



LES QUESTIONS - RÉPONSES

Comment **renouveler un peuplement** dans le contexte du changement climatique ?

Céline PERRIER, *CNPF-IDF*
Philippe RIOU-NIVERT, *CNPF-IDF*



Auteurs : Céline PERRIER, CNPF-IDF
Philippe RIOU-NIVERT, CNPF-IDF

Citation du document : PERRIER C. & RIOU-NIVERT P., 2025.
Comment renouveler un peuplement dans le contexte du changement
climatique ? *Question D*..
Les cahiers du réseau AFORCE. Collection de cahiers
« Les Questions-Réponses ». RMT AFORCE. 32 pages.

Ont participé au financement de ce projet :

- le ministère en charge de l'Agriculture et des Forêts
- l'interprofession nationale France Bois Forêt

Conception graphique et mise en page : Agathe Legrand

ISBN : 978-2-38558-108-4
© RMT AFORCE, 2025

LES QUESTIONS - RÉPONSES

Comment renouveler un peuplement dans le contexte du changement climatique ?

Céline PERRIER, *CNPF-IDF*

Philippe RIOU-NIVERT, *CNPF-IDF*



PRÉAMBULE

Les dernières publications du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) font état d'une évolution alarmante des températures à l'échelle planétaire. Ce changement inquiète les forestiers qui font face depuis plusieurs années déjà à des impacts de plus en plus perceptibles (baisse de croissance, mortalités de branches, dépérissements d'arbres, etc.). Ils craignent qu'à cette évolution progressive viennent s'ajouter des à-coups climatiques (sécheresses, gels précoces ou tardifs, etc.) avec des impacts ayant de graves conséquences secondaires telles que des incendies ou des invasions par des bioagresseurs pouvant s'étendre sur de vastes territoires. La forêt devra aussi faire face à des changements plus globaux tels que des besoins et usages nouveaux du bois, une demande sociétale croissante, l'émergence de maladies liée à la mondialisation des échanges commerciaux.

Dans ce contexte, les forestiers s'interrogent sur l'attitude à adopter : faut-il cesser d'intervenir dans les peuplements pour laisser faire la nature, poursuivre les interventions comme prévu ou modifier la sylviculture par anticipation ? Les questions sont nombreuses et témoignent d'une inquiétude grandissante. Pour éclairer les décisions, le réseau AFORCE travaille à mettre à disposition des forestiers des synthèses de connaissances, un panorama des outils d'aide à la décision disponibles et des éléments techniques permettant d'appuyer l'évolution des pratiques et de rendre plus efficace l'adaptation des forêts.

PRÉSENTATION DE LA COLLECTION

Réalisé dans le cadre des actions du réseau AFORCE, avec l'appui d'un groupe de travail multi-acteurs, ce cahier appartient à une **Collection de cahiers « Les Questions-Réponses » centrée sur l'adaptation des forêts au changement climatique**. Chacun des cahiers de cette collection s'appuie sur les éléments de connaissance et le savoir-faire accumulés au sein et en dehors du réseau AFORCE ces dernières années (réalisation d'outils, questionnements des praticiens, définitions, simulations, bilans d'expérimentations, etc.), et sur une synthèse de documents sélectionnés dans la littérature scientifique et technique.

Les questions traitées dans cette collection de cahiers sont regroupées autour de cinq thématiques : diagnostic, choix des essences, gestion, renouvellement des peuplements et anticipation du risque associé au changement climatique. **Les réponses apportées visent à aider au raisonnement du forestier et à soutenir ses décisions pratiques** : comprendre l'enjeu, effectuer un bon diagnostic, utiliser les outils appropriés et identifier un panel d'options alternatives dans lesquelles piocher.

À QUI S'ADRESSE CETTE COLLECTION ?

Elle s'adresse prioritairement aux gestionnaires, aux propriétaires forestiers avertis, aux conseillers et aux agents de développement.

Elle peut également être mise à profit par les décideurs publics, les formateurs, les enseignants et les étudiants.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	7
I. RAPPEL DES CONNAISSANCES	8
1. Renouveler, un tournant délicat dans la vie d'un peuplement	9
2. Paramètres à considérer pour juger de la réussite d'un renouvellement	10
3. Principaux enjeux du renouvellement en contexte de changement climatique	11
II. PRINCIPALES RECOMMANDATIONS	14
1. Réflexion préalable à mener avant d'envisager le renouvellement d'un peuplement	15
2. Éléments de décision pour sélectionner un mode de renouvellement approprié	16
2.1. Renouveler un peuplement en place	16
2.2. Installer un peuplement à partir d'un terrain non boisé	17
2.3. Reconstituer un peuplement après un aléa ou après un échec	18
2.3.1. Reconstitution d'un peuplement sinistré après un aléa	18
2.3.2. Reconstitution d'un peuplement après un échec de régénération naturelle	22
2.3.3. Reconstitution d'un peuplement après un échec de plantation	22
3. Éléments de décision pour mener l'exploitation préalable au renouvellement	23
3.1. Raisonner les étapes de mise en œuvre de l'exploitation	23
3.2. Adapter l'exploitation à l'augmentation des risques et aux crises sanitaires	24
3.3. Organiser le nettoyage du terrain	26
III. CONSEILS ET POINTS DE VIGILANCE	28
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	30

CONSEILS DE LECTURE

Le vocabulaire nécessaire à la compréhension est défini en notes de bas de page. Si besoin, d'autres définitions sont consultables à cette adresse : www.reseau-aforce.fr

Les références de type A₃, C₁, etc. incluses dans le texte sont des renvois aux autres questions traitées dans les cahiers « Les Questions-Réponses ».

INTRODUCTION

Le renouvellement d'un peuplement forestier consiste à restaurer un état boisé qui réponde aux objectifs fixés par le propriétaire (production, loisirs, protection du milieu, etc.), tout en respectant la réglementation, et en restant dans le cadre d'une gestion durable. Ce processus se fait généralement après avoir récolté tout ou partie du peuplement précédent, dans les meilleures conditions possibles. Dans certains cas tels que la futaie irrégulière, ce renouvellement se fait en continu et de façon diffuse.

Le renouvellement est un stade crucial. C'est là que se font les choix pour la composition en essences initiale, le schéma d'implantation et l'orientation de la structure du nouveau peuplement. **Il existe des enjeux forts (économiques, sociaux et environnementaux) autour de la réussite de cette succession d'opérations, qui vont s'amplifier en raison de l'évolution du climat.** La maîtrise technique des différentes étapes constitue notamment un défi important. En effet, les conditions futures de mise en œuvre risquent de se complexifier : renouvellement précipité suite à un aléa brutal ou à un problème sanitaire, conditions climatiques rendant difficile la mise en œuvre des travaux, etc.

Il faut également noter les attentes fortes des pouvoirs publics (engagement dans les documents de gestion) et l'attention accrue des citoyens vis-à-vis de la récolte et des méthodes de renouvellement (impression parfois négative, avis critique, méconnaissance, incompréhension). Enfin, il faut souligner que le nombre de projets de renouvellement forestiers est amené à augmenter dans les prochaines années, car beaucoup de peuplements sont affectés ou vont être affectés à court ou moyen terme par les évolutions climatiques. Ces cas s'ajoutent à ceux des peuplements arrivant normalement au stade de récolte et concernant parfois des surfaces importantes, suite aux reboisements soutenus par le Fond Forestier National dans les années 1960-1980.

Pour mener à bien un renouvellement et garantir au mieux sa réussite dans un contexte incertain, différentes étapes sont à respecter. Elles sont décrites dans ce document. La construction du projet commence, quand cela est possible, bien en amont de la récolte afin d'anticiper les difficultés et contraintes. Les étapes concrètes qui suivent (plantation ou régénération naturelle) sont abordées dans les cahiers « **Les Questions-Réponses** » D2 et D3.

I. RAPPEL DES CONNAISSANCES



1. Renouveler, un tournant délicat dans la vie d'un peuplement

Il existe plusieurs modes de renouvellement : par **régénération naturelle** (cf. D₃), quand les conditions sont favorables, par **plantation** (cf. D₂) ou très rarement par semis artificiel (cf. *Illustrations 1 et 2*). Dans le cas d'une gestion en taillis (feuillus uniquement), le renouvellement visant à garder ce mode de gestion se fait par recépage¹ périodique. Il n'y a alors pas beaucoup d'adaptation possible au changement climatique. Ce cas n'est pas abordé ici.

Le renouvellement correspond à une période d'investissement financier majeur dans la vie d'un peuplement régulier et demande donc à être particulièrement réfléchi. Il débute en amont de l'exploitation du peuplement précédent et s'achève après les premiers entretiens, lorsque les plants ou semis sont sortis d'affaire. Le projet doit être adapté aux enjeux, notamment de production - justifiant les dépenses -, et aux moyens mobilisables durant les phases d'installation et d'éducation. Il faut le penser globalement comme une composante devant s'intégrer dans un ensemble : propriété (ensemble de parcelles), environnement et paysage, filières

locales (entreprises de travaux, vente de produits, etc.).

En futaie régulière, hors situation de crise pouvant précipiter les décisions, le projet doit être élaboré plusieurs années avant d'engager l'exploitation du peuplement à récolter. **Les modalités de mise en œuvre de l'exploitation conditionnent sa réussite** : articulation du mode d'exploitation du peuplement en place, de la gestion des souches et des rémanents² et de la protection des sols, avec la méthode de renouvellement choisie.

En futaie irrégulière, l'attention à la présence d'une régénération doit être constante. Son développement doit être favorisé tout au long de la vie du peuplement. Ce dernier doit répondre à certains critères pour permettre le renouvellement diffus : surface terrière faible variant d'une essence à l'autre, hétérogénéité des diamètres, couvert entrouvert, gestion adaptée du sous-étage, etc.

¹ Opération consistant à couper des tiges au ras du sol, généralement pour obtenir des rejets (extrait de Bastien & Gauberville, 2011).

² Sous-produits non marchands (branches, cimes, etc.) qui restent sur le parterre de la coupe après son exploitation (extrait de Bastien & Gauberville, 2011).

Source : Sylvain Gaudin © CNPF



*Illustration 1 :
Régénération naturelle
dense de douglas.*

Source : Philippe Gaudry © CNPF



*Illustration 2 :
Plantation mélangée
de chêne rouge, érable
sycomore, frêne,
bouleau, épicéa
commun et douglas.*

2. Paramètres à considérer pour juger de la réussite d'un renouvellement

Estimer la réussite d'un renouvellement n'est pas aisé car l'opération s'étale sur plusieurs années, aux cours desquelles des obstacles nombreux sont à surmonter. Pour y parvenir, on peut s'appuyer sur les critères suivants :

- bonne reprise des plants ou semis (survie, croissance, forme), problèmes sanitaires contrôlés, maîtrise de la concurrence

herbacée et ligneuse, impacts limités des dégâts d'herbivores ;

- densité suffisante d'individus lorsque les jeunes arbres ont atteint une hauteur de 3 mètres (800 ou 900/ha par exemple). Ils doivent être dégagés de la concurrence des adventices, de bonne qualité potentielle, bien répartis et correspondant aux objectifs fixés initialement ;

■ respect de l'environnement à chacune des étapes du processus : préservation des sols, de la biodiversité, protection des eaux, prise en compte du paysage, etc. ;

■ travaux indispensables réalisés à des coûts optimisés au regard des objectifs et des enjeux.

3. Principaux enjeux du renouvellement en contexte de changement climatique³

Le renouvellement constituait déjà une phase sensible dans un contexte considéré comme stable. **Le changement climatique augmente encore les causes d'échec possibles.** En effet, aux contraintes déjà connues (bioagresseurs, pression des herbivores, compétition exercée par la végétation, etc.) vient s'ajouter une combinaison d'aléas biotiques et abiotiques plus fréquents et plus intenses : gels sur plants mal aoûtés⁴ ou débouillant précocement, sécheresses printanières et/ou estivales, canicules, excès printanier de précipitations, pullulations d'insectes ou de champignons parasites favorisés par l'élévation globale des températures ou les décalages phénologiques, risques d'incendies dans des zones historiquement peu exposées, engorgements temporaires des sols (automne ou printemps pluvieux). Ces aléas peuvent entraîner

une diminution de la production de graines néfaste au renouvellement naturel, la mort prématurée des semis ou des plants dont le système racinaire peu développé subit plus rapidement les effets de l'assèchement du sol (cf. *Illustration 3*), l'épuisement des réserves carbonées suite aux atteintes foliaires en saison de végétation, etc.

Si l'impact de certaines situations peut s'avérer favorable (allongement de la période de croissance), les nouvelles conditions climatiques génèrent surtout des contraintes organisationnelles supplémentaires pour mener les travaux. Les aléas plus nombreux, les hivers plus humides et la saison de végétation allongée compliquent la planification des périodes d'exploitation, de plantation et d'entretien. Ils impactent les systèmes de culture en pépinière,

³ Les enjeux associés plus spécifiquement à la plantation ou à la régénération naturelle sont décrits dans les cahiers « Les Questions-Réponses » D2 et D3.

⁴ Ayant subi une lignification provoquant le durcissement des rameaux de l'année à la fin de leur phase de croissance (en général à la fin de l'été) (extrait de Bastien & Gauberville, 2011).

avec des répercussions sur la durée de la saison de plantation. Les conséquences peuvent être des interdictions de travailler en forêt liées aux risques accrus d'incendie en périodes de sécheresse ou de canicule, la nécessité de décaler ou de limiter certaines opérations en raison d'un engorgement des sols ou d'une pénibilité forte du travail liée à la chaleur, l'obligation de porter des équipements de protection individuelle (EPI) renforcées en raison des pullulations d'insectes plus fréquentes (poils urticants des chenilles processionnaires, tiques, etc.). Certaines de ces évolutions sont déjà observables selon de nombreux praticiens, bien qu'on ne dispose pas encore d'estimation quantitative robuste.

D'un point de vue technique, de nouveaux défis sont à relever pour assurer la réussite des renouvellements, nécessitant bien souvent d'investir malgré une part d'incertitude, tout en veillant à conserver la viabilité financière des projets. Ces défis sont par exemple :

- la substitution d'essences en difficulté face au changement climatique par des essences ou provenances dont le comportement est parfois mal connu, ou sans itinéraire technique bien établi, et pour lesquelles l'offre de Matériels

Forestiers de Reproduction⁵ (MFR) est parfois limitée ;

- la diversification sous différentes formes (composition, structure, etc.) et la préservation du sol et de la biodiversité, garants d'une meilleure résistance aux aléas et d'une meilleure résilience ;
- la conception d'itinéraires innovants pour la récolte en remplaçant par exemple, si c'est approprié, la coupe finale unique par des coupes progressives qui assurent le renouvellement dans des situations où les contraintes sont fortes, notamment vis-à-vis de l'eau : végétation de blocage (graminées, fougère aigle, ronces, etc.), sols caillouteux et superficiels sensibles à l'érosion, stations sur versant sud, etc.

Enfin, il faut souligner que **la demande sociétale autour des questions forestières est plus pressante**, fortement médiatisée et porte sur davantage de questions telles que, l'aménagement des paysages, les services récréatifs, la préservation de la biodiversité ou la séquestration de carbone. Cela a parfois pour conséquence l'ajustement de certains projets de renouvellement pour tenir compte d'un argumentaire invoquant l'artificialisation, l'alignement des plants, l'introduction d'essences exotiques, l'industrialisation de la forêt, etc.

⁵ Ensemble des graines, scions, plants ou parties de plants destinés à des semis ou plantations à but économique ou d'amélioration génétique (extrait de Bastien & Gauberville, 2011).



*Illustration 3 :
Pousse terminale d'un
jeune plant de Douglas
rougie par la sécheresse.*

II. PRINCIPALES RECOMMANDATIONS



1. Réflexion préalable à mener avant d'envisager le renouvellement d'un peuplement

En raison des risques associés à l'évolution du climat, **il est plus que jamais recommandé de raisonner en amont toute la chaîne des interventions** afin de les rationaliser. Cette réflexion préalable permet également d'assurer une bonne cohérence entre les étapes du renouvellement et facilite les arbitrages financiers nécessaires à la réduction des coûts totaux. La répartition spatiale et temporelle des investissements à l'échelle de la propriété est ainsi optimisée.

Pour asseoir la validité du projet futur, il faut s'appuyer sur un diagnostic forestier complet du peuplement en place (cf. A₁, A₂ et A₃) et sur un diagnostic de renouvellement.

Le premier éclaire sur les potentialités du milieu, sur l'avenir potentiel du peuplement et sur l'urgence à engager son renouvellement. Le second doit venir guider les modalités de mise en œuvre de ce renouvellement en fonction de la qualité et de la répartition des semenciers sur la parcelle (cf. D₂), de la disponibilité du matériel végétal souhaité en pépinière, de la pression des herbivores, etc. La question de l'entretien futur du jeune peuplement (faisabilité technique, coût, moyens disponibles) fait partie intégrante de cette réflexion.

Le bilan de ces diagnostics doit idéalement mener à l'identification (avec éléments financiers correspondants) de plusieurs itinéraires de renouvellement tenant compte des incertitudes de l'évolution du climat (cf. E₁ et C₁). En fonction du niveau de risque que le propriétaire souhaite assumer, ainsi que de sa capacité financière, l'itinéraire *a priori* le plus adapté au contexte pourra être sélectionné. Si besoin, et pour diluer les risques, il peut être envisagé d'échelonner dans le temps les surfaces à renouveler sur la propriété et de s'acheminer vers une forêt « mosaïque », tout en veillant à conserver des unités de gestion cohérentes. Cette étape du choix de l'itinéraire nécessite aussi de raisonner l'ensemble des coûts et éventuellement des surcoûts liés au changement climatique. Ils doivent être confrontés aux moyens techniques et financiers disponibles et aux recettes attendues à terme.

L'identification du moment adéquat pour renouveler doit aussi entrer dans la réflexion. Cela nécessite une estimation du risque que représente l'attente : dégradation d'un peuplement en place, diminution de la fructification, baisse de prix des produits potentiels, survenance

d'aléas, etc. Ce risque est à mettre en regard avec les bénéfices potentiels : installation d'un recrû naturel qui viendrait servir d'accompagnement

ou de gainage pour les essences objectif plantées, valorisation de semis installés, etc.

2.

Éléments de décision pour sélectionner un mode de renouvellement approprié

2.1. Renouveler un peuplement en place

Le diagnostic forestier définit si un peuplement peut être renouvelé à l'identique ou si des changements doivent être envisagés. Pour un peuplement irrégulier, des questions complémentaires doivent se poser pour orienter le renouvellement en continu.

Le peuplement en place sera **diagnostiqué comme peuplement à avenir potentiel** s'il est de qualité, non exposé dans l'immédiat à des risques biotiques ou abiotiques, adapté à la station et, *a priori*, au climat futur. Les questions à se poser sont alors les mêmes que pour un renouvellement usuel, avec cependant une vigilance accrue (cf. D₂ et D₃). Si son avenir est plus incertain (vulnérabilité ou exposition accrues sous certains scénarios), il est recommandé de :

- s'interroger sur le maintien des essences et provenances objectif en place. Sont-elles déjà en difficulté ? Pourront-elles résister

sur le moyen terme ou sur le long terme à une évolution des conditions climatiques ? (cf. B₁)

Se régénèrent-elles facilement, avec un potentiel de qualité intéressant et sans risque sanitaire majeur ? Quels sont les risques à les conserver, au regard de la productivité espérée, des investissements nécessaires à l'éducation des semis, du délai nécessaire avant d'obtenir des produits commercialisables ?

- évaluer la place des essences associées qui peuvent jouer un rôle dans la dilution du risque et, selon les cas, être favorisées comme nouvelles essences principales, et celle des essences d'accompagnement (sans objectif d'exploitation commerciale spécifique) ;
- en cas de peuplement mélangé, réfléchir à la possibilité d'un changement de traitement si l'avenir des essences principales n'est pas impacté de la même manière par le changement climatique. Dans certains cas,

la transformation¹ vers une structure irrégulière est une option permettant de conserver les essences adaptées et de renouveler progressivement le peuplement : enlèvement prioritaire au fil du temps des essences en situation difficile et éventuelles plantations d'enrichissement introduisant de nouvelles essences (cf. Illustration 4).

Un peuplement **diagnostiqué comme sans avenir**, qu'il soit régulier ou irrégulier (composition inadaptée ou exposition trop forte aux risques), justifie un changement plus conséquent (à ajuster selon la situation), pouvant

dans certains cas impliquer une révision des objectifs sylvicoles.

Selon les cas, plusieurs solutions techniques, décrites dans l'illustration 6, sont envisageables.

2.2. Installer un peuplement à partir d'un terrain non boisé

La plantation (ou parfois le semis direct) (cf. D₂), souvent recommandée pour les terrains non boisés², offre l'avantage de pouvoir sélectionner des essences ou provenances, seules ou en mélange, mieux adaptées à un contexte de climat changeant.

Source : Sylvain Gaudin © CNPF



Illustration 4 : Évolution vers l'irrégulier par taches.

¹ Peut aussi parfois être appelé « conversion ».

² Plusieurs cas de figure : terrain après coupe rase du peuplement (équivalent aux cas de coupes rases décrits dans l'illustration 6 mais pour lequel on ne dispose plus des caractéristiques du peuplement qui était en place avant l'opération), ancienne terre agricole, friche, landes, etc.

Cependant, sa réalisation n'est pas toujours simple car le sol peut avoir été remanié, tassé, ou présenter des contraintes à l'installation (semelle de labour, résidus de pesticides, forte concurrence pour la germination des graines ou la reprise des plants, etc.). La pression des herbivores peut aussi être plus importante. Par ailleurs, la végétation correspond à une flore de milieu ouvert plus ou moins perturbé qui peut, par sa consistance et son développement, exacerber chez les jeunes plants la concurrence pour la lumière, pour l'eau et pour les éléments minéraux. En outre, sur d'anciennes terres agricoles, la forme des tiges et leur branchaison sont souvent médiocres, voire aggravées si les densités sont trop faibles.

À ces contraintes viennent désormais s'ajouter celles liées au changement climatique. En particulier, le manque d'ambiance forestière augmente l'exposition des plants, donc le risque de mortalité en cas de sécheresse et de canicule. C'est pourquoi il peut être préférable, lorsque les contraintes sont élevées de limiter au moins dans un premier temps les investissements sur ces terrains. Une attente de quelques années (2 à 5 ans) permet parfois l'apparition d'une végétation naturelle (accrus, recrû), qui pourra être complétée dans un deuxième temps par une plantation en enrichis-

sement à faible densité ou par points d'appui³ d'essences adaptées (cf. D₃). On limite ainsi les inconvénients du plein découvert par un gainage des plants, en contrepartie d'une installation et d'un suivi des entretiens plus complexes.

2.3. Reconstituer un peuplement après un aléa ou après un échec

2.3.1. Reconstitution d'un peuplement sinistré après un aléa

Dans ces cas complexes et hétérogènes (chablis, sécheresse, attaque parasitaire, etc.) et qui risquent d'être plus fréquents à l'avenir, **le diagnostic forestier doit identifier si le sinistre est exclusivement dû au hasard (cf. Illustration 5) ou s'il est révélateur d'une situation problématique qui peut se répéter** (en raison d'une sensibilité particulière de la station ou de l'essence).

Dans le premier cas, avec une station correcte (à sensibilité réduite), le peuplement restant est rattaché à la catégorie « à avenir potentiel » (cf. Illustration 6). Les arbres ayant montré une bonne résistance à l'aléa (qui méritent donc d'être préservés), peuvent être conservés comme semenciers s'ils sont de qualité et suffisamment nombreux.

³ Se dit d'une technique de plantation réalisée par petits bouquets ou par placeaux, implantés selon un dispositif géométrique (extrait de Bastien & Gauberville, 2011).

Les arbres trop atteints ou dont le dépérissement est irréversible⁴ doivent, quant à eux, être exploités. Les semis acquis ou en capacité de s'installer après la perturbation sont valorisés et si nécessaire, les trouées peuvent ensuite être complétées par enrichissement (par petits collectifs) avec d'autres essences dans un éventuel but de diversification, voire d'irrégularisation progressive (cf. D₃). Si plus aucun arbre n'est en place (après tempête, par exemple), mais qu'il existe une régénération préexistante ou une

fructification abondante disséminée préalablement à l'accident, le renouvellement peut s'appuyer dessus en tout ou partie.

Dans le second cas, le peuplement est rattaché à la catégorie « sans avenir » impliquant une reconstitution par coupe rase plus ou moins rapide et plantation dès lors que la station le permet (cf. Illustration 6).

La conservation de quelques bouquets subsistant et d'arbres morts sur pied ou à terre peut être utile pour maintenir une certaine biodiversité.

Source : Matthieu Chanut © CNPF



Illustration 5 : Dégâts de tempête dans un peuplement régulier d'épicéas.

⁴ Se référer à Brunier & al., 2020.

Diagnostic du peuplement en place avant renouvellement	Objectifs à déterminer	Options techniques envisageables
Peuplement régulier à renouveler et diagnostiqué À AVENIR POTENTIEL <i>(de qualité, adapté à la station actuelle et a priori au climat futur mais pouvant être exposé à des risques biotiques ou abiotiques)</i>	Maintenir la ou les essence(s) en place	Transformation⁵ en futaie irrégulière <i>(via des coupes adaptées et une régénération lente, avec enrichissements éventuels)</i>
		Régénération naturelle (associée si besoin à de l'enrichissement)
		Coupe rase (si arbres récoltables) et plantation (après attente ou non d'un recrû naturel)
	Changer d'essence(s) ou de provenance(s)	Coupe rase (si arbres récoltables) et plantation (après attente ou non d'un recrû naturel)
	Changer d'essence(s) ou de provenance(s)	Coupe rase (si arbres récoltables) et plantation (après attente ou non d'un recrû naturel)
	Limitation des investissements dédiés au renouvellement	Reconstitution en s'appuyant sur la végétation spontanée

Illustration 6 : Clé de décision pour le renouvellement d'un peuplement en place en futaie régulière (cas le plus fréquent).

⁵ Peut aussi parfois être appelé « conversion ».

Avantages en contexte de changement climatique	Contraintes en contexte de changement climatique
① ② ① Permet de favoriser une essence en place à avenir potentiel.	① ② ③ ① Gestion délicate (dosage de la lumière) et non sans risques (instabilité) qui nécessite une forte technicité.
① ② ② Amène vers plus de résilience à terme : mélanges naturels ou artificiels possibles, pouvant être privilégiés pour plus de diversité (enrichissements progressifs, dosage de la composition en essences).	③ ④ ② Difficultés éventuelles à régénérer les essences souhaitées face à la dynamique de celles potentiellement plus menacées à terme (hêtre, sapin, etc.).
③ ④ ⑤ ③ Simplicité (relative) à l'installation et rapidité de mise en place.	④ ③ Processus qui s'étale sur de nombreuses années.
③ ④ ⑤ ④ Offre la possibilité de sélectionner des essences ou provenances mieux adaptées et plus résistantes ou des MFR améliorés.	④ ⑤ ④ Malgré l'expérience accumulée, gestion qui reste délicate au départ, notamment en contexte de changement climatique (risques biotiques et abiotiques, pression des herbivores, végétation concurrente, etc.).
③ ④ ⑤ ⑤ Permet l'installation par précaution d'un mélange, conférant à terme au peuplement une meilleure capacité de résilience.	④ ⑤ ⑤ Incertitudes autour du comportement de l'essence introduite.
⑥ ⑦ ⑥ Valorise la végétation naturelle qui se met en place spontanément, en limitant les investissements et en favorisant les essences adaptées les plus intéressantes pour la production de bois, même peu rémunératrice. ⑦ Peut s'accompagner de quelques introductions (enrichissements) sous abri ou dans les vides, d'essences adaptées, si la station le permet.	⑥ ⑦ ⑧ ⑥ Ne permet pas toujours d'aboutir à un peuplement mieux adapté aux évolutions du climat. ⑦ Implique un suivi et une gestion complexe, surtout si enrichissement. ⑧ Augmentation des risques dans certains cas : incendie si absence de gestion, sanitaire.

2.3.2. Reconstitution d'un peuplement après un échec de régénération naturelle

Les situations d'échec pourraient se multiplier en raison des évolutions du climat (cf. D₃). **Pour ne pas reproduire les mêmes erreurs à l'avenir, il est important que ces échecs puissent être reconnus et documentés.** Dans le cas d'une régénération naturelle, le constat d'échec peut être difficile à poser. Il est alors nécessaire de s'appuyer sur **l'observation de quelques indicateurs** : durée depuis le début du processus, quantité, composition et homogénéité des semis, qualité de la régénération. Au-dessous d'un certain seuil (à déterminer), il y a constat d'échec. Il est alors recommandé d'en **rechercher les causes** : fructifications absentes ou déficitaires, végétation de blocage ou concurrente, germinations insuffisantes (prédation ou attaques parasitaires par exemple), fonte des semis, ennoiment, abroutissement, etc. Il convient ensuite de **s'orienter vers une autre méthode de renouvellement** (la plantation le plus souvent). Une attente trop longue risque d'amplifier les problèmes (végétation herbacée ou arbustive difficile à contrôler).

2.3.3. Reconstitution d'un peuplement après un échec de plantation

Les échecs de plantation sont plus fréquents depuis plusieurs années⁶. Ils pourraient encore augmenter en raison des évolutions du climat (cf. D₂). Il en découle des retards d'installation du peuplement, des besoins en regarnis coûteux (parfois répétés sur plusieurs années) ou la nécessité de programmer des interventions d'entretien complémentaires. **Les causes d'échecs doivent être analysées pour éviter de reproduire les mêmes erreurs et définir les adaptations à mettre en place, différentes selon la nature des problèmes rencontrés** : aléas biotiques ou abiotiques, mauvais choix d'itinéraire ou d'essence, défaut de mise en œuvre, mauvaise anticipation d'éléments bloquants tels que la végétation concurrente, etc.

⁶ Constat établi d'après les résultats des enquêtes annuelles menées par le Département Santé des Forêts du ministère en charge de l'agriculture et des forêts.

3. Éléments de décision pour mener l'exploitation préalable au renouvellement

3.1. Raisonner les étapes de mise en œuvre de l'exploitation

Le choix des méthodes d'exploitation a des répercussions sur la mise en œuvre du renouvellement : préparation du site (nettoyage du terrain, travail du sol), schémas d'installation (à caler selon l'emplacement des cloisonnements d'exploitation, des souches, etc.). **L'ensemble doit donc être réfléchi en amont pour adapter le mode d'exploitation et l'organisation du chantier aux besoins du projet**, tout en tenant compte de l'aggravation possible des conditions climatiques dans lesquelles seront réalisés les travaux (cf. §1.3).

La prévention des dégâts d'exploitation doit être intégrée à ce raisonnement (tassement et déstructuration du sol, compactage, décapage de la couche superficielle du sol, création d'ornières par les roues des engins forestiers (cf. *Illustration 7*), liquéfaction du sol⁷, blessures des arbres et de la régénération, dégâts aux cours d'eau et aux sources, érosion). Il est recommandé de suivre un cahier des charges strict, respectueux du « capital sol », et de veiller à une exemplarité des pratiques d'exploitation (cf. *Encadré*) pour ne pas avoir à réparer après coup et à grands

“

Quelques références utiles

PROSOL, un guide pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt. Il regroupe des éléments de connaissance sur les sols forestiers et sur les enjeux de leur prise en compte lors d'opérations d'exploitation. Il propose un diagnostic pour évaluer la sensibilité du sol au tassement et adapter ses pratiques en conséquence. Il détaille les machines et accessoires utilisables en forêt.

PRATIC'SOL, un guide pour sensibiliser aux enjeux liés à la praticabilité des sols forestiers (sur les cloisonnements ou voies de circulation) et rappeler les bonnes pratiques à mettre en œuvre.

For-Eval, une application pour évaluer les sols forestiers. Sur la base d'une description du sol, l'application permet de définir sa sensibilité à un export de nutriments, sa sensibilité à l'érosion hydrique, et sa sensibilité au tassement.

⁷ Mise en solution du sol par malaxage (extrait de Pischedda, 2021).

frais des dégâts parfois sévères et difficilement réversibles. En mettant ainsi tous les atouts de son côté, il est possible d'éviter des répercussions plus ou moins durables sur le milieu (prolifération des joncs et graminées, asphyxie des racines, aggravation de dégâts phytosanitaires) qui viendraient se rajouter aux contraintes climatiques croissantes.

3.2. Adapter l'exploitation à l'augmentation des risques et aux crises sanitaires

Les risques, plus nombreux en contexte de changement climatique (cf. E₁), peuvent mener à des situations de crise⁸. Le forestier peut

alors devoir faire face à des mortalités importantes, sur de grandes surfaces, générant des flux de bois conséquents. Il devient donc nécessaire de mettre en place rapidement des mesures spécifiques d'exploitation (plan de circulation temporaire pour préserver les sols, etc.) en tenant compte des délais parfois contraints (arrêts de lutte contre les scolytes de l'épicéa par exemple). En anticipation de ces situations, il est recommandé de connaître et entretenir régulièrement - voire compléter - les infrastructures d'accès et les aires de stockage potentielles (cf. Illustration 9). En complément, certaines pratiques peuvent être ajustées pour éviter une entrée en crise, en limitant les risques et les impacts potentiels sur le renouvellement (cf. Illustration 8).

Source : Sylvain Gaudin © CNPF



Illustration 7 : Formation d'ornières multiples provoquées par le passage d'engins : à éviter par un cahier des charges strict de l'exploitation.

⁸ Se référer au Guide de gestion des crises sanitaires en forêt (Brunier & al., 2020).

Aléas et risques potentiels	Précautions d'exploitation pour limiter les risques et impacts associés
Fragilisation des peuplements <i>(Sécheresses et attaques parasitaires récurrentes affaiblissant les arbres)</i>	- Évaluer les dépérissements pour juger de l'intérêt d'une coupe d'amélioration sanitaire. - Exploiter soigneusement en ne blessant pas les tiges restantes, pendant les périodes les plus propices. - Éviter le tassement des sols qui aggrave les dépérissements et les échecs de renouvellement, en utilisant des cloisonnements d'exploitation (schéma de circulation des engins).
Érosion des sols <i>(Fréquence accrue des épisodes météorologiques violents, assèchement prolongé des sols l'été)</i>	- Développer les techniques utilisées en zones de montagne ou méditerranéenne (maintien d'un couvert végétal après exploitation, éparpillement des rémanents). - Maintenir des bandes de végétation formant des abris latéraux de proximité contre les vents desséchants et contribuant à un microclimat plus humide.
Alternance d'excès / déficits en eau sur sols hydromorphes <i>(Fortes pluies concentrées sur certains mois, remontée du plan d'eau, sécheresse dès le printemps et jusqu'en automne)</i>	- Limiter les travaux sur sols hydromorphes. - Réduire le nombre de passages des engins en forêt et les limiter aux infrastructures en place (cloisonnements) et aux périodes où les sols sont les plus portants. - Entretien des fossés et collecteurs, s'il en existe.
Incendies <i>(Risque accru dans beaucoup de régions qui n'y sont pas encore préparées)</i>	- Entretenir la desserte et l'adapter aux stratégies de prévention et aux engins de lutte contre les incendies, identifier voire créer les points d'eau. - Limiter les facteurs possibles de propagation du feu : gestion du sous-étage et des rémanents d'exploitation, entretiens réguliers des plantations. - Entretenir les machines pour limiter les causes de départ de feu, adapter les périodes de travail en cas de sécheresse.
Pression accrue des ravageurs et pathogènes <i>(Extension et prolifération des parasites suite à la récurrence d'hivers doux et d'étés chauds)</i>	- Traiter les souches contre le fomes lors de la coupe des arbres en peuplement résineux (épicéas, pin maritime). - Limiter la durée de stockage en forêt des produits d'exploitation. - Mettre en place des moyens de prévention ou de lutte contre l'hylobe : broyage de la partie aérienne des souches de résineux en place ou décalage de la date de plantation (2 à 3 ans). Limiter autant que possible la proximité de souches fraîches. - Éviter le reboisement résineux en présence de fomes abondant dans les souches.
Pression accrue des rongeurs <i>(Développement pouvant être favorisé par les températures plus douces)</i>	- Limiter la végétation herbacée (si pullulation de campagnols agreste ou terrestre avérée). - Broyer les rémanents d'exploitation (si pullulation de campagnol roussâtre avérée, favorisée par les andains).

Illustration 8 : Précautions à prendre pour limiter les risques potentiellement accrus par les changements climatiques et leurs impacts possibles sur la mise en œuvre de l'exploitation et du reboisement.

3.3. Organiser le nettoyage du terrain

Après exploitation, la biomasse restant sur place encombre le terrain mais peut présenter certains intérêts pour garantir la réussite du reste des interventions de renouvellement. Sa gestion (éparpillement sur la parcelle, sur les cloisonnements d'exploitation, mise en andains, broyage) est à adapter en fonction des caractéristiques du projet et des éventuels risques associés au changement climatique et propres au site.

La plupart du temps, il n'est pas recommandé d'extraire complètement cette biomasse car elle permet de préserver les sols de l'érosion et constitue à terme un apport de nutriments intéressant pour le peuplement à venir⁹ (cf. *Illustration 10*). La conserver peut aussi présenter d'autres avantages en contexte de changement climatique :

- protection partielle contre l'évaporation de surface (rémanents de taille limitée et éparpillés sur la parcelle) ;
- limitation de l'accessibilité pour les herbivores ;
- barrière naturelle qui restreint l'installation de la végétation concurrente sans empêcher le développement des plants, maintient l'humidité et sert de tampon thermique (rémanents broyés installés comme un paillage au pied des plants) ;
- maintien du carbone en forêt.

Un compromis reste cependant à trouver pour que les rémanents laissés au sol ne constituent pas un obstacle au renouvellement : déformation des semis, frein à l'arrivée des graines au sol, difficulté de préparation du terrain et de réalisation des entretiens, présence accrue de rongeurs et risque incendie.

⁹ Se référer aux guides techniques issus des projets GERBOISE - *Gestion raisonnée de la récolte de Bois Énergie* (Landmann & al., 2018) et RÉSOBIO - *Gestion des Rémanents forestiers : préservation des sols et de la biodiversité* (Landmann & al., 2015).

Source : Etienne Beraud @ CNPF



Illustration 9 : Grumes de hêtre entreposés en bord de route.

Source : Sylvain Caudin © CNPF



Illustration 10 : Andains étroits réalisés après coupe rase pour permettre une dégradation rapide.

III. CONSEILS ET POINTS DE VIGILANCE



1. Le renouvellement est une opération complexe qui nécessite de la technicité à certaines étapes. L'accompagnement par un professionnel est fortement recommandé.
2. Les incertitudes sur les évolutions du climat et sur la marge d'action du forestier imposent de redoubler de vigilance dans l'élaboration de tout projet de renouvellement (cf. C1). Si les risques sont nombreux, préférer la mise en œuvre de projets diversifiés, en limitant quand cela est possible des interventions homogènes sur de trop grandes surfaces (plus de 4 ha par exemple), même si les coûts immédiats peuvent être parfois plus importants.
3. Limiter les changements brutaux pouvant affecter l'environnement. Réserver l'introduction d'essences nouvelles pour le territoire considéré, aux projets expérimentaux ou les inclure en faible proportion, idéalement dans des mélanges structurés par des essences connues (points d'appui, îlots). Privilégier au maximum les transitions progressives et les situations réversibles.
4. Prendre des mesures pour réguler la présence des herbivores qui peuvent ajouter un risque d'échec supplémentaire.
5. Ne pas dissocier les différentes étapes du renouvellement (de l'exploitation du peuplement jusqu'à l'entretien des jeunes tiges). Penser l'ensemble des opérations comme un tout pour assurer une chaîne cohérente de décisions.
6. Consacrer du temps pour identifier les contraintes, les potentialités, les risques, les opportunités avant d'engager des investissements onéreux. Prioriser ses investissements sur les stations permettant localement une productivité suffisante pour la ou les essences considérées et valoriser l'existant lorsque c'est possible.
7. Redoubler de prudence sur les sols fragiles : ceux chimiquement pauvres, lourds et hydromorphes et donc sensibles au tassement. Privilégier sur ces sols une conservation des rémanents d'exploitation. Faire attention aux périodes et aux conditions d'utilisation des outils.
8. Mettre en place une veille sanitaire pour repérer l'émergence de parasites connus ou nouveaux sur les plants (notamment dans le cas d'introductions) et qui pourraient être favorisés par les changements globaux.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES POUR ALLER À L'ESSENTIEL

- Becquey J., 2001. Diagnostic avant reconstitution, par où commencer ? Forêt Entreprise, n° 142. pp. 38-43.
- Landmann G., Delay M. & Marquet G. (coord.), 2023. Coupes rases et renouvellement des peuplements forestiers en contexte de changement climatique. Expertise collective CRREF. Synthèse de l'expertise. GIP ECOFOR & RMT AFORCE. 128 pages.
- Pousse N. & Augusto L., 2020. Gestion durable des sols forestiers - Nouvelles connaissances et boîte à outils. Rendez-Vous Techniques de l'ONF, n° 67-68. pp. 3-14.
- Tendron G., 2014. La pression des grands mammifères ongulés sur la forêt est-elle excessive ? In « La forêt et le bois en 100 questions ». Académie d'Agriculture de France. pp. 5.07.1-5.07.4.

RÉFÉRENCES PRATIQUES *(plateformes, guides et outils cités)*

- Brunier L., Delport F. & Gauquelin X. (coord.), 2020. Guide de gestion des crises sanitaires en forêt. RMT AFORCE. 184 pages.
- Cacot E. (coord.), Eisner N., Charnet F., Léon P., Rantien C. & Ranger J., 2006. La récolte raisonnée des rémanents en forêt. Guide pratique. ADEME, AFOCEL, IDF, INRA, Union de la Coopération Forestière Française. 36 pages.
- Faure C., Montagnon F. & Fontvieille F. (coord.), 2014. Guide technique – Réussir la plantation forestière. Contrôle et réception des travaux de reboisement. 3^{ème} édition. Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt. 79 pages.
- INRAE, 2019. Le pôle RENFOR. Pôle d'innovation et de pédagogie sur le renouvellement des peuplements forestiers. Disponible sur : <https://www6.inrae.fr/renfor/> (Consulté le 6 juillet 2022).
- Pischedda D. & Helou T. E. (coord.), 2017. PRATICSOLS. Guide sur la praticabilité des parcelles forestières. ONF, Entrepreneurs des territoires. 44 pages.
- Pischedda D. (coord.), 2009. Pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt « PROSOL ». FCBA, ONF. 110 pages

AUTRES RÉFÉRENCES CONSULTÉES

- Bastien Y. & Gauberville C. (coord.), 2011. Vocabulaire forestier : écologie, gestion et conservation des espaces boisés. Institut pour le Développement Forestier. 608 pages.
- Landmann G., Achat D., Augusto L., Bigot M., Bouget C., Boulanger V., Cabral A.-S., Cacot E., Deleuze C., Gibaud G., Nivet C., Pousse N., Richter C., Saint-André L., Thivolle, Cazat A. & Zeller B., 2015. Gestion des rémanents forestiers : préservation des sols et de la biodiversité. Synthèse de l'étude RÉSOBIO. ADEME, Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt - GIP ECOFOR. 24 pages.
- Landmann G., Augusto L., Pousse N., Gosselin M., Cacot E., Deleuze C., Bilger I., Amm A., Bilot N., Boulanger V., Leblanc M., Legout. A., Pitocchi S., Renaud J.-P., Richter C., Saint-André L., Schrepfer L. & Ulrich E., 2018. Recommandations pour une récolte durable de biomasse forestière pour l'énergie - Focus sur les menus bois et les souches. Projet GERBOISE. GIP ECOFOR, ADEME. 50 pages.

REMERCIEMENTS

Le réseau AFORCE remercie le groupe de travail qui s'est mobilisé pour imaginer collectivement cette Collection de cahiers « Les Questions-Réponses » et en assurer la conception, depuis la sélection des questions à traiter jusqu'à la validation des contenus rédigés : *Céline Perrier (CNPF-IDF, coordination du projet)*, *Jean-Michel Ecurat (EPLEFPA des Vosges)*, *Damien François (Forêt d'ici)*, *Jean Ladier (ONF)*, *Guy Landmann (GIP ECOFOR)*, *François Lebourgeois (AgroParisTech)*, *Céline Meredieu (INRAE)*, *Emmanuel Montailler (Chambre d'Agriculture Pays de la Loire)*, *Julie Pargade (CNPF Nouvelle-Aquitaine)*, *Philippe Riou-Nivert (CNPF-IDF)*, *Jacques Rousselin (Experts Forestiers de France)*, *Ceydric Sedilot-Gasmi (SFCDC)*, *Éric Sevrin (CNPF-IDF)*. Il remercie également le Comité Spécialisé Gestion Durable du ministère en charge de l'Agriculture et des Forêts, consulté pour sélectionner les questions.

Ce cahier a bénéficié des résultats et conclusions d'un groupe de travail multi-acteurs sur la « Conduite de la création et du renouvellement des peuplements » animé par le réseau AFORCE entre 2012 et 2013, pour lequel nous tenons à exprimer notre reconnaissance.

Les auteurs adressent aussi leurs chaleureux remerciements à l'ensemble des relecteurs qui ont participé à la sélection et à l'organisation des contenus permettant de répondre à la question posée et qui se sont investis dans les différentes étapes de relecture : *Philippe Balleux (CDAF - Belgique)*, *Patrick Lechine (CNPF Bourgogne-Franche-Comté)*, *Jonathan Pitaud (ONF)*, *Erwin Ulrich (ONF)*, et plus spécifiquement *Alain Berthelot (FCBA)*, *Catherine Collet (INRAE)* et *Jérôme Rosa (CNPF Île-de-France Centre-Val-de-Loire)*.

Enfin, les auteurs témoignent leur gratitude aux personnes ayant accepté de mettre à disposition leurs photos pour l'illustration de ce cahier.

Diagnostiquer l'avenir d'un peuplement en contexte de changement climatique

- A₁** La démarche de diagnostic : comment évaluer l'avenir d'un peuplement, d'une forêt ou d'un massif en contexte de changement climatique ?
- A₂** Comment faire évoluer le diagnostic sanitaire d'un peuplement en contexte de changement climatique ?
- A₃** Comment faire évoluer le diagnostic stationnel forestier en contexte de changement climatique ?

Choisir les essences à planter ou à favoriser en contexte de changement climatique

- B₁** Sur quels critères supplémentaires choisir les essences à planter ou à favoriser en contexte de changement climatique ?

Raisonnement la gestion des peuplements en place en contexte de changement climatique

- C₁** Quelles sont les incertitudes liées au changement climatique et comment impactent-elles la gestion des forêts ?
- C₂** Quels itinéraires sylvicoles privilégier pour accompagner l'adaptation de la forêt au changement climatique ?

Relever le défi du renouvellement des peuplements en contexte de changement climatique

- D₁** Comment renouveler un peuplement dans le contexte du changement climatique ?
- D₂** Quelles nouvelles précautions prendre pour la plantation et l'entretien des jeunes peuplements en contexte de changement climatique ?
- D₃** Quelles nouvelles précautions prendre pour la conduite d'une régénération naturelle en contexte de changement climatique ?

Prévenir et gérer les risques en lien avec le changement climatique et leurs impacts

- E₁** Les risques pour les forêts sont croissants et multiples : comment s'en prémunir ?



AFORCE est un réseau mixte technologique (RMT) consacré à l'adaptation des forêts au changement climatique.

Créé en 2008, il rassemble aujourd'hui 16 partenaires, acteurs de la recherche, du développement, de la gestion, de la formation et de l'enseignement. Son objectif est d'accompagner les forestiers dans la préparation des forêts au changement climatique, en veillant à la diffusion des connaissances, à la fourniture d'outils d'aide à la décision, à l'encadrement des initiatives d'adaptation et à la centralisation de l'information. Parmi ses missions, le réseau s'efforce notamment de créer des lieux d'échange (ateliers, groupes de travail, etc.) et de mobiliser l'expertise pour faciliter la mise à disposition des connaissances et des savoir-faire pour la gestion. Il organise régulièrement des appels à projets pour soutenir des études à finalités pratiques.

Il est animé par l'Institut pour le Développement Forestier (CNPFF-IDF). Il bénéficie d'un soutien du ministère en charge de l'Agriculture et des Forêts, de l'interprofession nationale France Bois Forêt et de l'ensemble de ses partenaires.

Financeurs :



Document rédigé en collaboration avec :

