

SOMMAIRE

1. GENERALITES	4
1.1. Définitions	4
1.2. Caractéristiques	5
1.3. Historique	5
2. LES PARTICULARITES DE CROISSANCE EN FUTAIE JARDINEE	7
2.1. La compression	7
2.2. La forme des arbres	9
3. THEORIE DU JARDINAGE	10
3.1. Notion d'équilibre	10
3.2. Diamètre d'exploitabilité	12
3.3. Conditions d'équilibre	12
3.3.1. Notion de matériel sur pied optimal	12
3.3.2. Régénération continue	13
4. LA PRATIQUE DU JARDINAGE	14
4.1. Buts	14
4.2. Analyse préalable	14
4.3. Typologie de peuplement	14
4.4. Méthode du contrôle. Comparaison avec une norme de référence	15
4.5. Estimation du volume présumé réalisable ou taxation	15
4.6. Modalités de la coupe de jardinage	16
4.7. Travaux d'accompagnement	17
5. LA FUTAIE IRREGULIERE	18
5.1. Qu'est ce qu'un traitement en futaie irrégulière ?	18
5.2. Domaine d'application	18
5.3. Comment faire ?	18
5.4. Les grands principes de la sylviculture	19
5.5. Les modalités de traitement	19
5.6. La coupe de futaie irrégulière	19
5.7. Travaux	21
5.8. Suivi de l'évolution des peuplements	21

5.9. Conclusion	22
6. CONCLUSION GENERALE	21
Bibliographie	22
Annexes	24



ÉCOLE NATIONALE
DU GÉNIE RURAL, DES EAUX ET DES FORÊTS
ENGREF

Centre de NANCY
Sylviculture

FUTAIE JARDINÉE

Yves BASTIEN - Janvier 2002

1. GENERALITES

1.1. DEFINITIONS

• Au sens structural

Peuplement présentant une double caractéristique :

- couvert discontinu se traduisant par **une absence d'étages différenciés**;
- une grande dispersion des diamètres (PB - BM - GB);
- la présence de perches et de régénération.

L'assemblage du peuplement peut être constitué pied à pied ou par petits bouquets d'arbres de toutes dimensions. En pratique, il s'agit d'un puzzle dont l'ordonnement est régi par la dynamique du peuplement.

• Au sens cultural

Education des arbres de toutes dimensions (tous âges) en mélange intime par parcelle. Simultanéité des opérations de régénération et d'amélioration. Régénération diffuse et continue non comptabilisable en surface. Le traitement entretient en permanence, par des coupes à courte rotation, des miniperturbations. Les gros arbres producteurs sont disséminés et récoltés progressivement. Le système de production est continu.

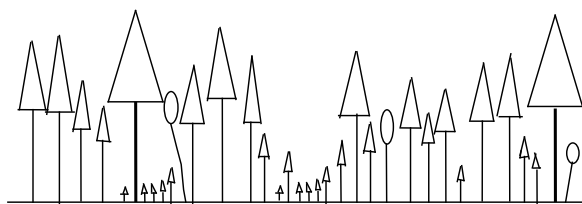
• Au sens de l'aménagement

Système de production continu au niveau de l'unité de gestion, indépendamment de la forêt. L'équilibre de la production est défini par une répartition convenablement dosée du nombre des tiges selon différentes catégories de grosseur. La notion de répartition des surfaces par classes d'âge n'existe pas.

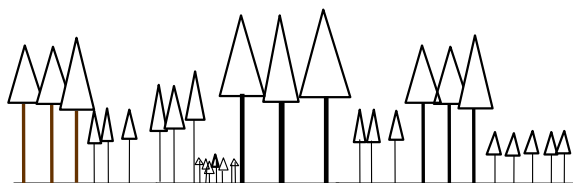
• Cas particulier de la futaie irrégulière

Le terme a d'abord été utilisé pour les peuplements feuillus hérités du Taillis-sous-Futaie caractérisés par des réserves appartenant à des classes de grosseur différentes et nécessitant par conséquent des traitements variés. On peut considérer qu'il s'applique à tous les peuplements présentant :

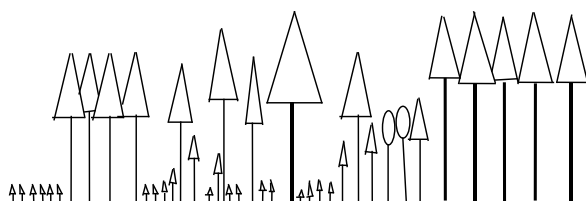
- des structures complexes : mélanges d'essences, forte amplitude des diamètres, forêts hétérogènes, impliquant une différenciation des interventions sylvicoles;
- un déséquilibre entre les \neq catégories de bois des futaies jardinées. C'est souvent cette structure que l'on rencontre dans les futaies résineuses de montagne



Futaie jardinée pied à pied



Futaie jardinée par bouquets



Futaie irrégulière

1.2. CARACTERISTIQUES

Deux caractéristiques importantes par rapport à la futaie régulière, liées aux particularités de la croissance :

- croissance lente dans la phase de jeunesse (phase de compression → coeur serré) puis croissance longue et régulière ensuite due à la mise en lumière des houppiers des arbres;
- houppiers étriés des arbres des étages inférieurs, houppiers très développés des arbres des étages moyens et supérieurs (40 à 60 % de hauteur relative)

Permanence de la structure des peuplements :

Les peuplements conservent une "image à peu près stable" : régénération continue sous le couvert des gros bois.

1.3. HISTORIQUE

A l'origine traitement empirique dans les sapinières de montagne : cueillette "en jardinant" pour la satisfaction des besoins locaux → **jardinage empirique ou primitif**. Il s'agit d'une très vieille méthode dérivée du " tire et aire " des taillis et taillis sous futaie de plaine et appliquée à l'aménagement des sapinières. Le traitement du jardinage, autrefois appelé furetage, a longtemps été considéré comme un traitement archaïque, échappant à tout contrôle, dans la mesure où l'assiette des coupes était plutôt déterminée par pied d'arbres.

Dans les Vosges, le "Règlement sur l'ordre des bois de la Gruerie de Bruyères" du 9 octobre 1620, constitue le plus ancien document officialisant le jardinage, il traduit la volonté des Ducs de Lorraine de s'affranchir du pouvoir central. L'intégration progressive des trois provinces de Franche-Comté, Lorraine et Alsace à la France entre 1648 et 1768, entraîne une uniformisation des pratiques avec le développement du "tire et aire" (Ordonnance de Colbert, 1669).

A partir du 18ème siècle dans les Vosges et le Jura, on édicte une réglementation par pieds d'arbres par ha/an. La forêt domaniale de LEVIER (Doubs) est aménagée selon ce principe par MACLOT en 1727.

Au 19ème : les idées cheminent et le traitement de jardinage appliqué aux forêts de montagne (sapin-épicéa-hêtre) se codifie et se définit en tant que **jardinage économique et cultural :**

- DRALET (1825) Traité des forêts d'arbres résineux.
- GURNAUD (1886) Méthode du contrôle
- BIOLLEY (1901) Jardinage cultural (Canton de Neuchâtel)

Les fondements de la méthode du contrôle de GURNAUD :

- Pas d'âge d'exploitabilité et de renouvellement.
- Autonomie des parcelles = unités de gestion et d'aménagement.
- Mesure de l'accroissement en volume sur chaque parcelle par comparaison d'inventaires périodiques avant chaque passage en coupe.
- Recherche de l'état normal (état idéal) compatible avec l'accroissement optimum.
- Récolte en fonction de la production constatée et de l'état des peuplements par des coupes à courte rotation.

La méthode du contrôle n'a pas été appliquée en France par suite de conflits permanents entre GURNAUD et l'administration forestière. Cette méthode reprise par BIOLLEY et appliquée dans le Jura suisse à partir de 1868 (notamment dans la célèbre forêt de Couvet) sert à asseoir les bases du jardinage cultural défini par BIOLLEY en 1901.

A partir du début du 20ème siècle on assiste à un débat passionné entre les "réguliers convaincus" et les "jardiniers novateurs". A l'étranger l'idée du jardinage progresse notamment en Allemagne, Suisse et Autriche. En France son application reste très limitée compte tenu de l'opposition des forestiers. Dans les Vosges les importantes reversées de chablis de 1902 incitent les aménagistes à opter pour le jardinage dans toutes les sapinières traitées jusqu'alors en futaie régulière (directive du Conservateur de GAIL).

De LIOCOURT propose en 1901 un coefficient d'équilibre pour les futaies jardinées. En 1930 dans leur ouvrage "Sapinière", SCHAEFFER, GAZIN, D'ALVERNY à partir d'observations faites dans des sapinières vosgiennes codifient le jardinage en proposant 4 normes de futaie jardinée correspondant chacune à un type de station lié à un niveau de fertilité. Le jardinage qui reste dans un domaine conceptuel, ne trouve en France

que peu d'adeptes et son application, qui a du mal à se formaliser clairement, demeure limitée aux stations difficiles de montagne (Jura)

Avec l'étude de HERBERT et REBEIROT (1981) sur les sapinières-pessières jardinées du Jura, reposant sur une typologie des peuplements bien définis par des critères dendrométriques, la pratique du jardinage devient plus aisée et ce mode de traitement si décrié dans le passé offre une alternative de traitement intéressante pour les peuplements irréguliers de sapin-épicéa et hêtre de montagne.

Pour ce qui concerne les peuplements feuillus, il n'existe pas de véritables références de traitement en futaie jardinée. Des exemples de peuplements irréguliers sont fréquents :

- dans de nombreux anciens Taillis-sous-Futaie;
- avec les mélanges d'essences à dynamique différente;
- hêtraie en futaie par bouquets ou parquets en Ardennes belges et en France, et qui ne sont en fait que des "sous ensembles" de futaie régulière, et hêtraies dites jardinées avec fort matériel sur pied et en voie de régularisation en Allemagne de L'Est (Thuringe).

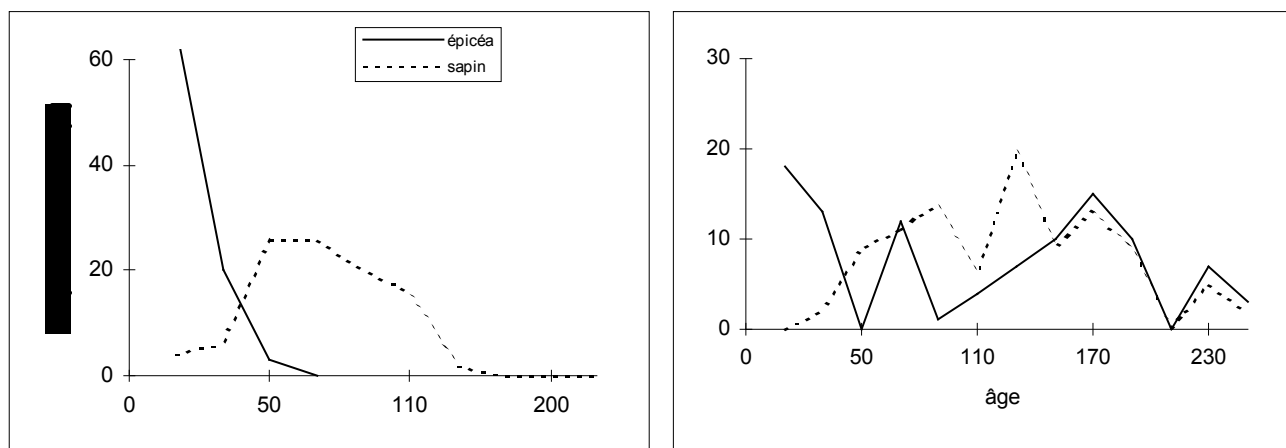
Ils font l'objet de traitements variés, plus ou moins dérivés des traitements réguliers, permettant de mieux s'adapter à la variabilité des peuplements.

L'association Pro Silva née d'un courant d'idées "proche de la nature" essaie de promouvoir une sylviculture dite continue pour bien s'adapter à la variabilité naturelle des peuplements et aller dans le sens d'une plus grande multifonctionnalité de la gestion. En France cette sylviculture qui peut s'apparenter à une certaine forme de jardinage intuitif et pragmatique soulève bien des passions qui ne sont pas sans analogie avec les débats d'idées qui ont opposé "réguliers" et "jardiniers" depuis la fin du 19^{ème} siècle et qui reviennent périodiquement sur le devant de la scène. Utopie ou réalité, en phase écologique avec le fonctionnement naturel des écosystèmes forestiers, le traitement en futaie jardinée des feuillus devra être expérimenté et évalué avant sa formalisation simple au niveau du terrain. La prise en compte de ces nouvelles réflexions enrichit le débat d'idées nécessaire à l'élargissement des modes de gestion. Actuellement ces réflexions sont à l'origine du développement des typologies de peuplements que s'avèrent être de précieux outils d'analyse de peuplements.

2. LES PARTICULARITES DE LA CROISSANCE EN FUTAIE JARDINEE

2.1. LA COMPRESSION

Figure 1. Variabilité et distribution de la phase de croissance juvénile ralentie (durée de compression) dans une futaie jardinée et une forêt vierge (SCHUTZ 1969)



Les Joux

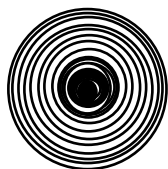
Futaie jardinée du Jura neuchâtelois.
 Altitude : 1140 m
 V : 611 m³/ha

Janj

Forêt vierge de Bosnie.
 Altitude : 1190 m.
 V : 800 m³/ha

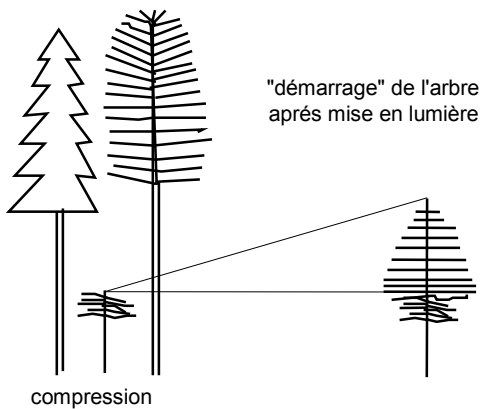
Figure 2. Compression et croissance en diamètre

Coeur serré



Zone centrale correspondant à la période de compression juvénile matérialisée par des cernes très rapprochés. La compression limitant la croissance en diamètre et hauteur si elle n'est pas trop marquée permet à l'arbre de reprendre une croissance normale lorsqu'il retrouve des conditions de lumière suffisantes. L'âge biologique ne constitue donc pas une donnée pertinente. Seules comptent les dimensions atteintes et en particulier le diamètre. On peut alors parler d'âge de croissance pour mieux caractériser le développement des arbres.

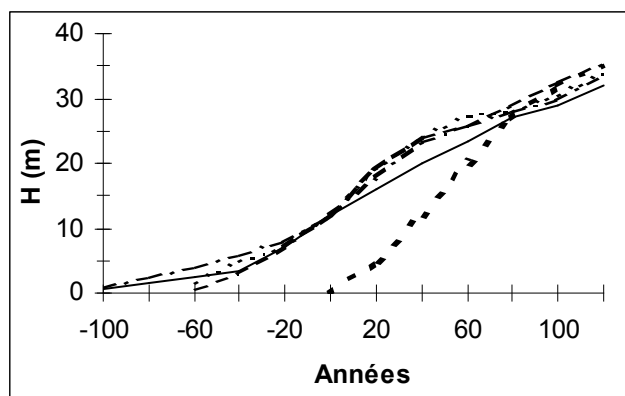
Figure 3. Croissance des perches



Croissance des semis et perches (Groualle et Minot, 1989)

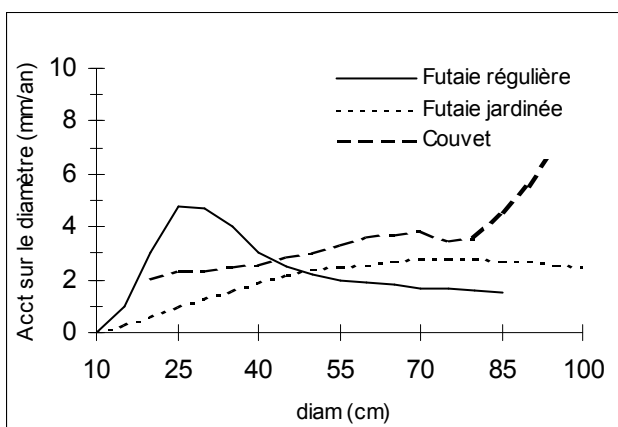
- % de hauteur élaguée inversement proportionnel à la croissance en hauteur.
- compensation de la compression par une croissance des branches à l'horizontale.
- reprise de la croissance après la phase de compression.
- durée de la compression très variable (0 à 126 ans).

Figure 4. Allure de la croissance en hauteur d'arbres d'une pessière jardinée subalpine après compression (d'après Indermühle, 1978 - in Schütz, 1989)



Les courbes de croissance en hauteur traduisent des durées de compression variables des épicés selon la durée de leur compression. Après la phase de compression les arbres reprennent une croissance en hauteur normale sans être affectés par les conditions initiales.

Figure 5. Différences d'accroissement en diamètre entre futaie régulière et futaie jardinée (d'après Schütz, 1989)

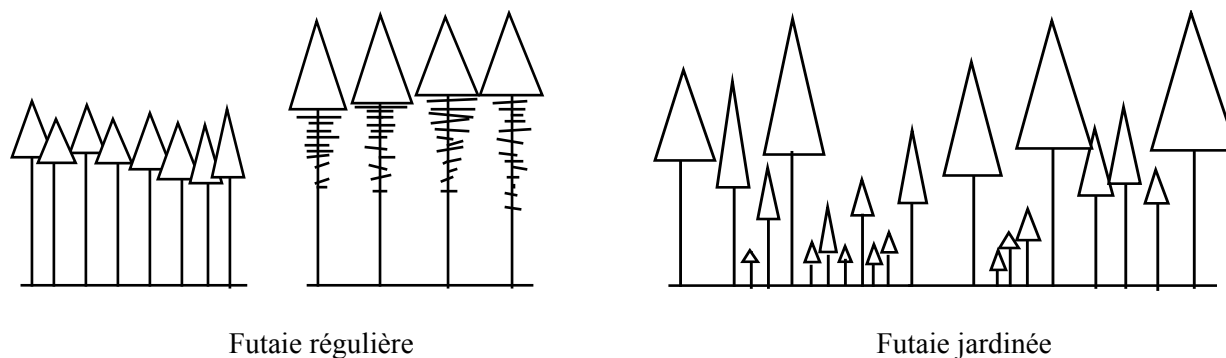


Allures moyennes cachant de grandes différences individuelles en futaie jardinée (conditions de croissance sous peuplement très variables). En futaie jardinée, l'accroissement très lent au départ (période de compression), augmente de façon continue et progressive avec l'accès à la lumière jusqu'à des dimensions élevées. En futaie régulière, l'accroissement très rapide dans le jeune âge, atteint vite un maximum et baisse ensuite considérablement.

2.2. LA FORME DES ARBRES

Forme des houppiers

Figure 6. Effet "structure" sur la forme des houppiers (Mistcherlich, 1952, 1953)



Faible hauteur relative des houppiers et % important de branches mortes par suite de la forte concurrence latérale.

Houppiers très étriqués des arbres des étages inférieurs en compression, forte hauteur relative des houppiers (50 %) des arbres des étages supérieurs en croissance libre.

Enracinement

Etude du développement de la régénération naturelle de Sapin dans les forêts jardinées du nord-est de la Croatie (Safar, 1954)

- les racines traçantes des arbres du voisinage se croisent et se soudent souvent.
- le système racinaire se développe avec l'âge de manière extensive en profondeur, de manière intensive en largeur, ce qui permet au jeune arbre de s'adapter complètement et rapidement aux conditions nouvelles créées par son dégagement.

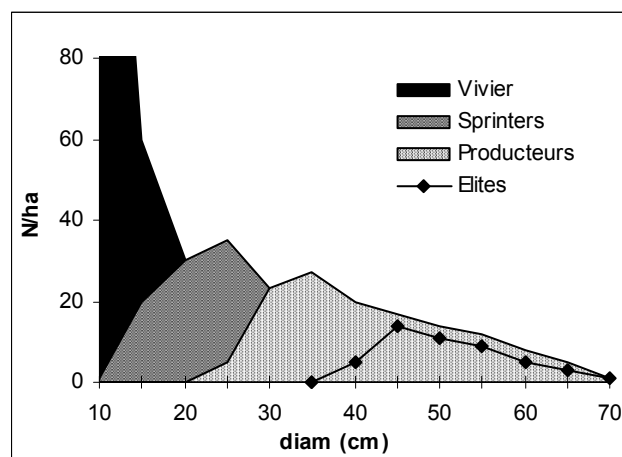
D'après Toutain (1989) et Matthews (1991) :

A l'avantage de la futaie jardinée :

- racines multiples à tous les niveaux
- utilisation optimale de la réserve hydrique

Différents statuts d'arbres

Figure 7. Trois catégories d'arbres en futaie jardinée



Les arbres se répartissent en 3 grandes catégories :
 - arbres en attente (en phase de compression) de qualité et vigueur variables : **régénération et perches**

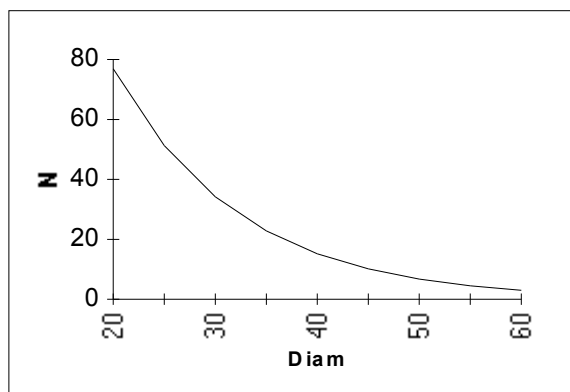
- arbres à accroissements en hauteur très forts (accès à la lumière au niveau d'une trouée) : **les sprinters**

- arbres dominants en production jouant également un rôle de stabilisateurs du peuplement : **les dominants**

3. THEORIE DU JARDINAGE

3.1. NOTION D'EQUILIBRE

Figure 8. Courbe représentative de la futaie jardinée



Courbe représentative

- gradation des \neq catégories de \emptyset
- GB > BM > PB
- sélection par les coupes
- sélection naturelle, chablis
- pérennité et équilibre assurés si :

recrutement + croissance = exploitation

Le passage à la futaie

Il correspond au nombre de perches moyen annuel (non inventoriées au départ) qui atteignent le diamètre de précomptage.

Tableau 1. Exemple de calcul de passage à la futaie

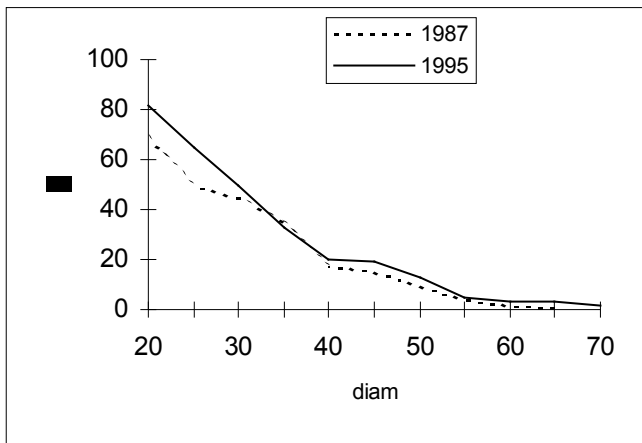
Diam	N/ha		Gain	Perte
	1987	1995		
20	70	82	45	-33
25	50	65	33	-18
30	45	50	18	-13
35	35	33	13	-15
40	18	20	15	-13
45	15	19	13	-9
50	10	13	9	-6
55	4	5	6	-5
60	2	3	5	-4
65	1	3	4	-2
70		2	2	0
Total	250	295		

Calcul simple par comparaison d'inventaire (cf exemple ci-contre) ou par sondage à la tarière (notion de temps de passage)
Calcul théorique en l'absence de chablis entre les 2 inventaires :

PF en nombre = N (1995) - N (1987) = 4, soit **6/an**
L'examen des flux dans chaque classe de \emptyset montre que des individus peuvent progresser de plusieurs classes.

Passage à la futaie = recrutement

Figure 9. Evolution du nombre de tiges

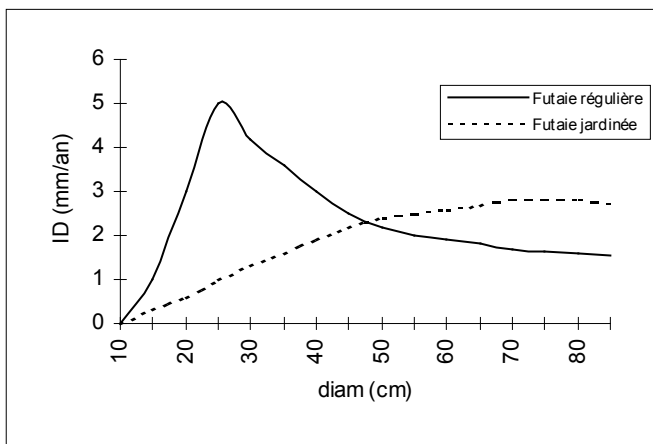


Courbe d'évolution du nombre de tiges

Le seul examen du graphique ne suffit pas, il faut s'assurer de la vigueur et de la qualité du recrutement des PB. Les "petits vieux" et les "arbres intermédiaires" doivent être bien entendu exclus.

Coefficient de décroissance

Figure 10. Accroissement sur le diamètre

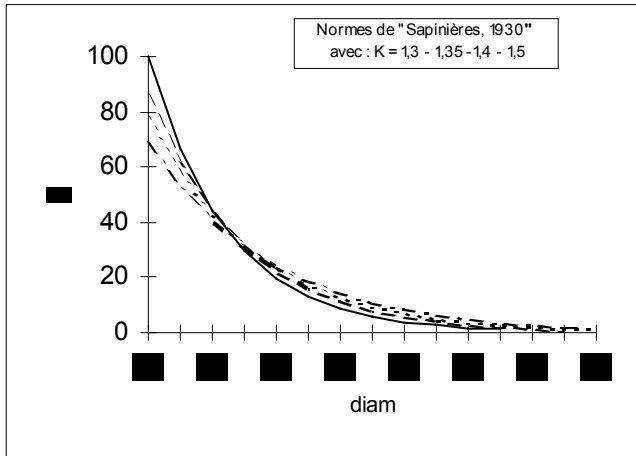


Temps de passage : temps mis par les arbres d'une classe de diamètre pour atteindre la classe supérieure. Conditionne le passage à la futaie.

L'accroissement sur le diamètre

- présente une grande variabilité selon les stades de végétation mais augmente fortement lorsque l'arbre quitte le stade de compression;
- augmente régulièrement avec la dimètre;
- nécessite de longues durée d'observation pour lisser les fluctuations (20 à 30 ans);
- calcul par sondage à la tarière;
- sert aux calculs d'accroissement et de passage à la futaie.

Figure 11. Normes théoriques



$$\text{Coefficient de Liocourt : } K = \frac{N_{di}}{N_{di} + 5}$$

- équation de type $y = e^{-kx}$
- loi de Liocourt (1899)
- caractérise l'état normal pour les auteurs de Sapinières (Schaeffer, Gazin, d'Alverny -1930) avec $1,35 < K < 1,50$
- ne correspond pas à la réalité des peuplements jardinés, s'agissant de données moyennes de plusieurs parcelles ou de séries entières
- régularité de la décroissance non vérifié en pratique

3.2. DIAMETRE D'EXPLOITABILITE

- Regroupement des classes de \varnothing en 3 catégories :

Classes (cm)	20 à 25	30 à 40	≥ 45
Catégories	PB	BM	GB

- L'âge d'exploitabilité n'a aucun sens en futaie jardinée.
- Exploitation d'arbres et non de peuplement comme en futaie régulière.
- \varnothing d'exploitabilité indicatif : souplesse nécessaire pour s'adapter à la variabilité stationnelle souvent forte à l'intérieur des parcelles et au potentiel de croissance, de vitalité et de qualité des arbres.
 - maintien de GB vigoureux et de qualité en station riche (exemple : \varnothing 70 cm en vallon frais)
 - récolte de petits GB à croissance ralentie en station pauvre (exemple : \varnothing 45 cm sur arête rocheuse)
- \varnothing d'exploitabilité : élément déterminant pour la fixation du niveau de recrutement et donc de la structure jardinée : % PB et BM diminuant lorsque \varnothing d'exploitabilité augmente.

3.3. CONDITIONS D'EQUILIBRE

Maintien d'une structure jardinée si pour un matériel sur pied considéré comme optimal si : récolte = production. Il faut pour cela que le matériel sur pied soit à l'état optimum

3.3.1. Notion de matériel sur pied optimal

Le matériel sur pied idéal au sens défini par Gurnaude (1886) n'est pas facile à définir. Il est sujet à fortes variations selon les essences, les stations et le diamètre d'exploitabilité.

- défini par des variables de structure : N, G, V et % dans les catégories PB, BM, GB
- pertinence de G
- seuil optimal pour obtenir une régénération continue et un niveau suffisant de passage à la futaie et variable avec la fertilité des stations
- d'après Mitscherlich (1952, in Schütz, 1989) et comme en futaie régulière, la production en volume de la forêt jardinée est indépendante du volume sur pied dans de larges limites.
- gage d'obtention d'arbre à houppiers longs, vigoureux et à bonne croissance.

Tableau 2. Volume optimal pour différents peuplements et stations pour la Suisse (Schütz; 1989) et le Jura (Herbert, Rébeiro, 1981) et Rébeiro (1993), en m³/ha

Peuplements et stations	minimum	optimum	maximum
Suisse			
- hêtraie à sapin à fêtuque (Couvet, Envers)	300	350	400
- bonnes hêtraie à sapin de l'Emmental	350	450	500
- pessière-sapinière de basse altitude	330	380	430
- pessière d'altitude (montagnard supérieur)	220	250	300
- pessière sécharde (Jura)	190	220	250
Jura français			
- sapinière à épicéa du 2ème Plateau		260	310 + ?
- pessière-sapinière des Hautes Chaînes	150		330

→ intérêt d'avoir un matériel sur pied modéré plutôt bas pour dynamiser la production et réduire les risques - chablis notamment - (cf à titre d'exemple la forêt privée du Jura)

3.3.2. Régénération continue

- Nécessité d'avoir une régénération continue, suffisante mais non pléthorique.
- Régénération = f(G) ⇒ peuplements plutôt clairs (cf remarque § précédent, nuances selon les stations)
- Difficultés d'appréciation (pas de notion de surface)
- Appréciation à posteriori avec le passage à la futaie :
 - $2 < PF < 4$: optimum
 - $PF < 2$: insuffisance → vieillissement
 - $PF > 4$: excès → rythme de rajeunissement trop rapide
- Sylviculture dynamique : coupe + travaux

4. LA PRATIQUE DU JARDINAGE

4.1. BUTS

- Maintien ou acheminement progressif de la structure jardinée.
- Dosage de la composition du peuplement : mélange sapin - épicéa - hêtre - éventuellement érable - frêne.
- Simultanéité des opérations d'amélioration et de régénération.
- Equilibre harmonieux entre les ≠ catégories de Ø (guide ou norme de référence)

4.2. ANALYSE PREALABLE

Description de parcelle

- démarche indispensable, repérage des différents types de peuplements "en continu";
- intérêt d'une typologie de peuplements (cf § suivant);
- données de l'inventaire :
 - en plein, par échantillonnage (placettes temporaires ou permanentes);
 - par type de peuplement;
- méthode du contrôle :
 - évolution du matériel : N, G, % (PB, BM, BB), % des essences - Régénération - Perches – Passage à la futaie;
 - interprétation par type de peuplement.

4.3. TYPOLOGIE DE PEUPLEMENT

- Facilite l'analyse et la rend plus pertinente.
- Rapproche les sensibilités des forestiers : langage commun, analyse et cohérence des choix .
- Affine la gestion : aménagement, sylviculture (coupes et travaux)
- Permet de mieux prédire l'évolution des peuplements.
- Se développe de plus en plus. Exemple : Typologie des Futaies jardinées du Haut Jura (Herbert, Rébeiro, 1981)

Tableau 3. Types de peuplement des Futaies jardinées du Haut Jura

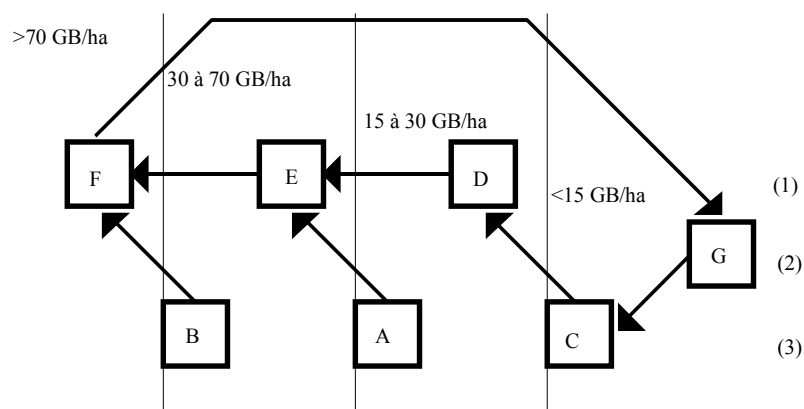
Type	Nom
A	Futaie jardinée optimale à matériel sur pied modéré, en équilibre
B	dynamique
C	Futaie jardinée riche à fort % de GB
D	Futaie jardinée à faible matériel sur pied
E	Futaie régularisée à PB dominants
F	Futaie régularisée à BM dominants
G	Futaie régularisée à GB et TGB dominants
	Futaie régularisée à très faible matériel résineux

Chaque type est défini par :

- des variables de structure : N, G, V, % (PB, BM, GB)
- des chiffres de production
- une appréciation du recrutement : régénération et passage à la futaie

L'évolution naturelle entre les différents est indiquée et permet d'affiner la sylviculture.

Tableau 4. Evolution naturelle entre types



- (1) Types régularisés
 (2) Types appauvris
 (3) Types jardinés

Evolution naturelle caractérisée par l'absence de coupes ou par des prélèvements très inférieurs à la production.

Schémas d'évolution possible :

- capitalisation et vieillissement : C → F
- chablis ou surexploitation : F → G

Les types A et B sont des structures façonnées par la sylviculture en "équilibre dynamique" instable par nature.

G peut évoluer vers C avec une forte réduction des feuillus.

L'étude des temps de passage montre une forte instabilité entre les types : le type A met moins de 10 ans pour passer au type E.

4.4. METHODE DU CONTROLE. COMPARAISON AVEC UNE NORME DE REFERENCE

Cette méthode nécessite un inventaire préalable pour connaître en complément de la description de parcelle :

- l'état actuel des peuplements définis par des critères dendrométriques utiles : N, G et les données de structure;
- le passage à la futaie;
- l'évolution des peuplements.

Attention : il est nécessaire de raisonner à deux niveaux :

- le niveau élémentaire : le type de peuplement aux limites floues et noyé dans l'inventaire de la parcelle;
- le niveau de l'unité de gestion qu'est la parcelle (niveau de calcul des prélèvements et suivi des peuplements)

4.5. ESTIMATION DU VOLUME PRESUME REALISABLE OU TAXATION

Raisonnement théorique :

L'estimation se fait par parcelle en raisonnant à partir des différents types de peuplements rencontrés. Le principe de base s'appuie sur les deux critères (moyennes des peuplements de la parcelle):

- matériel sur pied à l'ha ou capital défini par G et V et comparaison avec le matériel dit idéal;
- production courante.

Le calcul théorique du prélèvement au niveau de la parcelle est alors :

$$P = a \times \text{Prod} \times R, \text{ avec}$$

P = prélèvement en m³

Prod = production en m³/ha/an

R = rotation des coupes

a = coefficient d'ajustement selon le niveau de prélèvement souhaité

avec Volumes sur pied (m³/ha) respectifs du peuplement V et du peuplement idéal Vi :

si $V > V_i$: $a > 1$

si $V < V_i$: $a < 1$

En général il faut privilégier les coupes plutôt modérées et fréquentes en jouant sur les rotations tel que le taux de prélèvement défini par P/V tel que $20\% < P/V < 30\%$. L'acheminement vers un état d'équilibre devra être progressif. On ajuste au "coup par coup" en fonction de la réponse des peuplements.

Un exemple de raisonnement est donné en annexe.

Raisonnement pratique :

Le raisonnement se fait au niveau de chaque type de peuplement. On cumule l'estimation des prélèvements à faire dans les différents types pour les comparer à la production constatée. Lors de l'opération de martelage on contrôle les prélèvements à l'avancement.

4.6. MODALITES DE LA COUPE DE JARDINAGE

La coupe de jardinage combine toutes les opérations :

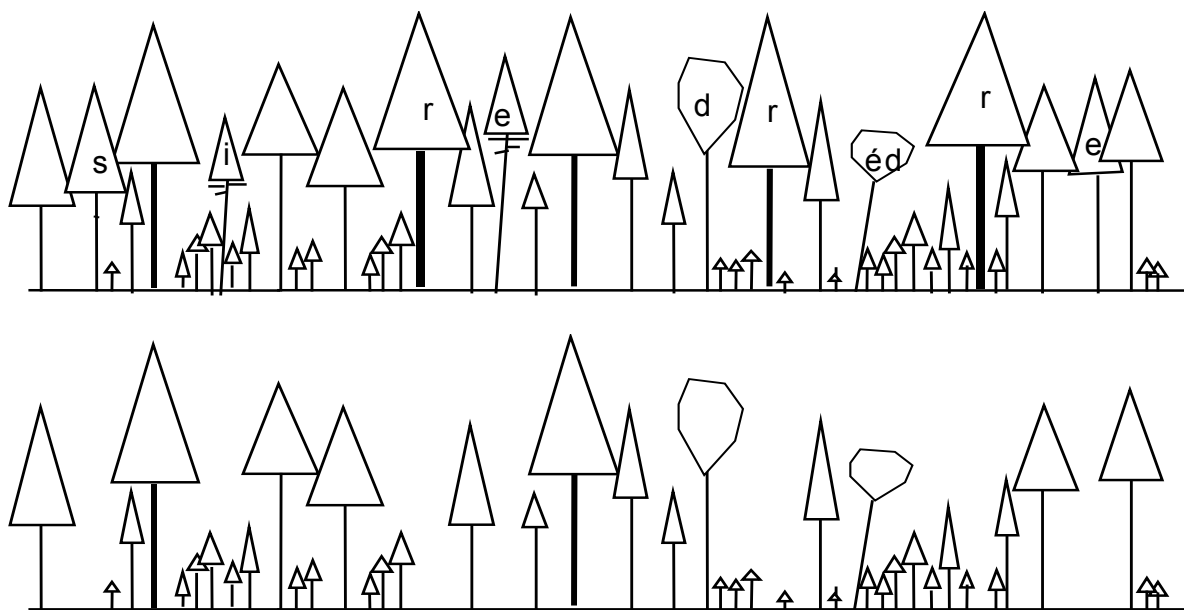
- opération sanitaire
- récolte des bois mûrs
- dosage d'essences
- sélection et éducation
- régulation de la structure
- régénération à caractère ponctuel

Elle s'appuie sur une analyse des fonctions des arbres en distinguant les sujets :

- à fonction utile : producteurs, éducateurs, fonction patrimoniale ou de biodiversité, à favoriser ou à maintenir;
- à fonction plutôt gênante : compétiteurs, à enlever au profit des beaux individus.

Elle intervient relativement peu dans les petits bois en laissant jouer les processus d'automation biologique : mortalité naturelle forte dans la phase de compression limitant la production de petits bois éduqués sous l'ombrage vertical, déchet naturel lié aux chablis (neige, vent) et dégât d'exploitation.

Figure 12. La coupe de jardinage



- r : récolte de gros bois, dosage de la lumière pour assurer la croissance optimale des collectifs de régénération et structurer le peuplement
e : éclaircie sélection
d : dosage des essences. Intérêt du hêtre pour favoriser la régénération et l'élagage naturel.
s : éclaircie sanitaire
éd : maintien des tiges à fonction d'éducation

4.7. TRAVAUX D'ACCOMPAGNEMENT

Des travaux identiques à ceux de la futaie régulière sont mis en œuvre. Dégagements et nettoiemnts sont parmi les plus fréquents et conditionnent le bon niveau de renouvellement des peuplements et le dosage des essences. Ils sont généralement effectués soit après coupe ou à mi rotation. Leur fréquence correspond en principe à la rotation des coupes, une fréquence plus grande peut être rendue nécessaire en cas d'envahissement marqué d'une essence (cas du hêtre par exemple sur certaines stations).

Des plantations ponctuelles ne sont pas exclues en cas de difficultés de régénération de même que des travaux d'élagage artificiel.

Leurs difficultés de mise en œuvre est liée à leur dispersion. Il convient d'insister sur la nécessité de disposer d'une main d'œuvre très qualifiée pour aller à l'essentiel.

5. LA FUTAIE IRREGULIERE

5.1. QU'EST-CE QU'UN TRAITEMENT EN FUTAIE IRREGULIERE FEUILLUE ?

C'est un traitement qui, au sein de chaque parcelle :

- éduque des arbres de tous âges donc de toutes dimensions;
- s'adapte cas par cas aux peuplements rencontrés;
- privilégie l'**arbre utile** en raisonnant par rapport aux fonctions qu'il joue → **sylviculture d'arbres**;
- cherche à obtenir une production continue dans le temps.

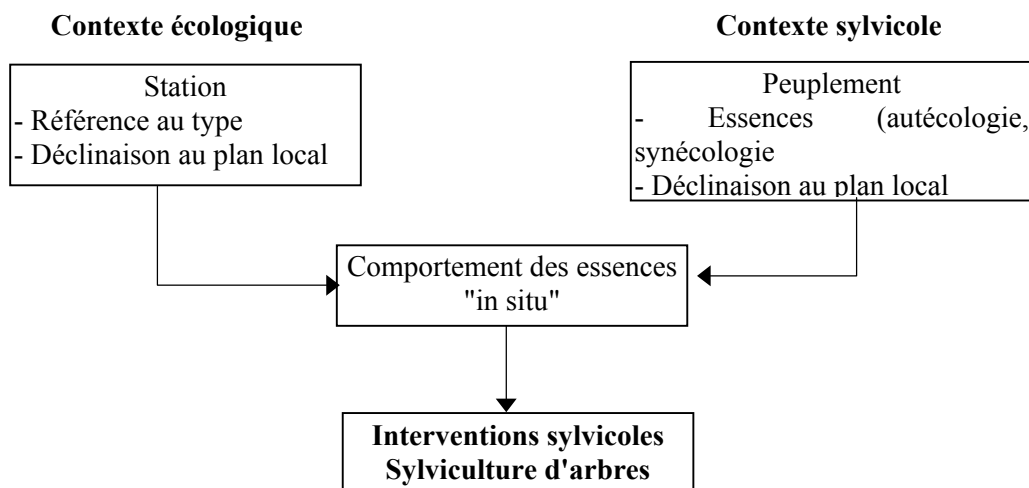
5.2. DOMAINE D'APPLICATION

- Cadre fréquent de conversion de peuplements hérités du taillis sous futaie; plus localement de futaie mélangée.
- Forte variabilité du couple station-peuplement → unité de gestion hétérogène rendant difficilement applicable un traitement de futaie régulière.
Exemple : T.S.F. sur plateaux calcaires.
- Peuplements pauvres où l'investissement n'est pas évident → on saisit toutes les opportunités en profitant de la régénération naturelle là où elle se produit.
- Contrainte sociale forte : paysage, accueil du public nécessitant une certaine permanence du cadre forestier.
- Petite forêt rendant quasiment impossible la division de la forêt en "groupes d'aménagement de futaie régulière".

5.3. COMMENT FAIRE ?

Dans l'état actuel des connaissances et dans l'attente des résultats de la recherche, il ne peut s'agir que de grandes orientations qui s'appuient sur le bon sens, l'esprit d'observation et une bonne connaissance de l'écologie du milieu et des espèces forestières.

Les interventions sylvicoles sont basées sur la démarche suivante :



5.4. LES GRANDS PRINCIPES DE LA SYLVICULTURE

Faire d'abord avec ce que l'on a en utilisant toutes les potentialités du peuplement :

- Dans la futaie : récolte des arbres au diamètre d'exploitabilité (cf. tableau joint).
- Dans les perches : sélection des brins d'avenir issues souvent de la dernière coupe de T.S.F ou de trouées d'exploitation.

Réduire les dépenses :

- Pas de régénération par grande surface pour limiter le développement du recru : → ouverture de petites trouées;
- Utilisation du taillis comme auxiliaire pour doser la lumière des trouées de régénération qui sont progressivement élargies en fonction des besoins en lumière des essences en place et de la perméabilité du couvert.

5.5. LES MODALITES DE TRAITEMENT

Quatre types d'interventions:

- **Dans la futaie** : éclaircie des bouquets de PM et BM et récolte des GB au diamètre d'exploitabilité (dosage d'essences, vigueur et qualité des arbres).
- **Dans le taillis** : éclaircie progressive (charme), par le bas (brin frotteur et régénération) et par le haut au profit des perches d'avenir et des arbres de futaie → dosage progressif de la lumière en complément du couvert de la futaie → **fonction d'éducation du taillis très importante.**
- **Perches d'avenir** : sélection de toutes les perches intéressantes (érables, merisier, alisiers - très fréquents - hêtre, chêne - moins fréquent -, éventuellement tilleul, bouleau, charme). Rejets de souche possible si présomption d'affranchissement de la souche pour éviter le pourrissement du pied, sauf pour le hêtre.
- **Régénération** : travail par petites trouées de surface inférieure à 5 ares pour contrôler la concurrence du recru. La forme et l'implantation des trouées sont liées essentiellement à l'exploitation des grosses réserves qui résulte souvent de **contraintes sanitaires**. Un raisonnement théorique pour le hêtre conduit à l'ouverture de 1 à 2 trouées de 3 à 4 ares à chaque passage à la rotation de 8 ans (environ 6 à 7 % de la surface). Ces conditions sont dans la plupart des cas réalisées par suite de la coupe inévitable de gros bois, de quelques feuillus divers et **d'éclaircie du taillis qui affine le dosage de la lumière**. Des plantations de **feuillus précieux** sont nécessaires pour enrichir les trouées non régénérées dans les parties pauvres et diversifier la régénération, notamment dans le cas de peuplements risquant d'évoluer vers la hêtraie pure.

5.6. LA COUPE DE FUTAIE IRREGULIERE

Coupe de "jardinage" à la rotation de 8-10 ans, légère, dissociant si possible les PB et taillis destinés au bois de trituration ou de chauffage. Prélèvements à fixer en fonction de deux critères :

- matériel sur pied de référence ¹ après coupe;
- production courante calculée ou estimée .

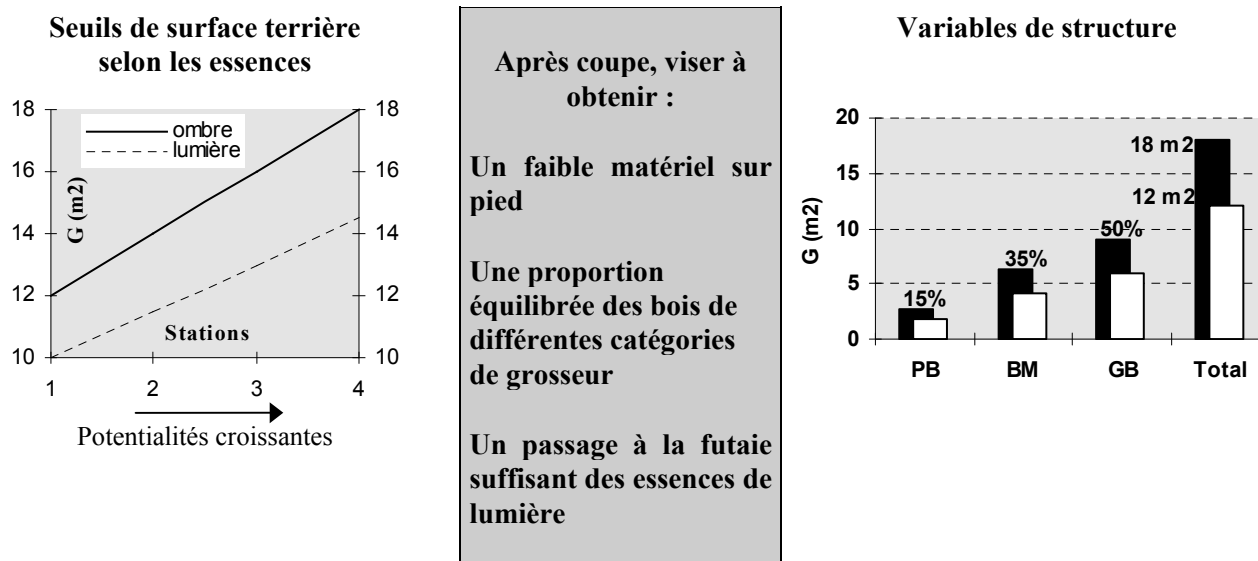
(1) Pour mémoire, le matériel d'un TSF équilibré après coupe est caractérisé par une surface terrière d'environ 6 m² avec 60 baliveaux, 30 modernes, 15 anciens.

Ce mode de traitement qui permet une récolte continue des gros bois, offre une grande liberté d'action au sylviculteur quelque soit le degré de complexité des mélanges. Le risque est toutefois grand de voir disparaître progressivement les essences de lumière dont les difficultés de croissance sous couvert sont grandes à l'état juvénile. Le régime du taillis sous futaie nous a montré un peu la voie par le biais de coupe brutale du taillis et le maintien d'une futaie claire ne dépassant pas après coupe 6 à 8 m² de surface terrière. On peut s'inspirer utilement de ce modèle en raisonnant sur une notion de densité et de structure optimales de matériel sur pied permettant simultanément :

- de garantir un bon niveau de production;
- d'obtenir une régénération continue des espèces de lumière et un passage à la futaie suffisant;
- de limiter le développement d'une végétation adventice concurrentielle.

Cette notion n'est pas aisée à appréhender tant le niveau varie en fonction des potentialités des stations et de l'autécologie des différentes essences. On peut toutefois donner des ordres de grandeur pour le matériel sur pied après coupe (taillis exclu):

Figure 13. Données indicatives de gestion



Le graphique de gauche donne une idée de la densité exprimée par la surface terrière à l'hectare (G/m²) après éclaircie, d'un peuplement feuillu mélangé, en fonction des potentialités des stations classés par valeurs croissantes, et du tempérament des essences (essences d'ombre et de lumière). On admet des ordres de grandeur de 10 à 18 m² de surface terrière/ha après coupe. Il s'agit d'ordres de données indicatives moyennes résultant de simples observations, incluant les tiges de diamètre ≥ 17,5 cm (taillis exclu) et qu'il convient de pondérer suivant les variables de structure (graphique de droite) définies par des valeurs relatives de surface terrière des petits bois (PB), bois moyens (BM) et gros bois (GB) par rapport à la surface terrière totale du peuplement. Le taillis, généralement important lorsque la réserve est pauvre, doit nécessairement être pris en compte par un critère pertinent (N, Dm, G ou couvert).

Il ressort des données ci-dessus que les principales difficultés à résoudre sont liées au comportement des essences en fonction des stations et à la compétition entre essences et recrû. Les essences les plus pénalisées sont celles de lumière à croissance lente, comme le chêne sessile qui en station riche, a toutes les chances de disparaître face à la forte concurrence du recrû. Le tableau ci-dessous récapitule les cas de figure possibles.

Tableau 5. D osage du couvert en fonction des essences et des stations

Essences	Station riche	Station pauvre
d'ombre	limitation du recrû par le couvert	pas de difficultés
de lumière à croissance initiale rapide	possibilité si affranchissement rapide de la concurrence du recrû	ouverture forte possible pour limiter la concurrence des essences d'ombre
de lumière à croissance initiale lente	grandes difficultés car l'ouverture des peuplements nécessite des interventions coûteuses	possibilités comme ci-dessus

La sylviculture visera par des coupes légères et fréquentes à acheminer progressivement les peuplements vers une densité de matériel sur pied compatible avec l'objectif de mélange d'essences et leur dynamique. On sera très attentif à la gestion de la qualité qui devra prévaloir sur la notion d'espacement théorique en respectant les groupes de beaux arbres qui s'individualisent. Le repérage des perches de qualité à la peinture est important pour favoriser la mise en œuvre d'une sylviculture d'arbres (élagage, éclaircie), avoir une idée du potentiel de recrutement et les préserver des dégâts d'exploitation. Les trouées de régénération seront visitées soigneusement par l'intermédiaire de cloisonnements rapprochés et on travaillera en priorité au profit des essences de lumière concurrencées par le recrû, le hêtre ne posant pas à priori de problème de régénération. Les drageons de fruitiers seront particulièrement soignés. En cas d'insuffisance de régénération d'essences de lumière, on pourra planter dans les trouées les plus larges (surface > 5 ares), des groupes de plants de haute tige qui seront repérés par des filets de protection contre les dégâts de gibier.

De nombreuses questions ne sont pas encore résolues, notamment en ce qui concerne la dynamique des essences de lumière dans les petites trouées et la réaction des perches comprimées après éclaircie. Le gestionnaire devra faire preuve de beaucoup de réflexion et de bon sens pratique dans la mise en œuvre de ce traitement, sans oublier de suivre de près l'évolution des peuplements et la dynamique de régénération, de manière à corriger les corrections de trajectoire si nécessaire.

5.7. TRAVAUX

Travaux sylvicoles généralement réalisés après coupes et consistant en :

- dégagement-nettoisement nécessaires pour défendre les essences de lumière à croissance en hauteur plus faible que celle du recrû;
- plantations dans les trouées d'essences minoritaires, à faible densité et protégées du gibier;
- cloisonnement sylvicole dans les zones de taillis dense peu pénétrable;
- élagage et taille de formation des perches vigoureuses et de qualité (arbres d'avenir). Le déficit chronique des perches et PB conduira à se contenter de billes parfois courtes et d'essences comme le charme et le bouleau si les tiges sont de qualité.

5.8. SUIVI DE L'EVOLUTION DES PEUPEMENTS

Difficultés liées à l'atomisation des interventions à l'intérieur des parcelles.

Possibilité de suivre l'évolution des peuplements à partir de deux types d'inventaire :

- Inventaire du matériel sur pied avant martelage → permet d'ajuster les interventions sylvicoles. Coût \cong 0,2 heure/ha/an.

- Placettes permanentes "cachées" → donnent une bonne idée de l'évolution de la régénération, du potentiel de perches d'avenir et de la qualité des bois.

L'inventaire et la désignation des perches de qualité au moment du martelage permettent également d'apprécier le potentiel d'avenir des peuplements.

5.9. CONCLUSION

Le mode de traitement en futaie irrégulière :

- incite le forestier à analyser ce qu'il a, à améliorer l'existant et non pas à raisonner dans un schéma théorique d'objectifs ambitieux et non palpables;
- contribue à l'élargissement des modes de gestion;
- offre des solutions alternatives à des situations complexes.

L'engouement actuel pour cette sylviculture douce ne peut occulter la nécessité :

- d'avoir un personnel d'une haute qualification technique → valorisation du travail en forêt;
- de valider et formaliser les différents itinéraires techniques possibles selon les contextes station-peuplement-propriétaire;
- de définir des critères pertinents de suivi d'évolution des peuplements;
- de bien former les hommes;
- de veiller à la qualité des exploitations pour bien protéger la forêt;
- d'adapter les stratégies de commercialisation des bois à la diversité des produits.

6. CONCLUSION GENERALE

Caractérisés tous deux par une sylviculture d'arbres, les modes de traitement de futaie irrégulière et jardinée sont très proches. La futaie jardinée, ne concernant pour l'essentiel que les essences d'ombre, épicéa et sapin, ne constitue qu'un cas particulier de la futaie irrégulière avec un objectif de recherche d'équilibre au niveau de la parcelle.

Pour ce qui concerne les modes de traitement de futaie régulière et de futaie irrégulière on note les points de différence suivants :

- Futaie régulière
 - régénération totale des unités de gestion en un temps limité;
 - sylviculture de peuplements;
 - différenciation des coupes de régénération et d'amélioration;
 - suivi des peuplements par classe d'âge.
- Futaie irrégulière
 - régénération continue;
 - sylviculture d'arbres;
 - coupe unique de jardinage;
 - suivi des peuplements plus exigeant.

Ces modes de traitement se déclinent en nombreux itinéraires techniques pour s'adapter aux différents contextes.

BIBLIOGRAPHIE

- BADOUX (E). L'allure de l'accroissement dans la forêt jardinée. Schriftenreihe der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt, Freiburg im Breisgau, n° 26 - 1949, 1, pp. 9-58.
- BIOLLEY (H). Le jardinage cultural; Journal forestier suisse n° 52 - 1901, 6, pp. 97-104, 7/8, pp. 113-132.
- BIOLLEY (H). Nombre d'arbres et régime de futaie. Journal forestier suisse n° 85 - 1934, 1, pp. 4-8, 2, pp. 27-33.
- DRALET (M). Traité des forêts d'arbres résineux sur les montagnes de France et terrains adjacents. Vieusseux, Toulouse - 1820.
- GARNIER (E). Le jardinage traditionnel vosgien : une sylviculture proche de la nature avant l'heure. Actes du colloque "La sapinière, du mythe de la ligne bleue des Vosges aux enjeux actuels, des enjeux contradictoires mais complémentaires". Editions l'Harmattan, pp 138-158
- GROUALLE (C), MINOT (P). Croissance du Sapin et de l'Epicéa dans les futaies jardinées du Haut Jura; Mémoire ENITEF - 1989.
- GURNAUD (A). La sylviculture française et la méthode du contrôle. Jacquin, Besançon, 121 p - 1886.
- HERBERT (I), REBEIROT (F). Etude des futaies jardinées du Haut Jura, Mémoire ENITEF - 1981.
- INDERMUHLE (MP). Struktur, Alters und Zuwachsuntersuchungen in einem Fichten-Plenterwald der subalpinen Stufe, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, n° 60 - 1978, 98 p.
- de LIOCOURT (F). De l'aménagement des sapinières; Bulletin de la société forestière de la Franche Comté et Belfort n°4 - 1898, pp. 396-409, 645.
- LIOCOURT (F de). Sapinières - Nancy : Ecole nationale des Eaux et Forêts, 1900-1901. – 42 p. (Document manuscrit).
- MATTEWS (). Sylvicultural systems; Clarendon press Oxford, , 284 p - 1991.
- MITSCHERLICH (G). Der Tannen-Fichten-(Buchen)-Plenterwald; Schriftenreihe der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt, Freiburg im Breisgau, n° 8 - 1952, pp. 3-42.
- MITSCHERLICH (G). Untersuchungen in schlagund Plenterwäldern; Allgemeine Forsts und Jagdzeitung, n° 134 - 1963, pp. 1-12.
- OFFICE NATIONAL DES FORETS. Manuel pratique d'aménagement, 2ème édition, La méthode du contrôle, annexe 5 - 1969.
- REBEIROT (F). Les futaies jardinées du massif jurassien; Document CRPF Franche Comté - 1993.
- ROISIN (P). Sylviculture des futaies feuillues jardinées ou d'allure jardinée en Belgique; RFF n° 33, pp. 113-127 - 1981.
- REMOUSSENARD (P). Etude pratique et économique des futaies jardinées privées des Hautes chaînes du Jura; Mémoire ENITEF - 1984.
- SAFAR (J). Die Entwicklung des Tannenjungwuchses in den Plenterwäldern Kroatiens; Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen - 1954, n° 11, pp. 592-613, n° 12, pp. 712-733.

SCHAEFFER (A), GAZIN (A), d'ALVERNY (A), Sapinières : le jardinage par contenance. Presses universitaires de France, Paris, 100 p - 1930.

SCHUTZ (JPh). Sylviculture 2. La gestion des forêts irrégulières et mélangées. Presses polytechniques et universitaires romandes, 178 pages -1997.

SCHUTZ (JPh). Le régime du jardinage. Document de cours de sylviculture de l'Ecole polytechnique fédérale de Zürich, 55 p - 1989.

TOUTAIN (). Les humus forestiers. Structure et modes de fonctionnement; RFF n° 6 - 1981, pp. 449,477.

DOCUMENTS ANNEXES

Annexe 1. Exemple de calcul de prélèvements en futaie jardinée

Annexe 2. Fonction des arbres

Annexe 3. Récolte au diamètre d'exploitabilité

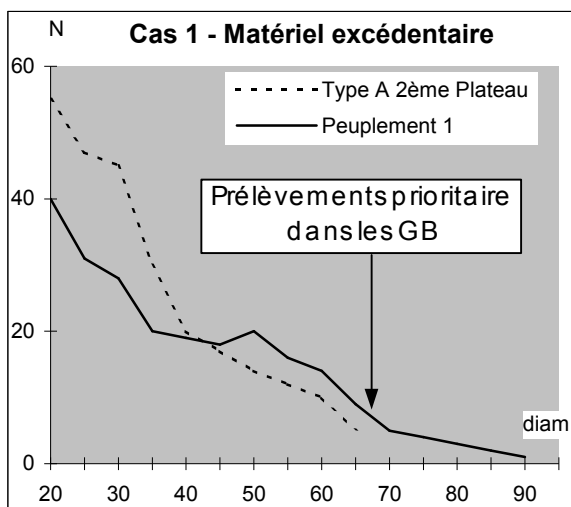
Annexe 4. Données économiques

Annexe 5. Clé de structure des typologies des futaies jardinées du Jura (Hautes chaînes et 2^{ème} Plateau)

Annexe 6. Documents de gestion ONF pour la mise en œuvre du traitement en futaie jardinée

Annexe 1

Estimation des prélèvements (raisonnement théorique)



Peuplement	N	G	V	Prod.	Rot.
Type A	255	25,4	254		
P 1	230	33,6	336	7	8

Prélèvement P

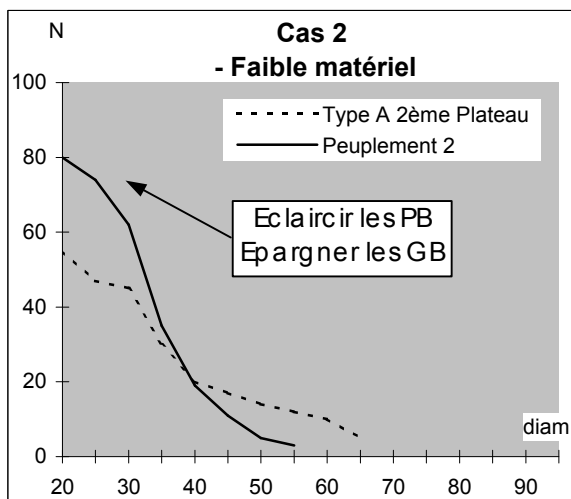
P doit être > Prod. * R, tels que :

- $P = a * Prod. * R$, avec $1,2 < a < 2$

- $20\% < P / V1 < 30\%$

$P = Prod. * R + (V1 - Vnormal) / n$

soit $= 7 * 8 + (336 - 254) / 4 = 76$



Peuplement	N	G	V	Prod.	Rot.
Type A	255	25,4	254		
P 2	289	19,7	197	7	8

P doit être < Prod. * R, tels que :

- $P = a * Acct * R$, avec $a < 1$

- $20\% < P / V2 < 30\%$

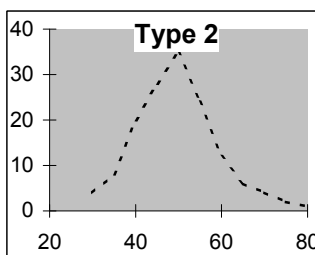
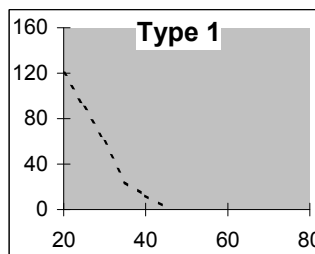
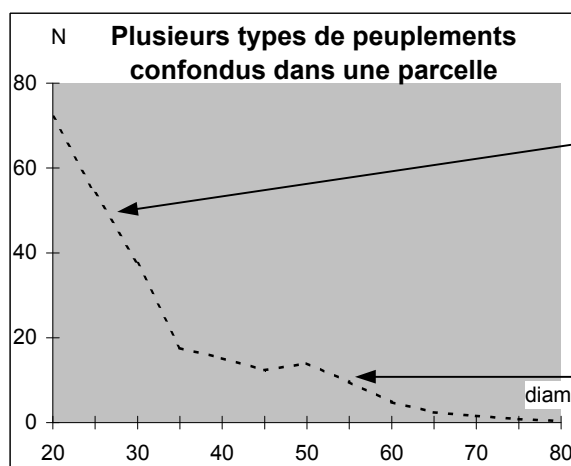
$P = Prod. * R + (V2 - Vnormal) / n$

soit $= 7 * 8 + (197 - 254) / 4 = 42$

Le cheminement vers l'état normal doit être progressif

→ courtes rotations

Attention, il faut raisonner par type de peuplement



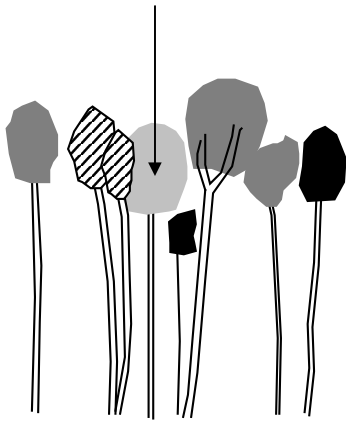
Parcelle de 5 ha

type 1- 3 ha

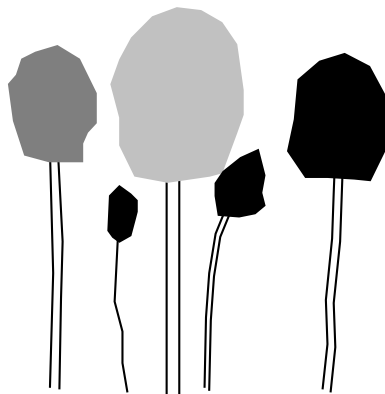
type 1- 2 ha

Annexe 2. Les différentes fonctions des arbres

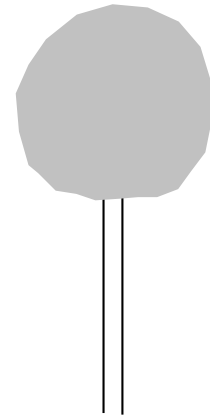
Production



Tout arbre d'essence intéressante et de bonne conformation a une fonction de production

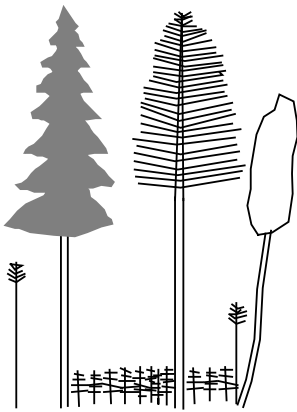


Progressivement mis en valeur, il s'imposera par rapport aux arbres de son voisinage

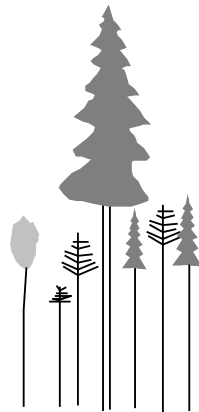


L'élite pourra être maintenu au delà du diamètre d'exploitabilité moyen

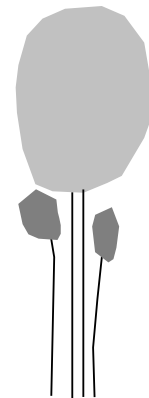
Education



Compression par le couvert
→ différenciation des élites
→ formation des tiges

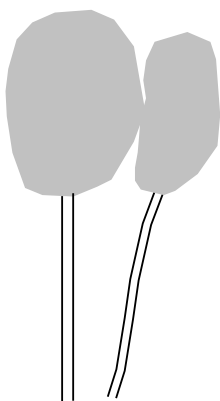


Stabilisation, protection par tuteurage des perches fragilisées par la phase de compression

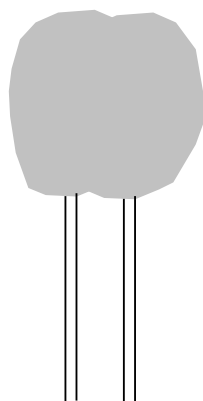


Protection contre les gourmands, coups de soleil et dégâts d'exploitation

Compétition

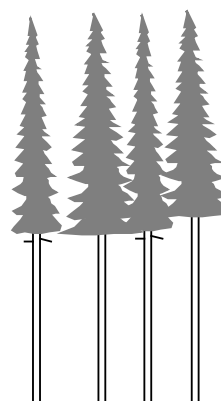


Relation de concurrence : dominant-dominé



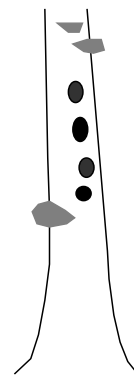
Relation de tolérance : groupe d'arbres caractérisés par des fûts droits et des houppiers imbriqués

Patrimoniaire



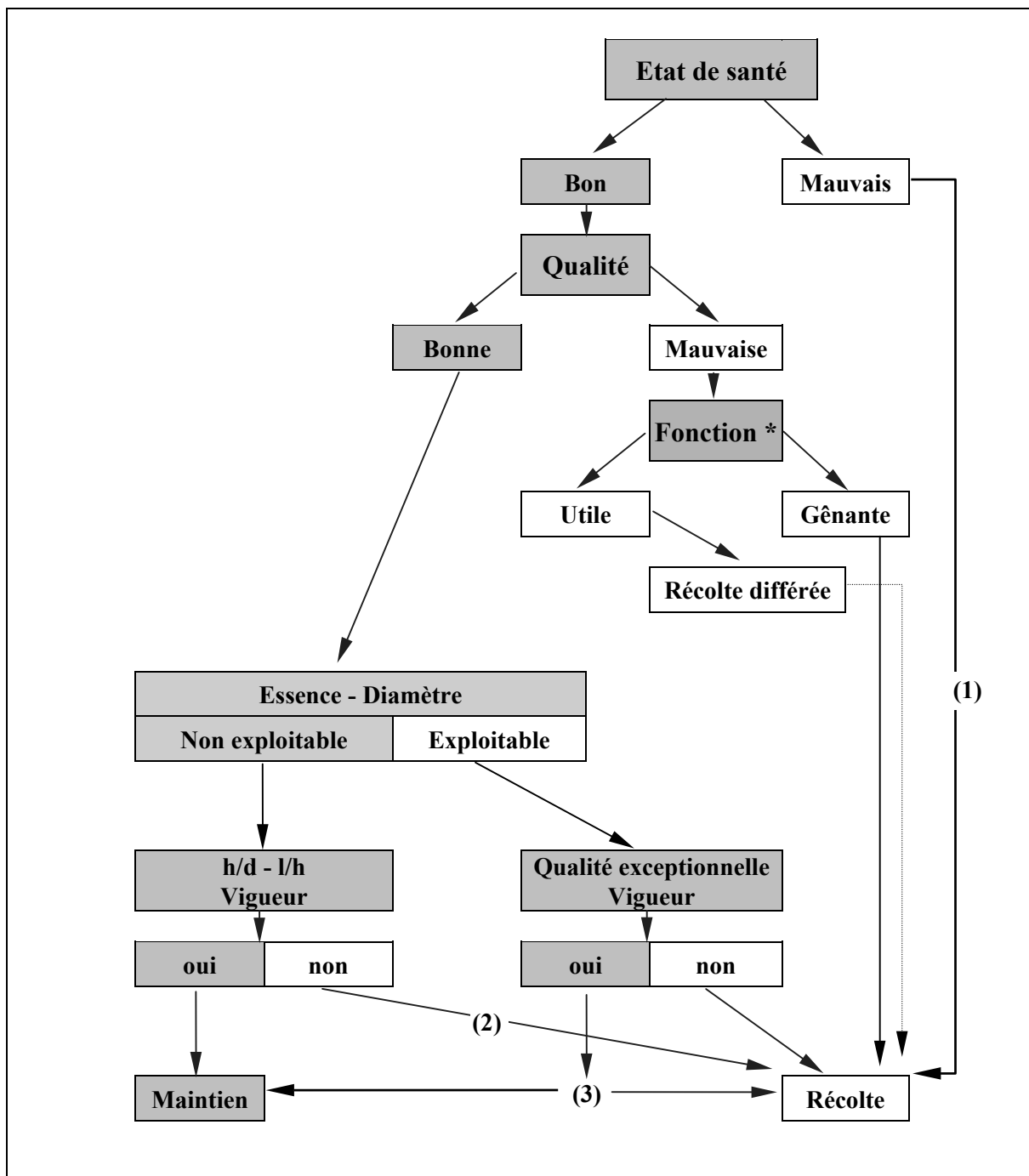
Bouquets d'arbres remarquables à haute valeur patrimoniale

Biodiversité



Le maintien d'arbres morts ou très dépérissants de faibles valeur économique enrichit la biodiversité

Annexe 3. Critères de récolte au diamètre d'exploitabilité



(1) maintien si intérêt écologique (biodiversité)

(2) maintien possible si utilité (cf fonction de l'arbre)

(3) choix selon considérations diverses : potentiel de qualité de la régénération naturelle, richesse en GB, intérêt particulier du propriétaire

Fonctions : peuvent se ranger en 2 groupes :

- **utiles** : production, éducation, écologique (biodiversité), sociale (patrimoniales);
- **gênantes** : compétition - concurrence.

h/d : hauteur totale sur diamètre à 1,30 m, exprimés en mêmes unités.

l/h : longueur du houppier vivant l sur la hauteur totale h de l'arbre (limite inférieure du houppier vivant significative) Ces 2 caractéristiques architecturales jouent sur la vigueur et la stabilité des arbres et lorsqu'elles sont défavorables, favorisent le développement de gourmands chez de nombreux feuillus, après ouverture du peuplement.

Annexe 4. Données économiques

d'après Remoussenard (1984)

Coût des différents travaux

Travaux	Types	Coût / homme / jour ou rendement
Gestion	Inventaire Martelage Chablis	2 à 4 ha / j 3 à 5 ha / technicien / j 25 ha / j
Exploitation - Bûcheronnage : arbres abattus et façonnés, branches mises en tas. - Débardage	Grume résineuse non écorcée Grume résineuse écorcée Chablis résineux non écorcé Chablis résineux écorcé Grume feuillue Bois de chauffage empilé Grume résineuse Grume feuillue Bois de chauffage	10 à 25 m3 6 à 14 m3 7 à 17 m3 4 à 10 m3 10 à 25 m3 3 à 8 st 40 à 150 m3 25 à 90 m3 10 à 40 st
Culturaux	Dégagement, nettoyage	1 à 2 heures / ha / an
Entretien des limites		50 à 120 m
Frais de garderie et de gestion		2 à 10 % des produits vendus

Production de bois

Catégories de produits	% du volume	Prix de vente (F/m3 de sciage)	% du chiffre d'affaire
Menuiserie	5 - 10	1500 - 1700	12
Charpente choisie	10 - 15	1050 - 1200	14
Charpente sur liste	0 - 14	1000 - 1100	8
Charpente standard	40 - 50	900 - 950	42
Liteaux, volige	10 - 15	950 - 1050	13
Planches 3ème choix	5 - 10	750 - 800	6
Coffrage	5 - 10	600 - 650	5