Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 121 (1970)

Heft: 4

Artikel: Etude comparative des prix de revient d'une récolte en forêt régulière et en forêt jardinée

Autor: Roches, D.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766898

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen
Journal forestier suisse

121. Jahrgang April 1970 Nummer 4

Etude comparative des prix de revient d'une récolte en forêt régulière et en forêt jardinée[1]

Par *D. Roches,* Delémont

Oxf. 666

Avant-propos

La présente étude a fait l'objet d'un travail présenté à l'Ecole polytechnique de Zurich pour l'obtention du diplôme d'ingénieur forestier. Qu'il me soit permis d'exprimer ici toute ma reconnaissance à MM. les professeurs Hans Leibundgut et Hansjürg Steinlin, respectivement premier et second rapporteur, qui en ont permis la réalisation. Mes remerciements vont également à M. le Dr Eric Badoux et à M. Jean-Paul Farron pour leurs précieux conseils dans les domaines de la production et de l'aménagement forestiers.

Introduction

Pour ou contre la forêt jardinée? Ce modeste travail ne prétend pas trancher cette question qui a fait coulé beaucoup d'encre et qui trouble encore de nos jours bien des esprits parmi les forestiers. Récemment, Mayer (11) a tenté de faire une étude globale sur les avantages et les désavantages de 4 formes de traitements en futaie:

1. le traitement par coupes rases sur grandes surfaces (longue révolution);
2. le traitement par coupes rases sur petites surfaces (courte révolution);
3. le traitement par coupes progressives;
4. le traitement jardinatoire.

Les résultats obtenus sur la base de modèles d'exploitations forestières montrent que la gestion complète d'une forêt coûte le moins cher en futaie jardinée, alors que la forêt traitée par grandes coupes rases provoque des frais d'exploitation élevés. Ces résultats s'expliquent par les nombreux soins et protections à donner aux jeunes peuplements de la forêt régulière, peuplements créés très souvent par plantations artificielles. En ce qui concerne plus particulièrement les exploitations, Mayer arrive à la conclusion que la coupe jardinatoire coûte plus cher, par m³ de possibilité, que la coupe de régéné-

[1] Condensé d'un travail de diplôme en sylviculture (1969). Rapporteur: Prof. Dr H. Leibundgut; Corapporteur: Prof. Dr H. Steinlin.

ration en traitement progressif et en traitement par petites coupes rases. Valeurs respectives en öS: 67, 49, 59.

Avec les éclaircies, cependant, les exploitations coûtent les prix suivants:

1.	grandes coupes rases	105 öS/m³ de possibilité
2.	petites coupes rases	90 öS/m³ de possibilité
3.	coupes progressives	75 öS/m³ de possibilité
4.	coupes jardinatoires (pas d'éclaircies)	67 öS/m³ de possibilité

Ces résultats sont très intéressants, mais ils appellent deux remarques:

1. Mayer ne donne pas les calculs détaillés lui ayant fourni ces chiffres;
2. les prix de revient par m³ de possibilité manquent de signification. Il serait plus utile de connaître ces prix par m³ de bois réellement exploités, et ceci à divers stades de développement, pour la forêt régulière.

1. But et étendue de l'étude

Le but de mon travail est d'essayer de répondre à la question souvent controversée: les exploitations en forêt jardinée sont-elles plus ou moins coûteuses qu'en forêt régulière? On remarquera que le travail se limite au deuxième stade de production forestière, la production mécanique, le premier stade étant celui de la production organique.

2. Choix d'une méthode

2.1 Les frais de récolte

Selon Steinlin (16), les frais de récolte se décomposent en:

1. frais de main-d'œuvre (salaires, prestations sociales, frais de salaire indirects);
2. frais de capitaux (amortissements, intérêts, entretien des investissements);
3. frais provoqués pas la moins-value des produits récoltés (pertes de récolte, dégâts dus à l'abattage et au débardage, dépréciations diverses);
4. frais provoqués par la moins-value du peuplement restant ou du sol en suite des travaux de récolte (dégâts d'abattage à des sujets d'élite ou à des rajeunissements, dégâts de débardage, tassement du sol, érosion).

A ces quatre groupes s'ajoute encore celui des frais administratifs pour le martelage, les reconnaissances et certains travaux de bureau. Leur part, cependant, représente peu de chose et il est courant de les omettre.

Dans les conditions régnant actuellement dans les forêts suisses, les deux premiers groupes représentent les frais les plus importants. C'est sur eux principalement que devra porter cette étude. Les frais des groupes 3 et 4 sont, dans la pratique, difficiles à saisir, ce qui fait qu'on les voit rarement figurer dans des calculs de prix de revient.

2.2 *Les méthodes de calcul des frais de récolte*

Pour une telle étude, on peut envisager 3 méthodes différentes de calcul : une méthode statistique, une méthode empirique et une méthode artificielle.

2.2.1 *Méthode statistique*

La méthode statistique consisterait à faire dans un grand nombre de forêts de chaque type (jardinées et régulières) une série d'études et d'analyses sur les divers frais de récolte. Les mesures porteraient sur le volume des exploitations, sur les temps de travail exigés par chaque opération partielle (mesures chronométriques), sur les distances de débardage, sur la pente du terrain, sur la densité du peuplement, etc. Le matériel fourni par ces mesures permettrait d'établir des corrélations entre divers paramètres (exemple : entre la densité du peuplement et les temps de débardage ou d'abattage) et, par analyse statistique, apporterait des valeurs significatives (moyennes, écarts-types, etc.) pour chaque type de forêt. Il permettrait, d'autre part, de faire une étude fouillée sur la structure des frais d'une récolte. Cependant, cette méthode — la plus complète et la plus rigoureuse — a l'inconvénient de coûter beaucoup de temps et d'argent. L'utilisation de l'ordinateur électronique à grande échelle serait indispensable.

2.2.2 *Méthode empirique*

Ce que j'appelle méthode empirique est une méthode statistique très simplifiée. Au lieu de prendre un grand nombre d'objets d'étude, les forêts, on n'en choisit que quelques-uns que l'on estime comparables entre eux. On prend, par exemple, une forêt jardinée et une forêt régulière qui se rapprochent par leur station (même sous-sol, même climat, même altitude, etc.), par leur composition d'essences, par leur desserte, par la main-d'œuvre chargée des exploitations, etc. On procède à un nombre de mesures plus restreint que dans la méthode précédente et on obtiendra, par calcul, des valeurs spécifiques aux forêts-tests plus ou moins comparables. Cette méthode est relativement simple, mais elle présente un défaut grave : il est très difficile, dans la pratique, de trouver des forêts des deux types qui soient dans des conditions analogues. D'autre part, les résultats obtenus ne s'appliquent qu'aux forêts considérées ; ils ne sont pas significatifs pour l'un et l'autre mode de traitement.

2.2.3 *Méthode artificielle (simulation)*

La méthode artificielle travaille sur des modèles d'exploitations. Ces modèles sont fabriqués de toutes pièces sur le papier. On en fait un pour chaque type de forêt, caractérisé par une série de points distincts. Les deux modèles auront, toutefois, certains traits en commun afin de rendre une comparaison possible. Par exemple :

— compositions identiques (mêmes essences en mêmes proportions);
— conditions identiques de climat, de sol, d'exposition, etc.;
— conditions de desserte identiques;
— frais de main-d'œuvre et de machines identique par unité de temps.

La grande qualité de cette méthode est quelle fournit des résultats obtenus dans des conditions tout à fait analogues. En cela, elle est supérieure à la deuxième méthode. Son défaut principal est de donner des valeurs sans signification absolue.

2.3 Méthode adoptée

Pour l'étude qui m'est confiée, j'adopte la dernière méthode, celle de la simulation. Elle devrait suffire aux objectifs d'une « étude comparative ».

3. Construction des modèles

3.1 Caractères communs

Situons nos deux modèles d'exploitation dans des conditions suisses: le Jura ou les Préalpes et représentons-nous une série d'aménagement de 100 hectares de surface. L'association végétale est un *Abieti-fagetum* dans les deux cas, reflétant une identité de climat, de sol et de fertilité. L'altitude varie entre 900 et 1100 m. Ces deux unités ont en outre les autres caractères communs suivants:

a) inclinaison du terrain: pente douce, plus ou moins régulière de 25 %,
b) réseau de desserte:
   — 30 m^1/ha de chemins carrossables
   — 250 m^1/ha de pistes de débardage (40 m entre 2 pistes).

Si le taux de desserte, selon Backmund (1), est très favorable (t% = 80), la distance moyenne entre les chemins carrossables sera de 400 m environ et les distances moyennes de débardage auront les valeurs de:

— 15 m dans les peuplement[2]
— 90 m sur les pistes.

Les pièces sont entreposées au bord des chemins carrossables, à l'exception des perches qui restent dans les pistes.

c) composition des essences: 70 % de sapin *(Abies alba)*
   30 % d'épicéa *(Picea abies)*

(Il est certain que, dans l'association de l'*Abieti-fagetum* le hêtre devrait entrer pour 10 % au moins dans la composition de nos forêts. Si je l'ai négligé, c'est parce qu'il n'aurait rien apporté d'essentiel aux résultats. Il aurait, par contre, compliqué sensiblement les calculs.)

[2] Direction de débardage par rapport aux pistes: 45 °.

3.2 La forêt régulière

3.2.1 Principe fondamental

Dans le modèle, la forêt régulière est supposée être en équilibre. C'est-à-dire que chaque âge est également représenté sur toute la surface de l'exploitation :

$$S(A_1) = S(A_2) = \ldots = S(A_n) = \frac{S_{tot}}{n}$$

où : $S(A_1) = S(A_2) = \ldots =$ Surface du peuplement de 1, 2, . . . ans
$S_{tot} =$ Surface totale (= 100 ha)
$n =$ nombre d'années de la révolution.

Pour la construction du modèle de la forêt régulière, je me suis servi de la table de production du Dr E. Badoux (2) pour le sapin.

3.2.2 Détermination de la classe de fertilité

La connaissance de la classe de fertilité, qui doit permettre d'entrer dans la table de production, peut être acquise grâce à certaines études phytosociologiques. Kuoch (8), par exemple, donne les caractéristiques suivantes pour l'*Abieti-fagetum* :

- accroissement : 7–11 m³/ha/an (volume total)
- hauteur moyenne : $\geqslant$ 35 m
- matériel sur pied normal : 300–400 m³/ha.

Kuoch indique que l'accroissement et le matériel sur pied (abréviation : MSP) peuvent être nettement plus élevés si la proportion de sapin est forte. C'est le cas de mon modèle et j'ai choisi, sur la base de ces données, la classe de fertilité :

$$H_{dom} = 24 \text{ m}.$$

Remarque : Ce choix a été fait avant celui d'une courbe des hauteurs pour la forêt jardinée (cf. paragraphe 4.3.2.2). Si l'on compare les plus grands arbres du modèle de forêt jardinée à ceux de la table de production, $H_{dom} = 24$ m, on s'aperçoit que les seconds sont très nettement plus hauts que les premiers (différence : 2-3-4 m). Les classes de fertilité ne correspondent pas très bien et la hauteur dominante 22 m eût mieux convenu. On tiendra compte de ce déséquilibre en applicant aux calculs de productivité un facteur de correction.

De la table de production, seuls *les nombres de tiges* du MSP et des exploitations ont été utilisés. Les volumes ont été recalculés au tarif vaudois « moyen » (II) et à l'aide des tables d'assortiments de Flury (6), resp. par décomposition théorique des arbres en billons.

On admet que les nombres de tiges pour le mélange sapin/épicéa sont les mêmes que dans un peuplement pur de sapins.

3.2.3 Composition du matériel sur pied

Base de calcul: révolution de 110 ans ($H_{dom} = 24$ m).

a) Répartition des stades de développement (Tab. 1):

Tab. 1

Stades	*⌀ h.p. cm*	*Age années*	*Surface %*
Bas-perchis	<10	0– 25	23
Haut-perchis	10–20	25– 45	18
Jeune futaie	20–35	45– 70	23
Futaie moyenne	35–50	70– 95	23
Vieille futaie	>50	95–110	13

b) Caractéristiques du MSP:

Composition par classes de grosseur: voir Tab. 2.

- Volume 353 sv/ha (au tarif vaudois II)
- Nombre de tiges 463 t/ha
- Arbre moyen 0,76 sv

3.3 La forêt jardinée

3.3.1 Principe fondamental

Ici également, le modèle est supposé en situation normale, ce qui signifie, pour la forêt jardinée, que les tiges sont réparties suivant la fonction exponentielle:

$$y = k \cdot e^{-\alpha x} \qquad \text{(H. A. Meyer [12])}$$

où: x = catégorie de diamètre de ? cm de largeur

y = nombre de tiges

k = constante spécifique marquant la densité

α = constante spécifique marquant l'allure de la courbe (courbure).

3.3.2 Détermination des constantes α et k

a) *Constante α:* selon Meyer, la constante α prend, en Suisse, des valeurs comprises entre 0,060 et 0,070. Pour le modèle, j'ai choisi:

$$\alpha = 0{,}060,$$

qui correspond à un matériel sur pied relativement élevé (forte proportion de gros bois).

b) *Constante k:* la valeur de la constante k dépend de la largeur des catégories de diamètre et de l'unité de mesure de ces catégories. k a été choisi de façon à obtenir un volume du MSP environ égal, en m^3, à dix fois la hauteur, en m, des plus grands arbres, suivant la norme proposée par les auteurs de «Sapinières» (13).

Valeur de k : $\underline{k = 119}$ (Cat. ϕ 2 cm)

Courbe d'équilibre du modèle : voir graphique 2.

3.3.3 Caractéristiques du MSP

Récapitulation par classes de grosseur : voir Tab. 2.

- Volume 412 sv/ha (tarif vaudois II)
- Nombre de tiges 403 t/ha
- Arbre moyen 1,02 sv
- Diamètre-limite 100 cm.

(Il est supposé qu'on ne laisse croître aucun arbre au-dessus de 100 cm de diam. à h. p.)

3.4 Comparaison des deux modèles (Tab. 2)

FR = forêt régulière (H_{dom} = 24 m)

FJ = forêt jardinée.

Tab. 2

Valeurs par ha			*Classes de grosseur*					
			Total	*8—16*	*16—24*	*24—36*	*36—52*	*> 52*
Nb. de tiges	nb	FR	938	475	221	125	88	29
	%		100,0	50,6	23,5	13,3	9,5	3,1
	nb	FJ	652	249	154	129	75	45
	%		100,0	38,2	23,6	19,8	11,6	6,8
Vol. Tf VD II	sv	FR	382,2	28,9	42,5	76,8	138,7	95,3
	%		100,0	7,6	11,1	20,1	36,3	24,9
	sv	FJ	427,6	15,4	33,5	79,9	120,3	178,6
	%		100,0	3,6	7,8	18,6	28,2	41,8

Récapitulation du MSP :

	Volume	*Nb. de t*	*Arbre moy.*
— Forêt régulière	353 sv	463 t	0,76 sv
— Forêt jardinée	412 sv	403 t	1,02 sv

(Dans ces dernières valeurs, les cat. 8—16 cm ne sont pas comprises.)

Ce tableau met en évidence la forte proportion de gros bois (> 52 cm) en forêt jardinée, alors que les bois de 36 à 52 cm de ϕ h. p. prédominent en forêt régulière.

4. Composition des exploitations

4.1 Généralités

La composition des exploitations est établie à partir des nombres d'arbres coupés dans chaque catégorie de diamètre. Chaque tige est cubée en fonction du diamètre à h.d.p., de sa hauteur et, pour le classement « billons » en forêt jardinée, des séries de coefficients de décroissance. On a décomposé ensuite chaque tige en assortiments au moyen des tables de Flury (6) pour les bois longs et au moyen des coefficients de décroissance de Grundner-Schwappach (7) pour les billons (et quelques bois mi-longs). Les assortiments formés correspondent exactement à ceux qui sont définis par les « Usages du commerce des bois », à la différence près que les bois longs de la classe I sont éboutés à 17 cm au lieu de 22. On a entrepris cette correction afin de ne pas donner plus de bois de stères dans le classement « bois longs » que dans le classement « billons ». Ceci aurait eu pour conséquence de ralentir la productivité du travail dans le premier classement. Enfin, les arbres de moins de 8 cm de ⌀ h.d.p. ne sont pas considérés dans cette étude. Il faut remarquer que la décomposition ne répond qu'à des critères de dimensions et qu'il n'a été tenu aucun compte du critère de qualité. On comprendra que la proportion de bois de stères soit très faible dans le volume des exploitations. A titre de comparaison, signalons que le Dr E. Badoux (2) admet un taux de 15 % du volume en bois taré (dégâts d'abattage, pourritures, défauts divers).

4.2 Forêt régulière (Sa, $H_{dom} = 24$ m)

4.2.1 Rythme des interventions

Les rythmes des interventions dans les divers stades de développement (= types de peuplement TP) ont été fixés comme suit (tab. 3):

Tab. 3

Type de peupl. TP	S_{TP} ha	R ans	s_{TP} ha	*Nat. de l'intervention*
Bas-perchis	22,7	—	—	(non considéré)
Haut-perchis	18,3	5	3,7	Eclaircies sélectives
Jeune futaie	22,7	8—9	2,7	Ecl. de mise en lumière
Futaie moyenne	22,7	10	2,3	idem
Vieille futaie 1	13,6	*	0,7	Coupe préparatoire
2		**	0,7	Coupe définitive
Total	100,0	—	10,1	

S_{TP} = surface d'un type de peuplement
R = rythme des interventions (rotation)
s_{TP} = surface traitée annuellement

* = La coupe préparatoire se fait lorsque la futaie a atteint 100 ans. Elle enlève, en plus des coupes normales, un tiers du matériel sur pied (en tout: env. 50 %).

** = La coupe définitive (liquidation) a lieu à la fin de la période de révolution, à 110 ans.

On remarque qu'environ 10 % de la surface totale sont parcourus annuellement par les coupes.

4.2.2 Composition des exploitations dans les différents TP

a) Nombre de tiges exploitées

A partir de la table de production, une exploitation « moyenne » a été calculée pour chaque type de peuplement. Cette moyenne est obtenue simplement en divisant le nombre des tiges exploitées pendant la durée du TP par le nombre des interventions dans ce TP. La table de production décompose les coupes en cat. ⌀ de 4 cm de largeur. Il fut nécessaire, pour pouvoir entrer dans les tables de Flury (6), de procéder à une nouvelle répartition sur des cat. ⌀ de 2 cm. Celle-ci s'est faite par estimation.

b) Volume des exploitations

Pour le calcul des volumes, j'ai cubé d'abord chaque tige individuellement, puis j'en ai fait la somme. Ce cubage est relativement facile pour les bois longs, grâce aux tables d'assortiments de Flury (6). On entre dans celles-ci par deux grandeurs:

— le diamètre à h. d. p. (cat. ⌀ 2 cm),
— la hauteur (échelonnée de 2 en 2 m).

La hauteur a été estimée à partir de la hauteur moyenne h_L et de la hauteur dominante indiquées par les tables du sapin et de l'épicéa ($H_{dom} = 24$ m), à un âge moyen, de chaque type de peuplement. En règle générale, un arbre a été décomposé en pièces ne dépassant par 4,00 m³ de volume.

4.2.3 Composition d'une exploitation annuelle

Voir tab. 4 (Récapitulation).

4.3 Forêt jardinée

4.3.1 Le classement des bois

Si j'ai adopté le classement « bois longs » en forêt régulière, c'est qu'il est très courant de l'utiliser dans la pratique, d'autant plus lorsque le terrain n'est pas trop en pente. En forêt jardinée, ce classement n'est généralement pas aimé, car il provoquerait trop de dégâts au peuplement restant sur pied et aux rajeunissements. (Voir en particulier Burger [3], pp. 395—396 et Diener [5].)

4.3.2 Composition d'une exploitation

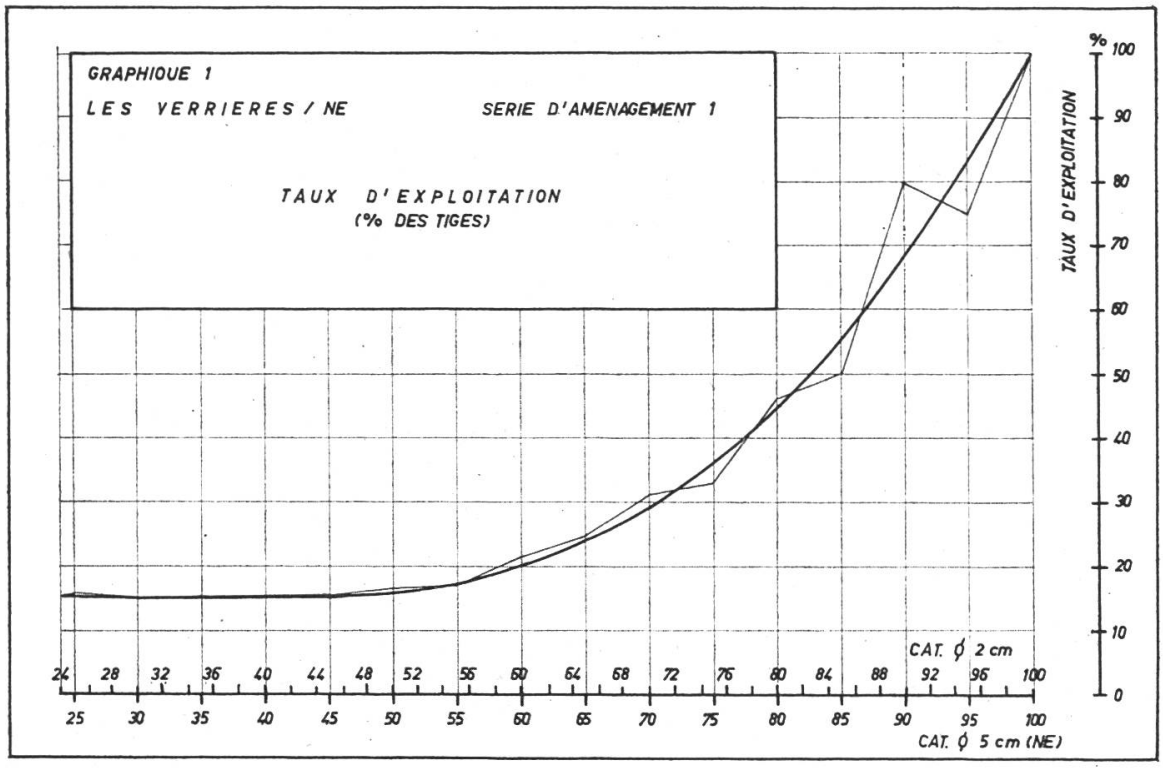
La rotation des coupes jardinatoires est fixée à 8 ans.

4.3.2.1 Nombres de tiges exploitées

Des tables de production pareilles à celles du Dr E. Badoux, qui donnent la répartition des arbres exploités dans les catégories de diamètre, n'existent que pour des forêts équiennes, si bien qu'il fallut recourir à des valeurs empiriques pour pouvoir déterminer cette répartition en forêt jardinée. C'est dans les procès-verbaux d'inventaires et du contrôle des exploitations des Verrières NE (1ère série d'aménagement, surface 287 ha, 5 périodes d'aménagement de 1909 à 1952) que j'ai cherché les données nécessaires: nombres de tiges du MSP par catégories de diamètre (5 cm de largeur) et nombres de tiges exploitées, pendant une période d'aménagement, par catégories de diamètre. Ce matériel statistique, mis obligeamment à ma disposition par Monsieur J.-P. Farron de l'Institut d'aménagement, m'a permis de calculer pour chaque catégorie de diamètre le taux d'exploitation défini par le rapport:

$$\frac{\text{nombre de tiges exploitées en 8 ans}}{\text{nombre de tiges du MSP}} \cdot 100 \quad (\%)$$

Les valeurs de ces taux représentés en fonction des catégories de diamètre donnent le graphique 1. La courbe obtenue révèle des petites discontinuités que j'ai corrigé au moyen d'une deuxième courbe (trait large). Les valeurs de celle-ci sont appliquées au modèle.

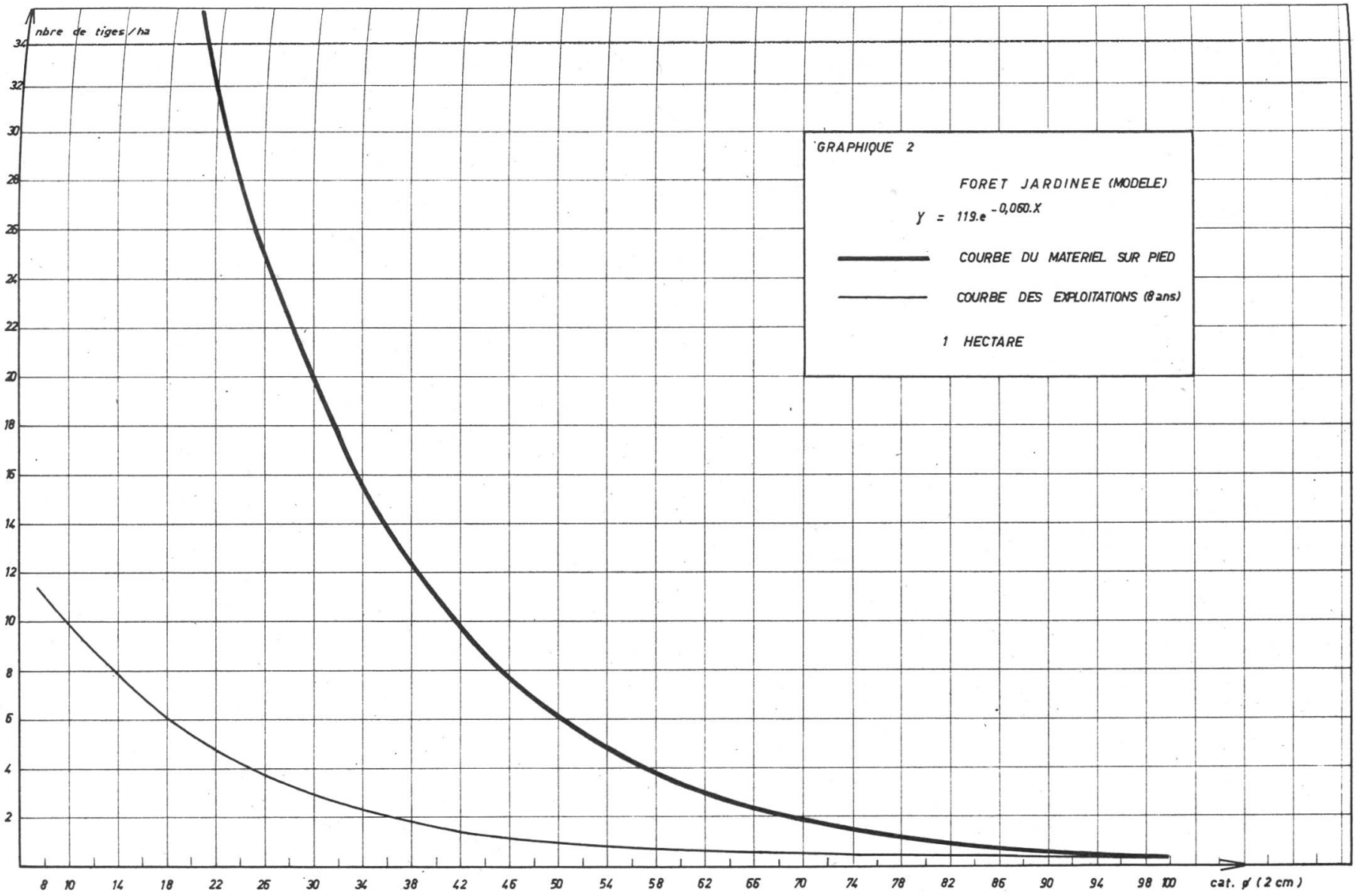


Par ces taux et par la composition du MSP, on calcule sans difficulté la composition d'une exploitation.

Le graphique 2 illustre la répartition des exploitations et celle du MSP.

4.3.2.2 Volume de l'exploitation

Comme en forêt régulière, le volume de l'exploitation est calculé à partir des volumes individuels.


GRAPHIQUE 2
FORET JARDINEE (MODELE)
y = 119.e^-0,060.X
COURBE DU MATERIEL SUR PIED
COURBE DES EXPLOITATIONS (8 ans)
1 HECTARE
nbre de tiges / ha
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
8 10 14 18 22 26 30 34 38 42 46 50 54 58 62 66 70 74 78 82 86 90 94 98 100
cat. ø (2 cm)

a) Débit des grumes en billons

Par « billons », on n'entend non seulement les billons simples de 4, 4½, 5, 5½ ou 6 m, mais également les « billons doubles », conformément aux « Usages du commerce des bois ».

La décomposition d'un arbre se fait au moyen des séries de coefficients de décroissance de Grundner-Schwappach (7) pour le sapin en forêt jardinée et pour l'épicéa (pour cette dernière essence, j'ai diminué de 2 à 3 les pourcents donnés pour la futaie régulière). Pour les hauteurs des arbres, je me suis servi des courbes (sapin et épicéa) que Leibundgut (9) a dessinées pour la division I/14 de Couvet. Chaque billion est cubé par son diamètre au milieu et par sa longueur.

La masse d'un billon est limitée par deux critères:

— volume inférieur à 4,00 m³,

— longueur ne dépassant pas 10 m (raison de maniabilité).

b) Débit des grumes en bois longs (et mi-longs)

On procède, ici, de la même manière qu'en forêt régulière, c'est-à-dire au moyen des tables d'assortiments de Flury (6), à une différence près: on a pris le volume de bois fort (déterminé par le classement en billons) et non la hauteur de l'arbre comme grandeur d'entrée. On a opéré cette modification parce que les tables de Flury (6) donneraient, à hauteur égale, des volumes passablement plus grands pour le débit en bois longs. Comme en forêt régulière, un seul critère limitatif intervient: le volume qui ne dépasse pas, en règle générale, 4,00 m³.

4.4 Comparaison des exploitations en forêts régulière et jardinée

FR = forêt régulière (H_{dom} = 24 m)

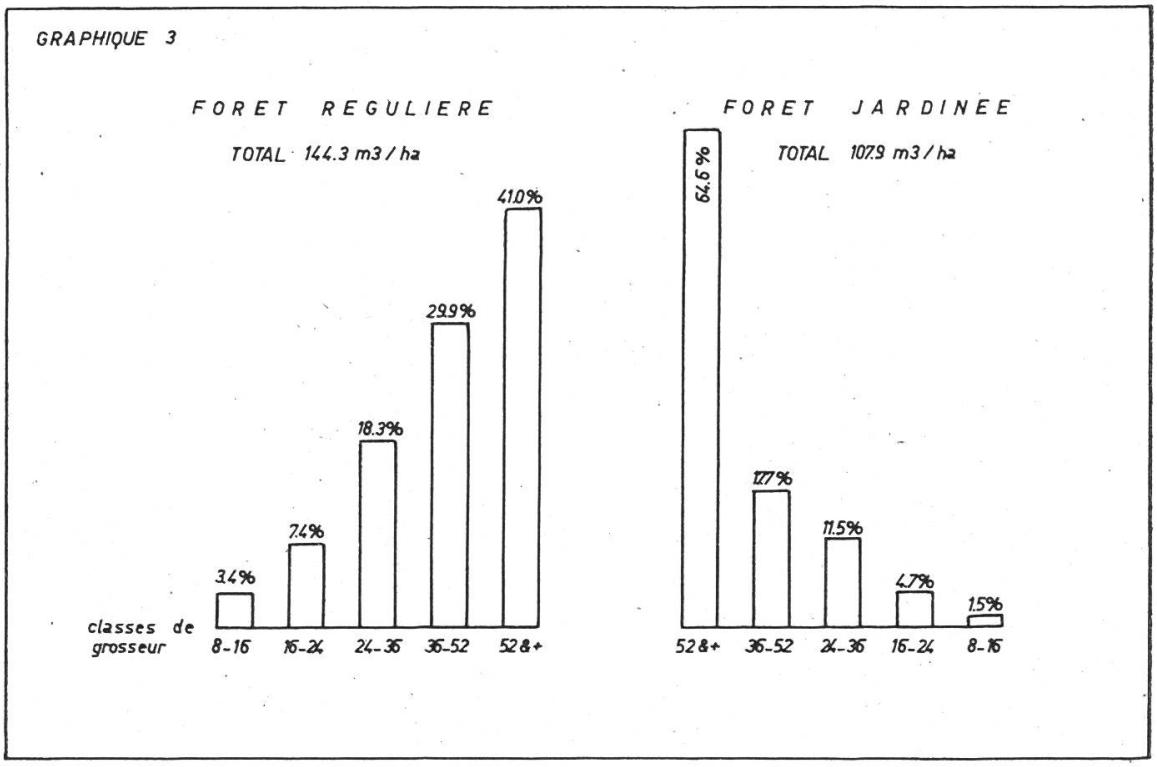
FJ = forêt jardinée (billons)

Tab. 4

Valeurs par ha			*Classe de grosseur*					
			Total	*8—16*	*16—24*	*24—36*	*36—52*	*> 52*
Nb. de tiges	nb	FR	191	89	39	30	20	13
	%		100,0	46,5	20,3	15,8	10,5	6,9
	nb	FJ	102	37	23	19	11	12
	%		100,0	36,2	22,3	18,7	11,0	11,8
Vol. réels	m³	FR	144,3	4,9	11,6	26,2	42,8	58,8
	%		100,0	3,4	7,4	18,3	29,9	41,0
	m³	FJ	107,9	1,6	5,0	12,4	19,1	69,8
	%		100,0	1,5	4,7	11,5	17,7	64,6

Ce tableau met en relief deux faits déjà connus :

1. Les exploitations en forêt régulière sont plus concentrées qu'en forêt jardinée : 191 tiges à l'ha contre 102 ; 144,3 m³ contre 107,9. (Pour $H_{dom} = 22$ m, le nombre de tiges serait encore plus élevé d'env. 16 %, alors que le volume serait diminué d'env. 6 %.)
2. La forêt jardinée produit beaucoup plus de gros bois que la forêt régulière : 69,8 m³/ha contre 58,8 ou 64,6 % contre 41,0. Le graphique 3, ci-après, souligne bien cette différence de composition.



5. Calcul du prix de revient des travaux de récoltes

Les techniques d'abattage, de façonnage et de débardage sont les techniques traditionnelles en usage chez nous.

5.1 Coûts horaires de la main-d'œuvre et des machines

5.1.1 Salaires de la main-d'œuvre

Pour les travaux d'abattage, de façonnage et de débardage j'ai admis un salaire, par ouvrier, de :

$$\frac{\text{Fr. 8.—/heure}}{\text{13,3 ct/min.}} \quad \text{ou}$$

Dans ces chiffres sont comprises toutes les charges sociales.

5.1.2 Coût d'utilisation d'une scie mécanique

Pour ce calcul, de même que pour celui du paragraphe 513, je me suis basé sur les directives de la FAO : « Le coût d'utilisation des véhicules et machines à moteur » (4).

Prix d'achat :	Fr. 1500.—
Longévité :	2500 heures
Période max. d'amortissement :	4 ans
Durée d'utilisation annuelle :	700 heures
Facteur de réparation :	0,6
Salarie horaire :	Fr. 8.—

I. *Frais fixes*	*par an*	*par heure*
	Fr.	*Fr.*
1. Intérêts (3,33 %)	50.—	0.07
2. Assurances (?)	20.—	0.03
3. Local d'entrepôt	10.—	0.01
Subtotal I	80.—	0,11

II. *Frais variables*	*Fr.*
1. Amortissements	0.60
2. Réparations	0.36
3. Carburant (1,6 l/h à 70 ct.)	1.12
4. Graissages	0.22
5. Entretien	1.20
Subtotal II	3.50
Total I et Total II	3.61
arrondi à	4.— ou
	7 ct/min.

5.1.3 Coût d'utilisation du tracteur et de ses accessoires

Le tracteur utilisé est du même type que celui qui servit aux analyses de Liebscher (10, p. 100) : un tracteur de 33 CV, avec les accessoires :

— treuil de 4 t monté sur le tracteur,
— pelle ou avant-train de débardage (à 2 roues),
— chariot de débardage spécial pour les stères.

Prix d'achat (access. y. c.) :	Fr. 40 000.—
Longévité :	10 000 heures
Période max. d'amortissement :	10 ans
Facteur de réparation :	1,0
Salaire horaire :	Fr. 8.—

I. *Frais fixes*	*par an*	*par heure*
	Fr.	*Fr.*
1. Intérêts (3,33 %)	1330.—	1.10
2. Assurances	450.—	0.40
3. Impôts	450.—	0.40
4. Garage	250.—	0.20
Subtotal I	2030.—	1.70

II. *Frais variables*	*Fr.*
1. Amortissements	4.—
2. Réparations	4.—
3. Carburant (4 l/ha à 60 ct.)	2.40
4. Graissages	0.50
5. Entretien	1.20
Subtotal II	12.10
Total I et Total II	13.80 arrondi à Fr. 15.— ou 25 ct./min.

5.2 Coûts de l'abattage et du façonnage

5.2.1 Procédé

Pour l'abattage et le façonnage, j'ai pris les temps de la « Tabelle über den Arbeitsaufwand für die Holzhauerei » de Steinlin (15), qui donne des valeurs pour les temps de travail manuel et les temps de fonctionnement des machines. Cette table est construite en fonction des assortiments pratiqués en Suisse, c'est-à-dire conformément aux « Usages du commerce des bois », à quelques petites différences près. Il a donc fallu calculer les temps de travail pour chaque pièce produite par une tige, puis en faire la somme. Celle-ci donnait les temps de récolte unitaires par arbre, pour le sapin et l'épicéa. Les temps totaux s'obtiennent simplement par multiplication des nombres de tiges par les temps unitaires, puis par addition. Ces temps sont des temps bruts. Ils vont subir quelques modifications, par la suite.

5.2.2 Corrections des temps bruts

a) Pour le classement en billons, en forêt jardinée

Une correction des temps est nécessaire, pour le classement en billons, afin de supprimer une source d'erreurs due au fait que les tables de Steinlin ne sont pas assez détaillées pour une telle étude. L'exemple, ci-après, fera comprendre de quoi il s'agit. En forêt jardinée, le sapin de 68 cm h.p. est décomposé en trois billons qui ont tous un diamètre au milieu supérieur à 30 cm, ce qui fait qu'on applique pour chaque billon le même temps unitaire par m³ :

$$2{,}38\ m^3 \times 65\ min/m^3 = 155\ min$$
$$1{,}59\ m^3 \times 65\ min/m^3 = 103\ min$$
$$0{,}80\ m^3 \times 65\ min/m^3 = 52\ min$$
$$4{,}77\ m^3 \times 65\ min/m^3 = 310\ min$$

Cela revient à dire qu'il faut le même temps pour façonner un arbre en 1, 2 ou 3 pièces — en bois longs ou en billons. Pour remédier à cette aberration, je vais augmenter systématiquement les temps, pour le classement en billons de *10 %* (augmentation sur les temps-hommes et sur les temps-machines).

b) Pour la forêt régulière $H_{dom} = 22\ m$

Comme on l'a vu, la hauteur dominante $H_{dom} = 24$ m est trop élevée pour fournir une comparaison valable avec le modèle choisi de forêt jardinée. $H_{dom} = 22$ m eût mieux convenu. Pour adapter les temps calculés à cette classe de fertilité, on est parti des considérations suivantes :

— la productivité du travail (PT) dépend du volume de l'exploitation (V) :

$$PT = f_1 (V)$$

— la productivité du travail dépend du nombre de tiges exploitées (N) :

$$PT = f_2 (N)$$

$$\text{Ainsi : } PT = F \left(\frac{V}{N}\right) = F (Am) :$$

la productivité du travail dépend de l'arbre moyen (Am).

A titre d'hypothèse, j'admets que la fonction F est la proportionalité. Les facteurs multiplicatifs de correction C seront égaux à :

$$C = \frac{Am\ (22)}{Am\ (24)}$$

(Am [22] et Am [24] sont calculés d'après les valeurs de la table de production du sapin.)

Valeurs de C :	*calcul :*	*arrondi à :*
Haut-perchis	0,675	0,7
Jeune-futaie	0,830	0,8
Futaie moyenne	0,865	0,9
Vieille futaie	0,840	0,8
Moyenne pour la F. R.		0,8

Cependant, cette correction étant incertaine, on fera le calcul des coûts également pour $H_{dom} = 24$ m, pour comparaison.

Au sujet de cette correction, voir également paragraphe 6.

5.2.3 Résultats, discussion

Comme il est admis généralement que la productivité du travail est moins grande en forêt jardinée (arbres plus noueux dispersion des produits), on a augmenté, pour permettre des comparaisons, les temps de travail bruts (main-d'œuvre et machines) de 10 % et de 20 % dans ce type de forêt. On y a également ajouté des temps de main-d'œuvre pour l'élagage sur pied, opération parfois nécessaire à cause des longs houppiers et des rajeunissements à protéger. Pour cette adjonction, on est parti des hypothèses suivantes :

— 3 des plus gros arbres sont à élaguer par ha,
— durée de l'opération : 2 heures par arbre.

Récapitulation des résultats : coûts en Fr./m³ (Tab. 5).

Tab. 5

Forêt régulière		*Forêt jardinée*	
$H_{dom} = 24$	$H_{dom} = 22$	*Billons*	*Bois longs*
13,55	16,85	14,60	12,91
	+ 10 %	16,06	14,21
	+ 20 %	17,52	15,53

Malgré ses approximations, ce tableau montre que le prix de revient de l'abattage et du façonnage est sensiblement inférieur, pour le bois long, en forêt jardinée qu'en forêt régulière. Dans cette dernière, cet assortiment coûte à peu près le même prix que les billons de la forêt jardinée (prix brut augmenté de 15 % env.). Pour arriver à l'égalité entre les prix de revient des bois longs en forêt jardinée et régulière, il faudrait que la productivité du travail en forêt jardinée soit diminuée de 23 % (= augmentation des temps par m³ de 30 %).

5.3 Coûts du débardage

5.3.1 Procédé

Le cheminement, pour le calcul des temps de débardage est le même que pour l'abattage et le façonnage: calcul du temps de débardage de chaque pièce (bois de stère y compris), regroupement des résultats par arbre, puis détermination des temps totaux par multiplication et addition.

Le calcul des temps se base sur les valeurs indicatives de Liebscher (10) pour le traînage de billes d'épicéa, au moyen d'un tracteur (voir description plus haut). Pour le bois de stère, on a pris les valeurs qu'il donne (p. 87) pour le hêtre (piles cerclées). Facteur d'équivalence: 1 m³ = 1,4 stères. Il est supposé que les pièces sont tirées au treuil (câblage) sur une distance moyenne de 15 m, dans le peuplement, puis traînée sur 90 m en moyenne sur les pistes de débardage. Voici les valeurs calculées à partir du tableau 5 de Liebscher, p. 88, et des distances indiquées:

charge par course	*min/m³*
< 0,50	26,6 (valeur estimée)
0,50–0,99	25,14
1,00–1,49	17,47
1,50–1,99	14,29
2,00–2,49	12,51
2,50–2,99	11,33
3,00–3,49	10,58
3,50–4,00	10,01

Dans ces temps sont compris l'accrochage et le décrochage, de même que l'entreposage et la mise en pile des pièces. On a admis le niveau de difficulté 2 (moyen).

Pour le bois de stère, on a calculé:

$$7{,}15 \text{ min/m}^3,$$

pour le débardage sur pistes (le débardage dans le peuplement est déjà compris dans les temps d'abattage et de façonnage). Ces valeurs sont les temps de fonctionnement des machines. Pour obtenir les temps de main-d'œuvre, on les a multipliés par 2,5 (2 hommes + un supplément de 0,5 pour des temps « morts »).

5.3.2 Correction pour la forêt régulière, $H_{dom} = 22$ m

Les facteurs de correction du paragraphe 5.2.3 seront appliqués au débardage également.

5.3.3 Résultats, discussion

Pour les travaux de débardage, des suppléments de 10 % et 20 % ont été ajoutés également, afin de tenir compte du plus grand soin qu'ils exigent en forêt jardinée.

Récapitulation des résultats: Coûts en Fr./m³ (Tab. 6):

Tab. 6

Forêt régulière		*Forêt jardinée*	
$H_{dom} = 24$	$H_{dom} = 22$	*Billons*	*Bois longs*
8,03	10,02	9,80	7,74
	+ 10 %	10,79	8,50
	+ 20 %	11,78	9,30

Ces résultats montrent les mêmes relations que ceux de l'abattage et du façonnage. Les billons sont, toutefois, un peu plus chers que les bois longs de la forêt régulière.

5.4 Récapitulation des coûts d'abattage, de façonnage et de débardage

Les travaux de récolte coûtent, en tout, les prix suivants (Tab. 7) en Fr./m³:

Tab. 7

Forêt régulière		*Forêt jardinée*	
$H_{dom} = 24$	$H_{dom} = 22$	*Billons*	*Bois longs*
21,58	26,87	24,40	20,65
	+ 10 %	26,85	22,71
	+ 20 %	29,30	24,83

Ces chiffres sont relativement proches de ceux que l'on connaît, dans la pratique, pour des conditions faciles. Les commentaires qu'ils appellent sont les mêmes que ceux du tab. 5.

5.5 Autres frais liés à la récolte

J'ai renoncé à faire des calculs sur les pertes provoquées aux billes par les opérations d'abattage et de façonnage. On peut admettre qu'elles sont sensiblement égales dans l'un et l'autre type de forêt.

Plus importants seraient les montants devant compenser les dégâts aux arbres restant sur pied et aux rajeunissements. Les surplus de frais ou les pertes provoqués par les chablis devraient également être considérés. Ils peuvent atteindre, en forêt régulière, des proportions respectables (cf. Mayer, [11]), nettement plus fortes qu'en forêt jardinée. Des essais de calculs, pour ces frais, reposeraient sur des bases trop hypothétiques, si bien qu'il m'a semblé préférable d'y renoncer.

6. Analyse des résultats

6.1 Relation entre les productivités de travail

L'examen des résultats détaillés (non reproduits ici) nous fournit les relations suivantes:

- En forêt régulière: La productivité moyenne, dans une exploitation annuelle, correspond à la productivité que l'on peut attendre dans une forêt de 70 ans environ, pour l'abattage et le façonnage, ou de 75 à 80 ans pour le débardage.
- En forêt jardinée: (bois longs) Les temps pour l'abattage et le façonnage, par m³, majorés de 20 %, correspondent à ceux d'une futaie régulière de 75 ans environ, pour le débardage (+ 20 %) à ceux d'une futaie moyenne de 80 à 85 ans.
- En forêt jardinée: (billons) Ces temps (également majorés de 20 %) correspondent à ceux d'une jeune futaie régulière de 70 resp. 60 ans.

6.2 Répartitions centésimales des temps de travail manuel

La répartition des temps de travail par classes de grosseur permet une confrontation intéressante avec celle du volume des exploitations. C'est ce qui a été fait pour le travail manuel des opérations: abattage, façonnage et débardage (voir graphique 4). La forêt régulière illustre très bien l'augmentation de la productivité avec la classe de grosseur, par sa répartition mieux compensée pour les temps que pour les volumes. On peut faire la même observation en forêt jardinée, mais la différence d'allure est un peu moins franche. Une autre comparaison, allant dans le même sens, est celle des volumes produits par chaque stade de la forêt régulière et des temps nécessités par leur récolte (Tab. 8):

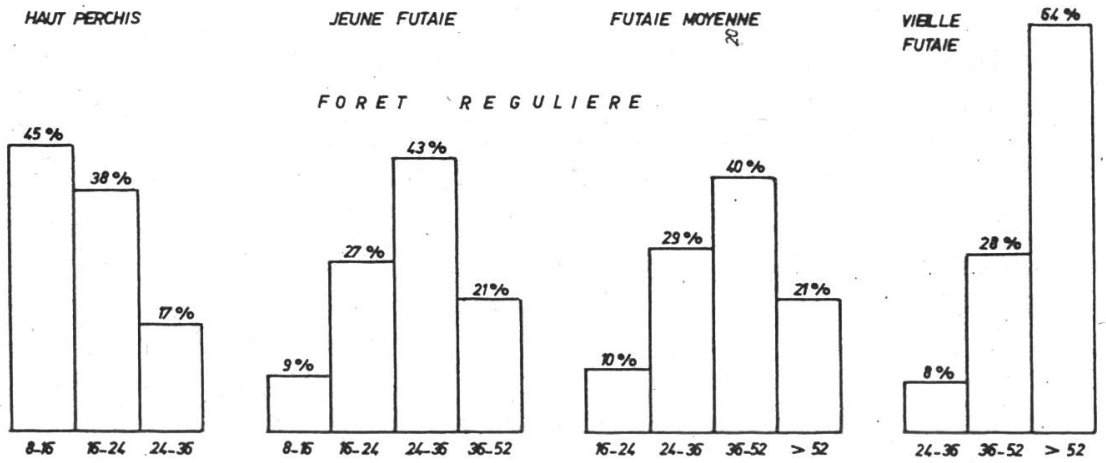
Tab. 8

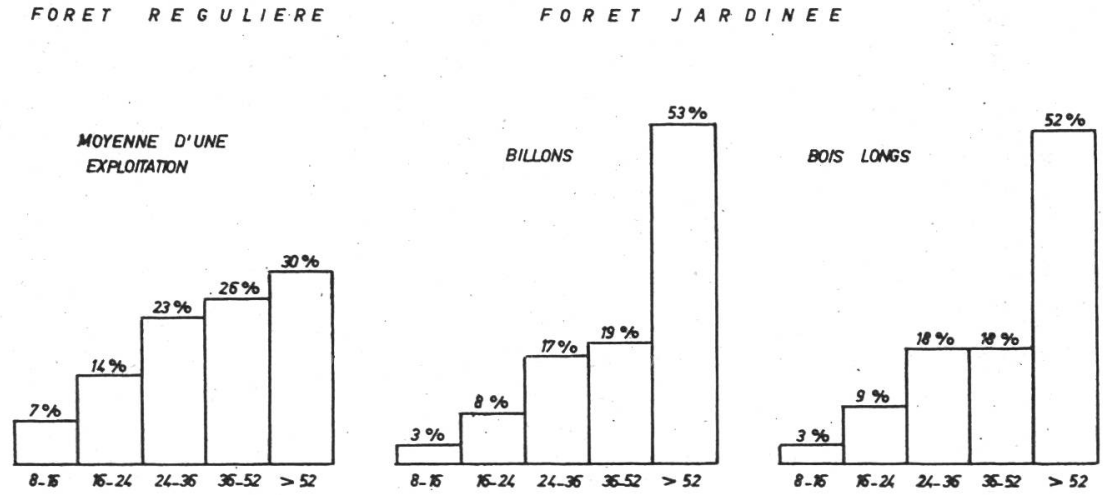
	Haut-perchis	*Jeune futaie*	*Futaie moyenne*	*Vieille futaie*	*Exploit. annuelle*
Volumes %	5	19	26	50	100
Temps %	11	26	24	39	100

GRAPHIQUE 4

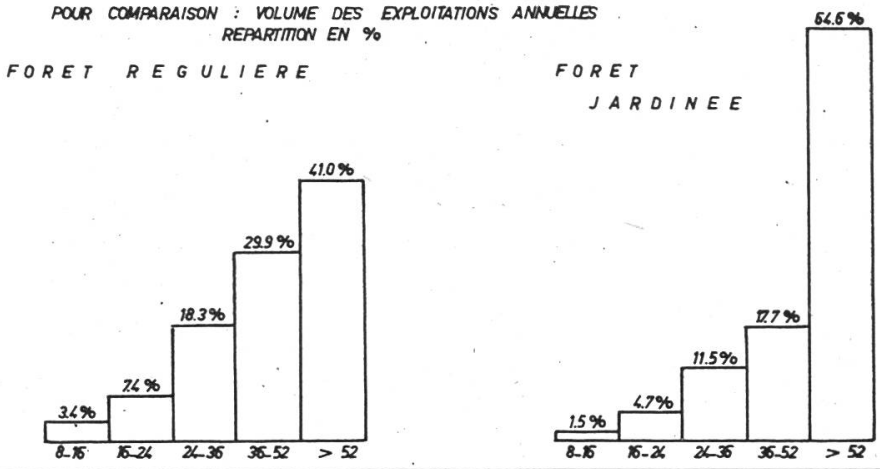
TEMPS DE MAIN D'ŒUVRE POUR L'ABATTAGE
LE FACONNAGE ET LE DEBARDAGE

REPARTITION EN % PAR CLASSES DE GROSSEUR





POUR COMPARAISON : VOLUME DES EXPLOITATIONS ANNUELLES
REPARTITION EN %



6.3 La question du débit des pièces en forêt jardinée

Le tableau 7, paragraphe 54, révèle une différence de prix de revient entre les billons et les bois longs de 4 francs environ, ce qui me paraît faible et mériterait une vérification pratique. Admettons ce chiffre et posons-nous la question : le gain réalisé par le débit en bois longs suffit-il à compenser les dégâts qu'il provoque aux rajeunissements ? Pour tenter de répondre à cette question, on a admis les hypothèses suivantes :

- surface des rajeunissements et fourrés = 20 % de la surface traitée annuellement, soit 2,5 ha ;
- un quart de ces jeunes peuplements sont anéantis lors de la récolte et doivent être remplacés par plantation, soit 0,6 ha.

Coût de la plantation : 0,6 ha x 4000.– Fr./ha = Fr. 2400.–
Perte potentielle de 10 années de production :

0,6 ha x 500.– Fr./an x 10 ans	=	Fr. 3000.–
Total		Fr. 5400.–
ou		*4.– Fr./m³ exploité*

Il résulterait de ce calcul que le gain de temps (et d'argent) provoqué par le débit en bois longs et la perte causée par les dégâts aux rajeunissements et fourrés s'équilibrent. Cela signifierait que le choix du débit est indifférent, si d'autres critères n'interviennent pas. Ce fait devrait inciter les praticiens à réexaminer le problème, lorsque les conditions ne sont pas, de toute évidence, inadaptées à la manutention de grosses grumes.

7. Résumé et conclusions

Pour mener à bien cette étude, je me suis servi de deux modèles abstraits de forêts (l'une jardinée, l'autre régulière) présentant un certain nombre de points communs : conditions naturelles, desserte, etc. Le caractère spécifique de chaque type de forêt est exprimé par des différences dans la composition du matériel sur pied et dans celle des exploitations. Au moyen de tables de temps standards (Steinlin, Liebscher), il fut possible de calculer les temps d'ouvriers et de machines nécessaires aux différentes opérations d'une coupe : abattage, façonnage et débardage. Les coûts de ces opérations s'obtinrent sans difficultés. Le classement des grumes adopté est celui des bois longs. En outre, les calculs ont été faits également pour le classement en billons, en forêt jardinée.

Les résultats obtenus par cette méthode de travail montrent que les prix de revient d'une récolte ne sont pas plus élevés en forêt jardinée qu'en forêt régulière. Au contraire, les bois longs exploités dans la première, selon les techniques traditionnelles, coûtent environ 20 % de moins que ceux de la forêt régulière. Même pour les billons, la comparaison n'est pas désavanta-

geuse, puisqu'ils provoquent des frais inférieurs de près de 10 % à ceux des bois longs de la forêt régulière. Certes, la prudence est de rigueur lorsque l'on veut interpréter ces résultats qui reposent, nous l'avons vu, sur plusieurs hypothèses. Toutefois, il me paraît permis d'admettre que les prix de revient d'une récolte doivent être compris dans les valeurs relatives suivantes:

Forêt régulière, bois longs	100 %
Forêt jardinée, bois longs	80– 90 %
Forêt jardinée, billons	90–110 %

Ces chiffres s'expliquent par la production plus importante de gros bois en forêt jardinée (voir tab. 4). C'est là un avantage indiscutable de cette dernière. Il compense largement une certaine dispersion des produits.

La question du classement des bois en futaie jardinée a été traitée rapidement et les résultats obtenus mériteraient confirmation de la pratique. Je me suis posé la question si les dégâts provoqués par l'exploitation des bois longs représentaient des frais supérieurs à l'augmentation du coût du façonnage lorsqu'on adopte le classement en billons. Un calcul approximatif semble indiquer que l'économie réalisée par les bois longs équilibre les frais et les pertes causés par eux lors de leur manipulation. En bref, les grumes peuvent se débiter, en forêt jardinée, aussi bien longues que courtes.

Que le prix de revient d'une récolte soit plus bas en forêt jardinée qu'en forêt régulière ne signifie pas que le deuxième mode de traitement doive être abandonné. Nous avons vu, en effet, que les différences de prix ne sont pas très grandes, surtout si le débit en billons doit être adopté en forêt jardinée, pour une raison ou une autre. Les résultats obtenus confirment simplement l'opinion de certains forestiers, que la forêt jardinée n'est pas aussi « irrationnelle » que d'autres le prétendent. De toute façon, ce qualificatif convient très mal au stade de la production organique en forêt jardinée, puisque les processus naturels y sont, selon l'expression de Steinlin (cité par Mayer [11]), amplement automatisés. L'étude a porté sur 2 types de forêts — régulières et jardinées — mais les résultats ont une signification qui peut être étendue à deux concepts opposés de la foresterie, ce que les Anglo-saxons désignent par « classical » et « modern forestry ». En 1966, Steinlin (14) a consacré un article à ce dualisme et je rejoins ses conclusions, lorsqu'il affirme que la productivité du travail est moindre en « modern forestry ».

Zusammenfassung

Vergleichende Untersuchung der Erntekosten im schlagweisen Hochwald und im Plenterwald

Die vorliegende Arbeit ist eine Kurzfassung der Diplomarbeit des Verfassers. Die Untersuchung basiert auf zwei Modellen, die in bezug auf die natürlichen Bedingungen, die Erschließung usw., gewisse Ähnlichkeiten aufweisen. Die spezi-

fischen Merkmale jedes Waldtyps kommen in der unterschiedlichen Zusammensetzung des Vorrates und der Nutzungen zum Ausdruck. Mit Hilfe von Aufwandtabellen wurden die Arbeiter- und Maschinenzeiten bei den verschiedenen Arbeitsgängen der Holzhauerei (Fällen, Aufrüsten, Rücken) und daraus die entsprechenden Kosten ermittelt. Für die Sortimentsbildung wurde die Langholzsortierung angewendet; im Plenterwald wurden die Berechnungen zusätzlich auf Grund der Trämelsortierung durchgeführt.

Es zeigte sich, daß die Erntekosten im Plenterwald nicht höher liegen als im schlagweisen Hochwald. Im Gegenteil belaufen sich dort die Kosten für das nach den üblichen Methoden genutzte Langholz auf rund 20% weniger als für Langholz aus schlagweisem Hochwald, und sogar bei Trämelsortierung besteht eine Differenz von etwa 10% zugunsten des Plenterwaldes. Obwohl diese Zahlen infolge der getroffenen Annahmen mit Vorsicht betrachtet werden müssen, dürften die Kosten in folgendem Rahmen liegen:

Schlagweiser Hochwald	Langholz	100%
Plenterwald	Langholz	80– 90%
Plenterwald	Trämel	90–110%

Diese Unterschiede lassen sich durch den höheren Starkholzanfall im Plenterwald erklären, was einen eindeutigen Vorteil dieser Betriebsart darstellt und den Nachteil des zerstreuten Nutzungsanfalls überwiegt.

Das Problem der Holzsortierung im Plenterwald wurde nur gestreift, und die erhaltenen Resultate bedürfen einer praktischen Bestätigung. Es wurde untersucht, wie sich die Kosten zur Behebung der durch das Rücken von Langholz entstehenden Schäden zu den Mehrkosten für die Aufbereitung von Trämeln verhalten. Eine angenäherte Berechnung ergibt den Anschein, daß die durch Langholzsortierung erzielten Einsparungen die Mehrkosten und Verluste infolge erschwerter Handhabung auszugleichen vermögen. Das Stammholz dürfte also im Plenterwald sowohl als Langholz als auch in Trämelform ausgehalten werden.

Die Tatsache, daß sich im Plenterwald die Kosten der Holzernte tiefer halten lassen als im schlagweisen Hochwald, darf nicht zur systematischen Verneinung des letzteren führen. Die Unterschiede sind nämlich nicht sehr hoch, besonders wenn aus weiteren Gründen die Trämelsortierung günstiger erscheint. Die Meinung gewisser Forstleute, nach denen die Plenterung nicht unbedingt eine dermaßen «irrationale» Betriebsart darstellt, wie es andere behaupten, findet hier bloß eine Bestätigung. Jedenfalls trifft die Bezeichnung «irrational» für das Stadium der organischen Produktion sehr schlecht zu, da, wie es Steinlin zum Ausdruck bringt, diese Prozesse weitgehend automatisiert sind! Obwohl dieser Untersuchung zwei Waldtypen als Objekt dienten, haben ihre Ergebnisse eine Bedeutung, die sich auf die zwei entgegengesetzten Auffassungen der Forstwirtschaft erstrecken dürften, die im angelsächsischen Raum als «classical» und «modern forestry» genannt werden. 1966 hat Steinlin diesem Dualismus einen Aufsatz gewidmet; seine Folgerung, daß die Arbeitsproduktivität bei der «modern forestry» derjenigen der «classical» unterlegen ist, bestätigt sich hier. *Übersetzung: J.-F. Matter*

(1) *Backmund, F.:* Kennzahlen für den Grad der Erschließung von Forstbetrieben durch autofahrbare Wege. JFS 1968

(2) *Badoux, E.:* Tables de production pour le Sapin et l'Epicéa. Institut fédéral de recherches forestières IFRF 1966/68

(3) *Burger, H.:* (Vorwort von) Über die Sortierung des Rundholzes. Mémoire de l'IFRF, tome XXV, fasc. 2, 1947

(4) Le coût d'utilisation des véhicules et machines à moteur. FAO/EFC/LOG/58 — TIM/LOG/36

(5) *Diener, H.:* Untersuchungen über die Sortimentslänge von Fichten-Tannen-Rundholz. Mémoire de l'IFRF, tome XXV, fasc. 2, 1947

(6) *Flury, Ph.:* Untersuchungen über die Sortimentsverhältnisse der Fichte, Weißtanne und Buche. Mémoire de l'IFRF, tome XI, fasc. 2, 1916

(7) *Grundner-Schwappach:* Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. 10e éd., Paul Parey, Berlin et Hambourg, 19552

(8) *Kuoch, R.:* Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weißtanne. Mémoire de l'FRF, tome XXX, 1954

(9) *Leibundgut, H.:* Waldbauliche Untersuchungen über den Aufbau von Plenterwäldern. Mémoire de l'IFRF, 1945

(10) *Liebscher, E.:* Betriebsuntersuchungen beim Rücken. Thèse de doctorat, Hann.-Münden, 1966

(11) *Mayer, H.:* Langfristige waldbauliche Betriebsrationalisierung. Allgemeine Forstzeitschrift, Nr. 40—45, 1968

(12) *Meyer, H. A.:* Eine mathematisch-statistische Untersuchung über den Aufbau des Plenterwaldes. JFS 1933

(13) *Schaeffer, A.* (en collaboration de Gazin et d'Alverny): « Sapinières. Le jardinage par contenance ». Paris, 1930

(14) *Steinlin, H.:* Ein Vergleich von Aufwänden und Erträgen in einer sogenannten «klassischen» und einer sogenannten «modernen» Forstwirtschaft, JFS, 1966

(15) *Steinlin, H.:* Tabelle über den Arbeitsaufwand für Holzhauereiarbeiten. Schweiz. Forstkalender, Frauenfeld, 1968

(16) *Steinlin, H.:* Cours de « Holzernte » ; polycopié, hiver 1968/69

(17) Usages du commerce des bois, convenus entre l'Association suisse d'économie forestière, la Société suisse de l'industrie du bois, l'Association suisse des marchands de bois. Edition 1959