HAL
open science

Le travail du sol, ça marche ! Retours d'expérience et mesures sur des chantiers récents des Alpes du Nord

Léa Veuillen, Laurent Malabeux, Catherine Riond, Didier Cornevin

To cite this version:

Léa Veuillen, Laurent Malabeux, Catherine Riond, Didier Cornevin. Le travail du sol, ça marche ! Retours d'expérience et mesures sur des chantiers récents des Alpes du Nord. Rendez-vous Techniques de l'ONF, 2020, 67-68, pp.22-27. hal-03176292

HAL Id: hal-03176292

https://hal.inrae.fr/hal-03176292

Submitted on 2 Feb 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE TRAVAIL DU SOL, ÇA MARCHE ! RETOURS D'EXPÉRIENCE ET MESURES SUR DES CHANTIERS RÉCENTS DES ALPES DU NORD

Léa Veuillen[(1) (2)], Laurent Malabeux[(3)], Catherine Riond[(3)], Didier Cornevin[(4)]

(1) Stage AgroParistech/ONF, pôle RATD Annecy

(2) INRAe Aix-Marseille – UMR RECOVER

(3) ONF – pôle RDI Chambéry

(4) ONF – Agence Savoie

Le travail du sol ayant montré son efficacité lors de nombreuses expérimentations installées par le passé, nous avons entrepris d'analyser les chantiers réalisés en gestion ces dernières années dans les Alpes du Nord avec deux objectifs principaux :

- d'une part, analyser un nombre important de chantiers afin de couvrir un large spectre de conditions stationnelles,
- d'autre part, mettre en place un réseau de chantiers référencés permettant la démonstration et la diffusion de cette technique au plus près des praticiens.

Ce sont ainsi une cinquantaine de trouées sylvicoles dans lesquelles le sol a été partiellement travaillé qui ont été décrites et caractérisées, afin d'évaluer les effets sur la régénération des essences objectifs.

Description des chantiers analysés

La campagne de relevés de terrain a été réalisée en 2018, sur 49 trouées sylvicoles dans les Alpes du Nord (Fig. 1), correspondant à 35 chantiers de travail du sol réalisés de 2002 à 2015 (un chantier peut concerner plusieurs trouées).

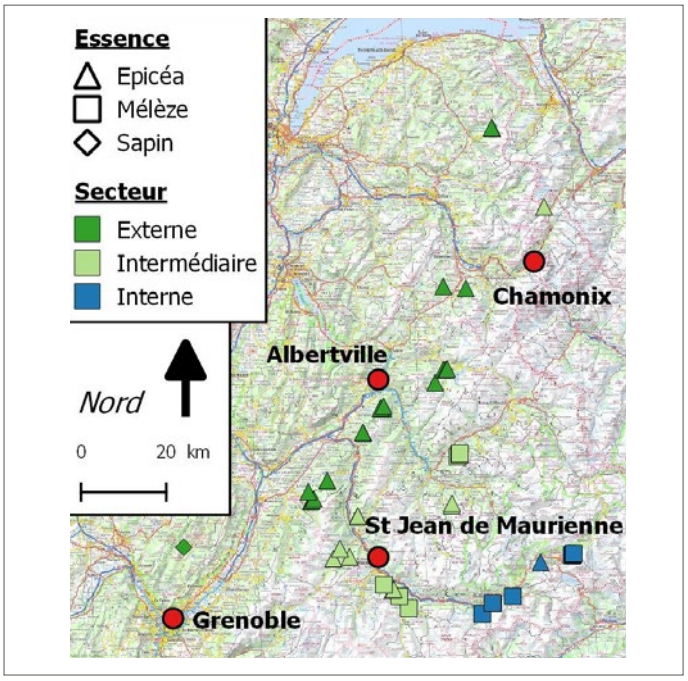

Figure 1. Localisation des chantiers analysés.

Caractérisation biogéographique des trouées sylvicoles étudiées

L'essence-objectif recherchée est majoritairement l'épicéa ; dans les Alpes internes ou intermédiaires, il peut également s'agir du mélèze. Une seule forêt, située en Chartreuse, a pour essence-objectif le Sapin.

Les forêts concernées se situent sur un gradient altitudinal allant de 1 130 à 2 030 m. Les températures minimales au mois de janvier peuvent descendre à -9,2°C dans les Alpes internes (Lanslevillard, 2 000 m d'altitude), -2°C dans les Alpes externes (Saint Pierre de Chartreuse, 1 200 m d'altitude). Le nombre de jours de gel par an varie de 95 à 195 selon le secteur climatique. Les précipitations sont très variables en fonction du secteur, de l'altitude, et de la topographie. Le secteur interne est ainsi moins arrosé que le secteur externe : 625 mm par an en moyenne contre 1 950 mm.

Les peuplements dans lesquels ont été ouvertes ces trouées sont pour la majorité de la famille des futaies riches en gros bois, avec une prépondérance des peuplements régularisés à gros bois (type 1GB, typologie des peuplements des Alpes du Nord, Guide des Sylvicultures de Montagne) (Fig. 2). Sous ces peuplements, la lumière parvenant au sol est extrêmement faible : 1 heure par jour en moyenne. On trouve aussi des peuplements de la famille des futaies à 2 étages et des futaies adultes, et en moindre mesure des jeunes futaies, futaies claires ou jardinées.

La taille des trouées est comprise entre 0,04 ha et 1,6 ha (médiane : 0,2 ha) avec une exception (trouée de chablis) de 5,5 ha. Deux tiers des trouées sont orientés en ubac.

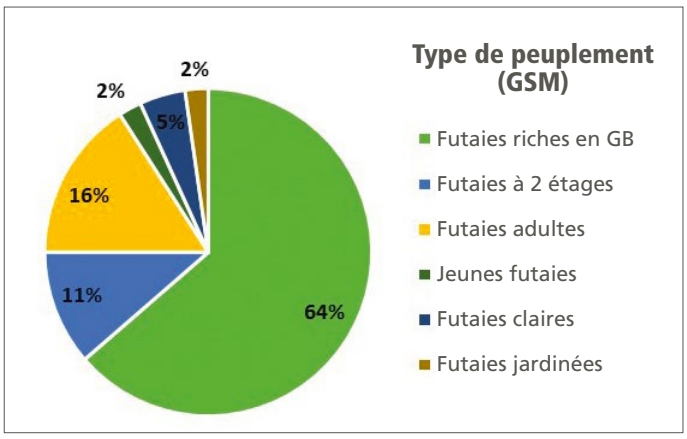

Figure 2. Types de peuplements dans lesquels ont été réalisés les travaux.

Une technique principale dans les Alpes du Nord : le décapage

Les chantiers étudiés ont été réalisés de 2002 à 2015, soit 3 à 16 ans avant notre inventaire, avec une répartition non uniforme : lors des relevés terrain, la grande majorité des chantiers (42) a moins de 9 ans, aucun chantier n'a entre 9 et 12 ans, et 7 chantiers ont entre 13 et 16 ans.

Le travail du sol consiste de manière quasi-systématique en un décapage (seules deux trouées ont été travaillées par broyage, l'affleurement d'imposants blocs rocheux rendant impossible le décapage). La profondeur de sol décapée est très hétérogène au sein d'un même chantier, et peut varier en fonction de l'état du terrain, de l'opérateur, de la profondeur des racines de la végétation concurrente… Cela rend sa mesure impossible. Nous estimons qu'elle est comprise entre 10 et 30 cm environ.

Le sol peut être décapé de plusieurs manières. Le décapage concerne une part variable de la surface de la trouée : il peut être réalisé en placeaux de taille variable, en bandes ou en plein, c'est-à-dire sur la totalité de la surface. La technique varie en fonction de l'opérateur, mais également du maître d'œuvre et des consignes données. Dans la grande majorité des cas (80 % des chantiers), on a utilisé une pelle araignée (de 2,5 à 12 tonnes). Il peut aussi s'agir d'une pelle à chenilles lorsque la pente n'est pas trop forte. Souvent, le choix de l'engin n'est pas conditionné par la topographie de la zone à régénérer, mais par les machines disponibles localement. Le godet est l'outil systématiquement employé pour le décapage.

Protocole et traitement des données

La régénération a été observée sur des placettes carrées de 1 m² disposées par couples, chaque couple étant constitué d'un groupe de 5 placettes sur sol travaillé et d'un groupe de 5 placettes témoin, dans une zone proche où le sol n'a pas été travaillé (Fig. 3).

Pour chaque trouée ont été inventoriées 15 placettes sur sol travaillé et autant de placettes témoin (trois couples de 5 placettes) ainsi qu'un groupe supplémentaire de 5 placettes témoin installé à proximité sous le couvert du peuplement. Cela représente un total de presque 1 500 placettes réparties dans 26 forêts. Sur chaque placette, nous avons compté le nombre de semis de chaque essence par classe de hauteur : semis de l'année ; 0-5 cm ; 5-10 cm ; 10-30 cm ; 30-50 cm ; plus de 50 cm. Nous avons également évalué le recouvrement de la végétation concurrente. Les caractéristiques stationnelles (pente, exposition, altitude, ensoleillement, caractéristiques édaphiques…) ont été relevées à l'échelle du groupe de 5 placettes. Le peuplement forestier dans lequel ont été ouvertes les trouées a fait l'objet d'une description : station et type de peuplement selon les typologies du GSM (Guide des sylvicultures de montagne), composition en essences, surface terrière.

Les données ont été traitées à l'aide du logiciel libre *R* par l'utilisation des méthodes statistiques du test de Wilcoxon, du modèle linéaire généralisé et de *Random Forest*.

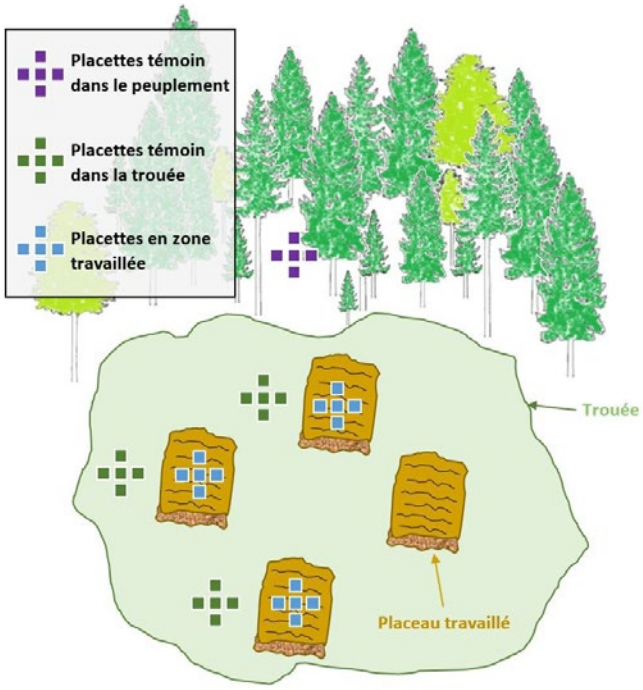

Figure 3. Schéma d'implantation des placettes de mesure (1 m² chacune) dans une trouée.

© Léa Veuillen

Installation d'une placette de mesure d'1 m de côté dans une trouée à Arvillard, 73.

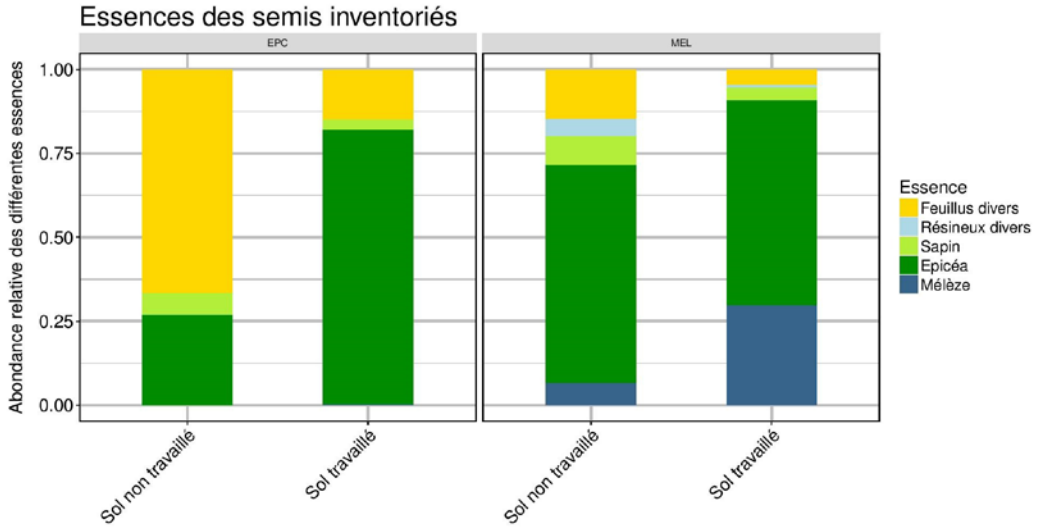

Figure 4. Abondance relative des différentes essences des semis inventoriés en fonction de l'essence objectif principale du chantier (EPC : épicéa, MEL : mélèze).

Figure 5. Régénération abondante d'épicéa sur sol décapé 6 ans auparavant. Beaufort (73).

De la régénération naturelle d'épicéa et… d'edelweiss sur sol travaillé, Aussois, (73).

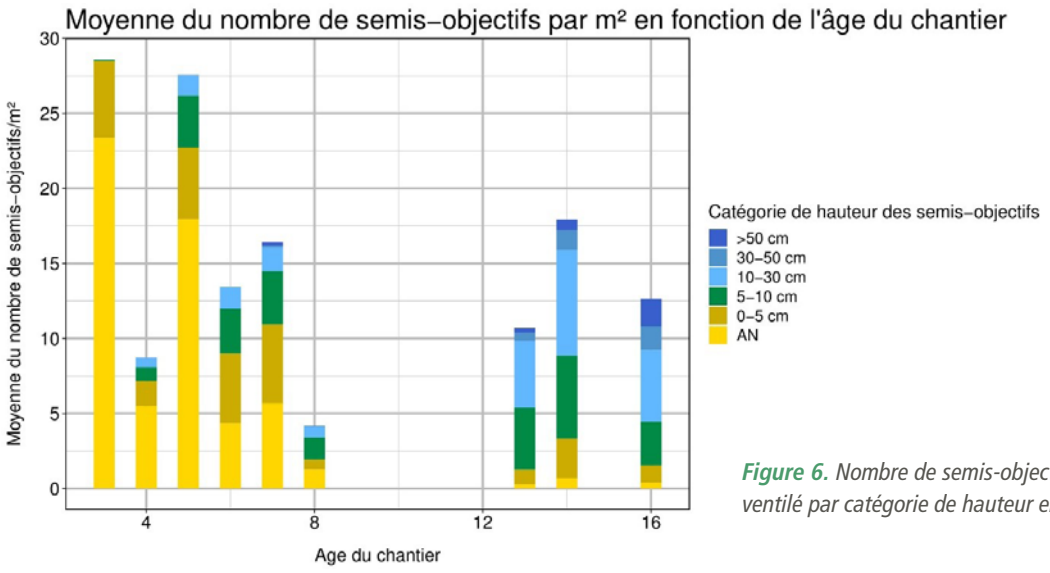

Figure 6. Nombre de semis-objectifs observés sur sol travaillé, ventilé par catégorie de hauteur en fonction de l'âge du chantier.

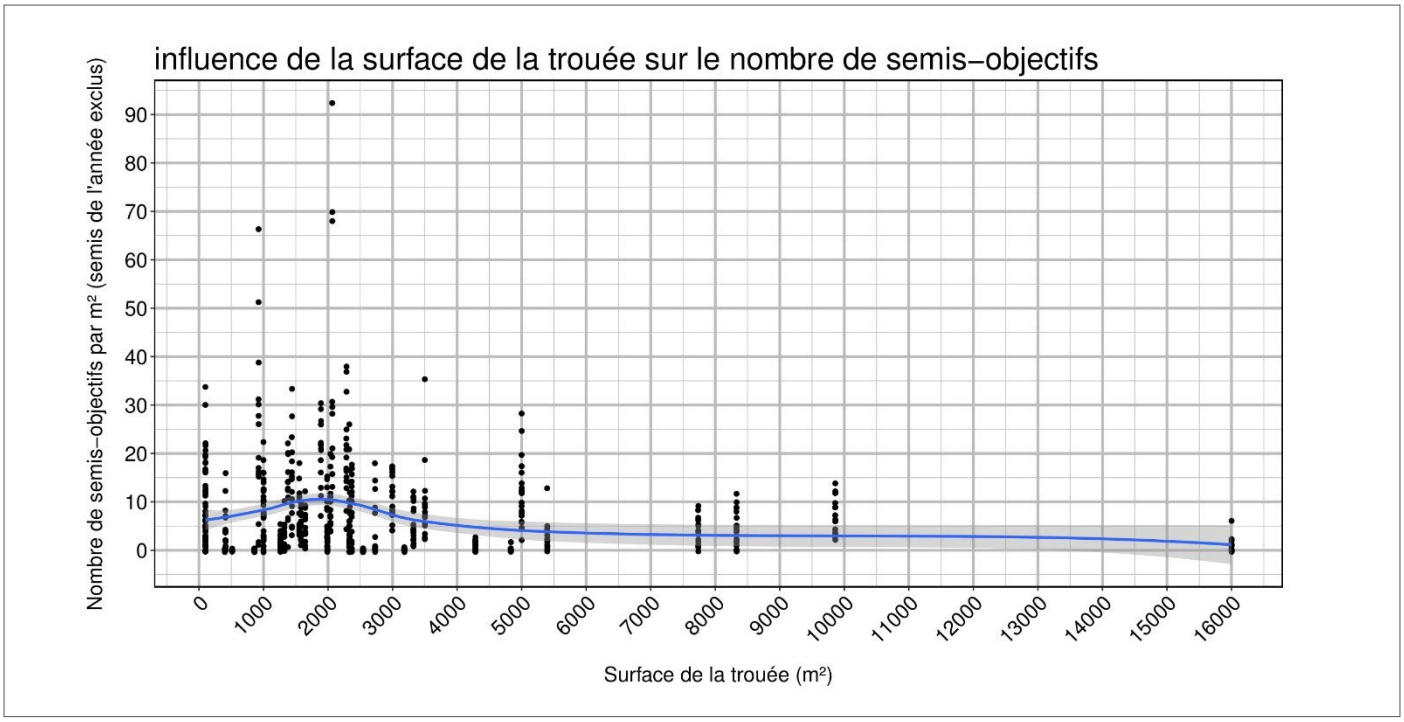

Figure 7. Nombre de semis-objectifs de plus d'un an observés sur sol travaillé en fonction de la surface de la trouée. Chaque point représente 1m² échantillonné. En bleu : moyenne du nombre de semis-objectifs par m². Buffer gris : zone dans laquelle se situe la moyenne à un intervalle de confiance de 95 %.

Résultats

Le travail du sol favorise la régénération naturelle

Dans les trouées, il existe une différence significative de nombres de semis entre les placettes travaillées et les placettes témoin : il y a **toujours plus de semis des essences objectifs sur sol travaillé que sur sol non travaillé.** Le nombre de semis-objectifs par m² travaillé est très variable : sur l'ensemble des chantiers il varie de 0 à 162 semis/m², avec une moyenne de 17,1 semis objectifs/m² (soit 171 000 semis/ha) contre 0,41 pour les placettes témoin sur sol non travaillé. En termes de composition, c'est surtout l'essence-objectif principale qui bénéficie des effets du travail du sol (Fig. 4 et 5).

À noter aussi que sous le peuplement non ouvert, aucun semis-objectif n'a été observé pour 80 % des placettes et que sur les placettes restantes, la moitié des semis observés a poussé sur bois mort.

Ceci dit, la densité de semis-objectif sur sol travaillé est influencée par plusieurs paramètres au premier rang desquels (parmi les variables connues et mesurées) le nombre d'années depuis que le chantier a été réalisé. **Moins de la moitié des semis survivent dans les premières années qui suivent les travaux**. Plus le chantier est ancien, moins il y a de semis de l'année et plus les semis observés sont grands (Fig. 6). La mortalité des semis les 5 premières années est estimée à plus de 50 % dans la littérature (Streit *et al.*, 2009). Compte-tenu des aléas de fructification, il est donc important de faire coïncider l'année du chantier avec une année de bonne fructification afin de maximiser les chances de réussite de la régénération.

Les autres variables qui ont le plus d'influence sur la densité de semis sur sol travaillé sont la surface de la trouée, l'exposition et la pente.

Ouvrir des trouées de taille adaptée

Le maximum de densité de régénération observé se situe dans les trouées de taille préconisée par le GSM, soit de 500 à 2 500 m².

Au-delà de 2 000 m², la surface de la trouée a une influence négative sur la densité de semis observée (Fig. 7). Ce résultat n'était pas relevé par une étude suisse publiée en 2009 traitant de la même problématique, qui concluait que la densité de régénération ne dépendait pas de la taille mais surtout de l'orientation de la trouée (Streit *et al.*, 2009). Cela vient sans doute de ce que la gamme des tailles de trouées étudiées était bien plus réduite (3 170 m² maximum) que celle que nous avons explorée.

Si la trouée est trop grande, l'ambiance forestière disparaît et les graines ont plus de distance à parcourir pour se disséminer. Peu de semis ont été comptabilisés dans les trouées de surface importante et des semis d'épicéa jaunis ou brûlés par la lumière ont souvent été observés. D'après le graphique de la figure 7, il semble également qu'une trouée trop petite impacte négativement le nombre de semis au m² ; mais ce résultat n'est pas statistiquement significatif.

Effet positif de l'exposition en ubac, effet négatif des fortes pentes

La radiation, qui correspond à une quantité d'énergie reçue rapportée à une surface, a un effet négatif sur le nombre de semis-objectifs quelle que soit la classe considérée. Il y a donc plus de semis dans les zones travaillées en ubac qu'en adret (Fig. 8).

Les 3 trouées exposées nord-est présentent cependant un nombre de semis-objectifs au m² plus faible que les autres trouées d'ubac (6,5 semis/m² en médiane). Cela s'explique sûrement par le croisement de deux paramètres, exposition et âge du chantier : en effet pour l'exposition nord-est, nous ne disposions que de trouées dont les chantiers sont assez anciens (6-7 ans). Or comme vu plus haut, plus le chantier est ancien, moins la densité de semis est élevée puisque beaucoup de semis disparaissent les premières années après travaux.

D'après une étude italienne, la production de graines est meilleure en ubac qu'en adret (Mencuccini *et al.*, 1995) ce qui peut expliquer une partie de ces résultats. Mais les sources divergent quant à savoir si la croissance des semis est meilleure en adret ou en ubac (Ladier, 2003 ; Durand, 2012 ; Fourchy, 1961 ; Streit *et al.*, 2009).

Indépendamment de l'exposition, une pente forte nuit à l'installation des semis. La densité de semis est beaucoup plus faible lorsque la pente est forte (moyenne : 19 semis/m² sur pente de 0 à 50 % ; 4 semis/m² sur pente de 55 à 70 %). En effet, les graines ne parviennent pas à se stabiliser sur de fortes pentes, chaque précipitation importante pouvant les entraîner vers l'aval ; et localement, la radiation est augmentée (la même quantité de lumière impacte une surface plus petite), ce qui peut brûler les jeunes semis.

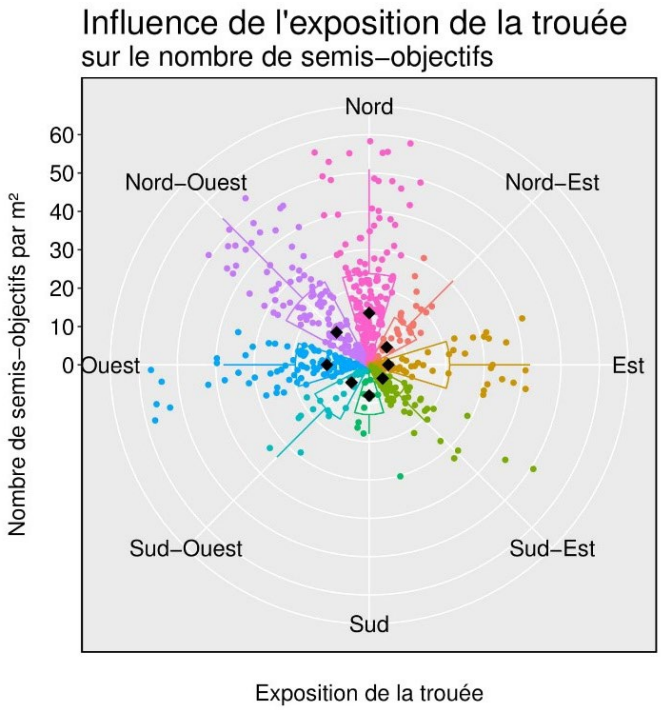

Figure 8. Influence de l'exposition sur la densité de semis-objectifs. En noir : médiane du nombre de semis-objectifs/m² pour chaque exposition. La taille du cône représente le 3e quartile (représentation par boîtes à moustache).

Le travail du sol pour favoriser le mélèze par rapport à l'épicéa

Une partie des trouées inventoriées a été ouverte dans des peuplements mélangés mélèze/épicéa, avec pour objectif prioritaire la régénération du mélèze, essence adaptée aux stations locales et présentant un intérêt économique (notamment les stations 4.4-Cembraies drainées à mélèze et 4.6-Pessières peu humides du subalpin).

Dans ces trouées, le mélèze représente en moyenne 33 % des semis-objectifs sur sol travaillé contre 2 % sur sol non travaillé (Fig. 4). Le travail du sol permet donc de favoriser le mélèze par rapport à l'épicéa, mais peut-être pas autant que souhaité puisque l'épicéa reste toujours l'essence majoritaire en nombre de semis. Cependant, cela s'explique aussi par la proportion de mélèzes dans le peuplement entourant la trouée, corrélée positivement à la proportion de mélèzes dans la régénération observée. Le forestier qui cherche à obtenir plus de mélèze en régénération naturelle doit donc prendre soin de réduire la proportion des autres résineux dans le peuplement adulte autour de la trouée, puis si besoin de réaliser des travaux de nettoiement de la régénération en faveur du mélèze.

Le résultat recherché : une régénération naturelle abondante une trentaine d'années après travail du sol, Beaufort, 73.

En conclusion, quel domaine d'application ?

Travailler le sol afin de favoriser la régénération naturelle constitue une action particulièrement efficace dans les cas de blocage édaphique ou par la végétation concurrente, lorsqu'on veut favoriser l'épicéa et/ou le mélèze au montagnard supérieur et au subalpin, dans des trouées ne dépassant pas 2 500 m². Si la pente est trop forte (supérieure à 70 %), le travail du sol est plus dangereux à réaliser, moins efficace, et n'est donc pas préconisé.

La décision de travailler le sol (ou non) doit donc obligatoirement être précédée par un diagnostic précis de la zone à régénérer. Au préalable, il est essentiel d'ouvrir des trouées de taille adaptée à la station et à la hauteur du peuplement (0,05 à 0,25 ha), suivant les recommandations du GSM.

La réussite d'un chantier de travail du sol est cependant conditionnée par la mise en œuvre d'une méthode adaptée au contexte de pentes. La confirmation du bénéfice du travail du sol sur l'acquisition de la régénération a donc naturellement conduit à s'interroger sur l'adaptation aux zones de montagne des engins, des outils et des modes opératoires classiquement utilisés en plaine. C'est l'objet de l'article suivant qui présente les étapes et les résultats du développement concerté d'un outil spécifique au travail du sol en pente.

En cas de blocage, attendre, travailler le sol ou planter ?

Cette question nécessite une analyse détaillée prenant en compte les enjeux du site mais également bien entendu les aspects économiques, ce qui n'a pas pu être réalisé dans le cadre du stage. Mais l'étude a néanmoins apporté un élément de comparaison en termes de temps d'acquisition de la régénération.

On fait l'hypothèse que le résultat d'une régénération sur sol travaillé est comparable à celui d'une plantation lorsque la trouée contient au moins 0,75 semis de plus de 10 cm de hauteur par m² (correspondant à une plantation en collectifs de jeunes plants de 10 à 20 cm de haut espacés de 0,5 à 2 m).

Sur les chantiers observés, il faut attendre 10 ans après travaux pour avoir plus de 80 % de chance d'observer ce résultat. Sans travail du sol, aucune des trouées n'a atteint cet objectif, même pour les chantiers les plus anciens.

Références

Durand N., 2012. Dynamique des trouées forestières dans les mélèzins des Alpes du Sud. Convention de recherche ONF-Irstea 2011-2016 ; rapport interne. Grenoble : Irstea. 38 p. + ann.

Fourchy P., (1961). Sapin et sapinières des Alpes : relativité en matière d'aménagement. Revue Forestière Française vol. XIII(4), pp. 233-243

Ladier J., 2003. Régénération naturelle du mélèze d'Europe. La gestion compte plus que la station. Rendez-vous techniques ONF n°2, pp. 32-34

Mencuccini M., Puissi P., Zansi Sulli A., (1995). Thirty years of seed production in a subalpine Norway spruce forest : Patterns of temporal and spatial variation. Forest Ecology and Management vol.76(1-3), pp. 109-125

Streit K., Wunder J., Brang P., 2009. Slit-shaped gaps are a successful silvicultural technique to promote Picea abies regeneration in mountain forests of the Swiss Alps. Forest ecology and management vol. 257(9), pp. 1902-1909