Guide pratique à destination des sylviculteurs
de lorraine, du Luxembourg et de la région Wallonne

La futaie irrégulière

Sommaire

Thème 1
La futaie irrégulière: un autre regard p 3

Thème 2
Décrire et mesurer les peuplements: Pourquoi, comment? p 7

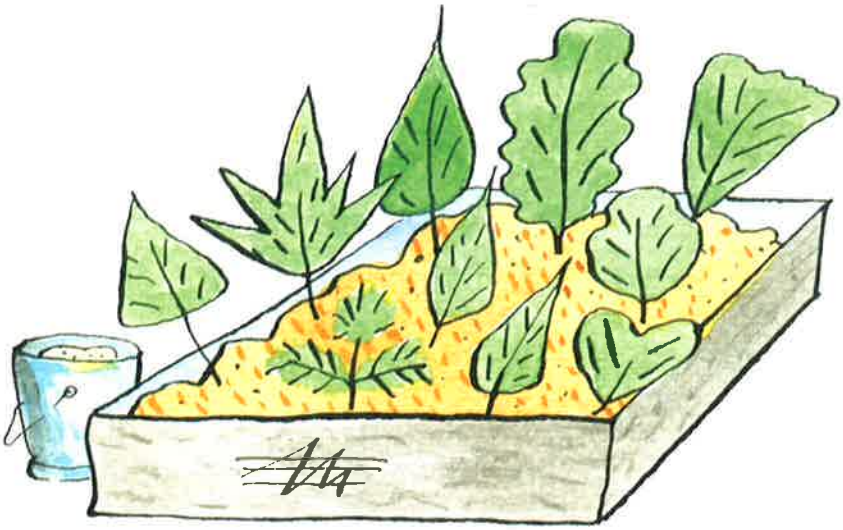
Thème 3
Savoir reconnaître les fonctions d'un arbre, savoir marteler p 15

Thème 4
Gestion en futaie irrégulière dans les anciens TSF
(Taillis Sous Futaie) p 21

Thème 5
La gestion en futaie irrégulière des peuplements feuillus
issus du traitement en futaie régulière. p 25

Thème 6
Les peuplements résineux
(Sapin, Epicéa, Pin sylvestre, Douglas) p 31

Thème 7
La gestion en futaie irrégulière dans les plantations
d'Epicéa sur ancienne terre agricole. p 39



Préambule

Comme dans toute organisation humaine les forestiers passent par trois étapes qui leur permettent à chaque fois de gagner en maturité : savoir, savoir-faire, faire-savoir.

Beaucoup de travail a été accompli depuis une bonne trentaine d'années afin d'améliorer nos connaissances de l'écosystème forestier et de son fonctionnement, des principes qui président à la croissance de nos arbres en relation avec leur environnement.

D'innombrables expérimentations, observations, réalisées par des forestiers de tous horizons venant de nombreux pays d'Europe, ont permis d'accumuler une somme de connaissances inégalée sur la futaie irrégulière, aboutissant à la fois à des théories mais aussi à des pratiques aujourd'hui validées sur le terrain. Elles viennent compléter les pratiques anciennes et non les abolir.

De nombreux outils d'analyse ont déjà été publiés grâce au partenariat de la Région Lorraine et de l'Union Européenne, en particulier les typologies de peuplements faisant une large place à la futaie irrégulière, mais qui restent toutefois d'un abord délicat pour les non initiés.

Il restait donc à « faire savoir » cet acquis au plus grand nombre, et c'est la modeste ambition de ce guide qui a pu être réalisé grâce à l'appui des financeurs précités complété par celui de la Région Wallonne. Il a été revu et corrigé par l'ENGREF (École Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts).

A l'instar du guide « Biodiversité et gestion forestière », récemment publié avec les mêmes partenaires techniques et financiers, ce guide n'est ni une théorie ni un « précis de sylviculture » de la futaie irrégulière. Appuyé sur des exemples réels, que ce soit chez des petits ou des grands propriétaires, publics ou privés, lorrains, wallons ou grand-ducaux, il doit surtout permettre à chacun de se forger son opinion, trouver ses solutions, et fournir une base commune permettant les échanges les plus larges possibles entre sylviculteurs.

Si cet ouvrage permet au lecteur, propriétaire ou gestionnaire, de trouver un regain d'intérêt pour la compréhension et la gestion de ses bois, il aura atteint son objectif.

En attendant, que tous ceux qui ont contribué à son financement, sa conception et sa réalisation soient ici remerciés.

Jean-François de le Court
Président de la société
Royale Forestière
de Belgique

Hubert de Schorlemer
Groupement
des Sylviculteurs
du Luxembourg

Henri Plauche Gillon
Président du Centre
Régional de la Propriété
Forestière de Lorraine -
Alsace

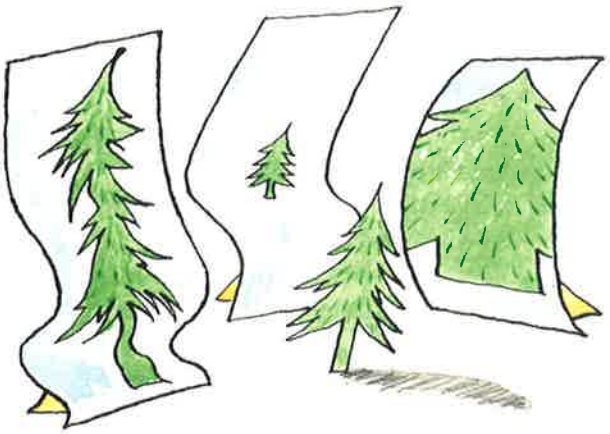
Max Magrum
Directeur territorial
de l'ONF en Lorraine

Thème 1

La futaie irrégulière: un autre regard

Le propos de ce guide n'est pas de faire de vous un spécialiste de la futaie irrégulière. D'excellents ouvrages, rédigés par les meilleurs experts en la matière, sont disponibles pour cela (voir bibliographie). En revanche, ce guide aura atteint son but s'il parvient à vous faire regarder votre forêt d'un œil neuf. Bien plus que d'une technique, a fortiori d'une théorie, l'approche «futaie irrégulière» est avant tout une affaire de regard.

Est-ce un gros vieux, un petit vieux, un jeune gros, un petit jeune, ...ou tout simplement un jeune vieux hermétique à tout changement.



1.1. Une approche ouverte à chaque forestier

Beaucoup de propriétaires et gestionnaires se diront: «Je suis intéressé, mais ce n'est pas pour moi car mes bois sont tout à fait réguliers». Erreur, car si la futaie irrégulière peut être un but à poursuivre, elle est avant tout un chemin à parcourir, quel que soit son point de départ.

Il ne s'agit pas de convertir toutes les futaies régulières en futaies irrégulières!

Comme toujours en matière de sylviculture, la manière de s'y prendre dépendra essentiellement de chaque propriétaire, de ses objectifs et de ses moyens.

Deux écueils à éviter:

- couper son blé en herbe;
- le laisser pourrir sans raison!

Un propriétaire de petite surface motivé pourra s'investir avec raison dans une telle démarche, bien sûr au travers du martelage, mais aussi le cas échéant dans la phase d'exploitation. Certains pourront trouver beaucoup de plaisir, avec un minimum d'équipement, à exploiter et débarder leurs arbres eux-mêmes ou en régie: une fois bord de route, la petite taille des lots est beaucoup moins un frein à la commercialisation.

La futaie irrégulière, par son caractère «continu» permet également de sortir du cycle hélas trop classique en forêt privée: une génération plante, la seconde regarde pousser, et la troisième récolte...

Un certain nombre de principes ont été établis en particulier par l'association Prosilva. La principale particularité de la gestion irrégulière est la recherche constante d'une «productivité» individuelle. On parle ainsi **d'une sylviculture d'arbre**, par différence avec l'approche classique de sylviculture de peuplement.

Cette gestion individuelle doit permettre une meilleure optimisation de la production qu'une gestion collective. Mais cette décision arbre par arbre est de ce fait plus exigeante car elle suppose une approche plus fine de la forêt et une bonne connaissance des interactions des arbres entre eux (synécologie) et avec leur environnement (autécologie).

En futaie régulière le renouvellement est concentré sur une portion bien déterminée de la forêt et sur une période de temps limitée. En futaie irrégulière ce renouvellement se fait «un peu partout et tout le temps». Comme c'est l'avenir du peuplement qui est en jeu, il est primordial de disposer d'outils de pilotage adaptés, ce qui explique l'importance accordée aux différentes méthodes de mesure et d'inventaire (voir thème 2).

Par suite de ce traitement individuel, toutes notions d'âge et de révolution s'effacent au profit de la prise en compte de la qualité, de la vitalité, de la productivité, de la grosseur, de la valeur commerciale de chaque arbre en un mot, de sa capacité à remplir ses fonctions. C'est à partir de l'appréciation de cette capacité individuelle sur le terrain que le sylviculteur détermine les interventions à réaliser.

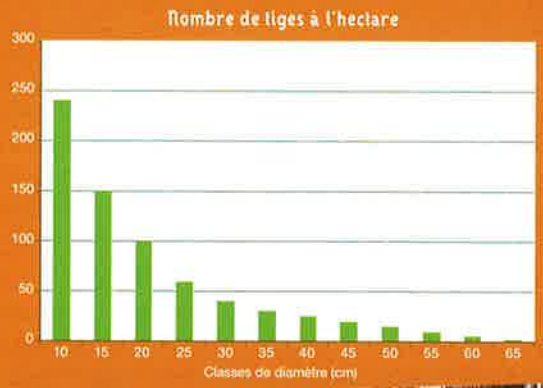
De ce fait, la coupe de bois a donc, dans chaque parcelle, plusieurs fonctions (voir le thème 3), l'intervention ponctuelle relevant parfois d'une, parfois de plusieurs d'entre elles.

L'irrégularisation devient alors le résultat du traitement individuel et non un objectif à atteindre.

Et la futaie jardinée?...

A la différence de la futaie irrégulière qui vise plutôt une orientation à prendre, la notion de futaie jardinée est beaucoup plus précise et contraignante: elle se réfère à une «norme» qui traduit un état supposé «idéal» en ce qui concerne la répartition des classes de diamètre.

En simplifiant, on pourrait dire que dans cette norme plus les arbres sont petits et plus ils doivent être nombreux.



Futaie régulière

«Sylviculture de peuplement»

Objectifs en matière de:

- Âge et diamètre d'exploitabilité
- Équilibre des classes d'âge

Futaie irrégulière

«Sylviculture d'arbre»

Contrôle à postériori de la dynamique des peuplements en matière de:

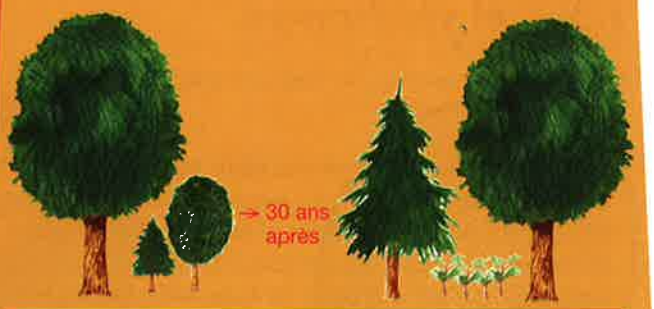
- Charge ou surface terrière à l'hectare ou volume à l'hectare
- Potentiel de renouvellement présent (perches et petit bois d'avenir, régénération) etc.

Cycle de la futaie régulière

Dans la gestion en futaie régulière, tous les arbres de la parcelle ont à peu près le même âge. On recherche à connaître l'âge des peuplements ou le stade d'évolution (semis, gaulis, perchis, jeune futaie, futaie...).

On fixe ensuite un âge d'exploitabilité et une durée de régénération au bout de laquelle le peuplement sera remplacé par un plus jeune au niveau de la parcelle ou sous-parcelle.

Cycle de la futaie irrégulière



En futaie irrégulière, il en est tout autrement. Le type d'intervention est toujours (sauf exception) l'éclaircie. Le type de coupe ou de travaux est décidé au pied de chaque arbre et non pour la parcelle ou la sous parcelle entière. Les arbres sont récoltés individuellement lorsqu'ils ont atteint leur diamètre d'exploitabilité. La régénération se fait par trouées sous les gros bois qui seront bientôt récoltés.

1.2. Les atouts de la futaie irrégulière...

La futaie irrégulière, y compris dans sa version «jardinée», est pratiquée depuis longtemps dans les massifs résineux de montagne (Jura, Savoie, Vosges, Auvergne). Son développement dans le feuillu est toutefois plus récent. La futaie irrégulière a trouvé là ses lettres de noblesse en raison de son approche beaucoup plus pragmatique face à la très grande diversité des peuplements feuillus et des conditions de station.

Nous ne retiendrons ici que les avantages qui apparaissent nettement par rapport aux autres traitements: taillis, taillis sous futaie, futaie régulière. Ceci ne remet pas en cause l'intérêt et la légitimité des autres traitements, comme nous le verrons plus loin. Dans l'ordre d'importance on peut énumérer les atouts de la futaie irrégulière de la manière suivante:

- La futaie irrégulière s'appuie sur des phénomènes naturels qui sont **gratuits** comme la régénération naturelle, l'éducation et l'élagage naturel des jeunes régénérations sous couvert,... Ce service porte le nom barbare «d'automation biologique». Dans un contexte d'augmentation des coûts de main d'œuvre et des «intrants», cette sylviculture permet de **réduire les investissements financiers** au minimum.
- Du fait de cette approche très pragmatique et opportuniste avec des investissements moindres, la futaie irrégulière **minimise les risques d'erreur** sur le long terme. C'est une sylviculture à moindre risque financier.

- En généralisant l'éclaircie lors de laquelle les choix sont faits au niveau de l'arbre, et non du peuplement ou de la parcelle, la futaie irrégulière **évite les sacrifices économiques** (d'exploitabilité)
- Appliquée sur la durée, la futaie irrégulière offre de grandes surfaces où la régénération est présente ce qui **rend la forêt mieux armée pour se reconstruire à moindre coût** en cas de catastrophe naturelle (tempête...). On dit dans ce cas que la forêt possède une bonne «résilience».
- La futaie irrégulière s'appuie sur l'éclaircie qui est une intervention douce et peu visible sur le terrain de la part des promeneurs sensibles aux bouleversements des paysages. Elle est donc souvent **mieux acceptée du public**.
- Elle laisse la part belle au sylviculteur, en ne l'enfermant pas dans des itinéraires prédéfinis. Il est d'avantage responsabilisé.
- Enfin, elle permet de valoriser au mieux des forêts «mitées» par des chablis où l'on a encore des arbres à laisser grossir avec des trouées qui se régénérèrent.

1.3. ...et ses limites

Dans certaines situations le traitement irrégulier se heurte à des difficultés.

- De manière générale un **déséquilibre forêt-gibier** rendra plus difficile la transition vers la futaie irrégulière, les dégâts se concentrant sur des régénérations encore peu abondantes et dispersées. Ceci est d'autant plus vrai dans des contextes particuliers où il est nécessaire de s'appuyer sur des essences sensibles au gibier comme le Chêne et le Sapin.
  - Solution la plus économique: augmenter le tir des cervidés et axer ce tir sur les femelles.
  - Solution ultime (si incapacité de revenir à l'état d'équilibre et si la régénération n'apparaît pas): mise en place de clôtures autour des parcelles où le renouvellement est indispensable. Cette solution pose le problème du coût prohibitif de l'investissement et impose une surveillance permanente (la moindre brèche dans l'enclos ouvre la porte au gibier).
- **Dans les milieux riches** le «pilotage» peut être rendu très difficile si les essences présentes ont des dynamiques trop différentes. C'est le cas très répandu de la chênaie-hêtraie dans laquelle le sylviculteur aura bien du mal à pérenniser le Chêne. Pour cela il devra alors investir de manière importante (plantation, dégagements, protections...) à son profit.

Enclos protégeant une régénération de chêne

Apprendre à couper assez sans couper trop...

Le traitement forestier à base «d'éclaircies perpétuelles» peut conduire à des impasses:

Prélever trop peu, c'est prendre le risque d'un vieillissement généralisé de la forêt si la récolte de bois est insuffisante pour permettre le renouvellement. La mise en place d'un système de contrôle de la gestion pratiquée permet de détecter ce danger (voir thème 2). Deux solutions possibles:

- augmenter le volume prélevé
- diminuer la rotation des coupes.

Trop prélever, ou **prélever trop souvent**, c'est prendre le risque d'appauvrir la forêt si la régénération n'apparaît pas. On ne s'en rend pas forcément compte à temps car les arbres et la forêt sont là bien que sans valeur d'avenir.

Ces risques peuvent aujourd'hui être minimisés par un contrôle régulier des volumes sur pied à l'occasion des révisions d'aménagement ou de PSG.

Enfin on peut se poser la question du bénéfice des progrès dans la sélection génétique. Bien que futaie irrégulière ne se confonde pas avec régénération naturelle, il est clair que cette dernière est privilégiée par rapport à la plantation qui ne vient qu'en complément ou palliatif. Rien n'empêche le sylviculteur de compléter les régénérations par l'introduction de plants sélectionnés génétiquement.

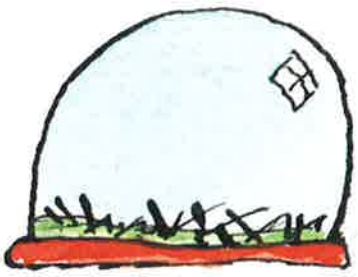
1.4. La futaie irrégulière et les changements climatiques

On entend ici par changements climatiques le scénario le plus probable d'augmentation des températures et d'aggravation des sécheresses estivales; voire même si cela n'est pas prouvé scientifiquement actuellement, la recrudescence des tempêtes.

Le reproche souvent adressé à la gestion en futaie irrégulière par rapport à l'évolution du climat est de favoriser les essences d'ombre, comme le Hêtre notamment au détriment du Chêne sessile, le Sapin au détriment du Chêne ou du Pin sylvestre plus résistants. Dans un mode de gestion «attentiste» ou trop «opportuniste» pour minimiser les coûts ce risque est réel.

La mise en œuvre des mesures suivantes permet de rectifier ce «travers»:

- Futaie irrégulière n'égale pas absence de travaux: ils sont minimisés mais nécessaires; ne serait-ce que parce que la nature ne sait pas gérer la qualité (en tout cas pas celle qui nous intéresse pour la production de bois d'œuvre) et qu'il faut pouvoir orienter les évolutions naturelles dans le sens souhaité.
- La gestion en futaie irrégulière permet l'installation des essences plus héliophiles comme le Chêne (sessile) à condition de pratiquer quelques travaux de dosages d'essences pour régler la trop forte concurrence qui leur est défavorable. Travailler avec un volume à l'hectare moins élevé (voir thèmes 4 à 6) favorise également des essences comme le Chêne ou le Pin sylvestre réputés plus exigeant en lumière mais aussi plus résistant aux aléas climatiques annoncés.
- Enfin il n'est absolument pas contraire à la gestion en futaie irrégulière de recourir à des plantations en cas de problème de régénération naturelle ou en cas d'envahissement par une essence réputée peu résistante au réchauffement annoncée (cas courant du Hêtre et Sapin). Dans ce cas, il est conseillé d'introduire des essences plus résistantes à la sécheresse. Ce sera avant tout une volonté du propriétaire, en fonction des avancées scientifiques et de l'évolution avérée du climat.



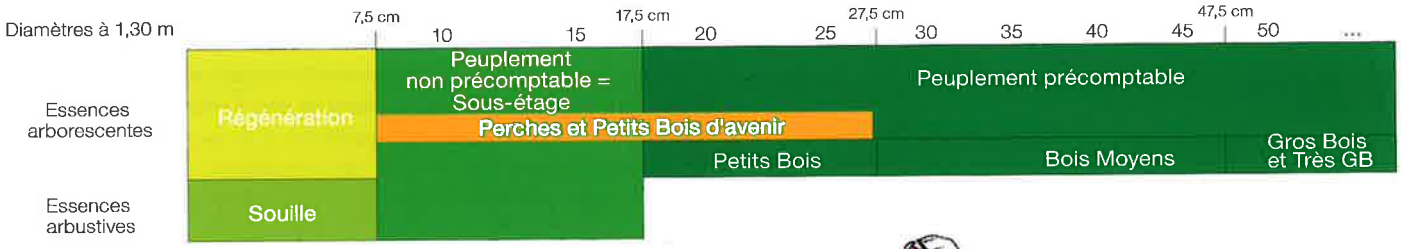
Thème 2

Décrire et mesurer les peuplements: Pourquoi, comment?

En futaie irrégulière on cherche à conserver les arbres tant qu'ils «payent leur place» jusqu'à l'apparition de «successeurs plus prometteurs». Dans l'idéal les petits remplacent les moyens, les moyens remplacent les gros récoltés. Un certain nombre de questions se posent alors au sylviculteur. Quelle est la proportion de bois mûrs, de bois pas encore mûrs, c'est-à-dire des moyens et petits? La relève apparaît-elle? Y a-t-il des perches et des petits bois de valeur pour l'avenir?

2.1. Décrire les peuplements: un peu de vocabulaire

L'exigence de connaissance nous a amené à décrire les peuplements en regroupant les arbres par catégories de grosseur. Les plus petits sont décrits en fonction de leur valeur potentielle c'est à dire leur capacité à faire un bel arbre demain. Les propositions qui suivent s'appliquent aux peuplements tant irréguliers que réguliers. Cette compartimentation est utilisée depuis près de 10 ans avec satisfaction dans la description de plus de 100000 ha de forêt en Lorraine et Alsace. On part de l'idée simple qu'on va diviser le peuplement en compartiments pertinents au regard de la gestion forestière dans lesquels on peut «ranger» n'importe quel arbre. Le schéma suivant résume ces compartiments et leur dénomination:



2.1.1. Les arbres précomptables

On mesure habituellement leur diamètre avec le compas ou «bastringue». On les mesure en surface terrière à partir de 17,5 cm de diamètre (classe 20) ou 60 cm de circonférence (classe 65). On les regroupe le plus souvent dans 4 catégories de bois. Les très gros bois peuvent être intégrés aux gros bois, dans ce cas seuls trois catégories sont distinguées.

Il existe en Lorraine des clés simples de détermination du type de peuplement à partir de la mesure en surface terrière de ces catégories de bois (voir annexes en fin de document).

2.1.2. Les arbres non précomptables

Le sous-étage :

- toutes les tiges d'essences arborescentes de franc pied (perches) ou de cépées (taillis) dont le diamètre est compris entre 7,5 cm et 17,5 cm (classes 10 et 15),
- tous les brins d'essences arbustives qui font plus de 7,5 cm de diamètre.

La mesure du sous-étage est importante en futaie irrégulière car son pouvoir ombrageant peut bloquer l'apparition de régénération dès 3 m² de surface terrière en peuplement feuillus. Sa mesure s'effectue rapidement au relascope au facteur 0,5 (on divise donc le résultat par 2, voire page 10).

La régénération et la souille :

Toutes les tiges d'essences arborescentes qui ont un diamètre inférieur à 7,5 cm (20 cm en circonférence) constituent la régénération. La régénération de moins de 50 cm de hauteur est mesurée en classes de couvert. Au-dessus de 50 cm, on dénombre les semis à partir de 2 ou 3 placettes de 1 m de rayon par point de mesure en cas de problème de régénération supposé ou alors plus simplement on estime le couvert sur un rayon de 10 m autour du point de mesure.

Les essences arbustives sans avenir économique de dimension comparable sont regroupées dans la strate buissonnante appelée «souille».

Les Perches et Petits Bois d'avenir :

C'est un compartiment non négligeable pour le renouvellement du peuplement.

Ce sont des tiges d'essences arborescentes en bon état sanitaire, au houppier suffisamment développé et présentant une forme et un fût susceptibles de produire dans l'avenir du bois d'œuvre de qualité. Elles appartiennent aux classes 10, 15, 20 et 25 cm de diamètre ou les classes 25 à 85 en circonférence. Ce compartiment peut contenir des brins issus de cépées particulièrement bien conformés. On les compte sur un rayon de 15 m en distinguant les essences et il suffit ensuite de multiplier le résultat total par 14 pour obtenir le nombre à l'hectare.

2.2. Décrire les peuplements : quelle méthode choisir ?

Aujourd'hui quatre méthodes sont couramment utilisées dans les forêts gérées en futaie irrégulière.

• L'inventaire en plein pour des forêts de surface modeste :

Il consiste à mesurer le diamètre (à l'aide d'un compas forestier) ou la circonférence (à l'aide d'un mètre à ruban) de chaque arbre individuellement. Récemment c'était encore la méthode de loin la plus utilisée par les forestiers.

«l'homme a 125 organes : il va falloir tous les analyser»

L'inventaire en plein permet également d'estimer financièrement le stock de bois sur pied (à l'exclusion toutefois de la valeur d'avenir des arbres non précomptables). Il est simple à mettre en œuvre.

• L'inventaire par placette permanente :

Cette technique a été mise au point en Suisse. Apparue en France dans les années 1985, elle est très adaptée aux forêts de surface importante gérées en futaie irrégulière. Ce type d'inventaire n'apporte qu'une vision globale et moyenne du massif forestier. On se limite à mesurer des placettes fixes en comptant toujours la même surface. Le principal avantage est un suivi individuel dans le temps de chaque arbre de la placette, qui conduit à une évaluation précise de la production de la forêt. En revanche cette méthode ne permet pas de réaliser des cartes de peuplements.

On peut comparer cette méthode aux résultats d'un électrocardiogramme qui décèle toute variation ou anomalie de fonctionnement de la forêt.

• L'inventaire typologique avec un relascope :

Apparu dans les années 1980, il est très adapté aux propriétaires ou gestionnaires curieux et exigeants qui souhaitent avoir une image précise de leur forêt avant décision. Ce type d'inventaire peut être comparé au scanner ou à l'échographie de l'ensemble de la forêt.

Le tableau qui suit vous résume les principaux résultats à attendre de chaque technique et les coûts constatés en 2006.

Caractéristiques et ou résultats attendus	Inventaire en plein	Inventaire par placettes permanentes (200 placettes)	Inventaire avec relascope + typologie (au ¼ d'ha par exemple)
Rappel méthodologique	On compte tous les arbres sur toutes les parcelles	On mesure au moins 150 placettes repérées précisément pour les retrouver quelque soit la surface de la forêt (maillage fixe le plus souvent)	Une mesure tous les 50m à partir d'un maillage défini (pour exemple 4 point par ha) en utilisant le relascope à chaînette et une carte où sont matérialisés les points à trouver
Niveau d'analyse possible	Parcelle	Forêt ou partie de forêt	Parcelle
Principaux résultats dendrométriques obtenus	Volume/ha, nombre/ha, histogramme des Ø Volume commercial, résultats par essence	G/ha et volume/ha, Nombre/ha, Résultats par essence	G/ha et Vol 7 cm/ha, Nbre de perches et PB, Structure grossière (PB – BM – GB)
Carte des types de peuplement	Non	Non	Oui (pixels) à regrouper par zones
Calcul de production/ha	Oui (par parcelle avec passage à la futaie)	Oui (forêt avec passage à la futaie)	Oui pour le résineux, ± pour les anciens TSF (sans passage à la futaie)
Principal défaut	Très couteux	Résultats seulement au niveau des grandes forêts	Biais observateur possible
Domaine de prédilection	Petites forêts (< 30ha)	Forêts de plus de 150 ha	Forêts de 10 à 200 ha
Rendement terrain (hectare ou placette/homme/jour)	3,5 ha/h/j	5 à 6 placettes/h/j	20 à 30 placettes/h/j
Estimation du coût par ha avec restitution de résultats en 2006	30 ha : 50 à 60€ 100 ha : 50 à 60€ 500 ha : 45 à 55€	30 ha : non utilisé 100 ha : 55 à 65€ 500 ha : 20 à 30€	30 ha : 35 à 45€ 100 ha : 30 à 40€ 500 ha : 25 à 40€

Il n'existe donc pas de technique de description parfaite. Le gestionnaire mettra en œuvre celle de son choix en fonction des données dont il dispose déjà, de ses problématiques sylvicoles et de ses moyens financiers et humains.

2.3. Les dessous de la surface terrière

Exemple de deux peuplements de Chêne

surface occupée par les troncs à 1,30m

7 m² de gros bois (bois de plus de 50 cm de diamètre) par hectare permettent à la régénération de chêne de s'installer et de croître

14 m² de gros bois (bois de plus de 50 cm de diamètre) par hectare serrés empêchent la régénération de Chêne de s'installer

2.3.1. Pourquoi s'intéresser à la surface terrière

Contrairement à la futaie régulière, l'âge et le diamètre moyen des peuplements ne sont pas d'un grand secours. Notre souci principal est de vérifier qu'il n'y ait pas trop d'arbres sur le terrain qui compromettent la vitalité des beaux bois par une concurence trop forte et empêchent la régénération de s'installer et de survivre. La surface terrière est alors un bon indicateur de la fermeture du couvert par les houppiers et également un bon indicateur de leur état de concurrence. Elle est facile et rapide à mesurer sur le terrain grâce au relascope à chaînette. La surface terrière est tout simplement la somme des surfaces des troncs des arbres mesurés à 1,30m ramenée à l'hectare.

2.3.2. Comment mesurer la surface terrière

C'est un petit appareil appelé «relascope à chaînette ou encore relascope de Bitterlich» (du nom de son inventeur) qui donne la surface terrière à l'hectare du peuplement sans avoir à mesurer tous les arbres de la parcelle. Il suffit d'effectuer un tour sur soi-même encore appelé tour d'horizon et de viser tous les arbres autour de soi à 1,3 m de haut (comme quand vous prenez les diamètres) en ne retenant que ceux qui dépassent l'encoche du relascope.

On obtient seul en moins de 2 minutes
la surface terrière à l'hectare du peuplement.

La mesure doit être rigoureuse et appliquée

L'image qui suit indique comment effectuer la visée en alignant le bord de l'encoche sur un côté de l'arbre et non au milieu. Ceci permet d'éviter de prendre systématiquement en compte les arbres limites et de surestimer ainsi la surface terrière.

Les têtes interchangeables sont des facteurs multiplicateurs du résultat. Plus le facteur est élevé plus la surface mesurée par le relascope est faible. Une mesure est valable statistiquement si plus de 12 arbres dépassent l'encoche. Les facteurs les plus couramment utilisés sont les facteurs :

- 1 pour les peuplements de moins de 15 m²,
- 0,5 pour le taillis non précomptable (diamètre 10 et 15 cm),
- 2 dans les autres cas.

En répétant systématiquement une mesure de surface terrière tous les 50 m on réalise un inventaire. L'expérience acquise en Lorraine Alsace montre que, même s'il reste bien entendu moins précis qu'un inventaire en plein, un inventaire réalisé avec un relascope tous les 50 mètres donne des résultats le plus souvent à plus ou moins 20 % de précision dans 95 % des cas pour un coût deux fois moins élevé que l'inventaire en plein. Ceci à condition de prendre quelques précautions inhérentes aux mesures visuelles et estimatives comme l'étalonnage sur des placettes témoins. Ceci également à condition de faire un minimum de mesures pour avoir une validité statistique.

L'ONF Alsace grâce à un partenariat avec l'école technique de Saverne a mis au point un manche relascopique avec tête interchangeable et autoréductrice de pente (se renseigner à l'ONF Alsace à Strasbourg).

2.3.3. Savoir interpréter les mesures de surface terrière

L'expérience acquise et les études de l'Association Futaie Irrégulière et de l'ENGREF nous permettent aujourd'hui de mettre en avant des plages optimales de surface terrière pour les principaux types de peuplement. Ces plages ne sont pas des normes à respecter mais des repères utiles à connaître. Les feuillus nécessitent plus d'espace pour le développement de leur houppier, les surfaces terrières optimales sont donc inférieures à celles des résineux. La surface terrière idéale répond à des attentes différentes selon le type de peuplement que l'on a réellement devant soi :

Peuplement à forte surface terrière
qui a entrainé un faible développement des houppiers

- Dans les peuplements à base de petits bois et bois moyens on veut permettre un développement suffisant des houppiers pour ne pas compromettre les capacités de réaction aux éclaircies et la stabilité.
- Dans les peuplements à base de gros bois sans perches et petits bois d'avenir on veut obtenir de la régénération qui nécessite d'autant plus d'éclairement que l'essence recherchée est exigeante en lumière.
- Dans les peuplements irréguliers on veut permettre l'apparition de régénération et surtout la montée d'un certain nombre de perches et petits bois d'avenir à l'étage supérieur (passage à la futaie) pour remplacer les arbres récoltés.

Peuplement de Hêtre a faible surface terrière
permettant l'apparition et le développement des semis

Les plages précisées dans les fiches qui traitent de la sylviculture sont à otenir après éclaircie. Elles varient de 12-15 m² pour un peuplement de Chêne irrégulier où on cherche à garder le Chêne à 30 à 40 m² pour un peuplement irrégulier de Sapin Épicéa selon la proportion de gros bois à très gros bois recherchée.

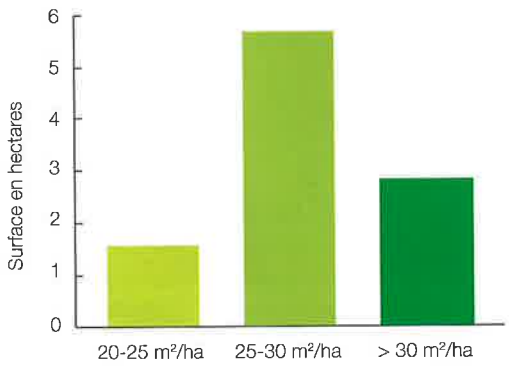
Notes

2.4. Exemple de résultats obtenus à partir de la surface terrière

Les résultats qui suivent ont été obtenus à partir d'un inventaire réalisé avec un relascope et une typologie de peuplement.

Exemple d'une parcelle de 10,1 hectare: peuplement de Chêne avec feuillus divers. Inventaire au quart d'hectare (1 point tous les 50 m), résultats calculés à partir de la moyenne des données des 39 points d'inventaire:

- **Surface terrière:**
  25,4 m²/ha +/- 1,4 m²/ha
- **Volume bois fort (découpe 7 cm) calculé:**
  240 m³/ha +/- 13 m³/ha
- **Capital:** classes de surface terrière



Classes de surface terrière

- **Composition en essences:**

Essences	Proportions
Chêne	65%
Hêtre	6%
Feuillus précieux	3%
Frêne	2%
Feuillus divers	24%

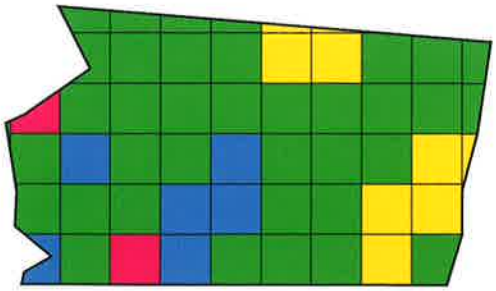
L'inventaire réalisé à l'aide d'un relascope permet une estimation du volume total avec une précision aussi satisfaisante que l'inventaire en plein.

En revanche, il ne permet d'apprécier correctement ni la valeur économique, ni la densité en tiges du peuplement. D'autres informations sont en effet nécessaires pour une estimation financière.

Des cartes

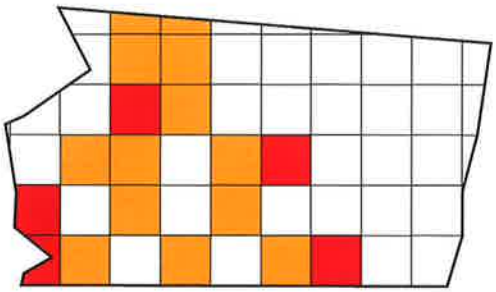
Une fois l'inventaire réalisé, il est possible d'éditer des cartes thématiques.

Carte des structures



- Peuplement à dominante de GB
- Peuplement équilibré (PB, BM et GB en quantités équivalentes)
- Peuplement à dominante de BM
- Peuplement à dominante de PB

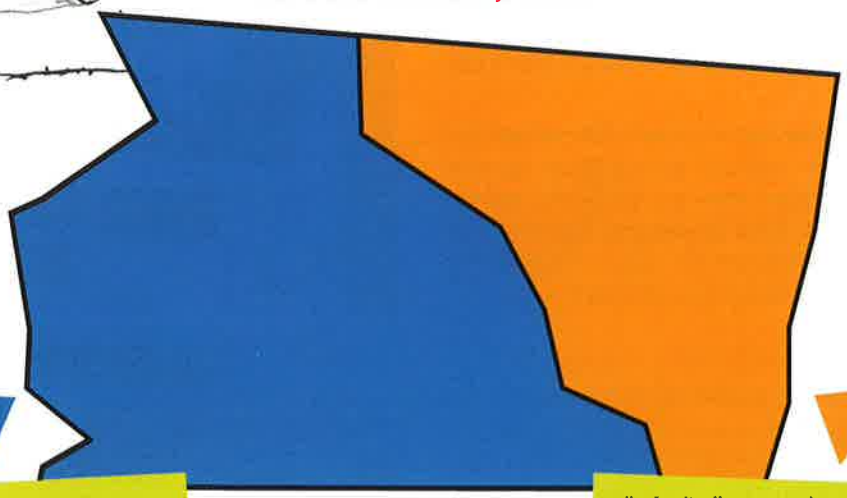
Carte de la densité en perches et petits bois d'avenir



- Densité en perches et PB d'avenir < 30 tiges/ha
- Densité en perches et PB d'avenir comprise entre 30 et 60 tiges/ha
- Densité en perches et PB d'avenir ≥ 60 tiges/ha

La synthèse de ces informations cartographiques permet de réaliser la carte des conseils sylvicoles très utile pour asseoir les futures unités d'interventions.

Carte des conseils sylvicoles



Il s'agit d'un peuplement irrégulier:

- récolter les Gros Bois au diamètre d'exploitabilité,
- favoriser les plus beaux bois moyens par des éclaircies,
- dégager la périphérie des houppiers des perches et petits bois d'avenir.

Il s'agit d'un peuplement mûr pauvre en perches et petits bois d'avenir:

- amorcer le renouvellement du peuplement.

Thème 3

Savoir reconnaître les fonctions d'un arbre, savoir marteler

La sylviculture en futaie irrégulière est basée sur la coupe d'éclaircie qui va orienter l'évolution du peuplement. Le sylviculteur cherche à s'appuyer avant tout sur les phénomènes naturels (régénération naturelle, différenciation naturelle des semis sous couvert, élagage naturel...) en dosant la lumière grâce aux éclaircies successives qu'il réalise. Toutefois pour choisir les arbres à couper il est nécessaire de connaître les nombreux services qu'ils peuvent rendre au sylviculteur.

3.1. Connaître le pouvoir de compétition comparé des différentes essences en mélange

La compétition entre essences se fait essentiellement au travers de deux facteurs : la lumière et le sol.

La lumière est l'élément le plus déterminant dans la gestion en futaie irrégulière, car elle va conditionner la composition future du peuplement

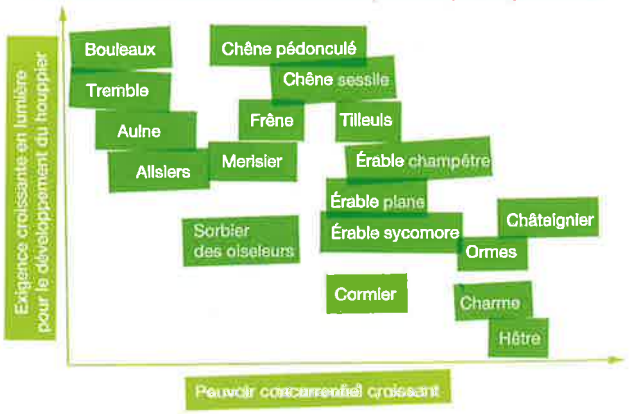
La forme et la dynamique des houppiers déterminent leur besoin en espace. Les résineux acceptent en général des surfaces terrières plus fortes que les feuillus qui ont besoin de plus d'espace pour développer leur houppier. Les fiches thématiques donnent les valeurs optimales de surface terrière selon l'essence et la structure.

Compétition vis à vis de la lumière

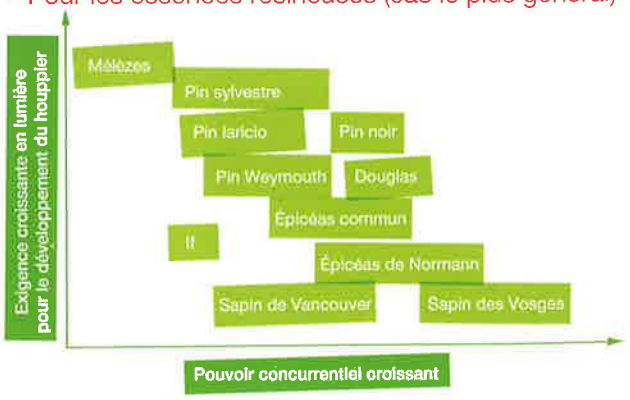
Les notions d'essences de lumière et d'essences d'ombre sont bien connues. Les espèces sont de lumière ou d'ombre essentiellement pendant leur jeunesse et cette capacité à supporter l'ombre ne dure qu'un temps. Certaines essences sont plus envahissantes et couvrantes que d'autres. Les tableaux suivants situent les essences entre elles pour les essences feuillues puis résineuses. Les plus fragiles figurent en haut à gauche, les plus compétitives en bas à droite.

Ces tableaux ne concernent pas la capacité des semis à apparaître et se développer à l'ombre (essence d'ombre) ou à la lumière (essence de lumière). Ils concernent uniquement le pouvoir de compétition des arbres installés.

• Pour les essences feuillues (cas le plus général)



• Pour les essences résineuses (cas le plus général)



3.2. A chaque arbre, son rôle

Pour simplifier on peut retenir dans un peuplement irrégulier trois types d'arbre selon leur «statut social».

La salle d'attente:

Elle est constituée de l'ensemble des semis et de la réserve de recrûs qui n'attendent qu'une ouverture du couvert pour démarrer leur croissance en hauteur. Ils constituent l'avenir de la forêt. C'est généralement à ce stade que l'on trouve la plus grande diversité d'essences.

Les sujets de l'étage intermédiaire:

Cet étage intermédiaire comprend notamment les «sprinters» qui profitent de la lumière pour croître en hauteur de manière parfois spectaculaire. Il y a peu d'individus dans cet étage, mais ce sont eux qui rejoindront rapidement l'étage dominant après leur mise en lumière.

Les sujets de l'étage dominant:

Ils constituent l'armature du peuplement et leurs fonctions peuvent être multiples et variées:

• **Le producteur:** C'est le bel arbre qui produit du bois de qualité qu'on cherchera à favoriser lors des éclaircies.

• **Le protecteur:** C'est un arbre de sous-étage ou un arbre de mauvaise qualité qu'on conservera car son couvert protège soit le tronc des producteurs (sous-étage) soit le sol contre un envahissement de plantes non désirées comme la ronce. Cela peut aussi être un arbre le long d'un cloisonnement ou une piste qui protège des producteurs des dégâts de débardage.

• **L'éducateur:** C'est un arbre, qui du fait de son ombrage, éduque un plus jeune qui forme sa bille de pied. L'ombre portée ou la concurrence latérale créée par un éducateur peut élaguer naturellement un autre arbre ou alors différencier une jeune régénération naturelle qui vient de s'installer sous couvert. Dans le cas de la différenciation on observe souvent deux niveaux d'éducateurs:

- certains grands arbres voisins d'une tache de régénération qui, du fait de l'ombrage irrégulier qu'ils apportent, différencient la croissance des jeunes semis qui poussent à des vitesses différentes. De manière un peu caricaturale ce sont des «parents éducateurs» qui permettent de produire des arbres d'élite.
- les arbres proches du ou des arbres d'avenir dans un groupe de jeunes arbres. (observable de 3 à 10 m de haut) qui accompagnent le ou les arbres d'avenir en les élaguant. Ce sont des «frères et sœurs éducateurs»

Notes

• **Le stabilisateur:** C'est un arbre trapu souvent de qualité moyenne à mauvaise mais que l'on maintiendra pour sa résistance au vent; c'est un point d'ancrage pour le peuplement. Cette fonction est importante dans les peuplements résineux ou les peuplements serrés en retard d'éclaircie qui sont plus sensibles au vent. Ces arbres ne nécessitent le plus souvent aucune aide mais ils seront conservés tant que le reste du peuplement n'est pas stabilisé. Cela peut aussi être le cas de certaines essences dans le mélange comme le chêne isolé ou en bouquet qui serait plus résistant au vent.

Bois sans valeur commercial ouvert par les pics et habité par d'autres animaux (chauve-souris, oiseaux).

Présence d'arbres résineux au milieu de feuillus

• **Le diversificateur:** C'est un arbre rare ou minoritaire à l'échelle de la forêt que l'on conserve dans un but cultural (chêne en mélange avec le hêtre envahissant par exemple) ou dans un but de maintien ou d'amélioration de la biodiversité (alisier torminal, petit fruitier utile aux oiseaux).

• Une attention particulière doit être observée pour les gros bois secs sur pied appelés encore «**bio-bois**» qui sont susceptibles d'accueillir des insectes, des champignons ou d'autres animaux (chauve souris, pics...) inféodés aux arbres morts qui manquent le plus souvent dans les forêts cultivées. Ces arbres n'ont le plus souvent aucune valeur économique alors qu'ils ont une forte valeur écologique. On retrouve également ici les arbres remarquables du fait de leur forme ou leur taille ou du fait de leur histoire.

3.3. Savoir reconnaître les signes d'une lumière insuffisante ou trop importante sur le terrain

Il existe un certain nombre d'indicateurs de terrain qui permettent d'interpréter l'état d'éclairement au sein du peuplement. Ce sont des guides précieux pour la prise de décision en martelage. On peut citer:

- Un allongement des semis et gaules satisfaisant qui est le signe d'une lumière suffisante. Par exemple une croissance en hauteur inférieure à 20cm sur semis traduit d'une lumière insuffisante.

Hêtre à forme plagiotrope

- Dans le cas du Hêtre, l'observation des allongements et de la forme générale des semis permet de «quantifier» la lumière:
  - lumière excessive: allongement supérieur à 50/60 cm, présence de pousse d'août (polycyclisme), angle d'insertion des branches réduit, semis avec plusieurs têtes ;
  - lumière insuffisante: allongement annuel inférieur à 20/30 cm, semis se courbant ;
  - lumière correcte: allongement d'environ 40 cm, insertion des branches perpendiculaire à l'axe.
- La composition des recrûs est un bon indicateur du dosage de lumière et de la pression du gibier. Plus il y a de diversité, meilleur est le dosage de lumière et moindre la pression du gibier. L'apparition et le développement d'essences de lumière traduisent un éclairement plus important que la seule présence d'essences d'ombre.
- L'apparition de gourmands sur les troncs n'est pas un signe d'état d'éclairement mais plutôt le résultat d'une réaction à une mise en lumière par l'éclaircie après une trop longue période de concurrence. C'est souvent un mal nécessaire au début du traitement en futaie irrégulière car on récupère des peuplements insuffisamment éclairçis.

Et puis n'oubliez pas en cas de doute sortez votre relascope et mesurez la surface terrière!

3.4. L'opération de martelage:

Il faut tout d'abord se rappeler que nous sommes ici dans le contexte d'une sylviculture d'arbres et non pas dans celui d'une sylviculture de peuplement.

Le principe d'application du traitement de la futaie irrégulière est de s'adapter aux structures existantes, pour minimiser les sacrifices d'exploitabilité et mener le maximum de tiges de qualité à leur diamètre minimum d'exploitabilité. Cette sylviculture cherche à obtenir des essences à termes d'exploitabilité différents gage d'une certaine continuité du couvert forestier.

Le sylviculteur pourra s'appuyer sur quelques outils pratiques tels qu'une fiche de description de la parcelle avant martelage et sur des consignes écrites pour les travaux sylvicoles.

Le traitement en futaie irrégulière regroupe des pratiques assez variées en fonction des objectifs des propriétaires, et des peuplements gérés qui sont nombreux à ne pas être irréguliers au départ.

3.4.1. Les buts du martelage:

Le martelage a deux buts principaux:

- améliorer et préserver durablement la production des peuplements
- fournir des produits commercialisables

Améliorer et préserver durablement la production des peuplements

L'amélioration se fera au bénéfice des tiges les mieux conformées et il ne faudra pas hésiter à recommander le détourage dans le jeune âge. Les produits récoltés, lors de cette opération, sont plutôt constitués de tiges de diamètre moyen à faible.

La préservation durable de la production passe par le maintient d'une ambiance lumineuse favorable au développement des arbres en place. Elle passe également par le renouvellement des arbres ayant atteint le diamètre d'exploitabilité.

Pour permettre ce renouvellement, il faut avoir à l'esprit que le couvert ne doit pas être trop dense. Les peuplements feuillus les mieux pourvus en semis sont ceux dont la surface terrière est comprise entre 14 et 18m² selon les essences (pouvant aller jusqu'à 20m² pour le Hêtre).

En résumé, le martelage dans un peuplement irrégulier ou à irrégulariser associe plusieurs types d'opérations:

- amélioration en faveur des tiges les mieux conformées (éclaircies et coupes d'amélioration de la futaie régulière),
- suppression des arbres de mauvaise qualité tout au long de la vie du peuplement,
- récolte des arbres arrivés à maturité et renouvellement le plus souvent par régénération naturelle.

Le tout sera suivi par des travaux sylvicoles autant que de besoin.

Fournir des produits commercialisables

Les produits issus des coupes en futaie irrégulière peuvent être hétérogènes et il peut être judicieux, soit de réaliser les coupes en régie, soit de procéder à des coupes différenciées (exploitation séparée des bois d'industrie et des gros bois d'œuvre).

Les coupes en régie ont l'intérêt de regrouper des bois de même dimension et de même essence, et de proposer à la vente des lots homogènes. Un autre avantage est de maîtriser l'exploitation et le débardage, donc la mise à disposition des bois à l'acheteur, tout en préservant l'état des équipements et des sols.

Les coupes différenciées permettent de sélectionner, sur la parcelle, les produits mis en vente par catégorie de grosseur et/ou d'essence. L'inconvénient est une exploitation qui se fera en plusieurs temps et donc un plus grand risque pour l'état des équipements et pour l'environnement.

3.4.2. La préparation du martelage :

Le marteleur doit avoir des consignes claires. La préparation du martelage doit donc se faire de manière soignée. En futaie irrégulière il est nécessaire de disposer de données sur le peuplement actuel afin de pouvoir définir des consignes ou des orientations de prélèvement dont l'objectif est de mettre les peuplements dans les meilleures conditions de croissance et de renouvellement.

L'observation du peuplement actuel

Avant martelage, trois caractéristiques importantes du peuplement sont utiles à connaitre pour guider le marteleur :

- le capital à l'hectare (m^2 ou m^3).
- le potentiel de qualité à valoriser et notamment les perches et petits bois nécessaires au renouvellement (en nombre/ha).
- la quantité de bois risquant de se déprécier, à récolter dans les plus brefs délais.

On voit ici tout l'avantage de pouvoir disposer d'inventaires réalisés à l'occasion de la révision des plans de gestion ou d'aménagement.

Les consignes doivent répondre clairement aux questions suivantes :

- Quelles sont les essences à favoriser ?
- Quelle doit être l'intensité du prélèvement ? Pour répondre à cette question on compare le capital de départ au capital objectif en prenant en compte la rotation et l'accroissement.
- Quels sont les produits susceptibles de perdre de la valeur ?
- Quels sont les produits susceptibles de prendre de la valeur ?
- Faut-il intervenir en plein ou faire un travail ciblé ?

3.4.3. Apprendre à choisir les arbres à couper

Rappelons d'abord qu'en futaie irrégulière, la coupe jardinatoire est une opération de récolte et une opération sylvicole sans qu'on puisse dissoçier ces deux aspects. La coupe a aussi pour objectif de maintenir le peuplement dans une fourchette de volume ou de surface terrière par hectare assurant un bon fonctionnement du peuplement et des conditions de renouvellement satisfaisantes. Ceci est primordial en futaie irrégulière comme d'ailleurs aussi en futaie régulière (voir les thèmes 4, 5, 6, 7 qui donnent des fourchettes de surface terrière/ha optimales selon l'essence et les catégories de bois présents).

Les raisons principales pour couper un arbre sont les suivantes:

• **Amélioration:** On coupe un arbre au profit d'un producteur de meilleure qualité pour lui permettre de développer un houppier suffisant et croître de manière satisfaisante.

• **Renouvellement:** On coupe un arbre pour permettre à la régénération (semis, gaule ou perche) de se développer. Dans ce cas on estime que «cet arbre ne paye plus sa place» et qu'il vaut mieux le remplacer par des sujets plus jeunes, plus prometteurs. Ainsi sauf cas particulier la raison «renouvellement» est intimement liée à la récolte.

• **Récolte:** Il s'agit des arbres qui ont atteint leur diamètre d'exploitabilité qui dépend de leur qualité. Dans certains cas de figure il est conseillé de préparer cette récolte en coupant auparavant le sous-étage ou des arbres vers le sud pour laisser pénétrer la lumière et permettre l'installation de semis pour effectuer la récolte sur semis acquis.

• **Sanitaire:** L'arbre est considéré en danger et on ne veut pas reporter sa récolte au prochain passage en coupe. Nous étendons également cette notion aux risques de dépréciation de la qualité intrinsèque du bois qui risquerait de faire perdre de l'argent au propriétaire si on reportait la coupe (cas du frêne qui devient noir, du Hêtre qui développe le cœur rouge, d'une mauvaise fourche qui suinte,...). C'est ce qu'on appelle «la belle qualité menacée» qui est le premier point à prendre en compte en martelage lorsqu'on observe les arbres.

• **Diversité:** Par exemple prélever des arbres en faveur d'un arbre ou d'un milieu rare à l'échelle de la forêt ou la parcelle. On peut être amené à couper des épicéas sur une berge de ruisseau pour permettre à une végétation plus diversifiée de s'installer. Ou alors couper des producteurs résineux au profit des rares Erables présents dans le peuplement. Dans ce cas on peut tolérer un sacrifice d'exploitabilité en coupant des arbres d'une essence envahissante qui banalise le milieu. Cette notion peut également être étendue à la mise en valeur paysagère en coupant par exemple des arbres qui cachent un point de vue.

• **Exploitation:** Il s'agit là de prélever une tige de qualité moyenne à médiocre pour permettre l'exploitation soignée d'un arbre voisin et protéger de ce fait de belles perches, un bois moyen de qualité ou une tache de semis, qui sinon, seraient détruits.

Thème 4

Gestion en futaie irrégulière dans les anciens Taillis Sous Futaie (TSF)

4.1. A savoir avant de se lancer

De nombreux peuplements feuillus du territoire sont issus de la gestion en taillis sous futaie Par exemple les anciens TSF des Plateaux calcaires et du Plateau lorrain en France, les anciens TSF à l'Est du Grand-Duché de Luxembourg. En Wallonie les taillis sous futaie ont été convertis dès la fin du XIX^{e} siècle. Ce sont aujourd'hui des futaies.

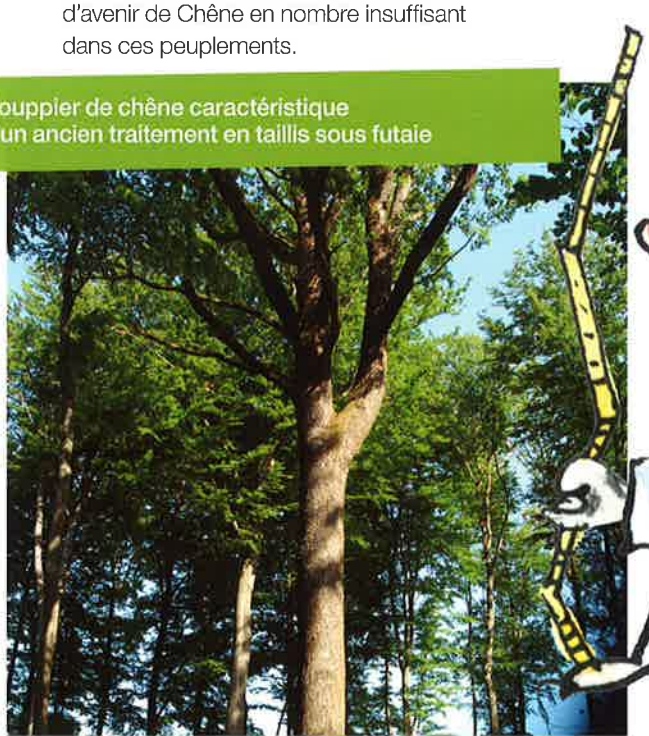
Les anciens TSF à base de Chêne posent le problème de leur renouvellement en futaie irrégulière, assez délicat à mener pour quatre raisons :

- une fructification (glandée) plus faible dans le domaine biogéographique européen continental que dans le domaine atlantique ; on estime pouvoir compter sur une glandée totale tous les 10 à 15 ans et une glandée partielle tous les 5 à 6 ans,
- les dégâts occasionnés par les cervidés souvent incompatibles avec la gestion durable de nos forêts,
- les stations riches favorables au hêtre et au charme ce qui complique fortement le renouvellement des chênes,
- le plus souvent des perches et petits bois d'avenir de Chêne en nombre insuffisant dans ces peuplements.

Maintenir un renouvellement en chêne passe donc par une gestion très réactive de l'ouverture du couvert sur glandée acquise pour le Chêne pédonculé ou sur semis acquis pour le Chêne sessile. Il ne faut pas hésiter à bouleverser l'ordre de passage en coupe pour sauver une régénération indispensable à l'avenir d'un peuplement. Des passages réguliers en travaux de nettoiement et dépressage pour sauver progressivement les chênes de leurs concurrents (ronce, Charme et Tremble le plus souvent) sans les offrir au gibier sont un gage de succès.

Le cas du Hêtre est beaucoup plus aisé, mais là encore il faut veiller à ne pas perdre d'autres essences comme les feuillus précieux ou le Chêne sessile surtout au vu des évolutions climatiques qui sont annoncées.

Houppier de chêne caractéristique d'un ancien traitement en taillis sous futaie



4.2. Repères utiles à connaître

L'exigences en espace varie en fonction du stade de développement du peuplement. Cette exigence peut être traduite par une surface terrière dite «optimale». Celle-ci est variable selon l'essence et le stade de développement du peuplement.

- Le Hêtre a une très forte expansion de son houppier dans le jeune âge (stade petit et moyen bois). De plus un accroissement fort et régulier en diamètre est souvent synonyme de bois de qualité. Dans le jeune âge on aura donc intérêt à bien contenir la surface terrière dans des fourchettes basses. Par contre au niveau du stade semis, il se développe très bien à l'ombre des grands arbres et on peut accepter une surface terrière plus forte à base de gros bois.
- Le Chêne a une moins forte expansion du houppier et on cherche plutôt des accroissements modérés pour produire du bois de qualité. On peut donc accepter une surface terrière plus forte. Par contre au stade semis il est très exigeant en lumière au moment de régénérer on a intérêt à diminuer la surface terrière pour permettre aux semis de Chêne de s'installer et de se développer.

Type de peuplement selon la catégorie de bois majoritaire	Essence (s)	Surface terrière optimale après coupe sans taillis <17,5cm	Remarques	Aptitude au traitement irrégulier
Peuplement irrégulier avec gros bois, bois moyens et plus de 42 perches où petits bois d'avenir/ha (type irrégulier*)	Hêtre/hêtre en régénération Chêne/chêne en régénération	15 - 18 m² 12 - 15 m²	Maintien d'un renouvellement continu recherché (1 arbre/ha/an de passage à la futaie)	++
Peuplement à bois moyens majoritairement en surface terrière (en croissance active*)	Hêtre Chêne	15 - 20 m² 18 - 23 m²	Attention! Accroissement élevé: - de l'ordre de 0,8 à 1,2 m²/ha/an - de l'ordre de 0,7 à 1 m²/ha/an	+
Peuplement à gros bois et bois moyens en surface terrière (type maturation*)	Hêtre Chêne	17 - 20 m² 11 - 14 m²	Renouvellement possible en hêtre Renouvellement en chêne recherché	+
Peuplement mûr riches en gros bois où un renouvellement est recherché (type mûr*)	Hêtre avec régénération de hêtre Chêne avec régénération de chêne recherché	17 - 21 m² 11 - 14 m²	Régénération recherchée et/ou perches et petits bois à éclaircir.	0 à ++ si perche et petit bois présents

* type trouvé à partir des clés figurant en annexe 1 en fin de document

4.3. Par quoi commencer en martelage?

Lorsqu'on est très éloigné des surfaces terrières optimales après éclaircie (voir tableau précédent) on est en situation de «rattrapage». Dans ce cas il est préférable de passer en coupe plus souvent (6-8 ans) et prélever moins pour «rattraper» l'optimum après deux ou trois coupes d'éclaircies. Ceci est d'autant plus important qu'il y a peu de taillis et qu'on a affaire à du Chêne qui risque de se couvrir de gourmands.

L'expérience acquise permet aujourd'hui de mieux appréhender l'ordre des priorités d'intervention dans ces peuplements feuillus. Ainsi on peut conseiller de pratiquer de la manière suivante:

- Commencer par récolter les arbres dont la qualité est menacée (raison sanitaire). On peut cependant laisser un arbre mort ou sénescent par hectare pour favoriser la biodiversité.
- Rechercher les arbres de qualité et travailler à leur profit en contenant d'abord le sous-étage de Charme. Il faut supprimer les arbres de sous étage qui risquent de faire mourir des branches charpentières. Ceci déprécie la qualité du bois produit par les réserves (très important pour le Hêtre).

- Eclaircir au profit des plus beaux arbres comme en futaie régulière, de préférence par le haut en favorisant le développement des houppiers aux stades petit bois et début des bois moyens.

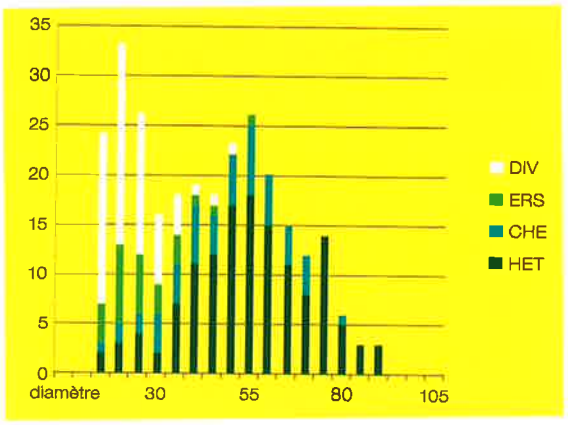
- Maîtriser et contenir le sous étage (arbres de 10 et 15 cm de diamètre), allié du forestier, dans une fourchette de surface terrière comprise entre 2 et 3 m² par ha. Pour y arriver il est indispensable de récolter régulièrement les brins qui entrent dans les houppiers des arbres supérieurs.
- Réaliser les opérations de récolte de gros bois et de renouvellement; prioritairement en présence de perches ou petits bois d'avenir qui devront préalablement être éclaircis latéralement et par le haut pour développer un houppier suffisant et s'habituer à la lumière directe. Une mise en lumière brutale de perches ou petits bois au houppier étriqué entraîne de mauvaises réactions (gourmands, mortalité, décollement d'écorce,...). En l'absence de renouvellement déjà présent le prélèvement se fera sur semis acquis autant que possible sauf pour le Chêne pédonculé où il faut intervenir auparavant sur glandée acquise pour créer des conditions lumineuses indispensables à la germination et au développement des plantules. Les opérations de récolte se font donc rarement directement sans prélèvement préparatoire aux alentours des gros bois à récolter ultérieurement.

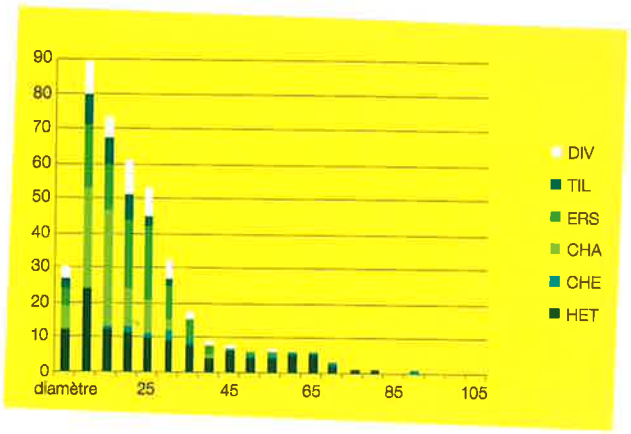
4.4. Exemple de gestion en futaie irrégulière d'un ancien TSF

Forêt communale d'Heudicourt-sous-les-Côtes (aménagement 1993-2012 de conversion de TSF en futaie irrégulière feuillue mélangée). Cette forêt communale a subi les dernières coupes de Taillis sous Futaie après la dernière guerre soit jusque vers 1950. C'est à partir des années 90 que se sont posées des questions sur la possible irrégularisation des peuplements pour éviter les sacrifices d'exploitabilité inhérents à une conversion du taillis-sous-futaie en futaie régulière.

Nous sommes dans une hêtraie chênaie sur le versant des Plateaux calcaires de Lorraine en Meuse. Il pleut 800 mm d'eau bien répartis. Le peuplement naturel de la station est la hêtraie chênaie. Le peuplement est aujourd'hui enrichi en gros bois.

En 1992, pour les besoins de la révision de l'aménagement, un comptage est réalisé dans la parcelle 2 (7,75 ha) de la forêt communale d'Heudicourt-sous-les-Côtes. La coupe a eu lieu en 2000. Un nouveau comptage est effectué en 2003 en vue de l'installation d'un marteloscope.





Inventaire de 1992 avant martelage

G	22 m²
Vol	278 m³
Diam. moyen	32 cm
Nb perches et PB	175
VAM	1,03 m³
GAM	0,08 m²

Inventaire de 2003 après martelage et coupe

G	27 m²
Vol	349 m³
Diam. moyen	35 cm
Nb perches et PB	252
VAM	1,25 m³
GAM	0,10 m²

G = Surface terrière
Vol = volume
Diam.= Diamètre
PB = petits bois
VAM = Volume arbre moyen
GAM = Surface terrière de l'arbre moyen

Les consignes étaient les suivantes :

- Prélever la belle qualité menacée par un ou plusieurs problèmes d'ordre sanitaire.
- Améliorer les conditions de croissance.

Pour chaque martelage il s'agit :

- D'identifier la qualité partout où elle se trouve et au sein même de cette qualité :
  - d'évaluer les chances de maintien et de gain en valeur ;
  - d'appréhender les risques de la perdre.
- D'identifier les tiges jouant un rôle éducateur et celles qui présentent une réelle menace vis à vis des tiges d'avenir.
- De limiter le nombre de coups de marteau (prélever du volume plus qu'un nombre important d'arbres).
- D'épargner la belle qualité de bonne santé quelle que soit l'essence (avec des priorités) et quelle que soit la catégorie de diamètre et la répartition dès la fin du stade bois moyen (>35 cm).
- De modérer le prélèvement d'arbre de mauvaise qualité en bonne santé.

La régénération ne doit être qu'une conséquence de la gestion de la lumière.

Faire en sorte que le prélèvement permette un retour, même partiel, à un bon fonctionnement du peuplement par l'amélioration du climat lumineux.

La comparaison des histogrammes, même s'il faut être pru-

Le dispositif d'Heudicourt (tous les arbres sont numérotés)

dent sur l'interprétation, traduit une tendance à l'irrégularisation dans les diamètres.

Cette expérience montre que, moyennant une bonne analyse des peuplements et des consignes de martelage claires et précises l'irrégularisation des anciens TSF peut être assez rapide. Toutefois, dans la plupart des cas, l'irrégularisation demandera certainement des pas de temps plus long. Ceci est le cas des forêts à base de Chêne et des peuplements fortement enrichis souvent régularisés.

Thème 5

La gestion en futaie irrégulière des peuplements feuillus issus du traitement en futaie régulière.

Deux cas de figure se présentent avec des problématiques différentes :

- les jeunes peuplements réguliers dans lesquels certains arbres devront être maintenus sur pied longtemps dans une gestion de conversion en futaie irrégulière. L'enjeu est de rendre un minimum d'arbres stables et résistants aux aléas climatiques.
- Les peuplements plus âgés (à base de bois moyen ou gros bois) souvent trop denses parce qu'ils ont insuffisamment été éclaircis ; l'enjeu étant de garder le maximum d'arbres de ces peuplements fragilisés jusqu'à ce qu'ils aient atteint le diamètre optimal de récolte.

5.1. Jeunes peuplements à base de perches et petit bois

Dans les jeunes peuplements en l'absence de bois de qualité on peut renouveler certaines zones. On amorce tout de suite une irrégularisation opportuniste sans sacrifice d'exploitabilité (cas courant de certaines jeunes hêtraies).

Dans les jeunes peuplements de valeur on essaiera d'obtenir une futaie claire d'arbres de haute qualité avec des arbres stables et vigoureux propices ensuite à une gestion en futaie irrégulière. Le schéma proposé ici prend le parti de s'appuyer sur les phénomènes naturels de compression dans le jeune âge appelés « qualification ». Cette compression consiste à maintenir une forte densité. Elle est nécessaire pour obtenir à moindre coût des arbres droits et élagués naturellement.

On travaillera prioritairement au profit des essences minoritaires du peuplement. Leurs critères d'exploitabilité étant différents, leur récolte sera étalée dans le temps. Les opérations de dépressage ou d'éclaircie commencent à un âge différent selon l'essence en place :

Tableau de détermination de l'âge de la première intervention en éclaircie ou dépressage :

Tempérament des essences	Essences (résineux en mélange)	Age de fin de qualification = début du détourage
Pionniers à dynamique très précoce	Tremble	8 à 12 ans
	Bouleau, Aulne, Sorbier, (Mélèze)	12 à 15 ans
Post-pionniers à dynamique précoce	Frêne, Erable sycomore, Merisier, Alisier torminal, (Pin sylvestre)	17 à 22 ans
Intermédiaires à dynamique moyenne	Chênes rouvre et pédonculé, (Épicéa), (Douglas), Tilleul	25 à 30 ans
Dryade à dynamique tardive	Charme	30 à 35 ans
	Hêtre, (Sapin)	30 à 40 ans

En respectant ces âges, les couronnes peuvent avoir une ampleur importante même sur station pauvre. Les interventions ne sont pas réalisées en plein mais au profit d'un nombre restreint d'arbres de qualité qui dépend de l'essence et des diamètres d'exploitabilité préconisés; on ne parle alors plus d'éclaircie ou de dépressage mais de détourage. Ceci favorise l'hétérogénéité dans le jeune peuplement qui se composera d'une élite fortement éclaircie avec une forte croissance, donc des plus gros bois, et des arbres non éclaircis qui croissent moins vite, donc moins gros en diamètre.

Les arbres a détourer sont cerclés en vert, les arbres à couper sont marqués d'une croix rouge

Tableau de détermination de la densité des arbres à détourer selon l'essence:

Houppier	Essences (résineux en mélange)	Nombre/ha
Grande ampleur	Hêtre, Chênes rouvre & pédonculé, Frêne, Orme champêtre, Cormier	< 70 /ha
Ampleur moyenne	Merisier, Erables plane, sycomore, champêtre, Alisier torminal, (Pin sylvestre, Mélèze d'Europe, Sapin, Epicéas type «peigne»)	< 120 /ha
Ampleur réduite	Bouleau, Aulne, Sorbier, (Épicéas types «brosse» et «plateau»)	< 160 /ha

Dans le cas courant d'un mélange à base de Chêne-Hêtre avec des feuillus précieux on peut rajouter aux 70 hêtres ou chênes jusqu'à 20 de ces feuillus par hectare. La récolte des arbres détourés s'étalera dans le temps en fonction de l'essence et de la qualité obtenue. Cette technique s'inscrit donc bien dans une gestion des jeunes peuplements respectant les principes de la futaie irrégulière puisqu'elle favorise l'étalement des récoltes sans sacrifice d'exploitabilité.

5.2. Peuplements à base de bois moyen et gros bois

Le cas le plus couramment rencontré est celui des futaies à base de Hêtre ou de Chêne qui ont été menées de manière dense. Il faut savoir que le Chêne comme le Hêtre sont capables de se refaire un houppier dit secondaire suite à une mise en lumière progressive en développant des gourmands dans le houppier étriqué par le manque d'éclaircie. Ceci est par contre plus délicat pour le Frêne dont le houppier ne réagit plus aux éclaircies lorsqu'il a été trop longtemps comprimé. S'il est difficile de convertir directement une ancienne futaie régulière dense en futaie irrégulière, on peut néanmoins étaler sa régénération sur une longue période pour éviter les sacrifices d'exploitabilité. On parle alors **de régénération lente** dont les coupes récoltent les arbres progressivement lorsqu'ils atteignent leur diamètre d'exploitabilité optimal. Ce type de coupe est encore appelée «coupe au diamètre d'exploitabilité»

Chêne ayant refait un houppier après éclaircie

5.2.1. A savoir avant de se lancer

La gestion des arbres de haute qualité et leur conduite jusqu'à leur dimension d'exploitabilité doivent être les principes moteurs et prioritaires du traitement de ces peuplements en futaie irrégulière.

L'apparition et le développement de la régénération naturelle ne sont pas des objectifs en tant que tels, mais une conséquence du microclimat particulier induit par une gestion adéquate de la futaie et du sous-étage. Si les règles de traitement en futaie irrégulière sont respectées et que la densité du gibier est en équilibre avec la forêt, alors les semis de hêtre, de chêne et d'essences compagnes (érable, bouleau, sorbier...) sont en mesure, en fonction des semenciers existants, d'apparaître et de se développer. Les semis naturels vont surtout se développer en lieu et place d'arbres arrivés à maturité ou n'ayant plus d'utilité. Jamais on ne réalisera un sacrifice d'exploitabilité sur un jeune bois d'avenir, qui a un accroissement significatif en valeur, au profit du développement des semis.

Remarque importante

il n'est pas question ici de méthodes de régénération (coupe progressive...), ni de création de trouées importantes (>10 ares) et encore moins d'élargissement de celles-ci en faveur du semis.

Les éclaircies bien dosées en futaie irrégulière créent donc un éclairement diffus, favorable surtout au développement du semis. On évite un éclairement direct plus favorable quant à lui au développement de la ronce ou de la Clématite.

De cette manière, la régénération - du jeune semis à la perche (catégorie de diamètre < 17,5 cm) - couvre 10 à 20 % de la surface (répartis en petits îlots), assurant en suffisance la pérennité de la forêt.

Dans le cadre de la gestion d'une lumière diffuse et filtrée nécessaire au bon développement du semis, on veillera particulièrement à travailler le sous-étage qui se situe à l'est, au sud et à l'ouest de ce semis. Les rayons du soleil sont en effet plus souvent obliques que verticaux. On veillera à réaliser également les travaux de dégagement et de dépressage pour doser les essences surtout si on souhaite sauver des chênes sensibles de leurs concurrents. Ce dosage pourra être effectué par simple «cassage» des tiges gênant le semis à favoriser.

Une régénération en trouée

À éviter

- Agrandir les trouées en prélevant des arbres de qualité non mûre, pour étendre la plage de semis. En effet, on réalise un sacrifice d'exploitabilité et on augmente l'éclairement direct favorable aux plantes envahissant les rares semis : ronce, fougère aigle, graminées.
- Croire qu'un semis est acquis seulement s'il est en «brosse» dense sur plusieurs ares ce qui est rare en futaie irrégulière. Il n'y a donc pas à attendre uniquement les fortes glandées ou fainées pour régénérer la forêt. Il faut profiter de tous les ensemencements.

5.2.2. Par quoi commencer en martelage?

- Commencer par récolter les arbres de qualité menacée (raison sanitaire) tout en pensant à conserver quelques «bio-bois» diversificateurs. C'est une récolte sanitaire le plus souvent.
- Récolter les arbres sains ayant atteint leur diamètre d'exploitabilité en commençant par ceux qui remettent en cause la survie de semis qu'il est essentiel de conserver (chêne par exemple) ou ceux qui gênent le plus le développement de la régénération. Attention cependant à ne pas trop ouvrir le couvert des arbres adultes qui doivent continuer à assurer une ambiance lumineuse permettant la différenciation des semis pour économiser des travaux de dépressage couteux.
- Aider s'ils existent les bois moyens ou les quelques petits bois d'avenir présents.
- Eclaircir les petits et moyens bois de qualité en prélevant les plus gros bois de moins bonne qualité. Ne pas couper un bois moyen de qualité B pour un gros bois de qualité C mais le contraire.

5.3. Repères utiles à connaître

Type de peuplement selon la catégorie de bois majoritaire	Essence (s)	Surface terrière optimale après coupe	Remarques	Aptitude à l'irrégularisation de la structure
Peuplement composé de petit bois majoritairement en surface terrière** (en croissance active*)	Hêtre Chêne	12 - 15 m² 17 - 20 m²	Attention! Accroissement fort: - de l'ordre de 0,6 à 1 m²/ha/an - de l'ordre de 0,6 à 0,8 m²/ha/an	+
Peuplement composé de bois moyens majoritairement en surface terrière (en croissance active*)	Hêtre Chêne	16 - 19 m² 18 - 23 m²	Attention! Accroissement élevé: - de l'ordre de 0,8 à 1,2 m²/ha/an - de l'ordre de 0,7 à 1 m²/ha/an	+
Peuplement composé de gros bois et bois moyens en surface terrière (type maturation*)	Hêtre Chêne Chêne	17 - 20 m² 20 - 23 m² 11 - 14 m²	Renouvellement possible en Hêtre Renouvellement en Chêne non recherché Renouvellement en Chêne recherché	0 ou + si stable
Peuplement murs riches en gros bois où un renouvellement est recherché (types mûrs*)	Hêtre avec régénération de hêtre Chêne avec régénération de chêne recherché	17 - 21 m² 11 - 14 m²	Régénération recherchée et/ou perches et petits bois à éclaircir.	0 ou + si présence de perches et petits bois d'avenir
Peuplement irrégulier avec gros bois, bois moyens et plus de 42 perches où petits bois d'avenir/ha (type irrégulier*)	Chêne/chêne en régénération Hêtre/hêtre en régénération	12 - 15 m² 15 - 18 m²	Maintien d'un renouvellement continu recherché (1 arbre/ha/an de passage à la futaie)	++

* type trouvé à partir des clés figurant en annexe 1 en fin de document

** Pour les peuplements à petits bois en cours de détourage, les surfaces terrières sont indicatives du fait du travail plus localisé.

5.4. Exemple de récolte étalée d'une futaie de Chêne.

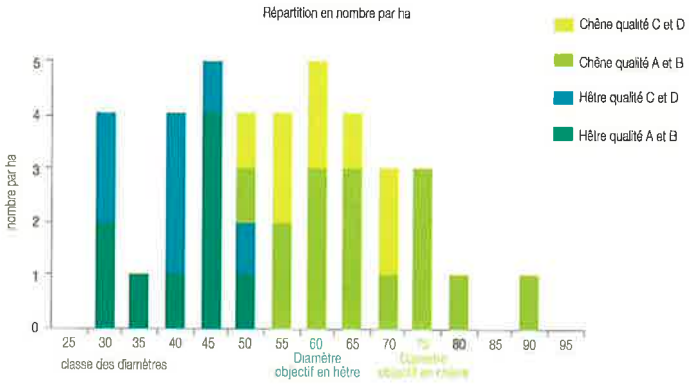
L'exemple qui suit se situe en Alsace, dans les collines sous-vosgiennes. L'étalement de la récolte dans le temps des peuplements adultes et le maintien de sur-réserves, c'est-à-dire des arbres de grande qualité et de bonne vitalité sont préconisés depuis plus de 10 ans en Alsace. L'objectif recherché est d'arrêter les sacrifices d'exploitabilité. Auparavant on coupait des arbres pas encore arrivés à maturité au profit de la régénération naturelle.

Les puristes verront là un sujet à discussion. La récolte étalée dans le temps relève-t-elle de la futaie irrégulière ou de la futaie régulière? Loin de se lancer dans ce débat, l'exemple suivant entre tout à fait dans la philosophie de nos propos: s'adapter à ce qui existe et ne pas couper le blé en herbe...

La parcelle fait un peu plus de 5 hectares. Elle est composée principalement de Chêne rouvre. La station est favorable au Chêne, mais également au Hêtre. L'objectif est cependant de maintenir le Chêne au vu des évolutions climatiques et de la qualité des chênes sur la parcelle. Le peuplement est une futaie adulte où il est nécessaire de penser au renouvellement.

Les résultats présentés sont issus de la mesure d'une des placettes installée dans cette parcelle. Une coupe d'ensemencement a été réalisée en 1992 sur semis acquis de Chêne. Trois autres coupes ont suivie. Toutes ces coupes ont prélevé en treize ans $^2/_3$ du volume initial (221 m³ par hectare sur 337 au départ). Ce prélèvement important a été nécessaire à la survie et au développement des semis de Chêne (coupe de type «flash»). Il a été effectué prioritairement dans le sous-étage de Hêtre. En 2005, les caractéristiques de la placette sont les suivantes:

Nombre par hectare	40 dont 24 chênes et 15 hêtres
Surface terrière à l'hectare	10,5 m² ce qui est idéal pour conduire une régénération de Chêne.
Volume à l'hectare	154 m³ dont 92 m³ soit 64 % du volume en qualité A et B à 4/5 de chêne et 1/5 de Hêtre 85 % du volume est constitué de gros bois et très gros bois (diamètre ≥ 50 cm).



Le schéma montre bien le chemin qu'il reste à parcourir à beaucoup d'arbres pour atteindre le diamètre optimal. Ce diamètre est fixé, pour la bonne qualité en chêne (A et B selon le CTBA) à 75 cm de diamètre et pour le Hêtre à 60 cm car il existe un risque de cœur rouge.

Les accroissements constatés sur les arbres abattus sont de 3,6 mm/an sur le diamètre.

On en déduit que:

- pour que les hêtres de 45 cm de diamètre fassent 60 cm il faut les maintenir au moins 40 ans sur pied,
- pour que les chênes de 55 cm fassent 75 cm cela prendra 50 ans.

Cela vaut-il le coup d'attendre aussi longtemps et de prendre des risques ?

Pour répondre à cette question une simulation économique a été réalisée à partir des conditions de marché constatées en 2005 sur les ventes de bois effectuées bord de route. A chaque arbre, on applique l'accroissement de 3,6 mm sur le diamètre, on calcule ensuite le volume à l'hectare obtenu 10 ans après en distinguant les qualités A/B et C/D. Enfin on multiplie ce nouveau volume par le prix au m3 de 2005. Cette simulation sur 10 ans montre :

- un accroissement en volume de seulement 2,1 m³ par hectare et par an,
- mais un gain de 305 euros/ha/an!

Cet exemple montre combien il est important de vérifier, lorsque c'est possible, la productivité d'un peuplement non seulement en volume mais également en valeur avant de prendre des décisions irréversibles.

Thème 6

Les peuplements résineux (Sapin, Epicéa, Pin sylvestre, Douglas)

6.1. A savoir avant de se lancer

Cas du Sapin pectiné et de l'Epicéa:

Peuplement irrégulier de sapin et d'épicéa

Le Sapin est certainement avec le Hêtre une des essences les plus faciles à mener en futaie irrégulière. Il peut cependant dans de nombreux contextes stationnels séchards à l'étage collinéen s'avérer être un faux ami comme le Hêtre que l'on doit contenir voire supprimer surtout au vu des évolutions climatiques annoncées. S'il est en station, il supporte plus que toute autre essence le couvert sous lequel il peut résister longtemps en attendant son heure. C'est également une espèce particulièrement appétante et recherchée par les cervidés qui peuvent en bloquer la régénération dans certains contextes stationnels sensibles comme la sapinière à fétuque.

L'Epicéa, moins compétitif que le Sapin à l'ombre, se gère le plus souvent dans les contextes où il est en station en mélange avec le Sapin. Il est moins sensible aux dégâts de gibier à l'installation (sauf cas exceptionnel de déséquilibre faune flore avéré en présence de cerfs).

Cas du Pin Sylvestre:

Contrairement à des idées reçues le Pin sylvestre peut se gérer et même se pérenniser dans le cadre d'une gestion en futaie irrégulière malgré son tempérament héliophile. Ceci sera d'autant plus facile que la station est acide et dans ce cas la concurrence des autres essences plus limitée. Dans des contextes moins acides le Sapin et le Hêtre, essences d'ombre, sont des concurrents d'autant plus impitoyables que le couvert est fermé. Dans ce cas la survie du Pin sylvestre passe par un strict respect du capital à l'hectare préconisé en phase de renouvellement. Le tableau (voir 6.2.) indique les surfaces terrières à l'hectare à respecter. Le sous-étage protecteur empêche en phase de grossissement des arbres l'installation du Sapin et de l'Epicéa avant le stade de régénération. Des travaux sylvicoles réguliers sont ensuite indispensables pour aider le Pin sylvestre à se dégager de la concurrence de ses essences d'accompagnement.

Peuplement irrégulier de pin sylvestre

Cas du Douglas:

L'âge peu avancé des peuplements de douglas ne permet pas actuellement de donner beaucoup de détails dans la gestion en futaie irrégulière pour cette essence. Cependant quelques exemples de traitement de peuplements de douglas en cours d'irrégularisation sont encourageants.

De ces expériences, il peut être tiré quelques enseignements. Le Douglas, essence de demi-ombre, se régénère facilement par trouées. En France, le guide des sylvicultures du douglas préconise une surface terrière après éclaircie de 15 à 20 m²/ha en basse fertilité et de 25 à 30 m²/ha en haute fertilité pour les peuplements déjà irréguliers. En Belgique, la méthode Turner préconise d'occasionner des trouées dont le diamètre est au moins égal à deux fois la hauteur dominante du peuplement. Il faut toutefois remarquer que le jeune douglas n'a pas besoin de pleine lumière tout au long de la journée. Une lumière diffuse suffit à son développement.

Peuplement irrégulier de douglas
Forêt communale de Fribourg (Allemagne)

L'irrégularisation du douglas sera également l'occasion d'encourager le mélange pour améliorer l'humus et donc le fonctionnement des processus pédologiques.

Ses fortes capacités de croissance (20 à 22 m³/ha /an ne sont pas rares) jusqu'à un âge avancé comme 90 ans à Fribourg (dans le Bade Wurtemberg) et la durabilité de son bois permettent une grande souplesse dans le rythme des récoltes. Ces caractéristiques sont intéressantes pour commencer à gérer en toute confiance le Douglas en futaie irrégulière.

Nous n'aborderons pas ici les autres essences comme le Mélèze ou les autres espèces de Pin.

6.2. Les repères utiles à la gestion des peuplements

Plages de surface terrière optimales pour les peuplements résineux

Type de peuplement selon la catégorie de bois majoritaire	Essence (s)	Surface terrière optimale après coupe	Surface terrière maximale	Remarques et fourchettes d'accroissement utiles aux calculs d'effort de prélèvement	Aptitude à l'irrégularisation de la structure
Peuplement à petits bois majoritairement en surface terrière (type 11*)	Sapin, épicéa et douglas Pin sylvestre	25 - 30 m² 20 - 25 m²	35 m² 30 m²	C'est à ce stade que les éclaircies doivent être suffisantes pour stabiliser le peuplement. Attention croissance forte: Sapin - épicéa: 0,8 à 1,2 m² /ha/an. Pin sylvestre: 0,5 à 0,7 m² /ha/an.	++
Peuplement à petits bois et bois moyens en surface terrière (type 12*)	Sapin, épicéa et douglas Pin sylvestre	30 - 35 m² 20 - 30 m²	40 m² 30 m²	Attention croissance forte: Sapin - Epicéa: 1 à 1,2 m² /ha/an. Pin sylvestre: 0,5 à 0,8 m² /ha/an.	+
Peuplement à bois moyens majoritaire en surface terrière (types 21-22*)	Sapin, épicéa et douglas Pin sylvestre	30 - 35 m² 20 - 30 m²	40 m² 30 m²	Attention croissance forte Sapin - Epicéa: 1 à 1,2 m² /ha/an. Pin sylvestre: 0,5 à 0,8 m² /ha/an.	+
Peuplement à bois moyens et gros bois en surface terrière (types 23 et 44*)	Sapin, épicéa et douglas Pin sylvestre	30 - 35 m² 20 - 30 m²	40 m² 30 m²	A ce stade les éclaircies doivent être suffisantes pour permettre un début d'installation de la régénération pour le Sapin et l'Épicéa	0
Peuplement à gros bois majoritairement en surface terrière (types 31 à 33*)	Sapin, épicéa et douglas Pin sylvestre	30 - 40 m² 18 - 22 m²	45 m² 25 m²	Pour le Pin sylvestre passez directement à 18-20 m² de G/ha en un passage pour favoriser les pins	0
Peuplement irrégulier avec objectif de production de gros bois (50 à 60 cm) (types 50 à 55*)	Sapin, épicéa et douglas Pin sylvestre	30 - 35 m² 20 - 30 m²	40 m² 30 m²	On peut dépasser ces chiffres si on abandonne la régénération du Pin ou si l'on recherche la production de très gros bois.	++

* type trouvé à partir de la clé figurant en annexe 2 en fin de document

6.3. Par quoi commencer en martelage?

Le traitement des peuplements résineux en futaie irrégulière est connu depuis plus longtemps qu'en peuplement feuillu. Pour cette raison les opérations de coupe de type jardinatoire sont bien ancrées dans l'esprit des forestiers traitant ce genre de peuplements.

Le but de la coupe jardinatoire est d'obtenir un peuplement équilibré dans lequel l'opération de récolte amène un minimum de sacrifice d'exploitabilité.

Selon les types de peuplement existants les coupes auront un rôle de récolte, de façonnage du peuplement, de contrôle du capital sur pied. Le tableau ci-dessous vous permettra de faire un choix dans les opérations à entreprendre pour tirer un parti optimum du peuplement présent.

(tableau inspiré de l'ouvrage «les futaies irrégulières résineuses du Massif jurassien» - ONF - Direction régionale de Franche-Comté - février 1994)

Type de peuplement actuel	Type recherché	Règles de culture pour le martelage ou les travaux
Futaie surannée ou trop dense	Semis ou début d'irrégularisation	Parfois impossible à irrégulariser (futaie surannée), du fait de l'état sanitaire du peuplement : régénération obligatoire. Dans le cas de peuplement trop dense, abaisser graduellement le capital en gardant les «stabilisateurs». Des passages à rotations courtes (5 ans) permettent de contrôler au mieux l'évolution du peuplement.
Futaie mûre	Semis ou début d'irrégularisation	Coupes de régénération naturelle étalées le plus possible dans le temps par récolte des gros bois et maintien des bois moyens (lorsqu'ils existent)
Futaie adulte	Irrégularisation à entreprendre	Récolte progressive des gros bois et très gros bois, au profit des arbres codominants ou dominés les mieux conformés. Lorsque le peuplement est trop dense, abaisser graduellement le capital en s'appuyant sur les stabilisateurs. Dans ce dernier cas des passages à rotation courte (5 ans) sont recommandés.
Jeune futaie	Irrégularisation à entreprendre	On évite l'augmentation du capital en fixant un prélèvement supérieur à l'accroissement. La récolte se fera par trouées en limitant les sacrifices d'exploitabilité, en choisissant de récolter les arbres les plus gros.
Perchis	Jeune futaie	Dépressage ou première éclaircie sans rechercher l'irrégularité à ce stade. Le détourage d'individus bien conformés et vigoureux pourra être entrepris lorsque l'occasion se présente.
Semis, fourré	Perchis relativement irrégulier	Ne pas passer en coupe «de régularisation», conserver les préexistants, même mal conformés, pour créer des trouées dans la régénération. Maintenir le feuillu au moment des dégagements. Accepter les vides.

Dans les jeunes futaies et les futaies adultes à irrégulariser on peut donner les conseils suivants :

- Commencer par récolter les arbres de qualité menacés (raison sanitaire). On peut cependant profiter de laisser un arbre mort ou sénescent par hectare pour favoriser la biodiversité.
- Le travail d'éclaircie au profit des plus beaux arbres se fait comme en futaie régulière de préférence par le haut en favorisant le développement des houppiers.
- Enfin les opérations de récolte de gros bois et de renouvellement sont à réaliser :
  - prioritairement en présence de perches ou petits bois d'avenir qui devront préalablement être éclaircis latéralement et par le haut pour développer un houppier suffisant. Une mise en lumière brutale de perches ou petits bois au houppier étriqué entraîne de mauvaises réactions (gourmands, mortalité, décollement d'écorce...).
  - en cas d'absence de perches ou petits bois on travaillera de préférence sur semis acquis. Les opérations de récolte se font donc rarement directement sans prélèvement préparatoire sous ou aux alentours des gros bois à récolter ultérieurement.

Notes

6.4. Exemple de gestion en futaie irrégulière d'un peuplement résineux

Forêt Domaniale de Saint-Maurice Bussang

(aménagement 1992-2006, en cours de révision)

Conditions écologiques:

- Pluviométrie annuelle: 2050mm
- Température moyenne annuelle: 8°
- Géologie: Granit
- Pédologie: Sol brun acide
- Station: hêtraie sapinière sur sol acide
- Essences: sur la série irrégulière: Sapin 40%
  Hêtre 58%
  Épicéa 2%

  sur la parcelle 143: Sapin 76%
  Hêtre: 22%
  Epicéa 2% *(comptage 1992)*
- Type de peuplement: sapinière-hêtraie

La forêt domaniale de Saint-Maurice Bussang est aménagée en futaie jardinée depuis 1883. Pour illustrer un exemple de gestion en futaie irrégulière nous avons pris la parcelle 143 d'une surface de 7 ha 94 sur laquelle se trouve un martelos-cope qui couvre une superficie de 1,41 ha et dont les opérations sont suivies avec soin. Lors du dernier martelage de 2004 les caractéristiques du peuplement étaient les suivantes:

La structure était irrégulière, composée d'un mélange de Sapin (76%), de Hêtre (22%) et d'Épicéa (2%). La surface terrière s'élèvent à 42 m², l'accroissement estimé à environ 7 m³/ha/an soit 0,45m²/ha/an. La régénération était absente, l'état sanitaire était moyen et la qualité des bois bonne.

Essences en Volume	avant coupe	coupe	après coupe	prélèvement
sapin	491	103	388	21%
épicéa	6	0	6	0%
hêtre	65	7	58	11%
érable	3	0	3	0%
Total	**565**	**110**	**455**	**19%**

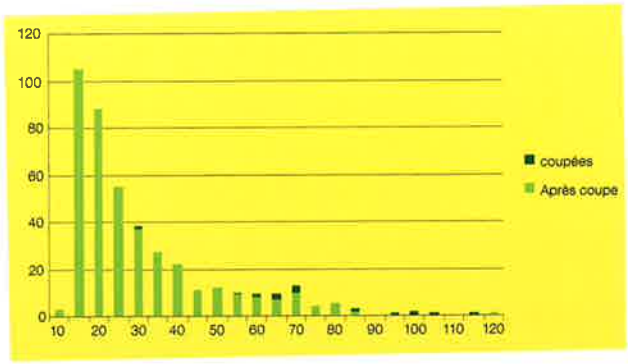
La rotation dans cette parcelle est de 15 ans et il est donc préconisé de prélever l'accroissement, soit environ 100 m³ tout en prenant soin de ne pas déstabiliser le peuplement.

Les consignes dans la zone correspondant au marteloscope sont les suivantes: récolte prioritaire des très gros bois et des gros bois en évitant de dépasser 100 m³/ha, ne pas récolter de bois moyen si la concurrence est déjà établie et s'il n'y a pas d'intérêt commercial.

Les résultats de cette opération sont les suivants:

	avant coupe	coupe	après coupe	prélèvement
V/ha	565	110	455	19%
G/ha	42	7	36	16%
Vam	1,35	8,61	1,12	

Histogramme du nombre d'arbres par Ha selon les classes de diamètre



Cette coupe a été forte et s'est faite essentiellement en récolte des gros et très gros bois, ce qui était la consigne. Nous sommes ici à la limite du prélèvement raisonnable qui maintient les peuplements à la structure recherchée. La rotation de 15 ans est cependant trop importante et dans le prochain aménagement il sera nécessaire d'abaisser cette rotation afin de diminuer, sans dommage, la surface terrière. La surface terrière obtenue après coupe est un peu trop importante pour obtenir le renouvellement, ce qui pourrait, à terme, poser problème. Il faut désormais tenir compte de l'accélération de l'accroissement observé dans les dernières décennies. Il est prévu de rester dans la fourchette optimale (25 à 35 m² à partir de la prochaine éclaircie).

Notes

Thème 7

La gestion en futaie irrégulière dans les plantations d'Épicéa sur terre agricole

7.1. A savoir avant de se lancer

Ces plantations sont très courantes en Lorraine dans le massif vosgien mais également en plaine où l'Epicéa n'est pas en station. Elles se retrouvent également partout au Grand-Duché de Luxembourg et sur le plateau ardennais belge.

La majorité de ces peuplements a été installée suite à la déprise agricole avec de fortes densités de plantation. En Lorraine ces peuplements sont installés le plus souvent sur des stations productives. Par contre au Luxembourg beaucoup de «taillis à écorçage» pour la production de tanin ont été transformés en Épicéas. Ils se retrouvent majoritairement sur des sols pauvres (sols secs).

Leur âge oscille entre 40 et 60 ans pour 24 à 30 m de hauteur dominante. Aujourd'hui nous avons donc affaire à des plantations denses (3000 à 10000 plants par hectare) et pures, insuffisamment ou pas du tout éclaircies, ce qui les rend sensibles au vent. Les risques de perte financière sont donc importants, en raison d'abord du vent, puis du développement des scolytes. On sait aujourd'hui (source Département Santé des Forêts) que pour 100 m³ de bois chablis on récolte dans les cinq années suivant la tempête entre 30 et 60 m³ de bois d'Epicéa scolyté. La tempête de 1999 a confirmé la sensibilité de l'épicéa au vent qui s'exprime nettement au-dessus de 23 m de hauteur dominante du fait de son enracinement traçant. Ce modèle de sylviculture est donc une production à haut risque financier pour le propriétaire. Faut-il pour autant raser tous ces peuplements rapidement ou bien existe-t-il une alternative à la coupe rase dans le cadre d'un traitement irrégulier?

D'abord il est possible d'apprécier la stabilité du peuplement par la simple mesure du coefficient de stabilité hauteur totale/diamètre à 1,30 pour évaluer les risques.

Le graphique (ci-après) donne une image de la stabilité globale du peuplement en fonction de la hauteur dominante et le diamètre moyen qui peut être estimé sur le terrain de la manière suivante:

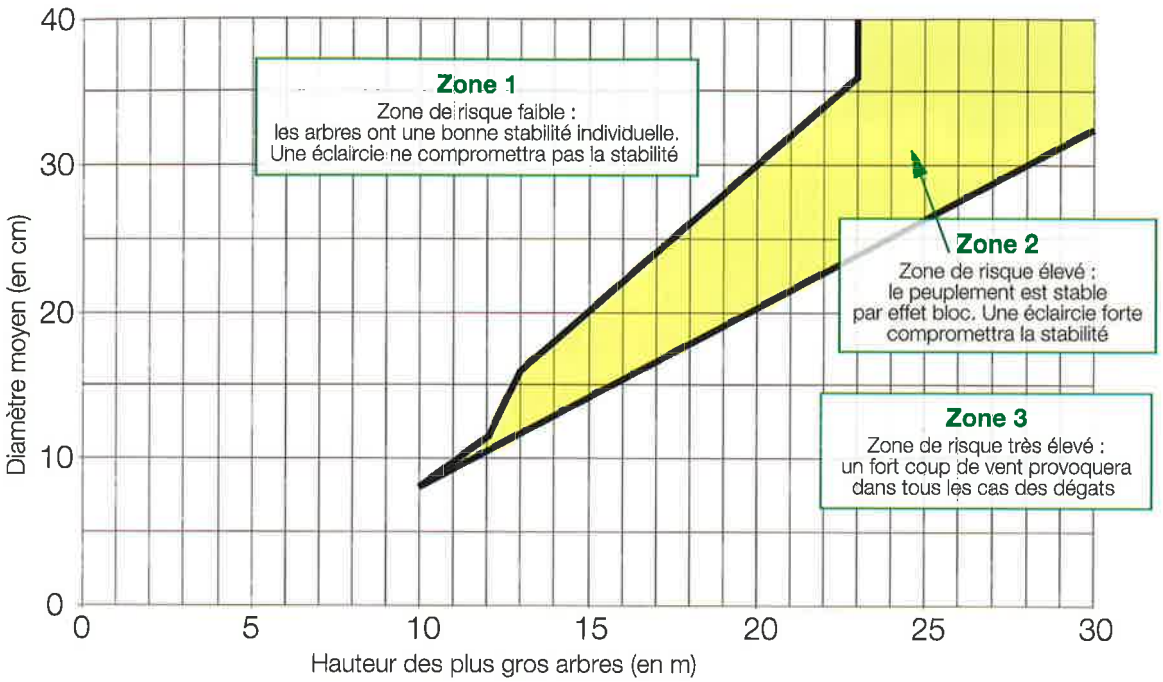
- mesurer trois séries de 10 arbres
- les classer pour chaque série du plus petit au plus gros
- retenir la 6e mesure la plus grosse pour chaque série
- retenir l'arbre de valeur médiane parmi les 3 arbres retenus qui est le diamètre de l'arbre à surface terrière moyenne du peuplement.

Vous placez ensuite votre peuplement dans le dessin qui suit pour visualiser dans quelle zone à risque se situe votre peuplement.

En pratique, de nombreux peuplements se trouvent actuellement en limite entre la zone 2 où une éclaircie est risquée et la zone 3 où le peuplement est très instable et où il est conseillé, au regard de ce risque élevé, de ne plus pratiquer d'éclaircie. Cette approche permet donc d'appréhender les risques de chablis avant décision d'intervention.

En cas de décision de récolte sous forme de coupe rase, la reconstitution devra plus tenir compte de l'adaptation de l'essence à la station et veiller à une meilleure stabilité des peuplements pour prétendre relever d'une gestion en futaie irrégulière.

Dans le cas où on opte pour l'éclaircie, les conseils qui suivent prennent en compte ce risque au mieux en fonction des connaissances actuelles.



Au delà de 23 m de hauteur on est toujours en zone à risque

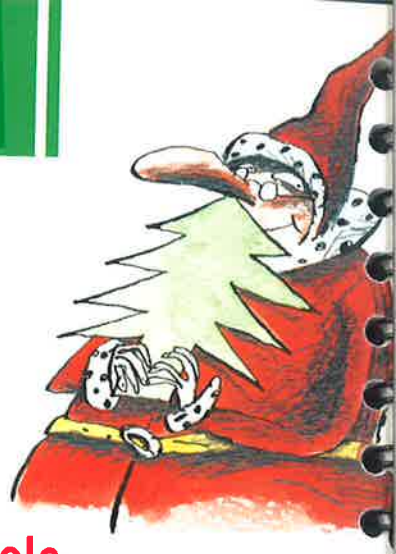
7.2. Repères utiles à la gestion des peuplements

Le tableau qui suit donne les plages optimales de surface terrière en fonction du diamètre des arbres du peuplement. La majorité des peuplements existants aujourd'hui est largement au dessus de ces seuils qui doivent être rejoints en plusieurs étapes (voir 4 .3).

Plages de surface terrière optimales pour les peuplements d'Epicéa pur

Type de peuplement selon la catégorie de bois majoritaire en diamètre à 1,3 m	Surface terrière optimale après coupe	Surface terrière maximale	Remarques et fourchettes d'accroissement utiles aux calculs d'effort de prélèvement	Aptitude au traitement irrégulier
Peuplement à petits bois (20 à 25 cm) majoritairement en surface terrière (type 11*)	25 - 30 m²	35 m²	C'est à ce stade que les éclaircies doivent être suffisantes pour stabiliser le peuplement. Attention croissance forte : 0,8 à 1,2 m² /ha/an.	+
Peuplement à petits bois (20 à 25 cm) et bois moyens (30 à 45 cm) en surface terrière (type 12*)	30 - 35 m²	40 m²	Attention croissance forte : 1 à 1,2 m² /ha/an.	0 à + si suffisamment éclairci
Peuplement à bois moyens (30 à 45 cm) majoritairement en surface terrière (type 21-22*)	30 - 35 m²	40 m²	Attention croissance forte de l'épicéa : 1 à 1,2 m² /ha/an.	0 à + si suffisamment éclairci

* type trouvé à partir de la clé figurant en annexe 2 en fin de document



7.3. Conseils pratiques lors des martelages et des travaux forestiers à prévoir dans les plantations d'Epicéa sur ancienne terre agricole

Ceci concerne les peuplements en croissance à base de petits bois et bois moyens (20 à 40cm) d'Epicéa issus de plantation monospécifique. Dans ces peuplements, l'expérience montre que les prélèvements traditionnellement effectués sont le plus souvent insuffisants et ne permettent pas de contenir la surface terrière proche de l'optimum. Or un traitement en futaie irrégulière, pour s'inscrire dans la durée doit préserver en priorité la stabilité de ces peuplements dès le plus jeune âge. Pour s'approcher progressivement des surfaces terrières optimales, la première mesure à prendre est de réduire la rotation des coupes. Mieux vaut éclaircir tous les 5 ans et prélever moins de bois que de passer tous les 8-10 ans et devoir prélever plus. Il faut néanmoins garder à l'esprit que l'éclaircie est toujours déstabilisante pour le peuplement. En prélevant moins sa cicatrisation est juste plus rapide. Ensuite les conseils suivants peuvent être déclinés pour tenir compte de la spécificité de ces peuplements particulièrement fragiles:

- Commencer lors du martelage par rechercher les arbres les plus trapus, donc le plus souvent les plus gros dont le H/D est moins élevé qui constituent la future charpente du peuplement. Les arbres doivent être «les plus beaux parmi les plus gros». On les appelle les stabilisateurs. Un stabilisateur tous les 12 à 15 m est suffisant (60/ha). Ces arbres seront éclaircis en priorité suffisamment fortement et par le haut pour maintenir une hauteur de branche verte suffisante (l'idéal étant 1/3 de la hauteur totale).
- Respecter les petites tiges dominées susceptibles de remplacer ultérieurement des arbres récoltés.
- Eclaircir ensuite prioritairement au profit des éventuels arbres feuillus présents pour améliorer la biodiversité et la stabilité de ces peuplements.
- Ne pas rechercher l'irrégularisation par l'ouverture de trouées (sacrifice d'exploitabilité) sauf exception ou opportunités (arbres de mauvaise qualité, essence inadaptée localement, groupe d'arbres autour d'arbres scolytés).

Notes

7.4. Histoire d'une plantation d'Epicéa sur terre agricole éclaircie quatre fois et ayant résisté à la tempête

Mr Galland est propriétaire forestier à la limite du Bas Rhin et des Vosges tout près du col du Hantz. Il possède une plantation d'Epicéa de 10 ha plantée sur d'anciens prés en 1951 à 5500 tiges par ha (1,5m entre les lignes et 1,2m sur la ligne).

Nous sommes dans les Hautes Vosges gréseuses et la station est acide avec de la canche flexueuse, de la myrtille et de la callune visibles par petites plages.

En 1983, il décide de réaliser une première éclaircie à 32 ans qui prélève malgré son caractère tardif 100 stères par ha. Il opte pour une éclaircie sélective avec un cloisonnement tous les 10 à 15 m selon les conditions de terrain. Cette éclaircie est réalisée manuellement pour éviter les dégâts d'exploitation.

En 1984 le CRPF installe une parcelle de référence pour suivre les résultats des éclaircies réalisées. Le peuplement a 33 ans après la première éclaircie de rattrapage et la hauteur dominante est de 19 m, ce qui dénote de bonnes conditions de station, le nombre de tiges est encore de 1330 par hectare et la surface terrière de se situe encore à 44 m²/ha après éclaircie. Le peuplement est principalement à base de petits bois (diamètre 15, 20 et 25 cm).

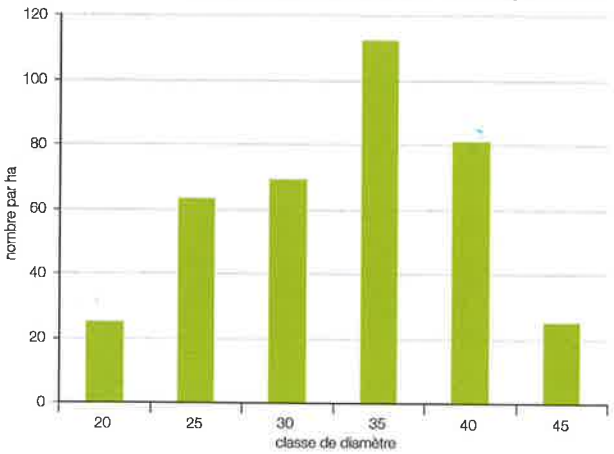
Jusqu'en 2007 trois autres éclaircies prélèvent 200 m³ par ha de bois fort (7cm fin bout) soit en moyenne un peu moins de 70 m3 par ha et par éclaircie sur la placette.

Depuis 2007 notre placette a essuyé un fort coup de vent localement en 1988 et deux grosses tempêtes (1990 et 1999). Les dégâts sont respectivement sur la placette (chiffre bois forts à l'hectare) de 18 m³ en 1988, 84 m³ en 1990 et 53 m³ en 1999. Ces volumes comprennent également les arbres scolytés qui ont suivi ces événements. Le reste de la forêt a été touché sévèrement sur 2,5 ha qui ont dû être totalement coupés et reconstitués par plantation en 1991 ou par régénération naturelle après la tempête de 1999.

En 1999 le peuplement faisait avant la tempête 36 m² par ha avec un coefficient de stabilité hauteur dominante/diamètre moyen de 95! Mais en fait, on observe grâce à la placette un très large étalement des diamètres, et nos stabilisateurs (soit les 60 plus gros par hectare) avaient un coefficient de 75.

Aujourd'hui, fin 2007 le peuplement est âgé de 57 ans. Il vient de bénéficier en été 2007 sa quatrième éclaircie qui a prélevé 81 m³ par ha. Il a une hauteur dominante de 31 m et une surface terrière après éclaircie de 34 m² par ha soit 460 m³ bois fort par hectare sur notre placette. Il est totalement régénéré en Épicéa. Il a résisté partiellement à deux tempêtes majeures dans une zone fortement touchée. On note une nette tendance à l'irrégularisation des diamètres, comme le montre le schéma qui suit, mais également des hauteurs suite à l'apparition et au développement des semis depuis 1992.

Nombre d'arbres par ha en 2007 sur la placette



Par contre, comme tout peuplement d'Epicéa en moyenne montagne, il reste très sensible à la tempête. Sur l'ensemble de la propriété 30% des volumes commercialisés l'ont été sous forme de chablis suite aux trois tempêtes. On retrouve sur d'autres grandes propriétés de Lorraine-Alsace à base d'Epicéa cette même proportion de bois chablis. Ceci constitue un prélèvement de 146 m³ par ha soit environ 3 m³ par ha et par an de bois scolytés ou chablis qui, dans la réalité, ont été concentrés principalement sur 2,5 ha totalement détruits. Si on ne retient que les chiffres sur les éclaircies réalisées sur les 7,5ha restants, on obtient un prélèvement total en éclaircie de 280m³ par ha en 4 éclaircies dont 30m³ par ha de chablis et bois scolytés prélevés ponctuellement ou par petite trouée.

Et surtout on a encore aujourd'hui 470 m³/ha qui croissent encore de 9 m³ bois fort par ha et par an sur les trois quarts de la surface.

Notes

Cet exemple et d'autres nous ont permis de constater que :

- Les stations acides sont assez faciles à régénérer en Epicéa (à partir du niveau trophique de la canche flexueuse jusqu'à la callune ou la myrtille).
- Le renouvellement en Epicéa sous Epicéa apparaît naturellement à partir d'une certaine hauteur dominante qui est fonction de la densité du peuplement qui a été plus ou moins éclairci.
  - pour les peuplements qui ne sont pas en retard important d'éclaircie sur station acide la régénération naturelle d'Epicéa peut s'observer dès 25 m de hauteur dominante avec une surface terrière qui se situera de manière optimale entre 25 et 30 m² par hectare pour pouvoir s'installer durablement.
  - pour les peuplements peu ou pas assez éclaircis, la régénération ne s'installe durablement qu'à partir de 29 m de hauteur dominante.
- En cas de plantation, les éclaircies dans le jeune âge sont absolument nécessaires pour obtenir des peuplements stabilisés. Si c'est possible un certain mélange d'essence améliore la stabilité et la capacité des peuplements à résister aux tempêtes.

Sur station moins acide à fétuque ou à grande Luzule par exemple, le renouvellement naturel est plus délicat surtout en présence de fortes populations de cervidés. Dans ce cas, ce sont le plus souvent des essences feuillues qui s'installent (Hêtre, Erables, Frêne,...). La composition du peuplement régénéré pourra dans ce cas être rééquilibrée par des plantations de regarnis souvent indispensables dans ce contexte.

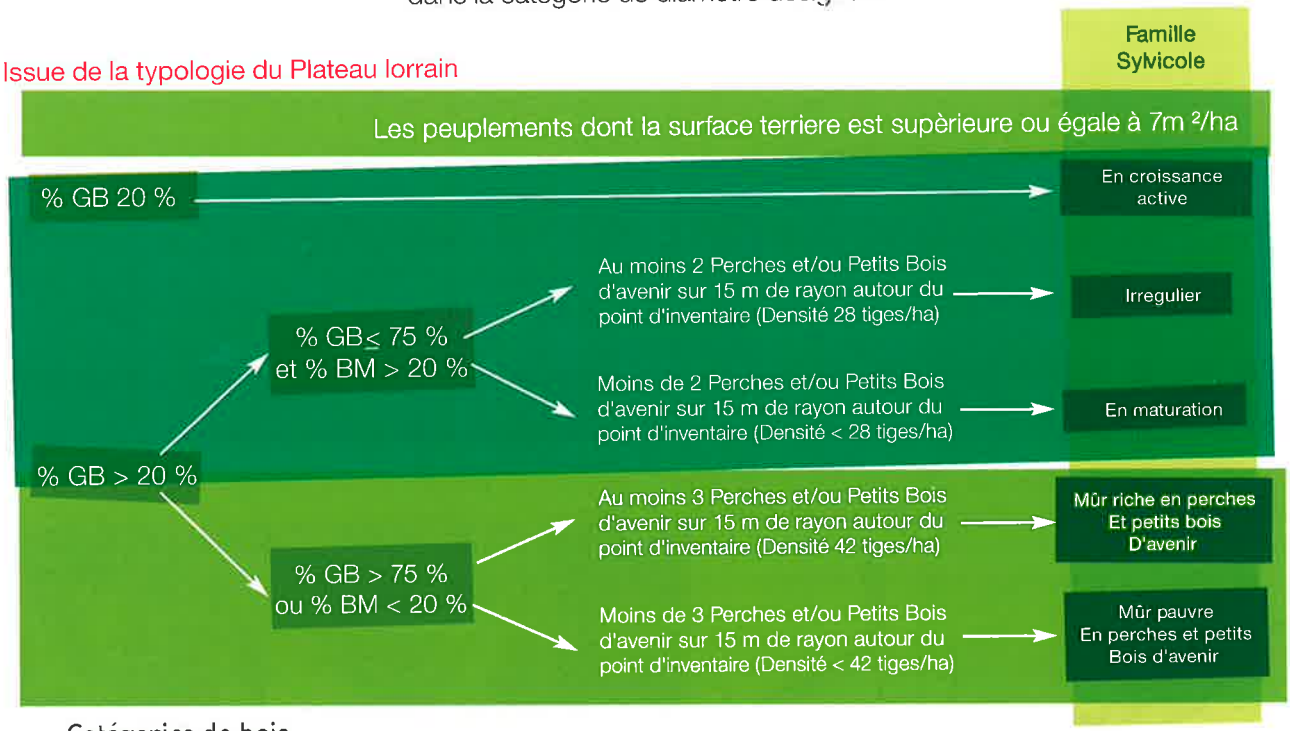
Enfin il y a également possibilité de renouveler artificiellement les peuplements par plantation sous abris après éclaircie avec le Hêtre si on souhaite son retour et si aucun renouvellement naturel intéressant n'est possible.

Annexe 1

Clé d'identification pour les peuplements feuillus

Les surfaces terrières sont mesurées uniquement sur les arbres d'un diamètre supérieur à 17,5 cm. G(...) correspond au pourcentage de la surface terrière dans la catégorie de diamètre désignée.

Issue de la typologie du Plateau lorrain



Catégories de bois

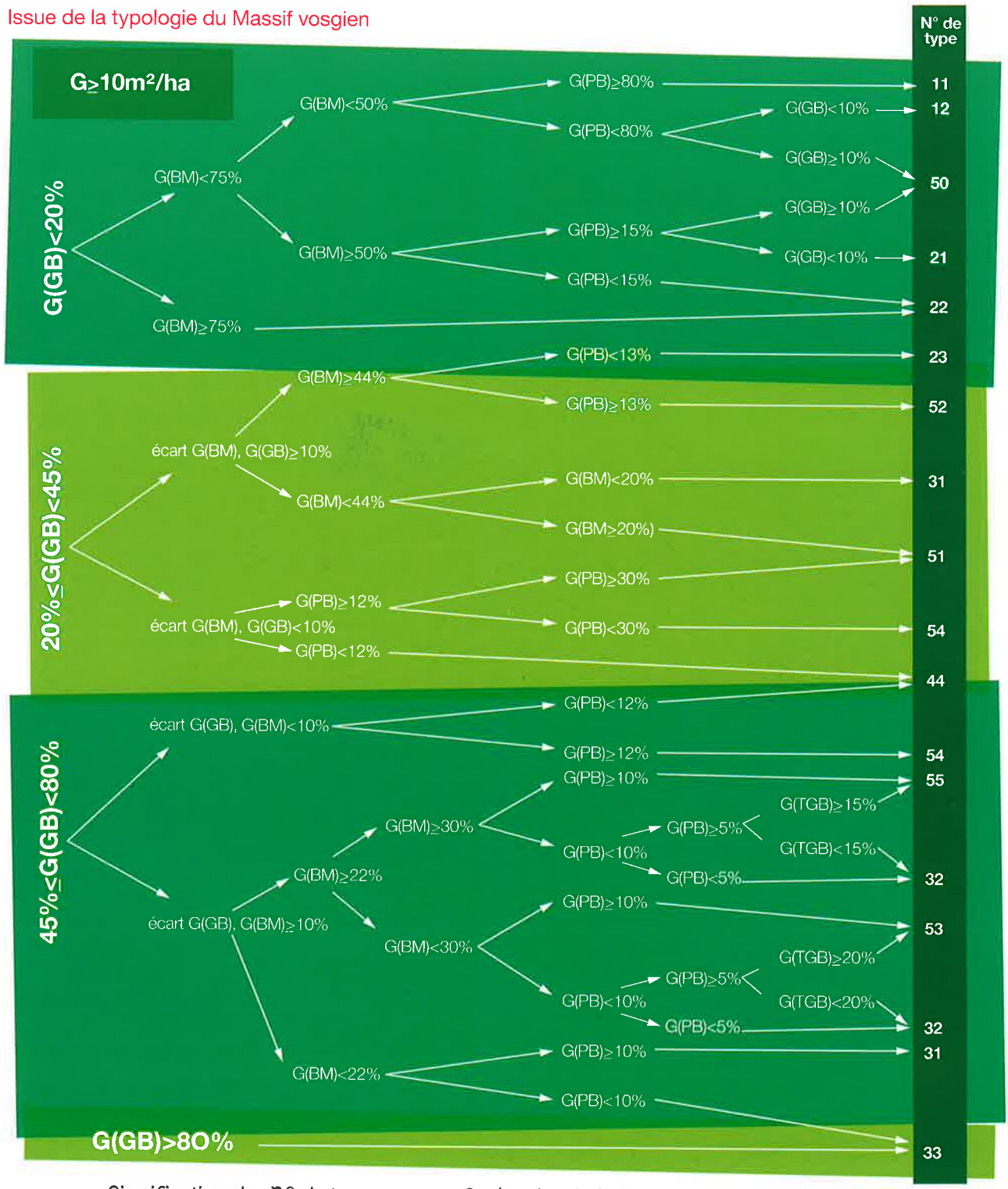
- Perches : 10 - 15 cm
- PB (petits bois) : 20 - 25 cm
- BM (bois moyens) : 30 - 45 cm
- GB (gros bois) : 50 cm et plus comprenant la sous-catégorie des Très Gros Bois (70 cm et plus)

Annexe 2

Clef d'identification pour les peuplements résineux
(y compris en mélange avec les feuillus)

Les surfaces terrières sont mesurées uniquement sur les arbres d'un diamètre supérieur à 17,5 cm. G(...) correspond au pourcentage de la surface terrière dans la catégorie de diamètre désignée.

Issue de la typologie du Massif vosgien



Document ONF CRPF Alsace-Lorraine. Extrait du Guide «Peuplements forestiers du Massif Vosgien - Typologie et Sylvicultures ».

Signification des N° de type

1- types à petits bois
2- types à bois moyens
3- types à gros bois
4- types à bois moyens et gros bois
5- types irréguliers

Catégories de bois

- Perches : 10 - 15 cm
- PB (petits bois) : 20 - 45 cm
- BM (bois moyens) : 30 - 45 cm
- GB (gros bois) : 50 cm et plus comprenant la sous-catégorie des Très Gros Bois (70 cm et plus)

Exemple : le type 12 comporte majoritairement des petits bois (1) mais également une part significative de bois moyens (2)

Notes

Bibliographie

- Peuplements forestiers du massif vosgien: typologies et sylvicultures
  Stéphane Asaël - 1999

- Peuplements forestiers du plateau lorrain: typologies et sylvicultures
  Fabien Bachelet - 2003

- Peuplements forestiers des plateaux calcaires : typologies et sylvicultures
  Fabien Bachelet - Olivier Lanther

- Gestion des peuplements irréguliers « Réseau AFI »
  Max Bruciamacchie, Julien Tomasini, Roland Susse
  Synthèse 1991-2005

- Exercice de martelage en futaie irrégulière
  François Baar & al
  Forêt Wallonne - 2007

- La Futaie irrégulière
  Brice de Turckheim - Max Bruciamacchie

- Lettre info n°1
  Prosilva - France

- Guide des sylvicultures des chênaies continentales
  Thierry Sardin - ONF - parution: juin 2008

- Guide des sylvicultures. Douglasaies françaises
  Ariane Angelier - ONF - 2007

- Culture des chênaies irrégulières dans les forêts et les parcs
  Anne Bary-Lenger, Jean-Paul Nebout
  Éditions du Perron - 2004

Coordination – chargé de rédaction

Pascal ANCEL
(C.R.P.F. Lorraine Alsace)

Appui Scientifique

Eric LACOMBE
(ENGREF Nancy)

Co rédacteurs

Michel KRISCHEL
(Groupement des sylviculteurs du Luxembourg)

Dominique MESSANT
(D.T. ONF Lorraine)

Gregory RHEINBOLD
(Société Royale Forestière de Belgique)

Etienne ROGER
(C.R.P.F. Lorraine-Alsace)

François VERNIER
(D.T. ONF Lorraine)

Maquette - illustrations

Welcome Byzance / Robert Scouvart

Edition

Imprimerie Gyss: Avril 2008

Document disponible en:

France

C.R.P.F. Lorraine Alsace
41 av. du Gal de Gaulle
F-57050 Le Ban St Martin
0033(0) 3 87 31 18 42
crpfla@crpf.fr
www.crpf.fr

Belgique

Société Royale Forestière de Belgique
Galerie du Centre Bloc 2 - 6° étage
B 1000 Bruxelles
0032 2 223.07.66 - Fax 0032 2 223.01.45
info@foretprivee.be
www.foretprivee.be

Luxembourg

Groupement des sylviculteurs asbl
23, an der Gaass
L 9150 Eschdorf
Tel: 89 95 65 - Fax: 89 95 68-40
secretariat@gsl.lu
www.gsl.lu

Que contient cet ouvrage ?

- Il présente les principes et les atouts du traitement irrégulier.
- Il propose des outils de suivi des peuplements.
- Il donne des conseils de mise en œuvre sur le terrain.

A qui s'adresse cet ouvrage ?

- Aux gestionnaires forestiers des forêts publiques et privées de Lorraine, du Luxembourg et de la région Wallonne.
- Aux propriétaires forestiers privés et publiques voulant gérer leur forêt en futaie irrégulière.
- Aux formateurs soucieux de transmettre les dernières informations sur le traitement irrégulier.

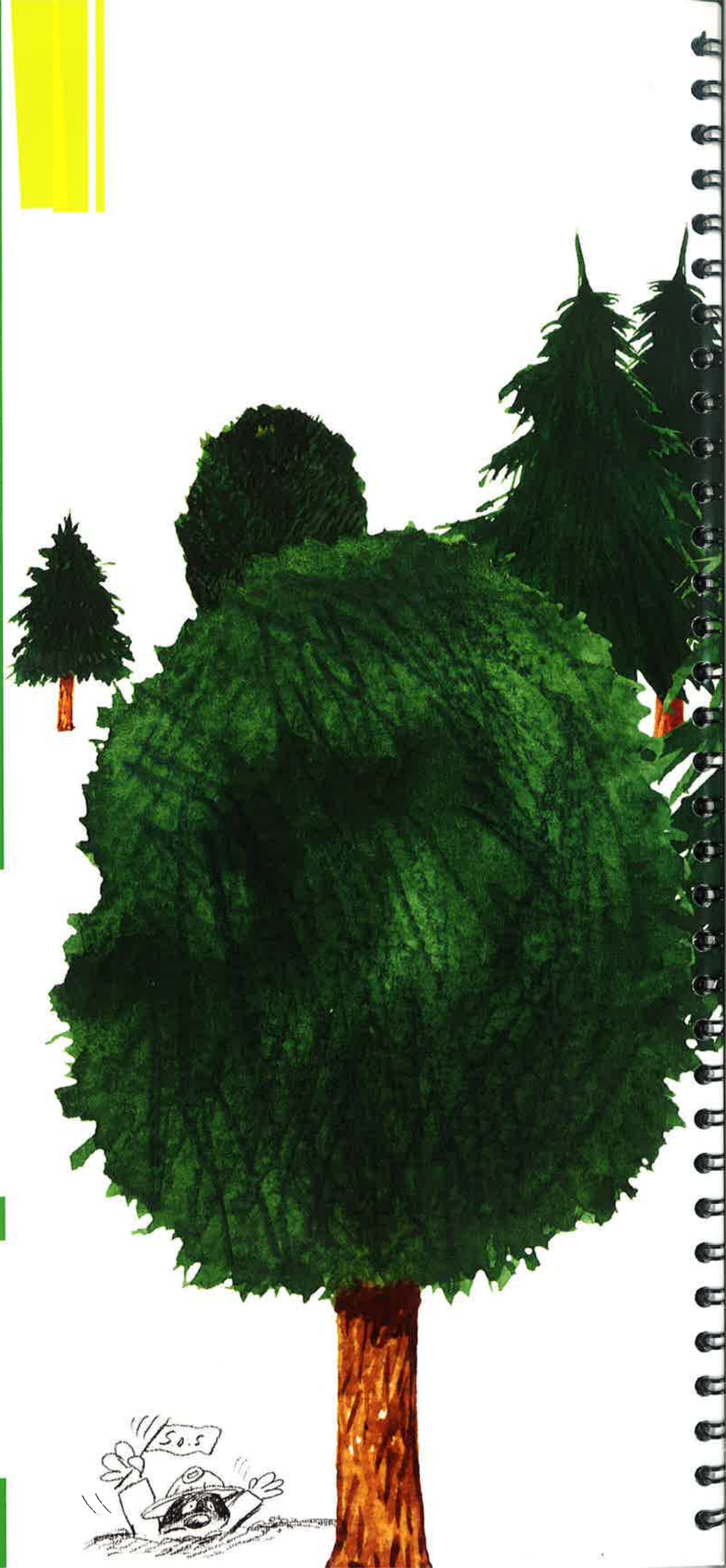
Conception :

Centre Régional de la Propriété Forestière de Lorraine-Alsace

Forêt Privée Française

Office National des Forêts

Groupement des Sylviculteurs

Avec le soutien financier de :

Lorraine conseil régional