

Fiche technique REGE n°6

Le travail du sol et effets combinés sur la végétation



Table des matières

1. Principes	3
2. Tableau récapitulatif des outils et techniques préconisés	4
3. Outils et techniques	5
<i>a. La scarification</i>	5
<i>b. Le pseudo-labour et le déchaumage</i>	6
<i>c. Le fraisage</i>	8
<i>d. Le labour</i>	9
<i>e. Le sous-solage</i>	11
4. Les engins	12
5. Précautions d'usage	14
6. Effets du travail du sol sur la végétation	16
7. Prévention phytosanitaire	16

Les photographies et schémas de cette fiche sont dus au © CDAF sauf si mention contraire.



1. Principes

Le travail du sol comprend les opérations de préparation de terrain visant à **ameublir** le sol, superficiellement ou en profondeur (décompactage), et à traiter la problématique des **humus trop épais** (humus « bruts »). Il peut être réalisé par des opérations dénommées *griffage*, *bêchage*, *fraisage*, *pseudo-labour*, *déchaumage*, *labour*, *sous-solage*. L'objectif d'un travail du sol est de (re)créer des conditions favorables à l'installation et au développement juvénile de la régénération.

Certaines techniques et outils permettent également de traiter des **végétations de blocage**. Selon le type d'outil et la végétation ciblée, l'opération peut être réalisée simultanément (ie. fraise : ameublissement superficiel + humus brut + graminées en 1 passage), par étapes successives au cours de l'intervention (outils combinés, ie. Sylva Cass® : ligneux puis humus brut) ou par phases distinctes nécessitant une adaptation du mode opératoire de l'outil (ie. Chisel : 1^{er} passage surélevé : ronces ; 2^{ème} passage : ameublissement superficiel + humus brut).

La qualité va dépendre de 6 facteurs essentiels :

1. dextérité de l'opérateur
2. type d'engin
3. conditions d'humidité du sol
4. texture du sol
5. densité de souches et de rémanents
6. végétation en place

Les opérations optimales pour chaque type de travail peuvent être répertoriées comme suit :

- o **Ameublissement superficiel du sol** (< 30 cm) et **traitement des humus bruts** :
 - scarification
 - pseudo-labour / déchaumage
 - fraisage
- o **Décompactage profond du sol** (> 30 cm) :
 - labour
 - sous-solage



Pour une meilleure compréhension de la fiche, se référer au mode d'emploi détaillant chaque rubrique

Avantages

- initiation d'une régénération naturelle
- amélioration du développement racinaire des plants → croissance de la tige optimisée
- économie de dégagements grâce à une croissance juvénile plus rapide, notamment sur technique traitant la végétation concurrente
- décompactage du sol
- amélioration de la qualité et de la rapidité de la plantation : moins de coups de houe et meilleure disposition des racines en terre
- suppression des obstacles à la pénétration des racines : racines, humus brut, végétations



Inconvénients

- effet à court terme
- peut-être perturbant pour les horizons du sol
- peut favoriser l'érosion des sols sensibles ou fortement en pente → lessivage de la matière organique
- stimule l'émergence de végétation concurrente sur certaines stations (banque de graines)
- dans les sols argileux, risque d'effet baignoire lors de fortes pluies : asphyxie des racines
- risque de lissage des parois
- perturbation de la petite faune et de la pédofaune
- attire des sangliers pour les sols travaillés : risques de dégâts de gibiers accrus
- nécessité d'enterrer le collet du plant en prévision du tassement naturel ultérieur du sol : éviter l'effet mèche

2. Tableau récapitulatif des outils et techniques préconisés

Techniques	Outils	Nature du travail			
		Ameublissement superficiel	Décomptage profond	Humus bruts	Végétations potentiellement traitées
Scarification	<ul style="list-style-type: none"> • Pioche-Herse® • Régédent® • Sylva-cass® • Rouleau landais 				<ul style="list-style-type: none"> • Graminées • Myrtille, bruyères • Ligneux
Pseudo-Labour et déchaumage	<ul style="list-style-type: none"> • Cover-Crop / Charrue à disques • Chisel / Cultivateur à dents 				<ul style="list-style-type: none"> • Graminées • Ronces
Fraisage	<ul style="list-style-type: none"> • Fraises 				<ul style="list-style-type: none"> • Graminées • Myrtille, bruyères • Ronces • Ligneux
Labour	<ul style="list-style-type: none"> • Charrue forestière 				<ul style="list-style-type: none"> • Graminées
Sous-solage	<ul style="list-style-type: none"> • Sous-soleur multifonction® • Modul'D® • DB10® 				<ul style="list-style-type: none"> • Graminées (outils combinés)

Légende

Technique adaptée	
Technique adaptée sous certaines conditions (techniques, outils)	
Technique inadaptée	

3. Outils et techniques

a. La scarification

La scarification, également appelée crochetage du sol, est une opération destinée à traiter le problème des **humus trop épais**, dits « bruts », et **ameublir** le sol de manière superficielle.

En griffant la matière organique accumulée, la scarification permet un contact plus direct entre les graines ou les plants et les horizons minéraux sous-jacents. L'ameublissement superficiel favorise quant à lui l'installation et le développement de la régénération.

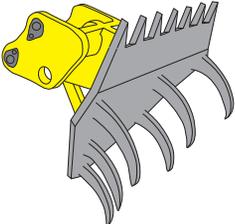
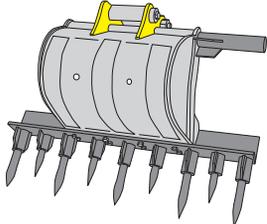
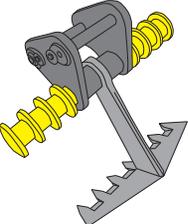
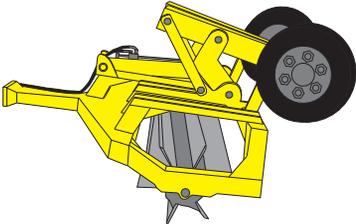
Les outils utilisés ne réalisent pas le mélange de l'humus avec les horizons minéraux sous-jacents et n'améliorent pas le fonctionnement biologique du sol. Par contre, ils permettent de traiter efficacement les tapis de graminées, les bruyères et myrtilles voire les ligneux pour certains.

Avantages

- amélioration du contact sol-graines ou sol-plants
- ameublissement superficiel du sol
- traitement de la végétation concurrente
- pas de bouleversement des horizons de surface
- gamme d'outils très variée

Inconvénients

- traitement préalable des rémanents ou de la végétation pouvant s'avérer nécessaire selon le choix de l'outil

Pioche Herse®	Régédent®	Sylva-cass®	Rouleau landais
			
<ul style="list-style-type: none">✗ rémanents✓ végétations✓ pierrosité	<ul style="list-style-type: none">✓ rémanents✓ végétations (sauf graminée dense)✓ pierrosité	<ul style="list-style-type: none">✓ rémanents✓ végétations✓ pierrosité	<ul style="list-style-type: none">✓ rémanents✓ végétations✓ pierrosité

Le **rouleau landais** existe en version hippotractée.



Pour plus d'information concernant la Pioche-Herse® ou le Régédent®, consulter les fiches réalisées par l'Inra : <https://www6.inrae.fr/renfor/Ressources/Fiches-techniques>

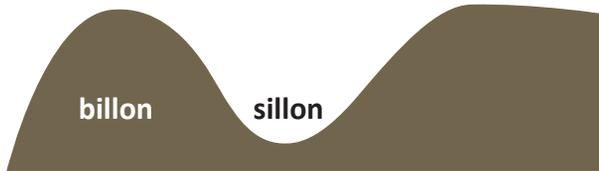
Certains outils d'**andainage** (râteau et scarificateur) ainsi que les **peignes des sous-soleuses** permettent également un décapage de l'humus. Les premiers n'effectuent pas de travail du sol tandis que les seconds réalisent un travail plus profond.



Pour plus d'informations : consulter les fiches **2 andainage**, **3 sous-solage** et **5 gestion de la végétation**

b. Le pseudo-labour et le déchaumage

Le pseudo-labour est une technique de mélange du sol, sans retournement des horizons, pouvant compléter ou remplacer le labour en **ameublissant** les horizons de surface. En fonction de l'outil et des modalités de travail, il permet d'enfouir la **matière organique** d'autant plus efficacement que le travail est profond. Deux types d'outils sont utilisés en forêt : le Cover-Crop (charrue à disques) et le Chisel (cultivateur à dents). Le Chisel réalise un pseudo-labour particulier, dénommé déchaumage, consistant en un travail du sol superficiel destiné à enfouir les résidus de broyage ou les humus bruts, destiné à favoriser leur minéralisation.



Le Cover-Crop forme une alternance de billons et de sillons, permettant de surélever les plants par rapport au niveau normal du sol en condition d'hydromorphie, et réduire par conséquent les risques d'asphyxie racinaire.

Le chisel et le cover-crop peuvent être utilisés en préparation de terrain contre les tapis de graminées denses. Le chisel peut également servir à peigner la ronce en réhaussant la hauteur de l'outil par rapport au sol.

Avantages

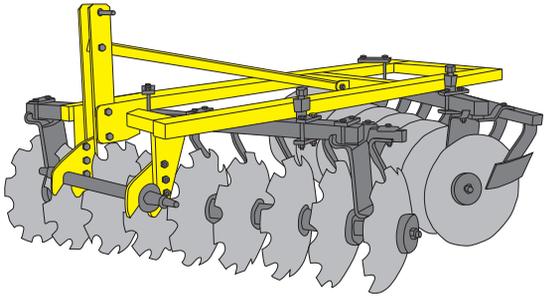
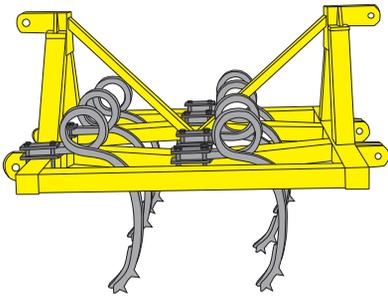
- ameublissement superficiel
- réactivation ou accélération de la minéralisation de la matière organique
- pas d'exportation de la matière organique
- faibles coûts horaires
- adapté au travail en plein ou en bande
- pas de bouleversement des horizons en profondeur
- le cover-crop permet de mettre les plants hors-eaux en conditions hydromorphes

Inconvénients

- nécessité de traiter la végétation avant intervention (ligneux et semi-ligneux)
- travail réservé aux sols comportant peu de rémanents et souches et à faible pierrosité



Cover-Crop Mygale® de la firme DAIRON
Orientation des disques réglable à l'aide de vérins hydrauliques

Cover-Crop ou charrue à disques	Chisel ou Cultivateur à dents
 <ul style="list-style-type: none"> ✗ rémanents ✗ végétations (sauf graminées) ✓ pierrosité 	 <ul style="list-style-type: none"> ✗ rémanents ✓ végétations ✓ pierrosité



Cover-crop combinés

- **La Charrue Deltasol®**

Cet outil développé par la Coopérative Alliance Forêts Bois est un combiné de 3 techniques : le décompactage par une dent de sous-solage, le pseudo-labour par 2 disques et le nivellement du sol par un rouleau muni de disques émietteurs. Il est utilisable sur parcelles non dessouchées.



Pour plus d'informations : <https://www.allianceforetsbois.fr/actualites/video/charrue-deltasol-outil-innovant-de-preparation-sol-plantation/>

- **La Charrue bidisque motorisée®**

Il s'agit d'une charrue à 2 disques et d'un rouleau émietteur à disques. Elle dispose également d'un épandeur d'engrais intégré à l'avant de la machine.



Pour plus d'informations : <https://www.allianceforetsbois.fr/proprietaires-forestiers/travaux-de-sylviculture/preparation-du-sol/>

c. Le fraissage

Le fraissage est une technique de broyage particulière destinée à **ameublir superficiellement le sol**. Il permet également d'accélérer la minéralisation des **humus bruts**, de broyer des **souches** et certains types de **pierres** et de traiter une grande diversité de **végétations** de blocage, en fonction de la puissance des engins.

Les fraises se distinguent des broyeurs à dents fixes par leur capacité à travailler le sol jusqu'à une profondeur atteignant en moyenne 30 cm. Leur largeur de travail varie de moins d'1 m à près de 3 m. Le choix de l'outil de fraissage et de la puissance de l'engin doivent être déterminés en fonction du travail recherché.

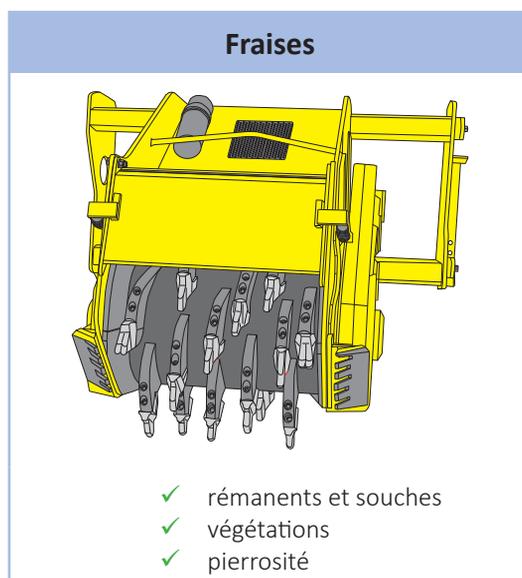
Différents types de fraises ont été développés pour correspondre à un large panel d'engins : tracteur, chargeur compact, automoteur chenillé et sur roues et pelleteuse. Les outils sur automoteur sont placés à l'avant. Si le poste de conduite n'est pas amovible et que la largeur de travail du sol excède celle de l'emprise des roues ou chenilles, cette combinaison machine-outil ne sera utile que pour le traitement des souches.

Avantages

- ameublissement du sol
- minéralisation de la matière organique
- pas d'exportation de la matière organique
- nombreuses possibilités de mise en œuvre (sur la ligne, en bande ou en plein)
- pas de bouleversement des horizons en profondeur
- les modèles les plus étroits permettent un maintien de recrû ligneux
- certains modèles sont suffisamment puissants pour broyer des souches

Inconvénients

- technique non-adaptée aux terrains en pente en raison du risque d'érosion des sols mis à nus
- risque de lissage du sol en profondeur et d'accumulation d'eau dans le substrat fraisé lors de précipitations prolongées et en faible pente
- dans les sols lourds, les racines du plant suivent les bords latéraux de la ligne de fraissage
- déstructuration des horizons de surface



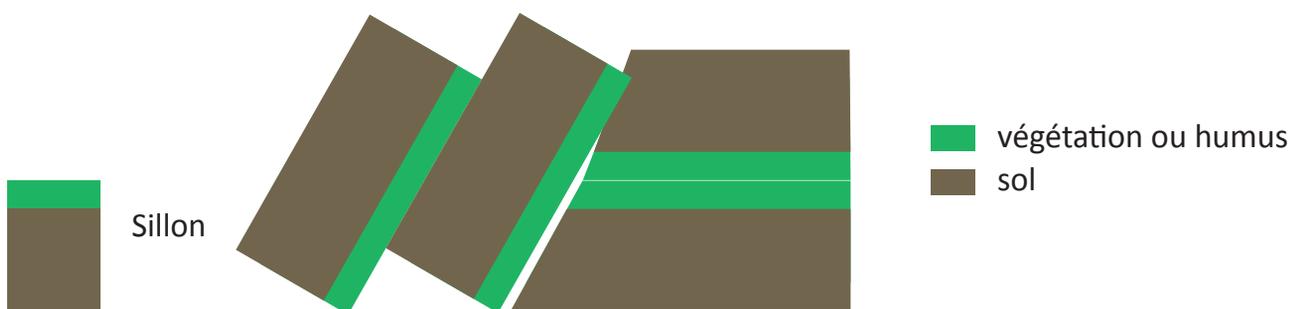
d. Le labour



Le labour est une technique lourde. Son utilité est un sujet très controversé. Dans de mauvaises conditions, il peut être néfaste pour le sol (formation d'une semelle de labour, perte de fertilité, diminution de la pédofaune...). Cette technique est essentiellement utilisée sur sols sableux (landes de Gascogne) sur lesquels elle occasionne peu de dégâts.

Le labour est un travail du sol profond destiné à **ameubler le sol** sur une profondeur de 30 à 40 cm, enterrer la **végétation herbacée** et son stock de graines. En retournant le sol par bandes étroites, le labour provoque la fissuration des bandes de terre et limite l'apparition et le développement de la végétation concurrente au moment de la régénération.

L'enfouissement des **humus** crée parfois des conditions anaérobiques défavorables à la minéralisation de la matière organique, selon la texture du sol.



Avantages

- traitement des végétations herbacées et du stock de graines
- constitue une bonne alternative aux herbicides → gestion mécanique des graminées
- formation de billons et sillons par alternance → mise hors-eaux des plants en sol hydromorphe
- amélioration de la structure du sol

Inconvénients

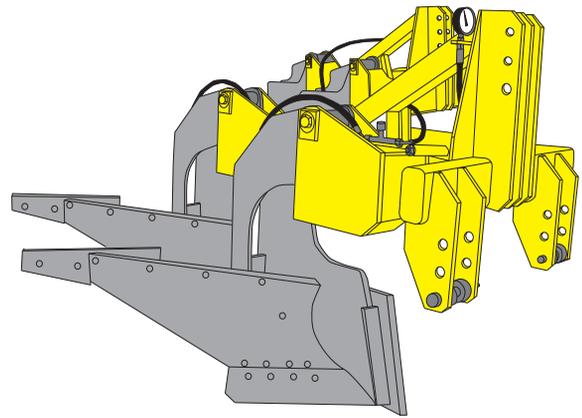
- remaniement des horizons du sol (retournement)
- en mauvaises conditions, création d'une semelle de labour
- mise à nu du sol → risque d'érosion du sol
- traitement préalable nécessaire des rémanents, souches et des végétations ligneuses et semi-ligneuses
- un labour trop profond risque de faire remonter une terre moins fertile ou des argiles
- l'enfouissement des résidus favorise une décomposition anaérobie → acidification des sols
- affecte négativement la macrofaune du sol



Charrue Dairon à 3 socs

Crédit photo : © Léon Wherlen, AgroParisTech

Charrue forestière



- ✗ rémanents
- ✓ souches (système non-stop)
- ✗ végétations (sauf graminées)



Outils de labour combinés

- **La Charrue forestière multifonctionnelle®**

Cette charrue dispose de 3 socs, chacun équipé d'un système de franchissement d'obstacle. L'outil dispose également d'un rouleau muni de disques émetteurs permettant de niveler le sol et de casser les mottes de surface. Elle est également équipée d'un épandeur intégré. Cet outil a été développé par Alliance Forêts Bois.



Pour plus d'informations : https://www.youtube.com/watch?v=soRc9fMGG_M et <https://www.allianceforetsbois.fr>

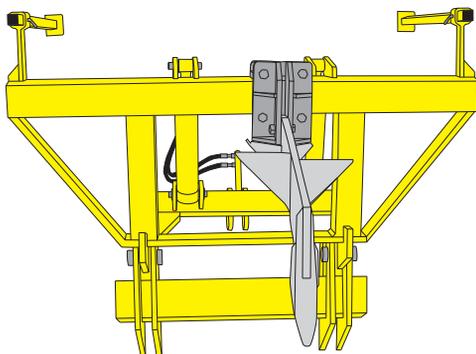
e. Le sous-solage

Le sous-solage réalise une **décompaction profonde du sol** sur une profondeur de 30 à 80 cm. Il traite les semelles de labour (anciennes terres agricoles), les alios, les horizons indurés de type *fragipan* voire les couches argileuses imperméables. Il n'a pas vocation à ameublir le sol de manière superficielle, bien que certaine technique le fasse inévitablement, ni à traiter les humus bruts. Certains outils combinant des dents de sous-solage et des disques ou peignes, permettent toutefois de traiter ces types d'humus et de réduire la concurrence des tapis de graminées.



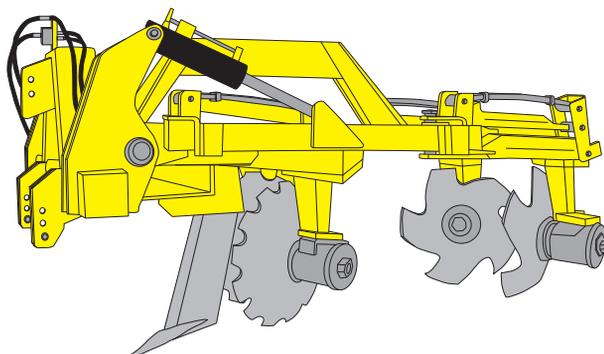
Pour plus d'informations :
consulter la fiche **3 sous-solage**

Sous-soleur tracté déporté



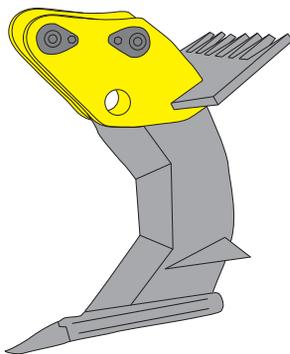
Profondeur de travail : 70 cm

Culti 3B®



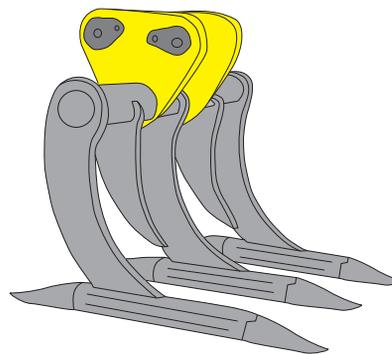
Profondeur de travail : 40 à 70 cm
Largeur de travail : 2,80 m

Sous-Soleur Multifonction®



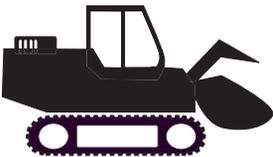
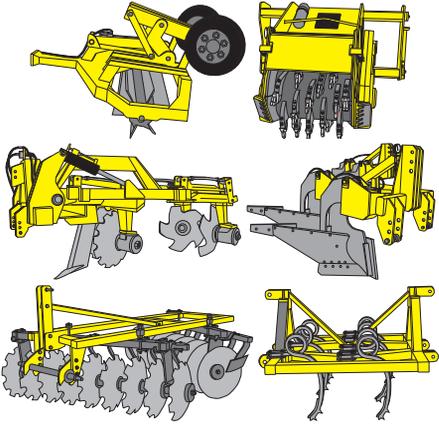
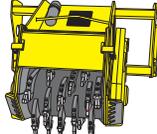
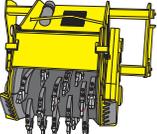
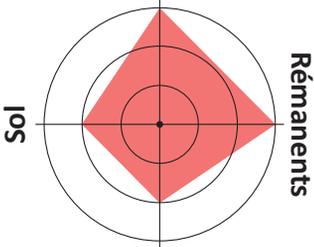
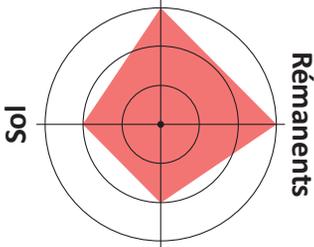
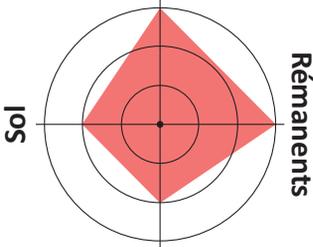
Profondeur de travail : jusqu'à 60 cm

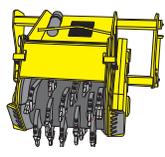
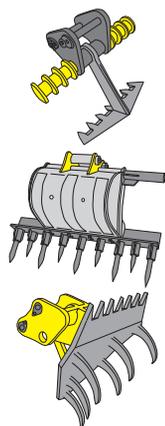
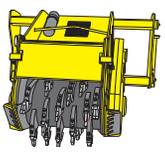
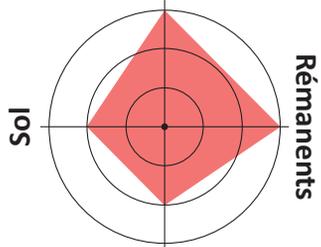
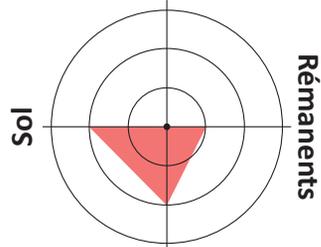
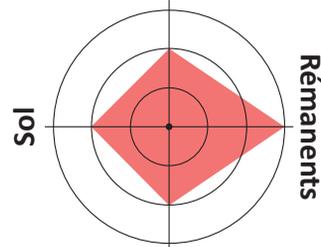
Scarificateur Réversible®



Profondeur de travail : 40 à 60 cm
Outil idéal de maîtrise de la fougère aigle

4. Les engins

	Tracteur	Automoteur sur roues	Automoteur chenillé
			
			
	Scarification /pseudo-labour et déchaumage/ fraissage/ labour	Fraisage	
Efficacité maximale	<p>Souches</p>  <p>Réménants</p> <p>Sol</p> <p>Végétations</p>	<p>Souches</p>  <p>Réménants</p> <p>Sol</p> <p>Végétations</p>	<p>Souches</p>  <p>Réménants</p> <p>Sol</p> <p>Végétations</p>
Milieux adaptés	Sols portants	Sols portants Présence d'obstacles rocheux	Sols sensibles Présence d'obstacles rocheux
Pente	< 30 %	-	< 100% (< 57% en dévers)
Modalités de travail			
Impact au sol	Risque de tassement, d'orniérage ou de compaction		Empreinte réduite
	± 1500 g/cm ²	-	± 350 g/cm ²
Déplacement	Limité sur route		Par camion
Puissances	Scarification : 40 – 300 cv Pseudo-labour : 80 – 150 cv Déchaumage : 50 – 125 cv Fraisage : 70 – 500 cv Labour : 90 – 190 cv Sous-solage : 80 – 300 cv	250 – 650 cv	

	Pelleteuse	Minipelle	Chargeur compact
			
			
	Fraisage	Scarification	Fraisage
Efficacité maximale	<p>Souches</p>  <p>Sol</p> <p>Réménents</p> <p>Végétations</p>	<p>Souches</p>  <p>Sol</p> <p>Réménents</p> <p>Végétations</p>	<p>Souches</p>  <p>Sol</p> <p>Réménents</p> <p>Végétations</p>
Milieus adaptés	Sols sensibles Présence d'obstacles rocheux, rémanents encombrants		Sols sensibles Présence d'obstacles rocheux Zones étroites : placeaux d'enrichissement, ...
Pente	< 70 %	< 58 %	< 35%
Modalités de travail			
Impact au sol	Empreinte réduite		
	± 250 – 450 g/cm ²	± 300 g/cm ²	± 300 – 440 g/cm ²
Déplacement	Par camion		
Puissances	12 – 35 t	2 – 10 t	100 – 200 cv

5. Précautions d'usage

Il convient de respecter les consignes de mise en œuvre suivantes :

PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

- o Intervenir sur sol **porteur** et **ressuyé** pour limiter le compactage et l'orniérage
- o Réaliser un diagnostic pédologique préalable à l'aide d'une micro-fosse :
 - Réaliser un test de **compacité** (ie. test au couteau) pour apprécier la profondeur et l'intensité de la compaction → sous-solage 2 à 5 cm sous la couche compactée
 - Identification de la **texture** :
 - *sols argileux* :
 - le travail doit être fait sur **sol sec** pour éviter le lissage des parois par le passage de l'outil (éviter le travail au printemps)
 - les fortes alternances gel-dégel doivent être prises en compte puisqu'elles augmentent le risque de **déchaussement des plants**. Il est alors conseillé de planter immédiatement après la période de gel et d'enterrer légèrement le collet du plant (éviter l'effet mèche)
 - Apprécier le niveau d'**humidité en profondeur** :
 - *sol trop humide* : risque de remontée des mottes, lissage des parois, re-compaction en profondeur
 - *sol trop sec* : pénétration des socs difficile, travail nécessitant plus de puissance
 - o Ne pas intervenir en **période de mise bas et d'éclosion** (mars à juin) : risques importants de destruction des portées ou des nichées

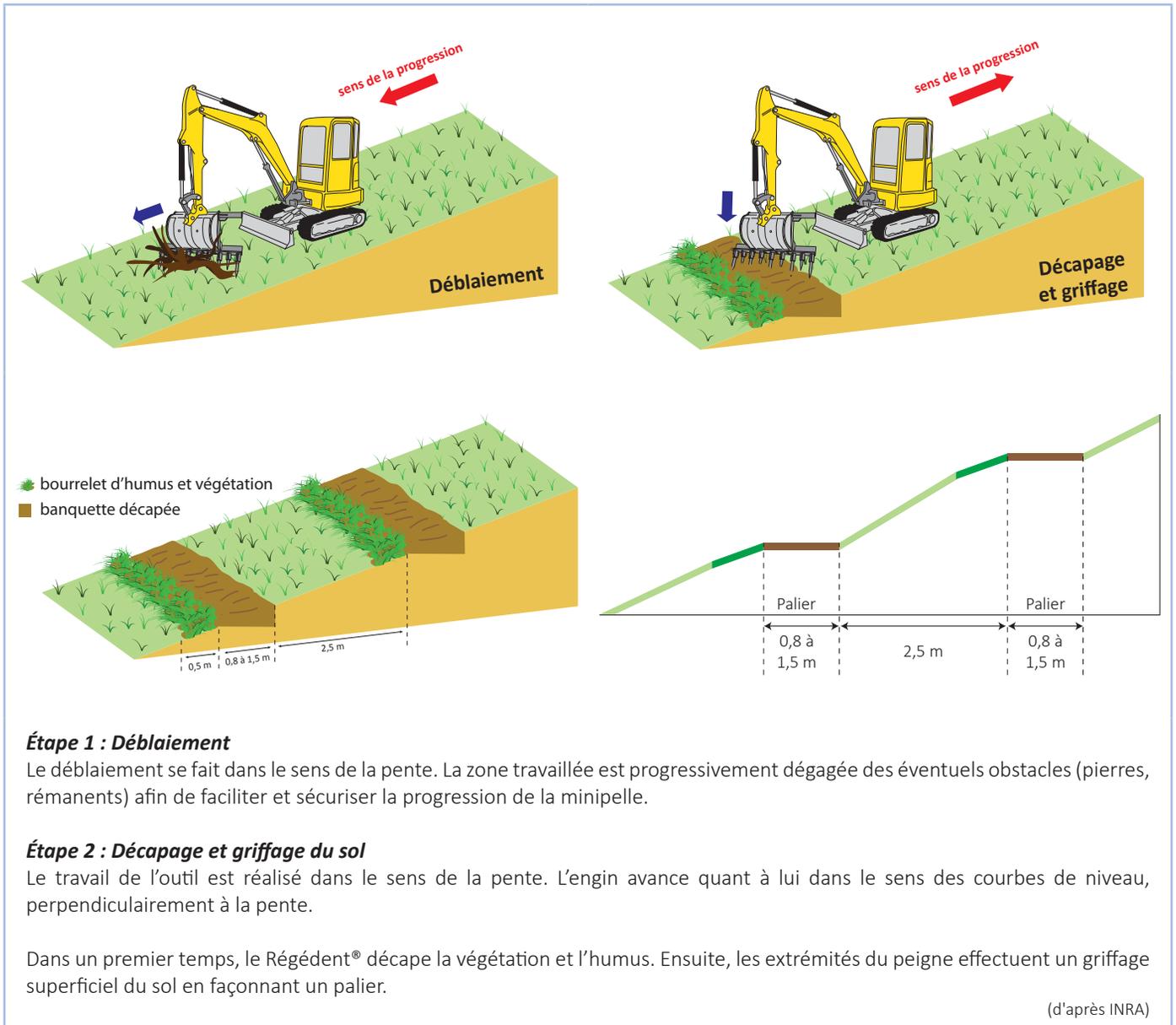
PRÉCONISATIONS PARTICULIÈRES

- o **Pseudo-labour / déchaumage** : réaliser 2 passages croisés si le niveau de compacité est important et/ou la végétation herbacée fortement développée
- o **Ameublissement superficiel du sol ou labour** : ne pas nécessairement travailler en plein, en raison du risque d'érosion et de perte en éléments minéraux
 - régénération naturelle : privilégier le travail du sol en bandes
 - plantation : adapter le travail aux modalités et privilégier un travail en potets ou en bandes le cas échéant
- o **Scarification** : sur terrain en pente, réaliser un travail **en paliers** (création de microsites) afin de retenir les semences et l'eau de ruissellement
- o **Travailler avec une fraise de 50 cm de largeur** : les fraises de largeurs inférieures à celle de l'engin (tracteur, automoteur ou chargeuse) permettent de maintenir un recrû potentiellement utilisable en accompagnement et gage d'une certaine biodiversité.



Pour plus d'informations :
consulter la fiche **5 Gestion de la végétation d'accompagnement**

- o **Scarification sur pente avec le Régédent®** : sur un terrain en pente, le travail en palier est nécessaire pour limiter le phénomène d'érosion, la perte en eau par ruissellement et pour retenir les graines éventuelles des semenciers. Dans ce dernier cas, il est important de ne pas travailler à proximité immédiate des arbres pour ne pas risquer de porter atteinte à leur système racinaire.



Pour plus d'informations, consulter la fiche réalisée par l'Inra : https://www6.inrae.fr/renfor/content/download/3963/36738/version/2/file/Fiche_Regedent.pdf

6. Effets du travail du sol sur la végétation

Végétation	Effet
La fougère aigle	Pseudo-labour, fraissage, labour ⇒ réactivation des bourgeons dormants en réserve sur les rhizomes ⇒ maintien de la compétition racinaire (travail du sol trop peu profond) ⇒ réduction temporaire de la concurrence avant la repousse des sections de rhizomes restés sous terre
Les ronces	Fraissage ⇒ risque de substitution de la ronce par les graminées en cas d'élimination totale
Les graminées	Scarification, pseudo-labour, fraissage ⇒ risque de régénération du tapis herbacé et du stock de graines insuffisamment enfouis
Les ligneux	⇒ sur sols acides et pauvres, risque de développement du genêt à balais

7. Prévention phytosanitaire

Dans certains cas, le travail du sol est conseillé pour lutter contre certains ravageurs.

Pathogènes	Hôtes	Dégâts	À faire
Hylobe <i>Hylobius abietis</i>	Préférentiellement sur souche de pin et d'épicéa	Ravageur des jeunes plants de douglas et de mélèze : morsures de l'écorce parfois jusqu'à annélation : mort du plant ou déformation	Fraissage des rémanents (surtout souches et racines)
Campagnols	Surtout feuillus	Dégâts sur les racines, le collet et le tronc	Labour : permet de supprimer les galeries
Pourriture des faines <i>Rhizoctonia solani</i>	Hêtre	Pourriture des fânes	Scarification, pseudo-labour, fraissage : limite les attaques du champignon