

Fiche technique REGE n°3

Le sous-solage



Table des matières

1. Principes	3
2. Outils	4
<i>a. Dent de sous-solage tractée</i>	4
<i>b. Dent de sous-solage portée avec outil de décapage du sol</i>	5
<i>c. Outils combinés</i>	6
3. Les engins	7
4. Choisir l'outil et l'engin adaptés à ma situation	8
5. Précautions d'usage	9
6. Effets du travail du sol sur la végétation	12

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



1. Principes

Le sous-solage est un travail profond du sol, réalisé entre 30 et 80 cm, permettant de décompacter, éclater ou fissurer une couche compacte ou imperméable située en-dessous des horizons de surface. Cette technique traite les semelles de labour (anciennes terres agricoles), les alios, les horizons indurés de type *fragipan* voire les couches argileuses. L'objectif poursuivi est l'augmentation de la profondeur prospectable par les racines et l'amélioration de la perméabilité des sols hydromorphes. La technique de sous-solage est réalisée à l'aide d'une ou plusieurs dent(s). Chaque dent est constituée d'une forte lame verticale, éventuellement munie d'ailettes, terminée par un obus.

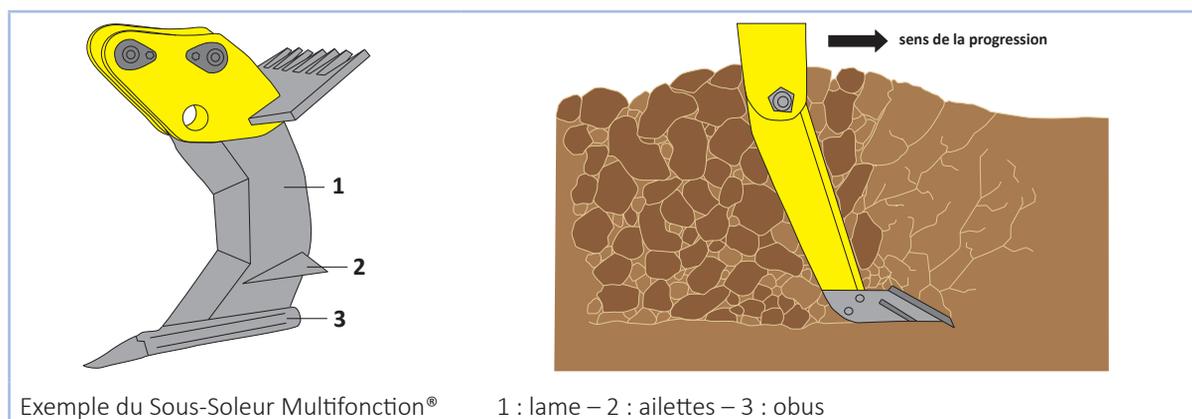
A noter : la charrue forestière effectuée également un travail de décompaction profond mais il s'agit d'un labour qui bouleverse le sol de manière importante (retournement des horizons). Pour plus d'informations consulter la fiche travail du sol.



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



Le sous-solage est une intervention lourde et coûteuse. Ses effets sur la décompaction des sols en forêt sont encore peu documentés. Dans de mauvaises conditions, la technique peut apporter plus de méfaits que de bienfaits, notamment sur les sols lourds. Un diagnostic préalable des conditions de réussite est donc vivement recommandé. Dans tous les cas, la mise en place de mesures préventives sera toujours à favoriser (cloisonnements d'exploitation, période d'intervention, engins adaptés ...).



Exemple du Sous-Soleur Multifonction® 1 : lame – 2 : ailettes – 3 : obus

Avantages

Sylviculture	Sol
<ul style="list-style-type: none">• amélioration de la qualité et de la rapidité de la plantation : jalonement pas nécessaire, moins de coups de houe et meilleure disposition des racines en terre• amélioration du développement racinaire des plants → croissance de la tige optimisée• économie de dégagements grâce à un démarrage plus rapide des plants après installation, notamment sur techniques combinées	<ul style="list-style-type: none">• régénération de la structure des sols compactés par le passage d'engins• peu de bouleversement des horizons, fonction de la dextérité de l'opérateur• drainage naturel facilité

Inconvénients

Sylviculture	Sol
<ul style="list-style-type: none">• efficacité limitée sur les sols compactés en profondeur• identification nécessaire des causes de compaction	<ul style="list-style-type: none">• mise en œuvre délicate en raison du nombre de facteurs à réunir• inadapté sur sols argileux en conditions humides

2. Outils

a. Dent de sous-solage tractée

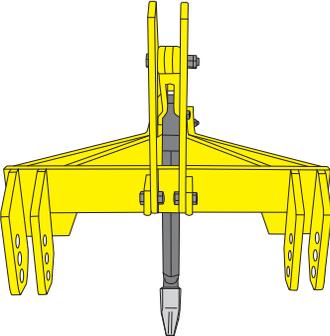
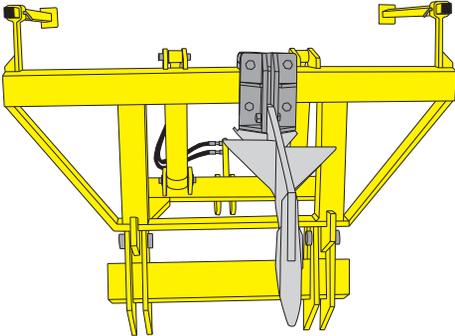
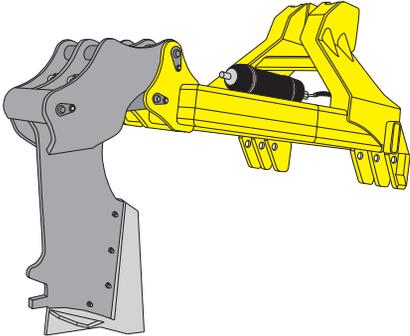
Porté à l'arrière d'un tracteur, ce type d'outil ne comporte qu'une seule dent de sous-solage permettant de travailler sur la ligne de plantation. En règle générale, le terrain doit être préalablement nettoyé de ses rémanents (risque de bourrage) et comporter peu de souches (risque de relèvement)

Avantages

- travail à profondeur réglable et constante
- avancement linéaire en continu ; certains outils disposent d'un système non-stop permettant de franchir des souches
- rapidité d'exécution, faibles coûts horaires
- travail des planteurs facilité par le traçage des lignes de plantation

Inconvénients

- nécessité de traiter la végétation avant intervention
- travail réservé aux sols dégagés et comportant peu de souches
- écartement des lignes de plantation supérieur à 2,5 m en raison de l'entraxe des roues du tracteur utilisé

Sous-soleur tracté	Sous-soleur tracté déporté®	Décompacteur forestier®
Outil centré sur l'axe du tracteur	Déport de la dent réglable par rapport à l'axe du tracteur (max 20 cm), permettant de réaliser 2 traits de sous-solage rapprochés par aller-retour	Système non-stop : travail même en présence de souches ou de pierres
		
<ul style="list-style-type: none">✗ rémanents et souches✗ végétations herbacées et semi-ligneuses	<ul style="list-style-type: none">✗ rémanents et souches✗ végétations herbacées et semi-ligneuses	<ul style="list-style-type: none">✓ rémanents et souches✗ végétations herbacées et semi-ligneuses
Profondeur de travail : 70 cm	Profondeur de travail : 70 cm	Profondeur de travail : 80 cm

b. Dent de sous-solage portée avec outil de décapage du sol

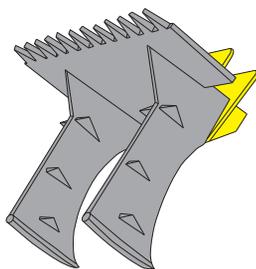
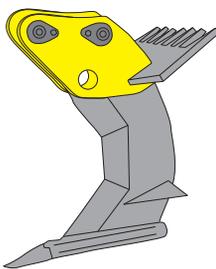
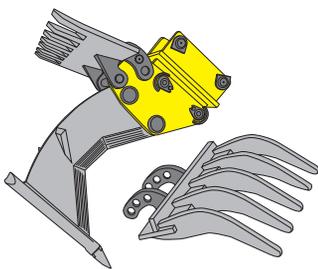
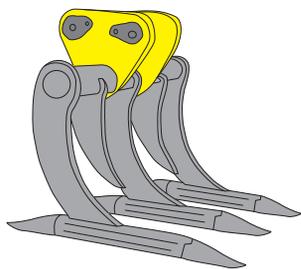
Ce type d'outil se compose d'une ou plusieurs dents de sous-solage, équipée(s) d'une griffe ou d'un peigne servant à décapier préalablement le sol contre les **végétations concurrentes** herbacées et les **rémanents**. Il est porté par une pelleteuse en travail localisé (bande ou placeaux).

Avantages

- outil combiné ne nécessitant pas de traiter préalablement la végétation ou les rémanents
- travail localisé (bandes ou placeaux)
- mise en œuvre possible en présence d'obstacles ou de rémanents, voire de souches de faible diamètre (extraction possible)
- plus précis que la dent simple
- travail possible sur des petites surfaces (enrichissements, trouées)
- respect des régénérations déjà en place
- traitement des végétations concurrentes permettant de réduire le nombre de dégagements et de regarnis (économie)
- méthode brevetée 3B® : mise en place avec Modul'D®, Sous-soleur multifonction®

Inconvénients

- inadapté au travail en plein
- coût plus important que la dent de sous-solage tractée, compensé par une économie de dégagements (traitement de la végétation)
- profondeur de travail non définie, dépendant de l'opérateur : max. 40- 45 cm en pratique
- en cas de travail par placeaux, déplacement des planteurs dans la parcelle ralenti par l'encombrement des zones intercalaires non traitées

Bident Maillard®	Sous-Soleur Multifonction®	Modul'D®	Scarificateur Réversible®
Double dent de sous-solage équipée d'un peigne désherbeur d'une largeur de 1,80 m	Dent de sous-solage simple équipée d'un peigne désherbeur de 60 cm	Sous-Soleur Multifonction® modifié pouvant être équipé de deux peignes différents (65 ou 105 cm) avec possibilité de régler leur inclinaison	5 dents de travail du sol : 3 dents pourvues chacune d'un obus de sous-solage et 2 dents simples
			
Profondeur de travail théorique : de 70 à 90 cm sur 1,5 m de largeur	Profondeur de travail théorique : jusqu'à 60 cm	Profondeur de travail théorique : jusqu'à 60 cm	Profondeur de travail théorique : 40 à 60 cm Outil idéal de maîtrise de la fougère aigle



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

c. Outils combinés

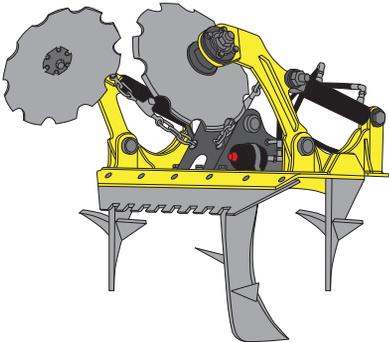
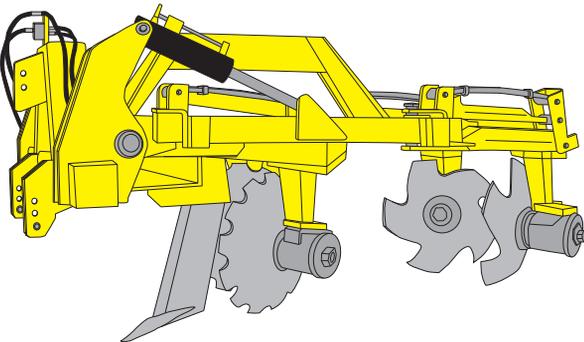
Ce type d'outil combine plusieurs techniques en 1 passage : sous-solage, billonnage du sol voire décapage de la végétation. Il est mis en œuvre par un tracteur ou une pelle mécanique.

Avantages

- plusieurs actions en un seul passage → limite le risque de compaction
- diminue le temps de travail par combinaison de techniques, l'augmentation de la largeur de travail et la vitesse d'avancement (optimisation technique)
- réduit le nombre de dégagements et de regarnis (réduction des coûts totaux)
- disques permettant l'émiettement de la terre en surface
- possibilité de réaliser la méthode 3B®

Inconvénients

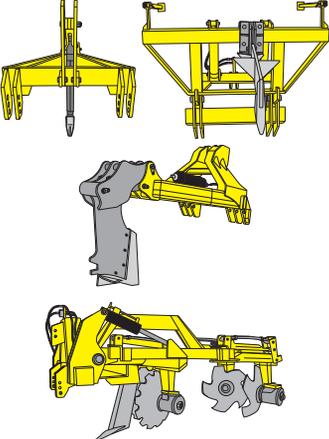
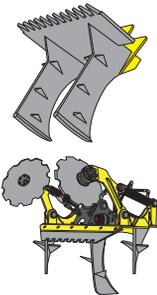
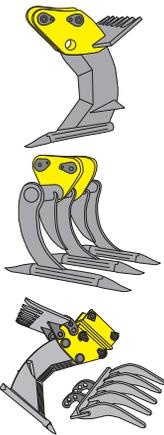
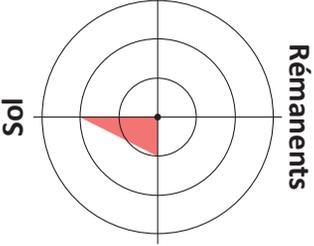
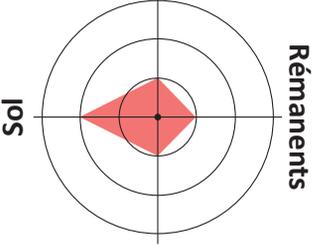
- demande une plus grande puissance de l'engin
- un traitement préalable des rémanents et de la végétation peut s'avérer nécessaire selon le choix de l'outil
- inconvénients des outils montés sur pelle similaires à ceux des dents de sous-solage avec outil de décapage du sol
- coût important des outils combinés montés sur pelle

DB10®	Culti 3B®
<p>Utilisé sur pelle mécanique. Triple dent de sous-solage simple sans obus équipé de deux disques et d'un peigne de désherbage facultatif (le peigne peut être remplacé par la lame niveleuse de la pelle)</p>	<p>Utilisé sur tracteur. Outil équipé de 2 paires de disques opposés modulables et d'une dent de sous-solage simple rétractable.</p>
	
<ul style="list-style-type: none">✓ rémanents✓ végétations herbacées et semi-ligneuses	<ul style="list-style-type: none">✗ rémanents✗ végétations
<p>Profondeur de travail : jusqu'à 60 cm Disques rétractables</p>	<p>Profondeur de travail : 40 à 70 cm Largeur de travail : 2,80 m max.</p>

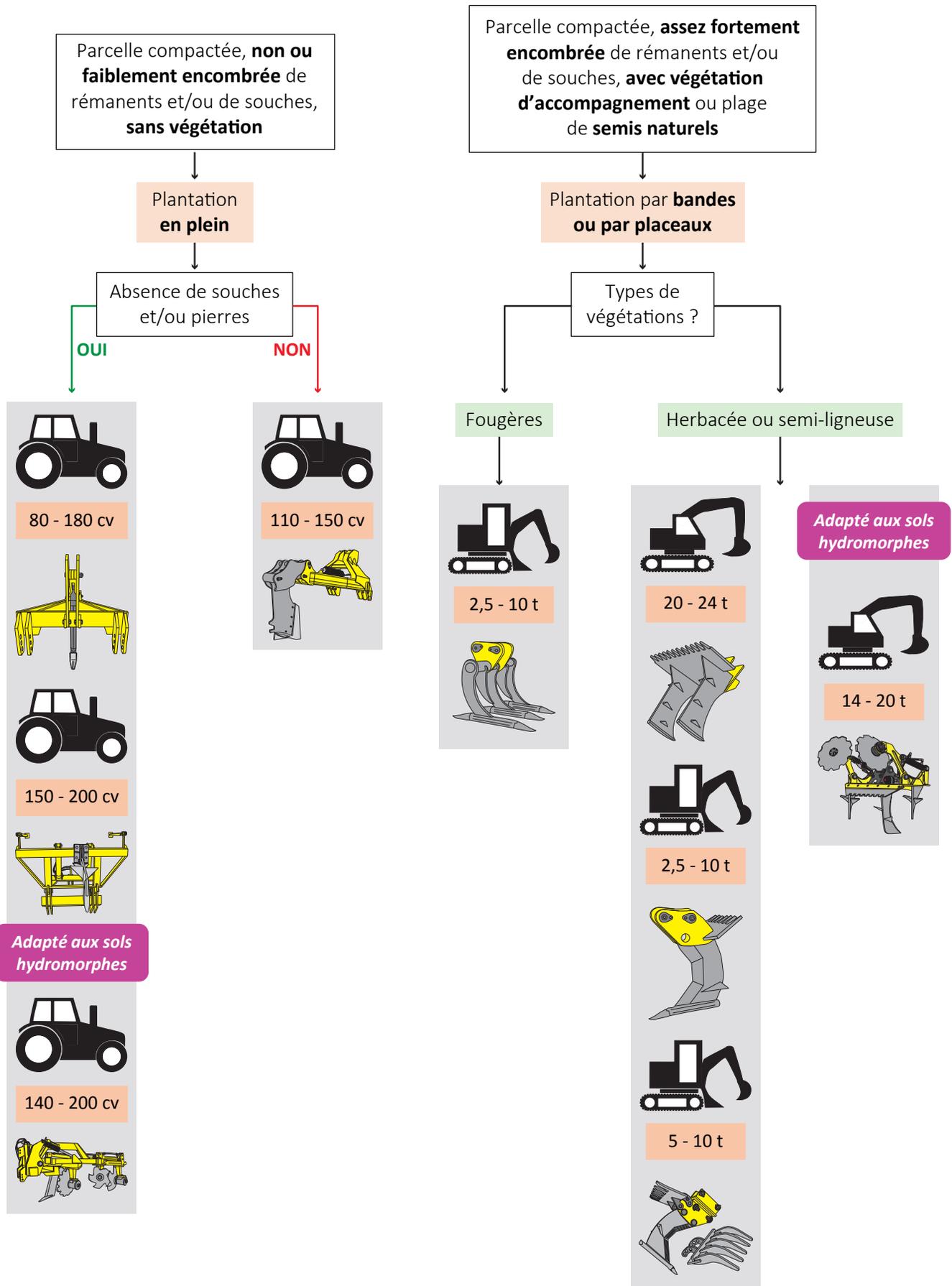


Pour plus d'information concernant le Culti 3B®, consulter la fiche réalisée par l'Inra : <https://www6.inrae.fr/renfor/Ressources/Fiches-techniques>

3. Les engins

	Tracteur	Pelleteuse > 10 t	Minipelle
			
			
Efficacité maximale	<p>Souches</p>  <p>Réménants</p> <p>Végétations</p> <p>IOS</p>	<p>Souches</p>  <p>Réménants</p> <p>Végétations</p> <p>IOS</p>	<p>Souches</p>  <p>Réménants</p> <p>Végétations</p> <p>IOS</p>
Milieux adaptés	Sols portants	Sols sensibles Présence d'obstacles (rocheux, rémanents encombrants)	Sols sensibles Présence d'obstacles rocheux Zones étroites : placeaux d'enrichissement, ...
Pente	< 30 %	< 70 %	< 58 %
Modalités de travail	 		
Impact au sol	Risque de tassement, d'orniérage ou de compaction	Empreinte réduite	
	±1500 g/cm ²	±250 – 450 g/cm ²	±300 g/cm ²
Déplacement	Limité sur route	Par camion	
Puissances	80 – 300 cv	14 à 24 t	2,5 à 10 t

4. Choisir l'outil et l'engin adaptés à ma situation



5. Précautions d'usage

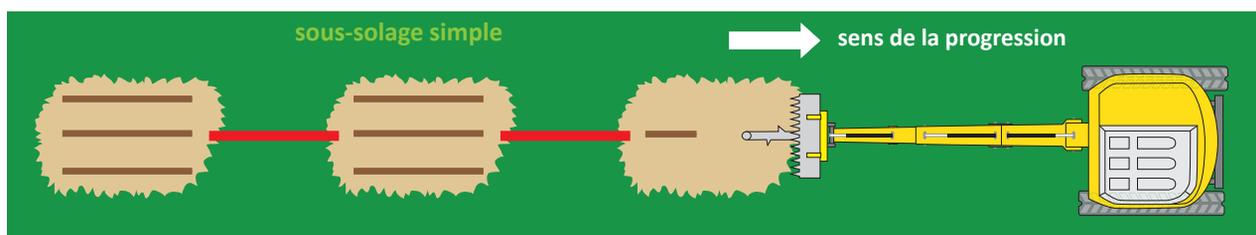
Il convient de respecter les consignes de mise en œuvre suivantes :

DIAGNOSTIC PRÉALABLE

- o Opération coûteuse qui doit être mûrement **réfléchie et planifiée** → diagnostic préalable des causes de la compacité
- 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**, notamment la teneur en argile
 - 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 de la dent de sous-solage difficile, travail nécessitant plus de puissance et création de blocs de terre, non propices à l'enracinement

PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

- o Intervenir sur sol **porteur** et **ressuyé** pour limiter le compactage et l'orniérage
- o Compactage important : deux passages croisés peuvent s'avérer nécessaires
- o Sols argileux :
 - travailler sur **sol bien drainé** pour éviter le lissage des parois par le passage de l'outil ; intervention au printemps déconseillée
 - planter en **fin de période hivernale**, pour limiter le risque de déchaussement généré par la succession gel-dégel
- o Sols hydromorphes :
 - en travail par placeaux, relier les potets par un trait de sous-solage dans le sens de la pente jusqu'à un exutoire
- o Travail par **bandes ou placeaux** : adapter la **largeur de travail** au type de la végétation en place et à sa hauteur
- o Terrain en **pente** :
 - Orienter la direction des lignes de sous-solage en oblique par rapport au sens de la pente, pour favoriser l'évacuation de l'eau et limiter le ravinement



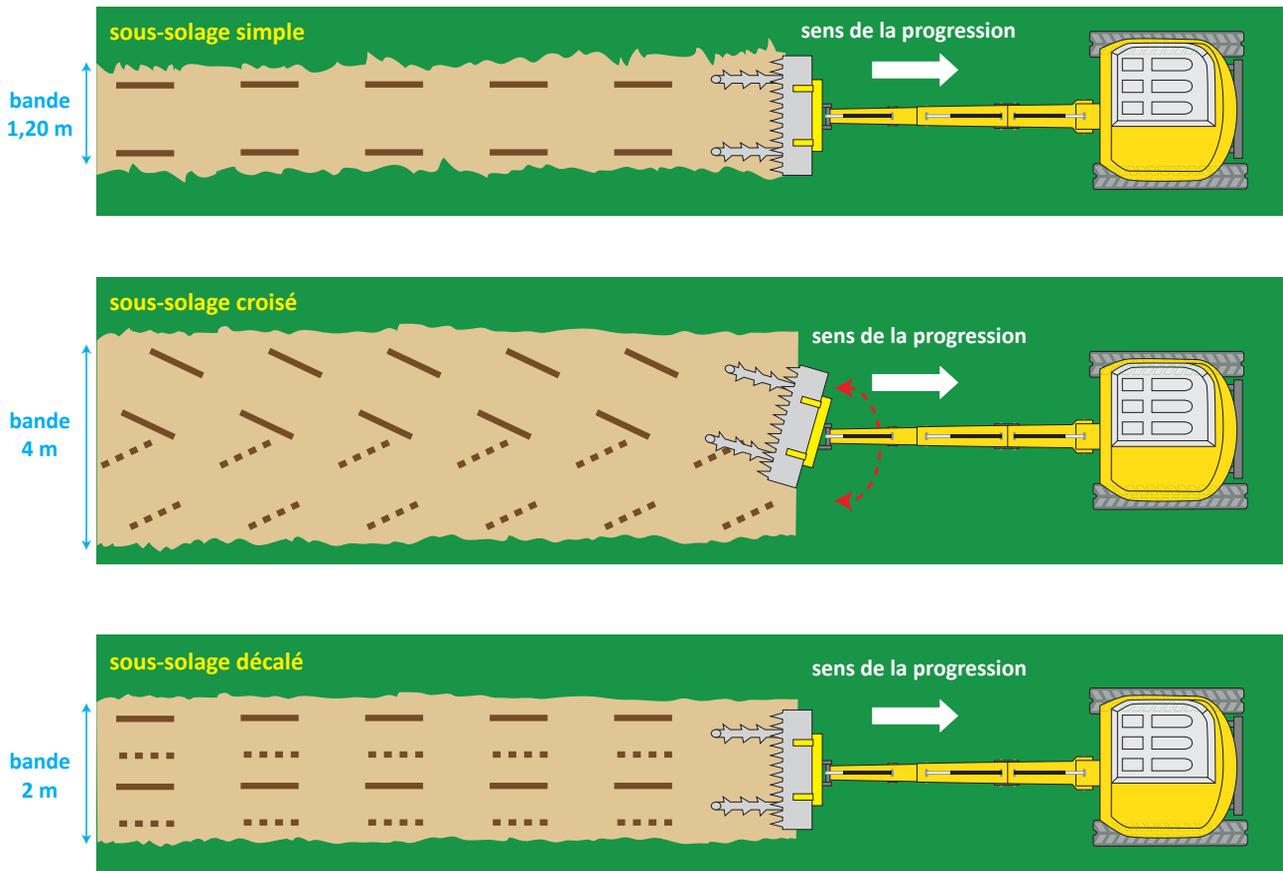
- o Ne pas intervenir en **période de mise bas et d'éclosion** (mars à juin) : risques importants de destruction

des portées ou des nichées

PRÉCONISATIONS PARTICULIÈRES

- o Application de dents de sous-solage avec outil de décapage du sol : technique de sous-solage avec le **Bident Maillard®**

Le Bident Maillard® permet de travailler de trois façons différentes en un seul passage. Le sous-solage croisé est conseillé sur les sols lourds fortement tassés.



- o **Technique 3B®** (Billon – Bombé – Becker)

La technique 3B® permet d'augmenter la quantité totale de terre fine prospectable par les racines des plants, d'une trentaine de centimètres. Particulièrement adaptée aux sols lourds hydromorphes, elle permet un rehaussement hors eau des racines des plants, favorisant leur développement dans des conditions non asphyxiantes. En outre, la création simultanée de micro-fossés latéraux met à nu des racines des végétations adjacentes à la bande travaillée, et limite par conséquent leur développement sans rechercher à les éliminer (gainage et durée de non-compétitivité prolongée).

Outils utilisés :

- Culti 3B® tiré par un tracteur avec traitement préalable de la végétation
- DB10® sur pelleteuse
- Dent de sous-solage telle que le Sous-Soleur Multifonction®, sur pelleteuse

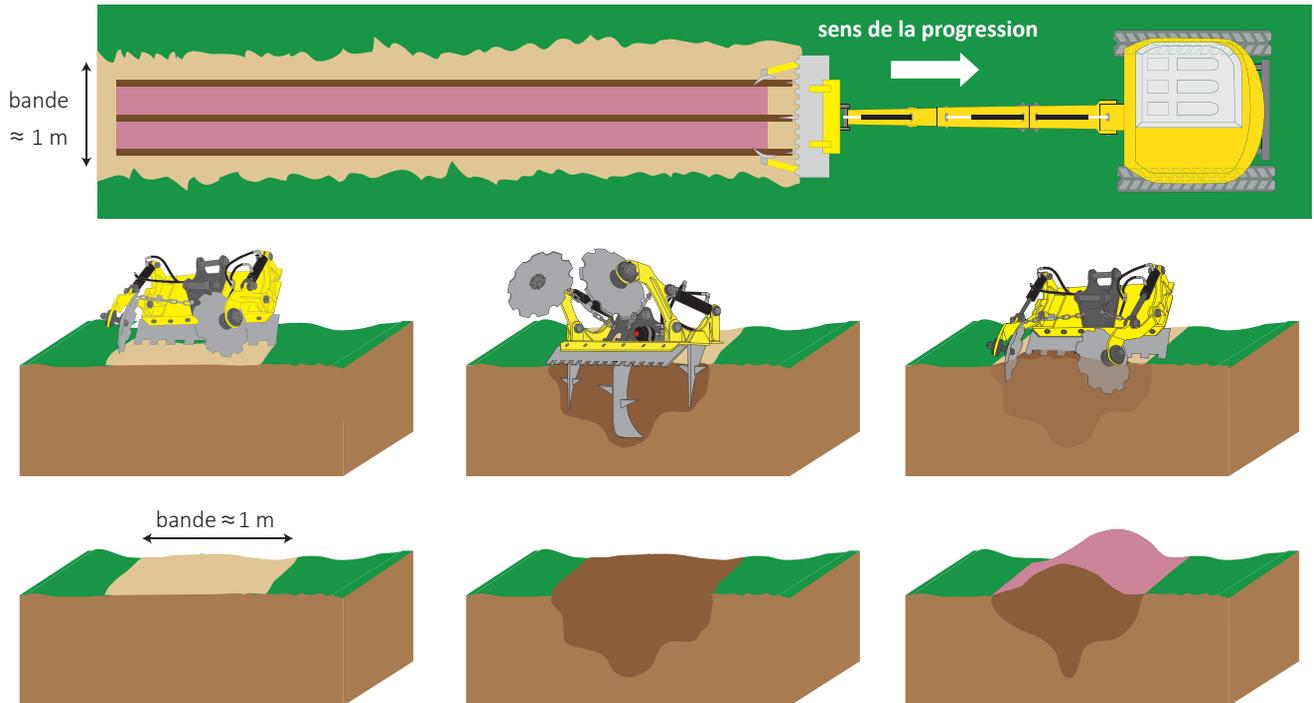
Type de sol : sol à hydromorphie marquée

Modalités : en bandes ou en potets

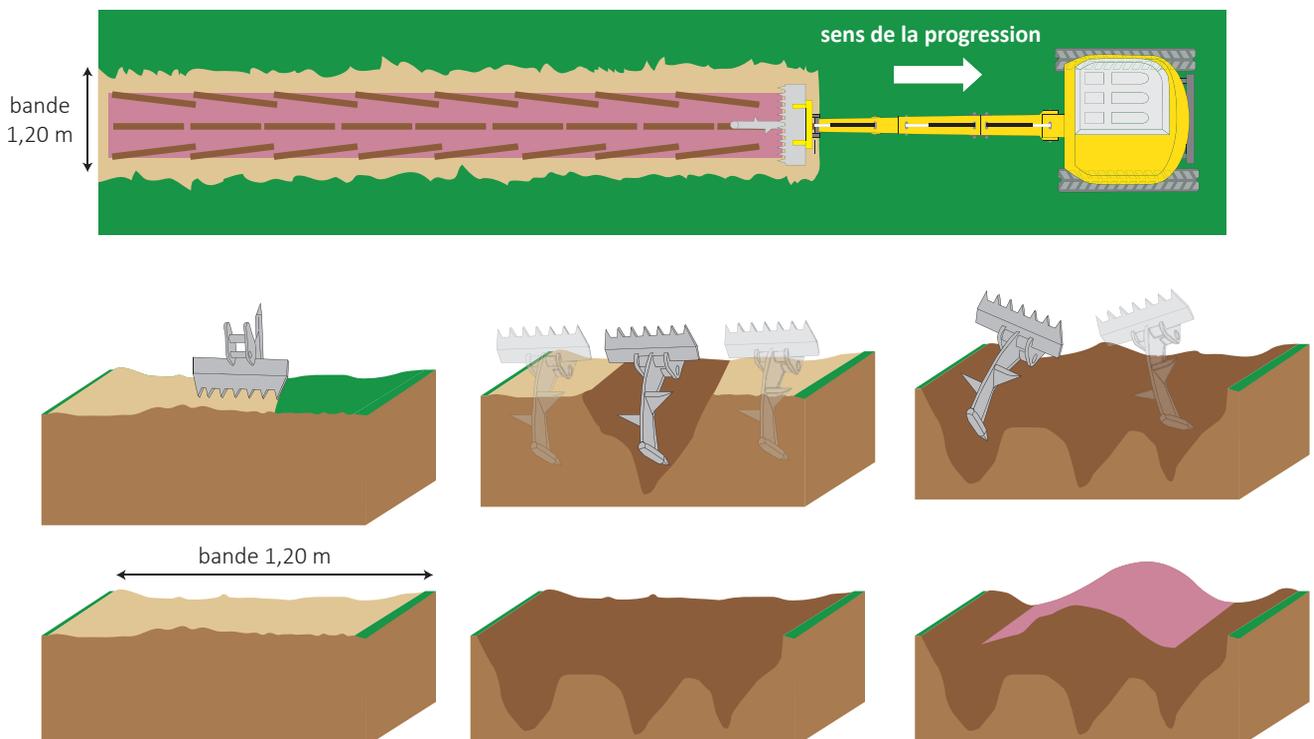
o Technique 3B® avec dent de sous-solage sur pelleteuse

Outils utilisés :

- DB10® sur pelleteuse
 - première opération : désherbage
 - seconde opération : sous-solage en une passe
 - troisième opération : formation d'un billon (bombement), à l'aide des disques

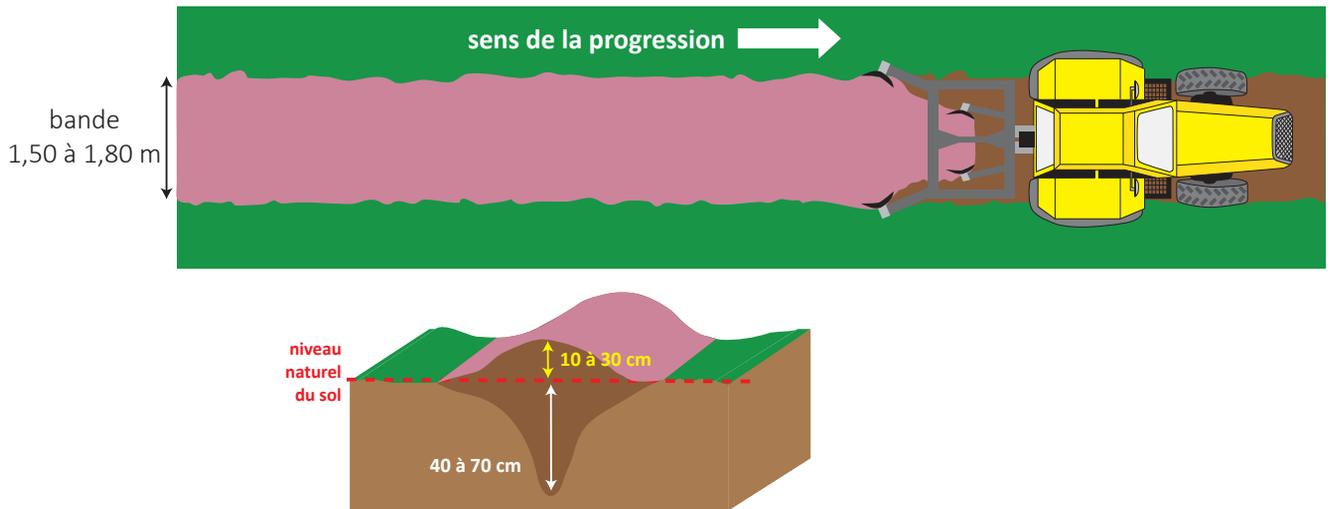


- Sous-soleur Multifonction® et Modul'D® sur pelleteuse :
 - première opération : désherbage
 - seconde opération : sous-solage en trois passes
 - troisième opération : formation d'un billon (bombement), à l'aide de la dent



o **Application de la technique 3B® avec Culti 3B® tiré par tracteur**

- 2 passages dans le même sens de progression. Le premier passage permet la fracturation du sol et le second, la formation du bombement.



6. Effets du travail du sol sur la végétation

Végétation	Effet
La fougère aigle	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ les sous-soleurs (Sous-soleur multifonction®, Décompacteur forestier®, Culti 3B®,) ne sont pas efficaces s'ils sont utilisés seuls ⇒ le Scarificateur Réversible®, seul ou associé, est l'outil idéal de maîtrise de la fougère aigle, l'outil permet d'extraire les rhizomes en profondeur (40 – 60 cm) en limitant l'exportation de sol
Les ronces	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ le sous-solage est bénéfique à la maîtrise de la ronce. Néanmoins, sa destruction totale n'est pas à souhaiter puisqu'elle empêche l'apparition d'autres végétaux comme les graminées
Les graminées	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ le sous-solage seul est inefficace pour l'élimination d'un feutrage racinaire dense de graminées. Les sous-soleurs tractés nécessitent un traitement préalable de la végétation surtout quand elle est dense
Le genêt à balais	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ la préparation du sol par un sous-solage a tendance à favoriser la germination du genêt (stock de graines)
La myrtille et la callune	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ la préparation du sol par un sous-solage n'élimine pas la myrtille et la callune ⇒ le Scarificateur Réversible® permet une maîtrise efficace des deux végétations concurrentes
Les ligneux	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'effet particulier