

Plantation sur sol inversé

La **plantation sur sol inversé** (*Soil inversion* ou *Topsoil inversion* pour les anglophones) est une technique de plantation et de restauration de la **strate herbacée** inspirée du labour, mais visant d'autres objectifs finaux :

- appauvrir le sol superficiel (en azote et en phosphore)
- y restaurer la biodiversité et ses fonctions
- restaurer des paysages de grande valeur aménitaire.



Cette *jacinthe* est l'une des plantes qu'on cherche à réintroduire dans certains boisements au Royaume-Uni, dont par semis sur sol inversé

Bien qu'aussi utilisée dans certaines formes d'agriculture, cette technique a surtout (au Royaume-Uni notamment) été utilisée comme outil de **gestion restauratoire** de milieu dans le cadre d'un **plan de restauration** d'une espèce ou d'un groupe d'espèces et/ou de paysages ; Environ 35 projets de prairies fleuries et « *Forêts fleuries* » sont réalisés ou en cours de réalisation en 2008, visant à accroître la beauté et la biodiversité, y compris de forêts nouvelles localement restaurées par diverses techniques de conservation^[1] par exemple). Dans ce cas des plantes forestières à bulbes ou des **primevères** sauvages peuvent faire partie des plantes réintroduites.

Comme pour le labour qu'elle utilise, c'est une technique qui demande des moyens lourds et qui impose de passer par un premier stade de destruction de la couche superficielle du sol, et donc de la strate herbacée si elle existe.

Les premiers retours d'expériences montrent qu'elle est très efficace, au moins à moyen terme. Selon ses promoteurs, elle peut localement produire des sylvicultures plus résilientes et plus riches en biodiversité et aux arbres



La *primevère*, plante à floraison précoce adaptée aux sous-bois des feuillus a également été semée en sous-bois au Royaume-Uni

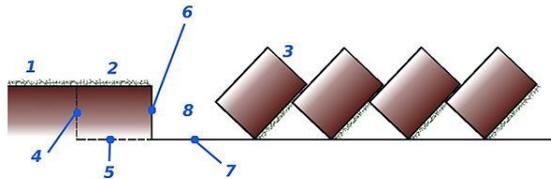
poussant plus rapidement (au moins les premières décennies).

À la différence du labour classique ;

- le retournement n'est pas annuel ; il ne se fait qu'une fois (ou de manière très espacée dans le temps s'il est nécessaire de retourner une zone qui s'est à nouveau trop eutrophisée) ;
- L'objectif n'est généralement pas agricole, agronomique ou de productivité. Le retournement complet du sol vise dans les expériences anglaises à restaurer une strate herbacée riche en biodiversité (bien qu'une *jachère* de moyenne durée à vocation paysagère soit envisageable) ;
- le procédé est complet quand la couche riche superficielle a été retournée et enfouie sous une couche de sol très pauvre qui favorisera les espèces pionnières végétales particulièrement productrices de fleurs et

de pollen, ainsi que certains invertébrés pionniers également (ex : *Lepthyphantes tenuis* et *Meioneta rustri*^[2]), deux petites araignées pionnières typiques des sols perturbés.

1 Principe général



Principe du labour profond : inverser les couches du sol naturels

1. Guéret (terrain non labouré)
2. bande en cours de détachement
3. Bandes retournées
4. Coupe verticale
5. Coupe horizontale
6. Muraille
7. Fond de raie
8. Sillon

Les sols des zones peuplées et cultivées ont reçu de telles quantités d'engrais que les zones oligotrophes ont presque disparu et que des phénomènes d'eutrophisation voire de dystrophisation ont presque partout surfavorisé quelques espèces banales de plantes nitrophiles ou pullulant sur les sols enrichis en phosphore (orties, gaillet, chardons et certaines graminées notamment) ; L'azote d'origine anthropique eutrophise presque tous les sols, y compris *passivement* via les pluies et le ruissellement ou la capillarité et de phosphore.

En inversant les couches du sol sur une grande surface, on remonte en surface la couche la plus pauvre du sol qui va favoriser les plantes à fleurs qui ne pouvaient plus s'exprimer sur le sol eutrophié car ce dernier favorise un petit nombre des plantes à croissance rapide qui étouffent rapidement les autres.

Le labour enfouit les œufs ou larves de limaces, escargots et propagules d'autres invertébrés herbivores ou micro-mammifères rongeurs qui auraient sans cela limité la croissance de nombreuses plantules issues du semi ou d'une *régénération naturelle* ;

La couche riche en matière organique, profondément enfouie constituera une réserve de nutriments et pourrait présenter un intérêt en termes de lutte contre l'effet de serre (en tant que puits de carbone)^[réf. nécessaire] ;

Les racines des jeunes arbres ne trouvant que peu de nutriments en surface et un sol riche en profondeur s'ancreront plus rapidement et plus profondément, produisant un boisement a priori plus résilient, notamment face aux sécheresses et aux pathologies qu'elles induisent.

2 La technique

Le sol, éventuellement préalablement débarrassé des arbres et souches s'il y en a est préalablement préparé par un retournement complet du sol par un labour très profond effectué en Angleterre grâce à une charrue spéciale à soc très profond dite « *Bovlund* »^{[3].[4].[5]}, importée du Danemark). Les tests faits dans le comté de Merseyside et dans une trentaine d'endroits du Royaume-Uni (état 2008) ont confirmé que sur de grandes surfaces et si le sol est épais, et dans tous les cas avec une charrue de type « *Bovlund* », un puissant tracteur est nécessaire. Le soc de cette charrue(et/ou un matériel approprié de type charrues à grands disques tranchent le sol en grandes mottes qui sont retournées, mettant à jour une couche provenant du sol profond, plus pauvre, dénuée de graines (il n'y aura donc aucune concurrence pour le semis) et généralement caractérisé par une couleur plus claire.

S'il y a une semelle de labour et que l'on souhaite ensuite planter des arbres ou qu'une forêt s'y développe spontanément, et qu'on ne dispose pas de charrue à soc profond un sous-solage préalable est recommandé pour permettre aux racines de s'ancrer plus profondément et pour faciliter la circulation verticale de l'eau. Le meilleur résultat ne peut toutefois être obtenu qu'avec un labour très profond ;

Un griffage du sol suit généralement pour homogénéiser le substrat.

En Forêt jeune ou déjà densément arborée, dans les zones ouvertes des graines adaptées aux *clairières* sont à retenir pour les grandes zones ouvertes, et celles de plantes de *lisières* pour le semis sous les arbres (*Compagnon rouge*, *Jacinthe des bois* ont par exemple été semés en forêt au Royaume-Uni. La jacinthe sauvage paraît commune dans ce pays, mais l'espèce véritablement autochtone est devenue rare dans toute l'Angleterre, concurrencée une espèce introduite au XVII^e siècle (*H. hispanica*). La disparition des *clairières* en forêt et la densification de certains boisement ne permettent plus à ces fleurs de pousser. Des graines de la jacinthe autochtone en ont été collectées (avec autorisation) dans le nord du Pays de Galles et de Runcorn et mises en culture ; elles ont permis de créer de nouvelles *clairières à jacinthes* (« *bluebell glades* ») autour de Merseyside^[6] dans le cadre d'un plan national de restauration de la jacinthe.

En contexte pluvieux ou venteux et sec, ce nouveau sol doit immédiatement être protégé de l'érosion (sous une couche de paille (de blé, orge, riz, par exemple) et par un semis rapide de plantes qui couvriront le sol en le stabilisant). Conserver des bandes enherbées non-retournées dans ce contexte diminue la capacité des plantes pionnières à produire de vastes espaces fleuris, mais protégera le sol retourné des coulées de boues et autres phénomènes érosifs.

Une fine couche de BRF (Bois raméal fragmenté) pourrait théoriquement aussi protéger un sol fragile et accélérer la restauration d'une strate herbacées, mais ceci ne semble

pas encore avoir été expérimenté.

3 Domaines d'application

La méthode a été utilisée en agriculture, dont en zone sèche en Inde notamment, pour des céréales dont le riz, avec des rendements très améliorés.

Elle est aussi utilisée dans certaines forme de sylviculture (création de boisement sur sol agricole ou de type prairial) ou pour préparer des travaux paysagers de type restauration ou création de prairies fleuries.

4 Avantages/ Inconvénients

Ils sont encore mal mesurés en raison de la jeunesse des premiers paysages et biotopes ainsi constitués.

Les éléments azotés du sol se retrouvant en profondeur, ils minéralisent en nitrates qui sont facilement transportés par l'eau. L'effet est donc que le problème de l'excès d'azote n'est nullement réglé, mais déplacé.

Contrairement à la fauche avec exportation ou à une gestion par pâturage extensif, ou même à un scrappage de surface, cette méthode nécessite une phase radicale de destruction du paysage et du biotope existant. Mais elle offre des résultats remarquables quand l'objectif est de restaurer une strate herbacée fleurie.

La méthode, si elle est appliquée à une grande surface, nécessite de gros efforts et beaucoup de main-d'œuvre si le sol doit être retourné à la main (dans les pays pauvres par exemple). Sinon, elle nécessite des moyens techniques lourds (charrue à grands socs, puissant tracteur).

L'inversion de sols présente cependant un avantage qui semble décisif dans le cas où l'on veut créer ou restaurer un boisement à sous-bois fleuri et riche en biodiversité.

Effet pervers possible : si l'opérateur n'a pu assurer provenance locale et une diversité génétique des graines d'herbacées et/ou des plants d'arbres (il s'agit souvent de clones ou de plants de provenance certifiées génétiquement homogènes). Cette méthode peut contribuer à appauvrir la biodiversité locale et fonctionnelle. Il est donc recommandé de préparer l'opération plusieurs années avant le retournement, avec une pépinière d'essences locales (à créer si elle n'existe pas), et/ou une récolte de graines d'herbacées de provenance locales et génétiquement diversifiées et provenant de plantes bien adaptées aux conditions géostationnelles du lieu tel qu'il sera après retournement (sol superficiel devenu ou redevenu « pauvre »).

5 Limites

Bien que l'on manque d'information sur ce qui se passe effectivement en profondeur dans le sol dans ce cas ; par précaution en raison de possibles phénomènes écotoxiques induit par l'anoxie des zones profondes, l'inversion de sol devrait être évitée dans les dépressions humides utilisées comme champs captants ou juste autour de mares où les animaux vont boire.

La plantation sur sol inversé s'appauvrira probablement probablement plus rapidement si elle est située juste en aval de zones très eutrophes, qui risquent par le ruissellement de rapidement réenrichir la zone en nutriments. Dans ce cas une bande enherbée plantée comme zone-tampon pourrait limiter cet effet

La méthode est inadaptée aux sols en forte pente, le labour les rendant très vulnérables à l'érosion. Sur les pentes moyennes, une structure en terrasse est toutefois possible, mais ces sols sont généralement naturellement propices à la biodiversité, car n'ayant jamais été labouré ou trop enrichi en nutriments.

Pour une grande richesse en biodiversité et une bonne diversité génétique, il faut aussi la proximité de « zones-sources » (par exemple une réserve naturelle proche ou une forêt ancienne ou un milieu écologiquement riche) et si possible un réseau de corridors écologiques de bonne qualité.

6 Incertitudes

On manque de donnée sur l'évolution à long terme de ce type de sol. Le labour et griffage de sols forestiers après coupe rase et avant plantation ou régénération naturelle ont été souvent expérimentés, mais avec l'objectif de mesurer d'éventuels effets sur la concurrence arborescentes ou sur les taux de germination et de régénération d'arbres et non pour augmenter la qualité de la strate herbacée en termes de floraison, paysage, biodiversité, biotope pour les abeilles, coléoptères et papillons, auxiliaires de l'agriculture ou de la sylviculture, gibier, etc.

Faute d'évaluations assez poussées, on ignore en particulier le devenir, selon les contextes hydrogéologiques et pédologiques et à moyens ou long terme, de l'azote et du phosphore piégés dans la couche profonde. Le cycle du phosphore est encore mal compris, notamment dans l'écosystème forestier où le phosphore est un facteur limitant, mais il semble de toute façon également perturbé dans les forêts classiquement gérées^[7].

Des phénomènes d'inversion de couches de sols existent dans la nature sur les zones de glissements de terrains, ou plus localement dans les cônes de matériaux rejetés hors des terriers de pente ou talus creusés par les animaux fouisseurs tels que lapins, lièvres, blaireaux, mais dans ces cas le substrat est généralement naturellement délité ou

mélangé et le phénomène ne touche que des surfaces relativement faibles. Les **polémosylvosystèmes** comprennent des sols retournés par les explosions, des tranchées comblées, etc mais qui ne sont pas comparables non plus, et qui n'ont été que peu étudiés^[8].

Dans la mesure du possible, et par **précaution**, l'inversion de sol devrait être évitée dans les zones longtemps inondables et dans les cuvettes humides où l'on peut craindre d'éventuels phénomènes localisés d'anoxie susceptible d'induire des problèmes de **botulisme** chez les animaux fousseurs, mais ces phénomènes seraient a priori assez comparables à ce qui se produit sous un labour (après un retournement de prairie par exemple) et leur bilan global ne serait pas nécessairement négatif ; seules des investigations scientifiques pourraient répondre à ces questions.

Cette technique rassemble les atouts et avantages du **scrappage** (mise à jour de la cryptobanque de graine du sol) et du labour (qui fragilise le sol face à l'érosion, mais enfouit les graines d'adventices, propagules d'insectes, spores, larve et œufs déposés en surface, au profit d'une moindre "concurrence" pour les plantules qui émergeront les premières à partir du semis ou dont les graines auront été apportées par le vent ou des animaux (zoochorie))

Dans un premier temps les plantes **messicoles** peuvent prospérer, mais elles seront peu à peu victimes de la concurrence avec les autres pionnières et espèces secondaires des sols oligotrophes.

7 En agriculture

Les effets notoires sur le rendement du labour de défonçage restent confinés aux zones à faible rendement, arides.

Sur un sol podzolisé, par exemple après une peu judicieuse plantation de pins en plaine, les éléments nutritifs se trouvent immobilisés en profondeur. Ce type de labour trouve alors sa vraie utilité : au lieu d'appauvrir le sol en éléments, sa fonction devient de l'enrichir. Un unique passage permet de remettre ces éléments en surface. Le sol retrouve rapidement une fertilité permettant d'implanter un nouvelle culture.

La technique a été appliquée à l'agriculture du riz paddy et blé en zone semi-aride, avec succès semble-t-il en Inde dans le district de Ranga^[9]. La méthode semble pouvoir aider les racines à gagner les couches profondes à la fois plus fraîches et plus riches (puisqu'on y a enfouit le sol riche superficiel). Les rendements en riz et en blé peuvent doubler, sans utilisation d'engrais selon cette expérience indienne certifiée par les scientifiques d'un laboratoire indien spécialisé dans l'agriculture en zone aride^[10].

8 Expériences anglaises

Le projet « *Soil inversion* », initié par des ONG (Landlife et Wood Trust), a débuté en 2002, soutenu par l'État, l'Europe et deux fondations *Esmée Fairbairn Foundation* et *John Ellerman Foundation* qui ont permis la réalisation de 35 projets (état 2008).

9 Voir aussi

9.1 Articles connexes

- Sol (pédologie)
- Agriculture
- Adventice
- Instrument aratoire
- Travail du sol
- Labour
- Bois raméal fragmenté
- Humus
- Jachère
- prairies fleuries
- Messicoles
- résilience écologique
- Gestion conservatoire
- Gestion restauratoire
- Plan de restauration
- Réintroduction
- Naturalité

9.2 Liens externes

- **exemples anglais illustrés de paysage fleuri sur sol inversé** (Wheeldon Copse, Alvanley, Cheshire)
- **Projet Forêts fleuries** (avec liste des 19 opérations en cours (dont 4 boisements nouveaux) dans le Leicestershire et le Derbyshire (consulté novembre 2008)

9.3 Bibliographie

- *Topsoil Inversion : breaking new ground in forestry*, Ed : Landlife Version PDF téléchargeable

9.4 Notes et références

- [1] Page du *Forest of Flowers project*, projet anglais de forêts fleuries, porté par l'ONG *Landlife* et le *Woodland Trust* et leurs partenaires
- [2] Inventaire d'insectes sur l'un des sites expérimentaux anglais du programme Fleurs sauvages de l'ONG *Landlife*. Voir aussi
- [3] Site danois présentant une charrue « *Bovlund* »
- [4] Photo de la charrue tractée
- [5] Autre photo de charrue « *Bovlund* », avec personnage donnant l'échelle
- [6] Article relatif à la restauration de clairières à jacinthes en Angleterre
- [7] Conclusions des études faites par le Réseau RENECOFOR en France, présentées par l'ONF
- [8] Quelques travaux de l'INRA de Nancy en forêt de Verdun, après les travaux de Jean-Paul Amat, dans le cadre de sa thèse.
- [9] Article à propos du "Soil inversion", intitulé " Soil inversion method in some villages soon " en inde (Journal The Hindu, Online edition of India's National Newspaper, Wednesday, Mar 29, 2006)
- [10] Central Research Institute for Dryland Agriculture, associé à cette expérience dans le cadre d'un programme de développement intitulé " Central Land Development Programme"

-  Portail de l'agriculture et l'agronomie

10 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

10.1 Texte

- **Plantation sur sol inversé** *Source* : http://fr.wikipedia.org/wiki/Plantation_sur_sol_invers%C3%A9?oldid=111242147 *Contributeurs* : Rémy, Spooky, Litlok, Astirmays, Lamiot, Rémi, MirgolthBot, PouX, Eiffele, VonTasha, Isaac Sanolnacov, Jonathan1, Chicobot, MystBot, Vlaam, HerculeBot, ZetudBot, Iphis, Botozor et Anonyme : 4

10.2 Images

- **Fichier:Aratura_g1.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Aratura_g1.jpg *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:Hyacinthoides_non-scripta_02.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/Hyacinthoides_non-scripta_02.jpg *Licence* : CC BY 2.0 *Contributeurs* : flickr.com *Artiste d'origine* : Michael Warren, Bristol, UK
- **Fichier:Svängårder,_Nordisk_familjebok.png** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Sv%C3%A4ng%C3%A5rder%2C_Nordisk_familjebok.png *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Nordisk familjebok (1922), vol.33, p.1108 [1] *Artiste d'origine* : Nordisk familjebok
- **Fichier:Tractor_icon.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Tractor_icon.svg *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Spedona
- **Fichier:Wilde-schlueselblume.jpg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3b/Wilde-schlueselblume.jpg> *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : own work, self made *Artiste d'origine* : User:enslin

10.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0