

# Contrôler la fougère aigle pour réussir les plantations

par Catherine Collet<sup>1)</sup>, Gwénaëlle Gibaud<sup>2)</sup>, Quentin Girard<sup>2)</sup>, Mathieu Dassot<sup>4)</sup>, Léon Wehrle<sup>1)</sup>, Claudine Richter<sup>2)</sup>, Jérôme Piat<sup>2)</sup>, Jean-Yves Fraysse<sup>3)</sup>

*Comment assurer la reprise des plants lors de concurrence avec la fougère ? Un travail profond du sol et l'extraction des rhizomes permet de limiter efficacement la concurrence.*

1) Inra, UMR1092, Laboratoire d'Étude des Ressources Forêt Bois (LERFoB), 54280 Champenoux, [prénom.nom@nancy.inra.fr](mailto:prénom.nom@nancy.inra.fr)

2) ONF, Département R&D, boulevard de Constance, 77300 Fontainebleau, [prénom.nom@onf.fr](mailto:prénom.nom@onf.fr)

3) FCBA, Station Sud-ouest, 71 route d'Arcachon, Pierroton, 33610 Cestas, [prénom.nom@fcba.fr](mailto:prénom.nom@fcba.fr)

4) EcoSustain, Bureau d'études en Environnement, Recherche et Développement, 31 rue de Volmerange, 57330 Kanfen

Lorsqu'elle est abondante, la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) est un obstacle majeur à la réussite des plantations. Par la compétition qu'elle exerce pour la lumière, l'eau et les éléments minéraux, elle réduit fortement la survie et la croissance des jeunes plants. Pour assurer le succès d'une plantation, le contrôle du développement de la fougère est nécessaire et cela durant toute la période où la compétition qu'elle exerce nuit au bon développement des plants.

Le contrôle de la fougère n'est pas aisé. La fougère met en place un réseau de rhizomes dense et souvent très profond à partir duquel se développent les nouvelles frondes. Il est donc nécessaire de détruire ce réseau de rhizomes si on veut contrôler la fougère durablement. L'application d'herbicides systémiques permet d'affaiblir durablement ce système racinaire. Néanmoins, cette solution s'est fortement restreinte en Europe depuis le retrait de l'asulame, herbicide sélectif de la fougère. Les méthodes mécaniques ou manuelles constituent une autre solution pour réduire le développement de la fougère, avec une efficacité

très liée à leur capacité à extraire le réseau de rhizomes du sol. Toutefois, parmi les outils mécaniques traditionnellement utilisés en forêt, il n'existe pas d'outils qui permettent d'arracher les systèmes racinaires profonds (au-delà de 50 cm) sans retirer en même temps le sol qui l'entoure.

Dans le cadre du projet Alter (Alternative aux herbicides), nous avons évalué l'efficacité pour contrôler la fougère d'un nouvel outil mécanique : le Scarificateur réversible®, outil monté sur mini-pelle qui extrait les systèmes racinaires profonds. Il est composé de dents fixées en parallèle sur un support de 75 cm de large et qui peuvent atteindre une profondeur de 60 cm dans le sol (figure 1). Il est utilisé pour préparer le site avant une plantation ou une régénération naturelle. Il peut être utilisé seul ou en combinaison avec d'autres outils de travail du sol. Dans le cadre d'Alter, nous avons évalué l'outil seul, ainsi qu'en combinaison avec le Sous-soleur multifonction®. Ce deuxième outil décompacte le sol en profondeur et permet de réaliser un billon au-dessus de la zone travaillée. Il est également monté sur mini-pelle et il est constitué d'un corps vertical de 60 cm à l'extrémité duquel est fixé un obus de sous-solage (figure 1).

L'impact d'une méthode de contrôle sur la végétation et son efficacité pour assurer le succès de la plantation sont très dépendants du contexte de la plantation (caractéristiques stationnelles, essence plantée, itinéraire sylvicole). Pour cette raison, plusieurs sites présentant des contextes différents ont été choisis pour évaluer les outils.

## Le réseau expérimental

Le réseau expérimental comporte quatre sites situés en forêt domaniale de Bord-Louvières (27) et de Villecartier (35), en forêt indivise d'Haguenau (67) et en forêt privée à Escource (40). Chaque site a été installé sur une parcelle

Localisation des dispositifs expérimentaux sur la fougère du réseau ALTER



Figure 1 - Outils testés et travail réalisé dans les différentes modalités.



comportant une couverture dense et homogène de fougère aigle. Cinq modalités ont été mises en œuvre dans chaque site (voir encart p. 33):

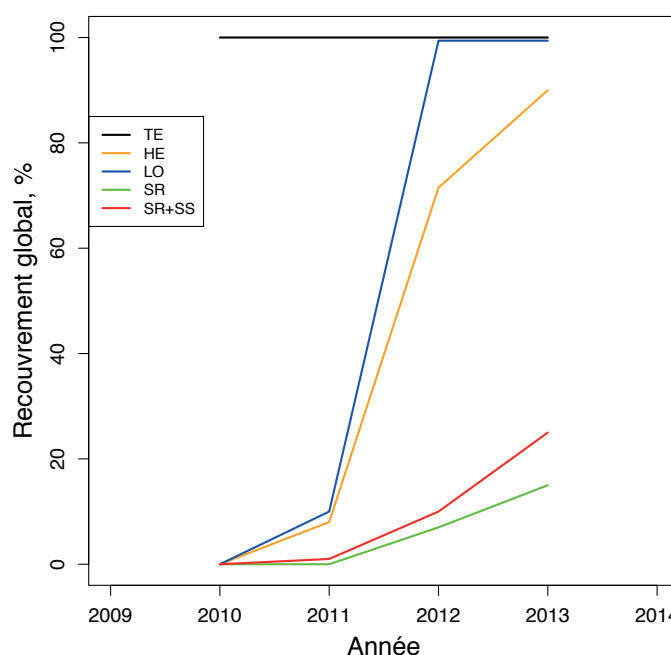
- SR pour Scarificateur réversible®,
- SR + SS pour Scarificateur réversible® + Sous-soleur multifonction,
- TE pour Témoin,
- HE pour Herbicide,
- LO pour la modalité de référence locale.

Tous les sites ont ensuite été plantés en chêne et en pin, les espèces différant selon les sites. La survie, la hauteur totale et le diamètre basal des plants ont été mesurés chaque année. Un suivi de la végétation a été réalisé à l'aide d'inventaires floristiques annuels réalisés sur des placeaux permanents de 1 m<sup>2</sup> centrés sur les lignes de plantation (8 à 11 placeaux par parcelle unitaire).

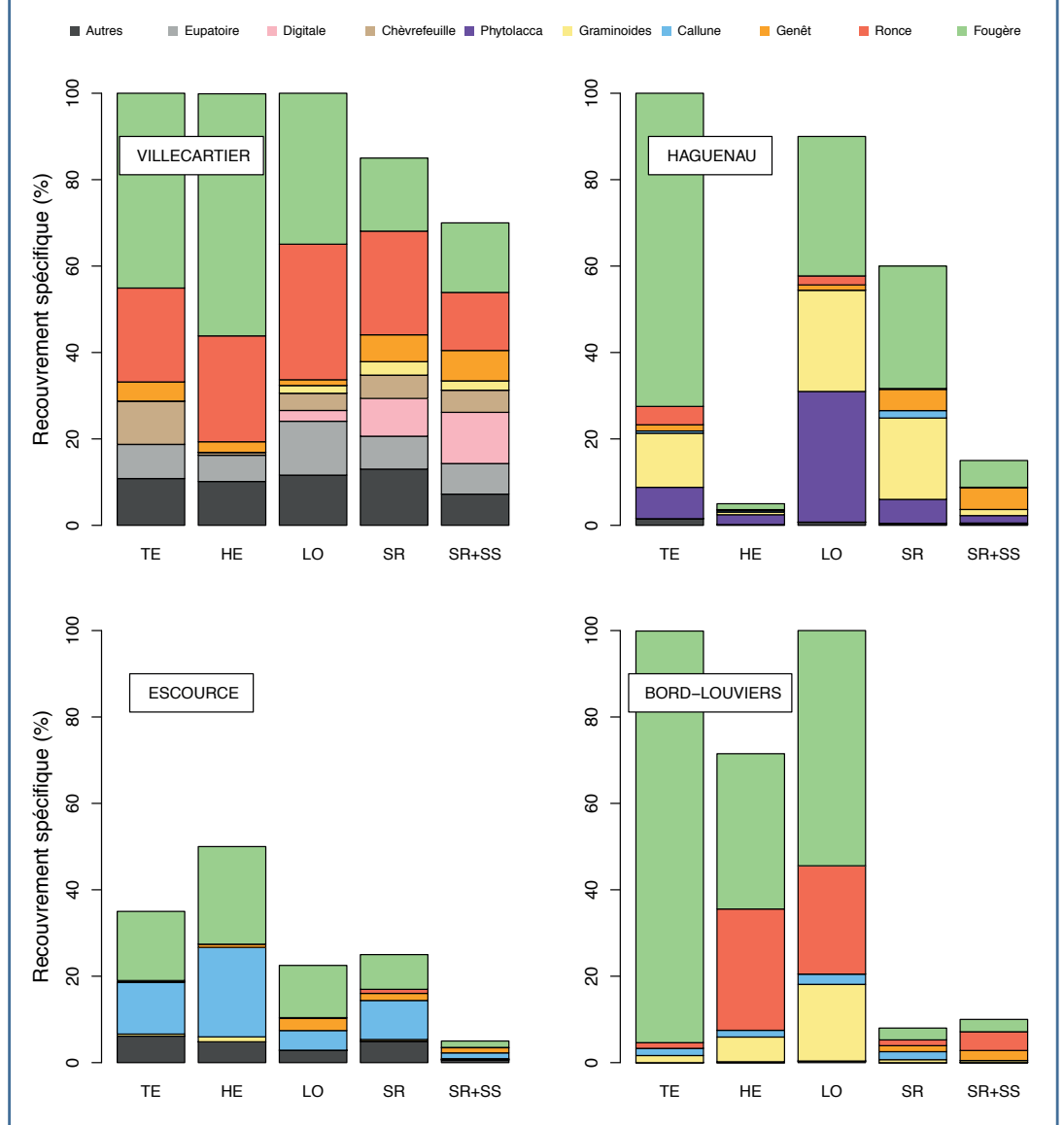
### Un contrôle efficace de la végétation pendant 3 ans

Dans les quatre sites et pour l'ensemble des modalités, la végétation recolonise progressivement le sol des zones travaillées (figure 2).

Figure 2 - Évolution du recouvrement global (valeur médiane) de la végétation dans les différentes modalités du site de Bord-Louviers (27), mesuré en octobre 2010 (juste après l'intervention), juin 2011, septembre 2012 et septembre 2013.



**Figure 3 - Recouvrement global (valeur médiane) de la végétation par modalité dans les 4 sites, deux ans après intervention. Le recouvrement est subdivisé par espèce, pour les principales espèces présentes. Chaque espèce est représentée par une couleur.**



Cette colonisation est toujours plus lente dans les modalités SR et SR + SS par rapport aux modalités HE et LO. Après deux ans, le recouvrement médian des zones travaillées à Bord-Louviérs, Villecartier, Escource et Haguénau est de 7, 85, 25, 60 % dans la modalité SR, et de 10, 70, 5, 15 % dans la modalité SR + SS, contre 72, 93, 50, 5 % dans la modalité HE.

Après trois ans, à Bord-Louviérs le recouvrement est de 15 et 25 %, dans les modalités SR et SR + SS. Par ailleurs, la préparation du sol à l'aide des méthodes SR et SR + SS modifie la composition floristique (figure 3). Dans les quatre sites après deux ans, la fougère est moins dominante que dans les modalités TE. Ceci est particulièrement marqué dans les sites où la fougère était initialement très importante (Bord-Louviérs, Haguénau). La ronce, la callune et le genêt sont les principales espèces qui profitent de cette évolution.

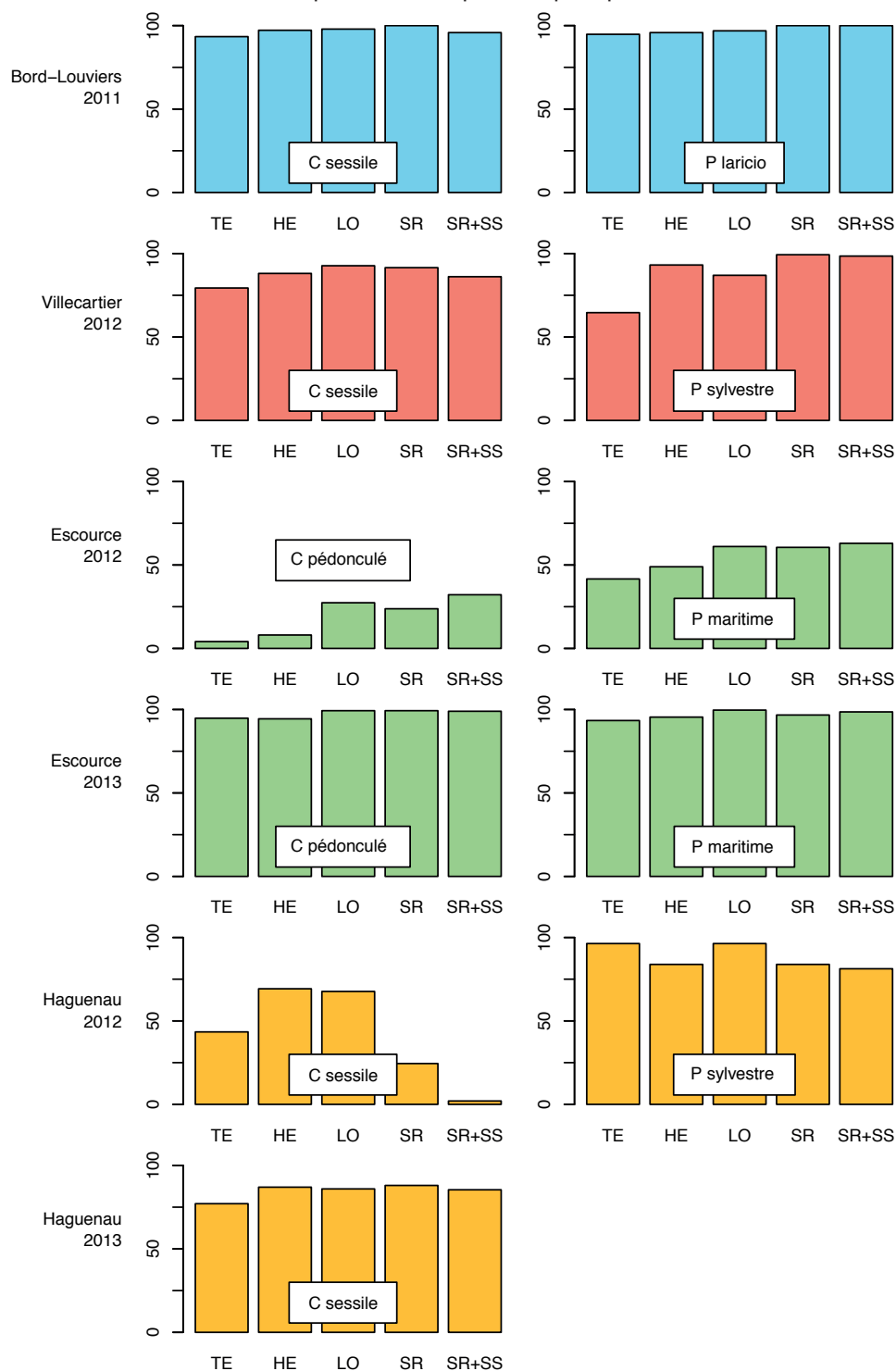
## Une reprise des plants contrastée selon le contexte

En fin de 1<sup>re</sup> année, le taux de survie des plants était très variable selon les modalités, les essences, les sites et les années (figure 4).

Dans deux sites, la plantation a partiellement échoué, avec des taux de survie inférieurs à 70 %, parfois beaucoup moins. Ainsi, à Escource en 2012, un été sec et une mauvaise qualité des plants en sortie de pépinière ont entraîné une forte mortalité des chênes pédonculés (taux de survie entre 4 et 30 % selon la modalité) et des pins maritimes (survie entre 40 et 60 %). Pour les deux essences, les plants des modalités SR, SR + SS et LO montraient les taux de survie les plus forts. À Haguénau en 2012, c'est le froid intense de février qui a entraîné la perte d'une grande partie des chênes sessiles qui n'ont pas débourré au printemps (survie entre 2 et 70 %). Le taux de survie était le plus faible dans les modalités



Figure 4 - Reprise des plants : taux de survie après 1 an des chênes et des pins, dans les différentes modalités des 4 sites. Selon les sites, 200 ou 300 plants ont été suivis dans chaque modalité et pour chaque espèce.

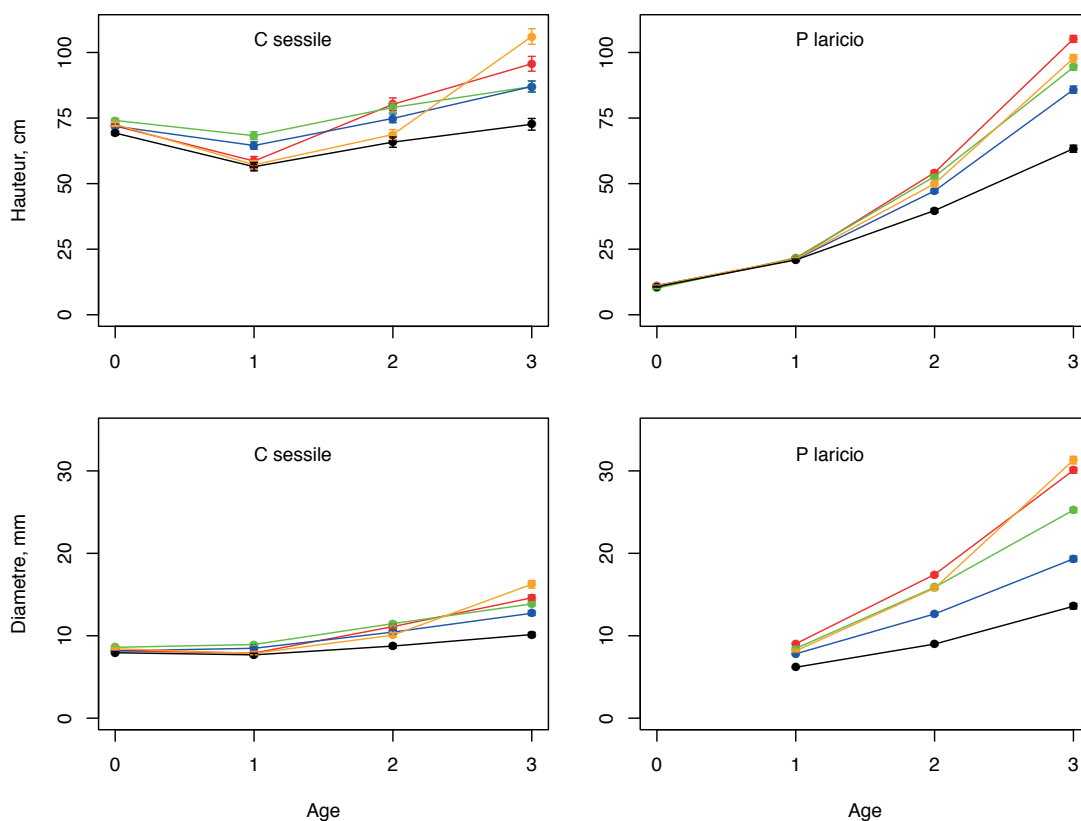


SR et SR + SS, indiquant que le travail du sol a amplifié les dégâts causés par le froid. Suite à ces échecs, les deux essences ont été replantées à Escource ainsi que le chêne à Haguenau, pour poursuivre les expérimentations. Pour les dispositifs replantés en 2013 et pour les autres dispositifs, plantés en 2011 et 2012, la survie après un an montre des taux de survie très acceptables pour pratiquement toutes les modalités. On voit toutefois dans certains sites, une meilleure survie des plants des modalités SR et SR + SS par rapport au témoin

TE (Villecartier notamment et la replantation de chêne sessile d'Haguenau). Le seul cas où ces deux modalités font moins bien que l'absence d'intervention est celui des pins sylvestre d'Haguenau, qui ont subi une forte attaque de larves de hanneton l'été qui a suivi la plantation.

En moyenne sur l'ensemble des sites, les méthodes SR et SR + SS permettent d'améliorer le taux de survie des plants après une année. Néanmoins, les fortes variations observées pour une même modalité entre sites,

Figure 5 - Hauteur totale et diamètre basal (moyenne et écart-type de la moyenne) des chênes et des pins dans les 3 années qui suivent la plantation à Bord-Louviers (27).



entre essences et entre années de plantation montrent que ces méthodes ne constituent en aucun cas l'assurance d'une bonne survie si les autres facteurs (qualité des plants, herbivorie...) ne sont pas contrôlés. Ces méthodes semblent réduire la mortalité initiale dans les situations de sécheresse estivale. En revanche, elles pourraient l'augmenter dans les situations de gel hivernal intense au cours de la 1<sup>re</sup> année de la plantation. Ces résultats sont donc à confirmer de façon plus large.

Par ailleurs, la survie à plus long terme peut montrer des tendances très différentes de la survie initiale et un bilan sera nécessaire quelques années après la plantation pour voir si la tendance d'une meilleure survie dans les modalités SR et SR + SS se confirme.

### Une bonne croissance des plants en hauteur et en diamètre

Pour toutes les espèces de pin et quel que soit le site, la meilleure croissance en hauteur et en diamètre après 1 à 3 années est toujours observée dans les modalités SR et SR + SS, ce qui permettra aux arbres de s'affranchir plus rapidement de la fougère (figure 5). À l'inverse, la croissance est toujours la moins bonne dans la modalité TE. Quant aux pins des modalités

HE et LO, leur croissance est variable selon le site (et la modalité locale utilisée), parfois équivalente à TE, parfois à SR et SR + SS, parfois intermédiaire.

Dans les quatre sites expérimentaux, les chênes ont montré de nombreuses descentes de cimes ainsi que des tiges relais. Ces phénomènes, observés très classiquement sur les chênes, vont se poursuivre jusqu'à ce qu'une tige s'individualise. Ils perturbent fortement l'interprétation de la croissance observée en réponse au travail du sol dans les deux années qui suivent la plantation. Après 2 ans, aucune modalité n'a montré d'avantage clair par rapport aux autres. En revanche, à Bord-Louviers après trois années, la croissance en hauteur et en diamètre des chênes sessiles était la plus forte dans les modalités SR + SS, HE et SR, et la plus faible dans la modalité TE.

### Efficacité du Scarificateur réversible® et du Sous-soleur multifonction

Le Scarificateur réversible® supprime la fougère et les autres plantes, en extrayant les racines profondes. La végétation qui s'installe dans les années suivantes provient très largement de la colonisation latérale par la végétation restée en place (notamment la ronce) ou

#### Remerciements

Les équipes remercient l'ensemble des personnels de terrain pour leur appui à l'installation des dispositifs et leur contribution active au suivi des sites. Le projet Alter a bénéficié du soutien financier de l'ONF (Conventions cadre de R&D ONF-INRA), du ministère en charge de l'Agriculture (conventions E30/07, E13/2010, E16/2011), et de la région Alsace (convention 871-10-C1).

de graines nouvellement arrivées qui germent sur le sol travaillé. Les fragments de rhizome dans le sol ne reprennent pas et finissent par disparaître. Le travail réalisé permet de contrôler efficacement la fougère pendant au moins trois années. Il permet également un bon contrôle des éricacées et du genêt, souvent associés à la fougère. À l'inverse, d'autres espèces, différentes d'un site à l'autre, peuvent s'installer deux ou trois ans après le passage de l'outil : la ronce, le raisin d'Amérique (*Phytolacca americana*, une espèce invasive dont l'installation est généralement favorisée par le travail du sol) ou encore diverses dicotylédones annuelles. Cette colonisation est d'autant plus forte que la fréquence initiale de ces espèces augmente : l'efficacité de l'outil pour limiter le développement de la végétation sera alors plus réduite, comme à Villecartier et Haguenau. Toutefois, dans ces situations où l'efficacité sur la végétation est moindre, le travail réalisé pourrait s'avérer tout à fait suffisant pour assurer le bon développement des plants. Le suivi des dispositifs expérimentaux nous informera sur ce point.

Le Sous-soleur multifonction effectue un travail du sol en profondeur et crée un grand volume de sol facilement prospectable par les racines des plants. Sa combinaison avec le Scarificateur réversible® maintient ce volume de sol libre de compétition pendant quelques années, et de manière plus efficace que le Scarificateur réversible® seul, facilitant ainsi l'installation et la croissance des plants.

Le contrôle de la végétation et le travail du sol induisent de meilleurs taux de reprise des plants, ainsi qu'une croissance globalement améliorée qui permettra ensuite aux plants de s'affranchir plus rapidement de la concurrence. Cet impact est particulièrement visible pour les pins. Pour les chênes, le recul n'est actuellement pas assez grand pour statuer sur l'efficacité de la méthode, même si elle permet déjà de diminuer l'intensité de la crise de transplantation qui s'observe dans les sols non travaillés.

La poursuite des mesures permettra de suivre le développement dans le temps des plantations préparées avec le Scarificateur réversible® et le Sous-soleur multifonction et de les comparer aux autres travaux du sol réalisés habituellement au niveau local et qui donnent pour l'instant des résultats acceptables dans certains sites. Elle permettra également de voir si le passage du Sous-soleur multifonction après le Scarificateur réversible® apporte les améliorations attendues qui justifieraient le surcroît de travail. ■

## Dispositifs expérimentaux

Cinq modalités ont été mises en œuvre dans chacun des quatre sites du réseau :

- > **Scarificateur réversible® (SR)** : passage de l'outil sur une bande de 1,5 m de large centrée sur la ligne de plantation. Aucun dégagement pendant 4 ans.
- > **Scarificateur réversible® + Sous-soleur multifonction (SR + SS)** : même travail que SR, puis passage du Sous-soleur multifonction. Aucun dégagement pendant 4 ans.
- > **Témoin (TE)** : pas de préparation à la plantation, hormis un broyage de la fougère sèche sur les futures lignes de plantation pour faciliter l'accès des planteurs. Ce broyage n'affecte pas la dynamique de la fougère. Aucun dégagement ultérieur.
- > **Herbicide (HE)** : traitement à l'asulame (4 000 g/ha) puis broyage en plein de la fougère sèche avant la plantation. Après plantation, maintien du sol nu par des combinaisons de dégagements mécanisés et de traitements herbicides appropriés.
- > **Locale (LO)** : modalité de référence locale, propre à chaque site. À Bord-Louviers : traitement à l'asulame puis broyage en plein de la fougère sèche. À Villecartier : passage d'un cover-crop forestier (Crabe) puis dégagements mécanisés. À Haguenau : broyage de la fougère puis passage en plein d'une charrue à disques. À Escource : passage croisé du débroussaillier landais suivi d'un labour forestier en plein à la charrue bi-socs.

Tous les sites ont été plantés en chêne et en pin, les espèces différant selon les sites :

- > **Bord-Louviers** : pin laricio (1-0, godet en 200 cm<sup>3</sup>) planté en novembre 2010 ; chêne sessile (1S2, racines nues) planté en mars 2011.
- > **Villecartier** : pin sylvestre (1-0, godet 220 cm<sup>3</sup>) planté en décembre 2011 ; chêne sessile (1S1, racines nues) planté en décembre 2011.
- > **Haguenau** : pin sylvestre (1-0, godet 400 cm<sup>3</sup>) planté en novembre 2011 ; 1<sup>re</sup> plantation de chêne sessile (1S1, racines nues) en novembre 2011 ; 2<sup>e</sup> plantation de chêne sessile (1S1, racines nues) en décembre 2012, suite à une mortalité importante.
- > **Escource** : 1<sup>re</sup> plantation de pin maritime (1-0, godet 100 cm<sup>3</sup>) en avril 2012 ; 1<sup>re</sup> plantation de chêne pédonculé (1S1, racines nues) en février 2012 ; 2<sup>e</sup> plantation de pin maritime (1-0, conteneur 110 cm<sup>3</sup>) en décembre 2012 ; 2<sup>e</sup> plantation de chêne pédonculé (1S1, racines nues) en décembre 2012, suite à une mortalité importante.

Chaque modalité a été appliquée deux à trois fois par site, sur des placettes unitaires de 13 à 19 ares, plantées à moitié en chêne et à moitié en pin. Chaque placette unitaire est constituée d'une zone de mesure comportant une centaine de plants de chaque essence et d'une zone tampon entourant la zone de mesure.

### Résumé

La fougère aigle est souvent un obstacle majeur à la survie et la croissance des plants. Le projet Alter (Alternative aux herbicides), développé par l'Inra, l'ONF et le FCBA, expérimente des préparations du sol à l'aide d'outils mécaniques montés sur mini-pelle. Le travail du sol effectué limite la concurrence de la fougère et induit de meilleurs taux de reprise, ainsi qu'une meilleure croissance des plants.

**Mots-clés** : reboisement, maîtrise de la fougère aigle, travail du sol, projet Alter.