



Les pratiques de gestion optimales

RESTAURATION DU SOL

Les reliefs vallonnés à sol loameux sont les terres cultivées les plus communes en Ontario. Pendant la saison de plantation, un simple coup d'œil au sol nu révèle l'un des plus graves problèmes de santé du sol de ces reliefs : les buttes érodées.

Ces dernières indiquent que le matériau parent du sol est près de la surface ou à la surface. Le matériau parent est un mauvais substitut aux sols sains. La sécheresse excessive, la pierrosité, la compaction et l'infertilité rendent les buttes érodées impropres à la culture.

La restauration du sol est une technique assez récente où on ramène, par voie mécanique, le sol qui s'est déposé au bas des pentes des terres cultivées jusqu'au haut. Cette fiche d'information explique le rôle de la restauration du sol dans la remise en état de celui-ci.

LE RÔLE DU SOL SAIN DANS UN CLIMAT EN CONSTANTE ÉVOLUTION

L'agriculture et le climat sont directement liés; tout ce qui a un effet important sur notre climat influera sur la production agricole. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) et le changement climatique sont des problèmes globaux et l'agriculture peut contribuer à leur résolution.

Les PGO qui améliorent la santé des sols peuvent également aider à diminuer les émissions de GES, à réduire la fuite du phosphore des champs vers l'eau de surface et à augmenter la résilience à la sécheresse ou aux conditions très humides. Un sol sain, composante essentielle d'un environnement sain, est le fondement d'un système de production agricole durable.

Problèmes présentés par les buttes érodées

Les buttes érodées sont gravement dégradées, et si on n'y remédie pas, elles ne feront qu'empirer.

Elles apparaissent après des décennies d'érosion attribuable au travail du sol (voir les fiches sur les PGO pour le diagnostic de la santé du sol). Dans ces paysages, les instruments aratoires poussent le sol du haut au bas des pentes. Cela produit des « plaques blanches » au haut des pentes et l'accumulation de la couche arable du milieu au bas des pentes (ou dans les dépressions). Le sol déplacé par le travail du sol peut se déposer aux endroits touchés par l'érosion hydrique, donc le déplacement ou la perte du sol du champ est plus important.



Le travail du sol dans le sens de la pente fait descendre le sol vers le bas des pentes : il s'agit de l'érosion attribuable au travail du sol.



La présence de « plaques blanches » ou de buttes érodées dans ce champ indique un historique de perte de sol en raison de l'érosion hydrique ou attribuable au travail du sol. Le sol pâle indique la présence de matériau parent à la surface, ce qui suggère une perte nette de 60 cm (2 pi) de couche arable et de sous-sol.

BUTTES ÉRODÉES

L'érosion attribuable au travail du sol laisse le sol des buttes dans l'un des trois états suivants :

1. **Érosion grave** – le matériau parent (souvent calcaire) se trouve à la surface. Consultez la fiche d'information des PGO pour la santé des sols *Démobilisation des terres cultivées*.
2. **Érosion moyenne** – le sous-sol (horizons B, et non le matériau parent) se trouve à la surface ou est mélangé au matériau parent par le travail du sol. Ce type de sol convient le mieux à la restauration.
3. **Érosion légère** – la couche arable a été éliminée par l'érosion ou a été mélangée au sous-sol (horizons A et B). Ces sols peuvent être améliorés grâce à des cultures-abris, au travail du sol avec paillage ou à l'ajout d'amendements organiques.

Dans ces cas, le rendement des buttes peut être d'aussi peu que 50 % du rendement moyen du champ, tandis que le rendement dans les sols accumulés est souvent supérieur à la moyenne. Autrefois, les cultivateurs avaient deux choix : tolérer la perte de rendement et la poursuite de la dégradation, ou ne plus utiliser le champ pour produire des cultures.



Le maïs qui pousse sur les buttes érodées est plus sujet au stress de sécheresse et à la diminution du rendement lorsqu'il y a peu d'eau.

Pour obtenir plus de détails sur la gestion des sols gravement érodés, veuillez consulter la fiche d'information des PGO pour la santé des sols *Démobilisation des terres cultivées*.



DÉGRADATION ACCÉLÉRÉE

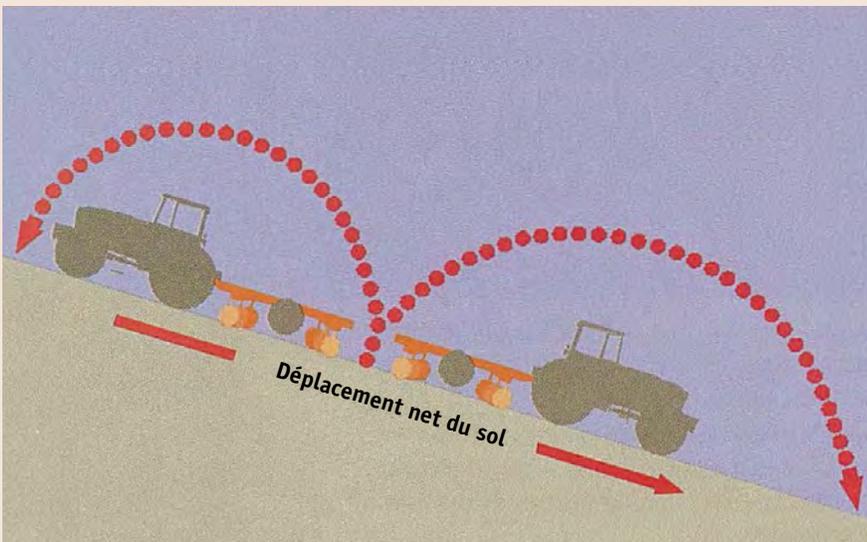


Le sous-sol ou le matériau parent qui reste exposé à la surface risque de se dégrader encore plus. Le matériau parent exposé se compacte plus facilement et est très sensible à l'érosion par le vent et l'eau.



Vous trouverez une description détaillée du déplacement du sol par les pratiques de travail du sol dans *Érosion attribuable au travail du sol*, une fiche sur les PGO pour le diagnostic de la santé du sol.

ÉROSION ATTRIBUABLE AU TRAVAIL DU SOL



L'érosion attribuable au travail du sol est accélérée par la vitesse, l'orientation, l'intensité et la fréquence du travail du sol. L'équipement qui se déplace rapidement défait le sol rapidement et le déplace plus vite et plus loin. Le travail du sol en profondeur et l'utilisation d'équipement de labour très perturbateur, comme la charrue à socs et versoirs et le chisel, affectent le sol et peuvent en déplacer plus. Un plus grand nombre de passages peut accélérer l'effondrement de la structure du sol et faire descendre plus de sol vers le bas de la pente. Le travail du sol vers le bas de la pente pousse le sol plus loin dans cette direction que le travail du sol vers le haut de la pente.



L'érosion attribuable au travail du sol cause une perte de sol sur les buttes et au haut des pentes et dépose ce sol, après des décennies de déplacement, au bas des pentes (ou dans les dépressions). Elle se produit aussi dans les champs en pente à léger relief et presque plats.

PERTE DE RÉCOLTE



Le matériau parent (divers horizons C) est souvent peu propice à la croissance des cultures : son pH est basique ou acide; il contient beaucoup de chaux (dans les sols calcaires) et a une forte densité apparente, plus de roches, des taux d'infiltration et de percolation faibles et moins d'éléments nutritifs disponibles pour les plantes.

PERTE DE TERRES CULTIVÉES PRODUCTIVES



Si on n'y remédie pas, l'érosion attribuable au travail du sol augmentera, tout comme la taille de la butte érodée ou la proportion du champ impropre à la production de cultures.

La restauration du sol, une partie de sa remise en état

Dans les années 90, des agriculteurs et des pédologues innovateurs ont mis au point la restauration du sol comme PGO pour les champs qui comportaient des buttes gravement érodées. La restauration du sol est la remise en place mécanique du sol des terres cultivées qui est passé du haut au bas de ces terres.

La restauration fait partie du processus de remise en état du sol.

- On vérifie les sols pour déterminer la taille de l'endroit à restaurer et la quantité de sol dans les zones basses que l'on peut ramener au haut des pentes.
- On dépose le sol au haut des pentes érodées (restauration).
- Les tentatives de restauration visent à remettre au moins 10 cm (4 po) de couche arable au sommet des collines.
 - Habituellement, cela entraîne le déplacement du sol du bas des pentes à son lieu d'origine à l'aide de chargeuses, de tracteurs ou d'équipement d'excavation.
- L'état du sol s'améliore lorsqu'on épand du fumier et d'autres amendements organiques.
- On garde les sols en place grâce à la gestion des résidus et avec des cultures-abris ou vivaces.
- Les buttes et les hauts de pente restaurés avec succès ne peuvent être distingués du reste du champ : la couche arable est en place et le rendement de la culture est semblable aux moyennes du champ.

La restauration du sol des buttes érodées donne une deuxième chance de succès. Les sols perdus et endommagés peuvent être remplacés et restaurés, à un coût inférieur à celui de la démobilité des terres et de la location de nouvelles terres.

Selon des recherches, le rendement des buttes restaurées était de 10 à 33 % de plus les années pluvieuses et de 40 à 100+ % de plus les années de sécheresse. Le rendement des zones où le sol avait été enlevé diminuait de 10 à 15 %.

Une exploitation où le rendement d'une grande butte érodée était de 50 % de la moyenne du champ avant la restauration a signalé une augmentation jusqu'à 90 % de la moyenne du champ. Le rendement de la zone où le sol avait été enlevé avait diminué de 10 %. Dans les deux cas, l'augmentation du rendement sur la butte était grandement supérieure à la diminution dans la dépression.



On se sert d'équipement lourd pour retirer le sol au bas d'une pente et le déposer au haut de la pente. Pour établir une couche arable d'au moins 10 cm (4 po) au sommet des collines, il faut déplacer beaucoup de sol (1 035 m³/ha ou 538 verges carrées/ac).



Les principes directeurs de la restauration du sol sont de ramener le sol à son lieu d'origine, de l'y garder et de le laisser reprendre sa santé.



PLANIFICATION SOIGNEUSE – Dans la restauration du sol, on rétablit les caractéristiques normales du profil de sol et la capacité de production des zones auparavant érodées au haut des pentes. Protégées contre une nouvelle érosion, ces zones sont moins sujettes aux autres formes de dégradation localisée.

Selon des recherches, la restauration du sol est le plus efficace lorsqu'on remet au moins 10 cm (4 po) de couche arable sur les buttes. En outre, il est important de ne prendre que le sol déposé; il ne faut pas créer un nouveau problème au bas des pentes. Il faut dresser une carte adéquate et estimer la ressource disponible. Un pédologue dûment formé est le spécialiste tout indiqué pour cette tâche.



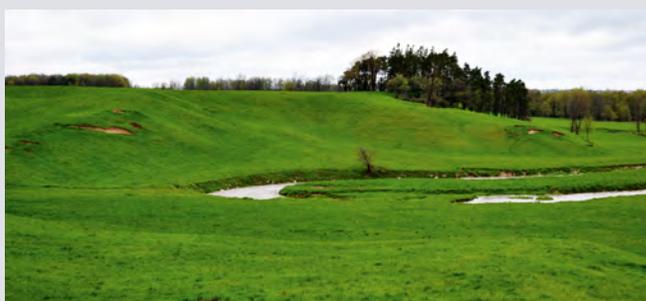
DÉPLACEMENT – Les champs ne perdent pas toujours les sols érodés par le travail du sol. Le sol des zones sédimentaires au bas des pentes comprend souvent d'épaisses couches arables. Cela prouve que le sol s'est déplacé du haut des pentes et s'est déposé du haut au bas des pentes. Des décennies d'érosion constante attribuable au travail du sol mènent à l'enfouissement de la couche arable, le sous-sol et le matériau parent érodés recouvrant la couche arable d'origine. Dans la photo de sous-sol ci-dessus, le sous-sol pâle de gauche recouvre la couche arable d'origine, à droite.



SUIVI – La restauration fait partie du processus de remise en état du sol. Après la restauration, il faut protéger et améliorer les sols. Les sols restaurés peuvent être protégés par des PGO telles que la gestion des résidus, les cultures-abris ou les cultures vivaces. L'état du sol peut être amélioré en épandant du fumier et autres amendements organiques, et avec de l'engrais vert et des plantes fourragères.



LES CULTURES ONT BESOIN D'UNE COUCHE ARABLE – Les sols résiduels des zones gravement érodées au haut et sur les crêtes des pentes sont trop calcaires, infertiles, secs, compacts et souvent trop pierreux pour y faire croître des cultures. Une couche arable saine possède les propriétés idéales pour la survie des semis et la croissance des cultures : forte capacité de rétention d'eau, bonne aération, faible densité, fertilité équilibrée et structure résistante à la dégradation. À long terme, on vise à obtenir un sol sain sur les buttes restaurées.



FRAIS DE REMPLACEMENT – Il faut sérieusement songer à la démobilisation des terres cultivées vallonnées si elles comprennent de larges zones de sol gravement érodé. Bien que le boisement ou l'établissement de cultures vivaces (comme le pâturage permanent ci-dessus) ne soit pas très dispendieux, le coût du remplacement des terres cultivées peut être très élevé dans certaines régions de l'Ontario.

Ce qu'il faut envisager

NATURE ET AMPLEUR DU PROBLÈME

Qu'est-ce qui est exposé, le sous-sol ou le matériau parent?

- Examinez l'endroit. S'il ne semble pas y avoir beaucoup de symptômes de perte de sol, la gestion des résidus peut suffire à freiner l'érosion.

Quelle superficie du champ a été dégradée par l'érosion attribuable au travail du sol?

- Si la zone représente moins d'un pour cent de la superficie du champ, des ajouts d'amendements organiques tous les ans, jumelés à la couverture du sol, peuvent être une solution de rechange à la restauration.
- Si l'érosion attribuable au travail du sol touche seulement une petite zone, certains producteurs innovateurs ajustent la gestion en diminuant la population, en choisissant des hybrides en fonction des conditions de l'endroit et en changeant les taux d'intrant en fonction des pertes de rendement attendues.

Par contre, si la dégradation est grave, touchant plus de 30 % de la terre cultivée, et que le champ a perdu la majorité de la couche arable par érosion, il faut envisager des PGO comme la démobilisation.

Un sol beige, brun-rouge ou brun pâle à la surface sur les buttes indique une érosion légère à moyenne attribuable au travail du sol.



Le sol pierreux et pâle et parfois compacté à la surface des buttes indique que l'endroit a été gravement érodé par le travail du sol.



Lorsqu'on verse de l'acide chlorhydrique (HCl) à 10 % sur des matériaux parents calcaires à la surface du sol, des bulles apparaissent.

SOL DISPONIBLE

Où se trouve maintenant le sol?

- Vérifiez l'épaisseur de la couche arable dans les dépressions au bas des pentes pour voir si la plus grande partie du sol est restée sur place.

Quel volume de sol est disponible pour restaurer les buttes?

- Collaborez avec un pédologue ou un spécialiste des sols dûment formé pour déterminer l'étendue et la profondeur de l'aire de sédimentation.

MOMENT DE L'OPÉRATION

Les conditions sont-elles propices au déplacement du sol?

- Malheureusement, le moment idéal pour déplacer le sol peut nuire à la croissance de la culture. Le déplacement du sol sec coûte beaucoup moins cher et est plus rapide que celui du sol mouillé. De plus, on endommage moins le sol s'il est sec lorsqu'on le déplace. La période la plus sèche en Ontario est l'été, ce qui coïncide avec la croissance des cultures. Le moment idéal d'une restauration peut être après une culture de céréales ou une culture récoltée tôt.



Un pédologue professionnel pourra décrire le sol, prendre note des profondeurs et dresser une carte de l'étendue de la couche arable déposée dans les dépressions et au bas des pentes.

APPROCHE SYSTÉMIQUE

Que faut-il faire d'autre pour garder le sol en place et lui permettre de se remettre en état?

- Gardez les sols en place et couverts grâce au travail du sol avec paillage, au semis direct ou à des cultures-abris. Rétablissez le sol en y ajoutant des amendements organiques (fumier composté, etc.) et des systèmes vivaces qui comprennent des cultures fourragères.

La restauration du sol règlera-t-elle toutes les formes d'érosion dans le champ?

- Recherchez des indices de ruissellement à partir du haut de la pente des champs, d'écoulement concentré dans les ravines sur place ou un risque d'érosion éolienne. Des PGO pour la gestion de l'eau de surface, comme les structures de lutte contre l'érosion ou les brise-vents dans les champs, peuvent être nécessaires pour compléter le système de PGO favorable à la santé du sol de ce champ.



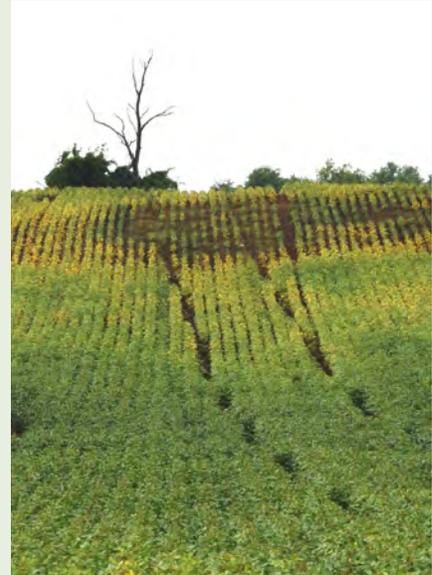
Pour plus de renseignements, veuillez consulter les ouvrages de la série des PGO intitulés *Lutte contre l'érosion du sol à la ferme* et *Semis direct – les secrets de la réussite*.

Techniques et conseils

Collaborez avec un spécialiste des sols qualifié pour déterminer la superficie et l'épaisseur de la zone de couche arable déposée.



Servez-vous des renseignements sur le rendement obtenus par GPS et de l'enquête sur le sol du champ pour déterminer à quel endroit la récolte est faible.



Si l'érosion attribuable au travail du sol est moyennement grave, le sol du bas de la pente peut être ramené sur la butte ou le haut de la pente. Dans cette photo, un spécialiste des sols qualifié dépose de l'acide chlorhydrique à 10 % sur le sol pour vérifier si les matériaux parents calcaires (à forte teneur de chaux) ont été exposés à la surface du sol, ce qui indique une grave érosion attribuable au travail du sol.



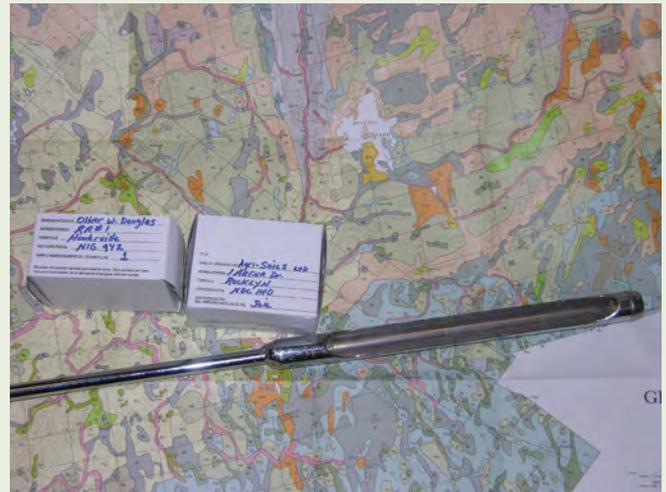
La couche arable peut être enlevée des dépressions à l'aide de chargeuses frontales et d'équipement hydraulique d'aménagement, puis appliquée en couche de 10 cm (4 po) d'épaisseur au haut de la pente érodée.



N'enlevez pas trop de couche arable dans la dépression. Elle doit avoir une épaisseur d'au moins 15 cm (6 po), sinon les futures récoltes ne pousseront pas aussi bien.



Plantez une culture-abri ou déposez du paillis sur le sol de la butte pour éviter la perte de sol jusqu'à ce qu'il se stabilise.



Le printemps ou l'automne suivant, vérifiez les taux d'éléments nutritifs et le pH du sol restauré et des zones où on a enlevé le sol.



Travaillez le sol au minimum et effectuez un semis direct si possible après la restauration. Songez également à utiliser des coutres moins perturbateurs.



Ajoutez des amendements organiques dans toute la zone pour augmenter le taux de matière organique du sol.



Le meilleur moment de déplacer le sol est l'automne ou à la fin de l'été, après le blé d'hiver.

LES DÉTAILS

Une profondeur de 10 à 15 cm (4 à 6 po) est recommandée pour rétablir la productivité des buttes et diminuer la variabilité du rendement de la récolte dans le champ.

Le délai de récupération de tous les coûts liés au retour du sol au sommet d'une colline (environ 800 \$/acre) est de trois à six ans. Il vaut la peine de restaurer les buttes modérément ou gravement érodées.



L'ajout de matières organiques au sommet des collines récemment restaurées aide le sol à s'agréger et rétablit les fonctions de la couche arable en augmentant la quantité de carbone organique dans le sol plus rapidement que si aucune matière organique n'était ajoutée. Il faut faire attention de ne pas compacter ni perturber le sol récemment déplacé.

Autres renseignements

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES DE L'ONTARIO

Il existe de nombreuses sources d'information supplémentaire.

Voici quelques suggestions pour commencer. La plupart d'entre elles sont disponibles en ligne sur ontario.ca/maaaro ou peuvent être commandées auprès de ServiceOntario.

- Publication 811F, *Guide agronomique des grandes cultures*
- Publication 611F, *Manuel sur la fertilité du sol*

Série « Les pratiques de gestion optimales »

- *Établissement du couvert forestier*
- *Gestion du sol*
- *Grandes cultures*
- *Lutte contre l'érosion du sol à la ferme*



Plan agro-environnemental (4^e éd.) et fiches d'information sur le PAE

- N° 15, *Gestion des sols*

Demandes de renseignements au ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

Centre d'information agricole
Tél. : 1 877 424-1300
Courriel : ag.info.omafra@ontario.ca
Site Web : ontario.ca/maaaro

COMMANDES AUPRÈS DE SERVICE ONTARIO

En ligne sur le site Web de
ServiceOntario Publications –
ontario.ca/publications

Par téléphone au centre d'appels de
ServiceOntario
Du lundi au vendredi, de 8 h 30 à 17 h
416 326-5300
TTY : 416 325-3408
Sans frais en Ontario : 1 800 668-9938
TTY sans frais en Ontario :
1 800 268-7095

AUTRES RESSOURCES (EN ANGLAIS)

*Tillage Erosion and Landscape
Restoration: Effects on Soil Properties
and Crop Yields*

sdaba.org/pdfs/Papiernik.ppt.pdf

Soil Management Guide
[gov.mb.ca/agriculture/environment/
soil-management/soil-management-
guide/soil-erosion.html](http://gov.mb.ca/agriculture/environment/soil-management/soil-management-guide/soil-erosion.html)

REMERCIEMENTS

Cette fiche d'information a été créée
par l'équipe des sols du MAAARO :
Adam Hayes (président), Doug Aspinall,
Andrew Barrie, Sebastien Beillard, Dave
Bray, Christine Brown, Adam Gillespie,
Christoph Kessel, Kevin McKague, Jake
Munroe, Deanna Nemeth, Nicole Rabe,
Jim Ritter, Daniel Saurette, Stewart
Sweeney, Ted Taylor, Anne Verhallen

Coordonnateurs techniques :
H.J. Smith, Ted Taylor

Recherche et rédaction : Ann Huber,
Don King, Margaret Ribey,
Soil Research Group (SRG)

Coordonnatrice éditoriale :
Alison Lane

Conception : Neglia Design
AF184
ISBN 978-1-4606-9425-1 (Imprimé)
ISBN 978-1-4606-9427-5 (HTML)
ISBN 978-1-4606-9429-9 (PDF)

Série de fiches d'information sur les PGO pour la santé du sol :

Ajout d'amendements organiques
Bandes brise-vents
Bandes tampons
Brise-vents dans les champs
Culture en courbes de niveau et
en bandes
Culture par paillis
Culture sans labours pour la santé
du sol
Cultures couvre-sol d'hiver
Cultures-abris et épandage de fumier
Cultures-abris préplantées
Démobilisation des terres cultivées
Drainage souterrain
Ensemencement sous
les cultures-abris
Gestion des résidus
Restauration du sol
Rotation des cultures agronomiques
Rotation des cultures légumières
Structures de lutte contre l'érosion
Systèmes de cultures vivaces

Série de fiches sur les PGO pour le diagnostic de la santé du sol :

Affaissement
Compaction souterraine
Croûtage en surface
Érosion attribuable au travail du sol
Érosion éolienne
Érosion hydrique du sol
Faible fertilité
Fertilité excessive
pH extrêmes
Salinité
Sécheresse
Sols contaminés
Sols froids et humides