



# La sylviculture mélangée à couvert continu en pratique

Exemple de la circulaire n° 2718 du DNF en Wallonie

Christine Sanchez  
Forêt.Nature

**FORÊT**  
• NATURE



## ADAPTED SKILLS AND KNOWLEDGE FOR ADAPTIVE FORESTS

Le projet Askafor, de 2021 à 2022, a eu pour objectif de promouvoir la sylviculture mélangée à couvert continu (SMCC) en diminuant les freins à son développement. Askafor a ainsi permis d'augmenter les surfaces forestières gérées selon cette sylviculture innovante et durable qui intègre à la fois les fonctions environnementales, économiques et sociales de la forêt.

Au programme durant 2 ans :

- La capitalisation des expériences, pratiques et connaissances en SMCC dans un référentiel européen.
- La diffusion de ces connaissances via l'installation de dispositifs pédagogiques (marteloscopes et travailloscopes), la création de modules de formations techniques et l'animation sylvicole de groupes de gestionnaires.
- L'installation d'un réseau international de forêts de référence et de parcelles témoins.
- Des actions de recherche scientifique avec l'adaptation d'un simulateur à l'évolution des forêts gérées en SMCC (modélisation), des guides techniques de renouvellement post-crise, une étude sociologique visant à identifier les freins au développement de cette sylviculture innovante.
- La sensibilisation aux enjeux de cette sylviculture « proche de la nature » par le biais de conférences, workshops et d'outils de diffusion multiples : vidéos, brochures, site web, réseaux sociaux.

[askafor.eu](http://askafor.eu)

## La sylviculture mélangée à couvert continu en pratique Exemple de la circulaire n° 2718 du DNF en Wallonie

Christine Sanchez  
Forêt.Nature

**Composition du groupe de travail**  
Patrick Auquière, Michel Bailly, Charles Debois,  
Benjamin de Potter, Pierre Gigounon,  
Gaëtan Graux, Raphaël Thunus,  
Philippe Trigalet, Isabelle Van Driessche

**Relecture**  
Nicolas Luigi (Pro Silva France),  
Étienne Gérard (DNF), Didier Marchal (DNF)

Document d'information réalisé dans le cadre du projet **Pro Silva Appui sylvicole** (convention entre le SPW ARNE-DNF et Forêt.Nature pour l'« Appui à la mise en place des principes SMCC/Pro Silva », novembre 2015-octobre 2017).

Document mis à jour et réédité dans le cadre du projet Interreg **Askafor** 2021-2022

**Crédits photographiques**  
Forêt.Nature (couverture, p. 11, 16, 22, 23 haut, 24 haut et bas, 25, 27 gauche et droite, 29, 35, 37 gauche et droite), S. Gaudin (p. 8 et 9), E. Lacombe (p. 23 bas), H. Rieger (p. 33), Johannes Plenio (p. 43)

**Infographies**  
Forêt.Nature

© Forêt.Nature, mars 2016  
(réédition 2022)  
D/2022/8937/37  
978-2-931178-07-2



# Sommaire

1	Introduction .....	2
1.1	La SMCC.....	2
1.2	Pourquoi une circulaire sur la SMCC ?.....	2
1.3	Objectifs de la circulaire et de ce document .....	4
2	Les mesures sylvicoles préconisées par la circulaire n° 2718 .....	7
2.1	Mesure 1 : appliquer le traitement en futaie irrégulière et atteindre ou maintenir un mélange d'essences .....	7
2.2	Mesure 2 : atteindre ou maintenir une surface terrière optimale permettant un bon fonctionnement de l'écosystème forestier .....	12
2.3	Mesure 3 : récolter individuellement par pied les gros bois arrivés à leur dimension d'exploitabilité, éclaircir dans les perches et petits bois.....	14
2.4	Mesure 4 : régénérer les peuplements naturellement, sans faire de sacrifices d'exploitabilité. Utiliser le semis naturel dans toute sa diversité.....	16
2.5	Mesure 5 : laisser se développer les processus de succession des essences .....	23
2.6	Mesure 6 : éduquer les semis sous le couvert et utiliser les processus naturels d'élagage et de qualification des arbres.....	26
2.7	Mesure 7 : privilégier les essences autochtones peu représentées .....	33
2.8	Mesure 8 : axer la production sur les gros bois de qualité .....	33
2.9	Mesure 9 : veiller à l'espace nécessaire et au positionnement des arbres de valeur pour leur bon développement .....	35
2.10	Mesure 10 : maintenir ou restaurer l'équilibre forêt-gibier permettant la régénération et la pérennité des essences forestières spécifiques aux stations .....	38
3	Bonnes pratiques .....	42
4	Mesures transitoires ou exceptionnelles .....	44
4.1	Gagnages et nourrissage .....	44
4.2	Planter par îlots ou bouquets avec un abri latéral ou supérieur .....	44
4.3	Transformation et conversion en peuplements irréguliers mélangés .....	44
5	Conclusions .....	51
6	Comment se former en SMCC ? .....	50
7	Pour aller plus loin... ..	54

# 1 Introduction

La sylviculture mélangée à couvert continu (SMCC) est une approche globale de la forêt, tout à la fois technique, économique, écologique et intégrée socialement. Mais il est impossible de fixer des normes applicables partout, il faut se garder de toute rigidité dans ce mode de gestion et préférer l'indicatif à l'impératif.

La SMCC n'est pas normative ni normalisable, elle représente une somme de principes technico-économiques, qu'il convient d'analyser au cas par cas. Les interventions se basent sur l'observation et se décident sur place, bouquet par bouquet, et elles nécessitent une réflexion, une responsabilité et des initiatives de la part de tous les intervenants. Comme exemple de cette vision, les éclaircies sont sélectives et non systématiques. De même, les travaux sylvicoles sont toujours sélectifs et jamais en plein.

## 1.1 La SMCC

La SMCC est une stratégie tendant à optimiser le traitement des écosystèmes forestiers, afin qu'ils remplissent de manière durable et rentable leurs multiples fonctions socio-économiques, **et en premier lieu leur fonction de production de bois de qualité**. Dans le but de minimiser les risques écologiques et économiques, cette sylviculture s'appuie très largement sur les processus naturels. Les traitements appliqués sont donc basés sur la continuité du couvert et le respect des processus naturels de croissance et de renouvellement de la forêt. Ils peuvent être mis en œuvre pour un très grand nombre d'essences et de stations. La sylviculture est pratiquée à l'échelle de l'individu (« sylviculture d'arbre ») et non du peuplement. La production est concentrée sur les sujets de haute qualité, très souvent de grosses dimensions. La gestion du sous-étage doit permettre d'accueillir et de maintenir la régénération et de maîtriser sa composition en essence.

Une telle sylviculture donne une plus grande place à l'observation, à la compréhension et à l'accompagnement des dynamiques naturelles notamment dans la phase de travaux sylvicoles, qui sont ainsi limités en nombre mais ciblés sur la qualité.

## 1.2 Pourquoi une circulaire sur la SMCC ?

La SMCC et le traitement irrégulier des forêts ont le vent en poupe. Mais derrière de possibles effets de mode, on discerne des interrogations, des incompréhensions, des insatisfactions, des ignorances, des aspirations et aussi la volonté de tirer des leçons de l'expérience acquise et de chercher à définir une sylviculture alternative et durable, à la fois rentable et intégrée.

À l'échelle européenne, ces dernières décennies, de plus en plus d'interrogations ont été relayées parmi les gestionnaires forestiers, sur la bonne adéquation entre les forêts actuelles et les besoins actuels et futurs de la société. Cette tendance a abouti à une remise en question des modes de traitement sylvicole jusque là majoritaires. Une réévaluation des scénarios sylvicoles disponibles notamment pour les peuplements résineux est en cours un peu partout en Europe<sup>25</sup> et la volonté d'aller vers des forêts plus stables et plus résilientes se manifeste clairement. La diversification en essences, et dans la même logique, la diversification en âges, sont souvent des solutions envisagées.

Depuis une quinzaine d'années, l'observation du contexte économique changeant et les exigences internationales en termes de maintien de la biodiversité poussent le DNF à soutenir les initiatives individuelles de ses agents dans le domaine de la SMCC et à mettre en place, de manière plus structurelle, cette sylviculture au sein de ses forêts domaniales et dans une partie des propriétés communales.

La prise de position du DNF en 2006 à l'occasion de la rencontre annuelle de Pro Silva Europe en Wallonie est claire : **sans vouloir en faire une exclusivité, le DNF souhaite développer cette sylviculture partout où elle est possible**. Ce choix s'est concrétisé dans l'article 1<sup>er</sup> du code forestier en 2008 et puis dans la circulaire n° 2718 en 2013.

Les raisons de cette prise de décision sont multiples. Si le DNF souhaite faire évoluer la sylviculture, c'est parce que le contexte global dans lequel s'insère la gestion des forêts a évolué, ainsi que l'économie et des connaissances scientifiques. Les éléments de cette évolution sont les suivants :

- les coûts (travaux, intrants, main d'œuvre) sont en constante augmentation ;
- le marché du bois est devenu mondial et un propriétaire ne peut que subir ce marché mondial ;

- les tempêtes et attaques de parasites ont pointé la fragilité des peuplements équiennes et monospécifiques ;
- la forêt est aujourd'hui multifonctionnelle ;
- l'appauvrissement des sols forestiers suite à la production intensive ;
- la perte de biodiversité devient préoccupante ;
- les évolutions globales du climat, encore incertaines à l'échelle locale.

Le DNF doit donc assumer ses responsabilités de gestionnaire des forêts publiques. Son rôle est d'aller de l'avant afin d'être un exemple pour tous les propriétaires forestiers. Il doit aussi assurer un revenu et viser à produire du bois de la meilleure qualité possible. Il doit également veiller à intégrer ces objectifs dans une gestion durable du patrimoine forestier, c'est-à-dire améliorer la stabilité des peuplements, préserver les sols, les écosystèmes et la biodiversité etc. Ces aspects sont d'autant plus justifiés qu'ils ont un impact certain, à plus ou moins long terme, sur la rentabilité de la forêt.

Les mesures expliquées ci-après entrent dans l'application de l'article premier du code forestier qui prévoit la promotion d'une futaie mélangée et d'âges multiples. Elles font également écho aux résolutions qui ont été énoncées au travers de dif-

## ENCART 1

### PRO SILVA, UNE ASSOCIATION DE FORESTIERS PUBLICS ET PRIVÉS

Pro Silva Europe est une association qui a été créée en 1989 par des forestiers slovènes, allemands, français, suisses, croates, grecs, et d'autres, en s'inspirant de leurs expériences professionnelles et personnelles mais également de travaux et de publications bien plus anciens, datant de la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle pour certains.

Le mouvement Pro Silva s'est ensuite étendu en associations nationales ou régionales dans les différentes régions forestières d'Europe en associant des forestiers réunis pour promouvoir une sylviculture dite « irrégulière, continue et proche de la nature » (SICPN) ou « *Continuous Cover Forestry* » en anglais. On parle aussi aujourd'hui de « **Sylviculture mélangée à couvert continu** » (SMCC). Pro Silva Europe réunit actuellement plusieurs milliers de forestiers de divers horizons, dont une bonne partie en Allemagne.



Pro Silva est né d'un mouvement de forestiers qui défendent des principes d'une gestion des forêts moins gourmande en investissements, visant la production rentable de bois de haute qualité tout en respectant les mécanismes naturels d'évolution de la forêt et d'intégration multifonctionnelle.

Ces principes évoluent en permanence et se construisent par les échanges d'expériences au sein d'activités diverses.

En France, le mouvement Pro Silva est parti de la forêt privée, essentiellement parce que c'est là que se font le plus sentir les carences en main-d'œuvre, en matériel, en moyens financiers et donc le besoin d'une sylviculture économe.

L'association « Pro Silva Wallonie » existe depuis 1992.

férents textes internationaux, en particulier : les recommandations des Conférences Ministérielles sur la Protection des Forêts (ou processus d'Helsinki), la mise en place du réseau Natura 2000 en Wallonie (directives européennes « Oiseaux » et « Habitats ») et la certification forestière.

### 1.3 Objectifs de la circulaire et de ce document

La circulaire n° 2718 a pour objectif d'orienter la sylviculture vers une gestion de type SMCC. Elle s'applique aux peuplements feuillus et résineux et prévoit qu'en forêt domaniale, cette méthode de gestion soit la première solution envisagée, son absence d'application devant être justifiée. Dans les autres forêts bénéficiant du régime forestier, la méthode est privilégiée et le gestionnaire essaiera de convaincre le propriétaire de son bien-fondé. Ces principes sont d'application en priorité dans le cadre de la réalisation d'un nouvel aménagement forestier.

Les principes à suivre pour réaliser au mieux ce type de gestion sont présentés dans la circulaire à travers une série de mesures sylvicoles à appliquer. Des mesures transitoires viennent compléter les principes de base pour guider le gestionnaire dans l'application d'une sylviculture de transition.

Pour guider l'agent forestier dans cette sylviculture, il doit avoir reçu un minimum de formation théorique avant de passer à la pratique. C'est l'objet de ce document. Son but est d'expliquer et de préciser les mesures sylvicoles indiquées dans la circulaire.

Il est évident qu'étant donné les nombreux cas de figure pouvant se présenter sur le terrain, il est impossible d'aborder tous les aspects techniques de cette sylviculture dans un document. C'est pourquoi le DNF a décidé de mettre en place un réseau de compartiments pilotes SMCC pouvant servir de base à la création de scénarios et d'itinéraires sylvicoles illustratifs. Des formations seront prévues sur ces sites par le biais des personnes ressources désignées au sein du DNF.

#### ENCART 2

##### APPLICATION DE LA CIRCULAIRE N° 2718 DU DNF (WALLONIE) EN PRATIQUE

La SMCC sera la voie à privilégier en forêt domaniale. Dans toutes les autres forêts publiques, la SMCC est recommandée. Cette sylviculture implique un changement de gestion globale et s'applique donc, si possible, sur l'ensemble de l'unité d'aménagement ou de la propriété, ou au moins à l'échelle d'une superficie importante (plusieurs compartiments).

Une parcelle peut être gérée en SMCC quel que soit le type de peuplement, sa structure et son stade de développement et quelle que soit la qualité de la station.

##### COMPARTIMENTS PILOTES

Un réseau de compartiments pilotes a été mis en place entre 2014 et 2017 pour amorcer l'application de la circulaire. Ces compartiments ont été désignés à raison d'un compartiment pilote par cantonnement et font l'objet d'un suivi précis (inventaire) des peuplements.





# 2 Les mesures sylvicoles préconisées par la circulaire n° 2718

Le traitement en irrégulier n'est pas à considérer comme une recherche de structure spécifique. La structure est une conséquence positive à moyen ou long terme du traitement individualisé et qualitatif des arbres, et non pas un objectif en soi, qui risquerait d'amener des sacrifices d'exploitabilité. Contrairement à la futaie jardinée, il y a donc absence de référence à un peuplement jugé « idéal ».

Dans ce chapitre, les mesures sylvicoles prévues dans la circulaire n° 2718 sont expliquées, précisées et illustrées. Des principes et outils de gestion d'ordre général sont abordés dans le but d'amorcer plus facilement une démarche de gestion en SMCC.

## 2.1 Mesure 1 : appliquer le traitement en futaie irrégulière et atteindre ou maintenir un mélange d'essences

### 2.1.1 Le traitement en futaie irrégulière

Le traitement en futaie irrégulière correspond à l'ensemble des interventions (coupes et travaux sylvicoles) appliquées à un peuplement en vue de le maintenir ou de le faire évoluer vers un état d'équilibre structurel, productif et fonctionnel. Cet état doit garantir une production continue de bois de qualité, dans l'espace et dans le temps, à une échelle fine (pied à pied ou bouquet par bouquet).

Le traitement en futaie irrégulière préconisé dans le cadre de la SMCC repose sur deux principes fonda-

mentaux : le respect de l'écosystème et le respect de l'arbre-individu. Les arbres de qualité de toutes les dimensions sont favorisés, éclaircis et récoltés selon leur potentiel individuel, tout cela sans considération d'âge ni de position géographique.

La mise en œuvre du traitement en futaie irrégulière se fait via des coupes dites « jardinatoires »<sup>18</sup>, légères mais fréquentes, combinant à la fois les objectifs d'amélioration des bois en croissance, de récolte des gros bois et de régénération, sans recherche d'équilibre à l'échelle de la parcelle.

Lors du martelage d'une coupe jardinatoire, chaque arbre fait l'objet d'un examen individuel pour apprécier sa qualité, son état sanitaire, la situation de ses « concurrents », pour choisir entre son maintien ou sa coupe. La coupe jardinatoire prélève dans toutes les dimensions et se justifie principalement pour les raisons suivantes :

1. la **récolte**,
2. l'**amélioration**
3. et dans une moindre mesure la **régénération**.

La raison de **récolte** s'applique aux arbres arrivés à maturité, ayant atteint une dimension-objectif fixée en fonction de leur qualité et de la station.

La raison d'**amélioration** fait référence à l'amélioration de la qualité et correspond à des coupes au profit

des plus beaux sujets, privilégiant la qualité des tiges, quelles que soient leurs dimensions. En règle générale, ces coupes se font « par le haut »\*.

La raison de **régénération** concerne l'enlèvement, dans tous les étages, des arbres gênant la croissance des semis, sans pour autant mettre ces derniers en pleine lumière. En réalité c'est surtout la lumière diffuse, qui, amenée lors de chaque intervention, permet d'installer puis de qualifier la régénération naturelle. Ce principe doit se réaliser sans sacrifice d'exploitabilité.

\* Une éclaircie qualifiée « par le haut » signifie que la dimension moyenne des arbres prélevés est plus élevée que celle des arbres avant éclaircie.

Les mots d'ordre sont :  
 recherche de qualité  
 et optimisation des potentialités  
 de chaque arbre.  
 Le potentiel d'avenir du peuplement  
 doit être préservé,  
 en épargnant les jeunes arbres  
 et en concentrant son prélèvement  
 dans la récolte de gros bois  
 arrivés à leurs dimensions  
 d'exploitabilité.

D'autres raisons d'exploiter un arbre peuvent se justifier de manière ponctuelle selon les cas (sanitaire, structuration, exploitation, sécurité, diversité, accueil).

## 2.1.2 Rotations et prélèvements

Les **rotations** de coupes fixées dans les aménagements forestiers du DNF sont souvent de 12 ans (parfois 16 ans) pour les feuillus et de 6 ans pour les résineux. Il est donc important d'envisager un passage, ne fut-ce que pour voir si une intervention est nécessaire, à mi rotation et même à 1/4 et 3/4 rotation pour les feuillus. Les consignes des aménagements en termes de rotations sont appliquées avec une certaine souplesse (pour profiter d'une glandée exceptionnelle par exemple).

Les **prélèvements** en bois d'œuvre sont de l'ordre de 15 à 20 % du volume sur pied pour les feuillus (< 20 % de la surface terrière) et 20 à 25 % du volume sur pied pour les résineux (< 20 % de la surface terrière).

FIGURE 1

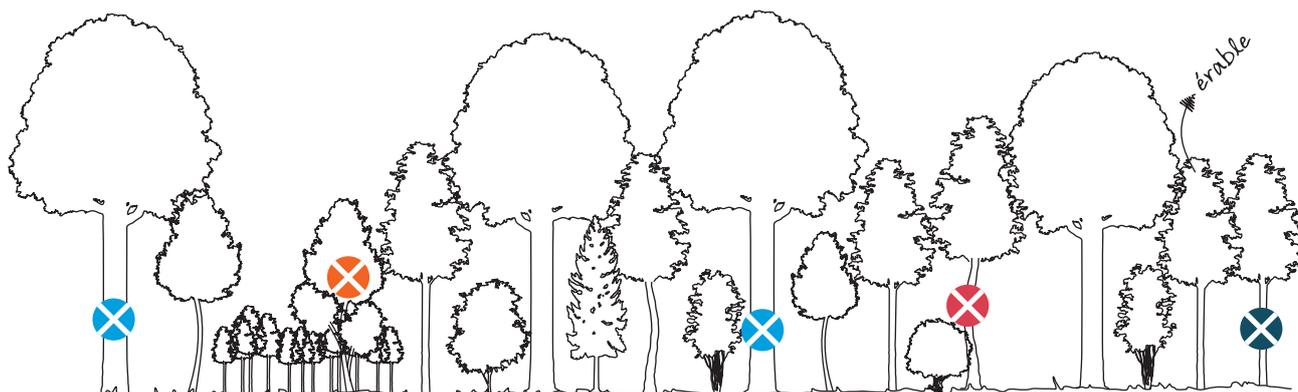
### LA COUPE JARDINATOIRE

 Récolte

 Amélioration

 Régénération

 Diversité



Le prélèvement doit néanmoins être déterminé en respectant le capital optimum sur pied, c'est-à-dire le niveau d'équilibre défini pour le peuplement considéré. Connaissant cet état d'équilibre souhaité et connaissant l'accroissement courant, il est possible d'en déduire le taux et la fréquence des prélèvements nécessaires pour maintenir, augmenter ou diminuer progressivement le capital.

En cas d'équilibre, le prélèvement sera égal à l'accroissement. Dans les peuplements à capital insuffisant (phase de « capitalisation »), le prélèvement est inférieur à l'accroissement. Et à l'inverse, il est légèrement supérieur en cas de capital trop important (phase de « décapitalisation »). Dans ce cas, les passages en coupe seront plus rapprochés afin de réduire le risque de déstabilisation ou de mise en lumière trop brutale. À l'inverse, les passages en coupe seront moins fréquents dans les parcelles pour lesquels le capital doit augmenter.

### 2.1.3 Structuration sociale des arbres en futaie irrégulière<sup>12</sup>

Les arbres de valeur d'une futaie irrégulière peuvent être divisés en trois catégories\*. La présence d'arbres des trois catégories est essentielle pour qu'il puisse y avoir des interactions sociales positives pour la stabilité, la pérennité et la rentabilité de l'écosystème.

Une **première catégorie** appelée « **salle d'attente** » est constituée par toute la régénération installée, parfois depuis de nombreuses années et qui se trouve temporairement bloquée dans son ascension vers la strate supérieure. Les différentes essences peuvent rester plus ou moins longtemps dans cette salle d'attente en fonction de leurs exigences propres, notamment en lumière et en chaleur. Plus l'essence est résistante à l'ombre, plus son séjour peut se prolonger dans cette salle d'attente. La plasticité des jeunes tiges, même

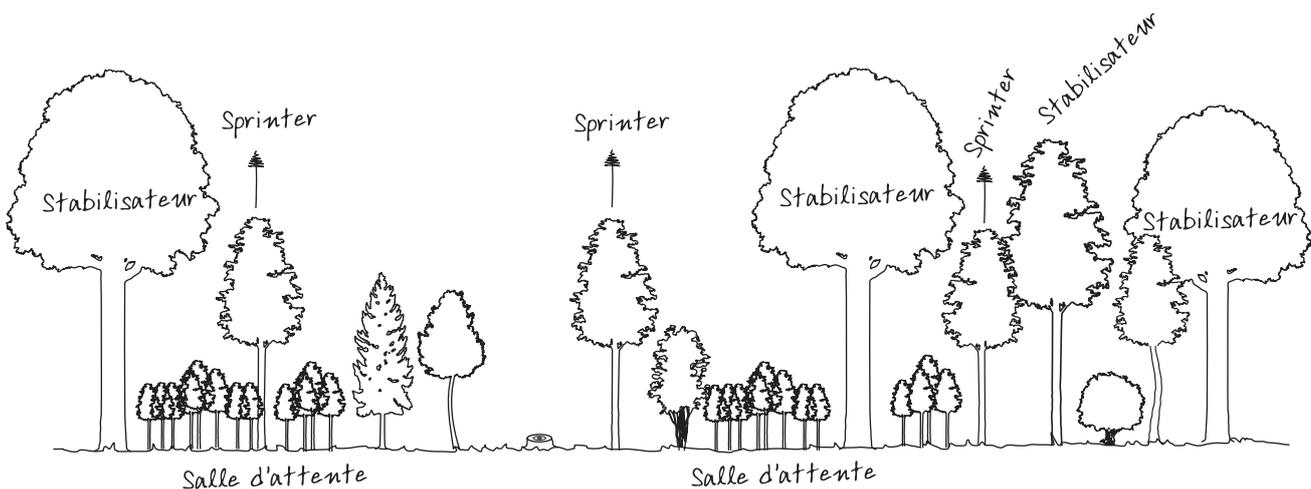
\* Il existe beaucoup d'autres types d'arbres (bois moyens co-dominés ou co-dominants, grands arbres à fonction écologique, etc). L'image de ces trois catégories a été formalisée surtout pour illustrer le cas des arbres de qualité.

La récolte et l'amélioration de la qualité et du potentiel productif ont toujours la priorité sur la régénération.

La coupe jardinatoire est fréquente et légère.

FIGURE 2

### STRUCTURATION SOCIALE EN FUTAIE IRRÉGULIÈRE



d'essences dites de lumière, est très souvent bien supérieure à ce qu'on pense. Dans cette salle d'attente s'effectue une sélection naturelle de laquelle n'émergent que les semis les plus vigoureux. En plus de cette réduction naturelle du nombre de tiges, on observe également une amélioration de la conformation des tiges, par la dominance apicale et la concurrence latérale des voisins ainsi que par la nécessité d'aller chercher en hauteur la lumière. C'est donc au sein de cette salle d'attente que s'effectue une bonne partie des processus d'éducation et de qualification naturelle des tiges dont tire profit la SMCC.

Une **deuxième catégorie** est représentée par les « **sprinters** » qui passent, à la faveur d'une ou plu-

sieurs interventions à proximité, de la salle d'attente à la canopée. Ce sont ces arbres qui assurent la pérennité du peuplement et le remplacement des arbres exploités en récolte. Le passage du stade de semis en salle d'attente au stade de stabilisateur est relativement court dans la vie d'un arbre puisqu'il s'étale sur une période de deux ou trois décennies, ce qui permet un renouvellement satisfaisant avec très peu de tiges. Les sprinters sont, en structure irrégulière, relativement peu nombreux dans le peuplement.

La **troisième catégorie**, les « **stabilisateurs** », est représentée par les grands arbres qui forment l'ossature du peuplement et qui ont des fonctions de production, de stabilisation du peuplement et d'éducation de la jeunesse.

### ENCART 3

#### LES AVANTAGES DES PEUPELEMENTS MÉLANGÉS SOULIGNÉS PAR DE NOMBREUX PROJETS ET ÉTUDES



Régénération résineuse (épicéa et quelques douglas) dans un peuplement mélangé (Grand Bois, Vielsalm).

et services fournis par la forêt. Les avantages du mélange ont été identifiés et détaillés.

La biodiversité est en général favorisée par le mélange d'essences, celui-ci permettant le plus souvent le développement de cortèges d'organismes plus diversifiés que dans les peuplements purs. Les peuplements mélangés présentent de ce point de vue un intérêt incontestable. Cependant, les règles simples d'assemblage ne permettent pas de prédire avec précision la richesse des cortèges d'organismes qui se développent dans les peuplements mélangés. L'effet du mélange est fortement conditionné par la nature des espèces ligneuses présentes. Il est préférable d'associer à une essence, quelques autres, voire une seule, plutôt qu'une myriade d'autres dont le seul but serait de donner l'illusion d'une certaine diversité.

Outre les avantages relatifs à la production, l'écologie et l'aspect social, les peuplements mélangés sont aussi plus adaptables et plus résilients aux changements climatiques et aux perturbations (scolytes, tempêtes, etc.).

Par exemple, le projet FORBIO qui s'est déroulé entre 2008 et 2010 a rassemblé plusieurs universités et centres de recherche autour du thème des peuplements mélangés. Parmi les thèmes du projet figuraient les différences de fonctionnement entre peuplements purs et mélangés et l'analyse des effets du mélange d'essences sur les produits

Par exemple, les chênes, ou les bois blancs (saules, bouleaux, trembles...), possèdent un cortège d'insectes, de champignons ou de lichens, nettement supérieur à la plupart des autres essences. À ce titre, elles présentent plus d'intérêt que les autres dans les associations à rechercher dans les mé-

## 2.1.4 Le mélange d'essences

L'obtention et le maintien volontaire du mélange d'essences adaptées à la station, en favorisant particulièrement les essences rares et menacées, est à la fois l'un des objectifs et l'un des moyens de la SMCC pour garantir l'équilibre fonctionnel, productif et naturel de l'écosystème forestier. Les peuplements mélangés sont aussi plus adaptables et plus résilients aux changements climatiques et aux perturbations (tempêtes, scolytes, etc...).

Malgré le caractère souvent monospécifique des plantations traditionnelles, l'observation montre que depuis longtemps, la régénération naturelle est

spontanément mélangée. Les gestionnaires ne prennent pas plus de risques, et même moins, avec des peuplements mélangés qu'avec des peuplements purs. Actuellement, que ce soit en futaie régulière ou futaie irrégulière, la gestion d'une essence ne peut plus être dissociée des autres essences présentes ou potentielles.

Les dynamiques naturelles de régénération montrent que les mélanges naturels sont généralement évolutifs et présentent une succession d'essences à tempéraments différents, chacune facilitant l'installation de la suivante. Le mélange doit rester évolutif et c'est au forestier de trouver les dosages et compromis économiquement viables.

lances, sous réserve bien entendu qu'elles soient adaptées à la station concernée.

À part l'avantage lié à la biodiversité, les raisons évoquées lorsqu'un gestionnaire s'oriente vers un mélange sont souvent multiples : le désir de diversification des essences et des produits, la « peur de l'homogénéité » et de la pureté des peuplements (liés à la peur de dépérissements, chablis, attaques de pathogènes et pertes économiques), amélioration de la stabilité des peuplements, de paysage, de production (amélioration de la productivité de l'ensemble par addition partielle des productivités de chaque espèce) et enfin pour réduire les dégâts de gibier (le mélange peut servir à « noyer » une essence appétente parmi d'autres qui le sont moins).

Les résultats du projet FORBIO font notamment ressortir qu'il peut y avoir des phénomènes positifs qui s'additionnent, confirmant certains avantages cités, mais il existe aussi des incompatibilités. Le mélange peuplier-mélèze d'Europe, favorisant les attaques de rouille, en est un bon exemple, comme le mélange épicéa-mélèze, susceptible d'augmenter la sensibilité des deux essences au chermès. À l'inverse, de nombreux mélanges sont bénéfiques : pin-épicéa (le pin hébergeant un parasite des scolytes de l'épicéa) ou épicéa-bouleau (effet répulsif du bouleau vis-à-vis de scolytes), pin-feuillu en général, etc. Donc, à l'exception de quelques associations négatives communément connues et à éviter, la réduction des risques sanitaires est généralement reconnue.

À l'intérêt sanitaire de ces mélanges peuvent s'ajouter d'autres effets positifs sur l'humus, l'économie de l'eau, etc. Il a été observé que dans certaines situations « limites », l'effet tampon des mélanges permet de garder des essences qui, pures, entreraient trop en compétition et ne seraient plus à leur place. De même, à l'échelle d'une parcelle, la station est rarement homogène. Le mélange d'essences autorise une meilleure occupation du sol, chacune se développant en fonction de ses besoins par rapport aux microvariations.

Régénération de pin, épicéa et bouleau en bordure d'une pessière (Domaine d'Haugimont, Faulx-Les-Tombes).



## 2.2 Mesure 2 : atteindre ou maintenir une surface terrière optimale permettant un bon fonctionnement de l'écosystème forestier

### 2.2.1 Capital sur pied optimal

La gestion du capital sur pied est essentielle dans le cadre d'une gestion en SMCC. Son suivi est l'un des fondements de cette gestion, comparable en termes d'importance au calcul de l'effort de régénération en futaie régulière.

Le niveau de matériel sur pied adéquat est défini comme celui qui permet le bon fonctionnement du peuplement, c'est à dire <sup>6,31</sup> :

- l'optimisation de la production de bois ;
- un développement optimum des houppiers permettant la production de bois de valeur (gros houppier vigoureux et arrêt de la mortalité des branches basses des arbres adultes) ;
- une minéralisation achevée et continue de la matière organique (substrat propice à la germination) ;

- la survie et le développement du sous-étage (et en particulier les perches d'avenir) ;
- l'acquisition et le développement d'une régénération naturelle diversifiée et de qualité, garnie d'un accompagnement herbacé non bloquant pour la germination.

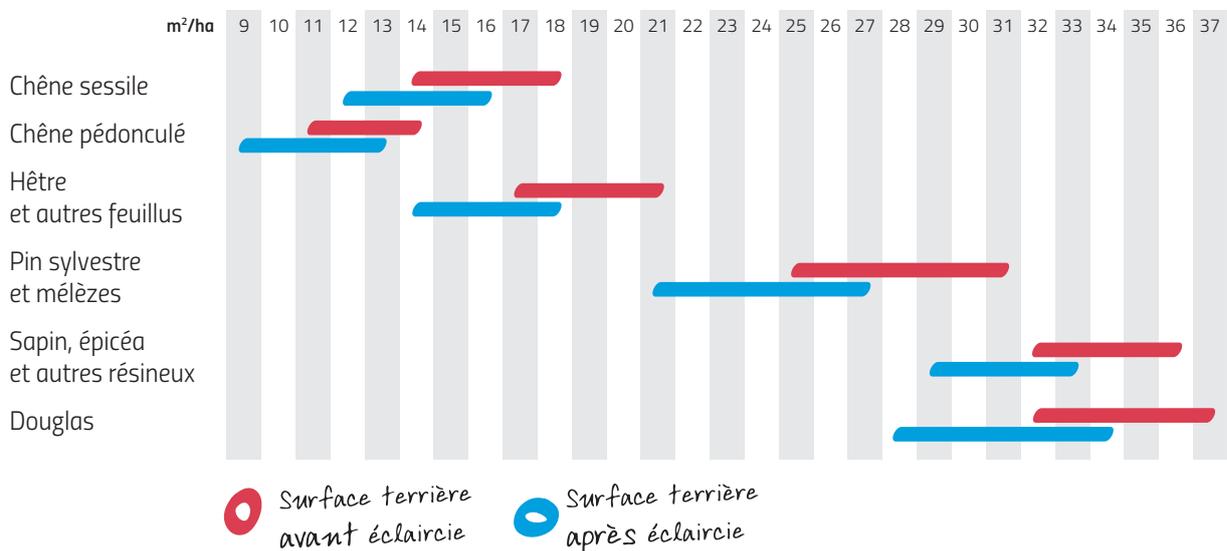
Un capital sur pied trop important réduit la croissance (accroissement courant non optimal), réduit la qualité des tiges présentes, limite l'installation de la régénération souhaitée et entraîne une accumulation de la matière organique. À l'inverse, un capital sur pied insuffisant n'optimise pas la qualité (risques de « salissures » des troncs, en particulier en peuplements feuillus), risque de déstabiliser le peuplement, de provoquer des coups de soleil sur les arbres et les semis et d'entraîner une prolifération de la végétation herbacée et semi-ligneuse bloquant par là l'installation de la régénération naturelle.

Ce capital sur pied est exprimé le plus souvent par la surface terrière. En futaie irrégulière, la surface terrière est préférée au volume parce qu'elle donne une meilleure indication de la densité et du couvert des arbres. Cette corrélation permet de quantifier le degré de compétition au sein du peuplement et dans une certaine mesure, les conditions d'éclaircissement au sol.

FIGURE 3

### SURFACES TERRIÈRES-OBJECTIF

Exemple de surfaces terrières-objectif en irrégulier selon l'essence. Les fourchettes données sont issues d'observations faites sur le terrain par des forestiers en Wallonie et en France dans des conditions stationnelles équivalentes.



La surface terrière est évaluée à l'aide de mesures directes ou d'inventaires qui demandent un minimum de travail pour un résultat suffisant (encart 4).

### 2.2.2 Remarques concernant la surface terrière

La surface terrière idéale n'est pas une valeur figée à respecter en tout point du peuplement, mais une valeur moyenne à atteindre et maintenir sur l'ensemble

de l'unité de gestion (parcelle). Pour chaque groupe d'arbres, cette valeur peut varier plus ou moins fortement. Ces fourchettes de surface terrière sont des indications destinées à guider le forestier face à son peuplement.

Pour connaître la surface terrière adéquate, il faut se référer aux fourchettes indiquées (figure 3 ou dans la littérature). Cependant, ces chiffres sont indicatifs et doivent être complétés par d'autres données (telles que la proportion de gros bois, la proportion en essences, la fertilité de la station, les essences-objec-

#### ENCART 4

### QUELQUES RAPPELS POUR LA MESURE DE LA SURFACE TERRIÈRE D'UN PEUPELEMENT<sup>14</sup>

Le moment le plus utile pour mesurer la surface terrière est lors de la constitution de l'état d'assiette, afin de pouvoir estimer le prélèvement à effectuer. On peut aussi calculer la surface terrière en répartissant les arbres en catégories de bois (PB, BM, GB et TGB), ce qui donnera une meilleure image du peuplement et une meilleure appréciation du chemin à parcourir pour atteindre l'équilibre souhaité en futaie irrégulière. La mesure de la surface terrière juste après martelage et avant exploitation est également très intéressante. Elle permet par exemple de connaître la surface prélevée, afin d'adapter au mieux les consignes pour les martelages suivants.

Il est conseillé de travailler par inventaire, la surface terrière étant obtenue par calcul ou par mesure directe.

Cependant, il existe des systèmes de mesure optique, plus rapides et largement utilisés.

La prise de mesure optique se réalise à l'aide d'un prisme relascopique ou d'une jauge d'angle, comme le relascope à chaînette, par exemple. Elle permet d'avoir une idée, rapide et peu onéreuse, de la surface terrière d'un peuplement, donnée essentielle dans le cadre d'un traitement irrégulier.

Une bonne visibilité et une luminosité suffisante sont nécessaires. En peuplements feuillus, il est préférable d'effectuer les mesures hors feuilles, sans quoi il y a un risque important de sous-estimation de la surface terrière.

Chaque mesure optique reste relativement grossière, et on ne peut pas se limiter à une seule prise de mesure par peuplement. La mesure en un seul



Mesure de la surface terrière avec un relascope à encoches (Beauraing).

point ne peut pas être étendue à tout un peuplement. Plusieurs prises de mesures doivent être réalisées à divers endroits du peuplement. Les points de mesure choisis doivent l'être au hasard. Ainsi, on peut, par exemple, parcourir une unité de gestion de part en part et s'arrêter à intervalles réguliers pour effectuer une mesure.

Le tableau suivant présente le nombre de points d'observation recommandé en fonction de la taille de la parcelle et de son caractère uniforme ou non.

Surface	Nombre de points d'observation	
	Peuplement uniforme	Peuplement non uniforme
0,5 à 2 ha	6	8
2 à 10 ha	8	12
Plus de 10 ha	10	16

tifs...) et aussi sur base d'observations. Des indications peuvent être identifiées grâce aux diagnostics réalisés par le forestier (par exemple, l'observation de la forme des semis pour évaluer le bon niveau de capital sur pied).

Au final c'est l'ensemble de ces données qui doivent permettre d'estimer le capital d'équilibre, parcelle par parcelle.

Des situations pouvant paraître sans issue peuvent parfois s'arranger avec le temps, rien que par l'accroissement des bois, la vigueur de certains individus et l'accumulation de biomasse.

La patience est l'une des qualités principales du forestier<sup>15</sup>. Le sens de l'observation et la « confiance » dans les capacités de résilience et d'adaptation de l'écosystème en présence sont deux autres qualités importantes du sylviculteur SMCC.

## 2.3 Mesure 3 : récolter individuellement par pied les gros bois arrivés à leur dimension d'exploitabilité, éclaircir dans les perches et petits bois

### 2.3.1 Dimension d'exploitabilité

La futaie irrégulière ne se gère pas suivant les âges mais suivant les dimensions et opportunités. Les termes d'exploitabilité ne sont pas définis par des âges mais par un triptyque diamètre-qualité-essence. Ainsi, un arbre devra être exploité lorsqu'il aura atteint une dimension marchande définie suivant son essence et sa qualité ; et, idéalement, lorsque le marché est bon. Il peut également être exploité précocement pour libérer un autre individu plus prometteur. Cela laisse une plage d'appréciation et d'adaptabilité du terme d'exploitabilité de plusieurs années, sur la durée de vie d'un individu<sup>9</sup>.

La sylviculture irrégulière est donc fondée sur un optimum technico-économique défini pour chaque arbre en fonction de son essence, de sa qualité et de

son environnement immédiat. La dimension d'exploitabilité est la dimension minimale qu'un arbre doit atteindre pour être récolté. Un arbre de haute qualité devra être mené à un terme d'exploitabilité plus élevé qu'un arbre de faible qualité.

Tous les arbres d'une même parcelle ne parviennent pas à la maturité simultanément, et ceci en raison de facteurs liés à l'arbre lui-même (âge, vigueur), au peuplement (concurrence, stratification) et à la station (différences de sols, microclimat local, etc.)<sup>3</sup>.

À titre d'exemple, le tableau 1 indique les dimensions d'exploitabilité pour les principales essences en Wallonie en fonction de la qualité des billes de pied. Ces valeurs peuvent varier d'une région à l'autre et selon le marché.

### 2.3.2 Quelques règles générales de martelage

Les courbes de distribution du nombre de bois par catégorie de circonférence, dites idéales, (Fagneray, Liocourt...) définissent ce que l'on appelle communément la futaie jardinée. Ce mode de traitement est propre à certains contextes et certaines essences (sapin, épicéa, hêtre). Pour la majorité des contextes et des peuplements, il convient de définir différemment l'état d'équilibre, en particulier avec des fourchettes de surface terrière. Les distributions en nombre de tiges ne sont que des cas particuliers, rares, de futaie irrégulière. Se référer à une courbe de distribution de bois « idéale », définie en nombre de tiges par catégories de diamètres, ne tient compte ni du mélange, ni de la station et encore moins de l'état initial du peuplement.

Par contre, les règles de martelage (figure 4) conduisent plus sûrement et progressivement le peuplement, en fonction de son état initial, vers une production continue de qualité, adaptée aux mélanges des essences et aux stations rencontrés.

Les apports de la recherche et du réseau de référence AFI (Association Futaie Irrégulière)<sup>1</sup>, qui se base sur l'observation de futaies irrégulières, ont pu montrer qu'en traitement irrégulier, la courbe de distribution des bois, est de forme plus aplatie par rapport aux courbes idéales de futaie jardinées, laissant plus de place pour la production de gros bois et très gros bois.

TABLEAU 1

EXEMPLES DE DIMENSIONS D'EXPLOITABILITÉ D'ESSENCES (EN CENTIMÈTRE ET EN CIRCONFÉRENCE) EN FONCTION DE LA QUALITÉ DES BILLES DE PIED<sup>6, 15</sup>

ESSENCE	QUALITÉ DE LA BILLE DE PIED			D
	Billon d'au moins 3 mètres de A	Billon d'au moins 3 mètres de B	C	
Chêne et hêtre	240-300	230-280	180-230	Le plus tôt possible s'il ne joue pas un rôle de protection, écologique ou paysager
Hêtre (si risque de cœur rouge)	200-240	200	180	
Frêne (Condroz)	180-200	150-180	150	
Érable sycomore	200	180-200	150	
Aulne, bouleau	170-180	120-140	110-120	
Merisier	210-230	180	150	
Douglas, mélèze	240-300	210	150	
Épicéa	210-240	150	120-140	

FIGURE 4

REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DES PRINCIPALES RÈGLES DE MARTELAGE<sup>6, 31</sup>

Ramener le volume sur pied dans une fourchette correcte permettant le bon fonctionnement du peuplement

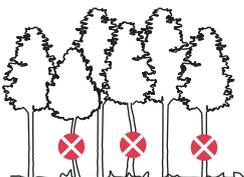
**Perches et petits bois (PB)**  
Martelage prioritaire : éclaircie dynamique ou détournage

**Bois moyens et gros bois (GB)**  
Martelage non prioritaire : éclaircie modérée

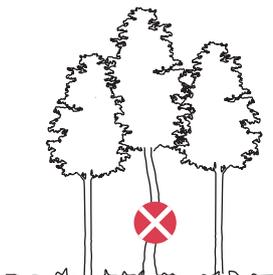
**Très gros bois (TGB)**  
Martelage prioritaire : sanitaire, beaux à risques de dépréciation, de mauvaise qualité, beaux et mûrs

**Prélèvement total : modérer chaque intervention**  
(volume : 15-25 % | nombre : 8-15 % | surface terrière : < 20 %)

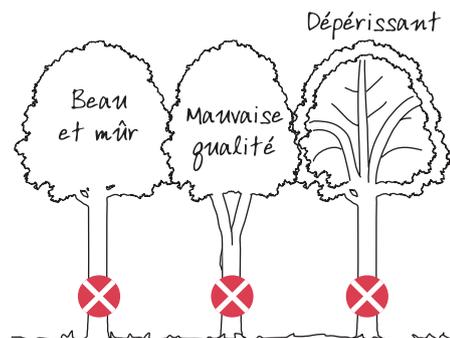
**Prélèvement**  
Nombre : élevé  
Surface terrière et volume : faibles



**Prélèvement**  
Nombre : faible  
Surface terrière et volume : faibles



**Prélèvement**  
Nombre : faible  
Surface terrière et volume : élevés



Prélèvement prioritaire dans les petits et gros bois

Dans les catégories inférieures, le nombre de petits bois doit tout de même être suffisant pour permettre la sélection des plus beaux sujets.

Dans la plupart des peuplements, il est conseillé et possible de réaliser des éclaircies par sélection positive (martelage au profit des arbres de qualité), avec des prélèvements majoritairement « par le haut ». Pour des peuplements équiennes et réguliers (pessières ardennaises plantées, etc.), dans les cas de régénérations surfaciques (coupes d'ensemencement ou post-crise) ou encore dans les jeunes plantations, il est conseillé de recourir à des itinéraires techniques bien rodés<sup>32</sup>.

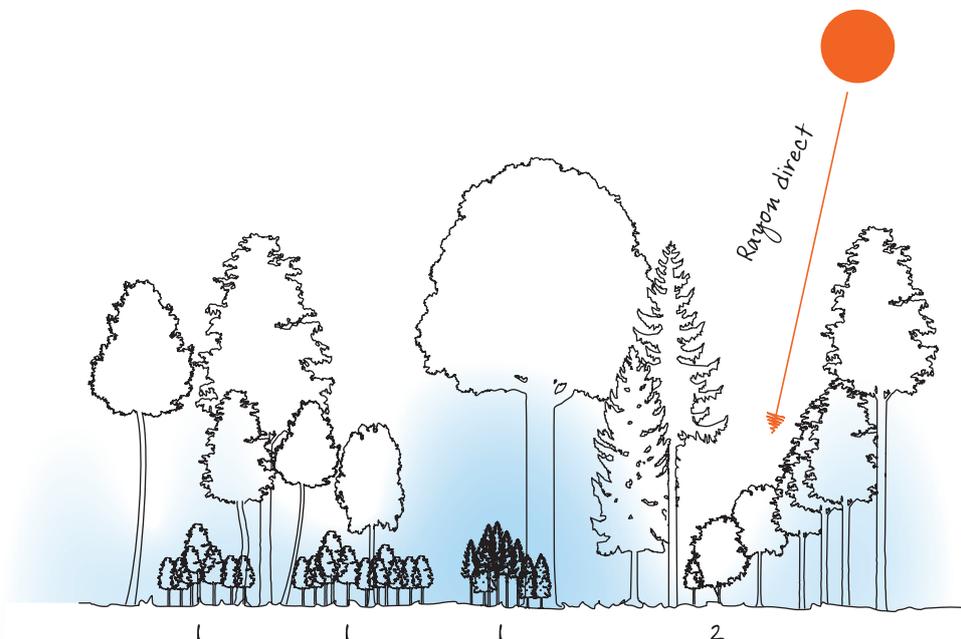
## 2.4 Mesure 4 : régénérer les peuplements naturellement, sans faire de sacrifices d'exploitabilité. Utiliser le semis naturel dans toute sa diversité

### 2.4.1 De la régénération naturelle diffuse...

Du principe de base de continuité du couvert de la futaie irrégulière découle l'obtention de peuplements structurés, stratifiés, présentant un mélange pied par pied ou par petits bouquets d'individus ayant des fonctions bien différenciées : des

FIGURE 5

### DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE DIFFUSE...



1. Même sous un couvert relativement fermé, un semis diffus apparaît cycliquement : cette régénération couvre de 5 à 15 % de la surface, répartie en petits îlots ou cônes de régénération. Sous un couvert fermé, les semis peuvent subsister, selon l'essence, pendant plusieurs années (« salle d'attente »).

2. Une partie des semis en « salle d'attente » pourra croître à la faveur d'un changement des conditions locales de lumière (coupe, chablis...). Une sélection naturelle des individus de plus forte vitalité s'opère d'elle-même. Ces quelques semis passent au stade de gaulis.

arbres **adultes** producteurs de grande qualité (les « stabilisateurs »), mais aussi des individus de forte valeur écologique ; de **jeunes arbres** éduqués à l'ombre des grands arbres prêts à prendre la relève le moment venu (les « sprinters ») et une **régénération naturelle diffuse**, profitant de l'ambiance forestière engendrée par le couvert (la « salle d'attente »).

Cette régénération naturelle diffuse ainsi que la maîtrise de sa composition en essences sont principalement induites par une bonne gestion du sous-étage, de la lumière incidente et des conditions micro-climatiques.

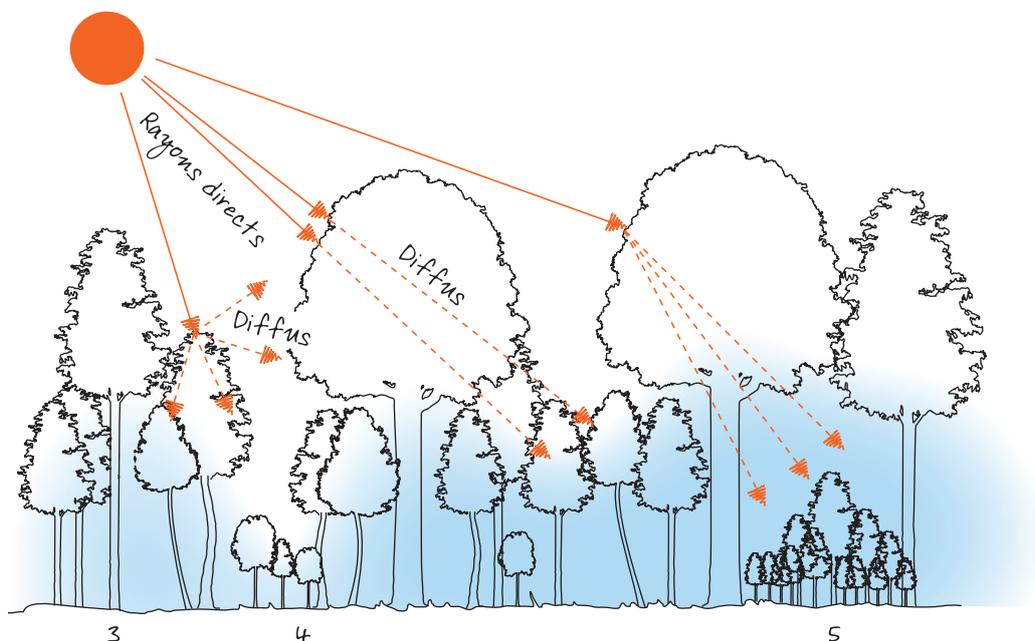
Elle doit être diffuse dans l'espace et le temps, répartie principalement par cellules, cônes ou collectifs ; et non en « brosses » ou en plein.

La régénération n'est pas un but en soi mais une conséquence positive du traitement appliqué.

La gestion du sous-étage permet de réduire la concurrence de la végétation adventice, de favoriser la qualité des jeunes plants grâce à l'éducation en demi-ombre et leur protection contre la sécheresse, la chaleur et le gel. Par le maintien d'un certain taux de couvert, les taches de régénération doivent se produire d'elles-mêmes un peu partout, et une sélection naturelle des individus de plus forte vitalité s'opère d'elle-même. Quel que soit le type de peuplement, lorsque la surface terrière totale du sous-étage augmente, la part de la régénération diminue<sup>26</sup>. Donc l'éclaircie dans le sous-étage permet, par augmentation de la lumière diffuse, de gérer l'apparition et le développement de la régénération naturelle dans les jeunes stades.

Suivant les cas, si la régénération (du jeune semis aux perches, circonférence de 0 à 40 cm) couvre de 5 à 15 % de la surface (répartie en petits îlots), la pérennité du peuplement est assurée en suffisance. Les surfaces en régénération sont peu nombreuses mais elles doivent être dynamiques dans le temps et l'espace.

### ... ET DE LA LUMIÈRE DIFFUSE



3. Quelques unes des gaules auront suffisamment d'espace pour accéder progressivement au stade de « perche » (« sprinters »).

4. L'ambiance lumineuse générée par un couvert léger et un étagement correct permet de réduire la concurrence de la végétation adventice.

5. Sous nos latitudes, les rayons du soleil sont plus souvent obliques que verticaux. Cette lumière diffuse est la plus importante pour faire apparaître la régénération naturelle diffuse de qualité.

## 2.4.2 ... et de la lumière diffuse

Le rayonnement global incident possède deux composantes<sup>9</sup> :

- le **rayonnement direct** constitué par les rayons lumineux dont la trajectoire depuis la source d'émission jusqu'à la surface de référence n'est pas modifiée. Ce type de rayonnement est très énergétique. Il correspond à celui qui existe, par temps clair, dans les grandes trouées ou les mises à blanc ainsi que dans les taches de lumière ;
- le **rayonnement diffus** constitué par l'ensemble des rayons dont la direction a été modifiée depuis l'émission. Ce rayonnement n'a pas de direction préférentielle et provient de l'ensemble de la voûte céleste. La majorité du rayonnement lumineux en forêt en est constitué.

En forêt, les rayons du soleil sont plus souvent obliques que verticaux, surtout sous nos latitudes.

Cette lumière diffuse est non seulement suffisante pour garantir le maintien du potentiel de régénération dans le sous-étage (même d'espèces dites maladroitement intolérantes à l'ombrage telles que le chêne)<sup>20</sup>, mais elle est également essentielle pour gérer l'équilibre entre les ligneux et les herbacées au sol, en empêchant l'explosion de ces dernières. En effet, l'éclairage direct entraîne un développement inopportun des herbacées et des semi-ligneux au détriment du semis, une différenciation moindre des semis, un élagage naturel plus difficile, un risque plus important de cimes multiples et de fourches sans augmenter nécessairement la croissance en hauteur des semis<sup>10</sup>.

La lumière diffuse est donc la plus importante pour faire apparaître une régénération naturelle diffuse et de qualité (stades de germination et de semis), tandis que la lumière directe est surtout utile à sa croissance dans les premiers stades (fourré, gaulis) et les stades intermédiaires (perchis).

### ENCART 5

#### RÉGÉNÉRATION NATURELLE : SITUATIONS DITES « DE BLOCAGE » ET TRAVAUX

En règle générale, la régénération naturelle finit toujours par s'installer, même si dans certains cas cela peut tarder. En effet, même dans des cas dits maladroitement « de blocage » (envahissement par une végétation concurrente, par exemple), les observations montrent que dans la majorité des stations, la régénération naturelle s'installe, pour peu qu'on sache patienter quelques années (sauf en cas de déséquilibre faune-flore).

Roncier intact (Anderlues, cantonnement de Thuin).



Cependant, si le gestionnaire le juge nécessaire, dans certaines situations, il peut être judicieux d'accompagner la régénération naturelle par des compléments de plantation. Dans ces cas, par exemple dans des trouées où la régénération tarde à s'installer, les plantations seront toujours ciblées et de faible étendue, eu égard au fonctionnement du système en continu. On privilégiera de fortes densités de plantation plutôt que la superficie. De plus en plus de plantations de complément (ou d'enrichissement) sont effectuées par petits collectifs (ou « cellules »), à l'image de ce que peuvent être les cônes de régénération naturelle. Les coûts de protection sont alors optimisés.

De même, dans certaines situations, il peut s'avérer utile de recourir à des techniques plus interventionnistes telles que le travail du sol ou le dégagement. Différentes situations problématiques existent (problèmes d'absence de semis de qualité de l'essence-objectif, d'envahissement par la végétation adventice, de semis dominants de qualité menacés par des ligneux concurrents). Ces situations doivent être traitées au cas par cas en gardant à l'esprit que les dégagements doivent être localisés et les soins sélectifs. Et ces travaux doivent bénéficier surtout aux essences sensibles à la concurrence.

L'équilibre lumineux en futaie irrégulière est le résultat d'un bon dosage de la lumière diffuse et directe, par la gestion fine du sous-étage et de l'étage dominant via les coupes jardinatoires et les travaux.

## ENCART 6

### LES COMPORTEMENTS DES SEMIS EN MÉLANGE

Lorsque le mélange est constitué d'essences exigeantes en lumière dans leur jeune âge et d'autres plus tolérantes à l'ombrage, la question du renouvellement est parfois plus délicate. Parfois le maintien de ces essences de lumière devra se faire de manière volontariste, en ayant recours à la création de petites trouées artificielles, à des plantations de complément et/ou à des travaux sylvicoles ciblés dans les jeunes stades

Ce cas de figure est courant dans les mélanges chêne-hêtre.

Le problème d'équilibre sylvo-cynégétique (surabondance de cervidés) peut accentuer ces déséquilibres et difficultés. Dans ces cas on ne peut laisser totalement faire la nature et il convient d'intervenir intelligemment et au moment opportun au profit des essences-objectifs les moins concurrentielles dans les jeunes stades.

Comme par exemple le chêne sessile qui, même s'il survit à l'ombrage, présente une croissance tellement réduite que la compétition face aux autres espèces est en sa défaveur<sup>8</sup>.

Dans cet exemple, le chêne, essence de lumière, fait preuve de phototropisme\* en s'écartant de son axe de verticalité pour se diriger vers la lumière. La présence du semis de hêtre est donc néfaste pour la conformité du chêne. En ce qui concerne le hêtre, essence d'ombre, il pousse droit sans aucun

problème à côté d'essences moins sciaphiles que lui. Le semis de chêne ne le gêne en aucun cas et a même un effet d'éducateur bénéfique sur l'angle de branchaison du hêtre<sup>23</sup>.

Dans les deux exemples suivants, le bouleau et le pin sylvestre améliorent le forme du chêne, grâce à leurs houppiers clairs et filtrants. De manière générale, ces essences sont d'excellents éducateurs de chênes de qualité, pour peu que leur vigueur et leur positionnement ne deviennent pas un frein.

En présence de semis de chêne, des travaux sylvicoles légers et relativement fréquents doivent être effectués afin de favoriser le chêne en l'empêchant d'être étouffé par les concurrents, notamment le hêtre.

Ces passages permettent, autour de belles tiges de chêne repérées, de supprimer la concurrence immédiate du houppier.

La suppression de la concurrence s'effectue soit par passage pour les tiges encore fines, soit par annélation pour les tiges plus grosses. Seuls les réels concurrents autour des belles tiges sont supprimés, les autres tiges continueront à jouer leur rôle d'accompagnement tant qu'elles ne gêneront pas les belles tiges.

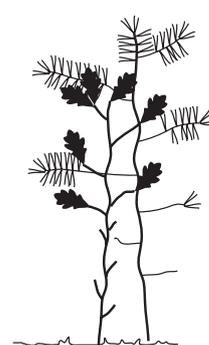
\* Capacité d'une plante à s'orienter par rapport à la lumière.



Chêne + hêtre



Chêne + bouleau



Chêne + pin

## ENCART 7

## L'ÉCLAIREMENT TRANSMIS DANS LE SOUS-BOIS ET LE TYPE D'ÉCLAIRCIE

L'éclairage relatif (donné en pourcent) en un point donné correspond au rapport entre l'éclairage en dessous du couvert et l'éclairage au-dessus du couvert. Une carte d'éclairage est une représentation cartographique de l'éclairage relatif transmis dans le sous-bois. Cet outil permet de visualiser l'éclairage transmis dans le sous-bois d'une parcelle, avant et après martelage par exemple.

La figure ci-contre reprend la carte d'éclairage d'une parcelle de 1 hectare située en hêtraie-chênaie ardennaise (marteloscope de Vecmont). La première carte représente la parcelle avant éclaircie et les deux suivantes représentent la situation d'éclairage de la parcelle, après deux types d'éclaircies différentes (équipe 1 et 2).

L'interprétation de ces cartes permet de constater que pour des volumes prélevés similaires (64 et 67 m<sup>3</sup>), l'équipe 1 a pratiqué un prélèvement « par le bas »\* (K = 0,8, volume de l'arbre moyen (VAM) prélevé = 0,6 m<sup>3</sup>) alors que l'équipe 2 un prélèvement « par le haut »\* (K = 1,9, VAM prélevé = 1,4 m<sup>3</sup>). Comme l'indiquent les cartes, un martelage « par le bas » réalisé en prélevant un nombre important de tiges de petites dimensions, apporte un éclairage diffus important mais réparti de manière homogène sur l'ensemble de la parcelle. Ce type de martelage aura tendance à provoquer deux phénomènes : d'une part l'apparition de régénération naturelle sur l'ensemble de la surface (ce qui n'est pas recherché en futaie irrégulière) et d'autre part une régularisation de la structure du peuplement. À terme, il provoque la différenciation du peuplement en deux étages principaux et la perte de la structure du peuplement, ce qui est à éviter dans une optique de gestion en couvert continu.

De plus, concentrer son prélèvement uniquement dans les petites dimensions puise dans le capital longévité du peuplement, à savoir son potentiel d'avenir.

La carte d'éclairage obtenue après le martelage par le haut (équipe 2) montre une alternance de zones d'ombre et de lumière, favorable à la différenciation des semis au sein des îlots de régénération et à l'apparition d'un mélange d'essences d'ombre et de lumière. Par ailleurs, le ratio entre le volume prélevé et le nombre d'arbres est plus favorable dans ce cas et peut amener des réductions de coûts d'exploitation puisque le volume unitaire moyen de l'arbre prélevé est supérieur.

\* Pour rappel, le martelage « par le bas » prélève des arbres dont la dimension moyenne est inférieure à la dimension moyenne des arbres avant éclaircie. A contrario, le martelage « par le haut » prélève des arbres dont la dimension moyenne est supérieure à la dimension moyenne des arbres avant éclaircie.

« Pour améliorer le climat lumineux global, ouvrir le couvert en "peau de léopard" avec des zones denses et des zones claires. »  
(Marc-Etienne Wilhelm, ONF-Alsace)

**Avant éclaircie**

État initial

Surface terrière  
du peuplement = 21,7 m<sup>2</sup>

**Équipe 1**

Surface terrière  
du peuplement restant = 13,9 m<sup>2</sup>

Prélèvement :

Nombre de tiges = 111

Volume = 64 m<sup>3</sup>

Volume de l'arbre moyen = 0,6 m<sup>3</sup>

K = 0,8

**Équipe 2**

Surface terrière  
du peuplement restant = 14,7 m<sup>2</sup>

Prélèvement :

Nombre de tiges = 48

Volume = 67 m<sup>3</sup>

Volume de l'arbre moyen = 1,4 m<sup>3</sup>

K = 1,9



K est un coefficient de type d'éclaircie :  
K > 1 : éclaircie par le haut ;  
K < 1 : éclaircie par le bas ;  
K = 1 : éclaircie mixte.

Les calculs sont réalisés par pixel de 1 m<sup>2</sup>. Les couleurs correspondent aux classes d'éclaircie relative suivantes : 0 (noir) - 6,5 - 12,5 - 25 - 50 - 100 % (blanc).

Cartes réalisées par Gauthier Ligot (GxABT, mai 2013). La modélisation de l'éclaircie a été obtenue grâce au simulateur « *Quergus* » et « *SamsaraLight* ».

ENCART 8

**MARTELER EN FAVEUR DES ÎLOTS DE RÉGÉNÉRATION...  
MAIS SANS SACRIFICES D'EXPLOITABILITÉ<sup>7</sup>**

Ce sont à la fois le maintien d'un matériel sur pied optimal et la gestion du sous-étage sur l'ensemble du peuplement qui apportent la lumière diffuse suffisante et de qualité pour le développement des semis. L'élargissement systématique d'une trouée est à éviter car il pose plusieurs problèmes : il peut engendrer des sacrifices d'exploitabilité par l'exploitation d'arbres de qualité avant terme, entraîner l'exploitation d'arbres qui avaient une utilité écologique, augmenter les risques de problèmes aux arbres voisins (gourmands, coups de soleil, chablis) et accroître l'éclairage direct défavorable aux semis mais favorable aux espèces herbacées.

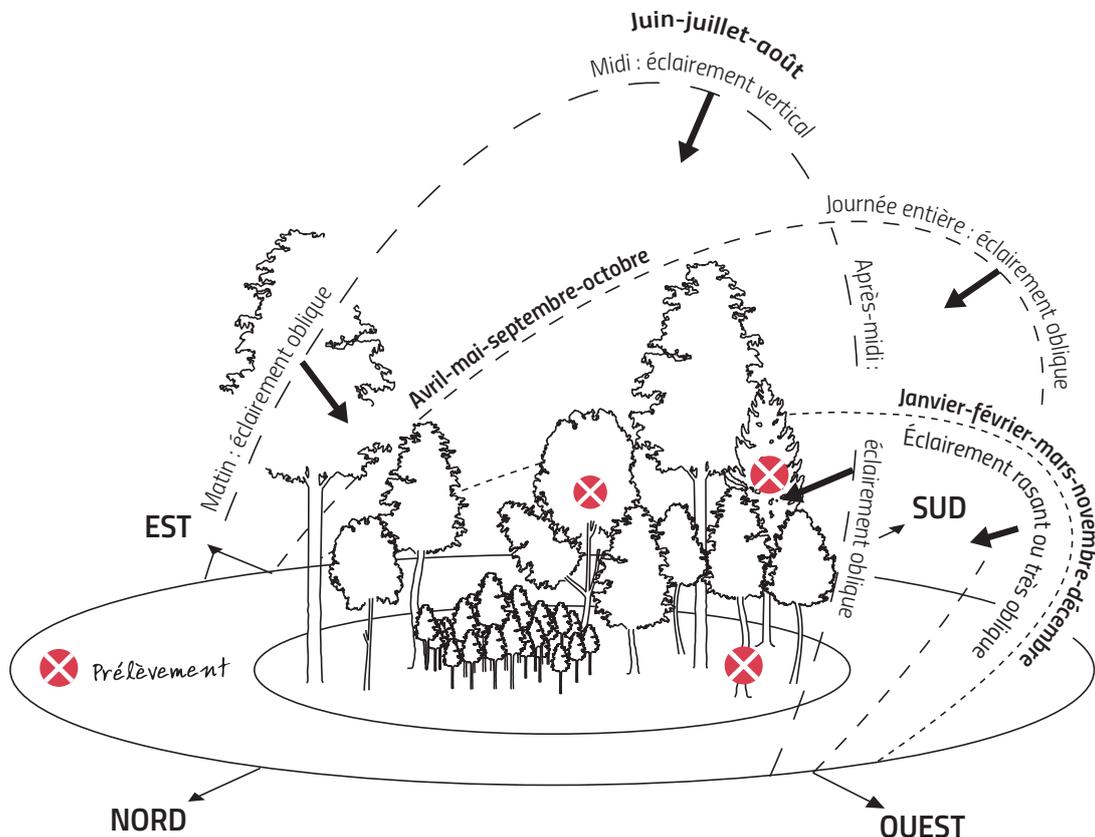
Cependant, certaines mesures peuvent être prises à proximité d'îlots de semis pour les favoriser.

Étant donné que le rayonnement est le plus souvent oblique, le sous-étage et les bois de futaie peuvent être martelés préférentiellement du côté est, sud et ouest d'un îlot de semis pour augmenter significativement l'apport de lumière. Ce martelage se réalise de manière à préserver un étagement

des houppiers afin de conserver une lumière diffuse et filtrée de qualité favorable aux semis et à leur développement. En pratique :

- marteler les perches, brins de taillis et petits bois bas branchus qui surplombent et déforment les semis (« dévoreurs de lumière » ou « couveuses »). Les bois peu ombrageants qui ne gênent pas les semis sont conservés le plus longtemps possible afin de protéger les semis de l'éclairage direct ;
- marteler les gros arbres de qualité médiocre pour éclairer un îlot de semis préférentiellement à l'est, au sud et à l'ouest de celui-ci en veillant à conserver l'étagement des houppiers du sol jusqu'à la strate dominante.

Remarque : tous les îlots de semis ne méritent pas un martelage en leur faveur. Ceux proches ou situés sous des moyens bois de qualité n'ont pas d'avenir ou sont en « salle d'attente » et un martelage en leur faveur n'est pas du tout prioritaire. En effet, ces moyens bois de qualité sont éloignés de leur dimension d'exploitabilité et les exploiter en faveur du semis serait un véritable sacrifice.



## 2.5 Mesure 5 : laisser se développer les processus de succession des essences

Un des objectifs importants de la gestion en SMCC est la conservation et l'amélioration de la biodiversité fonctionnelle de l'écosystème forestier. Les divers organismes et leurs phases vitales sont liés aux différentes phases de l'évolution et de la succession de la forêt, y compris les phases de vieillesse et de décrépitude, mais également les clairières, les ouvertures dans le couvert, les eaux courantes ou dormantes, et d'autres encore.

Historiquement les forestiers ont eu tendance à empêcher le développement des processus de successions naturelles en éliminant systématiquement les essences pionnières secondaires (bouleau, sorbier...), en plantant directement les ouvertures et trouées, etc. Or nous savons maintenant que la résilience d'un peuplement est améliorée lorsqu'il contient des essences colonisatrices ou pionnières : en cas d'accident, la dynamique de reboisement est plus rapide si ces essences, ou leurs graines dans le sol, sont présentes et en plus cela empêche un envahissement d'herbacées. De même, les trouées, les îlots de vieillissement et le bois mort sont des éléments qui participent à l'équilibre sanitaire global du peuplement ; ainsi qu'à un bon fonctionnement général du

sol, en particulier dans ses composantes minérales et organiques.

Cette mesure met en avant l'intérêt de ne pas empêcher systématiquement le développement naturel de ces étapes différentes de la succession naturelle. Les processus naturels en forêt peuvent être modifiés en fonction de la situation, par exemple la proximité de semenciers peut accélérer la dynamique naturelle en court-circuitant quelques étapes de la succession forestière.

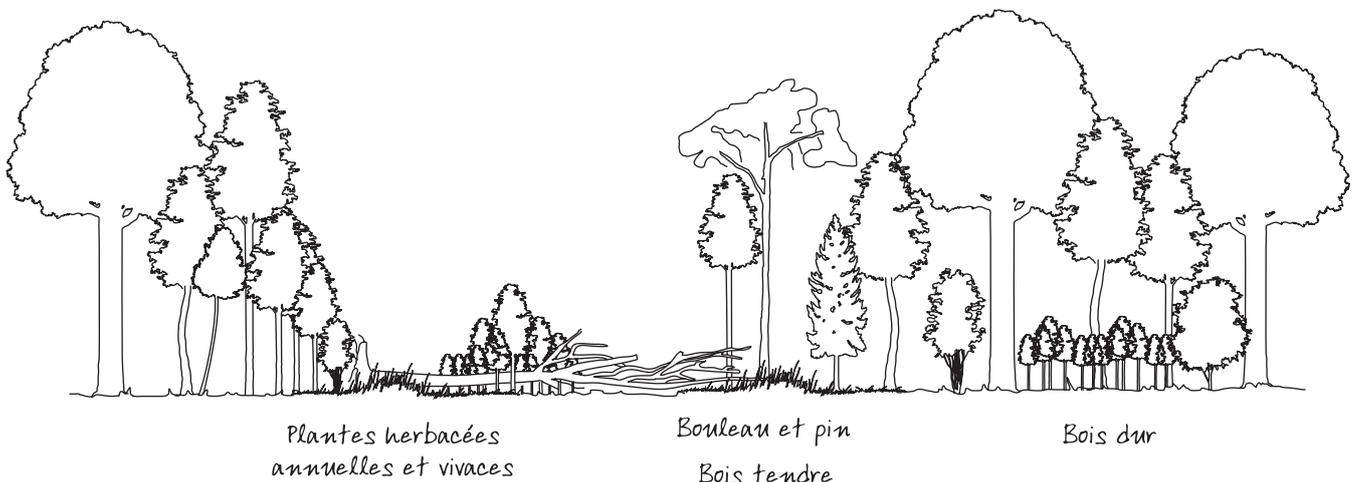
La succession naturelle des stades pionniers à ceux des essences d'ombre est respectée tout en encourageant les gros bois de qualité dans ces essences pionnières.

En comprenant bien les dynamiques naturelles des écosystèmes forestiers (encart 9), on constate que quand on exploite systématiquement les arbres arrivés à maturité on court-circuite le cycle (perte de 75 % du temps), et on perd les espèces liées aux stades vieux. De même, si on replante directement toute ouverture dans le peuplement, on ne laisse pas s'exprimer les espèces des stades ouverts. En préservant dès que possible des arbres porteurs de micro-habitats et des bois morts, en conservant des îlots de vieux bois et des milieux naturels intra-forestiers remarquables (milieux humides, ouverts...), on renforce la naturalité et la trame de biodiversité des peuplements forestiers.

FIGURE 6

### SUCCESSION DES ESSENCES

Les différentes phases de l'évolution et de la succession de la forêt, y compris les phases de vieillesse et de décrépitude, les clairières et les ouvertures, doivent être préservées.



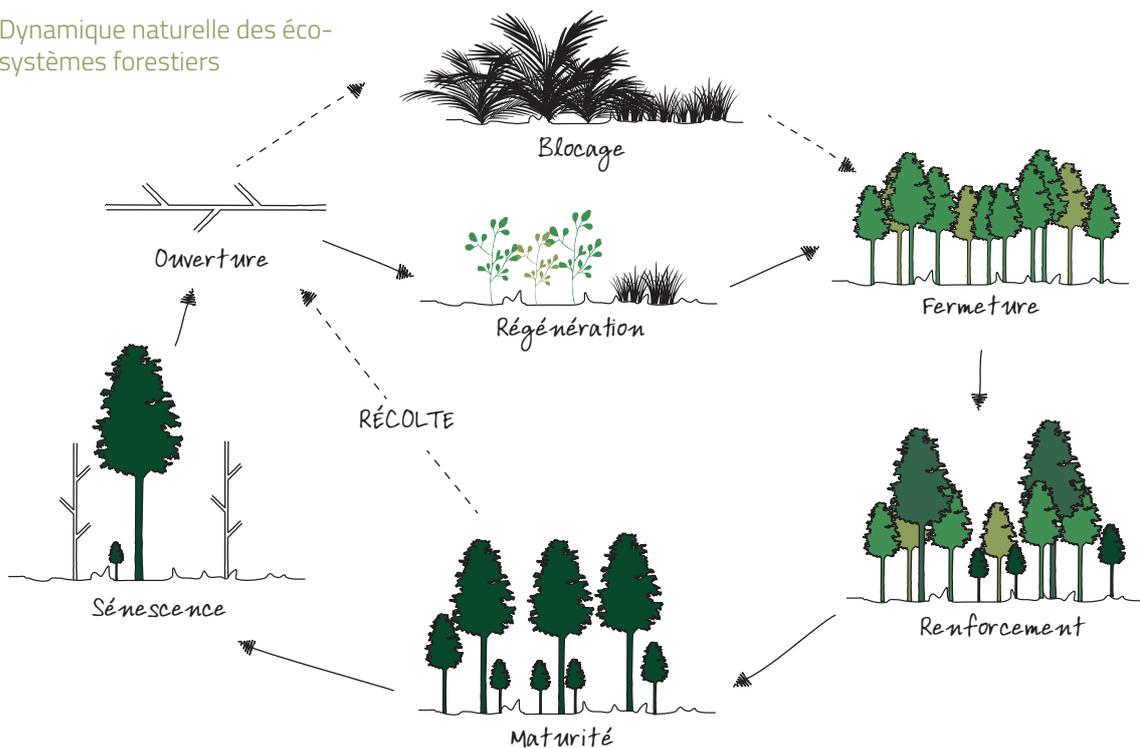
ENCART 9

**DYNAMIQUE NATURELLE DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS<sup>36</sup>**

Après une perturbation, la dynamique naturelle de recolonisation se met rapidement en place pour refermer le milieu. Des semences, déjà présentes dans le sol (banque de semences du sol) ou apportées par le vent ou les animaux se mettent à germer. En fonction des conditions du milieu, les plus adaptées et les plus concurrentielles vont se maintenir et former un cortège d'espèces qui va refermer le couvert et évoluer progressivement, avec l'apport de nouvelles semences et le changement des conditions (lumière, température, humidité). Plusieurs phases vont ainsi se succéder : phase pionnière (refermeture du peuplement), phase de transition (nouvelles essences et renforcement de la structure) et phase de maturité (essences finales propres aux conditions locales de sol et de climat). Non exploitée, la forêt passe ensuite par une longue phase de sénescence. De nouvelles ouvertures finissent par se créer (arbre mort, groupe d'arbres, perturbation...). Et le cycle recommence. Dans une forêt naturelle, ces cycles se produisent en continu, à des échelles spatiales et temporelles variables. Quand on récolte, on court-circuite une bonne partie de la phase de maturité et la phase de sénescence qui normalement peuvent représenter jusqu'à 75 % du cycle.

Dans la phase pionnière, selon la taille de l'ouverture, le changement des conditions de milieu est plus ou moins fort : lumière directe, assèchement (vent), minéralisation de la matière organique, éventuelle remontée de nappe phréatique... Les dynamiques de reconquête par la végétation qui se mettront en place vont dépendre d'un ensemble de facteurs comme la préexistence de semis, la banque de semences présente dans le sol, des semenciers présents dans le paysage, de la taille de la trouée... L'ensemble de ces facteurs va influencer les dynamiques de reconquête qui vont se mettre en place. Dans certains cas, par exemple en absence de semis ou de semenciers dynamiques, et souvent dans les grandes trouées, on peut passer par une situation de blocage temporaire, gênante pour la sylviculture mais qui n'est jamais définitive. En général, le milieu est d'abord colonisé par des espèces herbacées puis arbustives et arborescentes. Les essences seront ordonnancées selon leurs stratégies adaptatives.

Dynamique naturelle des écosystèmes forestiers



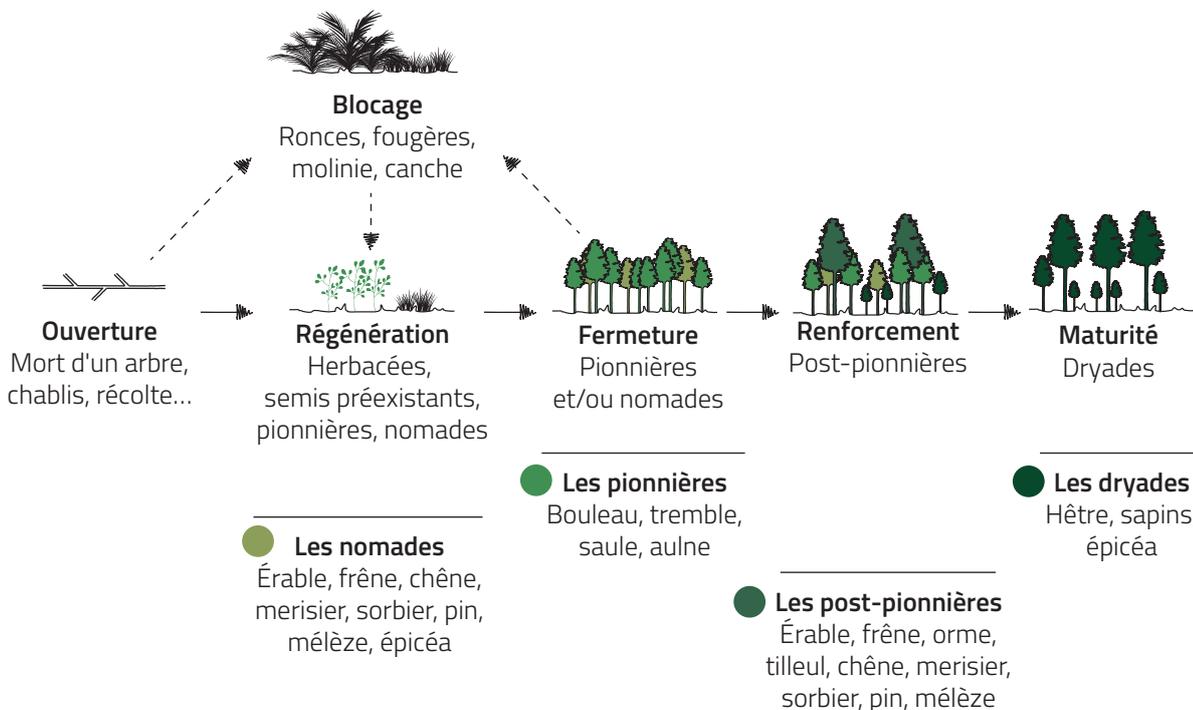
Les pionnières sont des espèces de pleine lumière qui ont la capacité de s'installer directement en plein découvert (grandes trouées). Ce sont en général des espèces à courte durée de vie, héliophiles pour leur germination et le développement des semis, avec un bois plutôt tendre. Leur stratégie de reproduction joue sur la quantité, avec de nombreuses semences très longévives (sauf le saule). En se développant, elles vont refermer le couvert et créer des conditions favorables à l'installation des autres essences (amélioration du sol, ombre, température, humidité).

Les essences post-pionnières arrivent ensuite (ou directement dans les petites trouées). Elles ont un bois plus dur et un tempérament plus ou moins héliophile. Elles vont renforcer l'édifice forestier grâce à leur structure plus imposante et leur caractère plus longévif.

Le groupe des dryades vient ensuite (sauf conditions inadaptées). Il reprend des espèces capables de germer avec un minimum de lumière, dans les conditions humides des sous-bois. Elles correspondent au stade de maturité de la forêt.

Les nomades forment un groupe particulier : ce sont des espèces opportunistes des groupes des post-pionnières (frêne, érable, merisier, sorbier, chêne, pin, mélèze...) ou dryades (épicéa), capables de s'installer directement avec ou à la place des pionnières, par exemple dans les trouées de taille plus réduite.

Dans une forêt résiliente, l'ensemble des groupes fonctionnels d'essences capables d'intervenir quels que soient les effets d'une perturbation doivent coexister (pionniers, post-pionniers, dryades). C'est sa capacité à cicatriser.





Rondelle d'épicéa illustrant le résultat d'une vitesse de croissance variable au cours du temps.

Cet arbre est resté pendant une période d'environ 40 ans en croissance ralentie, avec des accroissements en circonférence autour de 0,17 cm par an. Grâce à des conditions plus favorables, il a ensuite fait des accroissements en circonférence de 1,75 cm/an de moyenne. Cet exemple montre la capacité des jeunes arbres à rester « en latence » dans la « salle d'attente » en attendant des conditions meilleures.

## 2.6 Mesure 6 : éduquer les semis sous le couvert et utiliser les processus naturels d'élagage et de qualification des arbres

De manière à assurer une bonne productivité et une bonne résilience du peuplement, il est nécessaire de maintenir des arbres ayant des fonctions bien déterminées. Les raisons de maintien d'un arbre lors du martelage sont variées : production, protection, éducation, stabilité, diversité...

Dans une structure irrégulière, les gros arbres en particulier ont beaucoup de rôles : semencier bien sûr, mais également éducateur, protecteur et structurel. L'effet du couvert sur les semis, les perches et les petits bois est le garant d'un capital de qualité en continu et à moindre frais. Le sylviculteur doit donc veiller à maintenir ce couvert pour assurer, entre autres, le rôle d'éducation des arbres d'avenir.

En futaie irrégulière, les travaux sylvicoles se conçoivent de manière « opportuniste », en cherchant à valoriser l'existant, quelle que soit l'essence considérée. Le gestionnaire doit donc se donner les moyens de vérifier périodiquement la nécessité ou non d'intervenir. La rationalisation de ces pratiques permet de

limiter les coûts grâce à des interventions réalisées de manière extensive et ciblée<sup>2</sup>.

En régénération naturelle, il existe des semis préexistants, qui, après avoir germés, restent parfois longtemps sous le couvert des arbres adultes (en « salle d'attente »). Ces derniers, souvent qualifiés de « petits vieux » sont intéressants pour régénérer les peuplements.

En ce qui concerne les problèmes de forme dus à la longue attente sous le couvert, ils se résorbent dans la majorité des cas. Par exemple<sup>11</sup>, le hêtre se redresse de manière conséquente l'année après l'ouverture du couvert alors qu'il faut attendre presque 3 ans pour que ce redressement soit significatif chez l'éraable sycomore. La croissance soutenue permet en général de résorber les défauts sauf dans le cas des défauts les plus marqués (très grosse fourche, fort écart par rapport à la verticale) qui ne disparaissent que partiellement.

L'utilisation de ces « petits vieux » procure d'autres avantages, par exemple la non-nécessité d'attendre une bonne fructification pour régénérer le peuplement, surtout lorsque les fructifications sont très irrégulières. Aussi, les semis préexistants ont déjà des dimensions qui limitent les aléas auxquels sont soumis les semis (compétition de la strate herbacée, abrutissement, etc.).

ENCART 10

## LES RAISONS DE MAINTIEN D'UN ARBRE LORS DU MARTELAGE<sup>28</sup>



### Producteur

Arbre qui fabriquera un volume de bois de qualité C au minimum et qui constitue donc un capital financier de valeur, qui peut encore augmenter. Dans le cas de perchis, l'arbre-objectif fait partie des producteurs.

### Protecteur

Arbre dont la production n'est pas forcément de qualité mais qui protège par sa présence un ou des voisins qui ont déjà constitué des grumes intéressantes à faire grossir. Ces voisins risquent de se déprécier si le protecteur est enlevé (coups de soleil, gourmands, isolement brutal, déstabilisation face au vent, dégâts de débardage sur un beau sujet, notamment le long des cloisonnements ou des endroits de dépôt).

### Éducateur

Arbre dont la production n'est pas forcément de qualité mais dont la présence permet d'éduquer ceux qui poussent à proximité:

- par la sélection et la différenciation des semis, fourrés ou perchis existants qui risquent sinon de pousser trop en concurrence les uns avec les autres ou avec la végétation concurrente (herbacée ou ligneuse).
- par l'amélioration de la forme des semis et jeunes arbres qui gardent des branches fines et horizontales grâce à l'ombre portée.

L'éducateur a donc un effet positif sur des individus qui n'ont pas encore fabriqué de longueur de grume intéressante, à la différence des protecteurs qui évitent la dépréciation d'individus qui ont déjà fabriqué une longueur de grume intéressante.

Îlot de régénération naturelle de chêne sous l'influence d'éducateurs (Forêt de Gergy, Bourgogne, France).

### Semencier

Arbre de qualité exceptionnelle susceptible de donner des descendants de valeur et que l'on conserve pour cette raison, même s'il pourrait déjà être récolté. Cette démarche permet d'améliorer le capital génétique de la régénération. Ceci peut même concerner des arbres qui ont été accidentellement endommagés (mitraille, dégâts de débardage) et dont la grume est devenue moins intéressante que les graines qu'il produit encore.

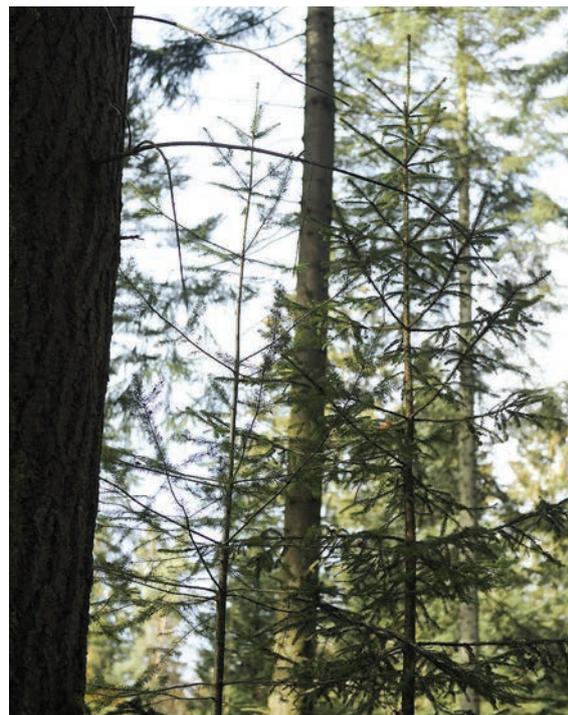
### Diversité

Arbre dont la présence participe à la diversité biologique du peuplement et au fonctionnement écologique général, en particulier dans le sol (apport de matière minérale, fixation d'azote...).

### Accueil

Arbre monumental ou de forme pittoresque ayant une valeur patrimoniale, esthétique ou émotionnelle.

Des perchis d'épicéa et de douglas protégées par un gros bois (Grand Bois, Vielsalm).



ENCART 11

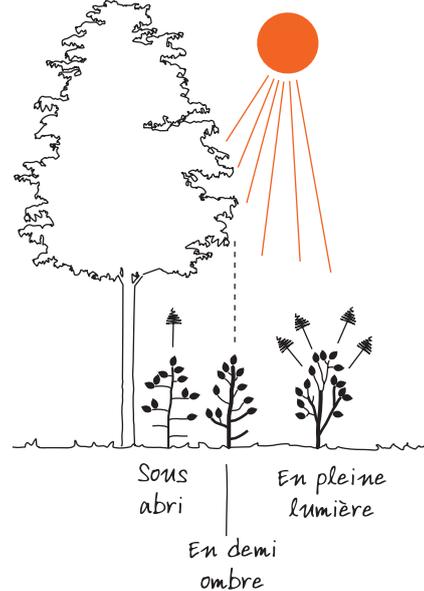
L'EFFET DU COUVERT SUR LES SEMIS, LES PERCHES ET LES PETITS BOIS

Le rythme de la régénération est relativement lent en raison de l'effet d'abri procuré par le couvert. L'effet de cet abri est multiple :

- il freine la végétation en concurrence : des herbacées (ronce, fougères...), mais aussi des jeunes brins d'essences forestières entre eux ;
- il maintient les conditions d'une concurrence sévère, ce qui oblige les semis à se développer en hauteur et favorise leur tendance apicale, leur verticalité, leur différenciation les uns par rapport aux autres ainsi que l'affinement des branches latérales à port horizontal et progressivement leur élagage naturel.

L'observation des semis est utile pour quantifier la lumière et le niveau de matériel sur pied. Un niveau de matériel sur pied trop faible se traduit par une répartition des semis sur de très grandes plages. À l'inverse, un niveau de matériel sur pied trop élevé se traduit par une répartition du semis trop éparse. L'observation de la forme générale des semis permet également de quantifier la lumière (figure ci-dessous).

Dans le cadre d'un mélange dans la régénération, le niveau de compétition entre semis d'espèces différentes varie en fonction de la qualité de la lumière.



Forme des semis sous le couvert et en pleine lumière. Sous couvert : bon développement en hauteur, verticalité, fines branches horizontales et élagage naturel.

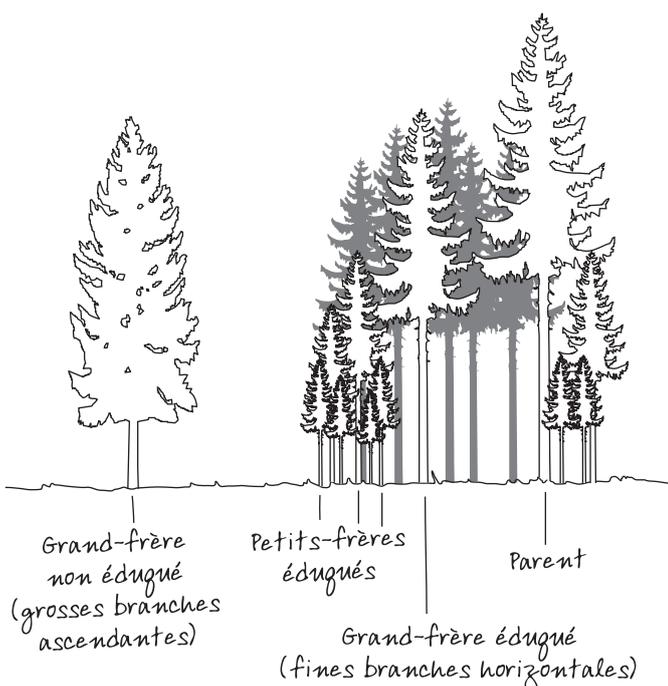
L'observation de l'allongement vertical et latéral des semis peut permettre d'affiner l'analyse sur le niveau local d'éclairage et de capital sur pied. Exemple d'un semis de douglas. L'allongement de la pousse apicale est supérieur à l'allongement des pousses du premier verticille : la lumière est donc correcte (Forêt domaniale de Breuil-Chenu, Bourgogne, France).

Suite à une mise en lumière brutale, c'est l'espèce la plus vigoureuse qui survit à terme, alors qu'en ambiance forestière fermée, on peut maintenir et orienter plus aisément le mélange. Plus les semis sont mis en lumière directe et brutale, plus on obtient une régénération pure à terme<sup>29</sup>.

Le rôle d'éducation des arbres peut être illustré par le schéma ci-dessous<sup>29</sup>. Les « parents » ont un rôle d'éducateur par rapport aux plus jeunes, aux « enfants ». On peut remarquer que « le grand frère non éduqué », en l'absence de ses « parents », des

gros douglas qu'il avait au-dessus de lui, fait déjà des grosses branches (elles sont moins à l'horizontale, sont plus ascendantes) et risque de devenir un « loubard ». Si on observe bien ce peuplement, le « grand frère » de droite éduque ses plus jeunes frères dans le sous-étage, sans les empêcher de s'épanouir (branches fines, horizontales, qui s'élagueront naturellement). En gardant quelques gros bois sur la parcelle, on maintient une structure irrégulière, avec les parents à l'étage, les « grands frères » qui continuent à être éduqués par les parents tout en éduquant les petits frères...

Branches fines et horizontales d'une perche de douglas éduquée sous le couvert (Forêt de Juillenay, Bourgogne, France).



## ENCART 12

**TRAVAUX SYLVICOLES LÉGERS, VARIÉS ET RAISONNÉS**

En sylviculture Pro Silva, les travaux de plantation, de dégagement, de dépressage, d'élagage et des premières éclaircies, sont limités au strict minimum, ce qui est rendu possible par la pérennité d'un couvert à densité contrôlée et par l'éducation des jeunes tiges sous le couvert. Le travail sur les semis est souvent inexistant, jusqu'à ce qu'ils atteignent 25-35 cm de circonférence (stade perche) et ensuite on travaille pour et autour des tiges d'avenir.

Cependant, pour profiter de toutes les opportunités existantes, il est parfois nécessaire d'avoir recours à des travaux sylvicoles<sup>2</sup>.

Les interventions ciblées qui peuvent être réalisées au profit de la régénération naturelle sont :

- défendre les essences sensibles à la concurrence (chêne, feuillus précieux, mélèze, douglas...) en privilégiant le dégagement par cassage ou annélation ;
- repérer les futures tiges d'avenir et focaliser le dosage du mélange à leur profit. Si nécessaire, procéder aux premières opérations de taille de formation et aux compléments éventuels d'élagage pour préparer les futures billes de pied ;

- protéger éventuellement par clôture ou de façon individuelle les chênes ou les feuillus précieux contre les dégâts de gibier.

Pour maintenir la diversité par l'introduction d'essences précieuses ou pour limiter la dominance d'une seule essence :

- enrichir en économisant le nombre de plants (plantations par cellules) et choisir judicieusement leur emplacement ;
- profiter des trouées laissées par l'exploitation des gros bois ou l'enlèvement d'un bouquet de bois de mauvaise qualité pour introduire du chêne ou des feuillus précieux, en les protégeant contre le gibier si nécessaire.

Pour la mise en valeur des perches et petits bois d'avenir, réaliser leurs détourages et si besoin les élagages et tailles de formation nécessaires. Pour les travaux d'élagage artificiel, consulter la fiche technique<sup>17</sup>.

ENCART 13

## LE CASSAGE ET L'ANNÉLATION

Ces techniques s'appliquent aux stades de gaulis (< 15 cm circonférence) et de perchis (entre 15 et 40 cm de circonférence). Le cassage, effectué autour des beaux sujets consiste à rabattre la partie supérieure de la tige sur la partie inférieure jusqu'à ce qu'elle soit déchirée. Cette opération se réalise avec les deux mains afin d'éviter des problèmes de tendinite. Elle permet de protéger les jeunes tiges à favoriser, en éliminant la concurrence, mais en laissant la tige cassée en place. Jusqu'à une circonférence de 15 cm, il est possible de casser une tige à la main, sans outil spécifique, après l'avoir fléchie. Au-delà, l'usage d'une petite scie ou d'une serpe pour entamer la zone de cassure avant de casser la tige à la main peut s'avérer très utile. La tige reste fixée à son pied-mère et continue donc à vivre et à gagner l'arbre d'avenir. La scie est transportée dans son étui à la ceinture de sorte à garder les mains libres pour les autres opérations. Le cassage en rond autour d'un sujet prometteur peut se faire en cercle de manière à créer un obstacle physique à la circulation du gibier vers le sujet. Pour les arbres fourchus, il suffit de prendre une fourche dans

chaque main et de les écarter en déchirant ainsi la jonction des fourches.

Lorsque le cassage devient trop difficile, il faut alors passer à l'annélation, qui consiste à faire mourir progressivement un arbre sur pied, en écorçant le tour de l'arbre à anneler, à l'aide d'une plane à écorcer. Cette dernière technique demande un peu plus de temps.

Ces deux techniques permettent aussi de garder une barrière physique contre le gibier pour protéger les belles tiges favorisées et les nidifications et mises bas ne sont nullement perturbées par ces travaux. Le cassage se pratique de la mi-juin à la mi-août. L'annélation est applicable toute l'année. Lorsqu'elle est pratiquée de septembre à mars, la mortalité de la tige est retardée. Suivant les essences, l'arbre peut mourir en une, deux ou trois saisons de végétation, ce qui lui permet d'avoir encore, pendant ce temps, des rôles protecteur, gainant, etc.

Pour plus d'information sur ces techniques, voir MESSANT *et al.*<sup>22</sup>.

Cassage de bouleau (La Reid).



Annélation d'un arbre co-dominant avec une plane à écorcer (Dierdorf, Allemagne).



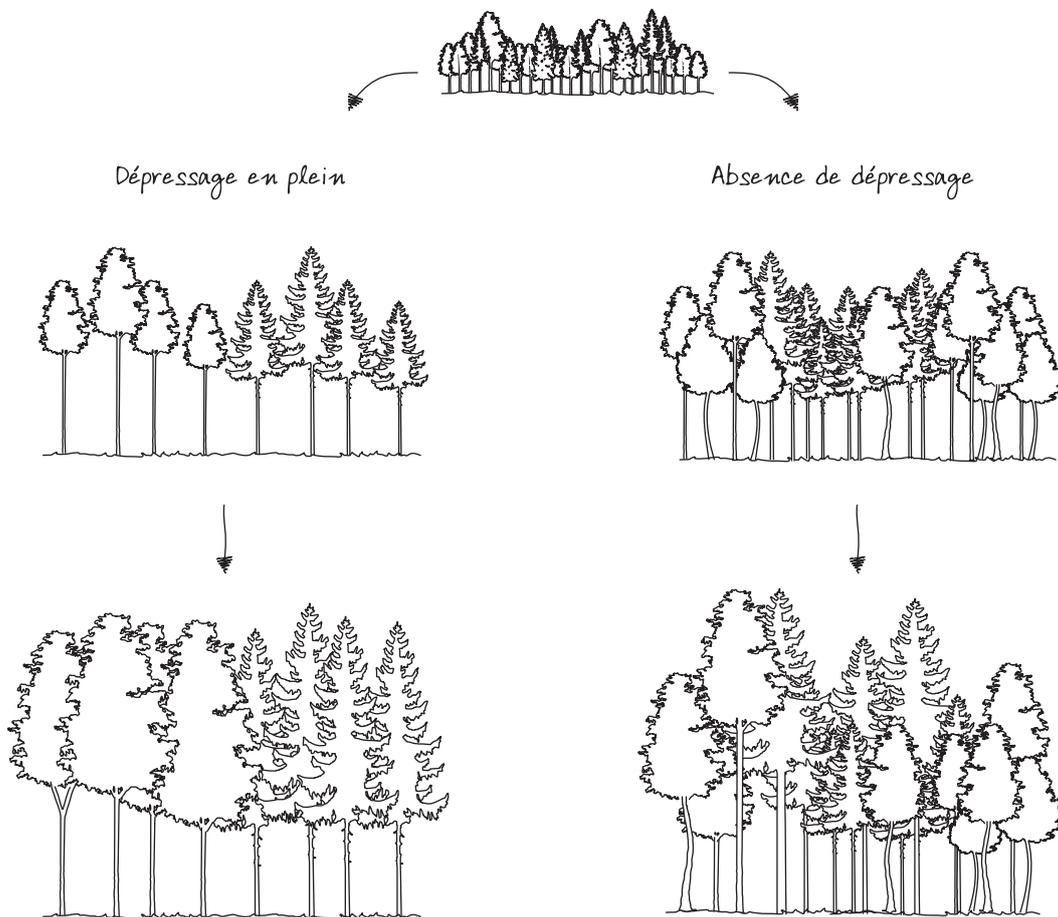
ENCART 14

**DÉPRESSAGE**

Comme pour tous les travaux sylvicoles, le dépressage systématique (mise à distance des semis) n'est pas effectué. Le but est de conserver une compression importante des semis, garantissant un élagage naturel maximal et optimal, et qui confère aussi une bonne rectitude aux futurs arbres d'avenir.

« Dépresser c'est investir dans la grosseur des branches »

Le dépressage en plein comparé à l'absence de dépressage. Ce dernier s'avère souvent plus efficace, plus rapide et dès lors plus économique.



- Plusieurs années après :
- différenciation peu marquée ;
  - compression faible, élagage naturel moins efficient.

- Plusieurs années après :
- différenciation marquée de l'élite qui prend de plus en plus le dessus ;
  - compression forte par les dominés, élagage naturel important de l'élite.

## 2.7 Mesure 7 : privilégier les essences autochtones peu représentées

La SMCC préconise de porter une attention particulière aux essences autochtones peu représentées dans le peuplement lors des travaux sylvicoles et des éclaircies. Cette mesure permet de faire évoluer en permanence le mélange d'essences et d'augmenter progressivement la proportion de certaines essences.

En effet, les essences autochtones secondaires ont montré à de multiples reprises qu'elles ont des rôles très positifs dans l'écosystème forestier en augmentant fortement la capacité d'accueil des peuplements, en fournissant des faves de bonne qualité, et en contribuant au recyclage des éléments minéraux et de ce fait méritent d'être favorisées le plus possible. De même, la bonne résilience des mélanges est augmentée lorsqu'ils contiennent des essences colonisatrices ou pionnières. En cas d'aléa ou d'accident climatique, la dynamique de reboisement et de cicatrisation est plus rapide si ces essences, ou leurs graines dans le sol, sont déjà présentes.

Cette mesure n'a de sens que si l'on utilise et considère toutes les essences autochtones pour la production. Ne considérer que des essences traditionnelles de production (hêtre, chêne...) lors de l'analyse de la qualité d'un semis, limite les possibilités d'utilisation du semis naturel et exige, beaucoup plus, le recours à la plantation.

Du point de vue économique, cette mesure permet de diversifier la production avec par exemple des essences rares telles l'alisier, le tilleul, l'aulne, les aubépines, les sorbiers, les pommier et poirier sauvages, le houx, le tremble, l'if, des petites grumes de très haute qualité et de très forte valeur ajoutée. Par exemple, en février 2022, les essences secondaires feuillus étaient bien représentées sur le parc à grumes de Wallonie<sup>33</sup> : érable sycomore, alisier torminal et orme.

Le bouleau, par exemple, est une essence à croissance rapide et à bois de haute qualité qui vient facilement en nombre et qui a une valeur écologique importante. De plus, il peut être un atout pour le gainage et la conformation d'autres essences comme le chêne.



Bouleau-objectif (La Reid).

## 2.8 Mesure 8 : axer la production sur les gros bois de qualité

De nombreuses stratégies sylvicoles, rassemblées sous l'intitulé des « sylvicultures d'arbre », mettent à profit la dynamique forestière spontanée à l'échelle de chaque arbre ou bouquet d'arbres. L'objectif de la « qualité au moindre coût » ressort, sans négliger pour autant les exigences d'une gestion intégrée des forêts destinée à procurer des prestations et des produits polyvalents.

Parmi tous les arbres d'un peuplement, les gros arbres de qualité sont ceux qui concentrent le plus gros accroissement en valeur et procurent la plus grande utilité tant sur le plan économique qu'écologique. Il suffit donc de peu d'arbres de très haute qualité pour obtenir des recettes notables et durables. Cette vision des choses est cependant difficile à concevoir dans le contexte de la sylviculture traditionnelle où les arbres de qualité exceptionnelle sont relativement dispersés au niveau d'un massif et constituent l'exception<sup>5</sup>.

Par exemple, le douglas a une croissance soutenue même à 80 voire à 100 ans. Il lui faut de 35 à 40 ans pour atteindre 1 m<sup>3</sup>, mais chaque mètre cube supplémentaire s'acquiert en moins de 10 ans et ce jusqu'à 100 ans.

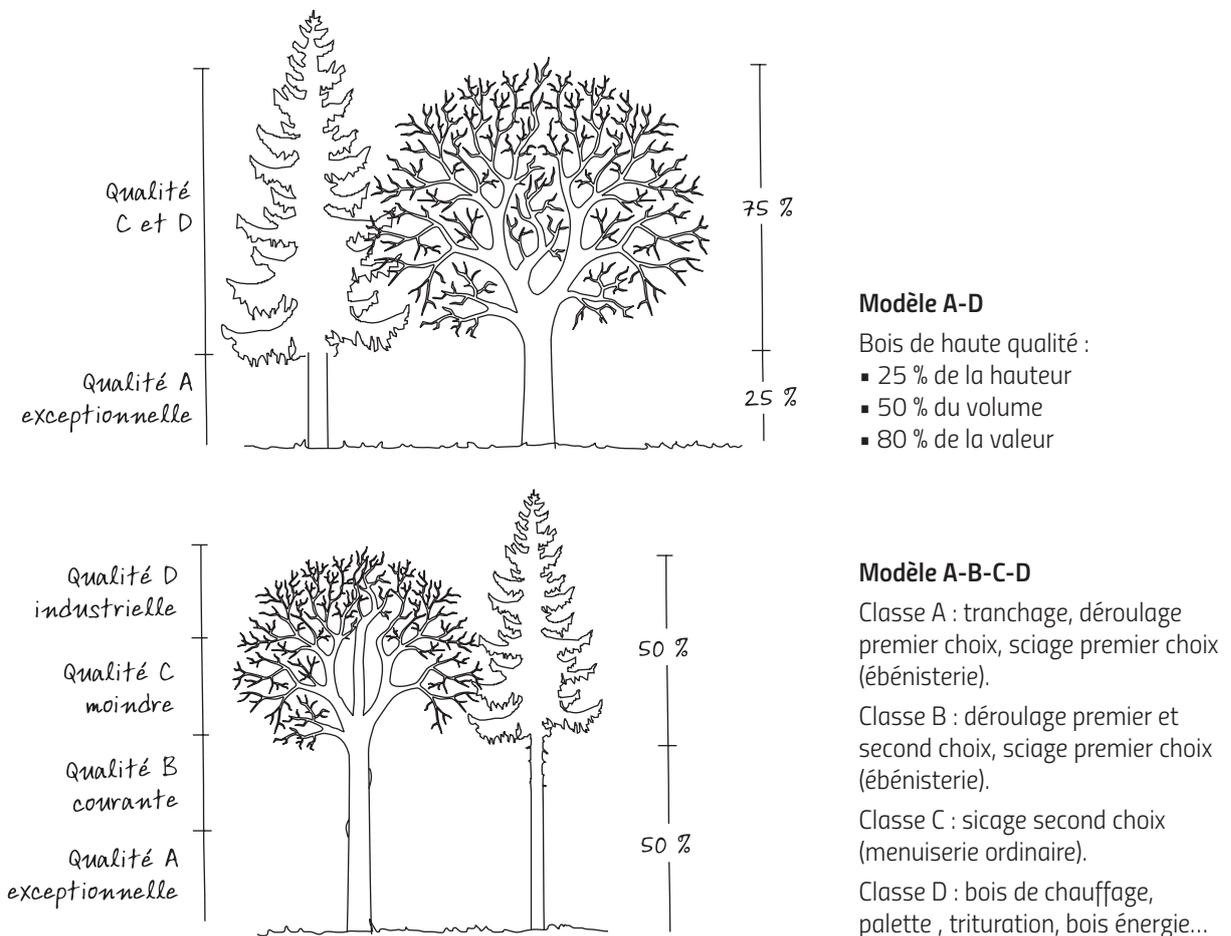
### 2.8.1 Les différents « modèles » d'arbres de qualité

En futaie irrégulière, on peut viser deux « modèles » d'arbres, en fonction de la situation (essence, particularités de la station, types de produits recherchés, contexte économique local...). Les deux modèles peuvent donc coexister dans le même peuplement (figure 7).

D'une part, le « modèle A-D », qui vise de la très haute qualité sur les premiers 6, 8 ou 10 mètres, le reste consacré au développement surdimensionné du houppier comme le moteur de croissance, « l'usine à bois », étant de la qualité moindre ou industriel. Ce modèle permet d'obtenir un gros bois plus rapide-

FIGURE 7

#### LES DIFFÉRENTS MODÈLES D'ARBRE DE PRODUCTION



ment et une optimisation de la production de la haute qualité par arbre. Il est adapté aux feuillus et aux résineux à bois rouge (pin, douglas, mélèze), sans pour autant constituer la seule option. Ce modèle est celui d'une sylviculture d'arbres-objectif accompagnés d'une matrice de qualité moindre.

D'autre part, le « modèle A-B-C-D » qui vise une diversification des produits finaux, de la qualité exceptionnelle sur les premiers quelques mètres (classe A), de la qualité courante (classe B), de la qualité moindre (classe C) et de la qualité industrielle (classe D). Ce modèle permet de maintenir une ambiance forestière et il est particulièrement adapté aux résineux blancs (épicéa, sapin).

### 2.8.2 Commercialisation des gros bois

Les scieurs s'adaptent à la ressource et se sont toujours équipés en fonction de ce que la forêt leur offre. Le rendement au sciage des gros bois sains et de qualité étant mathématiquement supérieur à celui des petits bois, il semble évident que face à une offre de gros bois significative, il y aura une adaptation de l'équipement industriel qui se fera plus facilement en faveur des gros bois qu'elle ne s'est faite en sens inverse.

En résumé, l'enjeu de la commercialisation des gros bois est avant tout lié au marché local du bois et aux débouchés plutôt qu'un problème de production. Actuellement, en Wallonie, les gros bois de résineux font déjà l'objet d'une meilleure commercialisation auprès des acheteurs potentiels même étrangers.

Notons que dans le cas de gros bois de mauvaise qualité, il est évident qu'ils trouvent difficilement preneurs dans un marché dominé par le standard et les dimensions moyennes (scieries à canter). Cependant, en ce qui concerne les gros bois de qualité, tous les intérêts se cumulent : augmentation de la rentabilité dans la production (meilleure performance économique de chaque arbre), facilité et réduction des coûts d'exploitation ramenés au mètre cube unitaire, augmentation des aires de chalandise et de vente des produits bruts, augmentation du rendement matière et élargissement du panel de transformations.

« Si on veut faire de la qualité,  
il faut faire de la dimension ;  
et si on veut faire de la dimension,  
il faut faire de la qualité »

## 2.9 Mesure 9 : veiller à l'espace nécessaire et au positionnement des arbres de valeur pour leur bon développement

Dans le cadre d'une gestion de la qualité, on veillera à ce que l'arbre de qualité puisse développer sa cime sans contrainte jusqu'à exploitation.

Dans le cas d'une désignation d'arbre-objectif dans un peuplement équienne, pour lequel les possibilités de recouvrement de strates, typiques en futaie irrégulière, se présentent moins, on respectera une distance minimale entre les arbres désignés. Cette désignation (à la peinture par exemple) des arbres de valeur se fait souvent aux stades perches et petits-bois (20 à 90 cm de circonférence).

Différentes situations de désignation existent selon les différents types de peuplements : équiennes et monospécifiques, équiennes et mélangés, irréguliers et mélangés ou non. La désignation peut constituer un outil pour le gestionnaire, notamment pour assurer une continuité dans les travaux et éclaircies.

Un exemple d'application d'une désignation dans une hêtraie-chênaie irrégulière est repris dans l'encart 14. Pour d'autres cas et pour plus d'information, voir la fiche technique de BAAR<sup>7</sup>.

En ce qui concerne le nombre d'arbres de valeur à désigner en futaie irrégulière, une estimation simple en hêtraie montre qu'un gros arbre de valeur est récolté par an tous les 2 hectares<sup>7</sup>. Dès lors, il faut désigner, pour remplacer ces arbres récoltés, un arbre tous les 2 hectares et par an (soit deux à trois arbres à désigner par hectare tous les 6 ans). Ce calcul théorique tente de montrer uniquement qu'en irrégulier, contrairement à une désignation dans un peuplement équienne, on désigne peu d'arbres par hectare et par passage.

## ENCART 15

## EXEMPLE D'APPLICATION D'UNE DÉSIGNATION EN FUTAIE IRRÉGULIÈRE

## Le cas d'une hêtraie-chênaie irrégulière

Dans le cas d'un peuplement irrégulier, présentant un mélange intime d'arbres de toutes les dimensions par petit bouquet ou par pied, la désignation doit se faire avant tout en temps opportun, soit lorsque le dépérissement des branches est en grande partie acquis sur une hauteur de bille de pied correspondant à environ 25-30 % de la hauteur finale de l'arbre. Cela ne sert à rien de désigner des arbres au-delà de 100-120 cm de circonférence, c'est trop tard.

Les hêtres ou chênes-objectif sont désignés à minimum 15 mètres les uns des autres mais également à 15 mètres de tout moyen bois ou gros bois\* de qualité (par exemple un bois moyen de qualité), et dont l'exploitation est encore éloignée.

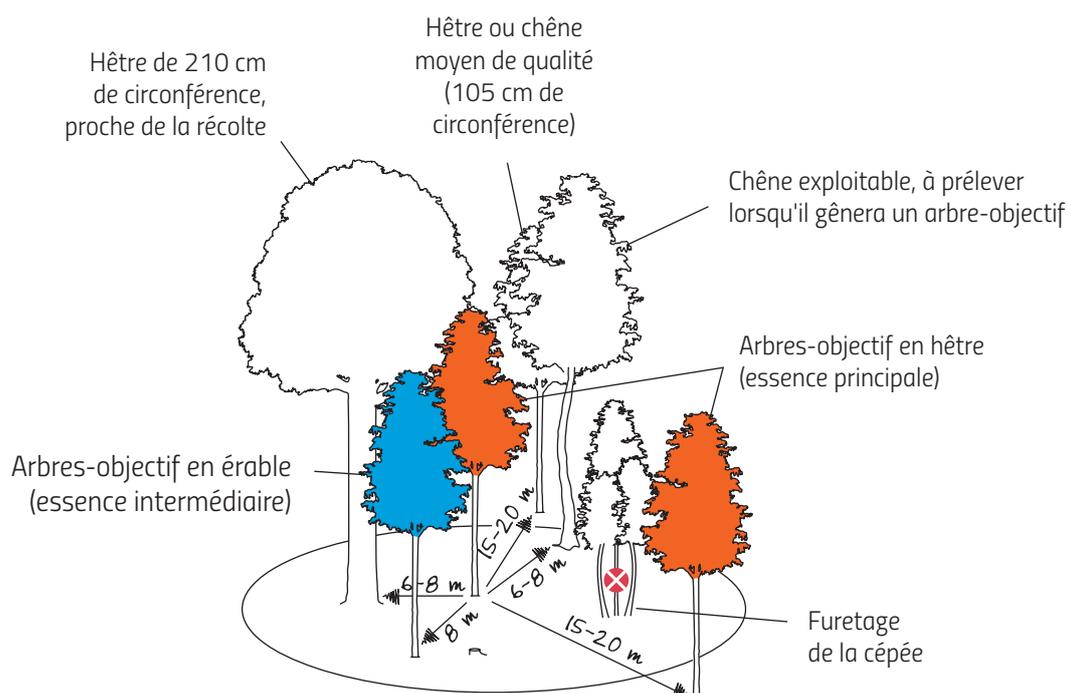
Cependant, grâce au recouvrement des strates, spécifique à la futaie irrégulière, un arbre-objectif peut être désigné à moins de 15 mètres d'un gros bois, si l'exploitation de ce dernier se situe dans un délai tel qu'il ne gênera pas le développement de la cime de l'arbre désigné.

Enfin, les essences à croissance plus rapide que le hêtre ou le chêne pourront être désignées en intermédiaire à minimum 6 mètres d'un hêtre ou chêne-objectif du même stade ou d'un bois proche de son exploitation mais à 15 mètres de tout bois de qualité de catégorie futaie (par exemple un bois moyen de qualité), et dont l'exploitation est encore éloignée (plus de la moitié de la « révolution » estimée de l'arbre).

Le chêne, quant à lui, plus exigeant en lumière, supporte plus difficilement les recouvrements de strates. L'observation de l'avenir des chênes désignables est encore plus indispensable. De manière générale, un chêne est souvent désigné à minimum 15 mètres de tout bois de qualité.

\* Moyen bois : entre 90 et 150 cm de circonférence. Gros bois : plus de 150 cm de circonférence.

## Distance entre les arbres-objectif et le reste du peuplement



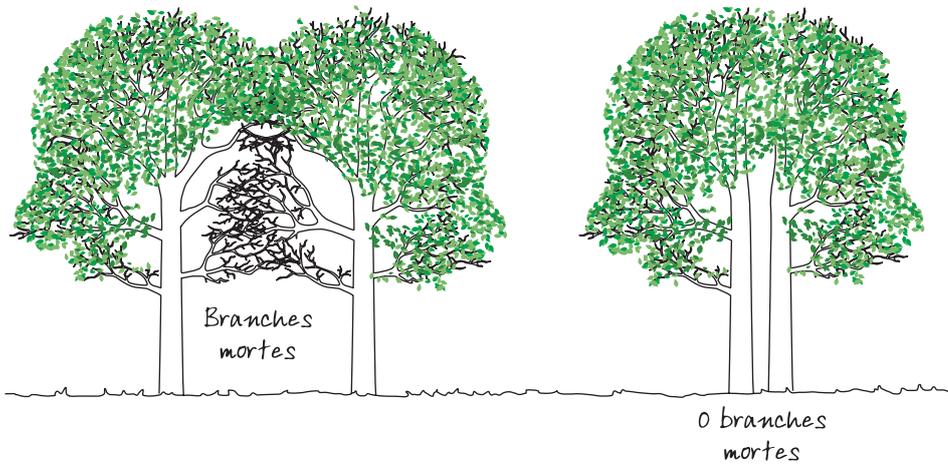
ENCART 16

### PROXIMITÉ D'ARBRES

Un groupe d'arbres (deux ou plus) peuvent être très proches les uns des autres et croître ensemble, sans se gêner ni se porter préjudice ni même entraîner des défauts de qualité du bois. Cette situation se présente lorsque les arbres du groupe ont poussé dès leur jeunesse étroitement ensemble, et suite au manque de lumière à l'intérieur du groupe, ils n'ont pu développer des branches que vers l'extérieur. Ce groupe d'arbres est visible sur le terrain par un seul et même houppier et doit être considéré comme un seul arbre lors du martelage.



Dans ce cas de figure, le hêtre a poussé à côté du chêne, dont la croissance est antérieure à celle du hêtre (Westerwald, Allemagne).



Exemple d'un groupe dont la proximité porte préjudice. Dans ce cas, des défauts peuvent se présenter dans le bois (cœur excentré, bois de réaction).

Aucune branche vivante ou morte vers l'intérieur du groupe. Notons que dans ce cas, il est possible qu'un arbre présente des qualités différentes sur des faces différentes. Les acheteurs de bois peuvent tenir compte de ceci en considérant une face de haute qualité et l'autre de moins bonne qualité.

En pratique, il est important de retenir que l'espace-ment et le positionnement des arbres de valeur ne sont pas des règles absolues et une désignation doit toujours faire l'objet d'une souplesse et d'une remise en question continue en fonction de l'évolution du peuplement. En effet, la désignation en futaie irrégulière se réalise selon les opportunités rencontrées sur le terrain et suivant la régularité ou l'irrégularité des plages constituant le peuplement. La désignation ne doit pas entraîner de sacrifices d'exploitabilité (pour maintenir absolument l'arbre désigné, par exemple). Dans le contexte de changement climatique et de crise sanitaire, il peut être prudent de garder une souplesse en préservant par exemple quelques perches et petits bois supplémentaires comme « assurances vies ». De même, dans certaines situations, deux arbres de qualité peuvent pousser côte à côte (encart 16).

## 2.10 **Mesure 10 : maintenir ou restaurer l'équilibre forêt-gibier permettant la régénération et la pérennité des essences forestières spécifiques aux stations**

L'équilibre sylvo-cynégétique est une notion théorique qui confronte les objectifs assignés à la forêt avec la pression exercée par la grande faune (cervidés en premier lieu), cette dernière pouvant compromettre le bon accomplissement de certains de ces objectifs. L'exemple le plus souvent cité concerne le fait qu'une pression excessive de la grande faune peut mettre en péril l'accomplissement d'objectifs sylvicoles, soit en empêchant un rajeunissement correct des peuplements, soit en dévalorisant la production ligneuse normalement attendue<sup>21</sup>.

Le bon équilibre entre les populations de cervidés et l'écosystème forestier est atteint lorsque les essences forestières en station (arborescentes, arbustives et herbacées) peuvent se régénérer normalement sans protection.

Dans certains cas, le défi auquel font face les gestionnaires consiste à définir l'état de cet équilibre flore-grande faune. Dans d'autres cas, le déséquilibre ne fait aucun doute et les problèmes résident dans l'acceptation et la concertation entre les différents acteurs de la forêt.

La caractérisation de l'équilibre entre la grande faune et l'écosystème forêt est plus complexe à aborder dans le cas de peuplements feuillus, surtout en futaie irrégulière où la dispersion hétérogène de la régénération rend son observation et la mesure des pressions qu'elle subit beaucoup plus difficiles. En outre, le degré de pression auquel est soumis le recrû peut atteindre des niveaux tels, que celui-ci disparaît, empêchant toute mesure de la pression. Enfin, cette absence de régénération peut s'expliquer par d'autres facteurs, plus difficiles à identifier que la seule « dent du gibier » (par exemple : peuplements non matures, tassement du sol, enherbement excessif...) <sup>21</sup>.

En ce qui concerne le mode de régénération, l'impact du chevreuil par exemple, est totalement différent selon qu'il s'applique à des régénérations naturelles ou à des plantations. La destruction de 1 000 plants par hectare se voit peu dans une régénération naturelle à 100 000 plants par hectare, mais elle est catastrophique dans une plantation de 2 000 plants. L'important, c'est ce qui reste, aussi bien en nombre absolu qu'en répartition spatiale et en qualité<sup>15</sup>.

Par la diversité des niches, la forêt irrégulière, dans son ensemble, est un biotope extrêmement favorable pour le gibier. Mais la sensibilité d'une forêt irrégulière à des surdensités exagérées d'herbivores est aussi grande que celle d'une futaie régulière. Le développement des plants dans la « salle d'attente » est plus lent qu'en pleine lumière : ces plants sont donc exposés à la dent des herbivores pendant plus d'années qu'en découvert<sup>15</sup>.

Comme expliqué précédemment, le renouvellement peut être assuré par un nombre de plants relativement faible en futaie irrégulière. Mais si ces quelques plants sont détruits, la continuité n'est plus garantie. Les résultats de l'AFI montrent qu'une surpopulation de cervidés compromet, dans bien des cas, l'obtention d'une régénération suffisante et diversifiée. Ceci est aussi vrai en futaie régulière, quand la régénération est concentrée sur une zone ou une période donnée.

Rappelons que les densités normales de cervidés sont également celles qui sont les plus favorables à la santé, la corpulence, et au taux de reproduction des animaux.

ENCART 17

### LES DISPOSITIFS ENCLOS-EXCLOS

Les dispositifs de type enclos-exclos permettent d'observer la dynamique de régénération des peuplements en l'absence des espèces herbivores. On peut ainsi mettre en évidence des situations de déséquilibre ou détecter de manière précoce toute dégradation d'une situation jugée initialement acceptable. Ces dispositifs permettent de visualiser les effets du gibier, évaluer cet équilibre et voir quelles sont les essences potentielles de la station.

C'est un outil utile pour argumenter face au propriétaire et pour objectiver l'équilibre entre la flore et la grande faune d'un territoire.

Le principe du dispositif enclos-exclos est de réaliser une comparaison entre, d'une part, le milieu réel (exclos) complètement accessible à la grande faune présente dans la zone d'étude et, d'autre part, un milieu dit de « contrôle » (enclos) inaccessible à une partie ou toutes populations d'ongulés. Un bon équilibre est considéré comme atteint lorsque l'état de la flore est comparable à l'intérieur et à l'extérieur des enclos.

Les enclos-exclos jouent un rôle didactique indéniable en exposant côte à côte deux situations qui peuvent être très contrastées. Un protocole<sup>21</sup> pour la mise en place et le suivi de dispositifs enclos-exclos a été établi dans le cas spécifique des forêts feuillues.



Dispositif enclos-exclos installé à Odeigne.





### 3 Bonnes pratiques

Les mesures suivantes ne sont pas spécifiques à la SMCC mais font partie intégrante de cette méthode de gestion forestière. Ces mesures sont déjà prises en compte et font déjà partie de la gestion forestière actuelle, à travers le code forestier ou par le biais de circulaires internes.

La **protection des sols, des cours d'eau, des berges, des sources, des frayères et des arbres lors des exploitations** font partie des préoccupations de la SMCC. Avec l'abandon des coupes rases, les variations du volume sur pied sont très atténuées dans l'espace et le temps. Les soins apportés lors de l'exploitation des bois, et notamment l'emploi intelligent des moyens modernes de débardage, sont extrêmement importants. Les préoccupations liées à la compaction des sols sont d'actualité dans le cadre de toute méthode de sylviculture. Pour contrôler la dégradation des sols forestiers, la mise en place de cloisonnements d'exploitation est recommandée. Plusieurs documents<sup>34, 35</sup> sont disponibles pour aider le gestionnaire à prendre les bonnes décisions et à savoir comment s'y prendre pour installer un réseau.

Le **maintien des arbres remarquables, des arbres de forte valeur écologique et des arbres morts** répond au principe d'alliance entre la rentabilité économique et le respect écologique et social propre à la SMCC. Dans le cadre de cette circulaire, les instructions à respecter sont reprises ci-dessous (encart 18).

En ce qui concerne les intrants chimiques, en Wallonie, l'article 42 du code forestier prévoit que « toute

utilisation d'herbicides, fongicides et insecticides est interdite, sauf les exceptions fixées par le Gouvernement ». Ces exceptions sont décrites dans l'article 23 de l'arrêté d'application du code forestier<sup>19</sup>.

De manière générale, la SMCC conçoit la gestion globale de la forêt en tant qu'écosystème et **ne conçoit en aucun cas l'utilisation de pesticides ou d'engrais**, ni la réduction de la base génétique du matériel utilisé.

Le long terme de sa production impose à la forêt de trouver son auto-défense dans son adaptabilité qui nécessite la conservation de toute sa diversité. Les composés humiques du sol issus de la décomposition de la biomasse souterraine et de la litière (feuilles et branches fines) contribuent à assurer la fertilité naturelle de l'écosystème forêt, et ainsi de se substituer aux fertilisants hautement dispendieux en énergie. De plus, le couvert continu évite les pertes par percolation de nutriments consécutives aux coupes rases<sup>27</sup>.

En ce qui concerne les répulsifs à gibier à appliquer sur les têtes des jeunes plants, tous les produits chimiques sont interdits en Belgique. Des alternatives ayant fait leur preuve existent, telles que la laine de mouton. La note du DNF sur les répulsifs rappelle qu'au vu des coûts prohibitifs nécessaires à la protection de la régénération contre la dent du gibier, il serait plus avisé d'adapter les plans de tir afin de ramener les densités de gibier à des valeurs compatibles avec la capacité d'accueil du milieu.

ENCART 18

**INSTRUCTIONS RELATIVES À L'ARTICLE 71 DU CODE FORESTIER<sup>16</sup>**

**Arbres morts**

Dans les peuplements feuillus, maintien d'arbres morts ou chablis de circonférence supérieure à 125 cm à concurrence de deux arbres par hectare. À l'exception des arbres à forte valeur économique\* et ceux menaçant la sécurité.

**Arbres d'intérêt biologique**

Maintien d'un arbre d'intérêt biologique par 2 hectares. Un arbre d'intérêt biologique est, par ordre d'importance :

- un chêne de plus de 200 cm de circonférence ou un arbre à cavité ;
- un autre feuillu indigène de plus de 150 cm de circonférence ;
- tout autre arbre feuillu jugé intéressant biologiquement.

\* Un arbre à forte valeur économique est un arbre de qualité B ou supérieure sur un minimum de 3 mètres de grume.

Peuvent être exclus les arbres à forte valeur économique\*.

Protection contre l'abrutissement grâce à de la laine de mouton sur hêtre et sur douglas (Bullange).



# 4 Mesures transitoires ou exceptionnelles

Certaines situations de terrain peuvent obliger le forestier à adopter des mesures non compatibles avec celles prévues dans le cadre de la SMCC. Ces mesures sont parfois nécessaires, par exemple, dans le cadre d'une transformation simple (changement d'essence).

## 4.1 Gagnages et nourrissage

Dans le cadre de l'équilibre forêt-gibier, la création et l'entretien de **gagnages** ne sont pas exclus en tant que mesure transitoire mais on profitera au maximum des coupes feu, zones ouvertes, prairies existantes que l'on aménagera de la manière la plus naturelle possible. Le **nourrissage** artificiel est à proscrire dans la mesure du possible.

En effet, les mesures sylvicoles préconisées permettent un développement maximum de la végétation forestière propre à la station. Le fait d'améliorer la capacité d'accueil du territoire peut avoir un effet négatif si aucune action pour maintenir une charge gibier appropriée n'est mise en œuvre simultanément. Les effets d'un nourrissage ou d'un gagnage sont néfastes à la végétation sur plusieurs centaines de mètres tout autour.

## 4.2 Planter par îlots ou bouquets avec un abri latéral ou supérieur

Comme indiqué dans la mesure 4, il peut être nécessaire de recourir à des **plantations** si la régénération naturelle n'est pas suffisante, si elle se révèle de qualité médiocre, si elle est constituée d'essences non adaptées à la station ou trop peu diversifiées et/ou peu aptes à résister aux aléas climatiques (sécheresses, vents violents, gels...). L'augmentation progressive de la proportion des essences plus résistantes aux aléas ou aux ravageurs permet au

propriétaire de se préserver des options face aux incertitudes. Dans tous les cas, c'est l'observation de la réalité du terrain qui permettra un diagnostic précis, et non l'anticipation ou les a priori sur telle ou telle situation.

Ce type de cas particulier peut se rencontrer par exemple lors de la transformation d'une pessière pour laquelle les essences de diversification ne sont pas présentes naturellement.

Dans la mesure du possible, les plantations se font **sous le couvert, par groupes ou par cellules** (placeaux). Dans ce cas, la régénération naturelle améliore souvent la qualité des individus plantés. L'encart 18 donne l'exemple d'une expérience réalisée dans le cantonnement de Bullange.

Les plantations en plein et sous le couvert sont possibles, mais les expériences réalisées sont moins concluantes (coût élevé, exploitation des arbres adultes moins aisée...). Ces méthodes sont détaillées dans la synthèse des méthodes d'irrégularisation des pessières<sup>24</sup>.

D'autres méthodes existent, telles que la plantation par cellule à l'abri des semis naturels déjà en place, 5 à 15 ans après l'exploitation des arbres adultes<sup>4</sup>. Les plantations par îlots ou en plein avec un abri latéral (après l'exploitation par bande ou par petite coupe à blanc) est également envisageable dans certains cas en tant que mesure transitoire<sup>4</sup>.

## 4.3 Transformation et conversion en peuplements irréguliers mélangés

Pour des peuplements équiennes et réguliers (pessières ardennaises issues de plantations, etc.), dans les cas de régénérations surfaciques (coupes d'ensemencement ou post-crise) ou encore dans les jeunes plantations, les recours à des itinéraires techniques

bien rodés<sup>32</sup> est possible et s'avère très pratique pour faciliter la transformation des peuplements.

Le cas de la **transformation ou irrégularisation ou encore diversification des peuplements résineux** concerne une proportion importante de la forêt publique et donc un nombre important des compartiments pilotes SMCC. Dans ce cadre, des mesures transitoires sont à appliquer et il existe des principes généraux traduits sous forme d'itinéraires sylvicoles et de consignes de martelage.

Lors de l'application de ces mesures et principes, une adaptation est nécessaire pour chaque cas de terrain. En effet, il n'existe pas une seule manière de faire. Pour commencer, il convient au gestionnaire de fixer

l'objectif de transformation, et d'estimer la durée de transformation. Celle-ci peut être très variable et plus ou moins précise selon l'objectif : 30, 40, 50 ans, etc., temps indéterminé, ou même maintien des gros bois aussi longtemps que possible. Une diversification en essences sera toujours envisagée en parallèle à l'irrégularisation d'un peuplement.

À titre d'exemple, deux cas sont détaillés dans les encarts 19 et 20. Premièrement, le cas d'une pessière mûre transformée grâce à des consignes de martelage inspirées de plusieurs formations données par l'ONF Alsace<sup>30, 31</sup>. Deuxièmement, le cas d'une jeune pessière transformée selon un itinéraire de désignation d'arbres-objectif.

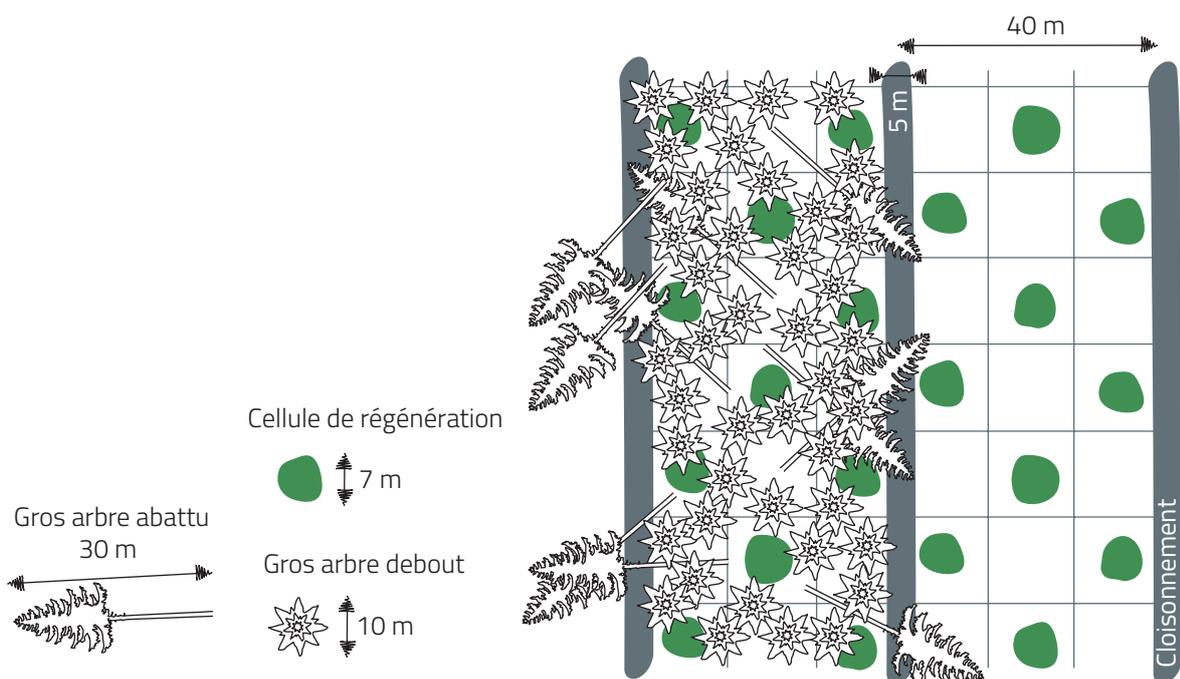
## ENCART 19

### EXEMPLE DE DIVERSIFICATION DES PESSIÈRES PAR PLANTATION DE PLACEAUX À BULLANGE

Pour diversifier ou pour transformer un peuplement, des expériences montrent qu'il est possible d'installer des plantations de placeaux dans des peuplements existants. Il est préférable d'éviter d'installer des bouquets trop importants sous peine de perdre l'intérêt de la proximité des semis préexistants et de l'effet de mélange.

Cette technique évite un reboisement en plein et permet de profiter d'une ambiance forestière favo-

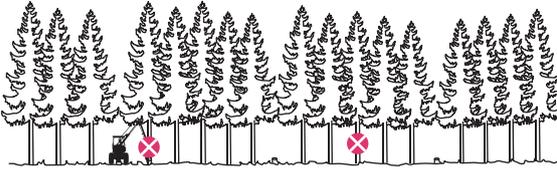
nable au développement et à la forme des plants. L'investissement de départ peut généralement être amorti assez rapidement par les coupes réalisées dans le peuplement en place, voire récupéré par la suite, directement et indirectement, par une éducation naturelle des tiges. Une régénération naturelle généralement facilitée peut même conduire à l'abandon des plantations et des coupes rases. De même l'exploitation des gros bois est plus aisée entre les cellules plantées.



ENCART 20

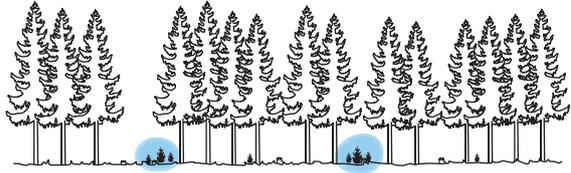
EXEMPLE DE CONSIGNES DE MARTELAGE DANS UNE PESSIÈRE MÛRE (60 ANS ET PLUS)

Année 0

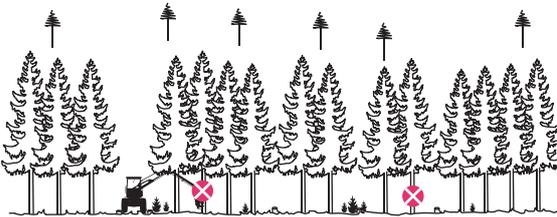


Prélèvement : entre 4 et 7 m<sup>2</sup>/ha, prioritairement dans les gros

Année 5

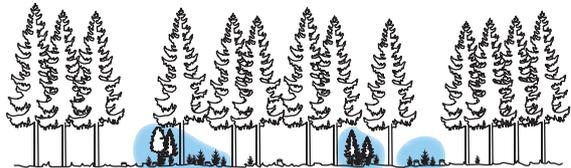


Année 6

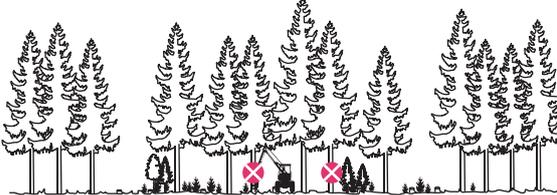


Prélèvement : entre 4 et 7 m<sup>2</sup>/ha, prioritairement dans les gros

Année 11

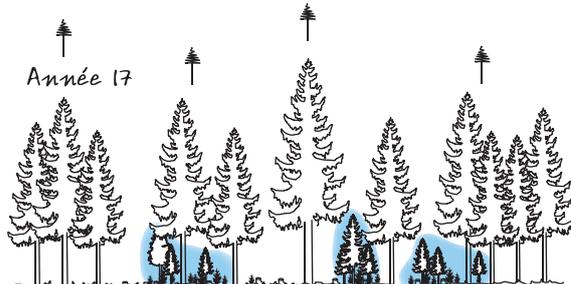


Année 12



Prélèvement : entre 4 et 7 m<sup>2</sup>/ha, prioritairement dans les gros

Année 17

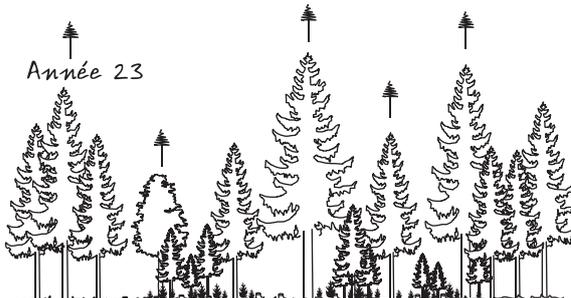


Année 18



Prélèvement : entre 4 et 7 m<sup>2</sup>/ha, prioritairement dans les gros

Année 23



Année 24



Année 29



## CONSIGNES AVANT MARTELAGE

### Principes

Ramener le peuplement dans une fourchette de surface terrière permettant le bon fonctionnement du peuplement et de la régénération en concentrant l'intervention sur un nombre limité de tiges.

### Consignes

- Mesurer la surface terrière.
- Se référer aux surfaces terrières-objectif en fonction de l'essence (voir figure 3, page 14).
- Estimer le prélèvement à effectuer (prélèvement = accroissement annuel  $G \times$  Rotation).

## CONSIGNES PENDANT MARTELAGE

### Principes

Attention, modérer chaque intervention : 15-20 % du volume, 8-15 % du nombre de tiges.

Ne pas descendre en dessous de la fourchette inférieure de surface terrière.

Prélèvement optimum : entre 4 et 7 m<sup>2</sup>.

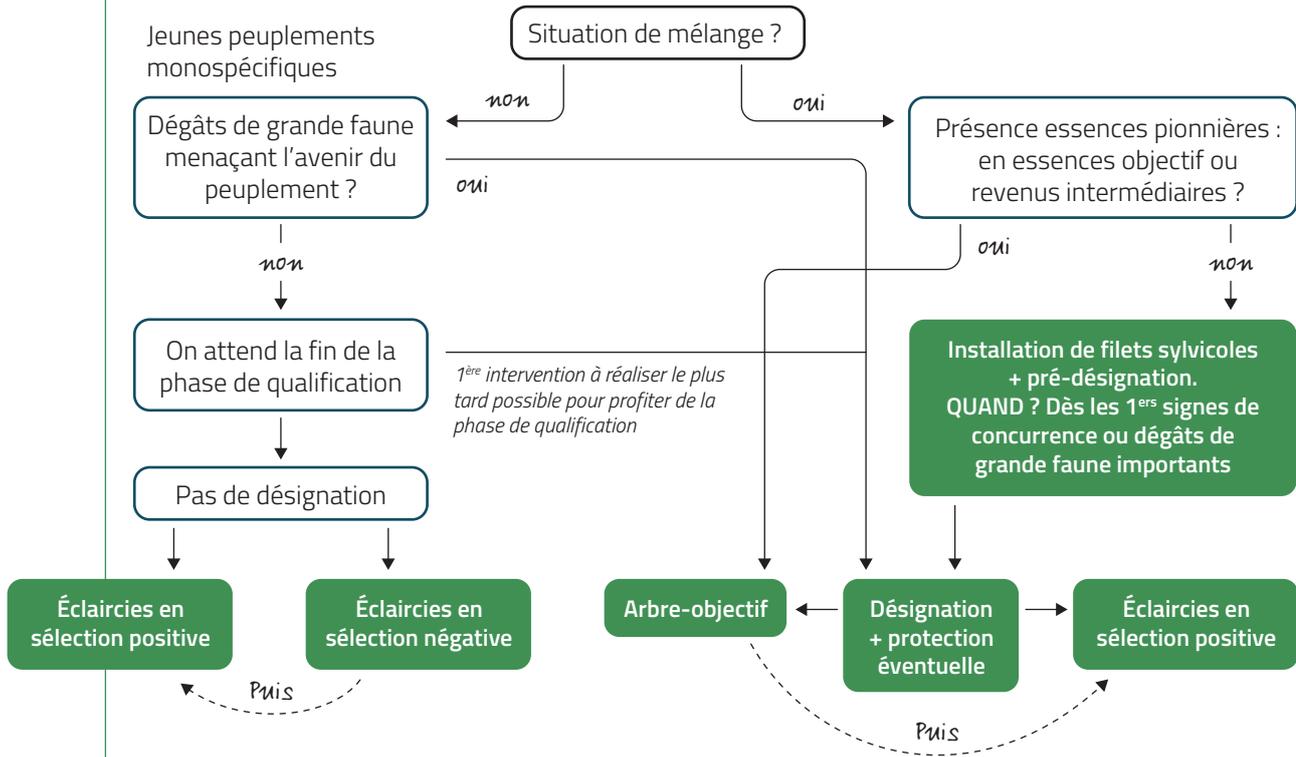
### Consignes

- Prélever prioritairement dans les gros bois (risque sanitaire, beaux à risque de dépréciation, de mauvaise qualité, beaux et mûrs).
- Épargner les arbres de petites dimensions.
- Ne pas prélever en faveur de la répartition spatiale des arbres.
- Ne pas prélever localement en faveur de la régénération.

ENCART 21

**EXEMPLE DE CLÉ DÉCISIONNELLE POUR ADAPTER LES ACTIONS À RÉALISER DANS LES JEUNES PEUPEMENTS DENSES EN FONCTION DE L'ÉTAT INITIAL<sup>32</sup>**

**Jeunes peuplements denses  
issus de plantation ou régénération surfacique**



Pour plus d'informations sur les itinéraires associés aux boîtes vertes, consulter le livret de formation « Martelage en traitement irrégulier » de Forêt.Nature<sup>32</sup>.





## 5 Conclusions

*« La difficulté n'est pas de comprendre les idées nouvelles, mais d'échapper aux idées anciennes. »*

Cette citation de l'économiste britannique John Maynard trouve tout son sens dans le monde forestier. L'homme a toujours utilisé les ressources que lui offre la forêt, que ce soit pour se nourrir, se chauffer, se vêtir, se loger... Et cette utilisation n'a cessé d'évoluer, à mesure que les besoins et la société ont changé.

Les modifications de nos besoins ont été à l'origine des méthodes de gestion forestière modernes. Aux XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles, les forêts européennes étaient ravagées. Avec l'exploitation des mines de charbon au XIX<sup>e</sup> siècle, le charbon de bois, principal produit forestier jusqu'alors, perdit de son importance au profit de produits plus nobles. C'est ainsi que les méthodes de futaie régulière, facilement applicables à de grandes surfaces homogènes, se sont développées. Nos ancêtres du 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècle sont donc forcément des forestiers « bâtisseurs » et ils ont utilisé l'ingénierie « mécanique » pour rebâtir nos forêts.

Si à cette époque, la forêt était considérée avant tout comme un outil de production, force est de constater qu'il n'en est plus de même aujourd'hui. La forêt n'est plus un simple réservoir de bois, elle est devenue un milieu naturel à protéger, un lieu de loisir, une réserve de biodiversité, un élément du paysage...

Dans le contexte actuel, nous avons la chance d'avoir des forêts, héritées de nos ancêtres bâtisseurs. Mais nous avons encore la mémoire collective de ces ancêtres forestiers bâtisseurs qui nous dicte de bâtir la forêt. Or, nous devrions utiliser de l'ingénierie « biologique », plutôt que de l'ingénierie « mécanique » pour faire évoluer nos forêts. Cette démarche commence avant tout en prenant du recul, en observant les mécanismes naturels et en travaillant fréquemment et légèrement, juste pour diriger la nature vers une récolte finale. On doit se concentrer sur la récolte et sur les soins à la récolte.

Les inconvénients le plus souvent associés à la SMCC sont les difficultés de gestion (manque de consignes claires, équilibre difficile à atteindre, nécessité d'ob-

servations constantes de la part du forestier), d'exploitation (dispersion des récoltes, volume par hectare relativement faible à chaque passage en éclaircie, exploitants peu qualifiés) et de commercialisation (produits hétérogènes, âges d'exploitabilité variés).

Pourtant, des expériences en Wallonie ont montré que des gestionnaires s'accommodaient bien de cette situation et pouvaient même proposer des solutions. Parmi celles-ci, une revalorisation du métier de sylviculteur (et une protection de l'emploi), une bonne desserte de la forêt, une localisation et une bonne accessibilité des produits (surtout des essences précieuses), des clauses spéciales pour la vente de bois et l'importante présence de l'agent responsable du triage lors de la phase de débardage.

En ce qui concerne la commercialisation, il est évident que les produits issus d'un peuplement irrégulier sont hétérogènes, en essence et en dimension, et que cela nécessite un mode de vente adapté, au minimum en passant par la réalisation de lots homogènes. **Clairement, la décision d'exercer la SMCC signifie qu'il faut s'en donner les moyens.**

Pour terminer, nous avons vu que la SMCC ne peut faire l'objet de règles strictes ni de normes rigides. Les interventions se décident en forêt et elles nécessitent une observation, une compréhension, des évaluations et des diagnostics de la part de l'agent forestier. Ce dernier doit avoir reçu un minimum de formation théorique, mais surtout acquérir un maximum d'expérience sur le terrain, selon un processus de formation permanente, de manière à être capable de faire, en toute circonstance, des choix éclairés tout en limitant son intervention au strict nécessaire.

Au sens plus large, ce sont tous les intervenants en forêt qui devront avoir acquis des compétences en sylviculture, y compris les bûcherons et les débardeurs pour pouvoir décider sur place, cas par cas, des orientations d'abattage ou des trajets de débardage, afin de causer le moins de dégâts possibles dans des peuplements destinés à perdurer.

# 6 Comment se former en SMCC ?

Comprendre le fonctionnement de l'écosystème, doser ses interventions et acquérir les bons gestes nécessitent l'acquisition de compétences complémentaires, quelles que soient nos connaissances propres et à tout moment de notre parcours. Le gestionnaire forestier, le propriétaire, le naturaliste, l'élu, l'enseignant ou toute personne intéressée par la forêt peut s'initier et se former à la SMCC en combinant diverses formes d'apprentissage (bibliographie, formations pratiques sur le terrain, en ligne...).

## Askafor

Adapted Skills and Knowledge for Adaptive Forests

### Brochures et dépliants

- Paysage forestier d'aujourd'hui avec ses atouts et ses fragilités
- Pourquoi se lancer dans la sylviculture mélangée à couvert continu
- Référentiel des principes de gestion de la sylviculture mélangée à couvert continu (SMCC)

### Vidéos

- Découvrons ensemble un paysage forestier d'aujourd'hui avec ses atouts et ses fragilités
- Quelles réponses peut apporter la SMCC aux défis de la forêt de demain ?

### Documents techniques

- Sylviculture mélangée à couvert continu : mode d'emploi
- Guide pratique pour favoriser les renouvellements mélangés dans les peuplements forestiers gérés selon les principes de la SMCC - Reconstitution post-crise

askafor.eu



## Mooc SMCC

**Objectifs** : améliorer le niveau d'information, de connaissances et de compétences des gestionnaires et propriétaires forestiers en matière de SMCC afin d'impacter leurs pratiques au bénéfice d'une gestion adaptée face aux enjeux des changements climatiques.

### Points clés

Ce MOOC d'initiation à la SMCC sera accessible à tous :

- à distance
- du terrain à l'apprenant
- par des spécialistes de terrain reconnus

- trilingue en anglais, allemand et français
- pour tous les gestionnaires ou propriétaires privés ou publics ayant les bases de l'écosystème forestier et de sa gestion
- avec focus sur les forêts continentales, méditerranéennes et jeunes

Ce MOOC se déroulera en 8 chapitres durant 8 semaines incluant, par chapitre :

- 1 vidéo théorique de 20 à 30 minutes
- 3 vidéos d'application sur le terrain de 5 à 7 minutes
- 1 guide de terrain pour mise en situation dans chacun des pays partenaires
- 1 quiz de 30 questions
- 1 séance de questions/réponses interactive de 60 minutes

moocforchange.eu



## Forêt.Nature

### Formations

- Bases théoriques de la SMCC
- Accompagnement à la mise en place de la SMCC dans vos parcelles
- Martelage en traitement irrégulier feuillu et résineux
- Martelosopes : évaluez votre coup de marteau
- Travaillosopes : travaux forestiers ciblés

- Régénération naturelle du chêne
- Régénération naturelle en résineux
- Irrégularisation en résineux
- Gestion post-crise
- Aménagement des lisières forestières

### Librairie technique en ligne

**Forêt.Mail** : revue de presse mensuelle et gratuite sur la forêt et la nature

**Visites techniques et conférences**

**Ressources et bibliographie** internationale

foretnature.be



## Pro Silva France

### Formations

- Initiation à la sylviculture mélangée à couvert continu
- Description des peuplements et planification des interventions en sylviculture à couvert continu
- Martelage, qualité des bois et exploitation. Applications en forêts feuillues ou

résineuses

- Planifier et mettre en œuvre des travaux sylvicoles en sylviculture mélangée à couvert continu. Théorie et pratique
- Suivre et contrôler le traitement irrégulier des forêts. Systèmes d'inventaires et de placettes permanentes.

**Ressources et bibliographie** francophone

**Newsletters et actus**

**Visites techniques** SMCC

prosilva.fr



## Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft

**Visites techniques** SMCC dans chaque land :

- ANW Sarre
- ANW Rhénanie-du-Nord-Westphalie
- ANW Rhénanie-Palatinat

**Newsletters et actus**

anw-deutschland.de



## Pro Silva Wallonie

**Visites techniques** SMCC

**Newsletters et actus**

prosilvawallonie.be



## Pro Silva Luxembourg

**Visites techniques** SMCC

**Martelosopes**

**Newsletters et actus**

prosilva.lu



## Pro Silva Europe

**Newsletters et actus**

prosilva.org



## 7 Pour aller plus loin...

- AFI** (2020). Valorisation de la base AFI, améliorer le capital producteur en mobilisant mieux tout en préservant plus. Association Futaie Irrégulière, 142 p.
- Augusto** et al. (2019). Séquestration de carbone organique dans les sols forestiers : impact de la gestion sylvicole. *Forêt-Entreprise* 245 : 62-66.
- Branquart É., De Keersmaecker L.** (201). État du mélange d'essences sur la biodiversité forestière. *Forêt Wallonne* 106 : 17-26.
- Augusto L., Boca A.** (2022). Tree functional traits, forest biomass, and tree species diversity interact with site properties to drive forest soil carbon. *Nature Communications*, vol. 13, 1.
- Borowski Z.** et al. (2021). Density-related effect of red deer browsing on palatable and unpalatable tree species and forest regeneration dynamics. *Forest Ecology and Management*, vol. 496, 10 p.
- Claessens H., Wibail L.** (2021). Les habitats forestiers. In : Delescaille L.-M. et al. (éd.) (2020). *Les Habitats d'Intérêt Communautaire de Wallonie*. DEMNA, SPW-DGARNE, Série Faune-Flore-Habitat n° 10, 293 p.
- Colin F., Vinkler L., Dhote J.-F.** (2008). Résistance aux vents forts des peuplements forestiers et notamment des mélanges d'espèces. *Revue Forestière Française* 55(2) : 191-205.
- Diaci J., Rozenbergar D., Fidel G.** (2017). Challenges for uneven-aged silviculture in restoration of post-disturbance forests in central Europe : A synthesis. *Forests*, 8, 378, 20 p.
- du Bus de Warnaffe G., Angerand S.** (2020). Gestion forestière et changement climatique, une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation. 80 p.
- Dvorak L., Bachmann P., Mandallaz D.** (2001). Sturmschäden in ungleichförmigen Beständen. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 152(11) : 445-452.
- GIP-ECOFOR** (2022). Coupes rases et renouvellement des peuplements forestiers en contexte de changement climatique. Résumé de la restitution du 22.11.2022, GIP-ECOFOR, 12 p.
- Grégoire J.-C.** (2010). Résistance et résilience des peuplements mélangés vis-à-vis des stress (a) biotiques. *Forêt Wallonne* 106 : 43-48.
- Jactel H.** et al. (2017). Tree diversity drives forest stand resistance to natural disturbances. *Current Forestry Reports*, 21 p.
- Lu H., Mohren G.M. J., Del Rio M., Schelhaas M.-J., Bouwman M., Sterck F.J.** (2018). Species mixing effects on forest productivity: a case study at stand-, species- and tree-level in the Netherlands. *Forests* 9(11).
- Luigi N.** (2019). La pertinence du système irrégulier à travers les résultats de forêts et peuplements de référence. *Pro Silva France, Séminaire interrégional sylviculture irrégulière*, Florac.
- Martin M.-L.** et al. (2020). Les apports de la futaie sur les différentes fonctions de la forêt. *Forêt Nature* 156 : 31-47.
- Muys B.** et al. (2022). Forest biodiversity in Europe, from science to policy. *European Forest Institute*, 79 p.
- Paul C.** et al. (2019). Climate change and mixed forests: how do altered survival probabilities impact economically desirable species proportions of Norway spruce and European beech? *Annals of Forest Science* 76(14), 15 p.
- Ramirez J.I., Poorter L., Jansen P.A.** (2018). Effects of wild ungulates on the regeneration, structure and functioning of temperate forests: a semi-quantitative review. *Forest ecology and Management* 424 : 406-419.
- Sanchez C.** (2022). La sylviculture mélangée à couvert continu en pratique. Exemple de la circulaire n° 2718 du DNF en Wallonie (Belgique). *Forêt Nature*, 56 p.
- Sanchez C., Morgan P.** (2013). L'irrégularisation des peuplements résineux en Europe : une tendance généralisée ? *Forêt Nature* 123 : 3-12.
- Tisserand F.** (2018). Progrès des connaissances scientifiques sur les forêts mélangées. *La Forêt privée* 363 : 68-76.
- Wegner** et al. (2013). Systèmes sylvicoles et gestion forestière multiservices. In : Kraus D. et Krumm F. (2013), *Les approches intégratives en tant qu'opportunité de conservation de la biodiversité forestière*. Focus sur la gestion des forêts en Europe. *European Forest Institute*, 308 p.

## Liste des références bibliographiques

- <sup>1</sup> **AFI** (2005). Gestion des peuplements irréguliers, Réseau AFI, Synthèse 1991-2005. Association Futaie Irrégulière, 103 p.
- <sup>2</sup> **Ancel P., Bonnet D.** (2009). Typologie des peuplements forestiers feuillus du Sundgau. ONF, DT Alsace, CRPF Lorraine-Alsace, 46 p.
- <sup>3</sup> **Angelier A.** (2007). Douglasaies françaises. Guide des sylvicultures. Office National des Forêts. 296 p.
- <sup>4</sup> **Baar F.** (2005a). Alternative à la futaie régulière monospécifique ou comment transformer une pessière en peuplement irrégulier mélangé plus proche de la nature ? Forêt Wallonne 77 : 37-53.
- <sup>5</sup> **Baar F.** (2005b). Vers la récolte annuelle ciblée de quelques arbres-objectif de très haute qualité pour assurer les recettes forestières. Forêt Wallonne 77 : 19-36.
- <sup>6</sup> **Baar F.** (2010a). Le martelage en futaie irrégulière feuillue ou résineuse. SPW DGARNE, Forêt Wallonne asbl, 60 p.
- <sup>7</sup> **Baar F.** (2010b). Synthèse de réflexions sur la sylviculture d'arbres-objectif en peuplement irrégulier ou équienne, mélangé ou non. SPW, DGARNE, Forêt Wallonne asbl, 45 p.
- <sup>8</sup> **Baudry O.** (2013). Réponse de la régénération naturelle de chêne et de hêtre au stade fourré à la refermeture du couvert. Thèse de doctorat. Université Catholique de Louvain, 341 p.
- <sup>9</sup> **Bruciamacchie M., Bailly M., Schneider J.-B.** (2008). La valeur potentielle comme outil d'aide à la gestion des peuplements irréguliers. Forêt Wallonne 93 : 34-43.
- <sup>10</sup> **Bruciamacchie M., Grandjean G., Jacobée F.** (1994). Installation de régénérations feuillues dans des petites trouées en peuplements irréguliers. Revue Forestière Française 46(6) : 639-653.
- <sup>11</sup> **Collet C., Ningre F., Constant T., De Boutray A., Piboule A.** (2010). Les semis préexistants : une composante importante de la régénération dans les hêtraies mélangées. Rendez-Vous techniques 27-28 : 29-35.
- <sup>12</sup> **d'Harcourt P., de Turckheim B., Verdier M., Otto H.-J., Kuper J.** (1995). La sylviculture Pro Silva. Principe d'une sylviculture irrégulière, continue et proche de la nature (SICPN). Pro Silva France, 36 p.
- <sup>13</sup> **de Paul M.-A., Bailly M., Heyninck C.** (2009). Le cloisonnement d'exploitation, pour préserver les sols forestiers. SPW, DGARNE, Forêt Wallonne asbl, 44 p.
- <sup>14</sup> **de Potter B.** (2010). Mesure de la surface terrière. Document de formation Ateliers forestiers, Forêt Wallonne asbl, 4 p.
- <sup>15</sup> **de Turckheim B., Bruciamacchie M.** (2005). La futaie irrégulière. Théorie et pratique de la sylviculture irrégulière, continue et proche de la nature. Edisud, 286 p.
- <sup>16</sup> **DNF** (2010). Instructions pour la mise en œuvre de l'article 71 du Code Forestier. Extrait de note interne (réf : 26569).
- <sup>17</sup> **Petit S., Prévot C.** (2020). La taille et l'élagage des arbres forestiers. Livret de formation, Forêt.Nature 16 p.
- <sup>18</sup> **Givors A.** (2009). Une solution adaptée à de nombreuses situations : la sylviculture irrégulière, continue et proche de la nature. Forêt-entreprise 189 : 13.
- <sup>19</sup> **Heyninck C.** (2009). Produits phytos en forêt : où en sommes-nous ? Forêt Wallonne 101 : 49-53.
- <sup>20</sup> **Jacobée, F.** (2004). Le renouvellement des chênes en futaie irrégulière. Forêt-entreprise 155 :45-49.
- <sup>21</sup> **Lehaire F., Morelle K., Licoppe A., Lejeune P.** (2013). Les enclos-exclos : une technique éprouvée pour l'évaluation et le monitoring de l'équilibre forêt-grande faune. Forêt Wallonne 125 : 3-14
- <sup>22</sup> **Messant D., de Wouters P., Arael S., Vitu C., Ningre F., KRISCHEL M., FREYMAN E.** (2011). Des travaux économes pour du bois d'œuvre de haute qualité. Du semis ou de la plantation jusqu'aux premières éclaircies. Projet Interrreg CoForKo, 58 p.
- <sup>23</sup> **Rieger H.** (2013). Communication orale, Landesforsten Rhénanie-Palatinat, avril 2013.
- <sup>24</sup> **Sanchez C.** (2012). Synthèse des méthodes d'irrégularisation des pessières pour la Wallonie. Vers une sylviculture durable, des écosystèmes diversifiés et des revenus soutenus. Forêt Wallonne asbl, 44 p.
- <sup>25</sup> **Sanchez C., Morgan P.** (2013). L'Irrégularisation des peuplements résineux en Europe : une tendance généralisée ? Forêt Wallonne 123 : 3-12.
- <sup>26</sup> **Susse R., Allegrini C., Bruciamacchie M., Burrus R.** (2009). Le traitement des futaies irrégulières. Convention France Bois Forêt / AFI, 144 p.
- <sup>27</sup> **Waide N.T., Caskey W.H., Todd R.L., Boring L.R.** (1988). Changes in soil nitrogen pools and transformations following forest clearcutting. In: SWANK W.T., CROSSLEY D.A. (eds). Hydrology and ecology at Coweeta. Ecological Studies 66. New-York, Springer, p. 221-232.
- <sup>28</sup> **Wilhelm M.-É.** (1995). FOP « Testez votre coup de marteau ». ONF Alsace, Pro Silva.
- <sup>29</sup> **Wilhelm M.-É.** (2011). Communication orale, Tournée forestière CoForKo à Vielsalm, septembre 2011.
- <sup>30</sup> **Wilhelm M.-É.** (2012). Communication orale lors de la formation donnée à Habay-la-Neuve en mai 2012.
- <sup>31</sup> **Wilhelm M.-É.** (2013) Communication orale lors de la formation donnée à Florenville en septembre 2013.

- <sup>32</sup> **Guillier C., Sanchez C., Heyninck C.** (2019). Martelage en traitement irrégulier. Choix sylvicoles et notions associés. Document en appui à la formation. Forêt Nature asbl, 56 p.
- <sup>33</sup> **Prévot C., Petit S.** (2022). Parc à grumes de Wallonie : prix records pour cette 4<sup>e</sup> année de vente ! Forêt.Nature 162 : 48-52.
- <sup>34</sup> **Pischedda D., Helou T. E.** (coord.) (2021). Pratic'sols - Guide sur la praticabilité des parcelles forestières. ONF, Entrepreneurs des Territoires, 44 p.
- <sup>35</sup> **Pischedda D.** (coord.) (2009). Guide pratique. Pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt « PROSOL ». FCBA, ONF, 110 p.
- <sup>36</sup> **Rameau J.-C.** (1999). Accrus, successions végétales et modèles de dynamique linéaire forestière. Ingénieries EAT, p.33-48.



Ce mode d'emploi de la SMCC, initialement réalisé et illustré à l'occasion de la publication de la circulaire n° 2718 du Département de la Nature et des Forêts (Wallonie) en 2013 est mis à jour et réédité aujourd'hui grâce au projet Interreg Askafor. Il est destiné aux praticiens et gestionnaires forestiers, tant publics que privés, et constitue un outil construit sur base des mesures sylvicoles de la circulaire. Ce livret a bénéficié d'une traduction et parution en quatre autres langues : anglais, allemand, néerlandais et basque au sein du réseau de Pro Silva Europe.