

FORÊT

• NATURE

n°
156

OUTILS POUR UNE GESTION RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS



Tiré à part du Forêt.Nature n° 156, p. 58-65

ÉVALUATION DE L'INTÉRÊT D'UNE PRÉPARATION MÉCANISÉE. RÉSULTATS D'UN ESSAI DE SEMIS ARTIFICIEL DE PIN SYLVESTRE DANS LES VOSGES

Jonathan Pitaud (ONF), Catherine Collet (INRAE SILVA)

Évaluation de l'intérêt d'une préparation mécanisée

Résultats d'un essai de semis artificiel de pin sylvestre dans les Vosges

Jonathan Pitaud¹ | Catherine Collet²

¹ ONF Département Recherche développement innovation, pôle RENFOR

² INRAE SILVA, UMR 1434, pôle RENFOR

En situation de blocage ou dans des peuplements ravagés, il peut être envisagé de faire appel à des alternatives telles que le semis artificiel. Toutefois, cette technique est difficile à maîtriser et les résultats sont très variables.



Le semis artificiel fait partie depuis très longtemps de la panoplie à disposition des forestiers pour créer ou renouveler des boisements. Dans l'histoire récente du Nord-Est de la France, nous en trouvons trace par exemple dans les écrits de Duchaufour en 1952⁶ (semis de pin sylvestre autour des Vosges pour reconstituer les forêts après la guerre et des attaques de scolytes – déjà !) ainsi que ceux, plus anciens, de Chevandier (en 1847)² qui l'a largement mis en œuvre dans les Vosges.

Dans le contexte actuel de crise sanitaire consécutive à trois années de sécheresses qui produisent leur lot de dépérissements et dégâts de scolytes, les besoins de renouvellement sont importants et quelques forestiers se posent la question de remobiliser cette technique du semis sur situations de blocage après l'avoir largement délaissée. Ceci notamment en vue de transformer la composition des peuplements en France^{4,5} et au-delà comme en Europe du Nord et centrale où la pratique est plus répandue¹. En effet, on prête généralement au semis artificiel un certain nombre de qualités qui en feraient un compromis capable de réunir les avantages de la régénération naturelle (très peu coûteuse, permet un bon enracinement et d'obtenir une forte densité d'individus propice à la sélection naturelle et sylvicole en perturbant peu le milieu) et ceux de la plantation (maîtrise du tempo, choix du matériel génétique). Le semis permet aussi d'installer, sans grande difficulté, des mélanges d'essences, ce que pratiquait déjà Chevandier au 19^e siècle (pin-mélèze notamment)². Grossnickle et Ivetic⁶ relèvent bien ces performances dans leur revue internationale mais ils notent néanmoins un certain nombre de limites à la technique qui doivent attirer l'attention des forestiers.

Afin d'éclairer le débat et la prise de décision, nous souhaitons présenter dans cet article les résultats d'un essai comparatif de semis mené par INRAE, en collaboration avec l'ONF et les communes propriétaires, dans le cadre des travaux du pôle RENFOR*. Bien entendu, d'autres solutions de reconstitution, comme celle d'attendre l'acquisition de la régénération naturelle ou de planter, puis d'accompagner l'essence objectif, pourraient aboutir à l'objectif poursuivi mais nous ciblons ici uniquement l'analyse de la méthode du semis artificiel.

Le renouvellement des forêts vosgiennes fait face depuis plusieurs décennies à un certain nombre de blocages entraînant des difficultés importantes à régénérer naturellement le sapin pectiné mais aussi le pin sylvestre principalement du fait de la combinaison de deux facteurs : une forte pression d'abrutissement du grand gibier et la concurrence de la végétation spontanée (luzule, canche, callune, fougère aigle, myrtille entre autres).

L'expérience de travaux précédents sur la maîtrise de la végétation concurrente dans le renouvellement des peuplements ayant montré l'intérêt de la scarification mécanisée dans la levée des blocages en faveur de l'installation de la régénération naturelle (de sapin et de hêtre notamment), l'objectif était d'évaluer la pertinence d'itinéraires de préparation mécanisée du site dans le cadre d'une introduction de pin sylvestre par semis artificiel (en réponse au souhait de diversifier la composition de la sapinière). Plus précisément, se posait la question de l'intérêt de la création mécanisée de banquettes supposées créer un lit de semence plus réceptif (microsite ameubli, sans végétation concurrente). Au 19^e siècle, Chevandier² investissait d'ailleurs déjà énormément dans divers travaux de préparation en banquettes plus ou moins espacées (qui étaient alors réalisées manuellement) ainsi que par « brûlées ».

* RENFOR : Pôle d'innovation et de pédagogie INRAE-Agro-ParisTech-ONF sur le renouvellement des peuplements forestiers : www6.inrae.fr/renfor

RÉSUMÉ

À la suite des dépérissements massifs résultant d'épisodes de sécheresses répétés et de pullulations de scolytes dans le Nord-Est de la France et les régions limitrophes, les besoins de renouvellement sont importants. Dans un contexte particulièrement incertain, les forestiers sont parfois tentés d'innover en mobilisant à nouveau une technique de reboisement ancestrale mais largement délaissée : le semis artificiel.

Nous présentons ici les résultats d'un essai expérimental récent visant à évaluer l'effet d'une préparation mécanisée du site sur la réussite d'un semis de pin sylvestre dans les Vosges. Après 4 années, la combinaison

d'un décapage et une scarification superficielle du sol, réalisés par un outil monté sur mini-pelle, a permis de multiplier par quatre le taux d'installation des semis de pin par rapport à l'absence de préparation du lit de semence. Le taux d'installation passe ainsi de 5 à 20 %.

La très forte variabilité spatiale des résultats confirme le caractère aléatoire et délicat du semis artificiel. Les difficultés à mettre en évidence des gains économiques importants par quelques éléments d'analyse comparative par rapport à la plantation nous incitent à la prudence quant à la promotion du semis artificiel de résineux.

Ainsi, nous présenterons les résultats obtenus concernant le succès d'installation des semis en fonction des itinéraires de préparation préalables et des notions de coûts dans le but d'éclairer la faisabilité économique de ces itinéraires.

Un essai installé à deux reprises

Cet essai de semis de pin sylvestre de sapinière a été installé en 2015 en forêt communale indivise du Val-d'Ajol et de Girmont-Val-d'Ajol dans les Vosges. La parcelle d'environ 1 hectare comportait un peuplement de sapin. Elle est implantée sur des grès et développe une flore acidiphile. Elle se situe entre 550 et 600 mètres d'altitude sur un versant exposé au sud-sud-ouest dont la pente varie de 15 à 50 %.

Après la coupe à blanc des sapins réalisée en 2014, quatre modalités ont été installées :

- **S** : semis direct dans la végétation spontanée (principalement luzule et canche) sans aucune préparation (figure 1).
- **P** : préparation de banquettes au *Régédent* (figure 2), décapage de l'humus et de la végétation et scarification superficielle du sol, non suivie du se-

mis. Les banquettes, d'environ 1 mètre de large et espacées de 2 à 3 mètres, sont réalisées perpendiculaires à la pente (c'est-à-dire le long des courbes de niveau).

- **PS** : idem P suivie d'un semis à la volée de pin sylvestre dans les banquettes (figure 3).
- **PSM** : idem PS suivie d'une finition manuelle du lit de semence au râteau à feuilles.

Le *Régédent* (figure 6) est un outil sur mini-pelle développé par l'entreprise de travaux forestiers *Dieudonné* dans les Vosges afin d'améliorer l'installation du renouvellement en contexte bloquant^{3,7,9}.

La modalité S fait office de témoin. La modalité P est un contrôle : sans semis, elle permet de vérifier que les semis observés par la suite proviennent effectivement de l'apport artificiel de graines et non d'apports naturels de semenciers à proximité.

640 grammes de graines (origine Fréland, Haut-Rhin) ont été semés manuellement dans les bandes travaillées de la trouée, bien loin des 8 à 20 kg par hectare qu'utilisait Chevandier² à son époque mais représentant tout de même plusieurs dizaines de milliers de graines.



Les préparations et semis à la volée ont été réalisés en avril 2015. Dans chaque modalité, cinquante placeaux d'un quart de mètre carré répartis dans la trouée ont été installés, pour effectuer le suivi des semis.

L'essai a d'abord été installé en 2015. Ce semis a été suivi d'un orage très important quelques jours après, suspecté d'avoir lessivé la majeure partie des graines, puis d'un été particulièrement sec obligeant à reproduire l'essai. Un nouveau semis a été réalisé dans les placeaux uniquement au printemps 2016, cette fois en maîtrisant précisément les quantités de graines apportées (soixante par mètre carré, provenance PSY202-Massif Vosgien).

Aujourd'hui nous observons, à l'échelle de la trouée d'un hectare, les semis de 5 ans par endroits bienvenants et en nombre encourageant (figure 7) malgré l'orage et les conditions sèches de l'été 2015. En revanche, nous présentons les résultats de la dynamique d'installation du second semis après 4 années de végétation.

Ce détail de la vie du dispositif doit participer à mettre en garde les forestiers sur la sensibilité du semis artificiel face aux aléas météorologiques comme le notent plus largement Grossnickle et Ivetić⁶.

Figure 1. Placeau semé sans préparation (modalité S).

Figure 2. Placeau décapé non semé (modalité P) une saison de végétation après travaux.

Figure 3. Placeau décapé et semé en pin sylvestre (modalité PS) plusieurs plantules d'une année sont visibles.

Figure 4. Banquettes juste après leur réalisation en 2015.

Figure 5. Après deux saisons de végétation, on distingue encore l'alternance des banquettes décapées.

Figure 6. Peigne Régédent monté sur mini-pelle de 5 tonnes (photo prise sur un autre site).

Figure 7. Une banquette en mars 2019. Les semis de pin ont 4 ans. Le bouleau est massivement installé en dehors des banquettes. Les couples de planches ont été installés comme tentative de protéger les pins du chevreuil (effet non évalué).

* On entend par installation la phase de vie juvénile des arbres comprenant la germination ainsi que les premières années de vie de la plantule. Le taux d'installation est ainsi la résultante du taux de germination et du taux de survie après quelques années.



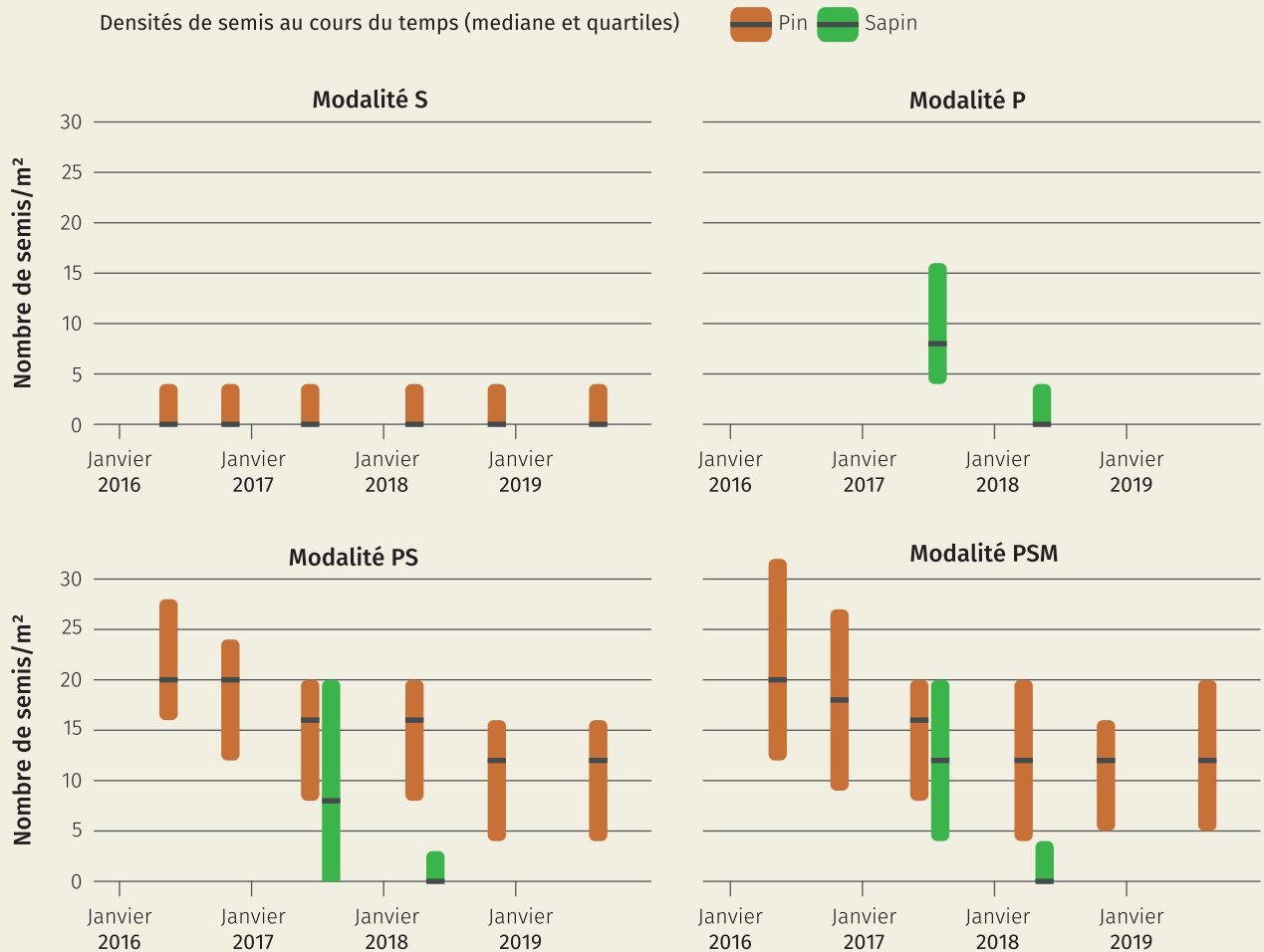


Figure 8. Dynamique dans le temps du nombre de semis de pin sylvestre et de sapin pectiné, dans chacune des quatre modalités suivies. Pour chaque date de mesure, sont représentés la médiane (tiret épais) et l'espace interquartiles (intervalle entre le premier et le troisième quartile qui contient 50 % des données) des densités de semis par mètre carré de chaque essence.

L'installation nettement améliorée par la préparation mécanisée du site

Les résultats de l'essai sont présentés sur les graphiques de la figure 8. Après trois années, la dynamique d'installation* des semis de pin est stabilisée pour toutes les modalités. L'absence de semis de pin dans la modalité de contrôle préparée mais non semée (P) nous permet d'affirmer que les semis comptés proviennent uniquement des graines apportées artificiellement. Les modalités préparées (PS et PSM) aboutissent, après 4 ans, à des densités de semis moyennes à l'échelle du dispositif entre 11 et 13 semis/m² ce qui correspond à des taux d'installation de l'ordre de 20 %. Ces résultats sont très significativement supérieurs à ceux obtenus sans préparation préalable où l'on compte moins de 3 semis/m² à l'issue des 4 ans (5 % de taux d'installation). Dans cet essai, la préparation mécanisée du site est à l'origine d'une multiplication par quatre du taux d'installation

mettant en évidence l'importance de la qualité du microsite dans lequel sont introduites les graines et l'utilité d'améliorer la réceptivité du lit de semence s'il n'est pas favorable⁸ sous peine de taux d'installation faibles.

D'un point de vue pratique, notons qu'il n'est statistiquement pas possible d'affirmer que la finition manuelle du lit de semence apporte une quelconque plus-value sur l'installation des semis (alors qu'elle est coûteuse).

Par ailleurs, sous la dynamique des moyennes, se cache en réalité une très forte variabilité spatiale des densités de semis obtenues. Dans les modalités préparées, les densités de semis dans les placeaux varient de 0 à plus de 30 par mètre carré. Cette variabilité souligne le caractère particulièrement aléatoire de la réussite et les difficultés à obtenir un renouvellement

en densité homogène à l'échelle de l'unité de gestion (ce qui est un peu moins le cas en plantation).

Une préparation également favorable à l'obtention d'une régénération naturelle

Le suivi de cet essai qui avait pour objectif de tester des modalités d'installation du pin afin de diversifier la composition de cette forêt nous a permis d'observer fortuitement des effets intéressants du traitement mécanisé sur la régénération naturelle du sapin.

En 2016, une fructification abondante des semenciers de sapin dans les parcelles voisines a conduit à l'obtention d'un grand nombre de plantules (de l'ordre d'une quinzaine par mètre carré) au printemps 2017 dans les modalités qui avaient été décapées et scariifiées (P, PS et PSM) (figure 9) ce qui n'a pas été le cas en l'absence de préparation mécanisée. Cette observation confirme l'intérêt de la préparation dans ce contexte pour l'installation de semis. Elle illustre aussi la persistance dans le temps de ses effets positifs, en particulier sur le contrôle de la végétation bloquante.

Contrairement aux pins, les semis naturels de sapins ont très rapidement subi une mortalité importante (de l'ordre de 80 % au cours de leur première année) principalement du fait d'un microclimat défavorable dans cette grande trouée exposée au sud et de la prédation préférentielle du chevreuil très présent sur le site.

Malgré son absence trompeuse des résultats présentés (figure 8) car il n'a pas été compté, le bouleau a quant à lui démontré une fois de plus ses bonnes capacités de pionnier en colonisant l'ensemble de la trouée indépendamment des microsites créés par la préparation mécanisée. S'il apporte un accompagnement bénéfique au pin, il doit néanmoins être contrôlé lors des entretiens qui suivent les travaux d'installation.

Ces quelques observations s'agissant de la régénération naturelle nous apportent des éléments de compréhension supplémentaires qui ne manqueront pas d'éclairer d'autres travaux en cours visant à mieux comprendre les origines multifactorielles des blocages de régénération naturelle du sapin dans l'optique de les traiter de façon plus ciblée.

Semer à quel prix ?

Au regard des résultats de l'essai plutôt conformes à la littérature⁸ sur le sujet (cas du semis de résineux) nous devons apporter quelques éléments d'ordres économiques afin d'étoffer un comparatif pertinent des itinéraires de semis artificiel envisageables et de la plantation.

Si la préparation mécanisée améliore la réussite, elle nécessite un investissement financier important pour le propriétaire.

Dans notre cas, la réalisation de banquettes de 1 mètre de large environ espacées de 2,5 mètres re-

Figure 9. En mars 2017, les semis de pin ont 1 an, les graines de sapin arrivées naturellement germent.



présente un coût fourni par l'entreprise de l'ordre de 1000 €HT/ha⁹. Le choix du schéma de travail (largeur des bandes et espacement) est susceptible de faire varier le coût au même titre que d'autres facteurs classiques (pente, encombrement, accès, taille du chantier) dans des proportions qu'il nous est impossible d'estimer précisément à partir de cet essai.

Il conviendrait de chercher à optimiser le schéma pour assurer une bonne réussite tout en minimisant les coûts, champ d'investigation que nous n'avons pas traité. Mais les graines sont elles aussi extrêmement coûteuses. Lorsqu'on s'approvisionne dans une filière sélective qui s'inscrit dans un processus d'amélioration génétique (graines en provenance de peuplements sélectionnés, voire de vergers à graines) le prix des graines est généralement élevé. Grossnickle et Ivetic⁸ notent d'ailleurs que le processus de réglementation et sélection des matériels forestiers de reproduction et l'augmentation des prix de la semence qu'il induit est une cause importante du recul récent de l'utilisation de cette technique au profit de la plantation. C'est le cas ici où la graine de pin sylvestre vaut aux alentours de 1000 €HT/kg (matériel sélectionné, par exemple la provenance PSY202-Massif Vosgien) et peut atteindre plus de 1400 €HT/kg dans le cas de matériel qualifié en provenance de vergers à graines¹⁰.

À ces tarifs, si l'on devait multiplier par quatre les quantités introduites par rapport à un itinéraire avec préparation à 500 g/ha comme le suggèrent nos résultats pour obtenir une réussite similaire - même si elle n'augmente probablement pas de manière linéaire avec les quantités de graines utilisées - on aperçoit aisément la pertinence de la préparation du

point de vue économique. Cette recommandation est à nuancer en fonction des essences qui peuvent faire varier notablement le prix des semences qui est particulièrement élevé dans notre cas. Nous laissons le soin aux forestiers tentés de récolter et conserver par leurs propres moyens les graines et d'éviter ainsi ces dépenses, de tenir compte du coût de cette alternative en fonction du temps et des compétences nécessaires à y consacrer.

Comparons par rapport à un itinéraire classique de plantation à 2500 plants/ha, en estimant le coût de fourniture d'un plant à 0,50 €HT (prix moyen issu de la consultation de divers catalogues de pépiniéristes français), nous atteignons alors des coûts de fourniture de l'ordre de 1250 €HT/ha. En omettant les coûts de mise œuvre qui nous sont difficiles à estimer dans le cas du semis, il n'est pas si évident que le semis artificiel soit toujours nettement moins cher que la plantation.

Si nous revenons un instant à nos deux exemples historiques, notons que Chevandier² indiquait avoir été poussé à innover en coupant les graines de pin avec des graines de mélèze car les semences du premier étaient soudainement devenues fort chères. En étonnant écho avec nos conclusions, Duchaufour⁶ concluait sévèrement sur la question du dilemme semis ou plantation « *Pour les résineux, on préfère à juste titre la plantation ; nous avons pu comparer les deux méthodes dans la région de Haguenau et nous avons pu constater que si le semis donnait de bons résultats en station favorable, en station défavorable par contre, les résultats étaient très irréguliers : comme le prix de revient pour les deux méthodes est sensiblement le même, il convient alors de préférer la plantation.* »



Conclusion

En conclusion, cet essai a permis de mettre en évidence que la préparation mécanisée du site améliore sensiblement le taux d'installation et semble donc nécessaire au succès du semis. Nous avons constaté que la finition manuelle du lit de semence n'améliore pas particulièrement la réussite du semis et semble superflue. Enfin, l'énorme variabilité des résultats, à la fois spatiale (liée au sol, à la végétation, etc.) et temporelle (sous l'effet des variations climatiques), amène un risque fort dans la méthode de semis artificiel. C'est un point essentiel à prendre en compte au vu des éléments de coûts de cette technique et de l'impact de la préparation sur les horizons pédologiques. Les quelques tentatives ultérieures de reproduire l'expérience par les forestiers locaux ont d'ailleurs produit des résultats très aléatoires et confirment bien ce caractère. Cela doit nous inciter à nous interroger plus précisément sur les conditions (météorologiques, stationnelles, etc.) dans lesquelles le succès est assuré ou compromis dans un contexte de contraintes climatiques renforcées.


Les forestiers doivent absolument se préoccuper d'utiliser à bon escient les précieuses ressources de semences qui peuvent être en tension pour l'approvisionnement des pépinières et de la filière plants pour un certain nombre d'essences très demandées dans un contexte de reconstitutions massives des peuplements. Ces aspects de compétition entre usages doivent nous conduire à la prudence dans la promotion des techniques de semis artificiel qui ont un intérêt indéniable mais font prendre le risque d'un gâchis important de semences si elles étaient mises en œuvre de façon massive et inadaptée. ■

Bibliographie

- ¹ **Birkedal M.** (2010). *Reforestation by direct seeding of beech and oak: influence of granivorous rodents and site preparation*. SLU, Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, 41 p. 
- ² **Chevandier E.** (1847). Note sur les travaux de reboisement. *Annales forestières* tome 6 : 5-19. 
- ³ **Collet C., Vast F., Frauenfelder A., Pitaud J.** (2019). Travaux préparatoires à la régénération naturelle en moyenne montagne - Le Régédent. INRAE Centre Grand-Est Nancy, vidéo 6'19". 
- ⁴ **Desarmenien P., Bazin A.** (2020). Le semis artificiel de chênes : une technique envisageable mais avec bien des attentions. *Forêt entreprise* 251 : 60-63.
- ⁵ **Douzon G.** (2019). Des suivis pour progresser dans la sylviculture du robinier dans l'Ouest de la France. *Rendez-vous techniques* de l'ONF 61-62 : 65-70. 
- ⁶ **Duchauffour P.** (1952). La reconstitution des forêts sinistrées dans l'Est de la France. *Revue Forestière Française* 9 : 563. 

POINTS-CLEFS

- ▶ La préparation mécanisée du site par décapage et scarification est favorable à la réussite du semis artificiel de pin sylvestre.
- ▶ Une finition manuelle du lit de semence au râteau n'apporte pas de plus-value justifiant ce travail.
- ▶ Le semis artificiel ne permet pas de manière évidente de réaliser des économies importantes sur le coût des itinéraires techniques par rapport à la plantation.
- ▶ Le semis artificiel reste difficile à maîtriser, il produit des résultats très variables dans le temps et l'espace faisant courir un risque de « gâchis » des ressources limitées de semences forestières.

- ⁷ **Frauenfelder A., Collet C., Pitaud J.** (2020). *Fiche technique - Le Régédent*. RENFOR, 4 p. 
- ⁸ **Grossnickle S.C., Ivetic V.** (2017). Direct seeding in reforestation – A field performance review. *Reforesta* 4 : 94-142. 
- ⁹ **Nathan V.** (2017). Le régédent : une mécanisation légère au service de la régénération. *Le Journal de la mécanisation forestière* 173 : 18-19.
- ¹⁰ **Sécherie de la Joux** (2019). Catalogue 2019/2020 des semences d'arbres et d'arbustes forestiers. ONF. 

Nous remercions les communes du Val-d'Ajol et de Girmont-Val-d'Ajol pour la mise à disposition du site, l'ensemble des divers intervenants sur le site au long de sa vie (techniciens et ingénieurs du pôle RENFOR, de l'ONF), ainsi que le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation dont le soutien financier a permis l'installation et le suivi de l'essai (conventions E21-2013, E09-2017 et E12-2018).

Crédits photos. Olena Aleinykova/Adobe Stock (p. 58), INRAE (p. 60 haut, bas gauche, p. 61 gauche), C. Collet (p. 60 bas droite), J. Pitaud (p. 61 droite), J.-M. Escurat (p. 63), Wolfgang/Adobe Stock (p. 64).

Jonathan Pitaud¹
Catherine Collet²
jonathan.pitaud@onf.fr

¹ ONF Département Recherche développement innovation, pôle RENFOR

² INRAE SILVA, UMR 1434, pôle RENFOR