

**AFPP – CINQUIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES MÉTHODES ALTERNATIVES DE PROTECTION DES PLANTES
LILLE – 11 AU 13 MARS 2015**

**LES RÉSEAUX ALTER ET PILOTE : EVALUATION D'OUTILS MECANQUES POUR LES TRAVAUX
PRÉPARATOIRES AUX PLANTATIONS FORESTIÈRES**

F. DUEZ ⁽¹⁾, C. COLLET ⁽¹⁾, L. WEHRLÉN ⁽¹⁾, M. DASSOT ⁽²⁾, G. GIBAUD ⁽³⁾, J. PIAT ⁽³⁾, C. RICHTER ⁽³⁾,
Q. GIRARD ⁽³⁾, E. ULRICH ⁽³⁾, A. BERTHELOT ⁽⁴⁾, C. SEDILOT-GASMI ⁽⁵⁾

¹ INRA, UMR1092, LERFoB, 54280 Champenoux, France. email: mgvf@nancy.inra.fr

² EcoSustain, Bureau d'études en Environnement, Recherche et Développement, 31, rue de
Volmerange, F-57330 Kanfen, France

³ ONF, Département Recherche et Développement, 77300 Fontainebleau, France

⁴ FCBA, 60 rue de Bonnencontre, 21170 Charrey-sur-Saône, France

⁵ Société Forestière, 8 bis rue de Châteaudun, 75009 Paris, France

RÉSUMÉ

Au moment de créer ou renouveler un peuplement d'arbres forestiers, les travaux préparatoires sont une étape capitale et conditionnent la réussite de cette régénération. S'ils sont négligés, inadaptés aux conditions stationnelles ou mal réalisés, cela peut conduire à des échecs. Deux réseaux expérimentaux nommés 'Alter' et 'Pilote' ont pour objectif de tester des outils mécaniques pour la préparation du sol et la gestion de la végétation concurrente en contexte de plantation. Les sites expérimentaux sont installés sur des stations caractérisées par une végétation bloquante (*Pteridium aquilinum*, *Molinia caerulea*, *Calamagrostis*, etc.) et/ou une contrainte pédologique (compaction, hydromorphie). L'objectif est de connaître l'impact des outils sur la survie et la croissance des plants, la dynamique de la végétation et les caractéristiques du sol. Une analyse économique menée sur 10 ans doit comparer ces nouvelles méthodes aux méthodes traditionnelles et les intégrer dans des itinéraires techniques complets. Les premiers résultats montrent que ces méthodes mécaniques permettent de contrôler efficacement la végétation concurrente sur les 3 à 4 premières années après plantation, au minimum.

Mots-clés : plantation, forêt, sous-solage, désherbage, concurrence.

ABSTRACT

EXPERIMENTAL NETWORKS 'ALTER' AND 'PILOTE' : EVALUATION OF MECHANICAL SITE PREPARATION METHODS FOR FOREST PLANTATION

When creating or renewing a forest stand, site preparation is an important step who determine regeneration success. If neglected, inadequate or poorly executed, that can lead to failure. Two experimental networks named 'Alter' and 'Pilote' aimed at evaluating mechanical site preparation tools (vegetation control, soil preparation) for forest plantation. Networks are conducted in several sites in France characterised by a strongly competitive vegetation (*Pteridium aquilinum*, *Molinia caerulea*, *Calamagrostis*, etc.) or a soil constraint (compaction, waterlogged).

The objective of these networks is to evaluate the tools impact on tree growth, vegetation dynamic and soil characteristics. An economical analysis, conducted over ten years, must compared these mechanical site preparation methods with traditional methods, and integrate them in technical sheets. First results show that mechanical methods allow efficiently vegetation control for 3 to 4 years after planting, at least.

Keywords: plantation, forest, sub-soiler, weeding, competition.

INTRODUCTION

La plantation forestière est un mode de renouvellement indispensable pour adapter la forêt aux changements globaux. C'est une phase délicate conditionnant la qualité future du peuplement, qui peut parfois être mal exécutée et s'avérer coûteuse. Les travaux préparatoires qui visent à gérer la végétation concurrente et travailler le sol en préalable à la plantation sont souvent indispensables pour affranchir les plants de toute concurrence et soutenir leur croissance.

Des outils mécaniques innovants tractés ou montés sur pelle, mini-pelle, sont conçus pour réaliser ces travaux préparatoires. Leur utilisation doit cependant être précisée en fonction des différents types de sols ou espèces concurrentes rencontrés.

Deux réseaux expérimentaux, ALTER et PILOTE, regroupent plusieurs sites aux conditions stationnelles variées, caractérisés par une végétation bloquante pour la régénération et/ou une contrainte pédologique (hydromorphie, compaction). Une évaluation technique des outils sur ces sites (effets sur le sol, dynamique de végétation, croissance et développement des plants) et une analyse économique sont menées. Ces méthodes alternatives sont comparées à des outils classiques de préparation de sol (sous-soleur, charrue à disques) afin d'être intégrées dans des itinéraires techniques complets.

MATERIEL ET MÉTHODES

Le réseau ALTER regroupe six sites répartis dans quatre régions (Alsace, Haute-Normandie, Bretagne, Aquitaine), installés sur des stations caractérisées par une végétation bloquante de *Molinia caerulea* ou *Pteridium aquilinum*. Les sites ont été installés en 2010 et 2011.

Tab. 1 : Les sites du réseau ALTER

Tab. 1 : Sites of the Alter network

Sites	Surface	Végétation bloquante	Essence(s) plantée(s)	Modalités
Forêt indivise de Haguenau (67)	4,7 ha	Fougère aigle et Molinie	PS - CS	• Témoin • Technique locale • Herbicide • Scarificateur Réversible® • Scarificateur Réversible®+Sous-soleur multifonction® • Couverture végétale
Forêt domaniale de Bord-Louviers (27)	3,4 ha	Fougère aigle	PL - CS	
Forêt privée de Escource (40)	2,1 ha	Fougère aigle	PM - CP	
Forêt privée de Solferino (40)	2,1 ha	Molinie	PM - CP	
Forêt domaniale de Rennes (35)	2,5 ha	Molinie	PS - CS	
Forêt domaniale de Villecartiers (35)	2,2 ha	Fougère aigle	PS - CS	

Essences : PS = Pin sylvestre ; PL = Pin laricio ; PM = Pin maritime ; CS = Chêne sessile ; CP = Chêne pédonculé

Modalité "Témoin" (TE) : modalité de référence sans contrôle de végétation et sans travail du sol.

Modalité "Technique locale" (LO) : selon les sites, broyage suivi d'un travail superficiel au cover crop ou labour avec une charrue à disques ou à socs.

Modalité "Herbicide" (HE) : consiste à réaliser un traitement chimique sur la végétation comme préparation de terrain. Le sol est maintenu nu chimiquement ou manuellement pendant toute la durée de l'expérimentation.

Modalité "Scarificateur Réversible®" (SR) : outil monté sur mini-pelle qui permet de réaliser un désherbage mécanique par arrachage de la végétation et de son système racinaire. L'outil travaille ensuite le sol sur 40 à 60 cm de profondeur.

Modalité "Scarificateur réversible®+Sous-soleur multifonction®" (SR+SSMF) : sur sol préalablement préparé au Scarificateur réversible®, le Sous-soleur multifonction®, outil monté sur mini-pelle, réalise un billon bombé de 20 à 30 cm par rapport au niveau naturel du sol (technique 3B).

Sur chaque site, pour chaque modalité, les données récoltées sont les suivantes :

- Mesures au pénétromètre de la résistance du sol.
- Relevés floristiques annuels (recouvrement global, recouvrement par espèces).
- Mesures annuelles de croissance des plants (hauteurs et diamètres au collet).

Sur le site d'Haguenau, les données supplémentaires récoltées sont :

- Teneur en eau du sol en suivi continu et mensuel.
- Conditions météorologiques : pluviométrie, température et humidité relative de l'air, rayonnement incident.

Le réseau PILOTE, lancé en 2013, regroupe six sites répartis dans cinq régions (Haute-Normandie, Picardie, Ile-de-France, Centre, Franche-Comté) :

Tab. 2 : Les sites du réseau PILOTE

Tab. 2 : *Sites of the Pilote network*

Sites	Surface	Végétation bloquante	Essence plantée	Outils testés
Forêt domaniale de Compiègne (60)	7,7 ha	Calamagrostis et graminées diverses	CS	1 ; 3 ; 5
Forêt domaniale de Fontainebleau (77)	3,8 ha	Fougère aigle	CS	1 ; 3 ; 4
Forêt domaniale de Bord-louviers (27)	6,9 ha	Fougère aigle	CS	1 ; 2 ; 4
Forêt domaniale de Chaux (39)	10 ha	Molinie	CS	2 ; 3 ; 5 ; 7
Forêt privée - Frétigny et Velloreille (70)	7,7 ha	Ronces et graminées	D	2 ; 5 ; 6
Forêt domaniale de Chinon (37)	9,8 ha	Molinie	CS	2 ; 3 ; 5

Essences : CS = Chêne sessile ; D= Douglas

Outils testés : 1. Charrue bidisque motorisée®, 2. Culti 3B®, 3. Razherb®, 4. Scarificateur réversible®, 5. Sous-soleur multifonction®, 6. Bident Maillard, 7. Meri Crusher

Sur tous les sites, les outils testés sont comparés à une modalité témoin de référence sans intervention et une modalité "technique locale". Les outils testés diffèrent selon les sites, compte tenu des conditions stationnelles variées.

Sur chaque site, pour chaque modalité, les données récoltées sont :

- Phase de préparation du sol : chronométrage des outils par cycle de 2 heures, répété au moins 2 fois.
- Phase de plantation : chronométrage des planteurs (minimum 2) par séquence d'une heure.
- Relevés floristiques annuels sur 8 à 12 placeaux de 1m² par modalité.
- Mesures de croissance annuelles des plants (hauteurs) sur un échantillon de 96 à 108 plants.
- Relevés au pénétromètre de la résistance du sol et réalisation de profils culturaux.
- Phase d'entretiens : suivi des interventions de dégagements/regarnis jugées nécessaires sur les modalités.

RESULTATS - DISCUSSION

Sur le réseau ALTER, les premiers résultats montrent que les méthodes mécaniques permettent de contrôler efficacement la végétation concurrente sur les 2 à 3 premières années après plantation. Ce contrôle de la végétation permet de réduire la compétition pour les ressources et le taux de mortalité des plants, avec néanmoins des différences selon les espèces (chênes ou pins) (Collet C, et al., 2014).

■ **Recouvrement global de la végétation**

Sur une station sèche dominée par la fougère aigle, alors que le recouvrement global de la végétation est proche de 100% sur la modalité 'Témoin' (TE), la combinaison du Scarificateur réversible® et du Sous-soleur multifonction® (SR+SSMF) permet de maintenir le recouvrement global sous le seuil de 20 %, trois ans après le travail du sol. C'est cette combinaison d'outils mécaniques qui est la plus efficace pour le contrôle de la végétation. La modalité 'Herbicide' (HE) est difficilement interprétable, l'arrivée brutale d'une espèce invasive (*Phytolacca americana*) sur cette station pouvant expliquer le recouvrement élevé en 2012 avant qu'elle ne soit mieux contrôlée les années suivantes.

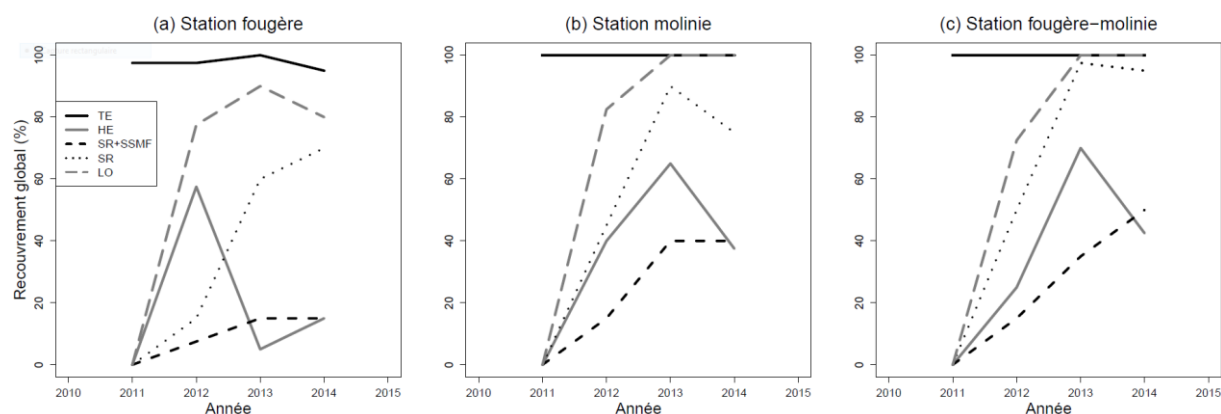
Sur une station hydromorphe dominée par la molinie, le Scarificateur réversible® semble moins efficace sur ce type de végétation puisque le recouvrement global sur cette modalité (SR) atteint 90% dès la seconde année. Par contre, la combinaison du Scarificateur réversible® et du Sous-soleur multifonction® permet encore de contrôler assez efficacement la végétation puisque le recouvrement sur cette modalité se stabilise à environ 40 % trois années après le travail du sol. Enfin, l'objectif initial de maintien d'un sol nu dans la modalité 'Herbicide' (HE) semble difficile à atteindre ; le recouvrement variant de 40 à 60 % sur les trois années.

Sur station mixte à fougère et molinie, les résultats sont assez similaires aux deux stations précédentes, avec une efficacité avérée de la combinaison de deux outils mécaniques pour le contrôle de la végétation (SR+SSMF).

Dans tous les cas, la charrue à disques, outil mécanique utilisé localement (LO), ne permet pas de contrôler efficacement la végétation.

Fig. 1 : Recouvrement de la végétation 3 ans après préparation du sol sur station sèche dominée par la fougère aigle (a), sur station hydromorphe dominée par la molinie (b) et sur station mixte (c). Les deux stations sont situées sur le site ALTER d'Alsace (Forêt domaniale de Haguenau). Les modalités sont : TE (témoin), HE (Herbicide), SR (Scarificateur réversible®), SR+SSMF (Scarificateur réversible®+Sous-soleur multifonction®), LO (technique locale : charrue à disques).

Fig. 1 : Vegetation cover during 3 years after treatment in a dry site dominated by bracken fern(a) or in a water-logged site dominated by molinia (b) and in a mixed site. The three sites are located in Alsace (north-eastern France) and belong to the ALTER network. Treatments are : TE (no site preparation), HE (Herbicide), SR (Deep scarifier), SSMF+SR (Multi function sub-soiler+Deep scarifier) and LO (Disc harrow)



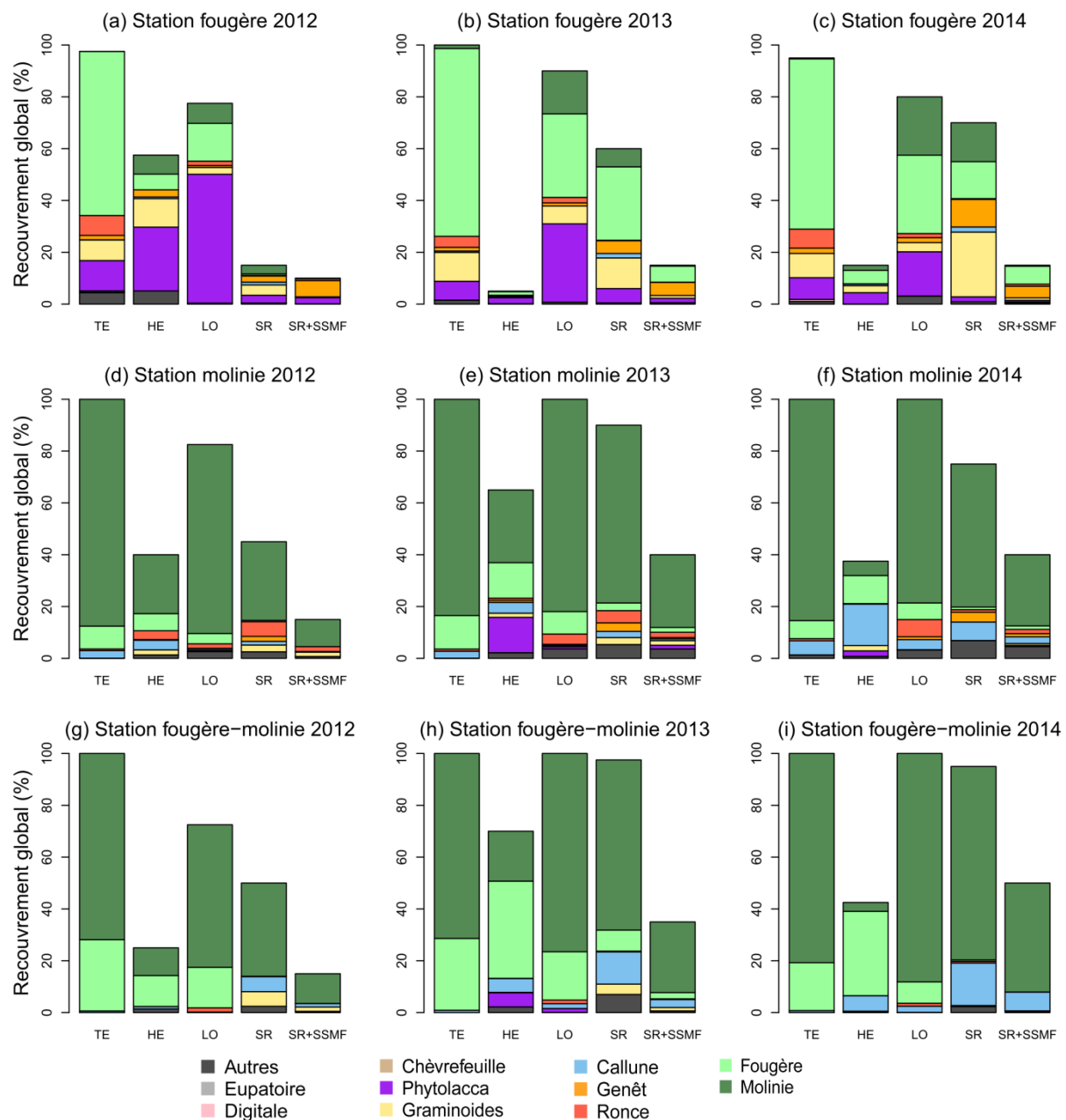
▪ Recouvrement spécifique

Sur la station sèche, on peut observer une plus forte équitabilité des espèces après travail du sol (mécanique ou chimique). L'abondance de chaque espèce s'accroît sur les modalités LO, SR et SR+SSMF par rapport à la modalité 'Témoin' (TE) dominée par la fougère. On note aussi l'arrivée de l'espèce invasive, *Phytolacca americana*, sur cette station, dans toutes les modalités.

Sur la station hydromorphe, la molinie reste dominante sur toutes les modalités mais la richesse spécifique s'accroît dans les modalités où une intervention a eu lieu, notamment avec l'apparition de la ronce (*Rubus fruticosus*) ou du genêt (*Cytisus scoparius*).

Enfin sur la station mixte, on observe l'arrivée de la callune (*Calluna vulgaris*) sur les modalités préparées mécaniquement, espèce absente dans la modalité 'Témoin'.

Fig. 2 : Recouvrement global et spécifique par station et par modalités, sur le site Alsace du réseau ALTER
Fig. 2 : Global and specific vegetation cover by modality on the site of Alsace ALTER network.



Les outils mécaniques tendent donc à modifier la composition floristique des stations caractérisées par une espèce dominante. Cette substitution de flore pourrait permettre de réduire la concurrence de la végétation sur les plants et ainsi favoriser leur croissance et leur survie (données en cours d'analyse).

Sur le réseau PILOTE, lancé en 2013, il est encore trop tôt pour tirer des conclusions sur les méthodes mécaniques testées. Les résultats relatifs à ce projet seront présentés ultérieurement.

CONCLUSION

Les méthodes mécaniques innovantes conçus pour les travaux préparatoires aux plantations semblent montrer leur efficacité pour la gestion de la végétation concurrente et le travail du sol. Sur le réseau ALTER, les premiers résultats indiquent l'efficacité du Scarificateur réversible® pour le contrôle de la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*), mais sa moindre efficacité sur la molinie (*Molinia caerulea*). La combinaison des deux outils mécaniques que sont le Scarificateur réversible® et le Sous-soleur multifonction® permet un contrôle de la fougère aigle et de la molinie pendant au moins trois ans après le travail du sol.

Les réseaux expérimentaux ALTER (2011-2021) et PILOTE (2013-2023) permettront de préciser le champ d'application optimal pour chacun des outils testés, de proscrire leur utilisation dans certaines conditions ou stations, et à plus long terme de disposer de coûts globaux jusqu'à acquisition de la régénération pour l'ensemble des itinéraires.

BIBLIOGRAPHIE

Collet C, Wehrle L, Duez F, Dassot M, Gibaud G, Piat J, Richter C, Girard Q, Ulrich E, Fraysse JY, Berthelot A, Sédilot-Gasmi C, Koller R, Bakker M, Augusto L., 2014. Light-weight mechanical tools for site preparation in planted or naturally-regenerated forest stands. Forest Vegetation Management Conference, Halmstad, Sweden.

MGVF, 2014. Documents internes. INRA, équipe Mission Gestion de la Végétation en Forêt.