



Développement d'une gestion durable des peuplements irréguliers feuillus

SYNTHESE DES CONNAISSANCES ACQUISES ET DES EXPERIENCES EXISTANTES



LA PRATIQUE DE TRAITEMENTS IRREGULIERS DANS LES PEUPELEMENTS FEUILLUS



Frédéric BEDEL

Juin 2001

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| I - La gestion des peuplements feuillus issus de taillis-sous-futaie : un réel enjeu de développement durable | 4 |
| I.1 - Importance régionale et nationale des peuplements concernés | 4 |
| I.2 - Intérêts écologiques particuliers du traitement en futaie irrégulière | 4 |
| I.3 - Pour une plus grande diversité des traitements | 6 |
| II - Quelles sont les données nécessaires ou utiles à une sylviculture irrégulière en peuplements feuillus ? | 7 |
| III - Conditions favorables à une gestion en futaie irrégulière | 8 |
| III.1 - Conditions techniques | 8 |
| III.2 - Conditions économiques | 9 |
| IV - Comment aborder le traitement en futaie irrégulière de peuplements issus de taillis sous futaie? | 10 |
| IV.1 - Divers cas de figure | 10 |
| IV.2 - Le rôle du taillis | 10 |
| IV.3 - Les coupes dans la futaie | 11 |
| IV.4 - Evaluer la production, et les rotations à pratiquer | 12 |
| V - Les outils de planification de la gestion | 13 |
| V.1 - Les outils de description | 13 |
| V.2 - L'état d'assiette des coupes et travaux | 14 |
| V.3 - Les outils de suivi | 14 |
| V.4 - Des itinéraires techniques | 15 |
| VI - Principes directeurs des coupes et travaux | 16 |
| VI.1 - Le martelage de la coupe principale | 16 |
| VI.2 - Le marquage des coupes intermédiaires et les travaux | 17 |
| VI.3 - Remarque : le problème des équilibres faune-flore | 17 |
| VII - Exemples d'applications | 18 |
| VII.1 - Coopérative Forêts Comtoises | 18 |
| VII.2 - ONF de Haute-Marne | 19 |
| VII.3 - Forêt domaniale de Chaux (Jura), série de futaie irrégulière feuillue | 21 |
| VII.4 - Forêts gérées par F. REBEIROT, expert forestier dans le Jura | 22 |
| VII.5 - Forêt de Gergy (Côte d'Or) gérée par R. SUSSE, expert forestier | 24 |
| VII.6 - Forêt de la Quiquengrogne (Haute-Saône), gérée par A. CHAVANE, expert | |

| | |
|--|-----------|
| forestier _____ | 25 |
| VII.7 - ONF Haute-Saône, forêts communales sur la division de Vesoul _____ | 26 |
| VII.8 - Autres exemples de pratiques concernant les travaux _____ | 27 |
| VIII - Données sur le comportement des essences _____ | 28 |
| VIII.1 - Le hêtre _____ | 28 |
| VIII.2 - Les chênes sessile et pédonculé _____ | 29 |
| VIII.3 - Les autres feuillus (érables, frênes, fruitiers...) _____ | 31 |
| IX - Données chiffrées sur la dynamique des peuplements _____ | 33 |
| IX.1 - Seuils de matériel à l'hectare _____ | 33 |
| IX.2 - Renouvellement _____ | 34 |
| IX.3 - Structure _____ | 35 |
| IX.4 - Accroissement _____ | 36 |
| X - L'organisation de l'entreprise _____ | 37 |
| X.1 – Pistes pour la démarche d'aménagement forestier en conversion irrégulière feuillue _____ | 37 |
| X.2 - Formation des personnels techniques _____ | 38 |
| X.3 - Maîtrise de l'exploitation et des travaux _____ | 38 |
| X.4 - Eléments sur les coûts de gestion _____ | 39 |
| Principales références consultées _____ | 40 |
| Personnes rencontrées _____ | 41 |
| Annexe I : Revue des outils de suivi mis au point dans le cadre des sylvicultures en futaie irrégulière | 42 |
| Annexe II : Compte-rendu des visites sur le terrain | 51 |
| Annexe III : Réflexions sur l'aménagement en futaie irrégulière | 69 |

I - La gestion des peuplements feuillus issus de taillis sous futaie : un réel enjeu de développement durable

I.1 - Importance régionale et nationale des peuplements concernés

Les forêts feuillues encore marquées par le régime sylvicole du taillis sous-futaie - qui a perduré jusqu'au début du vingtième siècle - occupent la majeure partie de la surface forestière française. Ce type de forêt est particulièrement présent en Franche-Comté, sous des aspects très divers ; le mélange d'essences ainsi que l'irrégularité en diamètre y sont le plus souvent marqués.

L'inventaire forestier national fournit les données suivantes :

Surface forestière de Franche-Comté : **692 000 ha**, dont **70 % de feuillus (488 000 ha)**.

Peuplements irréguliers feuillus (*appelés par l'Inventaire Forestier National « Mélange futaie feuillue - taillis »*) : **260 000 ha**, soit 38 % de la surface boisée et 53 % des peuplements feuillus de Franche-Comté.

Soit par département :

| | Doubs | Haute-Saône | Jura | Territoire de Belfort |
|--|---|---|---|---|
| Part des peuplements irréguliers feuillus | 52 000 ha | 116 500 ha | 82 800 ha | 8 100 ha |
| | 24 % de la surface boisée totale | 52 % de la surface boisée totale | 37% de la surface boisée totale | 31% de la surface boisée totale |
| | 37 % de la surface boisée feuillue | 63 % de la surface boisée feuillue | 59 % de la surface boisée feuillue | 38 % de la surface boisée feuillue |

La production de bois feuillus de qualité est une spécialité française. Celle-ci devrait permettre aux propriétaires forestiers de valoriser encore longtemps leur patrimoine forestier, pourvoyeur de matières premières entièrement renouvelables (*bois d'œuvre, bois d'industrie ou de chauffage*), ainsi que de milieux écologiquement riches, de paysages de qualité et d'espaces de loisirs.

Pour que la forêt française, et en particulier franc-comtoise puisse assurer de mieux en mieux l'ensemble de ces fonctions économiques, écologiques et sociales, le développement de techniques garantissant la gestion durable des peuplements feuillus hétérogènes est donc un enjeu de tout premier plan.

I.2 - Intérêts écologiques particuliers du traitement en futaie irrégulière

Un certain nombre d'études ont été entreprises ou sont en cours pour tenter d'évaluer les mérites environnementaux des différents modes de gestion sylvicole.

Le problème est particulièrement complexe à partir du moment où l'on s'intéresse à la biodiversité au sein de groupes d'espèces animales et végétales aux exigences écologiques très variées, et qui répondent à des caractéristiques des écosystèmes que le forestier ne maîtrise pas toutes (*réseau hydrique, milieux environnants, variations micro climatiques...*).

Un certain nombre d'observations générales ont tout de même pu être validées, et notamment :

- au moins à petite échelle (*quelques hectares ou dizaines d'hectares*), l'intérêt des traitements irréguliers est d'assurer dans l'espace et dans le temps une meilleure équitabilité de répartition entre les espèces (*essences d'arbres et autres espèces plus ou moins inféodées à celles-ci*) (RAMEAU, comm. orale) ;
 - la stratification des peuplements forestiers propre aux traitements irréguliers mais aussi à certains stades des traitements réguliers semble favorable à la biodiversité de certaines familles d'insectes, de plantes vasculaires et d'oiseaux ;
 - certaines espèces adaptées aux milieux ouverts ou buissonnants (*plantes vasculaires, oiseaux*) trouvent refuge dans les régénérations issues de traitements réguliers et sont quasi absentes de forêts traitées en irrégulier ;
 - à l'inverse certaines espèces typiquement forestières et à grands territoires (*certaines rapaces ou pics, plantes se développant dans l'humus*), ou sensibles au dérangement, exigent une
- Life « Gestion durable des peuplements irréguliers feuillus » : Synthèse expériences existantes 4*

- permanence du couvert forestier, assuré en cas de traitements irréguliers ;
- la capacité d'accueil du grand gibier semble intrinsèquement un peu meilleure en cas de traitements irréguliers (*mais la protection de la régénération forestière y est plus difficile en cas de sur densité*) ;
- la meilleure résistance aux attaques parasitaires de peuplements irréguliers par rapport aux peuplements réguliers est souvent rapportée, bien que cela soit surtout dû au mélange d'essences souvent mieux garanti en peuplement irrégulier ;
- le maintien de bois mort au sol et surtout sur pied et d'arbre surannés constitue la priorité pour assurer la conservation des espèces forestières les plus fragiles (*oiseaux, insectes saproxylophages*) : ceci doit donc être assuré quel que soit le traitement choisi.

En dehors de ces considérations générales, les traitements irréguliers présentent des avantages environnementaux clairement établis dans certains contextes particuliers.

Ainsi, le traitement en futaie irrégulière permet d'éviter un découvert du sol sur des surfaces significatives, découvert qui peut être particulièrement dommageable sur sol superficiel (*assèchement*), hydromorphe (*remontée du plan d'eau*), très pentu (*érosion, départ de l'humus*) ou instable (*bords de rivières*).

Ce traitement peut être préféré à celui de la futaie régulière pour assurer la permanence du paysage dans des zones à forte visibilité.

Par ailleurs, de nombreuses recommandations de gestion pour assurer la bonne conservation d'un grand nombre d'habitats d'intérêt communautaire font appel à une sylviculture irrégulière. Ainsi, les sept sites tests situés en zone feuillue sur lesquels ont été rédigés des documents d'objectifs pour le réseau Natura 2000 en Franche-Comté (*SFFC, 1996*) devraient faire l'objet, sur une partie de leur surface, de traitements irréguliers par pieds d'arbres ou par bouquets.

Toutefois, l'intérêt de traitements irréguliers au plan écologique dépendra également des enjeux à l'échelle de la ou des régions naturelles environnantes, selon qu'il est souhaitable d'améliorer par exemple la biodiversité des insectes ou des oiseaux, d'espèces animales et végétales typiquement forestières ou au contraire d'oiseaux ou de plantes à fleurs plutôt inféodés aux milieux ouverts, etc.

La stabilité des peuplements irréguliers face aux perturbations climatiques est souvent apparue meilleure que celle de peuplements équiennes, notamment à grande échelle en Allemagne (*OTTO, 1998*). Cela est surtout vrai par comparaison avec des cas de retard d'éclaircies en traitement régulier. Un certain nombre d'études ont été menées récemment concernant le cas d'ouragans particulièrement violents comme ceux de fin décembre 1999 en Europe de l'Ouest.



photo AFI

Les arbres morts sur pied de gros diamètre constituent une niche écologique devenue assez rare (ici une chandelle de hêtre en forêt du Bois Banal, gérée en futaie irrégulière par A. Chavane).

I.3 - Pour une plus grande diversité des traitements

Pour la plupart des forêts feuillues françaises et franc-comtoises, le traitement en taillis sous futaie a fait place au cours du vingtième siècle à une conversion en futaie régulière. Malgré cette relative uniformité de traitement, les peuplements feuillus franc-comtois présentent des degrés très divers de régularisation en diamètre, plus ou moins corrélés à une grande variété de composition en essences.

A la lumière des éléments rassemblés au paragraphe précédent, il apparaît que la recherche de la meilleure qualité environnementale des forêts passe par l'application de traitements divers en fonction des problématiques locales. Les traitements irréguliers pourront également présenter certains intérêts au plan économique, que le projet Life et les expériences futures doivent encore préciser.

Or, les traitements irréguliers sont encore actuellement appliqués de manière relativement intuitive et marginale, du fait du manque d'études spécifiques et de références anciennes, mais aussi du peu de diffusion des éléments existants.

En fait, en matière de traitements alternatifs à la futaie régulière, des gestionnaires forestiers de plus en plus nombreux ont testé et appliquent diverses techniques sylvicoles pour mettre en valeur des peuplements feuillus très variés.

Le présent document tente de décrire de manière synthétique les diverses méthodes de gestion en futaie irrégulière et de rassembler les bases scientifiques et techniques les plus utiles et actuellement disponibles pour conduire une telle sylviculture, en partant de peuplements issus de taillis sous futaie tels que ceux que l'on trouve actuellement en Franche-Comté.



Photo : X. Lacroix

II - Quelles sont les données nécessaires ou utiles à une sylviculture irrégulière en peuplements feuillus ?

Au-delà des connaissances de base en sciences et techniques forestières nécessaires à la conduite de tous les autres modes de traitement, le gestionnaire en futaie irrégulière feuillue doit approfondir certains aspects scientifiques et techniques complémentaires à ce qui est connu pour le taillis sous futaie ou la futaie régulière, et devra faire appel à des outils d'aide à la gestion et une stratégie de gestion forestière spécifiques.

Le gestionnaire peu familiarisé avec ce type de gestion pourra également être guidé par un certain nombre de repères tirés des expériences existantes.

Les données rassemblées dans la suite du document et approfondies dans le cadre du projet Life peuvent s'articuler comme suit :

| | Chapitre n°... | Compléments lors du projet LIFE : action ... |
|---|----------------|--|
| 1 - Outils d'aide à la décision quant au traitement à appliquer | | |
| • Contextes particulièrement appropriés à une telle gestion | III | A 4 |
| • Outils de diagnostic des peuplements | V | A 11 (A 5) |
| • Données sur l'écologie des essences en structures irrégulières | VIII | A 3 |
| 2 - Organisation de la gestion dans l'optique d'une sylviculture irrégulière | | |
| • Moyens matériels et humains | X | B 3 - A 5 |
| • Les outils d'aide à la gestion | IV, V, VIII | A 4 |
| • Les outils de suivi a posteriori (*) | V.3 | A 5 |
| 3 - Les techniques sylvicoles applicables | | |
| • Principes directeurs des coupes et des travaux | VI | A 43 |
| • Quelques exemples concrets | VII | B 2 (B 1) |
| • Quelques repères chiffrés pour le sylviculteur | IX | A 3 |

(*) Les outils de suivi sont d'une importance fondamentale dans le cadre de traitements en futaie irrégulière ; c'est pourquoi ils font l'objet d'une annexe (I) au présent document et surtout d'une étude approfondie dans le cadre de l'action A5 du projet LIFE.

Par rapport aux traitements en futaie régulière, en futaie jardinée résineuse ou aux formes les plus rationnelles du traitement en TSF, la futaie irrégulière feuillue (*de même que les formes modernes du jardinage résineux*) apparaît à la lueur des expériences actuelles comme beaucoup plus axée sur une démarche de contrôle a posteriori, au détriment de la programmation et de la prévision qui deviennent alors moins contraignantes.

La démarche d'aménagement forestier n'en reste pas moins indispensable pour garantir une certaine continuité dans la gestion et le respect d'objectifs à long terme, cependant la transcription des objectifs en critères et techniques sylvicoles, ainsi que la stratégie d'utilisation des différents outils à disposition du gestionnaire, doivent être repensés.

L'annexe III présente l'avis de L'Association Futaie Irrégulière sur ce thème, à partir de l'expérience des gestionnaires membres de cette association.

En complément, l'annexe II du présent document rend compte de différents exemples de stratégies de gestion en futaie irrégulière feuillue.

Ces différentes données seront bien entendu plus ou moins utiles selon le niveau de pratique des différents gestionnaires.

III - Conditions favorables à une gestion en futaie irrégulière

La gestion en futaie irrégulière comme celle en futaie régulière procède de principes pour beaucoup universellement applicables. Mais un certain nombre de praticiens et de spécialistes formulent certaines conditions pour qu'elle soit pertinente. Ces conditions peuvent être d'ordre technique, économique, ou encore écologique (*sol, paysage, faune, flore*). Il appartient à chaque propriétaire forestier de décider avec l'aide de son gestionnaire lesquelles lui semblent prépondérantes.

Pour la Franche-Comté, le groupe de travail ONF futaie irrégulière feuillue (*constitué de personnels exerçant dans la zone à dominante feuillue*) a proposé en 1996 dix contextes a priori favorables à une gestion en futaie irrégulière feuillue, qui présentaient une ou plusieurs des contraintes ou objectifs suivants, concernant :

- les stations :
 - ⇒ sols en mosaïque (*impossibilité de cartographier les stations avec une résolution de 0,5 ha*),
 - ⇒ risque de remontée du plan d'eau suite à une coupe importante,
 - ⇒ protection de sols fragiles ou instables (*fortes pentes*) ;
- les peuplements :
 - ⇒ maintien du mélange d'essences (*notamment chênes-hêtre*),
 - ⇒ valorisation de baliveaux de diverses essences nobles, d'âges ou de diamètres variés,
 - ⇒ difficultés de régénération en peuplement régulier ;
- l'aménagement :
 - ⇒ besoin de prolonger la durée de survie d'une partie des peuplements d'un secteur donné,
 - ⇒ maintien d'une certaine stabilité du paysage.

Auxquels on peut ajouter notamment :

- ⇒ conservation d'habitats remarquables,
- ⇒ gestion des ripisylves.

Cette démarche qui consiste à ne définir qu'un certain nombre de contextes particulièrement favorables au traitement irrégulier peut paraître restrictive. Une grille plus complète d'aide à la décision a été mise au point au cours du programme LIFE (*action A42*), notamment sur la base des éléments ci-après. Le principe de cette grille consiste à présenter toutes les implications connues (*techniques, économiques, écologiques, sociales*) du choix du traitement irrégulier dans un contexte donné, afin de fournir au propriétaire les éléments de décision les plus pertinents.

III.1 - Conditions techniques

Configuration des peuplements

D'après les experts forestiers impliqués dans l'Association Futaie Irrégulière (*AFI, 1998*), un peuplement issu de TSF peut être converti dans des délais raisonnables en futaie irrégulière lorsqu'il présente :

- une futaie suffisamment dense (*au moins 8 m²/ha de surface terrière*),
- un taillis exploitable ou une présence de baliveaux (*voire de souille*) assurant un bon couvert au sol,
- un histogramme des catégories de diamètres relativement étalé.

Ces aspects peuvent être complétés par des données plus précises sur le niveau de capital voire sur les types de structure, selon les essences présentes notamment.

Technicité

Un certain nombre d'auteurs s'accordent à dire que la maîtrise de la gestion en futaie irrégulière requiert des connaissances approfondies sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers, un savoir-faire pointu en matière de sylviculture, voire de biométrie (*dendrométrie, statistiques*) pour permettre le suivi des peuplements, et ce quels que soient les intervenants (*gestionnaires, ETF, ...*).

Pour beaucoup, une bonne capacité d'observation semble avant tout nécessaire ; d'après H.-J. OTTO (*comm. orale*), cette qualité est à rechercher avant même l'approfondissement des sciences écologiques, puisqu'il s'agit avant tout d'être capable « d'imiter progressivement les processus

naturels».

Par ailleurs, l'abattage et l'exploitation des tiges martelées requièrent bien souvent un soin particulier pour préserver l'avenir du peuplement (*notamment si les jeunes tiges de qualité disséminées sont en nombre tout juste suffisant*).

III.2 - Conditions économiques

Le traitement en futaie irrégulière est souvent présenté comme un moyen d'éviter les sacrifices d'exploitabilité qu'entraînerait la conversion en futaie régulière dans un grand nombre de cas. En effet, les peuplements hérités du traitement en TSF sont souvent très hétérogènes en structure et en composition (*avec des essences feuillues récoltables à 60 ans pour certaines et 150 à 200 ans pour d'autres*).

La sylviculture irrégulière apparaît d'autant plus intéressante que les essences en présence peuvent fournir du bois d'œuvre de bonne qualité et bien valorisé (*existence d'un marché pour les feuillus précieux*). Néanmoins, un certain équilibre des classes de dimensions et donc celui des récoltes à venir à moyen terme sont souvent difficiles à assurer. Cela est particulièrement vrai dans le cas fréquent de TSF pauvres en gaules de qualité, notamment du fait de l'arrêt des coupes de taillis depuis plusieurs décennies (*cf. A. CHAVANE, 1996*).

Par ailleurs, sur les propriétés de faible surface, seul un traitement irrégulier est à même d'assurer des revenus et des dépenses relativement bien répartis dans le temps. Toutefois, pour des peuplements riches imposant une rotation courte (*10 ans et moins*), ou à l'inverse particulièrement pauvres, il peut être difficile pour un petit propriétaire de constituer à lui seul un lot vendable (*et pas trop hétérogène*).

Une demande relativement soutenue en bois de feu (*ou de trituration*) est nécessaire, surtout au début de la conversion, pour écouler les coupes progressives du taillis qui permettent d'éduquer les arbres de futaie (*cela est tout aussi vrai voire plus pour une conversion en futaie régulière*).

Enfin, par rapport à une gestion en futaie régulière, l'organisation et la nature des travaux dans les jeunes peuplements doivent être réétudiée, certaines charges liées à ces activités étant éventuellement à transférer sur d'autres postes de dépenses (*cf. notamment J. BOUILLIE, 1999*).



Photo : Ch. Allegrini

IV - Comment aborder le traitement en futaie irrégulière de peuplements issus de taillis sous futaie?

Alors qu'un demi voire un siècle d'expériences nous permet d'avoir un recul certain quant à la conversion en futaie régulière, **la conversion en futaie irrégulière feuillue repose en France souvent sur des considérations relativement théoriques ou sur les résultats des premières tentatives concrètes menées ces dix ou vingt dernières années.** Toutefois, un débat s'est développé dans la première moitié du 20^{ème} siècle autour des techniques de rénovation des taillis sous futaie, en particulier en Franche-Comté (X. LACROIX, 1993).

IV.1 - Divers cas de figure

A l'heure actuelle, les peuplements feuillus issus de taillis sous futaie en Franche-Comté ou dans d'autres régions de la France peuvent se présenter sous des aspects très divers, selon que le traitement en TSF a été abandonné depuis plusieurs décennies ou qu'il s'est prolongé jusqu'à une date récente. Comme cela s'est vérifié pour le cas de traitements en futaie régulière, la conversion de taillis sous futaie en futaie implique une longue phase de transition durant laquelle les consignes techniques pourront différer sensiblement de celles appliquées en futaie (*que le traitement soit régulier ou irrégulier*).

Schématiquement, on peut distinguer deux pôles, sachant que pratiquement tous les intermédiaires se rencontrent sur le terrain :

- d'une part des peuplements à taillis encore abondant et vigoureux, tout juste sortis du traitement en TSF,
- d'autre part des peuplements sans taillis ("*futaie*"), dans lesquels la conversion en futaie régulière ou irrégulière peut être considérée comme achevée.

Certains peuplements issus de TSF ont fait l'objet de coupes de rénovation dans les années 1950, coupes intermédiaires entre les coupes de TSF qui visaient à favoriser la régénération naturelle de tiges de futaie ; certains d'entre eux peuvent donc se prêter à une conversion en futaie (*régulière ou irrégulière*) accélérée (*voir notamment la forêt de Gergy en annexe II*).

Ces différents cas de figures font appel à un savoir et à des techniques diverses qui conviendront soit plutôt à des opérations de "conversion" en futaie, soit à un traitement de futaie (*irrégulière pour la partie qui nous intéresse*) proprement dit, soit éventuellement à une irrégularisation de la futaie. Le premier cas est celui qui intéresse actuellement le plus grand nombre de forestiers, dans les forêts feuillues de Franche-Comté et de nombreuses autres régions françaises.

IV.2 - Le rôle du taillis

Le rôle que va jouer le taillis dépend bien sûr de son abondance, de son âge et de sa vigueur au moment où est entreprise la conversion.

Lorsqu'il est encore relativement abondant, **l'éclaircie du taillis** (*éclaircie partielle de taillis « par le haut »*) est souvent évoquée comme la première opération de conversion en futaie irrégulière (*cf. notamment M. ALZINGRE, 1998*). Elle permet :

- d'une part, **de doser la lumière** et donc de préparer l'installation d'une régénération diffuse,
- d'autre part, **de repérer les gaules, perches et petit bois de qualité ou d'avenir,**
- mais aussi **de protéger leur fût.**

La différenciation de la régénération (*éducation de quelques « sprinters » seulement au sein d'une tache*) semble exiger des coupes de taillis très hétérogènes dans l'espace (*cf. notamment les forêts gérées par F. REBEIROT, chapitre VII*).

Selon l'Association futaie irrégulière (AFI, 1998), la conversion n'est possible que lorsque le taillis est "mûr" (*récoltable*). Le maintien d'un peu de taillis permet de jouer finement sur les conditions d'éclaircissement et donc sur la concurrence des jeunes tiges d'essences diverses entre elles et avec la végétation concurrente (*cf. J.-Ph. MARECHAL, 1998 à propos du réseau de parcelles AFI*).

Là où le marquage du taillis est pratiqué “ en réserve ” et conduit donc à une mise en lumière très forte du sol, la première pratique à instaurer consiste à le marquer “ en abandon ”. Même avec un taillis encore vigoureux, l’enlèvement de 1 ou 2 brins par cépée suffit à lui conserver son rôle cultural. Cette recommandation est particulièrement importante sur sols superficiels ou hydromorphes.

Toutefois, si la densité en baliveaux d'essence noble est particulièrement faible, le marquage en réserve peut rester adapté.



Photo F. Bedel

Deux parcelles issues d'une gestion semblable mais récemment parcourues par un griffage du taillis, en réserve (à gauche) ou en abandon (à droite), sur sol calcaire superficiel (Forêt communale en Haute-Marne).

IV.3 - Les coupes dans la futaie

Elles combinent la récolte des arbres arrivés à maturité économique, la sélection des meilleurs sujets dans toutes les catégories de grosseur (AFI, 1998) et d'autres utilités (sanitaire, biodiversité, ...).

Lors des premières coupes de conversion, la sélection des meilleurs sujets semble prépondérante dans un certain nombre de peuplements et les lots vendus sont souvent de qualité médiocre. Une élévation des revenus est toutefois à prévoir dès le deuxième passage, la récolte prenant un poids plus important. Par la suite, certains praticiens estiment que le revenu peut augmenter encore significativement jusqu'à ce que la sylviculture irrégulière atteigne un régime de croisière, le refus des sacrifices d'exploitabilité sur les bois les plus beaux pouvant alors être optimisé. En effet, le prix des feuillus augmente avec le diamètre d'autant plus que la qualité de la bille de pied est bonne, et cette augmentation est parfois considérable.

Or, le traitement en futaie irrégulière laisse en principe une plus grande latitude dans le choix des diamètres d'exploitabilité que celui en futaie régulière. En effet, ce diamètre peut bien sûr être choisi en fonction de la station - qui influence les dimensions maximales escomptées pour des arbres en bonne santé -, mais également arbre par arbre en fonction de sa qualité.



Photo AFI

Le traitement en futaie irrégulière laissera une certaine latitude pour prélever bientôt ce jeune gros bois de qualité moyenne (à gauche) et différer la récolte de ce très gros bois de qualité exceptionnelle (tant qu'il reste techniquement utilisable en tranchage).

IV.4 - Evaluer la production, et les rotations à pratiquer

En régime de croisière et si l'on se trouve à des niveaux de matériel sur pied convenables, les prélèvements par parcelle devront se situer aux alentours de la production du peuplement. **Dans un premier temps, il faut amener les peuplements dans un état satisfaisant pour assurer leur renouvellement continu**, ce qui suppose d'atteindre certaines fourchettes de valeurs quant au volume sur pied (ou la surface terrière) de la futaie et du taillis, et la part des différentes catégories de grosseur (et non pas d'âge comme en futaie régulière).

Il est donc important d'estimer :

- le niveau de capital sur pied, sa répartition (en essences et en diamètres) ainsi que sa production,
- les états du peuplement compatibles avec les objectifs à moyen et long terme du propriétaire, et la gestion durable des ressources, c'est à dire les fourchettes de capital, composition et structure qui n'engagent pas les peuplements dans une direction difficilement réversible.

A partir de ces éléments, le gestionnaire est en mesure de programmer les coupes à prévoir, avec leur intensité et leur rotation, selon une démarche classique d'aménagement forestier (voir aussi chapitre X.1).

V - Les outils de planification de la gestion

V.1 - Les outils de description

Typologie de peuplements

La **typologie de peuplements** peut être utilisée comme outil de description préalable d'une parcelle, et comme outil de suivi des peuplements, sur un plan qualitatif voire quantitatif (*données dendrométriques*). Son premier intérêt est d'instaurer pour des peuplements complexes une dénomination rigoureuse et homogène par les gestionnaires d'une même région.

La **cartographie du peuplement** permet de connaître localement la structure et de moduler les prélèvements. Cette cartographie peut être réalisée selon différentes méthodes :

- par relevés, point par point régulièrement espacés (*généralement tous les 50 m*), ce qui est utile si la typologie est utilisée comme outil de suivi (*inventaire typologique*),
- **par cartographie à l'avancement** (*repérage des discontinuités les plus marquées*).

La première méthode a fait l'objet d'un certain nombre d'études (*fiabilité, coût*). **La seconde constitue l'option testée en Franche-Comté, la typologie franc-comtoise étant volontairement simple et utilisée comme outil de description** (*d'autres outils ont été testés ou mis au point pour un diagnostic et un suivi plus quantitatif des peuplements dans l'action A5 du projet LIFE*).

Structuration sociale des peuplements

Un certain nombre de gestionnaires privilégient l'observation de la structuration sociale du peuplement en un point donné.

Celle-ci peut être déduite d'une clé d'analyse proposée par MLINSEK à partir du fonctionnement des forêts naturelles en Slovénie (*PRO SILVA, 1995*), dans laquelle les arbres sont répartis en trois catégories :

- **les grands arbres formant l'ossature du peuplement**, qui peuvent remplir des fonctions de production de bois de valeur, d'éducation des jeunes arbres et de structuration du peuplement,
- **la régénération installée et freinée dans son développement** par l'ombre des grands arbres, qui constitue la "salle d'attente",
- et **les jeunes arbres en pleine croissance en hauteur**, révélant un comportement de "sprinter" à la faveur d'une ouverture dans l'étage supérieur.

Le sylviculteur doit alors agir pour disposer en tout endroit d'arbres des trois catégories, dans des proportions qui permettent au **peuplement** d'être à la fois **stable, pérenne et rentable**.

Le dosage des interventions peut être affiné de proche en proche, par expérience sur le peuplement lui-même ; mais le sylviculteur peut être aidé par la définition de seuils de variables dendrométriques à ne pas dépasser (*voir chapitre IX*), ou l'observation d'indicateurs de croissance sur le terrain.

Indicateurs de croissance

L'observation des pousses et de la ramification des semis et gaules permet de repérer les seuils d'éclaircissement à partir desquels telle ou telle essence commence à être trop concurrencée ou ne l'est plus assez (*M. ALZINGRE, F. JACOBEE, R. PIERRAT, comm. orale*) :

- croissance trop élancée, ou à l'inverse perte de dominance apicale chez le hêtre,
- faibles accroissements annuels (*par exemple moins de 20 cm pour un grand semis de chêne*),
- grandes feuilles ("*parasol*") chez les semis d'essences héliophiles ou de demi-ombre (*trahissant un manque d'éclaircissement*),
- perte de dominance apicale chez le frêne, etc.

D'autres types d'indicateurs pour différents stades de développement des arbres ont été mis en évidence par un certain nombre d'études sur l'architecture des végétaux ligneux, menées notamment par l'IDF et le CIRAD. Ces travaux ont permis en particulier de fixer des seuils quantitatifs pour les critères qualitatifs cités ci-dessus.

Ces données sont également utiles pour pratiquer une sélection précoce (*au stade de grand semis*) des futures tiges d'élite. En effet, notamment pour le hêtre et les chênes, il semble que la qualité des individus - par exemple leur propension à former des fourches - s'exprime moins à ce stade que dans des régénérations en plein découvert (*J.-Ph. SCHUTZ, 1997*). D'autres indices interviennent aussi comme le nombre et l'angle d'insertion des bourgeons, la tendance au polycyclisme, etc.



Photo F. Bedel

Perte de dominance apicale pour ces semis de hêtre soumis à un fort couvert du sous-étage.

V.2 - L'état d'assiette des coupes et travaux

En sylviculture irrégulière, un état d'assiette fixé précisément pour chaque parcelle doit être convenu avec le propriétaire. Cela est particulièrement important car tous les praticiens s'accordent à dire que les interventions doivent être plus fréquentes (*et à chaque passage plus légères*) qu'en conversion en futaie régulière pour assurer le renouvellement continu du peuplement.

Remarque : si l'on décide d'adopter la méthode d'aménagement dite du contrôle dans sa forme classique, telle que formulée par GURNAUD en futaie jardinée résineuse, et telle que pratiquée en futaie feuillue (*notamment en Belgique, forêt communale du Haut-Fays, depuis 1930*), la rotation n'est pas fixée a priori. En effet, la recherche de l'état souhaité des peuplements se fait par expérience sur le peuplement lui-même de proche en proche. C'est la comparaison des résultats de l'inventaire avant coupe à l'inventaire précédent qui permet de décider, pour chaque parcelle, d'une part le niveau de prélèvement pour la coupe immédiate, et d'autre part la date souhaitable de la prochaine coupe.

L'état d'assiette doit également prévoir la possibilité de travaux ou de coupes exceptionnels (*suite à une bonne glandée par exemple*) : la sylviculture pratiquée doit parfois être opportuniste.

V.3 - Les outils de suivi

Le suivi a posteriori de la gestion pratiquée est fondamental en gestion irrégulière, en particulier actuellement dans une phase de formalisation des techniques appliquées.

Un certain nombre de méthodes existent déjà et ont été largement pratiquées (*M. BRUCIAMACCHIE, 1997*), permettant le suivi d'un certain nombre de variables qui peuvent intéresser les gestionnaires dans tel ou tel contexte.

Grossièrement **le propriétaire pourra choisir entre diverses méthodes** en fonction de la taille de sa forêt, ou de l'échelle à laquelle il désire obtenir des données fiables :

- **parcelles ou forêts de moins de 50 ha** : les comparaisons d'**inventaires en plein** permettent un contrôle à un coût modéré (*environ 2,3 €/ha/an pour un inventaire tous les 20 ans*),
- **entre 50 et 100 ha** : l'**inventaire typologique** ou relascopique (*G par catégorie de diamètre voire synthèse avec une typologie de peuplement*) permettent d'obtenir des informations relativement fiables (*et localisées sur la parcelle*), à un coût très peu élevé,
- **à partir de 100 à 150 ha** : les **placettes permanentes** permettent un suivi de très nombreux

indicateurs (*en particulier la qualité des bois*) à un coût raisonnable. Exemples avec un passage tous les 10 ans : 5,35 €/ha/an pour 100 ha, 2,6 €/ha/an dans le cas du syndicat intercommunal de gestion forestière de la région d'Auberive en Haute-Marne.

Le choix entre les différentes techniques peut être dicté par la nature des informations souhaitée, dont l'estimation est diversement fiable et coûteuse selon les techniques (S. COULON, 1998, J. TOMASINI, 2001). Le chapitre VII fournit quelques exemples de stratégies possibles.

Les gestionnaires forestiers appliquent la démarche d'inventaire périodique le plus souvent à la ressource en bois ; toutefois une telle approche pourra s'étendre aux autres fonctions de la forêt, en particulier écologiques, notamment dans les secteurs sensibles au plan écologique et sans doute de plus en plus souvent dans des forêts plus "ordinaires". Ce type d'inventaire fera appel aux acquis théoriques et au savoir-faire des naturalistes pour l'inventaire de différents groupes animaux et végétaux, ou pour l'analyse des sols ou des eaux (*cf. certains des outils proposés dans l'action A5 du projet Life : suivis de l'avifaune et de l'équilibre faune-flore*).

Pour de plus amples précisions sur les outils existants et leurs domaines d'application, se référer à l'annexe II et au travail de J. TOMASINI (2001).

V.4 - Des itinéraires techniques

La connaissance plus précise des évolutions possibles des peuplements feuillus en termes de composition, de distribution des diamètres et de richesse (*sens et vitesse des évolutions*) peut conduire à proposer des itinéraires techniques relativement précis (*type, intensité et périodicité des coupes à réaliser*) en fonction des objectifs et des caractéristiques de départ des peuplements.

Cette démarche a été entreprise sur les peuplements nettement dominés par les chênes (*sessile et pédonculé*) de la région Centre (CRPF Ile de France - Centre, 1999). Elle repose sur des simulations de l'évolution de la structure et du capital sur une quinzaine d'années, en utilisant des données d'accroissement en diamètre issues de comparaisons d'inventaires et celles de l'I.F.N., et des hypothèses de passage à la futaie.

Pour chaque type de peuplement (*typologie combinant structure et capital*), des filières d'évolution en traitement régulier ou irrégulier sont proposées, en fonction de différentes hypothèses quant à l'intensité du passage à la futaie (*document à paraître prochainement*).

Le CRPF de Normandie (J-M LECLERC et J-J LAURENT) a également engagé récemment des études analogues. Une telle démarche (*proche de celle menée en Franche-Comté sur les peuplements résineux irréguliers*) s'avère certainement nettement plus complexe lorsqu'on souhaite l'appliquer à des peuplements mélangés, avec des compositions et des conditions stationnelles très variables comme pour les peuplements feuillus de Franche-Comté (X. JENNER et E. SEVRIN, *comm. orale*).

VI - Principes directeurs des coupes et travaux

Le chapitre VII fournira des illustrations concrètes des principes présentés ci-dessous.

VI.1 - Le martelage de la coupe principale

Contrairement au cas de la gestion en futaie jardinée "classique", ou à l'irrégularisation d'une futaie régulière, les consignes sont rarement dictées par une volonté de structurer le peuplement vers un type donné. En effet, les peuplements feuillus issus de TSF sont souvent composés de mélanges d'essences aux exigences écologiques très variées, et dont le prix de vente varie beaucoup plus largement en fonction de la qualité que celui du sapin ou de l'épicéa. **La gestion de la qualité individuelle des tiges est alors l'objectif premier**, la structuration du peuplement étant plutôt à considérer comme une résultante.

De plus, comme le recours à un traitement feuillu irrégulier est souvent dicté par le **refus des sacrifices financiers** (*optimum d'exploitabilité, limitation des travaux*), les opérations sont décidées au cas par cas et sont très diverses au sein d'une même parcelle.

Les passages en coupe principale, martelée principalement dans la futaie, doivent être fréquents et plutôt légers ; la grande majorité des praticiens s'accordent sur une rotation de 8 à 15 ans selon les stations. Des coupes dans le taillis ou la futaie peuvent également être pratiquées à intervalles plus rapprochés (*voir partie suivante*).

Dans une sylviculture pied par pied, la coupe doit exercer cinq utilités principales, la plupart du temps simultanément (*d'après PRO SILVA, 1995*) :

- **amélioration** en faveur des arbres exerçant une "fonction" importante (en général l'arbre localement de meilleure qualité et le plus vigoureux),
- **structuration** du peuplement (*amélioration de la diversité en catégories sociales et en espèces*),
- **récolte** des bois arrivés à maturité économique (*plus ou moins tardivement selon la qualité de chaque tige*),
- **coupes sanitaires** pour prélever les arbres malades ou dangereux,
- **régénération** : éclaircissement des recrûs (*naturels ou artificiels*) dont la croissance doit être stimulée.

Cette définition est très voisine de celle de la coupe de jardinage classique en forêts résineuses (*rappelée notamment par J.-Ph. SCHUTZ, 1997*). L. SCHAEFFER (*dans « Sapinières », 1937*) décrivait celle-ci, en précisant un ordre d'importance, comme une coupe :

- d'assainissement (*récolte*) tout d'abord,
- d'espacement (*amélioration, structuration*) ensuite,
- et de régénération, à titre plus secondaire.

Une approche complémentaire, particulièrement en présence de feuillus, consiste à **observer les fonctions exercées par chaque arbre** vis à vis du peuplement environnant. On peut distinguer six grandes fonctions :

- **production** : bois moyen ou gros bois de qualité susceptible de gagner en valeur (*parfois considérablement*),
- **éducation** de semis ou gaules (*maintien de leur dominance apicale, de leur aptitude à l'élagage naturel, protection contre la concurrence des végétaux héliophiles*),
- **écologique** : préservation des arbres secs ou à trous de pics, et des essences rares même sans intérêt économique direct,
- **protection** contre les risques de gourmands, voire de "coups de soleil", sur les tiges voisines,
- **semencier** (*en particulier pour les essences rares sur la parcelle*),
- **esthétique** : arbres de dimensions exceptionnelles, de forme particulière.

Le choix de marteler plutôt des gros bois ou des petits bois a une incidence très variable sur l'éclaircissement du sol. On a pu montrer en effet que pour 1 m² de surface terrière, le recouvrement en petits bois est de l'ordre de 1000 m² et celui en gros bois de l'ordre de 400 m² (*résultats du réseau de placettes AFI, J.-Ph. MARECHAL, 1998*), ces ordres de grandeurs étant valables pour le hêtre ou le charme et à nuancer selon les essences (*différence beaucoup moins marquée pour les chênes*).

Au niveau du peuplement, on garde à l'esprit un certain nombre de garde-fous (*voir plus loin chapitre IX*), qui peuvent être affinés de proche en proche grâce à un dispositif de suivi des peuplements et de la gestion.

VI.2 - Le marquage des coupes intermédiaires et les travaux

L'abondance et la maturité du taillis (*récoltable ou non dans l'immédiat*) conditionneront d'une part la nécessité de recourir à des coupes de taillis et d'autre part les modalités de marquage de ces coupes. Un certain nombre de gestionnaires partant de peuplements encore très marqués par le régime du taillis sous futaie estiment que **l'éclaircie du taillis constitue la première opération à faire pour engager une conversion en futaie irrégulière**, en particulier en vue de ré-enclencher un flux de régénération.

Le plus souvent, les gestionnaires préconisent un **passage à mi-rotation**, et au besoin une coupe de taillis rapprochée de la coupe principale. Certains préfèrent opérer celle-ci juste après la coupe de futaie, ou au contraire juste avant pour améliorer la visibilité lors du martelage de la futaie. Ceux qui préfèrent pouvoir marquer la coupe principale "sur semis acquis" peuvent aussi opter pour une coupe intermédiaire 3 à 4 ans avant la coupe de futaie, considérant que l'effet de la coupe de taillis sur le développement des semis et des gaules d'essences objectif commencera alors à se manifester. Le passage intermédiaire à mi-rotation peut également inclure une coupe ponctuelle de bois d'œuvre, soit pour "sauver" un gros bois de valeur risquant de se déprécier (*par exemple fortement blessé au pied*), soit pour retirer un gros bois ou bois moyen médiocre gênant fortement une jeune tige de très grande valeur potentielle.

Les coupes de taillis, souvent hétérogènes dans la parcelle, peuvent être couplées à des dépressages dans les perches de mauvaise qualité et des travaux ponctuels et légers de nettoiyements et de dégagements.

Il s'avérera souvent utile d'ouvrir au préalable et d'entretenir **un réseau assez dense de cloisonnements** dans chaque parcelle (*voir plus loin chapitre X.3*).

En effet, si le renouvellement semble insuffisant, l'objectif est de tirer parti de la régénération qui se trouve dans des conditions favorables à son développement, ce qui implique une intervention précoce, en particulier pour des essences dont la germination doit vite être éclairée (*chênes*) et dans les cas où la concurrence de la végétation adventice est vive.

Les plantations ne sont en aucun cas exclues si la régénération naturelle ne donne pas satisfaction en quantité et en qualité. Toutefois, par souci d'économiser tous travaux inutiles en utilisant au mieux la dynamique naturelle, certains gestionnaires testent actuellement les délais d'apparition de régénération (*de la même manière que cela peut se faire en futaie régulière*). En effet, dans certaines trouées, certains gestionnaires semblent constater que des adventices envahissantes (*telles que la ronce*) laissent la place à la régénération au bout de cinq ans ou plus de développement pourtant vigoureux. Des phénomènes similaires semblent pouvoir se manifester avec les rejets de tremble, très abondants sur certaines stations (*M. ALZINGRE, R. PIERRAT, communication orale*). Toutefois ces observations ponctuelles mériteraient confirmation.

Le suivi des jeunes tiges dégagées aux stades de gaule puis de perche est nettement moins formalisé que dans le cas des traitements réguliers (*pour lesquels existent des normes de travaux précises pour de nombreuses essences, avec un cadencement des opérations dans le temps*). Les techniques appliquées sont semblables à ce qui est pratiqué en futaie régulière, mais sont extrêmement variables dans une même parcelle, et nécessitent un personnel averti si l'on souhaite s'en tenir aux interventions strictement nécessaires.

VI.3 - Remarque : le problème des équilibres faune-flore

L'utilisation d'une régénération diffuse sur toute la surface de la forêt en traitement irrégulier interdit pratiquement le recours à des engrillagements, et peut rendre très coûteux le recours à des protections individuelles. C'est pourquoi, même si certains auteurs avancent que les dégâts ont tendance à être moins massifs dans les peuplements irréguliers que dans les régénérations de futaie régulière, **la recherche d'un équilibre forêt-gibier y est tout aussi indispensable**, notamment pour la gestion du mélange d'essences.

Parfois, la volonté de maintenir un mélange d'essences et un potentiel en feuillus précieux conduira à poser des protections individuelles sur quelques-uns des plus beaux semis, en particulier de merisier et de chêne qui sont généralement très appétants pour les cervidés.

VII - Exemples d'applications

L'un des problèmes posés par les traitements irréguliers est la transmissibilité des techniques actuellement expérimentées par les gestionnaires. Des schémas de travaux (avec leur chronologie indicative) peuvent aider les gestionnaires et les techniciens (cf. notamment AFI, 1998, B. VANSTAEVEL, 1993). Des parcelles d'entraînement au martelage ("marteloscopes") sont également mises en place pour former les personnels techniques et affiner les pratiques de proche en proche.

Les exemples qui suivent sont ordonnés sensiblement selon la logique suivante :
⇒ d'abord les cas encore très marqués par le traitement en taillis sous-futaie (conversion engagée récemment, taillis abondant),
⇒ ensuite des exemples de conversion en futaie irrégulière de plus en plus anciens.

VII.1 - Coopérative Forêts Comtoises

Forêt privée dans la région de Vesoul.

| | |
|-----------------------------|--|
| Conditions de milieu | <ul style="list-style-type: none">• 250 m d'altitude• 950 mm de précipitations annuelles bien réparties• Température moyenne annuelle 9°C, avec de fréquentes gelées précoces et tardives• Sols profonds et lessivés sur limons des plateaux, humus : mull mésotrophe |
| Etat des peuplements | <ul style="list-style-type: none">• Chênes nettement dominants avec hêtre et charme plus quelques merisiers et érables• Futaie avec taillis vieilli, relativement claire (surface terrière de 16 m²/ha en moyenne) |
| Gestion passée | <ul style="list-style-type: none">• Jusqu'en 1976 : gestion en TSF (taillis non exploité depuis 1950)• 1977-1992 : conversion du TSF en futaie régulière en plantant les zones les plus pauvres (chênes rouges et douglas)• 1993-1997 : coupes rases ajournées : sylviculture prudente en attente• 1998 : conversion en futaie irrégulière (hors plantations récentes) |
| Méthode de suivi | <ul style="list-style-type: none">• Inventaire en plein avant coupe, pour quelques parcelles représentatives des différents peuplements présents |



Photo F. Bedel

Allure des peuplements après cinq ans de sylviculture « d'attente » puis 3 ans de conversion en futaie irrégulière (un passage en coupe « de conversion » en futaie irrégulière).

Coupes de conversion

Les consignes généralement formulées sont les suivantes :

1. repérer en avançant les bois "mûrs" qui "ne payent plus leur place" (par exemple : chêne ou hêtre de 60 à 75 cm de diamètre pour les bonnes qualités, à partir de 40 voire 35 cm pour les qualités

- médiocres*), ou les bois dépérissants ou très mal conformés,
2. autour de ces bois mûrs récoltés, ôter un ou deux bois moyens ou petits bois, et des brins de taillis pour élargir la trouée (2 à 4 ares),
 3. pratiquer entre les trouées une amélioration très légère ou un balivage dans les perches d'avenir (*c'est sans doute une des opérations les plus délicates à doser*),
 4. laisser les semenciers d'essences peu représentées aux abords des trouées,
 5. privilégier le relevé de couvert sur régénération acquise,
 6. dans les zones sans avenir (*par exemple celles dominées par un taillis flexueux*), créer une trouée volontaire,
 7. veiller à conserver un gainage autour des chênes.

Quelques repères et garde-fous guident l'équipe de martelage :

- ne pas créer de plein découvert sur plus de 4 ares (*au mieux, 2 à 3 ares, soit 2 gros bois ou 1 gros bois et 2 bois moyens ou 4 bois moyens...*),
- prélever 15 à 20 % du volume sur pied de la réserve (*soit en moyenne 1 gros bois sur 6 ou 7 et 1 bois moyen sur 4 ou 5*) lors du premier passage, et 10 à 15 % au second (*1 gros bois sur 7 ou 8 et 1 bois moyen sur 5 à 6*), dans des secteurs où les peuplements sont encore très riches en volume sur pied,
- créer 3 à 5 trouées par hectare d'une surface de 3 à 4 ares chacune pour assurer le renouvellement du peuplement, (ce qui reste difficilement contrôlable, et oblige les marteleurs à s'étalonner),
- permettre aux gaules de qualité d'avoir une croissance quasi-libre dès que la bille de pied est formée sur 6 à 8 m.

Coupes intermédiaires et travaux

Les travaux, réalisés 3 à 4 ans après la coupe, combinent en fonction des besoins ponctuels :

- **dégagement de semis** dans les trouées,
- **nettoisement et dépressage** dans les trouées où les semis sont bien installés,
- **tailles de formation et élagage** éventuels sur des brins d'avenir,
- **coupe éventuelle de 2 ou 3 brins de taillis** pouvant gêner le développement des semis ou des plants.

Quelques **plantations en enrichissement** pourront aussi être réalisées si aucun semis d'avenir ne s'est installé dans les trouées dans les 3 à 4 ans suivant la coupe.

VII.2 - ONF de Haute-Marne

Forêt Domaniale d'Auberive, diverses forêts communales sur les divisions de Langres et de Chaumont.

| | |
|-----------------------------|--|
| Conditions de milieu | <ul style="list-style-type: none"> • Altitude de 300 à 500 m (<i>plateaux calcaires</i>) • Température moyenne annuelle de 8,9°C, gelées précoces et tardives relativement fréquentes, précipitations annuelles de 900 mm environ, bien réparties sur l'année • Stations très variables sur calcaire : sols calcaires superficiels ou argiles de décarbonatation plus ou moins épaisses (<i>20 à 80 cm</i>), plus ou moins acides, avec placages de limons localement |
| Etat des peuplements | <ul style="list-style-type: none"> • Peuplements à chênes, hêtres en proportions très variables, avec nombreuses autres essences précieuses (<i>merisiers, érables, frênes, alisiers...</i>), charme et tremble • Taillis sous futaie moyennement riches (<i>de 15 à 24 m²/ha</i>) |
| Gestion passée | <ul style="list-style-type: none"> • Gestion en taillis sous futaie jusqu'en 1970, puis début de conversion en futaie régulière • Conversion en futaie irrégulière dans les années 1996 à 1998 |
| Méthode de suivi | <p>Diverses méthodes (<i>éventuellement combinées</i>) selon la taille des forêts appliquées à la révision d'aménagement puis à une fréquence calquée sur les rotations :</p> <ul style="list-style-type: none"> • inventaire par placettes permanentes (<i>100 à 150 ha</i>) • inventaire typologique ou relascopique (<i>50 à 150 ha</i>) • inventaire en plein (<i>parcelles représentatives ; moins de 50 ha</i>) |

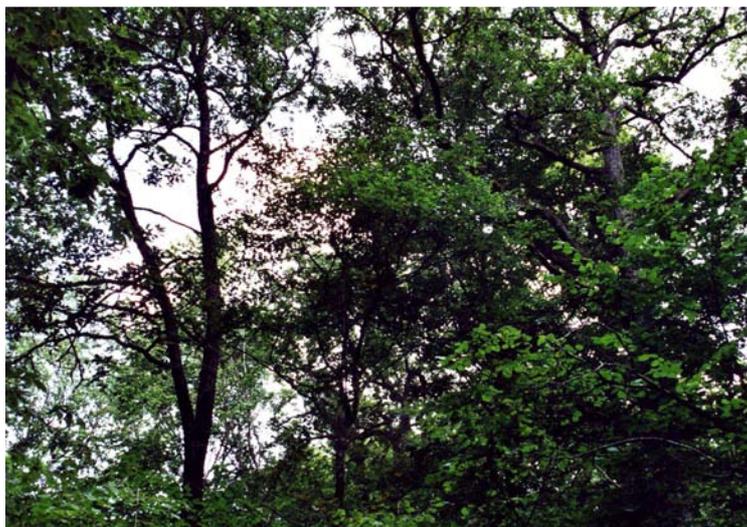


Photo F. Bedel

Peuplement mélangé et irrégulier sur plateau calcaire ; cette perche d'alisier torminal se développe à la faveur de l'ambiance lumineuse claire et de l'étagement du peuplement.

Coupes de bois d'œuvre

La rotation adoptée dans les peuplements traités en futaie irrégulière feuillue pied à pied depuis les trois à cinq dernières années est généralement de 10 ans.

La priorité est donnée au repérage des produits de qualité dans les petits diamètres, en faveur desquels un martelage " par le haut " est pratiqué. **Le martelage est systématiquement couplé avec le repérage de ces sujets d'avenir par un point de peinture.**

L'intérêt de ce repérage est triple :

- visualisation par l'exploitant des contraintes qui lui sont imposées (*préservation de ces tiges lors de l'exploitation*),
- visualisation par tous les membres de l'équipe de martelage des tiges d'avenir choisies (*particulièrement important dans la phase de formation du personnel*),
- démonstration à l'attention du propriétaire, afin que celui-ci soit conscient du potentiel d'avenir présent sur sa forêt et de l'attention que le gestionnaire y porte.

Pour ce faire, une à deux tiges dans les cépées fortes de taillis sont enlevées, en particulier celles qui concurrencent directement le houppier des sujets d'avenir. Simultanément, on veille à prélever les brins de taillis qui montent dans le houppier des chênes et font pourrir leurs branches.

En revanche, **le marquage d'arbres de futaie est déterminé par référence aux fonctions principales qu'ils remplissent.** En particulier, un arbre avec une bille de pied de qualité et une bonne croissance ne doit pas être sacrifié au profit d'une jeune tige ou de régénération.

L'objectif de maintien voire d'augmentation du mélange est explicite : en particulier on incite les marteleurs à être moins exigeants dans l'appréciation de la qualité avec les essences plus rares.

Un arbre n'est récolté que s'il a atteint sa valeur maximale et ne risque pas de se déprécier avant la prochaine coupe, aucun sacrifice n'est consenti pour une tache de régénération tant que le volume de futaie n'est pas excessif. Autour d'un arbre à récolter au prochain passage, le peuplement est en revanche préparé pour la venue des semis et la commodité de l'abattage (*enlèvement des sujets les moins beaux de l'étage dominant*) ; on privilégie ainsi la récolte sur semis acquis.

VII.3 - Forêt domaniale de Chaux (Jura), série de futaie irrégulière feuillue

| | |
|-----------------------------|--|
| Conditions de milieu | <ul style="list-style-type: none">• Altitude 210 à 250 m, température moyenne annuelle 10,5 °C, gelées tardives relativement fréquentes, précipitations annuelles de 1100 mm environ, assez bien réparties sur l'année• Limons sur cailloutis siliceux, stations majoritairement mésoacidiphiles, à degré d'hydromorphie très variable selon la micro topographie |
| Etat des peuplements | <ul style="list-style-type: none">• Peuplements à base de chênes issus de TSF (<i>souvent gélifs et roulés</i>), relativement riches (<i>autour de 17 m²/ha</i>), majoritairement régularisés dans les bois moyens |
| Gestion passée | <ul style="list-style-type: none">• 1956 - 1975 : conversion en futaie régulière pour les peuplements les plus riches ou régularisés, restauration (<i>amélioration et régénération partielle de la futaie</i>) pour les peuplements les plus pauvres et irréguliers• 1976 - 1995 : conversion en futaie régulière, par simple amélioration avec maintien du taillis pour la majorité de ces peuplements• - Conversion en futaie irrégulière à partir de 1996 |
| Méthode de suivi | <ul style="list-style-type: none">• Inventaire de la régénération par placettes temporaires avant martelage |



Photo AFI

Peuplement issu de taillis sous futaie régularisé dans les bois moyens, quatre ans après les premières coupes de conversion en futaie irrégulière.

Coupe principale

La plupart des sols étant très sensibles au tassement, des cloisonnements d'exploitation sont ouverts avant chaque coupe.

Pour les parcelles présentant une contrainte majeure d'hydromorphie, la rotation des coupes est de 20 ans, celles-ci étant essentiellement à caractère sanitaire. Pour les autres cas, la rotation est de 12 ans, les consignes de martelage étant modulées selon les grands types de peuplements :

1. **Pour les peuplements issus de TSF à structure irrégulière** : prélèvement assez énergique visant surtout à récolter :
 - les gros bois ayant atteint leur diamètre d'exploitabilité (*repoussé quelques années pour les quelques tiges saines et de grande qualité*),
 - les chênes et charmes médiocres concurrençant directement des tiges d'avenir et surtout des baliveaux,
 - les bois moyens dans les bouquets trop serrés.
2. **Pour les peuplements issus de TSF à dominante de gros bois** :
 - favoriser les meilleurs bois moyens partout où cela est possible sans sacrifice d'exploitabilité,
 - éclaircir sélectivement les bouquets les plus denses.
3. **Pour les peuplements issus de TSF régularisés dans les bois moyens** :

- accélérer la croissance au sein de la classe dominante par une sélection énergétique,
- récolter les gros bois ayant atteint leur optimum d'exploitabilité,
- favoriser le hêtre au détriment des chênes sur les stations où leur qualité est médiocre.

Eclaircie partielle de taillis et travaux

Deux ou trois ans après exploitation de la coupe principale, le sous-étage est partiellement éclairci (avec si possible cession de bois de chauffage ou à défaut au titre des travaux), afin de :

- détourner les perches d'avenir de hêtre ou de chêne (objectif prédominant pour les peuplements régularisés dans les bois moyens),
- mettre en lumière les taches de semis acquis, en limitant les trouées à 2 ares maximum,
- nettoyer les abords immédiats des semenciers potentiels (objectif prédominant pour les peuplements à tendance gros bois).

Dans le cas particulier des chênaies pédonculées installées sur les banquettes autour des cours d'eau, susceptibles de fournir des chênes de très belle qualité, un effort particulier est consenti :

- protection individuelle des semis acquis,
- compléments éventuels par quelques plants.

VII.4 - Forêts gérées par F. REBEIROT, expert forestier dans le Jura

| | Cosges | Bois du Chanois (St-Maur) |
|-----------------------------|---|--|
| Conditions de milieu | <ul style="list-style-type: none"> • Altitude 200 m (Bresse) • Station acidocline sur limon, hydromorphie temporaire | <ul style="list-style-type: none"> • Altitude 600 m (premier plateau du Jura) • Station acidocline à contrainte d'enracinement mais bonne alimentation en eau |
| Etat des peuplements | <ul style="list-style-type: none"> • Chênaie (sessile et pédonculé) à hêtre, chêne rouge et charme • Peuplements irréguliers riches en gros bois, à taillis vigoureux | <ul style="list-style-type: none"> • Hêtraie chênaie mélangée (charme, tilleul, érable sycomore, épicéa, frêne...) • Peuplements irréguliers assez pauvres ($G = 14 \text{ m}^2/\text{ha}$) |
| Gestion passée | <ul style="list-style-type: none"> • Traitement en TSF jusqu'en 1993, avec enrichissements en chêne rouge | <ul style="list-style-type: none"> • Traitement en TSF jusqu'en 1988, favorisant nettement le chêne sessile |
| Méthode de suivi | <ul style="list-style-type: none"> • Traitement en futaie mélangée et irrégulière depuis 1988 • Inventaire en plein (sauf pour les parcelles les plus éloignées de l'état souhaité) l'année de passage en coupe (avant ou après celle-ci), avec appréciation de la qualité de tous les arbres précomptables (à partir du diamètre 17,5 cm) | |



Photo AFI

Bois du Chanois : mélange d'essences et taches de régénération douze ans après conversion en futaie irrégulière.

Coupes de taillis

Le taillis est marqué "en abandon" pour maintenir une certaine densité ; c'est la première opération à réaliser pour réellement engager la conversion en futaie irrégulière.

Pour les deux forêts, le prélèvement lors de la première coupe de conversion en futaie irrégulière a été globalement assez prudent, de l'ordre de 50 stères à l'hectare : le gestionnaire préfère une éclaircie progressive du taillis, quitte à repasser si celui-ci se referme trop vite.

Le marquage doit viser une hétérogénéité importante au sein du peuplement, en évitant d'obéir à des schémas prédéfinis (*tels que : éclaircie systématiquement par le haut, nombre de brins fixés par cépée...*), et concerne également les mauvaises tiges de franc-pied destinées au chauffage. Sur des secteurs sans arbres de futaie, de petites trouées peuvent être créées par un relevé de couvert plus fort ; à l'inverse, le taillis peut être laissé en l'état là où l'ouverture du peuplement est déjà forte.

Coupes de bois d'œuvre

La coupe de bois d'œuvre est programmée 4 à 5 ans après la coupe de taillis, afin de bien prendre en compte les conséquences de cette dernière sur la dynamique des peuplements.

Le choix de la rotation résulte d'un compromis entre le besoin de passages rapprochés et la nécessité de constituer des lots suffisamment importants pour être bien vendus : 12 ans à Cosges et 16 ans à St-Maur. Le prélèvement recherché est de l'ordre d'une tige par hectare et par an de 2 m³ environ de volume commercial. Le rythme de passage à la futaie recherché est également d'environ une tige de qualité par hectare et par an.

Les consignes de martelage prennent en compte les principales fonctions suivantes :

- récolte,
- amélioration,
- structuration,
- régénération.

Elles sont combinées avec :

- le maintien ou l'augmentation du mélange d'essence (*jugement moins sévère vis à vis d'essences rares, maintien d'essences actuellement mal valorisées comme le bouleau*),
- le maintien de tiges d'intérêt écologique particulier,
- la résorption de problèmes sanitaires.

A Cosges, où la qualité est nettement concentrée dans les plus gros bois, la fonction d'amélioration est particulièrement marquée.

A St-Maur les coupes pratiquées pour l'instant sont principalement à fonction sanitaire, pour diminuer fortement la part de chênes gélifs et à cœur étoilé, et visent accessoirement à augmenter le mélange, notamment la part du hêtre et de l'érable sycomore.

Travaux

Dans les conditions stationnelles de chacune des deux forêts visitées et avec des conditions d'éclairement diffus variables sur la parcelle, résultant des diverses coupes pratiquées, les travaux en faveur des semis ou des gaules d'essences précieuses ont été très limités. Très légers (*3 journées d'ouvrier pour 5 hectares*), ils ont consisté en quelques griffages de charmes et de rares dégagements de semis, de manière diffuse dans le peuplement.

Pour le maintien du potentiel en semis, la maîtrise conjointe de la pression du gibier surtout à St-Maur (*chevreuil apparemment très abondant*), et de la qualité de l'exploitation s'avéreront nécessaires.

VII.5 - Forêt de Gergy (Côte d'Or) gérée par R. SUSSE, expert forestier

| | |
|-----------------------------|--|
| Conditions de milieu | <ul style="list-style-type: none">• 200 m d'altitude• 750 mm dont 400 mm de juin à septembre• Sol argileux hydromorphe (<i>nappe perchée à environ 40 cm de profondeur en hiver</i>), désaturé (pH autour de 5) |
| Etat des peuplements | <ul style="list-style-type: none">• Chênes sessiles et surtout pédonculés très majoritaires (<i>3/4 du volume</i>), avec tilleuls et quelques bouleaux, trembles et charmes• Peuplements irréguliers moyennement riches (<i>19 m²/ha de surface terrière totale</i>) à taillis encore vigoureux |
| Gestion passée | <ul style="list-style-type: none">• Jusqu'en 1950, gestion en taillis sous futaie• 1958-1970 : peuplements enrichis par des coupes de rénovation dans les peuplements feuillus• 1970-1989 : régénération naturelle de chênes favorisée par des trouées dans le taillis et des extractions de gros bois• Conversion en futaie irrégulière depuis 1989 |
| Méthode de suivi | <ul style="list-style-type: none">• Inventaire par placettes permanentes remesurées à mi-rotation• Inventaire en plein après coupe pour la plupart des parcelles |



Photo F. Bedel

Peuplement clair et irrégulier ; au second plan une tache de régénération de chêne sous une petite trouée, libérée de la concurrence du tilleul et du charme.

Coupes de bois d'œuvre

La rotation est jusqu'ici de 11 ans ; cette durée est sans doute désormais un peu longue puisque l'on ne souhaite pas capitaliser davantage.

Le martelage dans la futaie est dicté par les principales consignes suivantes :

- récolter des bois à leur optimum de maturité économique,
- favoriser chaque tige d'essence précieuse se développant de façon satisfaisante : l'arbre objectif doit présenter une bonne bille de pied et une cime équilibrée sans grosses branches,
- marteler en priorité au profit des moyens et gros bois de belle qualité, mais surtout des catégories de diamètre 10, 15 et 20 actuellement déficitaires, sans hésiter à retirer les bois moyens de qualité médiocre qui les gênent directement,
- favoriser les essences minoritaires et quelques arbres sénescents ou à trous de pics,
- en dernier lieu, libérer des trouées de 1 à 3 ares sur semis acquis, lorsque cela ne doit pas induire de sacrifices d'exploitabilité sur de beaux bois.

Coupes de taillis et travaux

L'éclaircie du taillis intervient la même saison à la suite de la coupe de bois d'œuvre, toutefois le gestionnaire préférerait éclaircir le sous-étage préalablement au martelage de la futaie car il estime que c'est du point de vue sylvicole l'opération critique qui va conditionner le bon développement des jeunes tiges d'essences précieuses.

L'éclaircie du taillis est pratiquée en abandon, mais doit être vigoureuse. Les consignes sont réfléchies au cas par cas, sans systématiquement éclaircir "par le haut" car certains brins trop serrés s'affaîsseraient sur des baliveaux.

Les coupes (*futaie et sous-étage*) évitent si possible de créer des ouvertures importantes, ceci afin :

- d'éviter des travaux coûteux en faveur des semis (*comme cela a été nécessaire sur quelques trouées trop ouvertes*),
- d'éviter une remontée de la nappe qui obligerait à des travaux d'assainissement.

L'année suivant la coupe ont lieu quelques travaux en faveur des semis et des tailles de formation. Le déliantage (*contre le chèvrefeuille*) peut parfois prendre une importance particulière. Il est important d'agir à temps sur les semis en plein développement, en particulier sur les chênes qui peuvent être perdus au bout de 2 ans s'ils sont dominés ou gênés dans leur croissance.

L'objectif est de conduire au stade de "sprinter" 2 à 5 tiges (souvent de chênes) par trouée, ce qui devrait permettre d'assurer l'avenir avec des coûts en travaux limités. Les travaux jusqu'ici très légers vont sans doute s'intensifier dans les années à venir, tout en restant diffus et a priori peu coûteux.

VII.6 - Forêt de la Quiquengrogne (Haute-Saône), gérée par A. CHAVANE, expert forestier

| | |
|-----------------------------|--|
| Conditions de milieu | <ul style="list-style-type: none"> • 400 m d'altitude • 1180 mm de précipitations annuelles bien réparties • Température moyenne annuelle 9°C, avec des gelées tardives • Sols profonds et frais sur grès, humus : mull acide voire moder |
| Etat des peuplements | <ul style="list-style-type: none"> • Hêtraies acidiphiles et acidiphiles : environ 70 % de hêtre (excellente qualité), 20 % de chêne et 10% de sapin • Futaie claire (<i>surface terrière entre 10 et 20m²/ha</i>) et irrégulière (<i>avec un déficit de gaules</i>), pratiquement sans taillis |
| Gestion passée | <ul style="list-style-type: none"> • Jusqu'en 1950, gestion en taillis sous futaie • Puis en futaie sur taillis (<i>coupes d'amélioration par le haut dans la futaie et vieillissement du taillis, plantations de sapins</i>) • Conversion en futaie irrégulière depuis 1975 |
| Méthode de suivi | <ul style="list-style-type: none"> • Inventaire en plein avant coupe (<i>à l'origine à chaque rotation, actuellement tous les 18 ans</i>) |



Photo AFI

Hêtraie avec chêne sessile et sapin, conduite en irrégulier depuis plus de vingt-cinq ans.

Coupes de bois d'œuvre

Les interventions dans la futaie sont des coupes d'assainissement - espacement - régénération caractérisées comme suit :

- rotation : 8 à 12 ans,
- prélèvement : 21 à 35 % d'un volume bois fort variant entre 200 et 120 m³, sachant que la production est de 6 à 7 m³ bois fort/ha/an.

Dans la phase de conversion, une séquence d'opérations bien différenciées est définie :

- 1^{er} passage sur les tiges mal venantes de plus de 30 cm de diamètre et les gros bois dominant le perchis et les sujets d'avenir,
- 2^{ème} passage sur les gros hêtres (*majoritaires*) dépérissants ou de 65-70 cm de diamètre (*voire 75 s'ils ne sont pas fourchus*).

L'opération suivante consiste en une éclaircie sur les cônes de régénération bien venants, sans exclure quelques sacrifices d'exploitabilité au besoin.

Par ailleurs, devant la très nette dominance du hêtre dans les peuplements, les prélèvements évitent autant que possible de toucher aux chênes afin de préserver la diversité existante (*ce principe est facilité par une relative mévente du chêne par rapport au hêtre*).

Coupes intermédiaires et travaux

Des coupes intermédiaires sont prévues pour procéder à une sélection dans les bois de 15 à 35 cm de diamètre (*10 à 20 st/ha*).

En complément, les travaux suivants sont réalisés :

- en préliminaire (*sur 3, 4 ans*) : nettoyage des semis existants (*sapin*),
- en 2 passages sur 5 à 6 ans :
 - ⇒ enlèvement prudent du taillis et des mauvaises tiges de francs pieds,
 - ⇒ assainissement, puis dépressage des bouquets de perchis ou gaulis,

La prochaine opération sera un dépressage dans les jeunes gaulis bien venants.

VII.7 - ONF Haute-Saône, forêts communales sur la division de Vesoul

Forêts communales de Loulans-les-Forges, Roche-sur-Linotte, forêt sectionnale de Magny.

| | |
|-----------------------------|--|
| Conditions de milieu | <ul style="list-style-type: none"> • 250 à 350 m d'altitude • 1000 mm de précipitations annuelles bien réparties • Température moyenne annuelle 10°C, avec des gelées tardives • Argiles à chailles, chênaie-hêtraie-charmaie mésoneutrophile à acidiphile |
| Etat des peuplements | <ul style="list-style-type: none"> • Chêne majoritaire avec hêtre et divers (<i>dont un certain nombre de feuillus précieux</i>), pour respectivement environ 50, 30 et 20% du volume • Futaie relativement riche et régularisée, avec taillis peu abondant |
| Gestion passée | <ul style="list-style-type: none"> • Traitement en TSF jusqu'en 1964 • Conversion en futaie jardinée feuillue de 1964 à 1985 • Depuis 1986, conversion en futaie régulière |
| Méthode de suivi | <ul style="list-style-type: none"> • Inventaire en plein lors de la révision d'aménagement |

Coupes de conversion et jardinage

Dans les années 1960 à 1980, le traitement pratiqué était qualifié de « futaie jardinée à hêtre dominant avec des bouquets de chêne en mélange ».

Les règles de culture concernant le martelage étaient les suivantes :

- prélèvements relativement fréquents (*rotation de 12 ans*) et légers (*dans les limites d'une possibilité volume indicative*),
- amélioration des perches et des bouquets de jeune futaie claire par extraction en priorité des chênes gélinés et des gros bois de hêtre ou de chênes mal conformés (*en se limitant aux tiges réellement gênantes afin de maintenir un semi-ombrage propice au renouvellement du hêtre*),
- récolte des gros bois de hêtre et chêne, à partir d'un diamètre de 60 cm voire plus selon leur qualité, en priorité ceux gênant le développement de semis ou de gaulis de valeur,
- marquage complémentaire de perches et brins de taillis en abandon (*exceptionnellement griffage en réserve dans les zones particulièrement riches en baliveaux*).

Des règles semblables sont encore actuellement appliquées sur certaines parcelles restées très irrégulières, avec quelques nouveautés :

- marquage intensif du charme là où il est devenu particulièrement abondant (*cas fréquent*), en

particulier sur semis et gaulis acquis, et quasi-systématiquement à partir d'un diamètre de 35 cm ailleurs,

- attention particulière portée aux semis acquis, gaulis et perches de divers nobles (*alisiers, tilleul, érable champêtre...*) et détournement vigoureux au profit des plus beaux,
- dans les zones peu régénérées, maintien plus tardif de gros semenciers (*hêtre le plus souvent et chênes dans les zones moins touchées par la gélivure*).

Travaux

Les travaux étaient réalisés à la suite des coupes (*à la rotation de 12 ans*) :

- nettoisements et dégagements de semis,
- recépages sous les arbres récoltés, en particulier autour des taches de semis acquis,
- plantations complémentaires (*résineux essentiellement*) dans les zones jugées difficiles à régénérer.

Localement, dans les zones peu touchées par la gélivure et riches en gros bois exploitables, des efforts particuliers étaient consentis en faveur des semis de chênes : mise en lumière dès la levée des semis par l'extraction du sous-étage, programmation de dégagements annuels et récolte des gros bois sur de grands bouquets ou parquets en 2 ou 3 passages, le tout sur une durée de 7 ans.

Tous les travaux réalisés à cette époque étaient suivis sur des croquis dans des cahiers de contrôle.

VII.8 - Autres exemples de pratiques concernant les travaux

Groupe de travail "hêtre" de l'IDF (1998)

Dans les futaies irrégulières à hêtre dominant, les travaux préconisés ont lieu 1 à 3 ans après coupe. Par parcelle entière, ils combinent :

- L'exploitation de brins non commercialisables,
- des dégagements de semis,
- des tailles de formation éventuelles (*surtout en phase de conversion vers la futaie irrégulière*).

Les consignes proposées consistent essentiellement à pratiquer :

- des travaux en faveur des essences minoritaires (*dégagement de semis, gaules ou baliveaux, enrichissements éventuels*),
- et des interventions légères (*0,5 à 1 h/ha/an*).

Groupement forestier de la Thiérache, Compagnie forestière du Nouvion (1995)

Des dégagements et éclaircissement de semis sont pratiqués à mi-rotation (*4 ans après coupe*).

Auparavant, lors de la gestion en TSF avaient lieu des dégagements de semis et des émondages de baliveaux, opérations qui sont reprises très localement.

Programme "LOWE" (Basse-Saxe) (1998)

Les consignes sont déterminées sur le terrain au cas par cas par l'agent et l'ouvrier. La formation aux nouveaux types de travaux et au martelage est pratiquée sur des "placettes d'entraînement", qui rencontrent de la part des professionnels un succès grandissant (*H.-J. OTTO, comm. orale*).

VIII - Données sur le comportement des essences

Les peuplements issus de taillis sous futaie sont souvent mélangés, en particulier en Franche-Comté. La gestion de ce mélange gagne en pertinence si l'on considère l'écologie comparée des essences en présence pour une station donnée. Des schémas permettant une comparaison du pouvoir concurrentiel des différentes essences aux différents stades de développement peuvent constituer une aide précieuse pour le gestionnaire (G. GRANDJEAN, 1995). Quatre stades successifs de la vie d'un arbre peuvent être utilement distingués : la régénération, la croissance en hauteur (*jusqu'à environ 10 m*), la phase d'attente ou de compression et la croissance en diamètre. Cette dernière est la mieux connue, et les deux premières commencent à être bien analysées notamment sur les peuplements irréguliers du réseau de référence de l'AFI. La phase d'attente suscite encore des interrogations, notamment sur les éventuelles pertes de croissance et de qualité au bout de durées à définir selon les essences (M. BRUCIAMACCHIE et al., 2000).

VIII.1 - Le hêtre

Le hêtre, en tant qu'essence sciaphile, est généralement reconnu comme apte à bien se développer dans des peuplements irréguliers. Les données mesurées notamment sur le réseau de parcelles de référence de l'AFI (M. BRUCIAMACCHIE et al.) montrent que le hêtre se régénère bien en peuplements irréguliers (*dans une gamme de matériel à l'hectare donnée*) quel que soit le niveau trophique des stations (*eutrophes ou acides*) ; seule une contrainte d'hydromorphie peut gêner son développement.

Ainsi, sur la forêt de la Quiquengrogne, A. CHAVANE (1996) fait les constatations suivantes :

- un cône de régénération se forme très vite après l'enlèvement d'un très gros bois, et la croissance en diamètre d'un baliveau de hêtre réagit nettement au détournement,
- dans les conditions locales, les semis de hêtre rattrapent puis dominent assez vite les fourrés de sapin considéré pourtant comme l'essence sciaphile " type ".

En forêt communale de Vivey (*Haute-Marne*), M. ALZINGRE (1998) observe une régénération et un recrutement très actifs de hêtres bien conformés dès qu'il y a un peu de semenciers.

Toutefois, lorsque la première essence-objectif est le hêtre, le dosage de la lumière conserve toute son importance : selon F. JACOBEE (1993), une ouverture du peuplement par de trop grandes trouées peut poser des problèmes de concurrence avec d'autres essences :

- au profit du frêne sur de nombreuses stations, notamment les sols alcalins secs (*rendzines de pentes*),
- au profit du charme sur stations acidiclinales, par exemple dans le contexte des plateaux calcaires de Haute-Marne.

Cela peut bien sûr être mis à profit dans une optique de mélange d'essences.

La capacité de réaction de semis longtemps dominés n'est encore pas bien connue, ce qui pose des questions sur le maintien de la qualité des tiges jusqu'à la récolte, notamment par rapport au problème du cœur rouge.

Cette coloration semble être liée à la fois au diamètre et à l'âge des tiges, mais aussi à la station ; ainsi les forestiers allemands de Basse-Saxe ont souvent constaté du cœur rouge dès 90 ans sur calcaire (voire plus tôt), mais rarement sur substrats plus acides (*grès ou " plaine glaciaire "*) ; cela est confirmé par des études suisses (*cf. annexe II*).

De plus, il n'est pas évident que les pertes financières dues au risque de cœur rouge ne puissent pas être globalement compensées par les gains réalisés sur les sujets sains de bonne qualité que l'on laisse pousser jusqu'à 70 cm ou plus (*gestion de la qualité arbre par arbre*). Ainsi, sur un échantillonnage de 1500 hêtres abattus en Haute-Marne, l'augmentation de la part de cœur rouge avec le diamètre se vérifie et semble s'accélérer un peu au-delà de 60 cm. Toutefois, si l'on applique des grilles de prix moyens établis en fonction du diamètre pour des arbres blancs ou rouges (à différents degrés), la simulation du prix de vente total de 100 tiges que l'on " laisse grossir " au-delà de 40 cm de diamètre montre que ce prix présente une augmentation continue même au-delà de 60 cm (R. PIERRAT, *comm. orale*).

D'après J.-Ph. SCHUTZ, l'idéal pour l'éducation de tiges de qualité semble être de travailler au profit de petits collectifs de 2 à 6 ares, ceci afin d'aider à maintenir une dominance apicale satisfaisante. Une exigence comparable se retrouve dans le cas des chênes (*la taille optimale reste à préciser*) et de

manière générale pour toutes les essences tendant à une croissance sympodiale. Toutefois, d'autres praticiens, notamment en France, constatent que ce rôle d'éducation peut être assuré par d'autres facteurs : compétition interspécifique, et dosage de l'éclaircissement sans nécessairement rechercher des collectifs à l'échelle préconisée par SCHUTZ.

Remarque relative au chancre :

Le chancre se propage souvent des tiges âgées aux jeunes tiges ; pour pallier ce problème en futaie régulière, il est conseillé d'accélérer le renouvellement ; en futaie irrégulière, il est recommandé d'accélérer, après la phase de compression initiale, la croissance des tiges, qui semblent alors pouvoir se rétablir. En complément, il est utile de procéder à des petits travaux de toilette dans les jeunes tiges, et d'éliminer les semenciers chancreux en martelage. Certaines incertitudes subsistent néanmoins en cas de traitement irrégulier : la transmission entre tiges pouvant être facilitée dans certains cas (*E. SEVRIN, comm. orale*).

VIII.2 - Les chênes sessile et pédonculé

Les avis sur la capacité des chênes sessile et surtout pédonculé à se développer durablement en peuplements irréguliers sont partagés, du fait de leurs exigences en lumière, surtout pour le passage de la phase de régénération à celle de croissance en hauteur (*des problèmes similaires sont soulevés pour l'aulne glutineux*).

Pour un traitement par gros bouquets

Certains auteurs, tel J.Ph. SCHUTZ (1997), considèrent que la gestion pied à pied est aléatoire, et lui préfèrent un traitement par gros bouquets voire parquets (*au minimum 20 ares dans les forêts du canton de Neuchâtel*). De plus, selon J. Ph. SCHUTZ, il faut intervenir après une bonne glandée, dégager vigoureusement, mais avec des risques de gourmands, de coups de soleil, et sans garantie d'obtenir un recrutement de tiges de qualité ensuite.

Cela rejoint un certain nombre d'observations recueillies en Belgique depuis le début du siècle. En effet, dans les conditions naturelles de la plupart des peuplements feuillus de Belgique (*gelées, glandées rares, végétation adventice concurrentielle*), la futaie régulière de chênes à régénération rapide semble le plus souvent impossible.

Les tentatives de traitements alternatifs ont fait ressortir les principales constatations suivantes (*POSKIN, 1931*) :

- **pour le chêne sessile**

- ⇒ en forêt de Haut-Fays, longtemps gérée en futaie jardinée (*SFFC, 1937*), le chêne ne se renouvelle pas, bien qu'il constitue en 1985 28 % du nombre de tiges dans le peuplement adulte. C'est pourquoi une sylviculture par bouquets (*10 à 50 ares*) est pratiquée, avec une structuration sur 12 à 15 ha ;
- ⇒ une régénération par groupe est souvent constatée, plus dense au bord des trouées (*protégée des adventices, du gel, de l'oïdium et du soleil*) ; les trouées sont à agrandir rapidement là où les semis seront utiles ; mais le sous-bois est maintenu si les adventices risquent d'envahir, jusqu'à une bonne glandée. De nombreux travaux sont parfois à entreprendre : débroussaillage, désouchage, travail du sol. Le maintien du hêtre en mélange est souhaitable, notamment pour assurer la propreté du sol et le bourrage.

- **pour le chêne pédonculé**

- ⇒ le renouvellement demande encore plus de doigté, notamment face à ses problèmes de régénération sur des stations à sol argileux et frais, où il est pourtant réputé adapté.

Ces problèmes constatés en Belgique sont cependant dus pour une large part à l'application de normes théoriques de répartition des diamètres qui imposent un matériel sur pied élevé, du type de celles qui ont également longtemps posé problèmes en peuplements résineux jardinés. Ainsi la forêt de Haut-Fays citée ci-dessus présentait jusque dans les années 1970 des peuplements sans doute trop denses (*24 m²/ha*).

Pour un traitement pied par pied

Pour F. JACOBEE (1993) en revanche, les chênes peuvent se développer dans le cadre d'une sylviculture pied à pied, les principaux facteurs limitants étant constitués par la concurrence des autres ligneux et les facultés de fructification des chênes.

Trois types de contextes peuvent être distingués :

- la station présente une acidité marquée, et/ou une contrainte de texture : dans ce cas les essences à croissance lente et adaptées aux contraintes peuvent s'exprimer : chênes et tilleul sur sols acides, chênes sur sols argileux. Ainsi, en stations acides hydromorphes, les chênes sessile et pédonculé apparaissent dans des trouées de l'ordre de 70 m² de surface mais végètent après 4 à 6 ans ; à partir de 100 à 120 m² (environ 1 are), et avec un peuplement environnant même relativement riche (surface terrière totale de 21 à 28 m²/ha) ils s'installent durablement (sans inflexion de croissance en 10 ans) ;
- la station présente une acidité faible : le charme et le hêtre ont une croissance plus rapide que celle des chênes qui sont alors généralement en difficulté ;
- en station eutrophe (exemple : limons riches du Nouvion dans l'Aisne), une régénération peut être acquise dans des trouées de un à quelques ares mais seulement suite à de bonnes glandées et/ou à des dégagements, du fait de la forte croissance du frêne et des grands érables. Les semis de chênes les plus vigoureux se rencontrent alors en bordure nord-est des trouées (exposition sud-ouest).

De plus, il semblerait que sur des trouées nettement plus grandes (à partir de 6 ares), les jeunes chênes souffrent en cas de sécheresse (pousse annuelle inférieure à 20 cm), à laquelle les semis semblent plus sensibles qu'aux conditions d'éclairement. Ceci est particulièrement vrai lorsque la végétation accompagnatrice est vigoureuse et exerce ainsi une vive compétition souterraine (effet bien connu dans le cas de plantations de chênes en découvert).



Photo F. Bedel

Cône de régénération développé sur limons acides dans une petite trouée (2 à 3 ares), dominé par quelques « sprinter » de chêne sessile (forêt de Latrecey, Haute-Marne).

Suite à l'option prise par le groupe de travail franc-comtois sur le traitement des peuplements feuillus irréguliers (DR ONF, 1996) de privilégier une sylviculture irrégulière pied à pied chaque fois que cela est techniquement possible, la STIR-Est a installé des essais en forêts de Chaux (chênes sessile et pédonculé) et de Palleau (chêne sessile):

Dans les conditions suivantes :

- surface terrière des arbres de plus de 17,5 cm de diamètre d'environ 20 m²/ha,
- surfaces terrières du taillis variables (1,5 à 6 m²/ha),
- trouées de 2,5 à 6,6 ares (soit la limite supérieure admise pour un traitement pied à pied),
- stations mésoacidiphiles hydromorphes.

On observe après 3 ans de mesures que :

- **la taille de la trouée intervient peu** ; la densité et la localisation des semis sont variables,
- **la croissance des semis est maximale au centre des trouées**, avec une densité de semis relativement faible, et des besoins en dégagement assez élevés (*proche de la situation en futaie régulière avec une coupe progressive et 3 dégagements*),
- **un taillis dense (800 t/ha soit 6 m²/ha) pénalise fortement la densité et la croissance des semis** mais aussi celles de toutes les plantes concurrentes.

Renouvellement

Pour l'acquisition d'un renouvellement en chêne, le gestionnaire peut consentir à des travaux exceptionnels suite à une bonne glandée, ou bien il peut préférer maintenir le peuplement dans un état propice à une régénération diffuse (*surface terrière des arbres de plus de 17,5 cm de diamètre d'environ 15 m²/ha, surface terrière du taillis inférieure à 4 m²/ha*) qui pourra ensuite se développer à l'aplomb d'un gros bois enlevé en coupe.

Sur des sols riches, le maintien de chênes exige des travaux plus ou moins répétés dont le coût doit être réfléchi en fonction des produits que l'on peut obtenir avec les différentes essences présentes naturellement.

En station acide hydromorphe, F. JACOBEE (1993) constate que le prélèvement du tremble deux ou trois ans avant coupe permet de laisser sa place au chêne pédonculé.

Les connaissances écologiques sont encore incomplètes pour expliquer les phénomènes complexes du renouvellement d'essences telles que les chênes sous leur propre couvert : ainsi :

- selon L. SCHAEFFER (1937), les différences dans la nature des radiations absorbées par le feuillage des différentes espèces pourraient expliquer les substitutions d'essences (*non-régénération sous leur propre couvert*) telles que hêtre sous chêne,
- alors que, pour H. J. OTTO (1998) : " Il existe des champignons spécialisés des stades précoces et d'autres des stades tardifs. Seuls les champignons des stades précoces peuvent coloniser les semis des arbres, même lorsqu'ils sont exposés à des substances inhibitrices et à d'autres facteurs de stress. [...] L'ectomycorhize du stade tardif peut transférer du carbone des arbres aux semis par des " ponts mycorhiziens " permettant par exemple la croissance des semis même en conditions d'éclairage sub-optimales (*à l'ombre du peuplement*).

Ensuite, lors de la phase d'attente, il est important de veiller à conserver un demi-ombrage autour des jeunes tiges de chênes, principalement grâce au taillis ou aux perches, afin d'éviter les risques d'apparition de gourmands, qui peuvent être importants si le houppier est particulièrement étriqué.

Une différence notable entre les peuplements étudiés par SCHUTZ et JACOBEE réside dans la présence dans le deuxième cas de taillis, dont la gestion, en jouant plus ou moins finement sur l'éclairage indirect et latéral au sein du peuplement, permet de créer très localement des conditions favorables au chêne en régulant la concurrence d'autres végétaux. A l'inverse, dans les peuplements étudiés par SCHUTZ, le sous-étage est moins présent et le sylviculteur, en éclaircissant essentiellement l'étage dominant, ne peut pratiquement jouer que sur l'éclairage direct du sol.

VIII.3 - Les autres feuillus (érables, frênes, fruitiers...)

Un certain nombre d'observations ont été faites par divers gestionnaires sur le développement des différents feuillus susceptibles de produire du bois d'œuvre de qualité. **L'un des intérêts de la sylviculture irrégulière est de pouvoir gérer sur une même parcelle un mélange d'essences à des termes d'exploitabilité différents.** La qualité de forme des jeunes tiges élevées en demi-ombre est très souvent rapportée ; toutefois le recul manque pour affirmer qu'elle se maintiendra jusqu'à une dimension exploitable. Dans le cas où l'on trouverait actuellement des grands arbres de qualité, une meilleure connaissance et description des opérations qui ont été menées lors de la gestion en taillis sous futaie serait précieuse.

Quelques observations parmi les plus précises rapportées par la littérature sont évoquées ci-dessous. En forêt communale de Vivey, M. ALZINGRE (1998) observe une grande diversité d'essences bien venantes sur des stations à vocation principale hêtre mais avec une variation très fine du sol (*plateaux calcaires*) ; les tiges et les houppiers s'avèrent en majorité de bonne conformation. L'érable sycomore est le plus concurrentiel avec le hêtre (*ce cas de figure est fréquent dans le nord-est de la France*).

Thiérache, la Compagnie forestière du Nouvion (1995) observe un mélange très intime, dans lequel les érables viennent concurrencer les frênes et les chênes dominants, de même que les merisiers localement.

F. JACOBEE (1993) rapporte les constats suivants à partir de l'observation du fonctionnement des trouées :

- **Erables** : en station eutrophe, les érables s'installent bien pour des trouées jusqu'à plus ou moins 70 m² (*plutôt plus grandes pour le plane, plus petites pour le sycomore*) et dominent si la trouée est ouverte progressivement.
- **Frêne** : sur cette même station et pour des surfaces d'ouvertures un peu supérieures c'est souvent le frêne qui domine durablement. Sur les pentes calcaires, où il n'est pas nécessairement en station (*sols acides en surface*), on devrait donc pouvoir limiter son envahissement au profit du hêtre, en ouvrant moins fortement.
- **Tilleul** : le tilleul à petites feuilles, à l'instar du chêne pédonculé, se régénère en petites trouées sur station acide hydromorphe, mais il est trop concurrencé en milieu eutrophe. Toutefois, les résultats des parcelles de référence AFI indiquent que la présence du tilleul est pour une large part due à la gestion passée : il peut être soit absent, soit très dynamique sur le même type de station limono-argileuse fertile (*BRUCIAMACCHIE et al., 2000*).
- **Alisier torminal** : l'alisier torminal se développe particulièrement facilement en haut de versant sud sur sols calcaires, où il prend de vitesse le hêtre et les autres essences, défavorisés par ces conditions difficiles.

L'analyse des résultats du réseau de parcelles de référence de l'AFI (*BRUCIAMACCHIE et al., 2000*) montre qu'un certain nombre de contextes sont favorables à un renouvellement mélangé en peuplements irréguliers, notamment :

- les stations à bonne fertilité sur sols argilo-limoneux, malgré le peu de pouvoir concurrentiel des chênes sur ces stations. Le renouvellement se compose souvent d'érables, de hêtre, et de frêne ; l'obtention de chênes ou de fruitiers (*pression séminale très souvent moindre que le frêne ou l'érable sycomore*) peut nécessiter des travaux ;
- sur sols à calcaire dur à plus ou moins faible profondeur ; toutefois, dès que l'alimentation en eau est suffisante, le hêtre s'avère nettement plus concurrentiel que les autres essences, et il convient de le maîtriser pour conserver le mélange d'essences.

Dans la forêt de Bowenden (*Basse-Saxe*) gérée en futaie irrégulière depuis une dizaine d'années, les gros bois de hêtre, érable sycomore et frêne surplombent un renouvellement dominé par l'érable sycomore et le hêtre, sur sols très fertiles (*loëss*). De manière plus générale, dans les futaies de Basse-Saxe dont on estime que certaines sont restées irrégulières depuis près d'un siècle, la régénération est abondante, peu concurrencée, et dominée par le hêtre, l'érable sycomore et l'épicéa (*substitution d'essences dans de nombreux cas*).

La réaction suite à la phase d'attente des différentes essences est mal connue, mais certaines observations semblent indiquer que les merisier, érables et alisiers sont capables de reprendre une croissance vigoureuse même avec un houppier très étriqué (*de même que le hêtre*), ce qui serait plus aléatoire avec le frêne (*et les chênes*) (*ALZINGRE et al., 1997*).



Photo AFI

Mélange intime d'essences sur limons profonds (de gauche à droite : érable sycomore, merisier, chêne sessile, aulne glutineux, tilleul ; forêt du Régnaval gérée par la Compagnie du Nouvion)

IX - Données chiffrées sur la dynamique des peuplements

IX.1 - Seuils de matériel à l'hectare

La surface terrière ou le volume sur pied d'un peuplement est une donnée synthétique qui permet de bien approcher le développement des arbres adultes (*en particulier l'optimisation de la production en volume et en valeur avec un capital minimal*) et les **conditions d'apparition et de développement des semis**.

A partir des données recueillies depuis 1993 sur les parcelles du réseau AFI, J.-Ph. MARECHAL (1998) établit les conclusions et hypothèses suivantes :

- pour les **chênes sessile et pédonculé**, de même que pour le **hêtre**, la **croissance en diamètre** (*hors arbres nettement dominants à très gros houppier*) **semble diminuer à partir** d'une surface terrière (*arbres de plus de 17,5 cm de diamètre*) de **17 à 18 m²/ha** ;
- la présence de **semis viables de chênes** **semble être assurée avec une surface terrière** des arbres de plus de 17,5 cm de diamètre **inférieure à 15 m²/ha** et une surface terrière du sous étage et du taillis de moins de 4 m²/ha, **soit une surface terrière totale de moins de 19 m²/ha**. Les simulations conduites en région Centre préconisent une surface terrière totale de moins de 15 m²/ha (J. ROSA, 1999) ;
- **pour le hêtre**, l'**acquisition de semis peut s'obtenir** sous un peuplement très fermé mais leur développement à partir du stade « grands semis » (*1 à 2 m de hauteur*) n'est satisfaisant que si la surface terrière des arbres de plus de 17,5cm de diamètre est inférieure à 18 m²/ha et la surface terrière du sous étage + taillis inférieure à 1 voire 2 m²/ha, donc **avec une surface terrière totale de moins de 20 m²/ha** ;
- dans les peuplements en **mélange équilibré chênes-hêtre** sur un certain nombre de stations favorables au hêtre, les semis de hêtre auront donc tendance à précéder ceux de chênes dès qu'on ouvre le peuplement. Même si un certain nombre de gestionnaires impliqués dans le réseau AFI parviennent à maintenir des semis acquis de chêne, ce maintien du chêne est souvent coûteux en travaux, et induit une perte de production pour les hêtres adultes (*surface terrière inférieure à 15 m²/ha*). Toutefois, il serait intéressant de savoir si la qualité et la croissance des perches ne sont pas améliorées par cette concurrence moins forte, ou si en revanche le passage à la futaie n'est pas trop important, induisant alors des risques de régularisation.

J.-Ph. SCHUTZ quant à lui avance les données suivantes, déduites notamment de l'exemple de hêtraies-sapinières et hêtraies-chênaies de la région de Neûchatel (*Suisse*), jardinées depuis 50 à plus de 100 ans :

- le traitement du hêtre en futaie jardinée impose de maintenir le capital sur pied entre 150 et 280 m³/ha suivant la fertilité (*le plus souvent autour de 220-230 m³/ha, soit environ 18 m²/ha de surface terrière*),
- l'idéal pour l'éducation de tiges de qualité semble être de travailler au profit de petits collectifs de 2 à 6 ares.

Ces données sont confirmées dans une certaine mesure sur l'exemple de hêtraies en Belgique (*cantonement de Florenville*) conduites en futaie jardinée depuis une cinquantaine d'années, pour lesquelles FAGNERAY (*in B. VAN DOREN, F. BAAR, 2001*) indique des fourchettes de surface terrière totale optimale pour une régénération continue :

- de 20 à 22 m²/ha pour des hêtraies pures,
- de 17 à 19 m²/ha pour un mélange équilibré hêtre - essences "de lumière",
- et de 14 à 16 m²/ha pour des peuplements d' essences "de lumière".

Les ordres de grandeurs qui précèdent sont donnés en surface terrière, qui est une donnée synthétique et facile à prélever sur le terrain, avec une bonne précision. Ici, la surface terrière est surtout utilisée pour caractériser un couvert ; or, à surface terrière égale, le couvert varie en fonction des essences et de la dimension des tiges présentes. A partir du réseau de références de l'AFI, BRUCIAMACCHIE et al.(2000) ont calculé des **coefficients de couvert** (*rapport de la surface projetée au sol du houppier sur la surface terrière de l'arbre*).

La corrélation entre le diamètre du houppier et le diamètre à 1,30 m pour une essence donnée s'avère très bonne, et les coefficients doivent pouvoir fournir de bonnes estimations du couvert dans divers contextes.

Ces coefficients font apparaître que, à surface terrière égale :

- **les petits bois sont plus recouvrant que les bois moyens et les gros bois,**
- cette différence est variable entre les essences, **très marquée pour le hêtre et le charme** (*rapport de 2 à 1 environ entre petits bois et gros bois*), **beaucoup moins pour les chênes et le frêne** (*rapport de 1,4 à 1 environ entre petits bois et gros bois*).

Les données en surface terrière qui précèdent devront être nuancées par ces éléments ; en particulier un peuplement plus riche en gros bois qu'un autre pourra présenter une surface terrière supérieure tout en présentant un couvert au sol équivalent.



Photo F. Bedel



Photo AFI

L'étagement du peuplement permet de moduler l'éclairage direct et diffus au sol, pour :

- *éduquer les tiges aux différents stades,*
(*photo de gauche : hêtres en forêt du Bois Banal, Haute-Saône*)
- *ou influencer la concurrence des ligneux en faveur des chênes*
(*photo de droite : forêt de Montesault, Loiret*).

IX.2 - Renouvellement

Sur les parcelles du réseau AFI, le taux de recouvrement de semis (*de plus de 50 cm de hauteur*) qui satisfait les gestionnaires avoisine les 15 à 20 % pour les chênes, et 20 % pour le hêtre, ces ordres de grandeurs assurant probablement ensuite un renouvellement suffisant en tiges viables. Sur certaines forêts où le niveau de régénération est supérieur, certains gestionnaires s'astreignent à ne tenir compte que des semis ou des perches "utiles", c'est à dire ceux qui peuvent se développer moyennant des interventions légères et peu coûteuses.

On peut même se demander si un recouvrement en semis nettement inférieur ne serait pas suffisant, notamment dans l'optique d'une limitation maximale des travaux. En effet, **pour un certain nombre de gestionnaires, un passage à la futaie de 2 tiges par hectare et par an représenterait un minimum suffisant.** De plus, la présence d'une régénération continue, peu différenciée (*semis tous sensiblement de même taille et de même vigueur*), induit un risque de régularisation à terme, peu souhaitable dans l'optique d'un traitement irrégulier.

Des simulations d'évolutions entre types conduites à partir d'études de production de chênaies en région Centre (*J. ROSA, 1999*) avancent également la nécessité de passages à la futaie de l'ordre de 2 tiges par hectare et par an pour évoluer vers un type irrégulier ou le pérenniser. Ces valeurs fluctuent en fonction du capital et de la structure de départ, pour atteindre **3 dans le cas de peuplements régularisés en bois moyens et relativement riches** (*15 à 20 m²/ha/an*).

Ces chiffres méritent d'être validés ou re-précisés lorsque l'on disposera de plus de recul sur le devenir de ce renouvellement (*quantitatif et qualitatif*) grâce aux dispositifs de suivi mis en place. De plus, il faudra sans doute nuancer ces ordres de grandeur ; en effet, **dans l'optique d'une production de bois de qualité, le niveau de recrutement à rechercher sera certainement supérieur**, surtout si les essences en présence sont de qualité très variable.



Photo AFI

L'éclairage diffus et hétérogène permet la différenciation de cette tache d'érables sycomores : deux à trois semis entament leur croissance en hauteur (« sprinter ») ; si cette configuration est présente sur 10 à 20% de la surface, le renouvellement du peuplement semble assuré.

IX.3 - Structure

D'après J.-Ph. MARECHAL (1998) :

- dans les parcelles étudiées où la surface terrière des arbres de plus de 17,5 cm de diamètre est comprise entre 10 et 20 m²/ha, les arbres sont considérés comme **stables** (coefficient hauteur/diamètre inférieur à 0,85) à **partir de 30 voire 20 cm de diamètre**. Toutefois, de tels arbres ne résisteront pas forcément à des vents très violents ;
- d'après l'évolution récente des parcelles et les prélèvements qui y sont pratiqués, l'équilibre démographique des peuplements feuillus irréguliers correspond probablement à une **répartition équilibrée de la surface terrière entre les catégories de diamètre 20 à 30, 35 à 45, et plus de 50 cm**.

Soit, avec les catégories de la typologie franc-comtoise :

| | petits bois | bois moyens | gros bois |
|--|-------------|-------------|-----------|
| • en surface terrière, ou volume aménagement (tarif SR 12) | 15 % | 35 % | 50 % |
| • en nombre de tiges | 45 % | 35 % | 20 % |

Dans le réseau de référence sur les peuplements feuillus irréguliers mis en place par la STIR-Est dans les dix contextes définis en Franche-Comté, la structure-objectif à terme pour la plupart des parcelles a été fixée de manière indicative dans les mêmes ordres de grandeurs (respectivement 50 %, 30 % et 20 % en nombre de tiges).

La bonne proportion est pour l'instant difficile à connaître et les objectifs peuvent différer sensiblement entre les gestionnaires : dans les futaies irrégulières feuillues de la division ONF de Langres (*Haute-Marne*), les chiffres annoncés sont assez proches, aux alentours des proportions suivantes selon les stations : PB 20% - BM 30% - GB 50% **en surface terrière**.

En revanche, sur le massif du Régnaval dans l'Aisne (1065 ha) en cours de conversion en futaie irrégulière depuis 1984, même si aucun objectif précis de structure n'est formulé, les proportions **en volume bois fort** sont actuellement d'environ 35% de PB, 40% de BM et 25% de GB (*Compagnie forestière du Nouvion, 1995*).

A l'inverse, on peut se demander si tous les chiffres énoncés ci-dessus n'accordent pas une trop grande part aux petits bois, en particulier si l'on souhaite maximiser la production de gros bois de qualité et minimiser la récolte de produits d'éclaircie de faible diamètre. De telles proportions de petits bois peuvent faire craindre également des risques de capitalisation et de régularisation des peuplements.

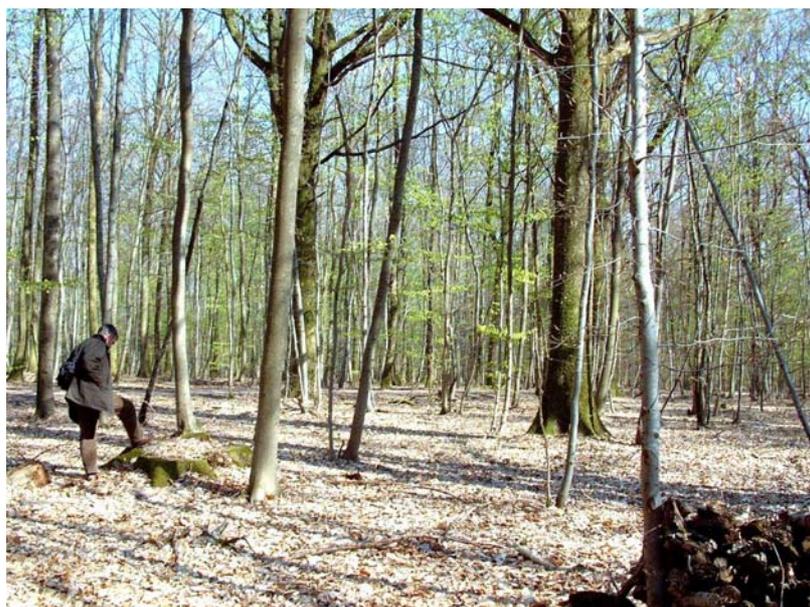
IX.4 - Accroissement

Peu de données d'accroissement ont été calculées spécifiquement sur des peuplements feuillus irréguliers. Pour prévoir les prélèvements à réaliser, on pourrait extrapoler les accroissements totaux et leur répartition entre les différentes dimensions et essences calculés en structure équiennne.

Toutefois, la remesure de 1500 arbres sur les placettes du dispositif AFI (MARECHAL, 1998, BRUCIAMACCHIE *et al.*, 2000) montre une tendance surprenante : **l'accroissement sur le diamètre pour une essence et une station donnée apparaît indépendant du diamètre de l'arbre** : malgré une variabilité importante d'une tige à l'autre, l'accroissement moyen d'un petit bois est très proche de celui d'un bois moyen ou d'un gros bois. Cette donnée, vérifiée statistiquement pour les essences suffisamment échantillonnées (*chênes, hêtre, frêne*), et apparemment retrouvée pour les autres feuillus plus disséminés, est nettement différente des peuplements équiennes feuillus et même des peuplements jardinés résineux, pour lesquels l'accroissement augmente nettement avec le diamètre des arbres.

Cette observation incite notamment :

- à procéder à une **estimation précise de l'accroissement** au moins pour certaines parcelles lorsqu'on souhaite les traiter en irrégulier (*dispositif de suivi*),
- à rechercher généralement un **histogramme de répartition des tiges par classes de diamètres plus plat** que dans le cas de peuplements jardinés résineux, ce qui rejoint le point précédent.



Suivi de peuplement en futaie irrégulière

Photo : Ch. Allegrini

X - L'organisation de l'entreprise

Parallèlement aux aspects techniques qui viennent d'être évoqués, la sylviculture irrégulière des peuplements feuillus implique quant à l'organisation de la gestion forestière certaines adaptations par rapport à ce qui peut être couramment pratiqué dans le cadre d'une gestion en futaie régulière. Les méthodes adoptées par certains gestionnaires privés en France ou certains sylviculteurs étrangers et conçues dans le cadre de sylvicultures irrégulières de peuplements feuillus ou mixtes font ressortir quelques traits communs.

X.1 – Pistes pour la démarche d'aménagement forestier en conversion irrégulière feuillue (voir aussi annexe III)

La démarche d'aménagement a revêtu lors des cinquante dernières années une importance primordiale, notamment pour conduire la conversion des anciens taillis sous futaie en futaie régulière. Comme nous l'avons déjà évoqué à plusieurs reprises (*cf. notamment chapitre V.3 et annexe I*), le traitement en futaie irrégulière, en particulier dans le cas de peuplements feuillus, repose largement sur une démarche de contrôle a posteriori et récurrent. La place de la programmation, et donc la démarche d'aménagement, est alors susceptible de différer sensiblement de celle couramment adoptée dans le cadre de traitements réguliers.

Cet aspect est actuellement l'objet d'un certain nombre de réflexions autour du concept émergent d'aménagement « en continu » (*BRUCIAMACCHIE, com. orale*). Sans entrer dans le détail de ces débats, nous allons brièvement illustrer ici ce point à travers la programmation des coupes (*qui n'est qu'un des aspects traités par un plan de gestion ou un aménagement forestier*).

La revue des stratégies expérimentées à ce jour par les gestionnaires en futaie irrégulière feuillue dans des contextes comparables à ceux de Franche-Comté, fait ressortir trois grands types d'approches (*voir pour les exemples concrets le chapitre VII et l'annexe II*).

La description (et/ou l'inventaire) des peuplements peut être réalisée pour l'ensemble de la forêt (*ou au moins un échantillon de peuplements représentatifs*) lors des révisions du plan de gestion (donc tous les 10 à 20-25 ans). La rotation, l'intensité et la nature des coupes peuvent alors être inscrites dans le plan de gestion sur un état d'assiette exhaustif et précis. Les principaux critères à évaluer portent, on l'a vu, sur les caractéristiques dendrométriques de chaque type de peuplement identifié (*essentiellement surface terrière, accroissements et composition en essence*), sur la comparaison avec les gammes de peuplements objectifs à moyen terme, et enfin sur la cartographie des peuplements et des équipements qui permet de rationaliser l'exploitation.

L'inventaire des peuplements (*éventuellement complété par une cartographie et des données sur la qualité des bois*) peut aussi être réalisé pour chaque parcelle (*ou groupe de parcelles*) juste avant passage en coupe. Ceci permet d'affiner la nature et l'intensité de la coupe, voire de l'ajourner pour des raisons sylvicoles et/ou économiques (*cours des bois*). Le plan de gestion peut alors se contenter de fixer des rotations de coupes indicatives et des fourchettes de prélèvements et de revenus escomptés, sur la base de descriptions sommaires mais suffisantes pour caractériser les grands ensembles de peuplements présents.

Enfin, l'inventaire des peuplements (*éventuellement complété par une description spatiale et des données sur la qualité des bois*) peut être réalisé pour chaque parcelle (*ou groupe de parcelles*) juste après passage en coupe. Cette démarche conduit le sylviculteur à exercer son sens de l'observation, et donne une priorité très nette aux critères de qualité individuelle et de fonction exercée par chaque arbre au sein du peuplement, par rapport aux paramètres dendrométriques décrivant le peuplement dans son ensemble. Le plan de gestion peut alors se contenter de mentionner les mêmes éléments indicatifs que dans l'option précédente.

La distinction entre ces trois options n'est bien sûr généralement pas aussi tranchée, et chaque gestionnaire construit sa propre stratégie en combinant les différentes possibilités, selon la taille de la forêt, l'hétérogénéité des peuplements, la part accordée par le propriétaire à la fonction de production de bois, etc.

Même pour les tenants de la méthode du contrôle « stricto sensu », des adaptations sont pratiquées : inventaire cantonné aux peuplements les plus éloignés des états souhaités, ou pratiqué toutes les deux rotations (*cf. notamment CHAVANE, 1990*), etc.

Par ailleurs, sur le plan réglementaire, le plan de gestion forestière autorise une grande souplesse (avec par exemple la possibilité d'anticiper ou de reporter de 5 ans toute coupe inscrite au programme d'actions).

X.2 - Formation des personnels techniques

Dans les pays comme la France nettement orientés depuis le début du siècle vers la conversion en futaie régulière des peuplements feuillus, la formation des personnels techniques à une nouvelle approche des peuplements et de la sylviculture apparaît comme une nécessité (cela est tout aussi vrai dans les évolutions sylvicoles en cours en futaie régulière : dynamisation des éclaircies, gestion du paysage, gestion de la biodiversité ...).

Ainsi, la Compagnie forestière du Nouvion (Aisne) a particulièrement insisté, dès qu'elle s'est orientée vers la sylviculture en futaies irrégulières, sur la formation des ouvriers et la présence des agents techniques sur les chantiers.

La formation concerne avant tout le diagnostic des peuplements (typologie, cartographie, observation de leur dynamique) et les techniques de suivi (inventaires en plein, par placettes...). Les divisions ONF de Langres et Chaumont (Haute-Marne) insistent tout particulièrement sur l'observation du potentiel en jeunes et très jeunes tiges du peuplement lors de toutes les opérations sylvicoles (M. ALZINGRE, F. JACOBEE et R. PIERRAT, comm. orales).

En Allemagne, les forestiers publics impliqués dans le programme « LOWE » dès 1991 ont consenti un effort important pour la formation en installant des placettes « d'entraînement » (aux martelages et aux travaux) pour les agents et les ouvriers sur tout le Land de Basse-Saxe.

X.3 - Maîtrise de l'exploitation et des travaux

L'abattage contrôlé des arbres est primordial dans le cadre d'une sylviculture irrégulière ou jardinée, ceci afin d'éviter au maximum les dégâts au peuplement qui entoure l'arbre (tiges de qualité d'âges divers à proximité immédiate, ou régénération, qui est beaucoup plus diffuse et parfois plus aléatoire qu'en futaie régulière).

En cas de difficultés, certains gestionnaires demandent à leurs agents ou à leurs ouvriers d'indiquer avant exploitation la direction d'abattage souhaitée, voire à l'exploitant d'éhoupper les arbres à très gros houppier (le coût généralement avancé est de 30 à 45 €/arbre). Dans tous les cas, l'abattage et la vidange doivent être simultanés, et les rémanents sortis des taches de semis.

Dans le même ordre d'idées, la desserte et l'équipement de la forêt doivent être particulièrement soignés ; ainsi, sur le Groupement Forestier de la Thiérache, la Compagnie forestière du Nouvion a installé 2,5 à 3 km de chemins empierrés aux 100 ha (pour obtenir une distance maximum de débardage de 400 m). Une densité d'environ 2 km aux 100 ha de voies praticables par un débardeur est jugée satisfaisante par un certain nombre de gestionnaires. De plus, pour permettre des travaux de qualité, un réseau dense de cloisonnements apparaît indispensable à beaucoup (cf. notamment A. CHAVANE qui préconise des cloisonnements de 4 m de large tous les 25 m pour pouvoir suivre les semis et les travaux sur la forêt de la Quiquengrogne).

Pour pleinement maîtriser l'exploitation (y compris le tassement sur sol fragile), un certain nombre de précautions sont envisagées : exigences particulières dans les clauses imposées aux entrepreneurs, adaptation de la base de rémunération du travail des ouvriers en mettant l'accent sur la qualité (Compagnie forestière du Nouvion), exploitation en régie, avec désignation des tiges d'avenir (Programme « LOWE », Basse-Saxe). Sur des sols sensibles au tassement, ces précautions peuvent être jugées prioritaires par rapport à l'installation d'un réseau dense de cloisonnements (R. SUSSE, comm. orale).

En corollaire, et pour valoriser au maximum les bois de qualité obtenus - souvent d'essences diverses -, un certain nombre de gestionnaires optent pour une vente de bois façonnés classés bord de route et une exploitation en régie (cf. notamment la Compagnie forestière du Nouvion).

X.4 - Eléments sur les coûts de gestion

Par rapport à une gestion en futaie régulière, les dépenses liées à la gestion semblent se situer sur des postes sensiblement différents. B. De TURCKHEIM (1997), après une vingtaine d'années de recul sur différentes forêts, concevait ainsi ce type de gestion comme extensive en capital et notamment en travaux (*mais pas forcément en main d'œuvre qualifiée*).

Le programme « LOWE » entrepris en Basse-Saxe pour développer les traitements irréguliers était essentiellement justifié par un souci de faire diminuer les coûts en travaux forestiers pour améliorer la rentabilité forestière. Après une dizaine d'année d'expérience sur 320 000 ha de forêts domaniales, le coût des soins aux jeunes tiges aurait diminué de près de 50% par hectare, cette baisse étant due à la combinaison des principaux facteurs suivants :

- remplacement de travaux "en plein" par des actions plus légères et ciblées,
- développement de la régénération naturelle (*surface et densité de plantation abaissées : coût diminué de 50%*).

A partir de l'étude de deux cas concrets de gestion en futaie irrégulière, sur lesquels les coûts ont été suivis avec une grande précision :

- peuplements feuillus issus de TSF sur limons fertiles dans l'Aisne (*1064 ha suivis sur 9 ans*),
- peuplements mixtes sur grès acides dans les Vosges du Nord (*1197 ha suivis sur 17 ans*).

J. BOUILLIE (1999) rapporte les résultats suivants :

- des **coûts de main d'œuvre globalement peu élevés**, soit 2,5 à 3 heures/ha/an toutes activités et tous intervenants confondus (*sylviculture, contrôle et suivi de l'exploitation, entretien de l'équipement et administration générale*),
- une **technicité des interventions importante** : 2/3 de l'ensemble du temps de travail est assuré par des techniciens,
- une **faible part du travail dévolue aux plantations et aux soins cultureux** (*0,7 à 1,1 heures/ha/an, et cette part continue à diminuer 9 ou 17 ans après le passage en traitement irrégulier*).

Sur l'exemple de la forêt de la Quiquengrogne qu'il gère depuis plus de vingt ans en futaie irrégulière, A. CHAVANE estime les coûts totaux de main d'œuvre à 0,5 heures/ha/an, dont presque 1/3 d'observation, hors travaux qui se sont révélés particulièrement peu nombreux en 22 ans (*un seul passage à 38 €/ha*).

Cela rejoint les ordres de grandeurs annoncés par quelques gestionnaires privés (*experts, coopératives*) pratiquant le traitement irrégulier des feuillus depuis plusieurs années : de 0,2 à 1,5 heures/ha/an, voire 2 dans des cas particuliers (*plantations d'enrichissement, travaux intensifs en faveur des chênes,...*).

Sur la division ONF de Chaumont (*Haute-Marne*), la diminution de travaux due à l'adoption de nombreux aménagements en futaie irrégulière pied à pied (nombre de plants installés divisés par 10 en 4 ans, beaucoup moins de surface passée en dégagement) a conduit à **réorienter l'activité des ouvriers forestiers**. L'une des réponses apportées a consisté à leur confier des travaux légers destinés à **repérer et favoriser tous les brins d'essences précieuses de qualité**, 10 à 20 ans après les coupes de taillis.

Principales références consultées

- AFI, Du taillis sous futaie à la futaie irrégulière, 1998.
- ALZINGRE M., BRUCIAMACCHIE M., CHAVANE A., La voie vers la futaie irrégulière - extrait d'un rapport du groupe de travail hêtre de l'IDF, 1998.
- BAAR F., GILISSEN J., VAN DOREN B., Cahier technique N°15, Forêt Wallone, 2001.
- BOUILLIE J., Etude économique de la sylviculture irrégulière : méthodologie et résultats, ENGREF, 1999.
- BRUCIAMACCHIE M., Cours de dendrométrie, ENGREF, 1997.
- BRUCIAMACCHIE M., L'état normal en jardinage, RFF, 1993.
- BRUCIAMACCHIE M., GRANDJEAN G., MARECHAL J. Ph., Gestion des peuplements irréguliers, réseau AFI-ENGREF, 2000.
- CHAVANE A., 40 ans pour réussir une futaie claire, irrégulière et mélangée, à base de hêtre, Forêt-entreprise, 1996.
- CHAVANE A., A propos de la méthode du contrôle, RFF, 1990.
- COMPAGNIE FORESTIERE DU NOUVION, *divers documents de présentation et de suivi de la gestion*, 1995.
- COPLEUTRE J.-M. Les réflexions d'un praticien, Forêt-entreprise, 1997.
- COULON S., Gestion des peuplements irréguliers Bilan de l'utilisation des placettes permanentes, ENGREF, 1998.
- DUCHIRON M.-S., Gestion des futaies irrégulières et mélangées, 1994.
- ENGREF, 1^o table d'hôte sur la sylviculture en futaie irrégulière - Les typologies de peuplements, 1999.
- GRANDJEAN G., Cours de phytosociologie forestière, ENGREF, 1995.
- HUBERT M., Une méthode sans risque pour vos anciens taillis sous futaie, Forêt-entreprise, 1998.
- JACOBEE F., Contribution à la connaissance de la croissance différentielle de quelques essences feuillues dans le jeune âge, ENGREF, 1993.
- LACROIX X., Jardinage et futaies irrégulières, un siècle de publications et de controverses dans le bulletin de la SFFC, 1993.
- MARECHAL J. Ph., Bilan des placettes de référence en peuplements irréguliers : réseau AFI-ENGREF, ENGREF, 1998.
- ONF, DR Franche-Comté, Le traitement des peuplements irréguliers feuillus, 1996.
- ONF, Division de Dole, Aménagement de la Forêt de Chaux 1976 - 1995 ; Division de Vesoul, Aménagements des FC de Loulans-les-Forges, Roche-sur-Linotte et de la forêt sectionnale de Magny, années 1960.
- ONF, STIR-Est, Réseau de parcelles de référence Sylviculture des peuplements feuillus irréguliers, Bilan du programme, février 2000.
- OTTO H. J., Ecologie forestière (IDF, 1998).
- POSKIN, Le jardinage du chêne, Bull. trim. de la SFFC, 1931.
- PROGRAMME LOWE sur la sylviculture proche de la nature en Basse-Saxe, *divers documents de présentation, tournée ONF*, 1998.
- PRO SILVA, La sylviculture Pro-Silva, 1995.
- ROSA J., Evolutions des peuplements feuillus à chênes prépondérants, CRPF Ile de France - Centre, 1999.
- ROISIN, Sylviculture des futaies feuillues jardinées ou d'allure jardinée en Belgique, RFF, 1981.
- SCHAEFFER L., Le jardinage appliqué aux essences feuillues. Bull. trim. de la SFFC, 1937.
- SCHUTZ J.-Ph., Sylviculture 2, 1997.
- SEVRIN E., En forêt privée : des méthodes adaptées aux peuplements et aux hommes, Forêt-entreprise, 1996.
- SFFC, Typologie des peuplements feuillus irréguliers de Franche-Comté, 2000.
- TOMASINI J., Etude des outils de suivi en futaie irrégulière feuillue, ENGREF, 2001.
- TURCKHEIM B. de, Rappel des principes de sylviculture, Forêt-entreprise, 1997.
- VAN STAEVEL B., Principes de la futaie irrégulière, 1993.

Personnes rencontrées

- Michel ALZINGRE, ingénieur ONF SD Haute-Marne
- Franck JACOBEE, ingénieur ONF Division de Chaumont
- Rodolphe PIERRAT, ingénieur ONF Division de Langres
- Max BRUCIAMACCHIE, enseignant-chercheur ENGREF
- Gilles CARDOT, ingénieur coopérative Forêt Comtoise
- Alain CHAVANE, expert forestier
- François LEFORESTIER, expert forestier
- Fabien REBEIROT, expert forestier
- Roland SUSSE, expert forestier
- Jean-Philippe SCHUTZ, professeur à l'ETH-Zentrum de Zurich
- Pascal JUNOD, Jean-Michel OBERSON et Denis ORISBERGER, ingénieurs dans le secteur de Neuchâtel (Suisse)

- Ainsi que les ingénieurs de l'ONF, du CRPF et experts membres du comité technique de suivi LIFE

ANNEXE I : Revue des outils de suivi mis au point dans le cadre des sylvicultures en futaie irrégulière

(d'après TOMASINI, 2001)

1. La méthode du contrôle : origine du suivi a posteriori

L'idée d'un suivi ou « contrôle » a posteriori de la sylviculture a été formulée par **Gurnaud (1879)**, au départ essentiellement pour le cas des peuplements jardinés résineux. Cette idée repose sur la nécessité d'affiner la sylviculture par expériences sur le peuplement lui-même. Dans l'optique d'un traitement sylvicole irrégulier par pied d'arbre pour des peuplements mixtes ou majoritairement feuillus, cette notion est considérée par un grand nombre de gestionnaires comme primordiale, et a justifié des efforts particuliers de recherches et d'expérimentations.

La méthode préconisée par Gurnaud, puis reprise en Suisse par Biolley (*forêt du Couvet*), consiste en un **contrôle par comparaison de deux inventaires pied à pied successifs**. Une telle comparaison permet d'analyser l'évolution d'un certain nombre de variables dendrométriques (*N, G, V, accroissements, ...*). Cette technique nécessite des inventaires périodiques (*entre 6 et 20 ans, en fonction des peuplements et des variables que l'on veut suivre*). Souvent, on adopte un intervalle de 10 ans. A noter que, si le forestier suit depuis assez longtemps et de manière précise son peuplement, il peut adopter une périodicité plus lâche pour minimiser les dépenses : un inventaire toutes les deux rotations (*Chavane, 1990*).

La méthode du contrôle au sens strict nécessite donc, de réaliser des inventaires en plein et ne permet d'obtenir des résultats qu'au niveau de la parcelle (*unité de gestion de base selon Gurnaud*). De plus, le contrôle s'exerce systématiquement avant chaque passage en coupe. Mais il peut être également pratiqué au moment de la révision d'un plan de gestion.

Par extension, le contrôle peut être envisagé par comparaison d'inventaires statistiques. A ce sujet, des études ont été menées vers 1950 par Prodan en Allemagne et Mayer aux Etats-Unis (*Continuous Forest Inventory system « CFI »*). Dans les années 1980, le forestier suisse Favre a senti tout l'intérêt de marier les deux concepts (*comparaison d'inventaires et inventaires statistiques*), ce qu'il réussit en proposant la « méthode suisse par échantillonnage contrôlé ». La méthode du contrôle selon Biolley est reprise dans le cadre d'échantillonnages statistiques.

Pardé (1991) pense d'ailleurs que la méthode du contrôle « initiale » a été sauvée d'un dangereux vieillissement.

2. Nécessité d'un suivi a posteriori en peuplements irréguliers

La nécessité de disposer d'outils de prévision s'impose à tous les gestionnaires forestiers quelle que soit la sylviculture pratiquée, mais dans le cas du traitement des peuplements feuillus en futaie irrégulière, ceux-ci s'avèrent souvent insuffisants et insuffisamment testés.

Plusieurs arguments justifient que l'on insiste sur la **pertinence d'un suivi a posteriori** dans le cas du traitement des peuplements feuillus en futaie irrégulière :

- D'une part, dans l'état actuel des connaissances sur le fonctionnement des peuplements irréguliers, il est **difficile de fixer des objectifs techniques a priori**, contrairement au cas des traitements réguliers, ou irréguliers par parquets : surfaces à régénérer, équilibres des classes d'âges par surfaces.

De plus, l'expérience en futaies jardinées résineuses a montré que l'application de normes chiffrées (*nombre de tiges par catégories de diamètre*) se révèle dans les faits très peu efficace pour atteindre les objectifs à moyen ou long terme : les peuplements jardinés, trop complexes pour être bien décrits par une norme simplificatrice, évoluent rarement vers la structure-objectif prévue par la norme.

Les principales tentatives de contrôle en futaie irrégulière résineuses ayant échoué font référence aux normes de décroissance de *Liocourt* et à une publication de 1930 : « Sapinière » (*Schaeffer, Gazin et d'Alverny*). Ces normes trop théoriques et basées sur de trop grandes extrapolations sont la plupart du temps à l'origine d'une régularisation autour d'une classe de diamètre. Une sous-estimation des possibilités a conduit à des rotations trop longues et une forte capitalisation des

peuplements. Les erreurs du passé nous rappellent qu'il n'y a pas de norme dans la nature. Ces échecs expliquent la **défiance actuelle pour les contrôles normatifs a priori** et permettent de comprendre pourquoi les techniques s'orientent actuellement vers un suivi a posteriori. Seul un contrôle a posteriori des conséquences de la gestion appliquée sur les peuplements permet, par une démarche récurrente, d'optimiser la sylviculture appliquée. Réaliser périodiquement des inventaires plutôt que suivre des normes permet par exemple de déduire l'intensité des efforts de régénération à accomplir pour atteindre une structure irrégulière.

- Ensuite, les peuplements feuillus irréguliers et mélangés s'avèrent encore plus complexes à appréhender que des peuplements jardinés dominés par le sapin et l'épicéa. Les quelques garde-fous qui commencent à être connus en terme de données dendrométriques chiffrées doivent toujours être nuancés. Ainsi, la surface terrière ne sera un bon indicateur des conditions d'éclaircissement que si l'on tient compte de la part des petits bois (*dont la surface foliaire peut être deux fois plus importante que celle des gros bois à surface terrière égale*), et aussi des différentes essences présentes (*dont les houppiers sont plus ou moins perméables à la lumière*). De plus, **la qualité des tiges conditionnera la valeur de la récolte future souvent bien plus que la production en volume** et l'évolution de la qualité des jeunes tiges sous couvert, encore peu connue, doit être suivie attentivement.
- Enfin, le **manque d'expérience de la gestion en futaie irrégulière** pour la plupart des gestionnaires en France doit les inciter à un regard critique sur leurs actions et leurs choix.

Certains praticiens ont acquis sur le terrain une bonne connaissance empirique sur l'évolution de tels peuplements et peuvent légitimement limiter leurs investissements dans de tels outils de suivi. Néanmoins, **l'effort actuel de formalisation de la sylviculture en futaie irrégulière** a beaucoup à apprendre des résultats des divers dispositifs de suivi mis en place dans le cadre de la gestion forestière ordinaire.

Le contrôle a posteriori peut également se justifier car il permet :

- aux gestionnaires de rendre des comptes aux propriétaires (*publics et privés*),
- d'optimiser la production par le suivi de certaines variables dendrométriques clés.

Les méthodes de suivi a posteriori que nous allons développer ici visent à obtenir un certain nombre de données chiffrées (*avec une précision connue*). Dans la panoplie des outils de décision dont dispose le sylviculteur, elles sont directement complémentaires de toutes les autres informations concernant les peuplements : cartes des types de peuplements, observations qualitatives sur la régénération, la vigueur des tiges, la structuration du peuplement, les perturbations (*chablis, maladies...*), la gestion passée.

3. Quand procéder au suivi ?

Suivre un peuplement forestier consiste à vouloir connaître son évolution. Ce suivi peut être effectué dans deux optiques :

- dans une **optique d'aménagement**, permettant de donner des directives de gestion et planifier les récoltes,
- dans une **optique sylvicole**, permettant de raisonner une sylviculture dans le temps (*savoir par exemple comment intervenir dans un peuplement en fonction des coupes réalisées, optimiser les intensités de prélèvement...*).

Quel que soit le mode de traitement, le suivi des peuplements passe par des inventaires. En futaie régulière, les inventaires s'inscrivent en général dans le cadre de l'aménagement (*les inventaires sont en effet réalisés le plus souvent lors de la révision de l'aménagement*). Ils sont utilisés pour décrire les peuplements et planifier leur avenir.

Pour le cas de traitements irréguliers, le suivi est non seulement nécessaire pour l'aménagement, mais également pour des considérations sylvicoles. La gestion de ces peuplements doit en effet permettre de maintenir un état d'équilibre. Pour contrôler la gestion passée (*a posteriori*) et savoir où l'on va, des **instruments de contrôle** ou des **outils de suivi** sont nécessaires.

Les diverses méthodes existantes et développées dans le cadre de l'étude pourront donc être employées dans une logique d'aménagiste ou plutôt de sylviculteur. Elles peuvent en effet être appliquées lors de bilans à la révision des aménagements ou plan de gestion, mais aussi plus souvent, à une fréquence calquée sur les rotations :

- juste avant ou après coupe pour les méthodes fournissant des données utilisables par parcelles,

- à intervalle régulier sur un groupe de parcelles ou un massif pour les autres méthodes de suivi.

Ce choix doit être raisonné en fonction du coût de chaque option, mais aussi et surtout en fonction de l'usage que le gestionnaire compte faire des différentes données.

4. Les outils de suivi existants en peuplements irréguliers

4.1 Inventaire pied à pied (en plein)

Atouts / inconvénients

Ce type d'inventaire consiste en un dénombrement exhaustif des tiges par essence et par classe de diamètre à partir d'un seuil de précomptage (*le plus souvent fixé à 17,5 cm, soit la classe de diamètre 20*). Les arbres « appelés » sont griffés ou marqués à la peinture.

C'est le type d'inventaire le plus classique, car depuis longtemps le plus utilisé. Il ne demande pas une grande technicité, et il est considéré comme suffisamment précis pour les principales variables dendrométriques. Il ne nécessite pas de plan d'échantillonnage.

Comme on l'a vu précédemment, ce type d'inventaire se prête bien aux comparaisons d'inventaires. On peut ainsi avoir accès aux variables dynamiques (*accroissements, passage à la futaie*).

Si des calculs d'accroissements ont déjà été réalisés sur deux inventaires successifs avec suffisamment de précision, on peut attendre pour réinventorier : un recomptage peut être économisé toutes les deux rotations (*de 8 à 12 ans*).

Dans une logique de traitement irrégulier, un inventaire en plein n'est pas nécessaire sur les parcelles trop éloignées de l'état d'équilibre recherché (*puisque l'on sait vers quoi aller*).

Domaine de validité

L'inventaire en plein donne des résultats au niveau de la **parcelle**. Il peut être réalisé sur une forêt, mais dès lors qu'elle dépasse une certaine taille, il est préférable d'avoir recours à un inventaire statistique.

L'inventaire en plein permet un contrôle à un coût raisonnable pour un suivi par parcelle ou pour une **forêt de moins de 50 ha**. On considère qu'un inventaire en plein n'est concurrentiel par rapport à un échantillonnage statistique que pour des forêts de taille limitée : le taux de sondage d'un échantillonnage statistique ne doit pas être supérieur à 10 % (*cf. notamment S. Coulon, 1998*).

Un inventaire en plein revient en moyenne de 3 à 4,6 €/ ha/ an. Il y a cependant une différence selon la nature du peuplement (*feuillu ou résineux*), puisqu'il y a en général plus d'arbres à mesurer en résineux.

On admet en général les rendements suivants pour une équipe de trois compteurs et un pointeur :

- 12 à 30 ha / jour pour des forêts de plaine, soit 3 à 8 ha / jour / personne,
- 4 à 15 ha / jour pour des forêts de montagne, soit 1 à 4 ha / jour / personne.

Les rendements en inventaire en plein sont également fonction du type de peuplement, ainsi que de la facilité de cheminement, du relief, de la visibilité et de la pénétrabilité du peuplement.

Fiabilité des résultats

Selon Pardé puis Duplat et Perrotte, un inventaire en plein avec une erreur inférieure à **10%** est un très bon inventaire (*la précision des inventaires est déterminée en général sur la précision de la détermination du volume*). Il est parfois possible d'obtenir des erreurs proches de 5% sur le volume et la surface terrière.

Avec un tel inventaire, **les principales variables dendrométriques** sont souvent **sous-estimées** (N / ha , G / ha et V / ha). En effet, il est plus probable d'oublier des arbres que d'inventorier deux fois le même. Cela engendre un biais négatif.

Un certain nombre d'expériences montrent qu'après avoir comparé des résultats obtenus suite à un inventaire en plein et à un inventaire statistique réalisés sur une même forêt, on observe des différences de l'ordre de 4 à 6 %, les résultats (N , G , V) de l'inventaire pied à pied étant plus faibles.

Les inventaires en plein peuvent s'avérer moins précis dans certains contextes. En particulier dans le

cas de peuplements à taillis encore abondant, le comptage des petits bois peut être assez imprécis et fluctuant entre les équipes effectuant le comptage à 15 - 20 ans d'intervalle. Ceci affecte notamment les données portant sur les brins de taillis, voire les jeunes baliveaux. Il est donc souvent difficile d'avoir une estimation fiable du passage à la futaie (*classe 20*).

4.2. Les inventaires statistiques

4.2.1 Rappels sur les principaux types d'échantillonnage

On a recours aux inventaires statistiques lorsque le massif forestier à inventorier devient trop vaste pour se permettre de passer sur toute la surface en inventaire pied à pied, pour des raisons de coûts. Les mesures sont effectuées sur des placettes et les résultats obtenus sur la totalité des placettes sont extrapolés à l'ensemble de la forêt.

Pour réaliser un inventaire statistique, il est nécessaire d'établir un **plan d'échantillonnage**. Il en existe un certain nombre. Les plus souvent utilisés sont les suivants :

échantillonnage aléatoire simple

- les n placettes du dispositif sont disposées de manière aléatoire (*positions tirées au hasard*),
- ce type d'échantillonnage fournit une estimation non biaisée de la moyenne de la population,
- on peut également modifier assez aisément le taux de sondage en cours d'exécution,
- par contre, il est assez difficile de localiser les points sur le terrain,
- il y a également une perte de temps en déplacement entre chaque unité d'échantillonnage puisque les distances et les directions sont variables.

échantillonnage systématique

- les unités d'échantillonnage sont distribuées de manière uniforme sur la population,
- la localisation des placettes est plus rapide donc moins coûteuse,
- un tel plan d'échantillonnage peut donner lieu à une cartographie,
- il est par contre difficile de modifier le taux de sondage en cours d'exécution,
- c'est ce type d'échantillonnage qui est le plus souvent retenu car il est plus simple à mettre en place que l'échantillonnage aléatoire.

Remarque : pour ces deux types d'échantillonnages, on peut avoir recours à une **stratification** de la population, si on désire une plus grande précision pour certaines variables sur certaines zones. On pratique en général de la sorte lorsque le peuplement à inventorier n'est pas homogène. En stratifiant, la variabilité « intra-strate » est diminuée par rapport à la variabilité sur la totalité de la surface sondée. On obtient alors soit un *échantillonnage aléatoire stratifié* soit un *échantillonnage stratifié systématique*. Pour une grande étendue boisée, le travail est plus efficace ; on peut également adopter un taux d'échantillonnage différent pour chaque strate, ce qui permet de se focaliser sur certaines zones.

Une fois le plan d'échantillonnage choisi, il faut définir un taux d'échantillonnage :

Taux de sondage

$$f = n \cdot s / S$$

n : nombre d'unités d'échantillonnage (= nombre de placettes) constituant la population.

s : surface de la placette (*si placette à surface fixe, $s = \pi R^2$*).

S : surface à inventorier (groupe de parcelles, série, forêt).

Le taux de sondage est généralement choisi de telle sorte qu'il soit toujours inférieur ou égal à **10 %**. Au-delà, il est préférable de passer en inventaire en plein.

4.2.2. Nature des placettes

4.2.2.1. Placettes permanentes

Atouts / inconvénients

De manière concrète, les placettes permanentes se distinguent des placettes temporaires car elles sont matérialisées sur le terrain en leur centre (*en général, par une borne ou un piquet métallique*). Un réseau de placettes localisé de façon durable permet de **comparer des inventaires statistiques successifs**, ce qui n'est possible qu'avec une précision aléatoire dans le cas d'un réseau de placettes

Life « Gestion durable des peuplements irréguliers feuillus » : Synthèse expériences existantes 45

temporaires. Un état précis des ressources à l'échelle de la forêt est effectué. Les prélèvements réalisés peuvent également être appréciés par comparaison d'états successifs. Mais ces placettes permanentes sont sujettes à des accidents naturels et donc à des disparitions de matériel.

Avec des placettes permanentes, on a accès à des données au niveau « arbre ». En effet, l'azimut et la distance de chaque arbre situé dans la placette sont relevés. Un **suivi individuel de l'accroissement et du devenir de chaque arbre** est alors envisageable, ce qui est intéressant dans l'optique d'un traitement irrégulier pied à pied cherchant à valoriser au mieux les individus.

Ce dispositif permet de corrélérer les variables dynamiques (*comme l'accroissement et le passage à la futaie*) avec le type de peuplement, le type de station et même avec des variables au niveau « arbre ».

Cette méthode permet de **suivre de nombreux descripteurs de manière continue dans le temps**, en particulier ceux concernant le peuplement non précomptable, la qualité des bois, etc. Mais l'accès à davantage d'informations comparativement aux placettes temporaires entraîne inévitablement un surcoût.

Au vu des réalisations existantes, on peut dire qu'une placette permanente coûte entre 46 et 61 € (*Pierrat, comm. orale*). Plus la taille de la forêt augmente, plus le coût à l'hectare d'un tel inventaire diminue. Mais le prix de la placette permanente est également fonction des variables suivies.

Coût d'un réseau de placettes permanentes en fonction de la taille de la forêt

| Paramètres de base : | Coût de base/ha/an | | |
|---|--------------------|-------|-------|
| | Taille | 46 € | 61 € |
| <ul style="list-style-type: none"> Coût par placette permanente : 46 à 61 € Nombre de placettes minimum pour avoir des données fiables : 150 placettes Périodicité de l'inventaire : 10 ans | 100 ha | 6,9 e | 9,1 e |
| | 150 ha | 4,6 e | 6,1 e |
| | 200 ha | 3,4 € | 4,6 e |
| | 250 ha | 2,7 e | 3,7 € |
| | 300 ha | 2,5 € | 3,1 € |
| | 350 ha | 2,0 € | 2,6 € |
| | 400 ha | 1,7 € | 2,5 € |
| | 450 ha | 1,5 € | 2,1 € |
| | 500 ha | 1,4 € | 1,8 € |

Formule de calcul :

$$\frac{(\text{coût par placette} \times \text{nombre de placettes})}{(\text{surface de la forêt} \times \text{périodicité})}$$

Le coût peut également être abaissé en allongeant la période entre deux mesures successives. Toutefois, pour que le dispositif soit réellement utile au gestionnaire, il y a tout intérêt à calquer les mesures sur la rotation des coupes de bois d'œuvre (*voire la mi-rotation*).

Le temps de mise en place des placettes (*premier inventaire*) est à peine plus élevé que le temps nécessaire au deuxième passage (*mesures ultérieures*). Le rendement moyen est de 8 à 12 placettes par jour (*ENGREF, ONF Haute-Marne, etc.*). Celui-ci peut varier en fonction de la facilité de cheminement et de la pente.

Pour un protocole de mesures dendrométriques complet (*inventaire des semis jusqu'aux arbres précomptables*), le **temps de mesure global par placette se situe entre 35 et 45 min.**

Même si le temps d'inventaire sur placette permanente est un peu plus élevé qu'en placette temporaire, il est utile de rappeler ce que les placettes permanentes permettent de suivre en plus :

- l'accroissement individuel des arbres (*sans sondage direct sur les arbres*),
- la qualité individuelle des arbres,
- la qualité potentielle des jeunes tiges (*cf. § II.2.*),
- la gestion passée (*de manière assez fine*),
- certaines variables plus précises comme des mesures de surfaces de houppier (*Maréchal, 1998*).

De plus, les placettes permanentes peuvent permettre de calculer des **indices de biodiversité**. Avec les différents indices (*Shannon-Weaver, Simpson, Mac Intosh, Margaleff...*), il est possible de savoir comment évolue dans le temps la diversité de certaines constituantes du milieu, et cela de manière statistique. Certains gestionnaires calculent en effet un indice de diversité sur le peuplement précomptable (*sur le nombre d'essence par exemple*), mais il est tout à fait envisageable de faire de même sur d'autres variables comme le nombre d'espèces ligneuses (*si l'on procède à un relevé du taux d'abroustissement, tel que proposé par Tomasini, 2001*).

Domaine de validité

Il faut **au minimum 150 placettes** pour avoir des résultats fiables pour une forêt moyennement homogène en peuplement (Coulon, 1998), notamment lors d'une comparaison d'inventaires. Aussi un tel dispositif ne se justifie qu'à partir de :

- 150 ha, si on adopte un maillage d'1 placette / ha
- 75 ha, si on opte pour 2 placettes / ha

Le nombre de placettes nécessaire peut être plus faible lorsque la forêt est plus homogène (jusqu'à 50 voire 30 placettes pour une forêt équilibrée parcelle par parcelle en irrégulier par pied d'arbre). Toutefois, en dessous de cette taille, l'inventaire pied à pied est généralement plus économique. On a également recours à l'inventaire en plein lorsque le taux de sondage est supérieur à 10 %.

4.2.2.2. Placettes temporaires

Atouts / inconvénients

Les placettes temporaires sont des **placettes à usage unique**, car elles ne sont pas matérialisées sur le terrain. Cette méthode est plus rapide à mettre en œuvre qu'un inventaire par placettes permanentes : non seulement le centre n'est pas matérialisé, mais de plus, la position de chaque arbre n'est pas relevée (*azimut, distance*). Si l'on ne désire pas accéder à l'information au niveau « arbre » ni aux données relatives à l'accroissement, ces placettes s'avèrent alors suffisantes et permettent de réaliser d'appréciables économies.

Des difficultés apparaissent lors de comparaisons entre les résultats de deux comptages successifs et notamment pour les relier à des types de peuplements ou des unités de gestion. Les placettes temporaires sont fiables pour avoir des ratios par groupes de parcelles ; elles le sont beaucoup moins pour avoir des données sur les variables dynamiques (*accroissement, passage à la futaie*). Des problèmes de liaison entre les différentes informations se posent et on ne peut pas apprécier l'évolution continue du matériel d'un peuplement avec une précision connue, contrairement aux cas d'inventaires en plein ou de placettes permanentes (*pour lesquels incertitude sur les données d'accroissement = incertitude pour l'inventaire 1 + incertitude pour l'inventaire 2*).

De plus, ce type de placette ne permet pas d'avoir d'information précise sur le traitement sylvicole appliqué (*exploitation, gestion passée,...*).

Domaine de validité

Comme pour un inventaire statistique par placettes permanentes, il faut en général au moins 150 placettes pour obtenir des résultats fiables et pouvoir extrapoler à l'hectare certaines valeurs.

Remarque : une des éventuelles limites d'un inventaire statistique (*que ce soit d'ailleurs par placettes temporaires ou permanentes*) est qu'on peut passer à côté de phénomènes ponctuels ou d'individus peu représentés. Les placettes ont en effet moins de probabilités de prendre en compte les essences minoritaires ou rares. Or, en peuplement feuillu, ces minorités peuvent valoriser une parcelle, puisqu'on procède à une gestion de la qualité. Pour la gestion en futaie jardinée résineuse qui fait davantage appel à un suivi quantitatif (*volume de sapin et d'épicéa*), cette limite de l'inventaire statistique se fait moins ressentir.

4.2.3. Types de placettes

Que l'on décide de travailler avec des placettes temporaires ou permanentes, il est nécessaire de choisir le type de placettes :

- placette à **surface fixe** (*ou à rayon fixe*),
- placette à **angle fixe** (*placette relascopique ou à diamètre apparent défini*),
- placette à nombre d'arbres fixe (*nombre de bois fixé à l'avance*),
- placette à nombre de bois minimum.

Seuls les deux premiers types de placettes sont couramment utilisés.

Atouts et limites des placettes à surface fixe et à angle fixe

| | Placette à surface fixe | Placette à angle fixe |
|----------------|--|--|
| Positif | <ul style="list-style-type: none"> Modifiable en taille pour améliorer la précision | <ul style="list-style-type: none"> Echantillonnage proportionnel à la surface terrière, les estimations portant sur les GB (<i>qui font la valeur économique</i>) sont donc plus précises |
| Négatif | <ul style="list-style-type: none"> Données statistiquement moins fiables concernant les GB (<i>donc G et V</i>) Importance plus grande donnée aux PB | <ul style="list-style-type: none"> Données statistiquement moins fiables concernant les PB A priori plus coûteuses que celles à surface fixe Peu modifiables (<i>il faut donc en installer des supplémentaires afin d'améliorer la précision sur certaines variables</i>) |

Les placettes à angle fixe conduisent à des coefficients de variation plus faibles sur les BM et GB, mais plus forts pour les PB que pour les placettes à surface fixe. Elles n'entraînent en aucun cas un biais dans l'estimation (*Bruciamacchie, 2000*).

Remarque : pour améliorer la précision de telle ou telle variable (*exemple : surface terrière des GB, accroissement des BM...*), il est moins coûteux d'augmenter la taille des placettes que de multiplier leur nombre (*Coulon, 1998*).

Pour améliorer la précision des données obtenues au moyen d'un inventaire par placettes circulaires à surface fixe, on peut très bien imaginer un **système de cercles concentriques** prenant en compte certaines catégories de diamètre (*de Turckheim, 1992*). Ainsi, les PB peuvent être inventoriés dans un cercle de 10 m de rayon, les BM dans un cercle de 15 m et les GB dans un cercle de 20 m. Cela a pour double avantage de gagner du temps lors de l'inventaire et d'être plus précis sur chaque catégorie de diamètre (*cf. aussi Tomasini, 2001*).

4.2.4. Calcul d'erreur et précision des résultats en inventaire statistique

Quel que soit le dispositif retenu lors d'un inventaire statistique, l'**erreur d'échantillonnage** et la précision des relevés dépendent toujours :

- du type de placette choisi,
- du nombre de placettes mis en place,
- de la taille des placettes.

On peut « jouer » sur l'une de ces trois composantes pour essayer de diminuer l'erreur et d'affiner les résultats.

L'erreur relative se calcule de la manière suivante :

$$Er = (1-f) \cdot t \cdot Cv / \sqrt{n}$$

avec

t : valeur de la loi de Student à 0,05 et n-1
 Cv : coefficient de variation = écart-type / moyenne
 n : nombre de placette et f : taux de sondage.

(1-f) étant généralement négligé puisque l

4.3 Inventaire typologique

Description de la méthode

Il s'agit d'un inventaire statistique, sans placette réellement matérialisée, mais avec des **points d'arrêt** disposés selon un maillage régulier (*échantillonnage systématique*). A chaque point d'arrêt, l'opérateur identifie un type de peuplement à partir de variables faciles à estimer et d'une clé de détermination synthétique. A chaque type est affecté un ensemble de valeurs dendrométriques moyennes ; les données dendrométriques caractérisant le groupe de parcelles inventoriées sont estimées par la moyenne de ces valeurs, pondérée par le nombre de points d'arrêt classés dans chaque type.

Cette méthode implique donc une étude préalable à mener sur un secteur géographique donné, afin de disposer d'une typologie adaptée au contexte de la forêt. Celle-ci doit fournir des fourchettes numériques assez étroites par type (*validées statistiquement sur la région considérée*), pour les données qui intéressent les gestionnaires.

Les taux de sondage le plus souvent utilisés en inventaire typologique sont de **2 à 4 points par hectare**. La détermination fait le plus souvent appel à un tour d'horizon relascopique ou à un comptage rapide. Le rayon de comptage fait peu varier le type de structure diagnostiqué, à partir du moment où l'on mesure entre 12 et 20 arbres (*c'est également le seuil de fiabilité admis sur le volume total dans le cas des placettes d'inventaire statistique*).

Atouts et domaine de validité

Moyennant une formation préalable à l'utilisation de la clé de détermination, cette méthode semble nettement **plus rapide** (*et donc moins coûteuse*) que les autres types d'inventaires (*en plein et statistique*) et ce probablement jusqu'à des tailles de forêt de 100 à 150 ha.

Cette rapidité dépend bien sûr du taux de sondage choisi. On considère que le nombre de points minimal pour une précision suffisante des données est de 15 à 20. Ainsi, la recherche de données fiables par parcelle conduira le plus souvent à adopter un taux de 4 points par hectare plutôt que 2 points (*sauf dans le cas de grandes parcelles de plus de 10 ha*).

Un autre avantage de cette technique d'inventaire réside dans l'obtention de **données cartographiées** ; toutefois, les synthèses cartographiques réalisées à partir de sondages systématiques portant sur 12 à 20 arbres peuvent n'apporter qu'une image relativement artificielle des grands ensembles de peuplements sur le terrain.

Enfin, la rapidité de détermination du type, permise par une clé bien conçue, peut laisser à l'observateur le temps de relever quelques autres données importantes, qui seront alors localisées sur la forêt (*par exemple des variables complémentaires qualitatives*).

Les **rendements** dépendent de la densité des points de sondage :

- 30 à 50 ha / jour / personne avec un maillage d'1 point / ha,
- 10 à 15 ha / jour / personne avec un maillage de 4 points / ha.

La **fiabilité** d'un tel inventaire dépend de plusieurs facteurs :

- la qualité de la typologie utilisée,
- la densité des relevés,
- la maîtrise de l'outil par les utilisateurs.

L'incertitude varie entre 10 à 15 % dans le meilleur des cas, ce qui est jugé suffisant pour classer des peuplements dans le cadre d'un aménagement ou pour suivre leur évolution.

Remarque : la typologie franc-comtoise portant sur les peuplements feuillus irréguliers (*pour beaucoup issus de TSF*) est plus un langage commun servant d'outil d'aide à la décision et de cartographie qu'un outil de suivi de gestion. En effet, les gestionnaires régionaux ont souhaité une typologie simple d'utilisation (*peu de types, séparation structure capital composition*) servant surtout à une description préalable et plutôt qualitative des parcelles (*cf. annexe 5*). Cette typologie n'a donc pas été vraiment construite pour réaliser des inventaires typologiques.

Récapitulatif des différentes méthodes d'inventaires existantes

Le tableau suivant présente les informations qu'il est possible d'obtenir en fonction du type d'inventaire et leur précision :

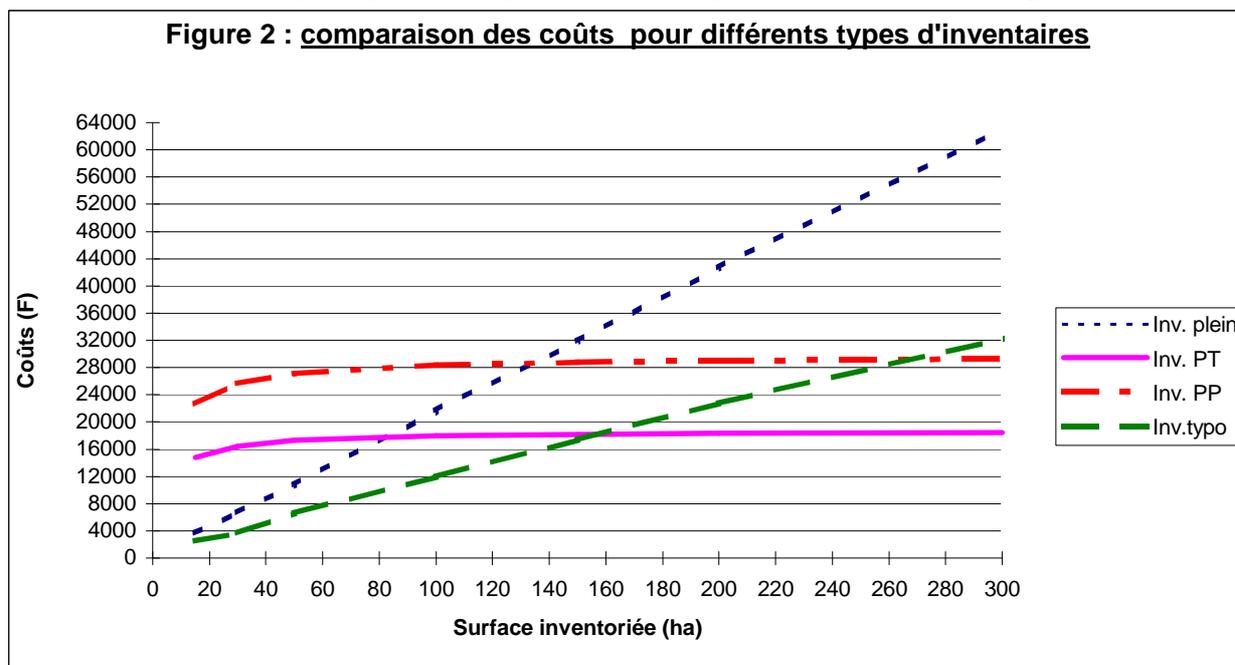
bilan comparatif entre les différents types d'inventaires

| | Type d'inventaire | | | |
|---|-------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| | Pied à pied | Placettes temporaires | Placettes permanentes | Typologique |
| Niveau de technicité à mettre en oeuvre | + | ++ | +++ | +++ |
| Travail de relevé effectué seul | - | + | + | +++ |
| Précision à l'échelle de la forêt | ++ | +++ | +++ | ++ |
| Précision à l'échelle de la parcelle | +++ | - | - | ++ |
| Information précise concernant les petites populations (<i>individus rares</i>) | +++ | - | - | - |
| Finesse de la cartographie des peuplements | - | + | + | +++ |
| Information d'ordre qualitatif | - | ++ | +++ | - |
| Suivi de la régénération | - | + | +++ | - |
| Information concernant la dynamique du massif | + | + | +++ | +++ |

Inspiré de Gaudin,

1996

Le graphique suivant donne, à titre indicatif, l'évolution du coût pour différents inventaires en fonction de la surface inventoriée (exemple valable pour une forêt de plaine, avec environ 300 tiges /ha).



Gaudin, 1996

NB : les différents inventaires ne permettent pas de suivre les mêmes variables. Si un inventaire en plein est moins onéreux que les inventaires statistiques sur de petites surfaces, il ne permet pas de d'obtenir un suivi aussi complet.

ANNEXE II : Compte-rendu des visites sur le terrain

Les services ONF de Langres et Chaumont (52)

Un grand nombre de parcelles ont été visitées, sur les divisions de Langres et Chaumont, en août 2000 sous la conduite de MM. M. ALZINGRE, Ingénieur au SD 52, R. PIERRAT, Ingénieur à Langres, F. JACOBEE, Ingénieur à Chaumont, M. MAURON, Chef de groupe technique, et M. COKELARE, Chef de triage ; afin d'appréhender les techniques appliquées dans divers contextes de stations et de peuplements dans le cadre d'une sylviculture d'arbre appliquée aux peuplements feuillus.

Les options expérimentées localement ont été présentées sous l'angle sylvicole avant tout, sans occulter d'autres questions soulevées par la sylviculture en irrégulier (*formation, organisation du travail et transferts de charges, facultés de commercialisation, équilibres faune-flore*) ; toutefois, selon M. ALZINGRE, seule une réflexion séparée sur ces différentes préoccupations leur a permis d'avancer techniquement.

Un certain nombre de situations nous ont semblé tout à fait comparables à certains contextes francs-comtois : peuplements très mélangés sur plateaux calcaires, T.S.F. pauvres à dominante de chênes (*cf. Bresse*), chênaies-hêtraies-charmaies assez riches en Haute-Saône, etc.

Les principaux thèmes abordés ont été les suivants :

Les fondements de la démarche

Le refus des sacrifices d'exploitabilité

Le premier argument avancé est d'ordre économique, compte tenu de peuplements issus de T.S.F. où la recherche de surface à régénérer entraîne le plus souvent des sacrifices financiers ; cela est particulièrement marqué dans des peuplements mélangés.

La préservation d'arbres morts, et des essences minoritaires dans tous les cas, est perçue comme le prix à payer pour "assurer" le peuplement contre les aléas climatiques ou sanitaires.

Des conditions stationnelles particulières

L'assèchement des sols calcaires superficiels et la remontée du plan d'eau constituent dans certaines situations un argument technique pour éviter un découvert trop brutal du sol.

La mise en valeur du potentiel existant

Selon les diverses stations visitées (*acidiclives sur grès, sur limons plus ou moins profonds et acides, avec localement un plancher argileux, sur plateaux calcaires plus secs ou globalement fertiles mais à stations très variables*), une grande variété de brins d'avenir s'observe en situation de demi-éclaircissement : hêtres et chênes de cru renommé (*F.C. de Giey*), alisiers, merisiers, érables sycomores ou planes, frênes. La gestion de ce potentiel conduit à une sylviculture d'arbre et à des structures non régulières.

Cette sylviculture apporte aussi une réponse à certaines attentes du propriétaire : amélioration paysagère notamment.

Les outils de description

Indicateurs

L'observation des pousses et de la ramification des semis et gaules permet de repérer les seuils d'éclaircissement à partir desquels telle ou telle essence commence à être concurrencée ou ne l'est plus assez :

- hêtre qui « fait la table »,
- grandes feuilles (« parasol ») chez les semis d'essences héliophiles ou de demi-ombre,
- perte de dominance apicale chez le frêne ou apparition de 2 ramifications sous la pousse de l'année, etc.

Inventaire relascopique et référence à la typologie de peuplements

La typologie de peuplements (*construite par DURAND, SOULE et NORMANT*) est utilisée comme outil de description préalable d'une parcelle : une cartographie du peuplement par relevé au relascope tous les 50 m permet de connaître localement la structure et d'orienter les prélèvements.

A l'expérience, la structure diamétrique satisfaisante pour un "fonctionnement" continu du peuplement semble se situer autour des proportions suivantes **en surface terrière** selon les stations : PB 20% - BM 30% - GB 50% (*équivalent à des peuplements IR voire PB dans la typologie franc-comtoise*).

Les stations et l'écologie comparée des essences

Pour une station donnée, il faut bien connaître les facultés de croissance respectives et les exigences des différentes essences (*aux stades semis, gaule et adulte*).

Les consignes de martelage

Les consignes ne sont pas dictées par une volonté de structurer le peuplement vers un type donné. La décision de marquer ou non un arbre vise à optimiser localement les fonctions de chaque arbre.

Rappel des 6 fonctions possibles

- production : bois moyen ou gros bois de qualité susceptible de gagner considérablement en valeur
- éducation de semis ou gaules, qui risqueraient d'être concurrencés par une mise en lumière,
- protection : contre les risques de "coup de soleil", de gourmands ou de gélivure sur d'autres tiges, ou de déstabilisation d'un peuplement éclairci face aux coups de vent,
- écologique : arbres secs ou à trous de pics, essences rares même sans intérêt économique direct,
- semencier : en particulier pour les essences rares sur la parcelle,
- esthétique : arbres de dimensions exceptionnelles, arbres rares à faible valeur économique.

Les objectifs de martelage

- **dans le taillis** : doser la lumière afin de permettre le développement des baliveaux présents, et l'installation de semis tout en minimisant le risque de concurrence végétale,
- dans la futaie : gérer la qualité et la diversité et éviter toute perte de production.

Au niveau du peuplement on garde à l'esprit un certain nombre de garde-fous, qui sont affinés de proche en proche par le suivi des données de placettes permanentes : seuils de surface terrière de la futaie et du taillis, proportion de gros bois, etc.

Ce faisant, on veille à ce que les dérives constatées a posteriori soient toujours rattrapables grâce à des interventions légères.

L'éclaircie du taillis se fait encore en certains endroits par griffage en réserve. Sur le cas de la F.C. de Coupray avec des sols à très faibles potentialités (*lithosols et lapiaz*), cette technique accroît encore l'assèchement du sol, et la régénération vient mal. **Le griffage en abandon permet de maintenir un couvert beaucoup plus important**, d'autant plus que les petits brins de taillis sont les plus "recouvrants" à surface terrière égale. L'effet sur la régénération est spectaculaire : la densité de semis est plus importante, ils sont beaucoup moins aboutis puisque plus difficilement accessibles.

Couplage avec la désignation de tiges d'avenir : Les tiges qui présentent localement le meilleur potentiel (*forme, vigueur*) sont marquées d'un point de peinture bleu pendant le martelage. Cela forme notamment le personnel à tenir compte lors du martelage de la valeur d'avenir du peuplement dans toutes les classes de grosseur (*y compris perches et gaules*).

La qualité de l'exploitation

- **Les cahiers des clauses** : une pénalité prévue dans les clauses de ventes est appliquée pour les bris de réserve. Elle est fonction du diamètre de l'arbre, et son montant est multiplié par 10 si la tige était désignée par un point de peinture (*exemple pour une tige de diamètre 20 désignée : indemnité de 42,7 €*). Grâce au système de désignation lors du martelage, les forestiers se rendent responsables de la qualité du travail des bûcherons, et les points bleus permettent de suivre cette qualité sur le terrain (*utile dans une logique d'assurance qualité et de certification*).

- **Il est demandé aux marteleurs d'être plus attentif aux contraintes du bûcheronnage.** (par exemple : dans une zone riche en brins d'avenir, la coupe d'un gros bois prévu au prochain passage peut être préparée par l'enlèvement d'un bois médiocre dans la direction d'abattage qui semble la meilleure).
- La présence d'un renouvellement diffus sur la forêt peut permettre de tolérer quelques dégâts d'exploitation, mais il faut parfois penser à recéper les brins endommagés pour éviter l'apparition du chancre.

Les consignes et l'organisation des travaux

- La nécessité de dégagements ou de dépressage est décidée au cas par cas selon les indicateurs et l'essence qu'il est techniquement et financièrement raisonnable de vouloir favoriser (*voir plus loin le cas des chênes*). Un état d'assiette "travaux" renseigne le responsable terrain sur les parcelles à visiter annuellement. Cette visite permet de décider si des travaux sont nécessaires ou non. En principe, ce passage est prévu à mi-rotation ; on peut si nécessaire programmer également les travaux après coupe.
- L'emploi des ouvriers doit être réorienté vers les tâches les plus utiles (*voir plus loin*).

Les outils de contrôle

Techniques possibles

- les placettes permanentes : elles sont largement utilisées dans la région eu égard au grand nombre d'information qu'elles fournissent,
- les inventaires relascopiques,
- les inventaires en plein.

Critères de choix entre les méthodes (*surface*)

- forêts de moins de 50 ha : inventaires en plein et comparaisons d'inventaires permettent un contrôle à un coût modéré,
- entre 50 et 100 ha : l'inventaire relascopique (*G par catégorie de diamètre*) permet d'obtenir de bonnes informations (*localisées sur la parcelle*),
- à partir de 100 à 150 ha : les placettes permanentes permettent un suivi de très nombreux indicateurs (*en particulier la qualité des bois et la régénération*) à un coût raisonnable : 35 F/ha/an pour 100 ha, 17 F/ha/an dans le cas du syndicat intercommunal de gestion forestière de la région d'Auberive (*par comparaison, la mesure d'indice de pression floristique jugée peu chère coûte 30 F/ha/an*).

Recherche de garde-fous

C'est un complément indispensable à l'observation locale du fonctionnement des arbres, pour s'assurer que l'ensemble des peuplements de la forêt évolue dans un sens favorable pour une gestion forestière durable.

Le cas particulier des chênes

- L'objectif d'augmenter localement la proportion de chênes (*sessiles et/ou pédonculés*) implique de respecter lors du martelage des garde-fous assez précis : optima de surface terrière à 14-15 m²/ha pour la futaie et moins de 2 m²/ha pour le taillis (*"vis micrométrique" qui permet localement de doser finement l'éclaircissement*), dans le contexte de la forêt de Latrecey.
- Ce faisant, on obtient de manière diffuse une régénération basse de chênes. Il faut éviter d'éclaircir davantage puisque les germinations de chênes ont un point de compensation¹ très bas, mais, à éclaircissement moindre, les semis ne survivent pas trois ans.
- La concurrence entre essences est ensuite déterminante :
 - ⇒ sur des limons un peu acides en surface, la concurrence du charme, du hêtre et du frêne s'exprime peu, et des chênes vigoureux s'observent dans des trouées d'environ 1 are (*associés au tilleul qui a une croissance juvénile comparable*),
 - ⇒ sur des sols plus riches, le maintien de chênes exige des travaux plus ou moins répétés dont

¹ rapport entre capacité d'absorption et évapotranspiration des semis.

le coût doit être réfléchi en fonction des produits que l'on peut obtenir avec les différentes essences présentes naturellement,

⇒ un effet textural peut jouer aussi en faveur des chênes (*ex : bonnes régénérations de chênes sur sol très alcalin dans les vallées, probablement grâce à des marnes très filtrantes*).

- Faut-il engager des travaux exceptionnels à la suite d'une bonne glandée ? Les avis sont partagés sur le sujet ; lorsque les communes peuvent difficilement augmenter leur budget de travaux une année donnée, il peut être préférable de maintenir le peuplement dans un état propice à une régénération diffuse ($G \text{ futaie} = 15 \text{ m}^2$, $G \text{ taillis inférieur à } 2 \text{ m}^2$) qui pourra ensuite se développer à l'aplomb d'un gros bois enlevé en coupe.

La conversion des T.S.F. en futaie irrégulière

1. Eclaircie dans le taillis

Un marquage du taillis "par le haut" (*en abandon*) permet d'éclaircir raisonnablement le sol et à la régénération de s'installer ; généralement les 2 à 3 plus gros brins par cépée peuvent être prélevés. Une demande locale en trituration satisfaisante permet de vendre des lots d'au moins 600 m^3 (*suffisamment homogènes*).

2. Martelage dans la futaie sur semis et baliveaux acquis

En partant d'un T.S.F. avec des produits de qualité très inégales, il est à prévoir des prélèvements orientés dans les premiers temps surtout sur des tiges de qualité médiocre, et donc des revenus modestes dans les premières années qui doivent s'élever à partir du deuxième passage en coupe. Les rotations sont généralement de 10 à 8 ans (*courtes en particulier en phase de transition*).

3. Notion d'équilibre

Il est recherché localement un fonctionnement optimal du peuplement (*développement d'un nombre a priori suffisant de tiges de diverses dimensions*), l'approche d'un état global satisfaisant pouvant se concrétiser grâce au contrôle.

4. Difficultés potentielles

- commercialisation des petits bois (*cela est d'autant plus vrai en futaie régulière*),
- pression du gibier,
- qualification des ouvriers,
- qualité des exploitations.

L'aménagement

Il doit comporter :

- un état d'assiette précis des coupes et des travaux
- une méthode de contrôle appropriée, qui permet de préciser de proche en proche la nature des prélèvements et des travaux à réaliser, et la rotation à adopter.

Questions particulières

L'emploi des ouvriers

Il pose un réel problème sur la division de Chaumont notamment (*nombre de plants installés divisés par 10 en 4 ans, beaucoup moins de surface passée en dégagement*). A Chaumont, l'une des réponses apportée a consisté à leur confier des travaux légers destinés à favoriser tous les brins d'essences précieuses repérés, 10 à 20 ans après les coupes de taillis. Ces travaux représentent 0,5 j d'ouvrier forestier par ha, 40 ha au moins étant concernés sur chacun des 9 groupes techniques, ce qui fournit au total au moins 180 journées de travail par an soit un poste d'ouvrier.

Le cœur rouge du hêtre

Une étude a été entamée avec la STIR Est (*à partir d'un échantillonnage en Haute-Marne et en Haute-Saône*) sur :

- la liaison cœur rouge - station,

- la liaison âge - cœur rouge,
- la recherche d'indices externes sur les arbres, détectables au martelage,
- la localisation du rouge dans les produits de scierie.

N.B. : Des études allemandes ont mis en évidence trois types de coloration rouge :

- descendante, à partir d'entre écorce formée dans une fourche, qui a bougé ensuite,
- montante, provoquée par des déchirements dans le système racinaire fin (*vent, humidité du sol*)
- latérale, qui peut se propager dans le bois à partir de toute blessure du tronc.

Localement, R. PIERRAT a cherché à savoir si le gain réalisé sur de grosses tiges de qualité ne compensait pas globalement la perte due aux grumes rouges, donc si le bilan financier probable lorsque l'on laisse les hêtres de qualité grossir au-delà de 60 cm de diamètre n'était pas positif.

Sur un échantillonnage local de 1500 arbres abattus, des pourcentages d'arbres touchés à différents degrés ont été calculés ; l'augmentation de la part de cœur rouge avec le diamètre se vérifie et semble s'accroître un peu au-delà de 60 cm. A l'aide de grilles de prix établis pour différents diamètres pour des arbres blancs ou rouges (*à différents degrés*), la simulation du prix de vente total de 100 tiges que l'on « laisse grossir » au-delà de 40 cm de diamètre montre que ce prix présente une augmentation continue même au-delà de 60 cm.

L'abrouissement par les cervidés

Sur un petit enclos de démonstration (*2 ares environ*), une dynamique intéressante est observée (à l'aplomb d'un gros bois parti en coupe) : nombreux drageons de merisier de 40 cm de haut, nombreux semis de chênes re dynamisés (*pousses de 40 à 60 cm*) après 3 ans de très faible croissance, quelques plantules de hêtres. Cette dynamique n'est constatée nulle part autour ; la densité de gibier est évaluée à 4 cerfs et 12 chevreuils aux 100 ha.

Souvent les problèmes d'équilibre faune-flore conditionnent en amont les possibilités d'obtenir ou non une diversité d'essences, plus que les options sylvicoles.

En conclusion

La sylviculture d'arbres illustrée ici sur le terrain repose largement sur l'observation de la dynamique des arbres et du peuplement. **En particulier l'accent est mis sur le repérage en tout point des meilleurs sujets d'avenir** (*gaules et semis*) et le refus systématique des sacrifices d'exploitabilité.

Les forestiers rencontrés reprennent à leur compte une observation titrée du réseau de parcelles de référence de l'Association Futaie Irrégulière : "une somme d'actions de bon sens (*forestier*) permet d'éviter les culs de sacs au niveau d'une forêt" (*J.P. MARECHAL, 1998*). Ce bon sens forestier doit cependant être exercé par la formation des personnels à des modes d'observation plus ou moins nouveaux.

La formalisation de telles techniques de gestion, ainsi que celle d'une stratégie d'utilisation des outils complémentaires qui sont actuellement mis au point, qui font partie des objectifs du programme LIFE-Environnement en Franche-Comté, correspondent aussi à des besoins exprimés sur les divisions visitées.

La région de Neufchatel (Suisse)

Les visites, guidées par Jean-Philippe SCHUTZ (*Professeur à l'ETH-Zentrum de Zürich*), Denis HORISBERGER (*gestionnaire de la forêt des Erses*), Pascal JUNOD (*gestionnaire des forêts du 3^e arrondissement du canton de Neuchâtel*), Jean-Michel OBERSON (*gestionnaire de la forêt de St-Sulpice*) étaient axées sur la sylviculture irrégulière du hêtre principalement, en mélange avec des résineux et/ou les chênes. La tradition de jardinage est ancienne dans la région, et de plus une loi datant de 1902 interdit les coupes rases (*de plus de 0,5 ha*) dans les forêts suisses ; les exemples visités sont donc l'objet d'une assez longue expérience (*autour d'un siècle*).

La question de l'irrégularité s'est posée à différentes échelles : pour la structuration horizontale, on distingue en Suisse l'irrégularité :

- pied à pied,
- par pinceaux : moins de 5 ares,
- par groupes : 5 à 10 ares,
- par bouquets : 10 à 50 ares,

Rappel : selon le manuel d'aménagement ONF:

- bouquet : de 10 à 50 ares (voire 1 ha)
- parquet : à partir de 1 ha (voire 50 ares).

- traitement par coupes progressives : bouquets qui s'étendent progressivement en surface.

Pour décrire le comportement social de certaines espèces, J.-Ph. Schütz parle de **collectifs** (*de quelques tiges à plusieurs ares ; environ 2 à 6 ares pour le hêtre*).

Forêt des Erses

80 ha traités en jardinage depuis plus d'un siècle

| | |
|------------------------------|--|
| Conditions naturelles | <ul style="list-style-type: none">• Altitude 800 - 1150 m• Pluviosité 1200 mm/an• Hêtraie-sapinière sur calcaire dur, recouvert au-dessus de 1100 m par des moraines |
| Peuplements | <ul style="list-style-type: none">• 60 à 85 % de hêtre, dominant surtout en versant sud plus sapin-épicéa• Structure irrégularisée par petits bouquets (<i>quelques ares</i>) voire pied à pied• Régénération et gaulis de hêtre localement abondants mais déficit marqué en perches d'avenir• Gourmands fréquents sur les gros bois |
| Historique | <ul style="list-style-type: none">• 1889 : aménagement par Biolley en futaie jardinée pied à pied• Borel, propriétaire dès 1912 et ses successeurs très impliqués dans la gestion• Production de hêtre (<i>traverses de chemins de fer</i>) avec peu de résineux qui donnent des produits médiocres• Volume sur pied en 1889 : autour de 110 sylv/ha (= <i>environ volume aménagement ONF + 20 %</i>) dans les parties basses et 250 dans les parties hautes• Exemple d'évolution d'une parcelle :<ul style="list-style-type: none">- 117 sv/ha en 1890- 183 sv/ha en 1928- 313 sv/ha en 1950 et depuis légère décapitalisation• Soins cultureux intensifs (<i>subventionnés</i>) depuis quelques années |

Un jardinage pied à pied a été pratiqué de 1889 à 1950, avec une application très précise de la **méthode du contrôle** : des pastilles étaient fixées sur les arbres pour repérer l'endroit exact où était mesuré leur diamètre, permettant de suivre la croissance de chaque gros bois au cm près, et donc de le récolter dès que sa croissance n'était plus optimale.

L'application de cette méthode fait l'objet de deux brochures signées W. Borel en 1929 et 1933 (*disponibles à la bibliothèque de l'ENGREF Nancy*).

En 1965, un inventaire par placettes permanentes a remplacé ce dispositif. Toutefois, ces placettes jugées coûteuses ne sont pas appliquées aux autres forêts du secteur.

Jusqu'en 1950, des travaux avaient lieu à mi-rotation (« *petit jardinage* » tous les 4-5 ans), mais ceux-ci ont été abandonnés de 1950 à 1990, ce qui suite à la capitalisation forte des années 50 explique le déficit actuel de petits bois de qualité. Grâce aux subventions, les travaux sont actuellement intensifs ; ceux-ci sont sans doute « luxueux » pour le seul renouvellement du hêtre mais permettent de favoriser quelques petits groupes d'épicéa

Pour garder une bonne dominance apicale au stade des gaules, il semble que les jeunes tiges de hêtre aient des besoins en lumière assez élevés : des collectifs de 2 ares au minimum doivent donc être mis en lumière à ce stade. De plus, les hêtres éduqués en collectifs (*à partir de quelques tiges, pas forcément 1 are ou plus*) sont susceptibles d'être de qualité et de stabilité un peu meilleure qu'un hêtre isolé.

Actuellement, le traitement vise à obtenir une éducation des hêtres dans le jeune âge par petits collectifs jusqu'à 6 ares (*donc plutôt « par pinceaux » que pied à pied*). Cela semble surtout nécessaire au-dessus d'un volume à l'hectare de 200 sylves (*lumière diffuse insuffisante pour une bonne dominance apicale*) ; toutefois les résineux risquent d'être étouffés au sein de collectifs denses de hêtre.

Pour maintenir un mélange suffisant, on recherchera alors un compromis entre le jardinage pied à pied et par petits groupes, on travaillant en-dessous de 200 sylves/ha. D'après un modèle dynamique élaboré par J.-Ph. SCHUTZ (*non validé*) et selon les calculs effectués par Sandrine COULON (*stagiaire FIF*), 136 m³/ha serait le niveau de capital nécessaire à un recrutement continu de hêtre sur la forêt des Erses (*et 220 m³/ha en Thuringe*) ; toutefois pour éviter les pertes de production et favoriser la qualité des tiges il semble préférable de maintenir un niveau supérieur (*entre 150 et 200 m³*). On recherche des hêtres avec une bille de pied élaguée sur 12 m.

Remarque sur le problème du chancre : le chancre se propage souvent des tiges âgées aux jeunes tiges ; pour pallier ce problème en futaie régulière, il est conseillé d'accélérer le renouvellement ; en futaie irrégulière, il est recommandé de favoriser la vigueur des jeunes gaules qui peuvent alors se rétablir. En complément, il est utile de procéder à des petits travaux de toilette dans les jeunes tiges, et d'éliminer les semenciers chancreux en martelage.

3° arrondissement de Neuchâtel, secteur de la Béroc he

Régénération du hêtre et du chêne en trouée de différentes tailles

| | |
|------------------------------|---|
| Conditions naturelles | <ul style="list-style-type: none"> • Altitude 430 - 1400 m • Moraines : stations acidophiles de hêtraies |
| Peuplements | <ul style="list-style-type: none"> • Hêtraies mélangées de chênes en dessous de 700 m, d'épicéa et de sapin surtout aux altitudes supérieures • Enrichissement localement en alisiers blancs et torminal, mélèze, pins, châtaignier • Peuplements ouverts sur de nombreuses trouées de tailles diverses • Régénération partout présente, hêtre souvent envahissant • Peuplements le plus souvent régularisés bois moyens entre les trouées |
| Historique | <ul style="list-style-type: none"> • Aménagement en futaie jardinée pied à pied jusque dans les années 1950 • Problème de maintien du chêne face à la forte concurrence du hêtre et passage à une sylviculture en mosaïque de trouées ouvertes sur la régénération acquise • Les peuplements se sont capitalisés et régularisés : volumes sur pied actuels de l'ordre de 320 sylves/ha (= <i>environ volume aménagement ONF + 20 %</i>) |

Dans les années 1950, le gestionnaire M. Comtesse a fait son autocritique, constatant les problèmes posés par le jardinage pied à pied avec un tel niveau de matériel sur pied (*sans doute trop élevé*) notamment pour le renouvellement du chêne.

Actuellement, un traitement en mosaïque est pratiqué, avec création de trouées de 5 à 50 ares. Vingt ares sont considérés comme un minimum là où une régénération de chênes est recherchée, dans le contexte des futaies de la région, où l'absence de taillis ne permet pas de moduler facilement l'éclaircissement diffus dans le peuplement environnant. Le suivi du renouvellement porte sur les surfaces des taches de renouvellement qui sont « libérées » (*éclairées*) intentionnellement. Leur cartographie sur SIG, transmise à tous les intervenants en forêt, permet de tenir compte de la localisation des peuplements élémentaires dans toutes les opérations de travaux et de coupes.

Un contrôle de la distribution des catégories de diamètres est également pratiqué.

Toutefois, malgré ce double contrôle, le peuplement s'est capitalisé et régularisé ces dernières années. Cela est probablement dû à une certaine crainte que le chêne ne perde ses chances de renouvellement : on a ainsi évité de créer un éclaircissement diffus entre les trouées, de peur qu'un renouvellement abondant de hêtre ne soit déjà installé lorsque l'on ouvre une trouée.

La régénération de hêtre est en effet abondante voire envahissante dans certains secteurs, ce qui oblige à choisir les taches auxquelles on donne un avenir quitte à tolérer des dégâts d'exploitation dans d'autres taches autour.

La rotation des coupes est fixée à 8 ou 10 ans, avec possibilité d'y déroger pour profiter des bonnes glandées, qui sont aussi rares que dans le Nord-Est de la France.

Les soins culturaux sont pratiqués juste après coupe puis à mi-rotation : travaux négatifs dans les fourrés effectués directement par les ouvriers (*ces travaux semblent indispensables*) et travaux positifs en faveur de quelques « candidats » désignés par le garde. Ces dépressages sont plus ou moins utiles et ne doivent pas être trop répétés, au risque de bloquer l'élagage naturel du hêtre.

Remarque sur le problème du cœur rouge du hêtre : en Suisse, il semble plus fréquent sur substrat calcaire que sur sols décalcifiés (*dans sa thèse, Suzanne VON BUREN avance statistiquement 3 fois plus*), et plus fréquent sur versant nord. Les études sur le sujet désignent une combinaison complexe de facteurs prédisposants, principalement la station, la dimension des tiges, leur âge et leur vigueur.

Forêt de St-Sulpice

Futaie jardinée sur versant sud à hêtre dominant

| | |
|------------------------------|---|
| Conditions naturelles | <ul style="list-style-type: none"> • Altitude 820 à 890 m • Stations sud où le hêtre est très concurrentiel • Productivité nettement supérieure au cas de la forêt des Erses |
| Peuplements | <ul style="list-style-type: none"> • Hêtre nettement dominant, accompagné partout d'un peu de sapin et d'épicéa • Peuplements bien étagés notamment grâce à la présence des résineux |
| Historique | <ul style="list-style-type: none"> • Jardinage pied à pied depuis le début du siècle • Les quelques résineux présents étaient favorisés jusque dans les années 1980 pour des raisons économiques ; maintenant ils le sont pour leur rôle écologique et d'éducation • Tous les feuillus en mélange sont favorisés |

Le hêtre est très nettement dominant sur versant sud, où les sapins et épicéas sont peu compétitifs.

La forêt est traitée en futaie jardinée pied à pied, ou par petits groupes là où cela semble préférable pour la bonne éducation des hêtres ou le mélange d'essences ; l'amélioration de celui-ci est recherché partout en favorisant les érables, les tilleuls voire les ormes. Un repère visuel est utilisé pour la création des trouées : on veille à ce que celles-ci ne soient pas plus larges que la hauteur dominante du peuplement (*environ 30 m donc 7 ares maximum pour les trouées*).

Ces trouées de quelques ares sont ouvertes également pour essayer de favoriser l'épicéa là où il est présent dans la régénération.

La logique reste donc celle d'un jardinage pied à pied, avec inventaire toutes les 2 rotations (*soit 20 ans, car on dispose de suffisamment d'inventaires passés*) et fixation d'une possibilité volume sur la série (*ensuite modulée par parcelle*). Le « coup de marteau » est adapté aux essences en présence et à favoriser.

Les parcelles sont parcourues en travaux tous les 9 ou 10 ans, par des équipes d'ouvriers bien formés qui décident des endroits où intervenir en faveur du mélange et de quelques tiges d'avenir ; une thèse récente encadrée par J.-Ph. Schütz sur la pratique des équipes montre que les ouvriers les plus jeunes ont tendance à être parfois exhaustifs dans leur travaux (*passent jusqu'à 2 fois plus de temps sur une parcelle que leurs aînés*).

L'élagage artificiel de tiges de 15 cm de diamètre est pratiqué, l'opération étant considérée comme rentable face aux risques de petits nœuds noirs, qui subsistent souvent malgré un élagage naturel apparemment satisfaisant.

Remarques - Conclusion

Les conditions naturelles sont différentes de celles de la zone de validité de la typologie des futaies irrégulières feuillues de Franche-Comté :

- étage montagnard, voire montagnard supérieur pour les objets visités en Suisse,
- plaine, étage collinéen (*voire montagnard inférieur*) pour les peuplements francs-comtois.

Il est donc possible de tirer certaines expériences du recul concernant la gestion pratiquée sur ces forêts, mais **il faut rester prudent quant à l'utilisation des chiffres cités ici dans les contextes feuillus francs-comtois.**

On observe des convergences entre les pratiques dans cette région de la Suisse et ce qui est préconisé dans le manuel d'aménagement de l'ONF :

- futaie jardinée ou irrégulière par pieds d'arbres (*jusqu'à 10 ares*) : pas de suivi en surface,
- futaie jardinée ou irrégulière par bouquets ou parquets (*ces derniers étant à rapprocher des coupes progressives suisses*) : suivi de la régénération en surface.



Peuplement irrégulier et mélangé en forêt des Erses – Photo : Ch. Allegrini

Forêts du Bois Banal et de la Quiquengrogne (70)

Les visites, guidées par Alain CHAVANE, expert forestier et membre de l'Association Futaie Irrégulière, étaient axées sur la sylviculture irrégulière du hêtre principalement, en mélange avec le sapin et/ou les chênes, dans la région naturelle des collines sous-vosgiennes.

Les deux forêts visitées (*Bois Banal - 100 ha, et Forêt de la Quiquengrogne - 400 ha, appartenant à des groupements forestiers*) présentent des contextes très proches.

| | Bois Banal | Forêt de la Quiquengrogne |
|------------------------------|---|--|
| Conditions naturelles | <ul style="list-style-type: none"> • Altitude moyenne 400 m • Hêtraie-chênaie acidocline sur grès à Voltzia, pH 4,5 à 5 | |
| Peuplements | <ul style="list-style-type: none"> • Futaie irrégulière claire et mélangée • Majorité de hêtre, avec des chênes, quelques sapins surtout en sous-étage et quelques charmes | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Mélange hêtre-chêne relativement équilibré (<i>respectivement autour de 60 et 40 %</i>) | <ul style="list-style-type: none"> • 70 % de hêtre en volume, accompagné de chêne sessile (<i>étage dominant</i>) et de sapin (<i>sous-étage</i>) |
| Historique | <ul style="list-style-type: none"> • En 1820 classé quart en réserve du massif qui l'entoure actuellement • Enrichissement par des plantations de sapins par Ch. Broilliard • Jusqu'en 1950, gestion en taillis sous futaie, puis en futaie sur taillis (<i>coupes d'amélioration par le haut dans la futaie et vieillissement du taillis</i>) • En 1975, passage à une conversion en futaie irrégulière pied à pied | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Une parcelle fait partie du réseau AFI depuis 1995 | <ul style="list-style-type: none"> • Une parcelle fait partie du réseau AFI depuis 1993 |

La conversion en futaie irrégulière pied à pied a été lancée en 1975 par un relevé de couvert dans le taillis, en veillant à éclairer le sol prudemment du fait des risques de développement de la ronce. Ce faisant, l'apparition de gourmands sur les chênes a été évitée en grande partie. Le taillis a ainsi été réalisé totalement en 3 passages. Il était composé essentiellement de charme et de hêtre (*qui rejette souvent de souche malgré l'altitude modeste*). Quelques brins de taillis ont été conservés, parmi lesquels certains hêtres voire charmes sont susceptibles de fournir du bois d'œuvre lors des prochains passages en coupe.

Les premières coupes de bois d'œuvre ont essentiellement porté sur les sapins, jugés mûrs économiquement (*sujets pour la plupart branchus ayant souvent dépassé 60 cm de diamètre*). Cette opération fut jugée prioritaire pour éviter une trop forte domination du sapin dans les taches de semis, par enlèvement des semenciers.

Les passages en coupes et travaux ont ensuite été programmés selon les modalités suivantes :

- **coupes à rotation de 9 ans portant uniquement sur les gros bois mûrs,**
- **coupes et travaux à mi-rotation dans les bois de dimensions inférieures,** consistant surtout en des dépressages autour des hêtres de qualité et des nettoiemts dans les quelques gaulis denses de sapins.

Les prélèvements à réaliser sont déterminés par la méthode du contrôle : inventaires en plein avant coupe (*au départ à chaque rotation, actuellement tous les 18 ans*).

La lumière diffuse est jugée satisfaisante actuellement, permettant une bonne décomposition de l'humus tout en contrôlant le développement des adventices. L'intensité des martelages est réglée de façon à maintenir la surface terrière à l'hectare entre 12 m² (*après exploitation*) et 20 m² (*avant exploitation*), pour éviter à la fois les pertes de production et les difficultés de régénération.

Pour l'instant, **aucun travail n'a eu lieu dans les régénérations et fourrés de hêtre qui se développent vigoureusement dans une ambiance semi-éclairée.**

La régénération est très présente (environ 1/3 de la surface couverte par des taches relativement denses), nettement dominée par le hêtre, et le sapin localement.

L'avenir du chêne est-il assuré dans ces conditions ?

Des jeunes chênes sont présents çà et là, et mériteraient sans doute des travaux en leur faveur du fait de la forte dynamique du hêtre. On n'observe pas actuellement de jeunes perches ou gaules de chêne.

A. Chavane n'est pas inquiet quant à l'avenir des chênes. A ce sujet, un rapport d'inspection des Eaux et Forêts estimait en 1820 que le chêne était condamné à court terme sur ce secteur classé « quart en réserve » ; or on observe actuellement une proportion de chênes dans l'étage dominant de 20 à 30%, ces chênes étant probablement âgés de plus de 150 ans donc régénérés peu après la rédaction de ce rapport.

Par ailleurs, aucun chêne n'a été prélevé lors des deux dernières coupes de gros bois, en premier lieu pour des raisons économiques (marché nettement favorable au hêtre). Ainsi le potentiel en semenciers est encore important.

La qualité de l'exploitation est recherchée par :

- l'installation de cloisonnements d'exploitation tous les 20 m d'axe en axe (*disposés de manière oblique pour être moins visibles depuis les chemins*),
- le façonnage des houppiers sur place par le bûcheron (*sans recourir au feu*).

Les bois sont vendus bord de route, classés par essence.

Remarque sur le problème du cœur rouge du hêtre : Les risques existent sur ces sols acidoclines ; lors des dernières coupes, on constate des atteintes sur 20 à 30% des tiges, toutefois peu étendues sur la grume. En l'absence de certitudes, la solution envisagée pour diminuer ces risques est d'éclaircir fortement les tiges de qualité afin de produire des gros hêtres en 100 ans maximum. A. Chavane signale cependant que certains observateurs, notamment des forestiers Suisses, font l'hypothèse que des hêtres compressés dans leur jeunesse et présentant un cœur dur seraient préservés plus longtemps du risque de coloration (*croissance soutenue plus longtemps en structure irrégulière qu'en structure équienne*).

→ Voir aussi en bibliographie :

CHAVANE A., *40 ans pour réussir une futaie claire, irrégulière et mélangée, à base de hêtre, Forêt-entreprise*, 1996.



Propriétaires forestiers en formation en forêt de la Quiquengrogne Photo : Ch. Allegrini

La forêt de Gergy (71)

La forêt de Gergy, gérée par Roland Susse, expert forestier et président de l'Association Futaie Irrégulière, est une propriété privée qui s'étend sur 684 ha ; 530 sont constitués de peuplements feuillus à chênes dominants, les 154 ha restants étant à dominante de résineux (*douglas, sapins de Vancouver, pins laricios et weymouths*).

Une parcelle de ce massif a été intégrée au réseau de références de l'Association Futaie Irrégulière, comme illustration de la possibilité de conduire en peuplement irrégulier des essences dites de lumière telles que les chênes sessile et pédonculé en milieu hydromorphe.

Historique de la gestion du massif

- Jusqu'en 1950, une gestion en taillis sous futaie classique a été pratiquée. De 1958 à 1970, les peuplements ont été enrichis par des plantations résineuses, et par des coupes de rénovation dans les peuplements feuillus.
- De 1970 à 1990, la régénération naturelle de chênes sessile et pédonculé a été favorisée au moyen de trouées dans le taillis et d'extraction de gros bois. A cette époque ont eu également lieu quelques plantations feuillues (*frêne, voire merisier ou chênes*).
- A partir de 1989, Roland Susse a pris en charge la gestion. Celle-ci peut être définie comme **une sylviculture d'arbres en peuplements irréguliers, avec éclaircies dans le sous-étage encore dense**.

Conditions naturelles

- Le massif se situe dans la région IFN "Vallée et Plaines de la Saône et affluents", région naturelle qui se poursuit en Franche-Comté ; le contexte est donc voisin de certains secteurs du Jura et de Haute-Saône.
- La topographie très peu marquée (*entre 195 et 205 m d'altitude*) et les sols argileux expliquent la présence d'une nappe perchée (à environ 40 cm de profondeur) en période hivernale, et une possibilité de stress hydrique estival pour des essences comme le merisier voire le chêne pédonculé. La présence de *Carex brizoides* permet de repérer les zones à hydromorphie marquée, et celle de Fétuque hétérophylle les milieux mieux drainés. Les sols sont désaturés (*pH autour de 5*).
- La pluviométrie annuelle est d'environ 750 mm dont 400 mm de juin à septembre.
- D'importantes attaques de chenilles ont eu lieu dans les années 90, surtout sur le chêne pédonculé ; R. Susse estime que les arbres qui s'en sont sorti doivent être maintenus car ils sont probablement vigoureux.

Le suivi des peuplements

- De 1988 à 2000, le volume bois d'œuvre en chênes s'est accru de 2,3 à 2,5 %/an pour atteindre un capital de 100 m³ de bois d'œuvre par hectare.
- Un **inventaire par placettes permanentes** a été réalisé en 1995 et repris en 2000, ce qui fournit des données suffisamment précises pour affiner la gestion, et ce à un coût raisonnable : environ 10,7 €/ha à l'installation et à chaque campagne de remesure (*soit une charge de 2,1 €/ha/an avec une mesure tous les 5 ans*). Ces mesures confirment l'accroissement de 2,5 %/an en volume bois d'œuvre, un accroissement de la qualité des bois sur pied, et un passage à la futaie de 2 chênes/ha/an.
- L'objectif pour les prochaines coupes serait de prélever l'accroissement biologique pour maintenir un capital en bois d'œuvre de l'ordre de 100 m³/ha ; actuellement, le taux annuel de prélèvement de 10 à 20% selon les parcelles est généralement trop faible. Aucun objectif précis de structure ou de

composition n'est fixé pour les peuplements ; ceux-ci doivent pouvoir répondre au mieux aux besoins actuels et futurs, qui seront nécessairement fluctuants selon les époques.

- La régénération est tout à fait satisfaisante : sur la parcelle de référence A.F.I., on estime que la surface régénérée est passée de 17 à 20 % entre 1993 et 98, ces deux valeurs n'étant pas statistiquement différentes. Le temps nécessaire aux semis de 50 cm de haut pour passer à l'étage codominant est probablement de 25 ans en moyenne (*soit environ 2 rotations de coupes*).
- En complément, R. Susse pratique un inventaire après coupe pour contrôler a posteriori les prélèvements. Les décisions de martelage sont prises au vu des données des placettes et des inventaires, mais surtout d'après l'allure du peuplement (*cf. paragraphe suivant*). Les zones particulières (*pauvres ou vieilles, taches de régénération,...*) sont localisées pendant le martelage ; cette option est préférée par R. Susse à une description typologique des peuplements en plein.

Les consignes de martelage

- La rotation des coupes principales est jusqu'ici de 11 ans ; cette durée choisie pour des raisons pratiques (*permet de parcourir 4 parcelles entières par an*) est sans doute désormais un peu longue puisque l'on ne souhaite pas capitaliser davantage.
- L'éclaircie du taillis intervient la même saison à la suite de la coupe de bois d'œuvre (*les petits bois de feuillus précieux destinés au chauffage sont marqués lors de la coupe de bois d'œuvre*). R. Susse souhaiterait éclaircir le sous-étage préalablement au martelage de la futaie car il estime que c'est du point de vue sylvicole l'opération critique qui va conditionner le bon développement des jeunes tiges d'essences précieuses.
- Le martelage dans la futaie est dicté par les principales consignes suivantes :
 - ⇒ récolter des bois à leur optimum de maturité économique,
 - ⇒ favoriser chaque tige d'essence précieuse se développant de façon satisfaisante : l'arbre objectif doit présenter une bonne bille de pied et une cime équilibrée sans grosses branches dominantes,
 - ⇒ marteler en priorité au profit des moyens et gros bois de belle qualité, mais surtout des catégories de diamètre 10, 15 et 20 actuellement déficitaires, sans hésiter à retirer les bois moyens de qualité médiocre qui les gênent directement,
 - ⇒ dans les zones enrichies en résineux, éclaircir vigoureusement pour permettre le développement des chênes souvent présents en régénération ou en sous-étage,
 - ⇒ favoriser les essences minoritaires et quelques arbres sénescents ou à trous de pics,
 - ⇒ en dernier lieu, libérer des trouées de 1 à 3 ares sur semis acquis, lorsque cela ne doit pas induire de sacrifices d'exploitabilité sur de beaux bois.
- L'éclaircie du taillis, désormais pratiquée en abandon, doit être vigoureuse (*sur la parcelle choisie par l'A.F.I., le taillis de tilleul participe encore pour 50% de l'accroissement en surface terrière et pour 90% du passage à la futaie*). Toutefois celle-ci doit être réfléchie au cas par cas, et ne doit pas être systématiquement réalisée "par le haut" car certains brins trop serrés s'affaîsseraient sur des baliveaux.
- Les coupes de futaie et de sous-étage évitent dans la mesure du possible de créer des ouvertures importantes, ceci afin :
 - ⇒ d'éviter des travaux coûteux en faveur des semis (*comme cela a été nécessaire sur quelques trouées trop ouvertes*),
 - ⇒ d'éviter une remontée de la nappe qui obligerait à des travaux d'assainissement.

Remarque : les peuplements se caractérisent ici par un éclaircissement diffus à peu près partout. Pour d'autres forêts à sols moins acides (*pH aux alentours de 6*), dans la région du lac du Der, R. Susse pratique des ouvertures plutôt plus fortes pour donner aux chênes toutes leurs chances face à la concurrence des autres essences, principalement le charme.

Les travaux en faveur des semis et perches d'essences précieuses

- L'année suivant la coupe ont lieu les travaux en faveur des semis, le détournage des baliveaux et quelques tailles de formation. Le délianage (*contre le chevrefeuille*) peut parfois prendre une importance particulière. Il est important d'agir à temps sur les semis en plein développement, en particulier sur les chênes qui peuvent être perdus au bout de 2 ans s'ils sont dominés ou gênés dans leur croissance.
La ronce, abrutie par le chevreuil, pose peu de problèmes : en effet les trouées se referment vite et la ronce fait rapidement place aux semis, en particulier en bordure des trouées.
- L'objectif de R. Susse est de conduire au stade de "sprinter" 2 à 5 tiges (*souvent de chênes indigènes*) par trouée élémentaire, ce qui permet selon lui d'assurer l'avenir avec des coûts en travaux limités.
Les travaux visent à favoriser un mélange intime d'essences, qui s'avère favorable à une bonne architecture des semis au même titre que leur éclaircissement diffus. En revanche, les chênes rouges qui commencent à apparaître (*disséminés depuis la forêt voisine*) dans toutes les trouées sont le plus souvent éliminés, du fait de leur pouvoir envahissant et des incertitudes sanitaires.
- De 1988 à 2000, l'ensemble de ces travaux n'a représenté que 1,5 heure/ha/an environ, en partie grâce aux nombreux travaux de nettoyage que le précédent propriétaire avait consentis. Les travaux vont probablement s'intensifier dans les années à venir, tout en restant assez peu coûteux. En 2001, 30 journées ont été consacrées sur 6 parcelles (*soit environ 2,3 heure/ha/an*) dont une grosse partie était du détournage dans des régénérations et des plantations d'une vingtaine d'année. Sur la parcelle de référence A.F.I. où les opérations sont chiffrées très précisément, le détournage et le dépressage de semis ont occupé 70 % du temps.
- D'un point de vue pratique, il est intéressant de cheminer en virée par équipe de 2 ou 3 personnes, afin de procéder à chaque endroit aux travaux les plus utiles : il peut s'agir parfois d'élaguer un bois moyen au bord d'une trouée alors que le dépressage dans la trouée est superflu (*si 2 semis ou plus sont déjà presque en pleine croissance*).

Autres aspects de la gestion

L'exploitation des coupes

La qualité de l'exploitation est selon Roland Susse une condition indispensable à la réussite des objectifs d'une telle gestion. Actuellement et compte-tenu de la qualité assez moyenne des produits, il privilégie la vente amiable directement avec un scieur en lui imposant des exigences strictes de qualité : période de vidange, abattage soigné, pénalité en cas de blessure aux tiges restantes. Cela n'est toutefois possible que grâce à la confiance du propriétaire, qui pourrait exiger la vente par appel d'offre, mais avec un moins bon contrôle de la qualité de l'exploitation. Quelques coupes sont également vendues "bord de route", avec une exploitation bien maîtrisée (*et à un prix satisfaisant*).

La chasse

Elle est louée 18,3 €/ha/an sur la propriété, ce qui en fait une source de revenu non négligeable. Malgré une augmentation importante des prélèvements de chevreuil (*2 dans les années 70, 17 actuellement*), il existe toutefois une pression trop importante, qui devient critique pour l'obtention d'une régénération de qualité et mélangée.

Les infrastructures

Les routes forestières totalisent sur le massif 9,7 km, ce qui permet de maintenir les distances de débardage à 400 m au maximum.

Des cloisonnements d'exploitation ont été installés, mais seulement dans certaines parcelles. En effet, en particulier dans les secteurs où les prélèvements de grumes sont assez faibles (*par exemple 10 tiges/ha*), R. Susse préfère concentrer ses efforts sur la qualité du travail de l'exploitant. Toutefois, des cloisonnements peuvent s'avérer utiles lors des travaux pour rester sur des cheminements relativement parallèle malgré la variabilité spatiale des besoins (*certaines "poches" sont à travailler en plein, d'autres zones n'exigent aucun travaux*). Ces cloisonnements ne doivent alors pas être forcément très rapprochés.

Un réseau dense de fossés d'assainissement existait, dont seuls les collecteurs sont désormais entretenus, R. Susse estimant que le maintien d'un couvert à peu près permanent est sans doute plus efficace pour éviter l'engorgement du sol.

Les produits obtenus

- Le bois d'œuvre est essentiellement obtenu en chênes. Ceux-ci sont récoltés entre 60 cm de diamètre et 80 voire 90 pour les très bonnes qualités, l'objectif étant d'en obtenir 122 à 183 €/m³ en toute longueur. Actuellement, le prix de vente moyen est de 76 €/m³.
- Parmi les qualités vendues, on trouve peu de tranchage, 10 % de plot - menuiserie - ébénisterie premier choix, et 20 % de déclassés (*surtout brogneux*). Quelques chênes sont gélifs, mais il est souvent possible d'en tirer des merrains tant que la gélivure n'est pas trop profonde.
- L'analyse de la parcelle AFI entre 1993 et 1998 fait apparaître un accroissement en volume bois d'œuvre de 2,5 % et en valeur brute de 5 % ; dans cette parcelle, la proportion de plot est passée de 7 à 10 % en 5 ans, la mesure de 1998 ayant eu lieu après coupe.
- Le taillis de tilleul (utilisable ni en trituration, ni en pâte à papier) constitue encore une part importante des produits récoltés : de 500 à 1000 stères selon les années. Selon R. Susse, ce prélèvement constitue toutefois le minimum à consentir d'un point de vue sylvicole. Les rares tiges de tilleul sans grosses branches et à la bille relativement droite sont toutefois maintenues pour constituer quelques produits vendables.

Conclusion

Le massif visité constitue un exemple très démonstratif de gestion en futaie irrégulière sur stations hydromorphes mésoacidiphiles à acidiclinales, telles qu'on peut en trouver notamment dans la région naturelle "Vallée et Plaines de la Saône et affluents". La sylviculture pied à pied de peuplements à base de chênes pédonculé et sessile semble bien fonctionner dans ce cadre, après 13 ans d'application d'une telle gestion, préparée par des coupes de rénovation dans le TSF.

Les facteurs-clés du succès durable d'une telle gestion sont selon R. Susse :

- une maîtrise de la qualité de la coupe et de la vidange des bois,
- une maîtrise de la pression du chevreuil sur la régénération, et de l'envahissement de celle-ci par le chêne rouge,
- le dosage de l'éclaircissement diffus au sein du peuplement, actuellement surtout au stade critique de l'éclaircie du taillis,
- l'ouverture modérée du peuplement par des trouées de 1 à 4 ares, pour maîtriser la qualité des semis en limitant les travaux, contrôler l'engorgement du sol et les rejets de tremble,
- un suivi a posteriori de la gestion en terme de capital sur pied, de qualité des produits, de composition en essences et de renouvellement.

Enfin, rien ne serait possible sans le bon sens forestier de tous les intervenants (*sens de l'observation en particulier*), enrichi par les échanges d'expériences entre gestionnaires qui constituent l'objectif premier de l'A.F.I..

Les forêts de Cosges et Saint Maur (39)

Les deux forêts privées visitées, gérées par F. Rebeiro, expert forestier et membre de l'Association Futaie Irrégulière, illustrent deux situations bien distinctes et représentatives de nombreuses forêts feuillues jurassiennes. Leur visite a permis d'aborder concrètement l'application de principes de gestion similaires dans des peuplements marqués par une histoire et des conditions naturelles bien différentes.

| | Cosges | Bois du Chanois (St-Maur) |
|--------------------------------|--|--|
| Conditions naturelles | <ul style="list-style-type: none"> • Altitude 200 m (<i>Bresse</i>) • Stations acidiclinales sur limon, hydromorphie temporaire | <ul style="list-style-type: none"> • Altitude 600 m (<i>Premier plateau du Jura</i>) • Stations acidiclinales à contrainte d'enracinement mais bonne alimentation en eau |
| Peuplements | <ul style="list-style-type: none"> • Chênaie (<i>sessile et pédonculé</i>) à hêtre, chêne rouge et charme • Peuplements irréguliers riches en gros bois, à taillis vigoureux | <ul style="list-style-type: none"> • Hêtraie chênaie mélangée (<i>charme, tilleul, érable sycomore, épicéa, frêne...</i>) • Peuplements irréguliers relativement pauvres ($G = 14 \text{ m}^2/\text{ha}$) |
| Gestion passée | <ul style="list-style-type: none"> • Traitement en TSF jusqu'en 1993, avec enrichissements en chêne rouge • Depuis 1988, traitement en futaie mélangée et irrégulière : volonté d'augmenter un peu la part du hêtre et celle du chêne rouge (<i>en contrôlant son envahissement</i>), le chêne restant toutefois l'essence principale | <ul style="list-style-type: none"> • Traitement en TSF jusqu'en 1988, favorisant nettement le chêne sessile • Depuis 1988, traitement en futaie mélangée et irrégulière : volonté de favoriser le mélange des essences et d'augmenter la part du hêtre, des érables, et localement du frêne |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Une parcelle fait partie du réseau AFI depuis 1996 | <ul style="list-style-type: none"> • Une parcelle fait partie du réseau AFI depuis 1993 |
| Contraintes principales | <ul style="list-style-type: none"> • Grande variabilité des peuplements entre des parcelles ayant subi de fortes coupes de TSF et des parcelles peu touchées • Risque d'envahissement du chêne rouge • Risque de tassement des sols | <ul style="list-style-type: none"> • Beaucoup de chênes gélifs ou de mauvaise qualité (<i>qui incitent F. Rebeiro à accélérer l'acquisition d'un renouvellement mélangé</i>) • Ouverture un peu trop forte du taillis suite aux bris de neige lourde |

La coupe de taillis

- C'est selon F. Rebeiro la première opération à réaliser pour réellement engager la conversion en futaie irrégulière dans le contexte de ces deux forêts issues de TSF, comportant des essences de futaies en faible nombre, mal adaptées ou de qualité médiocre.
- **Le taillis est marqué "en abandon" pour maintenir une certaine densité.**
 - ⇒ **A Cosges** le prélèvement a été très hétérogène selon l'état des parcelles, mais globalement assez prudent, de l'ordre de 50 stères à l'hectare. F. Rebeiro préfère sur cette forêt une éclaircie progressive du taillis, quitte à repasser si celui-ci se referme trop vite, essentiellement pour :
 - ❖ éviter le salissement des fûts,
 - ❖ permettre l'installation d'une régénération mélangée à peu de frais, tout en contrôlant l'envahissement du chêne rouge.
 - ⇒ **A St-Maur** le taillis a été éclairci en 1989 avec un niveau de prélèvement comparable à celui de Cosges ; toutefois, suite à d'abondantes chutes de neige lourde en 1990, un passage complémentaire a été nécessaire.
- Le marquage doit viser une certaine hétérogénéité au sein du peuplement, en évitant d'obéir à des schémas prédéfinis (*tels que : éclaircie systématiquement par le haut, nombre de brins fixé par cépée...*), et concerne également les mauvaises tiges de franc-pied destinées au chauffage. Sur des secteurs sans futaie, de petites trouées peuvent être créées par un relevé de couvert plus fort ; à l'inverse, le taillis peut être laissé en l'état là où l'ouverture du peuplement est déjà forte.

- **A Cosges**, ces orientations résultent de l'observation d'une parcelle sur laquelle un très fort prélèvement du sous-étage a été réalisé par le passé, ce qui aboutit à :
 - ⇒ une régénération trop dense, sans tiges d'élite nettement différenciées,
 - ⇒ un envahissement par le chêne rouge.
- A l'inverse, le maintien d'un étagement permanent dans le peuplement, obtenu grâce à une éclaircie du taillis partielle et hétérogène dans l'espace, aurait permis la différenciation de la régénération et des économies en travaux, comme cela se constate déjà dans d'autres parcelles.

Le suivi des peuplements

- L'accroissement du peuplement est contrôlé par des inventaires en plein l'année de la coupe de taillis ou de grumes ; toutefois ceux-ci n'ont lieu que sur certaines parcelles, en évitant notamment celles qui sont les plus éloignées de l'état recherché.
- Selon F. Rebeiro, **la qualité des tiges précomptables d'essences nobles est l'un des premiers paramètres à suivre**. La meilleure méthode lui semble être la qualification des arbres lors de l'inventaire en plein (*en distinguant les qualités plot, charpente et palette*), voire le recours à un réseau de placettes permanentes :
 - **A Cosges** la qualification de tous les arbres précomptables (*à partir du diamètre 17,5 cm*) est effectuée lors de l'inventaire en plein.
 - **A St-Maur** les peuplements étant particulièrement riches en perches et petits bois, seuls les arbres de classe de diamètre 27,5 cm et plus sont qualifiés, pour gagner du temps.
- Un suivi précis de la régénération semble superflu pour F. Rebeiro, qui constate que, sur St-Maur, la régénération acquise est abondante (*27 % de la surface régénérée sur la parcelle de référence AFI*), et qui ne doute pas qu'elle se développe sur Cosges.
 - ⇒ **A Cosges** les semis font toutefois l'objet d'une observation attentive lors des coupes de taillis et de grumes, surtout sous l'angle du mélange, en particulier pour éviter une trop forte dominance du chêne rouge dans les semis.
 - ⇒ **A St-Maur** l'observation des semis lors des différentes observations sylvicoles concerne surtout leur abondance globale. En revanche le mélange semble aisé à obtenir ; le tiers inférieur du versant semble tout particulièrement favorable à l'obtention de frênes de qualité, or c'est justement dans ce secteur qu'il se régénère le mieux.

La coupe de bois d'œuvre

- Sur St-Maur, la coupe de bois d'œuvre a eu lieu en 1990, immédiatement après les coupes de taillis, comme cela se pratique le plus souvent. Sur Cosges, elle est prévue 4 à 5 ans après la coupe de taillis, afin de bien prendre en compte les conséquences de cette dernière sur la dynamique des peuplements. A l'usage, cette dernière solution apparaît préférable à F. Rebeiro, qui compte l'étendre aux autres forêts issues de TSF qu'il gère.
 - **Le choix de la rotation** résulte d'un compromis entre le besoin de passages rapprochés (*pour ajuster les prélèvements aux réactions des peuplements et ne pas avoir à opérer de coupe trop brutale*), et la nécessité de constituer des lots suffisamment importants pour être bien vendus. Le prélèvement recherché est de l'ordre d'une tige par hectare et par an de 2 m³ environ, le rythme de passage à la futaie visé étant également d'environ une tige de qualité / ha / an.
 - ⇒ **A Cosges** la rotation est de 12 ans, ce qui semble convenir actuellement.
 - ⇒ **A St-Maur** la rotation plus longue - 16 ans - ne pose pas de problème pour l'instant puisque F. Rebeiro souhaite capitaliser le peuplement par rapport à la situation actuelle (*environ 14 m²/ha de surface terrière*).
 - Les consignes de martelage prennent en compte les principales fonctions suivantes :
 - ⇒ récolte,
 - ⇒ amélioration,
 - ⇒ structuration,
 - ⇒ régénération,
- Elles sont combinées avec le maintien ou l'augmentation du mélange d'essence, en étant moins sévère vis à vis d'essences rares (*y compris les essences actuellement mal valorisées comme le bouleau*), le maintien de tiges d'intérêt écologique particulier (*trous de pics, arbres remarquables...*) et la résorption de problèmes sanitaires.
- Toutefois ces principes se déclinent différemment en fonction de l'état actuel de chaque forêt :

- ⇒ **A Cosges** la qualité est nettement concentrée dans les plus gros bois. Ainsi, la fonction d'amélioration est particulièrement marquée afin de favoriser les quelques tiges de qualité B parmi les tiges plus petites. Dans le même temps, les plus beaux arbres sont récoltés s'ils ont une dimension suffisante, mais de manière très progressive afin de gérer ce stock pour compenser la faiblesse des revenus attendus à moyen terme (*d'autant plus que la gestion n'a jamais avantagé le hêtre que l'on désire désormais favoriser*). En particulier, si deux voire trois gros bois de qualité susceptibles de gagner en valeur marchande sont très rapprochés, ils seront tout de même conservés.
- ⇒ **A St-Maur** la coupe pratiquée en 1990 était principalement à fonction sanitaire, pour diminuer fortement la part de chênes gélifs et à cœur étoilé, et visait accessoirement à augmenter le mélange, notamment la part du hêtre et de l'érable sycomore. La prochaine coupe de bois d'œuvre devrait conserver ce caractère sanitaire, puisque l'on souhaite capitaliser, ce qui risque d'ailleurs d'être difficile, vu la proportion encore importante de chênes à éliminer.

Les travaux sylvicoles et la maîtrise de l'exploitation

- Dans les conditions stationnelles de chacune des deux forêts visitées et avec des conditions d'éclaircissement diffus variables sur la parcelle, résultant des diverses coupes pratiquées, F. Rebeiro estime que l'obtention d'une régénération suffisamment différenciée et mélangée ne devrait pas poser de problèmes.
- Les travaux en faveur des semis ou des gaules d'essences précieuses sont ainsi retardés tant que leur développement est satisfaisant :
 - ⇒ **A Cosges** on attendra que s'expriment complètement les effets de l'éclaircie du taillis.
 - ⇒ **A St-Maur** des travaux ont eu lieu en 1998, soit 10 ans après la coupe de taillis et 9 ans après la coupe de grumes. Très légers (*3 journées d'ouvrier pour 5 hectares*), ils ont consisté en quelques griffages de charmes et de rares dégagements de semis, de manière diffuse dans le peuplement.
- Pour le maintien de ce potentiel, la maîtrise conjointe de la pression du gibier surtout à St-Maur (*40 chevreuil aux 100 ha*), et de la qualité de l'exploitation s'avéreront nécessaires. Concernant ce dernier aspect, F. Rebeiro mise en premier lieu sur la sensibilisation et la formation à la qualité des bûcherons. Pour ce faire, il apporte des garanties de fidélisation à ceux qui produisent un travail de qualité (*pas de clauses particulières ni de sanctions prévues pour le moment*). En revanche, l'installation de cloisonnements d'exploitation lui semble secondaire, aux motifs suivants :
 - ⇒ **A Cosges** du fait de la faible densité de bois de qualité à prélever (*cloisonnements certainement utiles quand celle-ci aura augmenté*),
 - ⇒ **A St-Maur** du fait de la petite taille de la forêt, de la pente et de l'existence d'un bon réseau de chemins à l'intérieur du massif.

Conclusion

La gestion pratiquée par F. Rebeiro sur ces forêts de Bresse (*Cosges*) et du premier plateau jurassien (*St-Maur*) se caractérise par des opérations légères et rapprochées dans le temps, avec une grande souplesse d'intervention et un certain empirisme.

L'éclaircie du taillis dans un contexte où il est encore vigoureux (*Cosges*) constitue une opération délicate ; pour obtenir un mélange d'essence équilibré et une régénération différenciée assurant à terme l'irrégularité du peuplement, F. Rebeiro estime que les prélèvements doivent être modérés et hétérogènes dans l'espace.

Pour les deux forêts considérées, le contrôle du matériel sur pied et de l'éclaircissement diffus grâce à la combinaison des coupes de taillis et de bois d'œuvre doit permettre l'acquisition d'un renouvellement satisfaisant en qualité, quantité et mélange d'essences. Le bois du Chanois (*St-Maur*) en donne une image convaincante.

La réussite de ce type de gestion passe également par la maîtrise de l'exploitation et de la pression d'abrutissement du gibier ; elle exige surtout une bonne capacité d'observation de la part des intervenants.

ANNEXE III : Réflexions sur l'aménagement en futaie irrégulière

Contribution de François LEFORESTIER
pour l'Association Futaie Irrégulière

Aménagement en futaie irrégulière

Aménager une forêt consiste, pour une durée déterminée, à définir des objectifs et à organiser la gestion pour les atteindre. Un bon aménagement doit permettre de faire ce qu'il faut, où il faut, quand il faut.

En raison de la complexité du milieu forestier et d'une évidente méconnaissance de sa dynamique, en particulier celles des peuplements mélangés et irréguliers, un aménagement trop directif risquerait d'être inadapté à la grande variété des cas rencontrés. L'évolution du contexte socio-économique demande également une certaine souplesse dans son application.

Toutefois, un aménagement trop vague peut conduire à faire n'importe quoi, n'importe où, n'importe quand, par exemple en privilégiant le court terme au détriment du long terme.

L'aménagement doit donc bien montrer les objectifs à atteindre sur le long terme et laisser au sylviculteur la liberté dont il a besoin pour accomplir sa mission. N'oublions pas que derrière ces généralités sur l'aménagement se cache une gestion pointilliste sur le terrain, appelée culture d'arbre. Un contrôle périodique est très utile pour constater la direction prise et mesurer le chemin parcouru ou restant à parcourir.

Il est bon de préciser que ce cadre existe dans la tête de nombreux gestionnaires, même s'il n'est pas toujours écrit.

Objectifs

La définition des objectifs suppose une bonne connaissance de la forêt et des souhaits du propriétaire quant à son patrimoine (*capital, revenus, investissements, rentabilité*).

Souhaite-t-il capitaliser ou seulement augmenter le revenu à terme ? Souhaite-t-il investir ou seulement couvrir les dépenses d'entretien ? Souhaite-t-il augmenter la rentabilité de son capital ?

Ces souhaits seront évidemment limités par les possibilités de la forêt et seront traduits en objectifs économiques, écologiques et sociaux.

Les moyens pour les atteindre seront explicités et quantifiés au travers des techniques adoptées.

L'aménagement est aussi l'occasion de définir un budget qui concrétise la gestion de manière financière.

Les objectifs non économiques peuvent présenter des aspects très variés et non formalisables ici.

Les objectifs économiques liés à la production de bois qui nous intéresse relèvent d'une gestion globale de l'écosystème forestier et tournent classiquement autour de deux thèmes : les essences et leurs diamètres d'exploitabilité.

1 Les essences objectifs

- Elles sont choisies en fonction des souhaits du propriétaire et de leur adaptation à la station (*régénération, croissance, état sanitaire, production quantitative et qualitative*). La connaissance des meilleures conditions d'adaptation peut provenir d'études générales (*catalogue des stations, relations station/production...*), d'enquêtes particulières (*Aménagement*) ou de résultats tirés de la gestion passée (*inventaires, coupes et travaux par parcelle ou groupe de parcelles*).

En futaie irrégulière le mélange d'essences est non seulement accepté mais recherché, car les différentes vitesses de croissance interspécifiques sur une même station ne nuisent en rien à la bonne conduite d'un peuplement irrégulier. Elles peuvent au contraire permettre de mieux structurer un peuplement et plus vite.

Le mélange d'essences est souvent très favorable à une bonne sylviculture (*régénération, stratification*

d'un peuplement, élagage naturel, production, état sanitaire). Le taillis ou le sous-étage fait évidemment partie du mélange et son rôle cultural est primordial.

La seule limite au nombre d'essences cultivées est la constitution de lots commercialement bien valorisés. Le choix du mode de vente (*sur pied ou bord de route*) prend alors une grande importance. Ceci n'empêche pas de conserver certaines essences pour la biodiversité.

- **Le mélange peut-être d'origine historique, stationnelle ou associative.** L'élimination passée des autres essences que le chêne explique bien souvent la composition des taillis sous futaie.

La diversité des espèces est souvent liée à la station, par exemple le mélange chêne, hêtre, charme, érable sycomore, tilleul, merisier... sur sol calcaire.

Des associations remarquables sont à préserver ou à développer notamment toutes celles où l'une supporte le couvert de l'autre : chêne-charme, chêne-hêtre, chêne-alisier torminal, frêne-érable sycomore. Dans ce cas, le mélange est plutôt pied à pied.

Entre essences exigeantes en lumière, le mélange peut être pied à pied également ou par bouquets, par exemple chêne-frêne, frêne-merisier, acacia-merisier, acacia-chêne.

En matière de mélange d'essences, le plus grand pragmatisme est de règle.

- **Le peuplement existant va imposer, dans la plupart des cas, les essences objectifs principales.** Il faut gérer l'existant avant de penser à son remplacement.

L'existant, c'est parfois un certain mélange mal connu qui n'autorise pas à éliminer en connaissance de cause telle espèce; c'est souvent une grande hétérogénéité qualitative intra spécifique où le travail de sélection est loin d'être achevé; c'est presque toujours une forte proportion de bois immatures qui ne sont pas près d'être remplacés.

Les coupes sont l'occasion d'ajuster la proportion des essences. Certaines essences sont de toute évidence mal adaptées à la station et doivent être réduites en proportion mais peuvent être conservées à but cultural ou écologique ou de façon temporaire.

L'évolution d'un mélange d'essences principales est plutôt lente. Il faut de nombreuses rotations de coupe pour atteindre une proportion d'essences qui est éloignée de la proportion initiale. Les évolutions les plus rapides se constatent lorsqu'une essence arrive massivement à terme et qu'une autre la remplace notamment par un fort passage à la futaie ou encore lorsque le dynamisme d'une essence l'emporte largement sur celui d'une autre.

Nous écartons les pratiques qui consistent à éliminer brutalement une essence, par exemple tout le taillis de charme, et qui sont bien éloignées du jardinage cultural et continu.

- **Le renouvellement d'un peuplement peut être l'occasion de favoriser ou d'introduire certaines espèces.** L'importance qu'on leur donnera est fonction directe de la part du peuplement à remplacer (*bois mûrs, taillis, vides*).

L'abondance de régénération et le tempérament de certaines essences auront tendance à réduire ou à éliminer la place occupée par d'autres. Les travaux sylvicoles de plantation, dégagement et de dépressage seront là pour éviter cet écueil et régler les proportions souhaitées.

2 Les diamètres d'exploitabilité

Une fois choisies les essences à cultiver, il s'agit de déterminer à quels diamètres elles seront exploitées, car on ne peut garder indéfiniment un arbre sous prétexte qu'il est beau et en bonne santé.

- Les diamètres d'exploitabilité dépendent des **souhaits du propriétaire** en matière de rentabilité. Les calculs de rentabilité en forêt ont toujours un caractère aléatoire en raison du long terme.

Toutefois en futaie irrégulière, la rentabilité peut se calculer plus sûrement sur une rotation de coupe.

- Pour une essence donnée, le diamètre d'exploitabilité dépendra de la **qualité des bois**. Sachant que le prix augmente avec le diamètre et la qualité, le diamètre d'exploitabilité sera d'autant plus élevé que la qualité est bonne. Pour une essence, on parlera donc de diamètres d'exploitabilité au pluriel.

La station peut avoir une incidence sur ceux-ci. Par exemple, le diamètre sera augmenté sur station riche et diminué sur station pauvre pour tenir compte de la plus ou moins grande longévité des arbres en pleine croissance. Il en est de même avec l'état sanitaire d'une essence.

- La structure des peuplements peut également conduire à augmenter les diamètres d'exploitabilité dans un peuplement vieilli pour éviter une trop forte décapitalisation ou à les diminuer dans des peuplements jeunes de manière à ne pas trop capitaliser, ce qui conduirait à une régularisation et à un manque de revenus. Le rendement à plus ou moins long terme attendu par le propriétaire peut aller dans le même sens.

Modes de mise en valeur

Quels sont les modalités à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs?

La particularité réside évidemment dans l'irrégularité des peuplements au sein d'une même parcelle. Les différentes interventions (*récolte, amélioration, régénération*) s'effectuent simultanément en de multiples points d'une parcelle.

La gestion risque donc d'être complètement dispersée et coûteuse si une solide organisation n'est pas mise en place.

1 Traitement

- **Le traitement est évidemment celui de la futaie irrégulière ou de la conversion en futaie irrégulière.**

La question qui se pose de savoir si ce traitement est pied à pied, par cellule ou par bouquet trouve une réponse sylvicole sur le terrain en fonction des conditions locales et du comportement des essences. Dans certains cas la régénération s'effectuera par collectif plus ou moins étendu. Dans d'autre cas, la régénération sera plus sporadique.

Tout est bon à prendre du moment que les objectifs ne sont pas oubliés et que l'irrégularité est favorisée.

- **L'irrégularité : un but ou un moyen?**

Rappelons l'objectif initial : produire du bois d'œuvre de telle essence, d'une qualité définie jusqu'à un terme d'exploitabilité déterminé. Et ceci dans des conditions économiques satisfaisantes pour le propriétaire qui vont minimiser les dépenses et maximiser les recettes à plus ou moins long terme.

Un point de vue consiste à viser une rentabilité dans les plus brefs délais; alors une sylviculture d'arbre qui favorise les meilleurs producteurs de toute catégorie sans souci de structure donnera des résultats assez rapidement.

Un autre point de vue cherchera la meilleure rentabilité à long terme en visant non seulement l'amélioration des peuplements mais également l'irrégularité de la structure, de manière à profiter à terme des bénéfices de celle-ci (*maximisation des recettes et minimisation des dépenses*).

Le premier point de vue s'applique aux peuplements qui possèdent encore une forte hétérogénéité qualitative où le sylviculteur va opérer une forte sélection.

Le deuxième point de vue correspond aux peuplements déjà bien soignés où la concurrence à régler s'exerce entre des arbres de même qualité et de diamètres différents.

Signalons que ce cas de figure est relativement peu rencontré à l'échelle d'une parcelle, mais plus souvent à l'échelle d'un petit bouquet.

Dans cette démarche l'irrégularité apparaît bien comme un moyen.

2 Le niveau du matériel producteur

- De façon très générale, **le niveau du matériel doit :**
 - ⇒ donner une production soutenue,
 - ⇒ laisser la place à une régénération suffisante mais pas excessive,
 - ⇒ correspondre à une vitesse de croissance compatible avec la qualité des bois souhaitée.

Les premiers résultats du réseau AFI de parcelles de référence montrent que les différents gestionnaires situent ce niveau de manière unanime entre 14 et 18 m²/ha pour les feuillus. La régénération du chêne demanderait un niveau légèrement inférieur à celui du hêtre.

Dans d'autres pays (*Allemagne, Slovaquie,...*), il semble que le niveau du matériel soit supérieur à celui-ci. La raison peut être la plus grande fertilité de la station ou la plus grande proportion de très gros bois dans le peuplement.

Quoiqu'il en soit, ce niveau de matériel pour une parcelle donnée peut difficilement être déterminé de façon théorique car les facteurs qui interviennent sont trop nombreux et trop variables (*mélange d'essences, structure des peuplements, diamètres d'exploitabilité, régénération,...*).

En l'état actuel des connaissances, il relève plutôt de l'empirisme, même si certains garde-fous un peu théoriques peuvent être donnés.

- **La clé de départ, encore une fois, est donnée par le propriétaire quant à son patrimoine : capitaliser, revenu soutenu, rentabilité à terme,...** Selon cet objectif patrimonial le niveau du

matériel sera plus ou moins élevé, encadré bien sûr par les garde-fous cités plus hauts.

Un propriétaire peut souhaiter avoir un capital modéré compatible avec une bonne production et un revenu maximum sans décapitaliser toutefois. Si la forêt possède un niveau de matériel moyen, le gestionnaire s'efforcera de maintenir ce niveau, quitte à fixer des diamètres d'exploitabilité un peu bas pour une forêt plutôt jeune ou un peu élevés pour une forêt un peu âgée.

Un autre propriétaire pourra rechercher une certaine capitalisation afin de maximiser le revenu à long terme. Dans ce cas de figure, le niveau du matériel devra augmenter grâce par exemple à un relèvement des diamètres d'exploitabilité ou à une plus forte densité de futaie qui induirait un ralentissement de la croissance.

A la lumière de cet exemple, on voit qu'il convient de vérifier la cohérence entre les différents objectifs.

3 Rotation des coupes

Les coupes en futaie irrégulière consistent à récolter les bois mûrs et mener certaines opérations culturales telles que la sélection, l'espacement, la régénération, l'extraction sanitaire.

- Leur fréquence dépendra de la possibilité volume permettant de constituer des lots commercialisables.

Une forte production peut amener à passer souvent par exemple pour le hêtre alors qu'une faible production espacera les passages en coupe. De même, un niveau de matériel faible ne permettra pas de revenir trop souvent; c'est le cas des mélanges futaie-taillis où le taillis occupe une trop grande place.

- Les besoins en lumière des semis et des perches ont une grande incidence sur la rotation des coupes. Il faut passer suffisamment souvent pour satisfaire ces besoins mais pas trop souvent pour éviter la dispersion. Un passage sylvicole tous les 4 à 8 ans selon les essences et les cas de figure paraît le bon rythme.

- Le temps de passage moyen d'une catégorie à l'autre constitue un bon repère en futaie irrégulière, notamment pour les bois de 30 cm et plus. Ce temps de passage peut varier de 5 à 10 ans selon les essences et les conditions stationnelles. Il diminue avec l'augmentation de la vitesse de croissance et de la production des essences en place.

Il est souvent commode de prendre le temps de passage comme rotation des coupes. Lorsque la sylviculture favorise la croissance des arbres, le temps de passage diminue et la rotation des coupes doit diminuer également.

Si au départ ce choix semble un optimum, le temps de passage devient vite un maximum dans les peuplements bien travaillés.

- La rotation des coupes est fonction du taux de prélèvement et vice-versa.

Des passages fréquents verront une diminution des prélèvements de manière à ne pas décapitaliser. S'il n'y a pas de nécessité culturelle particulière à l'égard des semis et des perches, on peut souhaiter une forte récolte qui conduit à espacer les coupes.

Une limite apparaît cependant : le taux de prélèvement. S'il est trop fort, les inconvénients affluent : diminution de la production, déstabilisation et dépérissement des arbres, dégradation de la qualité (*gourmands, roulures, coup de soleil*) envahissement du sol par les adventices préjudiciables à la régénération.

Pour le chêne, il ne faut probablement pas dépasser 20 à 25 %. L'absence de sous-étage peut encore restreindre la liberté du sylviculteur.

Dans une futaie irrégulière de chêne où le taux de production est de 2 %, la rotation ne devrait donc pas dépasser 10 ans.

- La nécessité de récolter des bois mûrs et les besoins en lumière des semis et perches peuvent aller dans le même sens et conduire à adopter une rotation assez courte.

Lorsque le rythme de récolte s'avère plus lent que celui des opérations culturales, il est courant d'adopter une rotation pour les coupes de bois d'œuvre différente de celle des coupes de bois d'industrie.

Un passage intermédiaire dans les perches et le sous-étage est bien souvent la solution.

4 Possibilité volume

Quel est le volume présumé réalisable dans une parcelle?

Il tiendra compte :

- ⇒ du niveau du matériel et de la production,
- ⇒ de la rotation des coupes,
- ⇒ de la part de bois mûrs,
- ⇒ des diamètres d'exploitabilité.

- Avec un matériel faible, par exemple dans un peuplement issu d'un taillis sous futaie, le prélèvement sur une rotation sera inférieur à la production de manière à constituer un peuplement plus productif.

Parfois pour ne pas laisser trop de bois mûrs dans un peuplement vieilli, le prélèvement pourra être supérieur ou égal à la production et il conviendra de faire un effort tout particulier de régénération. Ces pratiques tombent sous le sens.

- Lorsque le gestionnaire dispose d'inventaire et qu'il connaît dans quel sens il veut orienter sa parcelle, il peut facilement calculer la possibilité volume, notamment celle des bois de 50 cm et plus puisqu'ils représentent dans un peuplement bien structuré 70 à 80 % du volume de la coupe de la futaie.

- Dans une parcelle où le travail de sylviculture reste important (*sélection, sanitaire, taillis*), la prévision par catégorie est difficile, voire inutile, car c'est le peuplement qui en décide arbre par arbre.

5 Effort de régénération

Pour obtenir une futaie irrégulière équilibrée, la régénération doit être continue et suffisante.

Les excès de cette régénération ne présentent pas d'inconvénients à condition que le sylviculteur n'y prête pas attention. Nous parlons de régénération utile, celle qui a de l'avenir et à qui sera donnée la place pour croître.

Il est difficile de décréter des taux de renouvellement qui s'appliqueraient aux différents peuplements.

Les besoins en régénération sont à examiner par parcelle : parcelle vieillie, parcelle pauvre, place pour la régénération, essence à favoriser. Et les contraintes sont nombreuses : fructification, ombrage, gibier.

La régénération naturelle assure le maintien des races locales. Elle est à privilégier si les essences correspondent aux objectifs de production.

La fréquence des fructifications dépend des essences et du climat. L'apparition des semis est donc relativement aléatoire et dépend des conditions stationnelles, de la propreté du sol, de la pression du gibier et de la lumière au sol.

Il est bon de rappeler qu'il est préférable très souvent de travailler le peuplement existant avant de penser à la régénération. C'est d'ailleurs grâce au travail déjà réalisé dans le peuplement que les semis trouvent parfois les conditions favorables pour naître.

La croissance des semis est fonction de la lumière qu'ils reçoivent notamment après les coupes. Certaines coupes de bois d'œuvre ou certaines interventions dans les perches et le sous-étage pourront être avancées ou retardées en fonction de la date d'apparition des semis. En effet l'extraction de chênes mûrs sans tarder peut s'avérer indispensable au bon développement des semis ou, plus couramment, la mise en lumière rapide des semis de Chêne pédonculé, en exploitant du taillis leur permettra de survivre.

Dans une parcelle, le recours à la plantation peut pallier un défaut de régénération naturelle. C'est le cas de zones de taillis sans semenciers, de trouées de chablis plus ou moins grandes, de plages envahies par des herbacées empêchant toute régénération (*fougère aigle, molinie, ronces, etc....*).

Le choix des essences à planter permettra de mieux équilibrer la proportion des essences au sein de la parcelle. Et un bon mélange d'essences choisies contribuera à l'irrégularité future de la plantation.