

technique et forêt

RÉACTIVITÉ D'ARBRES ÂGÉS À L'OUVERTURE DU PEUPEMENT. QUELQUES EXEMPLES LIVRÉS PAR L'ÉTUDE DES PLACETTES DU RÉSEAU RENECOFOR

F. LEBOURGEOIS - E. ULRICH - R. PONCE

Dans le cadre du réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers, RENECOFOR (ONF, 1996), une étude dendrochronologique des 102 peuplements du réseau a été entreprise en 1995 et 1996 (Lebourgeois, 1997). L'objectif essentiel de ce travail était de préciser l'âge des peuplements et leur niveau moyen de croissance radiale, et de mettre en évidence les comportements particuliers et les crises antérieures à l'installation des placettes permanentes en 1992. Grâce aux éléments rassemblés par Ponce et Ulrich (1997) sur l'historique de l'exploitation sylvicole des peuplements (année, type et volume des coupes...), l'ampleur et la durabilité des effets des éclaircies pratiquées dans les peuplements ont pu être observées pour la majeure partie des placettes du réseau. Une telle analyse apparaît importante car elle peut permettre, le cas échéant, de réorienter le forestier vers une gestion plus "optimale" ou tout du moins plus conforme au plan d'aménagement du peuplement (accroissements plus fins, plus réguliers...).

Dans cet article, nous n'avons pas cherché à analyser et à quantifier les effets de la gestion sylvicole à l'échelle du peuplement voire du massif forestier, mais simplement à illustrer la capacité de certains arbres âgés à réagir fortement et, dans certains cas, très durablement, aux perturbations exogènes liées, dans la grande majorité des cas, à des interventions sylvicoles.

Tableau I

Caractéristiques dendrométriques et stationnelles des placettes et origine des peuplements

Le diamètre correspond au diamètre sur écorce à 1,30 m
 Les valeurs entre crochets correspondent aux valeurs extrêmes observées pour le paramètre.
 La largeur moyenne a été calculée comme le rapport entre la somme des largeurs de cerne et le nombre total de cerne disponibles.

Placette	Forêt	Altitude (m)	Pente (%)	Exposition	Âge (en 1994 à 1,30 m)		Diamètre à 1,30 m (cm)		Largeur de cerne (mm)	
					placette	arbre étudié	placette	arbre étudié	placette	arbre étudié
EPC 39b	C. ⁽¹⁾ des Rousses	1210	8	ouest	106 [94 à 262]	262	44 [37 à 55]	45	1,76 [0,06 à 5]	0,65
CHP 55	D. ⁽²⁾ de Haudronville	220	0	plat	100 [69 à 209]	173	44 [29 à 83]	66	1,87 [0,12 à 9,32]	1,67
HET 21	D. de Lugny	400	3	nord-est	128 [112 à 156]	124	44 [37 à 55]	45	1,56 [0,14 à 6,57]	1,6
HET 30	D. de l'Aigoual	1400	25	sud-ouest	143 [121 à 164]	138	36 [30 à 42]	38	1,16 [0,06 à 6,48]	1,14
SP 25	D. de Ban	1000	10	nord-ouest	81 [47 à 153]	-	48 [40 à 64]	-	2,83 [0,06 à 9,1]	-
SP 38	D. de Saint-Hugon	1100	35	est	94 [46 à 162]	-	47 [36 à 71]	-	2,45 [0,07 à 11,9]	-

Placette	Origine du peuplement	Historique de la forêt et utilisation ancienne des terres	Utilisation et structure actuelles du peuplement
EPC 39b	Régénération naturelle	Forêt d'Épicéa et de Hêtre depuis le XVI ^e siècle	Forêt - futaie jardinée
CHP 55	Rejet sur souche	Forêt - pâturage mouilleux et étangs	Forêt - pâturage mouilleux et étangs - taillis-sous-futaie vieilli
HET 21	Rejet sur souche et balivage intensif	Forêt - pâturage - parcours à moutons - bois de forge	Forêt - taillis-sous-futaie
HET 30	Rejet sur souche	Pâturage et lande	Forêt depuis 1870 - structure régulière
SP 25	Régénération naturelle	Forêt - pâturage - bois de chauffage	Forêt et pâturage - futaie irrégulière jardinée

(1) C = communale ; (2) D = domaniale ; EPC = Épicéa commun ; CHP = Chêne pédonculé ; HET = Hêtre ; SP = Sapin pectiné.
 Le numéro suivant l'espèce indique le département d'échantillonnage du peuplement.
 Pour les deux peuplements de Sapin pectiné, les caractéristiques des arbres étudiés sont présentées dans les tableaux II (p. 145) et III (p. 146).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le protocole d'échantillonnage des arbres a été développé dans des publications précédentes (ONF, 1996 ; Lebourgeois, 1997). Nous n'en reprendrons ici que les points principaux. Dans la zone neutre (exclos) de chaque placette (0,5 ha), 30 arbres ont été échantillonnés. Ces arbres diffèrent des 52 arbres "observation" repérés depuis 1992 pour le suivi régulier des peuplements (état des houppiers, suivi pathologique et entomologique, nutrition foliaire, mesures dendrométriques...). Chaque arbre, choisi selon des critères de dominance en hauteur et diamètre, a été mesuré (circonférence en cm à 1,30 m) et carotté une fois à cœur (entre 1 et 1,30 m) à l'aide d'une tarière de Pressler de 5 mm de diamètre intérieur. Par la suite, les cernes correspondants ont été mesurés au 1/100 mm à l'aide d'un système vidéo-informatisé spécifique. Après la mesure, chaque série individuelle a été interdatée à l'aide d'années particulières (par exemple cerne fin de 1976 résultant de la sécheresse) afin de vérifier que chaque cerne correspond bien à la date réelle de son élaboration. Après interdatation, la courbe moyenne de croissance radiale a été calculée pour chaque peuplement en faisant la moyenne par date des 30 largeurs de cernes disponibles (Lebourgeois, 1997). C'est à partir de ces courbes "brutes" moyennes ou individuelles que sont analysés les niveaux de croissance et les principales crises. Les dates des éclaircies connues sur la parcelle, c'est-à-dire répertoriées dans les documents forestiers (Ponce et Ulrich, 1997), ont été signalées par des flèches. Bien que pouvant intégrer d'autres signaux (climat, âge...), ce sont les variations de croissance avant et après les dates des coupes qui ont permis d'estimer les effets des éclaircies. Étant donné qu'une seule carotte a été prélevée par arbre, la "quantification" de ces effets sur la croissance individuelle doit bien sûr être considérée avec précaution, et les chiffres donnés dans cet article ne doivent en aucun cas être généralisés.

Forêt de l'Aigoual (Gard)



Forêt de Ban (Doubs)



Photos F. LEBOURGEOIS

RÉSULTATS

Le tableau I (p. 140) récapitule les caractéristiques des six peuplements du réseau présentés dans cet article.

Un *Épicéa commun* du peuplement de la forêt communale des Rousses

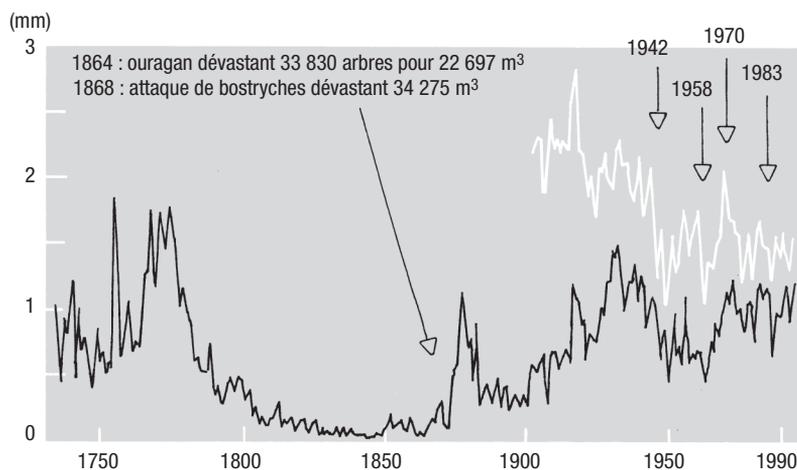
(Jura, EPC 39b, figure 1)

C'est dans ce peuplement que l'arbre le plus âgé du réseau a été échantillonné (262 ans à 1,30 m en 1994). L'analyse du profil de croissance de cet arbre (figure 1, ci-dessous) montre de fortes variations inter-annuelles (liées aux fluctuations climatiques) mais également une très nette reprise de croissance depuis 1870. Ce comportement trouve en grande partie son explication dans l'histoire du peuplement. En effet, dans les années 1860, un ouragan (en 1864) puis une attaque de bostryches (en 1868) ont détruit une grande partie de la surface forestière (près de 60 000 m³ pour 555 ha). Cet arbre, auparavant très dominé (largeur moyenne des cernes pour la période 1800-1870 : 0,15 mm), a été épargné et a ainsi pu bénéficier de meilleures conditions locales de croissance (moins de compétition pour la lumière, l'eau...). À plus de 140 ans, sa croissance a redémarré (cerne de 1,17 mm en 1876). Actuellement, la largeur moyenne du cerne élaboré annuellement est de l'ordre de 1 mm.

Figure 1

ÉVOLUTION DE LA LARGEUR DES CERNES (en mm) POUR L'ARBRE 229 DE LA PLACETTE D'ÉPICÉA COMMUN EN FORÊT COMMUNALE DES ROUSSES (EPC 39b)

La courbe en blanc représente la courbe moyenne pour l'ensemble du peuplement (n = 30 arbres). Les flèches indiquent les dates des éclaircies connues. Les volumes de bois prélevés varient de 213 m³ à 432 m³



Un *Chêne pédonculé* de la forêt domaniale d'Haudronville

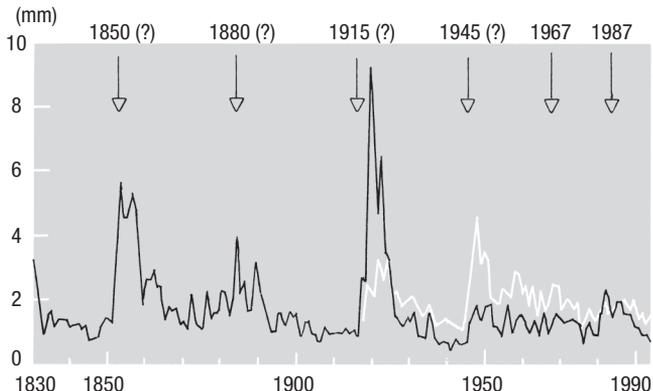
(Marne, CHP 55, figure 2)

Le peuplement est issu de rejets sur souche. Anciennement traitée en taillis-sous-futaie, la parcelle a été classée en régénération stricte entre 1970 et 1993 (conversion en futaie régulière). Selon les documents forestiers, la coupe connue la plus ancienne date de 1967. Les pics de croissance observés en 1850, 1880, 1915 et 1945 sont très certainement la conséquence de coupes de taillis pratiquées dans la parcelle, coupes ayant eu des effets importants mais transitoires sur l'accroissement radial (figure 2, p. 143). Par exemple, suite à la coupe présumée de 1915 (âge de l'arbre = 94 ans), la largeur moyenne du cerne (mesurée sur le tronçon de bois traversé par la carotte) est passée de 1,15 mm (période 1895-1915) à un maximum de 9,32 mm en 1919 pour retrouver un niveau équivalent à celui de 1915 à partir des années 1930.

Figure 2

**ÉVOLUTION DE LA LARGEUR DES CERNES (en mm) POUR L'ARBRE 204
DE LA PLACETTE DE CHÊNE PÉDONCULÉ EN FORÊT DOMANIALE DE HAUDRONVILLE (CHP 55)**

La courbe en blanc représente la courbe moyenne pour l'ensemble du peuplement (n = 30 arbres). Les flèches indiquent les dates des éclaircies anciennes supposées (?) et connues. L'âge de l'arbre pour chaque date est respectivement de 29 ans, 59 ans, 94 ans, 124 ans, 146 ans et 166 ans. La coupe de 1967 a éliminé 20 m³ de taillis. En 1987, 175 m³ de Hêtre, 143 m³ de Chêne et 289 m³ de Tremble et Charme ont été exploités.



Hêtre de la forêt domaniale de Lugny

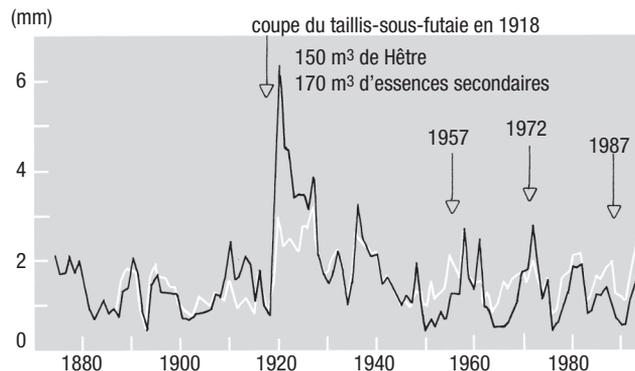
(Côte-d'Or, HET 21, figure 3)

L'arbre présenté dans la figure 3 (ci-dessous) illustre l'effet d'une coupe de taillis-sous-futaie sur un Hêtre réservé. La réponse de l'arbre à la coupe de 1918 a été très rapide. La largeur du cerne annuel est passée de 1,35 mm (moyenne calculée sur la période 1874-1918) à 3,29 mm en 1919 et 6,47 mm en 1920. La croissance a retrouvé un niveau comparable à celui d'avant la coupe à partir des années 1940. Les effets des interventions sylvicoles suivantes sont moins "spectaculaires" et plus difficiles à séparer des autres sources de variations des largeurs de cernes (climat, âge de l'arbre...). Pour l'ensemble des 30 arbres échantillonnés (trait blanc), l'effet de la coupe de 1918 est également net avec une augmentation relative de croissance de près de 140 % (cerne moyen de 1,25 mm avant la coupe et de 3 mm en 1920).

Figure 3

**ÉVOLUTION DE LA LARGEUR DES CERNES (en mm) POUR L'ARBRE 229
DE LA PLACETTE DE HÊTRE EN FORÊT DOMANIALE DE LUGNY (HET 21)**

La courbe en blanc représente la courbe moyenne pour l'ensemble du peuplement (n = 30 arbres). Les flèches indiquent les dates des éclaircies connues. Pour chaque date, l'âge de l'arbre était respectivement de 48 ans, 87 ans, 102 ans et 117 ans et les volumes de Hêtre exploités sur la parcelle de 350 m³, 270 m³ et 173 m³.



Hêtre de la forêt domaniale de l'Aigoual

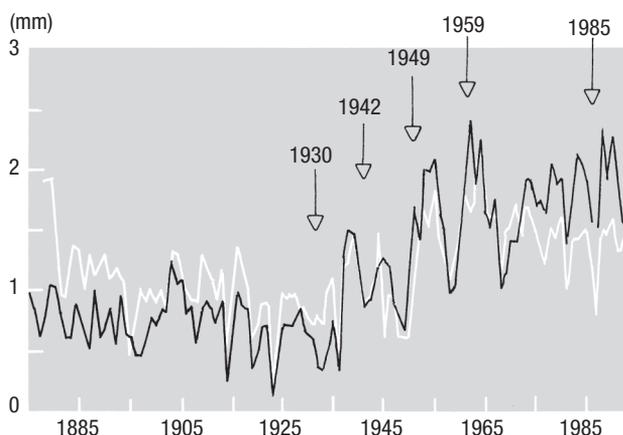
(Gard, HET 30, figure 4)

L'exemple présenté ici (figure 4, ci-dessous) montre l'effet à long terme d'éclaircies pratiquées régulièrement (coupes de jardinage connues seulement depuis 1930) dans un peuplement de Hêtre d'altitude issu de rejets sur souche. Depuis 1930, le peuplement présente une augmentation importante de croissance qui semble consécutive aux interventions sylvicoles. La largeur moyenne du cerne annuel est passée de 1 mm avant 1930 à 1,5 mm depuis les années 1960 (+ 50 %). Cet accroissement reste néanmoins faible mais, compte tenu des conditions locales très limitantes de croissance de ces arbres (climat très rude), cette augmentation n'est pas négligeable.

Figure 4

**ÉVOLUTION DE LA LARGEUR DES CERNES (en mm) POUR L'ARBRE 230
DE LA PLACETTE DE HÊTRE EN FORÊT DOMANIALE DE L'AIGOUAL (HET 30)**

La courbe en blanc représente la courbe moyenne pour l'ensemble du peuplement (n = 30 arbres). Les flèches indiquent les dates des éclaircies connues. Pour chaque date, l'âge de l'arbre était respectivement de 75 ans, 87 ans, 94 ans, 104 ans et 130 ans et les volumes exploités sur la parcelle de 119 m³ (en 1930) à 460 m³ (en 1985).



Les peuplements de Sapin pectiné en forêts domaniales de Ban (SP 25 - Doubs) et de Saint-Hugon (SP 38 - Isère) (figures 5 et 6)

Bien que tous les arbres échantillonnés aient été choisis selon les mêmes critères de dominance (hauteur et diamètre équivalents), l'analyse des carottes de sondage a mis en évidence la coexistence sur ces deux placettes d'arbres jeunes et âgés. Les courbes de croissance moyenne pour chaque sous-population d'arbres montrent des comportements très différents (figures 5, p. 145 et 6, p. 146). Les arbres actuellement âgés (> 100 ans) ont été fortement dominés pendant 60 à 70 ans, mais ont été capables, suite à leur mise en lumière (élimination de la strate dominante constituée de Hêtre et/ou d'Épicéa), de réagir très fortement et de retrouver un niveau de croissance presque équivalent à celui observé pour les jeunes arbres régénérés à partir des éclaircies (tableaux II, p. 145 et III, p. 146). Individuellement, certains arbres âgés se distinguent également par une réactivité remarquable (figures 5b et 6b). L'arbre 212 de SP 38 (figure 6b) représente le cas extrême observé. Cet arbre a été dominé pendant 111 ans. En 1943, son diamètre (sous écorce) était de 12,2 cm et la largeur du cerne annuel était de 0,6 mm en moyenne. En 1953, la largeur du cerne était de 8,55 mm. Après une phase de décroissance marquée, cet arbre déjà âgé (environ 150 ans) a de nouveau réagi très fortement au chablis de 1981 (175 m³ de bois exploités). Actuellement, cet arbre est âgé de 162 ans et son diamètre sous écorce est de 57 cm. Ces deux placettes illustrent parfaitement la capacité du Sapin à "survivre" sous le couvert d'autres espèces pendant plusieurs dizaines d'années (Blutel, 1968), mais également son étonnante capacité de réaction même à un âge avancé.

ÉVOLUTION DE LA LARGEUR DES CERNES (en mm) DES ARBRES JEUNES ET ÂGÉS (A) ET DE L'ARBRE 230 (B) DE LA PLACETTE DE SAPIN PECTINÉ EN FORÊT DOMANIALE DE BAN (SP 25)

Les flèches indiquent les dates des éclaircies connues. Entre 1928 et 1931, un total de 4 356 m³ a été exploité sur la parcelle (698 tiges toutes essences). Par la suite, les volumes exploités ont varié de 1 150 m³ (en 1946) à 437 m³ (en 1991).

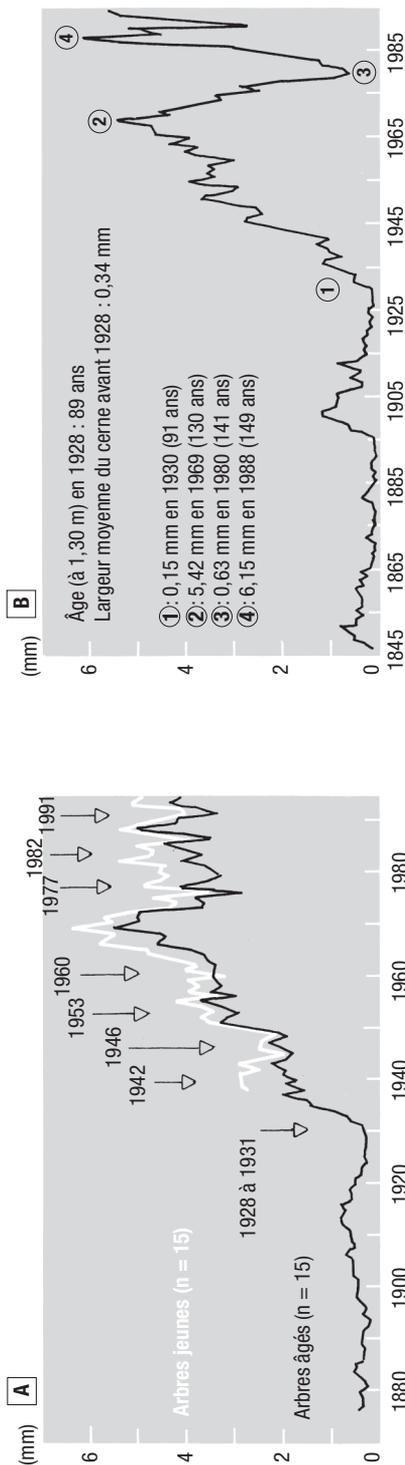


Tableau II Largeur des cernes (en mm) des arbres âgés et jeunes de la placette de Sapin pectiné en forêt domaniale de Ban (SP 25) pour différentes périodes.

La gamme des âges annoncés par les documents forestiers était de 60 à 80 ans avec une structure qualifiée de régulière.

nc = nombre de cernes disponibles.

La valeur entre parenthèses correspond à l'écart-type. Les valeurs entre crochets correspondent aux valeurs minimale et maximale observées pour le paramètre correspondant.

	Âge (en 1994 à 1,30 m)	Diamètre sur écorce (en 1994 à 1,30 m)	Avant 1934			Après 1934			Après 1970		
			nc	moy.	max.	nc	moy.	max.	nc	moy.	max.
Âgés (n = 15)	106 [79-153]	49 [43-54]	640	0,46 (0,34)	2,37	915	3,32 (1,38)	8,38	375	4,0 (1,28)	8,38
Jeunes (n = 15)	55 [47-66]	48 [40-64]	-	-	-	807	4,15 (1,6)	9,09	375	4,7 (1,47)	9,09

Figure 6

ÉVOLUTION DE LA LARGEUR DES CERNES (en mm) DES ARBRES JEUNES ET ÂGÉS (A) ET DE L'ARBRE 212 (B) DE LA PLACETTE DE SAPIN PECTINÉ EN FORÊT DOMANIALE DE SAINT-HUGON (SP 38)

Les flèches indiquent les dates des éclaircies connues. En 1943, la coupe de jardinage a exploité 3 187 m³ sur la parcelle. Par la suite, les volumes exploités ont varié de 999 m³ (en 1994) à 75 m³ (en 1992). En 1981, un chablis a éliminé 175 m³ de bois (toutes essences).

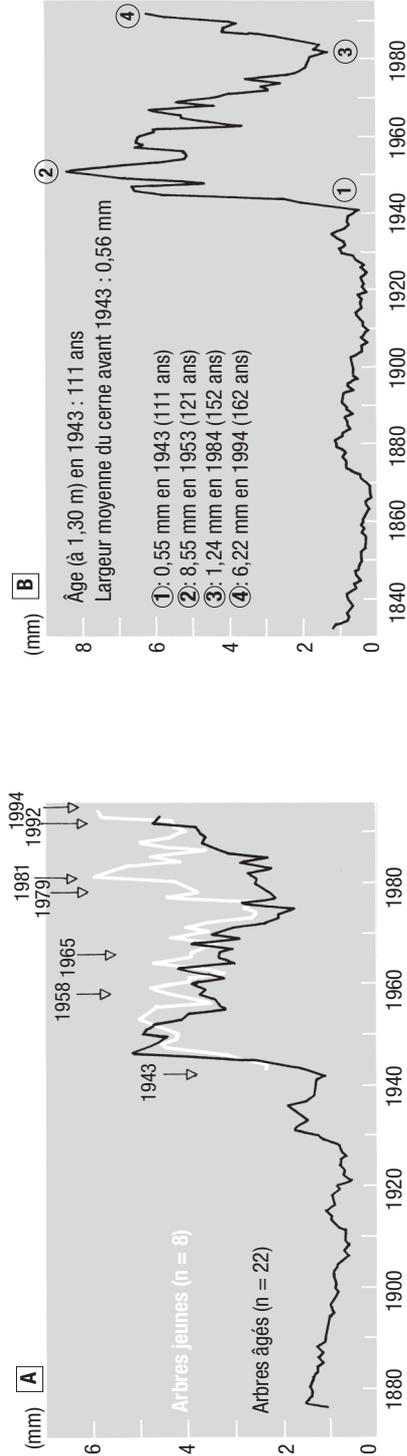


Tableau III

Largeur des cernes (en mm) des arbres âgés et jeunes de la placette de Sapin pectiné en forêt domaniale de Saint-Hugon (SP 38) pour différentes périodes.

La gamme des âges annoncés par les documents forestiers était de 60 à 90 ans avec une structure qualifiée de régulière.

nc = nombre de cernes disponibles.

La valeur entre parenthèses correspond à l'écart-type.

Les valeurs entre crochets correspondent aux valeurs minimale et maximale observées pour le paramètre correspondant.

	Âge (en 1994 à 1,30 m)	Diamètre sur écorce (en 1994 à 1,30 m)	Avant 1943			Après 1943			Après 1970					
			nc	moy.	mini.	max.	moy.	mini.	max.	moy.	mini.	max.		
Âgés (n = 22)	107 [77-162]	48 [36-71]	1 145	1,02 (0,73)	0,08	4,73	1 141	3,31 (1,80)	0,07	11,54	547	2,95 (1,93)	0,07	11,54
Jeunes (n = 8)	58 [46-68]	47 [39-55]	-	-	-	-	408	4,1 (1,86)	0,67	11,88	200	4,20 (2,27)	0,67	11,88

CONCLUSIONS

Même si les exemples présentés ici ont été choisis arbitrairement pour leur côté "spectaculaire" et que les mesures ont été effectuées sur une carotte unique, il apparaît que des essences telles que le Hêtre ou le Sapin pectiné sont capables de réagir fortement et durablement aux opérations sylvicoles tardives, c'est-à-dire pratiquées sur des arbres déjà âgés (100 ans et plus...). D'un point de vue pratique, de tels comportements posent d'ailleurs certains problèmes comme, par exemple, les répercussions de l'irrégularité des largeurs de cernes pour la production de bois de qualité (Polge et Keller, 1973), l'appréciation du statut social des arbres et sa stabilité au cours du temps (Becker, 1992) ou encore la difficulté d'appréciation de l'âge des arbres et de la structure d'un peuplement sur des critères exclusivement dendrométriques (hauteur et diamètre) (Lebourgeois, 1997). Ainsi, un peuplement d'aspect régulier peut être en réalité inéquienne du fait de changements importants des statuts hiérarchiques des arbres au cours de leur vie.

F. LEBOURGEOIS
Unité d'Écophysiologie forestière
Équipe Phytoécologie
INRA
F-54280 CHAMPENOUX

E. ULRICH - R. PONCE
Département des Recherches techniques
OFFICE NATIONAL DES FORÊTS
Boulevard de Constance
F-77300 FONTAINEBLEAU

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des responsables et suppléants locaux pour leur aide précieuse et efficace apportée lors de la récolte des données, ainsi que les deux lecteurs anonymes pour les corrections apportées au manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- BECKER (M.). — Deux indices de compétition pour la comparaison de la croissance en hauteur et en diamètre d'arbres aux passés sylvicoles variés et inconnus. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 49, n° 1, 1992, pp. 25-37.
- BLUTEL (Y.). — Le Sapin pectiné, essence d'ombre ou souffre-douleurs ? — *Revue forestière française*, vol. IX, n° 9, 1968, pp. 573-579.
- LEBOURGEOIS (F.). — RENECOFOR - Étude dendrochronologique des 102 peuplements du réseau. — Fontainebleau : Office national des Forêts, Département des Recherches techniques, 1997. — 307 p. (ISBN 2-84207-075-5).
- ONF. Département des Recherches techniques. — Notice de présentation du Réseau national de suivi à long terme des Écosystèmes forestiers, 1996. — 38 p. (ISBN 2-84207-021-6).
- POLGE (H.), KELLER (R.). — Qualité du bois et largeur d'accroissements en forêt de Tronçais. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 30, n° 2, 1973, pp. 91-125.
- PONCE (R.), ULRICH (E.). — RENECOFOR - Essai de synthèse de l'histoire des 102 peuplements du réseau. — Fontainebleau : Office national des Forêts, Département des Recherches techniques, 1997 (en préparation).

RÉACTIVITÉ D'ARBRES ÂGÉS À L'OUVERTURE DU PEUPEMENT. QUELQUES EXEMPLES LIVRÉS PAR L'ÉTUDE DES PLACETTES DU RÉSEAU RENECOFOR (Résumé)

L'objectif de cet article est d'examiner rétrospectivement les comportements de certains arbres à la suite d'interventions sylvicoles anciennes pratiquées dans six peuplements du réseau RENECOFOR. Les résultats montrent que des arbres âgés, Hêtre et Sapin pectiné notamment, restent capables de réagir fortement et durablement à des éclaircies tardives. D'un point de vue pratique, ces changements de rythme de la croissance radiale posent les problèmes suivants :

- les répercussions de l'irrégularité des largeurs de cerne sur la qualité du bois produit ;
- la stabilité du statut social des arbres au cours du temps ;
- l'appréciation de l'âge des arbres en raison de la coexistence possible, dans un même peuplement, d'arbres d'âges très différents ayant pourtant la même taille (hauteur et diamètre).

RESPONSIVENESS OF MATURE TREES TO LATE STAND THINNING. A NUMBER OF EXAMPLES TAKEN FROM THE STUDY OF PLOTS IN THE RENECOFOR NETWORK (Abstract)

The aim of the article is to retrospectively examine the behavior of a number of trees which were subjected to late thinning in 6 stands that are part of the RENECOFOR network. The results show that mature trees, in especially beech and silver fir, retain their ability to react strongly and sustainably to late thinnings. In practice, such radial growth fluctuations cause the following problems :

- irregular widths of the rings adversely affect wood quality ;
 - the stability of social position over time ;
 - estimation of tree age since in the same stand age can vary broadly among trees of the same size (height and diameter).
-