

Les conséquences d'une tempête sur un peuplement forestier adulte peuvent être variées et dépendent à la fois des caractéristiques de la tempête, de la structure et de la composition du peuplement, des conditions édaphiques et de la sylviculture pratiquée.

L'effet direct des vents forts sur les arbres adultes va s'accompagner d'un effet indirect sur le recrutement et le développement de la régénération ligneuse. En effet, les changements environnementaux causés par la formation de trouées vont être des déterminants forts de la coexistence des espèces et vont moduler l'ensemble des interactions structurant la régénération forestière.

La trajectoire de reconstitution des peuplements sinistrés est difficile à prévoir et conditionne le choix des itinéraires sylvicoles.

Certains propriétaires forestiers n'investissent pas dans la reconstitution de leur forêt sinistrée jugeant a priori les frais et les risques trop importants. De manière à éclairer plus objectivement la décision du propriétaire forestier, ce document a pour objectifs :

- d'aider à caractériser l'acquisition de la régénération des peuplements sinistrés à partir d'un diagnostic précoce ;
- de proposer des conseils de gestion concernant les travaux sylvicoles qu'il paraît nécessaire d'engager pour obtenir un renouvellement de qualité en fonction des stations et des peuplements antécédents.

Pour plus d'informations :

<https://www6.nancy.inrae.fr/silva/Equipes-de-recherche/ForeSTree/Projets-Recherche/Post-tempete-2017-2020>

Guide pratique pour l'optimisation de la reconstitution forestière post-tempête



Lisa Laurent - Éric Lacombe

Version simplifiée

Guide pratique pour l'optimisation de la reconstitution forestière post-tempête

Lisa Laurent - Éric Lacombe
Version simplifiée

AgroParisTech 

INRAE

Silva^{UMR}




MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION
*Liberté
Égalité
Fraternité*

Conception et rédaction

Lisa Laurent (UMR Silva – AgroParisTech)

Éric Lacombe (UMR Silva – AgroParisTech)

Merci pour leur contribution à

Vincent Boulanger (ONF)

Catherine Collet (UMR Silva – Inrae)

Lucie Dietz (UMR Silva – AgroParisTech)

Jean-Luc Dupouey (UMR Silva – Inrae)

Sylvain Gaudin (CNPf – CRPF Grand-Est)

Jean-Claude Gégout (UMR Silva – AgroParisTech)

Pierre Gonin (CNPf-IDF)

Eric Karcher (MAA – DRAAF)

Hubert Loye (ONF)

Gregory Sajdak (CNPf-IDF)

Cyril Vitu (CNPf – CRPF Grand-Est)

Isabelle Wurtz (MAA – DRAAF)

Merci aux personnels des organismes partenaires (ONF, CNPF),
aux gestionnaires et propriétaires des sites pour la mise à disposition des sites
et pour leur contribution à leur suivi.

Merci aussi aux personnes qui ont contribué aux mesures,
aux analyses et à la rédaction lors des deux campagnes précédentes.
Merci également à tous les salariés et stagiaires qui ont participé à la campagne
de mesures 2018-2019 : Laëtitia Delpech, Cécile Dorget, Baptiste Hellio, Inès Isimbi Mfizi,
Marion Jezuita, Rémi Joly, Agathe Le Goff, Sophie Lorentz, Jean-Baptiste Mayet,
Anouchka Simonin, Erwin Thirion, Sylvain Varona y Varona, Florian Vast, Aimé Vaster
et Etienne Voisin.

Merci également à tous les utilisateurs des versions précédentes du guide
qui ont permis la construction de la version définitive.

Mise en page

Céline Haller (AgroParisTech)

Impression

Bialec 2021

Financement

DRAAF Grand-Est

Appel à projets national : « Innovation et investissements pour l'amont forestier »
de décembre 2016 (CONVENTION n° : DRAAF-GE-SERFOB-2017-003).
« Projet optimisation des travaux sylvicoles post-tempête 2017 – 2020 ».
Le ministère de l'agriculture a également participé au financement
des campagnes précédentes.

Photographies d'illustration
Issues de l'Observatoire

À PROPOS DES AUTEURS

Lisa Laurent

Ingénieur de recherche

UMR Silva

Après ces travaux de thèse sur les interactions écologiques multiples en forêts soumises aux changements globaux (2014-2016), Lisa Laurent rejoint AgroParisTech en 2017 dans le cadre du projet de recherche et développement : « optimisation des travaux sylvicoles post-tempête ». À l'interface entre approche scientifique théorique (dynamique des communautés végétales, interactions plante-plante-animaux...) et recherche appliquée (sylviculture), elle est l'auteur et co-auteur de plusieurs articles scientifiques et techniques qui ont pour thème la dynamique des communautés végétales, en particulier de la régénération ligneuse, en réponse à des stress et perturbations (sécheresse, abrutissement, tempête).

Éric Lacombe

Enseignant-chercheur

UMR Silva

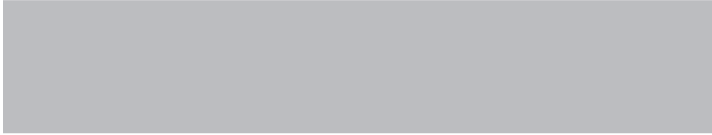
Éric Lacombe est Ingénieur Divisionnaire de l'Agriculture et de l'Environnement, enseignant-chercheur dans l'UMR Silva (Université de Lorraine, INRAE et AgroParisTech).

Ce document est une version simplifiée du guide complet. Il a été réalisé pour faciliter l'utilisation sur le terrain.

Les caractéristiques du réseau de dispositifs ayant permis la création de ce guide, les protocoles de mesure, la méthodologie utilisée, ainsi que les précautions d'utilisation et les principales limites du guide sont détaillés dans la version complète du guide.

Le document complet est disponible sur la page web du projet.

<https://www6.nancy.inrae.fr/silva/Equipes-de-recherche/ForeSTree/Projets-Recherche/Post-tempete-2017-2020>



SOMMAIRE



INTRODUCTION

6

Enjeux de la reconstitution des forêts sinistrées

6

Quelle différence entre un peuplement dévasté et un peuplement mité ?

8



RECONSTITUTION DES PEUPELEMENTS DÉVASTÉS

9

Le guide : mode d'emploi

11

Clé de détermination

12

Comment réaliser un diagnostic ?

14

La fiche : mode d'emploi

18



RECONSTITUTION DES PEUPELEMENTS MITÉS

47

Le guide : mode d'emploi

49

Clé de détermination

50

Comment réaliser un diagnostic ?

52

La fiche : mode d'emploi

54



FICHES TECHNIQUES

69

La fiche technique : mode d'emploi

70

Fiches techniques

72



ANNEXE 1 : LISTES D'ESSENCES D'INTÉRÊT L1, L2 ET L3

91

ANNEXE 2 : CLÉS DE DÉTERMINATION

92

INTRODUCTION

ENJEUX DE LA RECONSTITUTION DES FORÊTS SINISTRÉES

Par le passé, la régénération d'un peuplement touché par une tempête passait souvent par la plantation. Cependant, la grande surface touchée par la tempête de 1999 et l'intensité des dégâts occasionnés ont amené les gestionnaires forestiers à s'intéresser plus fortement à des alternatives à la plantation, basées sur la régénération naturelle éventuellement assistée (plantations de complément).

Il a aussi été montré que dans certaines situations la régénération naturelle pouvait suffire à assurer le renouvellement forestier post-tempête. Cependant, il reste encore :

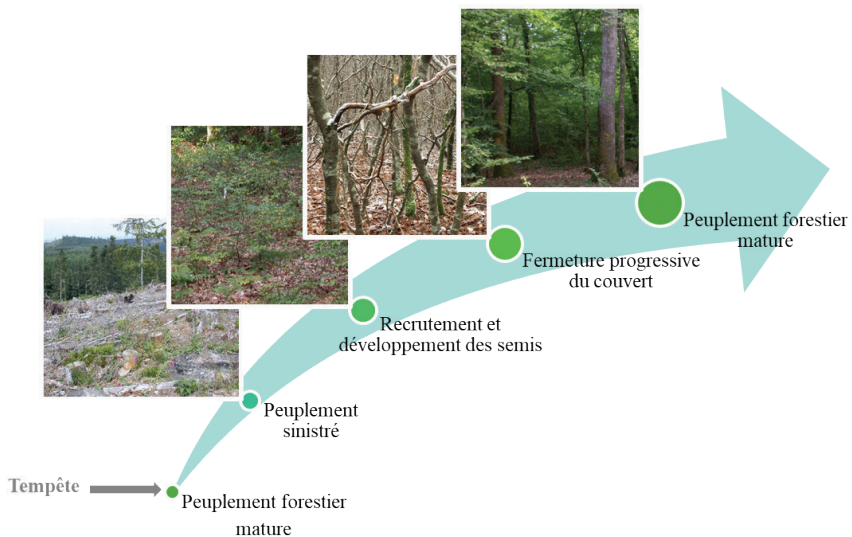
(i) **à identifier (et quantifier) les conditions ne permettant pas une régénération satisfaisante** en termes de densité, de diversité d'essences et de qualité des tiges qui s'individualisent ;

(ii) **à utiliser des itinéraires sylvicoles** tenant compte de la dynamique de la régénération naturelle en fonction des conditions locales, notamment par l'identification des travaux sylvicoles nécessaires et suffisants.

Données utilisées :

La construction de ce guide est basée sur les données issues de l'Observatoire des Peuplements Dévastés et Mités :

- mis en place quelques années après le passage des ouragans Lothar et Martin de décembre 1999 ;
- caractérisant la libre évolution de la régénération ligneuse post-tempête en l'absence de travaux sylvicoles ;
- allant d'une taille de trouée de 85 m² à plusieurs centaines d'hectares ;
- installé à l'échelle du territoire français, mais avec une forte concentration de dispositifs dans la région Grand-Est.



QUELLE DIFFÉRENCE ENTRE UN PEUPEMENT DÉVASTÉ ET UN PEUPEMENT MITÉ ?

La structure, la composition et l'état sanitaire du peuplement (hauteur des arbres, espèces...), les conditions édaphiques (profondeur de sol...), la sylviculture pratiquée et les caractéristiques de la tempête conditionnent l'intensité des dégâts sur les peuplements forestiers. De ce fait, la taille des trouées post-tempête va être très variable : de quelques centaines de mètres carrés à plusieurs hectares d'un seul tenant. Cette variabilité entraîne à son tour des sylvigénèses différentes, conduisant dans ce guide à distinguer deux cas de figure :

- un peuplement est considéré comme étant **dévasté** lorsqu'il est **fortement touché par une tempête** (≥ 90 % du volume de bois sur pied) sur une grande surface (≥ 2 ha) ;
- un peuplement est considéré comme **mité** lorsqu'entre **10 % et 50 % de la surface** de celui-ci est affectée (trouées d'une surface comprise entre 85 m² et 0,9 ha au sein de l'observatoire).

Les peuplements mités et dévastés ne présentent donc pas les mêmes enjeux de reconstitution et sont séparés dans la suite de ce guide :

Votre peuplement est dévasté page 9

Votre peuplement est mité page 47

**Reconstitution
des peuplements
dévastés**





LE GUIDE : MODE D'EMPLOI

Ce guide permet (i) de caractériser l'acquisition de la régénération des peuplements dévastés à partir d'un diagnostic précoce et (ii) de fournir des conseils de gestion pour obtenir un renouvellement de qualité.

1^{re} ÉTAPE

Déterminer le type de régénération post-tempête grâce à la clé d'identification de la page 12.

La clé se base sur la densité et la composition de la régénération d'essences d'intérêt lors d'un diagnostic précoce (3 - 4 ans) après passage d'une tempête puis sur le type de peuplement antécédent.

2^e ÉTAPE

Consulter la fiche de la « régénération type » correspondante.

Les caractéristiques de la régénération de chaque type et les conseils de gestion associés sont décrits dans une fiche synthétique conçue selon un même modèle présenté à la page 18. La rubrique « conseils de gestion » renvoie à des « fiches techniques » spécifiques qui sont présentées en page 70.

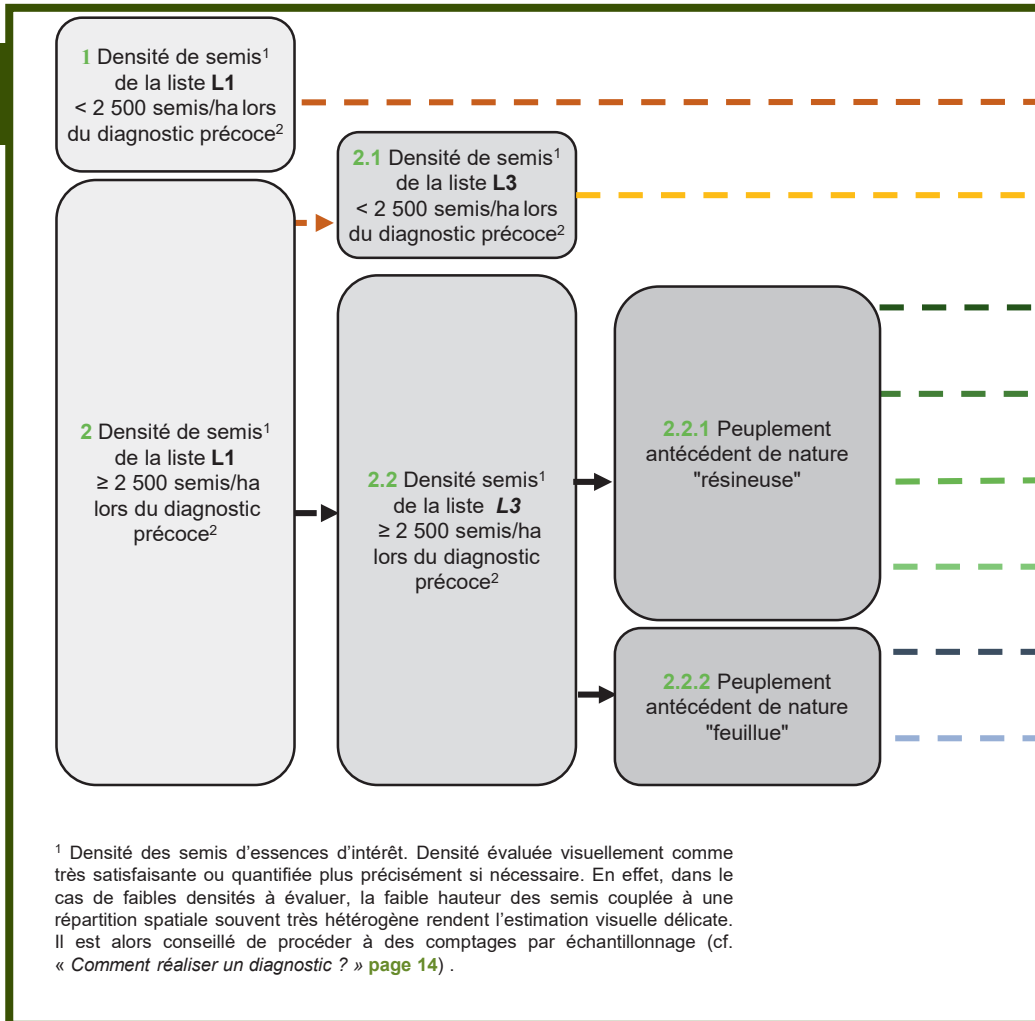
→ Ne pas hésiter à consulter plusieurs fiches « régénération type » en cas d'hésitation pour confirmer le diagnostic.

En effet, les situations intermédiaires sont inévitables, la clé aboutissant à fournir une vision simplifiée de la réalité.

Les limites d'utilisation du guide sont exposées dans la version complète du guide.

RECONSTITUTION DES PEUPEMENTS DÉVASTÉS

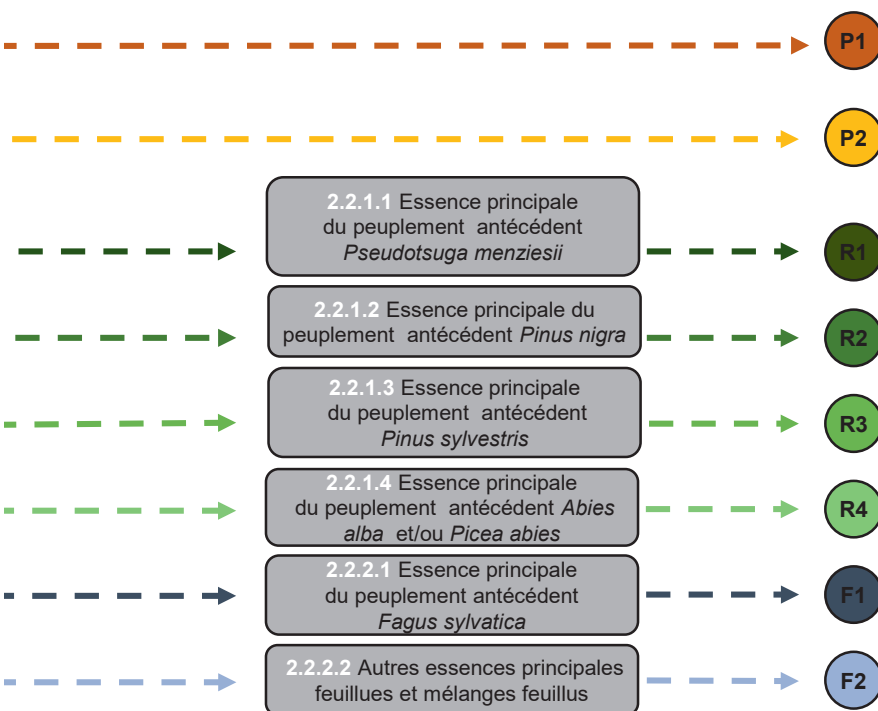
CLÉ DE DÉTERMINATION



Listes d'essences d'intérêt L1 et L3 :

L1 : Essences non considérées : *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula*, *Salix spp.*, *Sorbus aucuparia* et les espèces non adaptées à la station.

L3 : les mêmes que L1 et *Betula spp.*, *Carpinus Betulus*, et *Tilia spp.* sont exclues également.



² Ce seuil reflète l'échantillonnage qui a été effectué dans le cadre de cet observatoire et il faut le considérer comme un ordre de grandeur du fait de la forte variabilité spatiale de la densité des semis (cf. « *Limites d'utilisation et perspectives* » du guide complet).

COMMENT RÉALISER UN DIAGNOSTIC ?

En cas de faible densité de semis d'intérêt estimée visuellement lors de la visite de terrain, il est conseillé de quantifier la densité de semis moyenne à l'échelle du site pour pouvoir utiliser la clé de détermination.

Méthode d'échantillonnage – inventaire par placeaux

Plusieurs stratégies d'échantillonnage sont possibles, mais nous proposons un **inventaire par placeaux**.

Pour chaque placeau (2 m de rayon) : compter le nombre de semis. Il est conseillé de plafonner à 12 semis par placeau et par essence (correspondant à 10 000 semis/ha). Il est recommandé de dénombrer les semis par essence de manière à pouvoir utiliser les listes proposées dans ce guide (listes **L1, L2 et L3** cf. **page 91**) et pour avoir une idée de leur diversité.

Calculer la moyenne des densités obtenues par placeau pour obtenir la densité **moyenne à l'échelle du site**. En effet, compte tenu de la variabilité spatiale constatée dans les sites de l'OPD et la surface restreinte des placeaux, chaque valeur ne peut être utilisée en tant que telle.

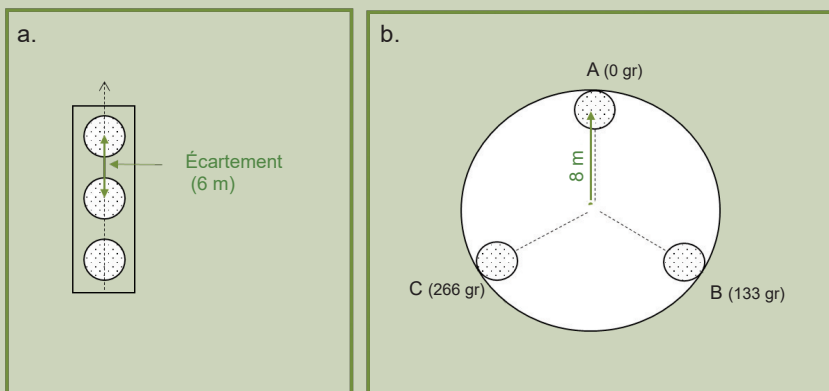
Les placeaux peuvent être organisés dans l'espace selon plusieurs protocoles en fonction des contraintes.



Exemples d'organisation des placeaux

a. Transect de plusieurs placeaux de 2 m de rayon. Les placeaux peuvent être installés le long de cloisonnements (voire d'un linéaire s'il n'y a pas de cloisonnement). Ces dispositions ont le mérite de réduire le cheminement à pratiquer à l'intérieur des peuplements qui peuvent être assez encombrés trois ou quatre ans après la tempête (rémanents, broussailles...). Dans le cas de cloisonnements déjà installés, par exemple lors de l'exploitation post tempête, bien observer une distance minimale de 1 m des zones comptées par rapport au cloisonnement.

b. Placette de trois placeaux de 2 m de rayon.



 Placeau (2 m de rayon)

Deux exemples d'organisation des placeaux

Intensité d'échantillonnage – nombre de placeaux

L'intensité d'échantillonnage dépend :

- de la **variabilité de la densité** au sein de la zone à reconstituer,
- des **ressources financières**,
- de la **précision voulue**,
- et du **niveau de confiance** voulu.

L'intensité de l'échantillonnage souhaité est à confronter aux moyens humains et financiers du propriétaire.

Au vu du fort coefficient de variation des densités de semis observé sur l'ensemble des sites de l'observatoire, il est nécessaire de réaliser un grand nombre de placeaux pour évaluer précisément la densité des semis post-tempête (de 80 à 140 placeaux pour une erreur sur la densité totale de 10 à 15 %, soit de 30 à 50 dispositifs de trois placeaux avec les exemples ci-dessus). Les dispositifs sont localisés selon la méthodologie d'échantillonnage choisie (aléatoire, stratifié, systématique...) et doivent couvrir l'ensemble du peuplement forestier à reconstituer. Ainsi, il est conseillé de répartir au mieux spatialement les dispositifs et d'en augmenter le nombre avec la surface à diagnostiquer.

Le peuplement à reconstituer peut déjà être, trois à quatre ans après la tempête et en fonction du peuplement antécédent, difficile à parcourir : il est alors conseillé d'ouvrir des cloisonnements sylvicoles et de réaliser les comptages en s'appuyant sur ces cloisonnements (exemple a. de la figure **page 15**) ; ces cloisonnements sont un investissement qui servira également lors des premiers travaux de dégagement des semis, de plantations...



LA FICHE : MODE D'EMPLOI

Chaque fiche descriptive du type de régénération est construite sur le même modèle. Les huit fiches sont présentées à partir de la page 20. Les fiches ont été créées par rapport aux sites prédits correctement par la clé.

Peuplements dévastés
Peuplements dévastés

R3

TYPE DE RÉGÉNÉRATION R3

1 **Événement antécédent de pin sylvestre**

2 **Fréquence : 8,5 % des s...**

3 **Description de la régénération 20 ans après tempête**

La régénération de ces sites est acquise 20 années plus tard quelle que soit la liste d'essences considérées comme d'intérêt.

4 **Densité de la régénération 20 ans après tempête**

La densité de la régénération 20 ans après le passage de la tempête est forte (9 215 nb/ha) quelle que soit la liste d'essences considérée (L1,L2,L3).

Liste L1

Liste L3

Densité de la régénération de plus de 3 cm de DHP
● 2 000 ● 4 000 ● 6 000

Pour les listes L1 et L3 : densité de tiges d'avancer 20 ans après tempête en fonction de la densité des semis trois ans après tempête. Les échelles des abscisses et des ordonnées sont différentes. Densité : nb/ha.

Peuplements dévastés
Peuplements dévastés

5 **Composition**

- Présence possible de bouleaux et chênes lors du diagnostic précoce qui sont susceptibles de rester en partie dans les tiges de plus de 5 cm de DHP 20 ans après passage de la tempête.
- Dans les régénérations mélangées, le pin sylvestre est toujours accompagné de bouleaux, et parfois de chênes. Ceci est à mettre en relation avec des peuplements antécédents également mélangés avec ces deux espèces (les arbres réchappés en témoignent). Un des sites est d'ailleurs complètement régénéré en chêne.

3 ans après tempête **20 ans après tempête**

Composition de la régénération dominante

- Pinus sylvestris majoritaire
- Quercus spp. en mélange
- Pinus sylvestris en mélange
- Betula spp. majoritaire
- Pinus sylvestris et Quercus agrifolia subsp. laevis
- Betula spp. en mélange
- Quercus spp. majoritaire

Proportion des types de composition de la régénération au sein de l'observatoire (liste L1) 20 ans après tempête : tous les semis et 20 ans après tempête : tiges de plus de 5 cm de DHP

6 **Caractéristiques**

Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire

- Régénérations installées sur des sols de pH situés aux environs de 4.2.
- Ces sites sont majoritairement situés hors du quart nord-est. Les premiers du quart nord-est sont quant à elles souvent classées en P1 ou P2.

7 **Conseils de gestion**

- Les pins sylvestres souffrent de la concurrence en l'absence d'intervention, notamment dans le cas de fortes densités. Des travaux de nettoyage et de dépressage peuvent alors être nécessaires vers 5 à 7 mètres de hauteur. Se reporter aux guides sylvicoles déjà existants.
- Les régénérations obtenues étant souvent mélangées, il est possible de travailler au profit des tiges de chêne pour favoriser le mélange, par des dégroupements puis des nettoisements (fiche T4 page 74).
- Le bouleau, souvent présent, améliore la qualité des autres essences, ce qui nécessite de doser le mélange et les degrés de compétition pour obtenir le bon effet améliorateur (fiche T4 page 74). (Le peuplement régénéré en chêne ne relève pas de ces conseils)

34
35

1 **Nom et identifiant du type de régénération**

Régénération naturelle potentielle 20 ans après tempête.

2 **Fréquence**

Fréquence observée de ce type de régénération au sein de l'observatoire. C'est une notion relative, dépendante de l'échantillonnage.

3 **Description générale de la régénération**

Description rapide de l'acquisition de la régénération obtenue 20 ans après passage de la tempête, éventuellement associée à une distinction de cas. Les rubriques ci-dessous sont alors développées pour chaque cas.

4 **Dynamique de la régénération - Densité**

Description des dynamiques de la densité observées.

5 **Dynamique de la régénération - Composition**

Description des dynamiques de la composition observées au sein de ces régénérations. Les pourcentages sont arrondis et le total peut être différent de 100.

Essence majoritaire : essence qui représente plus de 80 % de la régénération ou essence qui représente plus de 50 % de la régénération si aucune autre essence ne représente plus de 15 %.

6 **Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes**

Description des caractéristiques écologiques souvent trouvées associées à ce type de régénération au sein de l'observatoire des peuplements dévastés.

7 **Conseils de gestion**

Les recommandations concernent la gestion et les points de vigilances à avoir sur ces régénérations post-tempête. Les conseils de gestion renvoient dans certains cas à des fiches techniques détaillées disponibles **à partir de la page 69**. L'objectif dans ce guide est de développer uniquement des points rendus spécifiques par les caractéristiques des régénérations post-tempête.

TYPE DE RÉGÉNÉRATION P1



Régénérations problématiques ou forêts régénérées majoritairement en bouleaux

Fréquence : 30 % des sites (28)

Description générale de la régénération 20 ans après tempête

L'évolution observée sur les sites de l'observatoire rentrant dans cette catégorie conduit à distinguer deux types de situations :

P1-a. Les régénérations qui restent problématiques au bout de 20 ans : 75 % des sites ayant une densité < 2 500 semis/ha trois ans après la tempête sont dans ce cas.

P1-b. Les régénérations acquises avec *Betula spp.* comme essence principale au bout de 20 ans : 25 % des sites ayant une densité < 2 500 semis/ha trois ans après la tempête sont dans ce cas.

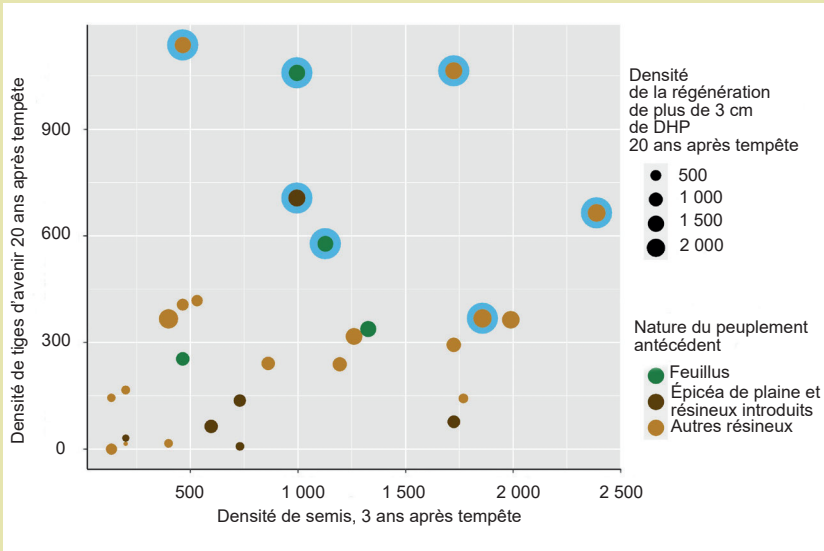
Malgré cette faible densité observée lors du diagnostic précoce, ces sites développent des semis de *Betula spp.* qui devient l'essence principale. Parfois, une forte présence de Charme l'accompagne.

Densité

La densité de semis trois ans après le passage de la tempête est faible (< 2 500 semis/ha), que l'on prenne ou non en considération les bouleaux, charmes et tilleuls.

P1-a. La densité des tiges de plus de 3 cm de DHP 20 ans après le passage de la tempête est souvent inférieure à 1 000 tiges/ha. En effet, il y a peu d'installation de semis pendant les quelques années au-delà des trois ans après la tempête.

P1-b. L'installation du Bouleau s'est poursuivie pendant quelques années au-delà des trois ans après la tempête, sans concurrence forte des autres essences, toutes en faibles densités. La croissance en hauteur des bouleaux dans ces conditions a été forte. Toutefois, le développement des houppiers et la croissance diamétrale au bout de 20 ans sans intervention sont faibles.

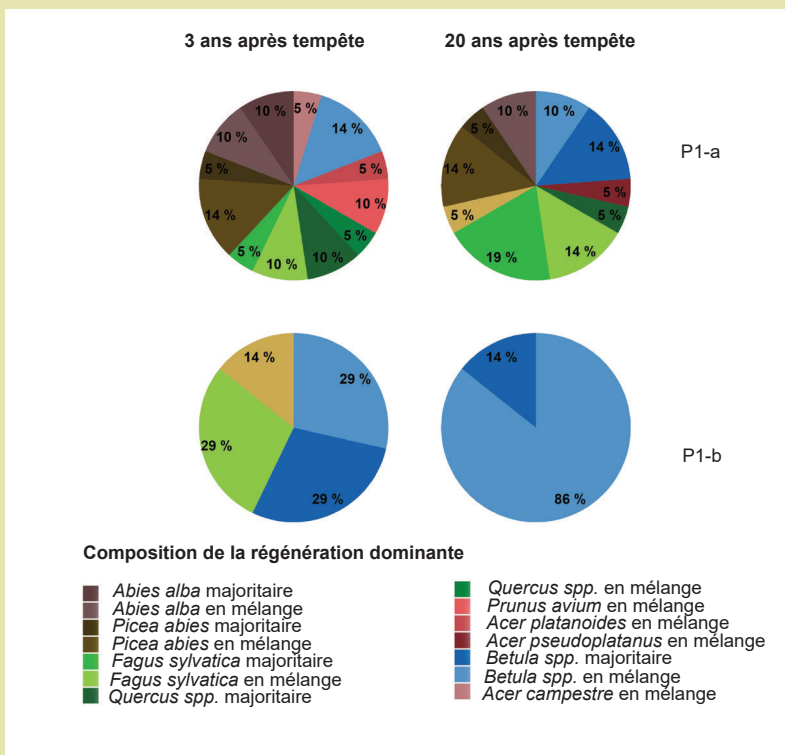


Densité de tiges d'avenir de la liste L1 20 ans après tempête en fonction de la densité des semis de la liste L1 trois ans après tempête. ● Une auréole bleue entoure les sept sites qui présentent une régénération acquise avec *Betula* spp. comme essence principale (P1-b), les autres sites ayant une régénération problématique (P1-a). Densité : nb/ha.

Composition

P1-a. Les essences principales de la régénération post-tempête de plus de 5 cm de DHP à 20 ans sont très diversifiées.

P1-b. Les sites ont le Bouleau comme essence principale de la régénération 20 ans après tempête.



Proportion des types de composition de la régénération au sein de l'observatoire (liste L1). Trois ans après tempête : tous les semis et 20 ans après tempête : tiges de plus de 5 cm de DHP.

Caractéristiques

Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire :

La présence d'une végétation accompagnatrice compétitrice dense (exemple : fougère aigle) ou un fort déséquilibre sylvo-cynégétique pourraient expliquer partiellement (1) ce blocage dans certains sites et (2) la mauvaise implantation des essences d'intérêt autres que les bouleaux.

P1-a.

- 90 % des sites de ce groupe ont un peuplement antécédent résineux. Il est à souligner que la moitié des sites de résineux implantés en plaine (boisements FFN de pins noirs et épicéas par exemple) sont dans cette catégorie.

- La présence d'une forte pression des cervidés dans certains sites peut expliquer tout ou partie de cette faible présence des essences ligneuses d'intérêt appétentes. Cela peut aussi causer un appauvrissement de la diversité spécifique et entraîner un changement d'essence principale.

P1-b.

- 70 % des sites de ce groupe ont un peuplement antécédent résineux.
- Altitude inférieure à 300 m.

Gestion

Conseils de gestion

Un suivi de la dynamique à moyen terme permettra de confirmer le diagnostic et de séparer les sites

P1-a des sites **P1-b**.

P1-a.

- La reconstitution vers une forêt de production de bois de qualité passera le plus souvent par le recours à la plantation pour la majorité des sites de ce groupe, selon diverses modalités présentées en fiche **T1 page 72**.
- Il est important de raisonner le niveau d'investissement en fonction des possibilités de mise en valeur des bois (potentiel de la station, accessibilité de la forêt), des enjeux pour le propriétaire et de l'état de l'équilibre faune-flore. Dans le cas d'un fort déséquilibre faune-flore, le propriétaire doit étudier la faisabilité économique et écologique de l'installation de protections. Leur coût élevé, la forte sensibilité ultérieure des tiges à l'écorçage ainsi que l'incertitude concernant l'avenir des plants en contexte climatique incertain, rendent ces investissements difficiles à rentabiliser.

P1-b.

- Si le propriétaire considère le Bouleau comme une essence d'intérêt il faut recourir à des travaux (nettoiement-dépressage) pour produire du Bouleau en croissance quasiment libre (présentation en fiche **T2 page 76**). Cette phase de production de Bouleau permet en général l'installation progressive de semis sous couvert et peut à terme permettre d'aller vers une forêt mélangée.
- Si le propriétaire ne considère pas le Bouleau comme une essence d'intérêt, le recours à la plantation est à envisager. Il est alors conseillé de planter en enrichissement pour (1) profiter de l'amélioration de la forme des semis par le Bouleau, (2) permettre la protection contre l'insolation des plants par les bouleaux lors des premières années d'installation, (3) économiser sur le nombre de plants à installer (présentation en fiche **T1 page 72**).
- Enfin, il est toujours possible de recourir à une plantation en plein (fiche **T1 page 72**), même si ce choix n'est pas forcément le plus économique.

TYPE DE RÉGÉNÉRATION P2



Régénérations post-tempête acquises uniquement si l'on considère Bouleau, Charme, et Tilleul comme des essences d'intérêt

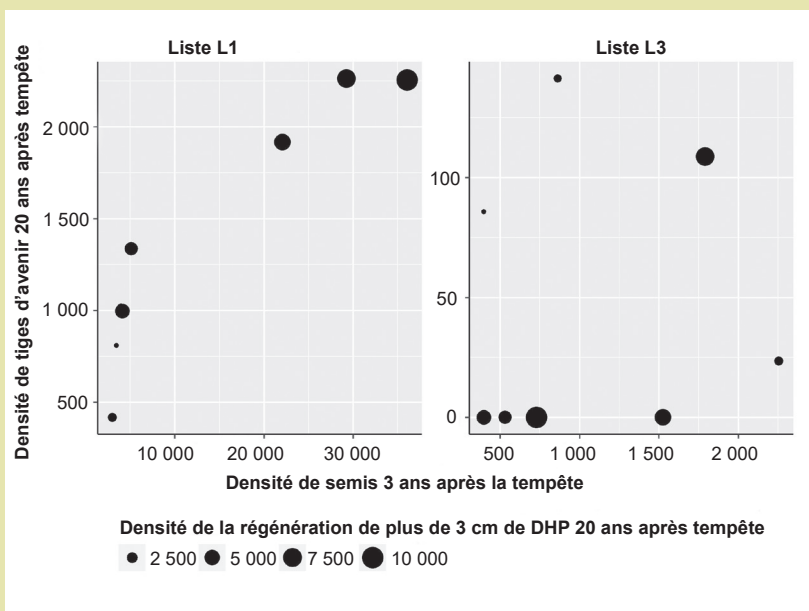
Fréquence : 8,5 % des sites (8)

Description générale de la régénération 20 ans après tempête

- La régénération de ces sites est acquise 20 ans plus tard si l'on considère le Bouleau, le Charme et le Tilleul comme des essences d'intérêt.
- Elle est par contre très problématique dès lors que le Bouleau ou le Charme ne sont pas considérés comme des essences d'intérêt sylvicole par le propriétaire.

Densité

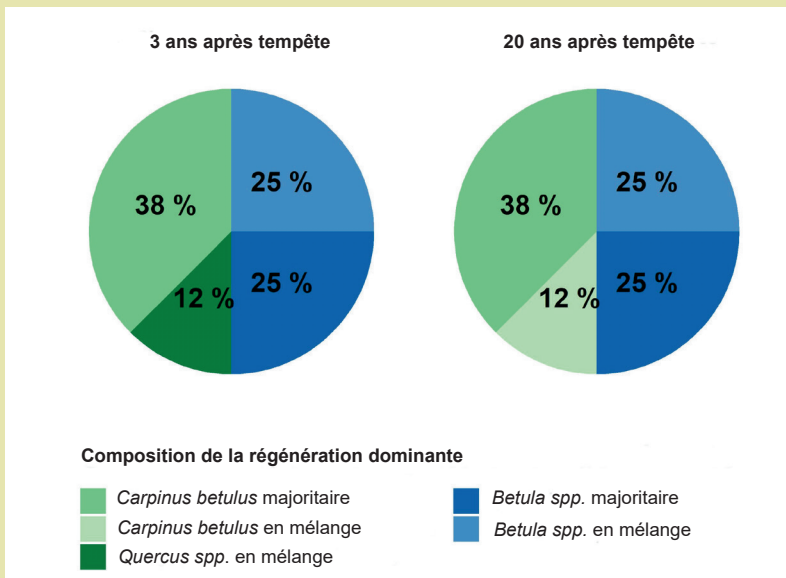
- La densité de la régénération 3 ans après tempête est supérieure à 2 500 semis/ha, mais est faible si l'on considère la liste d'essences d'intérêt L3 excluant bouleaux, charmes et tilleuls.
- Le développement des houppiers et la croissance diamétrale au bout de 20 ans des bouleaux sans intervention sont faibles.



Pour les listes **L1** et **L3** : densité de tiges d'avenir 20 ans après tempête en fonction de la densité des semis trois ans après tempête. Les échelles des abscisses et des ordonnées sont différentes. Densité : nb/ha.

Composition

Les essences principales de la régénération post-tempête de plus de 5 cm de DHP 20 ans après tempête sont principalement les bouleaux ou le charme.



Proportion des types de composition de la régénération au sein de l'observatoire (liste L1). Trois ans après tempête : tous les semis et 20 ans après tempête : tiges de plus de 5 cm de DHP.

Caractéristiques

Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire :

- Ce type de régénération est souvent associé à la présence de traces d'hydromorphie dans les 50 premiers centimètres du sol au sein de l'observatoire (6 sites sur les 8).
- Altitude inférieure à 350 m.
- Il s'agit souvent de sites avec un peuplement antécédent feuillu (7 sites sur les 8) qui ne sont régénérés que si l'on considère le charme comme une essence d'intérêt.

Gestion

Conseils de gestion

- Si le propriétaire considère le Bouleau ou le Charme comme des essences d'intérêt, il faut recourir à des travaux de nettoyage-dépressage, particulièrement dans le cas du Bouleau (fiche **T2 page 76**).
- Dans le cas contraire, si l'essence majoritaire est le bouleau, la plantation en enrichissement est conseillée. Il faut mettre en balance le fait qu'un peuplement de bouleau ou de charme peut être acquis sans frais d'installation, alors que l'implantation d'autres essences sera coûteuse (surtout lorsque le charme est présent lors du diagnostic) (fiche **T2 page 76**).
- Enfin, il est toujours possible de recourir à une plantation en plein (fiche **T1 page 72**), même si ce choix n'est pas forcément le plus économique.
- Dans tous les cas, il est important de raisonner le niveau d'investissement en fonction des possibilités de mise en valeur des bois (potentiel de la station, accessibilité de la forêt), de l'état de l'équilibre faune-flore et plus largement des enjeux pour le propriétaire.

TYPE DE RÉGÉNÉRATION R1

Régénération acquise

R1

Peuplement antécédent de Douglas

Fréquence : 2 % des sites (2)

Description générale de la régénération 20 ans après tempête

Toutes les régénérations comportant du Douglas comme essence principale trois ans après tempête au sein de l'observatoire sont acquises 20 ans plus tard.

Nota : La faiblesse de l'effectif de ces sites au sein de l'Observatoire des peuplements dévastés doit conduire le lecteur à relativiser les indications fournies dans cette fiche.

Densité

La densité de la régénération trois ans après tempête est supérieure à 2 500 semis/ha (voire 2 300 semis/ha dans un troisième site).

Composition

Le Douglas reste l'essence principale de ces régénérations au bout de 20 ans et très peu d'autres essences d'intérêt sylvicole sont présentes dans le peuplement.

Caractéristiques

Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire :

Toutes les régénérations majoritaires en Douglas de l'observatoire ont été acquises avec des peuplements antécédents également en Douglas.

Gestion

Conseils de gestion

- L'adéquation entre la station forestière et le choix du Douglas comme essence d'intérêt est à évaluer par le propriétaire forestier.

- Si le choix du Douglas est retenu, se reporter aux guides sylvicoles existants.

TYPE DE RÉGÉNÉRATION R2

Régénération acquise

R2

Peuplement antécédent de Pin noir

Fréquence : 2 % des sites (2)

Description générale de la régénération 20 ans après tempête :

La régénération de ces sites est acquise 20 années plus tard que celle que soit la liste d'essences considérées comme d'intérêt.

Nota : La faiblesse de l'effectif de ces sites au sein de l'Observatoire des peuplements dévastés doit conduire le lecteur à relativiser les indications fournies dans cette fiche.

Densité

La densité de la régénération trois ans après tempête est supérieure à 2 500 semis/ha.

Composition

- Absence de pins dans la régénération 20 ans après tempête.
- La régénération est très majoritairement feuillue.
- On trouve une grande diversité d'essences dans la régénération trois ans après tempête qui est susceptible de se retrouver en partie dans les tiges de plus de 5 cm de DHP 20 ans après passage de la tempête (*Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Prunus avium*, *Quercus spp.*, *Sorbus aria*, *Sorbus torminalis*, *Ulmus sp.*, *Tilia spp.*).
- La qualité des tiges est fort variable au bout de 20 ans sans intervention et certaines tiges mal conformées mais vigoureuses ont concurrencé des tiges qui auraient pu être d'avenir.

Caractéristiques

Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire :

100 % des peuplements antécédents étaient des plantations de Pin noir.

Gestion

Conseils de gestion

- Il est recommandé de travailler au profit des tiges appartenant à des essences de fort intérêt sylvicole si ces essences sont présentes dans la régénération, voire de favoriser le mélange d'essences (fiche **T3** page 79).

- La gestion de ce type de régénération peut être fortement aidée par l'installation de cloisonnements sylvicoles, pour mieux apprécier les potentialités des tiges présentes.

TYPE DE RÉGÉNÉRATION R3



Peuplement antécédent de Pin sylvestre

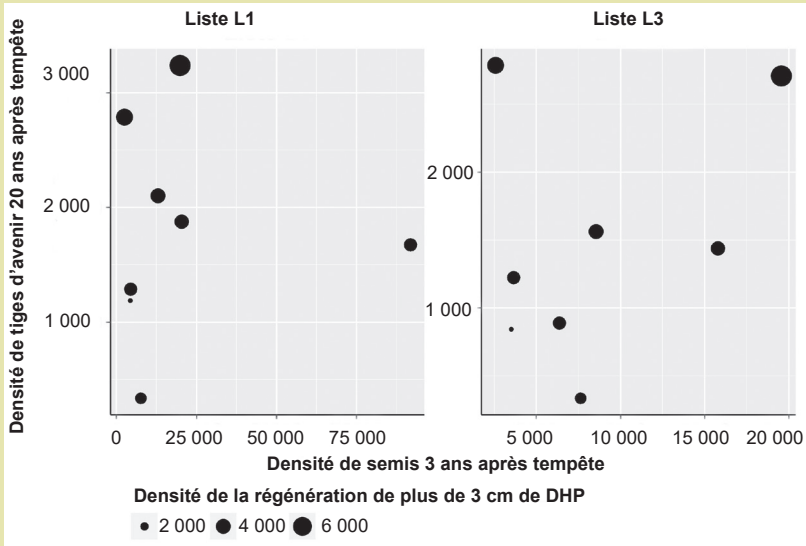
Fréquence : 8,5 % des sites (8)

Description générale de la régénération 20 ans après tempête

La régénération de ces sites est acquise 20 années plus tard quelle que soit la liste d'essences considérées comme d'intérêt.

Densité

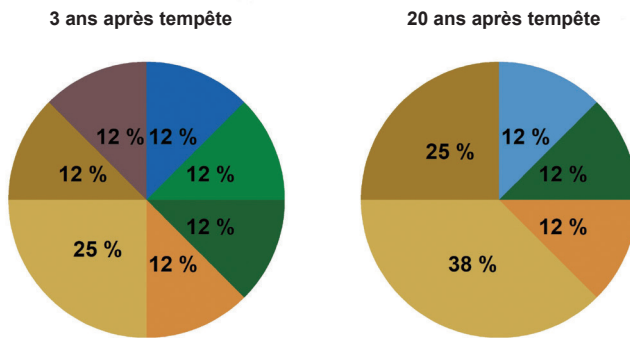
La densité de semis trois ans après le passage de la tempête est forte ($\geq 2\,500$ semis/ha) quelle que soit la liste d'essences considérée (L1-L2-L3).



Pour les listes L1 et L3 : densité de tiges d'avenir 20 ans après tempête en fonction de la densité des semis trois ans après tempête. Les échelles des abscisses et des ordonnées sont différentes. Densité : nb/ha.

Composition

- Présence possible de bouleaux et chênes lors du diagnostic précoce qui sont susceptibles de rester en partie dans les tiges de plus de 5 cm de DHP 20 ans après passage de la tempête.
- Dans les régénérations mélangées, le Pin sylvestre est toujours accompagné de bouleaux, et parfois de chênes. Ceci est à mettre en relation avec des peuplements antécédents également mélangés avec ces deux espèces (les arbres relictuels en témoignent). Un des sites est d'ailleurs complètement régénéré en Chêne.



Composition de la régénération dominante

- *Pinus sylvestris* majoritaire
- *Pinus sylvestris* en mélange
- *Pinus sylvestris* et *pinus nigra* subsp. *laricio*
- *Quercus* spp. majoritaire
- *Quercus* spp. en mélange
- *Betula* spp. majoritaire
- *Betula* spp. en mélange

Proportion des types de composition de la régénération au sein de l'observatoire (liste L1). Trois ans après tempête : tous les semis et 20 ans après tempête : tiges de plus de 5 cm de DHP.

Caractéristiques

Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire :

- Régénérations installées sur des sols de pH situé aux environ de 4.2.
- Ces sites sont majoritairement situés hors du quart nord-est. Les pineraies du quart nord-est sont quant à elles souvent classées en **P1** ou **P2**.

Gestion

Conseils de gestion

- Les pins sylvestres souffrent de la concurrence en l'absence d'intervention, notamment dans le cas de fortes densités. Des travaux de nettoyage et dépressage peuvent alors être nécessaires vers 5 à 7 mètres de hauteur. Se reporter aux guides sylvicoles déjà existants.
 - Les régénérations obtenues étant souvent mélangées, il est possible de travailler au profit des tiges de chêne pour favoriser le mélange, par des dégagements puis des nettoyements (fiche **T4 page 82**).
 - Le bouleau, souvent présent, améliore la qualité des autres essences, ce qui nécessite de doser le mélange et les degrés de compétition pour obtenir le bon effet améliorateur (fiche **T4 page 82**).
- (Le peuplement régénéré en Chêne ne relève pas de ces conseils)**

TYPE DE RÉGÉNÉRATION R4



Peuplement antécédent d'Épicéa commun et/ou de Sapin pectiné

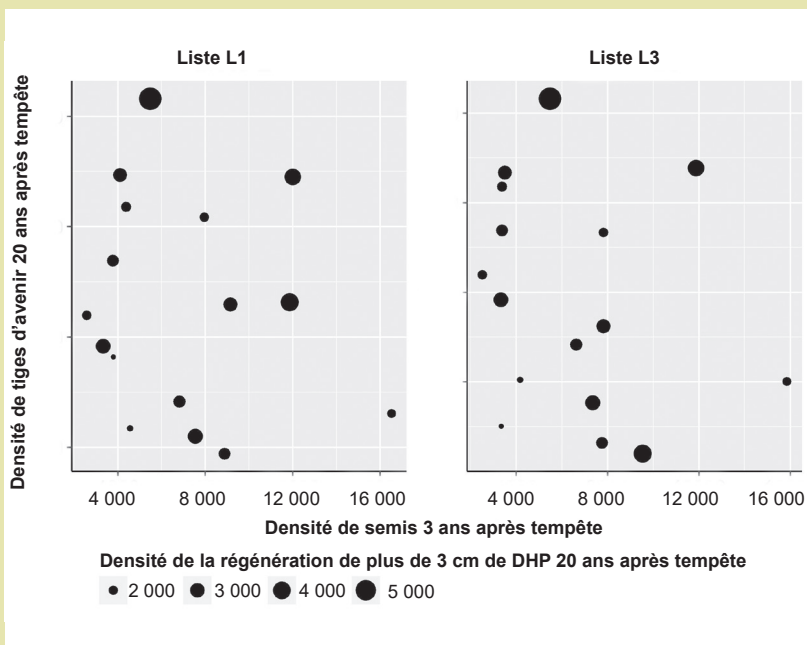
Fréquence : 17 % des sites (16)

Description générale de la régénération 20 ans après tempête

Toutes les régénérations sont acquises 20 ans après tempête si le Bouleau est considéré comme une essence d'intérêt. Deux sites sont considérés comme régénérés uniquement si l'on considère le Bouleau comme une essence d'intérêt.

Densité

La densité de semis trois ans après le passage de la tempête est forte ($\geq 2\,500$ semis/ha) quelle que soit la liste d'essences considérée (L1-L2-L3).

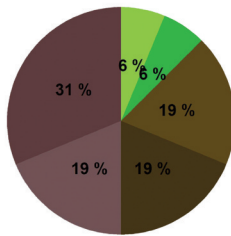


Pour les listes **L1** et **L3** : densité de tiges d'avenir 20 ans après tempête en fonction de la densité des semis trois ans après tempête. Les échelles des abscisses et des ordonnées sont différentes. Densité : nb/ha

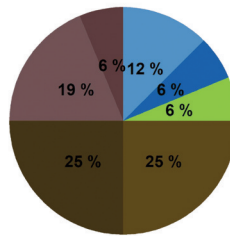
Composition

- Présence possible d'Épicéa, de Sapin, de Hêtre et de Bouleau.
- La place du Sapin régresse au fil du temps dans les régénérations.
- Le Bouleau, qui fait son apparition dans plusieurs sites conserve ensuite sa place 20 ans plus tard.

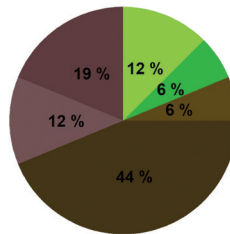
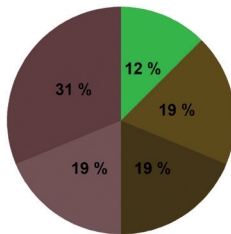
3 ans après tempête



20 ans après tempête



Liste L1



Liste L3

Composition de la régénération de plus de 5 cm de DHP

- Abies alba* majoritaire
- Abies alba* en mélange
- Picea abies* majoritaire
- Picea abies* en mélange
- Fagus sylvatica* majoritaire
- Fagus sylvatica* en mélange
- Betula spp.* majoritaire
- Betula spp.* en mélange

Pour les listes L1 et L3 : proportion des types de composition de la régénération au sein de l'observatoire. Trois ans après tempête : tous les semis et 20 ans après tempête : tiges de plus de 5 cm de DHP.

Caractéristiques

Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire :

- Les pessières se sont toutes régénérées en Épicéa.
- Les sapinières ont eu une évolution plus variable :
 - 1/3 sont restées avec des régénérations majoritairement en Sapin,
 - 1/3 est beaucoup plus mélangé en Bouleau et Hêtre,
 - 1/3 est régénéré en Épicéa.
- Lorsque la pression des cervidés est trop forte, il y a souvent un appauvrissement de la diversité spécifique et notamment un basculement d'une sapinière vers une pessière.

Gestion

Conseils de gestion

- La sylviculture à appliquer aux peuplements de Sapin ou d'Épicéa issus des régénérations post-tempête est décrite dans les guides déjà existants.
- Dans les cas d'un mélange d'essences (Sapin, Hêtre, Bouleau), ce mélange est à préserver en assurant une place suffisante aux feuillus lors des coupes. Le mélange peut être accentué par des opérations de dégagement dans les 5 à 7 ans après la tempête.
- Dans le cas où le mélange des essences est compromis par le déséquilibre faune-flore, le propriétaire doit étudier la faisabilité économique et écologique de l'installation de protections (enclos, protections individuelles). Le coût élevé des protections, l'incertitude concernant l'avenir des plants en contexte climatique incertain, ainsi que la forte sensibilité des tiges à l'écorçage et au frottis lorsque les protections sont retirées, rendent ces situations difficiles à régénérer.

TYPE DE RÉGÉNÉRATION F1

Régénération acquise

F1

Peuplement antécédent à Hêtre

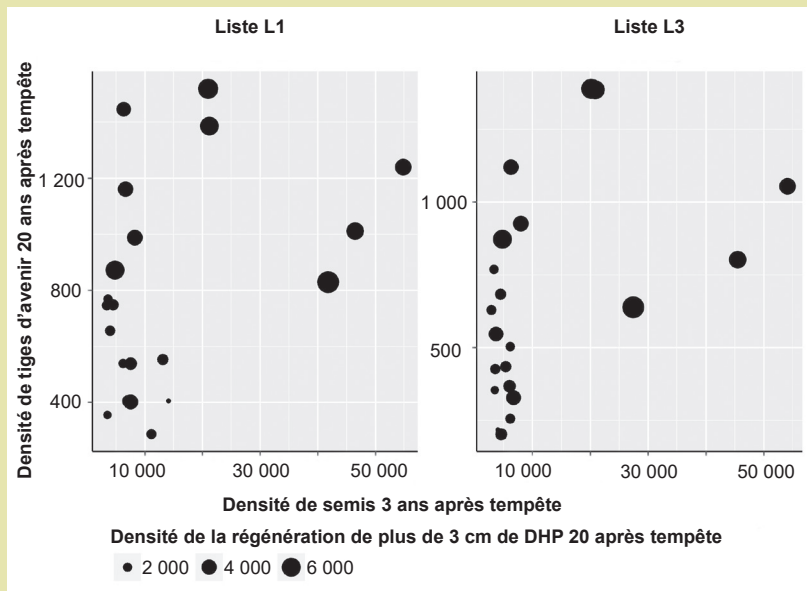
Fréquence : 22 % des sites (21)

Description générale de la régénération 20 ans après tempête

20 ans après passage de la tempête, la régénération est acquise quelle que soit la liste d'essences d'intérêt considérée.

Densité

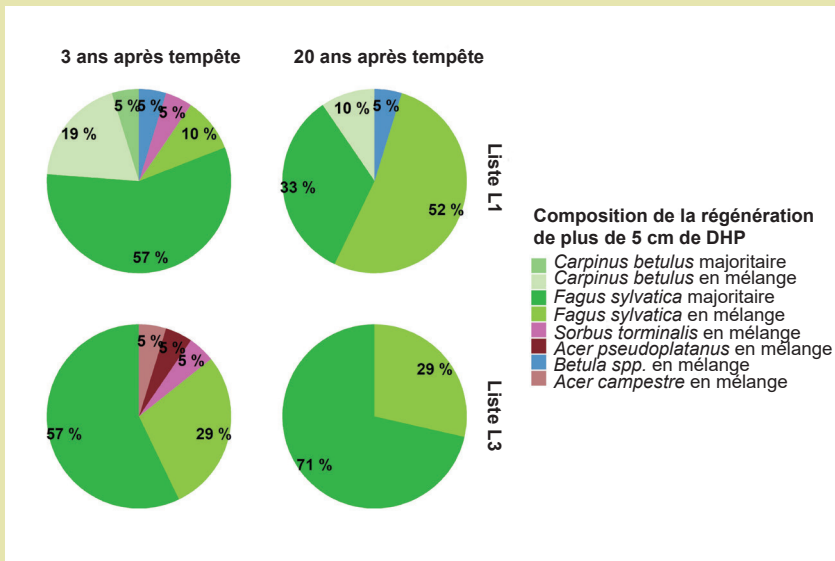
La densité de semis trois ans après le passage de la tempête est forte ($\geq 2\,500$ semis/ha) quelle que soit la liste d'essences considérée (L1-L2-L3).



Pour les listes L1 et L3 : densité de tiges d'avenir 20 ans après tempête en fonction de la densité des semis trois ans après tempête. Les échelles des abscisses et des ordonnées sont différentes. Densité : nb/ha.

Composition

- L'essence principale de la régénération de plus de 5 cm de DHP 20 ans après passage de la tempête est en grande majorité le Hêtre (90 % des sites).
- De nombreuses essences sont présentes en faibles proportions dans la régénération (ex. *Prunus avium*, *Quercus spp.*, *Sorbus torminalis*, *Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aria*) et certaines voient leur proportion dans la régénération diminuer 20 ans après passage de la tempête.
- Le Frêne, présent en grande quantités dans certaines régénérations trois ans après passage de la tempête, ne représente plus qu'une faible proportion de la régénération de plus de 5 cm de DHP 20 ans après passage de la tempête (il ne figure pas dans les représentations). C'est très vraisemblablement un effet fort de la chalarose.



Pour les listes **L1** et **L3** : proportion des types de composition de la régénération au sein de l'observatoire. Trois ans après tempête : tous les semis et 20 ans après tempête : tiges de plus de 5 cm de DHP.

Caractéristiques

Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire :

La moitié des sites a une dynamique de régénération lente. Ces sites sont associés à un pH élevé et peuvent correspondre à des situations sur sols superficiels sur calcaire.

Gestion

Conseils de gestion

- La régénération est acquise mais avec une dominance forte du hêtre qui est une essence extrêmement concurrente pour les autres essences feuillues. Or, pour accroître la résilience d'un peuplement, il est conseillé de favoriser le mélange des essences. Pour cela, des travaux de cloisonnement sylvicole, de dégagement et de nettoyage avec dosage des essences sont à engager. Ces travaux font l'objet de guides déjà existants auxquels le lecteur pourra se reporter.
- Les essences en mélange sont pour la plupart des feuillus qui ont besoin d'espace vital assez important et qui sont disséminés (8 % de feuillus précieux dans le Hêtre). Les travaux devront donc s'attacher à

pratiquer des détourages vigoureux de la cime des feuillus précieux tout en maintenant un gainage.

- L'efficacité de ces travaux reposera sur un diagnostic préalable des compétitions entre essences 5 à 8 ans après la tempête, et sur un repérage facilité des semis à favoriser par l'ouverture de cloisonnements sylvicoles tous les 8 à 10 mètres. Au besoin, les détourages pourront être réalisés par points d'appui assis par rapport aux cloisonnements pour réduire les coûts.

TYPE DE RÉGÉNÉRATION F2

F2

Peuplement feuillus mélangés

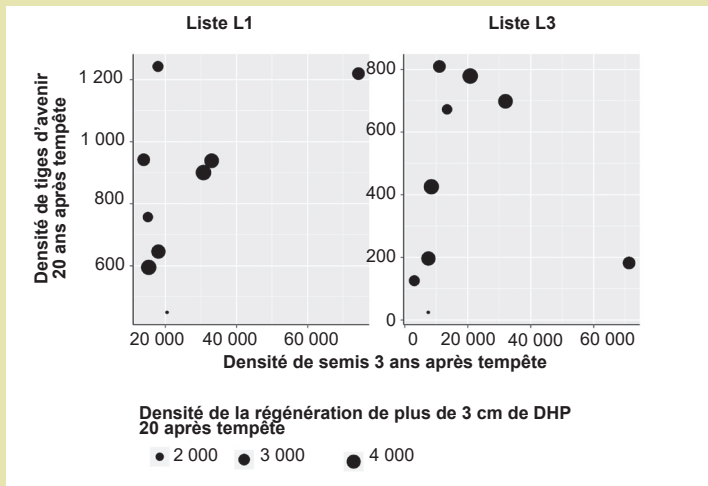
Fréquence : 10 % des sites

Dynamique générale de la régénération 20 ans après tempête

Toutes les régénérations sont acquises 20 ans après tempête si le Charme est considéré comme une essence d'intérêt. Deux sites ne sont considérés comme régénérés que si l'on considère le Charme comme une essence d'intérêt.

Densité

La densité de semis trois ans après le passage de la tempête est forte ($\geq 2\,500$ semis/ha) quelle que soit la liste d'essences considérée (L1-L2-L3).



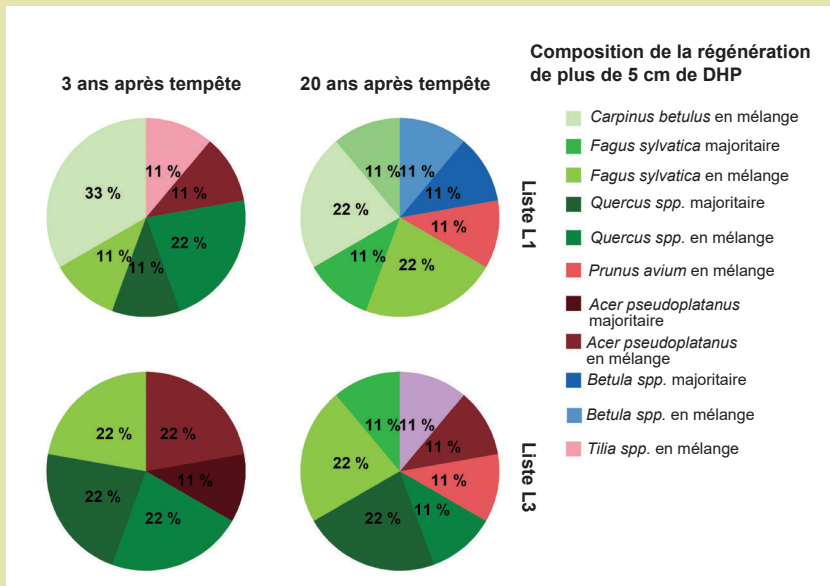
Pour les listes L1 et L3 : densité de tiges d'avenir 20 ans après tempête en fonction de la densité des semis trois ans après tempête. Les échelles des abscisses et des ordonnées sont différentes. Densité : nb/ha.

Composition

- Les régénérations de ce groupe sont les plus mélangées au sein de l'observatoire.
- Le Hêtre et le Charme sont deux essences fréquentes et compétitrices, toujours présentes dès l'installation et jusqu'au peuplement acquis 20 ans plus tard.
- *A contrario*, les chênes, même présents en quantité trois ans après

la tempête, disparaissent quasiment de la régénération en 20 ans.

- Les érables, en particulier le Sycomore, sont également bien présents dès l'installation et jusqu'au peuplement acquis 20 ans plus tard, et ce malgré une concurrence du Hêtre assez marquée.



Pour les listes L1 et L3 : proportion des types de composition de la régénération au sein de l'observatoire. Trois ans après tempête : tous les semis et 20 ans après tempête : tiges de plus de 5 cm de DHP.

Caractéristiques

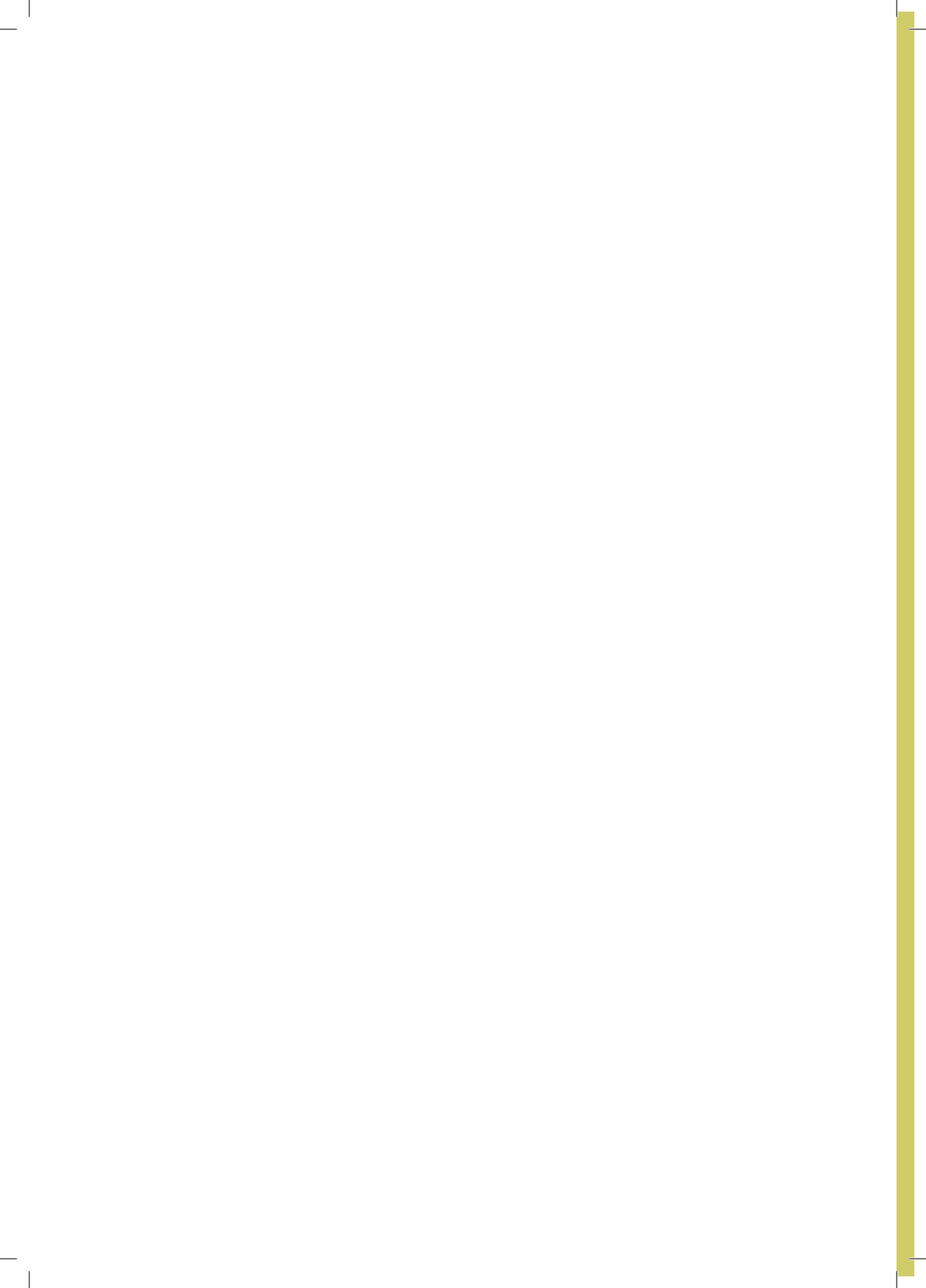
Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire :

- Sols riches chimiquement à pH > 5 et altitude faible (< 400 m).
- Peuplements antécédents mélangés, les chênes étant présents sans dominance

Gestion

Conseils de gestion

- La conservation de la diversité des essences est très conseillée, surtout dans un contexte de changement climatique.
- Dans ce cadre, il est souhaitable d'intervenir au profit des essences autres que le Hêtre et le Charme, environ 7 à 8 ans après la tempête, en nettoyage et dosage d'essences, après mise en place de cloisonnements sylvicoles. Certains des peuplements antécédents étant des ex-TSF, d'anciens brins de taillis courbés et rejetant doivent alors être éliminés car ils sont très concurrents des tiges d'avenir.
- Cette opération peut être prolongée par un détournement lorsque le peuplement atteint 7 à 8 mètres de hauteur (tiges qualifiées pouvant être repérées assez facilement) destiné à créer un espace vital suffisant autour des feuillus précieux et à leur permettre d'installer leur houppier. Cette opération peut être au besoin réalisée en points d'appui pour réduire les coûts.
- La régénération de Chêne qui s'installe de façon abondante ou disséminée doit être délogée plusieurs fois de la concurrence des hêtres et charmes pour être viable, dès les premières années.
- La priorité à donner à ces investissements par un propriétaire doit être mise en relation avec l'état de l'équilibre faune-flore, toutes ces essences à favoriser étant appétentes.



**Reconstitution
des peuplements
mités**





LE GUIDE : MODE D'EMPLOI

Ce guide permet (i) de caractériser l'acquisition de la régénération des peuplements dévastés à partir d'un diagnostic précoce et (ii) de fournir des conseils de gestion pour obtenir un renouvellement de qualité.

1^{re} ÉTAPE

Déterminer le type de régénération post-tempête grâce à la clé d'identification de la page 50.

La clé se base sur la densité et la composition de la régénération d'essences d'intérêt lors d'un diagnostic précoce (3 - 4 ans) après passage d'une tempête puis sur le type de peuplement antécédent.

2^e ÉTAPE

Consulter la fiche de la « régénération type » correspondante.

Les caractéristiques de la régénération de chaque type et les conseils de gestion associés sont décrits dans une fiche synthétique conçue selon un même modèle présenté à la page 50. La rubrique « conseils de gestion » renvoie à des « fiches techniques » spécifiques qui sont présentées en page 69.

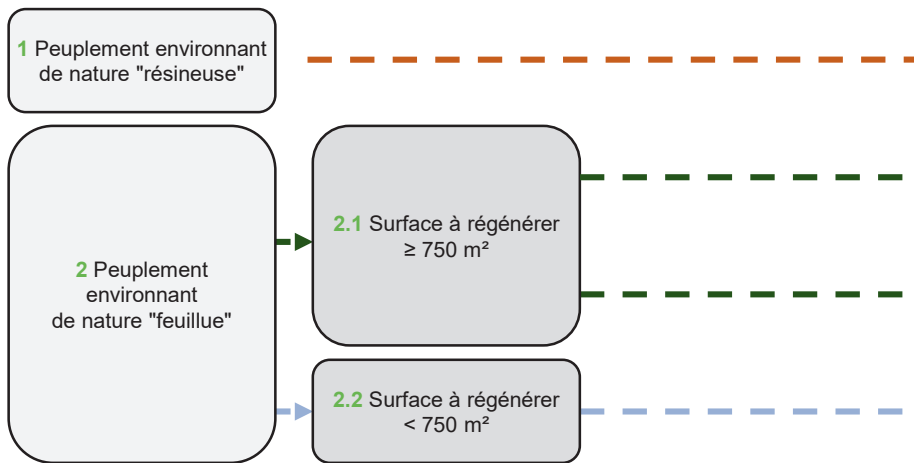
→ Ne pas hésiter à consulter plusieurs fiches « régénération type » en cas d'hésitation pour confirmer le diagnostic.

En effet, les situations intermédiaires sont inévitables, la clé aboutissant à fournir une vision simplifiée de la réalité.

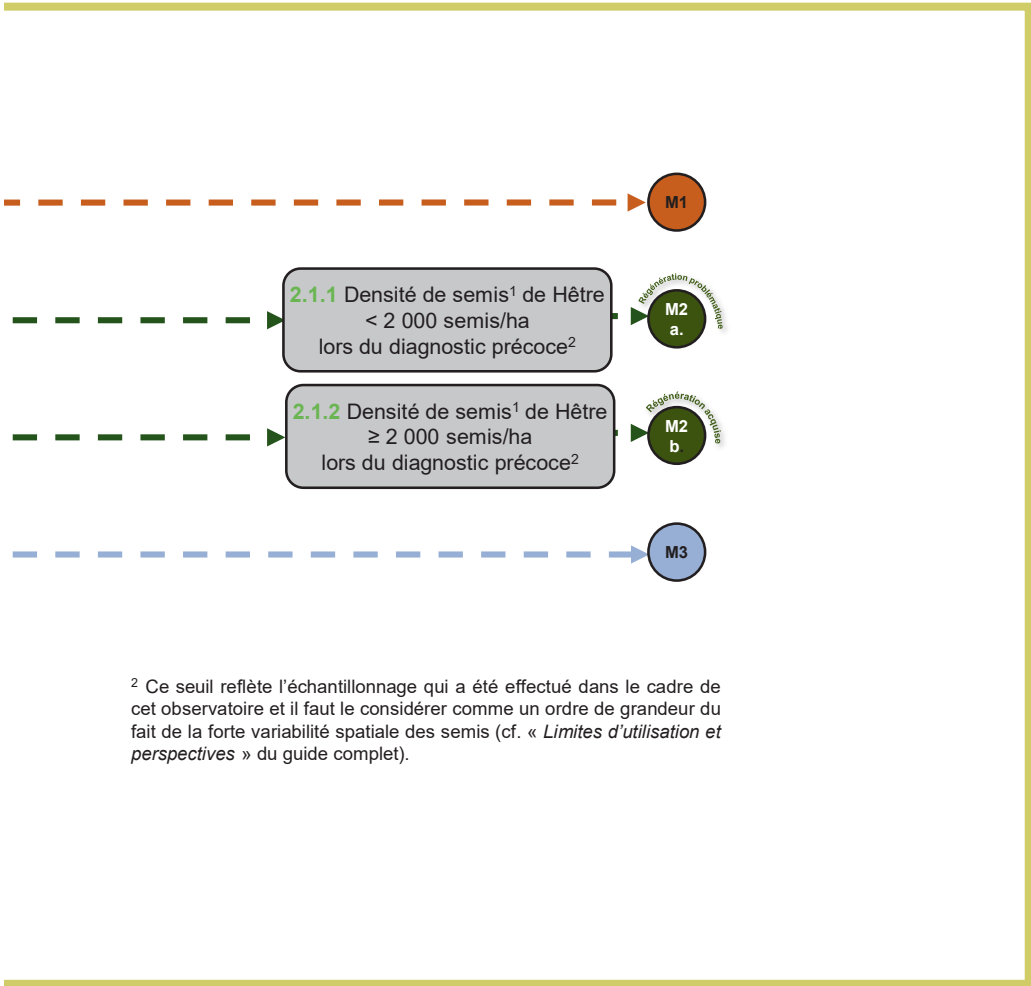
Les limites d'utilisation du guide sont exposées dans la version complète du guide.

RECONSTITUTION DES PEUPELEMENTS MITÉS

CLÉ DE DÉTERMINATION



¹ Densité des semis d'essences d'intérêt de plus d'un an et de plus de 10 cm de hauteur. Densité évaluée visuellement comme très satisfaisante ou quantifiée plus précisément si nécessaire. En effet, dans le cas de faibles densités à évaluer, la faible hauteur des semis couplée à une répartition spatiale souvent très hétérogène rendent l'estimation visuelle délicate. Il est alors conseillé de procéder à des comptages par échantillonnage (cf. « Comment réaliser un diagnostic ? » [page 52](#)).



² Ce seuil reflète l'échantillonnage qui a été effectué dans le cadre de cet observatoire et il faut le considérer comme un ordre de grandeur du fait de la forte variabilité spatiale des semis (cf. « *Limites d'utilisation et perspectives* » du guide complet).

COMMENT RÉALISER UN DIAGNOSTIC ?

- En cas de faible densité de semis d'intérêt estimée visuellement lors de la visite de terrain, il est conseillé de quantifier la densité de semis moyenne à l'échelle de la trouée pour pouvoir utiliser la clé de détermination.
- Il convient de préciser à ce stade que ce qui est recherché est un ordre de grandeur pour confirmer une très faible densité de semis, qui est difficile à détecter visuellement, surtout lorsque les semis sont de petite taille et lorsque des rémanents peuvent compliquer leur visualisation.
- *A priori*, si la densité de semis d'intérêt ou de Hêtre paraît déjà suffisante lors de la première inspection visuelle de la trouée, il est conseillé de ne pas procéder au comptage et de considérer que la densité de semis est supérieure à 2 000 semis/ha.
- Dans le cas contraire, il est conseillé de procéder à des comptages par placeaux, en soulignant bien que très souvent la taille de la trouée ne permettra pas de réaliser suffisamment de placeaux pour aboutir à une moyenne précise. Cependant, cela permettra de conforter ou non le fait d'être loin du seuil des 2 000 semis/ha qui lui-même est donné comme un ordre de grandeur.

Méthode d'échantillonnage – inventaire par placeaux

Plusieurs stratégies d'échantillonnage sont possibles, mais nous proposons un **inventaire par placeaux**.

Pour chaque placeau (2 m de rayon) : compter le nombre de semis de plus d'un an et de plus de 10 cm de hauteur. Le comptage peut être plafonné à 12 semis par placeau et par essence (correspondant à 10 000 semis/ha). Il est recommandé de dénombrer les semis par essence de manière à pouvoir utiliser les listes proposées dans ce guide (**listes L1, L2 et L3**) et pour avoir une idée de leur diversité.

Calculer la moyenne des densités obtenues par placeau pour obtenir la densité **moyenne à l'échelle de la trouée**. En effet, compte tenu de la variabilité spatiale constatée dans les sites de l'OPM et la surface restreinte des placeaux, chaque valeur ne peut être utilisée en tant que telle.

Organisation et nombre de placeaux

- Les placeaux ne doivent pas se situer trop près de la lisière formée par les pieds des arbres de bordure de la trouée. Une distance minimale de l'ordre de 4 mètres entre cette lisière et la bordure des placeaux doit être observée.
- Les placeaux doivent être répartis du mieux possible à l'intérieur de la trouée, et peuvent avoir une distance minimale entre leurs bordures de 4 mètres.
- Leur nombre est bien sûr dépendant de la taille de la trouée. 20 placeaux, compte tenu de la précision nécessaire et du temps à passer raisonnablement dans une grande trouée (jusqu'à 0,5 ha mais la plupart sont de 0,1 à 0,2 ha au sein de l'observatoire) paraît être un maximum. Dans les trouées de petites tailles, l'application des distances par rapport à la lisière et entre placeaux va conditionner leur nombre, qui sera inférieur à ce maximum.



LA FICHE : MODE D'EMPLOI

Chaque fiche descriptive du type de régénération est construite sur le même modèle. Les trois fiches sont présentées à partir de la **page 56**. Les fiches ont été créées par rapport aux sites prédits correctement par la clé.

Peuplements mixés

TYPE DE RÉGÉNÉRATION M1

Fréquence : 16 % des sites (9)

1 Régénérations problématiques des peuplements mixés résineux (épicéas de plaine et pin sylvestre)

2 Description générale de la régénération 20 ans après tempête

3 La régénération est problématique, quelles que soient les essences d'intérêt retenues.

54

Peuplements mixés

Densité

4

- La densité de semis six ans après le passage de la tempête est variable mais la densité de liges d'avenir 20 ans après passage de la tempête est toujours très faible quelle que soit la liste d'essences considérées (liste L1, L2 et L3).
- 80% des sites à peuplements résineux environnant n'ont pas connu d'installation de semis, ou dans des quantités très faibles.

Pour les listes L1 et L3 : densité de liges d'avenir 20 ans après tempête en fonction de la densité des semis 6 ans après tempête. Les échelles des abscisses et des ordonnées sont différentes. Densité : nb/ha.

55

Peuplements mixés

5 Composition

- Plusieurs sites n'ont pas d'installation de semis.
- Les essences principales de la régénération de plus de 5 cm de DHP 20 ans après tempête sont diverses. Le plus souvent, ce sont des essences feuillues qui sont déjà présentes six ans après tempête.

Proportion des types de composition de la régénération au sein de l'observatoire (liste L1) : six ans après tempête : semis de plus d'un an et 20 ans après tempête : liges de plus de 5 cm de DHP

56

Peuplements mixés

6 Caractéristiques

Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire :

- Le peuplement environnant est une plantation d'épicéas de plaine (sept sites) ou un mélange avec du pin sylvestre (deux).

7 Gestion

Conseils de gestion

- L'enjeu principal concerne l'avenir du peuplement résineux environnant : quel est son état sanitaire ? Quel est son avenir par rapport à l'évolution climatique ? S'agissant de peuplements de basse altitude (altitude < 400 m pour les anciennes plantations d'épicéas), la reconstitution doit être raisonnée à l'échelle du peuplement dans son ensemble.
- Investir à l'échelle de la trouée semble peu pertinent : si toutefois un investissement à cette échelle était envisagé, le recours à une plantation en bouquet d'essences résidentes à larichesses entravée serait possible. Cet investissement doit également être mesuré par rapport aux efforts de protection contre les cervidés à mettre en place le cas échéant.

57

1 **Nom et identifiant du type de régénération**

Régénération naturelle potentielle 20 ans après passage de la tempête.

2 **Fréquence**

Fréquence observée de ce type de régénération au sein de l'observatoire. C'est une notion relative, dépendante de l'échantillonnage.

3 **Description générale de la régénération**

Description rapide de l'acquisition de la régénération obtenue 20 ans après passage de la tempête, éventuellement associée à une distinction de cas. Les rubriques ci-dessous sont alors développées pour chaque cas.

4 **Dynamique de la régénération - Densité**

Description des dynamiques de la densité observées.

5 **Dynamique de la régénération - Composition**

Description des dynamiques de la composition observées au sein de ces régénérations. Les pourcentages sont arrondis et le total peut être différent de 100.

Essence majoritaire : essence qui représente plus de 80 % de la régénération ou essence qui représente plus de 50 % de la régénération si aucune autre essence ne représente plus de 15 %.

6 **Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes**

Description des caractéristiques écologiques (édaphiques, biologiques, géographiques...) souvent trouvées associées à ce type de régénération au sein de l'observatoire des peuplements mités.

7 **Conseils de gestion**

Les recommandations concernent la gestion et les points de vigilances à avoir sur ces régénérations post-tempête. Les conseils de gestion renvoient dans certains cas à des fiches techniques détaillées disponibles à partir de la **page 69**. L'objectif dans ce guide est de développer uniquement des points rendus spécifiques par les caractéristiques des régénérations post-tempête.

TYPE DE RÉGÉNÉRATION M1



Régénérations problématiques des peuplements mités résineux (Épicéa de plaine et Pin sylvestre)

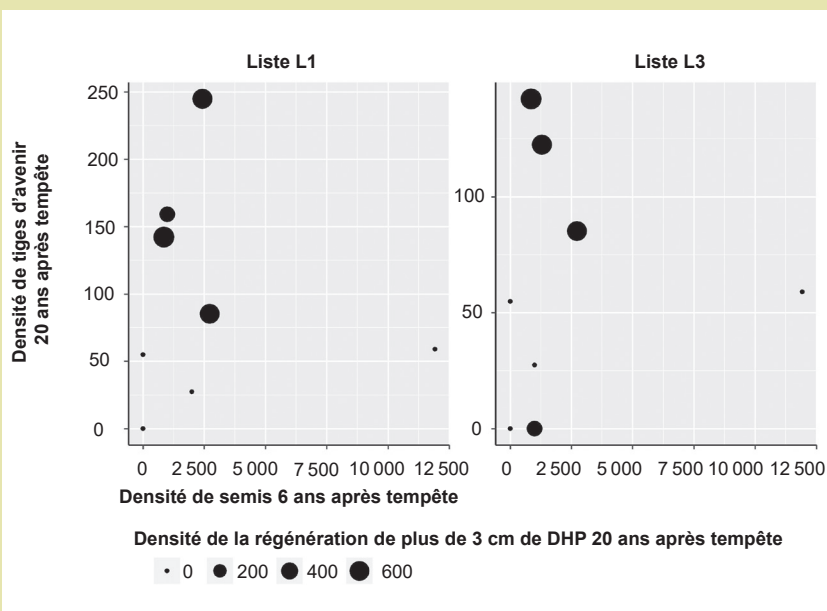
Fréquence : 18 % des sites (9)

Description générale de la régénération 20 ans après tempête

La régénération est problématique, quelles que soient les essences d'intérêt retenues.

Densité

- La densité de semis six ans après la tempête est variable mais la densité de tiges d'avenir 20 ans après passage de la tempête est toujours très faible quelle que soit la liste d'essences considérées (listes L1, L2 et L3).
- 86 % des sites à peuplements résineux environnant n'ont pas connu d'installation de semis, ou dans des quantités très faibles.



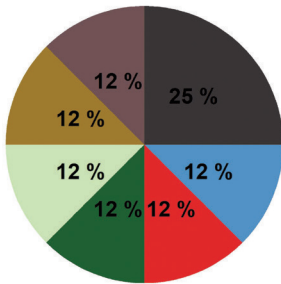
Pour les listes L1 et L3 : densité de tiges d'avenir 20 ans après tempête en fonction de la densité des semis six ans après tempête. Les échelles des abscisses et des ordonnées sont différentes. Densité : nb/ha.

Composition

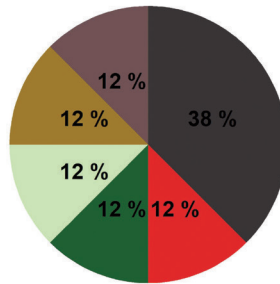
• Plusieurs sites n'ont pas d'installation de semis.

• Les essences principales de la régénération de plus de 5 cm de DHP 20 ans après tempête sont diverses. Le plus souvent, ce sont des essences feuillues qui sont déjà présentes six ans après tempête.

6 ans après tempête



20 ans après tempête



Composition de la régénération dominante



Proportion des types de composition de la régénération au sein de l'observatoire (liste L1). Six ans après tempête : semis de plus d'un an et 20 ans après tempête : tiges de plus de 5 cm de DHP.

Caractéristiques

Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire :

- Le peuplement environnant est une plantation d'Épicéa de plaine (sept sites) ou un mélange avec du Pin sylvestre (deux sites).

Gestion

Conseils de gestion

- L'enjeu principal concerne l'avenir du peuplement résineux environnant : quel est son état sanitaire ? Quel est son avenir par rapport à l'évolution climatique ? S'agissant de peuplements de basse altitude (altitude < 400 m pour les anciennes plantations d'épicéas), la reconstitution doit être raisonnée à l'échelle du peuplement dans son ensemble.
- Investir à l'échelle de la trouée semble peu pertinent ; si toutefois un investissement à cette échelle était envisagé, le recours à une plantation en bouquet d'essences résistantes à la sécheresse estivale serait possible. Cet investissement doit également être mesuré par rapport aux efforts de protection contre les cervidés à mettre en place le cas échéant.



Régénération des trouées de grande surface

Fréquence : 42 % des sites (21)

Description générale de la régénération 20 ans après tempête

– L'évolution observée sur les sites de l'observatoire rentrants dans cette catégorie conduit à distinguer deux types de situations :

M2-a. Les régénérations problématiques - 30 % des sites sont dans ce cas.

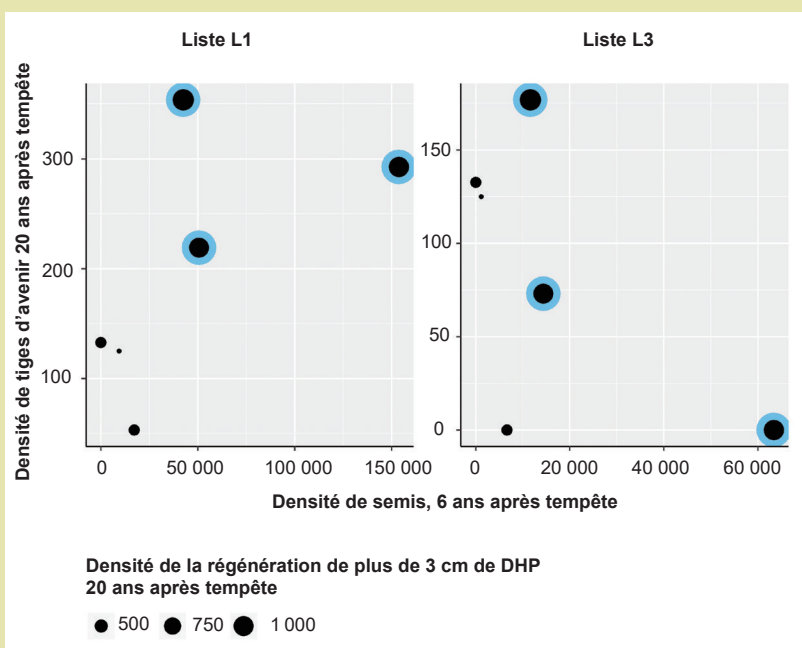
M2-b. Les régénérations acquises avec hêtre présent en grande quantité lors du diagnostic précoce - 70 % des sites sont dans ce cas.

– Les sites de **M2-a.** ont une régénération problématique 20 ans après le passage de la tempête si l'on ne considère pas les bouleaux, le charme et les tilleuls comme des essences d'intérêt. Par contre si ces essences sont considérées comme des essences d'intérêt et que le Tilleul est présent dans la régénération lors du diagnostic précoce, la régénération est considérée comme acquise (trois sites).

– Les sites de **M2-b.** présentent une bonne acquisition de la régénération 20 ans après le passage de la tempête quelle que soit la liste d'essences d'intérêt considérée.

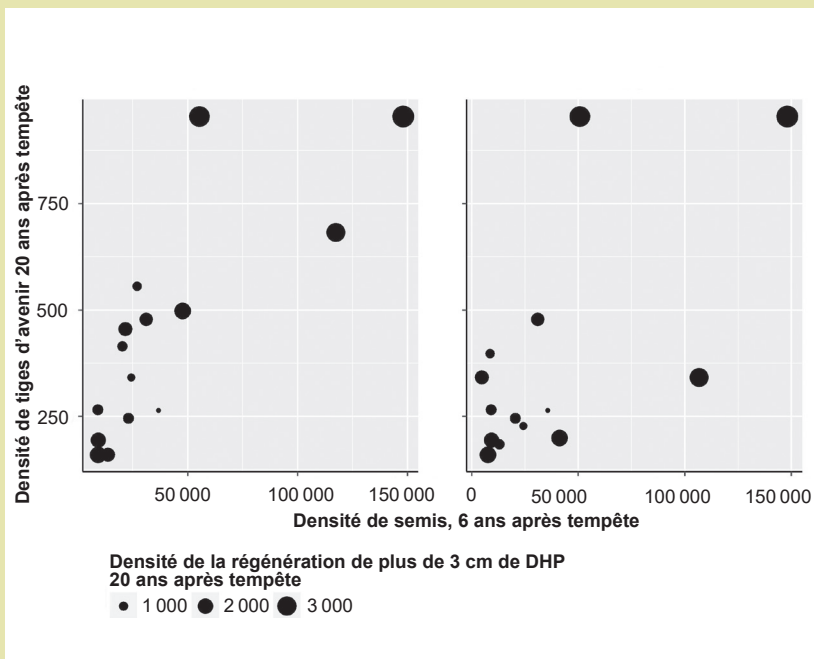
Densité

- La densité de semis trois ans après le passage de la tempête est variable. La question de l'installation des semis n'est généralement pas problématique.
- La densité de tiges d'avenir de plus de 5 cm de DHP 20 ans après passage de la tempête est forte si l'on considère les bouleaux, charmes et tilleuls comme des essences d'intérêt.



Densité de tiges d'avenir de la liste **L1** et **L3** 20 ans après tempête en fonction de la densité des semis de la liste **L1** et **L3** six ans après tempête. **M2-a** : sites qui avaient moins de 2 000 semis de hêtre lors du diagnostic. ● Une auréole bleue entoure les trois sites qui présentent une régénération acquise avec du Tilleul présent dans la régénération 6 ans après passage de la tempête.

Densité

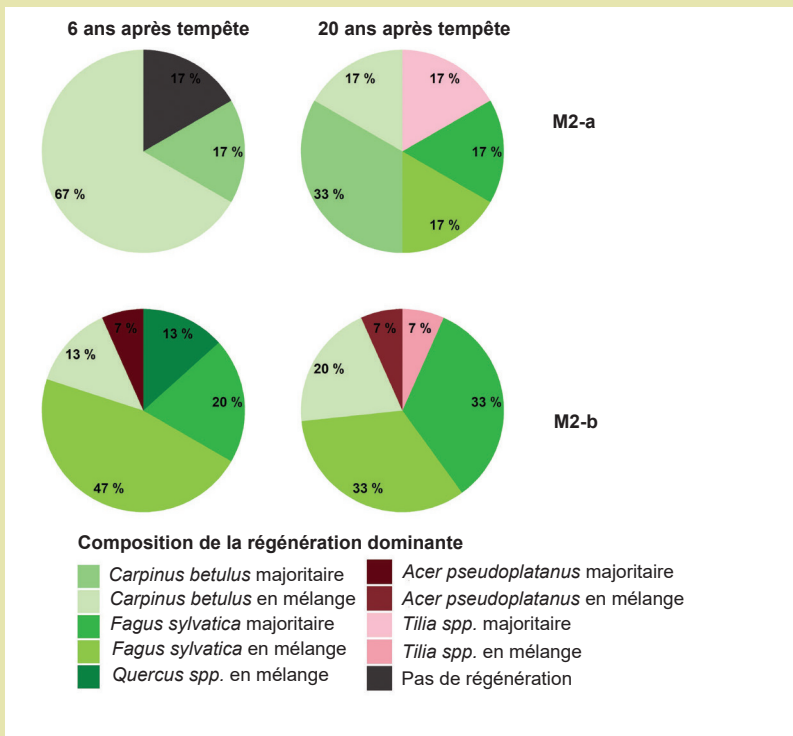


Densité de tiges d'avenir de la liste L1 et L3 20 ans après tempête en fonction de la densité des semis de la liste L1 et L3 six ans après tempête. M2b : sites qui avaient plus de 2 000 semis de Hêtre lors du diagnostic. Densité : nb/ha.

Composition

M2-a et M2-b - L'essence principale de la régénération post-tempête est majoritairement le charme, le hêtre ou le tilleul lors du diagnostic précoce et/ou 20 ans après tempête.

Il y a une forte perte des chênes et des feuillus précieux entre 2009 et 2018 en libre évolution.



Pour les listes **L1** et **L3** : proportion des types de composition de la régénération au sein de l'observatoire. Six ans après tempête : semis de plus d'un an et 20 ans après tempête : tiges de plus de 5 cm de DHP.

Caractéristiques

Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire :

- Le peuplement environnant est une chênaie ou un mélange feuillu.
- pH entre 4 et 7,7 et altitude inférieure à 450 m.

Gestion

Conseils de gestion

- Il est important de raisonner le niveau d'investissement en fonction des possibilités de mise en valeur des bois (potentiel de la station, accessibilité de la forêt), de l'avenir du peuplement environnant, de l'état de l'équilibre faune-flore et plus largement des enjeux pour le propriétaire.
- La question de l'installation des semis n'est généralement pas problématique ; mais les phénomènes de compétition et une lumière trop réduite, souvent dans un contexte de déséquilibre faune-flore, aboutissent 20 ans après la tempête sans intervention à un appauvrissement de la diversité spécifique et même à des densités totales trop faibles pour l'établissement d'un peuplement d'avenir.
- Des interventions sont donc conseillées : voir la fiche **T5 page 85**.
- Un enrichissement avec des essences plus résistantes aux sécheresses estivales peut être une opportunité dans ce contexte.

TYPE DE RÉGÉNÉRATION M3



Régénération des trouées de petite surface

Fréquence : 40 % des sites

Description générale de la régénération 20 ans après tempête

L'évolution observée sur les sites de l'observatoire rentrant dans cette catégorie conduit à distinguer deux types de situations :

M3-a. Les régénérations qui restent problématiques quelle que soit la liste d'essences considérée. 67 % des sites sont dans ce cas.

M3-b. Les régénérations acquises lorsque les bouleaux, le charme et les tilleuls sont considérées comme des essences d'intérêt. 33 % des sites sont dans ce cas.

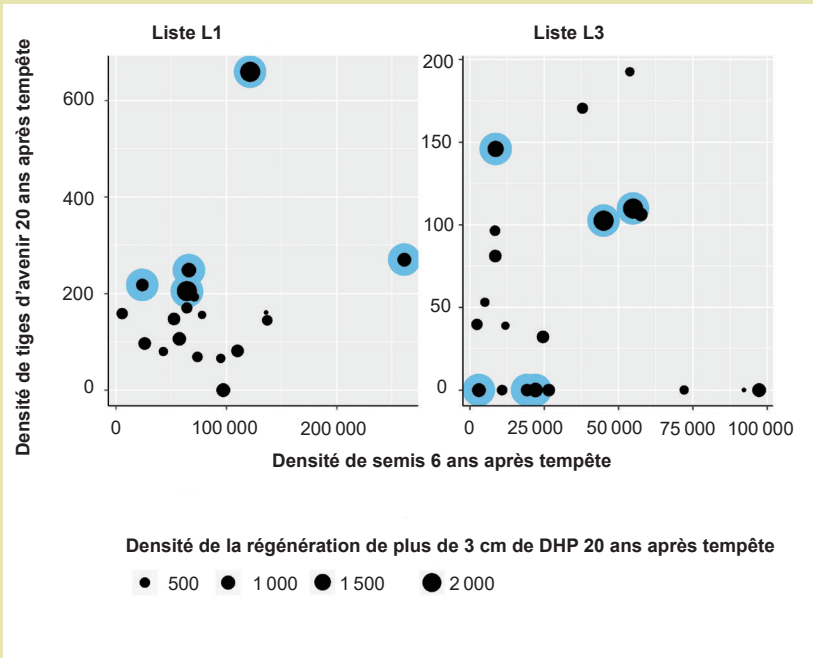
La distinction entre ces deux types de sites est difficile à faire à partir d'un diagnostic précoce.

Nota : Six petites trouées classées M3 de l'observatoire ont une régénération acquise avec la liste L3. Ils ne sont pas présentés ici mais le lecteur est appelé à considérer le groupe M3a comme assez hétérogène, pouvant conduire à des développements de tiges de Charme correctes.

Densité

• La densité de semis trois ans après le passage de la tempête est variable ($0 < \text{densité} < 140\ 000$ semis/ha).

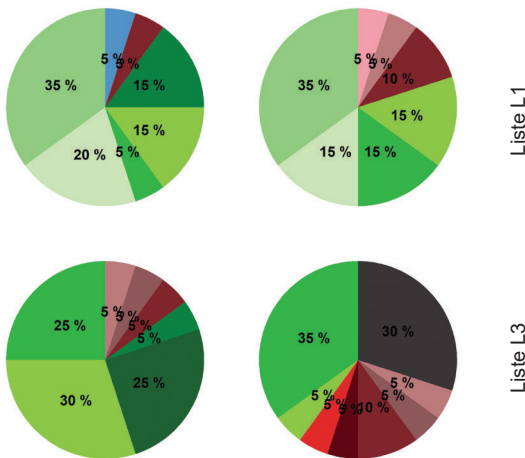
• La densité de tiges d'avenir de plus de 5 cm de DHP 20 ans après le passage de la tempête est faible.



Densité de tiges d'avenir de la liste L1 et L3 20 ans après tempête en fonction de la densité des semis de la liste L1 et L3 six ans après tempête. ● Une auréole bleue entoure les six sites qui présentent une régénération acquise si l'on considère les bouleaux, le Charme et les tilleuls comme des essences d'intérêt. Densité : nb/ha.

Composition

- Les essences principales de la régénération post-tempête sont majoritairement le Charme et le Hêtre.
- Il y a une forte perte des chênes et des feuillus précieux entre 2009 et 2018 en libre évolution.



Composition de la régénération de plus de 5 cm de DHP

- | | |
|--|---|
| ■ <i>Carpinus betulus</i> majoritaire | ■ <i>Prunus avium</i> majoritaire |
| ■ <i>Carpinus betulus</i> en mélange | ■ <i>Acer pseudoplatanus</i> majoritaire |
| ■ <i>Fagus sylvatica</i> majoritaire | ■ <i>Acer pseudoplatanus</i> en mélange |
| ■ <i>Fagus sylvatica</i> en mélange | ■ <i>Betula spp.</i> en mélange |
| ■ <i>Quercus spp.</i> majoritaire | ■ <i>Acer campestre</i> majoritaire |
| ■ <i>Quercus spp.</i> en mélange | ■ <i>Acer campestre</i> en mélange |
| | ■ <i>Tilia spp.</i> en mélange |

Pour les listes L1 et L3 : proportion des types de composition de la régénération au sein de l'observatoire. Six ans après tempête : semis de plus d'un an et 20 ans après tempête : tiges de plus de 5 cm de DHP.

Caractéristiques

Caractéristiques écologiques et biologiques fréquentes de ces régénérations au sein de l'observatoire :

- Le peuplement antécédent était une chênaie ou un mélange feuillu.
- pH entre 4 et 7,7 et altitude inférieure à 450 m.

Gestion

Conseils de gestion

- Il est important de raisonner le niveau d'investissement en fonction des possibilités de mise en valeur des bois (potentiel de la station, accessibilité de la forêt), de l'avenir du peuplement environnant, de l'état de l'équilibre faune-flore et plus largement des enjeux pour le propriétaire. Il est à mettre en regard de la faible surface de ces trouées.
- La question de l'installation des semis n'est généralement pas problématique. Cependant, les phénomènes de compétition et surtout une lumière trop réduite, souvent dans un contexte de déséquilibre faune-flore, aboutissent 20 ans après la tempête sans intervention à (1) un appauvrissement de la diversité spécifique et (2) des densités totales trop faibles pour l'établissement d'un peuplement d'avenir.
- Des interventions sont donc conseillées, en particulier pour agir sur le peuplement environnant : voir la fiche **T5 page 85**.

Fiches techniques



FICHES TECHNIQUES

LA FICHE TECHNIQUE : MODE D'EMPLOI

Chaque fiche descriptive du type de travaux sylvicoles est construite sur le même patron. Cinq fiches sont présentées à partir de la page 72.

The diagram illustrates the layout of a technical sheet, divided into two pages (76 and 77). It features several sections and callouts:

- Page 76:**
 - 1:** Points to the title "FICHE TECHNIQUE T2".
 - 2:** Points to the subtitle "Travailler le bouleau : pourquoi et comment ?".
 - 3:** Points to the section "2- Objectifs".
- Page 77:**
 - 4:** Points to the section "4- Préconisations".
 - 5:** Points to the section "4- Préconisations".
 - 6:** Points to the section "4- Préconisations".

Each callout is represented by a red circle with a white number inside. The sections are highlighted with blue bars. The page numbers 76 and 77 are located at the bottom of their respective pages.

Nom et identifiant de la fiche technique

Dénomination de la pratique sylvicole pouvant être conseillée.

Dans le contexte post-tempête

Sites concernés par ces pratiques dans le cadre spécifique du renouvellement des peuplements sinistrés par la tempête.

Objectifs

Description des objectifs potentiels conduisant à recourir à ce type de pratiques sylvicoles.

Dynamiques à prendre en compte

Description des principales dynamiques de la régénération ligneuse à considérer lors de la mise en œuvre de ces pratiques.

Préconisations

Principaux conseils sylvicoles et points auxquels il faut apporter une attention particulière.

Références

Documents qui font référence concernant ce type de pratiques.

FICHE TECHNIQUE T1

Reconstituer en cas de régénérations problématiques

1- Contexte post-tempête et résilience

Cette fiche concerne :

- les sites classés en **P1-a** qui présentent une régénération naturelle non satisfaisante, avec des densités toutes essences confondues très faibles ;
- les sites classés en **P1-b**, qui présentent une arrivée échelonnée de Bouleau en quantité suffisante. Le Bouleau est toutefois considéré par le propriétaire comme une essence d'accompagnement et ne suffisant pas à assurer un peuplement d'avenir ;
- les sites classés en **P2** où là aussi les bouleaux, charmes ou tilleuls qui se sont installés en densité suffisante ne sont toutefois considérés par le propriétaire que comme des essences d'accompagnement.

Actions :

La reconstitution par plantation, en plein ou par enrichissement, est alors une solution pour assurer l'avenir du peuplement. Elle doit aussi :

- favoriser la résistance et la résilience des peuplements reconstitués, notamment en termes de mélanges d'essences par rapport aux sécheresses estivales redoutées dans le contexte de changement climatique ;
- assurer une certaine biodiversité et diminuer les risques biotiques ou ceux liés aux variations du marché du bois, là aussi en diversifiant les essences ;
- être parcimonieux vis-à-vis des investissements dans des contextes post-tempête qui requièrent souvent des moyens financiers importants.

- tenir compte de l'état de l'équilibre faune-flore en évaluant la faisabilité économique et écologique de l'installation de protections (enclos, protections individuelles).

2- Objectifs

- Compléter les régénérations naturelles partielles lorsqu'il y a présence d'essences d'intérêt mais en trop faible densité pour assurer la formation d'arbres de qualité, ou pour renforcer la résistance future aux sécheresses estivales.
- Planter en enrichissement dans les recrûs naturels qui comportent des essences d'accompagnement ou des semis d'essences non adaptées à la station et/ou à son évolution future.
- Planter en plein lorsque les recrûs naturels ne permettent pas d'adopter les solutions d'enrichissement ou de complémentation.

Dans tous les cas :

- Privilégier et accentuer au besoin la diversité des essences, en accordant une attention particulière à celles fournissant une certaine assurance vis-à-vis du changement climatique (essences locales résistantes à la sécheresse estivale, provenances adaptées, essences allochtones résistantes).
- Installer ou compléter en privilégiant des implantations par bouquets, bandes, etc., d'assez faibles dimensions pour limiter les risques ultérieurs de dépérissement massif.

3- Dynamiques à prendre en compte

- Pour les sites classés en P1-b et en P2, il est fortement souligné que la végétation ligneuse en place constitue une aide efficace pour éduquer les plants qui seraient introduits, plutôt qu'un obstacle concurrentiel à éliminer.
- Il faut en tenir compte dès les travaux préparatoires à la plantation, comme par exemple en recourant à des travaux du sol localisés plutôt qu'un travail en plein.
- Une part significative de ces situations est observée derrière des peuplements antécédents résineux sur sols acides donc assez pauvres chimiquement. Les rémanents issus de l'exploitation des chablis doivent donc être laissés le plus possible sur le terrain, de façon éparpillée. Cette pratique est facilitée par un travail localisé du sol (un travail en plein pouvant demander la constitution d'andains dans lesquels les rémanents vont être concentrés).
- Cette situation est souvent observée derrière des peuplements antécédents résineux d'altitude qui sont en situation de fort déséquilibre sylvo-cynégétique.

4- Préconisations

- Se reporter aux manuels et guides de reboisement, ainsi qu'aux prescriptions nationales ou locales pour les choix d'essences et les techniques d'installation.
- En particulier, les associations d'essences en bouquets doivent s'appuyer sur les principes de synécologie de ces essences en fonction de la station forestière.

Points d'attention :

- Les plantations nécessitent un suivi régulier et des interventions sylvicoles adaptées.
- Certaines associations d'essences nécessitent une bonne technicité. Des compléments seront apportés dans les prochaines années dans ce domaine par de nouveaux guides sylvicoles.
- Recourir à des plantations, notamment avec des essences plus résistantes aux stress hydriques, impose le plus souvent de pouvoir installer des plants appétents pour les cervidés. Il est conseillé de régler avant tout un éventuel déséquilibre faune-flore. Dans le cas contraire, des protections devront être mises en place, augmentant fortement les coûts de plantation.
- Dans de rares cas, une couverture dense de végétation concurrente peut s'installer, pouvant bloquer la régénération (fougère aigle...). Le recours à une plantation rapide est alors conseillé.
- Les travaux envisagés doivent bien sûr respecter les réglementations en vigueur (loi sur l'eau, respect des zones humides, directives Natura 2000, charte de Parc national...).
- Le niveau d'investissement, comprenant les frais d'installation mais aussi d'entretien et de suivi, doit être raisonné en fonction des moyens disponibles : dans les situations P1-b et P2, tirer parti de la végétation ligneuse d'intérêt ou d'accompagnement peut permettre la réduction des coûts.

Références

DRAAF, 2014. *Guide technique « réussir la plantation forestière »*. Contrôle et réception des travaux de reboisement. 3^e édition, 80 p.

FICHE TECHNIQUE T2

Travailler le Bouleau : pourquoi et comment ?

1- Bouleau et contexte post-tempête

- Les sites classés en **P1-b** font l'objet d'une installation des bouleaux (essentiellement *Betula pendula*) qui peuvent, dans un contexte où les autres essences d'intérêt sont peu représentées, être un objectif de production et aussi constituer une étape vers l'acquisition progressive du renouvellement avec d'autres essences.
- Cette fiche peut aussi s'appliquer à d'autres sites qui ont une forte proportion de bouleaux dans la régénération de plus de 5 cm de DHP 20 ans après tempête.
- Le constat est également que les houppiers des bouleaux sont très étriqués sans intervention 20 ans après leur installation, ce qui rejoint la bibliographie sur le sujet.

2- Objectifs

- Produire du bois d'œuvre de Bouleau, tel que pratiqué dans d'autres pays européens : l'objectif est de produire des grumes de 4 à 5 mètres de long, de DHP minimum de 40 cm, droites et avec des nœuds très réduits.
- Mener une sylviculture dynamique du bouleau, ce qui permet aussi de conserver un couvert perméable à la lumière favorisant ainsi l'installation progressive d'essences telles que chênes, pins, hêtre (etc.) qui peuvent être à terme constitutives du peuplement.

3- Dynamiques à prendre en compte

- La croissance active du Bouleau (supérieure à 1 cm/an sur le diamètre) nécessite un développement précoce des houppiers, de façon à profiter des trente premières années où la croissance est maximale. Tout retard dans l'installation développée d'un houppier ne peut en effet être rattrapé : il faut donc éviter les phases de compression latérale trop longues.
- Le propriétaire qui souhaite tirer parti des semis s'installant sous les bouleaux doit veiller à ce que les semis bénéficient d'un éclaircissement suffisant.

4- Préconisations

- Choisir des tiges d'avenir assez espacées entre elles (7-8 m d'écartement) et les détourner vers 7 mètres de hauteur en veillant à créer un espace vide de l'ordre de deux mètres autour du houppier et en conservant des tiges dominées pour le gainage de la tige sélectionnée.
- Gérer également le cas échéant la compétition avec des essences concurrentes.
- La présence de semis d'essences d'intérêt s'installant dans le peuplement de bouleau peut aussi être prise en compte (éclaircie à leur profit).
- Une opération d'élagage de la grume peut être envisagée, notamment si la répartition est hétérogène et crée par endroits des conditions plus lumineuses sur les tiges d'avenir.
- L'arrivée d'autres essences en mélange peut être accélérée par des plantations en enrichissement par petits collectifs ; il est alors judicieux de s'appuyer sur des cloisonnements pour faciliter ces introductions et il est souvent néces-

saire de les protéger des cervidés (protections collectives par des latis bois ou par des plastiques légers).

- En cas d'introduction d'essences à croissance en hauteur assez rapide, la question de la concurrence des houppiers des bouleaux par le bas peut se poser à terme. Il est donc judicieux de ne pas conserver de bouleaux à l'aplomb des collectifs introduits.

Points d'attention :

- Les bouleaux ont un rôle d'éducateur vis-à-vis d'autres essences qui peuvent apparaître ; c'est un rôle positif à favoriser, tout en veillant à gérer la lumière dont dispose les semis.
- Les branches fines du bouleau peuvent, par effet « coup de fouet » sous l'action du vent, dégrader le houppier d'autres essences qui seraient en mélange ; il faut donc les couper si nécessaire.
- Les plantations sous couvert de bouleaux nécessitent un suivi régulier et des interventions sylvicoles adaptées. Certaines associations d'essences nécessitent une bonne technicité (voir la fiche **T1 page 72**).

Des compléments seront apportés dans les prochaines années dans ce domaine par de nouveaux guides sylvicoles.



FICHE TECHNIQUE T3

Travaux dans les peuplements feuillus après Pin noir

1- Renouvellement feuillu spontané post-tempête

- Les sites classés en **R2** font l'objet d'une installation de feuillus diversifiés, en lien avec les stations riches chimiquement où ont été implantés les pins noirs en plaine. Une partie de ces feuillus sont également issus de rejets (tilleuls, charmes, érables...) et peuvent être très présents à côté de semis de francs pieds ou supposés être de francs pieds.
- Ces régénérations naturelles renferment des essences précieuses qui nécessitent d'être mises en valeur

2- Objectifs

- Produire du bois d'œuvre de feuillus précieux (érables, alisiers...), de Chêne et de feuillus divers (Charme, Bouleau, Tilleul).
- Mener une sylviculture dynamique pour toutes ces essences d'intérêt qui offrent aussi, pour certaines d'entre elles, une résistance vis-à-vis des sécheresses estivales pouvant être provoquées par le changement climatique.
- Mettre en valeur ces peuplements spontanés évite aussi de recourir à nouveau à une plantation qui, sur ces stations, sera coûteuse et risquée.

3- Dynamiques à prendre en compte

- La plupart des essences d'intérêt s'installant dans ces régénérations feuillues sont rapidement très concurrencées au niveau de leurs houppiers, entraînant des pertes de croissance et des mortalités, ou *a minima* des déformations importantes des tiges (courbures, fourches...) rendant les grumes impropres à un usage par la filière bois.
- C'est bien lors de la phase de croissance initiale et de qualification que la situation se dégrade, la phase d'installation étant acquise. En effet, laisser les tiges d'intérêt en libre évolution pendant 20 ans amène à en perdre beaucoup et ainsi à se situer à la limite inférieure nécessaire pour constituer un peuplement d'avenir, alors que le stock initial de semis 5 ans après la tempête était très important.

4- Préconisations

- Installer des cloisonnements sylvicoles (10 mètres maximum d'entre-axe) de façon à faciliter les travaux sylvicoles. Cette ouverture de cloisonnements peut être réalisée assez rapidement après la tempête (3 ans environ) pour faciliter le diagnostic à poser sur le site en termes de densité et pour évaluer la diversité du mélange d'essences.
- Intervenir en nettoyage lorsque la régénération a 6 à 7 mètres de hauteur pour éliminer assez systématiquement les « loups » qui peuvent prendre beaucoup de place dans le peuplement car issus de rejets ou de tiges très courbées. Les « loups » d'essences particulièrement compétitrices (saules, tilleuls, charme, hêtre) doivent être particulièrement ciblés par cette opération.
- Accompagner ce nettoyage par le détournage des houppiers des tiges d'intérêt, en particulier pour celles à croissance en hauteur plus lente (Chêne, Alisier torminal...).

- Veiller toutefois à conserver les tiges dominées qui ne gênent pas les tiges d'intérêt détournées, de façon à faciliter l'élagage naturel de ces dernières jusqu'à 5 mètres de haut. Pour les tiges d'avenir à croissance en hauteur soutenue, n'éliminer que de très forts concurrents.

Points d'attention :

- Les bouleaux, s'ils sont présents, ont un rôle d'éducateur vis-à-vis des essences d'intérêt ; c'est un rôle positif à favoriser.
- Une opération ultérieure d'élagage de certaines tiges peut être envisagée. Elle sera d'autant plus facile à réaliser que les branches à couper seront fines (diamètre inférieur à 3 cm environ).
- Intervenir par la suite en éclaircie dès que possible, souvent vers 12-13 mètres de hauteur ; l'annélation des tiges concurrentes à ce stade peut aussi être envisagée.

Rattrapage :

- N'intervenir que 20 années après la tempête est déconseillé. Toutefois, dans ce cas, il peut être procédé à un détournement des tiges d'avenir restantes après leur désignation. Cette désignation, au moins temporaire, est importante pour détecter et visualiser les tiges d'intérêt qui sont souvent difficiles à quantifier au sein d'un peuplement de qualité médiocre, conduisant à sous-estimer le potentiel d'avenir.

FICHE TECHNIQUE T4

Travaux dans les peuplements après Pin sylvestre

1- Renouveaulement feuillu spontané post-tempête

- Les sites classés en **R3** font l'objet d'une installation de semis de Pin sylvestre très souvent accompagnés d'autres essences en mélange, comme le Bouleau ou le Chêne sessile.
- Cette fiche aborde un certain nombre de points concernant ces régénérations naturelles mélangées (se référer aux guides sylvicoles existants pour les sites majoritairement régénérés en Pin sylvestre).

2- Objectifs

- Produire du bois d'œuvre de Pin sylvestre.
- Mener les autres essences en accompagnement, voire en essences objectifs si la station le permet.

3- Dynamiques à prendre en compte

- Les trois essences considérées sont héliophiles et supportent des situations de compétition modérées.
- Les manques de lumière peuvent se traduire par de mauvaises croissances

et des pertes de dominance (Chêne) mais aussi par des déformations des tiges (Pin sylvestre).

- Les opérations sylvicoles doivent donc permettre de régler ces compétitions interspécifiques mais aussi d'utiliser les effets favorables. Par exemple, le rôle d'éducateur des bouleaux pour mieux former les tiges des autres essences.

4- Préconisations

- Installer des cloisonnements sylvicoles (10 mètres maximum d'entre-axe) de façon à faciliter les travaux sylvicoles.

- Intervenir en dégagement pour un premier dosage des essences. Les densités totales obtenues post-tempête sont assez variables mais peuvent être très élevées trois ans après la tempête. Il est plutôt recommandé d'attendre la fin de la phase d'installation pour intervenir, par exemple à 6 ou 7 ans. Dans le cas de densités plus faibles, il est aussi possible de passer directement en nettoiement.

- Les bouleaux, qui seront souvent plus grands, ne doivent pas être systématiquement éliminés, mais suffisamment éclaircis pour éviter la formation d'un « toit » couvrant les autres essences. Laisser des bouleaux permet d'améliorer la forme des autres tiges qui verront leurs branches latérales ne pas trop se développer et s'horizontaliser.

- Intervenir en nettoiement lorsque la régénération a 7 mètres de hauteur pour éliminer les « loups » (pins sylvestres notamment qui ont cherché la lumière et qui présentent des tiges sinueuses).

- Accompagner ce nettoiement par un détourage des cimes des tiges de meilleure qualité, en particulier au profit des chênes s'ils sont jugés d'intérêt sur la station.

- Veiller à conserver les tiges dominées qui ne gênent pas les tiges d'intérêt détournées, de façon à faciliter leur élagage naturel.

Points d'attention :

- Les bouleaux ont un rôle d'éducateur vis-à-vis des essences d'intérêt ; c'est un rôle positif à favoriser. Il faut toutefois veiller à couper les bouleaux dont les branches, sous l'effet du vent, pourrait par « effet coup de fouet » dégrader les houppiers trop proches des autres essences d'intérêt.
- Ultérieurement, le détournage des tiges d'intérêt pourra être poursuivi, par exemple par annélation des tiges concurrentes.
- Il est possible d'envisager une production intermédiaire de bouleaux de qualité (se référer à la fiche **T2 page 76** pour leurs caractéristiques) par exemple lorsqu'ils forment des bouquets sans autre essence d'intérêt ou de façon plus lâche en mélange dans le peuplement.
- Le Pin sylvestre connaît depuis quelques années des dépérissements et il convient d'être prudent dans son choix comme essence d'intérêt dans les stations où les sécheresses estivales pourraient se manifester. Au besoin, des plantations en enrichissement d'essences plus résistantes peuvent être envisagées dans les stades jeunes des régénérations en profitant des zones non suffisamment régénérées.

FICHE TECHNIQUE T5

Peuplements mités : conseils de gestion génériques

1- Contexte post-tempête et résilience

- Les conseils de gestion pour un propriétaire souhaitant investir dans les peuplements mités post-tempête sont génériques à toutes les situations avec un peuplement environnant feuillu. Des modulations sont cependant précises selon la taille, grande (M3) ou petite (M2), de la trouée.
- La démarche s'attache à obtenir un renouvellement correct à l'échelle de la trouée, mais ne préjuge pas des décisions à prendre par le propriétaire à une échelle plus vaste (parcelle, forêt...).

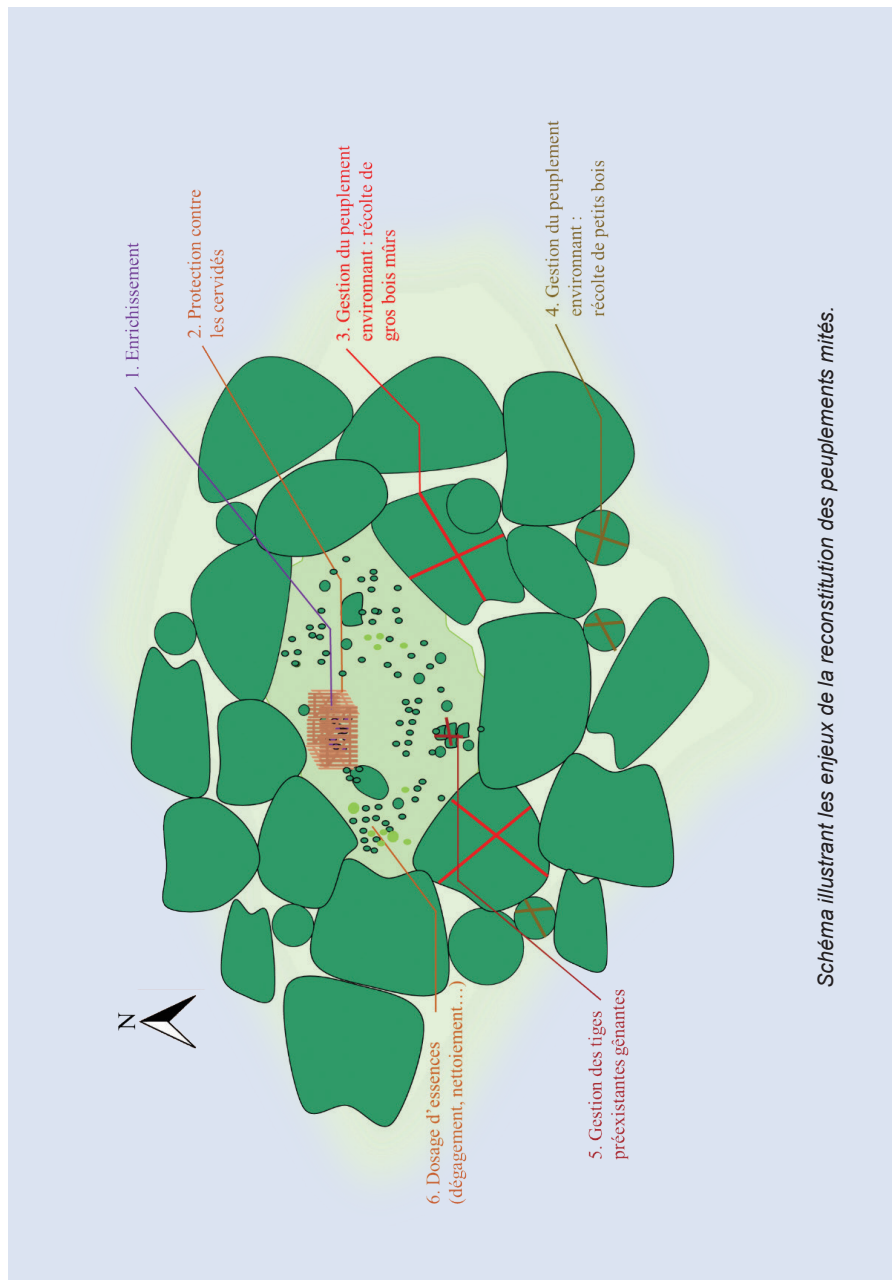


Schéma illustrant les enjeux de la reconstitution des peuplements mités.

2- Objectifs

- Produire du bois d'œuvre de qualité : pour cela, l'objectif est d'obtenir au sein d'une trouée trois perches d'avenir (essence d'intérêt, qualité de la grume sur 5 mètres de hauteur) par « équivalent gros bois ou très gros bois » produit à terme.
- Dans la mesure du possible, la diversité des essences doit être encouragée, et des enrichissements sont aussi proposés pour prendre en compte le changement climatique et installer des essences plus résistantes aux sécheresses estivales.

3- Dynamiques à prendre en compte

- L'installation des semis n'est généralement pas problématique, y compris avec des essences comme les chênes, les érables, les merisiers, les alisiers. Leur présence est avérée six ans et jusqu'à neuf ans après le passage de la tempête.
- Un enrichissement par petits collectifs (groupes de 7 à 12 plants) avec des essences plus résistantes aux sécheresses estivales ou plus en accord avec les objectifs du propriétaire peut être une opportunité dans ce contexte. Cet enrichissement peut avoir lieu 4 à 6 ans après la tempête pour profiter des essences installées et les compléter.
- En absence d'un équilibre faune flore, il est conseillé de protéger contre les cervidés par des lattis bois ou par des dispositifs légers collectifs en plastique les zones de régénération naturelle souhaitée ou les plants mis en place. L'installation de protections individuelles (gainés) peut aussi être envisagée mais demande un entretien régulier.
- Des travaux de dégagement et ultérieurement de nettoyage doivent être prévus pour réduire la compétition exercée sur les tiges de fort intérêt sylvicole.

L'absence de travaux est préjudiciable à la croissance de tiges de qualité et est indispensable pour doser les essences, et notamment conserver des essences qui sont victimes de la compétition interspécifique que le Hêtre, le Charme ou le Tilleul peuvent engendrer vis-à-vis des autres essences d'intérêt (chênes, érables, fruitiers, ...). En effet, la puissance de cette compétition a largement été mise en évidence, en particulier dans le cas de l'observatoire post-tempête.

- Les travaux de dégagement peuvent être pratiqués par cassage, ce qui a l'avantage, entre autres, de conserver une protection basse des semis ou plants d'avenir.

4- Préconisations

Gestion des tiges préexistantes

- La plupart des sites ont une assez forte densité d'arbres préexistants (cépées et/ou franc pied). Or, la qualité de ces arbres est très généralement mauvaise alors qu'ils sont responsables d'un fort effet de compétition sur la régénération post-tempête : modifications de formes, mortalité. Lors du premier dégagement ou d'une plantation, il faut donc intervenir pour les exploiter ou les anneler, afin d'augmenter les conditions de lumière au sein des trouées. Ne pas procéder à ces coupes pourrait avoir un effet très négatif sur la croissance des semis de chênes et de feuillus précieux. Ceci est d'autant plus important que les trouées sont de petite taille (M2).

Gestion du peuplement environnant

- Dans la plupart des trouées et particulièrement dans celle de type M2, la quantité de lumière devient trop faible sans intervention pour assurer une croissance correcte des semis au-delà de leur installation, et pour maintenir des conditions suffisamment favorables pour les semis ou plants d'essences plus héliophiles.

- Dans la mesure du possible, la récolte d'arbres mûrs, particulièrement ceux situés au sud de la trouée doit être envisagée.
- Et il faut y associer la récolte d'arbres dominés, souvent issus de taillis (charme, tilleuls, hêtre), situés autour de la trouée jusqu'à une voire deux hauteurs de peuplement et particulièrement au sud. Le but est de rendre le peuplement plus perméable à la lumière oblique, du sud-est au sud-ouest.

Remarques

- Des études continuent à être menées, dans le cadre des observatoires post-tempête ou dans d'autres contextes, pour faire progresser les connaissances sur les dynamiques en œuvre.



ANNEXE 1

LISTES D'ESSENCES D'INTÉRÊT L1, L2 ET L3

Trois listes d'essences d'intérêt pour prendre en compte les attentes des propriétaires et gestionnaires forestiers :

Liste L1 : Essences arborées selon Brosse (2000) avec un fort rôle de production et qui sont en station actuellement ; *Salix sp*, *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula* et *Sorbus aucuparia* exclues.

Liste L2 : Les mêmes essences que la **Liste L1**, *Betula spp.* (*Betula pendula* et *Betula pubescens*) exclues.

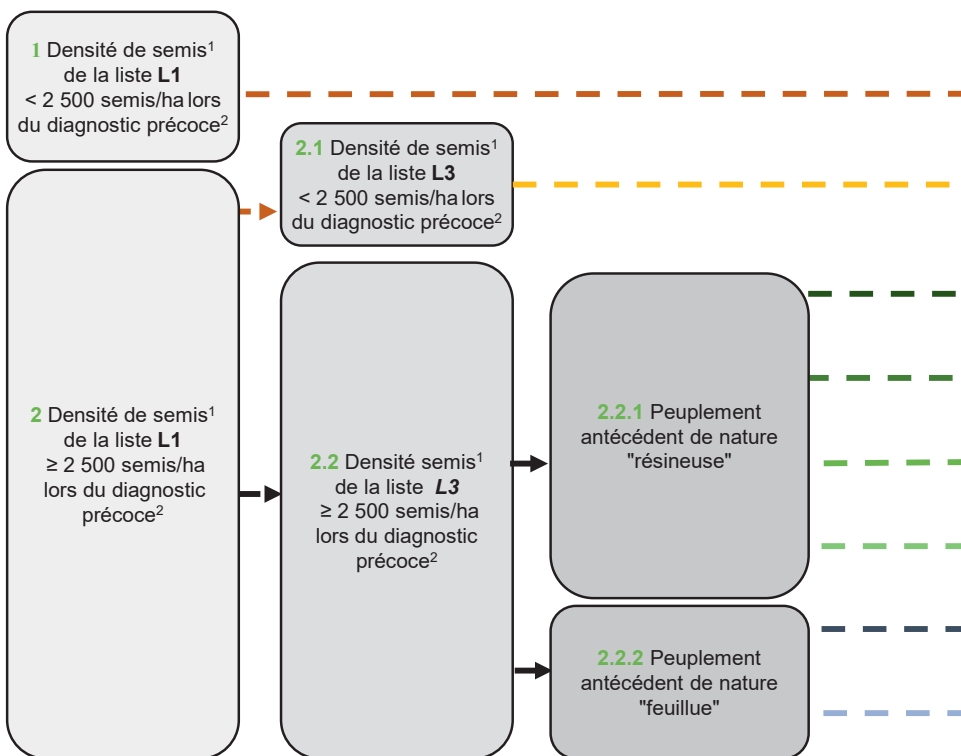
Liste L3 : Les mêmes essences que la **Liste L2**, *Carpinus betulus* et *Tilia spp.* (*Tilia cordata* et *Tilia platyphyllos*) exclues.



ANNEXE 2

CLÉS DE DÉTERMINATION

CLÉ DE DÉTERMINATION – PEUPEMENTS DÉVASTÉS



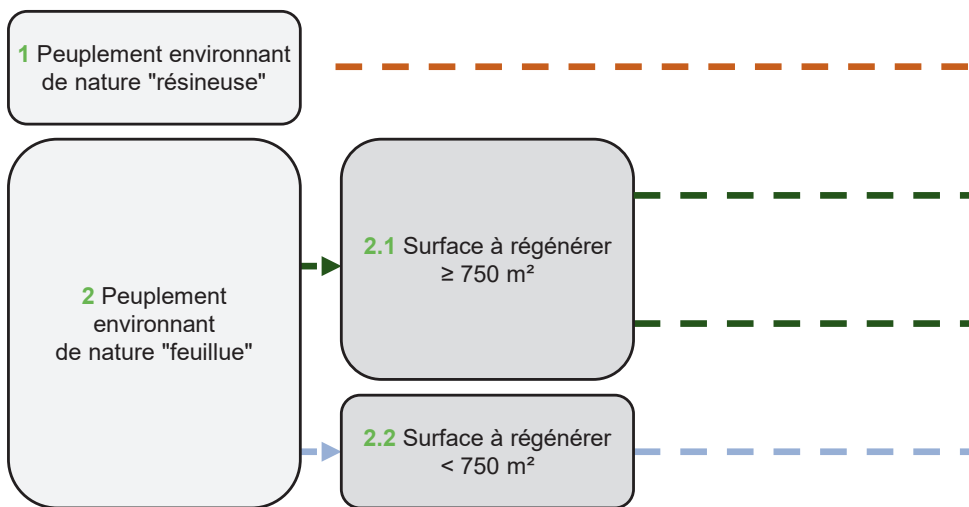
¹ Densité des semis d'essences d'intérêt. Densité évaluée visuellement comme très satisfaisante ou quantifiée plus précisément si nécessaire. En effet, dans le cas de faibles densités à évaluer, la faible hauteur des semis couplée à une répartition spatiale souvent très hétérogène rendent l'estimation visuelle délicate. Il est alors conseillé de procéder à des comptages par échantillonnage (cf. « Comment réaliser un diagnostic ? » [page 14](#)).



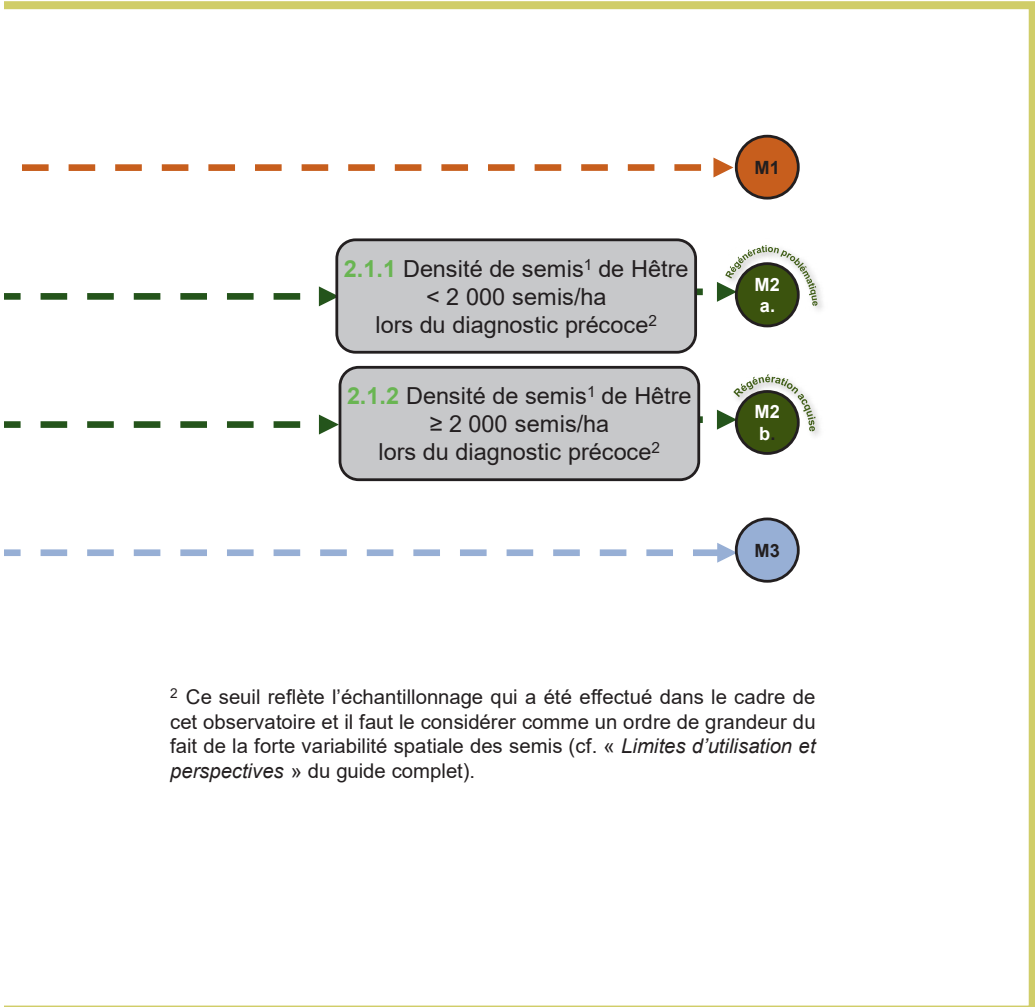
		P1	page 20
		P2	page 25
	2.2.1.1 Essence principale du peuplement antécédent <i>Pseudotsuga menziesii</i>	R1	page 29
	2.2.1.2 Essence principale du peuplement antécédent <i>Pinus nigra</i>	R2	page 31
	2.2.1.3 Essence principale du peuplement antécédent <i>Pinus sylvestris</i>	R3	page 33
	2.2.1.4 Essence principale du peuplement antécédent <i>Abies alba</i> et/ou <i>Picea abies</i>	R4	page 36
	2.2.2.1 Essence principale du peuplement antécédent <i>Fagus sylvatica</i>	F1	page 40
	2.2.2.2 Autres essences principales feuillues et mélanges feuillus	F2	page 43

² Ce seuil reflète l'échantillonnage qui a été effectué dans le cadre de cet observatoire et il faut le considérer comme un ordre de grandeur du fait de la forte variabilité spatiale de la densité des semis (cf. « *Limites d'utilisation et perspectives* » du guide complet).

CLÉ DE DÉTERMINATION – PEUPEMENTS MITÉS



¹ Densité des semis d'essences d'intérêt de plus d'un an et de plus de 10 cm de hauteur. Densité évaluée visuellement comme très satisfaisante ou quantifiée plus précisément si nécessaire. En effet, dans le cas de faibles densités à évaluer, la faible hauteur des semis couplée à une répartition spatiale souvent très hétérogène rendent l'estimation visuelle délicate. Il est alors conseillé de procéder à des comptages par échantillonnage (cf. « Comment réaliser un diagnostic ? » [page 52](#)).



² Ce seuil reflète l'échantillonnage qui a été effectué dans le cadre de cet observatoire et il faut le considérer comme un ordre de grandeur du fait de la forte variabilité spatiale des semis (cf. « *Limites d'utilisation et perspectives* » du guide complet).

Achevé d'imprimer en décembre 2021 sur les presses de

Bialec

54180 Heillecourt

Imprimé en France

Les conséquences d'une tempête sur un peuplement forestier adulte peuvent être variées et dépendent à la fois des caractéristiques de la tempête, de la structure et de la composition du peuplement, des conditions édaphiques et de la sylviculture pratiquée.

L'effet direct des vents forts sur les arbres adultes va s'accompagner d'un effet indirect sur le recrutement et le développement de la régénération ligneuse. En effet, les changements environnementaux causés par la formation de trouées vont être des déterminants forts de la coexistence des espèces et vont moduler l'ensemble des interactions structurant la régénération forestière.

La trajectoire de reconstitution des peuplements sinistrés est difficile à prévoir et conditionne le choix des itinéraires sylvicoles.

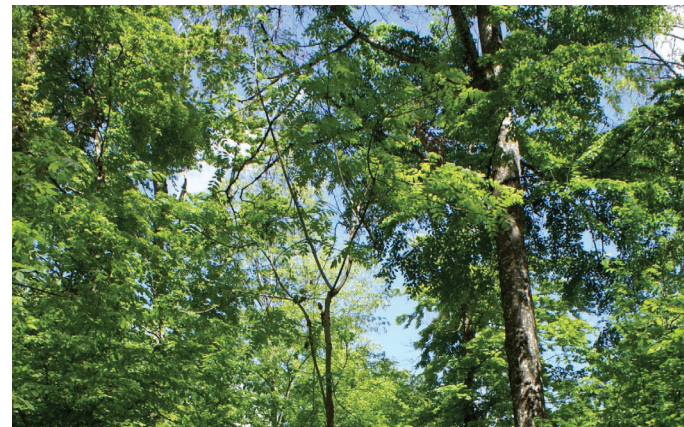
Certains propriétaires forestiers n'investissent pas dans la reconstitution de leur forêt sinistrée jugeant a priori les frais et les risques trop importants. De manière à éclairer plus objectivement la décision du propriétaire forestier, ce document a pour objectifs :

- d'aider à caractériser l'acquisition de la régénération des peuplements sinistrés à partir d'un diagnostic précoce ;
- de proposer des conseils de gestion concernant les travaux sylvicoles qu'il paraît nécessaire d'engager pour obtenir un renouvellement de qualité en fonction des stations et des peuplements antécédents.

Pour plus d'informations :

<https://www6.nancy.inrae.fr/silva/Equipes-de-recherche/ForeSTree/Projets-Recherche/Post-tempete-2017-2020>

Guide pratique pour l'optimisation de la reconstitution forestière post-tempête



Lisa Laurent - Éric Lacombe
Version simplifiée