

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

**ALTERNATIVE AUX HERBICIDES EN REGENERATION DE LA FORET : DES OUTILS SUR MINI-PELLE
APPORTENT UNE RÉPONSE EFFICACE SUR GRAMINÉES ET ÉRICACÉES,
APRÈS 5 ANS D'EXPÉRIMENTATION**

L. WEHRLÉN^(1,2), C. COLLET^(1,2), M. DASSOT^(1,2,3), E. THIRION^(1,2), F. VAST^(1,2)

(1) INRA de Nancy-Lorraine, UMR 1092, LERFoB, Équipe MGVF, route d'Amance, 54280 Champenoux, France. leon.wehrlen@nancy.inra.fr; catherine.collet@nancy.inra.fr;

mathieu.dassot@nancy.inra.fr; erwin.thirion@nancy.inra.fr; florian.vast@nancy.inra.fr

(2) AgroParisTech, UMR 1092, LERFoB, Équipe MGVF, 14 rue Girardet, 54000 Nancy, France

(3) EcoSustain, Bureau d'études en Environnement-Recherche & Développement,
31 rue de Volmerange, 57330 Kanfen, France

RÉSUMÉ

La végétation herbacée peut concurrencer fortement ou empêcher totalement la régénération naturelle des forêts. La fétuque géante (*Festuca gigantea* L.) ou la myrtille (*Vaccinium myrtillus* L.) exercent ce type de compétition vis-à-vis des semis naturels en hêtraie-sapinière de moyenne montagne. Il faut maîtriser ou parfois éliminer ce type de végétation pour permettre l'installation des semis et réussir la régénération. Face à la contrainte de réduction de l'utilisation des herbicides en forêt il est nécessaire de développer de nouveaux outils alternatifs aux techniques chimiques. Les résultats d'une expérimentation, suivie durant 5 ans, mettent en évidence avec succès, l'efficacité de nouveaux outils sur mini-pelle de 3,5t. (Scarificateur réversible et Pioche Herse) pour éliminer et contrôler durablement cette végétation concurrente.

Mots-clés : Régénération forestière, contrôle de la végétation, désherbage mécanique, mini-pelle, alternative aux herbicides.

ABSTRACT

ALTERNATIVE TO HERBICIDES FOR FOREST REGENERATION: MECHANICAL TOOLS MOUNTED ON COMPACT-EXCAVATOR PROVIDE EFFICIENT GRASS AND ERICACEOUS CONTROL IN A 5-YEARS EXPERIMENTATION

Competitive weeds can prevent natural forest regeneration. *Festuca gigantea* L. and *Vaccinium myrtillus* L. induces such a competition on natural tree seedlings in low-mountain beech-fir forest stands. Controlling them is necessary to foster seedling establishment and forest regeneration. Since the use of herbicides in forest environment is strictly restricted, developing alternative methods is necessary. The present study shows the efficiency of mechanical tools (Scarifier rake and pickaxe-arrow) mounted on 3.5 t mini-excavator in successfully controlling competitive weeds in a 5-years experiment.

Keywords: Natural forest regeneration, vegetation control, mechanical weeding, compact-excavator, alternative to herbicides.

INTRODUCTION

La régénération naturelle reste actuellement la méthode la plus courante pour renouveler les forêts françaises : le peuplement adulte produit les graines qui vont germer à ses pieds et assurer ainsi la croissance des jeunes semis qui remplaceront les arbres matures. Ce processus peut être empêché par la présence d'une strate herbacée concurrente qui peut agir de deux façons : elle couvre le sol et constitue un tapis homogène, épais, qui empêche physiquement les graines d'arriver au sol et de germer, c'est le cas des éricacées (dont la myrtille). Le second type d'obstacle à la régénération est la concurrence (eau, lumière, etc.) exercée par une végétation dont la structure aérienne ne recouvre pas forcément totalement le sol à 100% mais dont la structure racinaire occupe la quasi-totalité de l'espace dans le sol : c'est le cas des graminées (dont la fétuque géante) qui exercent une compétition très forte face aux petits semis naturels qui essaient de s'installer.

Les méthodes de lutte contre ces strates herbacées ont été multiples. Depuis le XVII^{ème} siècle les forêts françaises étaient désherbées-binées par les ouvriers forestiers, pour installer la régénération. Dès la seconde moitié du XX^{ème} siècle, les herbicides issus de l'agriculture, deviennent rapidement le nouveau moyen de lutte efficace et à moindre coût pour les gestionnaires. Depuis une décennie, la technique herbicide est en régression constante suite à de nombreuses contraintes environnementales, techniques, industrielles, voire idéologiques ou politiques... Mais le constat reste douloureux pour le gestionnaire : la végétation herbacée n'arrête pas de perturber les régénérations et les techniques « à la binette » coûtent trop cher ! Trouver une solution efficace, en alternative aux herbicides, capable de maîtriser durablement la végétation herbacée au stade de la régénération des forêts, est le pari relevé par l'équipe de R&D du LERFob de l'INRA de Nancy-Lorraine : Mission Gestion de la Végétation en Forêt.

La mini-pelle, introduite en forêt par Claude Becker il y a 20 ans, pour préparer le sol avant les plantations, peut également servir à désherber mécaniquement la strate herbacée concurrente. L'équipe MGVF a installé une expérimentation visant cet objectif. 5 ans plus tard, les premiers résultats apportent une réponse très positive.

PRÉSENTATION DES SITES EXPÉRIMENTAUX

Une expérimentation est installée sur 2 sites en moyenne montagne sur le versant alsacien des Vosges : Un premier site sur myrtille (*V. myrtillus* L.) est installé sous hêtraie en forêt domaniale de « La Petite Pierre » (400m d'altitude, PH 4, sol sablo-limoneux sur grès vosgien). Ce site sera dénommé : PP. Un second site est installé sur fétuque géante (*F. gigantea* L.) sous hêtraie-sapinière en forêt communale de Wintzenheim et de Eguisheim (750m d'altitude, PH 4, sol sablo-limoneux sur granit). Ce site sera dénommé WE.

La mise en place de l'expérimentation a été réalisée au printemps 2009. Dans chaque site, des surfaces de 25 x 25 (= soit 1 bloc expérimental) ont été délimitées et réparties dans les parcelles forestières. 10 blocs pour PP et 12 pour WE. Sur chaque site, la moitié des blocs a été maintenue sous couvert forestier ; dans l'autre moitié des blocs on a procédé à l'exploitation du peuplement forestier, ce qui a créé des trouées de 25m de coté, dans le peuplement. Chaque bloc expérimental a été subdivisé en 5 bandes parallèles de 5m de large et de 25m de long chacune (= soit 1 parcelle expérimentale). Sur chaque bloc, 5 modalités expérimentales ont été comparées (5 répétitions à PP et 6 répétitions à WE pour les modalités sous couvert forestier et autant en trouée).

Sur chaque parcelle expérimentale (5x25m), 10 à 11 placeaux de mesures de 1m² ont été implantés, soit un total de 1200 placeaux sur l'ensemble des 2 sites. Le niveau d'éclairement des placeaux, sous couvert et en trouée, a été mesuré par photos hémisphériques à la mise en place de l'expérimentation. Il est quantifié en éclairage relatif, par rapport au plein éclairage en milieu

totalelement découvert. En trouée ouverte : >17% à WE et >42% à PP. Sous couvert forestier : <17% à WE et <42% à PP.

Mesures : Les 3 premières années, 2 fois/an, puis 1 fois/an les 2 années suivantes sur 1200 placeaux. Inventaire floristique complet : espèces végétales et recouvrement en %. Comptage des semis naturels : par type d'essence.

MODALITÉS EXPÉRIMENTALES

Témoin (TE) : Modalité de référence. La végétation initiale reste en place.

Herbicide (HE) : Modalité de référence herbicide. La végétation est éliminée par une seule application de glyphosate à 2160g/ha en juillet 2009.

Pioche Herse® (PH) : Cet outil est monté sur la flèche de la mini-pelle. De forme triangulaire (70 cm de base) et équipé de 6 dents positionnées en quinconce, il arrache la végétation dans un premier temps, l'évacue latéralement en petit andain, puis griffe le sol par piochage au cours de la même opération, sur une profondeur de 25 cm.

Scarificateur réversible® : Également monté sur mini-pelle, l'outil (75 cm de large) est équipé de 3 dents principales d'une hauteur de 40 cm et de 2 dents de 20 cm intercalées entre les premières. 3 obus de sous solage de 60 cm de long, effilées à leurs extrémités, sont fixées sur les 3 dents principales. L'outil est utilisé également en 2 opérations successives : il arrache la végétation à la manière d'une fourche à foin. L'évacue ensuite latéralement en petits andains, puis décompacte le sol par bêchage, sans retourner les horizons, sur une profondeur de 40 cm.

Couverture végétale (CV) : Cette technique consiste à arracher la végétation concurrente en place avec la PH, puis à semer une végétation de remplacement (de couverture) sélectionnée pour son rôle de non concurrence mais dont l'objectif est d'occuper temporairement l'espace (3 à 4 ans) pour permettre à la régénération forestière de s'établir sans la compétition initiale bloquante. Cette végétation artificielle disparaît naturellement au bout de quelques années. Le mélange de plantes semées est composé d'*Aliaria petiolata* Bieb. , *Digitalis purpurea* L., *Galium odoratum* L., *Hypericum perforatum* L., *Myosotis sylvatica* Hoffm., *Senecio nemorensis* L., *Silene nutans* L., *Stellaria holostea* L.



Pioche Herse



Scarificateur réversible

RÉSULTATS

Impact sur la végétation : Bilan après 5 années.

On observe une présence de végétation plus forte dans les blocs en trouées que dans ceux sous couvert forestier. Cela s'explique par la réaction de la végétation à la mise en lumière du sol : La végétation spontanée initiale se développe brutalement dès la première saison de végétation, plus particulièrement dans les parcelles TE. Selon les modalités, la banque de graines du sol ou les graines apportées artificiellement, vont occuper également rapidement le sol mis en lumière. Des espèces nouvelles remplacent les espèces initiales. À WE : *Digitalis purpurea*, *Rubus idaeus* et *R. fruticosus* ; à PP : *Deschampsia flexuosa*, *Rumex acetosella*, *Rubus fruticosus*, *Pteridium aquilinum*. Sous couvert forestier, hormis le TE resté stable, la végétation est nettement plus faible que dans les trouées.

Modalité TE : Dans tous les cas, le recouvrement reste constant après 5 ans : 100% en trouée à WE et PP. 100% sous couvert à PP et 67% à WE (situation initiale maintenue).

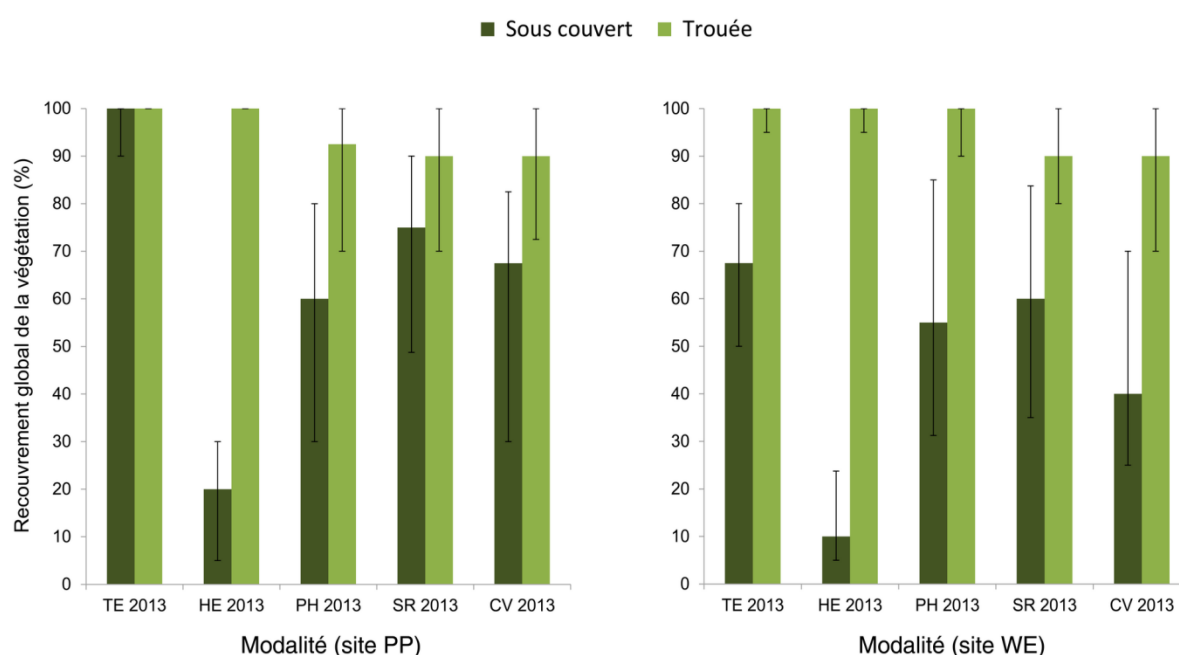
Modalité HE : La végétation initiale a été éliminée efficacement. Sous couvert, seulement 20% de la végétation herbacée est réapparu. En trouée, sur les 2 sites, une végétation nouvelle a recolonisé 100% de l'espace, 5 ans après l'intervention. Dans tous les cas, y a eu substitution de flore au détriment de la fétuque ou de la myrtille.

Modalités PH, SR, CV : Ces techniques éliminent mécaniquement la végétation initiale. Celle-ci ne se réinstalle quasiment pas. Elle est remplacée progressivement par une végétation de substitution, naturelle ou artificielle (CV) qui se comporte différemment selon les sites. Après 5 ans, à WE : sous couvert, la recolonisation varie de 73 à 93% et de 90 à 100% en trouée ; à PP : sous couvert, la végétation herbacée varie de 60 à 75% et de 90 à 100% en trouée.

À WE, la recolonisation est plus rapide qu'à PP ; cela est lié aux conditions stationnelles plus favorables et au potentiel floristique plus riche à WE.

Figure 1 : Végétation herbacée après 5 années.

(Vegetation after 5 years)



Impact sur les semis : Bilan après 5 années.

Dans les 2 sites on observe une plus forte régénération dans les blocs sous couvert que dans ceux en trouée où les semenciers ne sont pas à l'aplomb mais situés en périphérie des parcelles.

Modalité TE : Durant les 5 années, quasiment aucun semis n'est apparu dans cette modalité. Cela confirme le fait que les gestionnaires essayent en vain, de régénérer la parcelle de WE depuis 40 ans et celle de PP depuis 60 ans...

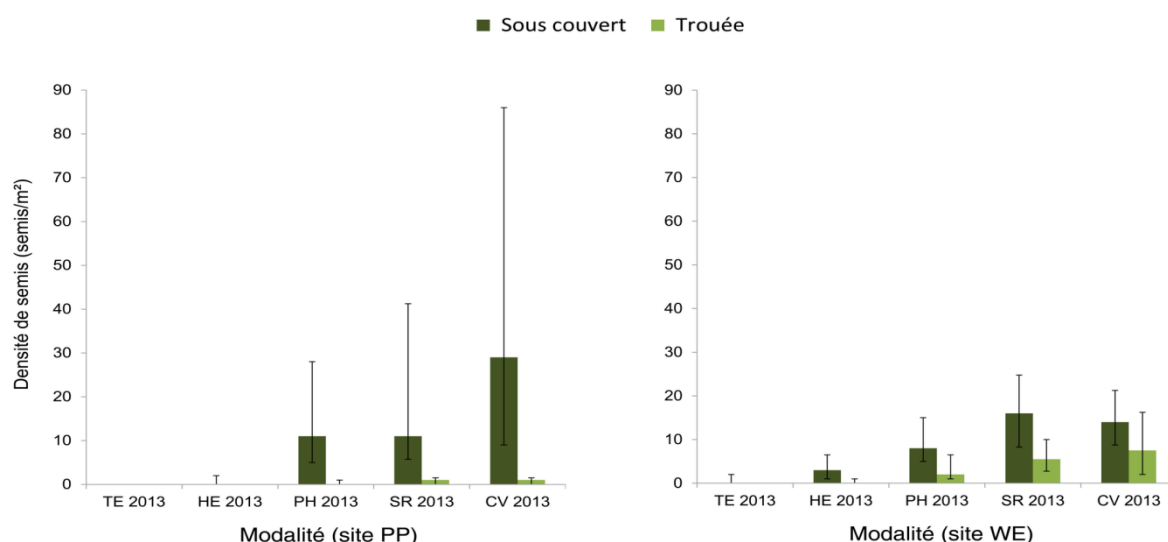
Modalité HE : Pas ou peu de semis se sont installés dans cette modalité (seulement 3 semis/m² à WE). Une première observation peut apporter une explication qui demande à être confirmée : Sur les 2 sites, après le traitement, la biomasse de la végétation a mis 2 ans à se dégrader. Cette végétation sèche empêchait physiquement les graines d'arriver au sol. C'est seulement au cours de la 3^{ème} année que la surface du sol se trouvait découverte. Or, la production de graines par les arbres semenciers est aléatoire, selon les années. À WE et à PP, cette production a eu lieu au cours des 2 premières années de la mise en place de l'expérimentation et quasiment plus, ensuite. Si de nouvelles années favorables à la production de graines se présentent, on aura une réponse dans la mesure où le sol est toujours resté quasiment nu dans les blocs sous couvert. Cela pourrait permettre la germination de ces nouvelles graines sur le sol resté réceptif.

Modalité PH : Sous couvert, cette méthode a permis d'installer 8 semis/m² à WE et 11/m² à PP. Dans les blocs en trouée il y a 2 semis/m² à WE et aucun à PP. Cela s'explique par le fait que les peuplements forestiers des 2 sites sont différents : à WE on est face à une forêt composée d'espèces mélangées de feuillus (graines lourdes qui tombent à l'aplomb des arbres) et de résineux (graines légères qui peuvent se disperser à distance des arbres). À PP le hêtre, est seul présent.

Modalité SR : Sous couvert, cette méthode a permis d'installer 16 semis/m² à WE et 11/m² à PP. Dans les blocs en trouée il y a 5 semis/m² à WE et 1/m² à PP.

Modalité CV : Sous couvert, cette modalité permet l'installation de 14 semis/m² à WE et 29/m² à PP. Dans les blocs en trouée il y a 7 semis/m² à WE et 1/m² à PP.

Figure 2 : Nombre de semis par m², 5 ans après traitement.
(Natural tree regeneration per m² after 5 years)



CONCLUSION

Cette expérimentation apporte 2 réponses majeures dans le domaine de la régénération naturelle.

Elle montre l'incidence primordiale de la lumière sur la végétation herbacée ainsi que l'importance du maintien du couvert forestier pour obtenir un maximum de semis.

Le second résultat démontre l'impact essentiel de l'élimination de la strate herbacée bloquante : la mise à nu du sol par un travail mécanique combiné « désherbage-piochage » permet aux graines de se poser directement sur le minéral, sans obstacle herbacé ou de litière. Les racines s'enracinent facilement dans le sol travaillé, dès la germination des graines.

La petite différence observée entre la modalité PH et SR est liée à la profondeur du travail du sol : la PH possède des dents qui descendent à 25 cm alors que le SR descend à 40 cm. Les racines des graines peuvent assurer leur croissance pivotante plus profondément dans le second cas, ce qui leur assure une meilleure résistance en cas de sécheresse estivale.

La modalité CV est également très intéressante mais elle nécessite une opération supplémentaire par rapport aux 2 précédentes. Le semis végétal demande des compétences et un léger coût supplémentaire. Des études complémentaires technico-économiques devront apporter des réponses à ces questions. Un autre résultat est à noter. Ce bilan présenté après 5 ans ne montre pas toutes les phases intermédiaires de l'évolution des semis, particulièrement sur le site de WE plus riche en diversité d'essences (sapin, hêtre, pin sylvestre, douglas, mélèze, chêne sessile, châtaignier, saules) que PP (hêtre, pin sylvestre). Sur WE, dans les blocs en trouée de CV, on a observé l'apparition d'un nombre très important de semis dès la seconde année. Les diverses espèces correspondaient aux semenciers cités plus haut. Dès la 3^{ème} année, la plupart des espèces héliophiles ont disparu. Seules ont survécu les espèces sciaphiles capables de mieux résister sous l'ombrage de la végétation dynamique qui a rapidement remplacé la fétuque. La framboise et la ronce ont principalement succédé au cortège floristique de CV qui a naturellement et globalement disparu au bout de 3 ans.

Plus globalement, cette expérimentation démontre, pour la première fois, l'utilité de la mini-pelle et de ses outils dans le cadre de la régénération naturelle en forêt, y compris en situation de pente forte (jusqu'à 60%) et en présence de nombreux obstacles (arbres, souches, rochers). Elle démontre la possibilité de désherber mécaniquement une végétation tout en réalisant un travail simultané du sol, favorable à l'installation de la régénération.

Ces nouvelles techniques, alternatives à l'utilisation des herbicides, sont à la disposition du gestionnaire qui doit renouveler sa forêt. Il ne lui reste plus qu'à choisir le type d'intervention à réaliser : en travail localisé, en placeaux, en bandes étroites ou larges, etc. Le travail en plein n'est plus nécessaire. Grâce à ces techniques on passe de quasiment 0 semis en zone enherbée, à 80 000 et jusqu'à 160 000 semis/ha, selon les sites et les modalités. Ces chiffres permettent aux forestiers de régénérer très facilement leurs parcelles.

Pour conclure : Dans la pratique il semblerait intéressant, dans un premier temps, de désherber-travailler le sol sous le peuplement selon un maillage de placeaux à définir dans chaque cas. Il faudra ensuite, dans un second temps, exploiter le peuplement semencier lorsque les semis auront 1 à 3 ans (selon les essences) pour provoquer des trouées de lumière qui permettront aux semis de se développer. Ces semis auront l'avance nécessaire par rapport à la végétation herbacée qui

réapparaîtra forcément dans les trouées. Si besoin, il faudra intervenir en opération de dégagement, 1 ou 2 fois, pour assurer la survie et l'installation définitive des semis. Cette dernière opération n'a pas été intégrée dans le protocole expérimental de cette étude, l'objectif étant d'observer l'évolution naturelle des semis et de la végétation, sans aucune intervention après la phase initiale de la mise en place du protocole.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Xavier Auzuret, Fabien Duez et les très nombreux stagiaires de MGVF qui ont assuré un excellent travail de terrain. Claude Becker qui a osé se lancer dans cette aventure avec nous, sur des pentes parfois fortes et rocheuses. Sans oublier les agents patrimoniaux de l'ONF de Colmar (68) particulièrement Christian Bitschéné de la MF de La Forge, et de Saverne (67). Le MAAF et la DG ONF pour leur soutien financier.

BIBLIOGRAPHIE

Dassot M., Wehrlen L., Collet C., 2015. Désherber-scarifier à la mini-pelle et doser le couvert forestier pour assurer la régénération naturelle. *Forêt -entreprise*, article à paraître, n° 222 de mai 2015.

Duez F., Wehrlen L., Collet C., 2014. La mini-pelle 2,5t à 6t au service de la forêt. Fiche technique de vulgarisation. Équipe MGVF-LERFob, INRA de Nancy-Lorraine, 54280 Champenoux, France, 4 p.

Duez F., Wehrlen L., Collet C., 2014. Le Scarificateur réversible. Désherbage, travail du sol. Fiche technique de vulgarisation. Équipe MGVF-LERFob, INRA de Nancy-Lorraine, 54280 Champenoux, France, 6 p.

Wehrlen L., 2012. Quels outils pour mieux maîtriser la végétation forestière concurrente ? *Forêt-entreprise*, N° 206-septembre 2012, pp 24-31.

Wehrlen L., 2013. Gérer la végétation autrement et préparer le sol pour la forêt de demain, avec des outils innovants ! Fiche technique de vulgarisation. Équipe MGVF-LERFob, INRA de Nancy-Lorraine, 54280 Champenoux, France, 2 p.

Wehrlen L., Collet C., Vast F., 2011. Une nouvelle méthode alternative aux herbicides pour régénérer la forêt ? Le Scarificateur réversible et la Pioche-Herse sur mini-pelle désherbent avec succès les tapis de graminées. AFPP 4^{ème} conférence internationale sur les méthodes alternatives en protection des cultures, 8-9-10 mars 2011 Lille. Actes, 10p.