

# TRAVAUX PRÉPARATOIRES À LA PLANTATION SUR LES STATIONS À FOUGÈRE AIGLE

## Contraintes des stations à fougère

- Un recouvrement important de fougère prive les plants de la lumière
- L'affaissement des frondes entraîne un écrasement des plants
- Le réseau souterrain dense de rhizomes limite la prospection racinaire des plants et leur accès aux ressources du sol en eau et en éléments minéraux
- Stations à sécheresse estivale potentielle

## Objectifs des travaux préparatoires

- Réduire pendant quelques années le recouvrement de la fougère pour favoriser l'accès des plants à la lumière et éviter leur écrasement
- Réduire pendant quelques années le réseau dense de rhizomes pour faciliter la prospection racinaire des plants et leur accès aux ressources en eau et en éléments minéraux
- Ralentir le renouvellement annuel des frondes

## LES CAUSES DE BLOCAGE PAR LA FOUGÈRE AIGLE

La fougère aigle est une plante vivace qui se développe sur des stations de pleine lumière ou semi-ombragées et sur des sols généralement acides et non-engorgés. Elle peut dépasser 2 m de hauteur.

Sa présence est particulièrement gênante pour les jeunes régénérations. Lorsqu'elle est abondante, ses frondes forment une couverture aérienne dense qui prive les plants de la lumière. L'affaissement de ces frondes en été/automne entraîne également l'écrasement des plants.

Son système racinaire, composé de rhizomes, forme un réseau connecté et particulièrement dense qui peut occuper jusqu'à 90 % de l'espace disponible dans les 30 premiers centimètres du sol, limitant ainsi la prospection racinaire des plants et leur accès à l'eau et aux éléments minéraux.

Lorsque la fougère est abondante (recouvrement > 50 %), une préparation mécanisée du site est recommandée. Le choix d'une méthode de travail et d'un outil adaptés repose alors sur plusieurs critères de diagnostic, notamment la hauteur de la fougère, sa profondeur d'enracinement, la présence d'autres espèces de végétation concurrente et la nature du sol et sa compacité éventuelle.



Frondes et rhizomes de fougère aigle à l'automne



Couverture de fougère aigle en fin d'été

## OUTILS TESTÉS

La préparation des sites pour la plantation forestière nécessite le contrôle de la végétation concurrente, la fougère aigle dans le cas présent. Ce contrôle est de plus en plus délicat à effectuer par l'emploi d'herbicides, dont l'utilisation se restreint en France et en Europe et impose le développement de techniques alternatives, notamment mécanisées, permettant de réduire à la fois la couverture aérienne de fougère et sa biomasse souterraine. Cette section présente des outils mécaniques permettant le contrôle de la fougère aigle et/ou un travail de sol complémentaire.

Le **scarificateur réversible**® (Grenier-Franco, gamme Becker) est un outil conçu pour extraire les systèmes racinaires profonds qui est particulièrement efficace pour contrôler la fougère aigle. Il est composé de trois dents verticales de 40 cm de haut, prolongées par des obus de sous-solage de 60 cm de long et séparées par deux dents intermédiaires.

C'est un outil monté sur mini-pelle de 2,8 à 6t. Il travaille le sol par bêchage jusqu'à 40 cm de profondeur. Il élimine la fougère et son réseau dense de rhizomes par arrachage, tout en fracturant les horizons supérieurs du sol, sans les retourner. La biomasse de fougère est ensuite évacuée latéralement. Il peut être utilisé pour un travail en potet, en bande ou en placeau. La taille de la zone travaillée doit être définie en fonction de la hauteur de la fougère sur le site afin d'éviter son écroulement sur les plants.

Une fois la fougère aigle retirée, un travail du sol complémentaire peut être envisagé, selon les contraintes édaphiques diagnostiquées.



Le scarificateur réversible®

Le **sous-soleur multifonction**® (Grenier-Franco, gamme Becker) est un outil dédié à la décompactation du sol, qui s'utilise sur mini-pelle de 2,8 à 6t. Il est composé d'un peigne désherbeur, qui lui permet de racler une fine couche d'humus ou de végétation de surface et de déplacer les rémanents, et d'une dent de sous solage de 60 cm de haut, munie de deux ailettes latérales et d'un obus de sous-solage à son extrémité, qui lui permet de décompacter le sol jusqu'à 60 cm de profondeur. Il peut être utilisé pour un travail en potet, en bande ou en placeau.

Si nécessaire, le travail de décompactation peut être suivi par la réalisation d'un billon de 20 à 30 cm de hauteur au centre de la zone travaillée. L'objectif de ce type de travail du sol est généralement de surélever la ligne de plantation afin de protéger les plants de l'ennoyage sur les sols hydromorphes.



Le sous-soleur multifonction®

La **charrue bidisque motorisée** (Alliance Forêts Bois) est un outil tracté qui réalise en une seule opération un labour suivi de l'émiéttage et du tassement du sol travaillé. Le labour est assuré par deux disques de plus de 1 m de diamètre, tandis que l'émiéttage et le tassement sont confiés à un rouleau composé de 7 disques dentés. Les disques et le rouleau, motorisés, permettent d'éliminer la végétation en surface et de travailler le sol sur 35 cm de profondeur et 90 cm de large.

Il réalise un travail en bande, en un seul passage ou en deux passages inversés (aller-retour) sur la ligne de plantation, et nécessite un tracteur de plus de 200 ch.

Depuis 2017, la charrue bidisque motorisée n'est plus opérationnelle.



Charrue bidisque motorisée

## SITE I: BORD-LOUVIERS (27) - RÉSEAU ALTER

### 1. Description du site, diagnostic et plantation envisagée

- **État de la zone à planter** : absence de couvert, ancienne futaie de pin sylvestre (120 ans) exploitée après tempête, peu de rémanents et de souches, sol potentiellement tassé par les engins de débardage post-tempête ;
- **Végétation concurrente** : couverture dense de fougère aigle (recouvrement > 50 %, hauteur moyenne > 1 m), compétition importante attendue ;
- **Sol** : filtrant, pas d'hydromorphie ni de contraintes édaphiques fortes, mais risque de sécheresse estivale ;
- **Protection gibier** : site clôturé ;
- **Essences à planter** : chêne sessile et pin laricio, résistants à la sécheresse, sensibles à la compétition pour la lumière.

### 2. Travaux effectués et modalités de préparation du site

Les travaux préparatoires à la plantation ont été réalisés en octobre 2010. Un broyage initial de la fougère sèche sur la parcelle a tout d'abord été effectué (tracteur Kubota et broyeur à axe horizontal de 1,2 m). Des placettes unitaires ont ensuite été matérialisées et travaillées en bandes parallèles espacées de 3 m, chaque placette unitaire correspondant à une modalité de préparation du site. Les travaux nécessitant des outils montés sur mini-pelle (Takeuchi TB 228, 2,9 t, chenilles caoutchouc) ont été réalisés par l'entreprise Becker (Toul, 54). Les modalités sont les suivantes :

- **Témoin (TE)** : aucune intervention, végétation laissée en croissance ;
- **Technique locale (LO)** : itinéraire utilisé localement dans ce contexte, application initiale d'herbicide (asulame) ;
- **Scarificateur réversible® (SR)** : extraction des rhizomes de fougère sur une bande de 1,5 m de large et travail du sol jusqu'à 40 cm de profondeur à l'aide du scarificateur réversible monté sur mini-pelle ;
- **Scarificateur réversible® + sous-soleur multifonction® (SR + SSMF)** : travail identique à la modalité scarificateur réversible, suivi d'une préparation au sous-soleur multifonction permettant une décompaction du sol jusqu'à 60 cm de profondeur et la réalisation d'un billon surélevé de 30 cm.

La plantation de chênes (QPE 101, IS2, racines nues, hauteur : 50-70 cm) et de pins (I-0, godet 200 cm<sup>3</sup>, hauteur : 11 cm) s'est déroulée en novembre 2010, la distance entre les plants sur la ligne étant de 1 m. Les chênes (QPE 102, hauteur : 60-90 cm) ont été replantés en mars 2011 dans les placettes centrales en raison de dégâts de lapins.



Modalité TE



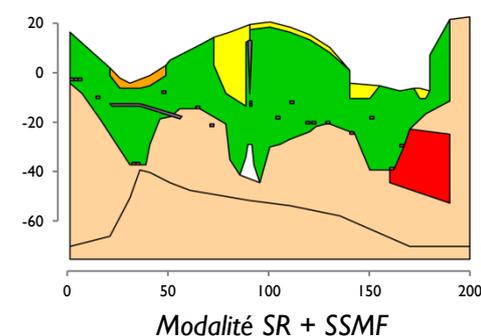
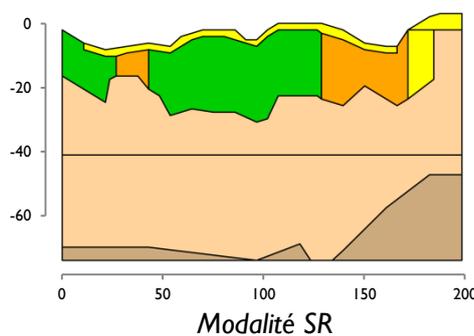
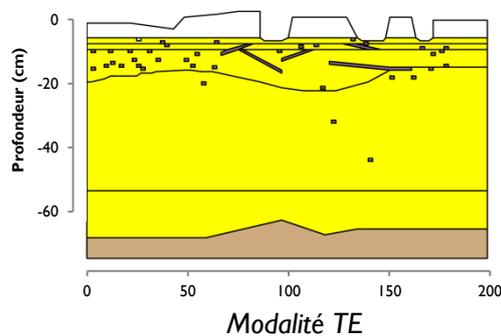
Modalité SR



Modalité SR + SSMF

### 3. Impact des travaux sur le sol : profils culturaux

Le profil culturel est une méthode principalement utilisée pour caractériser l'impact de la préparation sur la structure du sol et évaluer le volume de sol potentiellement exploitable par les racines des plants. Il permet de décrire la structure et l'état interne des horizons dans une fosse pédologique creusée perpendiculairement à la ligne de plantation et de définir des classes de conditions pour l'enracinement.



Conditions pour l'enracinement

<b>Favorable</b>	<b>Rhizomes</b>
<b>Assez favorable</b>	<b>Vide / litière</b>
<b>Peu favorable</b>	
<b>Défavorable</b>	

## SITE I : BORD-LOUVIERS (27) - RÉSEAU ALTER

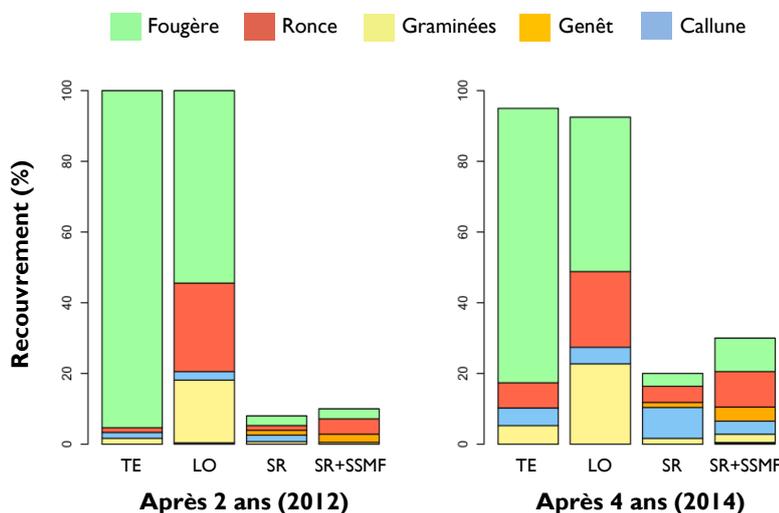
Les profils culturaux réalisés montrent que le sol non travaillé (témoin) est considéré comme « assez favorable » à l'enracinement et ne présente pas de zones « favorables ». Le travail du sol au scarificateur réversible permet en revanche la création de zones « favorables » sur une couche de 20-25 cm de profondeur, et jusqu'à une profondeur de 40 cm lorsqu'il est suivi d'une décompaction au sous-soleur multifonction (les trois passes de la dent de sous-solage sont clairement visibles). La réalisation du billon augmente également le volume de sol « favorable » à la prospection racinaire.

### 4. Résultats : évolution de la végétation

La fougère reste abondante en l'absence de préparation (TE). Deux années après passage de l'herbicide (modalité LO), l'occupation par la fougère retrouve un niveau important (environ 50 %) sur la ligne de plantation.

La préparation du sol au scarificateur réversible®, qu'elle soit suivie ou non du passage du sous-soleur multifonction®, permet de fortement ralentir la recolonisation de la fougère aigle, qui reste peu abondante durant au moins 4 années.

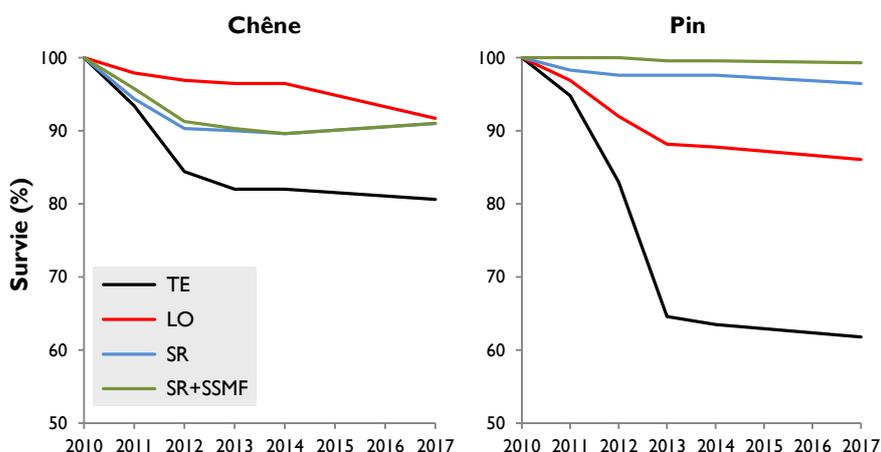
Une diversification de la végétation est notable dans toutes les modalités excepté le témoin : ronce, genêt, callune et graminées deviennent plus présents.



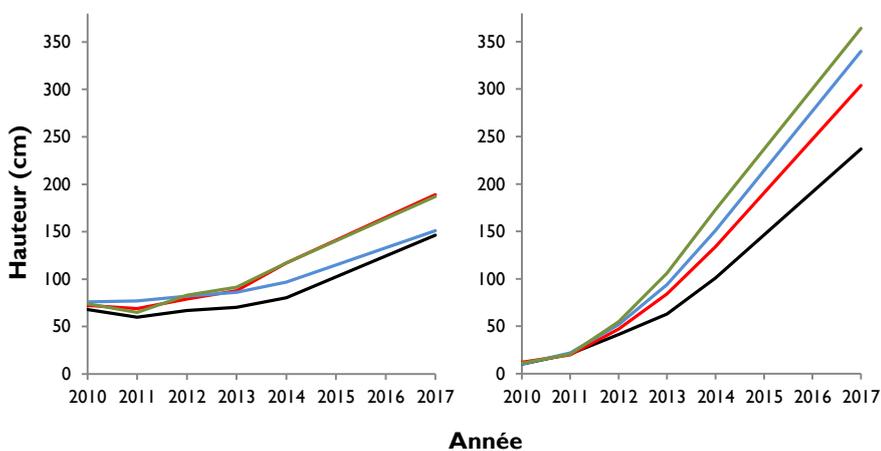
### 5. Survie et croissance des plants

Les taux de survie des plants sont très bons dès lors que la végétation est contrôlée. Après 7 années, la survie des chênes est d'environ 80 % dans le témoin, 90 % dans les modalités SR, SR+SSMF et LO (application initiale d'herbicide).

La survie des pins à 7 ans n'est que de 62 % dans le témoin, tandis que la modalité LO approche les 90 %. Les modalités SR et SR+SSMF présentent quand à eux d'excellents taux de survie, respectivement 97 et 99 %.



La croissance en hauteur des plants, limitée dans les zones témoins, profite des différentes interventions. Si la modalité SR n'apporte pas un gain de croissance significatif pour le chêne après 7 années par rapport au témoin (seulement + 4,5 cm), son effet sur celle du pin est importante (+ 103 cm). Plus intéressant encore, la réalisation du billon dans la modalité SR+SSMF, pourtant peu appropriée sur les sols non hydromorphes comme celui-ci, permet d'obtenir les meilleures croissances (+ 40 cm pour les chênes et + 127 cm pour le pin).



**BILAN SITE I** : le SR permet de contrôler efficacement la recolonisation de la fougère aigle et offre de bons taux de survie et de croissance des plants. Ces résultats sont encore meilleurs si le SR est suivi d'un sous-solage-billonnage au SSMF, pourtant *a priori* non recommandé sur ce type de stations sableuses.

## SITE 2 : HAGUENAU (67) - RÉSEAU ALTER

### 1. Description du site, diagnostic et plantation envisagée

- **État de la zone à planter** : absence de couvert, ancienne futaie de pin sylvestre, hêtre et chêne pédonculé exploitée après tempête, présence de rémanents et de souches (broyage), sol potentiellement tassé par le passage des engins de débardage post-tempête ;
- **Végétation concurrente** : couverture dense de fougère aigle (recouvrement > 50 %, hauteur moyenne > 1,5 m), compétition importante attendue ;
- **Sol** : filtrant, pas d'hydromorphie ni de contraintes édaphiques fortes, mais risque de sécheresse estivale ;
- **Protection gibier** : site clôturé ;
- **Essences à planter** : chêne sessile et pin sylvestre, résistants à la sécheresse mais sensibles à la compétition pour la lumière.

### 2. Travaux effectués et modalités de préparation du site

Les travaux préparatoires à la plantation ont été réalisés en octobre 2010. Un broyage initial de la fougère sèche sur la parcelle a tout d'abord été effectué (entreprise KRETZ, 67150 Osthouse). Des placettes unitaires ont ensuite été matérialisées et travaillées en bandes parallèles espacées de 2 ou 3 m selon la modalité, chaque placette unitaire correspondant à une modalité de préparation du sol. Les travaux nécessitant des outils montés sur mini-pelle (Takeuchi TB 228, 2,9 t) ont été réalisés par l'entreprise Valenzisi (55120, Aubréville en Argonne). Les modalités sont les suivantes :

- **Témoin (TE)** : aucune intervention, végétation laissée en croissance ;
- **Sol nu (SN)** : élimination de la fougère et sol maintenu à nu par traitement herbicide (glyphosate, 2160 g/ha) ;
- **Technique locale (LO)** : broyage de la fougère suivi d'un labour forestier croisé avec une charrue à disques ;
- **Scarificateur réversible<sup>®</sup> (SR)** : extraction des rhizomes de fougère sur une bande de 1,2 m de large et travail du sol jusqu'à 40 cm de profondeur à l'aide du scarificateur réversible monté sur mini-pelle ;
- **Scarificateur réversible<sup>®</sup> + sous-soleur multifonction<sup>®</sup> (SR + SSMF)** : travail identique à la modalité scarificateur réversible, suivi d'une préparation au sous-soleur multifonction permettant une décompaction du sol jusqu'à 60 cm de profondeur et la réalisation d'un billon surélevé de 30 cm.

La plantation des chênes (QPE 204, ISI, racines nues, hauteur : 50-80 cm) s'est déroulée en novembre 2011, celle des pins (I-0, godet 400 cm<sup>3</sup>, hauteur : 20 cm) en mars 2012. Les chênes ont du être replantés en décembre 2012 en raison d'une forte mortalité due aux gels hivernaux, la distance entre les plants sur la ligne étant de 1 m.



Modalité TE



Modalité SN



Modalité SR

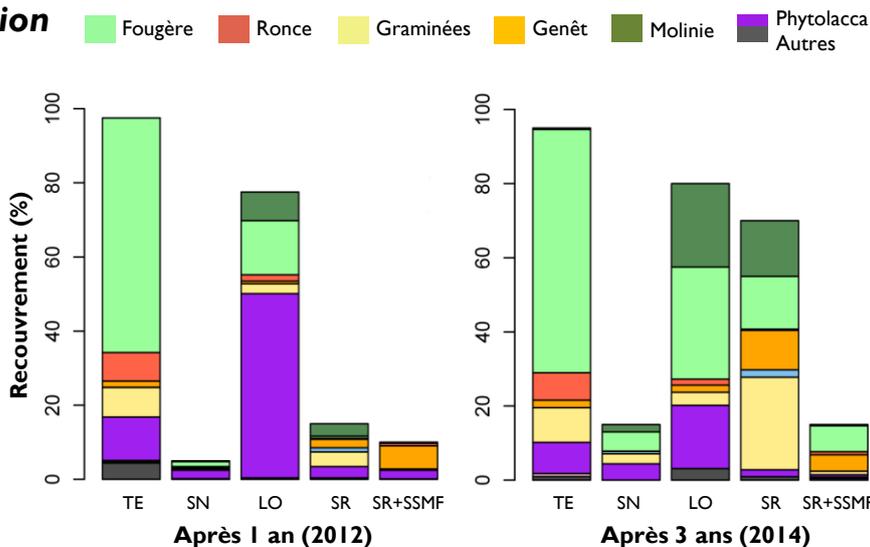


Modalité SR + SSMF

## SITE 2 : HAGUENAU (67) - RÉSEAU ALTER

### 4. Résultats : évolution de la végétation

Comme attendu, la fougère reste abondante en l'absence de préparation (TE) et la végétation quasiment absente sur la ligne de plantation dans la modalité SN. La modalité LO permet l'installation forte de phytolacca (un an après travail du sol) et le retour de la fougère aigle (3 ans après). Le scarificateur réversible<sup>®</sup>, permet de contenir le développement de la fougère durant 3 années. Il est encore plus efficace lorsqu'il est suivi du sous-soleur multifonction<sup>®</sup>.



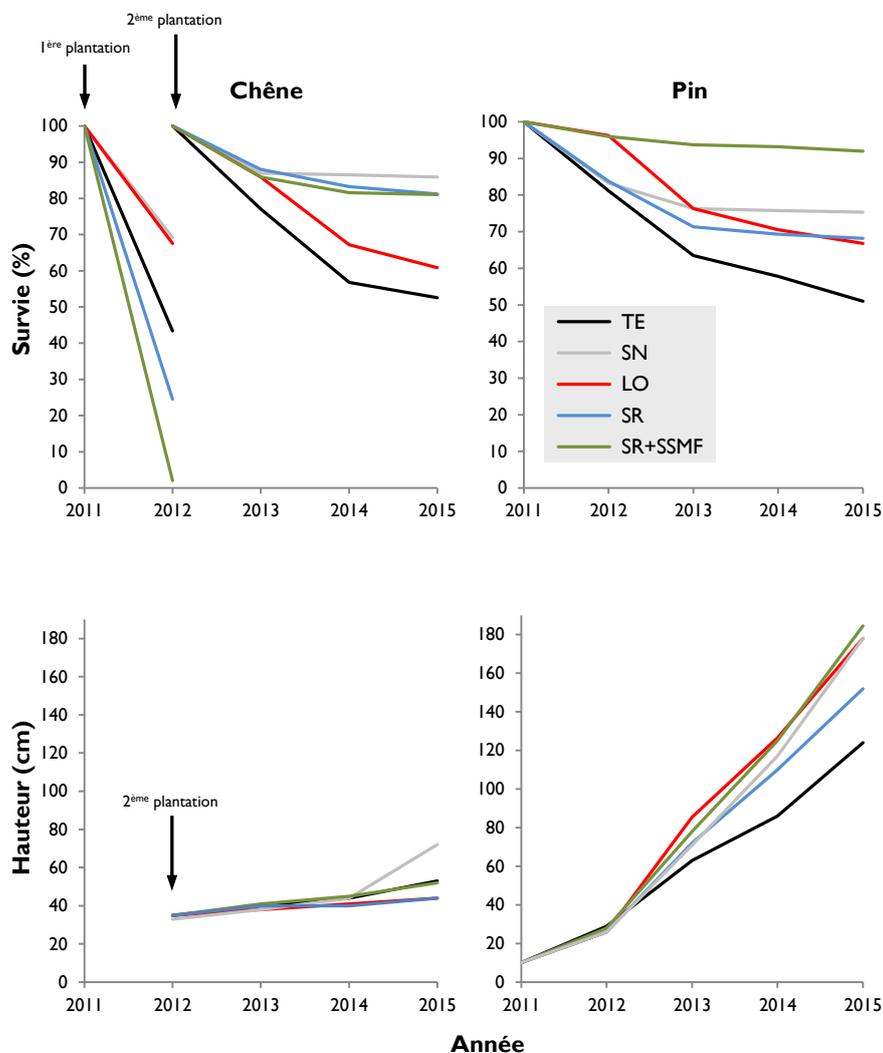
### 5. Survie et croissance des plants

Les gels hivernaux intenses et prolongés survenus 3 mois après la plantation de 2011 ont entraîné une forte mortalité des chênes, ce qui a nécessité une seconde plantation en 2012. Il est important de noter que la mortalité fut la plus forte dans les modalités SR (75 %) et surtout SR+SSMF (98%), où le sol, aéré, a probablement favorisé la pénétration du gel dans le sol et accentué son effet néfaste sur les racines des plants. Suite à la deuxième plantation, la survie des plants est en revanche la plus élevée dans les modalités SR et SR+SSMF (81 %), ainsi que dans la modalité SN (86 %) après 3 années.

Les pins ont beaucoup moins souffert du gel. Leur survie à 4 ans est respectivement de 51, 67, 68, 75 et 92 % dans les modalités TE, LO, SR, SN et SR+SSMF.

Sur ce site de Haguenau, la hauteur des chênes à 3 ans reste limitée dans toutes les modalités (44-53 cm), exceptée la modalité SN, qui se détache et présente les hauteurs les plus importantes (72 cm).

Les différences entre modalités sont plus marquées pour les hauteurs des pins. Après 4 années, leur hauteur est de 124 cm dans la modalité TE, 152 cm dans la modalité SR et 178 cm pour les modalités SN et LO. La réalisation du billon dans la modalité SR+SSMF, pourtant *a priori* peu appropriée sur ce type de sol non hydromorphe, permet d'obtenir les meilleures croissances (185 cm).



**BILAN SITE 2 :** le SR permet de contrôler efficacement la recolonisation de la fougère aigle. Le passage consécutif du SSMF améliore la survie et la croissance des plants, bien que la mise en place du billon puisse accentuer l'effet néfaste des gels hivernaux et ainsi ruiner la plantation.

## SITE 3 :VILLECARTIER (35) - RÉSEAU ALTER

### 1. Description du site, diagnostic et plantation envisagée

- **État de la zone à planter** : absence de couvert, ancienne futaie régulière (> 140 ans) composée de hêtre (à plus de 50 %) et de chêne, présence de rémanents et de souches ;
- **Végétation concurrente** : couverture dense de fougère aigle (recouvrement > 50 %), compétition importante attendue ;
- **Sol** : risque modéré de sécheresse estivale, hydromorphie profonde ;
- **Protection gibier** : site clôturé ;
- **Essences à planter** : chêne sessile et pin sylvestre, résistants à la sécheresse mais sensibles à la compétition pour la lumière.

### 2. Travaux effectués et modalités de préparation du site

Les travaux préparatoires à la plantation ont été réalisés en septembre 2011. Des placettes unitaires ont ensuite été matérialisées et travaillées en bandes parallèles espacées de 2 ou 3 m, chaque placette unitaire correspondant à une modalité de préparation du sol. Les travaux nécessitant des outils montés sur mini-pelle (Takeuchi TB 228, 2,9 t) ont été réalisés par l'entreprise Valenzisi (55120, Aubréville en Argonne). Les modalités sont les suivantes :

- **Témoin (TE)** : aucune intervention, végétation laissée en croissance ;
- **Technique locale (LO)** : travail superficiel du sol au cover-crop forestier ;
- **Scarificateur réversible® (SR)** : extraction des rhizomes de fougère sur une bande de 1 m de large et travail du sol jusqu'à 40 cm de profondeur à l'aide du scarificateur réversible monté sur mini-pelle ;
- **Scarificateur réversible® + sous-soleur multifonction® (SR + SSMF)** : travail identique à la modalité scarificateur réversible, suivi d'une préparation au sous-soleur multifonction permettant une décompaction du sol jusqu'à 60 cm de profondeur et la réalisation d'un billon surélevé de 30 cm.

La plantation des chênes (ISI, racines nues, hauteur : 50-80 cm) et des pins (I-0, godet 220 cm<sup>3</sup>, hauteur : 10 cm) a été réalisée en décembre 2011, la distance entre les plants sur la ligne étant de 1 m.



Modalité TE



Modalité SR



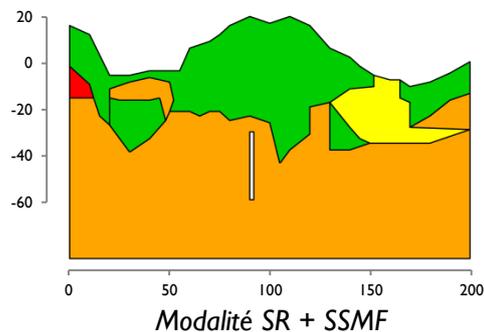
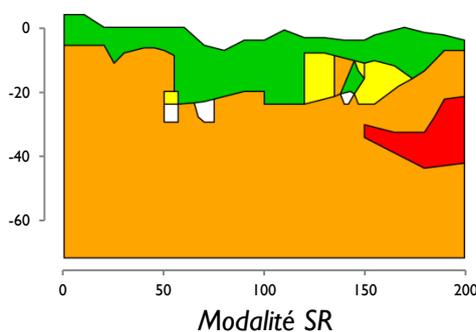
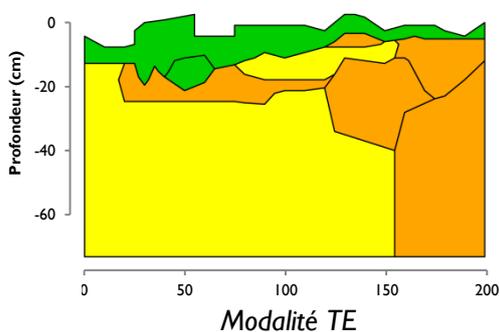
Modalité SR + SSMF

### 3. Impact des travaux sur le sol : profils culturaux

Comme pour le site de Bord-Louviers, des profils culturaux ont été réalisés afin de connaître le volume de sol potentiellement exploitable par les racines des plants (perpendiculairement à la ligne de plantation).

Conditions pour l'enracinement

Favorable	Rhizomes
Assez favorable	Vide / litière
Peu favorable	
Défavorable	



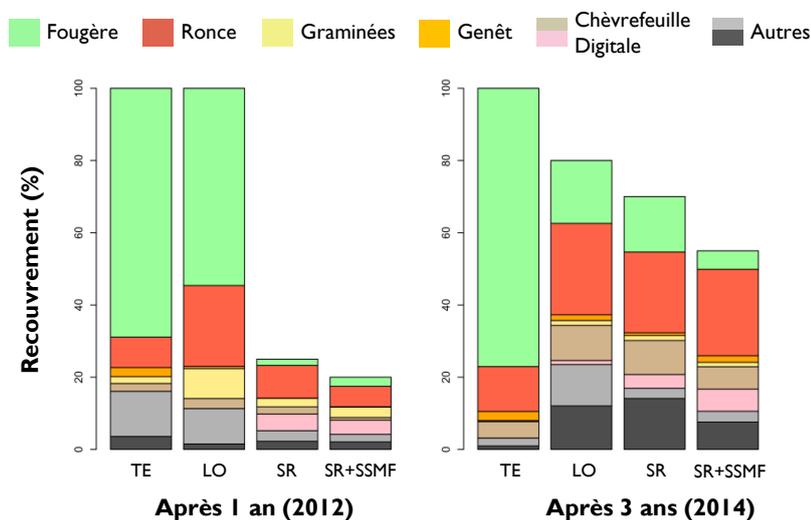
## SITE 3 :VILLECARTIER (35) - RÉSEAU ALTER

Les profils culturaux réalisés montrent que le sol non travaillé (témoin) ne présente qu'une fine couche superficielle favorable à l'enracinement. Le passage du scarificateur réversible<sup>®</sup> permet de créer une couche plus épaisse de zones favorables (jusqu'à 20-25 cm de profondeur). Lorsque le scarificateur est suivi d'une décompaction et d'un billonnage au sous-soleur multifonction, la couche de sol favorable à l'enracinement devient importante (jusqu'à 40 cm de profondeur aux endroits piochés par la dent).

### 4. Résultats : évolution de la végétation

La fougère reste abondante en l'absence de préparation (TE). La fougère aigle montre une forte présence dans la modalité LO, seulement une année après passage du cover-crop. Le passage du scarificateur réversible<sup>®</sup>, qu'il soit suivi ou non du passage du sous-soleur multifonction<sup>®</sup>, limite la recolonisation de la fougère aigle, qui reste peu abondante durant au moins 3 années.

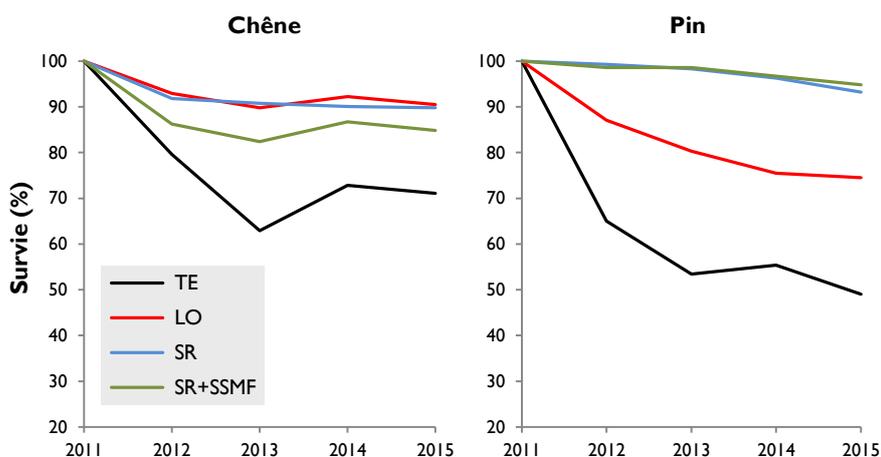
Une diversification de la végétation est notable dans les modalités SR et SR+SSMF : ronce, chèvrefeuille et digitale deviennent plus présents.



### 5. Survie et croissance des plants

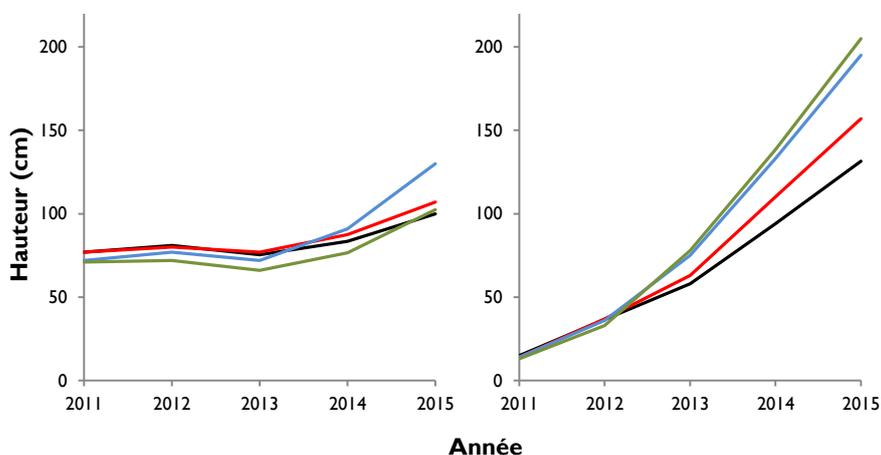
Les taux de survie des plants sont très bons dès lors que le site est préparé. Après 4 années, la survie des chênes est d'environ 70 % dans le témoin, 85 % dans la modalité SR+SSMF et 90 % dans les modalités SR et LO (cover-crop forestier).

La survie des pins à quatre ans est de seulement 49 % dans le témoin et de 75 % dans la modalité LO. Les modalités SR et SR+SSMF présentent quant à elles d'excellents taux de survie, respectivement 93 et 95 %.



Sur ce site de Villecartier, la croissance en hauteur des chênes reste limitée dans les modalités TE, LO et SR+SSMF (entre 100 et 107 cm de hauteur à 4 ans). Seule la modalité SR se détache (130 cm).

L'effet de la modalité sur le pin est plus marqué. Après 4 années, leur hauteur est de 132 cm dans la modalité TE, 157 cm dans la modalité LO et 195 cm dans la modalité SR. La réalisation du billon dans la modalité SR+SSMF, pourtant *a priori* peu appropriée sur ce type de sol où l'hydromorphie reste profonde, permet d'obtenir les meilleures croissances (205 cm en moyenne).



**BILAN SITE 3 :** le SR permet de contrôler efficacement la recolonisation de la fougère aigle et offre d'excellents taux de survie et de croissance des plants. Sur ce site, le passage consécutif du SSMF n'a pas apporté d'avantage significatif.

## BILAN

### ***1. Des méthodes mécanisées innovantes permettent d'assurer la plantation sur les sols acides à fougère aigle***

- Le **SR** offre un excellent contrôle de la fougère aigle pendant plusieurs années et implique des dégagements moins fréquents et moins coûteux ;
- Bien qu'il ne soit pas recommandé sur les sols non-hydromorphes, le sous-solage-billonnage réalisé au **SSMF** après passage du **SR** améliore la survie et la croissance des plants sur certains sites (sites 1 et 2) ;
- L'utilisation d'une mini-pelle rend toutefois les préparations **SR** et **SR+SSMF** coûteuses lors des travaux préparatoires.

### ***2. Importance du diagnostic initial pour identifier l'ensemble des contraintes au développement des plants***

- L'efficacité des méthodes varie selon les caractéristiques du site et l'essence à installer. Sur certains de nos sites, le passage combiné du **SR** et du **SSMF** n'apporte aucun avantage en terme de survie ou de croissance par rapport au passage du **SR** seul, notamment pour le chêne (site 3) ;
- La réalisation d'un billon au **SSMF** peut, dans certaines conditions, accentuer l'effet néfaste du gel sur les plants et conduire à de très faibles taux de reprise (site 2).



## TRAVAUX PRÉPARATOIRES À LA PLANTATION SUR LES STATIONS À FOUGÈRE AIGLE

# ÉTUDE DE CAS

### SITE : BORD-LOUVIERS (27) - RÉSEAU PILOTE

#### I. Description du site, diagnostic et plantation envisagée

##### - Site :

- Forêt domaniale de Bord-Louvières (27), parcelle 106, surface : 10,59 ha ;
- Peuplement antécédent : ancienne futaie de pin sylvestre (120 ans), chêne et bouleau exploitée après la tempête de 1999 ;
- Aménagement régénération.

##### - État de la zone à planter :

- Absence de couvert, peu de rémanents, environ 215 souches/ha ;
- Sol potentiellement tassé par le passage des engins de débardage post-tempête.

##### - Végétation concurrente :

- Couverture dense de fougère aigle, compétition importante attendue ;
- Relevé botanique initial : tableau ci-dessous.

- **Sol** : limono-sableux, filtrant, pas d'hydromorphie ni de contraintes édaphiques fortes, mais risque de sécheresse estivale.

- **Protection gibier** : site grillagé contre les cervidés et le lapin.

##### - Essences à planter :

- Chêne sessile, essence résistante à la sécheresse mais sensible à la compétition pour la lumière ;
- Plants ISI, hauteur 30-60 cm, distance sur ligne : 1,5 m, distance entre lignes : 3-6 m (1480 tiges/ha).



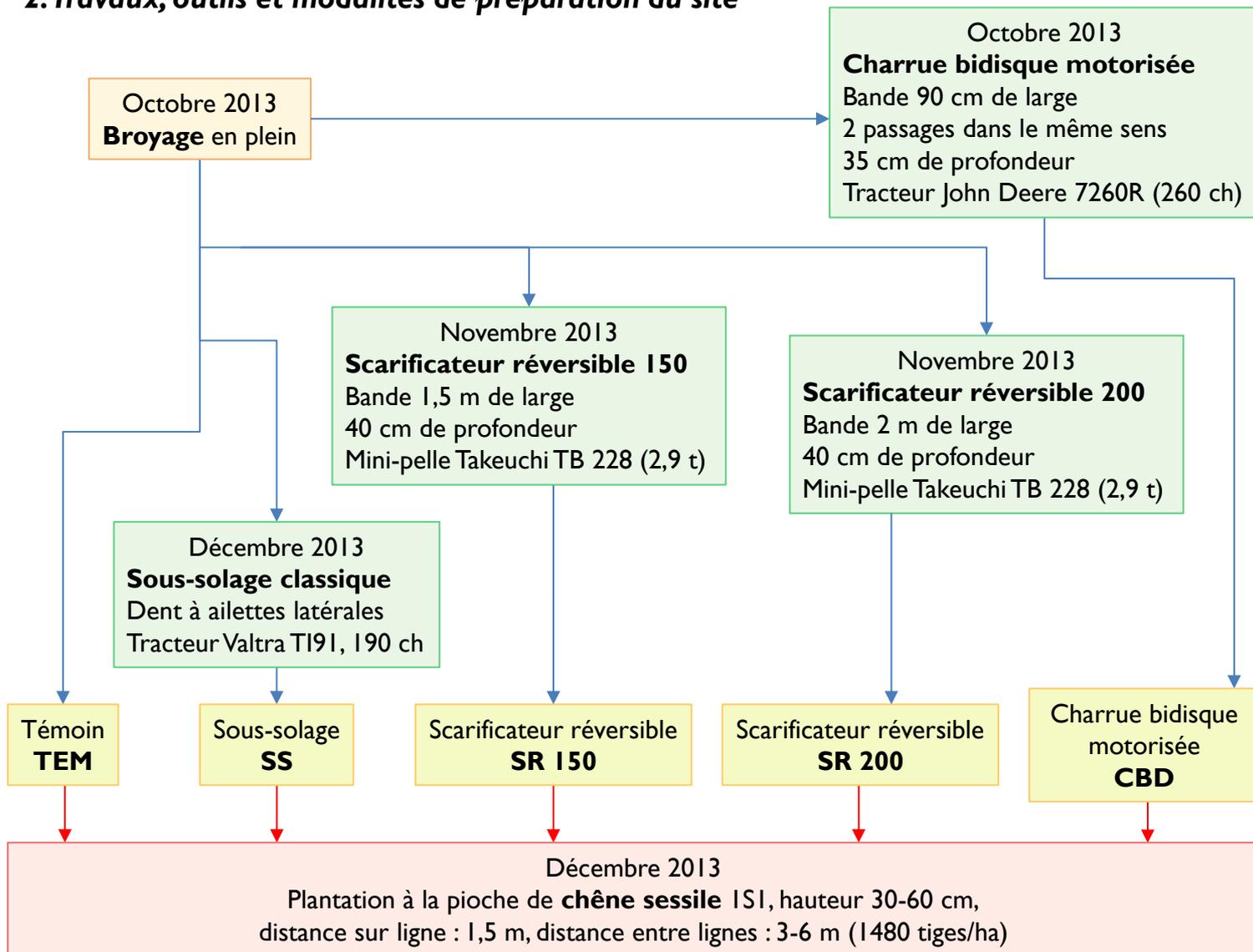
Site avant broyage



Site après broyage

Relevé botanique	Recouvrement moyen (%)	Hauteur moyenne (cm)
Fougère aigle ( <i>Pteridium aquilinum</i> )	90	160
Ronce ( <i>Rubus</i> )	10	-
Chèvrefeuille ( <i>Lonicera periclymenum</i> )	présence	-

## 2. Travaux, outils et modalités de préparation du site



Dent de sous-solage



Scarificateur réversible®



Charrue bidisque motorisée



Modalité SS (sol gelé)



Modalité SR



Modalité CBD (sur site à molinie)



Modalité SS avant dégagement



Modalité SR 150 avant dégagement



Modalité SR 200 avant dégagement

Photos prises durant l'été 2016, trois années après plantation. Les flèches indiquent les bandes travaillées. L'effet bénéfique d'un travail plus large (SR 200, à droite) sur la quantité de fougère dans les lignes de plantation est bien visible.

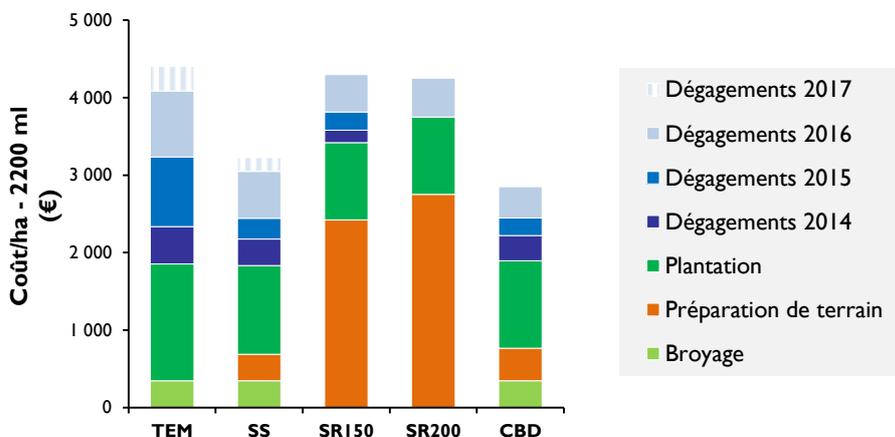
### 3. Résultats : coûts techniques des travaux

Année	2013			2014	2015	2016	2017	Coût total/ha (2200ml/ha)
	Broyage	Préparation de terrain	Plantation	Dégagements	Dégagements	Dégagements	Dégagements	
TEM	344 €	0 €	1 509 €	481 €	900 €	852 €	318 €	4 404 €
SS	344 €	342 €	1 146 €	344 €	266 €	606 €	178 €	3 225 €
SR150	0 €	2 420 €	1 000 €	158 €	238 €	482 €	0 €	4 297 €
SR200	0 €	2 750 €	1 000 €	0 €	0 €	500 €	0 €	4 250 €
CBD	344 €	420 €	1 129 €	326 €	229 €	400 €	0 €	2 848 €

Coûts techniques à l'hectare pour 2200 mètres linéaires travaillés (distance moyenne entre les lignes : 4,5 m). Ces coûts sont issus d'un protocole spécifique et peuvent différer de tarifs de prestataires.

Les coûts de plantation varient selon le temps de travail des opérateurs dans chaque modalité.

Le nombre de dégagements varie de 0 à 2 selon l'année et la modalité.



#### Modalité témoin :

- Plantation plus difficile donc plus coûteuse
- Dégagements fréquents et très coûteux

#### Scarificateur réversible :

- Coût technique initial élevé
- Plantation plus rapide et moins coûteuse
- Dégagements plus légers et moins fréquents
- Effet positif de la largeur travaillée SR 200 > SR 150

#### Sous-solage classique :

- Coût initial très réduit
- Dégagements plus importants que SR et CBD

#### Charrue bidisque motorisée

- Coût initial très inférieur au scarificateur réversible
- Dégagements facilités

#### BILAN FINANCIER

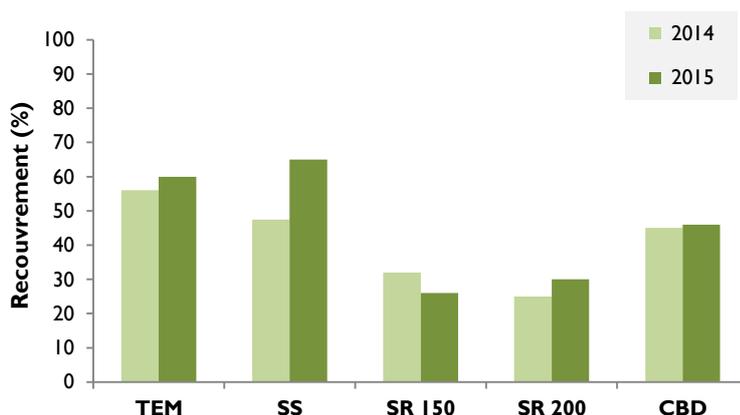
La modalité SR permet de réduire la fréquence et l'intensité des dégagements, mais entraîne un coût important lors de la phase de préparation. La modalité CBD facilite également les dégagements tout en offrant un coût de préparation initiale réduit, et constitue le meilleur compromis économique.

## 4. Résultats : retour de la végétation, reprise et croissance des plants

### Retour de la végétation (recouvrement en %) :

Recouvrement après 1 an et 2 ans, mesuré sur 1m<sup>2</sup> centré sur la ligne de plantation.

	TEM	SS	SR 150	SR 200	CBD
2014	56	47.5	32	25	45
2015	60	65	26	30	46



### Survie des plants après trois ans (en %) :

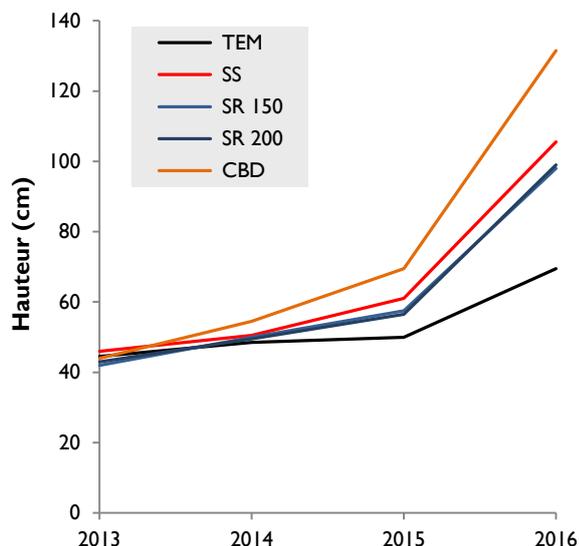
Survie exceptionnelle dans toutes les modalités, en raison de conditions climatiques très favorables durant les deux années suivant la plantation.

	TEM	SS	SR 150	SR 200	CBD
2016	99	97	100	100	98

### Hauteur des plants après trois ans (en cm) :

De même, la forte croissance des plants peut en partie s'expliquer par les conditions climatiques très favorables durant les deux années suivant la plantation.

	TEM	SS	SR 150	SR 200	CBD
2013	44.5	46	42	43	44
2014	48.5	50.5	50	49.5	54.5
2015	50	61	57.5	56.5	69.5
2016	69.5	105.5	98	99	131.5



#### Modalité témoin :

- Forts recouvrements par la fougère aigle
- Excellent taux de survie sur ce type de site
- Faible croissance en hauteur des plants

#### Scarificateur réversible :

- Excellent contrôle de la fougère aigle
- Excellent taux de survie sur ce type de site
- Bonne croissance en hauteur des plants

#### Sous-solage classique :

- Retour important de la fougère aigle après deux années
- Excellent taux de survie sur ce type de site
- Bonne croissance en hauteur des plants

#### Charrue bidisque motorisée

- Contrôle modéré de la fougère aigle
- Excellent taux de survie sur ce type de site
- Meilleure croissance en hauteur, bien supérieure à SR et SS

#### BILAN TECHNIQUE

La technique SS, peu efficace pour lutter contre la présence de la fougère aigle, offre une bonne croissance des plants. Le SR offre le meilleur contrôle de la fougère, mais une croissance inférieure. La CBD permet la plus forte croissance des plants sur ce type de site.

## POUR EN SAVOIR PLUS...

### 1. Références et sources d'information (disponibles sur [www.inra.fr/renfor](http://www.inra.fr/renfor))

- **Articles techniques** sur la préparation des sites à fougère aigle :
  - Dossier spécial fougère aigle : *Forêt Entreprise* n°221 - Mars 2015 ;
  - Contrôler la fougère aigle sans asulame : quelles méthodes alternatives pour réussir les plantations ? *Rendez-Vous Techniques de l'ONF* n°43, p. 22-32 - Hiver 2014.
- **Clé de choix des outils** levant les blocages par la fougère aigle :  
Ulrich et al. 2015. Travaux mécanisés avant régénération levant le blocage par la fougère aigle - clé de décision pour choisir la bonne méthode de travail - clé valable pour la plantation. Fiche technique ONF, 16 p.
- **Fiche technique** sur la fougère aigle.
- **Fiches techniques** sur les outils mécaniques.
- **Fiches de présentation** des dispositifs et des réseaux expérimentaux.
- **Films** sur les outils mécaniques innovants.
- **Photos téléchargeables** depuis la plateforme de ressources pédagogiques :  
<http://poleimage.agroparistech.fr/ajaris/category/786>

### 2. Contact et renseignements

#### ► Pôle Renouveau des peuplements forestiers (RENFOR)

INRA Grand Est - Nancy, UMR 1434 SILVA, rue d'Amance - 54280 CHAMPENOUX - FRANCE

☎ 03.83.39.40.41 - [www.inra.fr/renfor](http://www.inra.fr/renfor)

### 3. Comment citer la fiche pédagogique dans vos publications ?

Merci de citer la fiche dans vos productions en utilisant la référence suivante :

Dassot M, Escurat JM, Collet C, Wehrlen L, Ulrich E, Richter C, Touffait R, Piat J, 2018. Fiche pédagogique sur les travaux préparatoires à la plantation sur les stations à fougère aigle. 14p, [www.inra.fr/renfor](http://www.inra.fr/renfor)

Fiche pédagogique « stations à fougère aigle » - Novembre 2018  
Reproduction autorisée sous réserve de respect de l'intégrité du document.  
Fiche téléchargeable sur le site : [www.inra.fr/renfor](http://www.inra.fr/renfor)  
Crédits photos : ©INRA RENFOR et ©ONF

14

**Rédaction :**  
M. DASSOT

**Groupe de travail :**  
J.M. ESCURAT - C. COLLET - L. WEHRLÉN - E. ULRICH - C. RICHTER - R. TOUFFAIT - J. PIAT

**Financeurs :**  
MAA - FRANCE BOIS FORÊT - RMT AFORCE - ADEME -  
REGION GRAND EST - INTERREG VA/REGIOWOOD II