS

Greenotec a.s.b.l.
Rue de la Charmille 16, B-4577 Strée-lez-Huy
www.greenotec.be
- Sébastien Weykmans
  E-mail: weykmans.s@greenotec.be
  Tel : + 32 478 22 27 56

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, LNE, ALBON
Koning Albert II-laan 20 bus 20, B-1000 Brussel
www.lne.be/themas/bodem
- Johan Desmet
  E-mail: johan.desmet@lne.vlaanderen.be
  Tel : + 32 2 553 21 98

Provincie Oost-Vlaanderen, Steunpunt Erosie
Gouvernementstraat 1, B-9000 Gent
www.oost-vlaanderen.be
- Katrien Baetens en Eddy Poelman
  E-mail: erosie@oost-vlaanderen.be
  Tel : + 32 9 267 89 00

Chambre d'Agriculture de l'Oise
Rue Frère Gagne, F-60021 Beauvais Cedex
www.agri60.fr
- Christian Dersigny
  E-mail: christian.dersigny@agri60.fr
  Tel : + 33 3 44 11 44 51

Parc Naturel des Plaines de l'Escaut
31 Rue des Sapins, B-7603 Bon Secours
www.plainesdelescaut.be
- Marie-Hélène Durdu
  E-mail: mhdurdu@plainesdelescaut.be
  Tel : + 32 69 77 98 10

Syndicat mixte du Parc Naturel Régional Scarpe - Escaut
357 Rue Notre Dame d'Amour, F-59230 Saint-Amand-les Eaux
www. pnr-scarpe-escaut.fr
- Christelle Parmentier
  E-mail: c.parmentier@pnr-scarpe-escaut.fr
  Tel : + 33 327 19 19 70

Avec le support de:

Réalisation : partenariat PROSENSOLS (2011)

Cette publication a été réalisée avec le plus grand soin et la plus grande précision.
L'information reprise dans cette publication ne peut être le sujet de quelque déposition de réclamation en dommages et intérêts vis à vis des partenaires du projet Prosensols.