



**HAL**  
open science

## Résultats principaux des places d'expérience de Chêne du Centre national de Recherches forestières

Helfried Oswald

► **To cite this version:**

Helfried Oswald. Résultats principaux des places d'expérience de Chêne du Centre national de Recherches forestières. *Revue forestière française*, 1981, 33 (S), pp.65-85. 10.4267/2042/21551 . hal-03397139

**HAL Id: hal-03397139**

**<https://hal.science/hal-03397139>**

Submitted on 22 Oct 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# **résultats principaux des places d'expérience de chêne du Centre national de Recherches forestières**

H. OSWALD  
Chargé de recherches  
Station de Sylviculture et Production  
CENTRE NATIONAL DE  
RECHERCHES FORESTIÈRES (I.N.R.A.)  
Champenois, 54280 SEICHAMPS

## **PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES PLACES D'EXPÉRIENCE DE CHÊNE**

La sylviculture des chênes, et plus spécialement du chêne rouvre, repose sur une longue tradition et la régénération naturelle y prend une place importante. Les premières expériences d'éclaircie de chêne rouvre furent installées dès 1882 en forêt domaniale de Haye (Meurthe-et-Moselle) à proximité de Nancy. Il s'agissait de trois très petites placettes (0,1641 ha) issues de plantations dans lesquelles on désigna en 1889 à l'âge de 42 ans ( $H_0 \approx 14$  m). 274 arbres d'avenir à l'hectare. On se proposait d'étudier l'influence de la nature de l'éclaircie sur la croissance des arbres d'avenir. On y mit en comparaison : « l'éclaircie par le haut », « l'éclaircie par le bas », et aussi, chose importante, un plateau-témoin où l'on se borna à enlever les arbres secs (mortalité naturelle). Ces trois plateaux ont été suivis régulièrement jusqu'à nos jours.

La majorité des places d'expérience « chêne » fut cependant créée entre 1922 et 1935 par la « Station de Recherches et Expériences forestières » (Oudin, 1930) ; il s'y ajoute un dispositif moderne en carré latin en F.D. de Reno-Valdieu installé en 1956 (Pardé, 1957).

Les places d'expérience sont implantées à quelques exceptions près dans les principaux massifs de chêne de qualité en forêt domaniale. Il s'agit essentiellement de peuplements de chêne rouvre issus de régénération naturelle, à l'exception de quelques vieux peuplements qui sont des futaies sur souche. La surface de chaque placette, zone de protection non comprise, est en général de 1 hectare dans les vieux peuplements et 0,5 ha dans les jeunes peuplements ; toutes les classes d'âge sont représentées (27 à 277 ans).

Au-delà de l'âge de 100 ans, les plateaux sont uniques pour l'étude de la production, tandis que dans les peuplements plus jeunes les placettes sont regroupées par 2 ou 3, exceptionnellement 5, pour y étudier l'influence de l'intensité de l'éclaircie et/ou de la rotation sur la production ligneuse. Les différents traitements ne sont jamais répétés.

Dès que la dimension des arbres le permettait — entre 50 et 60 ans — toutes les tiges furent numérotées et ainsi suivies individuellement au fil des inventaires successifs. Les intensités de l'éclaircie ont été définies comme « éclaircie faible » et « éclaircie forte » en y ajoutant parfois une variante appelée « éclaircie locale » ou une placette « témoin ».

On comparait généralement aussi l'effet des rotations (5 et 10 ans). En ce qui concerne la nature de l'éclaircie, qui n'était pas clairement définie, on constate qu'il s'agissait dans la plupart des cas d'une éclaircie par le bas ; aucune désignation d'arbres ne fut pratiquée.

Parmi toutes les placettes d'expérience installées depuis 1882, les 39 places de chêne sont celles qui ont le mieux résisté aux vicissitudes des guerres et des saisons. Elles ont été suivies très régulièrement et avec beaucoup de soins par les chercheurs successivement responsables de leur gestion. Certaines sont maintenant passées en régénération, quelques-unes ont dû être abandonnées, mais il reste actuellement encore 35 placettes réparties dans cinq massifs, faisant toujours l'objet de mensurations périodiques (cf. tableau 1).

Dans le cadre de l'évolution des connaissances en matière d'éclaircie et de production sont apparues des notions nouvelles telles que la hauteur dominante ( $H_0$ ) (1) étroitement liée à la fertilité de la station, le facteur  $K$  (2) qui permet de caractériser la nature de l'éclaircie, le facteur d'espacement de Hart-Becking ( $S$  %) (3) pour n'en citer que quelques-unes.

Parallèlement, les techniques dendrométriques se sont perfectionnées (échantillonnage représentatif, calcul de tarifs précis, etc.) et les méthodes statistiques viennent à l'appui des méthodes graphiques. Cette évolution s'appliqua assez rapidement à la gestion des places d'expérience. Elle conduisit à des mesures complémentaires, et à une meilleure définition quantitative des traitements, mais elle nécessita également une laborieuse « récupération » et mise à jour des données les plus anciennes. Ce travail se poursuit actuellement, notamment en ce qui concerne les données récoltées antérieurement à la numérotation des tiges.

## L'ÉVOLUTION DES MÉTHODES D'ÉCLAIRCIE

La sylviculture traditionnelle des peuplements de chêne de qualité était caractérisée la plupart du temps jusqu'aux années 1950 par une extrême prudence, avec des éclaircies très faibles et strictement par le bas. Mais déjà en 1927, à l'occasion de la révision de l'aménagement de la forêt domaniale de Bellême, Ducellier proposa une sylviculture plus vigoureuse et reprit l'idée des arbres d'avenir oubliée depuis le début du siècle (Ducellier, 1930, 1931). Sa méthode très empirique fut critiquée et ne fut pratiquement pas appliquée.

Ce n'est qu'à partir de 1954 (Viney 1954, Lorne 1956) que le problème de l'éclaircie du chêne fut à nouveau largement discuté. Inspiré par la méthode d'éclaircie du chêne pédonculé de Bregentved au Danemark, sensibilisé par l'expérience des traitements en taillis-sous-futaie, et se fondant sur la relation qui existe entre le diamètre à 1,30 m et la surface de projection de la cime, Lorne en déduisit un modèle de sylviculture très nouveau adapté aux conditions de croissance de la forêt domaniale de Bercé (Lorne, 1959).

L'objectif fixé est un diamètre moyen de 82 cm pour une densité finale de 60 tiges (arbres d'avenir) à l'ha à l'âge de 200 ans, ce qui correspond à une largeur moyenné des cernes annuels d'environ 2 mm, acceptable pour la qualité tranchage. Pour atteindre ce but, il faut réduire la densité dès l'âge de 70 à 90 ans à environ 600 tiges à l'hectare, par des éclaircies fortes par le bas à la rotation de 7 ans. En même temps, on éduque le sous-étage (hêtre) pour obtenir une hauteur sous branches

(1) La hauteur dominante ( $H_0$ ) dans le sens où nous l'utilisons est définie comme la hauteur de l'arbre de surface terrière moyenne des 100 plus gros arbres à l'hectare.

(2)  $K$  est le rapport de l'arbre de volume moyen enlevé en éclaircie à l'arbre de volume moyen du peuplement avant éclaircie.

(3) Le facteur d'espacement est le rapport de l'espacement moyen à la hauteur dominante :

$$S \% = \frac{10746}{H_0 \sqrt{N}}$$

Sylvicultures en futaies feuillues

Tableau 1. — Placettes d'expériences de chêne rouvre

Forêt	Place	N° de la placette	Début de l'expérience	Age la même année	Eclaircie	Norme
<b>Domaniale de Bellême (61)</b>	Le Hallet	1	1934	42	faible	140
	“	2	1934	42	modérée	100
	“	3	1934	42	très forte	70
	Hermousset	1	1934	69	faible	120
	“	2	1934	69	forte	85
	Ducellier	1	1934	76	très forte	70
	Le Chatellier	1	1934	95	faible	120
	“	2	1934	95	forte	85
Sablonnières Rouges	1	1934	117	locale	—	
<b>Domaniale de Blois (41)</b>	Les Sablonnières	1	1925	36	forte (1)	85
	“ “	2A	1925	36	très forte	70
	“ “	2B	1925	36	témoin	—
	“ “	3	1925	36	modérée	100
	“ “	4	1925	36	forte	85
	Le Pauverts	1	1926	65	faible	140
	“	2	1926	65	forte	85
	Marchais des Cordeliers	1	1925	100	faible	140
“ “	2	1925	100	forte	85	
Les Allées de Blois	1	1927	121	modérée	100	
<b>Domaniale de Tronçais (03)</b>	La Plantonnée	1	1933	27	faible	*
	“ “	2	1933	27	forte	*
	Le Trésor	1	1931	52	faible	*
	“	1	1931	52	forte	*
	“	3	1931	52	forte	*
	Bois Brochet	1	1930	80	faible	*
	“ “	2	1930	80	forte	*
La Clef des Fossés	1	1933	112	locale	*	
<b>Domaniale de Champenoux (54)</b>	La Butte de Tir	1	1928	43	forte	85
	“ “	2	1928	43	faible	140
	La Grande Bouzule	1	1928	60	forte	85
	“ “	2	1928	60	faible	140
<b>Domaniale de Haye (54)</b>	La Pépinière	1	1882	36	modérée par le haut (2)	—
	“ “	2	1882	36	modérée par le bas (2)	—
	“ “	3	1882	36	témoin (2)	—
<b>Domaniale de Reno-Valdieu (61)</b>	Carré Latin 4 x 4	A	1956	40	très forte par le haut (3)	70
	“ “	B	1956	40	très forte par le bas (3)	70
	“ “	C	1956	40	modérée	100
	“ “	D	1956	40	témoin	—

(1) Choix de 85 arbres d'avenir en 1976 à 87 ans ( $H_0 = 26,6$  m) et éclaircie à leur profit surtout à partir de 1981.

(2) Choix de 274 arbres d'avenir en 1888 à 42 ans ( $H_0 = 14,0$  m).

(3) Choix d'arbres d'avenir dans tous les traitements en 1975 à 59 ans ( $H_0 = 14$  à 19 m). A, B et D : 70 arbres d'avenir. C : 100 arbres d'avenir ; dans le traitement A seulement, on fait une éclaircie au profit des arbres d'avenir.

**Vieille futaie de Chêne rouvre  
en forêt domaniale de Bellême  
(Orne).**  
*Photo OSWALD*



d'environ 14 m. A ce moment, on choisit 60 arbres d'avenir à l'hectare sans défauts apparents répartis aussi régulièrement que possible en respectant une distance minimum de 12 m entre les arbres d'avenir.

Ensuite, et jusqu'à l'âge de 150 ans, on pratique des éclaircies positives au profit des arbres d'avenir à la rotation de 10 ans ; puis, jusqu'à la fin de la révolution, on se borne à 3 ou 4 coupes sanitaires.

Ce modèle d'une sylviculture plus hardie provoqua d'intéressantes polémiques, mais aussi de nouvelles recherches et réflexions.

On peut dire aujourd'hui que le principe d'une sylviculture d'arbres d'avenir a été progressivement adopté par la plupart des gestionnaires de forêts de chêne de qualité, avec toutefois de nombreuses variantes régionales ou locales.

### LA TABLE DE PRODUCTION ET LES « NORMES »

A partir des données provenant de 31 placettes situées dans les forêts de Bellême, Blois et Tronçais, Pardé publia en 1962 une table de production <sup>(4)</sup> pour les forêts de chêne rouvre de qualité tranchage du secteur ligérien qui constitue une première base chiffrée pour la production et la croissance du chêne rouvre en futaie. Elle comporte une seule classe de fertilité et le modèle sylvicole sous-jacent représente des éclaircies « modérées » à « fortes » assez classiques mais toujours d'actualité, la largeur moyenne des cernes annuels étant d'environ 1,5 mm.

Avec cette table de production, nous possédons une première synthèse des données des placettes d'expérience permanentes françaises, et, pour la première fois également une norme de densité dans le sens que lui donne Bourgenot (1970), fondée sur des données expérimentales.

Dans les années 1965 à 1968, de nombreuses mesures de projection de cime dans quatre futaies de chêne de 50 à 300 ans (Bellême, Bercé, Blois, Tronçais) permirent à Bouchon (1970) de calculer des normes de densité en fonction de l'âge autorisant différentes largeurs moyennes des cernes annuels (1,5 ; 2,0 et 2,5 mm).

La définition peu précise des intensités d'éclaircie, les variations de fertilité et parfois une certaine hétérogénéité des âges rendaient difficile une comparaison fine des traitements de nos placettes expérimentales. Nous avons donc cherché à chiffrer et représenter l'intensité de la suite des éclaircies par le nombre de tiges restant sur pied après éclaircie en fonction des hauteurs dominantes successives. La norme de la table de production constituait pour nous une norme « moyenne » de référence.

Pour éviter tout risque de changement trop brutal de tel ou tel traitement existant, nous avons été amené à construire 5 normes différentes, chacune est caractérisée par le nombre de tiges restant sur pied après éclaircie pour une hauteur dominante de 35 m. Ces normes constituent une aide et un garde-fou pour le gestionnaire (Pardé, 1978) ; nous y reviendrons par la suite.

### QUELQUES RÉSULTATS NOUVEAUX

Depuis la publication de la table de production en 1962, toutes les placettes ont été remesurées plusieurs fois, et dans les deux années à venir la moitié reviendra à nouveau en tour. D'autre part, l'exploitation et la mise à jour de l'ensemble des données seront également terminées dans ce même délai. Il y aura alors la possibilité de calculer une nouvelle table à sylviculture variable basée sur nos placettes permanentes.

Nous pensons cependant que des données concernant quelques traitements extrêmes peuvent être présentées dès maintenant d'une manière ponctuelle pour guider le sylviculteur.

A cette fin, nous avons analysé certaines variables portant sur 30 placettes (200 points de mesu-

---

(4) Cette table a été reprise dans le fascicule « Tables de production pour les forêts françaises », édité par l'E.N.G.R.E.F. de Nancy (N. Décourt, 1973, 49 p.).

**Tableau 2 - Croissance et production du chêne rouvre en F.D. de Champenoux (54)**

Age (ans)	Peuplement avant éclaircie						Éclaircie				Peuplement après éclaircie						Accr. cour. (m³/an)	Accr. moy. (m³/an)
	Ho (m)	N	Hg (m)	Dg (cm)	Do (cm)	G (m²)	V (m³)	N	Dg (cm)	V (m³)	N	Hg (m)	Dg (cm)	G (m²)	V (m³)	Prod. total (m³)		
<b>La Butte de Tir, Placette 1 - Éclaircie forte, Norme 85</b>																		
43	13.5	2 638	11.8	9.9	15.6	19.1	104	754	9.5	30	1 884	12.0	10.2	12.9	74	104	—	2.4
52	17.1	1 884	13.1	11.8	18.8	20.4	143	630	9.9	29	1 254	13.7	12.7	15.6	114	173	7.7	3.3
64	18.6	1 344	15.5	14.0	21.0	21.0	184	306	10.8	21	1 038	15.9	15.0	18.2	163	243	5.8	3.8
74	19.2	1 038	17.5	17.8	24.5	25.7	274	350	15.0	53	688	18.0	19.1	19.6	194	327	8.4	4.4
83	22.0	688	20.7	21.6	28.0	25.2	271	196	17.8	49	492	21.0	22.9	26.2	222	404	8.6	4.9
91	24.5	492	22.8	25.8	31.2	25.8	273	128	22.9	30	364	23.1	26.7	20.6	243	455	6.4	5.0
<b>La Butte de Tir, Placette 2 - Éclaircie faible, Norme 140</b>																		
43	13.2	3 142	11.0	9.2	15.9	22.1	112	652	8.3	15	2 490	11.3	9.5	18.4	97	112	—	2.6
52	14.4	2 490	13.5	11.1	18.5	24.4	169	568	8.3	18	1 922	13.8	11.8	21.4	151	184	8.0	3.5
64	16.4	1 790	15.4	13.7	21.3	26.8	233	340	10.2	19	1 450	15.6	14.6	24.1	214	266	6.8	4.2
74	18.5	1 412	17.6	16.6	24.2	30.6	272	312	13.1	32	1 100	17.7	17.5	26.5	240	324	5.8	4.4
83	20.8	1 096	19.7	19.4	27.4	32.4	325	192	13.7	25	904	19.9	20.4	29.6	300	409	9.4	4.9
91	24.0	904	22.0	22.3	29.9	35.5	395	178	16.6	40	726	22.4	23.6	31.6	355	504	11.9	5.5
<b>La Grande Bouzule, Placette 1 - Éclaircie forte, Norme 85</b>																		
60	18.7	1 223	16.9	14.3	20.7	20.0	172	—	—	—	1 223	16.9	14.3	20.0	172	172*	—	2.9
69	19.6	1 223	17.3	16.2	23.6	25.8	234	427	14.3	59	796	17.8	17.5	19.0	175	234	6.9	3.4
81	20.8	796	18.9	20.1	27.1	25.0	261	168	17.8	42	628	19.2	20.4	20.7	219	320	7.2	4.0
86	21.2	628	19.9	22.0	28.6	23.8	257	—	—	—	628	19.9	22.0	23.8	257	358	7.5	4.2
91	21.9	628	20.4	23.2	29.9	26.4	276	116	20.4	39	512	20.7	23.6	22.6	237	377	3.8	4.1
100	23.4	512	22.3	26.1	33.1	27.2	302	101	22.0	40	411	22.4	27.1	23.5	262	442	7.2	4.4
108	25.7	412	24.0	29.6	36.3	28.3	334	107	26.1	64	305	24.6	30.6	22.5	270	514	9.0	4.8
<b>La Grande Bouzule, Placette 2 - Éclaircie faible, Norme 140</b>																		
60	19.4	925	18.3	16.9	22.9	20.9	196	—	—	—	925	18.3	16.9	20.9	196	196*	—	3.3
69	20.7	925	19.1	19.4	26.1	27.0	259	168	14.0	22	757	19.4	20.4	24.4	237	259	7.0	3.8
81	23.0	757	20.5	22.9	29.6	30.2	360	94	17.5	22	663	20.8	23.2	28.0	338	382	10.3	4.7
86	23.3	663	21.2	24.5	31.2	30.9	382	1	15.9	0	662	21.2	24.5	30.9	382	425	8.8	4.9
91	23.7	662	21.6	25.5	32.5	33.6	390	60	21.0	22	602	21.7	25.8	31.5	368	434	1.6	4.8
100	24.8	602	23.1	27.7	35.3	36.0	415	71	23.6	35	531	23.2	28.0	32.9	380	481	5.2	4.8
108	27.3	531	26.1	30.2	38.5	37.8	487	85	24.8	50	446	26.3	31.2	33.7	437	588	13.4	5.4

\* Dans la production totale, les éclaircies antérieures ne sont pas comprises.

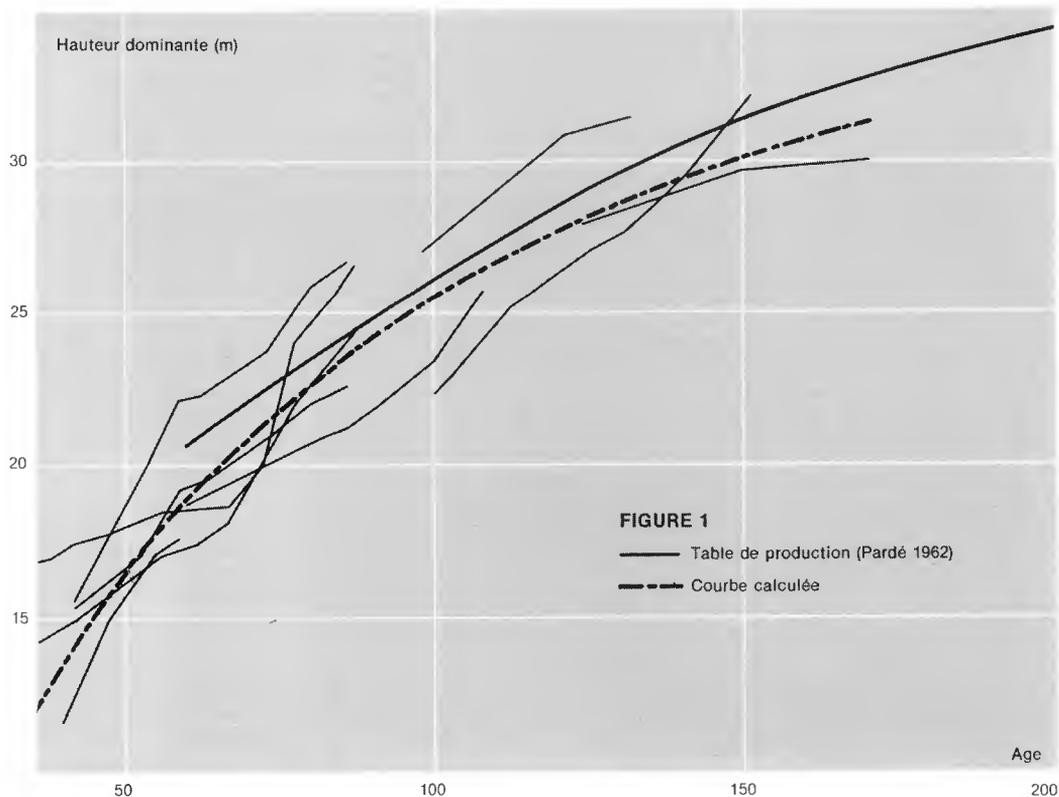
res) répartis sur 4 forêts (exceptée la forêt domaniale de Tronçais, mais incluant la forêt domaniale de Champenoux — Tab. 2 — près de Nancy). Voici le résultat de ce travail.

### L'évolution des hauteurs dominantes

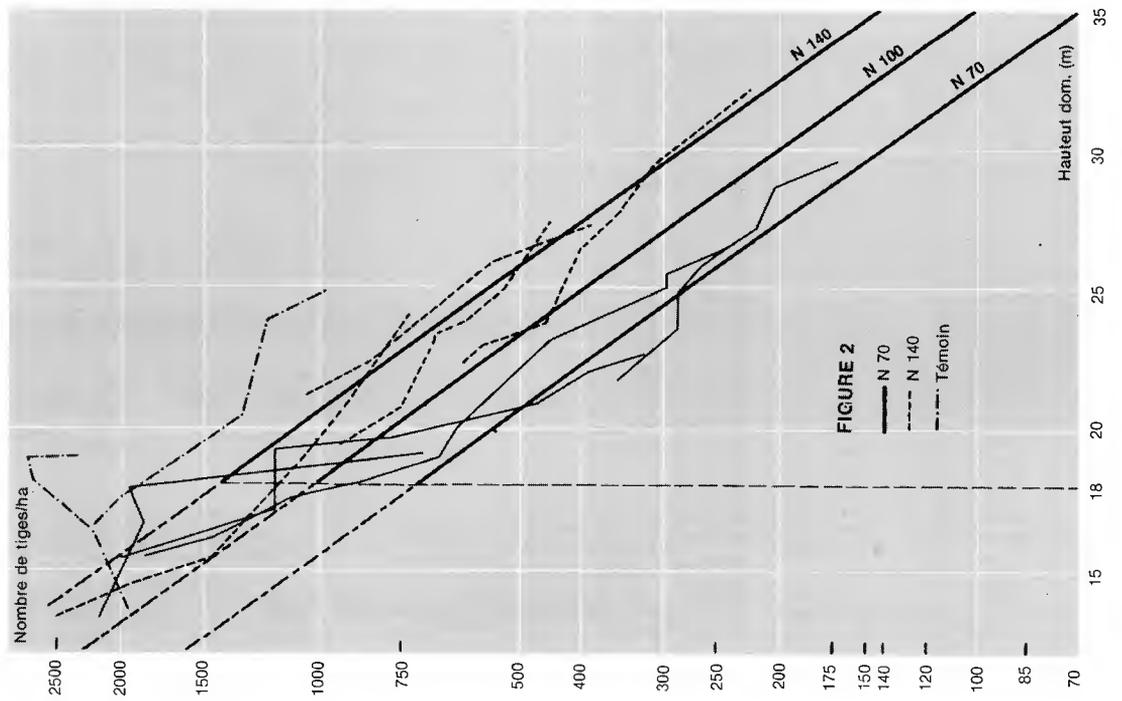
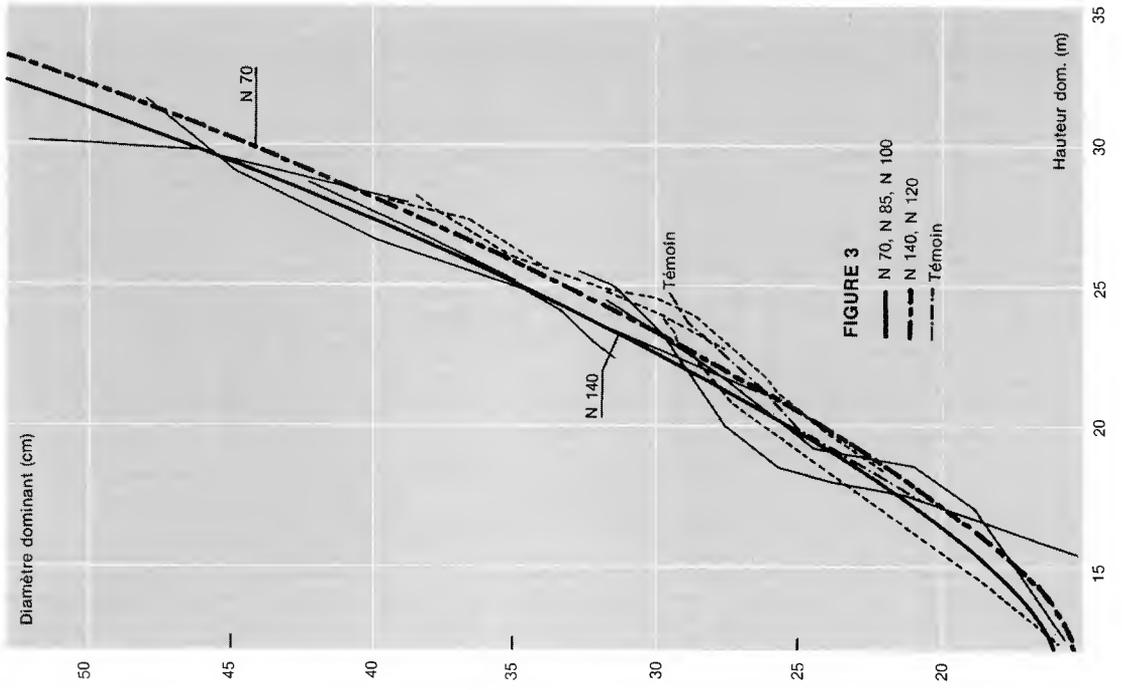
La figure 1 montre l'évolution des hauteurs dominantes en fonction de l'âge. On y trouve, comparées aux données de la table, une courbe provisoire obtenue à partir des 200 points de mesures cités ci-dessus, ainsi que l'évolution de certaines placettes qui en constituent d'une certaine manière l'enveloppe.

On constate tout d'abord que; malgré certaines croissances qui peuvent paraître aberrantes (5), l'éventail des hauteurs dominantes (fertilité) est très peu ouvert, c'est-à-dire que la plupart de nos placettes appartiennent à une même classe de fertilité, y compris les peuplements en forêt domaniale de Champenoux. Nous savons cependant qu'il existe encore au moins une classe supérieure et une classe inférieure dans les forêts françaises de chêne rouvre de qualité (Lorne, 1959 ; Viney et Pardé, 1960 ; Picard, 1978).

En comparaison avec des tables de production anglaise (Hamilton et Christie, 1971), suédoise (Carbonnier, 1975) et suisse (Schütz et Badoux, 1979), qui concernent du reste essentiellement le chêne pédonculé issu de plantations, la croissance juvénile de nos peuplements est relativement lente et reflète des durées parfois excessives des mises en régénération. La table de Zimmerle (1930) montre cependant une allure assez voisine de celle de Pardé (1962).



(5) C'est essentiellement dû au nombre insuffisant de gros arbres dans les échantillons mesurés, qui jusqu'à 1950, étaient souvent limités à un choix dans les arbres abattus en éclaircie.



### L'évolution de la densité et les « normes »

Avant d'entrer dans le détail, il convient de définir ce que nous entendons par le nombre de tiges à l'hectare. Dans le cas des régénérations naturelles ce n'est pas toujours chose facile.

Le nombre de tiges comprend théoriquement toutes les tiges d'une hauteur supérieure à 1,30 m. Au moment des premières éclaircies on ne prend généralement en compte que des perches d'un diamètre à 1,30 supérieur à 6,5 cm (découpe bois fort).

Notre définition du nombre de tiges comprend donc toutes les tiges d'un diamètre supérieur à 6,5 cm à l'exclusion des arbres considérés comme appartenant au sous-étage.

Les normes de chêne de la figure 2 correspondent au modèle <sup>(6)</sup> :  $N_j = \alpha_j e^{\beta H_0}$  ; elles ont un même taux de décroissance, et en adoptant pour l'ordonnée une échelle logarithmique, elles se présentent sous forme de droites parallèles. Pour plus de clarté nous avons seulement tracé les normes N 70, N 100 et N 140 (70, 100, 140 : nombre de tiges restantes pour 35 m de hauteur dominante).

En ce qui concerne l'évolution de la densité des placettes présentées sur ce graphique, on constate que hormis la placette-témoin (Les Sablonnières 2 A), qui représente la densité maximale, la différenciation des traitements ne devient notable qu'entre 17 m et 19 m de hauteur dominante, c'est-à-dire vers l'âge de 60 ans. On peut se demander si ce fait traduit seulement les conceptions des sylviculteurs ou s'il repose sur une contrainte d'ordre biologique (stabilité, structure) due aux traitements antérieurs. Des données précises sur l'évolution des structures du fourré ou perchis manquent dans nos dossiers, et très peu d'études quantitatives concernant les nettoiements et les premières éclaircies dans des régénérations naturelles de chêne ont été publiées. C'est aussi la raison qui nous a conduit à arrêter nos normes en dessous de 18 m de hauteur dominante.

Entre les normes N 140 et N 70 se trouve, comme le dit Pardé (1979) « la plage de manœuvre du sylviculteur ». Suivre rigoureusement une norme donnée n'est pas nécessaire, mais il est sans doute dangereux voire impossible de vouloir faire passer, même progressivement, un peuplement âgé de plus de 100 ans de la norme N 120 à la norme N 70.

Depuis une dizaine d'années nous appliquons progressivement ces normes dans nos placettes expérimentales. Elles facilitent grandement les martelages et permettent une meilleure définition de l'intensité des éclaircies.

### Diamètre dominant et nombre de tiges

Il existe une assez bonne liaison entre le diamètre dominant <sup>(7)</sup> après éclaircie et la hauteur dominante. Cette relation peut être nettement améliorée en y associant la densité (espacement moyen) après éclaircie. On peut alors calculer les diamètres dominants pour différentes normes de densité. Dans la figure 3 nous avons présenté l'évolution des diamètres dominants pour les normes N 70 et N 140 en fonction de la hauteur dominante. Quoique statistiquement significatif, l'effet de l'espacement sur le diamètre dominant est assez faible et la différence entre la norme N 70 et N 140 n'est que de 5 %. Ce faible gain en diamètre dominant s'observe également chez le hêtre (Oswald et Divoux 1978), et s'explique par le fait que la nature de l'éclaircie, même dans les éclaircies très fortes, est plutôt une « éclaircie par le bas » comme nous le verrons plus loin.

Nos données montrent d'ailleurs qu'à partir d'une hauteur dominante d'environ 20 m les éclaircies ne prélèvent qu'exceptionnellement une tige parmi les 100 plus gros arbres à l'hectare (tare, chablis).

(6) Pour faciliter leur utilisation nous indiquons ci-après les valeurs des coefficients :  $\beta = -,136048$  ;  $\alpha 140 = 16372$  ;  $\alpha 120 = 14033$  ;  $\alpha 100 = 11694$  ;  $\alpha 85 = 9940$  ;  $\alpha 70 = 8186$ .

(7) Diamètre correspondant à l'arbre de surface terrière moyenne des 100 plus gros arbres à l'hectare. Dans le cas de nos placettes, il s'agit exclusivement de chênes.

A 30 m de hauteur dominante vers l'âge de 150 ans on obtient donc, quelle que soit l'éclaircie pratiquée dans nos placettes, un diamètre dominant d'environ 45 cm. C'est relativement peu comparé aux dimensions obtenues en taillis-sous-futaie. On peut donc se demander si des nettoiemens plus intensifs et des premières éclaircies plus fortes ne permettraient pas des gains plus sensibles sur la croissance en diamètre. C'est aussi la première conclusion de Bouchon (1970) pour ses normes et il note : « *la bataille se gagne ou se perd avant 60 ans, période de très fortes éclaircies* ».

### La production totale

Parmi nos placettes, certaines, prises assez jeunes, permettent de connaître la production totale en volume bois fort-tige avec une très grande précision. Ce sous-ensemble (90 points) a permis d'exprimer la production totale en fonction de la hauteur dominante. Cette relation qui est valable entre 10 et 28 m de hauteur dominante est présentée dans la figure 4 ; nous y avons également tracé l'évolution de la production totale de certaines placettes d'éclaircie très faible ou très forte, ainsi que les valeurs de la table de production.

On constate tout d'abord que la production totale entre 10 et 25 m de hauteur dominante, (de 30 à 100 ans) est supérieure à celle indiquée dans la table. Ceci s'explique en partie par le faible nombre de données disponibles sur de jeunes peuplements au moment de l'établissement de la table. La chose la plus importante est le fait que les éclaircies même très fortes (norme N 70) ne semblent pas encore diminuer la production totale, et la « loi d'Eichhorn élargie » se vérifie également pour les futaies de chêne rouvre. Ceci n'exclut cependant pas l'existence de niveaux de production assez difficiles à mettre en évidence. La norme N 70 constitue néanmoins une limite inférieure au-delà de laquelle la production totale peut diminuer fortement et la qualité tranchage ne semble plus assurée (Pardé, 1978).

Il faut également mentionner que nos placettes permanentes sont des chênaies presque pures où la proportion d'essences en mélange, essentiellement du hêtre, ne dépasse pas 10 % du volume sur pied. La production des hêtres de l'étage dominant est incluse dans la production totale.

Par contre nous n'avons pas tenu compte de la très faible production en volume du sous-étage qui est assez abondant dans certaines forêts. Carbonnier (1975) recommande pour ses tables de production de chêne pédonculé que le sous-étage n'excède pas 6 à 9 m<sup>2</sup> de surface terrière par hectare après éclaircie pour éviter une baisse de croissance du peuplement principal de chêne.

Dans les placettes en F.D. de Blois, le sous-étage de hêtre jugé d'ailleurs insuffisant a été introduit assez tardivement ; par contre, notamment en F.D. de Bellême, le sous-étage de hêtre est très important et très vigoureux. Des interventions périodiques sont nécessaires pour empêcher le passage de hêtres dans l'étage dominant et pour maintenir une densité convenable.

Le tableau 3 ci-après indique l'évolution et l'importance relative du sous-étage rapportée à la surface terrière après l'éclaircie du peuplement principal, dans les trois placettes du Hallet à Bellême (voir aussi tab. 4).

**Tableau 3**

Age	Hallet 1	Hallet 2	Hallet 3
42	21 %	25 %	28 %
53	28 %	36 %	46 %
59	26 %	31 %	42 %
86	29 %	46 %	70 %

## Sylvicultures en futaies feuillues

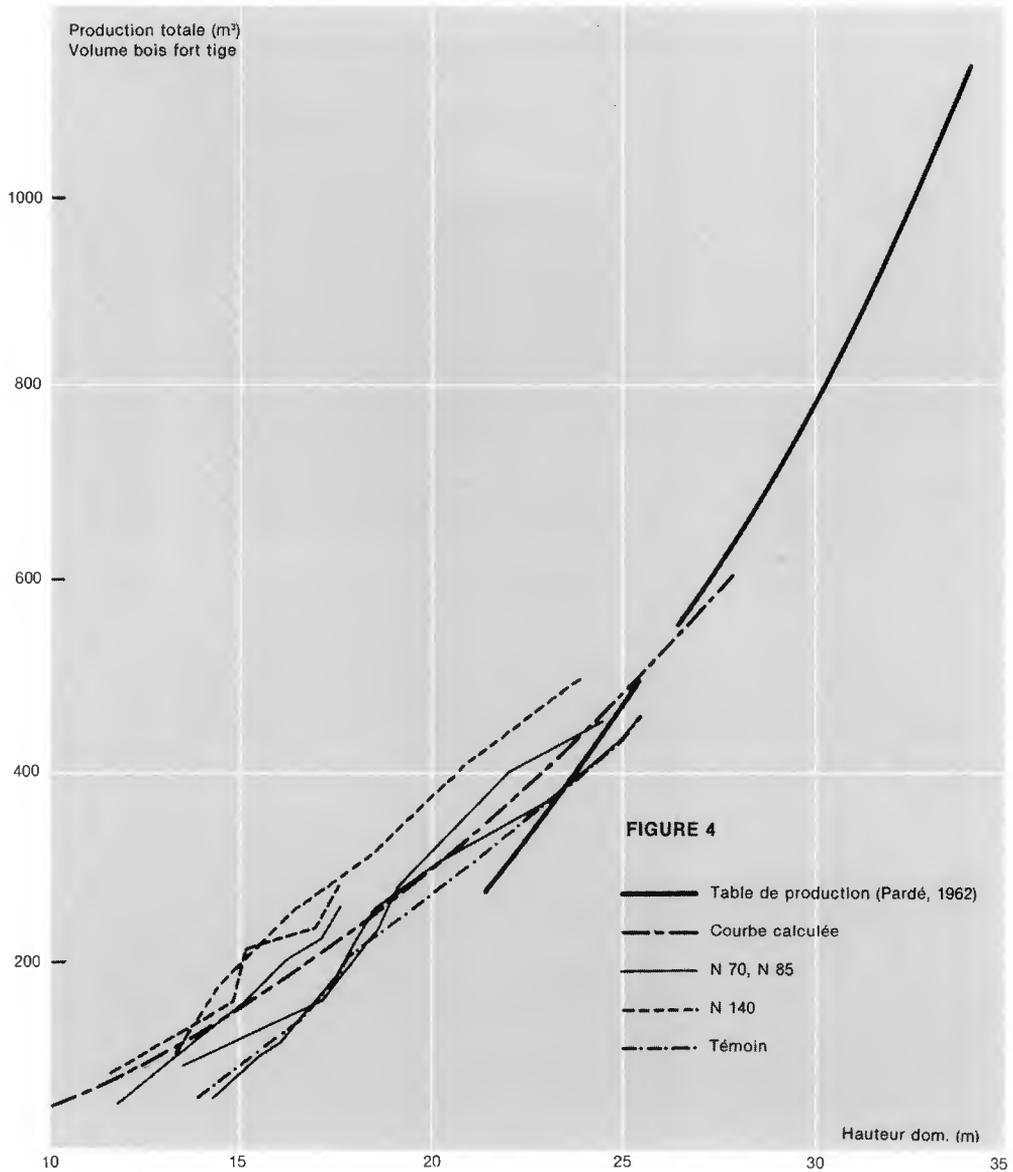


FIGURE 4

- Table de production (Pardé, 1962)
- - - Courbe calculée
- N 70, N 85
- - - N 140
- · - · - Témoïn

Le sous-étage, qui comprend toutes les tiges vivantes à partir d'un centimètre de diamètre à 1,30 m du sol, devient très important dans les éclaircies fortes (6 à 11 m<sup>2</sup>/ha de surface terrière), mais sa contribution à la production totale reste négligeable.

### Distribution des circonférences et nature de l'éclaircie

Les distributions des tiges par classe de circonférence et leur évolution dans le temps nous renseignent à la fois sur l'état de concurrence qui règne au niveau du peuplement et sur l'évolution de la structure ; elles donnent aussi des indications sur les catégories de produits. On y voit également l'action régulatrice des éclaircies successives, au fil des années les distributions deviennent plus symétriques, s'aplatissent et la variance augmente.

Tableau 4 - Croissance et production du chêne rouvre en F.D. de Bellême (61)

Age (ans)	Peuplement avant éclaircie						Éclaircie				Peuplement après éclaircie						Accr. cour. (m³/an)	Accr. moy. (m³/an)
	Ho (m)	N	Hg (m)	Dg (cm)	Do (cm)	G (m²)	V (m³)	N	Dg (cm)	V (m³)	N	Hg (m)	Dg (cm)	G (m²)	V (m³)	Prod. total (m³)		
<b>Place de Ducellier, Éclaircie très forte, Norme 70</b>																		
76	21.7	465	20.6	20.8	26.5	15.8	160	115	18.5	29	350	20.7	21.5	12.7	131	160*	2.1	
87	23.6	350	23.2	26.4	32.0	19.4	226	67	22.9	36	283	23.3	27.4	16.7	190	255	8.6	
93	24.8	283	24.3	29.3	34.3	19.1	236	—	—	—	283	24.3	29.3	19.1	236	301	3.2	
97	25.8	283	25.4	31.3	36.6	21.8	279	21	26.2	13	262	25.4	31.7	20.6	266	344	3.5	
107	27.2	262	26.7	34.4	39.1	24.3	331	46	33.2	54	216	26.8	34.6	20.3	277	409	3.8	
115	28.6	216	28.1	37.4	42.2	23.7	339	12	30.9	12	204	28.2	37.7	22.8	327	471	4.1	
<b>Le Hallet, Placette 1, Éclaircie faible, Norme 140</b>																		
42	15.5	1 313	14.2	12.7	18.7	16.7	118	—	—	—	1 313	14.2	12.7	16.7	118	118*	2.8	
45	—	—	—	—	—	—	—	133	10.3	8	—	—	—	—	—	—	—	
53	19.6	1 180	18.5	15.9	22.5	23.5	213	130	11.5	11	1 050	18.6	16.4	22.2	202	221	9.4	
59	22.1	1 050	20.1	18.2	26.7	27.4	261	3	14.1	1	1 047	20.1	18.2	27.3	261	281	10.0	
63	22.3	1 047	20.5	19.2	28.6	30.4	310	204	13.4	25	843	20.8	20.4	27.5	285	330	5.2	
73	23.7	843	22.0	22.2	31.7	32.7	362	133	15.3	23	710	22.2	23.3	30.3	339	407	5.6	
80	25.9	703	24.9	24.9	33.8	34.2	421	163	18.3	46	547	25.2	26.4	29.9	375	489	6.1	
86	26.7	547	25.2	27.5	35.1	32.4	416	151	22.3	70	396	25.7	29.2	26.5	346	530	6.2	
<b>Le Hallet, Placette 3, Éclaircie très forte, Norme 70</b>																		
42	15.5	1 478	13.9	11.8	18.3	16.0	111	—	—	—	1 478	13.9	11.8	16.0	111	111*	2.6	
45	—	—	—	—	—	—	—	327	11.3	23	—	—	—	—	—	—	—	
53	17.5	1 151	16.6	15.1	22.6	20.6	167	192	12.1	17	959	16.8	15.6	18.4	150	190	7.2	
59	21.0	959	19.3	17.7	25.7	23.6	210	2	11.3	0	957	19.3	17.7	23.5	210	250	4.2	
63	21.2	957	19.7	18.9	27.6	26.9	261	210	14.4	30	747	20.0	20.0	23.5	231	301	4.8	
73	23.4	747	22.0	22.2	30.6	28.9	315	198	19.6	62	549	22.3	23.0	22.9	253	385	5.3	
80	25.2	549	23.5	24.7	32.6	26.3	310	119	19.7	38	430	23.9	25.9	22.7	272	442	8.1	
86	25.8	430	24.6	27.1	34.2	24.9	307	102	23.9	54	328	24.8	28.1	20.3	253	447	5.5	
<b>Le Hallet, Placette 3, Éclaircie très forte, Norme 70</b>																		
42	15.3	2 002	13.2	10.4	16.5	17.1	113	—	—	—	2 002	13.2	10.4	17.1	113	113*	2.7	
45	—	—	—	—	—	—	—	558	10.1	31	—	—	—	—	—	—	—	
53	17.1	1 444	15.1	13.4	20.1	20.2	151	282	11.4	21	1 162	15.3	13.8	17.4	130	182	6.3	
59	19.2	1 162	16.9	15.5	22.7	22.0	168	—	—	—	1 162	16.9	15.5	22.7	168	220	3.7	
63	19.5	1 162	17.4	16.7	24.4	25.5	214	391	13.8	44	771	18.0	18.0	19.6	170	266	11.5	
73	20.9	771	18.8	20.0	27.1	24.1	226	305	19.2	82	466	19.0	20.4	15.3	144	322	4.4	
80	22.0	466	20.0	22.2	28.6	18.0	183	79	18.4	19	387	20.3	22.9	15.9	164	361	4.5	
86	22.6	387	20.9	24.4	30.4	18.1	194	68	19.6	20	319	21.2	25.3	16.0	174	391	5.0	

\* Dans la production totale les éclaircies antérieures ne sont pas comprises.

Tableau 5 - Croissance et production du chêne rouvre en F.D. de Blois (41)

Age (ans)	Peuplement avant éclaircie						Éclaircie			Peuplement après éclaircie						Accr. cour. (m <sup>3</sup> /an)	Accr. moy. (m <sup>3</sup> /an)	
	Ho (m)	N	Hg (m)	Dg (cm)	Do (cm)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N	Dg (cm)	V (m <sup>3</sup> )	N	Hg (m)	Dg (cm)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )			Prod. total (m <sup>3</sup> )
<b>Parcelle 2A Eclaircie très forte. Norme 70</b>																		
36	14.3	3 466	9.8	7.2	12.3	14.2	49	—	—	—	—	—	—	—	—	49	—	1.4
37	—	—	—	—	—	—	—	1 094	6.0	9	2 372	10.5	7.6	11.5	61	70	—	1.9
42	15.4	2 372	12.1	9.4	15.1	16.3	102	552	8.6	19	1 820	12.1	9.6	12.9	85	113	8.6	2.7
47	16.1	1 820	12.5	10.3	17.0	15.3	102	386	8.8	14	1 434	12.9	10.7	13.0	88	130	3.4	2.8
56	17.5	1 434	14.7	13.6	21.3	20.8	155	342	9.7	16	1 092	15.1	14.6	18.3	139	197	7.4	3.5
62	18.0	1 092	15.7	16.0	23.8	22.0	175	224	12.9	21	868	16.1	16.7	19.1	154	233	6.0	3.8
67	18.5	868	16.3	18.0	25.8	22.1	186	214	15.1	30	654	16.7	18.8	18.3	156	265	6.4	4.0
72	20.0	654	18.7	20.3	27.7	21.2	199	40	17.0	8	614	19.6	20.4	20.3	191	308	8.6	4.3
77	23.1	616	21.7	22.1	29.9	23.6	260	172	14.3	26	444	22.3	24.4	20.9	234	377	13.8	4.9
84	25.0	444	24.1	26.5	31.9	24.5	297	148	23.5	74	296	24.4	27.9	18.1	223	440	9.0	5.2
87	25.5	296	24.9	28.8	32.9	19.3	244	—	—	—	296	24.9	28.8	19.3	244	461	7.0	5.3
<b>Parcelle 2B témoin, densité maximale</b>																		
36	13.9	3 470	10.5	8.0	12.5	14.2	71	—	—	—	—	—	—	—	—	71	—	2.0
56	16.5	2 834	12.1	10.0	18.1	22.3	146	636	6.0	6	2 186	13.1	10.8	20.0	136	152	4.1	2.7
62	17.3	2 186	14.2	11.9	20.6	24.2	171	648	6.7	10	2 040	14.2	12.1	23.6	169	187	6.0	3.0
67	17.8	2 040	14.3	12.9	22.6	26.7	198	146	6.9	3	1 858	14.3	13.3	25.8	193	217	6.0	3.2
77	21.4	1 902	17.8	14.8	26.4	32.8	297	182	7.8	5	1 312	18.8	16.8	29.2	274	321	10.0	4.2
84	23.8	1 312	21.8	17.9	29.0	33.0	355	112	11.2	9	1 200	22.0	18.4	31.9	346	402	11.6	4.8
87	24.8	1 200	22.7	18.7	29.7	33.2	375	226	11.2	19	974	23.4	20.1	31.0	356	431	9.7	5.0

Dans les figures 5 et 6 nous présentons quelques exemples significatifs en distinguant chaque fois l'état avant et après éclaircie.

Les figures 5 d à 5 f montrent très clairement par leur dissymétrie à gauche la très forte concurrence dans le peuplement témoin (Les Sablonnières, placette 2 B, tab. 5).

Cet effet de concurrence est également visible dans les éclaircies faibles (N 140) et même modérées (N 100) des placettes du Hallet (fig. 6 a et 6 b, tab. 4).

Sur les figures 5 et 6 nous indiquons également les classes des circonférences correspondant à la circonférence moyenne et dominante. En considérant les arbres de la classe de plus forte circonférence on constate que la largeur moyenne des cernes annuels est comprise entre 2 et 3 mm ; dans certains cas ces arbres peuvent être des préexistants.

Les distributions des tiges par classes de circonférence nous renseignent également sur la nature de l'éclaircie, que nous avons chiffrée par le facteur K.

Pour la mortalité naturelle (placette témoin, fig. 5 d à 5 f, tab. 5) le facteur K prend des valeurs entre 0,25 et 0,30. Ce même ordre de grandeur a également été observé pour l'épicéa et le sapin (Bartet et Bolliet, 1976).

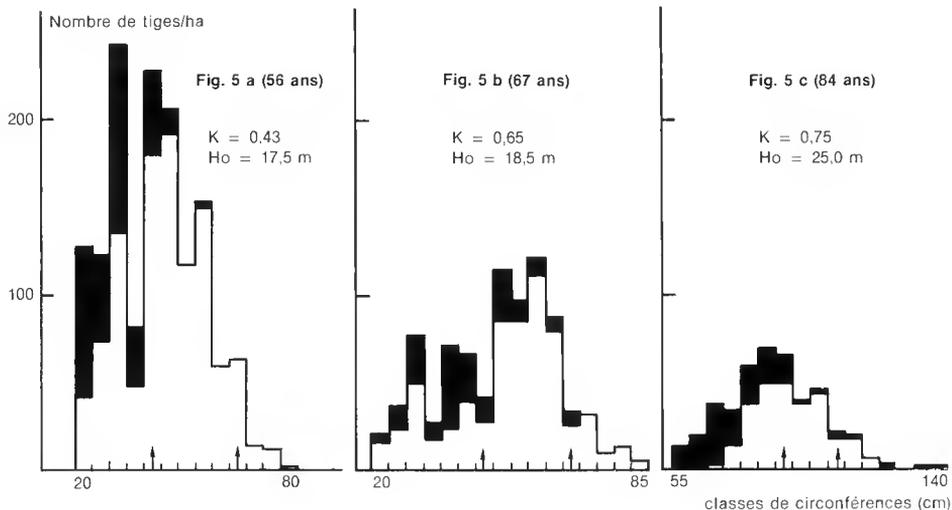


*Beau Chêne rouvre dans une coupe  
secondaire en forêt domaniale de  
Bercé (Sarthe).*

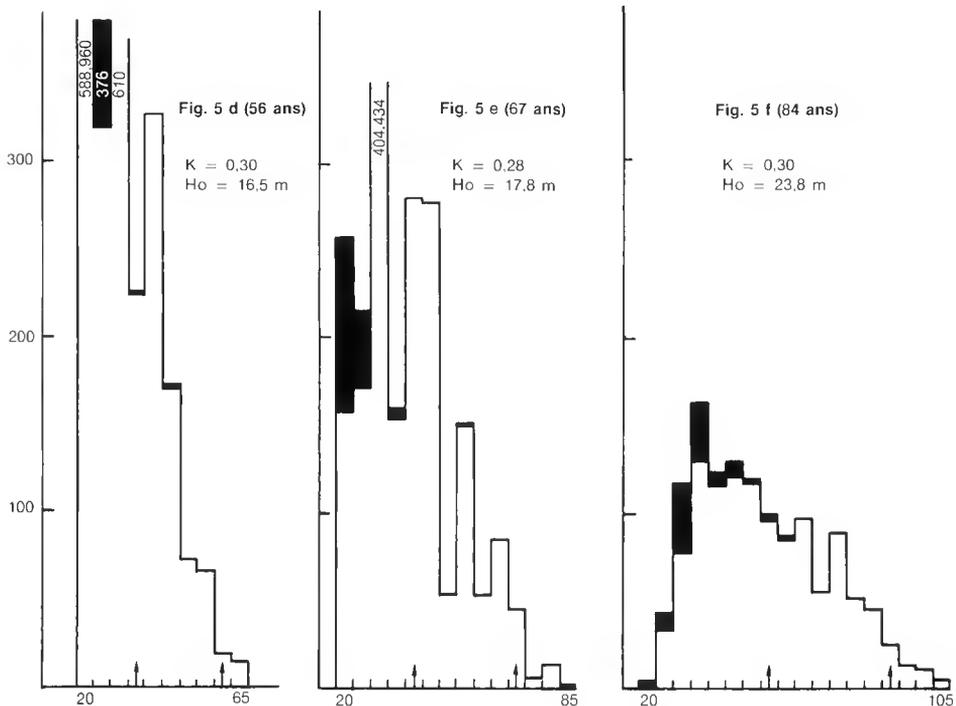
*Photo OSWALD*

**Figure 5**  
**FORÊT DOMANIALE DE BLOIS**  
**PLACE DES SABLONNIÈRES**

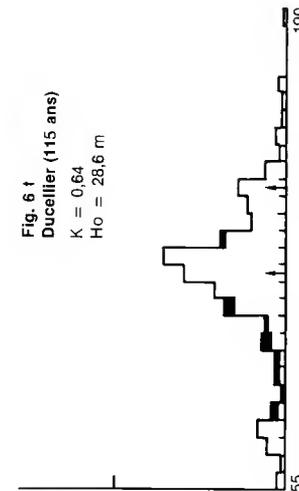
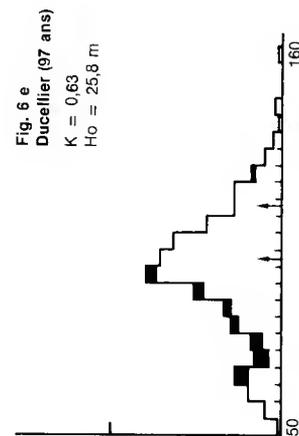
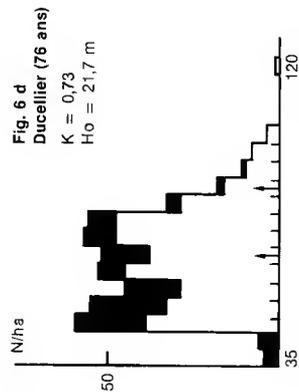
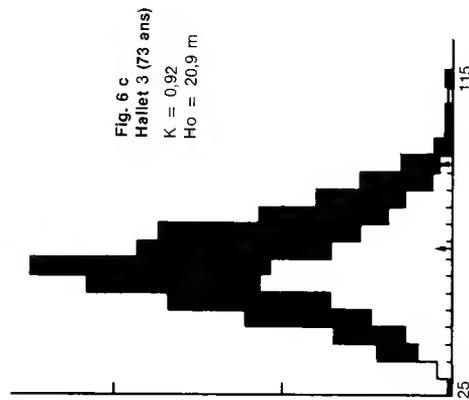
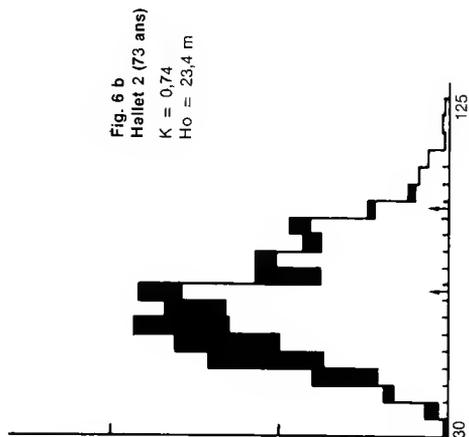
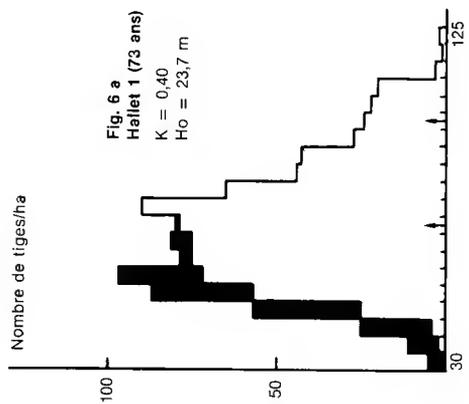
**Placette 2 A éclaircie très forte N 70**



**Placette 2 B témoin (mortalité naturelle)**



**Figure 6**  
**FORÊT DOMANIALE DE BELLÈME PLACE HALLET ET DUCELLIER**



En ce qui concerne les éclaircies on est forcé de constater qu'elles correspondent, à quelques exceptions près, plutôt à des éclaircies par le bas et en aucun cas — chablis exceptés — nous ne rencontrons de valeurs de K supérieures à 1. D'ailleurs on ne touche que rarement aux 100 plus gros arbres du peuplement.

Le seul exemple où une éclaircie vraiment forte ait été faite est représenté dans la figure 6 c. Il s'agissait de faire une éclaircie très forte, selon le modèle de Lorne (1959) au profit de 60 arbres d'avenir qui n'ont finalement pas été individualisés d'une manière permanente. Cette éclaircie ultra-forte prélevait 36 % du volume sur pied et n'était réalisable que grâce à un sous-étage surabondant (cf. tab. 3 et 4). Le peuplement a assez bien supporté le choc, mais ceci doit être considéré comme un cas exceptionnel. Il est d'ailleurs très difficile de marquer une éclaircie très forte et nettement par le haut sans avoir au préalable désigné des arbres d'avenir.

Il faut ici parler des rotations. Les expériences entreprises dans certaines de nos placettes pour l'étude des rotations de 5 et 10 ans associées à des éclaircies faibles et forte n'ont pas donné les résultats escomptés. Les conclusions que l'on peut néanmoins en tirer permettent de dire que les rotations de 10 ans sont trop longues dans des peuplements âgés de moins de 100 ans où on observe, notamment pour les éclaircies faibles, une forte mortalité naturelle entre les passages en éclaircie.

Pourquoi alors ne pas adopter des rotations variables en fonction de l'âge ou mieux encore en fonction de la hauteur dominante comme le proposent certains auteurs (Lorne, 1959 ; Pardé, 1978). Il est important de noter que plus l'intensité des éclaircies sera forte (N 85, N 70), plus il faudrait raccourcir la rotation pour ne pas perdre en production totale du fait d'une occupation insuffisante de l'espace libéré par l'éclaircie (Bryndum, 1965).

## QUELQUES RÉFLEXIONS SUR UNE SYLVICULTURE AVEC ARBRES D'AVENIR

Le choix d'arbres d'avenir et l'éclaircie sélective à leur profit sont devenus courants dans les chênaies de qualité et l'expérience a permis une amélioration progressive des méthodes (Venet, 1968, 1978 ; Martinot-Lagarde, 1969 ; Saint-Vaulry, 1969 ; Pardé, 1978, 1979 ; Lanier, 1979).

Il nous paraît intéressant d'évoquer brièvement quelques points importants.

### **Combien d'arbres d'avenir faut-il choisir ?**

Le nombre maximal d'arbres d'avenir doit être égal ou inférieur à la densité finale fixée par l'objectif de production (diamètre d'exploitation, révolution, fertilité).

Le nombre d'arbres d'avenir que l'on peut effectivement choisir dépend d'un compromis entre qualité et bonne répartition géographique des arbres. L'expérience a montré que la distance minimale entre deux arbres d'avenir doit être comprise entre 50 et 70 % de l'espacement moyen correspondant à la densité finale du peuplement (Martinot-Lagarde et Perotte, 1973). Et Buffet (1980a) a récemment condamné toute méthode de désignation « *qui viserait prioritairement une stricte régularité de la répartition des arbres* ».

### **Quels arbres faut-il choisir ?**

Des résultats récents d'expériences montrent que, d'une manière générale et quels que soient les traitements sylvicoles et probablement les essences, on ne constate que très rarement des changements positifs de rang social et que la hiérarchie des arbres est fixée relativement tôt (Delvaux,

1975 ; Leibundgut, 1976 ; Merkel, 1978 ; Pardé, 1979, 1981). Il y a donc peu de chances qu'un arbre moyen ou même co-dominant arrive à se maintenir jusqu'à la récolte finale. L'arbre d'avenir est alors à choisir parmi les arbres dominants de bonne vigueur — la dominance s'apprécie au niveau local — et dont les caractères extérieurs de qualité satisfont aux exigences que l'on s'est fixées. Il arrive souvent que l'on ne trouve pas le nombre souhaité d'arbres d'avenir. On peut alors soit diminuer les exigences sur la qualité, soit diminuer la distance minimale ou, mieux, trouver un compromis entre les deux, tout en respectant la priorité pour la vigueur.

Il n'est d'ailleurs nullement nécessaire de désigner impérativement le nombre maximal que l'on s'est fixé *a priori* ; le nombre d'arbres d'avenir à l'hectare d'une certaine qualité apparente est en soi un indice intéressant pour le sylviculteur et l'aménagiste pour juger de la qualité globale d'un peuplement.

#### **Quand faut-il choisir les arbres d'avenir ?**

Nous possédons encore peu de résultats précis à ce sujet. La hauteur de fût sans branches constitue cependant un bon critère. Si l'on souhaite une proportion élevée de bois d'œuvre de qualité, il faut choisir une hauteur sous branches entre 10 et 14 mètres ; ceci correspond à une hauteur dominante d'environ 20 m qui est atteinte vers l'âge de 65 ans. Lorne (1959) et Martinot-Lagarde (1973) proposent une fourchette d'âge de 60 à 90 ans. Il semble que chez le chêne une désignation trop précoce comporte un certain nombre de risques (appréciation de la vigueur et de la qualité) et aussi des difficultés.

#### ***Futaie de Chêne rouvre en forêt domaniale de Bercé (Sarthe).***

Photo OSWALD



Ainsi, quand en 1963 on voulut choisir dans les quatre placeaux du dispositif expérimental en F.D. de Réno-Valdieu (carré latin) 100 arbres d'avenir à l'hectare — le peuplement était alors âgé de 47 ans, et les hauteurs dominantes correspondantes comprises entre 15 et 18 m — on ne trouva que 30 à 80 tiges jugées valables. Quand 12 ans après, suite à une modification du protocole d'expérience, il fut procédé à une nouvelle désignation d'arbres d'avenir, il n'y eut plus aucune difficulté pour les trouver ; les hauteurs dominantes s'échelonnaient alors de 17,6 m à 21,4 m. Mais, chose plus importante, parmi les 48 arbres sélectionnés en 1963, certains ne pouvaient plus être considérés comme arbres dominants ou présentaient des défauts ; seulement 13 ont été redésignés, et 13 autres ont été marqués en éclaircie.

Pour atténuer ce résultat peu encourageant, il faut savoir que les critères de désignation ont évolué (viguer, distance minimale etc.) et que, selon le point de départ choisi, on ne retient qu'une certaine proportion (50 à 70 %) des arbres d'avenir désignés lors d'un premier passage.

En fait, même à un âge avancé, il peut y avoir avantage à désigner les meilleurs arbres d'un peuplement, mais il s'agit alors d'un simple constat et l'action du sylviculteur restera très limitée.

### **Comment éclaircir les arbres d'avenir ?**

Les éclaircies antérieures à la désignation des arbres d'avenir ont deux buts essentiels :

- réduire la densité tout en favorisant les meilleures tiges du peuplement par des éclaircies mixtes et positives, qui interviennent également dans l'étage dominant pour atteindre 600 à 1 000 tiges par hectare pour une hauteur dominante de 20 m,
- assurer le développement d'un sous-étage suffisant et vigoureux.

Par contre, après la désignation des arbres d'avenir, les éclaircies seront faites « au profit » de ceux-ci en visant un développement harmonieux de leurs houppiers, tout en assurant une certaine régularité des accroissements. On ne prélèvera donc dans un premier passage souvent qu'un seul, au maximum deux concurrents par arbre d'avenir jugés les plus importants, le restant des tiges sera récolté par une éclaircie par le bas selon la norme que l'on s'est fixée.

Il faut garder à l'esprit qu'une libération trop brutale des cimes peut conduire à la formation de gourmands et diminuer la croissance en hauteur, surtout si le sous-étage est insuffisant. Les éclaircies suivantes à la rotation de 6 à 10 ans œuvreront dans le même sens.

Les dernières éclaircies à la rotation de 12 à 15 ans présentent surtout un aspect sanitaire, mais s'avèrent indispensables.

## **CONCLUSIONS**

Les données de nos placettes expérimentales mettent en évidence que les éclaircies pratiquées, y compris les plus fortes, ne permettent pas d'atteindre à la fin de la révolution et dans un délai raisonnable de 150 à 200 ans, un diamètre moyen correspondant à une largeur moyenne des cernes de l'ordre de 2 mm. (diamètre moyen d'exploitabilité de 60 à 80 cm).

Même si nos dispositifs expérimentaux ne nous permettent pas encore de prévoir l'effet sur la croissance d'une sylviculture d'arbres d'avenir qui se met en place progressivement, tout porte cependant à croire qu'elle atteindra son objectif. Mais il semble également nécessaire qu'un effort important soit accompli en ce qui concerne les nettoiemts et les premières éclaircies. (Buffet, 1980b ; Lanier, 1981).

Les nombreux avantages d'une sylviculture d'arbres d'avenir sont également perçus chez nos voisins en Allemagne, et Kenk (1978) a récemment défini les grandes lignes de cette sylviculture.

Il faut cependant se garder de vouloir à tout prix fabriquer des gros diamètres en peu de temps comme le proposent certains (Jobling et Pearce, 1977), ce n'est le plus souvent qu'un retour déguisé au traitement en taillis-sous-futaie. ■

H. OSWALD

## REMERCIEMENTS

---

*Nous tenons à remercier A. Divoux, Technicien supérieur forestier détaché à la Station de Sylviculture et de Production pour la mise à jour des données de nos placettes expérimentales de chêne.*

---

## BIBLIOGRAPHIE

- BARTET (J.H.), BOLLIET (R.). — *Méthode utilisée pour la construction de tables de production à sylviculture variable*. O.N.F. — Section technique ; Doc. n° 76/9, 1976, 90 p.
- BOUCHON (J.). — *Norme provisoire pour le chêne de qualité du secteur ligérien*. I.N.R.A. - C.N.R.F., Station de Sylviculture et de Production, Doc. n° 70/01, 1970, 13 p.
- BOURGENOT (L.). — *Le traitement des futaies feuillues productrices de bois d'œuvre de qualité*. *Revue forestière française*, vol. XXII, n° 1, 1970, 33 p.
- BRYNDUM (M.). — (A thinning experiment in young oak stands). *Det forstlige Forsøgsvaesen i Danmark*, XXIX/3, 1965, pp. 177-243.
- BUFFET (M.). — A propos de la désignation des arbres de place. O.N.F. — *Bulletin technique*, n° 12, 1980 a, pp. 41-42.
- BUFFET (M.). — La régénération du chêne rouvre. O.N.F. — *Bulletin technique*, n° 12, 1980 b, pp. 3-29.
- CARBONNIER (Ch.). — (Yield of oak plantations in southern Sweden). *Studia forestalia suecica*, n° 125, 1975, 89 p.
- DÉCOURT (N.). — *Tables de production pour les forêts françaises*. — Nancy, École nationale du Génie rural, des Eaux et Forêts, 1973, 49 p.
- DELVAUX (J.). — Acquisition du rang social dans les jeunes plantations d'épicéa. *Station de recherches des Eaux et Forêts, Groenendaal-Hoeilaart, Travaux série B*, n° 39, 1975, 30 p.
- DUCELLIER (U.). — La forêt de Bellême et une nouvelle méthode d'éclaircie. *Revue des Eaux et Forêts*, vol. 68, n° 4, 1930, pp. 263-278.
- DUCELLIER (U.). — L'éclaircie méthodique de Bellême. *Revue des Eaux et Forêts*, vol. 69, n° 7, 1931, pp. 567-569.
- HALMILTON (G.J.), CHRISTIE (J.M.). — Forest management tables (metric). *Forestry Commission*, Booklet n° 34, 1971, 201 p.
- JOBLING (J.), PEARCE (M.L.). — Free growth of oak. *Forestry Commission*, Forest Record 113, 1977, 17 p.
- KENK (G.). — Verjüngung und Pflege von Werteichenbeständen in Baden-Württemberg. In : Proceedings Symposium sur les feuillus précieux. I.U.F.R.O. - S1.05.00 ; INRA-CNRF, Station de Sylviculture et de Production, Doc. n° 78/08, 1978, pp. 231-250.

## Sylvicultures en futaies feuillues

- LANIER (L.). — *Les éclaircies dans les systèmes de sylviculture très intensive : sylviculture d'arbres de place, autres systèmes.* TIM/EFC/WP. 1/SEM.7/R.2. Séminaire sur la mécanisation et les techniques des opérations d'éclaircie, Nancy, août 1979.
- LANIER (L.). — Les dégagements et nettoisements en futaie feuillue. *Revue forestière française*, dans ce même numéro.
- LEIBUNDGUT (H.). — Grundlagen zur Jungwaldpflege. Ergebnisse zwanzigjähriger Untersuchungen über die Vorgänge der Ausscheidung, Umsetzung und Qualitätsentwicklung in jungen Eichenbeständen. *Mitteilungen Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen*, vol. 52, fasc. 4, 1976, pp. 313-371.
- LORNE (R.). — A la recherche de la qualité et du gros diamètre dans les futaies de chêne. *Revue forestière française*, vol. 8, n° 11, 1956, pp. 754-768.
- LORNE (R.). — Étude quantitative sur les peuplements de chêne de qualité. *Revue forestière française*, vol. XI, n° 11, 1959, pp. 746-768.
- MARTINOT-LAGARDE (P.). — Traitement des peuplements. *Revue forestière française*, n° spécial « Les progrès techniques en sylviculture », 1969, pp. 467-472.
- MARTINOT-LAGARDE (P.). — Les arbres de place. *Bulletin technique O.N.F.*, n° 4, 1973, pp. 23-24.
- MARTINOT-LAGARDE (P.), PERROTTE (G.). — La technique de désignation d'arbres de place par carrés. *Bulletin technique O.N.F.*, n° 4, 1973, pp. 35-62.
- MERKEL (G.). — *Zur Frage des Umsetzens früh ausgewählter Z-Bäume in Buchenbeständen.* Referate Jahrestagung Deutscher Verband forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde, Konstanz, 1978, pp. 107-135.
- OSWALD (H.), DIVOUX (A.). — *Dispositif expérimental d'éclaircie du hêtre « Camp Cusson » en F.D. d'Eawy (Seine-Maritime).* — I.N.R.A.-C.N.R.F., Station de Sylviculture et de Production, Doc. interne, 1978, 9 p.
- ODIN (A.). — Vue d'ensemble sur l'organisation en France des recherches de sylviculture et d'économie forestière. *Annales de l'École nationale des Eaux et Forêts*, vol. III, 1929, pp. 229-262.
- PARDÉ (J.). — Réflexions sur l'éclaircie dans les futaies de chêne. *Revue de la Société forestière de Franche-Comté et des provinces de l'Est*, vol. XXVIII, n° 1, 1957, pp. 1-8.
- PARDÉ (J.). — Tables de production pour les forêts de chêne rouvre de qualité tranchage du secteur ligérien. *Station de Recherches forestières, Note technique n° 11*, mars 1962, 13 p.
- PARDÉ (J.). — Normes de sylviculture pour les forêts de chêne rouvre. *Revue forestière française*, vol. XXX, n° 1, 1978, pp. 11-17.
- PARDÉ (J.). — Forschungen über die Durchforstung in Frankreich. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, vol. 98, n° 2, 1979, pp. 118-119.
- PARDÉ (J.). — De 1882 à 1976/80 : Les places d'expérience du hêtre en forêt domaniale de Haye (Meurthe-et-Moselle). *Revue forestière française*, dans ce même numéro.
- PICARD (J.F.). — Les types de stations de la forêt domaniale de Bellême (Orne). *Revue forestière française*, vol. XXX, n° 6, 1978, pp. 425-444.
- SAINT-VAULRY (M. de). — A la recherche d'une autre sylviculture : l'individualisation précoce des arbres d'avenir. *Revue forestière française*, n° 2, 1969, pp. 83-100.
- SCHÜTZ (J. Ph.), BADOUX (E.). — Production de jeunes peuplements de chênes en relation avec la station. *Mitteilungen der schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen*, vol. 55, n° 1, 1979, pp. 4-178.
- VENET (J.). — Pratique de la pré-désignation des arbres de place. *Revue forestière française*, n° 3, 1968, pp. 157-169.
- VENET (J.). — Le choix des tiges d'avenir au cours des premières éclaircies. In : Proceedings Symposium sur les feuillus précieux. I.U.F.R.O. - S1.05-00 Nancy ; I.N.R.A.-C.N.R.F., Station de Sylviculture et de Production, Doc. n° 78/08, 1978, pp. 264-272.
- VINEY (R.). — La production des chênes de tranchage peut-elle être améliorée par les aménagements ? *Revue forestière française*, vol. VI, n° 8-9, 1954, pp. 511-518.
- VINEY (R.), PARDÉ (J.). — Pour le dossier des chênes de qualité. *Revue forestière française*, vol. XII, n° 1, 1960, pp. 44-53.
- ZIMMERLE (H.). — Hilfszahlen zur Bonitierung, Vorrats- und Zuwachsschätzung in reinen Eichenbeständen. *Mitteilungen d. Württ. Forstl. Versuchsanstalt*, 1930.