



HAL
open science

RENECOFOR : Étude dendrochronologique des 102 peuplements du réseau

François F. Lebourgeois

► **To cite this version:**

François F. Lebourgeois. RENECOFOR : Étude dendrochronologique des 102 peuplements du réseau. Département des Recherches Techniques - Office National des Forêts. 1997, 307 p. <hal-04163871>

HAL Id: hal-04163871

<https://hal.science/hal-04163871v1>

Submitted on 17 Jul 2023

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.

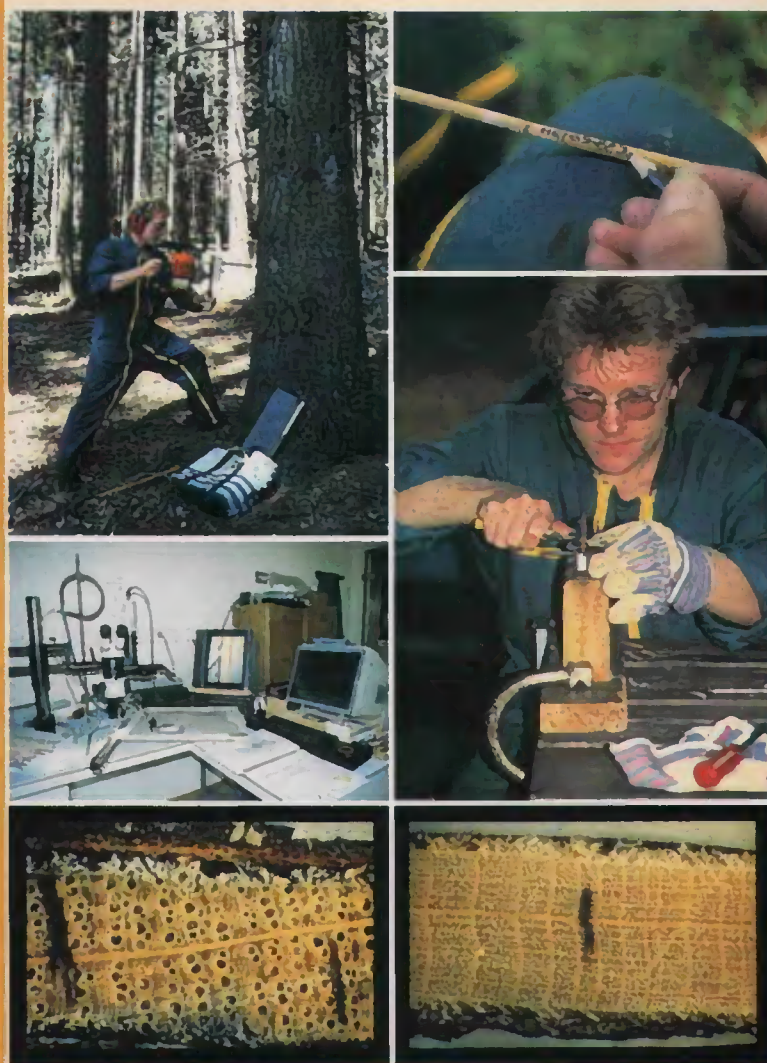


HAL Authorization

Etude
dendrochronologique
des 102 peuplements
du réseau



Mai 1997



Ce document est à citer sous la forme suivante :

LEBOURGEOIS, F., 1997 :

RENECOFOR - Etude dendrochronologique des 102 peuplements du réseau.
Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques,
ISBN 2 - 84207 - 075- 5, 307 p.

RENECOFOR

ETUDE DENDROCHRONOLOGIQUE DES 102 PEUPLEMENTS DU RESEAU

Auteur : François Lebourgeois

Programme soutenu financièrement par :

- Union Européenne, DG VI, projet n°9360FR0030, **rapport final**
- Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Pêche
- Institut National de la Recherche Agronomique, Département des Recherches Forestières
- Office National des Forêts

ONF - Département des Recherches Techniques
Boulevard de Constance, 77300 Fontainebleau
Tél. : +33 (1) 60 74 92 10 Fax : +33 (1) 64 22 49 73
E-mail : dtc5onf@calvanet.calvacom.fr

INRA - Centre de Recherches Forestières
Unité d'Ecophysiologie - Equipe Phytoécologie, 54280 Champenoux
Tél. : +33 (3) 83 39 40 41 Fax : +33 (3) 83 39 40 22
E-mail : lebourg@nancy.inra.fr

Mai 1997

Préambule

Les résultats présentés dans ce document sont le fruit de deux années (1995 et 1996) de travail continu.

Outre leur participation active aux opérations d'entretien courantes, les responsables et les suppléants des placettes permanentes ont également apporté une aide précieuse et très efficace à la récolte des carottes de sondage. Grâce à leur accueil toujours excellent, ils ont permis la réalisation de cette étude dans les meilleures conditions. Je tenais à les remercier particulièrement pour leur travail, car la pérennité et la fiabilité d'un tel réseau ne peuvent être envisagées sans leur motivation constante.

Je tiens également à remercier Messieurs Erwin Ulrich et Bernard Roman-Amat pour leurs conseils avisés lors de la relecture de ce document, mais également pour m'avoir laissé une totale liberté dans l'organisation des différentes phases de terrain et la réalisation de cette étude.

Un grand merci également à l'équipe de Phytoécologie forestière de l'INRA de Nancy : Mademoiselle Nathalie Bréda et Madame Laurence Le Maout, ainsi que Messieurs Michel Becker, Patrick Behr, Jean-Luc Dupouey, François Géréma, Christian Kieffer, Jean-François Picard et Roger Schipfer. Grâce à leurs aides technique, scientifique ou administrative, ils ont également contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail.

Enfin, je tiens également à remercier Messieurs Guy Landmann, Didier Bert et tous les autres... sans qui ce projet n'aurait pas pu voir le jour...

*“ Dans la nature vivante, rien ne se produit qui ne soit inscrit dans un tout.
Si les phénomènes nous apparaissent séparément, et que nous sommes obligés de considérer nos
expériences comme des faits isolés, ceci ne signifie nullement qu'ils soient séparés dans la réalité.
Notre tâche est de trouver des liens entre eux. ”*

Goethe, Ecrits scientifiques posthumes.

Sommaire

Résumé.....	i
Summary	ii
Zusammenfassung.....	iii
1. Introduction.....	1
2. Matériel et méthodes.....	4
2.1 Historique et définitions de la dendrochronologie.....	4
2.2 Le cerne et ses facteurs de variation.....	4
2.3 Le choix de l'information à traiter : notion d'échelles de temps.....	5
2.4 Choix des arbres et prélèvements des carottes.....	9
2.5 Préparation des carottes et mesures des accroissements annuels.....	10
2.6 Interdatation des profils de croissance.....	13
2.6.1 Principe et calculs.....	13
2.6.2 Résultats.....	16
2.7 Principe de la standardisation des séries chronologiques de cernes.....	20
3. Résultats sur l'ensemble du réseau.....	24
3.1 Structure de l'échantillonnage.....	24
3.2 Age des peuplements.....	24
3.3 Largeur d'aubier.....	29
3.4 Diamètre.....	29
3.5 L'accroissement radial moyen (sous écorce).....	29
3.6 Etude de quelques cas particuliers.....	30
3.6.1 L'amplitude de croissance.....	30
3.6.2 Effet de la concurrence intra-peuplement et de la gestion sylvicole.....	30
3.6.2.1 Pin sylvestre et pin laricio en forêt de Lamotte-Beuvron (PS 41 et PL 41).....	30
3.6.2.2 Sapin pectiné en forêts de Ban (SP 25) et de Saint-Hugon (SP 38).....	32
3.6.2.3 Hêtre en forêt des Hauts-Bois (HET 54a).....	32
4. Résultats par essence.....	35
4.1 Chêne pédonculé (CHP, <i>Quercus robur</i> L.).....	36
4.1.1 Structure de l'échantillonnage.....	36
4.1.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance.....	36
4.1.3 Années caractéristiques.....	36
4.2 Chêne sessile (CHS, <i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.).....	41
4.2.1 Structure de l'échantillonnage.....	41
4.2.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance.....	41
4.2.3 Années caractéristiques.....	41
4.3 Hêtre (HET, <i>Fagus sylvatica</i> L.).....	47
4.3.1 Structure de l'échantillonnage.....	47
4.3.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre et la croissance.....	47

4.3.3 Années caractéristiques	47
4.4 Douglas (DOU, <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco)	53
4.4.1 Structure de l'échantillonnage	53
4.4.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance	53
4.4.3 Années caractéristiques	58
4.5 Epicéa (EPC, <i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	58
4.5.1 Structure de l'échantillonnage	58
4.5.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance	58
4.5.3 Années caractéristiques	63
4.6 Mélèze (MEL, <i>Larix decidua</i> Mill.) et pin laricio de Corse (PL, <i>Pinus nigra</i> Arn. ssp. <i>Laricio</i> (Poir.) var. <i>Corsicana</i> (Loud.) Hyl.)	63
4.7 Pin maritime (PM, <i>Pinus pinaster</i> Ait.)	63
4.7.1 Structure de l'échantillonnage	63
4.7.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance	66
4.7.3 Années caractéristiques	66
4.8 Pin sylvestre (PS, <i>Pinus sylvestris</i> L.)	66
4.8.1 Structure de l'échantillonnage	66
4.8.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance	73
4.8.3 Années caractéristiques	73
4.9 Sapin pectiné (SP, <i>Abies alba</i> Mill.)	73
4.9.1 Structure de l'échantillonnage	73
4.9.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance	76
4.9.3 Années caractéristiques	76
5. Conclusions et perspectives	82
5.1 Construction des courbes âge régionales et standardisation des largeurs de cernes	82
5.2 Analyses des relations cerne-climat	83
5.3 Relations entre la croissance et la qualité du bois	84
5.4 Relations entre la croissance et la nutrition ou la fertilité de la station	84
5.5 Analyse minérale et isotopique des cernes	85
6. Bibliographie	86
Liste des figures	91
Liste des tableaux	94
List of figures	97
List of tables	100
7. Les fiches par peuplement	103

Résumé

La liste des tableaux et figures peut être consultée aux pages 91 à 96

Depuis 1991, l'Office National des Forêts a mis progressivement en place le Réseau National de Suivi à long terme des Ecosystèmes Forestiers (RENECOFOR). Parmi l'ensemble des opérations prévues sur les 102 placettes d'observation, l'étude dendrochronologique a pour objectif de retracer l'histoire des peuplements correspondants à travers la croissance radiale des arbres. Cette étude, programmée sur deux ans (1995-1996), devait permettre de préciser l'âge des peuplements, leur niveau moyen de croissance radiale et de mettre en évidence d'éventuelles crises antérieures de croissance. Pour cela, un maximum de 30 arbres dominants, différents des 52 déjà repérés pour les autres notations et mesures, a été échantillonné dans la zone neutre de chaque placette. Chaque arbre a été mesuré (circonférence à 1,30 m) et carotté à cœur à 1,30 m. Au total, 1475 feuillus (3 espèces ; 50 placettes) et 1554 résineux (7 espèces ; 52 placettes) ont été échantillonnés. Pour les 226 565 cernes correspondants, la largeur du bois initial et du bois final a été mesurée séparément grâce à un système vidéo informatisé spécifique ; la largeur totale étant la somme des deux mesures. L'agencement synchrone des séries individuelles de croissance a été vérifié à l'aide « d'années caractéristiques » (années pour lesquelles les arbres présentent un comportement remarquable) préalablement mises en évidence pour chaque placette. Par la suite, la courbe moyenne de croissance radiale de chaque peuplement a été calculée en faisant la moyenne des largeurs de cernes disponibles par date. Ces courbes de « référence » ont été construites à partir des données brutes non corrigées des effets des signaux basse fréquence (principalement de l'effet de l'âge d'élaboration du cerne sur sa largeur). Il est donc très hasardeux, voire inexact, d'interpréter toute éventuelle tendance sur le long terme. Ces courbes n'ont de valeur que si elles sont utilisées à des fins de datation et pour la mise en évidence des principales variations inter-annuelles de croissance.

Les résultats sont présentés sous forme de figures et de tableaux dans des synthèses générale et par espèce. Pour chaque placette, une fiche individuelle synthétise les principales caractéristiques dendrométriques du peuplement, et présente la courbe de référence dont l'allure générale est discutée.

Par placette, le nombre d'années caractéristiques varie de 1 à 59, ce qui correspond, selon la longueur de la chronologie disponible, à des pourcentages variant de 5% à 64% des cernes. En moyenne, il varie de 20% chez le douglas (7 placettes et 179 arbres) à 35% chez le hêtre (20 placettes et 598 arbres). L'année 1976, connue au niveau national pour sa sécheresse exceptionnelle, est l'année caractéristique majeure car elle apparaît, pour toutes les espèces, dans la grande majorité des sites. Elle se caractérise par des réductions moyennes de croissance de -27% à -38%. L'année 1958, particulièrement pluvieuse, est également notable car elle correspond à une forte croissance principalement pour les placettes de feuillus : +51% pour le chêne pédonculé, +58% pour le chêne sessile et + 59% pour le hêtre. D'une façon similaire, l'année 1986, caractérisée par des records de froid dans de nombreuses régions, est une année de faible croissance principalement chez les résineux : -32% pour le sapin, -34% pour l'épicéa et -23% pour le douglas. Une étude complémentaire devra être entreprise ultérieurement afin de préciser le déterminisme des années caractéristiques et de comparer le comportement des espèces entre elles et dans les différentes régions.

L'âge à 1,30 m en 1994 varie de 13 à 262 ans, mais la grande majorité des arbres est âgée de moins de 100 ans (13 arbres ont plus de 200 ans). D'une manière générale, l'âge moyen des peuplements âgés (> 90-100 ans), indiqué par les gestionnaires forestiers, est presque systématiquement sous-estimé, c'est-à-dire que les arbres sont plus vieux que l'âge annoncé (différence maximale observée de 88 ans pour la placette de pin laricio en Corse). De plus, bien qu'un des critères de choix des peuplements ait été leur régularité, et que tous les arbres échantillonnés aient été choisis selon les mêmes critères de dominance en hauteur et en diamètre (même aspect), certaines placettes présentent une amplitude des âges très importante : 168 ans pour une placette d'épicéa dans le Jura (EPC 39b) ; 106, 116 et 148 ans pour les placettes de sapin pectiné dans le Doubs (SP 25), en Isère (SP 38) et dans le Puy-de-Dôme (SP 63). Des erreurs d'appréciation de la structure forestière des peuplements ou la présence d'arbres préexistants sont invoquées pour expliquer ces résultats. Ces observations montrent que l'estimation des âges doit être effectuée avec la plus grande attention de façon à minimiser les risques (importants) d'erreur, et que l'âge moyen d'un peuplement peut cacher de très grandes disparités qui peuvent biaiser certaines analyses nécessitant sa prise en compte. L'accroissement radial moyen, calculé pour chaque arbre sur l'ensemble de la période mesurée, varie de 0,65 mm/an à 7,98 mm/an (1,1 à 4,8 pour le chêne pédonculé ; 1 à 4,4 pour le chêne sessile ; 0,8 à 5 pour le hêtre ; 3,6 à 7,5 pour le douglas ; 0,6 à 6,9 pour l'épicéa ; 0,9 à 1,6 pour le mélèze ; 1,1 à 5,4 pour le pin laricio ; 1,4 à 8 pour le pin maritime ; 1,1 à 5,5 pour le pin sylvestre ; 0,9 à 6,5 pour le sapin). Les 51 arbres présentant les plus faibles niveaux de croissance (<1 mm/an) sont des arbres âgés (de 133 à 262 ans). A l'opposé, 248 résineux âgés de 13 à 57 ans présentent une croissance radiale moyenne supérieure à 5 mm/an. Les changements de croissance observés suite aux éclaircies montrent que la sylviculture joue un rôle majeur dans le comportement actuel et passé des arbres. Des peuplements âgés et/ou fortement dominés sont capables de réagir brusquement et durablement à des éclaircies très tardives (SP 25 et 38 ; HET 21 et 54a).

Dès à présent, les résultats acquis lors de cette première phase descriptive permettent de caractériser le comportement passé et actuel des peuplements du réseau. Cependant, la compréhension des phénomènes observés nécessite des analyses ultérieures plus poussées prenant en compte l'ensemble des paramètres stationnels (climat, sol, nutrition...) récoltés sur les placettes permanentes.

Abstract

Figures and tables are listed on pp. 97 to 102

Since 1991, the French National Forest Office (Office National des Forêts) has steadily progressed in the installation of the French Permanent Plot Network for the Monitoring of Forest Ecosystems (RENECOFOR). One of the first studies covering all the 102 observation plots of the network is the present dendrochronological study, which aims to investigate the radial growth history of the stands. This study, to be done in two years (1995-1996), should allow to determine precisely the real age of the stands, their radial growth level and former growth crisis during the life of the stands before their integration in the network. In order to achieve this aim, a maximum of 30 dominant trees, which are different of the 52 permanently marked observation trees in the plots, were sampled in the bufferzone of each plot. On each tree a wood-core to the heart was taken and its circumference was measured at 1.30 m. A total of 1475 broad-leaved trees (3 species, 50 plots) and 1554 conifers (7 species, 52 plots) were sampled. On the 226 565 year-rings, the early and late wood were measured separately with the help of a specific computerised video system. The total annual growth is the sum of the two measurements. The individual tree-wise growth curves were synchronised with the help of « pointer years » (years in which the trees have a marked growth behaviour), which were determined in advance on each plot. Then, a mean growth curve was calculated for each plot. These « reference » curves were established using the raw data, which were not corrected for the effects of age or other long term signals. It would therefore be very dangerous to interpret a steady growth decline during the life of the stand as a sign of forest decline or a steady increase in growth as the effects of climate change. These curves can only be used for dating events and for determining annual growth variations.

The results are presented in figures and tables in a general and species-wise synthesis. For each plot, an individual identity card is presented, in which a synthesis of the dendrometric characteristics is made, together with the reference curve of the stand, which is discussed.

The number of pointer years varies between 1 and 59 in the different plots. Depending on the length of the chronology this corresponds to 5 to 64% of the year rings. As a mean, the number varies between 20% for douglas fir (7 plots and 179 trees) to 35% for beech (20 plots and 598 trees). The year 1976, known for its exceptional dryness, is the major characteristic year, because it appears for all species in almost all regions. This year showed growth reductions between -27% and -38%. The year 1958, especially rainy, is also remarkable because it caused a strong growth in the broad-leaved stands : +51% for *Quercus robur*, +58% for *Quercus petraea* and +59% for beech. Similarly, the very cold year 1986 in many regions, caused very low growth in conifer stands : -32% for silver fir, -34% for spruce and -23% for douglas fir. An additional study will have to be made in order to determine the cause-effect relationships of the characteristic years and in order to compare the behaviour within one species and between different regions.

In 1994, the age at 1.30 m varies between 13 and 262 years, but the majority of the trees is younger than 100 years (13 trees are more than 200 years old). The mean age of the older stands (>90-100 years), indicated by the local managers, is nearly always underestimated, which means that the trees are older than their announced age (highest observed difference : 88 years on the Corsican pine plot in Corsica). Furthermore, even if one of the selection criteria for the stands was a regular structure, and all the sampled trees were chosen using the same height and diameter dominance criteria (comparable aspect), some stands show a very high age amplitude : 168 years for a spruce plot in the French Jura (EPC39b) ; 106, 116 and 148 years for the silver fir plots in the Départements Doubs (SP25), Isère (SP38) and Puy-de-Dôme (SP63). Errors in the appreciation of the stand age structure and the presence of trees from the former stands are one of the reasons to explain these results. These observations show that an *ad hoc* age estimation must be made very carefully in order to minimise the (important) risks of errors. The mean age of a stand can hide important disparities causing bias to certain analysis, which need age as an input data. The mean radial growth, calculated for each tree over the whole measured period, varies between 0.65 and 7.98 mm/year (1.1 to 4.8 for *Quercus robur*; 1 to 4.4 for *Quercus petraea*; 0.8 to 5 for *Fagus sylvatica*; 3.6 to 7.5 for *Pseudotsuga menziesii*; 0.6 to 6.9 for *Picea abies*; 0.9 to 1.6 for *Larix decidua*; 1.1 to 5.4 for *Pinus nigra* laricio; 1.4 to 8 for *Pinus pinaster*; 1.1 to 5.5 for *Pinus sylvestris*; 0.9 to 6.5 for *Abies alba*). The 51 trees showing the lowest growth (< 1 mm/year) are old trees (from 133 to 262 years). On the other hand, 248 conifers, aged between 13 and 57 years, show a mean radial growth above 5 mm/year. The observed variations in growth show the major influence of thinning operations on the actual and past growth patterns. Some aged stands or strongly dominated trees are still able to react abruptly and on the long term to delayed thinning operations (SP 25 and 38; HET 21 and 54a).

At present, in this first descriptive stage, the results of the dendrochronological measurements allowed only to characterise the past behaviour of the stands of the network. Thus, in order to understand the observed phenomena it is necessary to proceed to further analysis, which will have to take into account all the environmental parameters (climate, soil, nutrition, etc.), collected on each plot.

Zusammenfassung

Die Titel der Tabellen und Abbildungen sind auf den Seiten 97 bis 102 ins Englische übersetzt

Seit 1991 haben die französischen Staatsforste (Office National des Forêts) das Langzeitüberwachungsmeßnetz der französischen Waldökosysteme (RENECOFOR) aufgebaut. Eine der ersten Studien, die auf allen 102 Beobachtungsflächen des Meßnetzes durchgeführt wurden ist die vorliegende dendrochronologische Studie, mit dessen Hilfe die radiale Zuwachsgeschichte der bestehenden Bestände zurückverfolgt werden soll. Die über zwei Jahre durchgeführte Arbeit (1995-1996), hatte zum Ziel sowohl das tatsächliche Alter und das mittlere Zuwachsniveau zu bestimmen, als auch eventuelle frühere Zuwachskrisen festzustellen. Dafür wurden in der Pufferzone jedes Bestandes bis zu 30 Bäume, die nicht zu den 52 markierten Beobachtungsbäumen gehören, beprobt. An jedem Baum wurde der Durchmesser in 1,30 m Höhe gemessen und eine, bis ins Herz gehende, Karotte entnommen. Insgesamt wurden 1475 Laubbäume (3 Arten, 50 Flächen) und 1554 Nadelbäume (7 Arten, 52 Flächen) beprobt. An den 226 565 Jahrringen wurde der Früh- und Spätholzzuwachs, mit Hilfe eines informatisierten Videosystems, gemessen. Der Gesamtjahreszuwachs entspricht der Summe der beiden Messungen. Die individuellen Zuwachsreihen wurden mit Hilfe von Weiserjahren (Jahre in denen die Bäume ein markantes Zuwachsverhalten haben) synchronisiert, die auf jeder Fläche vorher bestimmt wurden. Anschließend wurde eine mittlere Zuwachskurve pro Bestand, mit der für jedes Jahr verfügbaren Anzahl von Jahrringen, berechnet. Die resultierende Referenzkurve pro Bestand wurde ohne Ausschaltung des Alterseffektes, oder anderer Signale mit langzeitiger Frequenz, berechnet. Es ist daher sehr riskant, sogar unexakt, eine eventuelle langzeitige Zuwachsminderung als ein Anzeichen für ein beginnendes Absterben oder eine langzeitige positive Zuwachstendenz als Einfluß des Klimawechsels zu interpretieren. Die präsentierten Zuwachskurven können nur zur Charakterisierung der stärkeren jährlichen Zuwachsschwankungen und zur deren Datierung verwendet werden. Die Ergebnisse wurden in Form von Graphiken und Tabellen in einer generellen und baumartenweisen Synthese präsentiert. Für jede Fläche wurde zusätzlich eine individuelle synthetische dendrometrische Identitätskarte mit der Referenzzuwachskurve erstellt und diskutiert. Je nach Bestand variiert die Anzahl der Weiserjahre zwischen 1 und 59. Je nach der Länge der Chronologie entspricht dies 5% bis 64% der Jahrringe. Im Mittel variiert der Prozentsatz von 20% bei der Douglasie (7 Flächen und 179 Bäume) bis zu 35% bei der Buche (20 Flächen und 598 Bäume). Das Jahr 1976, bekannt für seine außergewöhnliche Trockenheit, kann als « das » Weiserjahr bezeichnet werden, da es bei allen Baumarten auf fast allen Flächen aufscheint. In diesem Jahr wurden im Mittel Zuwachsreduktionen von -27 bis -38% registriert. Im Jahr 1958, welches sehr regenreich war, wurde ein starker Zuwachs vor allem bei den Laubbäumen beobachtet: +51% bei der Stieleiche, +58% bei der Traubeneiche und +59% bei der Buche. Das Jahr 1986, mit seinen Kälterekorden in vielen Regionen, ist ein Jahr mit geringen Zuwächsen vor allem bei den Nadelbäumen: -32% bei der Tanne, -34% bei der Fichte und -23% bei der Douglasie. Eine zusätzliche Studie müsste durchgeführt werden um die Ursache-Wirkungs-Beziehungen der Weiserjahre und des Verhaltens der Baumarten untereinander und in den verschiedenen Regionen zu bestimmen. Das Alter in 1,30 m Höhe (im Jahr 1994) der untersuchten Bäume variiert von 13 bis 262 Jahre, aber der Großteil der Bäume ist jünger als 100 Jahre (13 Bäume sind mehr als 200 Jahre alt). Das mittlere Alter der älteren Bestände (>90-100 Jahre), welches von den Forstleuten aufgrund Ihrer Archive angegeben wurde wird systematisch unterschätzt. Das heißt, daß die Bäume älter sind als angegeben (die höchste beobachtete Differenz war 88 Jahre in einem korsischen Schwarzkiefern-Bestand auf Korsika). Außerdem, wenngleich auch eines der Auswahlkriterien die gleichmäßige Struktur der Bestände gewesen ist, und alle beprobten Bäume nach den gleichen Kriterien der Dominanz der Höhe und des Durchmessers (gleicher Aspekt) ausgewählt wurden, zeichnen sich in einigen Beständen große Unterschiede im Alter ab: 168 Jahre auf der Fichtenfläche in der französischen Jura (EPC39b); 106, 116, 148 Jahre auf den Tannenflächen in den Départements Doubs (SP25), Isère (SP38) und Puy-de-Dôme (SP63). Schätzungsfehler durch die Forstleute der wirklichen Altersstruktur oder die Präsenz von Bäumen des früheren Bestandes spielen eine Rolle um diese Ergebnisse zu erklären. Die Beobachtungen zeigen auch, daß eine *ad hoc* Schätzung des Alters mit größter Vorsicht gemacht werden muß, um das große Fehler-Risiko zu verringern. Das mittlere Alter der Bestände kann große Disparitäten verbergen, die die Ergebnisse gewisser Analysen, für die das Alter eine wichtige Eingangsgröße ist, verzerren können. Der mittlere radiale Zuwachs, variiert unabhängig von der Baumart zwischen 0,65 und 7,98 mm/Jahr (1,1 bis 4,8 mm bei *Quercus robur*; 1 bis 4,4 bei *Quercus petraea*; 0,8 bis 5 bei *Fagus sylvatica*; 3,6 bis 7,5 bei *Pseudotsuga menziesii*; 0,6 bis 6,9 bei *Picea abies*; 0,9 bis 1,6 bei *Larix decidua*; 1,1 bis 5,4 bei *Pinus nigra* laricio; 1,4 bis 8 bei *Pinus pinaster*; 1,1 bis 5,5 bei *Pinus sylvestris*; 0,9 bis 6,5 bei *Abies alba*). Die 51 Bäume mit dem geringsten Zuwachsniveau über die gesamte Messperiode (<1mm/Jahr) sind nur alte Bäume (133 bis 262 Jahre alt). Im Gegensatz dazu zeigen 248 Nadelbäume, mit einem Alter zwischen 13 und 57 Jahren, Zuwächse > 5 mm/Jahr. Die beobachteten Zuwachsveränderungen nach Durchforstungen zeigen deren bedeutende Rolle im aktuellen und vergangenen Verhalten der Bäume. Alte und/oder stark dominierte Bäume sind fähig abrupt und dauerhaft auf sehr späte Durchforstungen zu reagieren (SP 25 und 38; HET 21 und 54a). In dieser ersten beschreibenden Phase erlauben die Ergebnisse nur eine Charakterisierung des aktuellen oder vergangenen Verhaltens der Bestände des Meßnetzes. Um jedoch die beobachteten Phänomene verstehen zu können, sind zusätzliche tieferegehende Analysen notwendig die auch die standörtlichen Parameter in Betracht ziehen.

1. Introduction

Depuis 1991, l'Office National des Forêts a mis progressivement en place le Réseau National de Suivi à Long Terme des Ecosystèmes Forestiers (RENECOFOR). L'objectif de ce réseau d'observation est de fournir une base objective permettant de suivre l'évolution, sur au moins trente ans, de nombreux facteurs influençant les écosystèmes forestiers et de détecter puis d'interpréter d'éventuels dysfonctionnements (Ulrich 1995 ; ONF 1996). Le réseau, qui est constitué par un ensemble de 102 placettes permanentes, inclut les 10 principales essences forestières françaises : chênes pédonculé et sessile, hêtre, épicéa, douglas, mélèze, pin laricio, pin maritime, pin sylvestre et sapin (Fig. 1a & b). Les placettes ont été installées dans des peuplements représentatifs des forêts de production des différentes régions françaises, dans des conditions moyennes aussi bien pour l'altitude que pour le type de station ou le traitement sylvicole. Chaque placette est constituée d'une zone centrale clôturée d'un demi-hectare et est entourée d'une zone neutre d'environ 30 mètres.

Un certain nombre d'opérations sont prévues sur l'ensemble du réseau à des périodicités variables (voir synthèse dans ONF 1996). L'une d'elle est l'étude dendrochronologique des 102 placettes d'observation. L'objectif de cette étude est de retracer l'histoire des peuplements correspondants à travers la croissance radiale des arbres. En effet, avant tout suivi à long terme, il est apparu essentiel de dresser une "carte d'identité" initiale de la croissance afin de savoir comment ces peuplements s'étaient développés jusqu'à l'installation du réseau.

Programmée sur deux ans (1995-1996), l'étude devait permettre de préciser l'âge des peuplements et leur niveau moyen de croissance radiale, et de mettre en évidence d'éventuelles crises antérieures de la croissance. En effet, la connaissance des crises passées peut permettre de comprendre le comportement actuel de certains peuplements ainsi que leur sensibilité aux extrêmes climatiques comme les sécheresses ou les froids hivernaux.

L'objectif de ce rapport est de présenter une synthèse des résultats de l'étude dendrochronologique menée sur les 10 espèces et les 102 placettes, ainsi que les fiches synthétiques détaillées de chaque placette. L'objectif n'est pas d'analyser les interactions entre la croissance radiale et les paramètres stationnels divers tels que le type de station, la nutrition minérale, l'état sanitaire ou encore le climat, ainsi que d'une éventuelle dérive à long terme de la croissance radiale. Une telle analyse nécessite la mise en œuvre de techniques d'analyse multivariante, qui dépassent le cadre de cette étude, et l'utilisation de données stationnelles complètes qui seront disponibles seulement à partir de 1997.

La première partie du rapport est consacrée à la présentation de la méthodologie mise en œuvre. Les paragraphes suivants constituent une synthèse des résultats sur l'ensemble du réseau et par espèce, suivie d'une liste, non exhaustive, des analyses ultérieures pouvant être envisagées à partir des données de croissance radiale. Enfin, la dernière partie présente les 102 fiches individuelles classées par espèce et département.

Fig. 1a. Localisation des placettes permanentes d'observation de RENECOFOR.

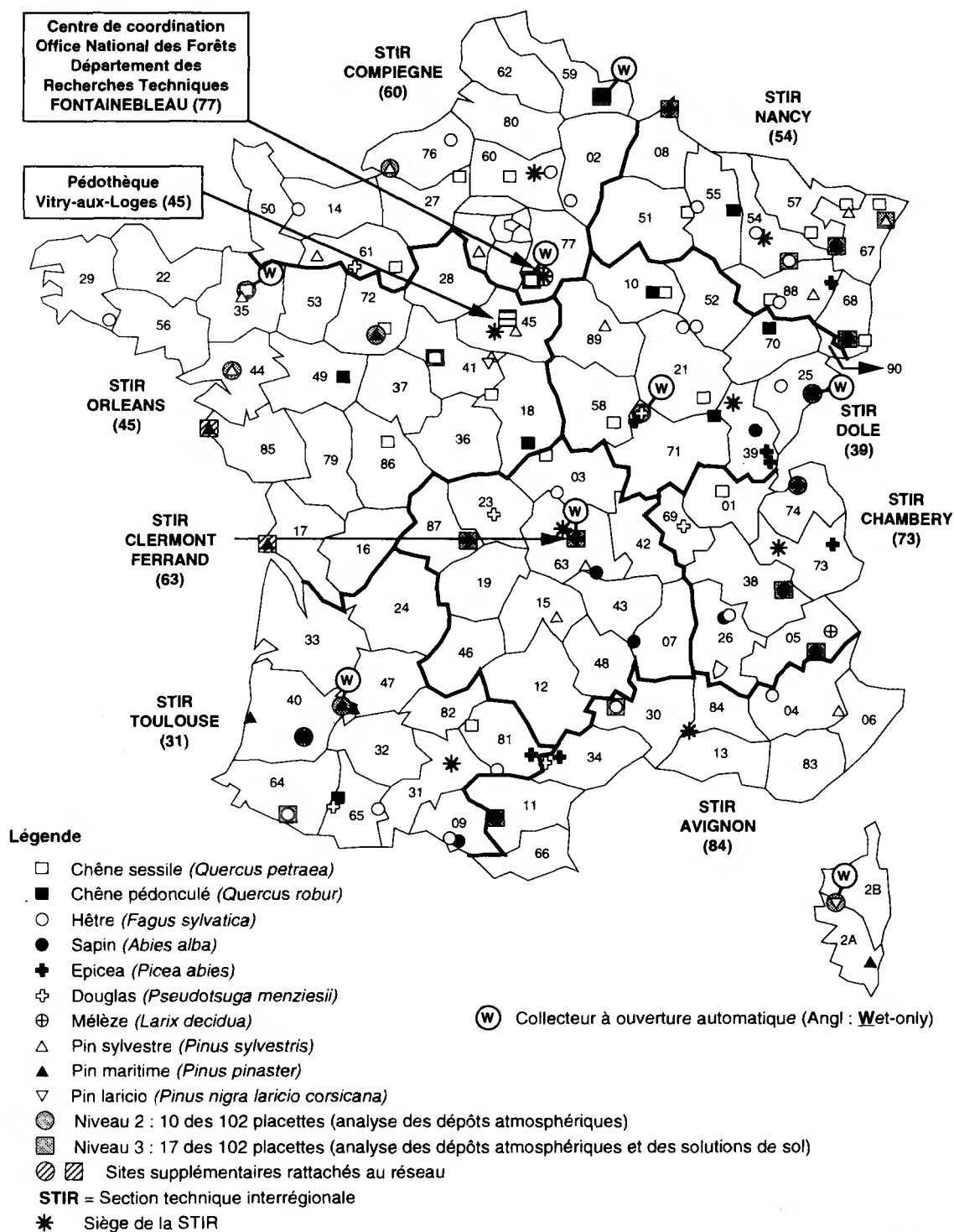
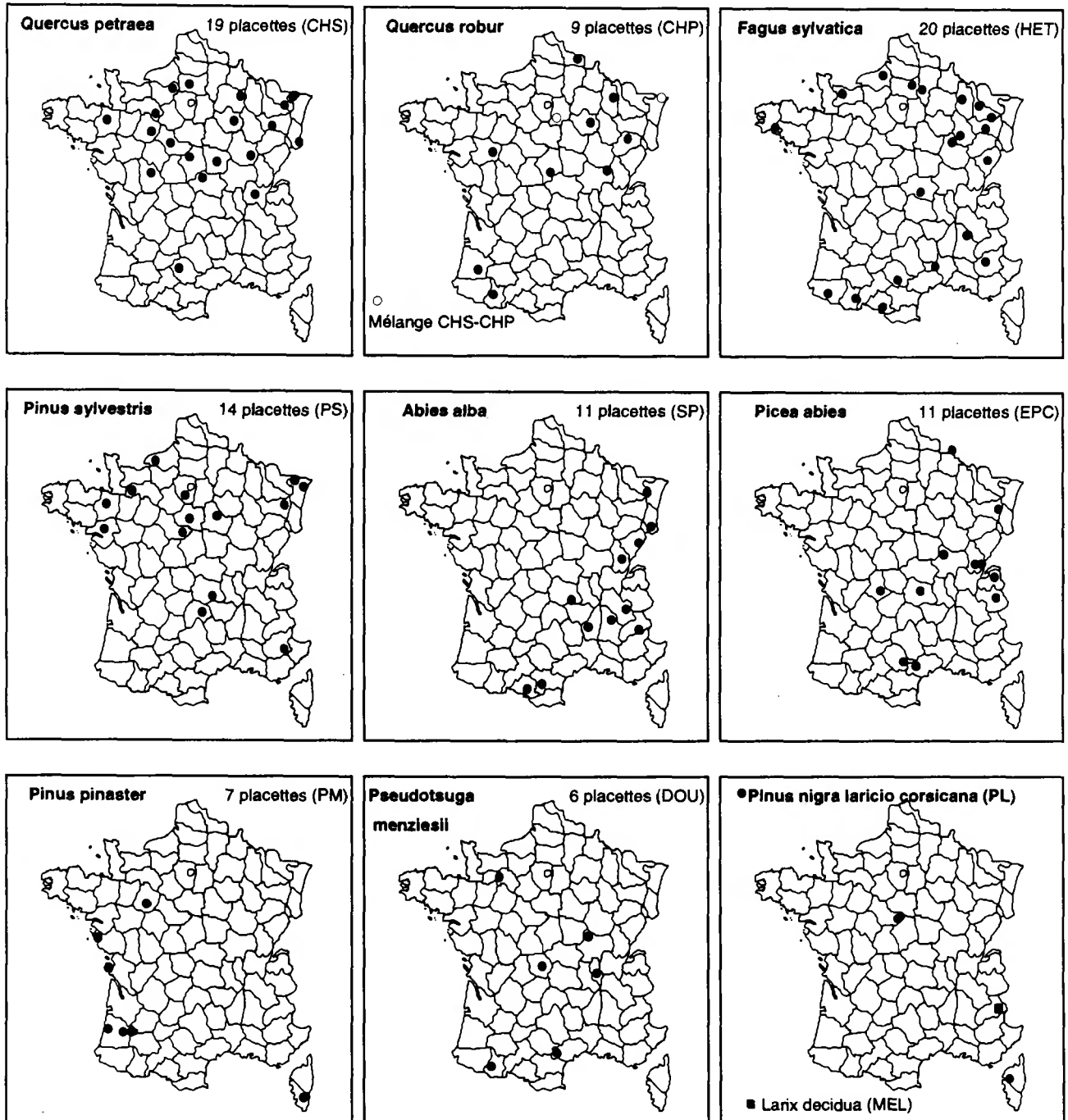


Figure 1 : Localisation et type de placettes permanentes du réseau RENECOFOR.

Fig. 1b. Localisation géographique par espèce des 102 placettes de RENECOFOR.



2. Matériel et méthodes

2.1 Historique et définitions de la dendrochronologie

Bien qu'au XV ième siècle, Léonard de Vinci s'intéressât déjà aux cernes, c'est le physicien et astronome américain A.E. Douglass qui, au début du siècle, inventa la **dendrochronologie** (du grec: *dendron* = arbre ; *kronos* = le temps ; *logos* = l'étude) (Schweingruber 1983). La dendrochronologie est une science qui repose sur la mesure des largeurs des cernes annuels de croissance et sur leur datation précise (Fritts 1976 ; Fritts & Swetnam 1986 ; Becker et al. 1988 ; Guibal 1991). D'abord principalement utilisé dans des disciplines telles que l'archéologie ou la climatologie pour la datation précise d'arbres "fossiles" ou la reconstruction du climat passé (Baillie 1982 ; Hughes et al. 1982 ; Briffa et al. 1990 ; Hughes & Brown 1992 ; Lara & Villalba 1993), cet outil est de plus en plus utilisé pour étudier l'environnement et détecter ses changements (Innes 1991 ; Becker et al. 1995a ; Badeau et al. 1996 ; Lebourgeois & Becker 1996 ; Luckman 1996 ; Spiecker et al. 1996). Cette approche a d'ailleurs été essentielle dans la compréhension des dépérissements forestiers observés récemment aussi bien en Europe qu'en Amérique du Nord (Cook et al. 1987 ; Innes & Cook 1989 ; Kairiukstis & Stravinskiene 1992 ; Bert 1993 ; Landmann 1993 ; Leblanc 1993 ; Lebourgeois et al. 1993 ; Gandolfo & Tessier 1994 ; Becker et al. 1995b). A l'heure actuelle, sous le terme dendrochronologie sont regroupées toutes les disciplines qui utilisent directement ou indirectement l'information "date" contenue dans une série chronologique de cernes. Ces disciplines concernent aussi bien la climatologie (on parle alors de dendroclimatologie) que l'écologie (dendroécologie) ou encore la chimie (dendrochimie), et sont étroitement liées les unes aux autres... (Beekman 1993).

2.2 Le cerne et ses facteurs de variation

Dans les régions où le climat impose à la végétation des saisons de croissance et des périodes de repos bien marquées, les arbres élaborent chaque année, dans leurs différents compartiments ligneux, un anneau de croissance ou cerne annuel, qui résulte de l'activité d'une assise génératrice de cellules, le cambium. La largeur est un des principaux paramètres utilisés pour décrire un cerne. Celle-ci va dépendre d'un très grand nombre de facteurs liés à l'arbre lui-même (espèce, âge, concurrence intra- ou interspécifique...) ou à son environnement (type de station, climat, attaque parasitaire, interventions humaines...). Les largeurs de cernes sont donc des **intégrateurs** complexes des caractéristiques intrinsèques de l'arbre et de ses **conditions environnementales** de croissance.

Classiquement, le cerne élaboré au temps t est considéré comme la résultante d'une combinaison linéaire de plusieurs **signaux** (Graybill 1982 ; Cook 1987, 1990 ; Dupouey et al. 1992) :

$$R_t = A_t + C_t + D1_t + D2_t + E_t$$

où,

R_t représente la largeur mesurée du cerne ;

A_t correspond à l'effet de l'âge d'élaboration du cerne (=âge cambial) sur son accroissement. D'une manière générale, l'arbre élabore des cernes larges dans son jeune âge. Par la suite, ses accroissements sont plus fins puis se stabilisent jusqu'à sa mort ;

Ct exprime les effets du climat régional ou local ;

D1t correspond aux conditions stationnelles locales telles que la fertilité du milieu, la sylviculture, les attaques parasitaires, l'alimentation en eau... dont les effets ne sont pas obligatoirement identiques pour tous les arbres du même site (variations microstationnelles) ;

D2t intègre les perturbations régionales qui affectent l'ensemble des arbres du peuplement. Ce signal reflète les effets à plus long terme des changements (relativement lents) des conditions environnementales de croissance des arbres. Il prend en compte des modifications du type pollutions atmosphériques (dépôts azotés, pluies acidifiantes, concentrations en ozone...), augmentation de la teneur en CO₂, évolution des pratiques sylvicoles... ;

Et est le signal aléatoire caractérisant la variabilité propre à chaque arbre, ou celle non prise en compte par les autres signaux (potentiel génétique de l'arbre, erreurs de mesure...).

Les Figures 2a à 2p présentent des profils de croissance de certains arbres du réseau qui illustrent les effets de ces différents signaux endogènes et exogènes. Comme le montrent les différents graphes, le comportement individuel des arbres est très variable au cours du temps. La croissance peut diminuer (effet de l'âge ; Fig. 2a à 2c), être stable (Fig. 2d à 2f) ou augmenter (Fig. 2g à 2j). Les effets de la concurrence interspécifique et de la sylviculture apparaissent nettement dans les dendrogrammes suivants. En ce qui concerne les sapins (Fig. 2k à 2m), les augmentations brutales de croissance observées sont la résultante de la mise en lumière de ces arbres préexistants suite à la coupe des arbres dominants de la placette (hêtre et épicéa notamment). Ces exemples illustrent parfaitement la capacité du sapin à pousser sous couvert pendant plusieurs dizaines d'années (espèce dryade), mais également sa forte capacité de réaction même à un âge avancé. Nous reviendrons sur ces cas particuliers dans le paragraphe 3.

2.3 Le choix de l'information à traiter : notion d'échelles de temps

L'ensemble des signaux évoqués précédemment agit sur les accroissements radiaux à des **échelles de temps** ou **fréquences** différentes. Classiquement, l'analyse des séries chronologiques peut se faire à 3 échelles (Fig. 3) :

- l'**échelle inter-annuelle** ou **haute fréquence** intègre les variations annuelles de croissance des arbres. Celles-ci concernent la physiologie de l'espèce et ont pour origines les fluctuations aléatoires des conditions environnementales tel que le climat (facteur principal) ou les perturbations ponctuelles comme les incendies, les attaques de parasites... ;

- l'**échelle de la décennie** ou **moyenne fréquence** permet de mettre en évidence les variations de croissance sur plusieurs années. Ces fluctuations peuvent être là encore d'origine climatique (crises de croissance dans le cas de sécheresses répétées, d'arrière-effets...), mais également être la résultante des pratiques sylvicoles (forte éclaircie, éclaircie sélective...) ou de phénomènes de dépérissement ;

- l'**échelle du siècle** (ou plus...) ou **basse fréquence** intègre les variations à très long terme. Celles-ci concernent les tendances de croissance dues à l'âge (décroissance biologique normale des largeurs de cernes quand l'arbre vieillit), mais également les variations lentes et continues des conditions environnementales (évolution de la sylviculture, pollutions atmosphériques, dérive climatique...).

Fig. 2a à 2h. Exemples d'évolution des largeurs de cernes pour différents arbres du réseau.

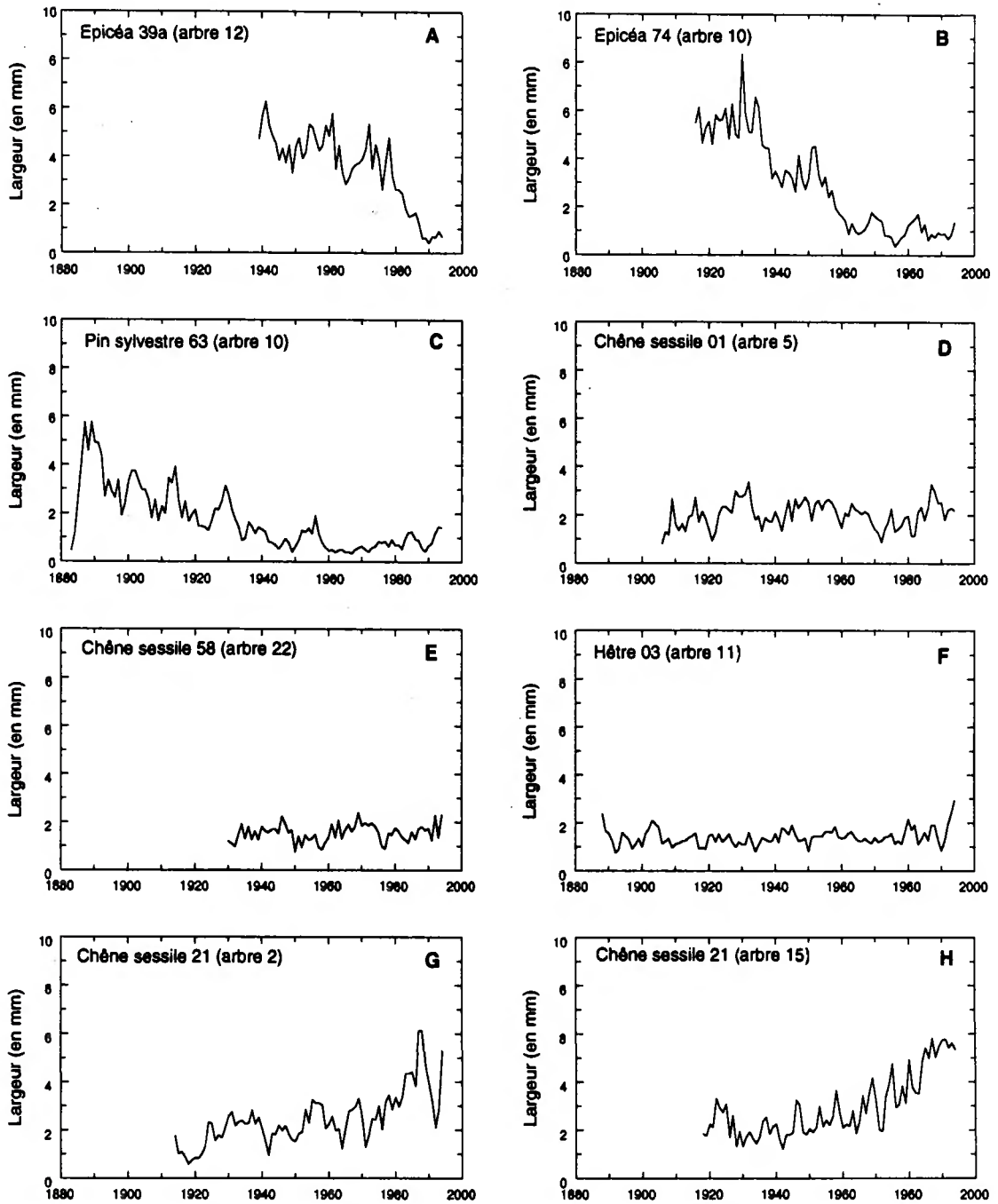


Fig. 2i à 2p. Exemples d'évolution des largeurs de cernes pour différents arbres du réseau.

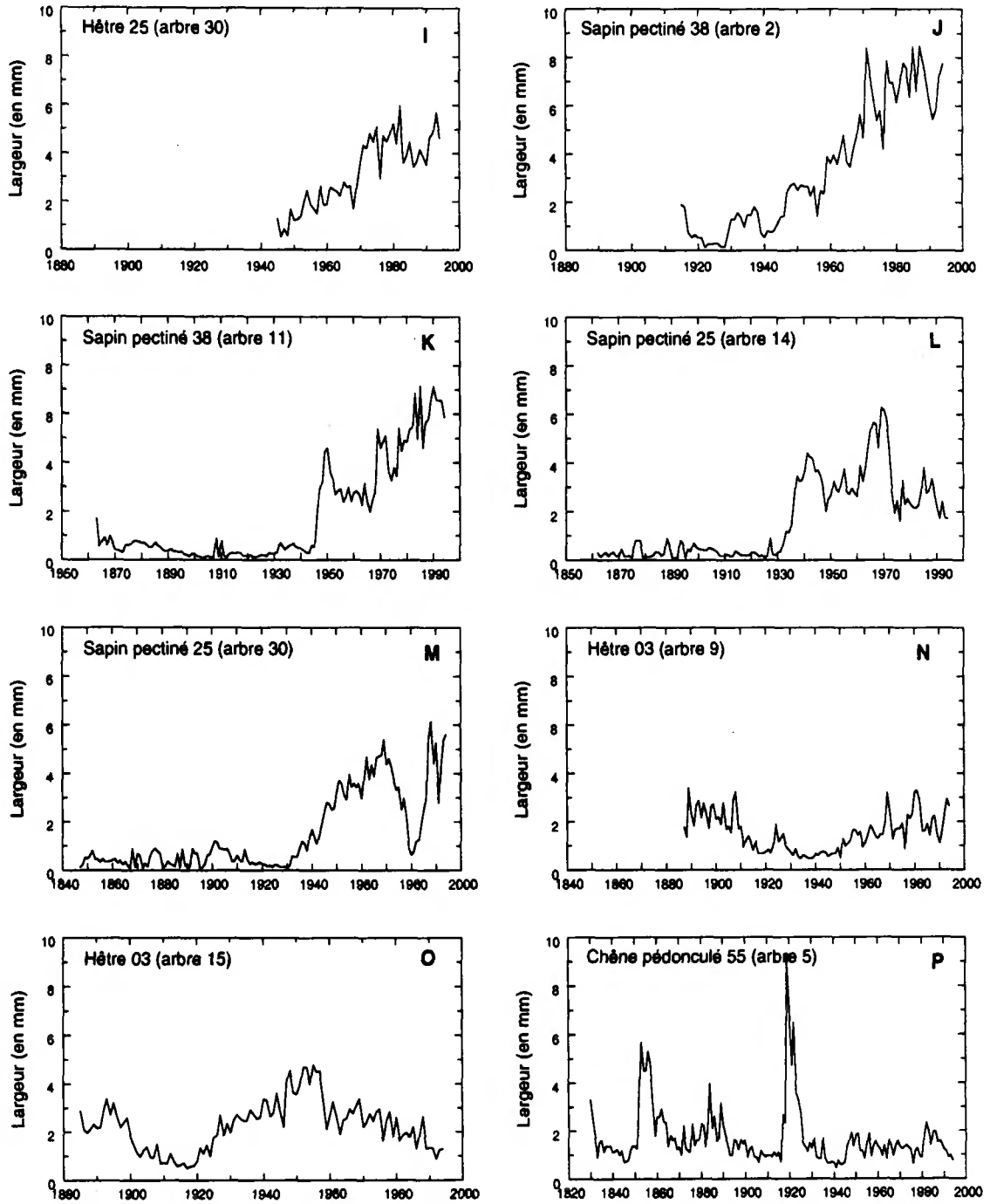


Fig. 3. Représentation des différentes échelles de temps (ou fréquences) étudiées en dendrochronologie.

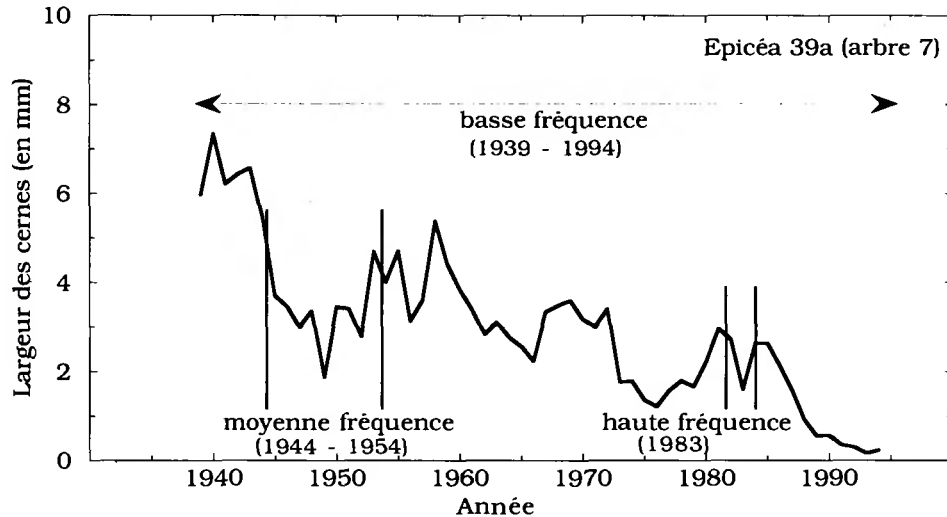
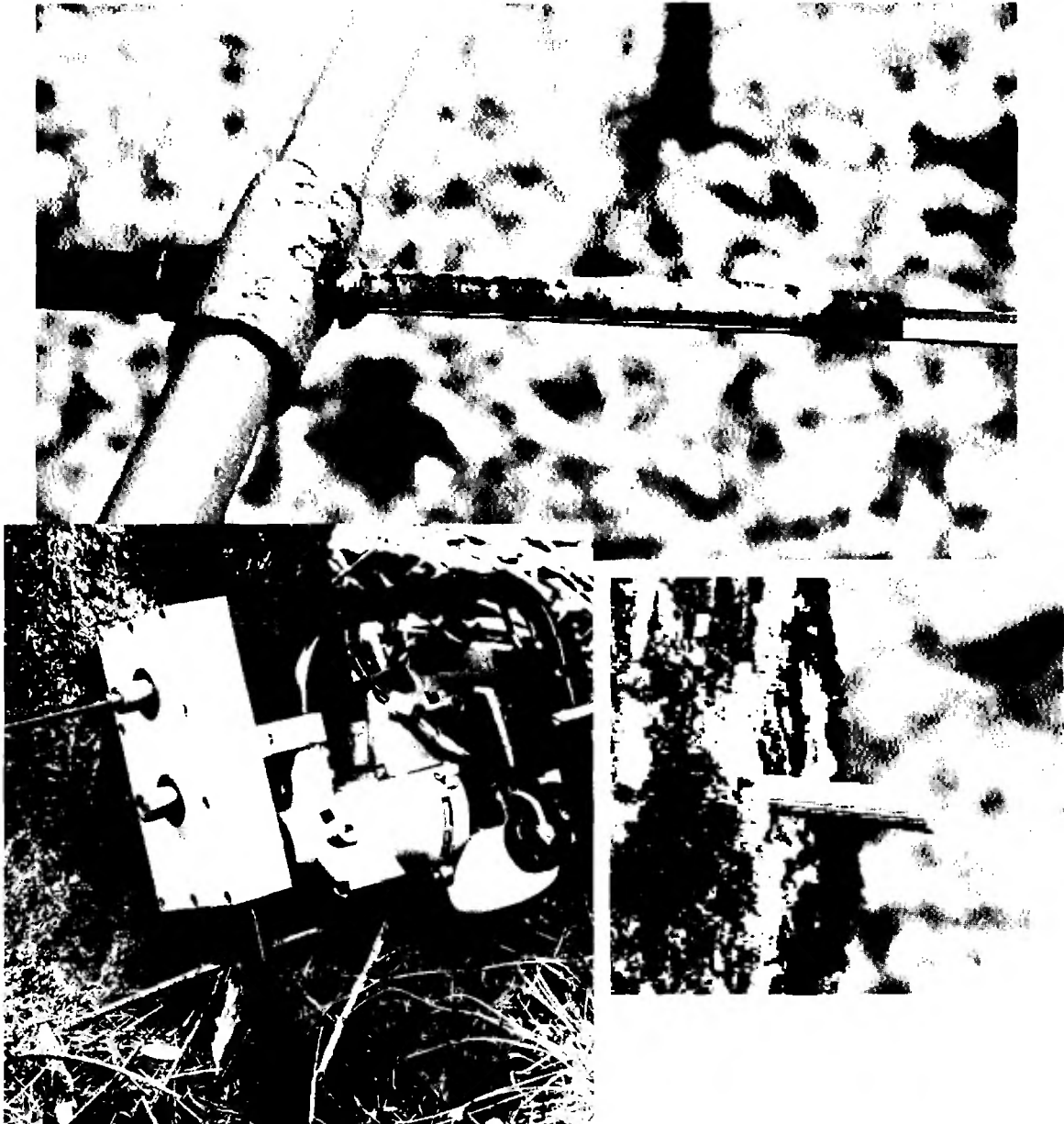


Fig. 4. Carottage manuel ou motorisé à l'aide d'une tarière de Pressler (5 mm de diamètre intérieur et 40 cm de long) et rebouchage des trous de sondage par des tourillons de hêtre préalablement désinfectés au mercurothiolate de sodium. La plaie de l'écorce est étanchéifiée grâce à un cicatrisant (Photos : F. Lebourgeois).



Ces notions d'échelles de temps sont extrêmement importantes car les méthodes employées pour analyser les différents signaux dépendent de la fréquence à laquelle on désire les étudier (Tessier 1989 ; Graumlich 1991 ; Biondi 1993 ; Becker et al. 1994). Selon les buts recherchés, les paramètres de l'équation présentée ci-dessus constitueront soit le **signal** à étudier ou le **bruit de fond** à éliminer. A l'heure actuelle, les techniques d'analyse des signaux haute et moyenne fréquences sont très évoluées et concernent principalement l'analyse des relations cerne-climat (Briffa et al. 1983, 1986). Les signaux basse fréquence, non liés aux effets de l'âge des arbres, restent en revanche peu étudiés (Hari et al. 1984 ; Innes 1991 ; Bert 1992 ; Badeau et al. 1995 ; Becker et al. 1995b ; Lebourgeois & Becker 1996), et les méthodes "d'extraction" de ces signaux sont encore largement discutées (Wigley et al. 1987 ; Dupouey et al. 1992 ; Badeau 1995).

Cette étude n'ayant pas pour objectif de rechercher et d'analyser les facteurs déterminant les fluctuations de croissance des arbres, les signaux haute et moyenne fréquences seront simplement analysés "visuellement", c'est-à-dire que l'on observera simplement sur les profils moyens de croissance de chaque placette les années ou séquences d'années présentant un comportement particulier. En ce qui concerne les signaux basse fréquence, ils ne seront pas étudiés, car leur analyse nécessite la mise en œuvre de techniques particulières et surtout des conditions d'échantillonnage qui ne sont pas celles de ce présent travail (Becker 1989 ; Bert 1992 ; Badeau 1995 ; Lebourgeois 1995) (voir paragraphe 5). Ainsi, une diminution continue de la croissance radiale au cours du temps ou, au contraire, une forte augmentation ne devra en aucun cas être interprétée directement comme un phénomène de dépérissement dans le premier cas ou l'expression de l'effet stimulant du CO₂ dans le second !

2.4 Choix des arbres et prélèvements des carottes

L'analyse de la croissance radiale repose sur le prélèvement dans chaque arbre d'un bâtonnet de bois ou "carotte" sur lequel les cernes annuels de croissance peuvent être identifiés. Pour cette étude, un maximum de 30 arbres dominants et bien conformés ont été échantillonnés dans la zone neutre de chaque placette. Ils ont été choisis de façon à minimiser les risques d'hétérogénéité stationnelle. Chaque arbre a été mesuré (circonférence à 1,30 m), repéré à la peinture rouge (numéros de 201 à 230) et localisé sur un plan. Afin de ne pas perturber la dynamique normale du peuplement, ces arbres seront soumis à la même gestion sylvicole que les autres arbres de la placette. Il est donc possible que dans 30 ans, certains des arbres sélectionnés aujourd'hui aient disparu.

Les 30 arbres échantillonnés, différents des 52 déjà repérés pour les diverses notations et prélèvements annuels, ont été carottés à coeur à 1,30 m à l'aide d'une tarière de Pressler (manuelle ou motorisée) de 5 mm de diamètre intérieur (Fig. 4). Le carottage a été effectué le plus souvent selon la direction est-ouest (choisie arbitrairement) en évitant toutefois les défauts visibles sur le tronc (gélivures, blessures...) et le bois de réaction (compression - tension) dans le cas de forte pente. Dans ce dernier cas, le carottage s'est fait parallèlement aux courbes de niveau. Après extraction, les trous de sondage ont été rebouchés par une baguette de hêtre préalablement désinfectée au mercurothiolate de sodium (fongicide), et la plaie de l'écorce étanchéifiée par un cicatrisant (Fig. 4). Chaque carotte retenue a été identifiée par le code de l'espèce, le numéro de la placette (département dans lequel la placette se situe) et de l'arbre (201 à 230) (Par exemple : CHP 40 201). Au cours de cette étude, il a fallu extraire en moyenne 2,5 carottes par arbre pour en avoir une passant au coeur ; le nombre maximum de carottes prélevées pour un seul arbre ayant été de 9 dans un pin sylvestre en forêt de Lamotte-Beuvron (PS 41) !

La représentativité de la chronologie moyenne repose sur le nombre de séries individuelles ayant servi à sa construction. Plus ce nombre est grand et plus les risques de biais relatifs aux variations individuelles et stationnelles sont réduits (Fritts 1976 ; Duplat & Perrotte 1981 ; Fritts & Swetnam 1986). Ainsi, nous avons préféré extraire une carotte sur 30 arbres plutôt que de limiter le nombre d'arbres à 15 en prélevant deux carottes sur chacun d'eux. Dans la majorité des cas, 30 arbres ont pu être échantillonnés dans la zone neutre. Cependant, pour certaines placettes l'effectif est plus faible, avec un minimum de 23 arbres échantillonnés pour la placette CHS 68 (Forêt de la Harth - Haut-Rhin) (Fig. 5).

La limite de l'aubier a également été notée en observant par transparence la carotte juste après extraction du tronc. La lumière traverse la partie humide de l'aubier (partie du bois dans laquelle circule la sève brute), lui donnant un aspect translucide, et ne traverse pas le bois de coeur (biologiquement inactif). Au laboratoire, la distance entre l'écorce et la marque indiquant la limite bois de coeur/bois d'aubier a été mesurée en mm. Dans des études précédentes (Becker 1987 ; Bert 1992 ; Lebourgeois 1995), ce critère simple s'est révélé être un bon indicateur de la vitalité des peuplements. L'aubier a été noté pour toutes les espèces excepté pour le hêtre qui ne présente pas de différence nette et systématique de coloration du bois au moment de l'extraction.

Le carottage s'est déroulé sur deux années. Une première période de mars à septembre 1995 pendant laquelle 82 peuplements ont été visités (alternance de deux semaines de terrain et une semaine de laboratoire). Une deuxième et troisième périodes en mai et septembre 1996 qui ont permis d'échantillonner les 20 placettes restantes. Au total, **3029 arbres** ont été échantillonnés pour une longueur totale de carottes de **513,3 mètres** (soit environ 1500 mètres si l'on considère également les carottes ratées !).

2.5 Préparation des carottes et mesures des accroissements annuels

Avant la mesure des cernes proprement dite, chaque carotte a été soigneusement planée. Le planage se fait après réhumidification de la carotte, et dans le plan perpendiculaire au fil du bois. Cette opération consiste à éliminer à l'aide d'une lame tranchante environ 1/3 de l'épaisseur des échantillons (Fig. 6). Un planage soigné assure une parfaite observation des moindres détails de la structure du bois, et permet de mettre en évidence d'éventuels cernes très fins. Afin de faciliter les mesures et de minimiser les risques d'erreur lors de la saisie, les années « rondes » (1990, 1980, 1970...) ont été repérées sur chaque carotte par un trait au crayon.

Le carottage des premiers arbres ayant eu lieu à partir de mars 1995, les cernes 1995 et 1996 étaient absents ou incomplets pour la grande majorité des arbres. Il n'ont donc pas été pris en compte dans l'analyse. Le **premier cerne complet** mesuré étant celui de **1994**, l'âge (à 1,30 m) considéré des arbres est celui de 1994 et non celui en 1995 ou 1996.

Pour les carottes ne passant pas exactement à la moelle, l'estimation de l'âge de l'arbre a été améliorée par une technique couramment utilisée au laboratoire depuis plusieurs années. La distance séparant le coeur de l'arbre et le bord interne du dernier cerne mesuré est estimé en superposant à la carotte une mire transparente sur laquelle des cernes concentriques ont été tracés (Fig. 7). On recherche alors la position idéale de la carotte sous cette mire en faisant coïncider les rayons de courbure des cernes avec ceux des cercles de la mire. La distance séparant le bord du dernier cerne mesuré et le coeur présumé est mesurée. Cette distance est alors convertie en nombre de cernes en divisant cette longueur par la largeur moyenne des 5 derniers cernes mesurés.

Fig. 5. Effectif de placettes par nombre d'arbres échantillés (n=102 placettes ; n=3029 arbres).

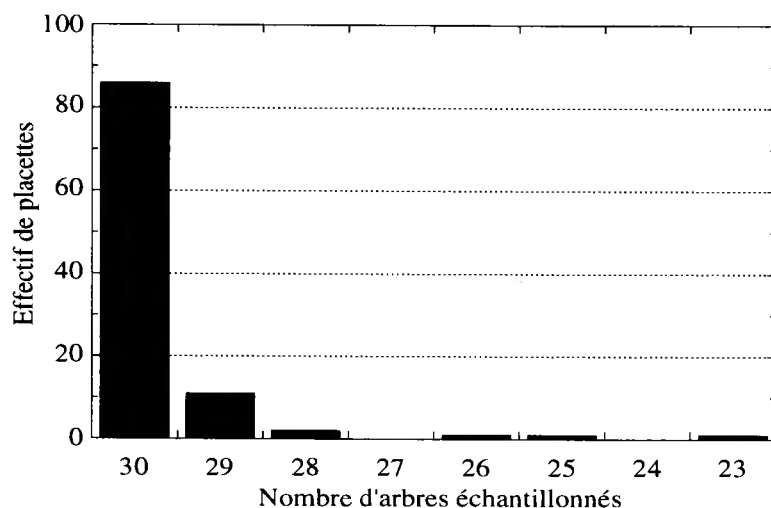


Fig. 6. Planage des carottes à l'aide d'une lame tranchante (Photo : F. Lebourgeois).

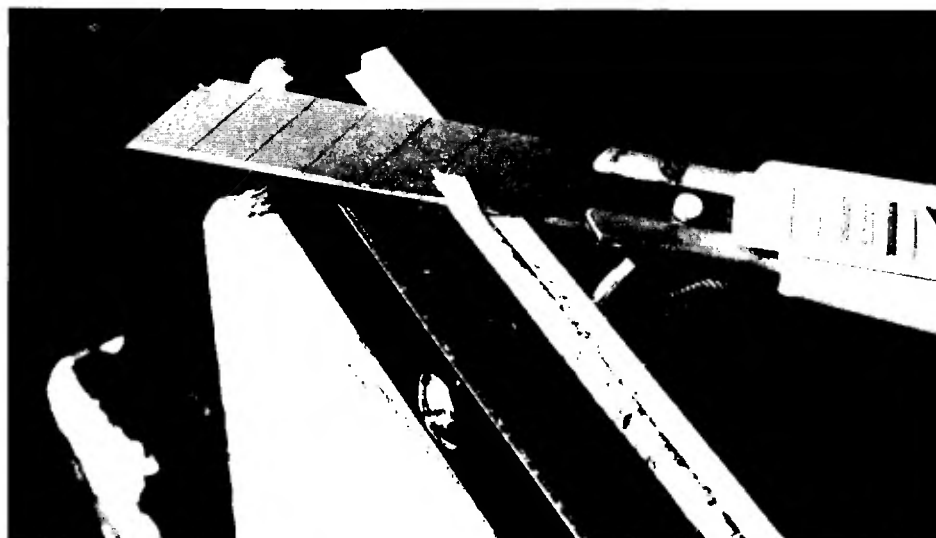


Fig. 7. Principe de l'estimation de l'âge de l'arbre dans le cas où la carotte ne passe pas exactement au cœur. Le nombre de cernes ajoutés est égal au rapport entre la distance estimée et la moyenne des largeurs des 5 derniers cernes mesurés.

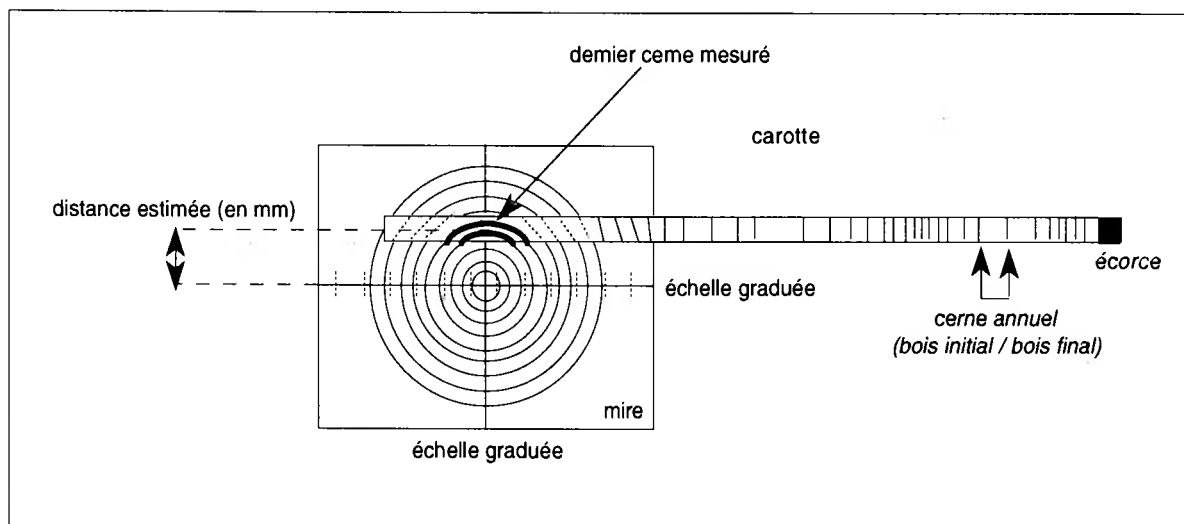


Fig. 8. Système de mesure des largeurs de cernes (Photo : F. Lebourgeois).

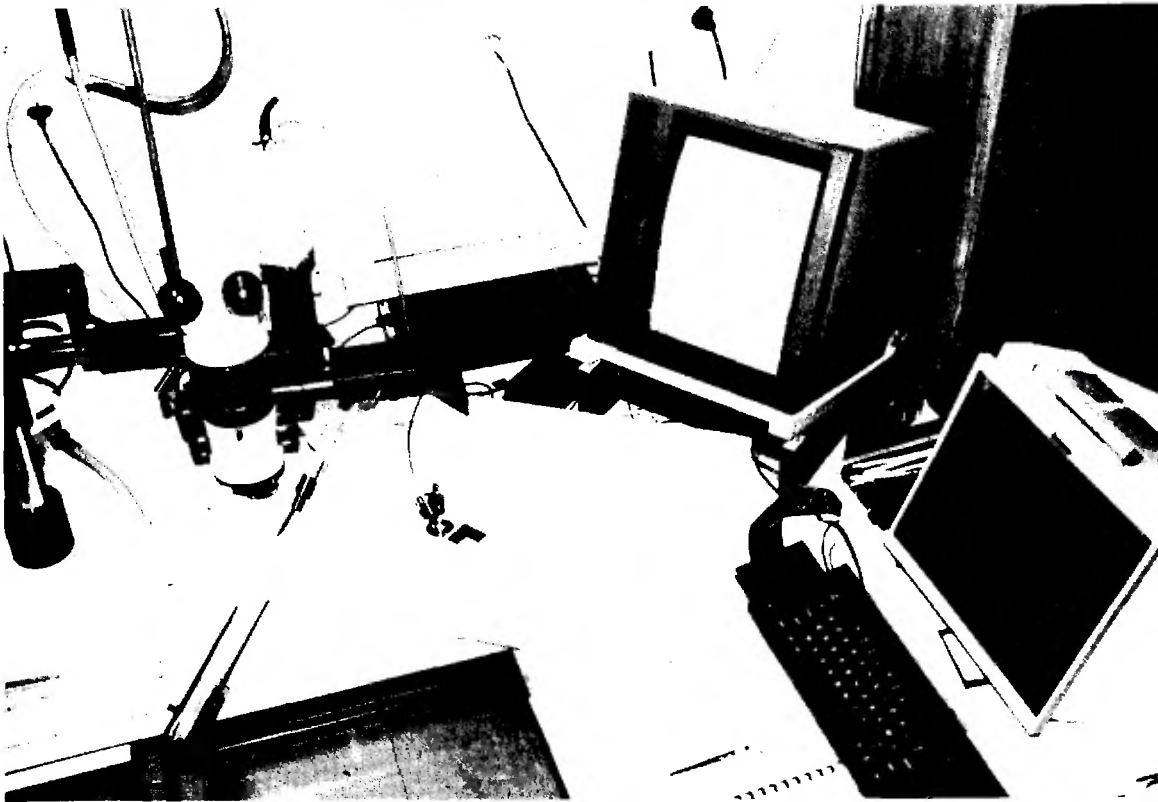
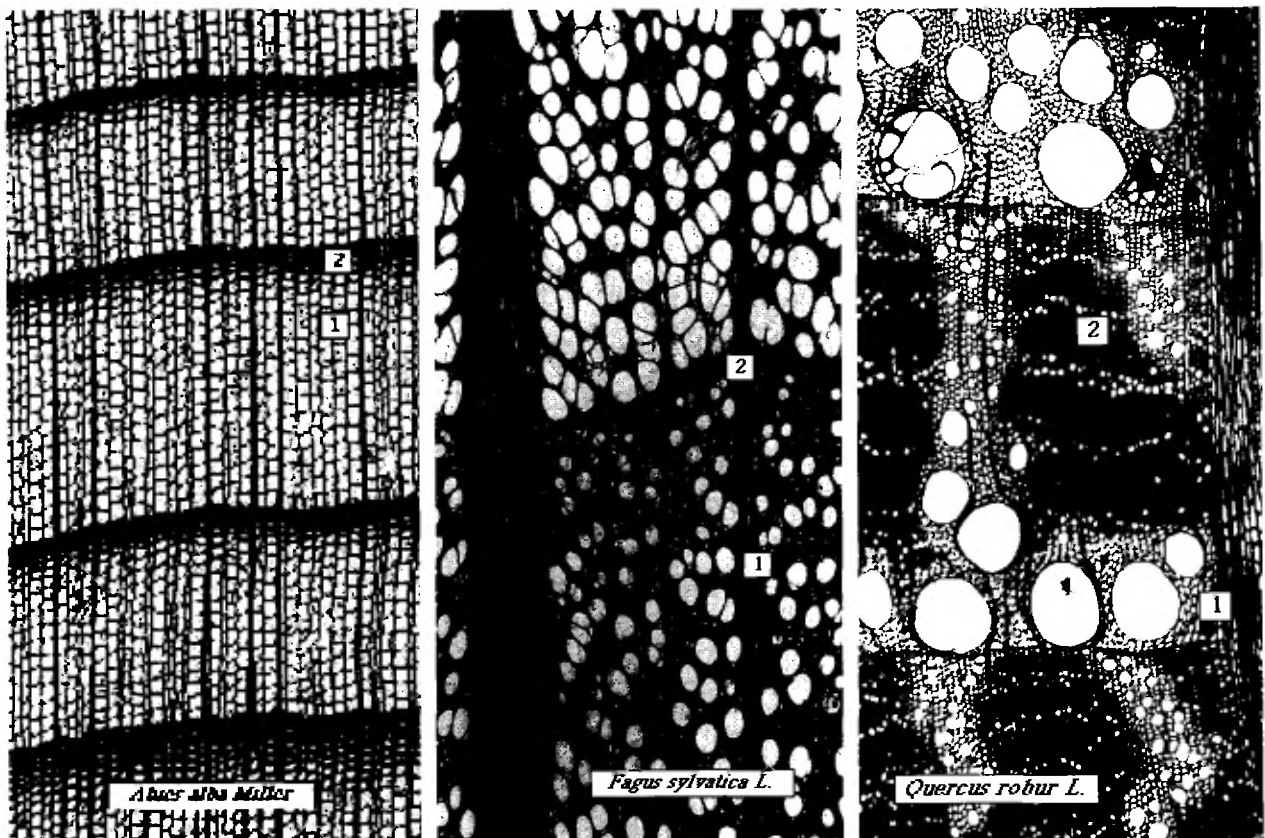


Fig. 9. Anatomie du bois de sapin, hêtre et chêne pédonculé (x 40)
(1 : BI = bois initial ; 2 : BF = bois final) (d'après Schweingruber 1990).



La méthode permet de retrouver assez fidèlement l'âge de l'arbre à 1,30 m, mais ces cernes estimés sont exclus des analyses.

Le système de mesure des largeurs des cernes est présenté dans la Fig. 8. Un total de **226 565 cernes** a été mesuré au centième de millimètre à l'aide d'un système vidéo-informatisé spécifique mis au point par M. Becker. L'image grossie de la carotte est transmise à un écran de type "télévision" (1). Un viseur lumineux (2) relié à une table à digitaliser (3) se superpose à celle-ci grâce à un système de chambre claire (4). L'opérateur déplace ce viseur le long de l'image de la carotte en appuyant sur une touche à chaque limite de cerne. L'impulsion ainsi produite permet au micro-ordinateur (5) gérant la table à digitaliser de calculer le déplacement effectué par le viseur. Cette distance, dépendante de l'échelle de grossissement, est directement convertie en largeur de cerne réelle et encodée sur support informatique. Elle est visualisée sur l'écran du micro-ordinateur sous forme d'un bâtonnet lumineux (6) de hauteur proportionnelle à la largeur du cerne mesuré. Divers contrôles et corrections sont possibles en cours de saisie afin de conserver un haut degré de précision.

Pour cette étude, les largeurs de bois initial et de bois final ont été mesurées séparément dans chaque cerne (soit **453 130 mesures**) ; la largeur totale étant la somme des deux largeurs (Fig. 9). Ceci a permis, lors d'études précédentes, de mettre en évidence des différences de comportement des deux composantes du cerne vis-à-vis des aléas climatiques, et donc analyser plus finement les relations cerne - climat (Badeau 1995 ; Lebourgeois 1995).

2.6 Interdatation des profils de croissance

2.6.1 Principe et calculs

Connaissant la date de formation du dernier cerne sous l'écorce (ici 1994), attribuer une date à chaque cerne compté en direction de la moelle semble évident. Cependant, les choses ne sont pas aussi simples ! Il faut tenir compte des erreurs éventuelles lors de la saisie mais également d'anomalies de croissance ou anatomiques du type " faux cerne " ou " double cerne " (deux " bandes " de bois final formées la même année), " cerne manquant " (absence du cerne sur le secteur du tronc traversé par la carotte) ou plus simplement d'erreur lors de la mesure des cernes (oubli d'un cerne ou cerne compté deux fois).

L'interdatation est une étape essentielle qui permet de vérifier l'agencement synchrone des séries individuelles de croissance et ainsi d'attribuer à chaque cerne son année exacte d'élaboration (Fritts 1971).

Le principe fondamental de cette interdatation (ou synchronisation) repose sur l'existence " d'années caractéristiques " auxquelles correspondent des conditions de croissance remarquables. Ces années témoignent d'événements extrêmes survenus dans la vie de l'arbre, et plus généralement de l'action limitante ou stimulante des facteurs climatiques sur la croissance qui, selon leur intensité et leur durée, ont pour effet de générer des séries de cernes plus étroits ou plus larges que la moyenne (Fritts 1976 ; Schweingruber 1985, 1992 ; Schweingruber et al. 1989, 1991). Pour des arbres soumis au même environnement, les fluctuations climatiques inter-annuelles vont entraîner des variations synchrones de la structure des cernes (croissance forte ou faible).

Ces cernes larges ou fins (pic ou creux sur le profil), constituent les véritables repères chronologiques communs appelés " années caractéristiques " .

Pour chacune des 102 placettes, l'interdatation des carottes a été réalisée à l'aide de deux méthodes complémentaires (programmes M. Becker) :

- le calcul statistique des années caractéristiques ;
- la construction d'une chronologie de référence.

La première étape consiste à calculer, pour chaque arbre de la placette et chaque année disponible, l'évolution du rapport (ERC_n) entre la largeur du cerne de l'année n (L_n) et celle du cerne de l'année n-1 (L_{n-1}) :

$$\text{ERC } n = 100 \times \frac{(L_n - L_{n-1})}{(L_{n-1})}$$

Une moyenne des ERC peut être ensuite calculée pour chaque date disponible en utilisant l'ensemble des carottes de la placette. On obtient alors une valeur moyenne de l'évolution relative de la croissance radiale pour l'ensemble de l'échantillon entre deux années consécutives.

Une année n est alors considérée comme caractéristique quand :

- l'écart relatif moyen est d'au moins 10%. Cette différence est positive dans le cas d'une forte croissance et négative dans le cas inverse ;
- au moins 70 % des arbres échantillonnés présentent le même comportement pour le cerne correspondant ;
- l'effectif d'arbres pris en compte pour le calcul est au minimum de 20.

Une année est d'autant plus caractéristique que l'écart relatif moyen est important et que le pourcentage d'arbres présentant le même comportement est élevé.

Une fois ces années caractéristiques définies, **une courbe de référence** provisoire est déterminée sur l'ensemble des arbres disponibles en calculant **la moyenne** des largeurs de cernes par date ; courbe sur laquelle apparaissent en couleur les différents cernes caractéristiques. Chaque profil individuel est alors comparé visuellement à cette courbe (Fig. 10). L'interdatation est facilitée par la possibilité de faire défiler horizontalement et dans les deux sens les profils l'un par rapport à l'autre, d'éprouver diverses hypothèses de correction et de corriger les données initiales si nécessaire. Si un décalage est observé, la carotte correspondante est réexaminée sous une loupe binoculaire afin de déceler les causes du décalage. Quand tous les profils sont interdatés, l'ensemble du processus est réitéré, ce qui permet de définir précisément les années vraiment caractéristiques et de calculer une courbe de référence finale.

Dans cette étude, la courbe retraçant l'évolution des largeurs moyennes de cernes (en mm) en fonction de la date constitue la courbe de référence pour la placette. Cette courbe est construite à partir de données brutes non corrigées des effets des signaux basse fréquence (principalement de l'effet de l'âge d'élaboration du cerne sur sa largeur). Il serait donc très hasardeux voire inexact d'interpréter toute éventuelle tendance sur le long terme comme par exemple un phénomène de dépérissement dans le cas d'une diminution de la croissance au cours du temps, ou comme un effet des changements climatiques dans le cas d'une forte tendance positive ! Cette courbe n'a de valeur que si elle est utilisée à des fins de datation et pour la mise en évidence des principales variations de croissance liées aux fluctuations inter-annuelles des conditions climatiques et à la gestion sylvicole.

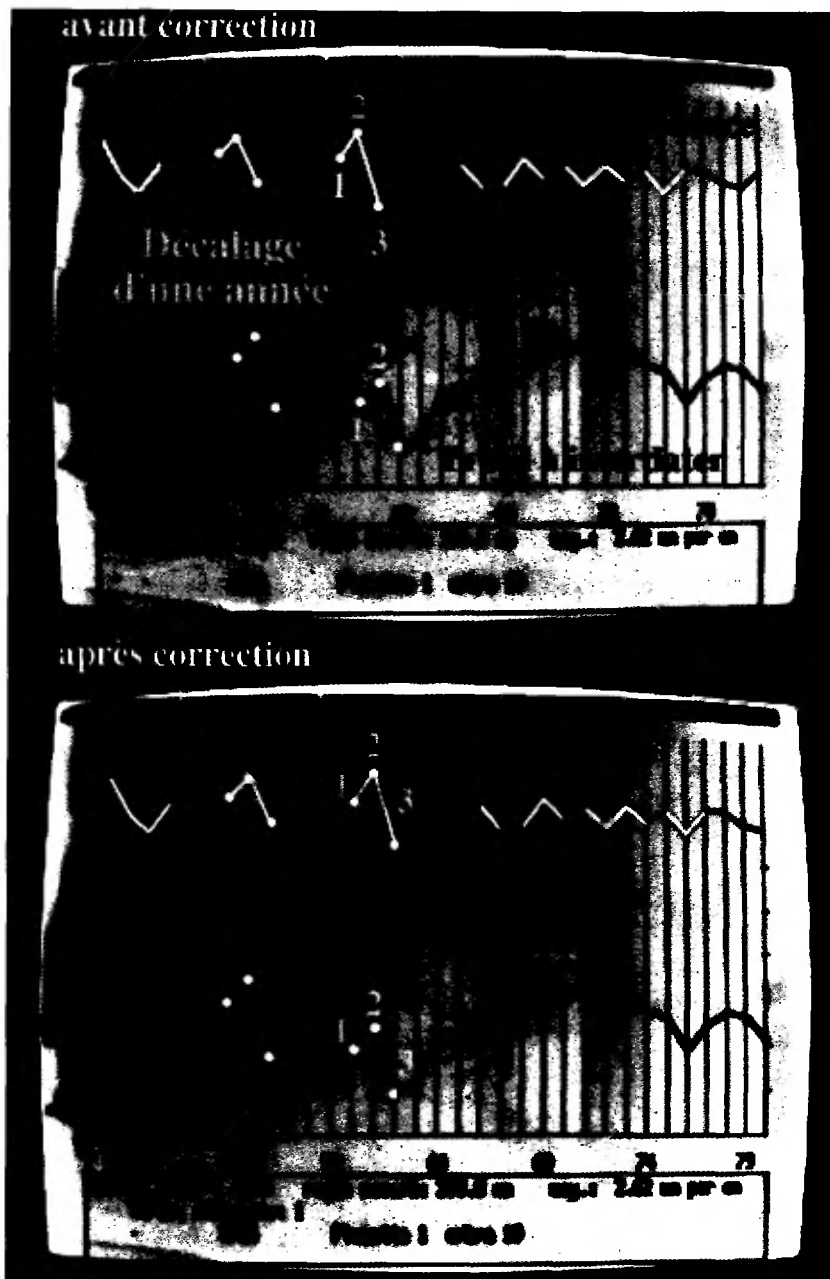


Fig. 10. Exemple d'interdatation d'un profil de croissance (SP26 arbre 19) présentant un décalage d'une année dans la série de cernes mesurés par rapport à la chronologie moyenne de référence. Les années caractéristiques ont été surlignées en couleur. (Photos : F. Lebourgeois).

2.6.2 Résultats

Sur les 3029 arbres échantillonnés, 269 ont subi des corrections suite à l'interdatation, soit 8,9% du total. Les quelques placettes ayant posé de véritables problèmes ont été celles d'altitude et âgées présentant des successions de cernes très fins et/ou des limites de cernes difficiles à observer (surtout pour le hêtre dont le bois est homogène, tableau 1). Pour une étude plus poussée de ces placettes, il serait souhaitable d'augmenter le nombre d'arbres échantillonnés ou de prélever plus de carottes par arbre afin de minimiser les risques d'erreur de datation des cernes.

Tableau 1. Caractéristiques des placettes présentant le plus grand nombre de corrections suite à l'interdatation.

Code	Altitude (m)	Age moyen à 1.30 m (ans)	Accrois. moyen de l'origine à 1994 (mm/an)	nbre d'arbres corrigés sur 30 arbres
MEL 05	1850	132	1,25	14
HET 26	1320	158	1,10	14
HET 09	1250	152	1,11	13
HET 30	1400	143	1,17	9
SP 26	1150	120	2,23	7
SP 09	1100	168	1,12	7
SP 38	1100	94	2,7	6

Les tableaux de synthèse par espèce ainsi que les années caractéristiques pour chaque placette sont présentés dans les paragraphes suivants. Cependant, l'analyse globale montre que la nature et le nombre des années caractéristiques varient selon l'espèce, la région et bien entendu la longueur de la chronologie étudiée (Tableau 2). Pour l'ensemble des 102 placettes, le nombre d'années caractéristiques varie de 1 à 59. Si l'on prend en compte le nombre d'années disponibles et que l'on ramène le nombre d'années repères à la longueur de la chronologie, le pourcentage d'années caractéristiques varie de 5% à 64%. En moyenne, sur l'ensemble des espèces considérées, le pourcentage d'années repères est compris entre 20% et 35%.

Parmi l'ensemble des années disponibles, l'année 1976, connue au niveau national comme année de sécheresse exceptionnelle (Aussenac 1978) est incontestablement l'année caractéristique majeure car elle apparaît pour toutes les espèces dans la grande majorité des sites. (Tableau 3). Pour cette année, les réductions moyennes de croissance varient de -27% à -38% selon l'espèce considérée. Deux autres années se distinguent également. L'année 1958 est caractérisée par des totaux annuels de pluie de 20 à 50% supérieurs aux normales 1921-1950 (source : Annales de la Météorologie Nationale) et apparaît caractéristique et positive principalement pour les placettes de feuillus.

Tableau 2. Effectifs bruts, nombre et pourcentage des années caractéristiques par espèce.

Espèce	Code	Nbre de placettes	Nbre total d'arbres	Eff. d'arbres pris en compte pour le calcul		Eff. de cerne disponibles pour le calcul		Période de calcul des rapports inter-annuels (nbre d'années)		Nbre d'années caractéristiques		% d'années caractéristiques par rapport à la période de calcul (nbre total d'années)		
				minl.	max.	minl.	max.	minl.	max.	minl.	max.	minl.	max.	minl.
Chêne pédonculé (<i>Quercus robur</i>)	CHP	9	263	20	30	690	3478	1972-94 (23 ans)	1872-94 (123 ans)	7	46	21	46	34
Chêne sessile (<i>Quercus petraea</i>)	CHS	19	555	23	30	2208	3210	1948-94 (47 ans)	1886-94 (109 ans)	9	44	27	46	35
Chêne pédonculé et sessile	CPS	2	59	29	30	1950	2900	1930-94 (65 ans)	1895-94 (100 ans)	22	31	/	31	34
Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>)	HET	20	598	15	30	1086	4320	1956-94 (29 ans)	1851-94 (144 ans)	7	59	29	21	55
Douglas (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	DOU	6	179	29	30	522	1260	1977-94 (18 ans)	1953-94 (42 ans)	1	9	4	5	41
Épicéa commun (<i>Picea abies</i>)	EPC	11	328	28	30	693	4531	1966-94 (29 ans)	1836-94 (159 ans)	6	23	14	15	50
Mélèze (<i>Larix decidua</i>)	MEL	1	30	30	30	3906		1876-1994 (119 ans)		38	/	/	32	/
Pin laricio (<i>Pinus nigra laricio</i>)	PL	2	60	30	30	1148	4708	1957-94 (38 ans)	1838-94 (157 ans)	16	43	/	27	42
Pin maritime (<i>Pinus pinaster</i>)	PM	7	210	30	30	360	1350	1983-94 (12 ans)	1950-94 (45 ans)	3	16	8	24	50
Pin sylvestre (<i>Pinus sylvestris</i>)	PS	14	419	29	30	870	2460	1966-94 (29 ans)	1913-94 (82 ans)	4	30	15	8	64
Sapin pectiné (<i>Abies alba</i>)	SP	11	328	10	30	1050	4640	1960-94 (35 ans)	1835-94 (160 ans)	11	43	26	20	38

Tableau 3. Sens de l'évolution et fréquence d'apparition des années les plus caractéristiques par espèce. Les chiffres entre parenthèses () correspondent au % de placettes présentant le même comportement pour l'année considérée. Par exemple pour le chêne sessile (CHS), 84% des placettes présentent une réduction de croissance en 1976. En raison du peu de placettes disponibles, les placettes de PL et MEL ont été exclues de l'analyse.

Espèce Nb plac.	CHP 9	CHS 19	HET 20	DOU 6	EPC 11	PM 7	PS 14	SP 11
1994						+ (57)	+ (57)	
1993								
1992								
1991							- (64)	
1990								
1989		- (58)	- (75)			- (57)		
1988								
1987								+ (54)
1986				- (84)	- (54)			- (91)
1985								
1984								
1983								
1982		+ (58)						
1981								
1980								
1979								
1978		+ (63)						
1977			+ (75)					+ (82)
1976	- (77)	- (84)	- (77)	- (50)	- (64)	- (43)	- (71)	- (73)
1975								
1974								
1973								
1972								
1971								
1970								
1969								+ (54)
1968								
1967								
1966								
1965								
1964								
1963								
1962		- (53)			- (100)			- (82)
1961		+ (53)						
1960								
1959			- (59)					
1958	+ (88)	+ (68)	+ (60)					
1957								
1956		- (47)						- (60)
1955			+ (55)					
1954								
1953								
1952								
1951								
1950							+ (62)	
1949								
1948								
1947								
1946		+ (78)	+ (61)					
1945								
1944								
1943								
1942								
1941								
1940								
1939								
1938								
1937								
1936								
1935								
1934								
1933			- (47)					
1932								+ (67)
1931								
1930								
1929								
1928								
1927								
1926								
1925								+ (78)
1924								
1923								
1922								- (86)
1921								
1920								

Ecarts de croissance minimum, maximum et moyen calculés pour l'année : 1986

	SP	EPC	DOU
mini.	-20	-21	-14
max.	-41	-49	-30
moy.	-32	-34	-23

Ecarts de croissance minimum, maximum et moyen calculés pour l'année : 1976

	CHP	CHS	HET	PS	SP	EPC	DOU	PM
mini.	-14	-15	-13	-22	-16	-16	-18	-27
max.	-44	-42	-59	-38	-43	-57	-38	-50
moy.	-30	-31	-38	-29	-27	-30	-28	-37

Ecarts de croissance minimum, maximum et moyen calculés pour l'année : 1958

	CHP	CHS	HET
mini.	28	24	26
max.	70	101	137
moy.	51	58	59

Tableau 4. Ecart relatif moyen observé pour les années caractéristiques 1986, 1976 et 1958 au cours de différentes études dendroécologiques. L'astérisque * indique que la chronologie s'arrête avant l'année 1986 (voir synthèse dans Lebourgeois 1995).

Chêne pédonculé		1986	1976	1958	
RENECOFOR	(9 sites - 263 arbres)		-30	51	
F. de Haguenau	(Alsace - 288 arbres)	*	-23	50	(Dupouey, non publié)
F. d'Amance	(Plaine lorraine - 505 arbres)		-29	46	(Becker et al. 1994)
F. d'Illwald	(Bas-Rhin - 250 arbres)		-20	64	(Luszczak-Clusmann 1995)
F. de Mondon	(Plaine lorraine - 324 arbres)		-21	57	(Becker non publié)
Chêne sessile					
RENECOFOR	(19 sites - 555 arbres)		-31	58	
F. de Haguenau	(Alsace - 288 arbres)	*	-17	33	(Dupouey non publié)
F. d'Amance	(Plaine lorraine - 529 arbres)		-25	42	(Becker et al. 1994)
F. de Mondon	(Plaine lorraine - 324 arbres)		-16	62	(Becker non publié)
Hêtre					
RENECOFOR	(20 sites - 598 arbres)		-38	59	
Vosges	(1312 arbres)		-33	67	(Picard 1995)
Plat. calcaires	(Lorraine - 1025 arbres)		-51	42	(Badeau 1995)
F. d'Amance	(Plaine lorraine - 165 arbres)	-22	-50	35	(Becker non publié)
F. de Mondon	(Plaine lorraine - 305 arbres)		-51	50	(Becker non publié)
F. de Fougères	(Région Ouest - 366 arbres)	68	-26	74	(Marsalle 1996)
Sapin pectiné					
RENECOFOR	(11 sites - 328 arbres)	-32	-27		
Vosges	(1176 arbres)	*	-39		(Becker 1987, 1989)
Jura	(1248 arbres)	-24	-29		(Bert & Becker 1990; Bert 1992)
Epicéa commun					
RENECOFOR	(11 sites - 328 arbres)	-34	-30		
Ardennes	(702 arbres)		-36		(Fehlen & Picard 1994)
Pin maritime					
RENECOFOR	(7 sites - 210 arbres)		-37		
F. de Mimizan	(Landes - 1050 arbres)		-36		(Lemoine 1993)
Pin laricio					
RENECOFOR	(2 sites - 60 arbres)		-37		
Pays de Loire	(Région Ouest - 2024 arbres)	-18	-34		(Lebourgeois & Becker 1996) (Lebourgeois 1995)

A l'opposé, l'année 1986, marquée par des températures extrêmes exceptionnelles (records de froid dans de nombreuses régions) (source : Annales de la Météorologie Nationale), apparaît caractéristique et négative principalement pour les placettes de résineux (sapin, épicéa et douglas). Ces observations, qui confirment certains résultats obtenus au cours de précédentes études dendroécologiques menées à l'INRA (Tableau 4), mettent clairement en évidence l'importance des conditions climatiques extrêmes dans l'origine des années caractéristiques, et également les différences de réponse au climat entre espèces feuillues et résineuses. Dans le futur, il serait particulièrement intéressant d'analyser plus finement ces relations, c'est-à-dire d'une part, comparer les différentes espèces entre elles pour une même région et, d'autre part, comparer les différents domaines climatiques entre eux pour une même espèce.

Pour certaines placettes, quelques années caractéristiques positives coïncident avec les dates d'éclaircies pratiquées au sein du peuplement. Bien que ces cas soient peu nombreux, ils traduisent là encore un synchronisme de réponse des arbres à une perturbation extérieure (ici d'origine humaine). Le fait de trouver des années caractéristiques qui correspondent à des dates d'éclaircies s'explique par le relativement faible effectif d'arbres tous échantillonnés dans le même site. En effet, dans une étude plus globale, sur un massif forestier entier ou une région, le nombre d'arbres carottés est très supérieur (de 300 à 2000). Une liaison généralisée années caractéristiques/sylviculture est donc improbable car elle traduirait la réalisation d'éclaircies de même intensité à la même date pour tous les arbres ! Ces années caractéristiques particulières sont indiquées dans les fiches individuelles des peuplements correspondants (paragraphe 7).

2.7 Principe de la standardisation des séries chronologiques de cernes

Bien qu'elle n'ait pas été mise en oeuvre dans cette première phase d'étude, la standardisation des séries chronologiques de cernes, qui est une méthode classique en dendrochronologie, devra **impérativement** être effectuée pour l'analyse ultérieure des différents signaux contenus dans les cernes annuels. Ainsi, il nous a paru important de rappeler son principe et de présenter les différentes méthodes classiquement utilisées en dendrochronologie.

La standardisation est fondée sur le principe de la séparation du **signal** que l'on cherche à étudier des **bruits de fonds** indésirables qui lui sont associés (Cook et al. 1990). Classiquement, l'étude des effets des facteurs environnementaux sur la croissance radiale (climat, pollutions, parasites...) ne peut se faire qu'après élimination de l'effet dépressif de l'âge de l'arbre sur l'élaboration des cernes (Fritts, 1976). Les méthodes d'extraction du signal âge dans les séries de cernes sont nombreuses et, à l'heure actuelle, le choix de l'une ou l'autre dépend en partie des objectifs de l'étude et de la stratégie d'échantillonnage adoptée (effectif d'arbres et de sites, répartition des classes d'âge, domaine climatique...) (Monserud 1986 ; Cook et al. 1990 ; Warren & Leblanc 1990 ; Van Deusen & Reams 1993). L'ensemble de ces méthodes est cependant fondé sur le même principe qui consiste, dans un premier temps, à ajuster les données initiales brutes (R_t où t est l'année de 1 à n) par une fonction mathématique qui fournit une série de valeurs prédites (G_t), puis à calculer des indices (R_t/G_t) ou des résidus ($R_t - G_t$) dégagés des effets indésirables du signal âge. A partir de ces valeurs standardisées (qui sont exprimées en % ou sans unité), on peut alors comparer valablement la croissance d'arbres d'âges différents, calculer une courbe représentative de la croissance moyenne du peuplement et analyser le signal " date " dans les séries de cerne.

Les méthodes d'extraction du signal âge peuvent être regroupées en trois grandes classes : déterministe, stochastique et standardisation régionale " courbe âge ". Le principe des méthodes déterministes et stochastiques ont été amplement développées par Cook et al. (1990). La première méthode consiste à ajuster chaque série individuelle de cernes par un modèle mathématique connu et

défini *a priori* : modèle linéaire ($G_t = b_0 + b_1 t$), polynomial ($G_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 \dots$), exponentiel ($G_t = a \exp^{-bt} + k$), hyperbolique ($1/G_t = a + b(t-k)$), puissance ($G_t = at^{-b}$).... La seconde méthode ajuste plus précisément le modèle mathématique aux données brutes et fait appel à des fonctions complexes définies *a posteriori* (lissage des courbes) (Fig. 11).

La troisième méthode est fondée sur la standardisation des données initiales à partir de la courbe régionale liant les largeurs (ou surfaces) des cernes à l'âge cambial (=âge de l'arbre au moment où le cerne a été élaboré) (**courbe âge régionale**) (Erlandsson 1936 ; Becker 1989 ; Bert 1992 ; Badeau 1995 ; Lebourgeois 1995). Par rapport aux méthodes précédentes, cette standardisation est plus difficile à mettre en œuvre car, pour être statistiquement fiable, elle nécessite l'échantillonnage d'un très grand nombre d'arbres (généralement supérieur à 500) localisés dans un même domaine climatique ainsi que des classes d'âges actuels variées (20 à 200 ans et plus) le plus équilibrées possible.

Après avoir calculé la largeur moyenne du cerne pour chaque âge cambial et tracé la relation, chaque largeur est transformée en indice de croissance en faisant le rapport de la largeur observée sur la largeur moyenne de référence pour l'âge cambial correspondant (Fig. 12). Par rapport aux méthodes précédentes, cette standardisation a l'avantage d'éliminer en grande partie et « sélectivement » le signal basse fréquence lié à l'âge et de conserver les autres signaux (haute, moyenne et basse fréquence) liés à la date. En France, cette approche a d'ailleurs été essentielle dans la mise en évidence de l'augmentation de la productivité des écosystèmes forestiers depuis le siècle dernier (Becker et al. 1995a ; Badeau et al. 1996 ; Lebourgeois & Becker 1996) (Fig. 13), et pour l'analyse des paramètres stationnels ou individuels influençant le niveau de croissance radial des peuplements (Fig. 14).

Dans le cadre des deux années consacrées à cette étude, l'extraction du signal âge dans les séries chronologiques n'a pas été réalisée. En ce qui concerne les placettes RENECOFOR de l'Est de la France, la prise en compte du signal âge pourra être envisagée ultérieurement, dans certains cas, en standardisant les données à partir des « courbes âge » définies dans des études précédentes : sapin pectiné dans les Vosges et le Jura ; hêtre dans les Vosges et sur les plateaux calcaires de Lorraine ; Chênes en Lorraine. Pour les autres régions et les autres espèces, les références sont moins nombreuses et le problème plus délicat. En effet, **une courbe âge est régionale et propre à l'espèce étudiée**. Il est donc impossible d'extrapoler cette relation à la même espèce dans une autre région ou à une espèce différente dans la même région. En comparant les relations cerne/âge pour le sapin pectiné dans le Jura et dans les Vosges, Bert (1992) a mis en évidence une dynamique très différente dans les deux massifs. A partir de l'âge cambial de 25 ans, la croissance radiale dans les Vosges devient inférieure à celle observée dans le Jura. Le cerne élaboré à l'âge de 130 ans est environ deux fois plus fin que le même cerne élaboré dans le Jura. L'auteur émet l'hypothèse que la croissance est probablement limitée dans les Vosges par la moindre fertilité des sols et par les conditions climatiques plus difficiles (précipitations et températures généralement plus faibles que dans le Jura).

Dans l'avenir, il serait souhaitable d'élargir l'échantillonnage des arbres pour les différentes espèces en équilibrant particulièrement les classes d'âges si l'on désire (1) construire la relation entre la largeur du cerne et l'âge pour les différentes espèces dans les différentes régions, (2) stratifier le niveau de croissance radiale selon les divers paramètres récoltés sur la placette ou encore (3) analyser une éventuelle dérive à long terme de la croissance radiale des peuplements. Pour l'analyse des relations cerne-climat, seul le signal inter-annuel haute fréquence est généralement étudié. La standardisation régionale n'est donc pas indispensable (voire non appropriée), et ce sont généralement les méthodes déterministe et stochastique qui sont employées.

Fig. 11. Exemples de standardisation déterministe (ajustement par un polynôme) et stochastique (ajustement par une fonction de lissage) de deux séries chronologiques individuelles de cernes.

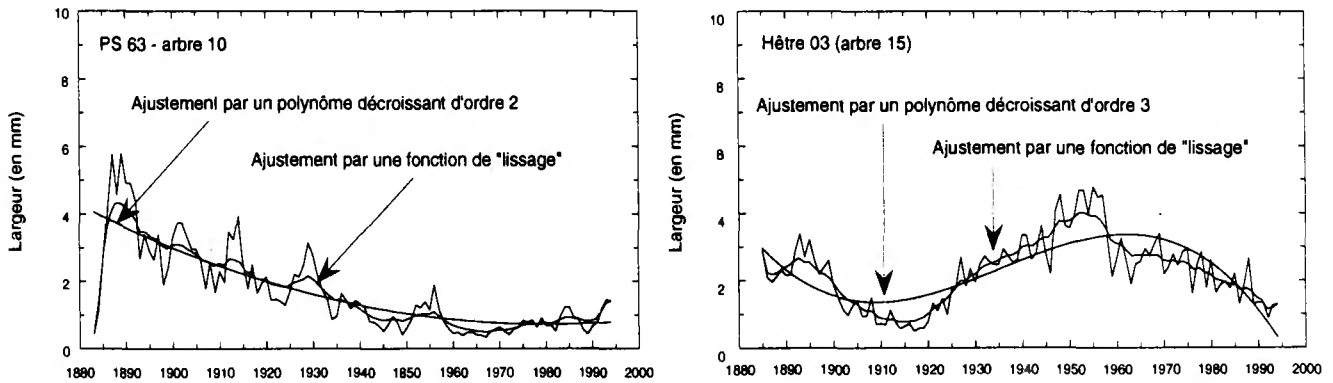


Fig. 12. Exemple de standardisation régionale à partir d'une courbe âge. 1 : Accroissement radial moyen (en mm et cm²) selon l'âge cambial et ajustements mathématiques pour le pin laricio de Corse en région Pays de la Loire (n=183 placettes ; n=1808 pins). 2 et 3 : Evolution des largeurs de cernes (2) et de leur transformation en indices de croissance (3) d'un pin laricio de Corse âgé de 52 ans en 1991 (Lebourgeois 1995).

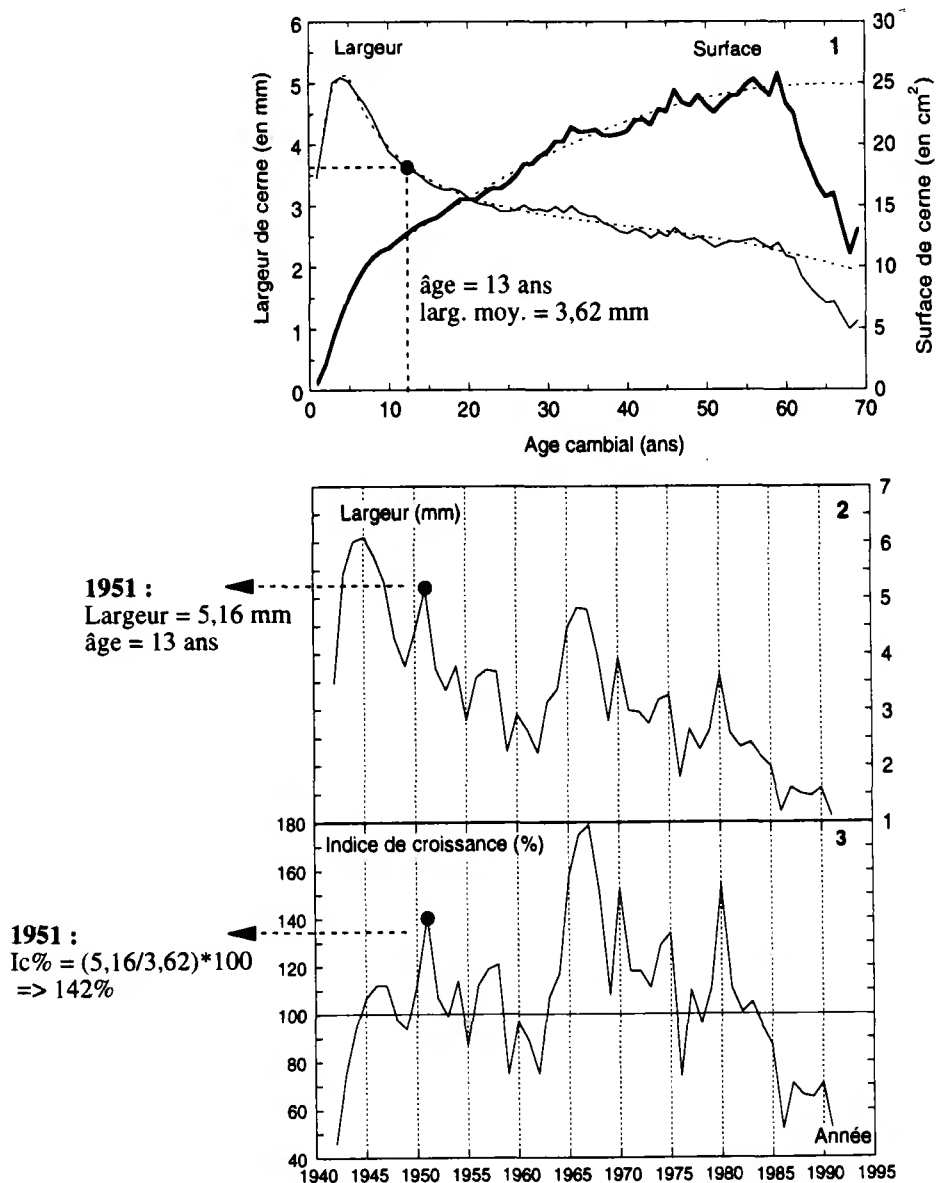


Fig. 13. Evolution de la croissance radiale moyenne (courbes de référence) pour différentes espèces dans l'est de la France (d'après Badeau et al. 1996).

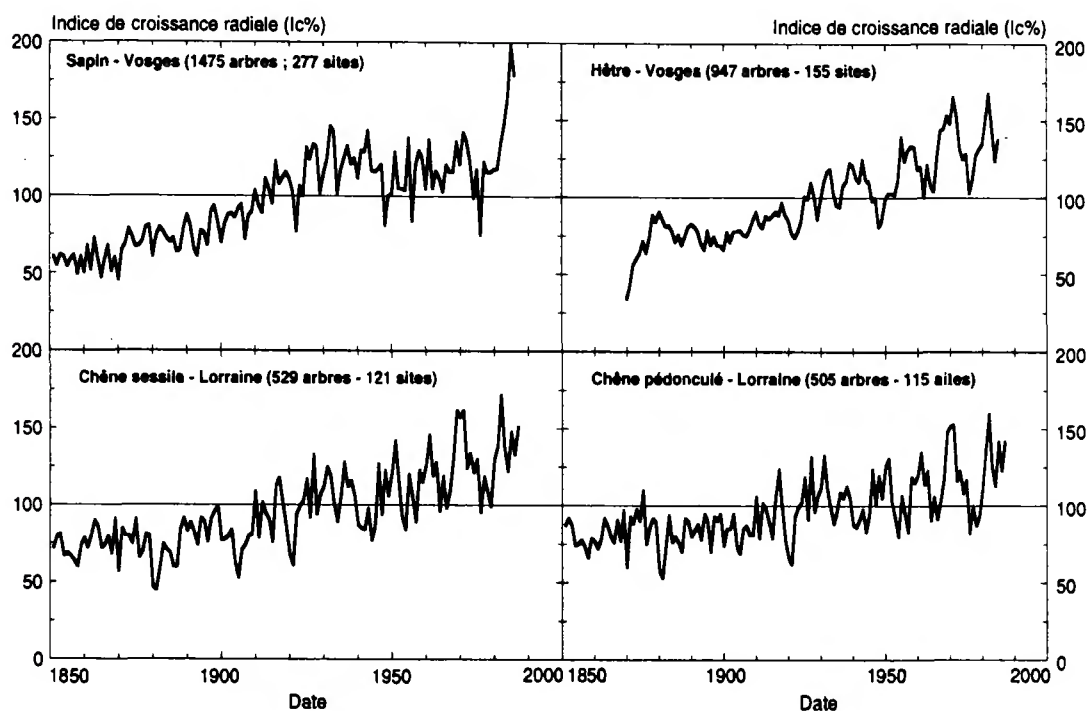
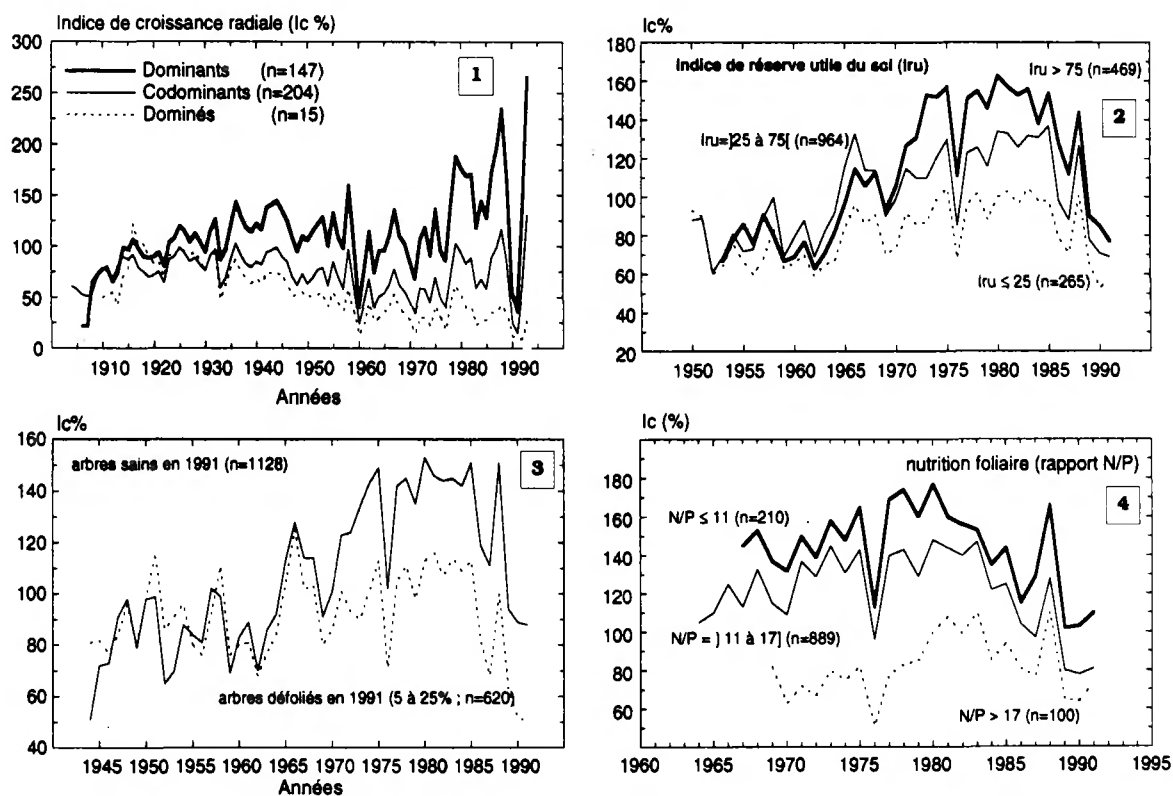


Fig. 14. Exemples de stratification selon le statut social des arbres (1 : hêtre en forêt de Fougères ; Marsalle 1996), en fonction de l'indice de réserve utile en eau du sol, de l'état sanitaire et de la qualité de la nutrition foliaire en azote et phosphore en 1991 (2, 3 et 4 : pin laricio de Corse en région Pays de la Loire ; Lebourgeois et al. 1997).



3. Résultats sur l'ensemble du réseau

3.1 Structure de l'échantillonnage

Les données synthétiques par espèce sont présentées dans le tableau 5. Sur les 102 placettes du réseau, les 3029 arbres échantillonnés se répartissent en 1475 feuillus (3 espèces - 50 placettes) et 1554 résineux (7 espèces - 52 placettes), ce qui représentent un total de 226 565 cernes (respectivement 129 738 et 96 827 cernes). Pour les feuillus, c'est le hêtre qui représente le plus grand nombre de placettes et d'arbres (20 placettes - 598 arbres) et le pin sylvestre pour les résineux (14 placettes - 419 arbres) (Fig. 15).

3.2 Age des peuplements

L'âge en 1994 des arbres varie de 13 à 262 ans (à 1,30 m) (Tableau 5). Treize arbres ont plus de deux cents ans (Fig. 16), mais la grande majorité des arbres est âgée de moins de 100 ans. Bien qu'un des critères de choix initial des placettes ait été la régularité des peuplements (84% des peuplements ont une structure qualifiée de régulière), il est apparu dans certains cas des différences notables entre l'âge annoncé et l'âge estimé (à 1,30 m), ainsi que des écarts d'âges très importants sur une même placette (Tableaux 6 et 7 et Fig. 17).

En ce qui concerne la correspondance entre l'âge annoncé et l'âge estimé, les divergences les plus notables concernent les placettes : CHP 65, CHS 72, CHS 88, HET 09, HET 21, HET 26, HET 30, HET 64, HET 65, EPC 88, PL 20. Excepté les arbres de la placette CHS 72 qui s'avèrent être plus jeunes que l'âge annoncé, tous les autres peuplements sont plus âgés que prévu (Tableau 6 et Fig. 17). D'une façon générale, il apparaît que l'âge réel des peuplements âgés (> 90-100 ans) est presque systématiquement sous-estimé, c'est-à-dire que les arbres sont encore plus vieux que l'âge annoncé. Ceci n'est pas vraiment surprenant, mais reflète simplement le manque d'archives et d'informations sur l'histoire de ces vieux peuplements.

Si une large amplitude des âges est prévisible dans les peuplements non réguliers du type TSF vieilli (CHP 10 : écart = 91 ans ; CHP 55 : 140 ans ; CHS 51 : 123 ans), TSF en conversion (CHS 68 : 86 ans) ou futaie jardinée (EPC 73 : 50 ans ; SP 05 : 60 ans ; SP 26 : 81 ans), il est plus surprenant d'observer de telles différences pour des structures qualifiées de régulières (Tableau 7). Les cas les plus notables sont les placettes CHS 88 (écart = 96 ans), HET 21 (44 ans), HET 30 (43 ans), EPC 39b (168 ans), PL 20 (67 ans), PS 63 (60 ans), SP 25 (106 ans), SP 38 (116 ans) et SP 63 (148 ans). L'étude sur l'origine et le passé sylvicole des peuplements menée parallèlement à ce travail par Romain Ponce et Erwin Ulrich permet d'expliquer en grande partie ces observations et d'émettre des hypothèses quant à des "erreurs d'appréciation" de la structure forestière (régénération naturelle à partir de rejet sur souche (et balivage intensif) dans le cas des placettes HET 21, HET 30) ou à la présence de préexistants d'origines variées : arbres ayant résisté à un incendie dans les années 1920 pour PS 63, à un ouragan en 1864 pour EPC 39b ou plus simplement ayant poussé sous couvert d'autres espèces dominantes (hêtre, épicéa) pendant plusieurs dizaines d'années (SP 25, SP 38, SP 63)...

Bien que tous les arbres aient été choisis selon les mêmes critères de dominance en hauteur et en diamètre, il apparaît que dans la grande majorité des peuplements coexistent des arbres d'âges actuels très différents. Dans l'avenir, il serait donc plus réaliste de parler d'aspect régulier des peuplements plutôt que de structure régulière.

Tableau 5. Caractéristiques dendrométriques par espèce des 102 placettes de RENECOFOR. L'accroissement radial moyen (Acr en mm/an) représente la croissance radiale moyenne de l'origine à 1994.

Espèce	Code	Effectif d'arbres	Nbre de placettes	Age (à 1,30 m)		Diamètre (cm)		Aubier (mm)		Acr. (mm/an)	Nbre total de cerne				
				mo. mini.	max.	mo. mini.	max.	mo. mini.	max.						
Chêne pédonculé (<i>Quercus robur</i>)	CHP	263	9	70	25	209	37	16	83	26	12	51	1.1	4.81	17 865
Chêne sessile (<i>Quercus petraea</i>)	CHS	555	19	92	50	228	40	22	72	32	11	81	1.03	4.36	49 984
Mélange (<i>Q. robur et petraea</i>)	CPS	59	2	94	69	120	40	29	57	32	16	60	1.46	3.14	5366
Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>)	HET	598	20	97	34	169	40	21	67	/	/	/	0.76	4.96	56 523
Douglas (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	DOU	179	6	28	19	50	37	21	73	47	20	102	3.65	7.47	5000
Epicéa commun (<i>Picea abies</i>)	EPC	328	11	65	22	262	39	21	67	57	17	134	0.65	6.92	21 014
Mélèze (<i>Larix dectdua</i>)	MEL	30	1	132	125	139	40	32	48	26	15	40	0.92	1.58	3906
Pin laricio (<i>Pinus nigra laricio</i>)	PL	60	2	/	38	228	/	28	79	/	89	233	1.1	5.41	6501
Pin maritime (<i>Pinus pinaster</i>)	PM	210	7	30	13	70	29	17	52	73	36	125	1.4	7.98	6320
Pin sylvestre (<i>Pinus sylvestris</i>)	PS	419	14	58	29	143	36	25	53	93	40	185	1.13	5.49	23379
Sapin pectiné (<i>Abies alba</i>)	SP	328	11	93	35	225	49	29	73	92	30	235	0.91	6.54	30 707
Total :		3029	102												226 565

Fig. 15. Nombre d'arbres échantillonnés par espèce pour l'étude dendrochronologique de RENECOFOR.

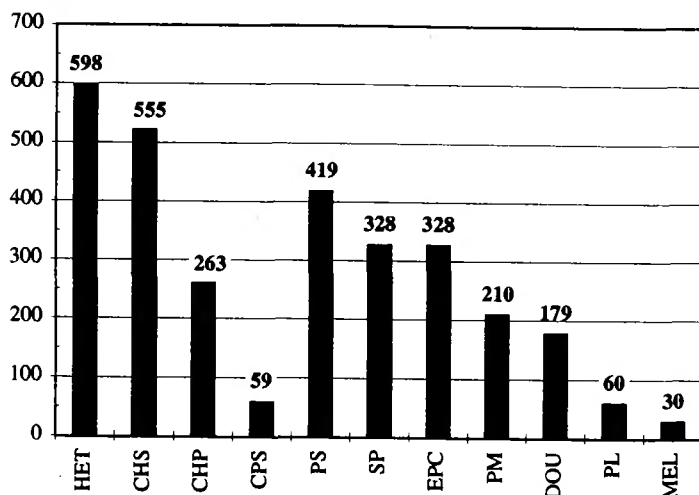


Fig. 16. Evolution de la largeur des cernes (en mm) de 8 des 13 arbres âgés de plus de 200 ans en 1994 (âge à 1,30 m).

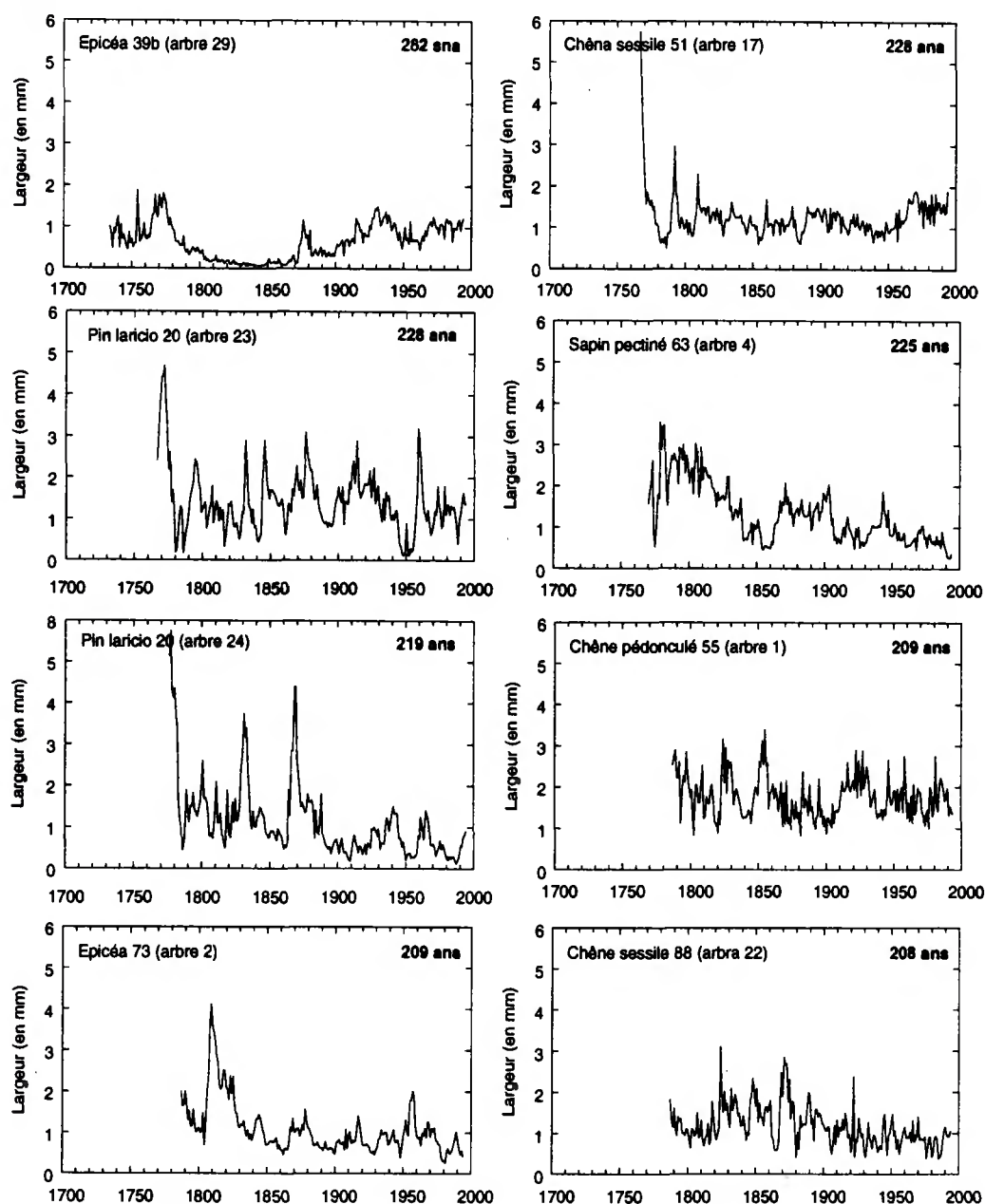


Tableau 6. Comparaison des âges annoncés par les gestionnaires forestiers et estimés (à 1,30 m) suite à l'étude dendrochronologique. Les divergences les plus notables et les cas particuliers ont été signalés en gras (TSF = taillis-sous-futaie).

Placettes de feuillus

Placette	Effectif d'arbres	Age estimé (à 1,30 m)			Age annoncé en 1991-1992		Structure annoncée
		moy.	mini.	max.	[max-mini]	mini.	
CHP 10	29	134	92	183	91		TSF vieilli
CHP 18	30	58	49	92	43	63	régulière
CHP 40	30	46	40	49	9	45	régulière
CHP 49	30	70	63	85	22	70	régulière
CHP 55	25	100	69	209	140		TSF vieilli
CHP 59	30	70	64	74	10	60	régulière
CHP 65	29	54	48	68	20	40	régulière
CHP 70	30	35	25	46	21	45	régulière
CHP 71	30	67	57	85	28	70	régulière
CPS 67	30	76	69	82	13	60	régulière
CPS 77	29	113	106	120	14	100	régulière
CHS 01	30	88	79	111	32	90	régulière
CHS 03	30	115	105	122	17	110	régulière
CHS 10	30	83	56	97	41	85	régulière
CHS 18	29	78	63	103	40	80	régulière
CHS 21	30	87	79	97	18	90	régulière
CHS 27	30	55	50	59	9	60	régulière
CHS 35	28	101	91	111	20	100	régulière
CHS 41	30	92	82	105	23	95	régulière
CHS 51	26	139	105	228	123		TSF strict
CHS 57A	30	85	81	89	8	60	régulière
CHS 57B	29	128	114	133	19	115	régulière
CHS 58	30	61	56	66	10	65	régulière
CHS 60	30	60	54	71	17	70	régulière
CHS 61	30	88	83	92	9	90	régulière
CHS 68	23	137	102	188	86		TSF en conv.
CHS 72	30	64	57	72	15	89	régulière
CHS 81	30	98	93	103	10	120	régulière
CHS 86	30	82	71	88	17	90	régulière
CHS 88	30	129	112	208	96	100	régulière
HET 02	30	54	46	66	20	60	régulière
HET 03	30	87	59	117	58	60	régulière
HET 04	30	85	80	156	76	80	régulière
HET 09	30	152	125	166	41	120	régulière
HET 14	30	83	78	97	19	70	régulière
HET 21	30	128	112	156	44	60	régulière
HET 25	29	41	34	61	27	45	régulière
HET 26	30	158	143	165	20	90	régulière
HET 29	30	64	52	70	18	60	régulière
HET 30	29	143	121	164	43	80	régulière
HET 52	30	106	96	113	17	90	régulière
HET 54A	30	95	70	127	57	90	régulière
HET 54B	30	99	72	158	86	80	régulière
HET 55	30	88	71	108	37	75	régulière
HET 60	30	62	56	70	14	60	régulière
HET 64	30	67	55	83	28	50	régulière
HET 65	30	160	149	169	20	120	régulière
HET 76	30	87	77	98	21	80	régulière
HET 81	30	108	92	120	28	100	régulière
HET 88	30	68	53	78	25	50	régulière

Placettes de résineux

Placette	Effectif d'arbres	Age estimé (à 1,30 m)			Age annoncé en 1991-1992		Structure annoncée
		moy.	mini.	max.	[max-mini]	mini.	
DOU 23	30	24	20	25	5	23	régulière
DOU 34	30	48	44	50	6	50	régulière
DOU 61	30	30	29	31	2	29	régulière
DOU 65	30	24	23	25	2	22	régulière
DOU 69	30	24	22	25	3	22	régulière
DOU 71	29	20	19	21	2	23	régulière
EPC 08	30	35	32	38	6	37	régulière
EPC 34	30	27	25	28	3	25	régulière
EPC 39A	30	58	56	69	13	70	régulière
EPC 39B	30	106	94	262	168	120	régulière
EPC 63	30	28	26	31	5	33	régulière
EPC 71	30	48	43	50	7	40	régulière
EPC 73	28	185	159	209	50		Jardinée vraie
EPC 74	30	73	64	85	21	65	régulière
EPC 81	30	42	37	49	12	50	régulière
EPC 87	30	23	22	25	3	26	régulière
EPC 88	30	89	85	92	7	70	régulière
MEL 05	30	132	125	139	14	120	régulière
PL 20	30	174	161	228	67	110	régulière
PL 41	30	45	38	50	12	47	régulière
PM 17	30	23	19	25	6	30	régulière
PM 20	30	42	38	51	13	45	régulière
PM 40A	30	29	21	30	9	30	régulière
PM 40B	30	17	15	18	3	16	régulière
PM 40C	30	15	13	16	3	13	régulière
PM 72	30	26	25	28	3	25	régulière
PM 85	30	62	45	70	25	60	régulière
PS 04	30	69	51	121	70	65	régulière
PS 15	30	60	55	64	9	55	régulière
PS 35	30	41	29	56	27	30	régulière
PS 41	30	39	38	40	2	40	régulière
PS 44	30	56	49	60	11	48	régulière
PS 45	30	53	48	61	13	60	régulière
PS 61	30	43	40	46	6	50	régulière
PS 63	30	93	83	143	60	80	régulière
PS 67A	30	65	48	70	22	70	régulière
PS 67B	30	64	61	68	7	70	régulière
PS 76	29	43	36	49	13	42	régulière
PS 78	30	43	39	45	6	45	régulière
PS 88	30	66	52	76	24	50	régulière
PS 89	30	58	35	76	41	60	régulière
SP 05	30	99	56	152	96		irrégulière
SP 07	30	80	74	86	12	90	régulière
SP 09	29	168	162	183	21	160	régulière
SP 11	30	80	73	85	12	80	régulière
SP 25	30	81	47	153	106	60	régulière
SP 26	30	120	76	137	81		Jardinée
SP 38	30	94	46	162	116	60	régulière
SP 39	30	41	35	47	12	50	régulière
SP 57	30	54	46	60	14	30	régulière
SP 63	29	100	77	225	148	90	régulière
SP 68	30	104	93	114	21	90	régulière

Fig. 17. Différence entre l'âge moyen annoncé par les gestionnaires forestiers et l'âge moyen estimé (à 1,30 m en 1994) suite à l'étude dendrochronologique. Une surestimation de l'âge signifie que les peuplements sont plus jeunes qu'annoncé. A l'inverse une sous-estimation correspond à des peuplements plus vieux que l'âge annoncé.

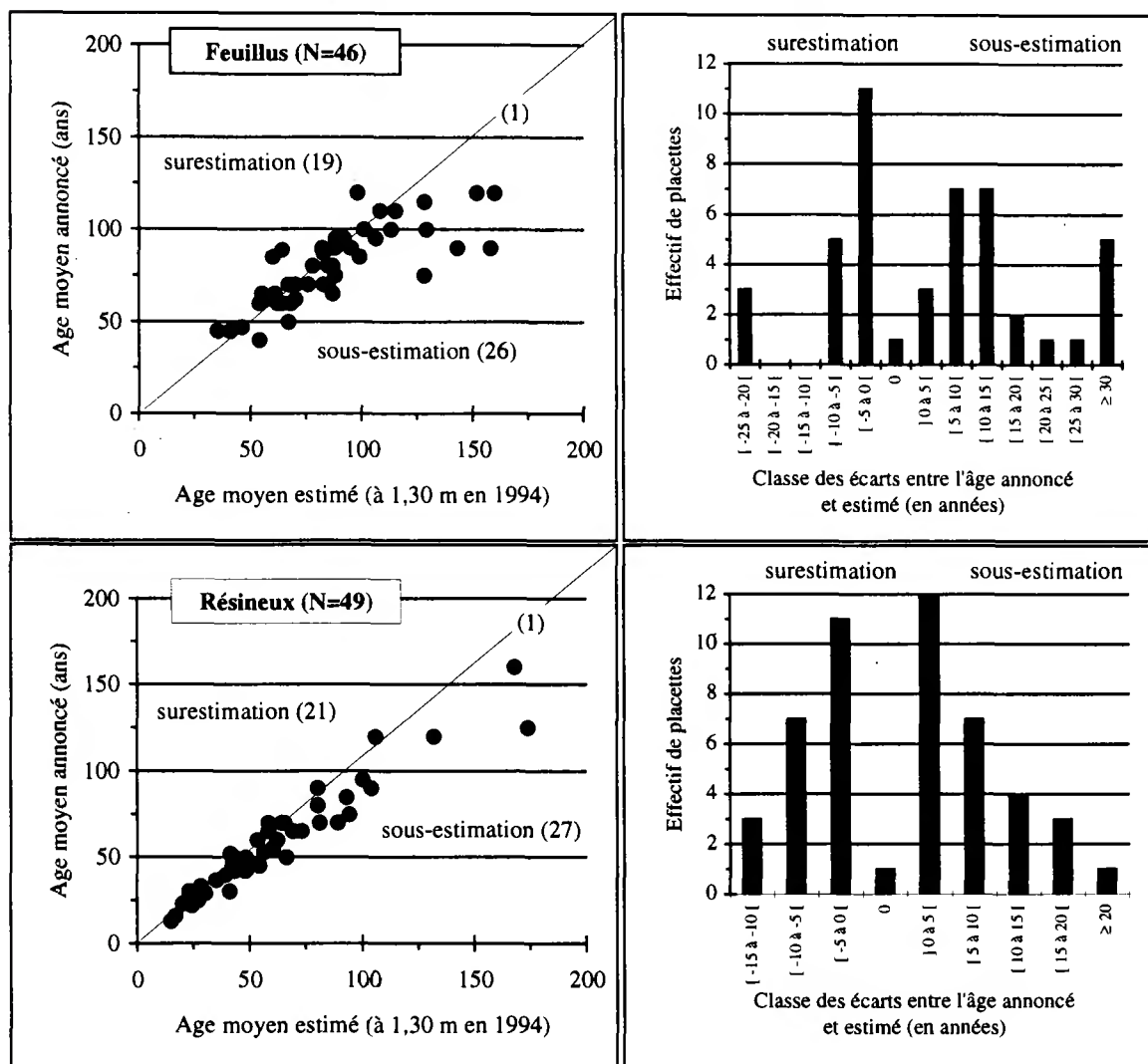


Tableau 7. Amplitude minimale, maximale et moyenne des âges par espèce. L'amplitude a été calculée sur chaque placette comme la différence entre l'âge de l'arbre le plus jeune et l'âge de l'arbre le plus vieux. Les structures non "régulières" correspondent à des taillis-sous-futaie stricts ou en conversion, des futaies jardinées, etc.

Espèce	mini.	max.	moy.	
Chênes	8	140	35	tte structure
	8	96	24	str. régulière
Hêtre	14	86	35	str. régulière
Douglas	2	6	3	str. régulière
Epicéa	3	168	27	tte structure
	3	168	25	str. régulière
Pin maritime	3	25	9	str. régulière
Pin sylvestre	2	70	22	str. régulière
Sapin pectiné	12	148	58	tte structure
	12	148	51	str. régulière

Cette analyse rapide montre que (1) l'estimation des âges doit être effectuée avec la plus grande attention de façon à minimiser les risques (importants) d'erreur, et que (2) l'âge moyen d'un peuplement peut cacher de très grandes disparités qui peuvent biaiser certaines analyses nécessitant la prise en compte de celui-ci.

3.3 Largeur d'aubier

La largeur d'aubier varie de 11 à 235 mm (Tableau 5, page 25). En moyenne, elle apparaît nettement plus importante chez les résineux que chez les feuillus. A partir de la largeur d'aubier, il serait intéressant de calculer par la suite la surface (Sa) et le pourcentage relatif d'aubier, ce qui donne une meilleure estimation de la surface conductrice et qui est mieux corrélée à la croissance et à la vitalité des arbres que la largeur. Pour chaque espèce, l'étude des corrélations entre l'aubier et les autres paramètres dendrométriques est présentée dans le paragraphe suivant.

3.4 Diamètre

Le diamètre (sur écorce) est compris entre 16 et 83 cm (circonférence : 50 à 261 cm) (Tableau 5, page 25). Pour chaque espèce, l'étude des corrélations entre le diamètre et les autres paramètres dendrométriques est présentée dans le paragraphe suivant.

3.5 L'accroissement radial moyen (sous écorce)

Classiquement, l'accroissement est défini comme la quantité de bois fabriquée par unité de temps, généralement l'année (Duplat & Perrotte 1981 ; Pardé & Bouchon 1988). L'accroissement moyen sur une période de A années peut être considéré comme la quantité de matière fabriquée pendant cette période :

$$\text{Acr} = \frac{\sum \text{largeurs des cernes (en mm)}}{\text{A (en années)}}$$

Pour un arbre donné ou un peuplement équienne, la période considérée peut être la durée écoulée depuis son origine, c'est-à-dire son âge. Dans un tel cas, la valeur moyenne calculée représente la croissance radiale de l'arbre depuis sa naissance jusqu'à aujourd'hui. L'avantage de calculer cet Acr sur l'ensemble des années disponibles est d'une part d'augmenter la précision sur l'épaisseur moyenne du cerne, et d'autre part de minimiser les effets des signaux haute et moyenne fréquences telles que les variations climatiques, les attaques parasitaires ou encore les éclaircies. Cependant, cette valeur moyenne ne reflète pas forcément le niveau actuel de croissance des arbres (Fig. 18). Ainsi, outre cet Acr, nous avons également déterminé pour chaque peuplement, la croissance radiale moyenne des 10 et 15 dernières années (périodes 1985-1994 et 1980-1994). Ces trois valeurs sont précisées dans chacune des fiches individuelles.

3.6 Etude de quelques cas particuliers

3.6.1 L'amplitude de croissance

L'accroissement radial moyen depuis l'origine à 1994 (Acr) varie de 0,65 à 7,98 mm/an (Tableau 5, page 25). Seulement 51 arbres ont un accroissement ≤ 1 mm/an (0,65 à 0,99 mm/an) (Tableau 8 et Fig. 19). Il s'agit d'arbres âgés d'au moins 130 ans (133 à 262 ans). A l'opposé, 248 arbres ont une forte croissance ≥ 5 mm/an (5 à 7,98 mm/an). Il s'agit de résineux jeunes de 13 à 57 ans.

Tableau 8. Effectif et caractéristiques des arbres présentant une faible (< 1 mm/an) ou une forte (> 5 mm/an) croissance radiale moyenne dans chaque espèce. L'Acr représente la croissance radiale moyenne de la naissance de l'arbre jusqu'à aujourd'hui.

	Faible croissance					Forte croissance				
	Eff d'arbres	Acr		Age		Eff d'arbres	Acr		Age	
		mini.	max	mini.	max		mini.	max	mini.	max
HET	27	0.76	1	136	166					
DOU						131	5.01	7.47	19	50
EPC	16	0.65	0.99	174	262	39	5	6.92	22	46
MEL	1	0.92		133						
PL						1	5.41		46	
PM						66	5.04	7.98	13	27
PS						4	5.16	5.49	29	45
SP	7	0.91	0.99	162	170	7	5.06	6.54	37	57

3.6.2 Effet de la concurrence intra-peuplement et de la gestion sylvicole

La compétition au sein du peuplement ainsi que la gestion sylvicole ont des effets importants sur le comportement passé et actuel des arbres. L'analyse conjointe de l'histoire des peuplements et des profils de croissance radiale correspondants permet d'expliquer le comportement particulier de certains peuplements du réseau, décrits ci-dessus.

3.6.2.1 Pin sylvestre et pin laricio en forêt de Lamotte-Beuvron (PS41 et PL41)

En forêt de Lamotte-Beuvron, un peuplement de pin sylvestre et un peuplement de pin laricio de Corse ont été échantillonnés. Ces deux placettes ont les mêmes caractéristiques locales (même type de station, même topographie...) et les arbres sont soumis au même climat. L'analyse simultanée des deux profils moyens de croissance radiale (Fig. 20) montre un très bon synchronisme des variations inter-annuelles (nombreuses années caractéristiques communes (voir fiches synthétiques)), mais une divergence notable de croissance à partir de 1971 et jusqu'en 1986. Cette divergence est principalement l'expression des coupes d'amélioration effectuées dans le peuplement de pin laricio en 1971 et 1976. Malheureusement, les volumes exploités à chaque coupe sont inconnus. Cependant, les informations obtenues auprès du responsable local laissent penser qu'ils ont été importants.

Fig. 18. Exemples de profils de croissance de peuplements ou d'arbres présentant un changement notable de comportement au cours du temps. Dans ces cas particuliers, le niveau de croissance radiale calculé de l'origine à 1994 est un mauvais indicateur du comportement passé et/ou actuel des arbres.

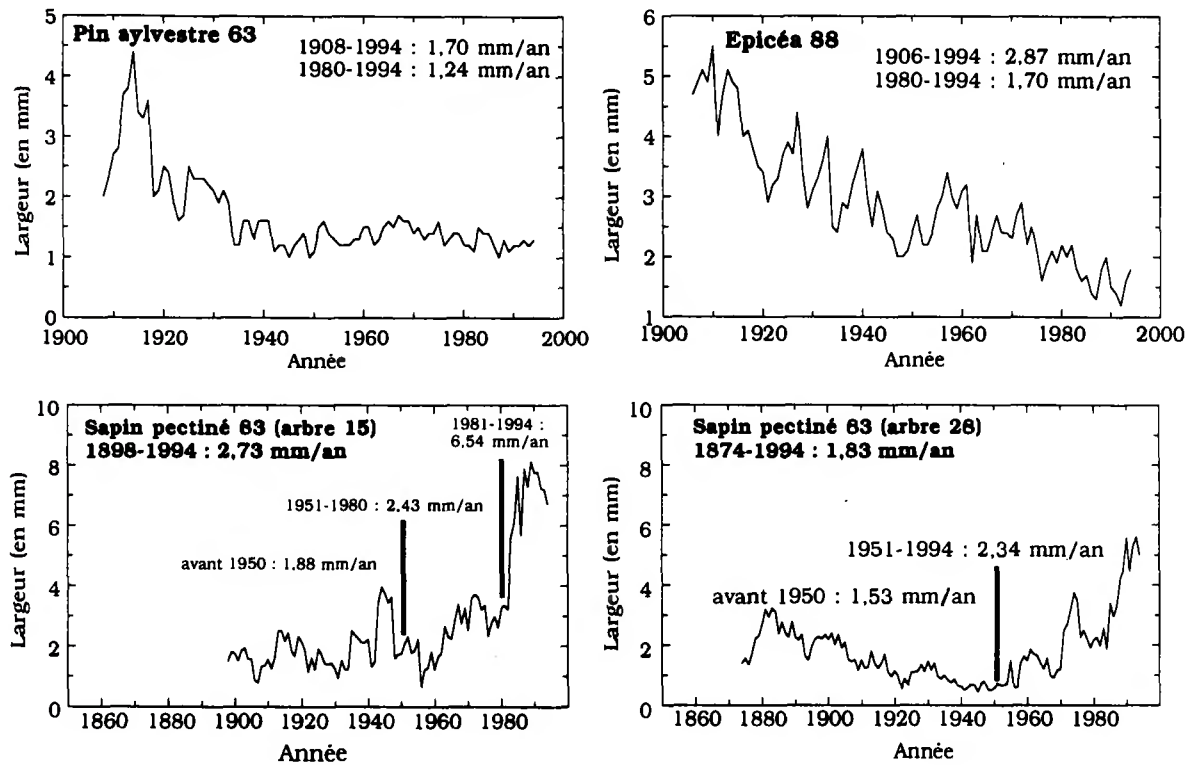
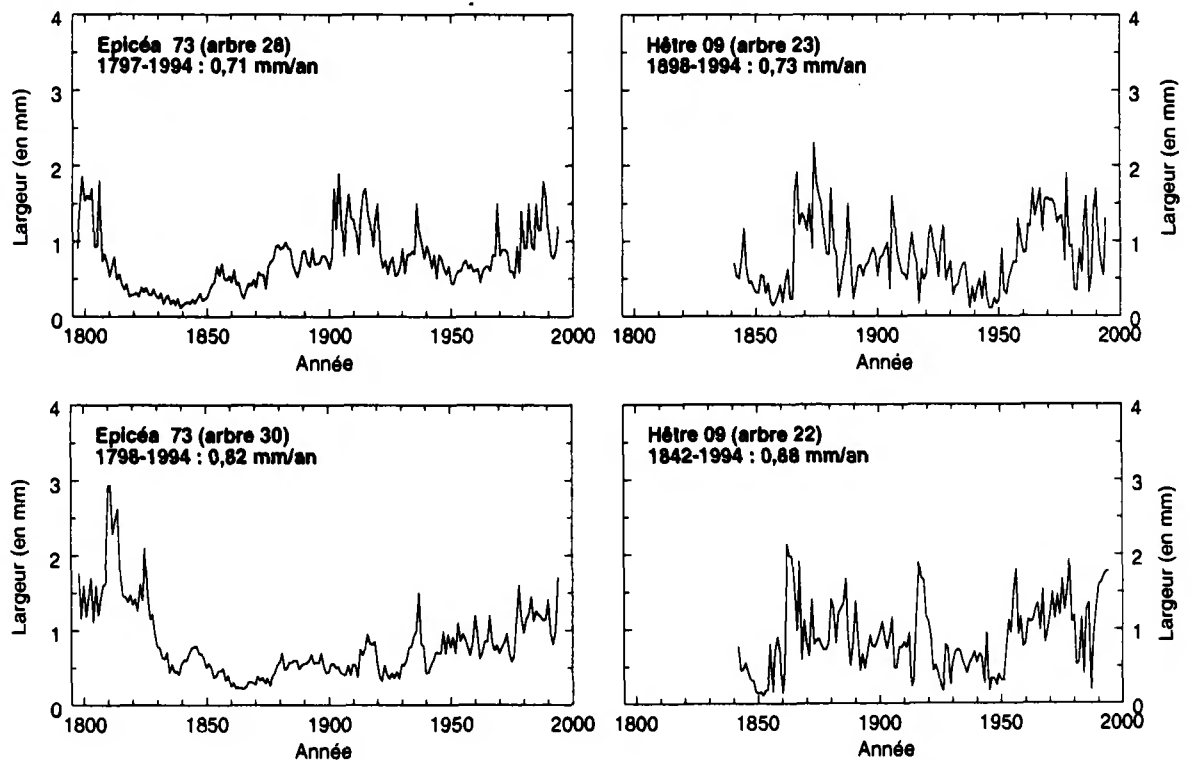


Fig. 19. Evolution de la largeur des cernes (en mm) de 4 arbres présentant une croissance radiale moyenne de l'origine à 1994 inférieure à 0,9 mm/an



Sans conclure sur l'utilisation préférentielle du pin sylvestre ou du pin laricio dans ce massif forestier, cet exemple illustre l'action rapide et durable d'éclaircies fortes (ou supposées fortes) dans un peuplement de résineux.

3.6.2.2 *Sapin pectiné en forêts de Ban (SP 25) et de Saint-Hugon (SP 38)*

Dans le cadre du réseau, deux placettes de sapin pectiné ont présenté des comportements remarquables : les placettes SP25 (forêt de Ban - Doubs) et SP38 (forêt de Saint-Hugon - Isère) (Fig. 21 et 22). Bien que tous les arbres échantillonnés aient été choisis selon les mêmes critères de dominance (hauteur et diamètre équivalents et même aspect), l'analyse des carottes de sondage a mis en évidence la coexistence sur ces deux placettes d'arbres jeunes et âgés. Les courbes de référence pour chaque sous-population d'arbres montrent des comportements très différents. 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 équivalent à celui observé pour les jeunes arbres. Le cas extrême a été observé pour l'arbre 12 de la placette SP38 (Fig. 21). Cet arbre, actuellement âgé de 162 ans, a poussé 110 ans sous couvert. Avant l'éclaircie (en 1943) son diamètre sous écorce était de 12 cm. En 1994, son diamètre est de 57 cm, soit une augmentation de 45 cm en une cinquantaine d'années !

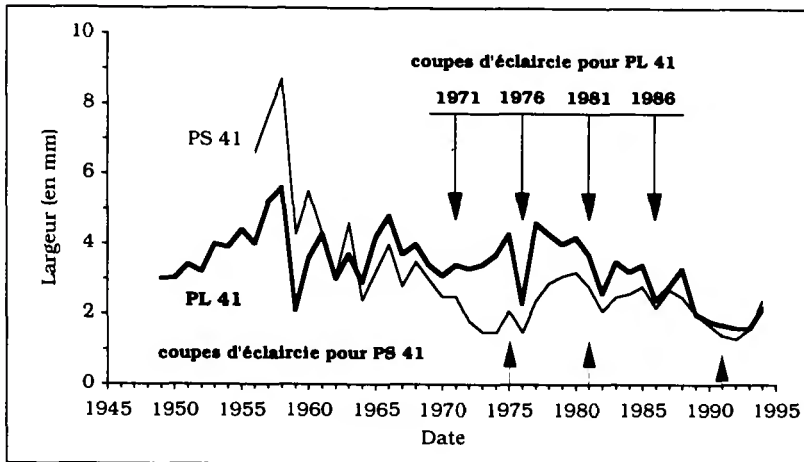
Ces deux placettes illustrent parfaitement la capacité du sapin à survivre sous couvert d'autres espèces pendant plusieurs dizaines d'années (comportement de dryade), mais également son étonnante capacité de réaction même à un âge avancé. Au niveau sylvicole, ceci suggère qu'il est possible de pratiquer des éclaircies très tardives dans de tels peuplements, mais pose le problème (encore non résolu) de la stabilité (et de l'appréciation) du statut social des arbres au cours du temps...

3.6.2.3 *Hêtre en forêt des Hauts-Bois (HET 54a)*

Le profil moyen de croissance radiale montre une brusque augmentation de la croissance au début des années 1920 (Fig. 23). Historiquement, la forêt a été longtemps traitée en taillis-sous-futaie (TSF). Cependant, depuis le milieu du 19^{ème} siècle, le TSF est progressivement converti en futaie régulière. Ainsi, dans les années 1920, les hêtres dominants ont été coupés, ce qui a permis aux arbres alors dominés de disposer de plus d'espace et de lumière pour se développer et par la suite d'acquérir le statut de dominant.

La placette HET 21 (forêt de Lugny) présente le même comportement avec une forte augmentation de croissance après 1920 suite à la coupe du TSF en 1918 (voir fiche individuelle).

Fig. 20. Effet des éclaircies (flèches) sur la croissance radiale d'un peuplement de pin sylvestre (PS) et d'un peuplement de pin laricio de Corse (PL) en forêt de Lamotte-Beuvron (41). Les deux peuplements se trouvent sur le même type de station (sol acide sableux) et sont soumis aux mêmes influences climatiques. Pour les graphiques, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte.



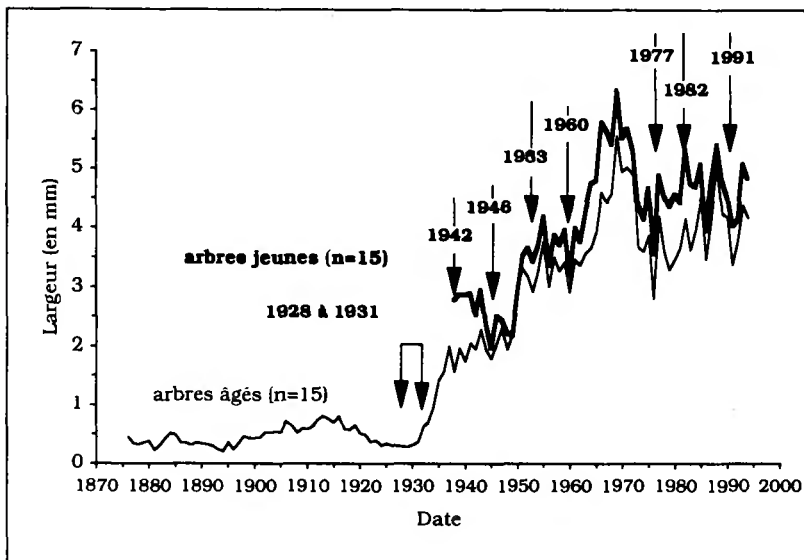
	Age *	Dia. **	Acr (mm/an)		
	en 1994	en 1994	1985-94	1980-94	1956-94
PL 41	45	36	2.28	2.67	3.36
PS 41	39	29	2.06	2.26	3.07

* : âge à 1,30 m ** : diamètre sur écorce

	PL 41	PS 41
1971		
1975		456
1976		
1981	109	166
1986	103	
1991		586

Volume exploité à chaque coupe (en m3)

Fig. 21. Evolution de la largeur moyenne des cernes des arbres âgés et jeunes de la placette de sapin pectiné en forêt de Ban (SP 25). Les éclaircies sont indiquées par les flèches. Pour les graphiques, seules les dates pour lesquelles au moins 5 arbres étaient disponibles ont été prises en compte.



	Age *	Dia. **
	en 1994	en 1994
	[min-max]	[min-max]
âgés	106 [79-153]	49 [43-54]
jeunes	55 [47-66]	48 [40-64]

* : âge à 1,30 m ** : diamètre sur écorce

	Acr (mm/an)		
	avant 1934	de 1934-94	de 1980-94
âgés	0.46	3.32	4.01
jeunes		4.08	4.7

(toutes essences)

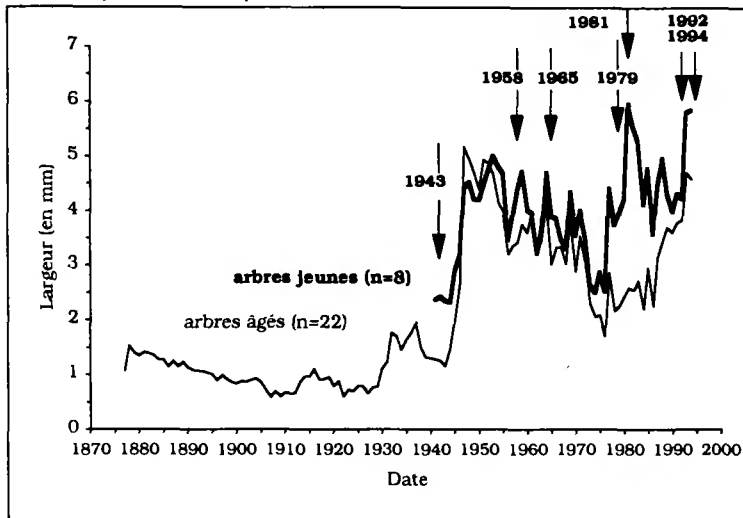
1928	1268
1929	1234
1930	1282
1931	572
1942	548
1946	1150
1953	581
1960	1053
1977	765
1982	439
1991	437

Volume exploité à chaque coupe (en m3)

n° arbre	en 1933		de 1934 à 1994		
	Age (à 1.30 m)	Diamètre * (en cm)	Age en 1994 (à 1.30 m)	Diamètre * (cm) de 1934 à 94 de l'origine à 1994	
15	92	5.6	153	33.2	38.8
30	89	5.9	150	37.0	42.8
14	76	3.7	137	38.6	42.3
1	67	5.9	128	38.2	44.1
26	63	5.9	124	38.7	44.6
16	51	6.2	112	42.0	48.2
8	48	3.2	109	46.3	49.5
2	28	4.8	89	47.5	52.2
28	23	4.7	84	42.7	47.4
5	28	2.1	89	42.1	44.2
20	24	3.7	85	39.0	42.7
22	23	2.0	84	40.6	42.6
4	24	2.5	85	42.2	44.7
9	20	1.5	81	37.7	39.3
19	18	1.4	79	42.2	43.6
		3.9		40.5	44.5

Caractéristiques dendrométriques des 15 arbres les plus âgés avant et après l'éclaircie du début des années 1930. (* : diamètre sous écorce)

Fig. 22. Evolution de la largeur moyenne des cernes des arbres âgés et jeunes de la placette de sapin pectiné en forêt de Saint-Hugon (38). Les éclaircies sont indiquées par les flèches. Pour les graphiques seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte.



	Age *	Dia. **
	en 1994	en 1994
	[min-max]	[min-max]
âgés	107 [77-162]	48 [36-71]
jeunes	58 [46-68]	47 [39-55]

* : âge à 1,30 m

	Acr (mm/an)		
	avant	de	de
	1943	1943-94	1980-94
âgés	1.07	3.3	3.23
jeunes		4.07	4.75

** : diamètre sur écorce

(toutes essences)

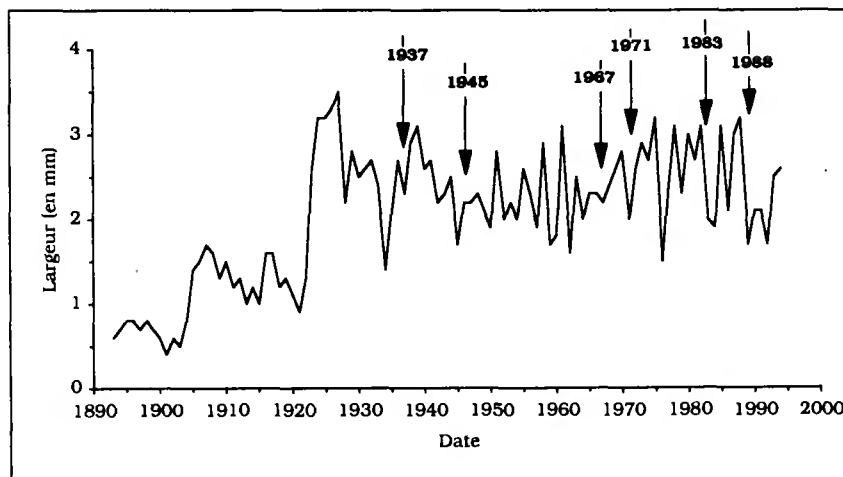
1943	3187
1958	272
1965	230
1979	507
1981	175
1992	75
1994	999

Volume exploité
à chaque coupe (en m3)

n° arbre	en 1942		après 1942		
	Age (à 1.30 m)	Diamètre * (en cm)	Age en 1994 (à 1.30 m)	Diamètre * (cm) de 1942 à 94 de l'origine à 1994	
12	110	12.2	162	44.9	57.1
11	86	6.3	138	40.7	47.0
14	78	8.9	130	25.4	34.3
8	70	9.6	122	34.5	44.1
6	68	32.0	120	36.7	68.7
17	66	15.0	118	25.9	40.9
22	66	9.0	118	27.8	36.8
7	61	18.1	113	41.4	59.5
20	60	9.7	112	17.7	27.3
15	55	10.2	107	31.9	42.2
18	53	7.2	105	35.4	42.5
30	51	16.4	103	26.0	42.4
19	49	12.1	101	31.9	44.0
26	48	13.1	100	34.9	48.0
23	47	5.9	99	27.6	33.5
21	44	5.2	96	28.5	33.7
1	40	10.1	92	29.7	39.7
16	35	7.6	87	32.5	40.0
2	34	4.5	86	49.3	53.8
29	33	6.2	85	45.0	51.2
13	32	3.5	84	39.2	42.7
9	25	10.3	77	47.3	57.6

Caractéristiques dendrométriques des
22 arbres les plus âgés avant et après
l'éclaircie du début des années 1940.
(* : diamètre sous écorce)

Fig. 23. Evolution de la largeur moyenne des cernes des hêtres en forêt des Hauts Bois (54). Les éclaircies et les chablis sont indiquées par les flèches. Pour le graphique seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte.



Volume exploité
à chaque coupe (en m3)

(toutes essences)

1937	215
1945	182
1967 *	6
1971	539
1983	197
1988 *	6

* : chablis

4. Résultats par essence

La présentation des résultats est identique pour chaque espèce :

- **Structure de l'échantillonnage.** Ce paragraphe rappelle les caractéristiques stationnelles des sites et présente les données dendrométriques moyennes des peuplements étudiés.

- **Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance.** L'analyse porte principalement sur l'effet de l'âge des arbres sur le diamètre, l'accroissement radial et la largeur d'aubier. En ce qui concerne la hauteur de chaque peuplement, la valeur moyenne présentée n'a pas été obtenue à partir de mesures effectuées sur les 30 arbres dominants échantillonnés pour l'étude dendrochronologique, mais à partir des hauteurs des 36 arbres " observations " dominants échantillonnés dans l'enclos (numérotation de 1 à 36) et suivis régulièrement (mesures dendrométriques, état sanitaire...). Les valeurs de hauteur seront donc données à titre indicatif, et aucune analyse détaillée ne sera effectuée entre ce paramètre et les valeurs mesurées sur nos arbres. Bien que le nombre d'arbres soit relativement important pour chaque espèce (excepté le pin laricio et le mélèze), les relations présentées dans cette étude sont à considérer avec précaution. En effet, la répartition des âges n'est pas forcément équilibrée pour toutes les espèces, ce qui peut entraîner des problèmes dans l'analyse statistique voire rendre impossible toute recherche de relations. De plus, il est très probable que le nombre relativement restreint de sites échantillonnés (2 à 20 par espèce) ne gomme que partiellement l'effet potentiel des conditions écologiques locales et sylvicoles sur le comportement des arbres, ce qui peut également moduler les relations entre les paramètres étudiés. Enfin, pour chaque espèce, les analyses portent sur l'ensemble des arbres en ne tenant pas compte des domaines climatiques très différents dans lesquels ces peuplements ont été échantillonnés. Pour une étude plus précise, il serait donc souhaitable de se limiter à un domaine climatique particulier et d'augmenter le nombre de sites échantillonnés en équilibrant (si possible) les classes d'âges des peuplements.

- **Années caractéristiques.** Elles sont présentées sous forme de tableaux synthétiques. Pour chaque espèce, un classement des sites selon leur proximité géographique permet de regrouper les placettes du même domaine climatique et ainsi de mettre en évidence certaines particularités : années qui apparaissent caractéristiques dans certains cas et pas dans d'autres ; années pour lesquelles les arbres changent de comportement... Quand cela est possible, les caractéristiques climatiques générales de ces années sont précisées [Sources : Annales de la Météorologie Nationale (période 1940 - 1987) ; Bilan de la Santé des Forêts (1990 à 1994)]. Dans cette synthèse, aucune analyse plus poussée sur les années caractéristiques ne sera effectuée car celle-ci nécessiterait la mise en œuvre de méthodes statistiques qui dépassent le cadre de l'étude présentée ici.

En ce qui concerne les placettes de chênes, deux sites ont présenté un mélange important entre les deux espèces sessile et pédonculé (CPS67 et CPS77). Etant donné la différence d'écologie entre les deux espèces (Becker & Lévy 1982, 1988), il est absolument nécessaire de les distinguer avec précision. Ainsi, une vérification de la "pureté" des placettes de chênes du réseau a été effectuée. Pour des raisons de commodité de présentation des résultats, les deux placettes mélangées sont présentées dans le paragraphe concernant le chêne pédonculé.

4.1 Chêne pédonculé (CHP, *Quercus robur* L.)

4.1.1 Structure de l'échantillonnage

Les résultats sont présentés dans le Tableau 9 et la Fig. 24. Un total de 263 chênes pédonculés a été échantillonné dans les 9 placettes. L'âge (à 1,30 m) varie de 25 à 209 ans, mais 81% des arbres sont âgés de moins de 80 ans (âge moyen = 57 ans). Pour cette gamme d'âges (25 à 79 ans), les diamètres sont compris entre 16 et 61 cm (moyenne = 34 cm), et la croissance moyenne (depuis l'origine à 1994) entre 1,51 et 4,81 mm/an (moyenne = 2,53 mm/an). Pour les autres chênes, l'âge varie de 80 à 209 ans (âge moyen = 124 ans). Le diamètre moyen est de 53 cm avec une amplitude de 30 à 83 cm, et la croissance varie de 1,1 à 2,76 mm/an (moyenne = 1,77 mm/an).

Au total, 17 865 cernes ont été mesurés ce qui représente une longueur totale de 39,9 mètres. La chronologie la plus longue couvre une période de 149 ans (CHP10, 1846-1994) et la plus courte de 35 ans (CHP70, 1960-1994) (Fig. 25). L'allure de chaque profil est discutée dans la fiche individuelle correspondante (paragraphe 7).

4.1.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance

Les résultats sont présentés dans la Fig. 26. En moyenne, l'accroissement radial évolue de 2,6 mm/an à 1,6 mm/an, pour un diamètre de 20 cm à 70 cm, des jeunes arbres (âge moyen = 33 ans) aux arbres plus âgés (à partir de 85 ans). En ce qui concerne la largeur d'aubier, la répartition du nuage de points ne permet pas de mettre en évidence de tendance significative. Bien que la largeur d'aubier semble augmenter linéairement avec l'accroissement radial moyen, il serait nécessaire d'éliminer d'abord l'effet de l'âge sur la croissance pour juger de la pertinence réelle de la largeur d'aubier comme indicateur de vitalité de ces peuplements.

4.1.3 Années caractéristiques

Les années caractéristiques pour le chêne pédonculé sont présentées dans les Tableaux 10 et 11. Le nombre d'années caractéristiques varie de 7 à 46 (Tableau 10). En fonction de la longueur de la période de calcul des rapports inter-annuels (de 23 à 123 ans), le pourcentage d'années repères est compris entre 27 et 46% (moyenne = 34%). Les années les plus remarquables sont l'année 1958 (très pluvieuse), qui apparaît " positive " dans 7 des 8 chronologies disponibles, et l'année " négative " 1976 (très sèche) qui est présente dans 7 cas sur 9 (Tableau 11).

Le regroupement des placettes selon leur proximité géographique permet de mettre en évidence les particularités de certaines années (Tableau 11). Ainsi, l'année 1994, caractérisée par une douceur exceptionnelle et notamment un déficit maximal du nombre de jours de gelée dans le Centre-Est (moins quarante-six jours), est caractéristique et positive seulement pour les placettes de "l'Est" de la France. De la même façon, les années 1990 et 1991 sont négatives respectivement pour les placettes de l'Ouest et du Sud-Ouest et pour les placettes du quart Nord-Est. Ces deux années caractéristiques révèlent les particularités climatiques du début des années 90. En effet, pour un tiers environ des stations météorologiques, les deux années 1988-89 et 1989-90 ont été les moins arrosées de la période 1946-1990.

Tableau 9. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 9 placettes de **chênes pédonculés (CHP)** et des deux peuplements mélangés (CPS). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994 et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs extrêmes observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).

Code	Forêt	Parcelle	Latitude	Longitude	Alt. (m)	Pente (%)	Expo	Topo
CHP 10	D. de Larivour	5	48°20'51" N	4°18'17" E	115	0	plat	terrain plat
CHP 18	D. de Verneuil	7	46°49'33" N	2°34'27" E	175	2	nord-ouest	terrain plat
CHP 40	C. de Gamarde	4	43°44'19" N	0°50'32" W	20	5	nord-est	bas de versant
CHP 49	D. de Monnaie	5	47°27'22" N	0°01'52" W	57	0	sud-ouest	terrain plat
CHP 55	D. de Haudronville	27	49°01'21" N	5°46'01" E	220	0	plat	terrain plat
CHP 59	D. de Mormal	1036	50°10'16" N	3°45'16" E	149	3	plat	terrain plat
CHP 65	C. d'Azereix	24	43°12'13" N	0°02'17" W	370	12	sud-est	replat
CHP 70	C. d'Anjeux	24	47°52'14" N	6°12'41" E	240	0	plat	terrain plat
CHP 71	D. de Pourlans	34	46°58'13" N	5°14'36" E	190	0	plat	terrain plat
CPS 67	D. de Nonnenhardt	26	48°59'25" N	7°43'46" E	350	10	sud	mi-versant
CPS 77	D. de Fontainebleau	352	48°27'14" N	2°43'02" E	80	0	plat	terrain plat

Code	Effectif d'arbres	Age (à 1,30 m) [25-209]	Acr (mm/an) moy/85-94	Nbre total de cernes	Long. de la chronologie	Larg. d'aubier (mm) [12-51]	Diamètre (cm) [16-83]	Hauteur (m) [15.5-31.5]
CHP 10	29	134	1.71/1.58	3816	1846-1994	24.4	56	26.1
CHP 18	30	58	2/2.18	1652	1942-1994	23.7	29	17.8
CHP 40	30	46	3.26/2.68	1335	1949-1994	26.6	35	25.7
CHP 49	30	70	2.58/2.56	2087	1928-1994	32.8	46	28.4
CHP 55	25	100	2/1.72	2455	1830-1994	26.1	44	20.1
CHP 59	30	70	2.53/2.17	2051	1925-1994	26.3	41	22.9
CHP 65	29	54	2.42/2.41	1525	1941-1994	29.3	31	24.9
CHP 70	30	35	2.44/2.24	989	1960-1994	19	20	19.3
CHP 71	30	67	2.45/2.22	1955	1927-1994	29	36	26.4
CPS 67	30	76	1.98/2.22	2224	1918-1994	31.3	34	25.1
CPS77	29	113	1.79/2.20	3142	1884-1994	32.5	46	27.8
Total	263			17 865				
avec CPS	322			23 231				

Fig. 24. Effectif de **chênes pédonculés** par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle. Les placettes mélangées n'ont pas été prises en compte dans l'analyse.

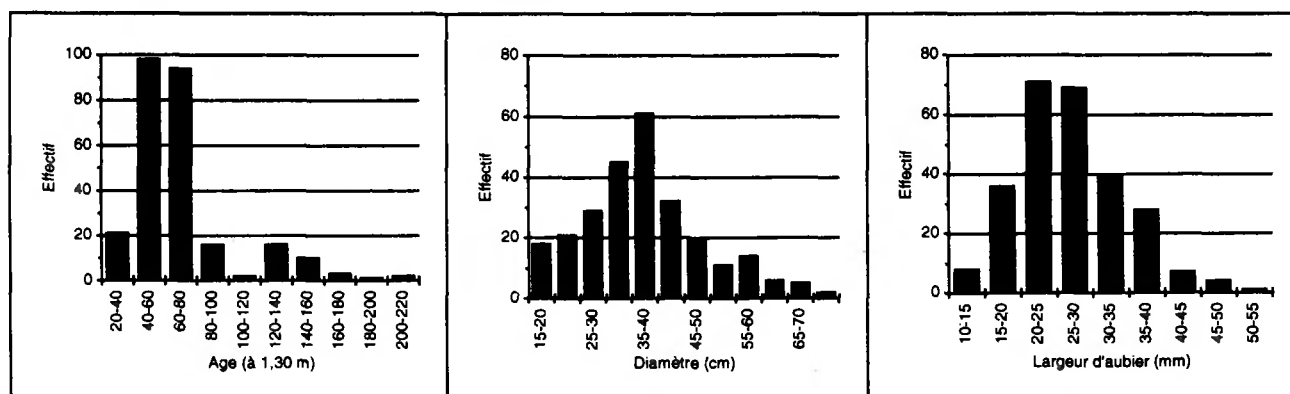


Fig. 25. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm), selon la date, des 9 peuplements de **chênes pédonculés (CHP)** et des 2 peuplements mélangés (**CPS**). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.

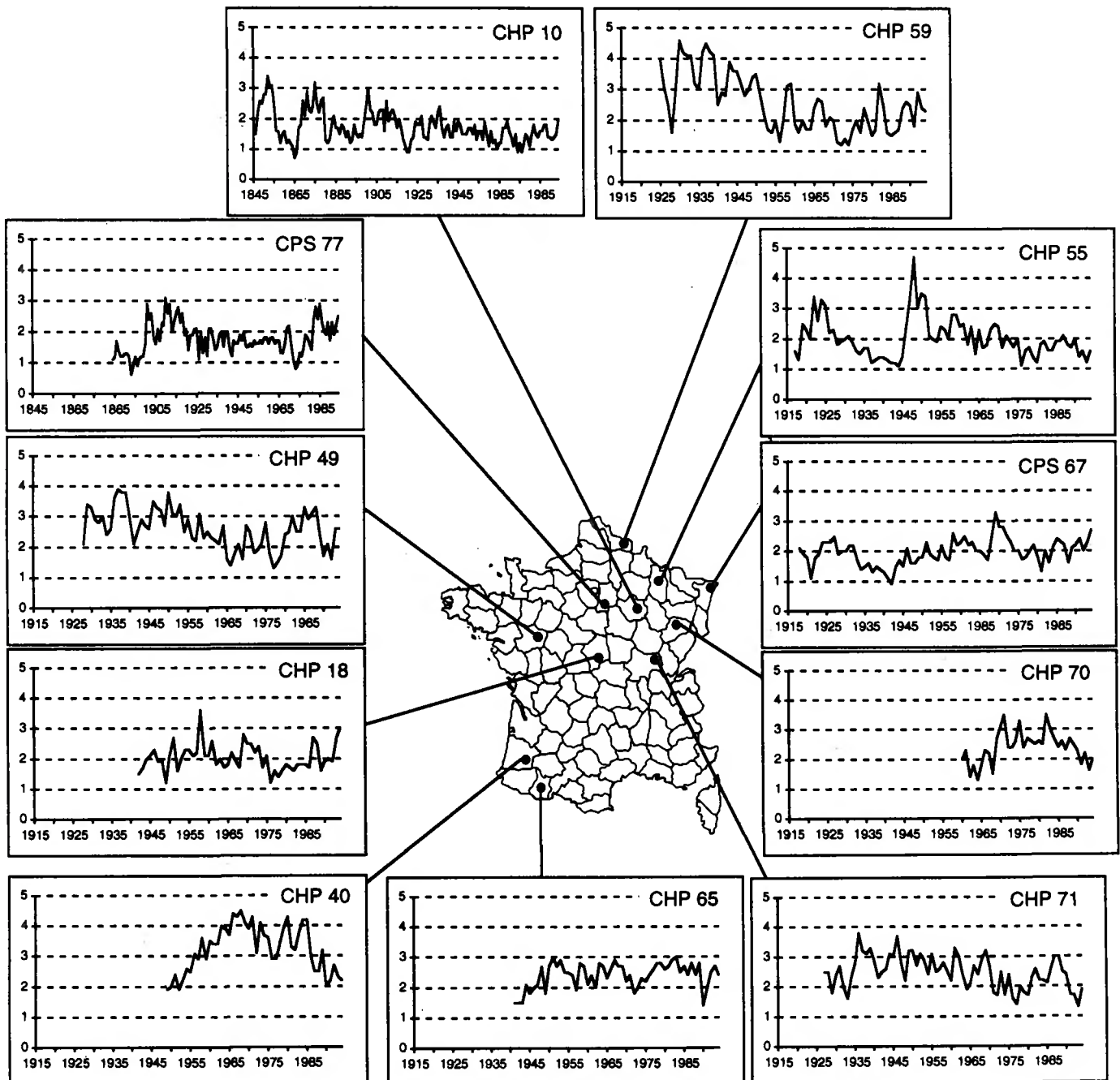


Fig. 26. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (en mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les **chênes pédonculés** (n=263 arbres ; n=9 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre entre () correspond à l'âge moyen. Les deux placettes mélangées ont été exclues de l'analyse.

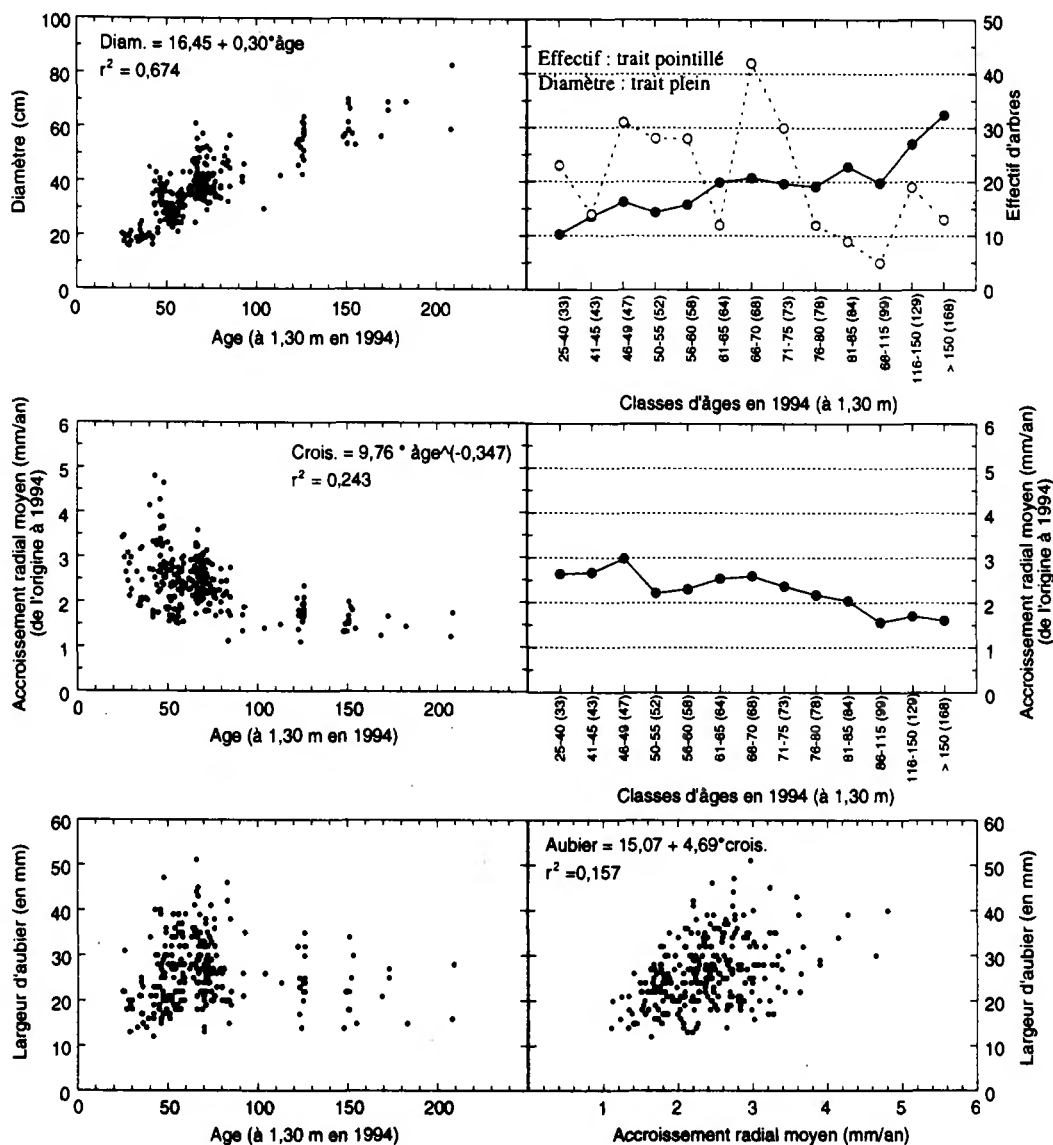
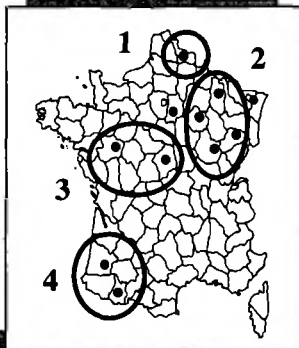


Tableau 10. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 9 placettes de **chênes pédonculés (CHP)** et les deux placettes mélangées (CPS).

Code	Eff. mini. d'arbres pris en compte	Nbre de cerne disponibles	Période de calcul des rapports inter-annuels	Années caractéristiques				
				Nbre	% par rapport au nbre total d'années	Nbre d'années positives	Nbre d'années négatives	
CHP 10	20	3478	1872-1994	123 ans	46	37	23	23
CHP 18	30	1320	1951-1994	44 ans	12	27	6	6
CHP 40	30	1140	1957-1994	38 ans	12	32	5	7
CHP 49	30	1830	1934-1994	61 ans	28	46	14	14
CHP 55	25	1625	1930-1994	65 ans	24	37	13	11
CHP 59	30	1890	1932-1994	63 ans	24	38	10	14
CHP 65	29	1392	1947-1994	48 ans	13	27	6	7
CHP 70	30	690	1972-1994	23 ans	7	30	4	3
CHP 71	20	1650	1940-1994	55 ans	20	36	10	10
CPS 67	30	1950	1930-1994	65 ans	22	34	12	10
CPS 77	29	2900	1895-1994	100 ans	31	31	15	16
moyenne :						34,4		

Tableau 11. Années caractéristiques pour les 9 placettes de **chênes pédonculés (CHP)** et les 2 placettes **mélangées (CPS)** regroupées selon leur proximité géographique. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante. Pour CHP10 et CPS77, se reporter aux fiches individuelles correspondantes pour les années caractéristiques antérieures à 1930.

Placette	1 Nord	2 Est				3 Centre-Ouest		4 Sud-Ouest		CPS 67	CPS 77
	CHP 59	CHP 55	CHP 70	CHP 71	CHP 10	CHP 49	CHP 18	CHP 40	CHP 65		
Nb. arbres	30	25	30	20	20	30	30	30	29	30	29
Années car.	24	24	7	20	46	28	12	12	13	22	31
Début	1952	1930	1972	1940	1872	1934	1951	1957	1947	1930	1895
1994		+	+	+	+					+	
1993	-	-	-	-		+	+	-			
1992	+					-		+			-
1991	-	-	-	-					+		+
1990						-		-	-		-
1989					-	-	-	+	+	+	
1988	+		+							-	
1987							+				
1986				+				-			
1985						+					
1984	-								-	+	
1983	-									-	
1982	+		+			+				+	+
1981		+		+	+			-		-	
1980	-					+				-	
1979											
1978	+			+							+
1977		+				-	+				
1976		-	-	-	-	-	-	-			
1975	+	+	+	+		+	+				
1974				-	-		-				
1973				+	+			+			
1972		+				-		-			-
1971	-	-		-							-
1970					-	+			-	-	
1969							+			+	+
1968	-	+				+				+	
1967					+	+					
1966		-		+				+			
1965	+	+			+	-					
1964		-		-	-	+					
1963		+							+		
1962		-			-						
1961				+	+						
1960	-				-						
1959						-		-			
1958	+	+			+	+	+	+	+	+	
1957	+							+			
1956	-					-				-	
1955		+		+	+					+	
1954					-	-					
1953	-				+						
1952	-	-									
1951	-									+	
1950		+				+			+		
1949		-		+		-			-		-
1948				-					+		
1947		+		-						-	
1946		+				+				+	
1945					+						
1944										+	
1943	+				+					+	+
1942						+					
1941					-					-	
1940	-										
1939											+
1938											-
1937		-			-						
1936	+					+					+
1935					+						
1934	-										-
1933		-									-
1932											
1931					+						+
1930											-



Les régions où ce phénomène a été le plus marqué sont le Sud-Ouest et le Centre-Ouest. En 1991, le déficit hydrique a persisté dans de nombreuses régions, mais c'est principalement en Alsace et en Lorraine que la sécheresse estivale a subsisté avec également des records de froid en hiver accompagnés de nombreuses chutes de neige. L'ensemble de ces observations météorologiques explique donc en grande partie les réductions importantes de croissance observées dans la majorité des peuplements de chêne pédonculé pour l'une ou l'autre de ces années.

4.2 Chêne sessile (CHS, *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.)

4.2.1 Structure de l'échantillonnage

Les résultats sont présentés dans le Tableau 12 et la Fig. 27. Un total de 555 chênes sessiles a été échantillonné dans les 19 placettes. L'âge varie de 50 à 228 ans, mais 70% des arbres sont âgés de moins de 101 ans (âge moyen = 78 ans). Pour cette gamme d'âges (50 à 100 ans), les diamètres sont compris entre 22 et 55 cm (moyenne = 38 cm), et la croissance (depuis l'origine jusqu'en 1994) entre 1,1 et 4,36 mm/an (moyenne = 2,18 mm/an). Pour les autres chênes, l'âge varie de 101 à 226 ans (âge moyen = 125 ans). Le diamètre moyen est de 47 cm avec une amplitude de 32 à 72 cm, et la croissance varie de 1,03 à 2,79 mm/an (moyenne = 1,64 mm/an).

Au total, 49 984 cernes ont été mesurés, ce qui représente une longueur totale de 95,7 mètres. La chronologie la plus longue couvre une période de 147 ans (CHS 68 - 1848-1994) et la plus courte 56 ans (CHS 27 - 1939-1994) (Fig. 28). L'allure de chaque profil est discutée dans la fiche individuelle correspondante (paragraphe 7).

4.2.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance

Les résultats sont présentés dans la Fig. 29. En moyenne, l'accroissement radial évolue de 2,8 mm/an à 1,3 mm/an, pour un diamètre de 30 cm à 70 cm, des plus jeunes arbres (âge moyen = 53 ans) aux arbres les plus âgés (à partir de 130 ans). Bien que la largeur d'aubier semble augmenter linéairement avec l'accroissement radial, il serait nécessaire d'éliminer d'abord l'effet de l'âge sur ces deux paramètres pour juger de la pertinence réelle de la largeur d'aubier comme indicateur de vitalité de ces peuplements : l'aubier étant d'autant plus étroit quand la croissance est faible et quand l'âge augmente.

4.2.3 Années caractéristiques

Les années caractéristiques pour le chêne sessile sont présentées dans les Tableaux 13 et 14. Le nombre d'années caractéristiques varie de 9 à 44 (Tableau 13). En fonction de la longueur de la période de calcul des rapports inter-annuels (de 47 à 109 ans), le pourcentage d'années repères est compris entre 19% et 46% (moyenne = 35%).

Tableau 12. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 19 placettes de **chênes sessiles (CHS)**. Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994 et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs extrêmes observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).

Code	Forêt	Parcelle	Latitude	Longitude	Alt. (m)	Pente (%)	Expo	Topo
CHS 01	D. de Seillon	C3	46°10'17" N	5°14'22" E	260	3	plat	terrain plat
CHS 03	D. de Tronçais	131	46°40'05" N	2°43'37" E	260	0	plat	terrain plat
CHS 10	D. du Temple	87	48°17'54" N	4°27'36" E	160	0	plat	terrain plat
CHS 18	D. de Vierzon	168	47°15'17" N	2°07'29" E	176	1	plat	terrain plat
CHS 21	D. de Citeaux	197	47°04'58" N	5°04'30" E	220	0	plat	terrain plat
CHS 27	D. de Lyons	934	49°21'58" N	1°30'15" E	175	0	plat	terrain plat
CHS 35	D. de Rennes	186	48°10'41" N	1°32'01" W	80	0	plat	terrain plat
CHS 41	D. de Blois	131	47°34'09" N	1°15'36" E	127	0	plat	terrain plat
CHS 51	D. de Chatrices	75	49°01'60" N	4°57'38" E	180	2	sud	haut de versant
CHS 57a	D. d'Amelecourt	35 A	48°52'18" N	6°29'02" E	315	4	nord-est	haut de versant
CHS 57b	D. de Mouterhouse	49	49°00'59" N	7°27'45" E	320	15	nord-ouest	haut de versant
CHS 58	D. de Vincence	64	46°58'13" N	3°39'39" E	270	7	sud-ouest	mi-versant
CHS 60	D. de Hez-Froidmont	36	49°23'51" N	2°17'60" E	55	1	plat	terrain plat
CHS 61	D. de Reno Valdieu	54	48°31'23" N	0°40'48" E	220	5	sud-est	terrain plat
CHS 68	D. de la Hardt	237 S	47°41'33" N	7°28'06" E	256	0	plat	terrain plat
CHS 72	D. de Bercé	143 p	47°47'46" N	0°22'49" E	170	0	plat	terrain plat
CHS 81	D. de Grésigne	76	44°02'44" N	1°44'56" E	300	18	sud-est	mi-versant
CHS 86	D. de Moulière	242	46°37'38" N	0°29'44" E	116	4	nord-ouest	mi-versant
CHS 88	D. de Darney	217	48°01'36" N	6°02'24" E	330	0	plat	terrain plat

Code	Effectif d'arbres	Age (à 1,30 m) [50-228]	Acr (mm/an) moy/85-94	Nbre total de cernes	Long. de la chronologie	Larg. d'aubier (mm) [11-81]	Diamètre (cm) [22-72]	Hauteur (m) [19.5-35]
CHS 01	30	88	1.91/2.43	2563	1908-1994	34.4	40	25.9
CHS 03	30	115	1.7/1.72	3338	1880-1994	25.8	47	30.5
CHS 10	30	83	2.08/2.78	2413	1908-1994	32	36	24.9
CHS 18	29	78	2.4/2.44	2196	1918-1994	31.8	43	28.2
CHS 21	30	87	2.26/2.97	2532	1909-1994	43	44	28.4
CHS 27	30	55	2.62/2.52	1599	1939-1994	35.8	30	23.4
CHS 35	28	101	2.05/2.35	2774	1892-1994	38.4	47	29.3
CHS 41	30	92	2.05/2.07	2688	1901-1994	32.6	42	28.1
CHS 51	26	139	1.61/1.87	3555	1862-1994	30.6	53	25.2
CHS 57a	30	85	2.18/2.49	2496	1911-1994	35.6	41	27.8
CHS 57b	29	128	1.53/1.36	3675	1865-1994	23.2	45	28.7
CHS 58	30	61	2.26/2.46	1760	1935-1994	34.6	31	23.4
CHS 60	30	60	2.66/2.73	1769	1936-1994	32.2	36	25.3
CHS 61	30	88	1.76/2.03	2558	1909-1994	35.5	36	26.9
CHS 68	23	137	1.55/1.58	3110	1848-1994	25.1	47	22
CHS 72	30	64	2.39/2.32	1872	1930-1994	29.5	34	24.1
CHS 81	30	98	1.62/1.47	2895	1897-1994	21.5	38	27.8
CHS 86	30	82	1.95/2.31	2391	1912-1994	32.9	37	25.2
CHS 88	30	129	1.51/1.95	3800	1870-1994	28.4	44	26.4

Total 555

49 984

Fig. 27. Effectif de **chênes sessiles** par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.

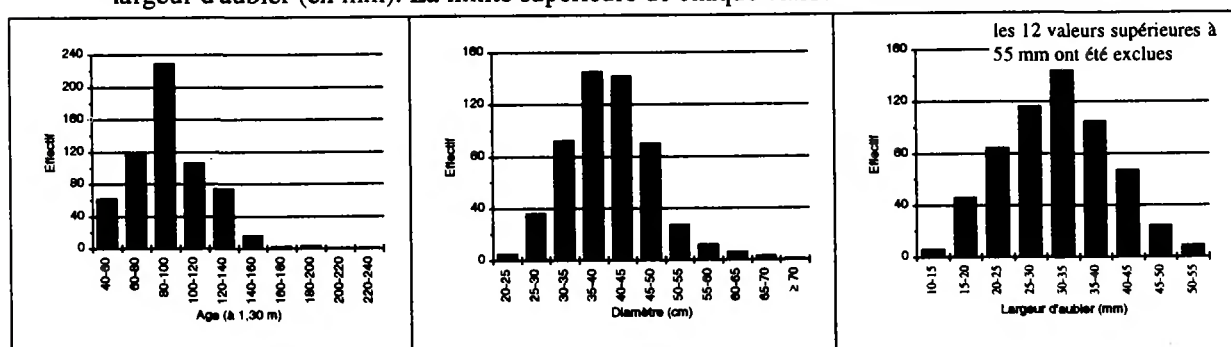


Fig. 28. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 19 peuplements de **chênes sessiles (CHS)**. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.

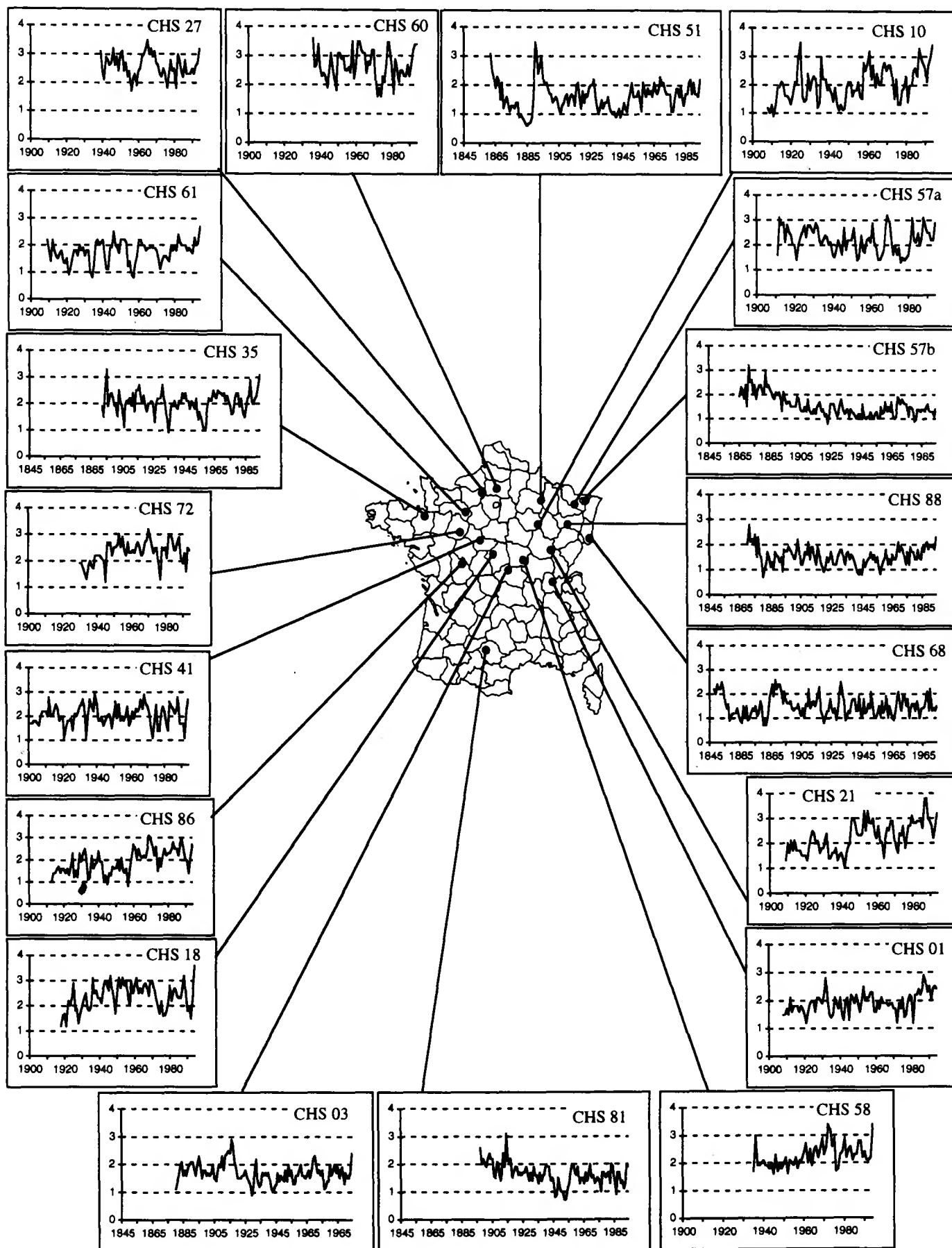


Fig. 29. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (en mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les **chênes sessiles** (n=555 arbres ; n=19 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre entre () correspond à l'âge moyen.

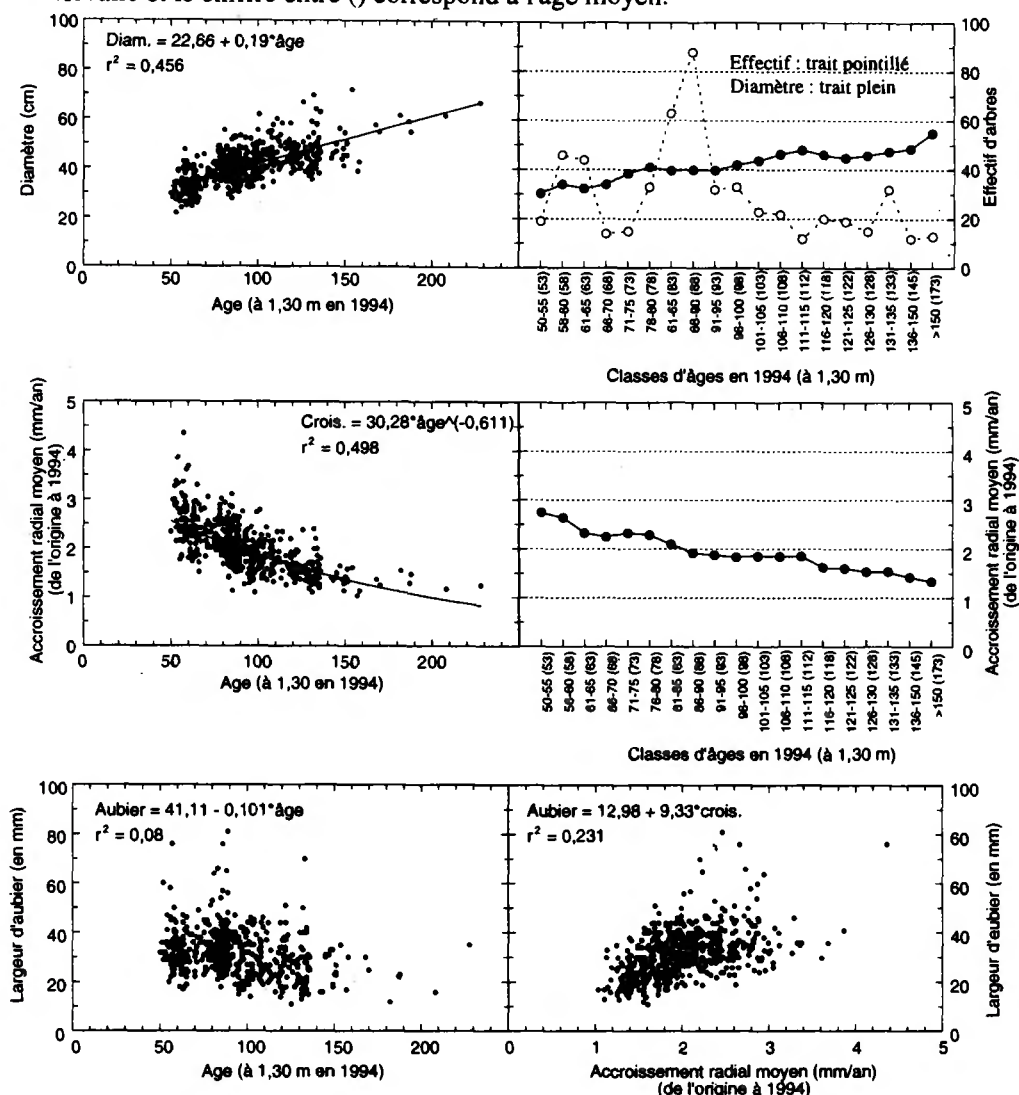


Tableau 13. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 19 placettes de **chênes sessiles** (CHS).

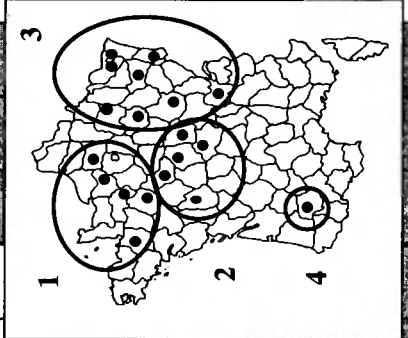
Code	Eff. mini. d'arbres pris en compte	Nbre de cerne disponibles	Période de calcul des rapports inter-annuels	Années caractéristiques				
				Nbre	% par rapport au nbre total d'années	Nbre d'années positives	Nbre d'années négatives	
CHS 01	30	2220	1921-1994 74 ans	28	38	15	13	
CHS 03	30	2850	1900-1994 95 ans	38	40	20	18	
CHS 10	30	1650	1940-1994 55 ans	25	45	14	11	
CHS 18	29	1827	1932-1994 63 ans	20	32	9	11	
CHS 21	30	2190	1922-1994 73 ans	23	31	10	13	
CHS 27	30	1410	1948-1994 47 ans	9	19	4	5	
CHS 35	28	2436	1908-1994 87 ans	25	29	14	11	
CHS 41	30	2310	1918-1994 77 ans	35	45	19	16	
CHS 51	26	2678	1892-1994 103 ans	32	31	17	15	
CHS 57a	30	2250	1920-1994 75 ans	32	43	17	15	
CHS 57b	29	3161	1886-1994 109 ans	31	28	17	14	
CHS 58	30	1500	1945-1994 50 ans	21	42	10	11	
CHS 60	30	1500	1945-1944 50 ans	15	30	8	7	
CHS 61	30	2430	1914-1994 81 ans	25	31	14	11	
CHS 68	23	2208	1899-1994 96 ans	44	46	24	20	
CHS 72	30	1590	1942-1994 53 ans	14	26	6	8	
CHS 81	30	2760	1903-1994 92 ans	36	39	17	19	
CHS 86	30	1980	1929-1994 66 ans	27	41	13	14	
CHS 88	30	3210	1888-1994 107 ans	35	33	20	15	
moyenne :					35,2			

Tableau 14. Années caractéristiques pour les 19 placettes de chênes sessiles (CHS) regroupées selon leur proximité géographique. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante.

Placette Eff. d'arbres Années car. Début	1 Nord-Ouest			2 Centre			3 Nord-Est						4 Sud						
	CHS 72 30 14 1942	CHS 35 28 25 1908	CHS 61 30 25 1914	CHS 27 30 9 1948	CHS 60 30 15 1945	CHS 58 30 21 1945	CHS 03 30 38 1900	CHS 18 29 20 1932	CHS 86 30 27 1929	CHS 41 30 35 1918	CHS 57a 30 32 1920	CHS 57b 29 31 1886	CHS 88 30 35 1888	CHS 68 23 44 1899	CHS 51 26 32 1892	CHS 10 30 25 1940	CHS 21 30 23 1922	CHS 01 30 28 1921	CHS 81 30 36 1903
1994			+			+					+								
1993	+	+			+		+	+	+										+
1992	-																		+
1991	+		+																-
1990						+													-
1989																			-
1988																			-
1987																			+
1986																			-
1985																			-
1984																			-
1983																			+
1982	+																		-
1981																			-
1980																			-
1979																			-
1978	+																		+
1977	-																		-
1976																			+
1975																			-
1974																			-
1973																			-
1972																			-
1971																			-
1970																			-
1969																			-
1968																			-
1967																			-
1966																			+
1965																			-
1964																			-
1963																			+
1962																			-
1961																			+
1960																			-
1959																			-
1958	+																		+
1957																			-
1956																			+
1955																			+
1954																			+
1953																			+
1952																			-
1951																			-
1950																			-

Tab.14 suite

Placette Eff. d'arbres Années car. Début	1 Nord-Ouest			2 Centre			3 Nord-Est						4 Sud						
	CHS 72 30 14 1942	CHS 35 28 25 1908	CHS 61 30 25 1914	CHS 27 30 9 1948	CHS 60 30 15 1945	CHS 58 30 21 1945	CHS 03 30 38 1900	CHS 18 29 20 1932	CHS 86 30 27 1929	CHS 41 30 35 1918	CHS 57a 30 32 1920	CHS 57b 29 31 1886	CHS 88 30 35 1888	CHS 68 23 44 1899	CHS 51 26 32 1892	CHS 10 30 25 1940	CHS 21 30 23 1922	CHS 01 30 28 1921	CHS 81 30 36 1903
1949	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1948	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1947	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1946	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
1945	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1944	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1943	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1942	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1941	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1940	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1939	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1938	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1937	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1936	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1935	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1934	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1933	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1932	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1931	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1930	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1929	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1928	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1927	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1926	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1925	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1924	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1923	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1922	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1921	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1920	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1919	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1918	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1917	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1916	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1915	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1914	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1913	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1912	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1911	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1910	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1909	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1908	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1907	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1906	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1905	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1904	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1903	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1902	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1901	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Les années les plus remarquables sont l'année pluvieuse 1958, qui apparaît positive dans 13 des 19 chronologies disponibles, l'année positive 1946 qui est présente dans 15 cas sur 18, et les années sèches 1976 et 1989 qui apparaissent négatives respectivement dans 16 et 11 cas sur 19 (Tableau 14). Le regroupement des placettes selon leur proximité géographique permet de mettre en évidence les particularités de certaines années (Tableau 14). Ainsi, l'année 1943 est positive seulement pour les placettes du Nord-Est de la France (température moyenne annuelle très supérieure à la normale et nombre de jours de gelées très déficitaire), et l'année 1936 pour les placettes du Centre et du Nord-Ouest. A l'opposé, l'année 1962 est négative pour les placettes du Nord-Est et du Centre (températures moyennes annuelles très inférieures à la normale et très nombreux jours de gelées en mars, mai, novembre et décembre).

4.3 Hêtre (HET, *Fagus sylvatica* L.)

4.3.1 Structure de l'échantillonnage

Les résultats sont présentés dans le Tableau 15 et la Fig. 30. Un total de 598 hêtres a été échantillonné dans les 20 placettes. L'âge varie de 34 à 169 ans, mais 61% des arbres sont âgés de moins de 100 ans (âge moyen = 73 ans). Pour cette gamme d'âges (34 à 99 ans), les diamètres sont compris entre 21 et 67 cm (moyenne = 38 cm) et la croissance (de l'origine à 1994) entre 1,39 et 4,96 mm/an (moyenne = 2,46 mm/an). Pour les autres arbres, l'âge, qui varie de 100 à 169 ans est en moyenne de 134 ans. Le diamètre moyen est de 42 cm avec une amplitude de 28 à 60 cm, et la croissance varie de 0,76 à 2,41 mm/an (moyenne = 1,47 mm/an).

Au total, 56 523 cernes ont été mesurés, ce qui représente une longueur totale de 104,5 mètres. La chronologie la plus longue couvre une période de 159 ans (HET 26 et HET 65 - 1836-1994) et la plus courte de 39 ans (HET 25 - 1956-1994) (Fig. 31). L'allure de chaque profil est discutée dans la fiche individuelle correspondante (paragraphe 7).

4.3.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre et la croissance

Les résultats sont présentés dans la Fig. 32. En moyenne, l'accroissement radial évolue de 3 mm/an à 1,2 mm/an, pour un diamètre de 20 cm à 45 cm, des jeunes arbres aux arbres les plus âgés.

4.3.3 Années caractéristiques

Les années caractéristiques pour le hêtre sont présentées dans les Tableaux 16 et 17. Le nombre d'années caractéristiques varie de 7 à 59 (Tableau 16). En fonction de la longueur de la période de calcul des rapports inter-annuels (de 29 à 144 ans), le pourcentage d'années repères est compris entre 21% et 55% (moyenne = 35%). Les années positives les plus remarquables sont les années 1977, 1958, 1955 et 1946 qui apparaissent respectivement dans 75%, 60%, 55% et 61% des cas (Tableau 17).

Tableau 15. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 20 placettes de hêtres (HET). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994 et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs extrêmes observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).

Code	Forêt	Parcelle	Latitude	Longitude	Alt. (m)	Pente (%)	Expo	Topo
HET 02	D. de Retz	19	49°12'21" N	3°07'36" E	145	0	plat	terrain plat
HET 03	D. des Colettes	70	46°11'37" N	2°59'54" E	590	15	nord	haut de versant
HET 04	D. du Jabron	17	44°07'52" N	5°48'00" E	1300	50	nord	mi-versant
HET 09	D. de Soulan	13	42°55'53" N	1°16'56" E	1250	32	sud-ouest	mi-versant
HET 14	D. de Cerisy	117	49°10'57" N	0°51'23" W	90	4	plat	terrain plat
HET 21	D. de Lugny	17	47°48'50" N	4°51'18" E	400	3	nord-est	sommet arrondi
HET 25	D. de la Verrière du Grosbois	20	47°11'31" N	6°16'41" E	570	2	ouest	haut de versant
HET 26	D. de Lente	168	44°55'04" N	5°17'46" E	1320	12	ouest	replat
HET 29	D. de Carnoet	16	47°50'16" N	3°32'34" W	50	0	plat	terrain plat
HET 30	D. de l'Aigoual	122	44°06'55" N	3°32'36" E	1400	25	sud-ouest	mi-versant
HET 52	D. d'Auberive	949	47°47'46" N	5°04'17" E	440	0	plat	terrain plat
HET 54a	D. des Hauts Bois	7	48°30'35" N	6°42'23" E	325	5	est	mi-versant
HET 54b	D. de Haye	423	48°38'57" N	6°04'04" E	390	2	plat	terrain plat
HET 55	D. de Lachalade	9	49°10'15" N	5°00'17" E	250	0	plat	terrain plat
HET 60	D. de Compiègne	832	49°19'27" N	2°52'34" E	138	0	plat	terrain plat
HET 64	C. d'Ance	11	43°09'01" N	0°39'29" W	400	44	nord-ouest	mi-versant
HET 65	C. de Bize	13	43°01'36" N	0°26'12" E	850	25	nord-ouest	mi-versant
HET 76	D. d'Eawy	359	49°42'39" N	1°19'34" E	210	0	plat	terrain plat
HET 81	D. de la Montagne Noire	198	43°24'38" N	2°10'40" E	700	0	plat	terrain plat
HET 88	D. du Ban d'Harol	9	48°06'21" N	6°14'50" E	400	3	ouest	haut de versant

Code	Effectif d'arbres	Age (à 1,30 m) [34-169]	Acr (mm/an) moy/85-94	Nbre total de cerne	Long. de la chronologie	Aubier (mm)	Diamètre (cm) [21-67]	Hauteur (m) [17-34]
HET 02	30	54	3.67/3.88	1554	1941-1994		42	29.7
HET 03	30	87	2.15/2.39	2558	1891-1994		39	29
HET 04	30	85	1.95/2.46	2577	1909-1994		38	26.1
HET 09	30	152	1.11/1.33	4409	1842-1994		37	21.8
HET 14	30	83	2.35/2.34	2424	1912-1994		44	25.7
HET 21	30	128	1.57/1.67	3779	1871-1994		44	28.6
HET 25	29	41	2.8/3.11	1146	1956-1994		25	20.1
HET 26	30	158	1.1/1.12	4668	1836-1994		38	23.1
HET 29	30	64	2.06/1.68	1867	1930-1994		29	24.1
HET 30	29	143	1.17/1.37	4046	1850-1994		36	19.7
HET 52	30	106	1.82/1.87	3126	1889-1994		42	30.2
HET 54a	30	95	2.2/2.41	2739	1899-1994		44	29.3
HET 54b	30	99	2.06/2.21	2912	1894-1994		44	28.7
HET 55	30	88	2.41/2.81	2577	1905-1994		46	29.4
HET 60	30	62	2.48/3.05	1806	1933-1994		34	26.8
HET 64	30	67	2.71/2.67	1934	1930-1994		41	28.8
HET 65	30	160	1.39/1.43	4725	1836-1994		50	29.7
HET 76	30	87	2.3/2.23	2550	1908-1994		43	29.9
HET 81	30	108	1.89/1.62	3137	1886-1994		44	30.3
HET 88	30	68	2.27/2.91	1989	1925-1994		32	25.4

598

56 523

Fig. 30. Effectif de hêtres par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m) et de diamètre (à 1,30 m). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.

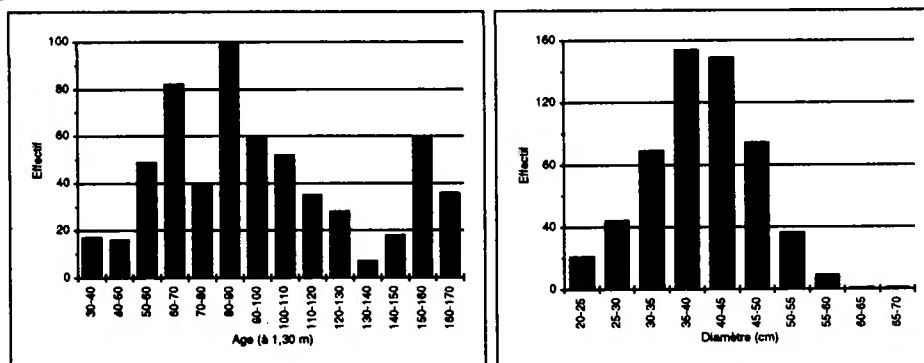


Fig. 31. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 20 peuplements de **hêtres (HET)**. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.

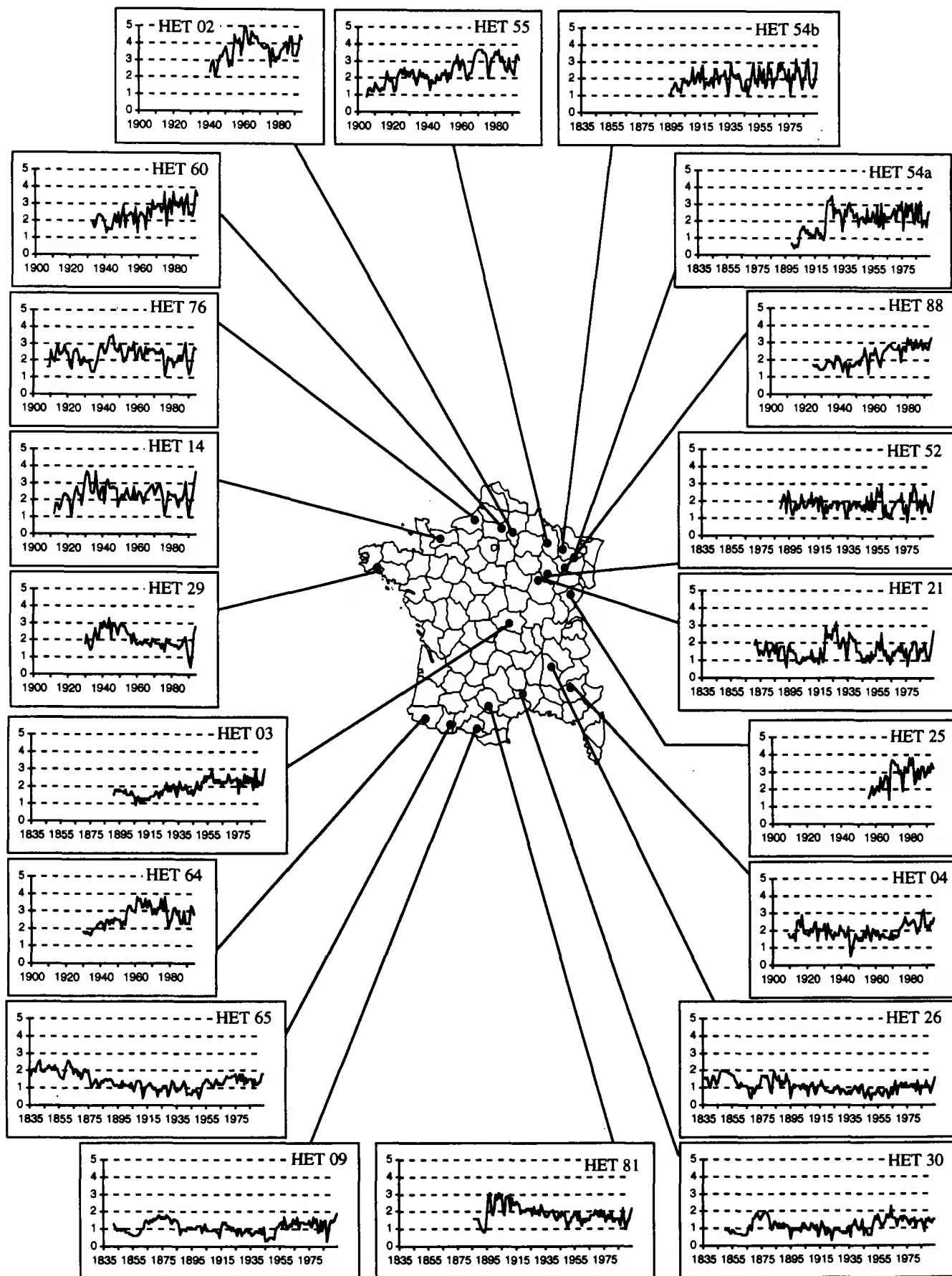


Fig. 32. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m) et le diamètre (sur écorce en 1994) et la croissance radiale (mm/an) pour les hêtres (n=598 arbres ; n=20 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre entre () correspond à l'âge moyen.

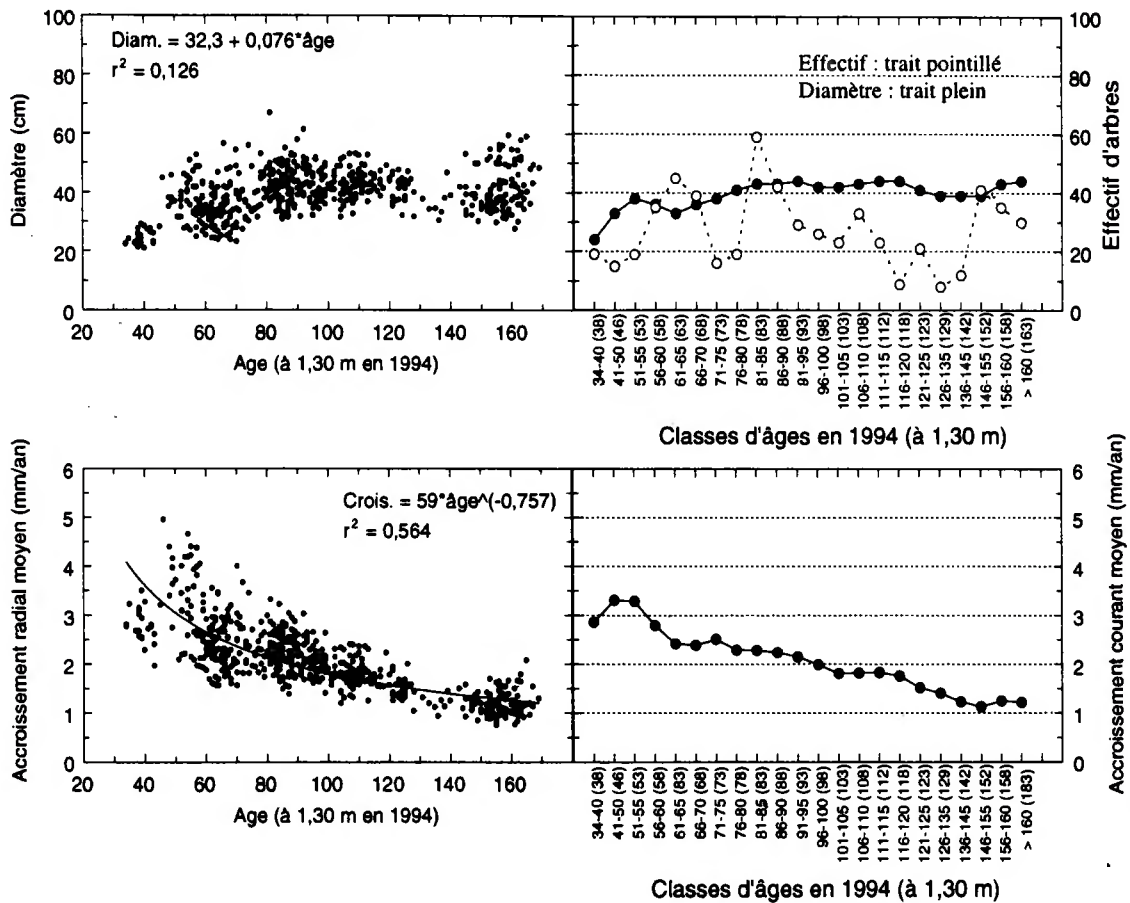


Tableau 16. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 20 placettes de hêtres (HET).

Code	Eff. mini. d'arbres pris en compte	Nbre de cerne disponibles	Période de calcul des rapports inter-annuels	Années caractéristiques			
				Nbre	% par rapport au nbre total d'année	Nbre d'années positives	Nbre d'années négatives
HET 02	30	1290	1952-1994 43 ans	9	21	5	4
HET 03	15	2471	1895-1994 100 ans	21	21	11	10
HET 04	30	2310	1918-1994 77 ans	29	38	17	12
HET 09	30	3720	1871-1994 124 ans	36	29	21	15
HET 14	30	2250	1920-1994 75 ans	32	43	17	15
HET 21	30	3514	1877-1994 118 ans	59	50	32	27
HET 25	29	1086	1956-1994 29 ans	7	24	4	3
HET 26	30	4200	1855-1994 140 ans	59	42	30	29
HET 29	30	1560	1943-1994 52 ans	14	27	7	7
HET 30	29	3393	1878-1994 117 ans	44	38	25	19
HET 52	30	2850	1900-1994 95 ans	52	55	30	22
HET 54a	30	2070	1926-1994 69 ans	32	46	18	14
HET 54b	30	1980	1929-1994 66 ans	36	54	19	17
HET 55	30	2130	1924-1994 71 ans	20	28	11	9
HET 60	30	1500	1945-1994 50 ans	25	50	13	12
HET 64	30	1650	1940-1994 55 ans	16	29	8	8
HET 65	30	4320	1851-1994 144 ans	33	23	18	15
HET 76	30	2220	1921-1994 74 ans	25	34	13	12
HET 81	30	2670	1906-1994 89 ans	23	26	13	10
HET 88	30	1560	1943-1994 52 ans	14	27	7	7
moyenne :					35,2		

Tableau 17. Années caractéristiques pour les 20 placettes de hêtres (HET) regroupées selon leur proximité géographique. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante. (Se reporter aux fiches individuelles pour connaître les années caractéristiques avant 1900 pour les placettes HET09, 21, 26, 30 et 65).

Placette Nb. arbres Années car. Début	I. Est				2. Nord et Ouest				Centre			4. Sud-Ouest et Sud			5. Sud et Sud-Est						
	HET 55 30 20 1924	HET 54a 30 32 1926	HET 54b 30 36 1929	HET 88 30 14 1943	HET 52 30 52 1900	HET 21 30 59 1877	HET 25 30 29 1956	HET 02 30 9 1952	HET 60 30 25 1945	HET 76 30 25 1921	HET 14 30 32 1920	HET 29 15 21 1895	HET 03 30 16 1940	HET 64 30 33 1851	HET 65 30 36 1871	HET 09 30 23 1906	HET 81 29 44 1878	HET 30 30 29 1918	HET 04 30 29 1918	HET 26 30 59 1855	
1994																					
1993																					
1992																					
1991																					
1990																					
1989																					
1988																					
1987																					
1986																					
1985																					
1984																					
1983																					
1982																					
1981																					
1980																					
1979																					
1978																					
1977																					
1976																					
1975																					
1974																					
1973																					
1972																					
1971																					
1970																					
1969																					
1968																					
1967																					
1966																					
1965																					
1964																					
1963																					
1962																					
1961																					
1960																					
1959																					
1958																					
1957																					
1956																					
1955																					
1954																					
1953																					
1952																					
1951																					
1950																					

Placette	I Est			2 Nord et Ouest						Centre			4 Sud-Ouest et Sud					5 Sud et Sud-Est				
	HET 55 30 20 1924	HET 54a 30 32 1926	HET 54b 30 36 1929	HET 88 30 14 1943	HET 21 30 59 1877	HET 25 29 7 1956	HET 02 30 9 1952	HET 60 30 25 1945	HET 76 30 30 1921	HET 14 30 32 1920	HET 29 30 14 1943	HET 03 15 21 1895	HET 64 30 16 1940	HET 65 30 33 1851	HET 09 30 36 1871	HET 81 30 23 1906	HET 30 29 44 1878	HET 04 30 29 1918	HET 26 30 59 1855			
1949																						
1948																						
1947																						
1946																						
1945																						
1944																						
1943																						
1942																						
1941																						
1940																						
1939																						
1938																						
1937																						
1936																						
1935																						
1934																						
1933																						
1932																						
1931																						
1930																						
1929																						
1928																						
1927																						
1926																						
1925																						
1924																						
1923																						
1922																						
1921																						
1920																						
1919																						
1918																						
1917																						
1916																						
1915																						
1914																						
1913																						
1912																						
1911																						
1910																						
1909																						
1908																						
1907																						
1906																						
1905																						
1904																						
1903																						
1902																						
1901																						
1900																						



Les années négatives sont les années 1989, 1976, 1959 et 1933 qui sont présentes respectivement dans 80%, 85%, 70% et 47% des chronologies. Ces années de faible croissance se caractérisent par un climat particulièrement chaud, sec et fortement ensoleillé.

Le regroupement des placettes selon leur proximité géographique (Tableau 17) permet de mettre en évidence les particularités de certaines années. L'année 1983 est négative pour la majeure partie des placettes de "l'Est" de la France. L'année 1969, caractérisée par des excédents de précipitations importants dans le Midi et le Massif Central, est positive pour un grand nombre des placettes du "Sud". A l'opposé, l'année 1965 qui est, sauf dans le Midi méditerranéen, arrosée (souvent le double de la normale dans l'Est), est positive pour la majorité des placettes du Nord de la Loire. L'année 1962 est négative pour les placettes de l'Est et du Sud-Est (températures moyennes annuelles très inférieures à la normale, nombreux jours de gelés en mars, mai, novembre et décembre et déficit des précipitations annuelles de 20% en moyenne).

4.4 Douglas (DOU, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)

4.4.1 Structure de l'échantillonnage

Les résultats sont présentés dans le Tableau 18 et la Fig. 33. Un total de 179 douglas a été échantillonné dans les 6 placettes. L'âge varie de 19 à 50 ans, mais 81% des arbres sont âgés de moins de 31 ans (âge moyen = 24 ans). Pour cette gamme d'âges (19 à 30 ans), les diamètres sont compris entre 21 et 51 cm (moyenne = 32 cm), et la croissance (depuis l'origine à 1994) entre 3,65 et 7,47 mm/an (moyenne = 5,54 mm/an). Les douglas de plus de 30 ans représentent 19% du total (âge moyen = 46 ans ; 31 à 50 ans). Leur diamètre moyen est de 58 cm avec une amplitude de 40 à 73 cm, et la croissance varie de 4,5 à 6,93 mm/an (moyenne = 5,51 mm/an).

Au total, 5000 cernes ont été mesurés ce qui représente une longueur totale de 27,1 mètres. La chronologie la plus longue couvre une période de 48 ans (DOU 34, 1947-1994) et la plus courte de 20 ans (DOU 71, 1975-1994) (Fig. 34). L'allure de chaque profil est discutée dans la fiche individuelle correspondante (paragraphe 7).

4.4.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance

Les résultats sont présentés dans la Fig. 35. En raison de l'hétérogénéité du nuage des points, il n'est pas possible de déterminer de relations statistiquement fiables. De plus, bien que la largeur d'aubier augmente linéairement avec l'accroissement radial moyen, il serait nécessaire d'éliminer d'abord l'effet de l'âge sur ces deux paramètres pour juger de la pertinence réelle de la largeur d'aubier comme indicateur de vitalité de ces peuplements. Pour cette espèce, une étude plus poussée nécessite l'échantillonnage d'autres peuplements.

Tableau 18. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 6 placettes de **douglas** (DOU). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994 et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs extrêmes observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).

Code	Forêt	Parcelle	Latitude	Longitude	Alt. (m)	Pente (%)	Expo	Topo
DOU 23	S. du Maupuy	24	46°09'47" N	1°49'33" E	610	7	ouest	mi-versant
DOU 34	D. des Avant-Monts	133	43°26'54" N	2°42'56" E	700	15	sud	mi-versant
DOU 61	D. d'Ecoves	556	48°34'29" N	0°04'05" W	375	4	est	mi-versant
DOU 65	C. de Lourdes	23	43°05'60" N	0°06'25" W	420	32	nord-est	mi-versant
DOU 69	Départ. de Brou	31	45°56'51" N	4°28'42" E	520	50	ouest	mi-versant
DOU 71	D. d'Anost	43	47°05'35" N	4°05'10" E	650	10	sud-ouest	sommet arrondi

Code	Effectif d'arbres	Age (à 1,30 m) [19-50]	Acr (mm/an) moy/85-94	Nbre total de cerne	Long. de la chronologie	Larg. d'aubier (mm) [20-102]	Diamètre (cm) [21/75]	Hauteur (m) [18-43.5]
DOU 23	30	24	5.71/5.05	710	1970-1994	49.2	31	19.7
DOU 34	30	48	5.5/4.41	1410	1947-1994	58.8	60	39.6
DOU 61	30	30	5.87/4.76	884	1965-1994	47.9	42	27.1
DOU 65	30	24	4.57/2.45	728	1970-1994	33	26	23.2
DOU 69	30	24	5.44/4.29	696	1972-1994	48.5	32	21
DOU 71	29	20	6.1/4.91	572	1975-1994	46.7	30	20.7
Total	179			5000				

Fig. 33. Effectif de **douglas** par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.

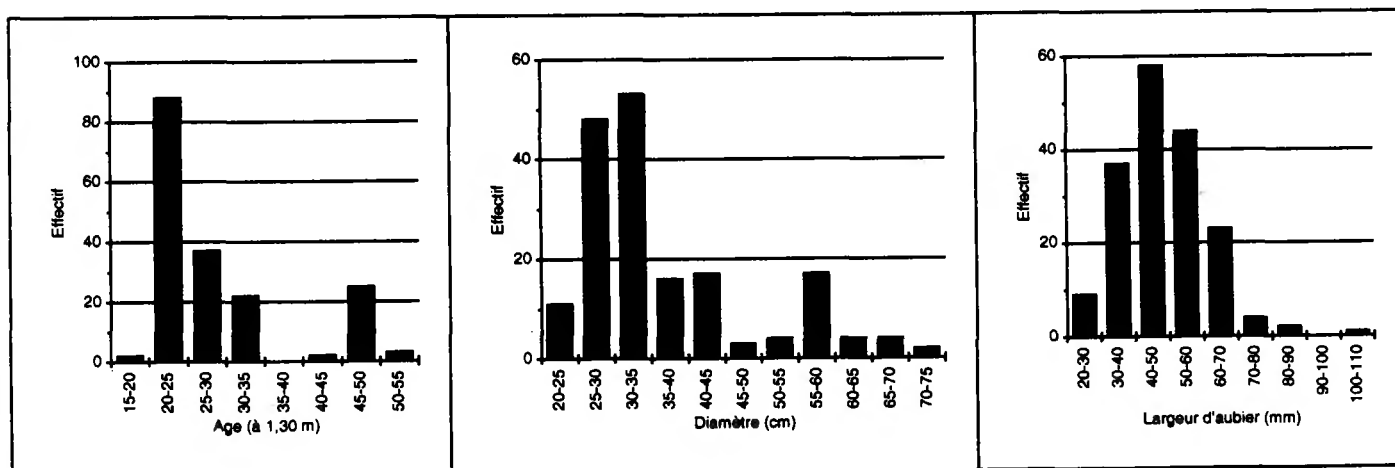


Fig. 34. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 6 peuplements de **douglas (DOU)**. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.

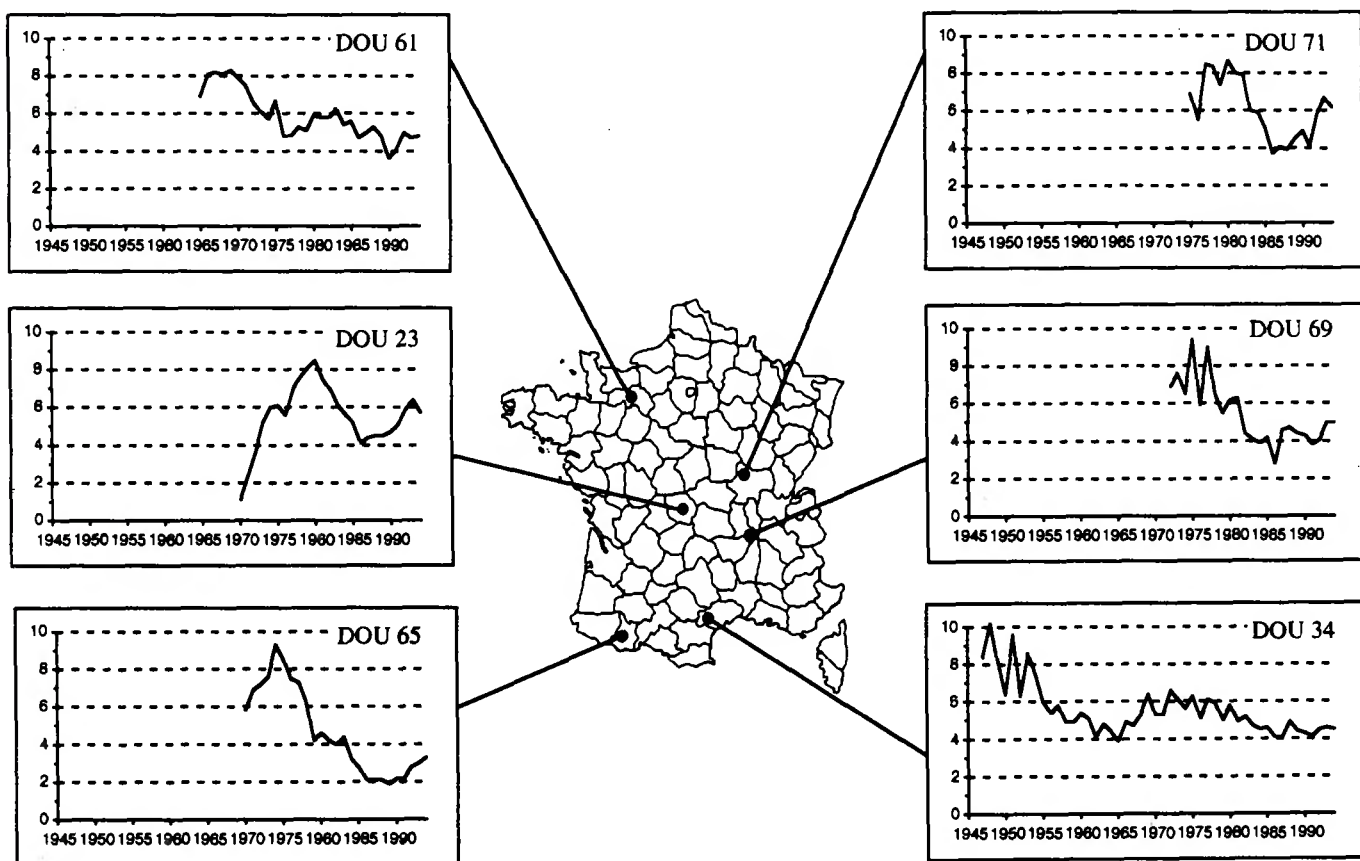


Fig. 35. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (en mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les douglas (n=179 arbres ; n=6 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre entre () correspond à l'âge moyen. La répartition non homogène des nuages de points ne permet pas d'établir des relations statistiquement fiables (sauf pour le dernier cas).

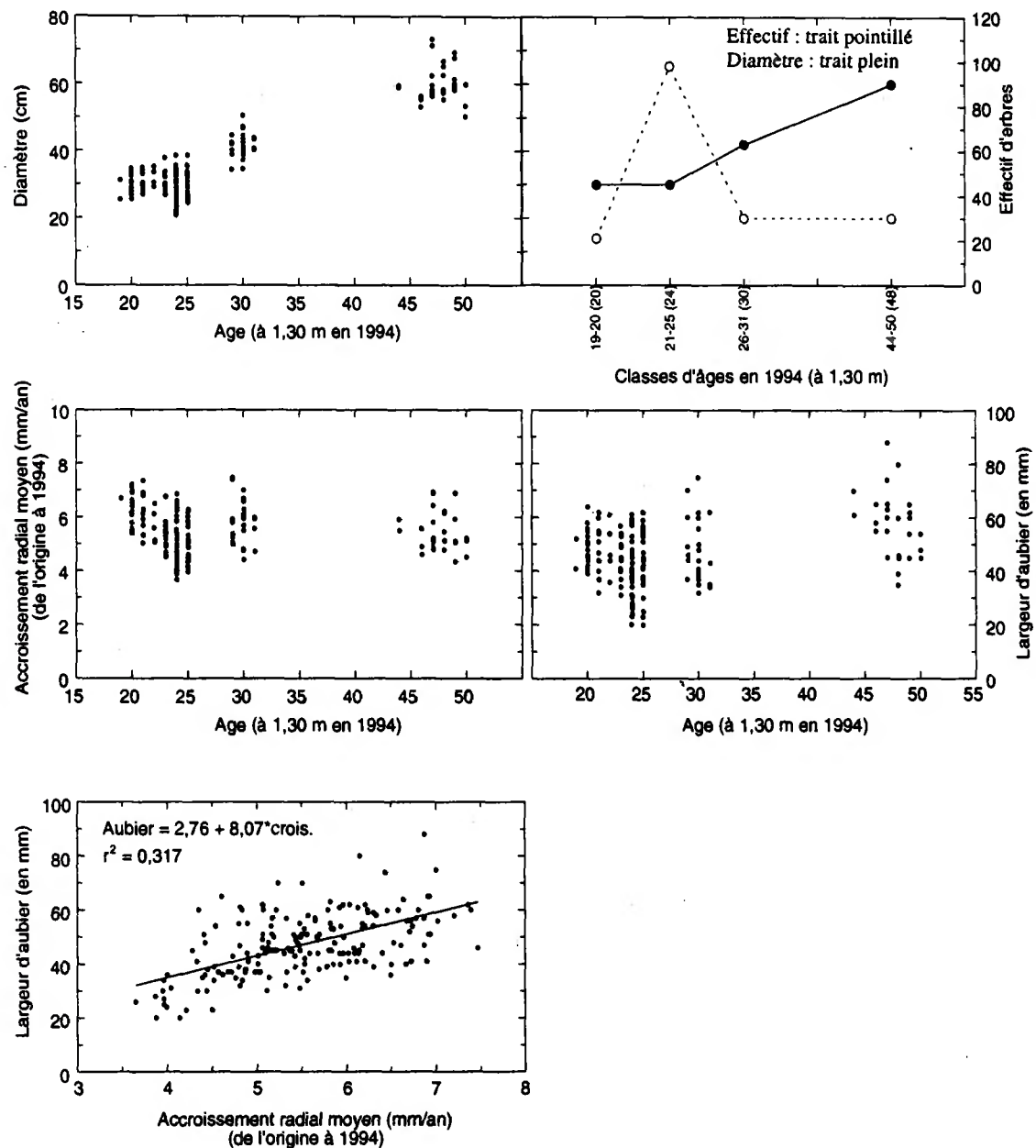


Tableau 19. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 6 placettes de douglas (DOU).

Code	Eff. mini. d'arbres pris en compte	Nbre de cernes disponibles	Période de calcul des rapports inter-annuels	Années caractéristiques				
				Nbre	% par rapport au nbre total d'années	Nbre d'années positives	Nbre d'années négatives	
DOU 23	30	600	1975-1994	20 ans	1	5	0	1
DOU 34	30	1260	1953-1994	42 ans	8	19	5	3
DOU 61	30	840	1967-1994	28 ans	3	11	0	3
DOU 65	30	690	1972-1994	23 ans	5	22	2	3
DOU 69	30	660	1973-1994	22 ans	9	41	4	5
DOU 71	29	522	1977-1994	18 ans	4	22	1	3
moyenne :						20		

Tableau 20. Années caractéristiques pour les 6 placettes de **douglas (DOU)**. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante.

Placette	DOU 23	DOU 34	DOU 61	DOU 65	DOU 69	DOU 71
Eff. d'arbres	30	30	30	30	30	29
Années car.	1	8	3	5	9	4
Début	1975	1953	1967	1972	1973	1977
1994						
1993					+	
1992				+		+
1991						-
1990			-			
1989						
1988		+				
1987					+	
1986	-		-	-	-	-
1985						
1984				-		
1983						-
1982					-	
1981						
1980						
1979		-		-		
1978					-	
1977		+			+	
1976		-	-		-	
1975					+	
1974				+	-	
1973						
1972		+				
1971						
1970						
1969		+				
1968						
1967						
1966		+				
1965						
1964						
1963						
1962						
1961						
1960						
1959						
1958						
1957						
1956						
1955		-				
1954						
1953						
1952						
1951						
1950						

4.4.3 Années caractéristiques

Les années caractéristiques pour le douglas sont présentées dans les Tableaux 19 et 20. Le nombre d'années caractéristiques varie de 1 à 9 (Tableau 19). En fonction de la longueur de la période de calcul des rapports inter-annuels (de 18 à 42 ans), le pourcentage d'années repères est compris entre 5% et 41% (moyenne = 20%). Seule l'année négative 1986 apparaît notable puisqu'elle est présente dans 6 des 7 chronologies (records de froid au niveau national) (Tableau 20).

Le nombre de sites échantillonnés est trop restreint et leur éloignement trop important pour permettre une analyse des années caractéristiques par domaine climatique.

4.5 Epicéa (EPC, *Picea abies* (L.) Karst.)

4.5.1 Structure de l'échantillonnage

Les résultats sont présentés dans le Tableau 21 et la Fig. 36. Un total de 328 épicéas a été échantillonné dans les 11 placettes. L'âge varie de 22 à 262 ans, mais 63 % des arbres sont âgés de moins de 60 ans (âge moyen = 37 ans). Pour cette gamme d'âges (22 à 59 ans), les diamètres sont compris entre 21 et 52 cm (moyenne = 34 cm), et la croissance (depuis l'origine à 1994) entre 2,97 et 6,92 mm/an (moyenne = 4,36 mm/an). Les épicéas âgés de 60 à 120 ans représentent 35% de l'effectif total (âge moyen = 88 ans). Leur diamètre moyen est de 50 cm avec une amplitude de 37 à 67 cm, et la croissance varie de 1,47 à 4,39 mm/an (moyenne = 2,76 mm/an). Enfin, 2% des arbres (n=29) ont plus de 120 ans (âge moyen = 188 ans ; 159 à 262 ans). Leur diamètre moyen est de 45 cm avec une amplitude de 38 à 54 cm, et la croissance varie de 0,65 à 1,39 mm/an (moyenne = 0,99 mm/an). Il s'agit principalement des arbres de la placette EPC 73.

Au total, 21 014 cernes ont été mesurés ce qui représente une longueur totale de 58,5 mètres. La chronologie la plus longue couvre une période de 190 ans (EPC 73, 805-1994) et la plus courte de 24 ans (EPC 87, 1971-1994) (Fig. 37). L'allure de chaque profil est discutée dans la fiche individuelle correspondante (paragraphe 7).

4.5.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance

Les résultats sont présentés dans la Fig. 38. En moyenne, l'accroissement radial évolue de 4,5 mm/an à 3,5 mm/an, pour un diamètre de 20 cm à 60 cm, des jeunes arbres aux arbres les plus âgés. Dans nos conditions d'échantillonnage, il n'apparaît pas de liaison significative entre la largeur d'aubier et l'âge de l'arbre. Bien que la largeur d'aubier augmente linéairement avec l'accroissement radial moyen, il serait nécessaire d'éliminer d'abord l'effet de l'âge sur la croissance pour juger de la pertinence réelle de la largeur d'aubier comme indicateur de vitalité de ces peuplements.

Tableau 21. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 11 placettes d'épicéas (EPC). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994 et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs extrêmes observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).

Code	Forêt	Parcelle	Latitude	Longitude	Alt. (m)	Pente (%)	Expo	Topo
EPC 08	D. de la Croix-Scaille	14	49°56'51" N	4°48'35" E	480	1	plat	terrain plat
EPC 34	D. d'Espinouse	83	43°38'14" N	2°55'16" E	1020	10	plat	terrain plat
EPC 39a	C. de Chauv du Dombief	22	46°34'47" N	5°52'37" E	970	10	sud-est	haut de versant
EPC 39b	C. des Rousses	29	46°31'00" N	6°03'44" E	1210	8	ouest	dépression ouverte
EPC 63	S. de Manson	20	45°45'20" N	2°57'58" E	950	0	plat	terrain plat
EPC 71	D. de Giègne	18	47°00'33" N	4°07'06" E	600	20	sud-est	mi-versant
EPC 73	C. de Bourg-St-Maurice	15	45°35'12" N	6°47'23" E	1700	40	nord-ouest	mi-versant
EPC 74	D. de Voirons	4	46°13'42" N	6°20'58" E	1200	20	ouest	replat
EPC 81	D. de Nore	91	43°26'31" N	2°26'05" E	820	24	nord	mi- versant
EPC 87	S. de Monteil	18	45°48'00" N	1°48'55" E	650	25	ouest	mi-versant
EPC 88	S. de Laveline	27	48°14'02" N	7°06'14" E	660	20	sud-ouest	replat

Code	Effectif d'arbres	Age (à 1,30 m) [22-262]	Acr (mm/an) moy/85-94	Nbre total de cernes	Long. de la chronologie	Larg. d'aubier (mm) [17-134]	Diamètre (cm) [21-67]	Hauteur (m) [14.5-40.5]
EPC 08	30	35	4.22/2.99	1041	1960-1994	60.3	33	21
EPC 34	30	27	4.22/3.39	791	1968-1994	50.2	26	17.1
EPC 39a	30	58	3.51/2.51	1724	1938-1994	52.4	45	30.4
EPC 39b	30	106	1.86/1.43	3267	1887-1994	65.6	44	23.6
EPC 63	30	28	5.27/4.01	834	1964-1994	69.9	30	20.2
EPC 71	30	48	4.07/2.30	1404	1947-1994	60.4	41	27
EPC 73	28	185	1/1.19	5189	1805-1994	56.7	45	22.7
EPC 74	30	73	3.44/2.06	2173	1920-1994	58.7	56	30
EPC 81	30	42	4.57/3.05	1264	1951-1994	64.8	40	23.1
EPC 87	30	23	4.56/4.21	694	1971-1994	46.1	24	16.7
EPC 88	30	89	2.83/1.57	2633	1906-1994	42.7	52	35.5

Total 328 21 014

Fig. 36. Effectif d'épicéas par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.

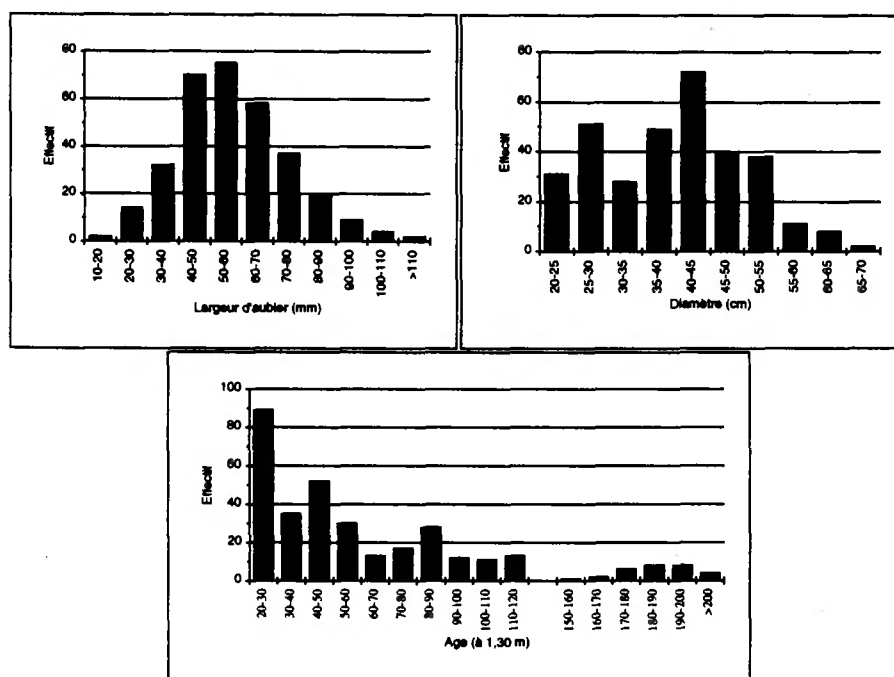


Fig. 37. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 11 peuplements d'épicéas (EPC). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.

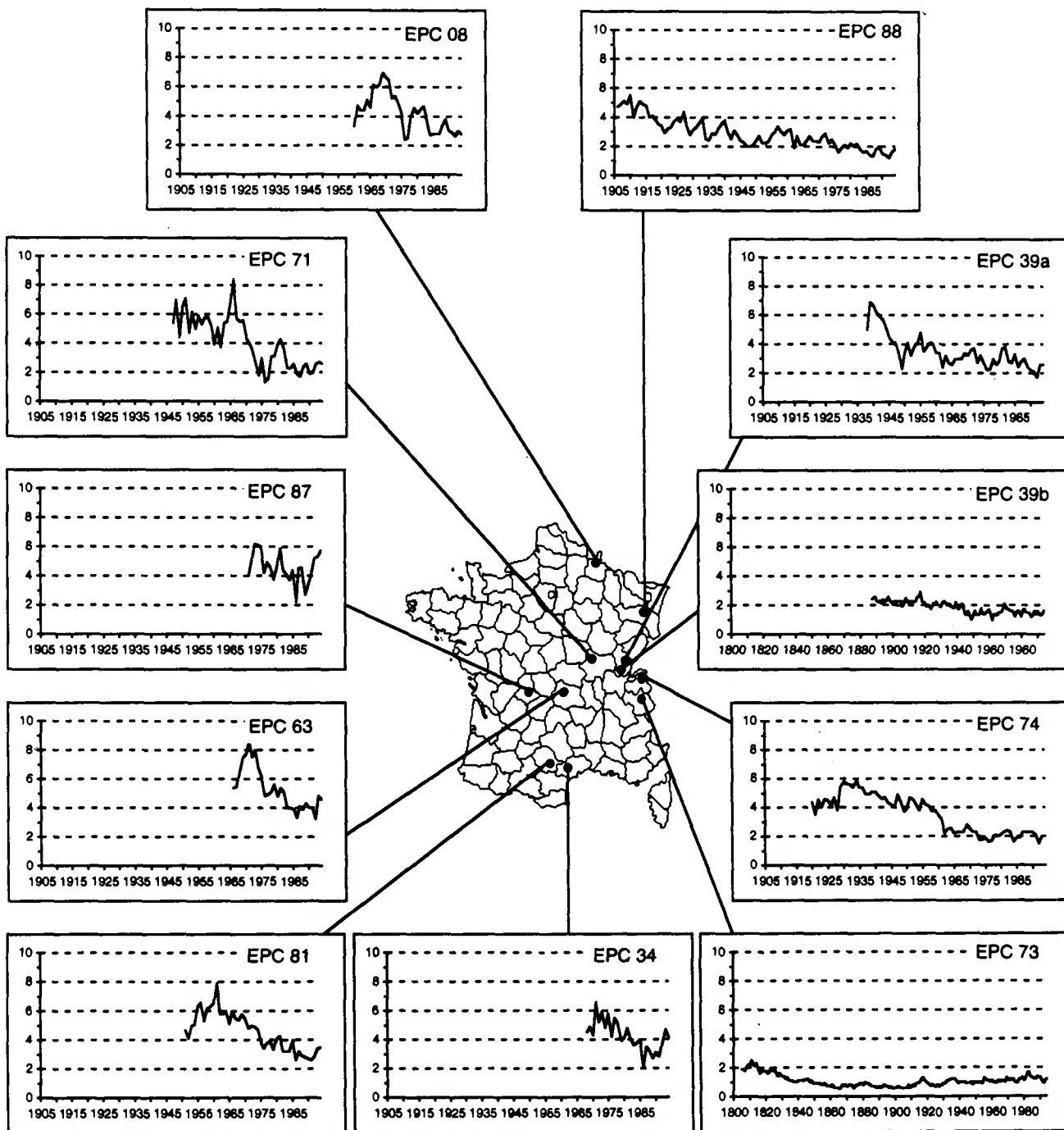


Fig. 38. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les *épicéas* (n=328 arbres ; n=11 placettes). Pour les classes, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre entre () correspond à la moyenne du paramètre. Pour l'étude des corrélations, seuls les arbres âgés de moins de 80 ans en 1994 (à 1,30 m) ont été pris en compte dans l'analyse.

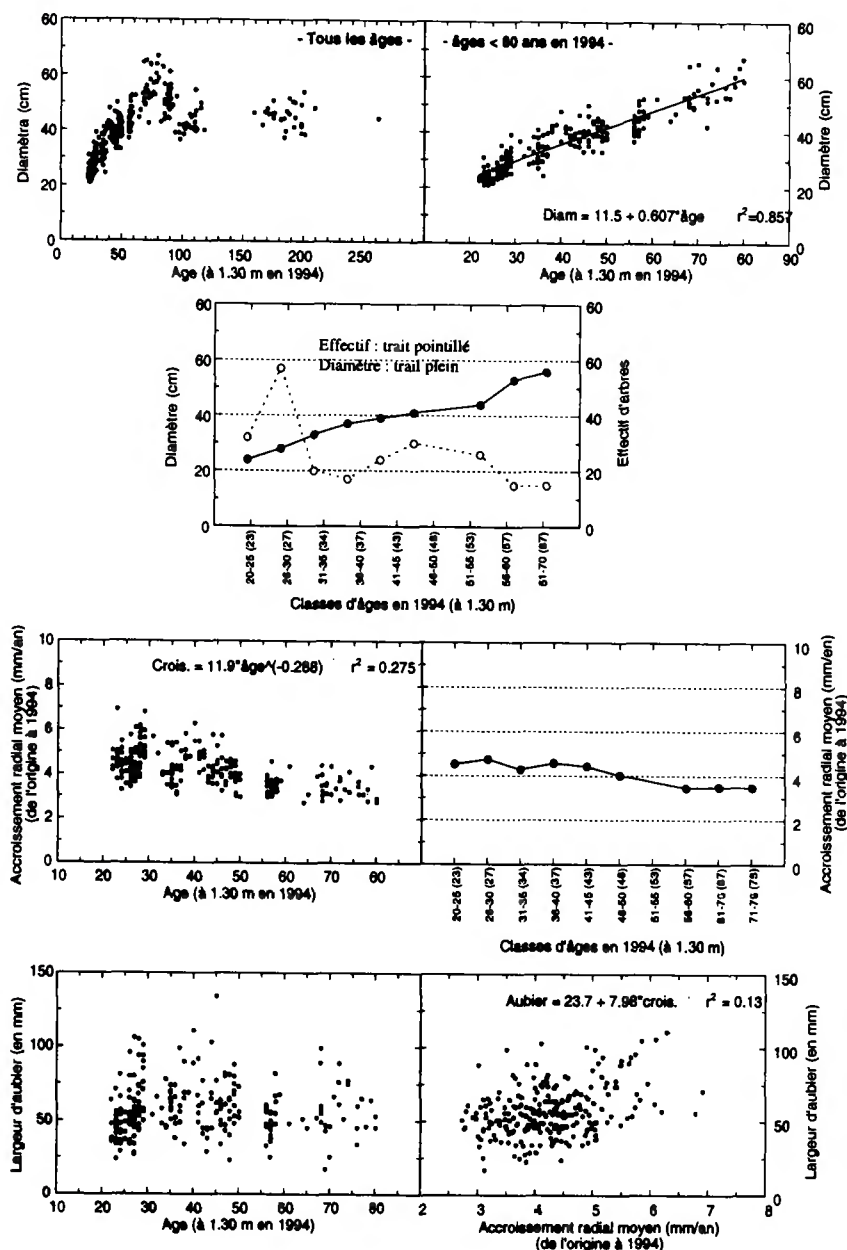
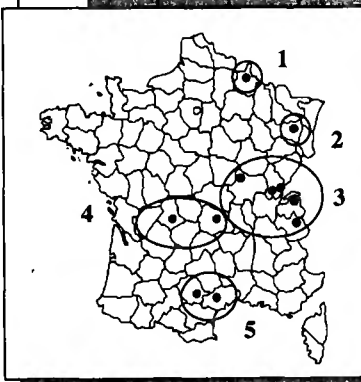


Tableau 22. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 11 placettes d'*épicéas* (EPC).

Code	Eff. mini. d'arbres pris en compte	Nbre de cerne disponibles	Période de calcul des rapports inter-annuels	Années caractéristiques				
				Nbre	% par rapport au nbre total d'années	Nbre d'années positives	Nbre d'années négatives	
EPC 08	30	960	1963-1994	32 ans	8	25	2	6
EPC 34	30	750	1970-1994	25 ans	12	48	6	6
EPC 39a	30	1650	1940-1994	55 ans	17	31	6	11
EPC 39b	29	2790	1902-1994	93 ans	22	24	11	11
EPC 63	30	832	1966-1994	29 ans	6	21	2	4
EPC 71	30	1260	1953-1994	42 ans	21	50	10	11
EPC 73	28	4531	1836-1994	159 ans	23	15	10	13
EPC 74	30	1860	1933-1994	62 ans	11	18	7	4
EPC 81	30	1110	1959-1994	37 ans	9	24	5	4
EPC 87	30	693	1971-1994	24 ans	10	42	5	5
EPC 88	30	2460	1913-1994	82 ans	13	16	4	9
				moyenne :		28,6		

Tableau 23. Années caractéristiques pour les 11 placettes d'épicéas (EPC) regroupées selon leur proximité géographique. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante.

Placette	1 Nord		3 Est					4 Centre		5 Sud		EPC 88	EPC 39b	EPC 73		
	EPC 08	EPC 88	EPC 71	EPC 39a	EPC 39b	EPC 73	EPC 74	EPC 63	EPC 87	EPC 34	EPC 81					
Nb. d'arbres	30	30	30	30	29	28	30	30	30	30	30	30	29	28		
Années car.	8	13	21	17	22	23	11	6	10	12	9	13	22	23		
Début	1963	1913	1953	1940	1902	1836	1933	1966	1971	1970	1959	1913-94	1902-94	1836-94		
1994															1929	1864
1993		+		+			+	+		+					1928	1863
1992		-	+	-			-				+				1927	1862
1991															1926	1861
1990	-	-	-	-					+				+		1925	1860
1989				-					-						1924	1859
1988		+	+												1923	1858
1987							+	+	+	+	+				1922	1857
1986			-	-	-				-	-	-				1921	1856
1985				+					+		+				1920	1855
1984	-						-	-							1919	1854
1983	-		-	-											1918	1853
1982															1917	1852
1981			+	+	+				+						1916	1851
1980				-	-	-			+		+				1915	1850
1979			+							-			+		1914	1849
1978	+		+	+			+								1913	1848
1977			+	+	+	+					+				1912	1847
1976	-		-	-	-				-	-	-				1911	1846
1975			+	-							+				1910	1845
1974			-	-						-	-				1909	1844
1973		-	-	-											1908	1843
1972	-										-				1907	1842
1971										+					1906	1841
1970	-		-												1905	1840
1969					+		+								1904	1839
1968															1903	1838
1967			-												1902	1837
1966	+		+	+							+				1901	1836
1965			+												1900	
1964		-													1899	
1963		+	+	+	+										1898	
1962		-	-	-	-						-				1897	
1961			+								+				1896	
1960			-												1895	
1959															1894	
1958															1893	
1957															1892	+
1956				-	-										1891	
1955					+	+	+								1890	
1954			-												1889	
1953															1888	
1952				-	-										1887	
1951							+								1886	
1950				+	+										1885	
1949				-	-	+									1884	
1948					-										1883	
1947					+										1882	
1946							+								1881	
1945															1880	
1944															1879	
1943															1878	
1942															1877	
1941															1876	
1940															1875	
1939					+										1874	
1938															1873	
1937															1872	
1936															1871	
1935															1870	
1934															1869	
1933															1868	
1932															1867	+
1931															1866	+
1930						+									1865	



4.5.3 Années caractéristiques

Les années caractéristiques pour l'épicéa sont présentées dans les Tableaux 22 et 23. Le nombre d'années caractéristiques varie de 6 à 23 (Tableau 22). En fonction de la longueur de la période de calcul des rapports inter-annuels (de 24 à 159 ans), le pourcentage d'années repères est compris entre 15% et 50% (moyenne = 29%). Les années positives les plus remarquables sont les années 1987 et 1993 qui apparaissent dans 5 des 11 chronologies (45% des cas) (Tableau 22). Les années négatives : 1962 (7/7), 1976 (7/11) et 1986 (6/11). L'année 1962 se caractérise par des températures moyennes annuelles très inférieures à la normale, de nombreux jours de gelées en mars, mai, novembre et décembre, et des déficits des précipitations annuelles de 20% en moyenne. L'année 1976 est connue pour sa sécheresse exceptionnelle et l'année 1986 est marquée par des records de froid à l'échelon national dans de nombreuses régions.

Le regroupement des placettes selon leur proximité géographique (Tableau 23) ne permet pas de mettre en évidence des comportements vraiment particuliers, sauf pour l'année 1987 qui n'apparaît pas pour les placettes du grand quart Nord-Est de la France.

4.6 Mélèze (MEL, *Larix decidua* Mill.) et Pin laricio de Corse (PL, *Pinus nigra* Arn. ssp. *laricio* (Poir.) var. *Corsicana* (Loud.) Hyl.)

Etant donné la très faible représentation de ces deux espèces dans le réseau, elles ont été regroupées dans ce paragraphe de synthèse. Le très faible nombre d'arbres et de sites empêche également une analyse plus poussée des données. Les données stationnelles et dendrométriques sont présentées dans le Tableau 24 et la Fig. 39. Les années caractéristiques sont présentées dans les Tableaux 25 et 26.

4.7 Pin maritime (PM, *Pinus pinaster* Ait.)

4.7.1 Structure de l'échantillonnage

Les résultats sont présentés dans le Tableau 27 et la Fig. 40. Un total de 210 pins maritimes a été échantillonné dans les 7 placettes. L'âge varie de 13 à 70 ans, mais 71% des arbres sont âgés de moins de 31 ans (âge moyen = 22 ans). Pour cette gamme d'âges (13 à 30 ans), les diamètres sont compris entre 17 et 38 cm (moyenne = 25 cm), et la croissance entre 2,66 et 7,98 mm/an (moyenne = 4,89 mm/an). Les pins âgés de plus de 30 ans représentent 29% des arbres échantillonnés (âge moyen = 52 ans ; 38 à 70 ans). Leur diamètre moyen est de 39 cm avec une amplitude de 26 à 52 cm, et la croissance varie de 1,4 à 4,59 mm/an (moyenne = 2,94 mm/an).

Au total, 6320 cernes ont été mesurés ce qui représente une longueur totale de 23,8 mètres. La chronologie la plus longue couvre une période de 64 ans (PM 85, 1931-1994) et la plus courte de 15 ans (PM 40c, 1980-1994) (Fig. 41). L'allure de chaque profil est discutée dans la fiche individuelle correspondante (paragraphe 7).

Tableau 24. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 2 placettes de **pins laricios (PL)** et de la placette de **mélèze (MEL)**. Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994 et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs extrêmes observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).

Code	Forêt	Parcelle	Latitude	Longitude	Alt. (m)	Pente (%)	Expo	Topo
MEL 05	C. de Champcella	28	44°42'18" N	6°33'42" E	1850	20	nord-est	replat
PL 20	D. d'Aitone	4	42°15'56" N	8°50'49" E	1100	40	nord-ouest	bas de versant
PL 41	D. de Lamotte-Beuvron	71	47°39'36" N	2°05'58" E	140	0	plat	terrain plat

Code	Effectif d'arbres	Age (à 1,30 m)	Acr (mm/an) moy/85-94	Nbre total de cernes	Long. de la chronologie	Larg. d'aubier (mm)	Diamètre (cm)	Hauteur (m)
MEL 05	30	132	1.25/1.14	3906	1857-1994	26.5	40	25.5
PL 20	30	174	1.5/0.81	5153	1830-1994	139.2	66	38.2
PL 41	30	45	3.39/2.28	1348	1945-1994	122.9	36	24.0

Fig. 39. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 2 peuplements de **pins laricios (PL)** et du peuplement de **mélèze (MEL)**. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.

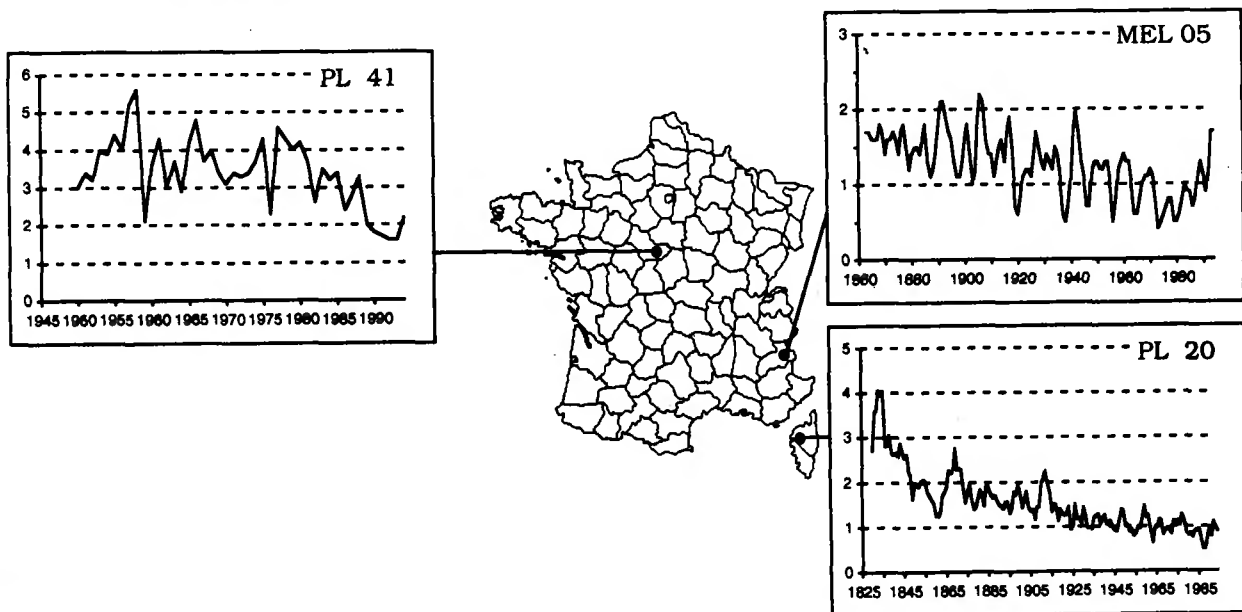


Tableau 25. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 2 placettes de **pins laricios (PL)** et la placette de **mélèze (MEL)**.

Code	Eff. mini. d'arbres pris en compte	Nbre de cernes disponibles	Période de calcul des rapports inter-annuels	Années caractéristiques			
				Nbre	% par rapport au nbre total d'année	Nbre d'années positives	Nbre d'années négatives
MEL 05	30	3570	1876-1994 119 ans	38	32	23	15
PL 41	30	1148	1957-1994 38 ans	16	42	7	9
PL 20	30	4708	1838-1994 157 ans	43	27	22	21

Tableau 26. Années caractéristiques pour les 2 placettes de **pin laricio (PL)** et la placette de **mélèze (MEL)**. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante. Pour PL20, se reporter à la fiche individuelle pour les années caractéristiques antérieures à 1872.

Placette	MEL O5	PL 20	PL 41		MEL O5	PL 20		MEL O5	PL 20
Nb. arbres	30	30	30		30	30		30	30
Années car.	28	43	16		28	43		28	43
Début	1876	1838	1957		1876	1838		1876	1838
1994			+	1956	-		1918		-
1993	+			1955			1917		
1992	+	+		1954			1916	+	
1991	-	-		1953			1915		-
1990	-	+		1952			1914		
1989	+	+	-	1951			1913	+	
1988	+		+	1950		-	1912		
1987		-		1949			1911		
1986	-	-	-	1948	+	+	1910		+
1985				1947		+	1909		
1984				1946	-		1908	-	+
1983	+		+	1945			1907		
1982	+		-	1944	-		1906	+	
1981				1943			1905	+	
1980				1942			1904	+	-
1979		-		1941	+	-	1903		+
1978				1940	+		1902	-	
1977		+	+	1939	+		1901		-
1976	+		-	1938		-	1900		
1975				1937	-		1899	+	
1974				1936	-		1898		
1973	-	+		1935		+	1897		+
1972				1934			1896	-	
1971				1933			1895		-
1970				1932		-	1894		
1969			-	1931			1893		
1968		-		1930			1892		
1967			-	1929			1891	+	
1966		+		1928			1890	+	
1965			+	1927		-	1889		
1964	-	+	-	1926	+	+	1888		
1963		-	+	1925			1887		
1962		-	-	1924		-	1886	-	
1961				1923			1885		
1960			+	1922	+		1884		+
1959			-	1921			1883		
1958	+			1920			1882		
1957	+			1919	-		1881		
							1880		+
							1879		
							1878		
							1877		
							1876		
							1875		
							1874		
							1873		-
							1872		

4.7.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance

Les résultats sont présentés dans la Fig. 42. En raison de la répartition non homogène des nuages de points, il n'est pas possible de déterminer des relations statistiquement fiables.

4.7.3 Années caractéristiques

Les années caractéristiques pour le pin maritime sont présentées dans les Tableaux 28 et 29. Le nombre d'années caractéristiques varie de 3 à 16 (Tableau 28). En fonction de la longueur de la période de calcul des rapports inter-annuels (de 12 à 45 ans), le pourcentage d'années repères est compris entre 24% et 50% (moyenne = 34%). Les années les plus remarquables sont les années 1994 et 1989 qui apparaissent dans 5 des 7 chronologies (71% des cas). L'année 1994, chaude et pluvieuse, est positive dans 4 cas et négative sur un site. L'année 1989, sèche et ensoleillée, est négative dans 4 cas et positive dans un (Tableau 29).

Il est intéressant de noter que pour les deux placettes du plateau landais (PM 40b et c), très proches l'une de l'autre et donc soumises en moyenne au même climat, les années positives 1990, 1991 et 1992 apparaissent dans le peuplement de lande sèche PM 40b et non dans le peuplement de lande humide PM 40c. De la même façon, le peuplement sur dune littoral (PM 40a), pourtant peu éloigné des autres sites, se comporte d'une façon très différente. Ces exemples illustrent bien le fait que le type de station (sans exclure également la possibilité d'une gestion sylvicole différente) peut interférer avec le climat et moduler la mise en évidence des années caractéristiques.

4.8 Pin sylvestre (PS, *Pinus sylvestris* L.)

4.8.1 Structure de l'échantillonnage

Les résultats sont présentés dans le Tableau 30 et la Fig. 43. Un total de 419 pins sylvestres a été échantillonné dans les 14 placettes. L'âge varie de 29 à 143 ans, mais 89% des arbres sont âgés de moins de 70 ans (âge moyen = 54 ans). Pour cette gamme d'âges (29 à 69 ans), les diamètres sont compris entre 25 et 53 cm (moyenne = 36 cm), et la croissance (de l'origine à 1994) entre 1,69 et 5,49 mm/an (moyenne = 2,95 mm/an). Les pins âgés de plus de 70 ans représentent 11% de l'effectif total (âge moyen = 89 ans ; 70 à 143 ans). Leur diamètre moyen est de 41 cm avec une amplitude de 32 à 54 cm, et la croissance varie de 1,13 à 3,43 mm/an (moyenne = 2,00 mm/an).

Au total, 23 379 cernes ont été mesurés, ce qui représente une longueur totale de 64 mètres. La chronologie la plus longue couvre une période de 87 ans (PS 63, 1908-1994) et la plus courte de 39 ans (PS 41, 1956-1994) (Fig. 44). L'allure de chaque profil est discutée dans la fiche individuelle correspondante (paragraphe 7).

Tableau 27. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 7 placettes de pins maritimes (PM). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994 et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs extrêmes observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).

Code	Forêt	Parcelle	Latitude	Longitude	Alt. (m)	Pente (%)	Expo	Topo
PM 17	D. des Saumonards	14	45°58'59" N	1°16'25" W	15	0	plat	terrain plat
PM 20	D. de Zonza	11	41°45'08" N	9°12'23" E	850	10	nord-ouest	replat
PM 40a	D. de Vieille St Girons	29	43°56'37" N	1°20'54" W	27	7	sud-ouest	sommet arrondi
PM 40b	C. d'Arx	12	44°06'23" N	0°06'34" E	110	5	plat	terrain plat
PM 40c	C. de Losse	41	44°02'46" N	0°00'02" W	150	0	plat	terrain plat
PM 72	D. de Bercé	88 p	47°44'53" N	0°20'04" E	153	0	plat	terrain plat
PM 85	D. de Notre Dame de Monts	21	46°52'37" N	2°08'18" W	5	0	plat	terrain plat

Code	Effectif d'arbres	Age (à 1,30 m) [13-70]	Acr (mm/an) moy/85-94	Nbre total de cernes	Long. de la chronologie	Larg. d'aubier (mm) [36-125]	Diamètre (cm) [15-52]	Hauteur (m) [10-28]
PM 17	30	23	3.72/2.77	675	1972-1994	65.7	24	11.8
PM 20	30	42	3.8/1.86	1261	1952-1994	91.5	44	23.7
PM 40a	30	29	3.58/2.4	864	1966-1994	66.3	27	17.4
PM 40b	30	17	6.01/5.36	491	1979-1994	71.7	21	15.4
PM 40c	30	15	6.65/5.67	432	1980-1994	71.9	25	14.8
PM 72	30	26	4.53/4.49	774	1969-1994	78.2	30	17.8
PM 85	30	62	2.08/1.22	1823	1931-1994	65	34	12.9
Total	210			6320				

Fig. 40. Effectif de pins maritimes par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.

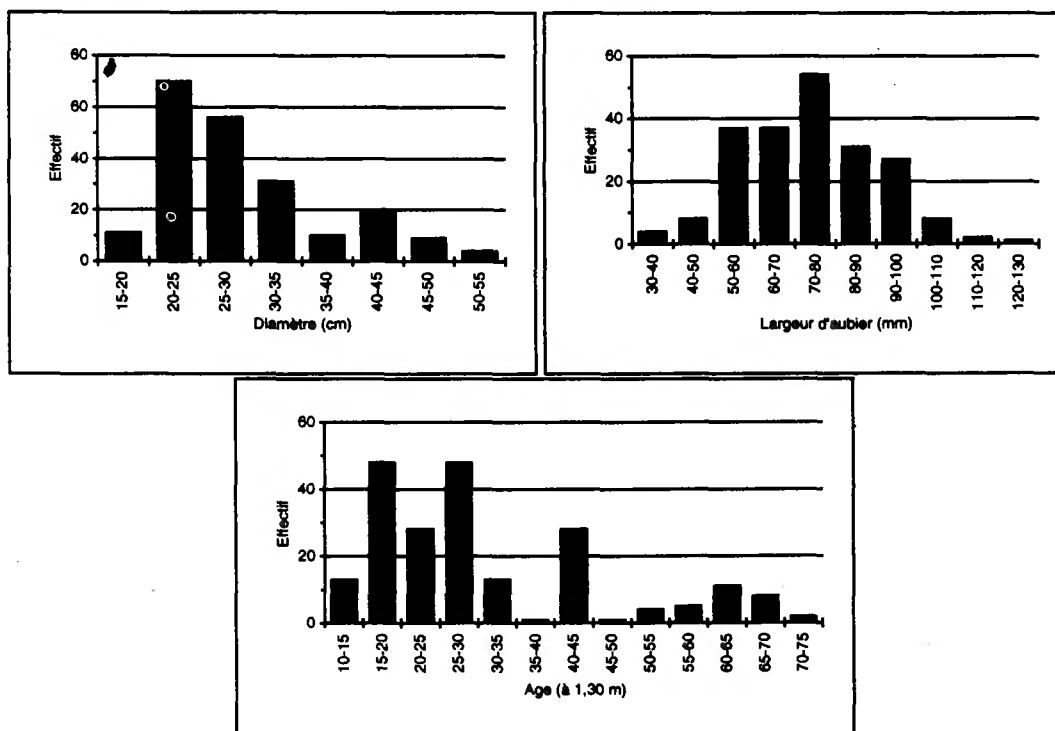


Fig. 41. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 7 peuplements de **pins maritimes (PM)**. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.

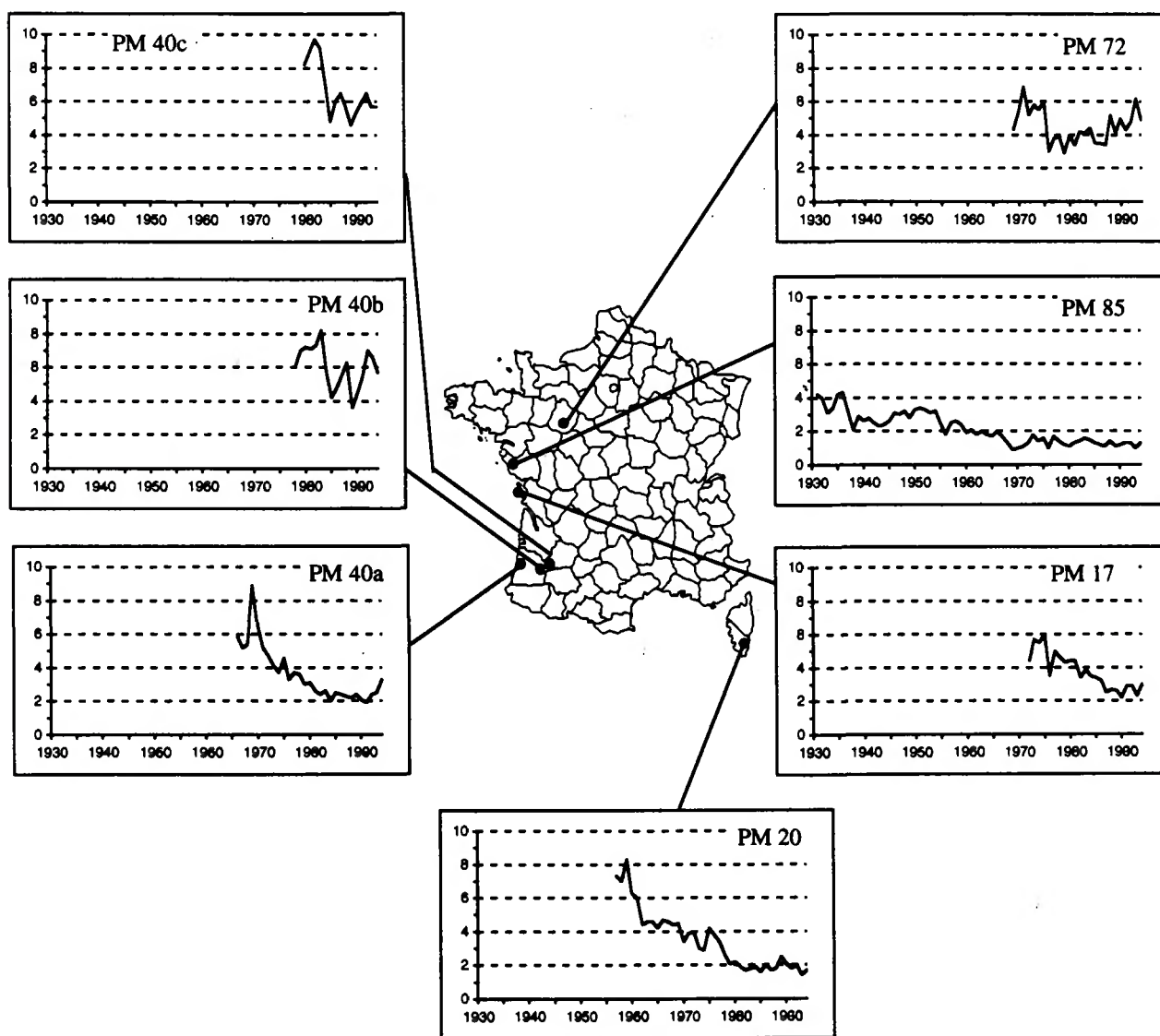


Fig. 42. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (en mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les **pins maritimes** (n=210 arbres ; n=7 placettes). Pour l'étude des corrélations, seuls les arbres âgés de moins de 45 ans en 1994 (à 1,30 m) ont été pris en compte dans l'analyse (exclusion de la placette PM85). Cependant, la répartition des nuages des points ne permet pas d'établir des relations statistiquement fiables.

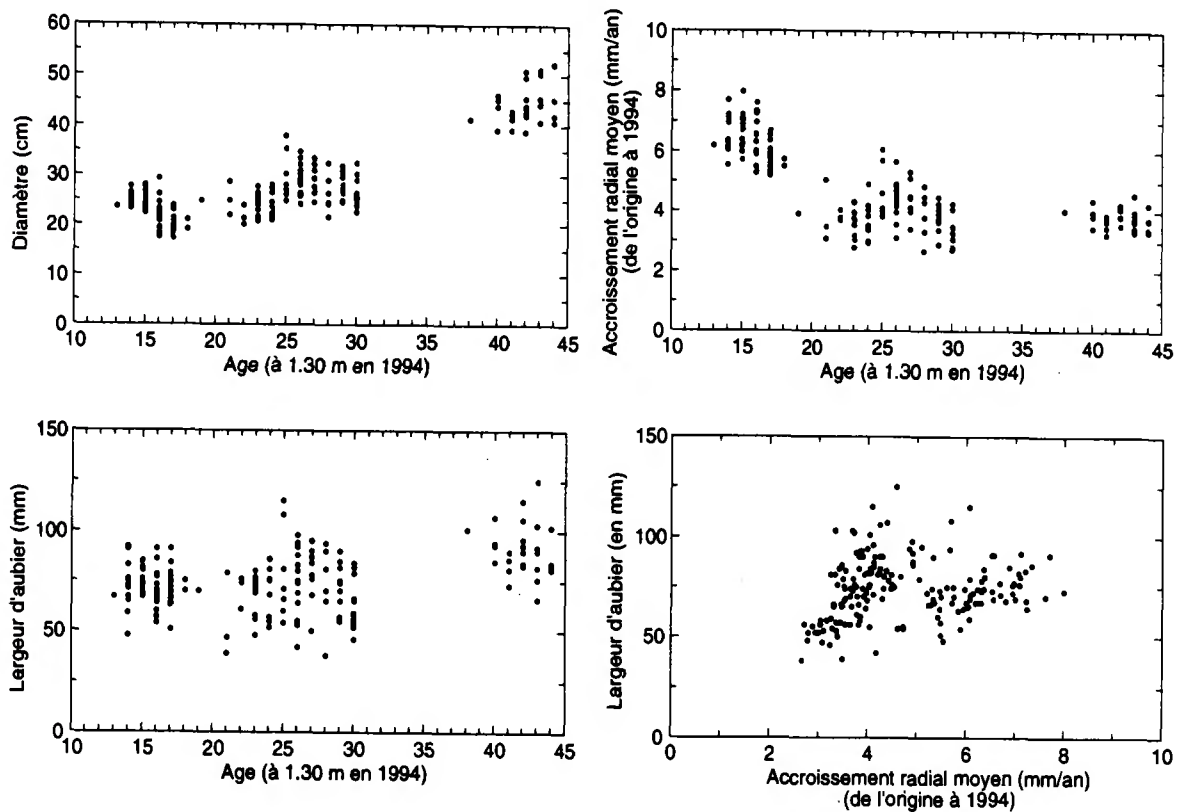


Tableau 28. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 7 placettes de pins maritimes (PM).

Code	Eff. mini. d'arbres pris en compte	Nbre de cernes disponibles	Période de calcul des rapports inter-annuels	Années caractéristiques				
				Nbre	% par rapport au nbre total d'années	Nbre d'années positives	Nbre d'années négatives	
PM 17	30	570	1976-1994	19 ans	6	32	3	3
PM 20	30	1140	1957-1994	38 ans	11	29	4	7
PM 40a	30	630	1974-1994	21 ans	5	24	3	2
PM 40b	30	420	1981-1994	14 ans	6	43	3	3
PM 40c	30	360	1983-1994	12 ans	3	25	0	3
PM 72	30	720	1971-1994	24 ans	12	50	6	6
PM 85	30	1350	1950-1994	45 ans	16	36	5	11
moyenne :						34,2		

Tableau 29. Années caractéristiques pour les 7 placettes de **pin maritime** (PM). Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante.

Placette	PM 17	PM 20	PM 40a	PM 40b	PM 40c	PM 72	PM 85
Eff. d'arbres	30	30	30	30	30	30	30
Années car.	6	11	5	6	3	12	16
Début	1976	1957	1974	1981	1983	1971	1950
1994	+	+	+			-	+
1993	-	-				+	-
1992			+	+			
1991	+			+			
1990				+		+	
1989		+		-	-	-	-
1988						+	
1987	-						
1986		+					
1985				-	-		
1984				-	-		
1983							
1982	-					+	
1981						-	
1980			-			+	
1979		-				-	
1978		-					-
1977	+					+	+
1976			-			-	-
1975		+	+				
1974							-
1973		-					+
1972						-	
1971							
1970		-					
1969							-
1968							
1967							-
1966							+
1965							
1964							
1963							
1962		-					-
1961							
1960		-					-
1959							
1958							
1957							+
1956							-
1955							-
1954							
1953							
1952							
1951							
1950							

Tableau 30. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 14 placettes de pins sylvestres (PS). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994 et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs extrêmes observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).

Code	Forêt	Parcelle	Latitude	Longitude	Alt. (m)	Pente (%)	Expo	Topo
PS 04	C. du Fugeret	20	44°01'30" N	6°40'16" E	1670	20	sud	mi-versant
PS 15	S. de Paulhac	6	44°51'40" N	3°03'30" E	1000	5	plat	terrain plat
PS 35	D. de Rennes	57	48°12'04" N	1°33'17" W	80	0	plat	terrain plat
PS 41	D. de Lamotte Beuvron	75	47°39'14" N	2°05'41" E	140	0	plat	terrain plat
PS 44	D. du Gavre	90	47°32'24" N	1°48'05" W	38	0	plat	terrain plat
PS 45	D. d'Orléans	255	47°49'12" N	2°26'04" E	145	0	plat	terrain plat
PS 61	D. d'Andaines	296	48°36'54" N	0°30'25" W	260	4	plat	terrain plat
PS 63	S. de la Bosdonie et autres	2 et 3	45°24'21" N	3°41'44" E	750	25	nord-ouest	haut de versant
PS 67a	Indivise de Haguenu	1094	48°51'01" N	7°42'39" E	175	0	plat	terrain plat
PS 67b	D. d'Ingwiller	139	48°55'53" N	7°26'40" E	290	5	plat	terrain plat
PS 76	D. de Brotonne	167	49°27'14" N	0°44'53" E	70	0	plat	terrain plat
PS 78	D. de Rambouillet	11.07.1	48°41'37" N	1°43'58" E	170	3	plat	terrain plat
PS 88	C. de Bruyères	44	48°13'17" N	6°41'45" E	500	2	est	replat
PS 89	D. de Pontigny	201	47°56'57" N	3°43'05" E	120	0	plat	terrain plat

Code	Effectif d'arbres	Age (à 1,30 m) [29-143]	Acr (mm/an) moy/85-94	Nbre total de cerne	Long. de la chronologie	Larg. d'aubier (mm) [40-185]	Diamètre (cm) [25-54]	Hauteur (m) [13.8-31]
PS 04	30	69	2.39/1.39	2042	1926-1994	85	38	17
PS 15	30	60	2.53/1.74	1778	1935-1994	85.4	36	22.1
PS 35	30	41	3.23/2.54	1191	1947-1994	91.8	32	17.2
PS 41	30	39	3.02/2.06	1159	1956-1994	75.2	29	20.7
PS 44	30	56	2.56/1.56	1648	1938-1994	82.4	35	20.3
PS 45	30	53	2.67/1.28	1582	1941-1994	83.7	33	21.5
PS 61	30	43	3.58/2.92	1281	1951-1994	103.3	38	23.3
PS 63	30	93	1.76/1.22	2777	1908-1994	76	39	24.6
PS 67a	30	65	2.5/1.61	1920	1926-1994	87	35	24.6
PS 67b	30	64	2.6/2.04	1892	1931-1994	89.9	39	26
PS 76	29	43	3.65/3.49	1227	1951-1994	107.3	33	24.5
PS 78	30	43	3.62/3.27	1270	1952-1994	106.7	33	21.5
PS 88	30	66	3.06/2.6	1897	1929-1994	108.7	41	24.8
PS 89	30	58	3.16/2.06	1715	1938-1994	106	41	27.1
Total	419			23 379				

Fig. 43. Effectif de pins sylvestres par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de la classe est exclue de l'intervalle.

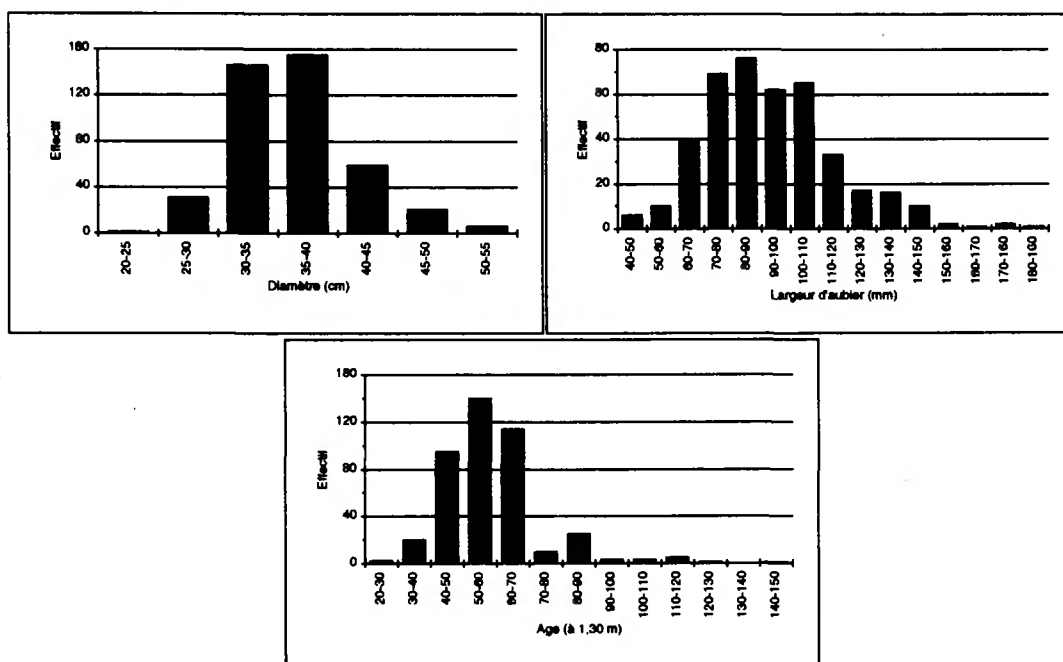
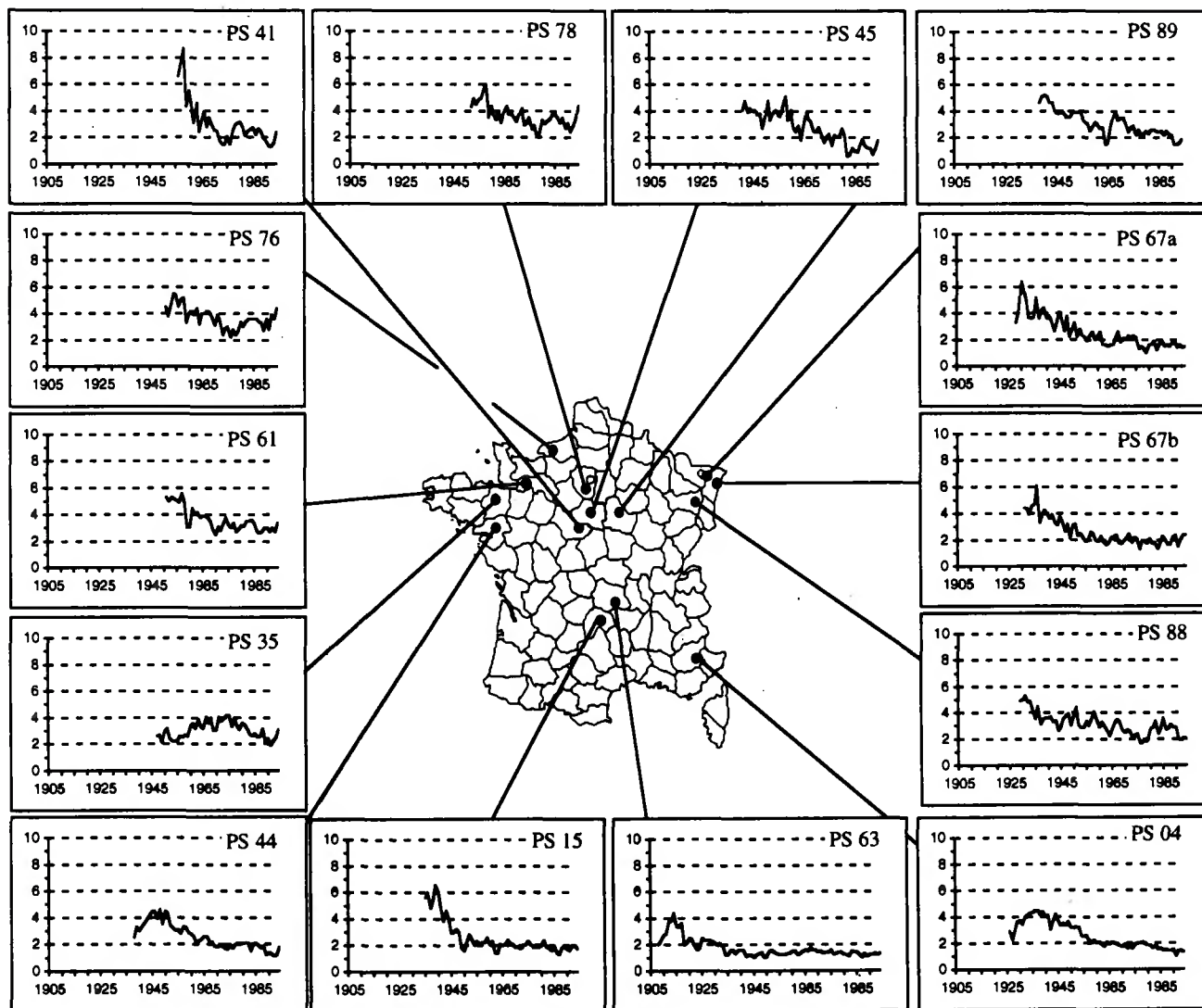


Fig. 44. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 14 peuplements de **pins sylvestres (PS)**. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.



4.8.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance

Les résultats sont présentés dans la Fig. 45. En moyenne, l'accroissement radial évolue de 4 mm/an à 1,5 mm/an, pour un diamètre de 30 cm à 40 cm, des jeunes arbres aux arbres les plus âgés. Bien que la largeur d'aubier semble augmenter linéairement avec l'accroissement radial moyen, il serait nécessaire d'éliminer d'abord l'effet de l'âge sur ces deux paramètres pour juger de la pertinence réelle de la largeur d'aubier comme indicateur de vitalité de ces peuplements : l'aubier étant d'autant plus étroit que la croissance est faible et que l'âge augmente.

4.8.3 Années caractéristiques

Les années caractéristiques pour le pin sylvestre sont présentées dans les Tableaux 31 et 32. Le nombre d'années caractéristiques varie de 4 à 30 (Tableau 31). En fonction de la longueur de la période de calcul des rapports inter-annuels (de 29 à 82 ans), le pourcentage d'années repères est compris entre 8% et 64% (moyenne = 33%). Les années positives les plus remarquables sont les années 1994, 1980 et 1950 qui apparaissent respectivement dans 8 chronologies sur 14, dans 6 sur 14 et 5 chronologies sur 8. Les années négatives sont les années 1991 (9/14), 1989 (7/14), 1976 (10/14), 1973 (6/14), 1962 (5/12), 1959 (6/11) et 1949 (7/8) (Tableau 32).

Le regroupement des placettes selon leur proximité géographique montre que l'année 1994 (douceur exceptionnelle) est caractéristique pour les placettes du Centre et de l'Ouest de la France.

4.9 Sapin pectiné (SP, *Abies alba* Mill.)

4.9.1 Structure de l'échantillonnage

Les résultats sont présentés dans le Tableau 33 et la Fig. 46. Un total de 328 sapins a été échantillonné dans les 11 placettes. L'âge varie de 35 à 225 ans. Pour 26% des arbres (n=84), l'âge est inférieur à 70 ans (âge moyen = 50 ans). Pour cette gamme d'âges (35 à 68 ans), les diamètres sont compris entre 29 et 64 cm (moyenne = 42 cm), et la croissance (depuis l'origine à 1994) entre 2,54 et 6,54 mm/an (moyenne = 4,01 mm/an). Pour 63 % des sapins (n=207), l'âge est compris entre 70 et 140 ans (âge moyen = 97 ans ; 73 à 140 ans). Le diamètre moyen est de 53 cm avec une amplitude de 36 à 73 cm, et la croissance varie de 1,22 à 4,44 mm/an (moyenne = 2,56 mm/an). Enfin, 37 arbres sont âgés de plus de 140 ans (âge moyen = 168 ans). Pour cette gamme d'âges (145 à 225 ans), les diamètres sont compris entre 33 et 66 cm (moyenne = 46 cm), et la croissance entre 0,91 et 1,95 mm/an (moyenne = 1,22 mm/an).

Au total, 30 707 cernes ont été mesurés, ce qui représente une longueur totale de 73,1 mètres. La chronologie la plus longue couvre une période de 168 ans (SP 09, 1827-1994) et la plus courte de 42 ans (SP 39, 1953-1994) (Fig. 47).

Fig. 45. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (en mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les pins sylvestres (n=419 arbres ; n=14 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre () correspond à l'âge moyen.

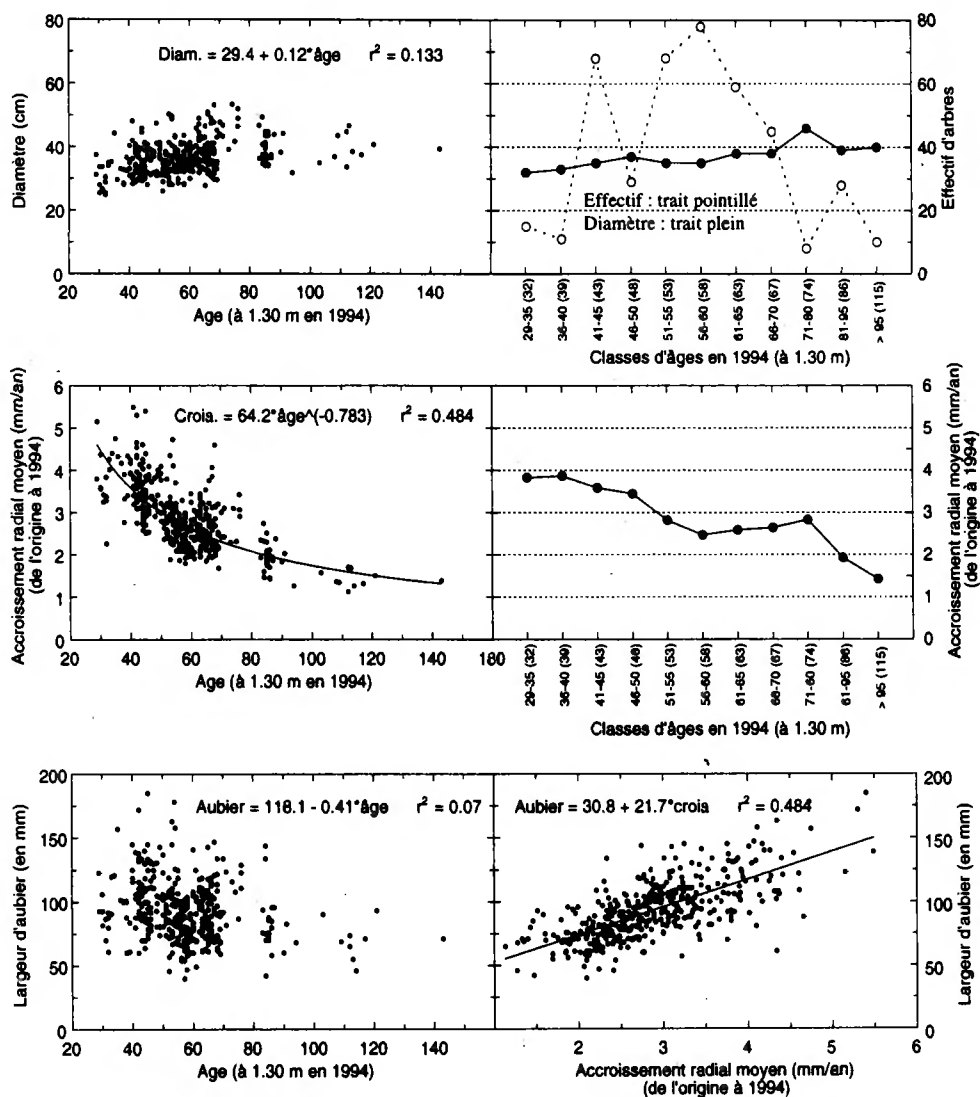
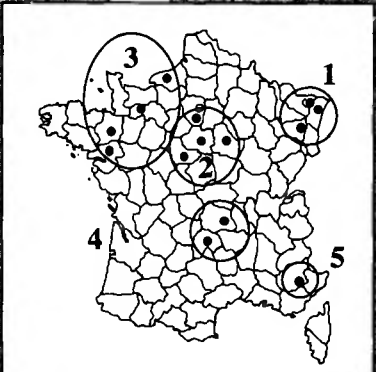


Tableau 31. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 14 placettes de pins sylvestres (PS).

Code	Eff. mini. d'arbres pris en compte	Nbre de cernes disponibles	Période de calcul des rapports inter-annuels	Années caractéristiques				
				Nbre	% par rapport au nbre total d'années	Nbre d'années positives	Nbre d'années négatives	
PS 04	30	1500	1945-1994	50 ans	4	8	2	2
PS 15	30	1650	1940-1994	55 ans	14	25	5	9
PS 35	30	870	1966-1994	29 ans	9	31	3	6
PS 41	30	1140	1957-1994	38 ans	21	55	9	12
PS 44	30	1410	1948-1994	47 ans	12	26	5	7
PS 45	30	1410	1948-1994	47 ans	30	64	16	14
PS 61	30	1170	1956-1994	39 ans	7	18	4	3
PS 63	30	2460	1913-1994	82 ans	17	21	6	11
PS 67a	30	1440	1947-1994	48 ans	19	40	8	11
PS 67b	30	1800	1935-1994	60 ans	25	42	12	13
PS 76	29	986	1961-1994	34 ans	12	35	7	5
PS 78	30	1140	1957-1994	38 ans	14	37	6	8
PS 88	30	1440	1947-1994	48 ans	14	29	8	6
PS 89	30	960	1963-1994	32 ans	7	22	3	4
moyenne :						32,4		

Tableau 32. Années caractéristiques pour les 14 placettes de **de pins sylvestres (PS)** regroupées selon leur proximité géographique. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante.

Placette	1 Est			2 Centre				3 Ouest				4 Auvergne		5
	PS 67a	PS 67b	PS 88	PS 89	PS 41	PS 45	PS 78	PS 76	PS 61	PS 35	PS 44	PS 15	PS 63	PS 04
Eff. d'arbres	30	30	30	30	30	30	30	29	30	30	30	30	30	30
Années car.	19	25	14	7	21	30	14	12	7	9	12	14	17	4
Début	1947	1935	1947	1963	1957	1948	1957	1961	1956	1966	1948	1940	1913	1945
1994				+	+	+	+	+	+	+	+			
1993						+								
1992		+				-		+			-	+		+
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
1990						-		+						
1989		+			-	-	-	-			-		-	
1988						+				+		+		
1987		-				+								
1986	-				-				-			-		
1985		+	+											
1984	+	+	+			+					+			-
1983	-	-	-								-		+	
1982	+		+		-	-						-		
1981		-				-						+		
1980	+	+	+			+	+	+						
1979	-	-												
1978	-				+		-				-			
1977		+			+	+		+						
1976	-	-	-	-	-	-	-	-					-	
1975					+	+					+			
1974		+				+								
1973		-	-	-	-	-	-	-	+					
1972					-	-								
1971							+	+	+	+				
1970					-	-								
1969	-					-			-	-	-			
1968		-			+	-	-							
1967	+			+	-	+	-							
1966				+	+	+	+	+						
1965			+		+	+	+	+						
1964				-	-	-	-	-				+		+
1963					+	+	+							
1962	-				-	-	-				-	-	-	
1961					-	-	-		+					
1960					+	+	+							
1959	-	-			-	-	-		-					
1958														
1957	+	+	+			+					+			
1956														
1955														
1954														
1953	+													
1952	-	-	-			-					-			
1951			+			+						+	+	
1950	+	+	+			+					+	-		
1949	-	-	-			-					-	-	-	
1948	+	+												
1947		-												
1946													+	
1945		+										-	-	
1944														
1943														
1942														
1941														
1940														
1939														+
1938														-
1937		-												
1936		+												+
1935														



4.9.2 Etude des relations entre l'âge, le diamètre, l'aubier et la croissance

Les résultats sont présentés dans la Fig. 48. En moyenne, l'accroissement radial évolue de 5 mm/an à 2 mm/an, pour un diamètre de 40 cm à 55 cm, des jeunes arbres aux arbres les plus âgés. Dans nos conditions d'échantillonnage, il n'apparaît pas de liaison significative entre la largeur d'aubier et l'âge de l'arbre. Bien que la largeur d'aubier semble augmenter linéairement avec l'accroissement radial moyen, il serait nécessaire d'éliminer d'abord l'effet de l'âge sur la croissance pour juger de la pertinence réelle de la largeur d'aubier comme indicateur de vitalité de ces peuplements.

4.9.3 Années caractéristiques

Les années caractéristiques pour le sapin pectiné sont présentées dans les Tableaux 34 et 35. Le nombre d'années caractéristiques varie de 11 à 43 (Tableau 34). En fonction de la longueur de la période de calcul des rapports inter-annuels (de 35 à 160 ans), le pourcentage d'années repères est compris entre 20% et 38% (moyenne = 31%). Les années positives les plus remarquables sont les années 1987 (6 chronologies sur 11), 1977 (9/11), 1969 (6/11), 1932 (6/9) et 1925 (7/9). Les années négatives sont les années 1986 (10/11), 1976 (8/11), 1962 (9/11) et 1956 (6/10) (Tableau 35). Le regroupement des placettes selon leur proximité géographique ne permet pas de mettre en évidence de comportement particulier. Seules les deux placettes du Sud se distinguent pour les années 1976 et 1977.

Tableau 33. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 11 placettes de sapins pectinés (SP). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994 et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs extrêmes observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).

Code	Forêt	Parcelle	Latitude	Longitude	Alt. (m)	Pente (%)	Expo	Topo
SP 05	D. de Boscodon	16	44°29'25" N	6°27'33" E	1360	30	nord-est	mi-versant
SP 07	D. de Lavillatte	4	44°42'36" N	3°57'57" E	1300	20	ouest	mi-versant
SP 09	D. de Massat	15	42°51'52" N	1°20'43" E	1100	66	nord-ouest	bas de versant
SP 11	D. de Callong-Mirailles	25	42°52'02" N	2°06'04" E	950	40	nord	mi-versant
SP 25	D. de Ban	26	46°58'34" N	6°27'42" E	1000	10	nord-ouest	mi-versant
SP 26	D. de Lente	51	44°56'53" N	5°19'50" E	1150	7	ouest	replat
SP 38	D. de Saint-Hugon	40	45°25'17" N	6°07'53" E	1100	35	est	mi-versant
SP 39	C. d'Arbois	98	46°50'33" N	5°47'18" E	560	7	sud-est	mi-versant
SP 57	D. d'Abreschviller	206	48°36'36" N	7°08'02" E	400	20	nord-ouest	mi-versant
SP 63	D. du Livradois	22	45°26'51" N	3°31'39" E	1040	25	sud-ouest	mi-versant
SP 68	D. de Guebviller	40	47°56'01" N	7°07'31" E	680	45	nord-ouest	mi-versant

Code	Effectif d'arbres	Age (à 1,30 m) [35-225]	Acr (mm/an) moy/85-94	Nbre total de cernes	Long. de la chronologie	Larg. d'aubier (mm) [30-265]	Diamètre (cm) [90-228]	Hauteur (m) [14.1-34]
SP 05	30	99	2.34/2.19	3570	1893-1994	88.2	50	28.3
SP 07	30	80	3.38/2.42	2376	1915-1994	101.3	58	25.7
SP 09	29	168	1.12/0.87	4828	1827-1994	69.7	44	25.8
SP 11	30	80	2.67/2.20	2371	1914-1994	77.3	50	30
SP 25	30	81	3.23/4.41	2362	1912-1994	111.4	48	25.5
SP 26	30	120	2.23/1.59	3509	1871-1994	86.3	56	22.6
SP 38	30	94	2.7/3.88	2733	1890-1994	100.4	47	27.8
SP 39	30	41	4.57/4.23	1207	1953-1994	95.9	40	23.6
SP 57	30	54	3.41/2.63	1595	1939-1994	78.5	39	27.8
SP 63	29	100	2.54/3.35	3061	1893-1994	116	53	26.9
SP 68	30	104	2.42/2.23	3095	1888-1994	94.2	53	29.5
Total	328			30 707				

Fig. 46. Effectif de sapins pectinés par classes d'âge (en 1994 à 1, 30 m), de diamètre (à 1, 30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.

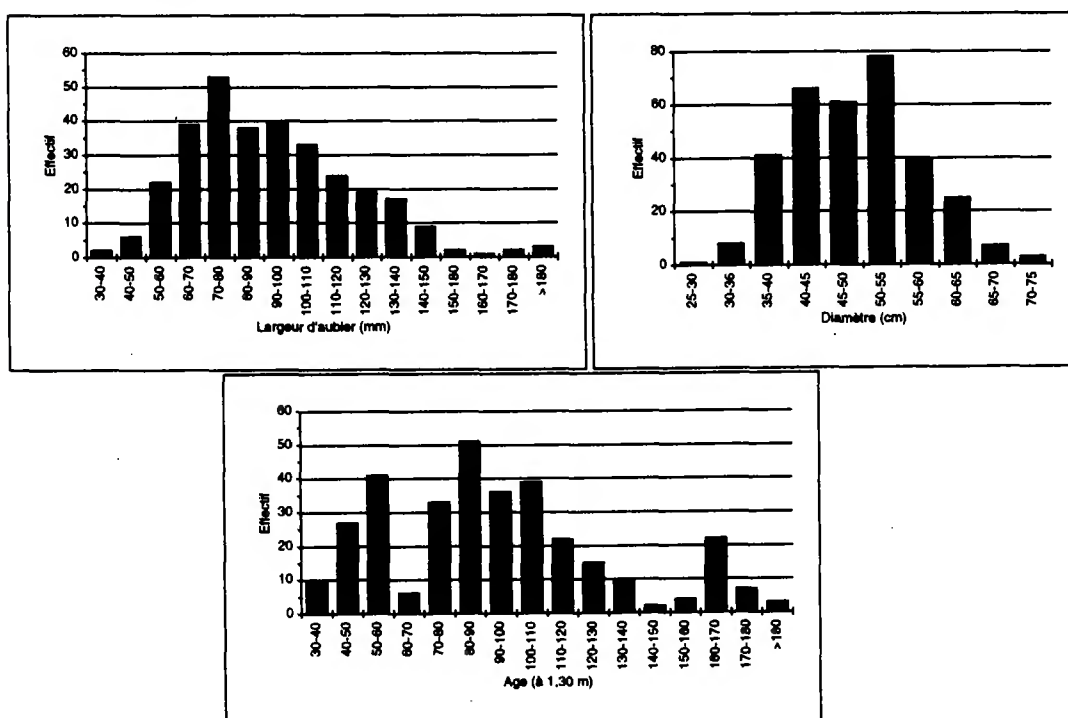


Fig. 47. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 11 peuplements de *sapins pectinés* (SP). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.

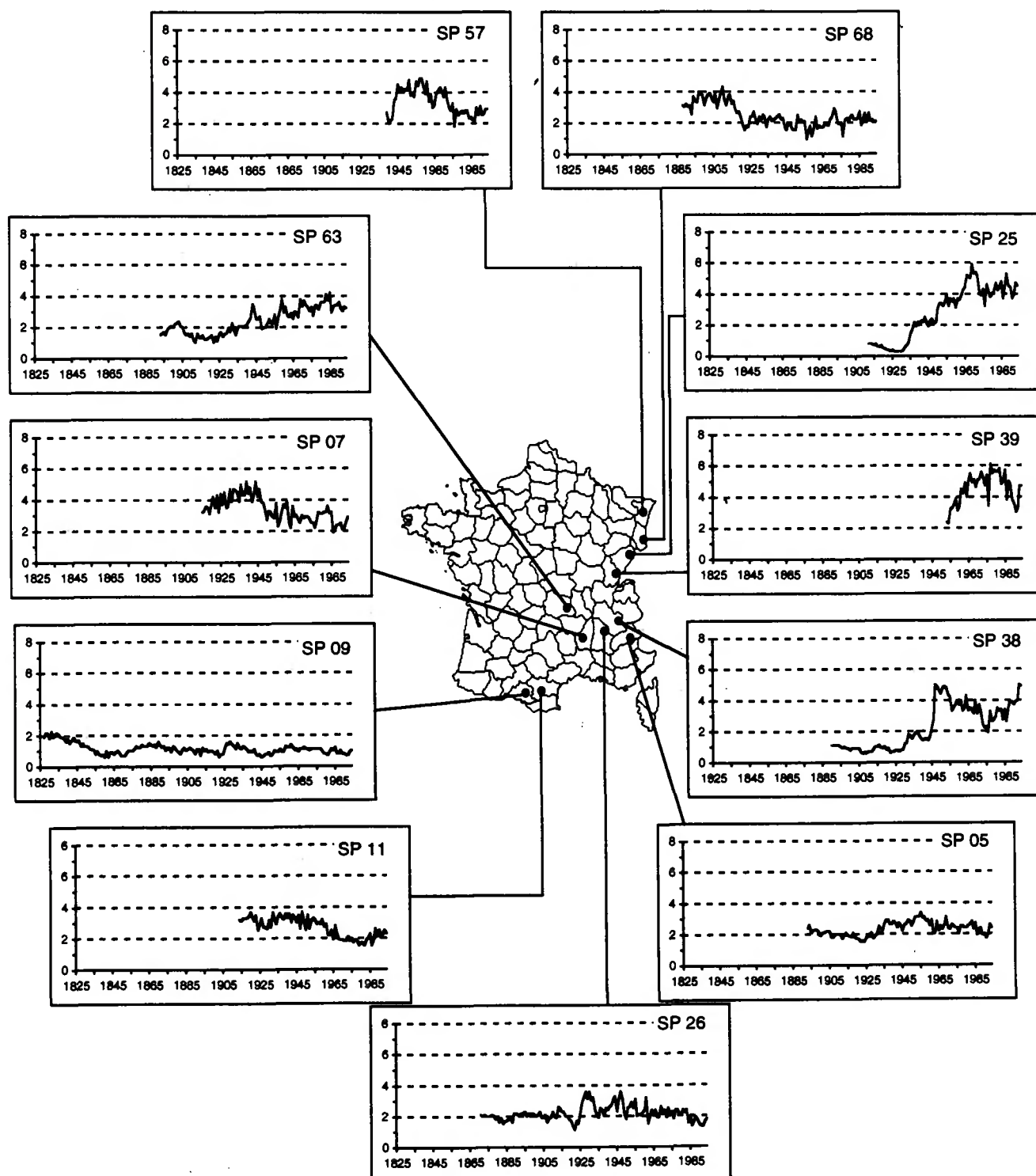


Fig. 48. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les **sapins pectinés** (n=328 arbres ; n=11 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre () correspond à l'âge moyen. Pour l'étude des corrélations, seuls les arbres âgés de moins de 145 ans en 1994 (à 1,30 m) ont été pris en compte dans l'analyse.

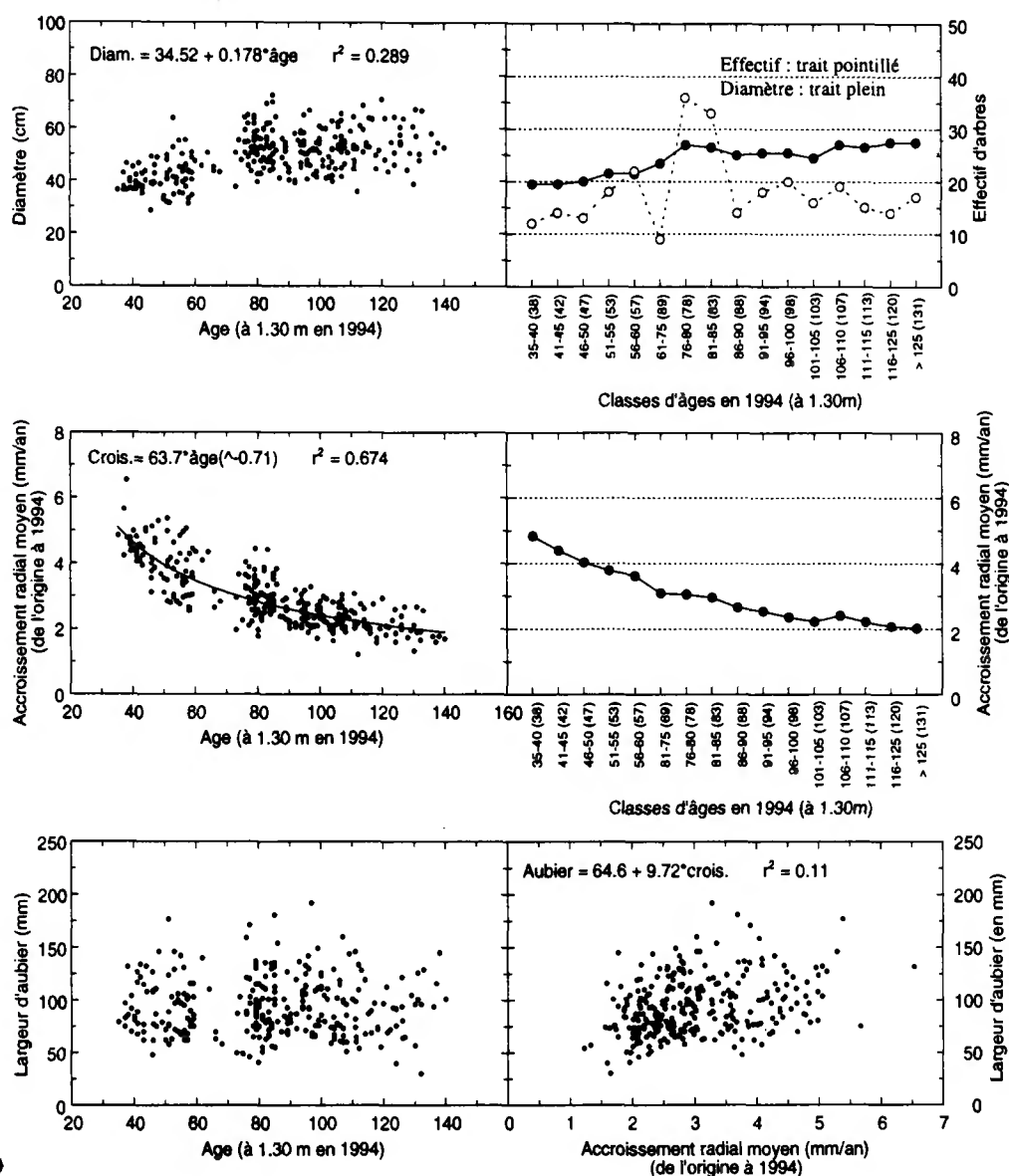


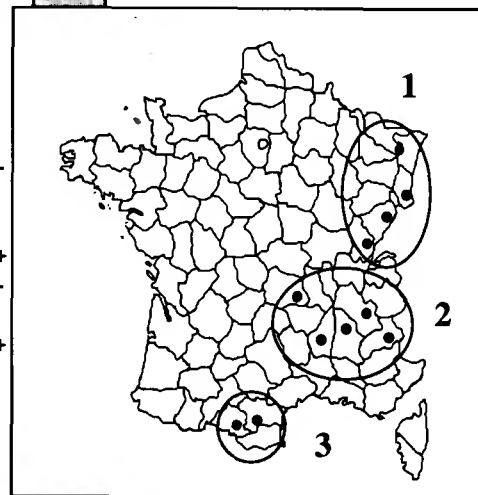
Tableau 34. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 11 placettes de sapins pectinés (SP).

Code	Eff. mini. d'arbres pris en compte	Nbre de cerne disponibles	Période de calcul des rapports inter-annuels	Années caractéristiques			
				Nbre	% par rapport au nbre total d'années	Nbre d'années positives	Nbre d'années négatives
SP 05	25	2598	1907-1994 88 ans	18	20	9	9
SP 07	30	2130	1924-1994 71 ans	27	38	13	14
SP 09	29	4640	1835-1994 160 ans	38	24	19	19
SP 11	30	2160	1923-1994 72 ans	24	33	8	16
SP 25	10	2040	1912-1994 83 ans	20	24	11	9
SP 26	20	3243	1882-1994 113 ans	43	38	20	23
SP 38	10	2575	1890-1994 105 ans	29	28	13	16
SP 39	30	1050	1960-1994 35 ans	11	31	6	5
SP 57	30	1350	1950-1994 45 ans	16	36	8	8
SP 63	25	2516	1907-1994 88 ans	24	27	12	12
SP 68	30	2790	1902-1994 93 ans	35	38	17	18
moyenne :					30,6		

Tableau 35. Années caractéristiques pour les 11 placettes de sapins pectinés (SP) regroupées selon leur proximité géographique. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante.

Placette	1 Est				2 Sud-Est					3 Sud	
	SP 57	SP 68	SP 25	SP 39	SP 38	SP 05	SP 26	SP 07	SP 63	SP 09	SP 11
Nb. arbres	30	30	10	30	10	25	20	30	25	29	30
Années car.	16	35	20	11	29	18	43	27	24	38	24
Début	1950	1902	1912	1960	1890	1907	1882	1924	1907	1835	1923
1994						+					
1993			+	+	+					+	
1992											
1991	-	-				-		-			
1990		+					-				
1989		-		-		-				-	-
1988	+		+					+			+
1987			+	+	+	+	+				+
1986		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985		+			+	+	+			+	
1984					-	-	-				
1983				-							+
1982											
1981											
1980											
1979											-
1978	-				-						
1977	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1975	+			+							
1974							-				-
1973		-	-		-		+				
1972	-						-				
1971											
1970					-	-	-				
1969			+		+	+	+	+	+		
1968											-
1967							-				-
1966	+		+				+			+	+
1965				+	-	-		-			-
1964	-			-	+	+	+	+			
1963											
1962	-	-			-	-	-	-	-	-	-
1961	+	+		+			+				
1960		+									
1959		-							+		
1958		+						+		+	
1957	+	+							+		
1956	-		-		-		-	-	-		
1955	+						+	+	+		
1954							-				
1953											
1952	-	-								+	-
1951	+	+					+	+			+

Tab.35 suite	1 Est				2 Sud-Est					3 Sud	
Placette	SP 57	SP 68	SP 25	SP 39	SP 38	SP 05	SP 26	SP 07	SP 63	SP 09	SP 11
Nb. arbres	30	30	10	30	10	25	20	30	25	29	30
Années car.	16	35	20	11	29	18	43	27	24	38	24
Début	1950	1902	1912	1960	1890	1907	1882	1924	1907	1835	1923
1950			+				-	-		-	-
1949							-				-
1948		-							-		+
1947					+		+	-			-
1946		+	+		+	+	+				
1945							-	-	-	-	
1944		-						+			
1943			+						+		
1942								-		-	-
1941										+	
1940								-			
1939							+	+			
1938			-		-		-				
1937								-			
1936							+	+			
1935		+	+			+		-	+		
1934		-					-				
1933							-			-	
1932		+	+		+		-		+	+	+
1931							-				-
1930		+			+			+			+
1929		-				-					
1928								-			
1927					-			+	-		-
1926							+	-		+	
1925		+			+	+	+	+	+	+	
1924			-						-		-
1923		+			+		+		+	+	
1922		-	-		-		-		-	-	
1921		-			-		-				
1920					-						
1919											
1918					-						
1917		-			-				-		
1916									+	-	
1915			-								
1914											
1913		+			+		+		+	+	
1912										-	
1911		-							-		
1910										+	
1909											
1908		+					+				
1907		-			-		-				
1906		+									
1905											
1904							-				
1903											
1902										+	
1901											
1900											



5. Conclusions et perspectives

Le présent travail constitue la première phase de l'étude dendroécologique de RENECOFOR, c'est-à-dire de l'étude de l'ensemble des paramètres environnementaux et stationnels pouvant influencer la croissance radiale des peuplements. Elles ont été consacrées principalement à la récolte des données et à la construction des courbes moyennes de croissance radiale pour les 102 placettes. Bien qu'aucune analyse fine n'ait été entreprise dans le cadre de ces deux années, ce travail apporte déjà des informations précieuses pour les gestionnaires forestiers actuels. La méthodologie employée permet de connaître non seulement l'âge et le niveau de croissance des arbres, informations précieuses pour les plans d'aménagement des forêts, mais renseigne également sur les crises antérieures de croissance traversées par les peuplements (d'origines principalement climatiques) et sur les effets des pratiques sylvicoles. Sans mesure précise, l'âge d'un arbre ou d'un peuplement doit être annoncé avec beaucoup de précautions. Des erreurs importantes peuvent être commises et ceci d'autant plus que, dans un même peuplement, peuvent coexister des arbres de même aspect ayant pourtant des âges actuels très différents. L'analyse couplée des données de croissance et de l'historique des peuplements montre l'importance de la sylviculture sur le comportement à long terme des arbres. Des augmentations importantes et soutenues de croissance sont possibles dans de nombreux peuplements même si les éclaircies sont pratiquées tardivement.

Il est évident que ce travail constitue la première phase d'études plus approfondies car, étant donné le nombre de données récoltées dans les différents domaines (flore, sol, nutrition, météorologie, état sanitaire...), les possibilités de croisement sont très nombreuses ! Les paragraphes suivants dressent une liste, non exhaustive, des analyses ultérieures pouvant être entreprises dans le cadre de la dendroécologie.

5.1 Construction des courbes âge régionales et standardisation des largeurs de cernes.

Pour étudier toute l'information contenue dans les accroissements d'arbres d'âges différents, il est indispensable d'éliminer au préalable l'effet du vieillissement. Ceci est possible en transformant les surfaces de cernes brutes en indices de croissance (exprimés en %) qui sont les rapports, pour chaque âge de cerne, entre les surfaces observées et les surfaces de référence pour l'âge correspondant. Cette transformation des données initiales (=standardisation) nécessite la connaissance, pour **chaque espèce dans chaque domaine climatique**, de la relation moyenne entre la surface des cernes et leur âge d'élaboration (=âge cambial), c'est-à-dire de la **courbe âge régionale**. Dans le cadre de cette première phase d'étude, cette standardisation, qui nécessite des conditions d'échantillonnage particulières (effectif d'arbres importants, conditions écologiques variées, âges variés...), n'a pas été réalisée. A l'heure actuelle, diverses courbes âges régionales sont déjà disponibles au laboratoire de phytoécologie de l'INRA pour quelques espèces (sapin, hêtre, chênes...) dans le quart Nord-Est de la France, et pourront éventuellement être utilisées pour les placettes RENECOFOR. Pour les autres espèces et les autres régions, des études complémentaires pourraient être ainsi envisagées.

Cette démarche est essentielle pour une analyse globale et fine des paramètres stationnels influençant la croissance radiale des arbres, mais n'est pas indispensable pour l'étude du déterminisme climatique des variations inter-annuelles. En effet, pour l'analyse des relations cerne/climat, la standardisation se fait classiquement arbre par arbre à l'aide d'ajustements mathématiques appropriés, et ne nécessite donc pas la connaissance de la relation moyenne entre la surface de cerne et l'âge cambial pour l'espèce dans la région étudiée.

5.2 Analyses des relations cerne-climat

Parmi l'ensemble des paramètres environnementaux, le climat influence de manière prépondérante la croissance des arbres aussi bien par ses extrêmes (relation avec les années caractéristiques), que par son évolution à moyen et long terme. Le climat explique en grande partie les fluctuations inter-annuelles de croissance, mais joue également souvent un rôle majeur dans le déterminisme des dysfonctionnements des écosystèmes forestiers. En France, de très nombreux travaux ont montré que la dégradation sanitaire de certains écosystèmes forestiers, aussi bien résineux que feuillus, était l'expression de crises climatiques (principalement des sécheresses) parfois très anciennes (Landmann 1993). L'analyse des relations cerne/climat est donc particulièrement intéressante pour la compréhension de l'écologie et l'écophysologie des espèces forestières et du comportement passé des peuplements.

A l'heure actuelle, il existe diverses méthodes d'analyse, qui diffèrent par le pas de temps étudié et les hypothèses simplificatrices (Granier et al. 1995). Le modèle le plus simple consiste à expliquer les variations inter-annuelles de croissance à partir de données climatiques simples (pluviosité, température, évaporation...) à un pas de temps mensuel (Becker 1989 ; Tessier 1989 ; Lebourgeois 1995). Les avantages essentiels de cette méthode sont la " relative " facilité d'obtention des données météorologiques et la possibilité de caractérisation du climat régional. Toutefois, compte tenu du pas de temps mensuel utilisé, cette démarche ne tient pas compte des transitions phénologiques (pas forcément mensuelles) de l'espèce dans la région étudiée, et aboutit à de simples relations statistiques dont les interprétations écologiques sont parfois difficiles. Pour une compréhension plus fine des mécanismes écophysologiques sous-jacents à la mise en place du cerne annuel de croissance, il apparaît de plus en plus indispensable de réduire les pas de temps considérés, c'est-à-dire de considérer des variables décennales voire journalières. Ces modèles mécanistes, beaucoup plus complexes, sont basés sur les processus énergétiques et physiologiques qui gouvernent le fonctionnement des couverts végétaux, et permettent ainsi une résolution complète du bilan d'énergie. Les inconvénients de cette approche sont liés à la difficulté de recueil des données météorologiques (pas de temps horaire !), des conductances du couvert et aérodynamiques, de la structure aérienne et racinaire, du type de station, etc. (Granier et al. 1995).

Actuellement, un modèle climatique de bilan hydrique est développé par l'Unité d'Ecophysologie Forestière de l'INRA-Nancy (Bréda 1994 ; Granier et al. 1995). Il s'agit d'un modèle itératif à pas de temps journalier à partir duquel on peut effectuer des analyses rétrospectives et prévisionnelles de l'intensité du déficit de réserve en eau du sol, simuler la transpiration des arbres et le drainage, expliquer les variations inter-annuelles de la croissance et de l'état sanitaire des forêts, et ainsi plus largement approfondir la connaissance des facteurs qui modulent la production forestière.

Dans le cadre de RENECOFOR, ces deux démarches pourraient être appliquées sur les espèces les plus représentées (hêtre, chênes, pin sylvestre, sapin, épicéa) en considérant non seulement la croissance radiale globale, mais également en modélisant séparément les deux compartiments anatomiques des cernes (bois initial et bois final) qui ont été mesurés séparément. Les variations climatiques n'étant pas identiques selon les régions, chaque essence devra faire l'objet d'observations régionales. A terme, les modèles obtenus pourraient être comparés afin de mettre en évidence d'éventuelles grandes tendances dans le comportement de l'espèce vis-à-vis des aléas climatiques. A l'inverse, pour une même région climatique, il serait très intéressant de comparer les réponses de différentes espèces, réponses qui pourraient être mises en relation avec les comportements écophysologiques (espèce évitante ou tolérante), phénologiques (débourement tardif ou précoce)... des espèces considérées.

D'une façon parallèle, une étude plus poussée du déterminisme des années caractéristiques serait également très intéressante, car elle permettrait de préciser le comportement des espèces vis-à-vis des extrêmes climatiques. Dans ce travail, aucune analyse globale n'a été faite et, pour chaque espèce, le regroupement des placettes a été effectué arbitrairement selon leur proximité géographique. Des analyses statistiques plus fines permettraient de comparer plus rigoureusement la réponse des espèces au climat, de regrouper et de structurer les placettes, mais également de prendre en compte les autres données stationnelles (type de sol, disponibilité en eau, type de peuplement...) qui peuvent moduler la réponse des arbres aux facteurs climatiques.

5.3 Relations entre la croissance et la qualité du bois

La production d'un bois de qualité est une des préoccupations majeures des forestiers. La qualité du bois dépend de très nombreux facteurs (Polge & Keller 1973 ; Becker 1979), et les critères de qualité sont multiples. Pour une espèce majeure comme le chêne, ils concernent la rétractabilité du bois, la présence de fentes (gélivures, roulures...), la largeur d'aubier, l'aspect (dessin et couleur)...(Nepveu 1990). La largeur de cerne (et sa régularité) est un des facteurs influençant également la qualité du bois ; facteur sur lequel le sylviculteur peut intervenir (Polge 1973 ; Lanier 1986). En ce qui concerne le chêne, Nepveu (1990) rappelle que, de façon très statistique (c'est-à-dire au niveau du peuplement et non de l'individu), la densité, les propriétés mécaniques et la rétractabilité augmentent avec la largeur de cerne. Les cernes fins (1 à 1,5 mm) donneront des bois tendres et stables (rétractabilité faible), aptes à la menuiserie et à l'ébénisterie, alors que les cernes larges conduiront à un bois dur, solide mécaniquement, mais à rétractabilité élevée. Cependant, cet auteur souligne également le fait que, outre les facteurs sylvicoles, génétiques et environnementaux, l'âge de l'arbre joue un rôle considérable sur la qualité du bois : la densité et la rétractabilité du bois de chêne chutent très fortement quand l'âge d'élaboration des cernes augmente (diminution biologique normale des largeurs des cernes quand l'arbre vieillit). Globalement, le bois de meilleure qualité se trouve toujours en périphérie des arbres âgés de gros diamètre.

Bien que le niveau de croissance radiale moyen donne déjà quelques indications sur la qualité et permette d'orienter (ou de réorienter) le gestionnaire vers la sylviculture la plus adaptée aux objectifs fixés dans l'aménagement forestier, il serait souhaitable dans l'avenir de réaliser des mesures plus précises de la qualité du bois, particulièrement pour les chênes pour lesquels on dispose d'un nombre important d'arbres échantillonnés dans des forêts qui sont parfois très réputées pour leur qualité de bois de tranchage ou de merrain (Tronçais, Citeaux, Darney...).

5.4 Relations entre la croissance et la nutrition ou la fertilité de la station

Fertilité stationnelle et nutrition des arbres sont des facteurs majeurs de la productivité des écosystèmes forestiers. Ils dépendent du substrat géologique, des caractéristiques physico-chimiques des sols et de leur évolution, des conditions climatiques, des apports exogènes (dépôts atmosphériques)... (Bonneau 1995). L'analyse conjointe du niveau de croissance et de la qualité de la nutrition devrait permettre de préciser les exigences de l'espèce considérée (dans la région considérée) vis-à-vis de tel ou tel élément ou combinaisons d'éléments et de détecter d'éventuelles carences.

5.5 Analyse minérale et isotopique des cernes

A un niveau plus fin, des analyses du contenu minéral des cernes et de leur rapport isotopique ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) (rapport qui est déterminé par les taux respectifs de transpiration stomatique et d'assimilation chlorophyllienne des tissus végétaux) pourraient être également envisagées afin d'appréhender l'évolution des propriétés du sol, de la nutrition et détecter d'éventuels changements de l'environnement ou de la physiologie des arbres (Farquhar et al. 1989 ; Dupouey et al. 1993 ; Duquesnay 1995 ; Lévy et al. 1996).

"Car la science ne vise pas d'emblée à une explication complète et définitive de l'Univers. Elle n'opère que localement. Elle procède par une expérimentation détaillée sur des phénomènes qu'elle parvient à circonscrire et définir. Elle se contente de réponses partielles et provisoires."

*François Jacob
Le Jeu des Possibles*

6. Bibliographie

- Aussenac, G., 1978. La sécheresse de 1976 : influence des déficits hydriques sur la croissance des arbres forestiers. *Revue Forestière Française*, 30, 2, 103-114.
- Badeau, V., 1995. Etude dendroécologique du hêtre (*Fagus sylvatica* L.) sur les plateaux calcaires de Lorraine. Influence de la gestion sylvicole. *Thèse de doctorat de l'Université Henri Poincaré de Nancy I*, 238 p.
- Badeau, V., Dupouey, J.L., Becker, M., Picard, J.F., 1995. Long term growth trends of *Fagus sylvatica* L. in Northeastern France. A comparison between High and Low density stands. *Acta Oecologica*, 16, 5, 571-583.
- Badeau, V., Becker, M., Bert, G.D., Dupouey, J.L., Lebourgeois, F., Picard, J.F., 1996. Long term growth trends of trees : ten years of dendrochronological studies in France. *European Forest Institute Research Report No. 5. Growth trends in European Forests*. Edited by H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl and J.P. Skovsgaard. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1996, 372p, 167-181.
- Baillie, M.G.L., 1982. Tree-Ring Dating and Archaeology. *Edited by The University of Chicago Press*, 274 p.
- Becker, M., 1979. Influence du traitement sylvicole sur la flore forestière : cas de la futaie et du taillis-sous-futaie. *Vegetatio*, 40, 3, 155-161.
- Becker, M., 1987. Bilan de santé actuel et rétrospectif du sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges. Etude écologique et dendrochronologique. *Annales des Sciences Forestières*, 44, 4, 379-402.
- Becker, M., 1989. The role of climate on present and past vitality of silver fir forests in the Vosges mountains of northeastern France. *Can. J. For. Res.*, 19, 1110-1117.
- Becker, M., Nieminen, T.M., Geremia, F., 1994. Short-term variations and long-term changes in oak productivity in northeastern France. The role of climate and atmospheric CO₂. *Annales des Sciences Forestières*, 51, 477-492.
- Becker, M., Bert, G.D., Bouchon, J., Dupouey, J.L., Picard, J.F., Ulrich, E., 1995a. Long-term changes in Forest Productivity : the Dendroecological Approach. in "*Forest decline and air pollution effects in the French mountains*", G. landmann, M. Bonneau (Eds), Springer-Verlag, 1-12.
- Becker, M., Bert, G.D., Landmann, G., Lévy, G., Rameau, J.C., Ulrich, E., 1995b. Growth and decline symptoms of silver fir and norway spruce in northeastern France : relation to climate, nutrition and silviculture. in "*Forest decline and air pollution effects in the French mountains*", G. landmann, M. Bonneau (Eds), Springer-Verlag, 120-142.
- Becker, M., Bouchon, J., Keller, R., 1988. La dendrochronologie et la xylochronologie : les outils d'analyse rétrospective du comportement des arbres. *Revue Forestière Française*, 40, n°spécial, 53-61.
- Becker, M., Lévy, G., 1982. Le dépérissement du chêne en forêt de Tronçais. Les causes écologiques. *Annales des Sciences Forestières*, 39, 4, 439-444.
- Becker, M., Lévy, G., 1988. Le point sur l'écologie comparée du chêne sessile et du chêne pédonculé. *Revue Forestière Française*, 42, 2, 148-154.
- Beeckman, H., 1993. Tree ring analysis as an ecological tool : a review of dendrochronological variables. *Biol. Jb. Dodonaea*, 61, 36-56.
- Bert, G.D., 1992. Influence du climat, des facteurs stationnels et de la pollution sur la croissance et l'état sanitaire du Sapin pectiné (*Abies alba* Mill.) dans le Jura. Etude phytoécologique et dendrochronologique. *Thèse de l'Université de Nancy I en Sciences du Bois, Biologie Végétale et Forestière*. 200 p. + annexes

- Bert, G.D., 1993. Impact of ecological factors, climatic stresses, and pollution on growth and health of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Jura mountains : an ecological and dendrochronological study. *Acta Œcologica*, 14, 2, 229-246.
- Bert, G.D., Becker, M., 1990. Vitalité actuelle et passée du sapin (*Abies alba* Mill.) dans le Jura. Etude dendroécologique. *Annales des Sciences Forestières*, 47, 5, 395-412.
- Biondi, F., 1993. Climatic signals in tree rings of *Fagus sylvatica* L. from the Central Apennines (Italy). *Acta Œcologica*, 14, 1, 57-71.
- Bonneau, M., 1995. Fertilisation des forêts dans les milieux tempérés. Théorie, bases du diagnostic, conseils pratiques, réalisations expérimentales. *Edition ENGREF - Nancy*, 367 p.
- Bréda, N., 1994. Analyse du fonctionnement hydrique des chênes sessile (*Quercus petraea*) et pédonculé (*Quercus robur*) en conditions naturelles ; effets des facteurs du milieu et de l'éclaircie. *Nancy : Université Henri-Poincaré - Nancy I*, 59p. + publications (Thèse).
- Briffa, K.R., Bartholin, T.S., Eckstein, D., Jones, P.D., Karlen, W., Schweingruber, F.H., Zetterberg, P., 1990. A 1,400-year tree-ring record of summer temperatures in Fennoscandia. *Nature*, 346, 434-439.
- Briffa, K.R., Jones, P.D., Wigley, T.M.L., Pilcher, J.R., Baillie, M.G.L., 1983. Climate reconstruction from tree rings : part 1, basic methodology and preliminary results for England. *Journal of climatology*, 3, 233-242.
- Briffa, K.R., Jones, P.D., Wigley, T.M.L., Pilcher, J.R., Baillie, M.G.L., 1986. Climate reconstruction from tree rings : part 2, spatial reconstruction of summer mean sea-level pressure patterns over Great Britain. *Journal of climatology*, 6, 1-15.
- Cook, E.R., 1987. The decomposition of tree-ring series for environmental studies. *Tree-ring bulletin*, 47, 37-59.
- Cook, E.R., 1990. A conceptual linear aggregate model for tree rings. in " *Methods of dendrochronology : Applications in the environmental sciences* ". Kluwer Academic Publishers. COOK E.R., KAIRIUKSTIS L.A. (eds.), 98-104.
- Cook, E.R., Briffa K., Shiyatov S., Mazepa V., 1990. Tree-Ring standardisation and growth trend estimation. in " *Methods of dendrochronology : Applications in the environmental sciences* ". Kluwer Academic Publishers. COOK E.R., KAIRIUKSTIS L.A. (eds.), 104-123.
- Cook, E.R., Johnson, A.H., Blasing, T.J., 1987. Forest decline : modeling the effect of climate in tree rings. *Tree Physiology*, 3, 27-40.
- Duplat, P., Perrotte, G., 1981. Inventaire et estimation de l'accroissement des peuplements forestiers. *ONF. Section Technique*, 432 p, 82-90.
- Dupouey, J.L., Denis, J.B., Becker, M., 1992. A new method of standardization for examining long term trends in tree-ring chronologies. *International Dendrochronological Symposium "Tree rings and Environnement"*, Lund University Department of Quaternary Geology, 34, 85-88.
- Dupouey, J.L., Leavitt, S., Choisnel, E., Jourdain, S., 1993. Modelling carbon isotope fractionation in tree rings based on effective evapotranspiration and soil water status. *Plant, Cell and Environment*, 16, 936-947.
- Duquesnay, A., 1995. Evolution depuis le siècle dernier du $\delta^{13}C$ du bois chez le hêtre des plateaux calcaires de Lorraine : influence de l'âge et de la structure du peuplement. *DEA de Biologie Forestière*, Université de Nancy I. 22 pages + annexes.
- Erlandsson, S., 1936. Dendrochronological studies. *Stockholms Hogskolas Geokronol. Institute, Report 23*, Uppsala, Sweden.
- Farquhar, G.D., Ehleringer, J.R., Hubick, K.T., 1989. Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 40, 503-537.
- Fehlen, N., Picard, J.F., 1994. Influence de la fertilisation sur la végétation spontanée et la croissance radiale de l'épicéa commun (*Picea Abies* (L.) Karst) dans une plantation adulte des Ardennes françaises. *Annales des Sciences Forestières*, 51, 569-580.

- Fritts, H.C., 1971. Dendroclimatology and Dendroecology. *Quaternary Research*, 1, 4, 419-449.
- Fritts, H.C., 1976. Tree-ring and climate. *Academic Press*, 576 p.
- Fritts, H.C., Swetnam, T.W., 1986. Dendroecology : a tool for evaluating variations in past and present forest environments. *Utility Air Regulatory Group, Acid Deposition Committee*, Washington D.C., 61 p.
- Gandolfo, C., Tessier, L., 1994. Analyse dendroécologique sur des sapins (*Abies alba* Mill) et des épicéas (*Picea abies* (L.) Karst) de différentes classes de défoliation dans la forêt de Vigo di Ton (Trento, Italie). *Annales des Sciences Forestières*, 51, 391-406.
- Granier, A., Badeau, V., Breda, N., 1995. Modélisation du bilan hydrique des peuplements forestiers. *Revue Forestière Française*, 47, n° spécial, 59-68.
- Graumlich, L.J., 1991. Subalpine tree growth, climate, and increasing CO₂ : an assessment of recent growth trends. *Ecology*, 72, 1, 1-11.
- Graybill, D.A., 1982. Chronology development and analysis. In "*Climate from tree rings*" Hughes M.K. et al., (Eds.), Cambridge University Press.
- Guibal, F., 1991. La dendrochronologie : méthode et potentialité. *Archipal. Archéologie et Histoire. Pays d'Apt - Lubéron*. N°30, décembre 1991, 85-103.
- Hari, P., Arovaara, H., Raunemaa, T., Hautajarvi, A., 1984. Forest growth and the effects of energy production : a method for detecting trends in the growth potential of trees. *Can. J. For. Res.*, 14, 437-440.
- Hughes, M.K., Brown, P.M., 1992. Drought frequency in Central California since 101 B.C. recorded in giant sequoia tree rings. *Climate Dynamics*, 6, 161-167.
- Hughes, M.K., Kelly, P.M., Pilcher, J.R., Lamarche, V.C.Jr., (eds) 1982. *Climate from tree rings. University Press.*
- Innes, J.L., 1991. High-altitude and high latitude tree growth in relation to climate change. *The Holocene*, 1, 2, 168-173.
- Innes, J.L., Cook, E.R., 1989. Tree-ring analysis as an aid to evaluating the effects of pollution on tree growth. *Can. J. For. Res.*, 19, 1174-1189.
- Kairiukstis, L., Stravinskiene, V., 1992. Application of dendrochronology in regional monitoring of forest decline. International Dendrochronological Symposium "*Tree rings and Environnement*", Lund University Department of Quaternary Geology, 34, 159-161.
- Landmann, G., 1993. Role of climate, Stand Dynamics and Past Management in Forest Declines : A Review of Ten Years of Field Ecology in France. In "*Forest Decline in the Atlantic and Pacific Region*". Ed. Huettl/Mueller-Dombois, 19-39.
- Lanier., 1986. Précis de sylviculture. *ENGREF.*, 468 p.
- Lara, A., Villalba, R., 1993. A 3620-year temperature record from *Fitzroya cupressoides* tree rings in Southern South America. *Science*, 260, 5, 1004-1006.
- Leblanc, D.C., 1993. Temporal and spatial variation of oak growth - climate relationships along a pollution gradient in the midwestern United States. *Can. J. For. Res.*, 23, 772-782.
- Lebourgeois, F., 1995. Etude dendroécologique et écophysologique du pin laricio de Corse (*Pinus nigra* Arnold ssp. *laricio* Poiret var. *corsicana*) en région Pays de la Loire. *Thèse de l'Université de Paris-Sud Orsay en Sciences de la Vie*. 209 p + annexes.
- Lebourgeois, F., Becker, M., 1996. Dendroécologie du pin laricio de Corse dans l'Ouest de la France. Evolution du potentiel de croissance au cours des dernières décennies. *Annales des Sciences Forestières*, 53, 5, 931-946.
- Lebourgeois, F., Becker, M., Bonneau M., 1993. Influence d'une fertilisation minérale sur la croissance radiale de sapinières déperissantes dans les Vosges. *Revue Forestière Française*, 45, 6, 639-650.
- Lebourgeois, F., Lévy, G., Becker, M., Lefevre Y., 1997. Rôle de la nutrition minérale et de l'approvisionnement en eau sur la croissance du pin laricio de Corse dans l'Ouest de la France. *Annales des Sciences Forestières*, 54, 3, 1-22.

- Lemoine P., 1993. Etude dendroécologique du pin maritime (*Pinus pinaster* Ait.) sur le dispositif de fertilisation de Mimizan (Landes). *Mémoire de DEA de Biologie Végétale et Forestière de l'Université de Nancy I.*, 22 p. + annexes.
- Lévy, G., Brechet, C., Becker, M., 1996. Element analysis of tree rings in pedunculate oak heartwood : an indicator of historical trends in soil chemistry, related to atmospheric deposition. *Annales des Sciences Forestières*, 53, 685-696.
- Luckman, B.H., 1996. Dendrochronology and global change. *Tree rings, environment, and humanity : proceedings of the international conference* : Tucson, Arizona, 17-21 May 1994. Edited by J.S. Dean, D.M. Meko, T.W. Swetnam. 889 p., 3-24.
- Luszczak-clussmann, G., 1995. Etude dendroécologique du chêne pédonculé (*Quercus robur* L.) et du frêne commun (*Fraxinus excelsior* L.) en forêt d'Illwald (Bas-Rhin). *Mémoire de DESS en Sciences de l'Environnement*. Université de Strasbourg. 47 pages + annexes.
- Marsalle, S., 1996. Etude dendroécologique d'un peuplement adulte de hêtre (*Fagus sylvatica* L.) fertilisé dans l'Ouest de la France (Forêt de Fougères). *DEA en Biologie Forestière de l'Université Nancy I Henri Poincaré*, 13p.
- Monserud, R.A., 1986. Time-series analyses of tree-ring chronologies. *Forest Science*, 32, 2, 349-372.
- Nepveu, G., 1990. Les facteurs influençant la qualité du bois de chêne (chêne rouvre et chêne pédonculé). *Revue Forestière Française*, 42, 2, 128-133.
- ONF, Département des Recherches Techniques, 1996. Notice de présentation du Réseau National de suivi à long terme des Ecosystèmes Forestiers. ISBN 2 - 84207 - 021 - 6, 38p.
- Pardé, J., Bouchon, J., 1988. Dendrométrie., 2 ième édition. *ENGREF* Nancy , 328 p.
- Picard, J.F., 1995. Evolution de la croissance radiale du Hêtre (*Fagus sylvatica* L.) dans les Vosges. Premiers résultats sur le versant lorrain. *Annales des Sciences Forestières*, 52, 11-21.
- Polge, H., 1973. Facteurs écologiques et qualité du bois. *Annales des Sciences Forestières*, 30, 3, 307-328.
- Polge, H., Keller, R., 1973. Qualité du bois et largeur d'accroissements en forêt de Tronçais. *Annales des Sciences Forestières*, 30, 2, 91-125.
- Ponce, R., Ulrich, E., 1997. Renecofor - Essai de synthèse de l'histoire des 102 peuplements du réseau. Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques (en préparation).
- Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M., Skovsgaard, J., 1996. Growth trends in European Forest : studies from 12 countries. *Spiecker et al. (Eds)*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 371 p.
- Schweingruber, F.H., 1983. Tree rings. Basic and Applications of Dendrochronology. *Edited by D. Reidel compagny*, Holland, 276 p.
- Schweingruber, F.H., 1985. Abrupt changes in growth reflected in tree ring sequences as an expression of biotic and abiotic influences. *Inventorying and monitoring endangered forests. IUFRO Conference Zurich 1985*, pp. 291-295, Birmensdorf, Eidg. Anstalt für das forstliche versuchswesen.
- Schweingruber, F.H., 1990. Anatomie europäischer Hölzer. - Anatomy of European Woods. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf (Hrsg.). Haupt, Bern und Stuttgart. 799 p.
- Schweingruber, F.H., 1992. Event years and pointer years. International Dendrochronological Symposium "*Tree rings and Environnement*", Lund University Department of Quaternary Geology, 34, 288-292.
- Schweingruber, F.H., Eckstein, D., Serre-bachet, F., Braker, O.U., 1989. Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology. Informal meeting of dendrochronologists from southern and central Europe, Lourmarin, Provence, France, 4 May, 1989, 9-38.

- Schweingruber, F.H., Wehrli, U., Aellen-Rumo, K., Aellen, M., 1991. Weiserjahre als Zeiger extremer Standortseinflüsse., *Schweiz. Z. Forstwes*, 142, 1, 33-52.
- Tessier L., 1989. Spatio-temporal analysis of climate-tree ring relationships. *New Phytol*, 111, 517-529.
- Ulrich, E., 1995. Le réseau RENECOFOR : objectifs et réalisation. *Revue Forestière Française*, 47, 2, 107-124.
- Van Deusen, P.C., Reams, G.A., 1993. Frequency domain tree-ring standardization. *Forest Science*, 39, 1, 55-65.
- Warren, W.G., Leblanc, D.C., 1990. Dynamic standardization of tree-ring series. *Can. J. For. Res*, 20, 1422-1431.
- Wigley, T.L.M., Jones P.D., Briffa K.R., 1987. Detecting the effects of acidic deposition and CO₂ fertilization on tree growth. in "*Methods of dendrochronology : Applications in the environmental sciences*". Kluwer Academic Publishers. COOK E.R., KAIRIUKSTIS L.A. (eds.), 239-253.

Liste des figures

- Figure 1a. Localisation des placettes permanentes d'observation de RENECOFOR.
- Figure 1b. Localisation géographique par espèce des 102 placettes de RENECOFOR.
- Figures 2a à 2h. Exemples d'évolution des largeurs de cernes pour différents arbres du réseau.
- Figures 2i à 2j. Exemples d'évolution des largeurs de cernes pour différents arbres du réseau.
- Figure 3. Représentation des différentes échelles de temps (ou fréquences) étudiées en dendrochronologie.
- Figure 4. Carottage manuel ou motorisé à l'aide d'une tarière de Pressler (5 mm de diamètre intérieur) et rebouchage des trous de sondage par des tourillons de hêtre préalablement désinfectés au mercurothiolate de sodium. La plaie de l'écorce est étanchéifiée grâce à un cicatrisant (Photos : F. Lebourgeois).
- Figure 5. Effectif de placettes par nombre d'arbres échantillonnés (n=102 placettes ; n = 3029 arbres).
- Figure 6. Planage des carottes à l'aide d'une lame tranchante (Photo : F. Lebourgeois).
- Figure 7. Principe de l'estimation de l'âge de l'arbre dans le cas où la carotte ne passe pas exactement au cœur. Le nombre de cernes ajoutés est égal au rapport entre la distance estimée et la moyenne des largeurs des 5 derniers cernes mesurés.
- Figure 8. Système de mesure des largeurs de cernes (Photo : F. Lebourgeois).
- Figure 9. Anatomie du bois de sapin, hêtre et chêne pédonculé (x40) (1 : BI = bois initial ; 2 : BF = bois final) (D'après Schweingruber 1990).
- Figure 10. Exemple d'interdatation d'un profil de croissance (SP 26, arbre 19) présentant un décalage d'une année dans la série de cernes mesurés par rapport à la chronologie moyenne de référence. Les années caractéristiques ont été surlignées en couleur sur les courbes (Photos : F. Lebourgeois).
- Figure 11. Exemples de standardisation déterministe (ajustement par un polynôme) et stochastique (ajustement par une fonction de lissage) de deux séries chronologiques individuelles de cernes.
- Figure 12. Exemple de standardisation régionale à partir d'une courbe âge. 1 : Accroissement radial moyen (en mm et cm²) selon l'âge cambial et ajustements mathématiques pour le pin laricio de Corse en région Pays de la Loire (n=183 placettes ; n=1808 pins). 2 et 3 : Evolution des largeurs de cernes (2) et de leur transformation en indices de croissance (3) d'un pin laricio de Corse âgé de 52 ans en 1991 (Lebourgeois 1995).
- Figure 13. Evolution de la croissance radiale moyenne (courbes de référence) pour différentes espèces dans l'est de la France (d'après Badeau et al. 1996).
- Figure 14. Exemples de stratification selon le statut social des arbres (1 : hêtre en forêt de Fougères ; Marsalle 1996), en fonction de l'indice de réserve utile en eau du sol, de l'état sanitaire et de la qualité de la nutrition foliaire en azote et phosphore en 1991 (2, 3 et 4 : pin laricio de Corse en région Pays de la Loire ; Lebourgeois et al. 1997).
- Figure 15. Nombre d'arbres échantillonnés par espèce pour l'étude dendrochronologique de RENECOFOR.
- Figure 16. Evolution de la largeur des cernes (en mm) de 8 des 13 arbres âgés de plus de 200 ans en 1994 (âge à 1,30 m).
- Figure 17. Différence entre l'âge moyen annoncé par les gestionnaires forestiers et l'âge moyen estimé (à 1,30 m en 1994) suite à l'étude dendrochronologique. Une surestimation de l'âge signifie que les peuplements sont plus jeunes qu'annoncé. A l'inverse, une sous-estimation correspond à des peuplements plus vieux que l'âge annoncé.

- Figure 18. Exemples de profils de croissance des peuplements ou d'arbres présentant un changement notable de comportement au cours du temps. Dans ces cas particuliers, le niveau de croissance radiale calculé de l'origine à 1994 est un mauvais indicateur du comportement passé et/ou actuel des arbres.
- Figure 19. Evolution de la largeur des cernes (en mm) de 4 arbres présentant une croissance radiale moyenne de l'origine à 1994 inférieure à 0,9 mm/an.
- Figure 20. Effet des éclaircies (flèches) sur la croissance radiale d'un peuplement de pin sylvestre (PS) et d'un peuplement de pin laricio de Corse (PL) en forêt de Lamotte-Beuvron (41). Les deux peuplements se trouvent sur le même type de station (sol acide sableux) et sont soumis aux mêmes influences climatiques. Pour les graphiques, seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 21. Evolution de la largeur moyenne des cernes des arbres âgés et jeunes de la placette de sapin pectiné en forêt de Ban (SP 25). Les éclaircies sont indiquées par les flèches. Pour les graphiques, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 22. Evolution de la largeur moyenne des cernes des arbres âgés et jeunes de la placette de sapin pectiné en forêt de Saint-Hugon (38). Les éclaircies sont indiquées par les flèches. Pour les graphiques, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 23. Evolution de la largeur moyenne des cernes des arbres de la placette de hêtre en forêt des Hauts-Bois (54). Les éclaircies et les chablis sont indiqués par les flèches. Pour les graphiques, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 24. Effectif de chênes pédonculés par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle. Les placettes mélangées n'ont pas été prises en compte dans l'analyse.
- Figure 25. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm), selon la date, des 9 peuplements de chênes pédonculés (CHP) et des 2 peuplements mélangés (CPS). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 26. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (en mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les chênes pédonculés (n = 263 arbres ; n = 9 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre entre () correspond à l'âge moyen.
- Figure 27. Effectif de chênes sessiles par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.
- Figure 28. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 19 peuplements de chênes sessiles (CHS). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 29. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (en mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les chênes sessiles (n = 555 arbres ; n = 19 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre entre () correspond à l'âge moyen.
- Figure 30. Effectif de hêtres par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m) et de diamètre (à 1,30 m). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.
- Figure 31. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 20 peuplements de hêtres (HET). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 32. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994) et la croissance radiale (mm/an) pour les hêtres (n = 598 arbres ; n = 20 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre entre () correspond à l'âge moyen.
- Figure 33. Effectif de douglas par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.

- Figure 34. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 6 peuplements de douglas (DOU). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 35. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (en mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les douglas (n = 179 arbres ; n = 6 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre entre () correspond à l'âge moyen. La répartition non homogène des nuages de points ne permet pas d'établir des relations statistiquement fiables (sauf dans le dernier cas).
- Figure 36. Effectif de d'épicéas par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.
- Figure 37. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 11 peuplements de d'épicéas (EPC). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 38. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (en mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les épicéas (n = 328 arbres ; n = 11 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre entre () correspond à l'âge moyen. Pour l'étude des corrélations, seuls les arbres âgés de moins de 80 ans en 1994 (à 1,30 m) ont été pris en compte dans l'analyse.
- Figure 39. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 2 peuplements de pins laricios (PL) et du peuplement de mélèze (MEL). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 40. Effectif de pins maritimes par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.
- Figure 41. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 7 peuplements de pins maritimes (PM). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 42. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (en mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les pins maritimes (n = 210 arbres ; n = 7 placettes). Pour l'étude des corrélations, seuls les arbres âgés de moins de 45 ans en 1994 (à 1,30 m) ont été pris en compte dans l'analyse (exclusion de la placette PM85). Cependant, la répartition des nuages des points ne permet pas d'établir des relations statistiquement fiables.
- Figure 43. Effectif de pins sylvestres par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.
- Figure 44. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 14 peuplements de pins sylvestres (PS). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 45. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (en mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les pins sylvestres (n = 419 arbres ; n = 14 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre entre () correspond à l'âge moyen.
- Figure 46. Effectif de sapins pectinés par classes d'âge (en 1994 à 1,30 m), de diamètre (à 1,30 m) et de largeur d'aubier (en mm). La limite supérieure de chaque classe est exclue de l'intervalle.
- Figure 47. Localisation géographique et évolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des 11 peuplements de sapins pectinés (SP). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte.
- Figure 48. Relations entre l'âge (en 1994 à 1,30 m), le diamètre (sur écorce en 1994), la largeur d'aubier (en mm) et la croissance radiale (mm/an) pour les sapins pectinés (n = 328 arbres ; n = 11 placettes). Pour les classes d'âges, les bornes sont comprises dans l'intervalle et le chiffre entre () correspond à l'âge moyen. Pour l'étude des corrélations, seuls les arbres âgés de moins de 145 ans en 1994 (à 1,30 m) ont été pris en compte dans l'analyse.

Liste des tableaux

- Tableau 1. Caractéristiques des placettes présentant le plus grand nombre de corrections suite à l'interdatation.
- Tableau 2. Effectifs bruts, nombre et pourcentage d'années caractéristiques par espèce.
- Tableau 3. Sens de l'évolution et fréquence d'apparition des années les plus caractéristiques par espèce. Les chiffres entre parenthèses () correspondent au % de placettes présentant le même comportement pour l'année considérée. Par exemple pour le chêne sessile (CHS), 84% des placettes présentent une réduction de croissance en 1976. En raison du peu de placettes disponibles, les placettes PL et MEL ont été exclues de l'analyse.
- Tableau 4. Ecarts relatifs moyens observés pour les années caractéristiques 1986, 1976 et 1958 au cours de différentes études dendroécologiques. L'astérisque * indique que la chronologie s'arrête avant l'année 1986 (voir synthèse dans Lebourgeois 1995).
- Tableau 5. Caractéristiques dendrométriques par espèce des 102 placettes de RENECOFOR. L'accroissement radial moyen (Acr en mm/an) représente la croissance radiale moyenne de l'origine à 1994.
- Tableau 6. Comparaison des âges annoncés par les gestionnaires forestiers et estimés (à 1,30 m) suite à l'étude dendrochronologique. Les divergences les plus notables et les cas particuliers ont été signalés en gras (TSF = taillis-sous-futaie).
- Tableau 7. Amplitude minimale, maximale et moyenne des âges par placette. L'amplitude a été calculée sur chaque placette comme la différence entre l'âge de l'arbre le plus jeune et l'âge de l'arbre le plus vieux. Les structures non « régulières » correspondent à des taillis-sous-futaie stricts ou en conversion, des futaies jardinées, etc.
- Tableau 8. Effectif et caractéristiques des arbres présentant une faible (< 1 mm/an) ou une forte (> 5 mm/an) croissance radiale moyenne dans chaque espèce. L'Acr représente la croissance radiale moyenne de la naissance de l'arbre jusqu'à aujourd'hui.
- Tableau 9. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 9 placettes de chênes pédonculés (CHP) et des 2 peuplements mélangés (CPS). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994, et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs minimum et maximum observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).
- Tableau 10. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 9 placettes de chênes pédonculés (CHP) et les deux placettes mélangées (CPS).
- Tableau 11. Années caractéristiques pour les 9 placettes de chênes pédonculés (CHP) regroupées selon leur proximité géographique. Les 2 placettes mélangées (CPS) ont été exclues de l'analyse. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante. Pour CHP10 et CPS77, se reporter aux fiches individuelles correspondantes pour les années caractéristiques antérieures à 1930.
- Tableau 12. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 19 placettes de chênes sessiles (CHS). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994, et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs minimum et maximum observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).
- Tableau 13. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 19 placettes de chênes sessiles (CHS).
- Tableau 14. Années caractéristiques pour les 19 placettes de chênes sessiles (CHS) regroupées selon leur proximité géographique. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante.

- Tableau 15. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 20 placettes de hêtres (HET). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994, et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs minimum et maximum observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).
- Tableau 16. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 20 placettes de hêtres (HET).
- Tableau 17. Années caractéristiques pour les 20 placettes de hêtres (HET) regroupées selon leur proximité géographique. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante. (Se reporter aux fiches individuelles pour connaître les années caractéristiques avant 1900 pour les placettes HET 09, 21, 26, 30 et 65).
- Tableau 18. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 6 placettes de douglas (DOU). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994, et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs minimum et maximum observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).
- Tableau 19. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 6 placettes de douglas (DOU).
- Tableau 20. Années caractéristiques pour les 6 placettes de douglas (DOU). Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante.
- Tableau 21. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 11 placettes de d'écipéas (EPC). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994, et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs minimum et maximum observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).
- Tableau 22. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 11 placettes d'écipéas (EPC).
- Tableau 23. Années caractéristiques pour les 11 placettes de d'écipéas (EPC) regroupées selon leur proximité géographique. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante.
- Tableau 24. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 2 placettes de pins laricios (PL) et de la placette de mélèze (MEL). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994, et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs minimum et maximum observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).
- Tableau 25. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 2 placettes de pins laricios (PL) et la placette de mélèze (MEL).
- Tableau 26. Années caractéristiques pour les 2 placettes de pins laricios (PL) et la placette de mélèze (MEL). Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante. Pour PL20, se reporter à la fiche individuelle pour les années caractéristiques antérieures à 1872.
- Tableau 27. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 7 placettes de pins maritimes (PM). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994, et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs minimum et maximum observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).
- Tableau 28. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 7 placettes de pins maritimes (PM).

- Tableau 29. Années caractéristiques pour les 7 placettes de pins maritimes (PM). Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante.
- Tableau 30. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 14 placettes de pins sylvestres (PS). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994, et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs minimum et maximum observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).
- Tableau 31. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 14 placettes de pins sylvestres (PS).
- Tableau 32. Années caractéristiques pour les 14 placettes de pins sylvestres (PS) regroupées selon leur proximité géographique. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante.
- Tableau 33. Caractéristiques stationnelles et dendrométriques moyennes des 11 placettes de sapins pectinés (SP). Pour la chronologie, seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Pour la croissance (Acr), la première valeur correspond à la croissance radiale moyenne depuis l'origine jusqu'à 1994, et la seconde à celle pour la période 1985-1994. Les chiffres entre [] correspondent aux valeurs minimum et maximum observées pour le paramètre. La hauteur moyenne a été calculée à partir des mesures effectuées sur les arbres observations (n=36 arbres).
- Tableau 34. Effectifs bruts, nombre et nature des années caractéristiques pour les 11 placettes de sapins pectinés.
- Tableau 35. Années caractéristiques pour les 11 placettes de sapins pectinés (SP) regroupées selon leur proximité géographique. Les signes + et - indiquent qu'au moins 70% des arbres échantillonnés présentent une forte (+) ou faible (-) croissance pour l'année correspondante.

List of figures

- Figure 1a. Geographic location of the permanent observation plots of the RENECOFOR network.
- Figure 1b. The RENECOFOR network by species.
- Figures 2a à 2h. Examples of radial growth trends observed for several sample trees in the network.
- Figures 2i à 2j. Examples of radial growth trends observed for several sample trees in the network.
- Figure 3. Illustration of the different signals and their time scale studied in dendrochronology.
- Figure 4. Coring to the pith at 1.30 m with a manual or motorized 5-mm diameter increment borer. After coring, each hole was filled in with a disinfected peg and the wound bark was treated by a healing substance (Photos : F. Lebourgeois).
- Figure 5. Number of plots by number of sample trees (n=102 plots ; n = 3029 trees).
- Figure 6. Preparation of the cores with a sharp blade (Photo : F. Lebourgeois).
- Figure 7. Method of estimating age when the core doesn't cross the pith. The number of added rings is equal to the ratio between the measured distance and the mean width of the five previous rings.
- Figure 8. Measurement system of ring widths (Photo : F. Lebourgeois).
- Figure 9. Wood anatomy of *Abies alba*, *Fagus sylvatica* and *Quercus robur* (x40) (1 : B1 = Earlywood ; 2 : BF = Latewood) (in Schweingruber 1990).
- Figure 10. Illustration of the method of cross-dating. The individual ring-width series (SP 26, tree 19) presents a time-lag of one year in comparison with the mean chronology (n=30 trees). Positive and negative pointer years are red on the curves (Photos : F. Lebourgeois).
- Figure 11. Examples of deterministic (polynomial function) and stochastic methods of growth-trend estimation.
- Figure 12. Standardization from the regional mean relation between radial growth and cambial age. 1 : Aging curves (mm and cm²) and mathematical adjustments for Corsican pine in a region called Pays de la Loire in western France (n=183 plots ; n=1808 trees). 2 and 3 : Ring widths (2) and radial growth indices (3) according to calendar dates for a 52 years-old Corsican pine (Lebourgeois 1995).
- Figure 13. Radial growth changes since the last century for several forest species in eastern France (in Badeau et al. 1996).
- Figure 14. Illustration of the method of stratification. Mean indexed curves according to social position (1 : *Fagus sylvatica* ; Forest of Fougères ; Marsalle 1996), water soil reserve, needle loss and nitrogen and phosphore content in the foliage of the trees in 1991 (2, 3 et 4 : Corsican pine in western France ; Lebourgeois et al. 1997).
- Figure 15. Number of sample trees by species for the dendrochronological study.
- Figure 16. Radial increment curves (mm) of 8 trees which are more than 200 years-old in 1994 (age at 1.30 m).
- Figure 17. Difference between announced by the forest managers and estimated age according to the dendrochronological study. An overestimation means that trees are younger than the announced age. An underestimation means that trees are older than the announced age.
- Figure 18. Examples of ring-width chronologies showing an abrupt change in growth trend. In such cases, the mean ring-width, calculated over the whole measurement period, is a bad indicator of the past and/or present behaviour of the tree.
- Figure 19. Chronologies of 4 trees presenting a mean radial increment inferior to 0,9 mm/year over the whole measurement period.

- Figure 20. Effect of thinning (arrows) on the radial growth of Scots (PS) and Corsican (PL) pine stands located in the forest of Lamotte-Beuvron. Soil and climate conditions are similar for both plots. The curves were plotted only when at least 10 trees were available.
- Figure 21. Radial increment curves of young and old silver firs sampled in the forest of Ban (SP25). The arrows indicate the dates of thinning. The curves were plotted when only at least 10 trees were available.
- Figure 22. Radial increment curves of young and old silver firs sampled in the forest of Saint-Hugon (SP38). The arrows indicate the dates of thinning. The curves were plotted when only at least 10 trees were available.
- Figure 23. Radial increment curve of European beech sampled in the forest of Hauts-Bois (HET 54). The arrows indicate the dates of thinning. The curves were plotted when only at least 10 trees were available.
- Figure 24. Number of pedunculate oaks by age (in 1994 over bark at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m) and sapwood width classes. The upper limit of each class is excluded from the interval. The « mixed » plots (CPS 77 and CPS 67) were not taken into account for the analysis.
- Figure 25. Geographic location and radial growth increment curves (in mm) of the pedunculate oak plots. The curves were plotted only when at least 10 trees were available.
- Figure 26. Relation between age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m), sapwood width and radial increment for pedunculate oaks (n = 263 trees ; n = 9 plots). Values corresponding to the limit of the classes are included and the value in parentheses represents the mean of the age.
- Figure 27. Number of sessile oaks by age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m) and sapwood width classes. The upper limit of each class is excluded from the interval.
- Figure 28. Geographic location and radial growth increment curves (in mm) of the 19 sessile oak plots. The curves were plotted only when at least 10 trees were available.
- Figure 29. Relation between age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m), sapwood width and radial increment for sessile oaks (n = 555 trees ; n = 19 plots). Values corresponding to the limit of the classes are included and the value in parentheses represents the mean of the age.
- Figure 30. Number of European beeches by age (in 1994 at 1.30 m) and diameter (over bark at 1.30 m) classes. The upper limit of each class is excluded from the interval.
- Figure 31. Geographic location and radial growth increment curves (in mm) of the 20 European beech plots. The curves were plotted only when at least 10 trees were available.
- Figure 32. Relation between age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m) and radial increment for European beeches (n = 598 trees ; n = 20 plots). Values corresponding to the limit of the classes are included and the value in parentheses represents the mean of the age.
- Figure 33. Number of Douglas firs by age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m) and sapwood width classes. The upper limit of each class is excluded from the interval.
- Figure 34. Geographic location and radial growth increment curves (in mm) of the 6 Douglas fir plots. The curves were plotted only when at least 10 trees were available.
- Figure 35. Relation between age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m), sapwood width and radial increment for Douglas firs (n = 179 trees ; n = 6 plots). Values corresponding to the limit of the classes are included and the value in parentheses represents the mean of the age. The data does not lead to any significant relation, excepted in the last case.
- Figure 36. Number of Norway spruces by age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m) and sapwood width classes. The upper limit of each class is excluded from the interval.
- Figure 37. Geographic location and radial growth increment curves (in mm) of the 11 Norway spruce plots. The curves were plotted only when at least 10 trees were available.

- Figure 38. Relation between age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m), sapwood width and radial increment for Norway spruces (n = 328 trees ; n = 11 plots). Values corresponding to the limit of the classes are included and the value in parantheses represents the mean of the age. For the statistical analysis, only trees less then 80 years-old in 1994 (at 1.30 m) were taken into account.
- Figure 39. Geographic location and radial growth increment curves of the Corsican pine (PL) and the European larch (MEL) plots. The curves were plotted only when at least 10 trees were available.
- Figure 40. Number of maritime pines by age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m) and sapwood width classes. The upper limit of each class is excluded from the interval.
- Figure 41. Geographic location and radial growth increment curves (in mm) of the 7 maritime pine plots. The curves were plotted only when at least 10 trees were available.
- Figure 42. Relation between age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m), sapwood width and radial increment for maritime pines (n = 210 trees ; n = 7 plots). For the statistical analysis, only the trees less than 45 years-old in 1994 (at 1.30 m) were taken into account. However, the data does not lead to any significant relation.
- Figure 43. Number of Scots pines by age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m) and sapwood width classes. The upper limit of each class is excluded from the interval.
- Figure 44. Geographic location and radial growth increment curves (in mm) of the 14 Scots pine plots. The curves were plotted only when at least 10 trees were available.
- Figure 45. Relation between age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m), sapwood width and radial increment for Scots pines (n = 419 trees ; n = 14 plots). Values corresponding to the limit of the classes are included and the value in parantheses represents the mean of the age.
- Figure 46. Number of silver firs by age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m) and sapwood width classes. The upper limit of each class is excluded from the interval.
- Figure 47. Geographic location and radial growth increment curves (in mm) of the 11 silver fir plots. The curves were plotted only when at least 10 trees were available.
- Figure 48. Relation between age (in 1994 at 1.30 m), diameter (over bark at 1.30 m), sapwood width and radial increment for silver firs (n = 328 trees ; n = 11 plots). Values corresponding to the limit of the classes are included and the value in parantheses represents the mean of the age. For the statistical analysis, only trees less than 145 years-old in 1994 (at 1.30 m) were taken into account.

Liste of tables

- Table 1. Characteristics of plots presenting the most important number of corrected tree chronologies after cross-dating.
- Table 2. Total number of raw data, number and percentage of pointer years by species.
- Table 3. Calendar years characterized by a strong relative increase or decrease in radial growth by species. The value in parantheses refers to the percentage of plots presenting the same behaviour for the year. For example, the negative pointer year 1976 was found in 84% of the sessile oak (CHS) plots. Due to too few replicates for the *Pinus nigra* var. *laricio* and *Larix decidua* plots, these plots were excluded from the analysis.
- Table 4. Relative increase or decrease in radial growth observed in 1986, 1976 and 1958 for different dendroecological studies. The asterisk indicates that the chronology stops before 1986 (synthesis in Lebourgeois 1995).
- Table 5. Overview of the data structure of the 102 RENECOFOR plots. The mean radial increment (Acr in mm/year) was calculated over the whole measurement period.
- Table 6. Comparison between announced by the forest managers and estimated age according to the dendrochronological study. The most important differences were printed in bold (TSF = coppice with standards).
- Table 7. Age spectrum by plot. For each plot, the range of the age was calculated as the difference between the youngest and the oldest tree. The « non-regular » stand structure corresponds to even-aged forests (coppice with standards).
- Table 8. Number and characteristics of trees presenting a low (< 1 mm/year) or a high (> 5 mm/year) radial increment level by species. The mean radial increment (Acr in mm/year) was calculated over the whole measurement period.
- Table 9. Overview of the data structure of the 9 pedunculate oak (CHP) and the 2 « mixed » oak (CPS) plots. For each ring chronology, only years with more than 10 trees were taken into account. For the radial growth increment, the first value corresponds to the whole measured period and the second to the 1985-1994 period. Numbers in square brackets represent the minimum and maximum observed values of the parameter. The mean height was calculated using the 36 numbered observation trees sampled in the centre of the 0,5 ha plot.
- Table 10. Total number of raw data, number and percentage of pointer years for the 9 pedunculate oak (CHP) and the 2 « mixed » oak (CPS) plots.
- Table 11. Negative and positive pointer years for the 9 pedunculate oak (CHP) plots. Plots have been sorted according to their geographic proximity. Positive and negative signs indicate that at least 70% of at least 20 cross-dated trees present a strong relative increase (+) or decrease (-) in radial growth for the calendar year. The 2 « mixed » plots (CPS77 and CPS 67) were excluded from the analysis. For CHP 10 and CPS 77, pointer years previous to 1930 are indicated in their individual plot description in the annex.
- Table 12. Overview of the data structure of the 19 sessile oak (CHS) plots. For each ring chronology, only years with more than 10 trees were taken into account. For the radial growth increment, the first value corresponds to the whole measured period and the second to the 1985-1994 period. Numbers in square brackets represent the minimal and maximal observed values of the parameter. The mean height was calculated using the 36 numbered observation trees sampled in the centre of the 0,5 ha plot.
- Table 13. Total number of raw data, number and percentage of pointer years for the 19 sessile oak (CHS) plots.
- Table 14. Negative and positive pointer years for the 19 sessile oak (CHS) plots. Plots have been sorted according to their geographic proximity. Positive and negative signs indicate that at least 70% of at least 20 cross-dated trees present a strong relative increase (+) or decrease (-) in radial growth for the calendar year.

- Table 15. Overview of the data structure of the 20 European beech (HET) plots. For each ring chronology, only years with more than 10 trees were taken into account. For the radial growth increment, the first value corresponds to the whole measured period and the second to the 1985-1994 period. Numbers in square brackets represent the minimal and maximal observed values of the parameter. The mean height was calculated using the 36 numbered observation trees sampled in the centre of the 0,5 ha plot.
- Table 16. Total number of raw data, number and percentage of pointer years for the 20 European beech (HET) plots.
- Table 17. Negative and positive pointer years for the 20 European beech (HET) plots. Plots have been sorted according to their geographic proximity. Positive and negative signs indicate that at least 70% of at least 20 cross-dated trees present a strong relative increase (+) or decrease (-) in radial growth for the calendar year. For HET 09, 21, 26, 30 et 65, pointer years previous to 1900 are indicated in their individual plot description in the annex.
- Table 18. Overview of the data structure of the 6 Douglas fir (DOU) plots. For each ring chronology, only years with more than 10 trees were taken into account. For the radial growth increment, the first value corresponds to the whole measured period and the second to the 1985-1994 period. Numbers in square brackets represent the minimal and maximal observed values of the parameter. The mean height was calculated using the 36 numbered observation trees sampled in the centre of the 0,5 ha plot.
- Table 19. Total number of raw data, number and percentage of pointer years for the 6 Douglas fir (DOU) plots.
- Table 20. Negative and positive pointer years for the 6 Douglas fir (DOU) plots. Positive and negative signs indicate that at least 70% of at least 20 cross-dated trees present a strong relative increase (+) or decrease (-) in radial growth for the calendar year.
- Table 21. Overview of the data structure of the 11 Norway spruce (EPC) plots. For each ring chronology, only years with more than 10 trees were taken into account. For the radial growth increment, the first value corresponds to the whole measured period and the second to the 1985-1994 period. Numbers in square brackets represent the minimal and maximal observed values of the parameter. The mean height was calculated using the 36 numbered observation trees sampled in the centre of the 0,5 ha plot.
- Table 22. Total number of raw data, number and percentage of pointer years for the 11 Norway spruce (EPC) plots.
- Table 23. Negative and positive pointer years for the 11 Norway spruce (EPC) plots. Plots have been sorted according to their geographic proximity. Positive and negative signs indicate that at least 70% of at least 20 cross-dated trees present a strong relative increase (+) or decrease (-) in radial growth for the calendar year.
- Table 24. Overview of the data structure of the 2 Corsican pine (PL) plots and the European larch (MEL) plot. For each ring chronology, only years with more than 10 trees were taken into account. For the radial growth increment, the first value corresponds to the whole measured period and the second to the 1985-1994 period. Numbers in square brackets represent the minimal and maximal observed values of the parameter. The mean height was calculated using the 36 numbered observation trees sampled in the centre of the 0,5 ha plot.
- Table 25. Total number of raw data, number and percentage of pointer years for the 2 Corsican pine (PL) plots and the European larch (MEL) plot.
- Table 26. Negative and positive pointer years for the 2 Corsican pine (PL) plots and the European larch (MEL) plot. Positive and negative signs indicate that at least 70% of at least 20 cross-dated trees present a strong relative increase (+) or decrease (-) in radial growth for the calendar year. For PL20, pointer years previous to 1872 are indicated in the individual plot description in the annex.
- Table 27. Overview of the data structure of the 7 maritime pine (PM) plots. For each ring chronology, only years with more than 10 trees were taken into account. For the radial growth increment, the first value corresponds to the whole measured period and the second to the 1985-1994 period. Numbers in square brackets represent the minimal and maximal observed values of the parameter. The mean height was calculated using the 36 numbered observation trees sampled in the centre of the 0,5 ha plot.

- Table 28. Total number of raw data, number and percentage of pointer years for the 7 maritime pine (PM) plots.
- Table 29. Negative and positive pointer years for the 7 maritime pine (PM) plots. Positive and negative signs indicate that at least 70% of at least 20 cross-dated trees present a strong relative increase (+) or decrease (-) in radial growth for the calendar year.
- Table 30. Overview of the data structure of the 14 Scots pine (PS) plots. For each ring chronology, only years with more than 10 trees were taken into account. For the radial growth increment, the first value corresponds to the whole measured period and the second to the 1985-1994 period. Numbers in square brackets represent the minimal and maximal observed values of the parameter. The mean height was calculated using the 36 numbered observation trees sampled in the centre of the 0,5 ha plot.
- Table 31. Total number of raw data, number and percentage of pointer years for the 14 Scots pine (PS) plots.
- Table 32. Negative and positive pointer years for the 14 Scots pine (PS) plots. Plots have been sorted according to their geographic proximity. Positive and negative signs indicate that at least 70% of at least 20 cross-dated trees present a strong relative increase (+) or decrease (-) in radial growth for the calendar year.
- Table 33. Overview of the data structure of the 11 silver fir (SP) plots. For each ring chronology, only years with more than 10 trees were taken into account. For the radial growth increment, the first value corresponds to the whole measured period and the second to the 1985-1994 period. Numbers in square brackets represent the minimal and maximal observed values of the parameter. The mean height was calculated using the 36 numbered observation trees sampled in the centre of the 0,5 ha plot.
- Table 34. Total number of raw data, number and percentage of pointer years for the 11 silver fir (PS) plots.
- Table 35. Negative and positive pointer years for the 11 silver fir (SP) plots. Plots have been sorted according to their geographic proximity. Positive and negative signs indicate that at least 70% of at least 20 cross-dated trees present a strong relative increase (+) or decrease (-) in radial growth for the calendar year.

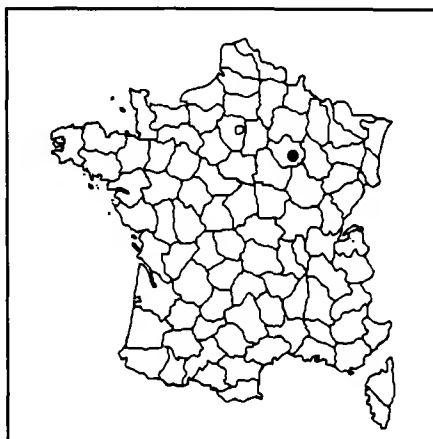
7. Les fiches par peuplement

La fiche individuelle est identique pour toutes les placettes. Elle comprend :

- 1) une carte de localisation et les données géographiques de la placette ;
- 2) les conditions topographiques du site ;
- 3) les caractéristiques dendrométriques moyennes et extrêmes des arbres échantillonnés :
 - 1- l'âge à 1,30 m en 1994 ;
 - 2- le diamètre sur écorce en 1994 à 1,30 m ;
 - 3- la hauteur mesurée sur les arbres observations dans l'enclos ;
 - 4- la croissance radiale pour différentes périodes :
 - * de l'origine à 1994 ;
 - * de 1985 à 1994 ;
 - * de 1980 à 1994.
 - 5- la largeur d'aubier en mm ;
- 4) les histogrammes de répartition des diamètres et des âges des arbres échantillonnés ;
- 5) le profil moyen de croissance radiale du peuplement (moyennes des largeurs de cernes par date). Afin d'obtenir des courbes statistiquement plus fiables et plus représentatives du comportement moyen des arbres de la placette, seules les dates pour lesquelles au moins 10 cernes étaient disponibles ont été prises en compte ;
- 6) les effectifs pour le calcul des années caractéristiques ;
- 7) le tableau de synthèse des années caractéristiques ainsi qu'un histogramme représentant les écarts relatifs moyens pour les années considérées. Pour une année caractéristique donnée, les pourcentages 70% ou 80% signifient qu'au moins 70% ou qu'au moins 80% des arbres échantillonnés ont présenté le même comportement pour l'année correspondante ;
- 8) un commentaire sur la croissance du peuplement en relation avec la gestion sylvicole (à partir des éléments rassemblés par Romain Ponce sur l'histoire des peuplements) et le climat.

Les fiches sont classées par ordre alphabétique des espèces puis par département.

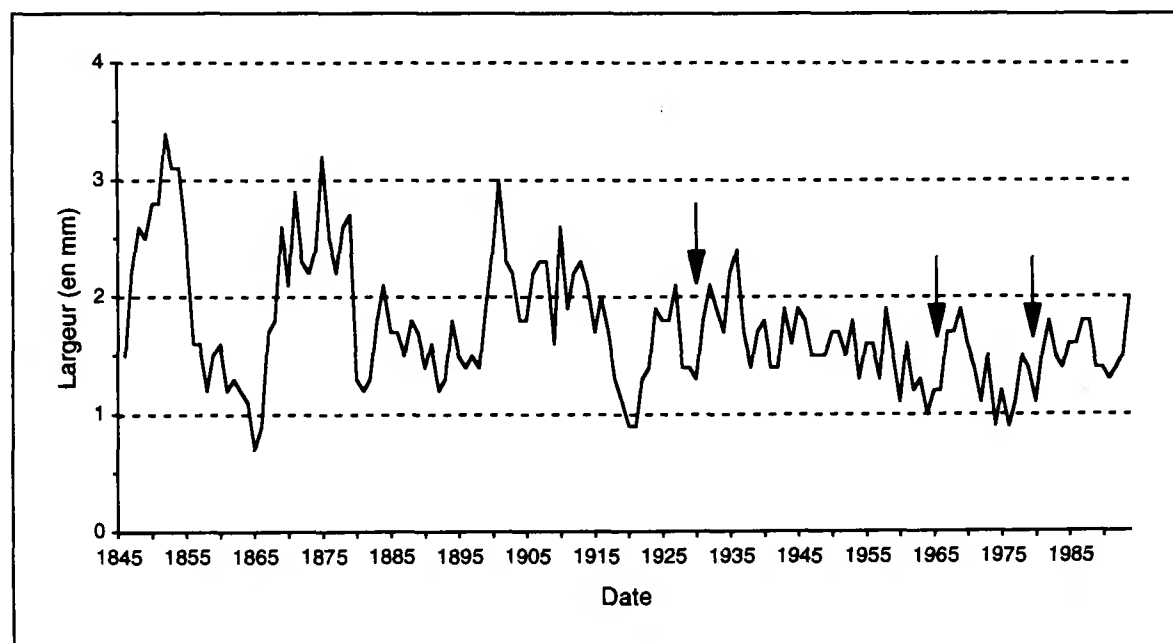
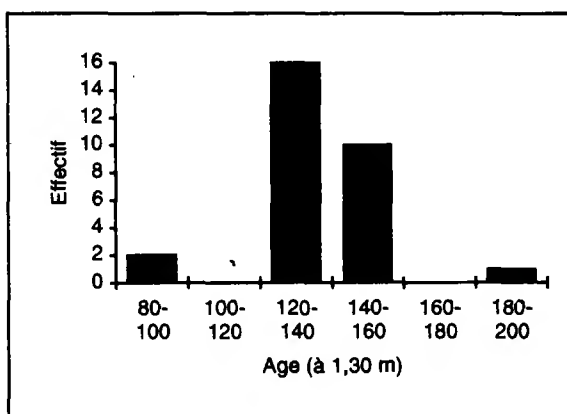
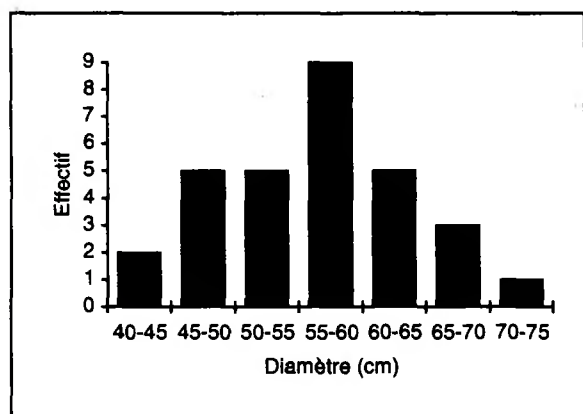
Placette :	CHP 10	Forêt : de Larivour
Altitude (m) :	115	Pente (%) : 0
Département :	Aube	Exposition : plat
		Région : Champagne-Ardenne



Effectif d'arbres	: 29
Nombre total de cernes	: 3816
Longueur de la chronologie	: 1846 -1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	134 (±19,1)	92	183
Diamètre (cm)	56 (±7,7)	41	70
Hauteur (m) (n=19)	26,1	23	30
Accroissement (mm/an)	1,71 (±0,27)	1,1	2,35
Largeur d'aubier (mm)	24,4 (±7,4)	14	47

Acr : 1985 à 1994	1,58 mm/an
: 1980 à 1994	1,54 mm/an

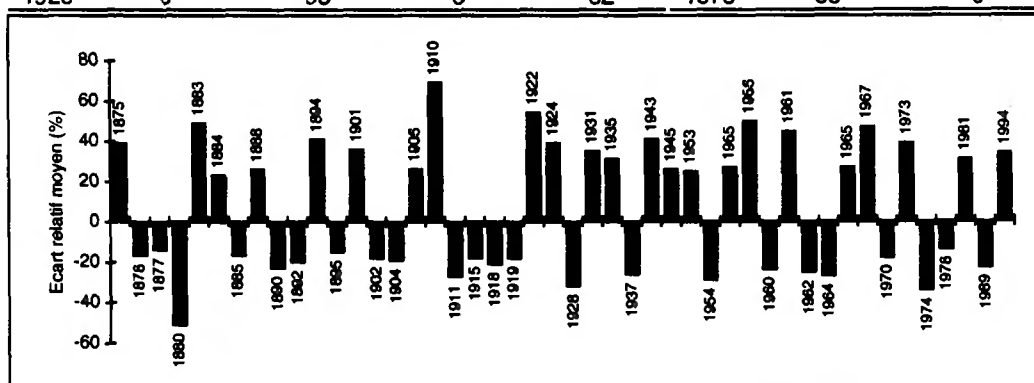


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (25 arbres à partir de 1875). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHP 10
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 20
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1872-1994 (123 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 3478
 Nombre total d'années caractéristiques : 46

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	86	3	10	34	1924	86	0	13	39
1989	0	86	13	-23	1922	89	0	10	54
1981	75	6	17	31	1919	6	79	13	-18
1976	17	75	6	-14	1918	3	82	13	-21
1974	0	100	0	-34	1915	6	72	20	-18
1973	82	3	13	39	1911	0	100	0	-27
1970	0	79	20	-18	1910	100	0	0	69
1967	96	3	0	47	1906	75	3	21	26
1965	75	3	20	27	1904	0	85	14	-19
1964	0	96	3	-27	1902	11	77	11	-18
1962	0	79	20	-25	1901	81	7	11	36
1961	89	0	10	45	1895	3	74	22	-15
1960	0	79	20	-24	1894	92	3	3	41
1958	89	0	10	50	1892	0	74	25	-20
1955	79	3	17	27	1890	3	85	11	-23
1954	0	96	3	-29	1888	77	0	22	26
1953	79	0	20	25	1885	3	74	22	-17
1945	79	3	17	26	1884	70	3	25	23
1943	89	0	10	41	1883	77	3	18	49
1937	3	82	13	-26	1880	0	100	0	-51
1935	75	3	20	31	1877	7	73	19	-14
1931	86	3	10	35	1876	0	73	26	-17
1928	0	93	6	-32	1875	86	0	13	39



Forte croissance (23) :

Faible croissance (23) :

- 80% : 1875, 1894, 1901, 1910, 1922, 1924, 1931, 1943, 1958, 1961, 1967, 1973, 1994

- 80% : 1880, 1890, 1904, 1911, 1918, 1928, 1937, 1954, 1964, 1974, 1989

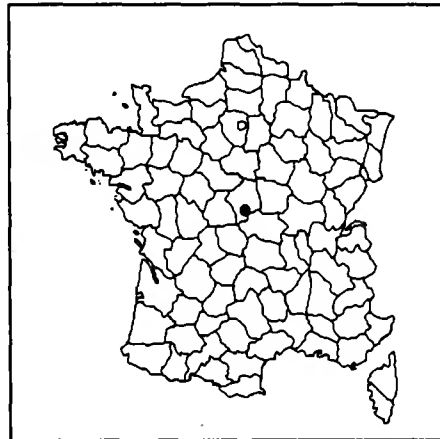
- 70% : 1883, 1884, 1888, 1906, 1935, 1945, 1953, 1955, 1965, 1981

- 70% : 1876, 1877, 1885, 1892, 1895, 1902, 1915, 1919, 1960, 1962, 1970, 1978

Depuis l'origine, les augmentations brutales de croissance observées sur le dendrogramme permettent de retracer rétrospectivement le régime des coupes appliqué dans ce peuplement : coupes en 1845, 1880 et 1900. Outre ces "sauts" de croissance d'origine sylvicole, le peuplement a connu plusieurs crises de croissance notamment en 1865, 1880, 1920. Les années 1880, 1910, 1911 et 1974 sont particulièrement remarquables puisque 100% des arbres ont présenté le même comportement. Les sécheresses de 1976 et 1989 sont bien marquées avec des réductions de croissance de -14 et -23%.

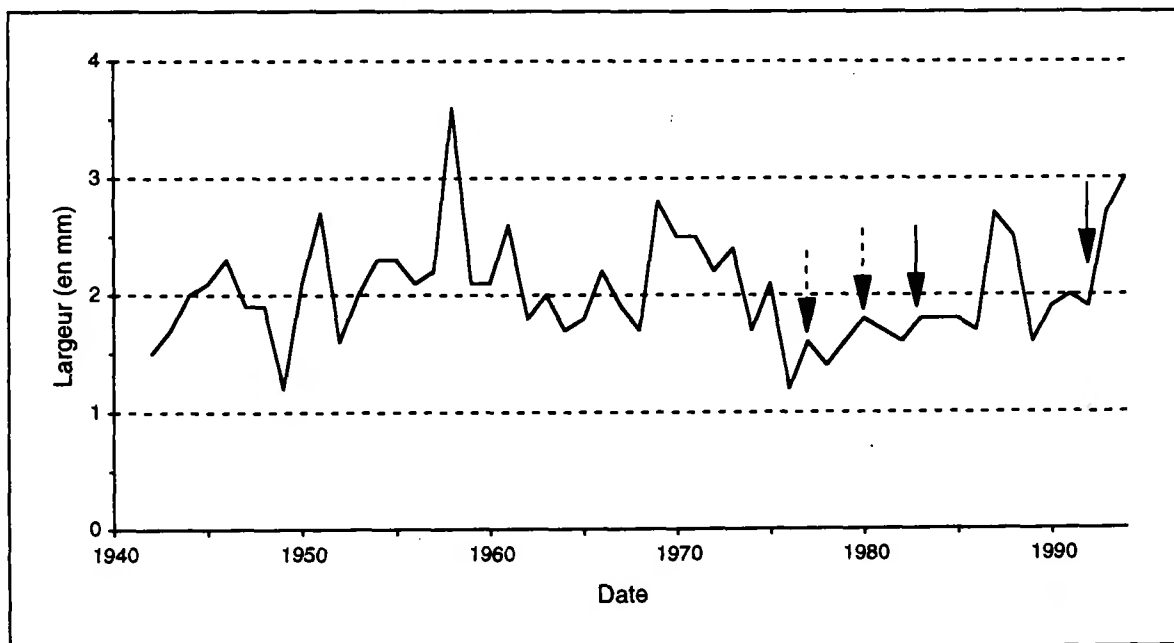
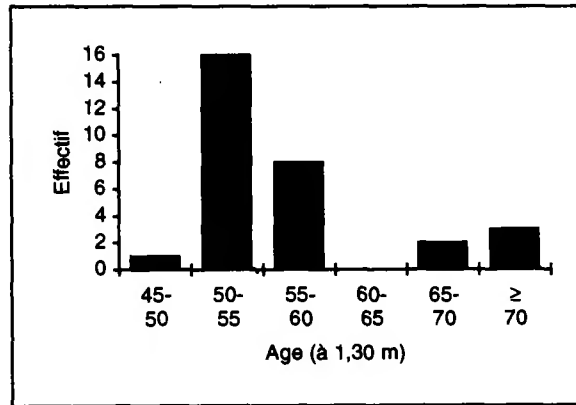
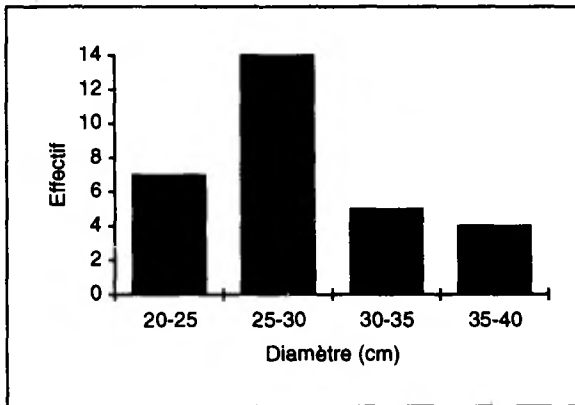
Placette :	CHP 18	Forêt :	de Vemeuil
Altitude (m) :	175	Pente (%) :	2
Département :	Cher	Exposition :	nord-ouest
		Région :	Centre

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cerne	: 1652
Longueur de la chronologie	: 1942-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	58 (±10,4)	49	92
Diamètre (cm)	29 (±4,7)	23	39
Hauteur (m) (n=10)	17,8	15,5	20
Accroissement (mm/an)	2 (±0,44)	1,12	2,69
Largeur d'aubier (mm)	23,7 (±5,6)	16	36

Acr : 1985 à 1994	2,18 mm/an
: 1980 à 1994	2,03 mm/an

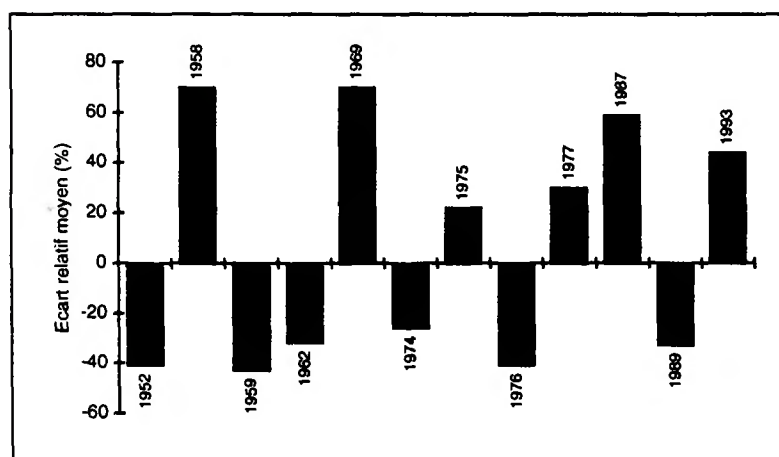


Evolution de la largeur moyenne des cerne (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1951). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (chablis : pointillé).

Années caractéristiques pour la placette CHP 18
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1951-1994 (44 ans)
Nombre total de cerne disponibles pour cette période	: 1320
Nombre total d'années caractéristiques	: 12

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	90	0	10	44
1989	0	93	6	-33
1987	90	3	6	59
1977	73	3	23	30
1976	0	100	0	-41
1975	86	3	10	22
1974	3	96	0	-26
1969	96	0	3	70
1962	0	96	3	-32
1959	0	100	0	-43
1958	96	0	3	70
1952	0	100	0	-41



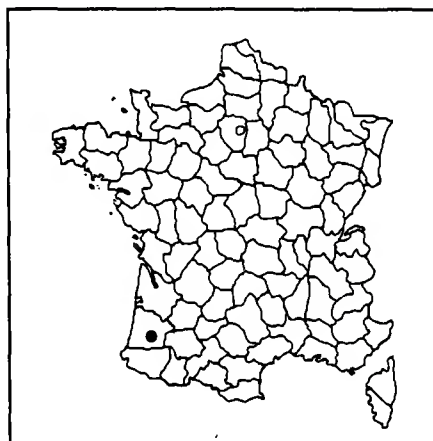
- ← Forte croissance (6) :
 - 80% : 1958, 1969, 1975, 1987, 1993
 - 70% : 1977

- ← Faible croissance (6) :
 - 80% : 1952, 1959, 1962, 1974, 1976, 1989
 - 70% :

Depuis l'origine, le peuplement a connu plusieurs crises de croissance notamment en 1949, 1959, de 1970 à 1976 et 1989. Les années 1952, 1959 et 1976 sont particulièrement remarquables puisque 100% des arbres ont présenté le même comportement, avec des réductions moyennes de croissance respectivement de -41%, -43% et -41%. Depuis la crise de 1976, le peuplement semble avoir bien récupéré et présente même une augmentation notable d'accroissement. Au vue de l'historique des coupes (pas d'information avant 1977), on peut émettre l'hypothèse que ce comportement est l'expression des effets des éclaircies (et des chablis) pratiquées dans cette parcelle depuis une vingtaine d'années. L'année caractéristique 1993 (+44%) est probablement, en partie tout du moins, l'expression de la coupe pratiquée en 1992 (exploitation de 347 m3).

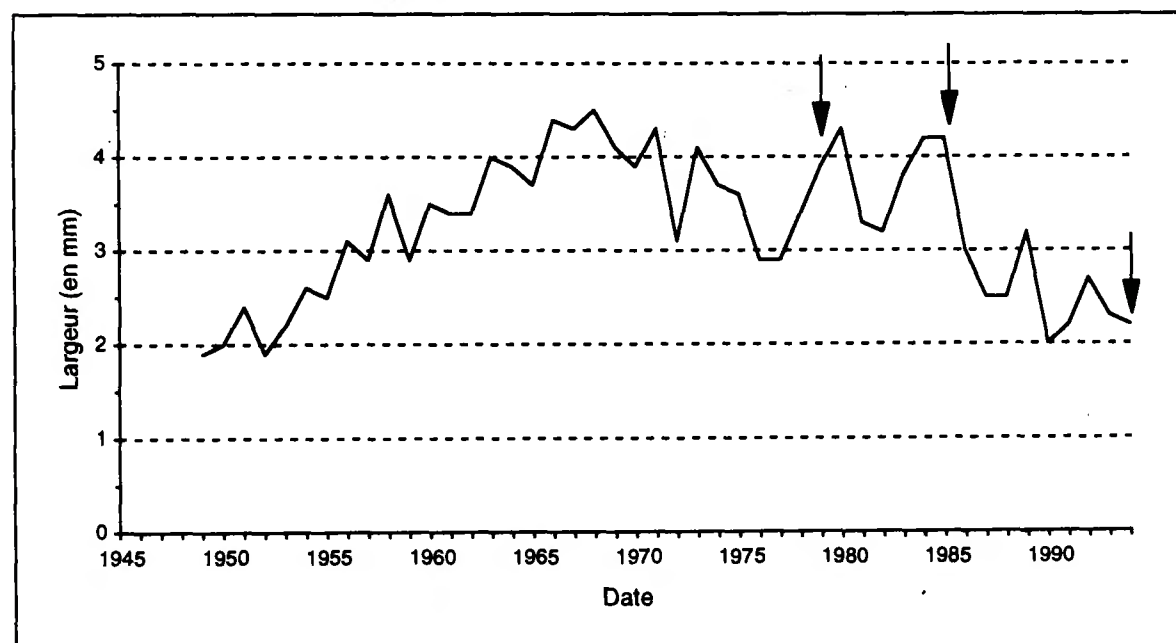
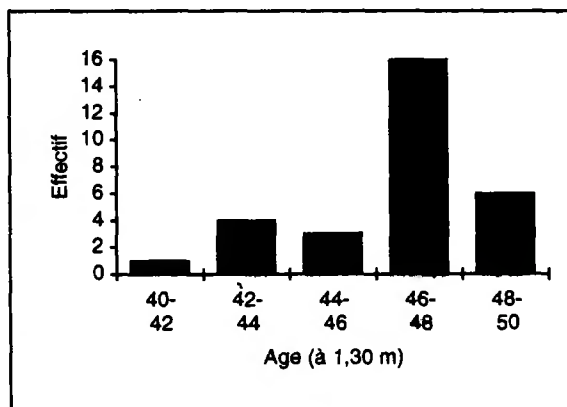
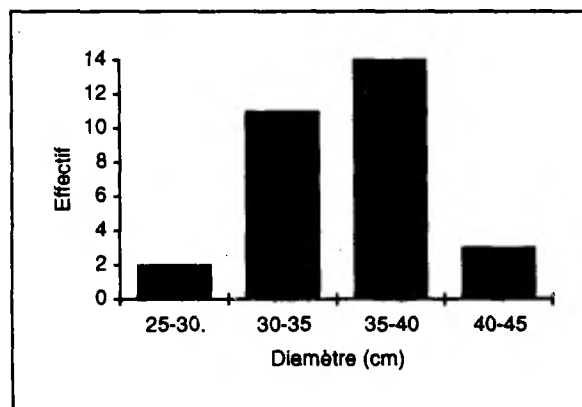
Placette :	CHP 40	Forêt :	de Gamarde
Altitude (m) :	20	Pente (%) :	5
Département :	Landes	Exposition :	nord-est
		Région :	Aquitaine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1335
Longueur de la chronologie	: 1949-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	46 (±2,1)	40	49
Diamètre (cm)	35 (±3,9)	28	45
Hauteur (m) (n=18)	25,7	23	27,5
Accroissement (mm/an)	3,26 (±0,65)	2,36	4,81
Largeur d'aubier (mm)	26,6 (±6,7)	16	40

Acr : 1985 à 1994	2,68 mm/an
: 1980 à 1994	3,04 mm/an

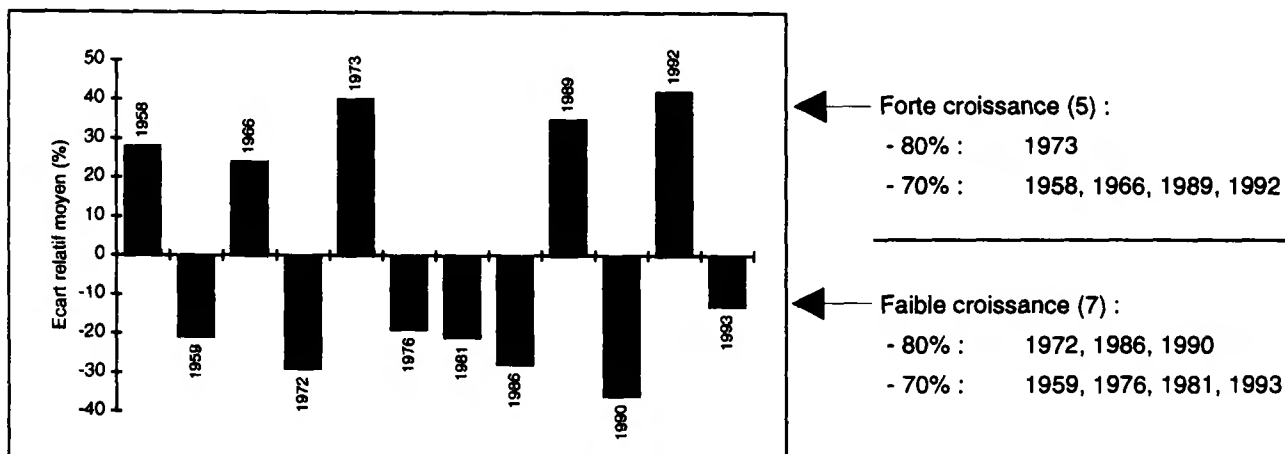


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1957). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHP 40
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1957-1994 (38 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 1140
 Nombre total d'années caractéristiques : 12

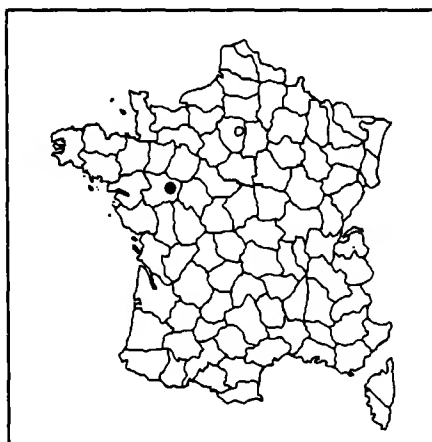
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	13	73	13	-13
1992	70	16	13	42
1990	0	100	0	-36
1989	76	6	16	35
1986	3	93	3	-28
1981	3	76	20	-21
1976	6	76	16	-19
1973	83	3	13	40
1972	0	90	10	-29
1966	70	10	20	24
1959	6	73	20	-21
1958	76	6	16	28



Depuis l'origine, le peuplement a connu quelques crises de croissance notamment en 1972, 1976, 1982, 1988 et 1990. L'année 1990 est particulièrement remarquable puisque 100% des arbres ont présenté le même comportement avec une réduction moyenne de croissance de -36%. Après une forte augmentation (croissance juvénile importante), le peuplement présente une diminution de croissance depuis 1985. Si l'effet de l'âge peut expliquer en partie ce comportement, on peut émettre l'hypothèse d'une compétition encore trop importante au sein du peuplement et/ou de l'effet de conditions climatiques moins favorables (sécheresses et/ou froids hivernaux). Malgré cela, ce jeune peuplement de chêne pédonculé présente le niveau actuel de croissance radiale (1985-1994) le plus élevé parmi les chênes pédonculés, et se place en quatrième position parmi l'ensemble des chênes (tout âge et toute région).

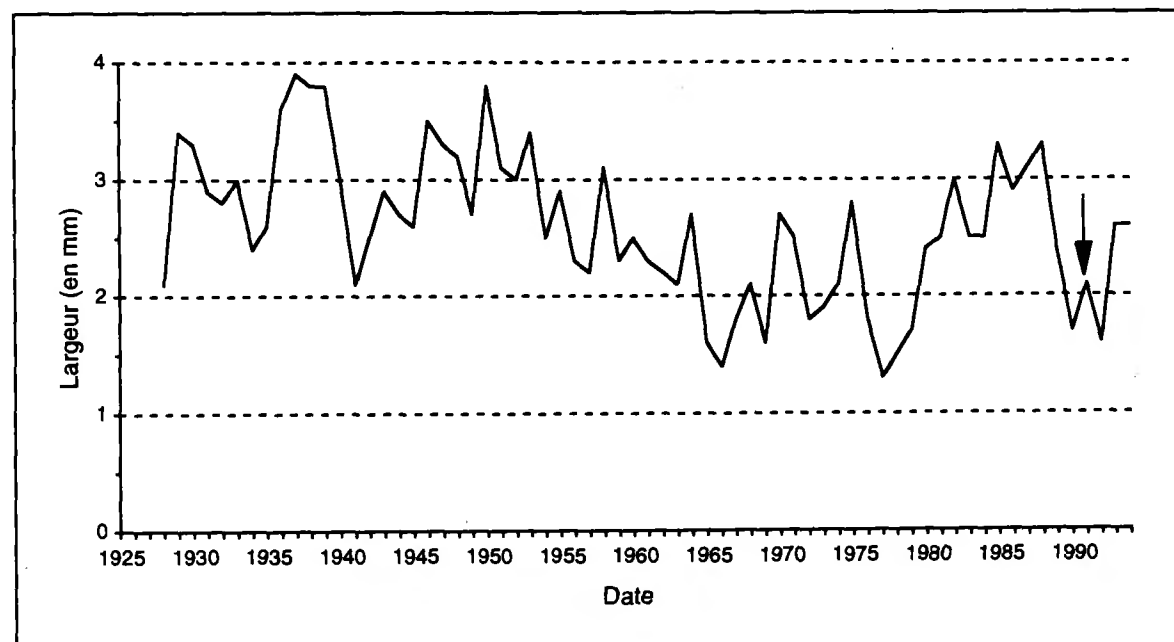
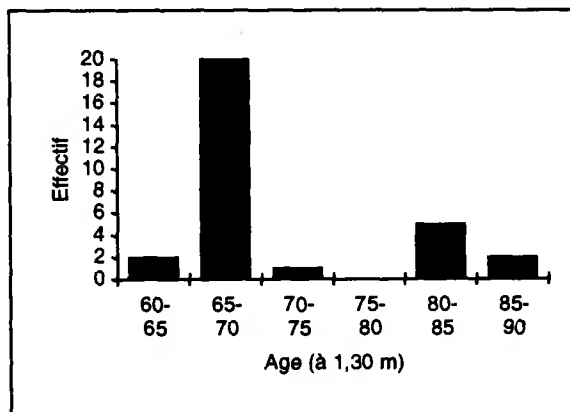
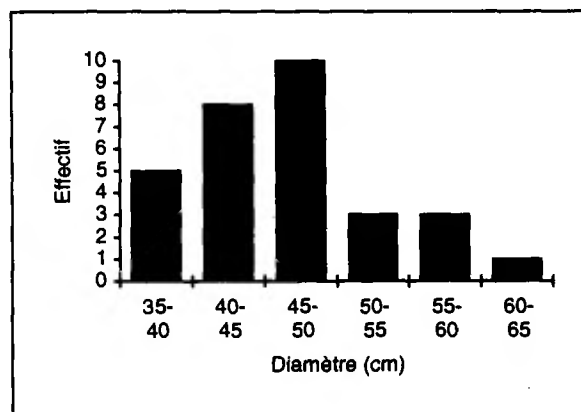
Placette :	CHP 49	Forêt : de Monnaie
Altitude (m) :	57	Pente (%) : 0
		Exposition : sud-ouest
Département :	Maine-et-Loire	Région : Pays de la Loire

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2087
Longueur de la chronologie	: 1928-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	70 (±7,4)	63	85
Diamètre (cm)	46 (±6,2)	35	61
Hauteur (m) (n=21)	28,4	24	31,5
Accroissement (mm/an)	2,58 (±0,48)	1,69	3,59
Largeur d'aubier (mm)	32,8 (±8,6)	15	51

Acr : 1985 à 1994	2,56 mm/an
: 1980 à 1994	2,57 mm/an



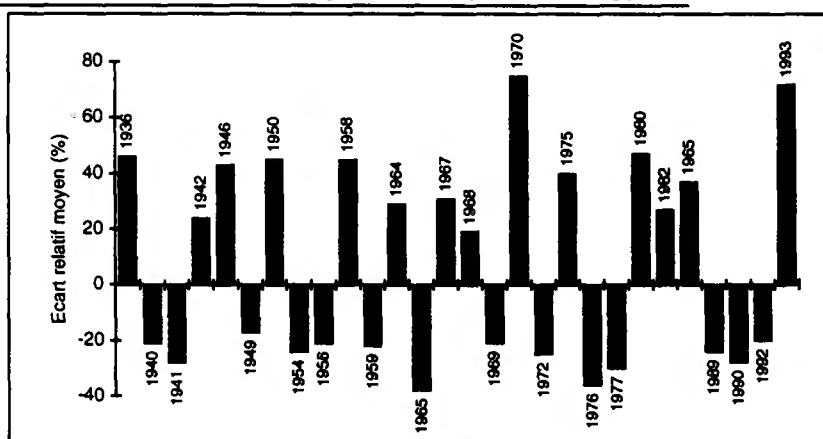
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1934). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHP 49

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1934-1994 (61 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 1830
 Nombre total d'années caractéristiques : 28

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	96	3	0	72	1964	86	3	10	29
1992	10	70	20	-20	1959	3	83	13	-22
1990	3	90	6	-28	1958	90	0	10	45
1989	6	80	13	-24	1956	0	83	16	-21
1985	80	3	16	37	1954	0	86	13	-24
1982	70	13	16	27	1950	90	3	6	45
1980	86	3	10	47	1949	0	70	30	-17
1977	10	86	3	-30	1946	93	3	3	43
1976	0	93	6	-36	1942	73	23	3	24
1975	86	3	10	40	1941	0	86	13	-28
1972	3	83	13	-25	1940	3	80	16	-21
1970	100	0	0	75	1936	86	0	13	46
1969	3	76	20	-21					
1968	70	20	10	19					
1967	73	3	23	31					
1965	3	96	0	-38					

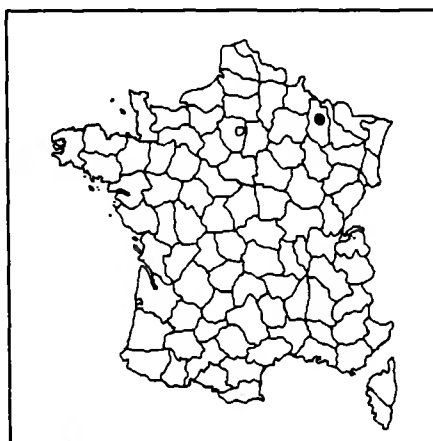


- ← Forte croissance (14) :
- 80% : 1936, 1946, 1950, 1958, 1964, 1970, 1975, 1980, 1985, 1993
 - 70% : 1942, 1967, 1968, 1982
-
- ← Faible croissance (14) :
- 80% : 1940, 1941, 1954, 1956, 1959, 1965, 1972, 1976, 1977, 1989, 1990
 - 70% : 1949, 1969, 1992

Depuis l'origine, le peuplement présente de fortes variations interannuelles avec des crises de croissance importantes en 1941, de 1964 à 1970 centrée sur 1966, de 1974 à 1982 centrée sur 1976 et 1990. L'année 1970 est particulièrement remarquable puisque 100% des arbres ont présenté le même comportement avec une augmentation moyenne de croissance de +75%. Après la crise de 1976, le peuplement a bien récupéré mais la croissance a diminué de nouveau au début des années 1990 probablement suite aux différents épisodes secs. L'absence d'information sur le suivi de l'exploitation de la parcelle ne permet pas de conclure sur les origines des fluctuations passées de croissance radiale, notamment sur la (ou les) cause(s) de la diminution constante de croissance de 1950 à 1976 (effet âge et/ou compétition trop importante) et sur la bonne récupération des arbres après 1976 (amélioration des conditions climatiques et/ou éclaircies notables réduisant la compétition dans le peuplement). Pour la période récente, l'éclaircie de 1991 a très probablement permis de limiter les effets de la sécheresse, mais l'amélioration des conditions climatiques peut également expliquer partiellement ce rétablissement. Quoiqu'il en soit, ce peuplement de chêne pédonculé présente un des meilleurs niveaux de croissance radiale (1985-1994) (cinquième position parmi l'ensemble des chênes (tout âge et toute région)).

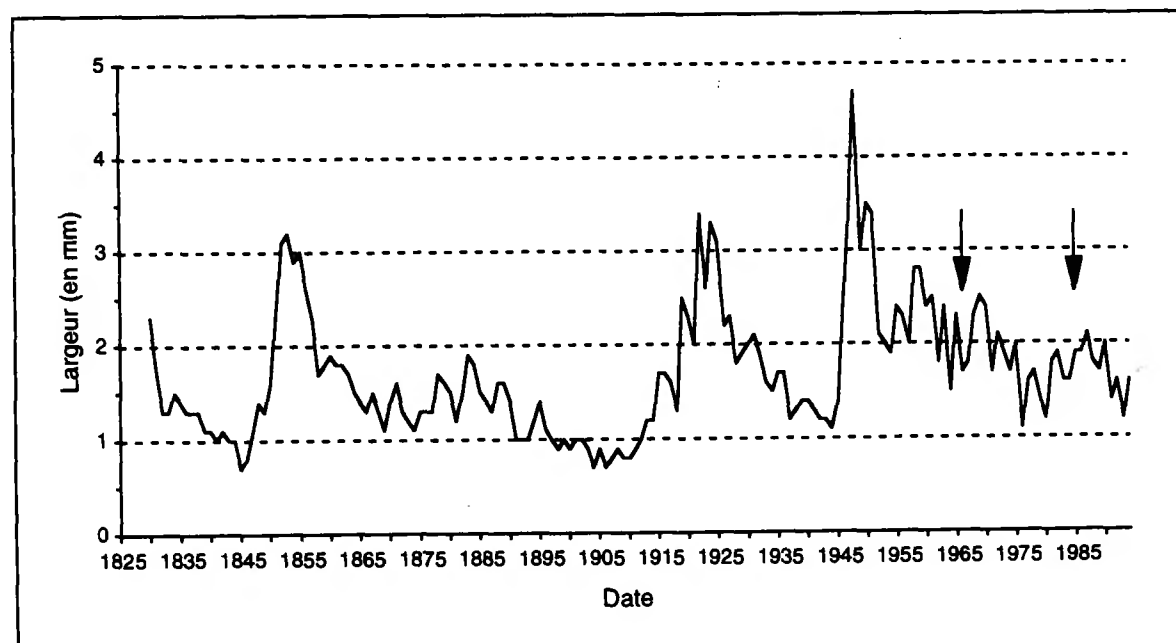
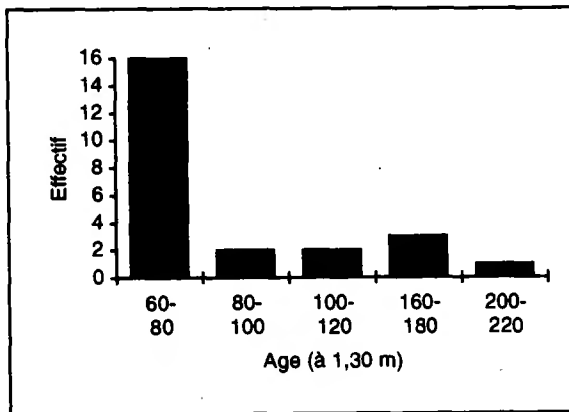
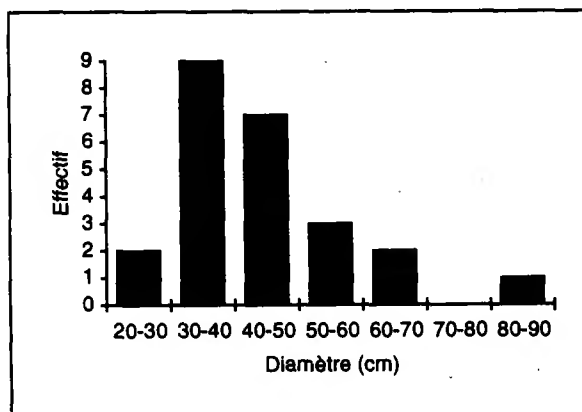
Placette :	CHP 55	Forêt : d'Haudronville
Altitude (m) :	220	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Meuse	Région : Lorraine

Effectif d'arbres	: 25
Nombre total de cernes	: 2455
Longueur de la chronologie	: 1830-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	100 (±46)	69	209
Diamètre (cm)	44 (±14)	29	83
Hauteur (m) (n=36)	20,1	16,5	23,5
Accroissement (mm/an)	2 (±0,44)	1,23	2,82
Largeur d'aubier (mm)	26,1 (±4,5)	16	38

Acr : 1985 à 1994	1,72 mm/an
: 1980 à 1994	1,69 mm/an



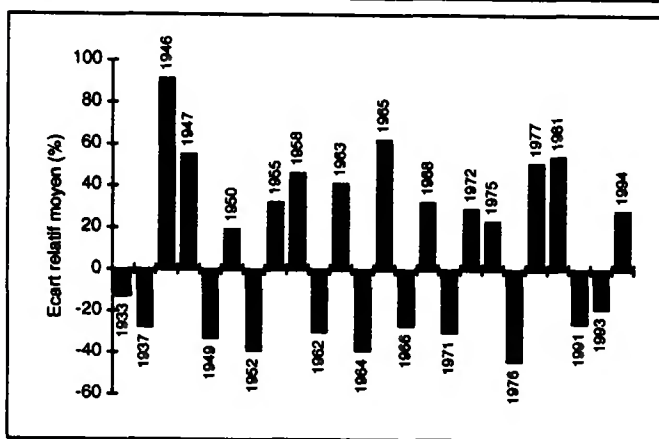
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (25 arbres à partir de 1923). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour le placette CHP 55

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 25
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1930-1994 (65 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 1625
 Nombre total d'années caractéristiques : 24

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	80	16	4	28	1962	0	96	4	-30
1993	12	72	16	-19	1958	92	0	8	46
1991	4	88	8	-26	1955	80	0	20	32
1981	80	0	20	54	1952	0	100	0	-39
1977	92	4	4	51	1950	72	16	12	19
1976	0	100	0	-44	1949	0	88	12	-33
1975	72	4	24	23	1947	72	24	4	55
1972	76	0	24	29	1946	100	0	0	91
1971	0	88	12	-30	1937	0	84	16	-28
1968	72	8	20	32	1933	8	72	20	-13
1966	0	80	20	-27					
1965	88	0	12	62					
1964	0	100	0	-39					
1963	88	0	12	41					



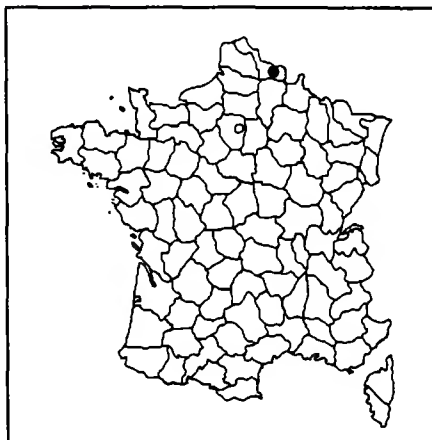
←
Forte croissance (13) :
 - 80% : 1946, 1955, 1958, 1963, 1965, 1977, 1981, 1994
 - 70% : 1947, 1950, 1968, 1972, 1975

←
Faible croissance (11) :
 - 80% : 1937, 1949, 1952, 1962, 1964, 1966, 1971, 1976, 1991
 - 70% : 1933, 1993

Le peuplement est issu de rejet sur souche (TSF), et depuis 1970 la parcelle est classée en régénération stricte. Les augmentations brutales de croissance observées sur le dendrogramme permettent de retracer rétrospectivement le régime des coupes appliqué dans ce peuplement : coupes en 1845, 1910 et 1945. Outre ces "sauts" de croissance d'origine sylvicole, le peuplement présente des crises de croissance importantes en 1949, 1952, 1964, 1976 et 1991. Les années 1952, 1964 et 1976 sont particulièrement notables puisque 100% des arbres ont présenté le même comportement avec une réduction moyenne de croissance respectivement de -39%, -39% et -44%. Pour l'année 1949, il est intéressant de noter que l'hypothèse sur l'origine climatique de la réduction de croissance observée (-33%) est confirmée par l'historique du peuplement qui indique une forte sécheresse en 1949. L'année 1946, pour laquelle 100% des arbres ont présenté une forte augmentation de croissance (+91%) est également intéressante car elle confirme que, dans ce type d'échantillonnage, certaines années caractéristiques peuvent être d'origine sylvicole (expression de l'éclaircie de 1945 dans ce cas). La même observation peut être faite pour l'année 1968 : coupe du TSF en 1967 se traduisant par une augmentation de +32% l'année suivante.

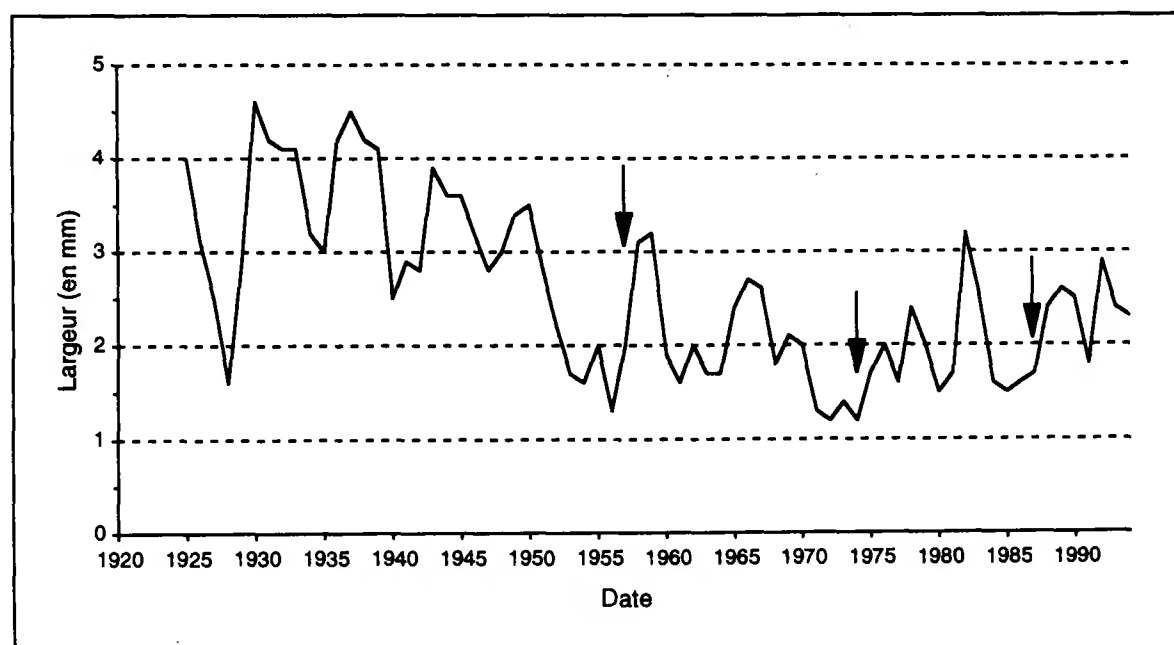
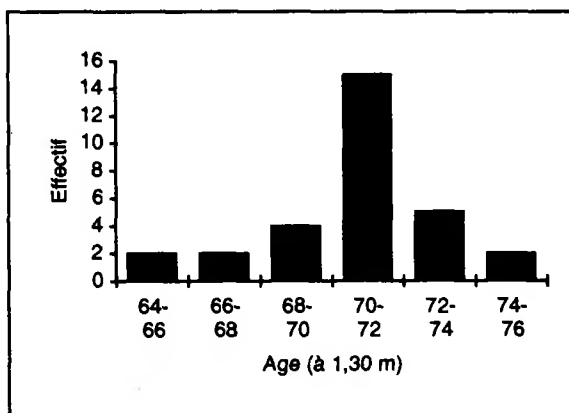
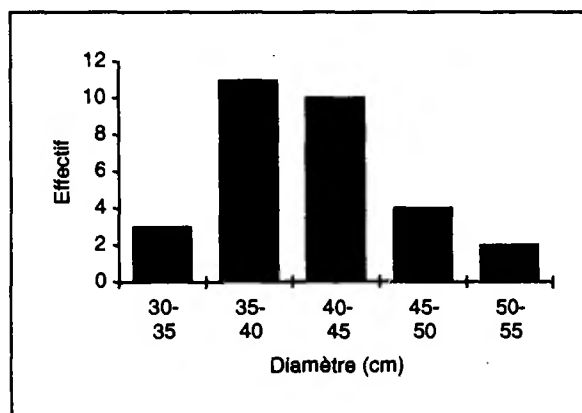
Placette :	CHP 59	Forêt : de Mormal
Altitude (m) :	149	Pente (%) : 3
		Exposition : plat
Département :	Nord	Région : Nord-Pas-De-Calais

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2051
Longueur de la chronologie	: 1925-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	70 (±2,3)	64	74
Diamètre (cm)	41 (±5)	32	53
Hauteur (m) (n=26)	22,9	20,5	24,5
Accroissement (mm/an)	2,53 (±0,30)	1,96	3,14
Largeur d'aubier (mm)	26,3 (±6,1)	14	41

Acr : 1985 à 1994	2,17 mm/an
: 1980 à 1994	2,15 mm/an



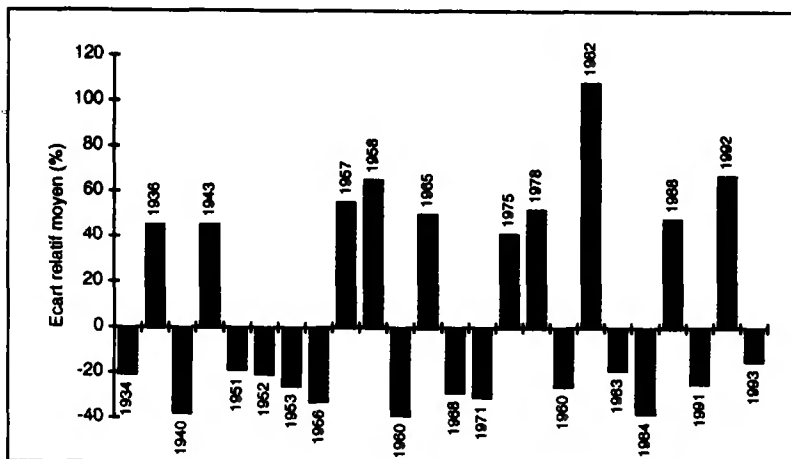
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1932). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHP 59

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1932-1994 (63 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 1890
 Nombre total d'années caractéristiques : 24

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)					Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	Ecart relatif moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	Ecart relatif moyen (%)
1993	3	70	26	-15	1956	3	93	3	-33
1992	96	0	3	67	1953	6	80	13	-26
1991	3	80	16	-25	1952	3	73	23	-21
1988	93	0	6	48	1951	3	83	13	-19
1984	0	96	3	-38	1943	86	3	10	45
1983	10	73	16	-19	1940	0	100	0	-38
1982	100	0	0	108	1936	86	3	10	45
1980	0	90	10	-26	1934	6	80	13	-21
1978	90	0	10	52					
1975	80	10	10	41					
1971	0	96	3	-31					
1968	3	83	13	-29					
1965	80	0	20	50					
1960	3	96	0	-39					
1958	96	3	0	65					
1957	86	0	13	55					

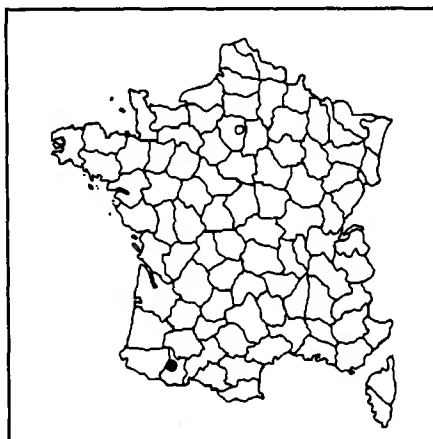


← Forte croissance (10) :
 - 80% : 1936, 1943, 1957, 1958, 1965, 1975, 1978, 1982, 1988, 1992
 - 70% :
 ← Faible croissance (14) :
 - 80% : 1934, 1940, 1951, 1953, 1956, 1960, 1968, 1971, 1980, 1984, 1991
 - 70% : 1952, 1983, 1993

Depuis l'origine, le peuplement a traversé plusieurs crises de croissance notamment en 1927, 1940, de 1950 à 1959, 1980, 1984 et 1991. Les années 1940 et 1982 sont particulièrement notables puisque 100% des arbres ont présenté le même comportement avec une réduction moyenne de croissance de -38% pour 1940, et une augmentation de +108% pour 1982. Dans ce peuplement, 4 années caractéristiques positives succèdent les éclaircies : 1957 et 1958 (éclaircie de 1957) ; 1975 (éclaircie de 1974) et 1988 (éclaircie de 1987). Les écarts relatifs moyens sont compris entre +41% et +65% (moyenne = +52%). Après une phase de décroissance continue (jusqu'en 1975 ; effet âge et/ou sylvicole), le peuplement présente depuis environ 20 ans une augmentation de croissance qui est très probablement en relation avec l'amélioration de gestion sylvicole de la parcelle (élimination de plus de 600 m3 de bois à chaque éclaircie).

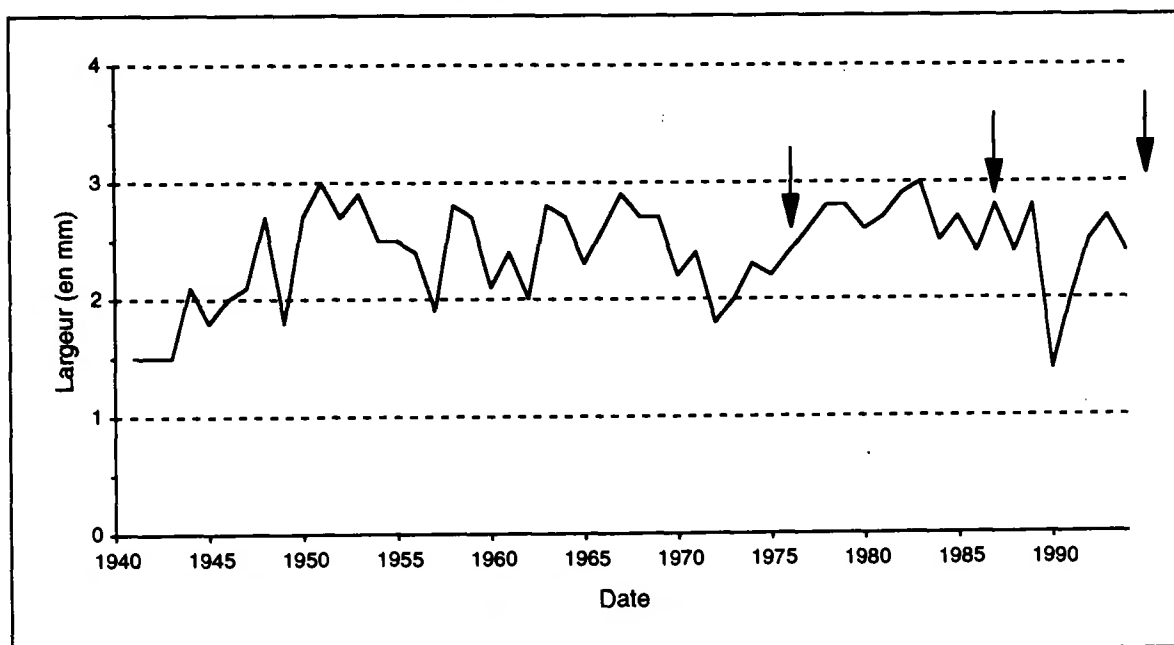
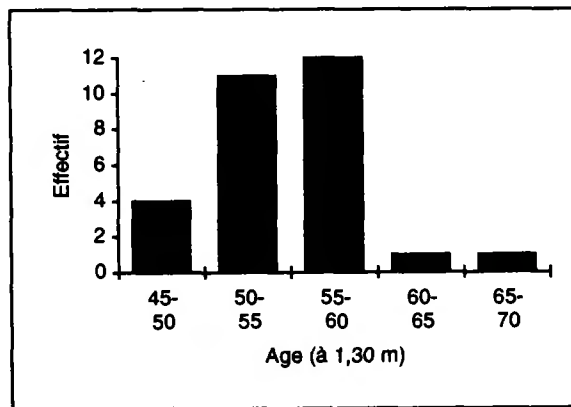
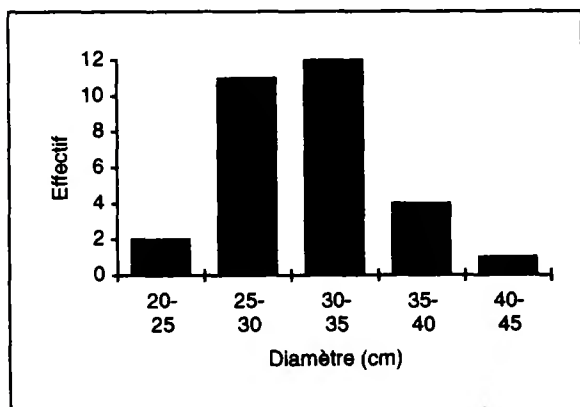
Placette :	CHP 65	Forêt :	d'Azereix
Altitude (m) :	370	Pente (%) :	12
		Exposition :	sud-est
Département :	Hautes-Pyrénées	Région :	Midi-Pyrénées

Effectif d'arbres	: 29
Nombre total de cernes	: 1525
Longueur de la chronologie	: 1941-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	54 (±4,3)	48	68
Diamètre (cm)	31 (±4,5)	21	42
Hauteur (m) (n=11)	24,9	22	26,5
Accroissement (mm/an)	2,42 (±0,51)	1,51	3,67
Largeur d'aubier (mm)	29,3 (±7,4)	17	47

Acr : 1985 à 1994	2,41 mm/an
: 1980 à 1994	2,52 mm/an

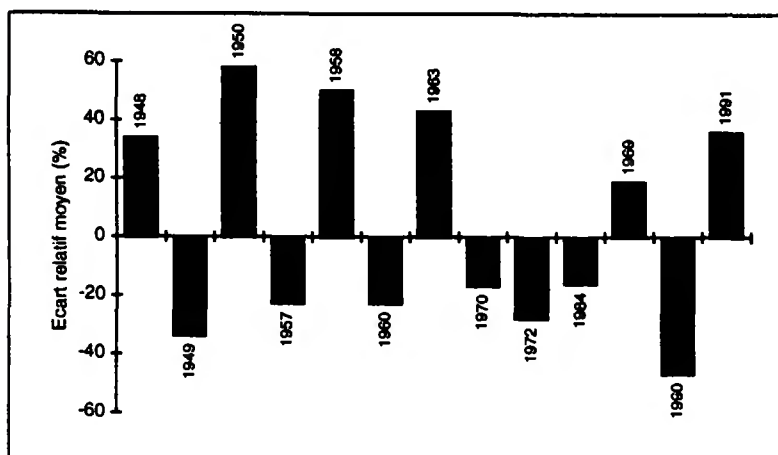


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (29 arbres à partir de 1947). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHP 65
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 29
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1947-1994 (48 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1392
 Nombre total d'années caractéristiques : 13

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1991	72	6	20	36
1990	0	100	0	-47
1989	72	6	20	19
1984	3	75	20	-16
1972	0	89	10	-28
1970	3	79	17	-17
1963	86	0	13	43
1960	0	82	17	-23
1958	93	0	6	50
1957	0	89	10	-23
1950	96	0	3	58
1949	0	89	10	-34
1948	86	0	13	34



← Forte croissance (6) :

- 80% : 1948, 1950, 1958, 1963

- 70% : 1989, 1991

← Faible croissance (7) :

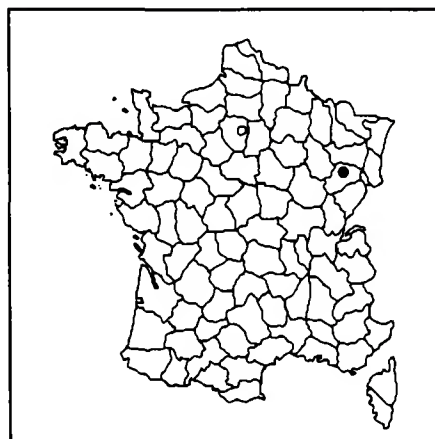
- 80% : 1949, 1957, 1960, 1972, 1990

- 70% : 1970, 1984

Depuis l'origine, le peuplement a traversé plusieurs crises de croissance notamment en 1949, 1957, 1972 et au début des années 1990. L'année 1990 est particulièrement notable puisque 100% des arbres ont présenté le même comportement avec une réduction moyenne de croissance de -47%.

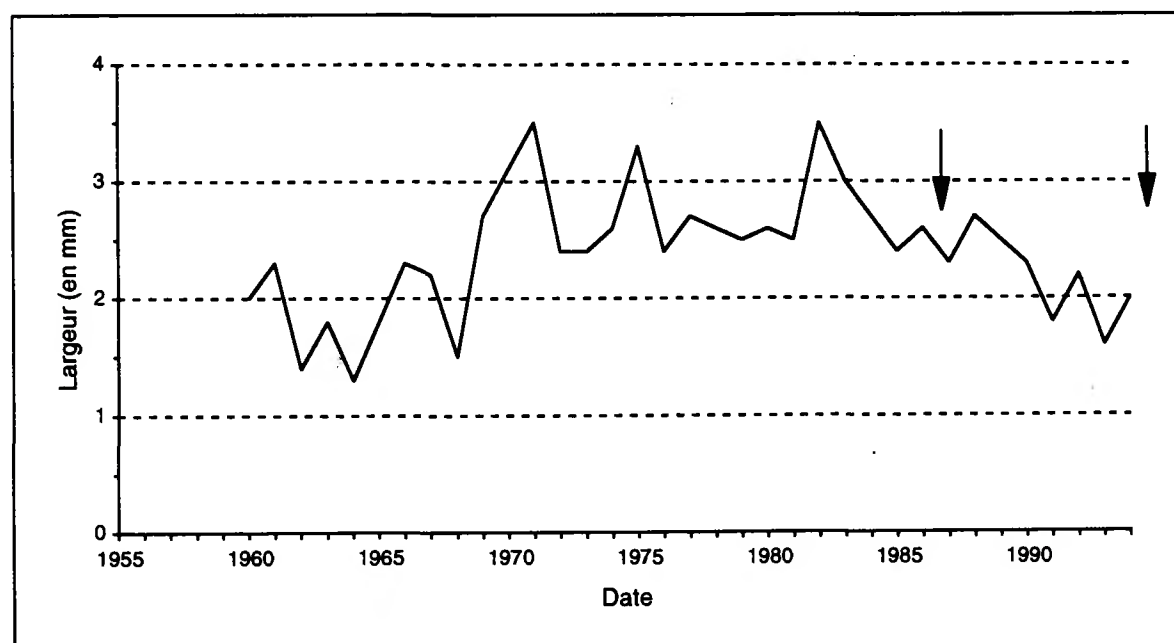
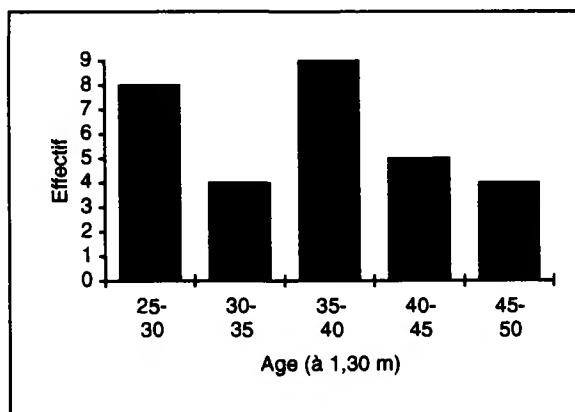
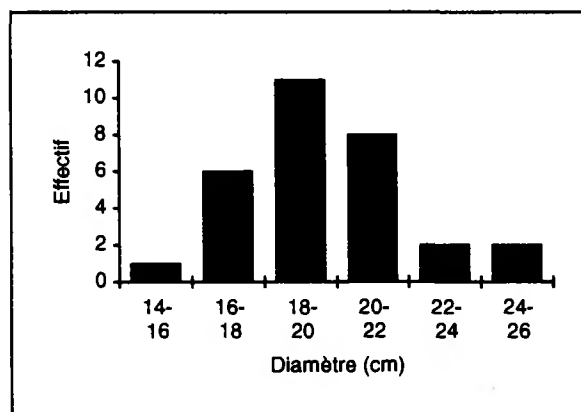
Placette :	CHP 70	Forêt : d'Anjeux
Altitude (m) :	240	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Haute-Saône	Région : Franche Comté

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 989
Longueur de la chronologie	: 1960-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	35 (±6,5)	25	46
Diamètre (cm)	20 (±2,3)	16	25
Hauteur (m) (n=36)	19,3	17	22
Accroissement (mm/an)	2,44 (±0,53)	1,64	3,47
Largeur d'aubier (mm)	19 (±4,0)	12	31

Acr : 1985 à 1994	2,24 mm/an
: 1980 à 1994	2,45 mm/an

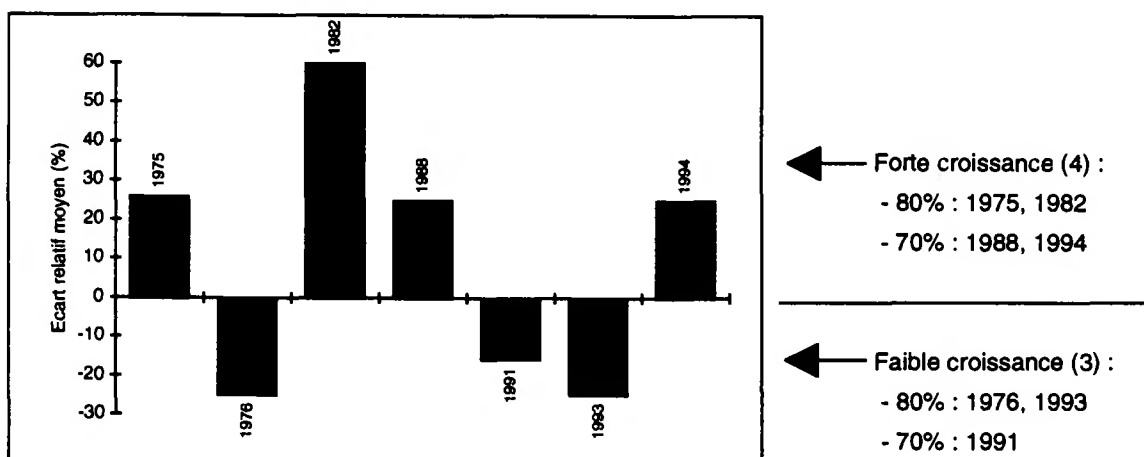


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1972). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche. L'éclaircie de 1995 a été indiquée pour information.

Années caractéristiques pour la placette CHP 70
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1972-1994 (23 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 690
 Nombre total d'années caractéristiques : 7

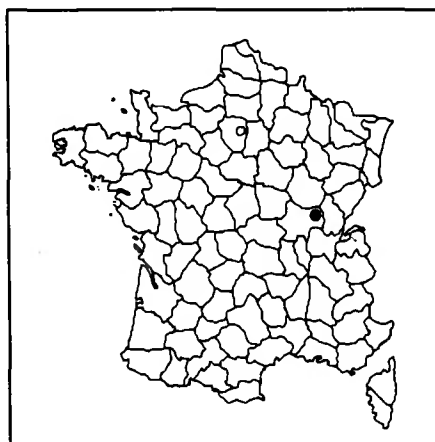
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	70	10	20	25
1993	3	80	16	-25
1991	10	73	16	-16
1988	70	10	20	25
1982	93	3	3	60
1976	0	80	20	-25
1975	80	0	20	26



Il s'agit du plus jeune peuplement de chêne du réseau. L'effet des sécheresses de 1976 et 1991 est bien marqué avec des réductions de croissance respectivement de -25% et -16%. Dans ce peuplement, l'année caractéristique positive 1988 succède l'éclaircie de 1987 (écart relatif moyen de +25%). Cependant, l'effet de celle-ci ne semble avoir été que de courte durée étant donné la diminution de croissance observée depuis le début des années 1990. Il est très probable que la succession des années sèches (89-90-91) ait en partie limité l'effet favorable de l'exploitation de la parcelle. On peut également émettre l'hypothèse que le niveau de concurrence dans ce peuplement reste trop important pour que les arbres exploitent et expriment totalement le potentiel de la station.

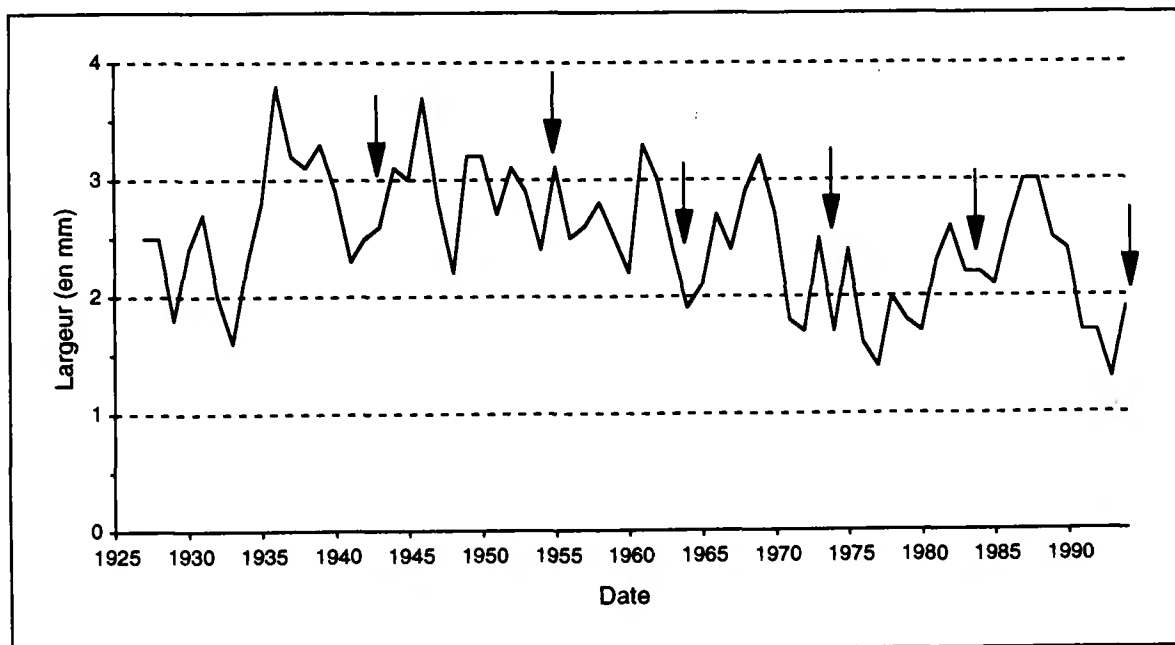
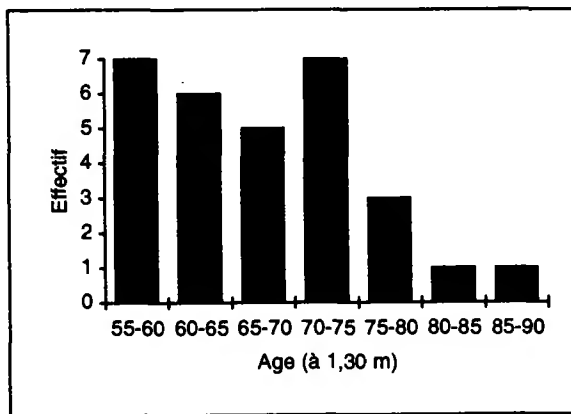
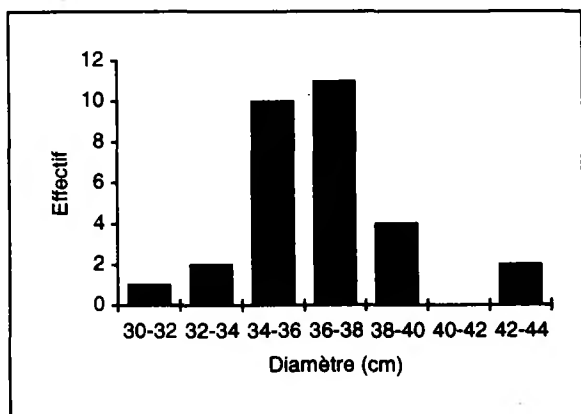
Placette :	CHP 71	Forêt : de Pourlans
Altitude (m) :	190	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Sône et Loire	Région : Bourgogne

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1955
Longueur de la chronologie	: 1927-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	67 (±7,5)	57	85
Diamètre (cm)	36 (±2,6)	32	43
Hauteur (m) (n=28)	26,4	23	29
Accroissement (mm/an)	2,45 (±0,29)	2,03	3
Largeur d'aubier (mm)	29 (±6,0)	13	41

Acr : 1985 à 1994	2,22 mm/an
: 1980 à 1994	2,21 mm/an

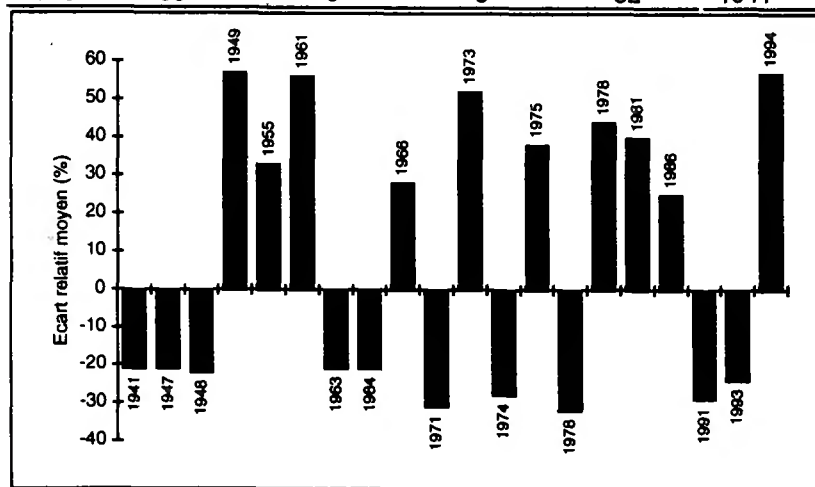


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1940). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHP 71
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 20
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1940-1994 (55 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1650
 Nombre total d'années caractéristiques : 20

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	90	3	6	57	1971	0	96	3	-31
1993	3	90	6	-24	1966	80	6	13	28
1991	3	83	13	-29	1964	6	80	13	-21
1986	70	3	26	25	1963	0	80	20	-21
1981	80	6	13	40	1961	90	3	6	56
1978	73	6	20	44	1955	83	3	13	33
1976	0	90	10	-32	1949	90	3	6	57
1975	83	3	13	38	1948	0	76	23	-22
1974	6	86	6	-28	1947	6	76	16	-21
1973	96	0	3	52	1941	3	80	16	-21

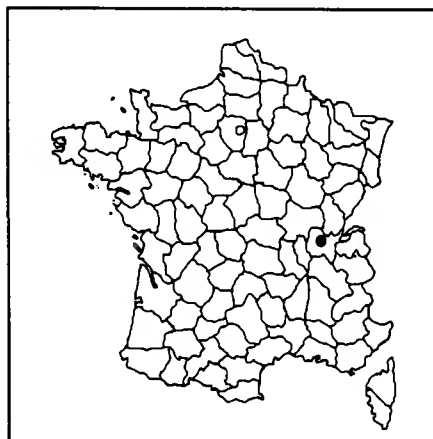


- ← Forte croissance (10) :
- 80% : 1949, 1955, 1961, 1966, 1973, 1975, 1981, 1994
 - 70% : 1978, 1986
-
- ← Faible croissance (10) :
- 80% : 1941, 1963, 1964, 1971, 1974, 1976, 1991, 1993
 - 70% : 1947, 1948

Outre la diminution régulière de croissance observée depuis l'origine, le peuplement présente de fortes variations interannuelles de croissance. La diminution régulière semble être en grande partie due à l'effet de l'âge étant donné que la parcelle a été éclaircie très régulièrement (tous les dix ans). Les réductions de croissance les plus importantes ont été observées en 1964, 1971, 1976 et depuis 1988 (succession des 3 années très sèches de 89 à 91). En l'absence de données météorologiques précises, il est difficile de dissocier, dans l'augmentation de croissance observée après les coupes, l'effet direct et durable de la sylviculture de celui de bonnes conditions climatiques pendant ces périodes. Quoi qu'il en soit, il apparaît que 5 années caractéristiques positives correspondent ou succèdent les dates des exploitations forestières : 1955 (+33%), 1966 (+28%), 1975 (+38%), 1986 (+25%) et 1994 (+57%).

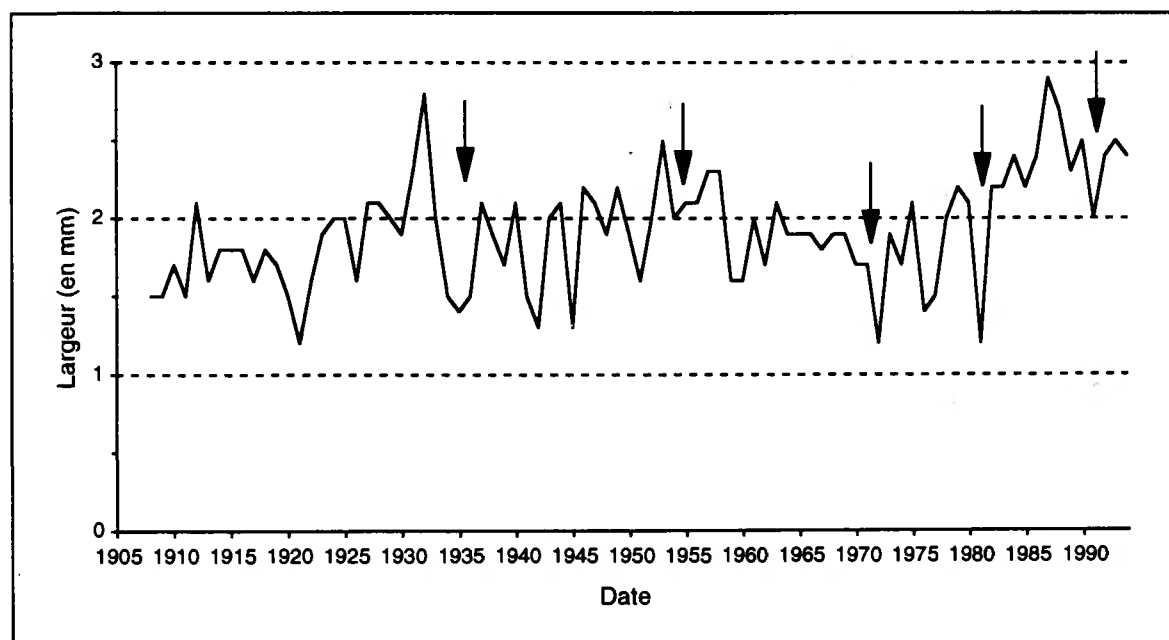
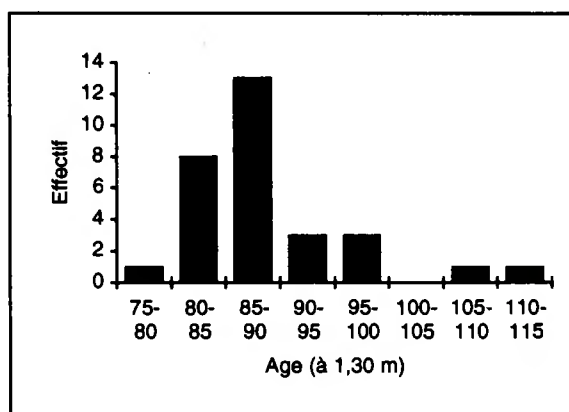
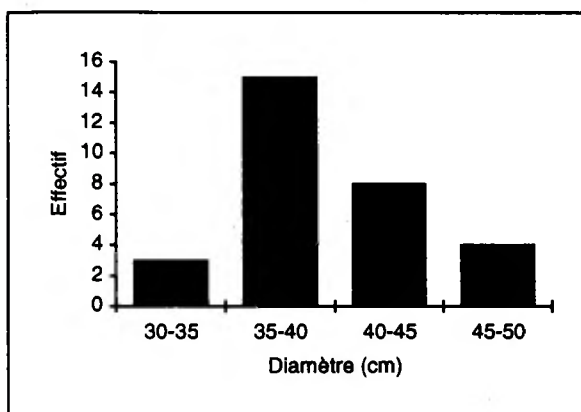
Placette :	CHS 01	Forêt : de Seillon
Altitude (m) :	260	Pente (%) : 3
		Exposition : plat
Département :	Ain	Région : Rhône-Alpes

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 2563
Longueur de la chronologie	: 1908-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	88 (±7,4)	79	111
Diamètre (cm)	40 (±4,1)	33	48
Hauteur (m) (n=33)	25,9	20,8	28,7
Accroissement (mm/an)	1,91 (±0,25)	1,53	2,51
Largeur d'aubier (mm)	34,4 (±6,2)	23	46

Acr : 1985 à 1994	2,43 mm/an
: 1980 à 1994	2,29 mm/an



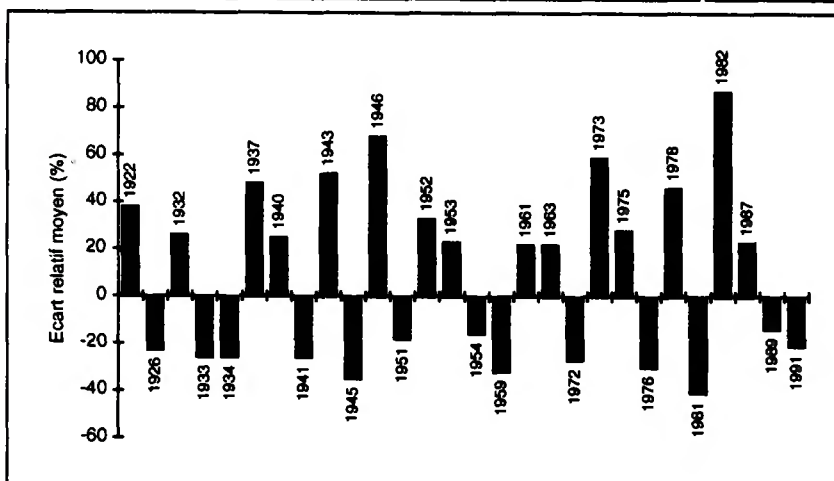
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1921). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHS 01

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1921-1994 (74 ans)
Nombre total de cemes disponibles pour cette période	: 2220
Nombre total d'années caractéristiques	: 28

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1991	10	73	16	-21	1953	73	3	23	23
1989	0	70	30	-14	1952	86	0	13	33
1987	83	6	10	23	1951	6	73	20	-18
1982	96	0	3	87	1946	96	0	3	68
1981	0	96	3	-41	1945	0	93	6	-35
1978	83	3	13	46	1943	90	0	10	52
1976	0	90	10	-30	1941	0	86	13	-26
1975	76	3	20	28	1940	73	6	20	25
1973	93	0	6	59	1937	86	0	13	48
1972	3	76	20	-27	1934	6	86	6	-26
1963	70	3	26	22	1933	3	83	13	-26
1961	80	3	16	22	1932	80	3	16	26
1959	0	100	0	-32	1926	10	76	13	-23
1954	3	76	20	-16	1922	76	3	20	38



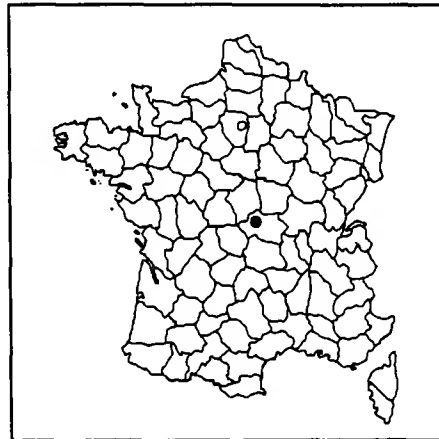
- ← Forte croissance (15) :
- 80% : 1932, 1937, 1943, 1946, 1952, 1961, 1973, 1978, 1982, 1987
 - 70% : 1922, 1940, 1953, 1963, 1975
-
- ← Faible croissance (13) :
- 80% : 1933, 1934, 1941, 1945, 1959, 1976, 1981
 - 70% : 1926, 1951, 1954, 1972, 1989, 1991

Depuis son origine, le peuplement présente des variations interannuelles assez importantes parmi lesquelles les années 1926, 1933, 1934, 1945, 1972, 1976 et 1989 sont particulièrement notables. L'année 1959 est également remarquable avec une réduction moyenne de croissance respectivement de -32% pour 100% des arbres.

Sans exclure le rôle de conditions climatiques potentiellement plus favorables, l'augmentation de croissance observée depuis le début des années 1970 semble être l'expression d'une exploitation plus intensive de la parcelle : 425 m³, 379 m³ et 512 m³ éliminés par les trois dernières éclaircies. Avant 1970, le niveau moyen de croissance radiale était très inférieur à 2 mm/an. Actuellement, il se situe autour de 2.5 mm/an.

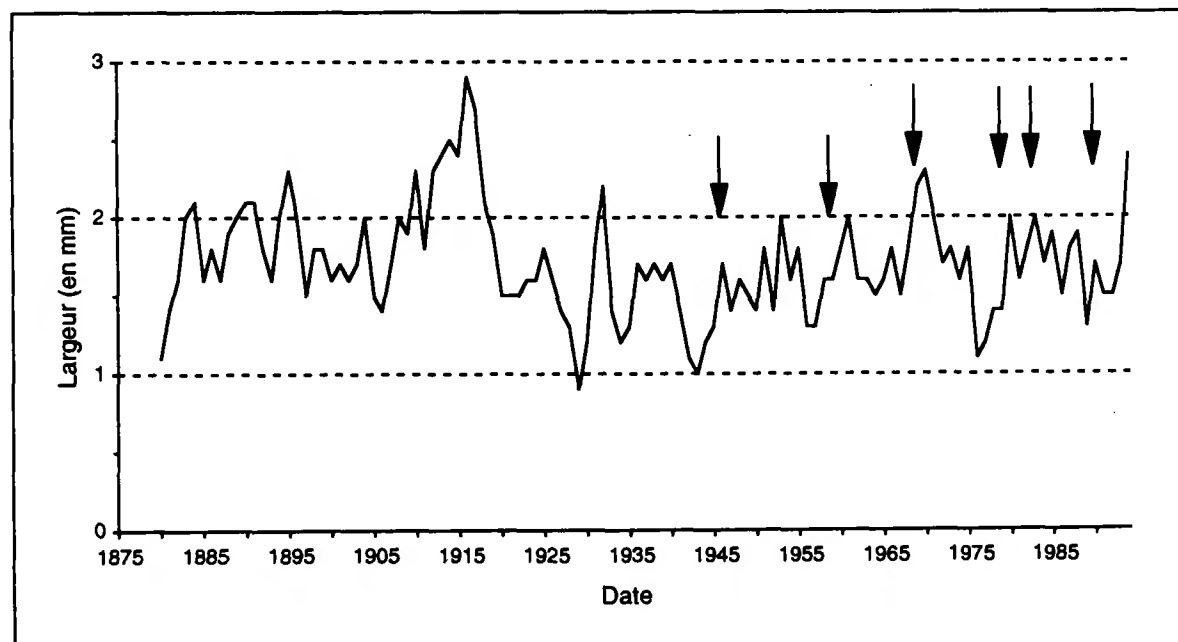
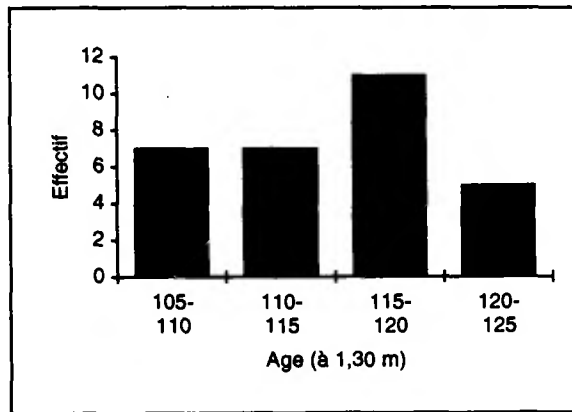
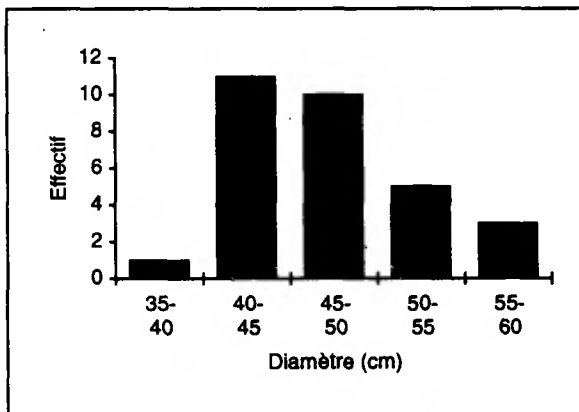
Placette :	CHS 03	Forêt : de Tronçais
Altitude (m) :	260	Pente (%) : 0
Département :	Allier	Exposition : plat
		Région : Auvergne

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 3338
Longueur de la chronologie	: 1880-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	115 (±4,9)	105	122
Diamètre (cm)	47 (±5,3)	39	58
Hauteur (m) (n=35)	30,5	27,5	35
Accroissement (mm/an)	1,7 (±0,28)	1,25	2,34
Largeur d'aubier (mm)	25,8 (±6,4)	16	44

Acr : 1985 à 1994	1,72 mm/an
: 1980 à 1994	1,75 mm/an

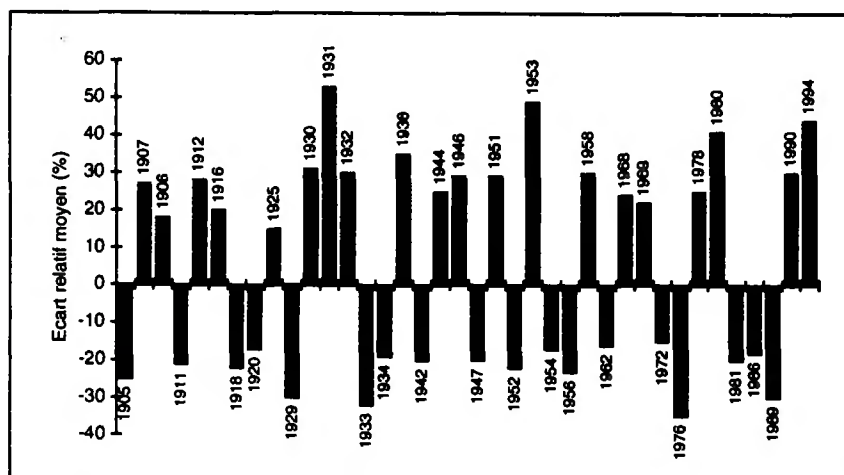


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1900). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1900-1994 (95 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2850
 Nombre total d'années caractéristiques : 38

Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif					Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)
1994	93	0	6	44	1946	86	0	13	29
1990	76	3	20	30	1944	73	3	23	25
1989	0	96	3	-30	1942	6	70	23	-20
1986	10	73	16	-18	1936	86	10	3	35
1981	0	70	30	-20	1934	0	80	20	-19
1980	93	0	6	41	1933	3	96	0	-32
1978	70	10	20	25	1932	76	3	20	30
1976	0	96	3	-35	1931	90	0	10	53
1972	0	70	30	-15	1930	76	0	23	31
1969	70	6	23	22	1929	0	93	6	-30
1968	70	0	30	24	1925	70	0	30	15
1962	3	80	16	-16	1920	0	73	26	-17
1958	76	0	23	30	1918	3	76	20	-22
1956	0	80	20	-23	1916	76	0	23	20
1954	6	76	16	-17	1912	70	6	23	28
1953	93	0	6	49	1911	3	83	13	-21
1952	0	73	26	-22	1908	70	6	23	18
1951	80	3	16	29	1907	73	3	23	27
1947	0	80	20	-20	1905	0	90	10	-25

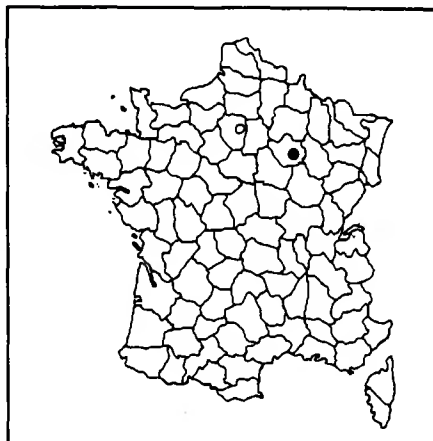


- ← Forte croissance (20) :
- 80% : 1931, 1936, 1946, 1951, 1953, 1980, 1994
 - 70% : 1907, 1908, 1912, 1916, 1925, 1930, 1932, 1944, 1958, 1968, 1969, 1978, 1990
-
- ← Faible croissance (18) :
- 80% : 1905, 1911, 1929, 1933, 1934, 1947, 1956, 1962, 1976, 1989
 - 70% : 1918, 1920, 1942, 1952, 1954, 1972, 1981, 1986

Depuis son origine, le peuplement présente une croissance radiale assez "régulière" avec néanmoins des variations notables comme celles observées pour les années 1905, de 1915 à 1930 et 1956. Les années de sécheresse 1976 et 1989 sont également remarquables avec une réduction moyenne de croissance respectivement de -35% et -30% pour 96% des arbres. Depuis 1940, 4 des 11 années caractéristiques positives correspondent à des dates d'éclaircies : 1946 (éclaircie de 1946 ; +29%), 1969 (éclaircie de 1969 ; +22%), 1978 (éclaircie de 1978 ; +25%), 1990 (éclaircie de 1990 ; +30%).

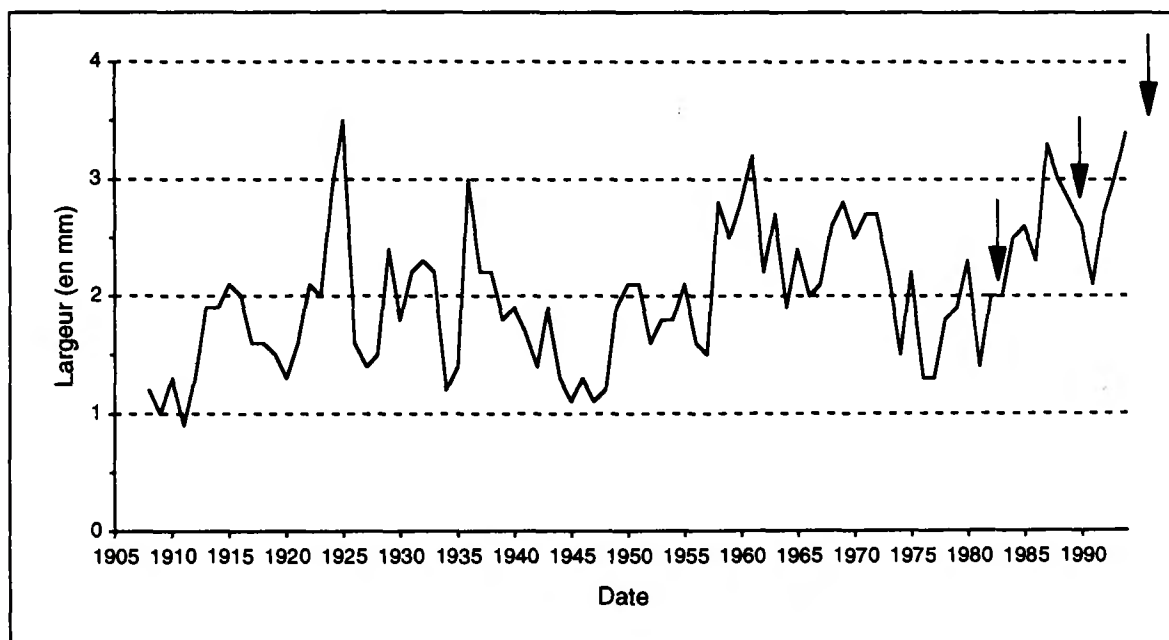
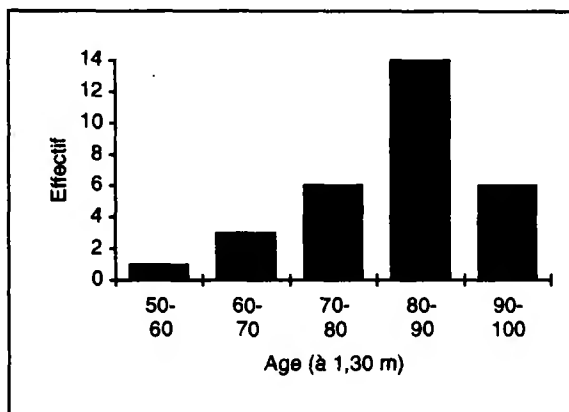
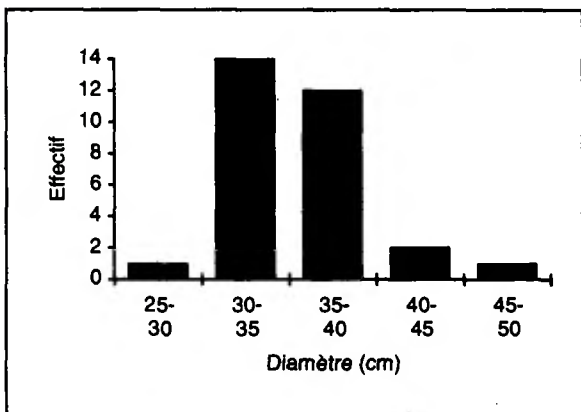
Placette :	CHS 10	Forêt : du Temple
Altitude (m) :	160	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Aube	Région : Champagne-Ardenne

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2413
Longueur de la chronologie	: 1908-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	83 (±10)	56	97
Diamètre (cm)	36 (±3,6)	28	45
Hauteur (m) (n=35)	24,9	20	28
Accroissement (mm/an)	2,08 (±0,36)	1,53	3,29
Largeur d'aubier (mm)	32 (±6,3)	22	46

Acr : 1985 à 1994	2,78 mm/an
: 1980 à 1994	2,53 mm/an

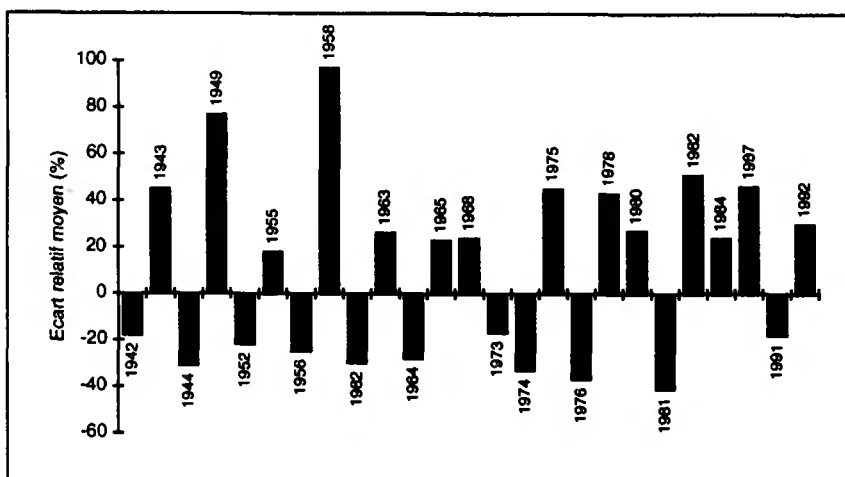


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1940). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHS 10
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1940-1994 (55 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1650
 Nombre total d'années caractéristiques : 25

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	76	3	20	30	1965	76	10	13	23
1991	3	70	26	-18	1964	0	93	6	-28
1987	93	0	6	46	1963	70	0	30	26
1984	73	3	23	24	1962	0	90	10	-30
1982	93	0	6	51	1958	100	0	0	97
1981	0	93	6	-41	1956	0	86	13	-25
1980	80	0	20	27	1955	70	3	26	18
1978	73	10	16	43	1952	3	76	20	-22
1976	3	90	6	-37	1949	93	0	6	77
1975	86	0	13	45	1944	0	93	6	-31
1974	0	93	6	-33	1943	90	0	10	45
1973	0	76	23	-17	1942	0	70	30	-18



← Forte croissance (14) :
 - 80% : 1943, 1949, 1958, 1975, 1980, 1982, 1987
 - 70% : 1955, 1963, 1965, 1968, 1978, 1984, 1992

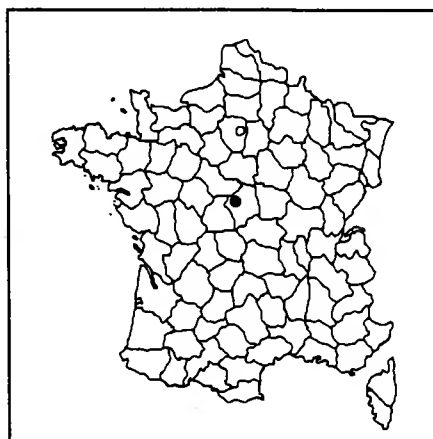
← Faible croissance (11) :
 - 80% : 1944, 1956, 1962, 1964, 1974, 1976, 1981
 - 70% : 1942, 1952, 1973, 1991

Depuis son origine, le peuplement présente une croissance radiale qui augmente régulièrement avec néanmoins des variations et des crises très importantes comme celles des années 1927, 1934, la dépression de 1936 à 1961 centrée sur 1947, 1976 (-37%), 1981 (-41%), 1986 et 1991. L'année 1958 apparaît également remarquable car 100% des arbres échantonnés ont présenté une augmentation de croissance radiale d'une valeur moyenne de +97%.

Sans exclure le rôle de conditions climatiques potentiellement plus favorables, l'augmentation de croissance observée depuis le début des années 1980 semble être l'expression d'une exploitation plus intensive de la parcelle. Actuellement, le niveau moyen de croissance radiale est de l'ordre de 2,8 mm/an (période 85-94), ce qui situe le peuplement au deuxième rang des accroissements observés pour les chênes (tous les âges confondus).

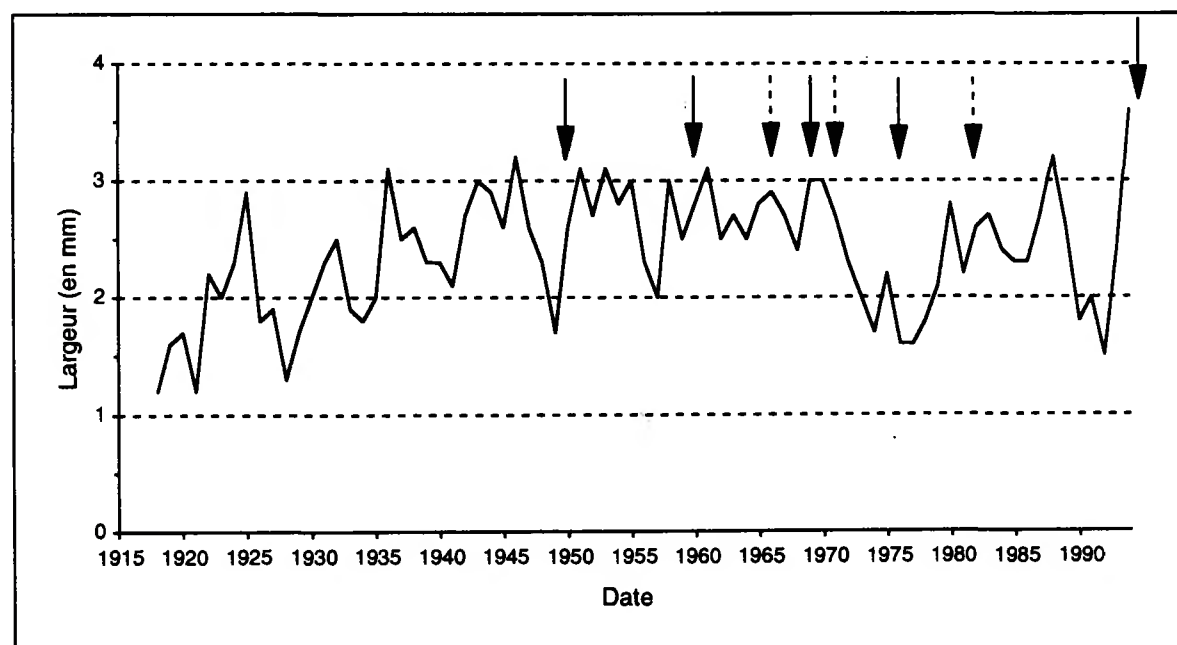
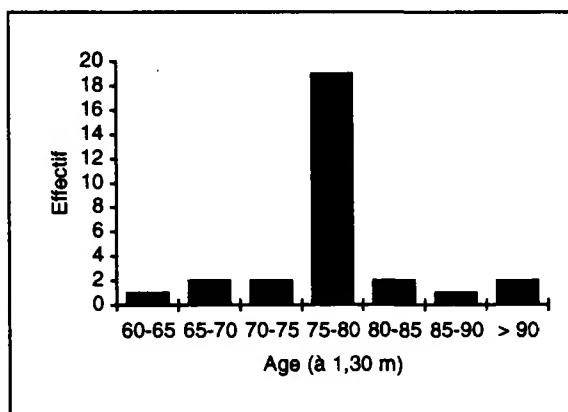
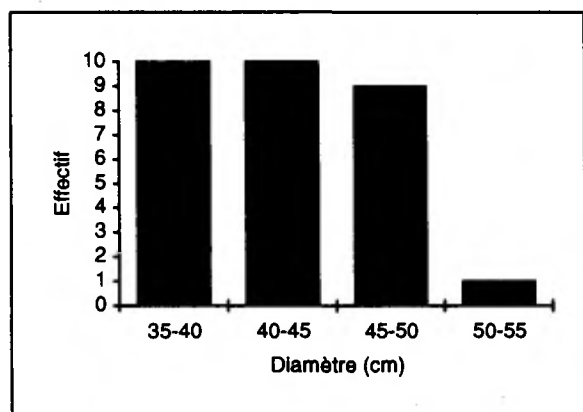
Placette :	CHS 18	Forêt : de Vierzon
Altitude (m) :	176	Pente (%) : 1
Département :	Cher	Exposition : plat
		Région : Centre

Effectif d'arbres	: 29
Nombre total de cernes	: 2196
Longueur de la chronologie	: 1918-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	78 (±7,9)	63	103
Diamètre (cm)	43 (±4,8)	35	52
Hauteur (m) (n=9)	28,2	26	30
Accroissement (mm/an)	2,4 (±0,35)	1,68	3,02
Largeur d'aubier (mm)	31,8 (±5,6)	19	45

Acr : 1985 à 1994	2,44 mm/an
: 1980 à 1994	2,47 mm/an

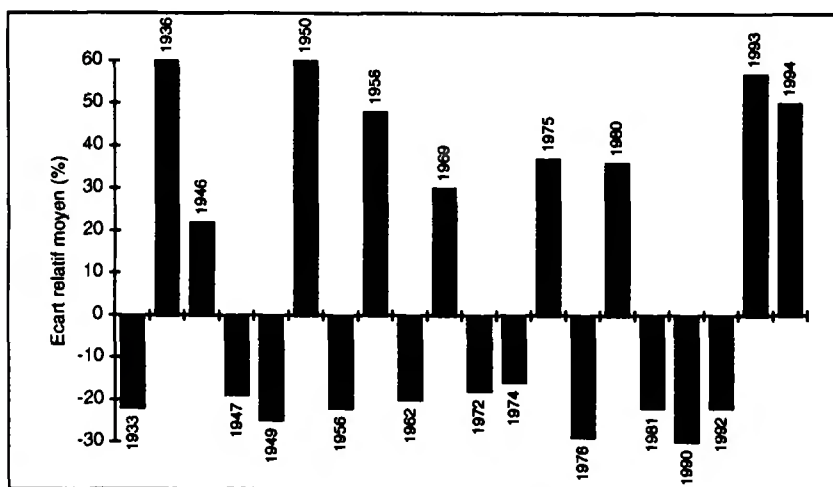


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (29 arbres à partir de 1932). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette CHS 18
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 29
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1932-1994 (63 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1827
 Nombre total d'années caractéristiques : 20

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	96	0	3	50	1969	96	0	3	30
1993	93	0	6	57	1962	0	86	13	-20
1992	3	82	13	-22	1958	96	0	3	48
1990	0	89	10	-30	1956	0	89	10	-22
1981	3	75	20	-22	1950	100	0	0	60
1980	86	0	13	36	1949	3	82	13	-25
1976	0	93	6	-29	1947	0	86	13	-19
1975	82	0	17	37	1946	75	6	17	22
1974	3	79	17	-16	1936	96	0	3	60
1972	6	79	13	-18	1933	3	89	6	-22

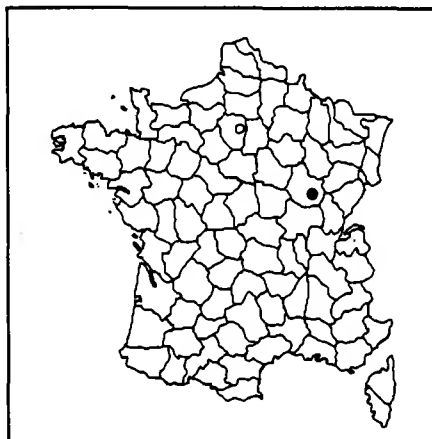


- ← Forte croissance (9) :
- 80% : 1936, 1950, 1958, 1969, 1975, 1980, 1993, 1994
 - 70% : 1946
-
- ← Faible croissance (11) :
- 80% : 1933, 1947, 1949, 1956, 1962, 1976, 1990, 1992
 - 70% : 1972, 1974, 1981

Depuis 1940, le peuplement présente une croissance radiale assez régulière avec néanmoins des variations interannuelles importantes comme celles des années 1949, 1957, la dépression de 1970 à 1980 centrée sur 1976 et celle de 1988 à 1994 centrée sur 1990. Cette dernière est d'ailleurs une des caractéristique de la grande majorité des placettes du quart Nord-Ouest de la France où les déficits hydriques du début des années 1990 ont été particulièrement sévères. Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1992 (retour à de meilleures conditions climatiques ?). L'année 1950, qui coïncide avec une coupe d'amélioration, apparaît également remarquable car 100% des arbres échantillonnés ont présenté une augmentation de croissance radiale d'une valeur moyenne de +60%. Actuellement, le niveau moyen de croissance radiale est de l'ordre de 2,4 mm/an (période 85-94), ce qui situe le peuplement dans le tiers supérieur des accroissements observés pour les chênes (tous les âges confondus).

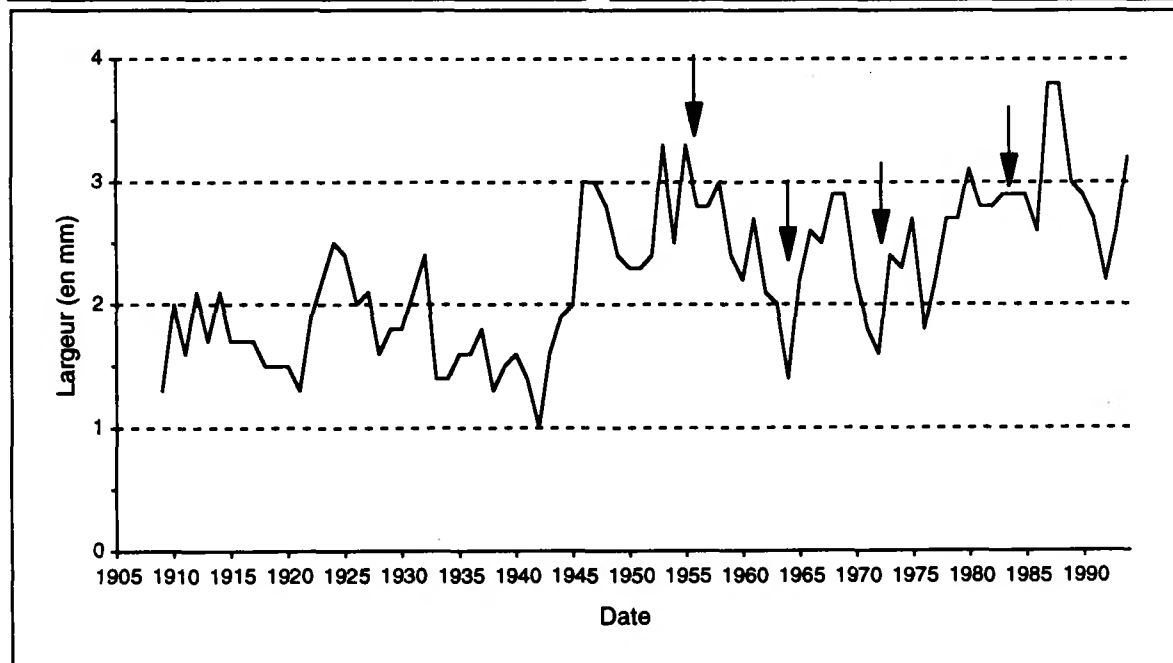
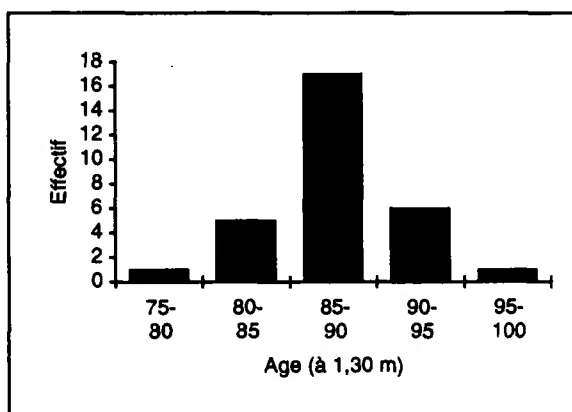
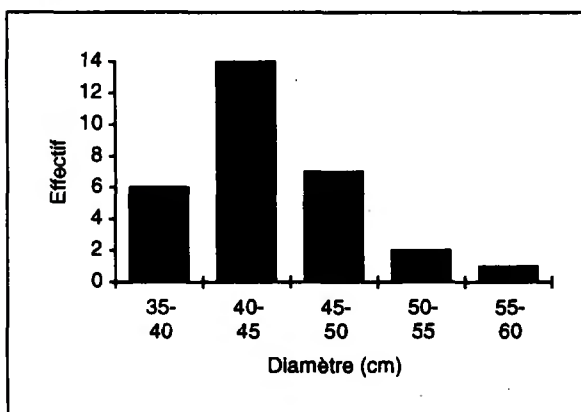
Placette :	CHS 21	Forêt : de Citeaux
Altitude (m) :	220	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département : Côte d'Or	Région : Bourgogne	

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 2532
Longueur de la chronologie	: 1909-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	87 (±4,2)	79	97
Diamètre (cm)	44 (±4,8)	35	55
Hauteur (m) (n=36)	28,4	24	33
Accroissement (mm/an)	2,26 (±0,38)	1,63	3,11
Largeur d'aubier (mm)	43 (±13,1)	26	81

Acr : 1985 à 1994	2,97 mm/an
: 1980 à 1994	2,95 mm/an



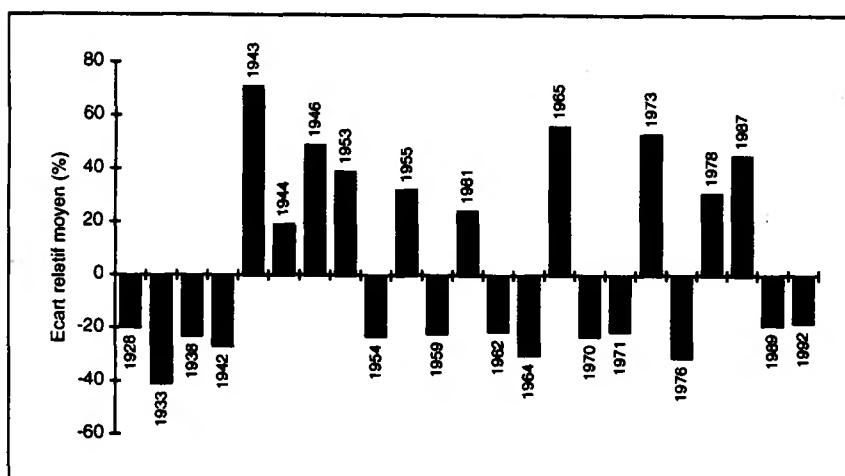
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1922). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHS 21

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1922-1994 (73 ans)
Nombre total de cemes disponibles pour cette période	: 2190
Nombre total d'années caractéristiques	: 23

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	3	70	26	-18	1959	0	86	13	-22
1989	6	73	20	-19	1955	86	0	13	32
1987	90	0	10	45	1954	0	93	6	-23
1978	73	3	23	31	1953	80	0	20	39
1976	0	93	6	-31	1946	80	10	10	49
1973	83	0	16	53	1944	73	6	20	19
1971	0	76	23	-21	1943	96	0	3	71
1970	0	96	3	-23	1942	10	80	10	-27
1965	93	0	6	56	1938	3	73	23	-23
1964	0	86	13	-30	1933	0	96	3	-41
1962	0	80	20	-21	1928	3	73	23	-20
1961	73	6	20	24					



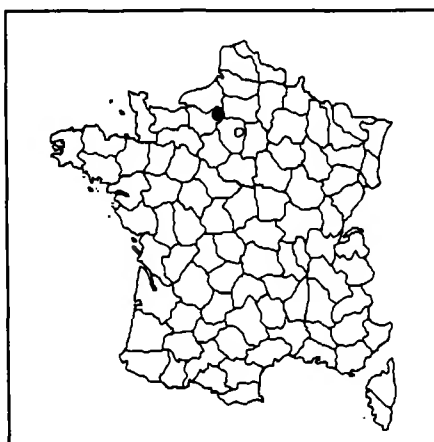
- ← Forte croissance (10) :
 - 80% : 1943, 1946, 1953, 1955, 1965, 1973, 1987
 - 70% : 1944, 1961, 1978

- ← Faible croissance (13) :
 - 80% : 1933, 1942, 1954, 1959, 1962, 1964, 1970, 1976
 - 70% : 1928, 1938, 1971, 1989, 1992

Le profil de croissance radiale moyen montre un changement significatif du niveau d'accroissement après 1940. Bien que l'historique sur l'exploitation de la parcelle ne permette pas de le confirmer, on peut émettre l'hypothèse que ce saut de croissance est l'expression de l'amélioration des conditions de compétition pour les arbres actuellement en place suite à la coupe de la strate dominante (hêtre et/ou chêne). Depuis, la parcelle est régulièrement éclaircie (tous les 10 ans environ) et, à l'heure actuelle, le niveau de croissance est proche de 3 mm/an ce qui place le peuplement en première position parmi les 30 placettes de chêne (tous les âges confondus). Le peuplement a néanmoins traversé des crises de croissance plus ou moins fortes comme celles de 1933, 1942, 1954, 1964, 1970-71, 1976 (-31%), 1989 (-19%) et 1992 (-18%).

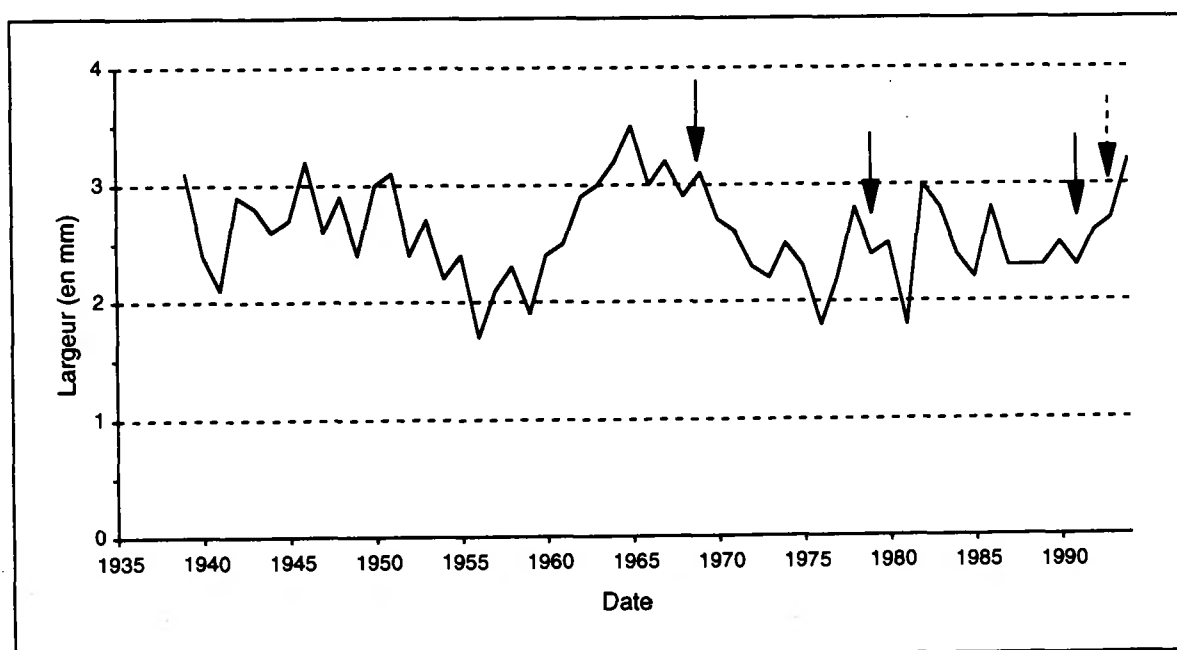
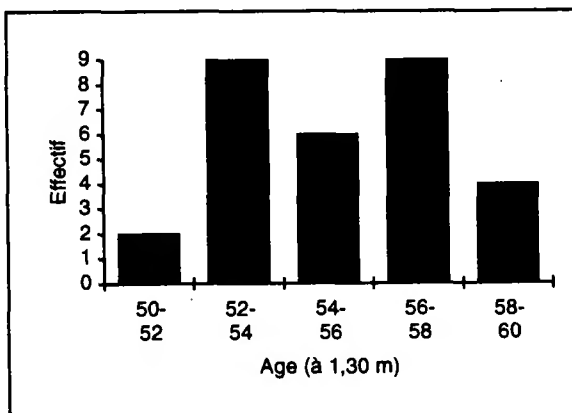
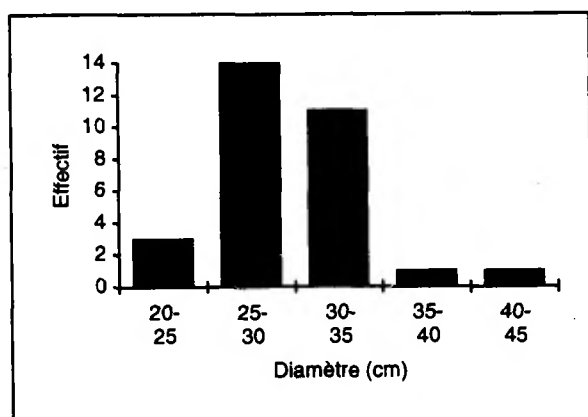
Placette :	CHS 27	Forêt : de Lyons
Altitude (m) :	175	Pente (%) : 0
Département :	Eure	Exposition : plat
		Région : Haute-Normandie

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cerne	: 1599
Longueur de la chronologie	: 1939-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	55 (±2,5)	50	59
Diamètre (cm)	30 (±4,4)	22	43
Hauteur (m) (n=20)	23,4	21,5	25
Accroissement (mm/an)	2,62 (±0,55)	1,77	4,36
Largeur d'aubier (mm)	35,8 (±10,9)	20	76

Acr : 1985 à 1994	2,52 mm/an
: 1980 à 1994	2,51 mm/an



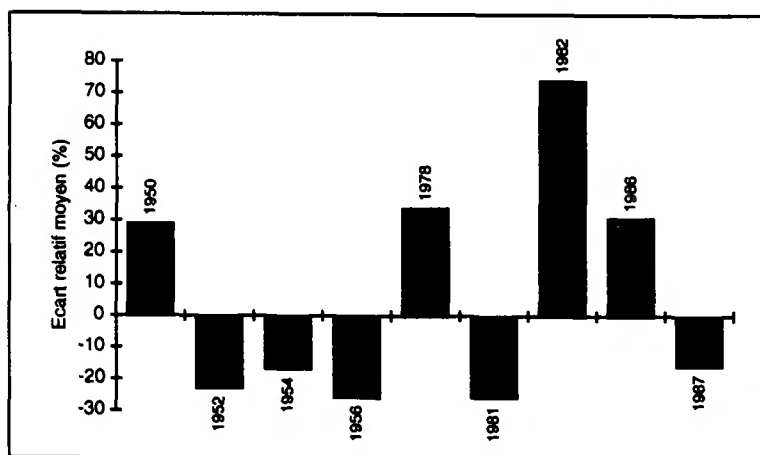
Evolution de la largeur moyenne des cerne (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1948). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis de 3 m3).

Années caractéristiques pour la placette CHS 27

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1948-1994 (47 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 1410
 Nombre total d'années caractéristiques : 9

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1987	6	70	23	-16
1986	80	3	16	31
1982	100	0	0	74
1981	3	83	13	-26
1978	83	6	10	34
1956	3	90	6	-26
1954	0	70	30	-17
1952	3	80	16	-23
1950	73	6	20	29



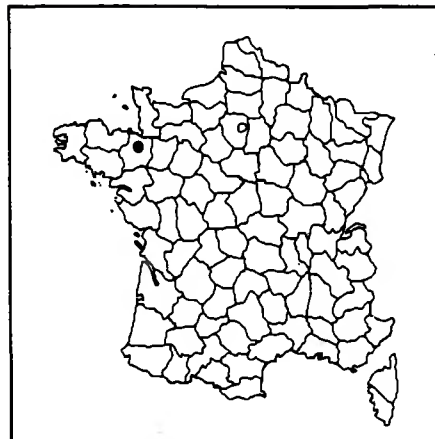
← Forte croissance (4) :
 - 80% : 1978, 1982, 1986
 - 70% : 1950

← Faible croissance (5) :
 - 80% : 1952, 1956, 1981
 - 70% : 1954, 1987

Il s'agit du plus jeune peuplement de chêne sessile du réseau. Depuis l'origine, son niveau de croissance est relativement stable (environ 2,6 mm/an) avec néanmoins un pic en 1965 résultant probablement d'intervention(s) sylvicole(s) au début des années 1960. Parmi les réductions de croissance, les années 1952, 1956, 1976, 1981 et 1985 sont nettement marquées. En ce qui concerne l'année de sécheresse 1976, bien que la diminution de croissance soit nettement observable (-16%), elle n'apparaît pas dans le tableau des années caractéristiques car "seulement" 66% des arbres ont présenté une réduction de croissance d'au moins 10% (le seuil minimal étant de 70%).

La forte éclaircie de 1991 (exploitation de 1009 m³) explique certainement en grande partie l'accélération de la croissance observée depuis cette date.

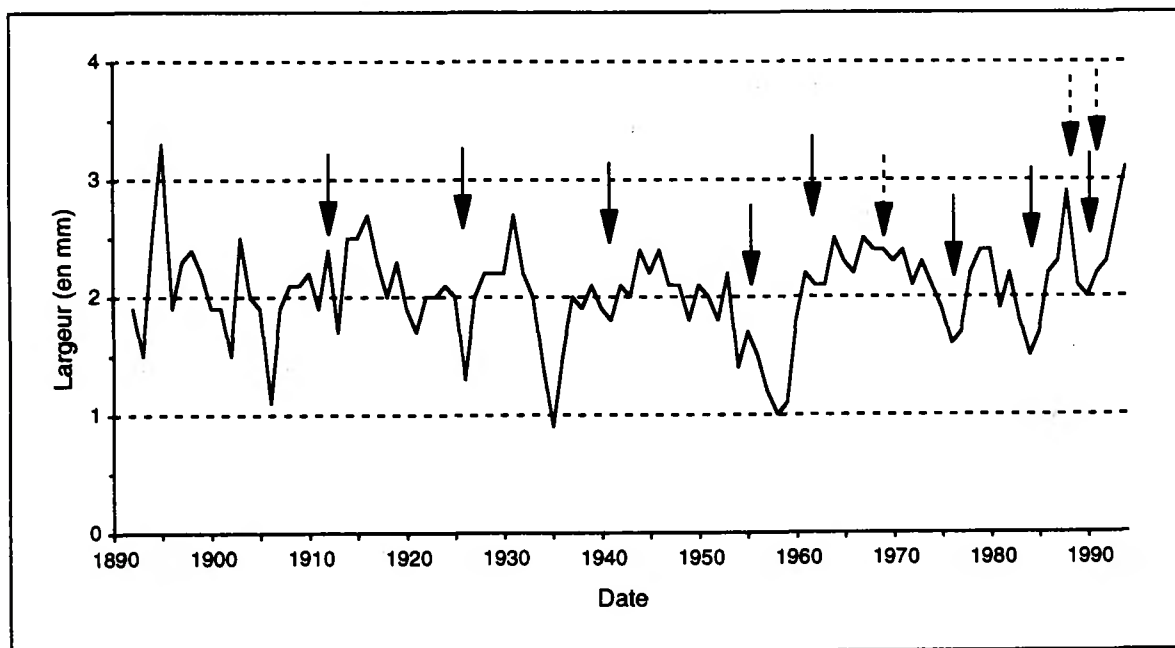
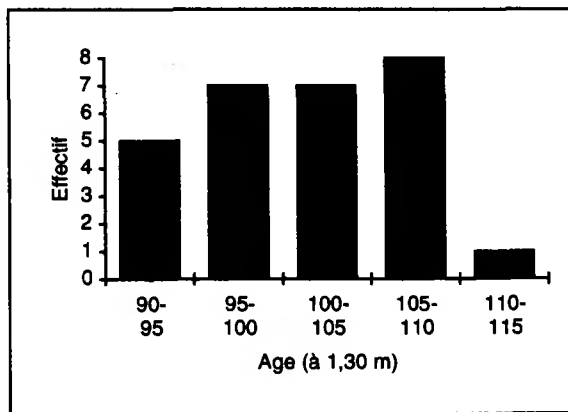
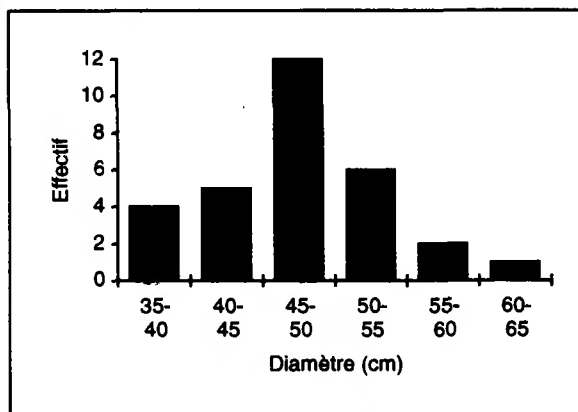
Placette :	CHS 35	Forêt : de Rennes
Altitude (m) : 80	Pente (%) : 0	Exposition : plat
Département : Ille-et-Vilaine	Région : Bretagne	



Effectif d'arbres	: 28
Nombre total de cernes	: 2774
Longueur de la chronologie	: 1892-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	101 (±5,9)	91	111
Diamètre (cm)	47 (±6,1)	35	60
Hauteur (m) (n=16)	29,3	26,5	33
Accroissement (mm/an)	2,05 (±0,25)	1,49	2,74
Largeur d'aubier (mm)	38,4 (±5,2)	27	47

Acr : 1985 à 1994	2,35 mm/an
: 1980 à 1994	2,22 mm/an



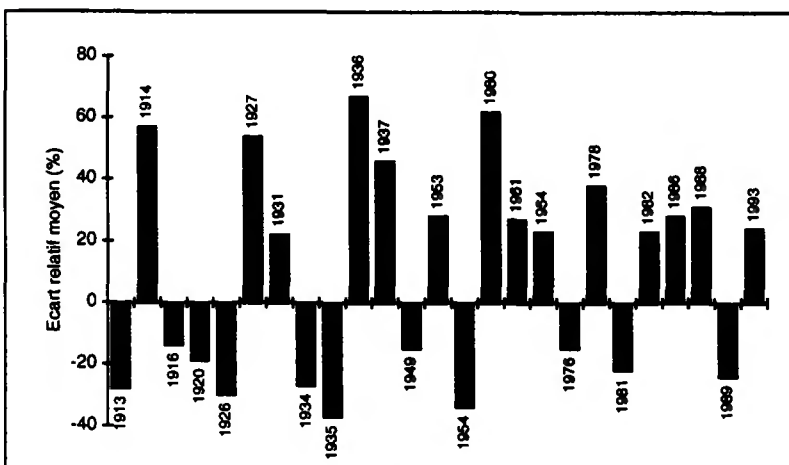
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (28 arbres à partir de 1908). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette CHS 35

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 28
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1908-1994 (87 ans)
Nombre total de cemes disponibles pour cette période	: 2436
Nombre total d'années caractéristiques	: 25

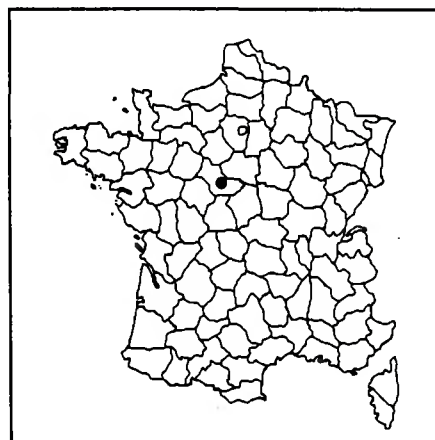
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	71	3	25	24	1949	3	75	21	-15
1989	0	75	25	-24	1937	71	3	25	46
1988	78	10	10	31	1936	85	7	7	67
1986	71	3	25	28	1935	0	100	0	-37
1982	75	7	17	23	1934	0	89	10	-27
1981	3	75	21	-22	1931	75	7	17	22
1978	82	3	14	38	1927	85	3	10	54
1976	7	75	17	-15	1926	3	82	14	-30
1964	78	3	17	23	1920	3	71	25	-19
1961	75	3	21	27	1918	10	71	17	-14
1960	96	0	3	62	1914	89	0	10	57
1954	0	96	3	-34	1913	0	82	17	-28
1953	71	7	21	28					



- ← Forte croissance (14) :
- 80% : 1914, 1927, 1936, 1960, 1978
 - 70% : 1931, 1937, 1953, 1961, 1964, 1982, 1986, 1988, 1993
-
- ← Faible croissance (11) :
- 80% : 1913, 1926, 1934, 1935, 1954
 - 70% : 1918, 1920, 1949, 1976, 1981, 1989

Depuis l'origine, le niveau de croissance est relativement stable (environ 2 mm/an) avec néanmoins de fortes variations interannuelles. Cependant, depuis 1985, la croissance du peuplement augmente, et ceci probablement en réponse à l'exploitation plus intensive de la parcelle. Les sécheresses de 1976 et 1989 sont bien marquées. L'année 1935 se caractérise par un comportement identique pour tous les arbres échantillonnés avec une croissance réduite de 35%.

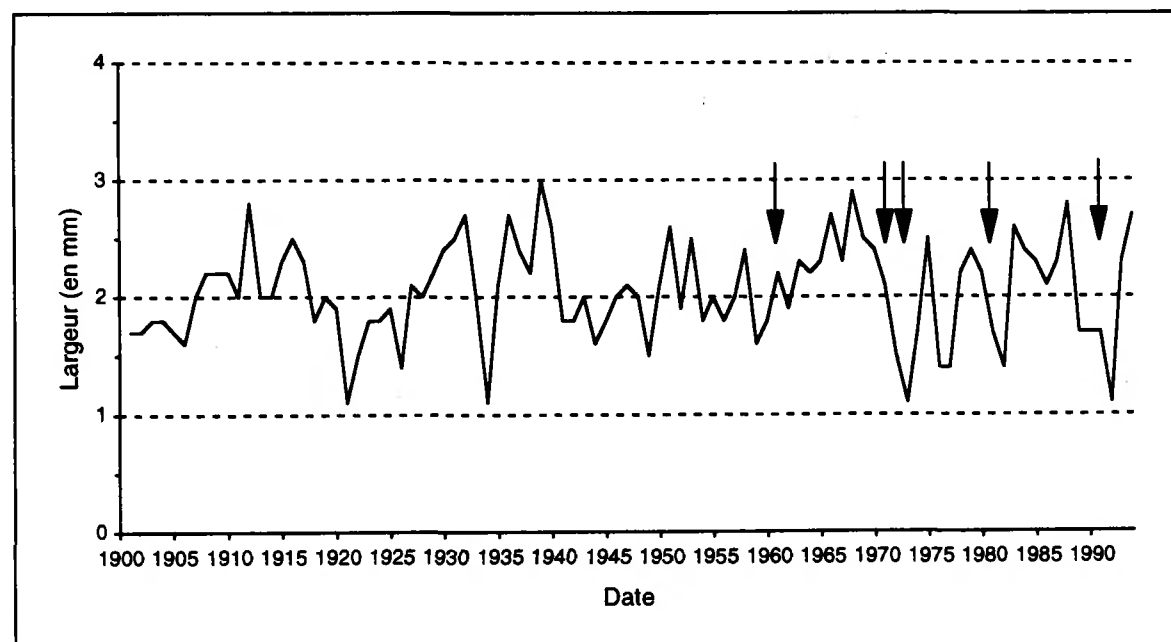
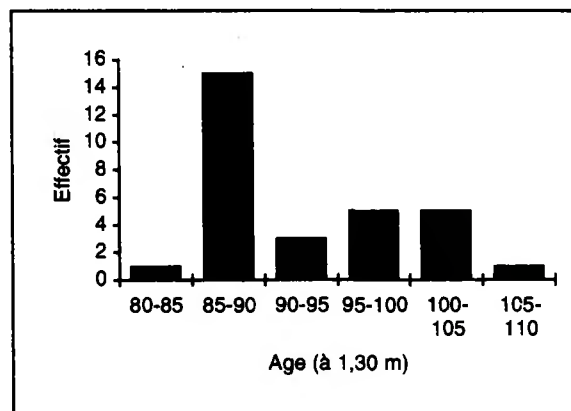
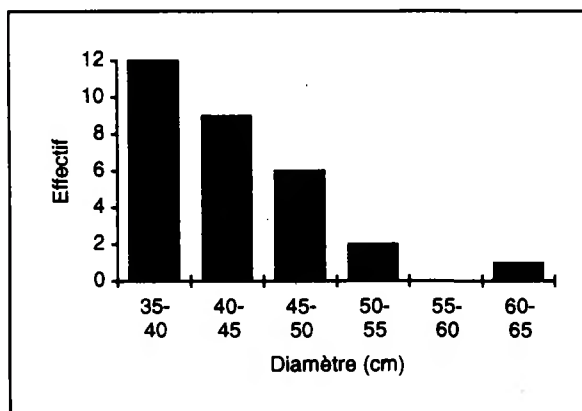
Placette :	CHS 41	Forêt : de Blois
Altitude (m) :	127	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Loir-et-Cher	Région : Centre



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2688
Longueur de la chronologie	: 1901-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	92 (±6,6)	82	105
Diamètre (cm)	42 (±5,6)	37	62
Hauteur (m) (n=30)	28,1	26,5	31
Accroissement (mm/an)	2,05 (±0,32)	1,52	2,86
Largeur d'aubier (mm)	32,6 (±8,2)	18	54

Acr : 1985 à 1994	2,07 mm/an
: 1980 à 1994	2,07 mm/an



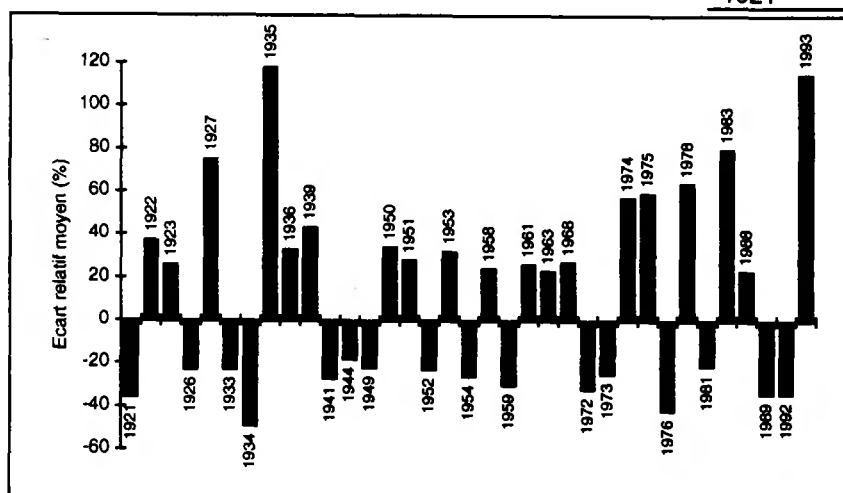
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1918). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHS 41

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1918-1994 (77 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2310
 Nombre total d'années caractéristiques : 35

Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif					Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)
1993	100	0	0	115	1954	0	93	6	-26
1992	0	90	10	-34	1953	80	3	16	32
1989	3	96	0	-34	1952	6	83	10	-23
1988	73	6	20	23	1951	90	6	3	28
1983	100	0	0	80	1950	83	3	13	34
1981	13	76	10	-21	1949	0	86	13	-22
1978	93	3	3	64	1944	3	73	23	-18
1976	0	100	0	-42	1941	0	76	23	-27
1975	90	3	6	59	1939	86	3	10	43
1974	86	0	13	57	1936	80	6	13	33
1973	3	83	13	-25	1935	100	0	0	118
1972	0	96	3	-32	1934	0	100	0	-49
1968	70	0	30	27	1933	0	73	26	-23
1963	70	3	26	23	1927	93	0	6	75
1961	80	0	20	26	1926	16	70	13	-23
1959	3	96	0	-30	1923	73	6	20	26
1958	70	6	23	24	1922	80	3	16	37
					1921	3	90	6	-36

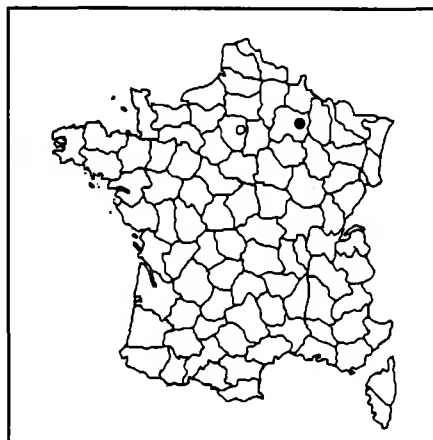


- ← Forte croissance (19) :
- 80% : 1922, 1927, 1935, 1936, 1939, 1950, 1951, 1953, 1961, 1974, 1975, 1978, 1983, 1993
 - 70% : 1923, 1958, 1963, 1968, 1988
-
- ← Faible croissance (16) :
- 80% : 1921, 1934, 1949, 1952, 1954, 1959, 1972, 1973, 1976, 1989, 1992
 - 70% : 1926, 1933, 1941, 1944, 1981

Depuis l'origine, le niveau de croissance est relativement stable (environ 2 mm/an) avec néanmoins de fortes variations interannuelles. Ce peuplement apparaît d'ailleurs assez "réactif" si on en juge par le pourcentage élevé d'années caractéristiques observé dans ce site (46%). Un total de 5 années se caractérise par des comportements identiques pour tous les arbres échantillonnés. Il s'agit de deux années à faible croissance 1934 et 1976 (respectivement -49% et -42%) et de 3 années positives 1935 (+118%), 1983 (+100%) et 1993 (+115%). Comme la grande majorité des sites du quart nord-ouest de la France, la crise 1988-1994, concomitante aux trois années sèches 1989-90-91, est bien marquée (1989 : -34% ; 1992 : -34%). Actuellement, le peuplement semble cependant se rétablir (retour à de meilleures conditions climatiques et/ou effet positif de l'éclaircie de 1991).

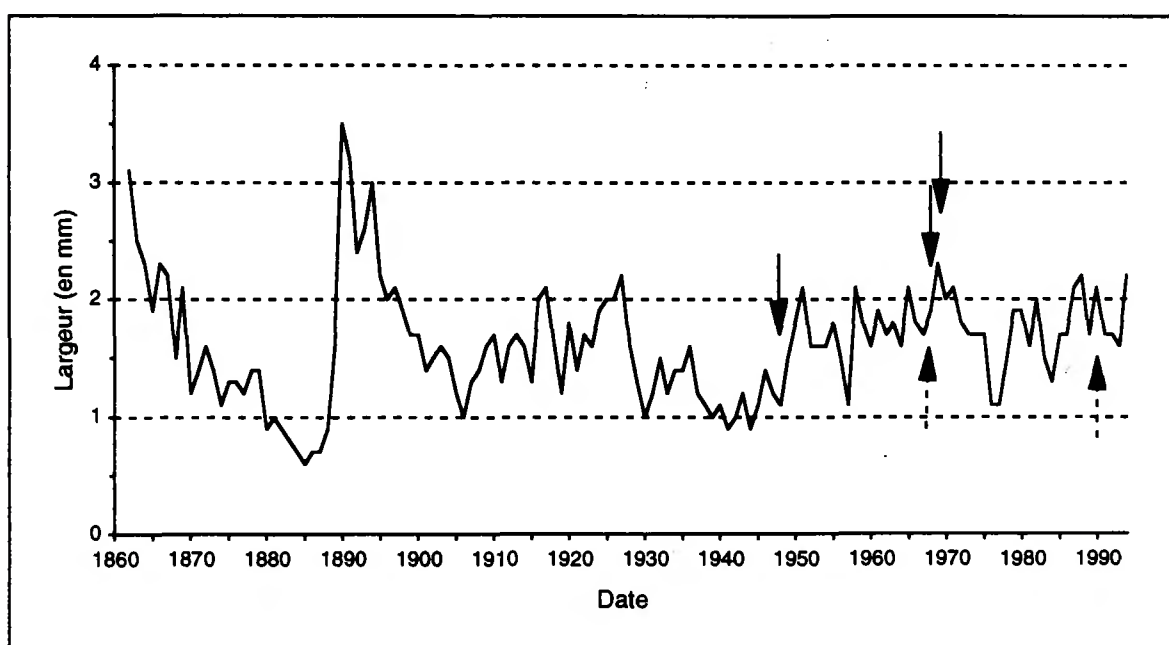
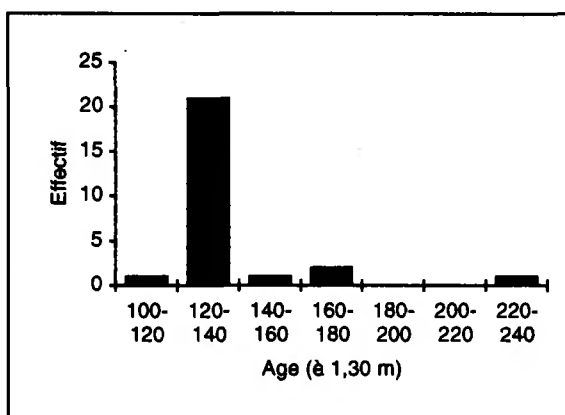
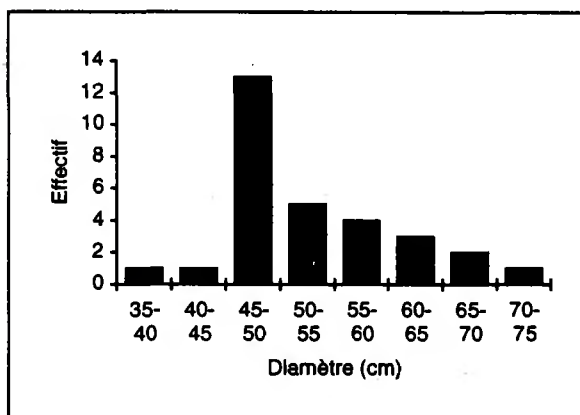
Placette :	CHS 51	Forêt : de Chatrices
Altitude (m) :	180	Pente (%) : 2
		Exposition : sud
Département :	Marne	Région : Champagne-Ardenne

Effectif d'arbres	: 26
Nombre total de cernes	: 3555
Longueur de la chronologie	: 1862-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	139 (±22)	105	228
Diamètre (cm)	53 (±8)	38	72
Hauteur (m) (n=30)	25,2	21,5	28,5
Accroissement (mm/an)	1,61 (±0,30)	1,19	2,38
Largeur d'aubier (mm)	30,6 (±11,1)	15	70

Acr : 1985 à 1994	1,87 mm/an
: 1980 à 1994	1,80 mm/an



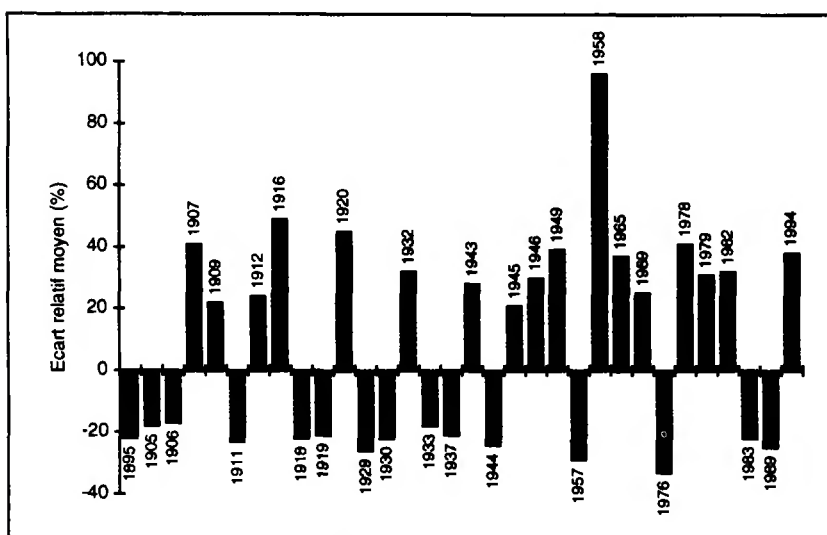
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (26 arbres à partir de 1892). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette CHS 51

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 26
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1892-1994 (103 ans)
Nombre total de cernes disponibles pour cette période	: 2678
Nombre total d'années caractéristiques	: 32

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	92	0	7	38	1937	3	80	15	-21
1989	3	96	0	-25	1933	0	76	23	-18
1983	3	80	15	-22	1932	84	3	11	32
1982	84	3	11	32	1930	3	76	19	-22
1979	80	3	15	31	1928	0	100	0	-26
1978	73	7	19	41	1920	96	3	0	45
1976	0	88	11	-33	1919	0	76	23	-21
1969	80	3	15	25	1918	3	80	15	-22
1965	96	3	0	37	1916	84	3	11	49
1958	96	3	0	96	1912	73	3	23	24
1957	0	96	3	-29	1911	0	76	23	-23
1949	76	3	19	39	1909	80	7	11	22
1946	80	0	19	30	1907	84	0	15	41
1945	80	3	15	21	1906	7	73	19	-17
1944	0	84	15	-24	1905	3	73	23	-18
1943	76	7	15	28	1895	7	76	15	-22

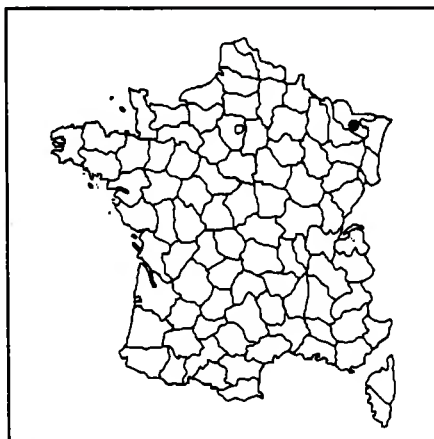


- ← Forte croissance (17) :
 - 80% : 1907, 1909, 1916, 1920, 1932, 1945, 1946, 1958, 1965, 1969, 1979, 1982, 1994
 - 70% : 1912, 1943, 1949, 1978

- ← Faible croissance (15) :
 - 80% : 1918, 1928, 1937, 1944, 1957, 1976, 1983, 1989
 - 70% : 1895, 1905, 1906, 1911, 1919, 1930, 1933

Le peuplement est issu d'une régénération naturelle progressive et est traité en TSF strict. C'est sur cette placette que le plus vieux chêne sessile a été échantillonné (228 ans à 1,30 m en 1994). Ce type de gestion explique le saut spectaculaire de croissance observé au début des années 1890 ; accélération qui doit correspondre à des interventions sylvicoles importantes (coupe de TSF). Par la suite, la croissance diminue à nouveau rapidement et se stabilise à une valeur proche des 1mm/an à partir de 1930. Au début des années 1950, une nouvelle augmentation de croissance est observée dont l'origine est très certainement la forte coupe d'amélioration effectuée dans la parcelle en 1948 : exploitation de 471 m3 de hêtre, 936 m3 de chêne et 13 m3 d'essences secondaires (soit 1420 m3 au total). L'année 1949 est d'ailleurs une année caractéristique positive avec un écart relatif moyen de +39%. Depuis cette date, le niveau de croissance reste élevé (1,9 mm/an), ce qui situe cette placette parmi les plus hauts niveaux d'accroissement observés pour cette gamme d'âge. Outre ce comportement sur le long terme, les variations interannuelles sont importantes. Les sécheresses de 1976 et 1989 sont bien marquées (respectivement -33% et -25%). L'année 1928 est également notable car 100% des arbres ont présenté une diminution de croissance moyenne de -26%.

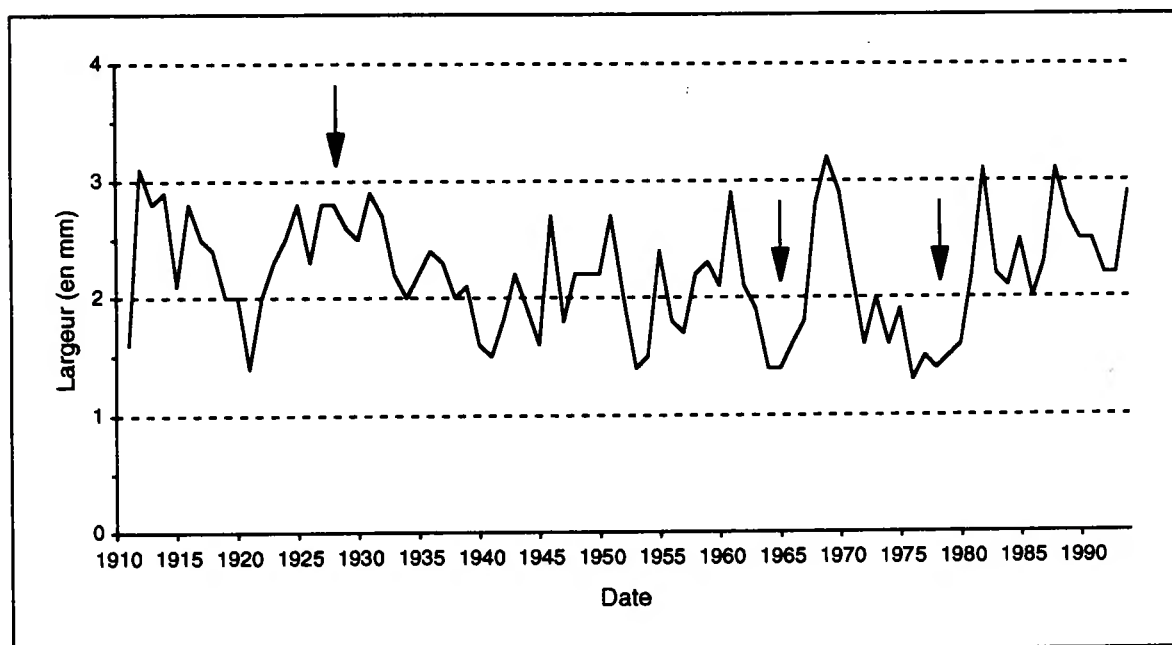
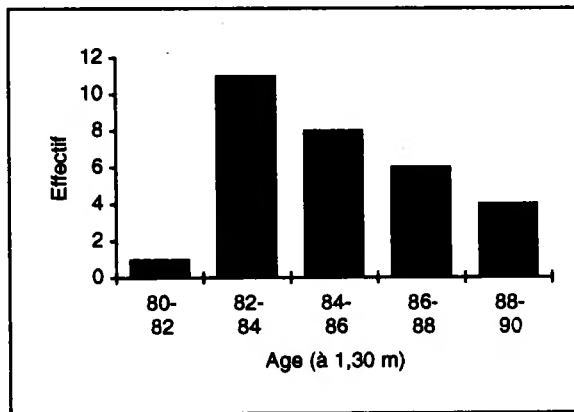
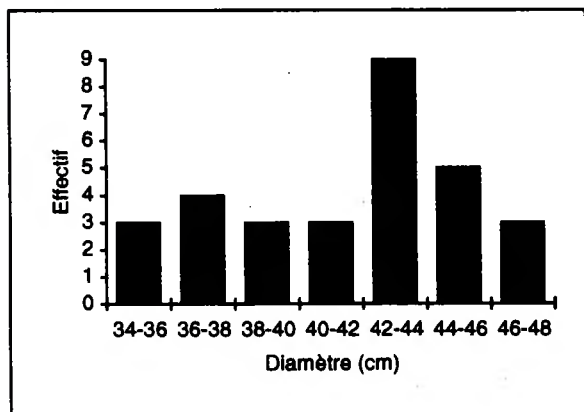
Placette :	CHS 57A	Forêt : d'Amelecourt
Altitude (m) :	315	Pente (%) : 4
		Exposition : nord-est
Département :	Moselle	Région : Lorraine



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 2496
Longueur de la chronologie	: 1911-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	85 (±2,2)	81	89
Diamètre (cm)	41 (±3,8)	34	47
Hauteur (m) (n=34)	27,8	25,5	30
Accroissement (mm/an)	2,18 (±0,34)	1,67	2,87
Largeur d'aubier (mm)	35,6 (±8,9)	23	66

Acr : 1985 à 1994	2,49 mm/an
: 1980 à 1994	2,41 mm/an



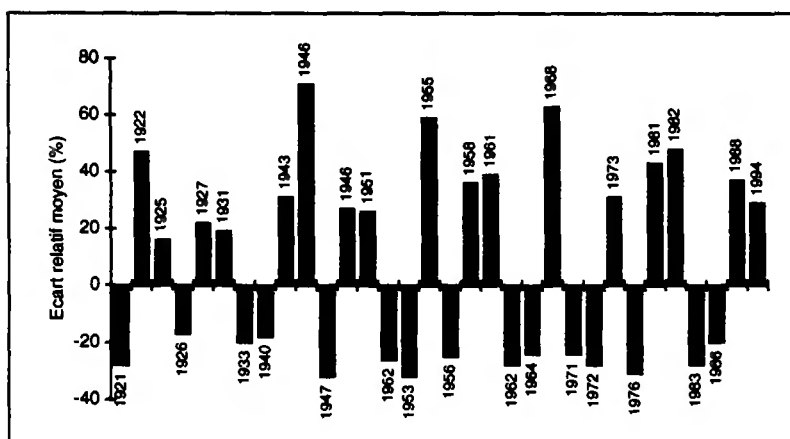
Evolution de la largeur moyenne des cemes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1920). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la pécette CHS 57A

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1920-1994 (75 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 2250
 Nombre total d'années caractéristiques : 32

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	80	3	16	29	1955	100	0	0	59
1988	80	3	16	37	1953	0	86	13	-32
1986	0	73	26	-20	1952	0	96	3	-26
1983	0	93	6	-28	1951	80	0	20	26
1982	90	0	10	48	1948	73	3	23	27
1981	83	0	16	43	1947	0	93	6	-32
1976	0	96	3	-31	1946	93	3	3	71
1973	83	3	13	31	1943	80	6	13	31
1972	0	93	6	-28	1940	6	70	23	-18
1971	0	86	13	-24	1933	0	80	20	-20
1968	100	0	0	63	1931	70	6	23	19
1964	0	80	20	-24	1927	73	3	23	22
1962	0	93	6	-28	1926	6	70	23	-17
1961	83	3	13	39	1925	70	10	20	16
1958	86	3	10	36	1922	93	0	6	47
1956	0	90	10	-25	1921	6	90	3	-28

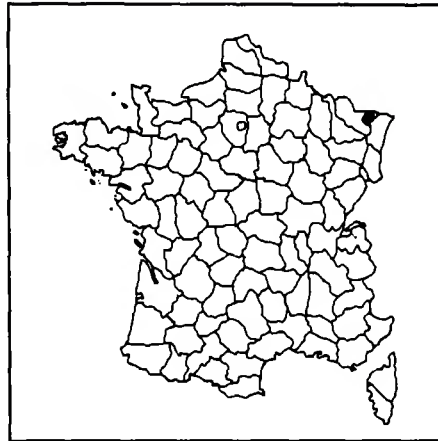


- ← Forte croissance (17) :
- 80% : 1922, 1943, 1946, 1951, 1955, 1958, 1961, 1968, 1973, 1981, 1982, 1988, 1994
 - 70% : 1925, 1927, 1931, 1948
-
- ← Faible croissance (15) :
- 80% : 1921, 1933, 1947, 1952, 1953, 1956, 1962, 1964, 1971, 1972, 1976, 1983
 - 70% : 1926, 1940, 1986

Depuis l'origine, le peuplement présente de fortes variations inter-annuelles avec des réductions importantes de croissance en 1947, 1953, 1964, 1976 (-31%) et 1983. Dans ce peuplement, la réponse aux éclaircies est très nette (+63% en 1968 après l'éclaircie de 1966). Depuis le début des années 1980, la croissance augmente. Actuellement, elle se situe autour de 2,5 mm/an.

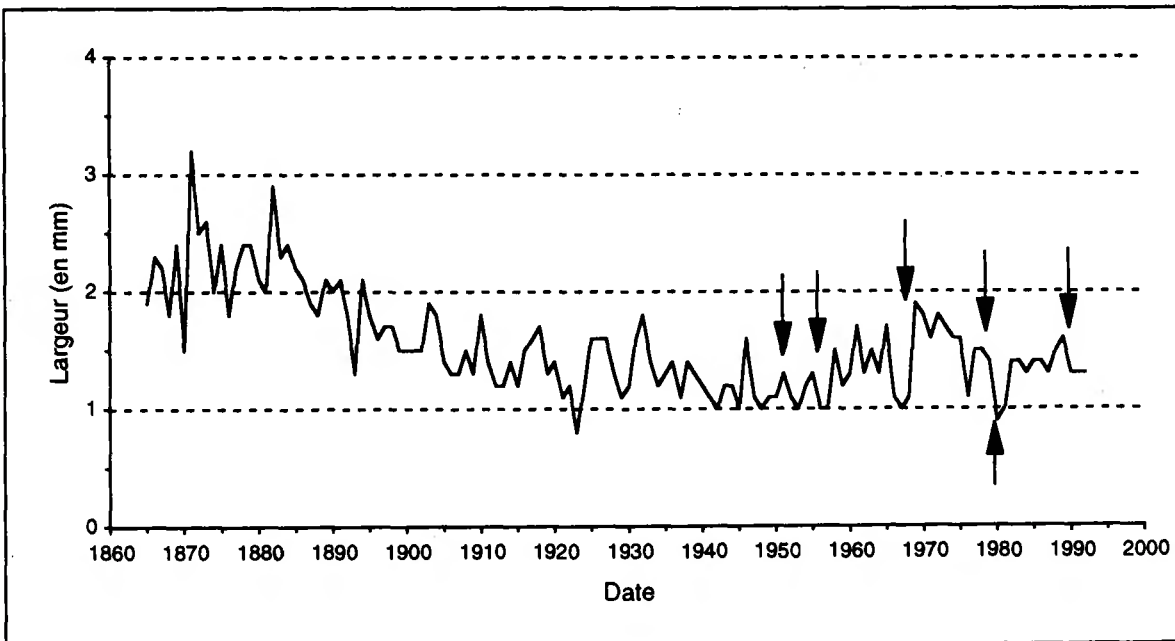
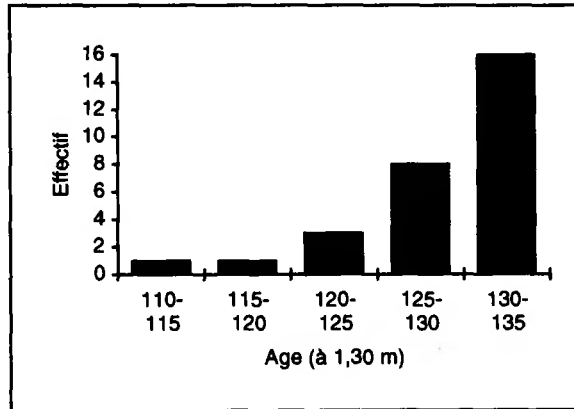
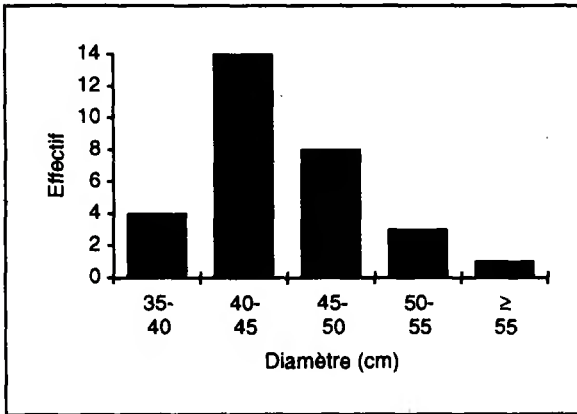
Placette :	CHS 57B	Forêt : de Mouterhouse
Altitude (m) :	320	Pente (%) : 15
Département :	Moselle	Exposition : nord-ouest
		Région : Lorraine

Effectif d'arbres	: 29
Nombre total de cemes	: 3675
Longueur de la chronologie	: 1865-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	128 (±4,9)	114	133
Diamètre (cm)	45 (±6,4)	35	70
Hauteur (m) (n=34)	28,7	26,8	31,5
Accroissement (mm/an)	1,53 (±0,26)	1,1	2,4
Largeur d'aubier (mm)	23,2 (±7,1)	13	40

Acr : 1985 à 1994	1,36 mm/an
: 1980 à 1994	1,31 mm/an



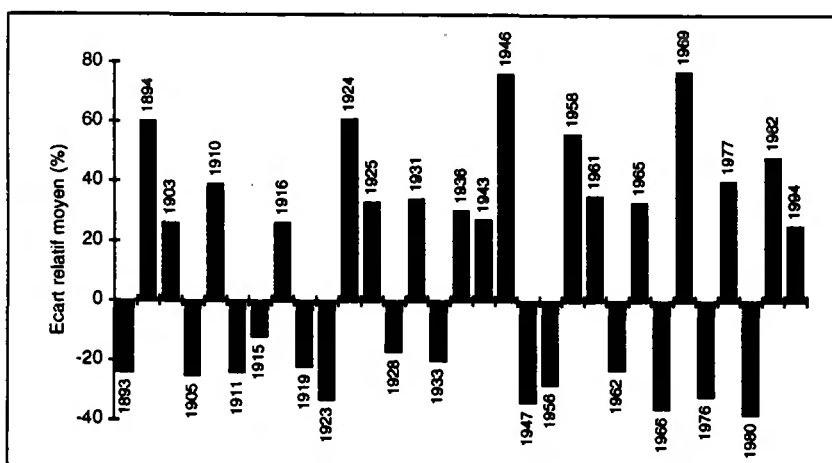
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (29 arbres à partir de 1886). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHS 57B

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 29
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1886-1994 (109 ans)
Nombre total de cernes disponibles pour cette période	: 3161
Nombre total d'années caractéristiques	: 31

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	75	6	17	25	1933	0	75	24	-20
1982	86	0	13	48	1931	89	0	10	34
1980	3	96	0	-38	1928	0	75	24	-17
1977	86	0	13	40	1925	75	3	20	33
1976	0	96	3	-32	1924	93	0	6	61
1969	96	0	3	77	1923	0	89	10	-33
1966	0	93	6	-36	1919	0	86	13	-22
1965	89	0	10	33	1916	72	0	27	26
1962	0	82	17	-23	1915	13	75	10	-12
1961	89	3	6	35	1911	3	96	0	-24
1958	93	0	6	56	1910	93	0	6	39
1956	6	89	3	-28	1905	3	89	6	-25
1947	0	93	6	-34	1903	79	0	20	26
1946	93	3	3	76	1894	96	0	3	60
1943	79	6	13	27	1893	3	79	17	-24
1938	79	3	17	30					

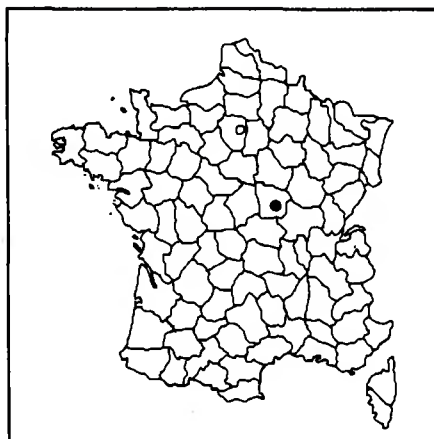


- ← Forte croissance (17) :
 - 80% : 1982, 1977, 1969, 1965, 1961, 1958, 1946, 1931, 1924, 1910, 1894
 - 70% : 1994, 1943, 1938, 1925, 1916, 1903

- ← Faible croissance (14) :
 - 80% : 1980, 1976, 1966, 1962, 1956, 1947
 - 70% : 1933, 1928, 1915, 1893

Il s'agit d'un des plus vieux peuplements de chêne sessile du réseau. Jusqu'en 1920, la croissance a diminué régulièrement (effet âge et/ou sylvicole) puis s'est stabilisée à un niveau légèrement supérieur à 1 mm/an jusque dans les années 1950. Depuis cette date, la croissance a augmenté de nouveau, très certainement en relation avec l'amélioration de la gestion sylvicole dans la parcelle. Actuellement, elle est stabilisée autour d'une valeur de 1,3 mm/an. La sécheresse de 1976 est bien marquée (-32%) ainsi que l'année 1956 (-28%) caractérisée par des froids hivernaux intenses. La très forte croissance observée en 1969 (+77%) semble être, en partie, la résultante de la coupe effectuée dans le peuplement en 1968 (exploitation de 401 m3).

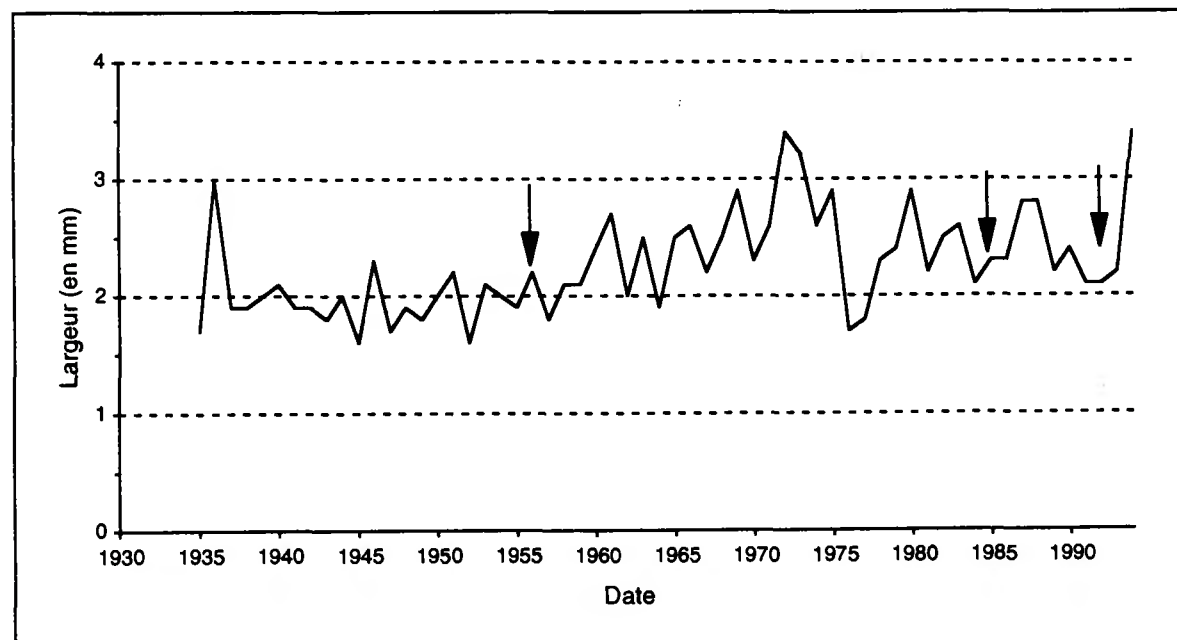
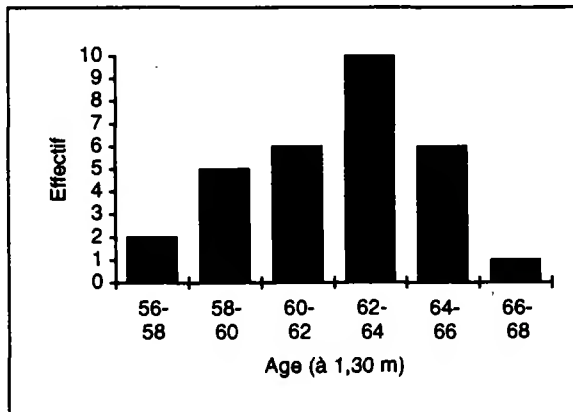
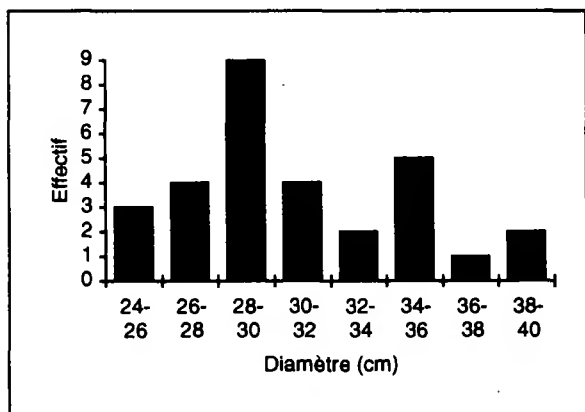
Placette :	CHS 58	Forêt : de Vincence
Altitude (m) :	270	Pente (%) : 7
		Exposition : sud-ouest
Département : Nièvre	Région : Bourgogne	



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 1760
Longueur de la chronologie	: 1935-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	61 (±2,5)	56	66
Diamètre (cm)	31 (±3,9)	24	38
Hauteur (m) (n=25)	23,4	21	27
Accroissement (mm/an)	2,26 (±0,37)	1,52	2,94
Largeur d'aubier (mm)	34,6 (±7,6)	25	58

Acr : 1985 à 1994	2,46 mm/an
: 1980 à 1994	2,46 mm/an



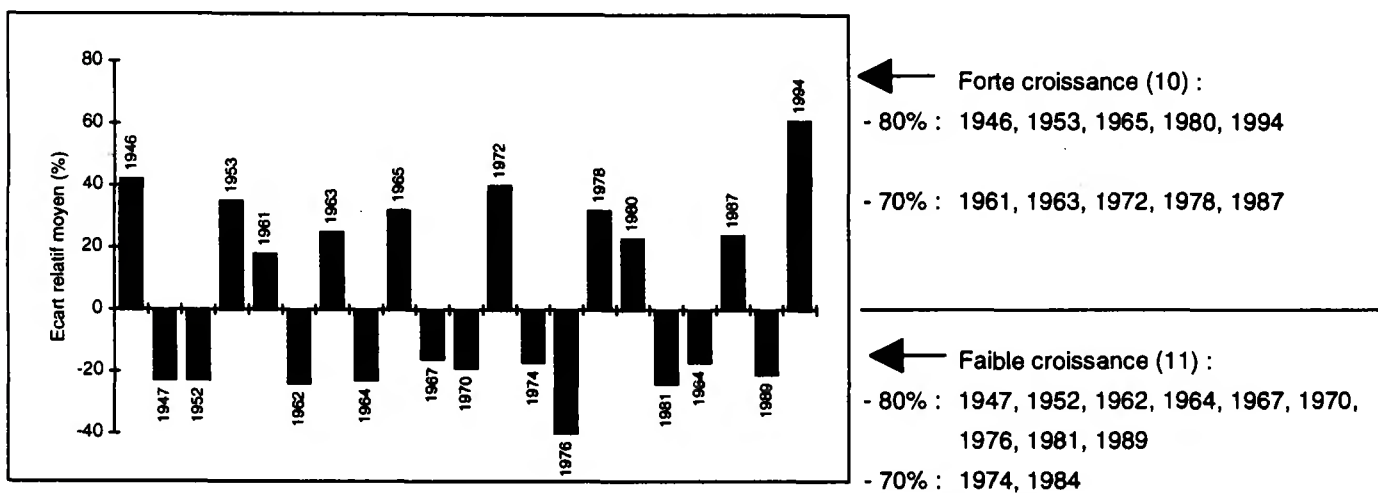
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1945). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHS 58

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1945-1994 (50 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1500
 Nombre total d'années caractéristiques : 21

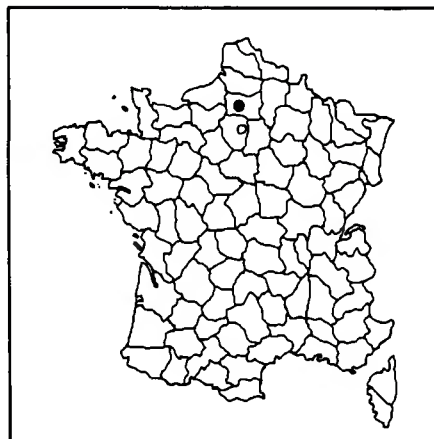
Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif					Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)
1994	100	0	0	61	1967	0	86	13	-16
1989	0	83	16	-21	1965	80	0	20	32
1987	70	3	26	24	1964	0	83	16	-23
1984	6	70	23	-17	1963	76	0	23	25
1981	0	86	13	-24	1962	0	86	13	-24
1980	80	0	20	23	1961	73	10	16	18
1978	76	6	16	32	1953	83	3	13	35
1976	0	100	0	-40	1952	6	86	6	-23
1974	3	70	26	-17	1947	0	93	6	-23
1972	76	3	20	40	1946	90	0	10	42
1970	6	80	13	-19					



Jusqu'en 1975, la croissance radiale a augmenté régulièrement (effet à long terme de l'éclaircie de 1956 ?) puis s'est stabilisée après la crise de 1976 à un niveau moyen de l'ordre de 2,5 mm/an. Dans ce peuplement, la sécheresse de 1976 semble avoir "stoppée" brutalement la tendance positive, ce qui est par ailleurs confirmé par l'analyse des années caractéristiques qui montre qu'en 1976 100% des arbres ont présenté le même comportement c'est-à-dire une réduction moyenne de croissance de 40%. La sécheresse de 1989 est également bien marquée (-21%), mais les arbres semblent avoir bien récupéré suite aux effets, probablement combinés, de meilleures conditions climatiques et de l'éclaircie de 1992.

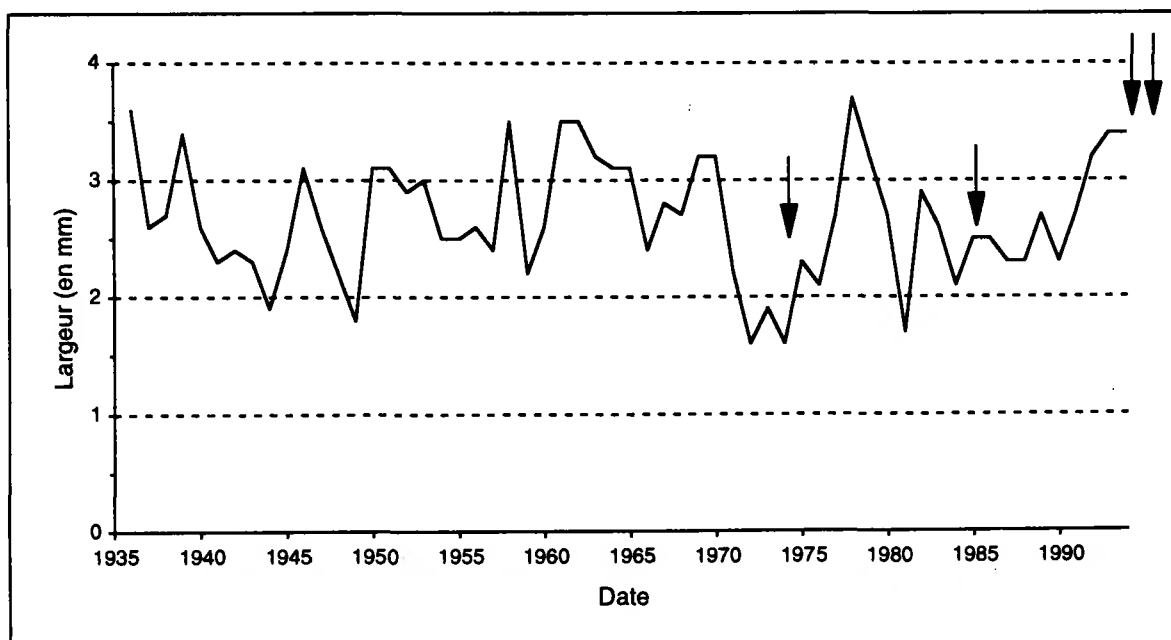
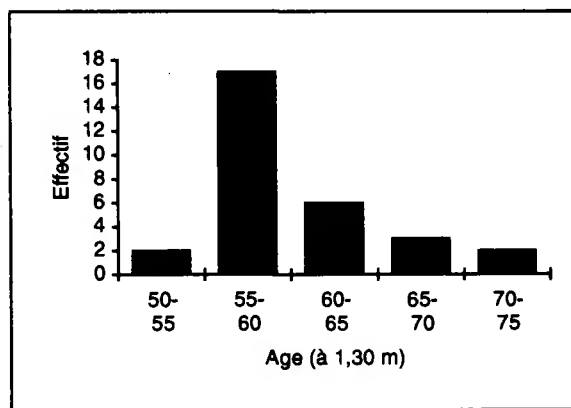
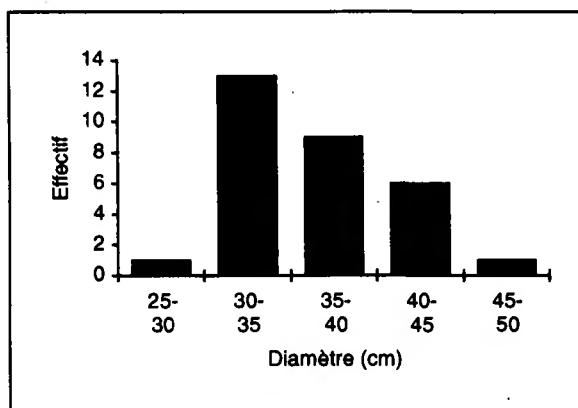
Placette :	CHS 60	Forêt : de Hez-Froidmont
Altitude (m) : 55	Pente (%) : 1	Exposition : plat
Département :	Oise	Région : Picardie

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1769
Longueur de la chronologie	: 1936-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	60 (±4,3)	54	71
Diamètre (cm)	36 (±4,3)	29	47
Hauteur (m) (n=25)	25,3	23	27,5
Accroissement (mm/an)	2,66 (±0,51)	1,81	3,86
Largeur d'aubier (mm)	32,2 (±8,1)	32	50

Acr : 1985 à 1994	2,73 mm/an
: 1980 à 1994	2,62 mm/an

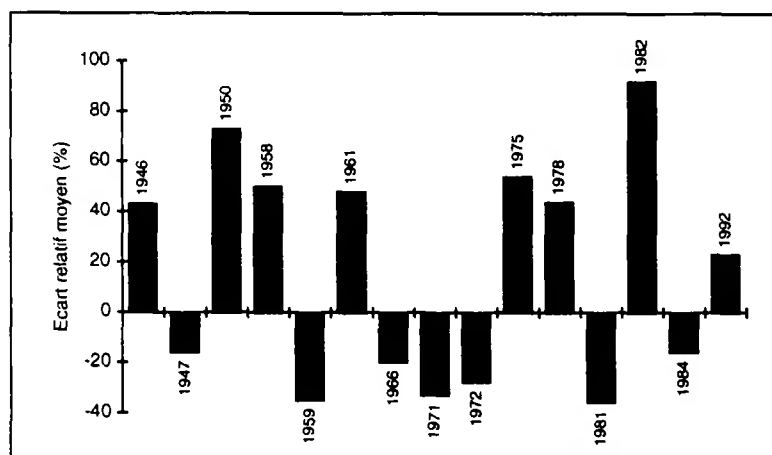


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1945). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHS 60
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1945-1994 (50 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 1500
 Nombre total d'années caractéristiques : 15

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	73	6	20	23
1984	10	73	16	-16
1982	96	0	3	92
1981	0	96	3	-36
1978	93	0	6	44
1975	76	6	16	54
1972	3	93	3	-28
1971	0	96	3	-33
1966	6	80	13	-20
1961	73	6	20	48
1959	0	90	10	-35
1958	83	3	13	50
1950	96	0	3	73
1947	10	76	13	-16
1946	80	10	10	43



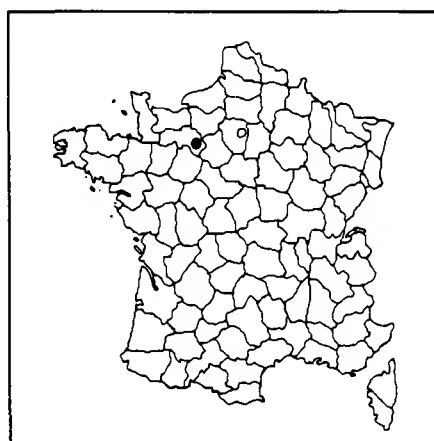
← Forte croissance (8) :
 - 80% : 1946, 1950, 1958, 1978, 1982
 - 70% : 1961, 1975, 1992

← Faible croissance (7) :
 - 80% : 1959, 1966, 1971, 1972, 1981
 - 70% : 1947, 1984

Depuis l'origine, le peuplement présente un niveau de croissance radiale élevé (2,7 mm/an) qui le situe au troisième rang quant au niveau d'accroissement observé pour l'ensemble des placettes de chêne échantillonnées. Cependant, le peuplement présente également des fluctuations interannuelles importantes : 1949, 1959 (-35%), de 1970 à 1979, 1981. Les sécheresses de 1976 et du début des années 1990 sont très peu marquées sur ce site. L'explication de cette "particularité" est certainement sylvicole (minimisation de la compétition pour l'eau suite aux éclaircies pratiquées peu avant les stress) et stationnelle (station à forte réserve utile en eau ?).

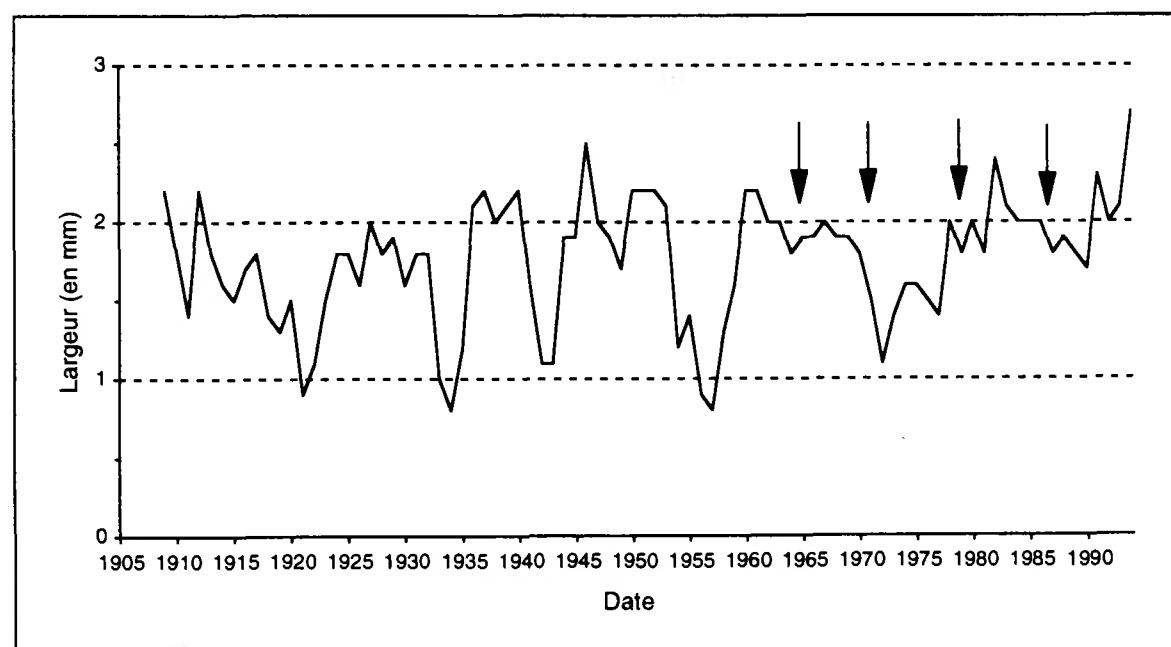
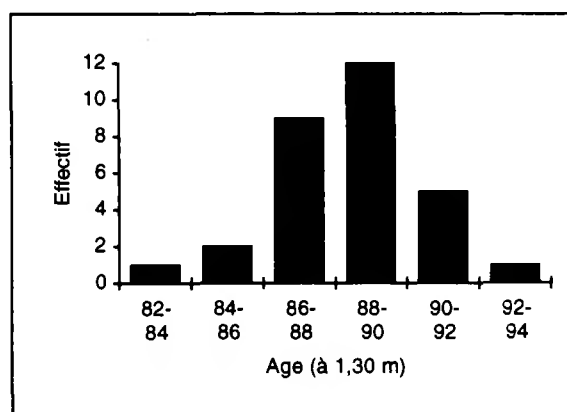
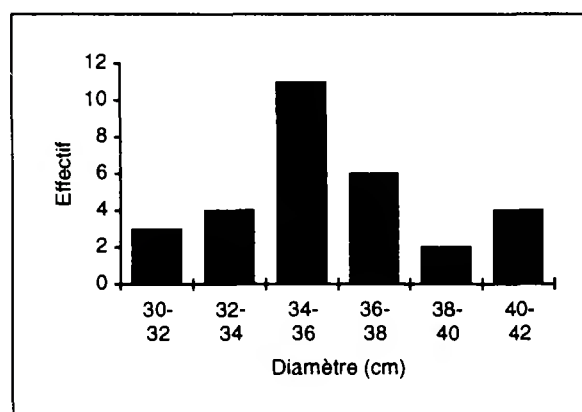
Placette :	CHS 61	Forêt : de Reno-Valdiéu
Altitude (m) :	220	Pente (%) : 5
		Exposition : sud-est
Département :	Orne	Région : Basse-Normandie

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2558
Longueur de la chronologie	: 1909-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	88 (±2,0)	83	92
Diamètre (cm)	36 (±3)	30	42
Hauteur (m) (n=34)	26,9	24	29
Accroissement (mm/an)	1,76 (±0,22)	1,26	2,26
Largeur d'aubier (mm)	35,5 (±7,3)	23	48

Acr : 1985 à 1994	2,03 mm/an
: 1980 à 1994	2,04 mm/an



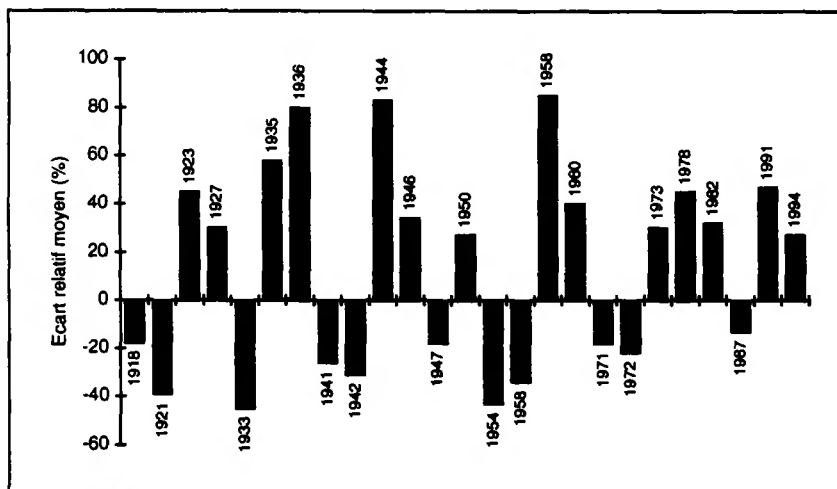
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1914). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHS 61

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1914-1994 (81 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2430
 Nombre total d'années caractéristiques : 25

Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif					Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)
1994	80	3	16	27	1947	3	80	16	-18
1991	86	3	10	47	1946	86	0	13	34
1987	6	70	23	-13	1944	100	0	0	83
1982	83	3	13	32	1942	0	93	6	-31
1978	90	0	10	45	1941	0	86	13	-26
1973	70	3	26	30	1936	96	0	3	80
1972	3	83	13	-22	1935	83	6	10	58
1971	0	80	20	-18	1933	0	90	10	-45
1960	90	3	6	40	1927	86	0	13	30
1958	100	0	0	85	1923	90	3	6	45
1956	0	86	13	-34	1921	0	93	6	-39
1954	0	100	0	-43	1918	6	73	20	-18
1950	86	0	13	27					



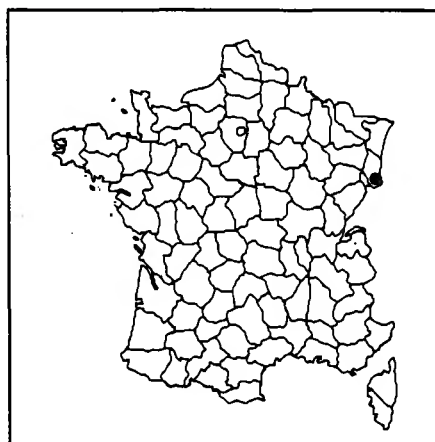
- ← Forte croissance (14) :
- 80% : 1923, 1927, 1935, 1936, 1944, 1946, 1950, 1958, 1960, 1978, 1982, 1991, 1994
 - 70% : 1973
-
- ← Faible croissance (11) :
- 80% : 1921, 1933, 1941, 1942, 1947, 1954, 1956, 1971, 1972
 - 70% : 1918, 1987

Depuis l'origine, le peuplement présente de fortes fluctuations interannuelles ainsi que des crises de croissance plus ou moins importantes : 1921 (-39%), 1933 (-45%), 1941 (-26%), de 1950 à 1960 centrée sur 1956 (-34%), 1972 (-22%). L'année 1954 est également remarquable par le fait que 100% des arbres ont présenté une réduction moyenne de croissance de -43%. A l'opposé, deux années positives, 1944 et 1958, sont également particulières car 100% des arbres ont présenté une augmentation moyenne respectivement de +83% et +85%.

Il semble que l'amélioration de la gestion sylvicole depuis les années 1970 ait permis d'améliorer nettement et durablement le niveau de croissance radiale (actuellement 2 mm/an), mais également de minimiser les effets de crises climatiques comme les sécheresses de 1976 et du début des années 1990 qui sont peu marquées sur ces arbres.

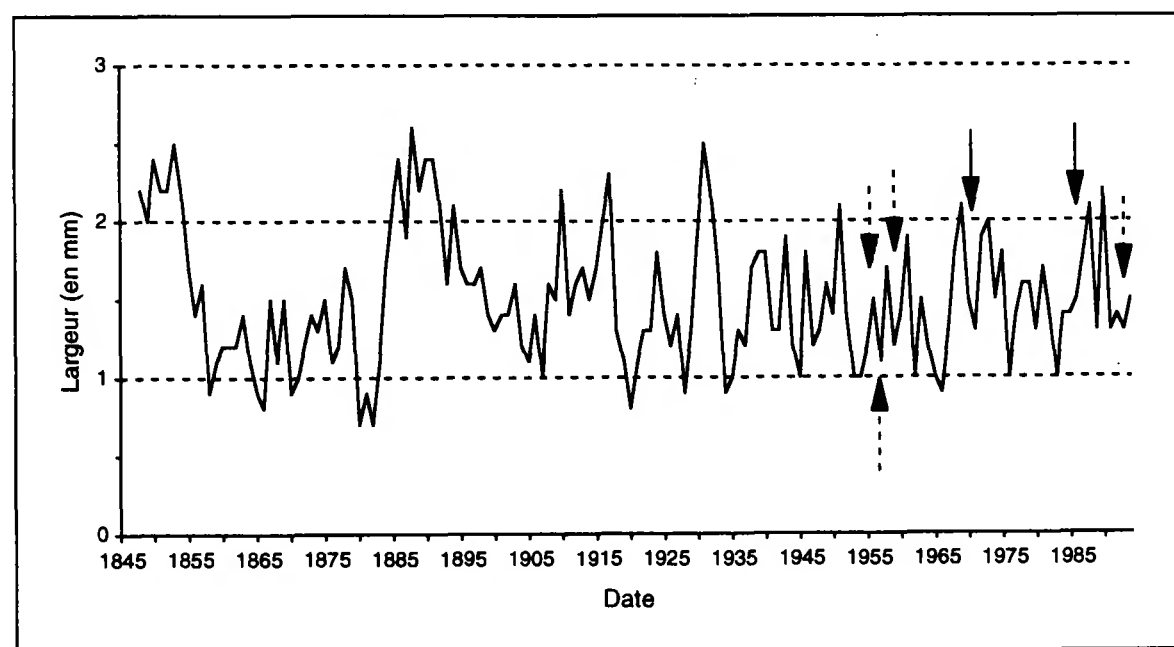
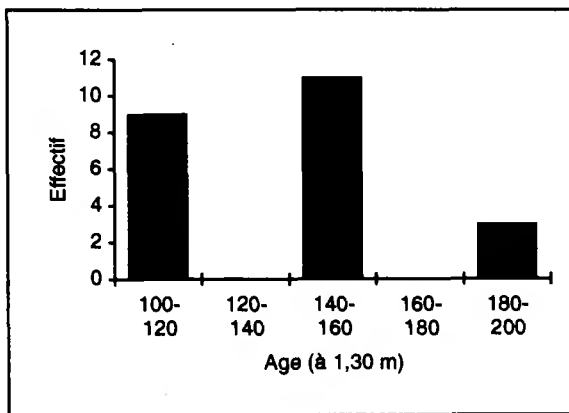
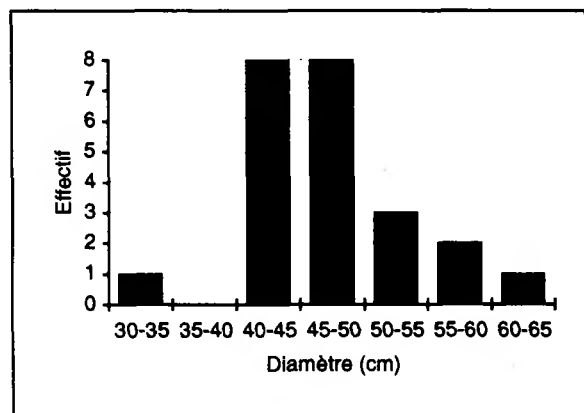
Placette :	CHS 68	Forêt : de la Harth
Altitude (m) :	256	Pente (%) : 0
Département :	Haut-Rhin	Exposition : plat
		Région : Alsace

Effectif d'arbres	: 23
Nombre total de cernes	: 3110
Longueur de la chronologie	: 1848-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	137 (±27,8)	102	188
Diamètre (cm)	47 (±6,5)	35	61
Hauteur (m) (n=25)	22	19,8	24,5
Accroissement (mm/an)	1,55 (±0,29)	1,14	2,27
Largeur d'aubier (mm)	25,1 (±7,4)	12	46

Acr : 1985 à 1994	1,58 mm/an
: 1980 à 1994	1,51 mm/an

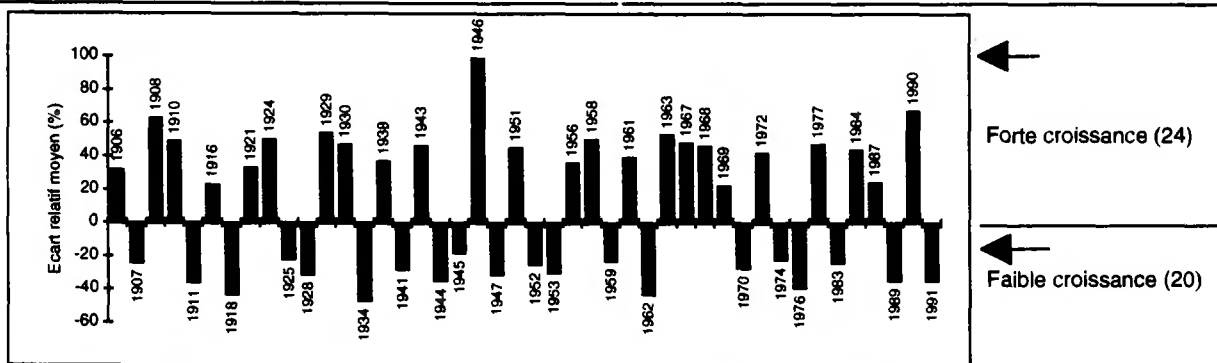


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1899). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Année caractéristique pour la placette CHS 68
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 23
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1899-1994 (96 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 2208
 Nombre total d'années caractéristiques : 44

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1991	0	91	8	-35	1951	86	4	8	45
1990	100	0	0	67	1947	4	86	8	-31
1989	4	95	0	-35	1946	95	0	4	99
1987	73	17	8	24	1945	8	78	13	-18
1984	82	0	17	44	1944	4	91	4	-35
1983	4	78	17	-24	1943	95	4	0	46
1977	78	13	8	47	1941	4	91	4	-28
1976	4	95	0	-39	1938	86	0	13	37
1974	0	78	21	-22	1934	0	100	0	-47
1972	86	0	13	42	1930	91	0	8	47
1970	0	86	13	-27	1929	82	4	13	54
1969	73	4	21	22	1928	0	95	4	-31
1968	86	8	4	46	1925	0	78	21	-22
1967	78	0	21	48	1924	91	0	8	50
1963	95	0	4	53	1921	86	0	13	33
1962	0	95	4	-43	1918	0	100	0	-43
1961	78	8	13	39	1916	78	13	8	23
1959	13	82	4	-23	1911	0	95	4	-36
1958	91	0	8	50	1910	82	0	17	49
1956	73	8	17	36	1908	82	4	13	63
1953	0	86	13	-30	1907	4	73	21	-24
1952	4	91	4	-25	1906	82	4	13	32



Forte croissance (24) :

80% : 1906, 1908, 1910, 1921, 1924, 1929, 1930, 1938, 1943, 1946, 1951, 1958, 1963, 1968, 1972, 1984, 1990
 70% : 1916, 1956, 1961, 1967, 1969, 1977, 1987

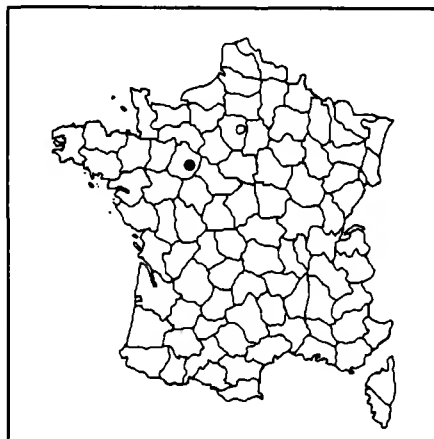
Faible croissance (20) :

80% : 1911, 1918, 1928, 1934, 1941, 1944, 1947, 1952, 1953, 1959, 1962, 1970, 1976, 1989, 1991
 70% : 1907, 1925, 1945, 1974, 1983

Il s'agit d'un des plus vieux peuplements de chêne sessile échantillonnés dans le réseau. Depuis l'origine, ce peuplement est très "réactif", c'est-à-dire qu'il présente de fortes amplitudes interannuelles de croissance. Ce comportement est par ailleurs confirmé par le pourcentage élevé d'années caractéristiques mis en évidence sur ce site (46%). Les sécheresses de 1976 et 1989 sont très marquées (respectivement -39% et -35%). Les années 1918, 1934 et 1990 sont également remarquables par le fait que 100% des arbres ont présenté le même comportement : faible croissance pour 1918 et 1934 (-43% et -47%) et forte croissance pour 1990 (+67%). A l'heure actuelle, le niveau de croissance radiale est de l'ordre de 1,6 mm/an et le peuplement présente des signes alarmants de dépérissement. Une étude dendroécologique est d'ailleurs en cours sur ce massif (responsable : N. Bréda, INRA Nancy) afin de préciser, entre autre, l'origine de ce dépérissement de grande ampleur.

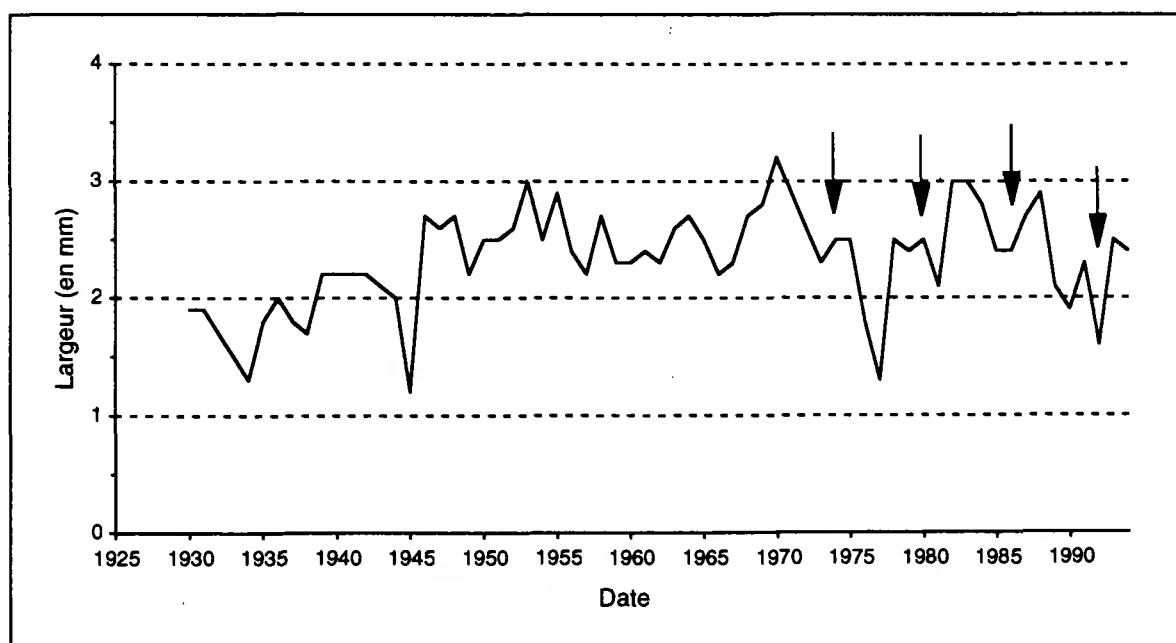
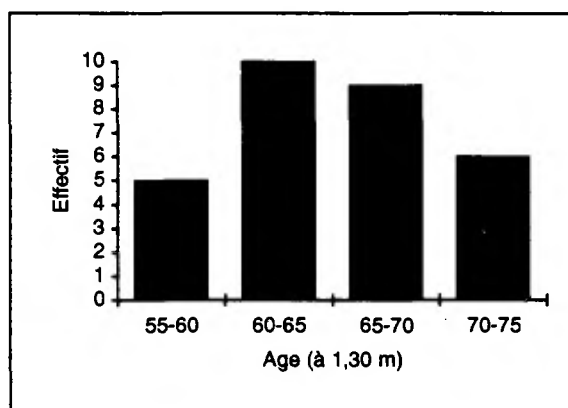
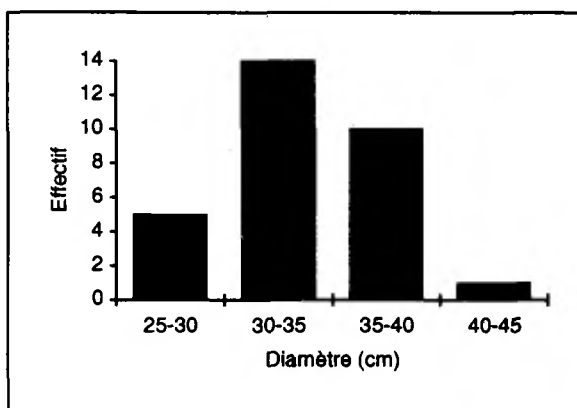
Placette :	CHS 72	Forêt : de Bercé
Altitude (m) :	170	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Sarthe	Région : Pays de la Loire

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1872
Longueur de la chronologie	: 1930-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	64 (±4,2)	57	72
Diamètre (cm)	34 (±3,7)	26	41
Hauteur (m) (n=18)	24,1	19,5	27,5
Accroissement (mm/an)	2,39 (±0,31)	1,7	2,96
Largeur d'aubier (mm)	29,5 (±7,0)	18	42

Acr : 1985 à 1994	2,32 mm/an
: 1980 à 1994	2,44 mm/an

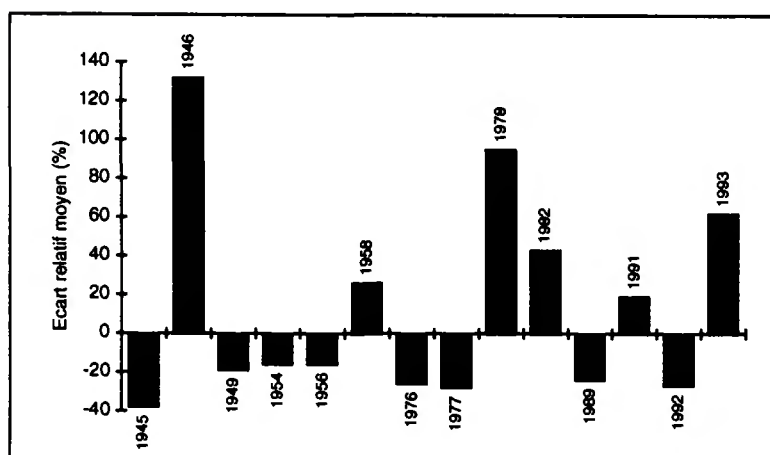


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1942). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHS 72
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1942-1994 (53 ans)
 Nombre total de cerne disponibles pour cette période : 1590
 Nombre total d'années caractéristiques : 14

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	96	0	3	62
1992	3	93	3	-27
1991	70	0	30	19
1989	6	83	10	-24
1982	90	0	10	43
1978	100	0	0	95
1977	0	83	16	-28
1976	3	86	10	-26
1958	80	3	16	26
1956	3	70	26	-16
1954	3	70	26	-16
1949	0	73	26	-19
1946	100	0	0	132
1945	0	90	10	-38



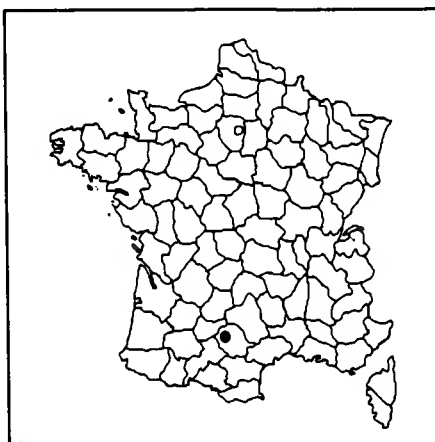
← Forte croissance (6) :
 - 80% : 1946, 1958, 1978, 1982, 1993
 - 70% : 1991

← Faible croissance (8) :
 - 80% : 1945, 1976, 1977, 1989, 1992
 - 70% : 1949, 1954, 1956

Depuis l'origine, ce peuplement présente une croissance relativement stable (2,3 mm/an) avec néanmoins des séquences d'années remarquables : 1945-1946 (-38% et +132%), 1975 à 1978 (de -26% à +95%), 1981 (-24%), 1989 (-24%) et 1992 (-27%). Les effets des éclaircies ne sont pas directement observables sur le profil moyen de croissance (pas de saut brusque). Cependant, elles ont probablement minimisé la compétition pour l'eau au moment des déficits saisonniers et permis aux arbres de récupérer plus vite après les crises.

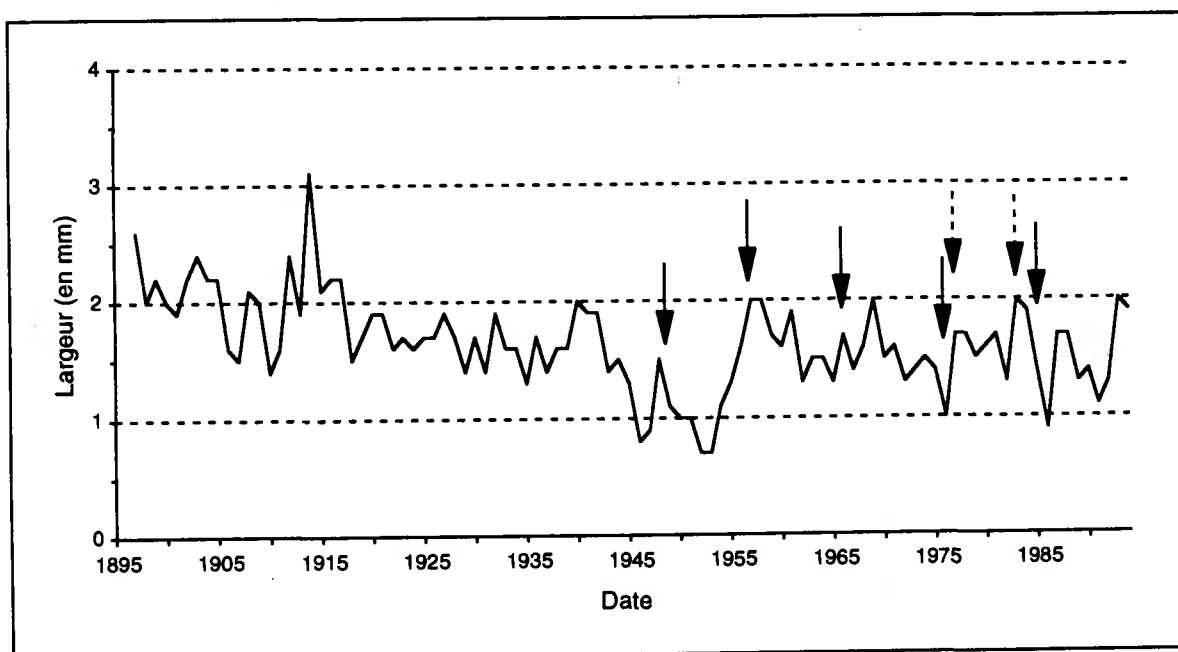
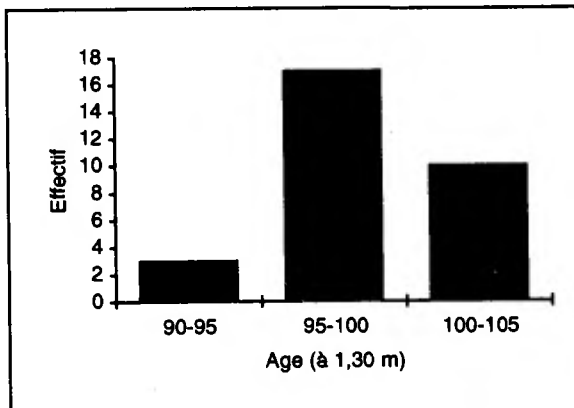
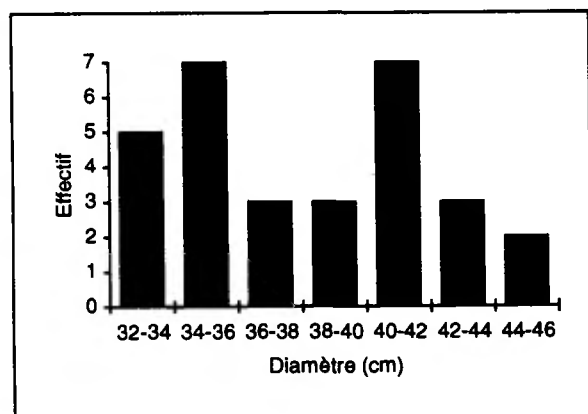
Placette :	CHS 81	Forêt : de Grésigne
Altitude (m) :	300	Pente (%) : 18
		Exposition : sud-est
Département :	Tam	Région : Midi-Pyrénées

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2895
Longueur de la chronologie	: 1897-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	98 (±2,9)	93	103
Diamètre (cm)	38 (±3,9)	32	45
Hauteur (m) (n=5)	27,8	23	30
Accroissement (mm/an)	1,62 (±0,23)	1,1	2,03
Largeur d'aubier (mm)	21,5 (±4,7)	14	35

Acr : 1985 à 1994	1,47 mm/an
: 1980 à 1994	1,55 mm/an



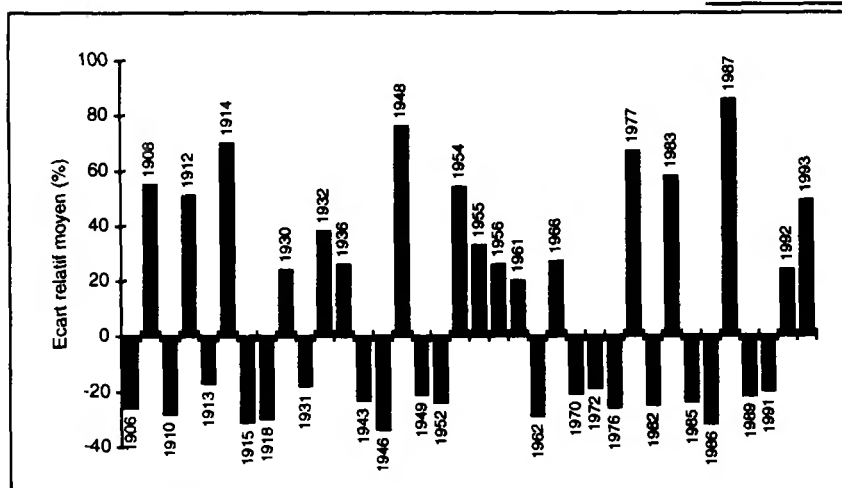
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1903). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette CHS 81

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1903-1994 (92 ans)
Nombre total de cemes disponibles pour cette période	: 2760
Nombre total d'années caractéristiques	: 36

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Fréquence de l'évolution interannuelle (%)					
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	Ecart relatif moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	Ecart relatif moyen (%)
1993	93	3	3	49	1954	86	6	6	54
1992	73	10	16	24	1952	3	80	16	-24
1991	3	76	20	-20	1949	3	80	16	-21
1989	3	90	6	-22	1948	100	0	0	76
1987	96	0	3	86	1946	0	96	3	-34
1986	3	96	0	-32	1943	0	86	13	-23
1985	0	86	13	-24	1936	80	3	16	26
1983	93	0	6	58	1932	86	10	3	38
1982	3	86	10	-25	1931	10	73	16	-18
1977	96	3	0	67	1930	76	0	23	24
1976	6	90	3	-26	1918	0	93	6	-30
1972	6	76	16	-19	1915	3	93	3	-31
1970	0	76	23	-21	1914	96	3	0	70
1966	73	0	26	27	1913	13	76	10	-17
1962	0	93	6	-29	1912	90	3	6	51
1961	73	10	16	20	1910	3	76	20	-28
1956	73	6	20	26	1908	86	6	6	55
1955	80	6	13	33	1906	6	93	0	-26

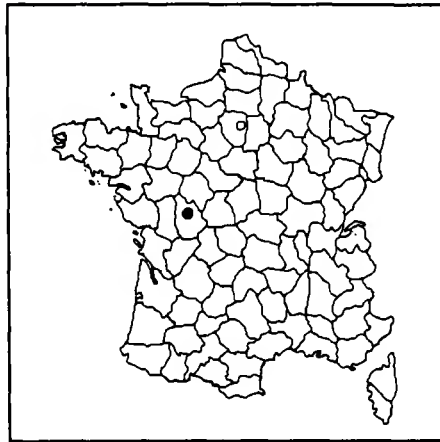


- ← Forte croissance (17) :
- 80% : 1908, 1912, 1914, 1932, 1936, 1948, 1954, 1955, 1977, 1983, 1987, 1993
 - 70% : 1930, 1956, 1961, 1966, 1992
-
- ← Faible croissance (19) :
- 80% : 1906, 1915, 1918, 1943, 1946, 1949, 1952, 1962, 1976, 1982, 1985, 1986, 1989
 - 70% : 1910, 1913, 1931, 1970, 1972, 1991

Après une phase de diminution de croissance (effet âge et/ou sylvicole), le peuplement présente depuis les années 1950 une croissance relativement stable de l'ordre de 1,5 mm/an. Depuis l'origine, le peuplement a traversé un certain nombre de crises : de 1940 à 1957 centrée sur 1946 (-34%) et 1952 (-24%), 1962 (-29%), 1976 (-26%), 1986 (-32%), 1989 (-22%), 1991 (-20%).

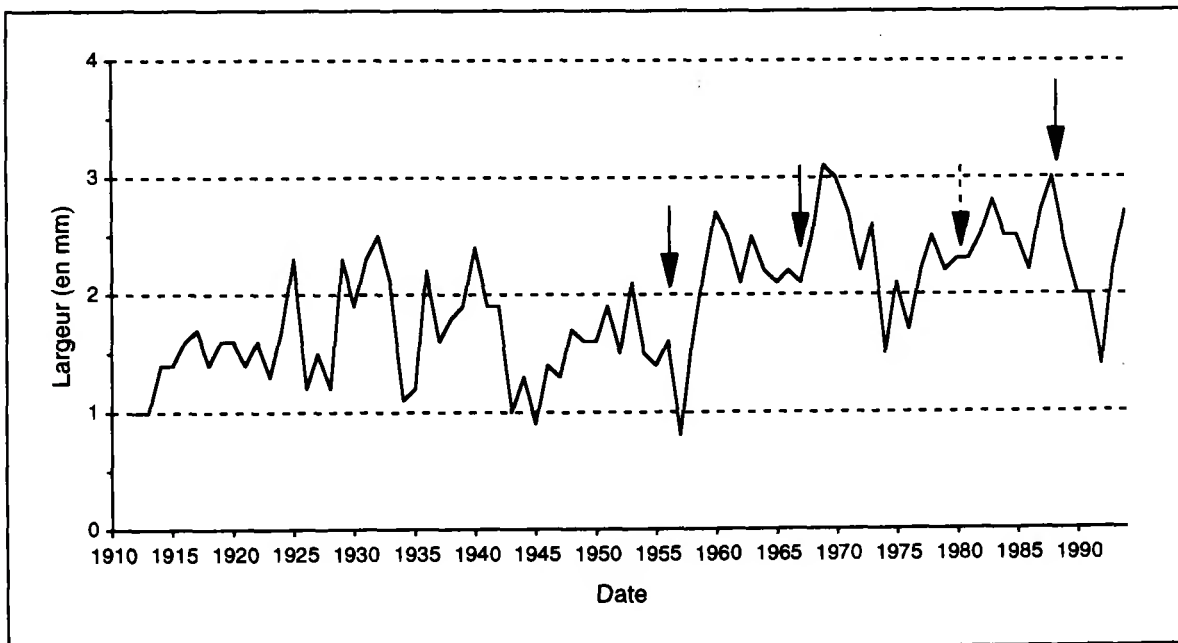
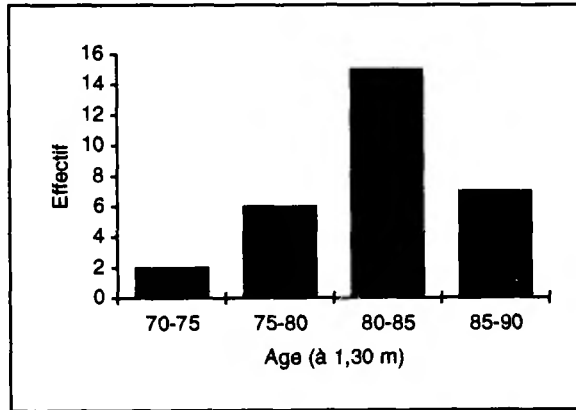
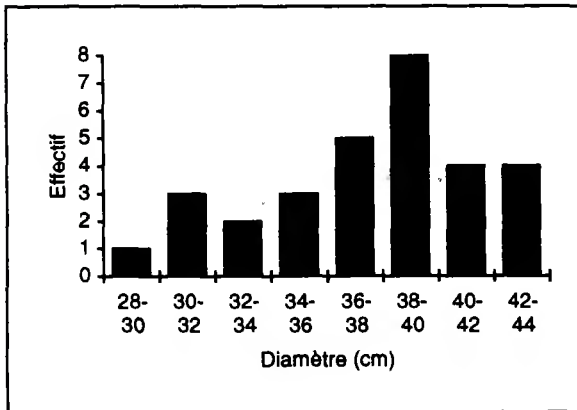
Placette :	CHS 86	Forêt : de Moulière
Altitude (m) :	116	Pente (%) : 4
		Exposition : nord-ouest
Département :	Vienne	Région : Poitou-Charente

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2391
Longueur de la chronologie	: 1912-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	82 (±4,5)	71	88
Diamètre (cm)	37 (±3,8)	29	43
Hauteur (m) (n=23)	25,2	23,5	26,5
Accroissement (mm/an)	1,95 (±0,35)	1,14	3,06
Largeur d'aubier (mm)	32,9 (±7,6)	18	53

Acr : 1985 à 1994	2,31 mm/an
: 1980 à 1994	2,37 mm/an



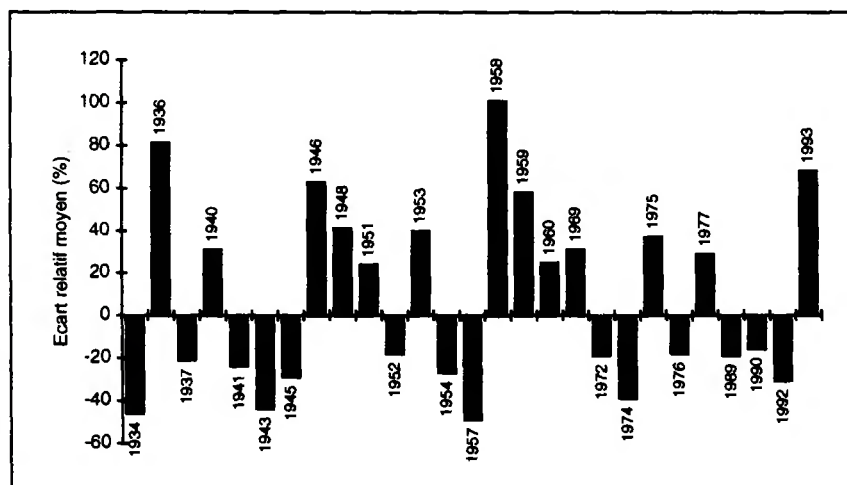
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1929). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette CHS 86

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1929-1994 (66 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1980
 Nombre total d'années caractéristiques : 27

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	96	0	3	68	1954	3	90	6	-27
1992	0	93	6	-31	1953	83	3	13	40
1990	0	73	26	-16	1952	6	76	16	-18
1989	3	76	20	-19	1951	70	10	20	24
1977	70	3	26	29	1948	83	3	13	41
1976	0	76	23	-18	1946	93	3	3	63
1975	80	3	16	37	1945	6	83	10	-29
1974	0	96	3	-39	1943	3	96	0	-44
1972	0	80	20	-19	1941	6	70	23	-24
1969	73	0	26	31	1940	80	3	16	31
1960	70	3	26	25	1937	6	73	20	-21
1959	86	6	6	58	1936	96	0	3	81
1958	93	3	3	101	1934	0	96	3	-46
1957	0	100	0	-49					

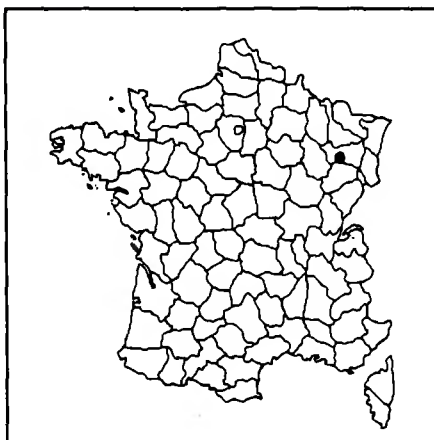


- ← Forte croissance (13) :
- 80% : 1936, 1940, 1946, 1948, 1953, 1958, 1959, 1975, 1993
 - 70% : 1951, 1960, 1969, 1977
-
- ← Faible croissance (14) :
- 80% : 1934, 1943, 1945, 1954, 1957, 1972, 1974, 1992
 - 70% : 1937, 1941, 1952, 1976, 1989, 1990

Sans exclure l'effet potentiel de meilleures conditions climatiques, l'augmentation du niveau de croissance radiale observée depuis la fin des années 1950 coïncide avec l'amélioration de la gestion sylvicole de la parcelle. D'une moyenne de 1,5 mm/an avant les éclaircies, la croissance est actuellement nettement supérieure à 2 mm/an (2,3 mm/an pour les 10 dernières années). Outre cette amélioration générale, le peuplement a néanmoins traversé un certain nombre de crises notamment en 1934 (-34%), 1943 (-44%), 1957 (-49%), 1974 (-39%). Les sécheresses de 1976 et du début des années 1990 sont très marquées : 1976 (-18%), 1989, 1990 et 1992 respectivement -19%, -16% et -31%. La crise des années 1990 est d'ailleurs une des caractéristique de la grande majorité des placettes du quart Nord-Ouest de la France où les déficits hydriques pendant cette période ont été particulièrement sévères. Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1993 (retour à de meilleures conditions climatiques ?).

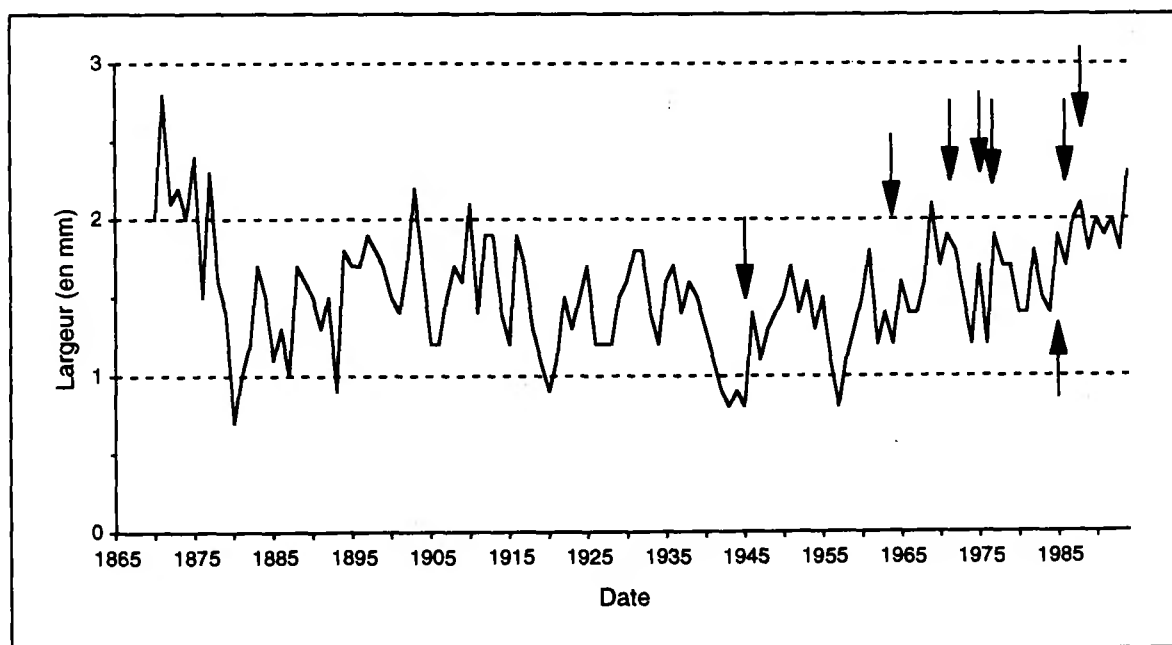
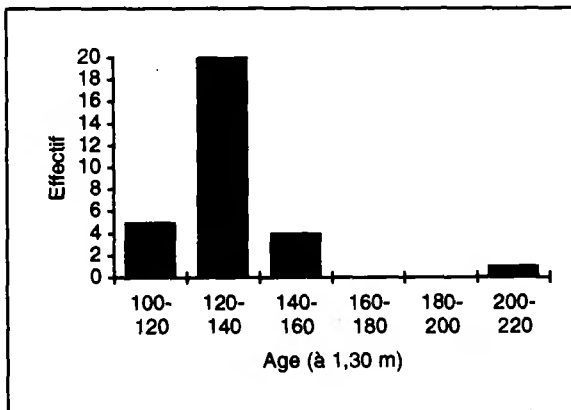
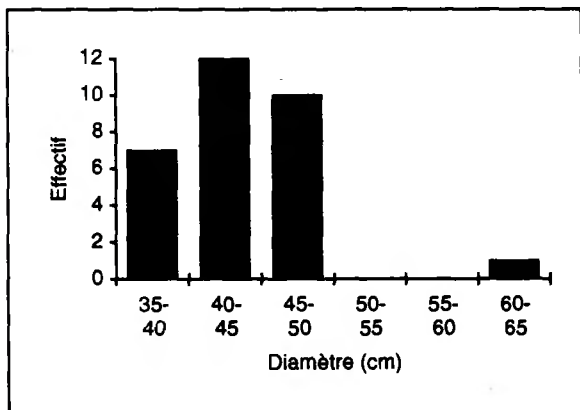
Placette :	CHS 88	Forêt : de Darney
Altitude (m) :	330	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Vosges	Région : Lorraine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 3800
Longueur de la chronologie	: 1870-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	129 (±18,5)	112	208
Diamètre (cm)	44 (±4,8)	37	61
Hauteur (m) (n=25)	26,4	23,5	28,5
Accroissement (mm/an)	1,51 (±0,23)	1,03	1,97
Largeur d'aubier (mm)	28,4 (±9,3)	11	51

Acr : 1985 à 1994	1,95 mm/an
: 1980 à 1994	1,80 mm/an



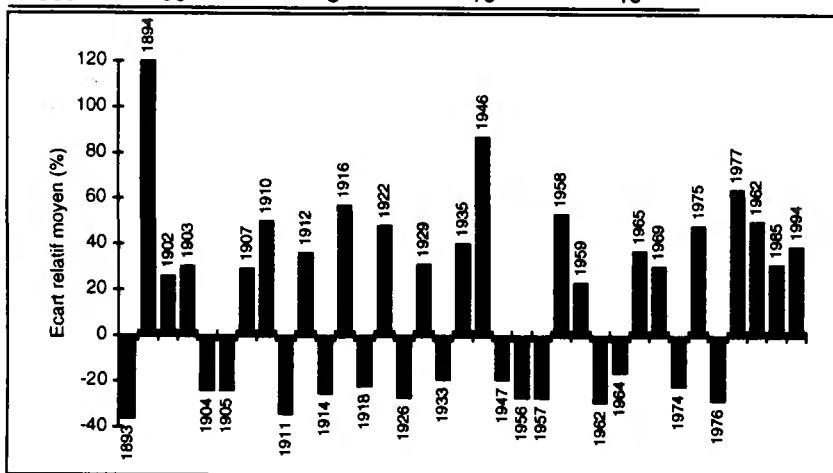
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1888). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CHS 88

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1888-1994 (107 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 3210
 Nombre total d'années caractéristiques : 35

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	83	6	10	39	1933	3	80	16	-19
1985	76	10	13	31	1929	73	10	16	31
1982	80	13	6	50	1926	6	86	6	-27
1977	86	3	10	64	1922	73	6	20	48
1976	0	90	10	-28	1918	0	83	16	-22
1975	93	3	3	48	1916	90	3	6	57
1974	0	86	13	-22	1914	10	86	3	-25
1969	80	3	16	30	1912	86	3	10	36
1965	90	3	6	37	1911	0	86	13	-34
1964	10	76	13	-16	1910	90	3	6	50
1962	0	90	10	-29	1907	80	6	13	29
1959	76	3	20	23	1905	6	73	20	-24
1958	96	3	0	53	1904	0	86	13	-24
1957	6	80	13	-27	1903	86	6	6	30
1956	0	86	13	-27	1902	70	3	26	26
1947	6	70	23	-19	1894	100	0	0	120
1946	93	6	0	87	1893	10	90	0	-36
1935	80	3	16	40					

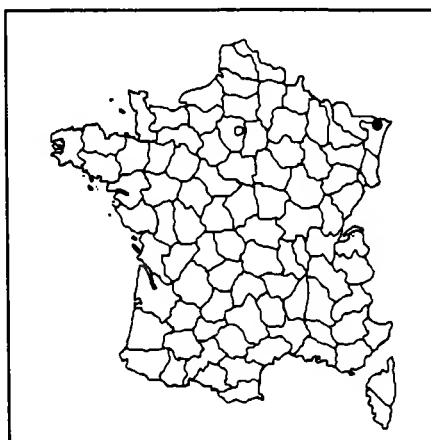


- ← Forte croissance (20) :
- 80% : 1894, 1903, 1907, 1910, 1912, 1916, 1935, 1946, 1958, 1965, 1969, 1975, 1977, 1982, 1994
 - 70% : 1902, 1922, 1929, 1959, 1985
- ← Faible croissance (15) :
- 80% : 1893, 1904, 1911, 1914, 1918, 1926, 1933, 1956, 1957, 1962, 1974, 1976,
 - 70% : 1905, 1947, 1964,

Après une diminution régulière de la croissance (effet âge et/ou sylvicole), le peuplement présente une augmentation continue de la largeur des cernes depuis le début des années 1950. Sans exclure l'effet potentiel de meilleures conditions environnementales, cette accélération coïncide avec l'amélioration (importante) de la gestion sylvicole de la parcelle. D'une moyenne de 1,5 mm/an avant les éclaircies, la croissance est actuellement proche de 2 mm/an, ce qui place ce peuplement en première position pour cette gamme d'âges. Il s'agit d'ailleurs d'un des plus vieux peuplements de chêne du réseau sur lequel a été échantillonné un arbre âgé de 208 ans (à 1,30 m en 1994).

Outre cette amélioration générale, le peuplement a néanmoins traversé un certain nombre de crises notamment en 1893-1894, 1905, 1920, 1940 à 1950, 1956 (-27%), 1976 (-28%). Dans ce peuplement, 4 années caractéristiques positives correspondent aux éclaircies : 1946 (éclaircie de 1945 ; +87%), 1965 (éclaircie de 1964 ; +37%) ; 1977 (éclaircies de 1975 et 1977 ; +64%) et 1985 (éclaircie de 1985 ; +31%).

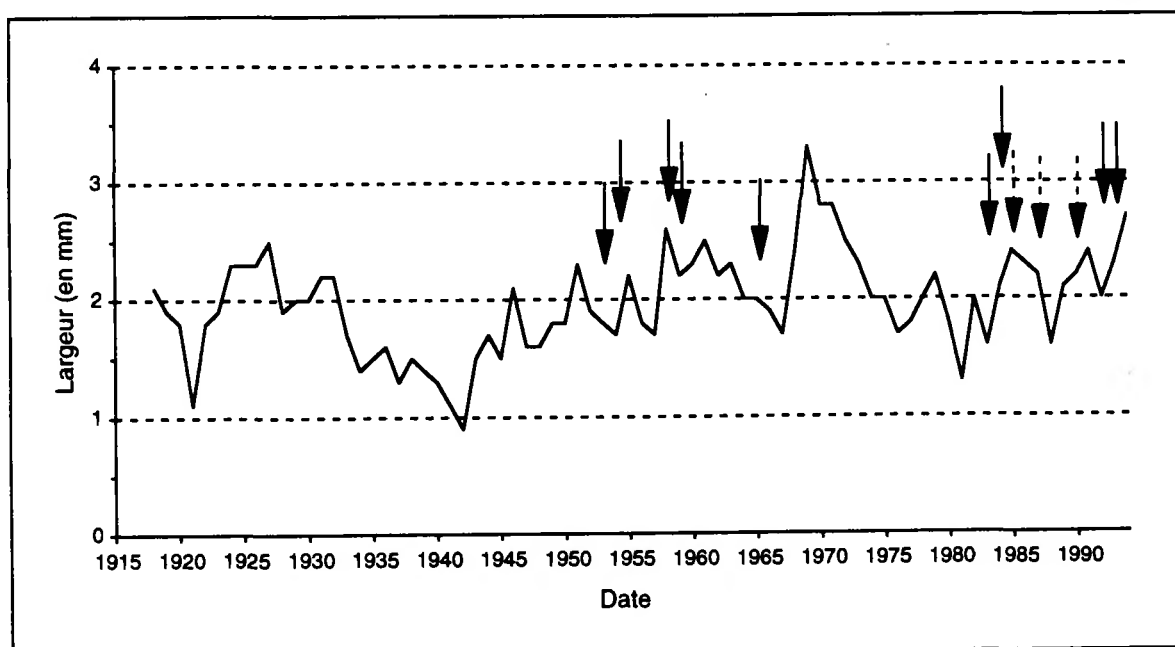
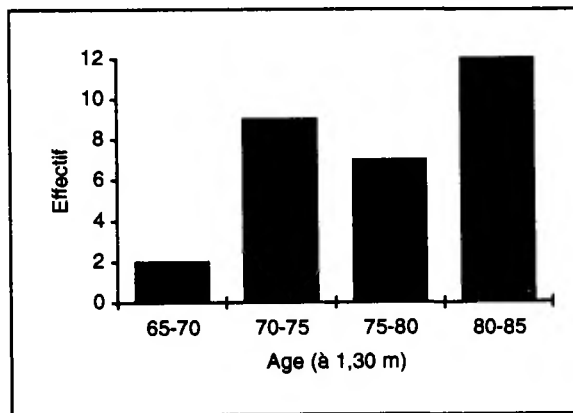
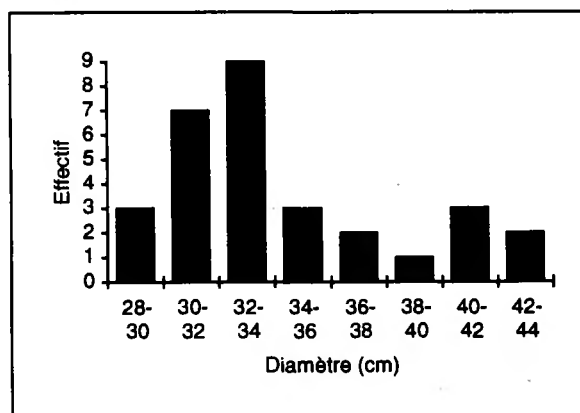
Placette :	CPS 67	Forêt : de Nonnenhardt
Altitude (m) :	350	Pente (%) : 10
Département :	Bas-Rhin	Exposition : sud
		Région : Alsace



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 2224
Longueur de la chronologie	: 1918-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	76 (±4,3)	69	82
Diamètre (cm)	34 (±4)	29	44
Hauteur (m) (n=29)	25,1	22	30,5
Accroissement (mm/an)	1,98 (±0,38)	1,46	3,14
Largeur d'aubier (mm)	31,3 (±6,9)	21	49

Acr : 1985 à 1994	2,22 mm/an
: 1980 à 1994	2,07 mm/an



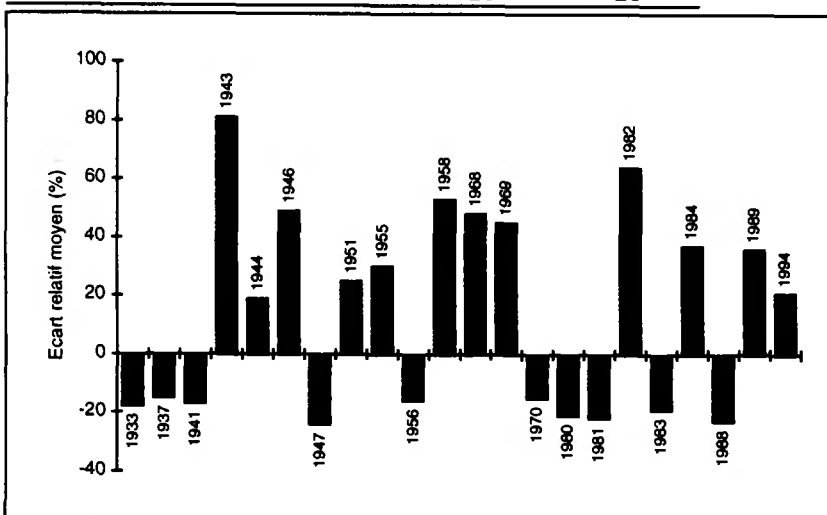
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1930). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CPS 67

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1930-1994 (65 ans)
 Nombre total de cerne disponibles pour cette période : 1950
 Nombre total d'années caractéristiques : 22

Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif					Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)
1994	70	6	23	21	1947	0	86	13	-24
1989	76	13	10	36	1946	90	0	10	49
1988	13	76	10	-23	1944	73	13	13	19
1984	83	3	13	37	1943	96	0	3	81
1983	6	70	23	-19	1941	20	70	10	-17
1982	90	6	3	64	1937	0	70	30	-15
1981	13	80	6	-22	1933	0	70	30	-18
1980	6	76	16	-21					
1970	0	76	23	-15					
1969	90	0	10	45					
1968	80	0	20	48					
1958	90	0	10	53					
1956	6	70	23	-16					
1955	83	3	13	30					
1951	73	0	26	25					



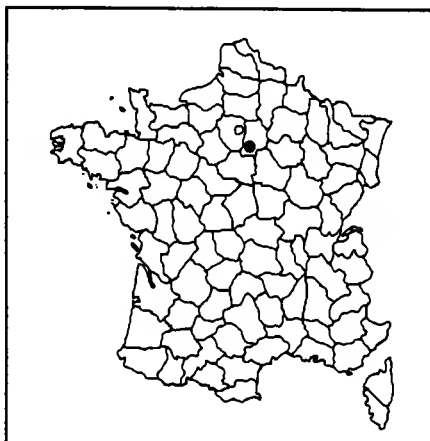
- ← Forte croissance (12) :
- 80% : 1943, 1946, 1955, 1958, 1968, 1969, 1982, 1984
 - 70% : 1944, 1951, 1989, 1994
-
- ← Faible croissance (10) :
- 80% : 1947, 1981
 - 70% : 1933, 1937, 1941, 1956, 1970, 1980, 1983, 1988

Selon les observations faites par M. Corvein (STIR Nancy) en juillet 1996, les 30 arbres échantillonnés se répartissent en 7 chênes pédonculés et 23 chênes sessiles. Pour une analyse plus précise des facteurs influençant la croissance radiale des arbres, il faudra dans l'avenir dissocier les deux espèces.

Depuis son origine, le peuplement a traversé un certain nombre de crises parmi lesquelles 1921, 1942, 1967, 1981 et 1988 sont bien marquées. Parmi les 8 années caractéristiques positives de la période 1953-1994, 4 apparaissent après des éclaircies : 1955 (éclaircie de 1954 ; +30%), 1958 (éclaircie de 1958 ; +53%), 1984 (éclaircie de 1983 ; +37%) et 1994 (éclaircie de 1993 ; +21%). L'augmentation de croissance observée dans ce peuplement depuis le début des années 1980 semble trouver en partie son explication dans les nombreuses interventions sylvicoles (4 éclaircies et 3 chablis) pratiquées dans la parcelle.

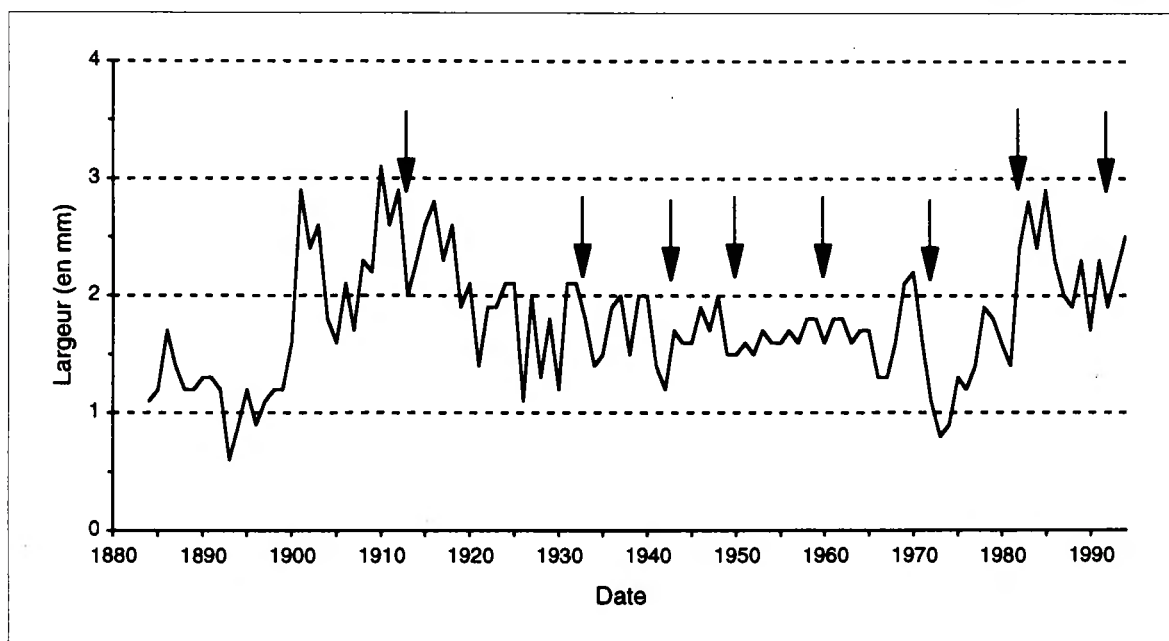
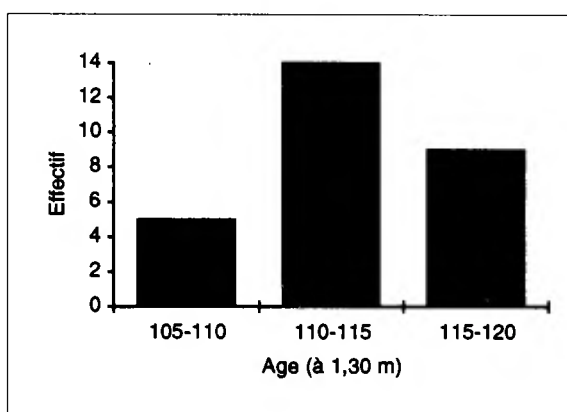
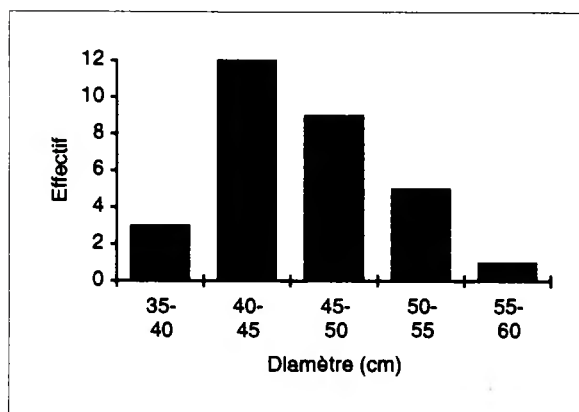
Placette : CPS 77		Forêt : de Fontainebleau
Altitude (m) : 80	Pente (%) : 0	Exposition : plat
Département : Seine-et-Mame	Région : Région parisienne	

Effectif d'arbres	: 29
Nombre total de cernes	: 3142
Longueur de la chronologie	: 1884-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	113 (±3,3)	106	120
Diamètre (cm)	46 (±4,7)	36	57
Hauteur (m) (n=31)	27,8	24,5	30,5
Accroissement (mm/an)	1,79 (±0,22)	1,47	2,39
Largeur d'aubier (mm)	32,5 (±11,1)	16	60

Acr : 1985 à 1994	2,20 mm/an
: 1980 à 1994	2,17 mm/an

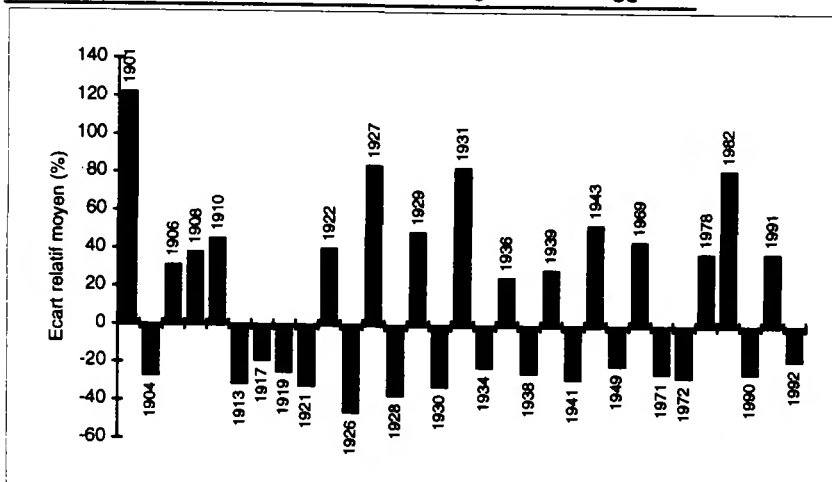


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1895). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette CPS 77
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 29
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1895-1994 (100 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2900
 Nombre total d'années caractéristiques : 31

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	3	72	24	-18	1930	0	96	3	-32
1991	72	3	24	38	1929	72	3	24	49
1990	0	82	17	-25	1928	3	93	3	-37
1982	93	0	6	82	1927	96	0	3	84
1978	79	10	10	38	1926	3	96	0	-46
1972	3	93	3	-27	1922	79	6	13	40
1971	6	79	13	-25	1921	0	96	3	-32
1969	75	3	20	44	1919	3	82	13	-25
1949	3	86	10	-21	1917	3	72	24	-19
1943	89	0	10	53	1913	0	86	13	-31
1941	3	93	3	-28	1910	89	0	10	45
1939	86	3	10	29	1908	82	6	10	38
1938	0	93	6	-25	1906	79	10	10	31
1936	72	3	24	25	1904	0	86	13	-27
1934	0	82	17	-22	1901	93	0	6	122
1931	100	0	0	83					



- ← Forte croissance (15) :
- 80% : 1901, 1908, 1910, 1927, 1931, 1939, 1943, 1982
 - 70% : 1906, 1922, 1929, 1936, 1969, 1978, 1991
-
- ← Faible croissance (16) :
- 80% : 1904, 1913, 1919, 1921, 1926, 1928, 1930, 1934, 1938, 1941, 1949, 1972, 1990
 - 70% : 1917, 1971, 1992

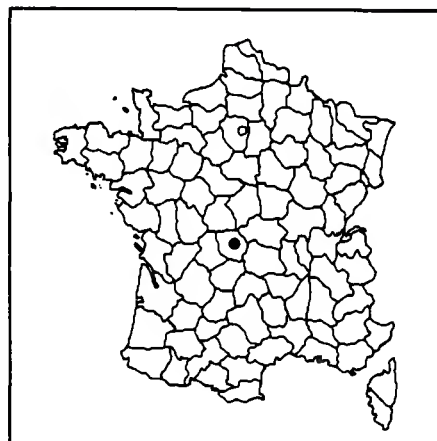
Selon les observations faites par M. Piat (STIR Compiègne) en août 1996, les 30 arbres échantillonnés se répartissent en 16 chênes pédonculés et 14 chênes sessiles. Pour une analyse plus précise des facteurs influençant la croissance radiale des arbres, il faudra dans l'avenir dissocier les deux espèces.

Depuis son origine, le peuplement a été régulièrement éclairci (environ tous les 10 ans) et présente des variations interannuelles assez importantes parmi lesquelles les années 1904, 1913, 1921, 1926, 1928, 1938, 1941 et 1972 sont particulièrement notables. L'année 1931 est également remarquable étant donné que 100% des arbres ont présenté une augmentation de croissance de +83% en moyenne.

Sans exclure le rôle de conditions climatiques potentiellement plus favorables, l'augmentation de croissance observée depuis le début des années 1970 semble trouver en partie son explication dans l'exploitation plus intensive de la parcelle : 680 m³, 943 m³ et 586 m³ éliminés par les trois dernières éclaircies.

Parmi les 9 peuplements de chênes de plus de 100 ans échantillonnés dans le réseau, cette parcelle se situe en deuxième position quant au niveau actuel de croissance des arbres (période 1985-1994 : 2,2 mm/an).

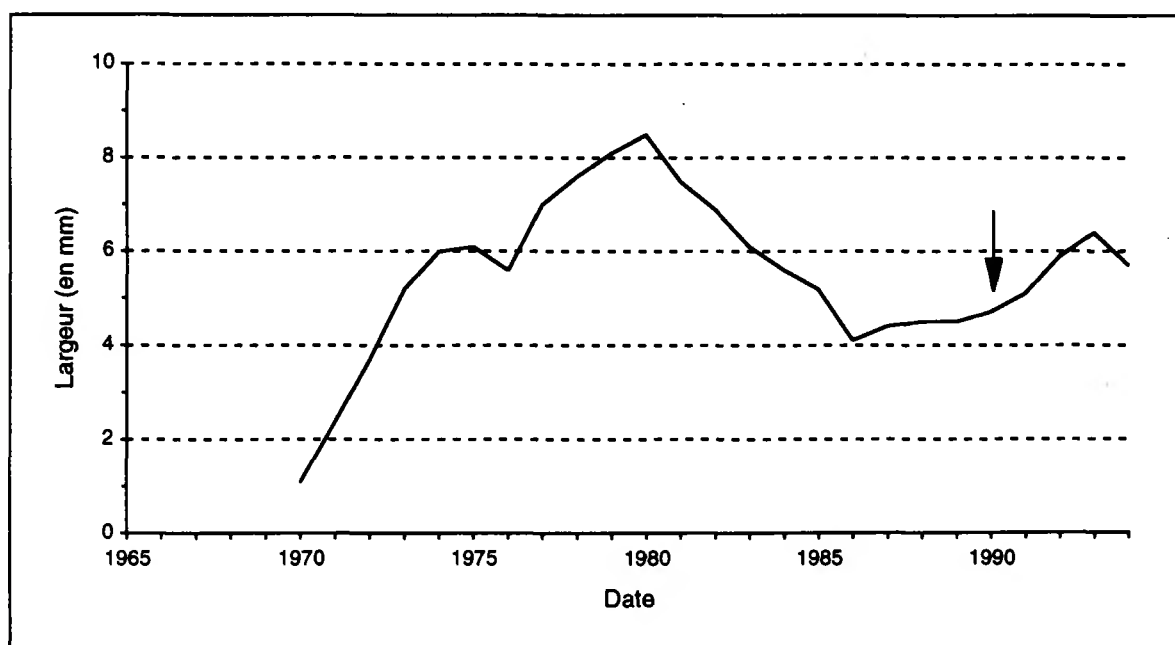
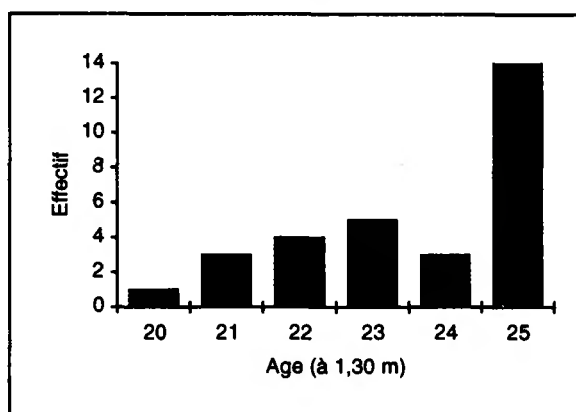
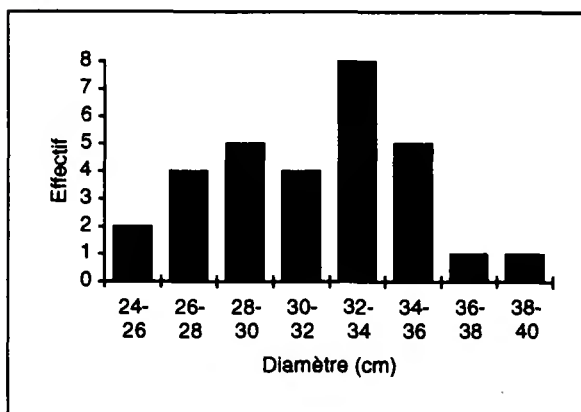
Placette :	DOU 23	Forêt : du Maupuy
Altitude (m) :	610	Pente (%) : 7
Département :	Creuse	Exposition : Ouest
		Région : Limousin



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 710
Longueur de la chronologie	: 1970-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	24 (±1,6)	20	25
Diamètre (cm)	31 (±3,5)	25	38
Hauteur (m) (n=34)	19,7	18	22,5
Accroissement (mm/an)	5,71 (±0,81)	4,28	7,36
Largeur d'aubier (mm)	49,2 (±8,1)	31	64

Acr : 1985 à 1994	5,05 mm/an
: 1980 à 1994	5,67 mm/an



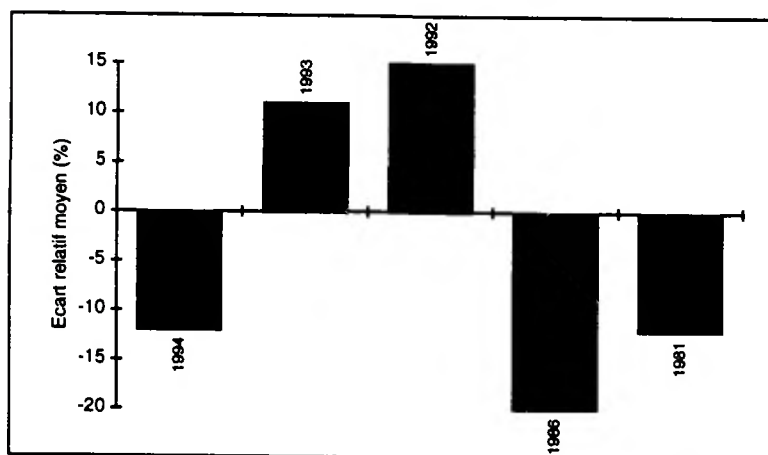
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1970). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette DOU 23
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1975-1994 (20 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 600
 Nombre total d'années caractéristiques : 5*

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	6	56	36	-12
1993	53	6	40	11
1992	53	6	40	15
1986	0	86	13	-20
1981	6	56	36	-12

* : seule l'année 1986 est caractéristique si les seuils utilisés habituellement (80% et 70%) sont appliqués pour ces arbres

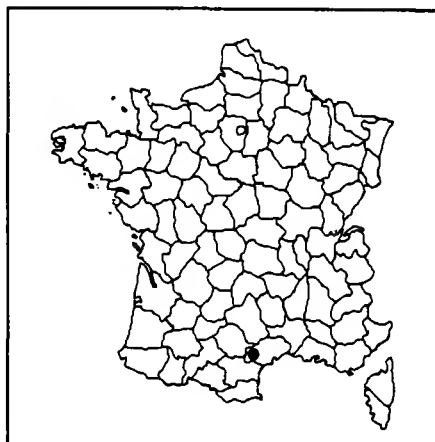


← Forte croissance (2) :
 - 80% :
 - 50% : 1992, 1993

← Faible croissance (3) :
 - 80% : 1986
 - 50% : 1981, 1994

Il s'agit du peuplement présentant le plus haut niveau de croissance radiale (> 5 mm/an). Bien que non caractéristique, l'année 1976 apparaît néanmoins sur le profil de croissance. En fait, seule l'année 1986, caractérisée par des froids hivernaux intenses, a présenté un comportement particulier et commun avec une réduction de croissance de -20% pour 86% des arbres échantillonnés. L'effet de l'éclaircie de 1990 (exploitation de 500 m3) est également très net.

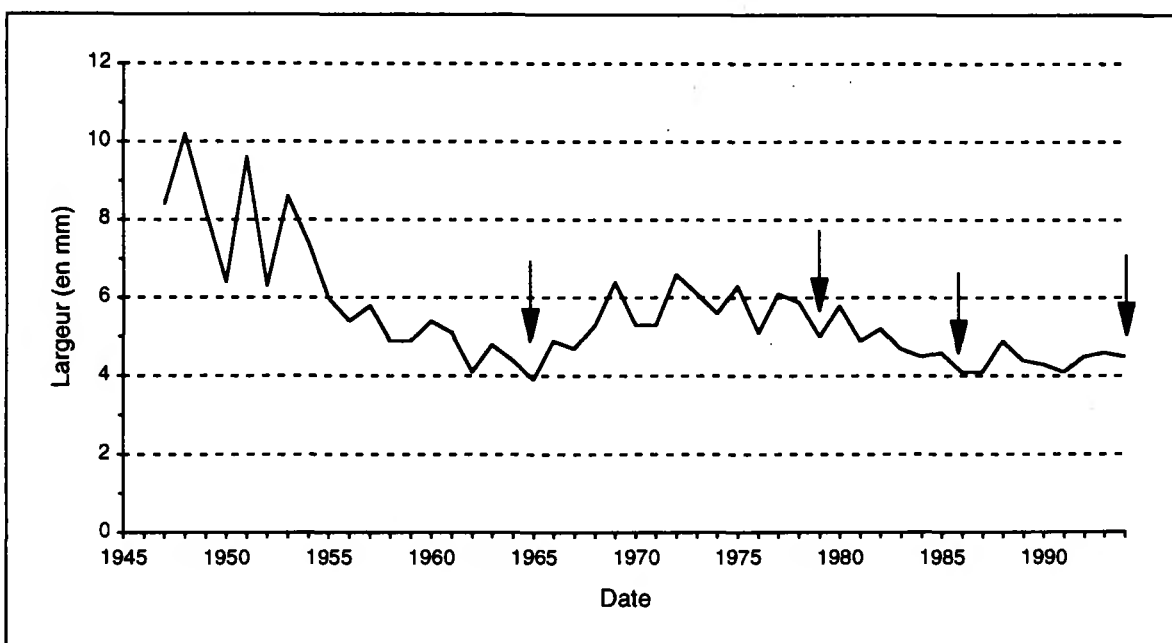
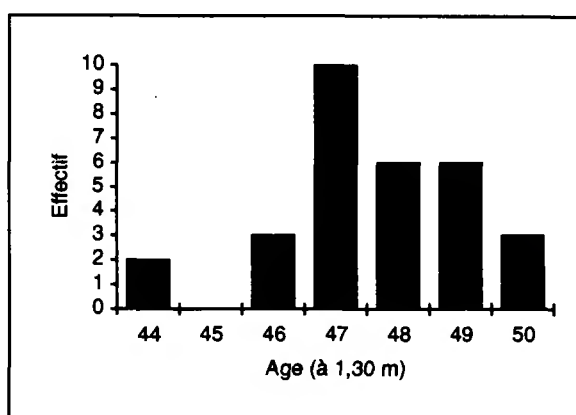
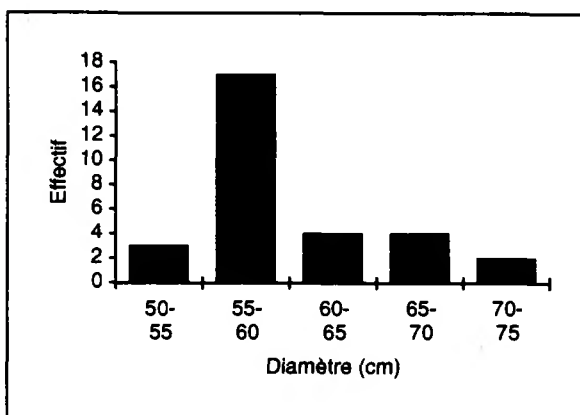
Placette :	DOU 34	Forêt : des Avant-Monts
Altitude (m) :	700	Pente (%) : 15
		Exposition : sud
Département :	Hérault	Région : Languedoc-Roussillon



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1410
Longueur de la chronologie	: 1947-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	48 (±1,5)	44	50
Diamètre (cm)	60 (±5,4)	50	73
Hauteur (m) (n=31)	39,6	35	43,5
Accroissement (mm/an)	5,5 (±0,74)	4,35	6,93
Largeur d'aubier (mm)	58,8 (±14,3)	35	102

Acr : 1985 à 1994	4,41 mm/an
: 1980 à 1994	4,61 mm/an



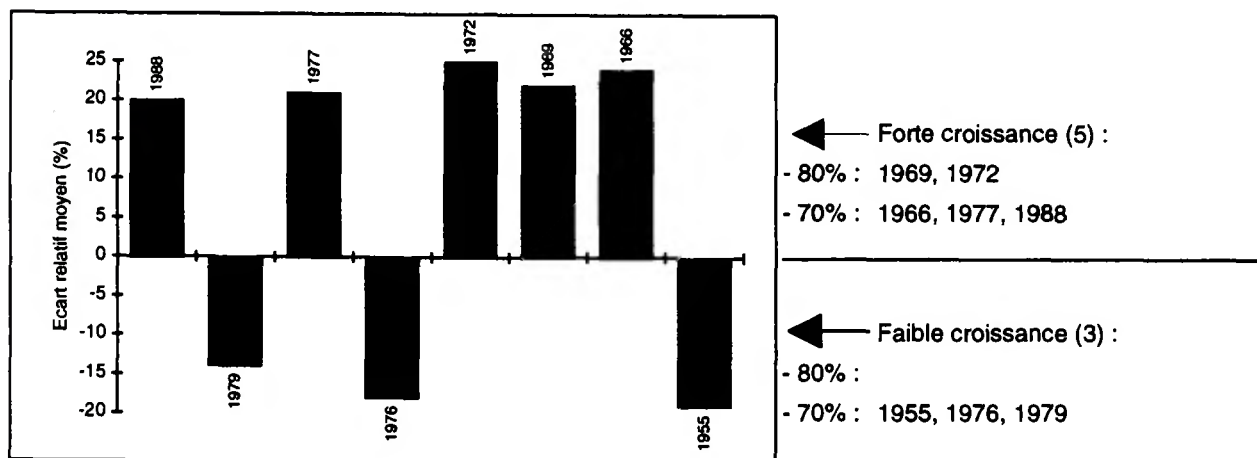
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1953). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette DOU 34

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1953-1994 (42 ans)
Nombre total de cemes disponibles pour cette période	: 1260
Nombre total d'années caractéristiques	: 8

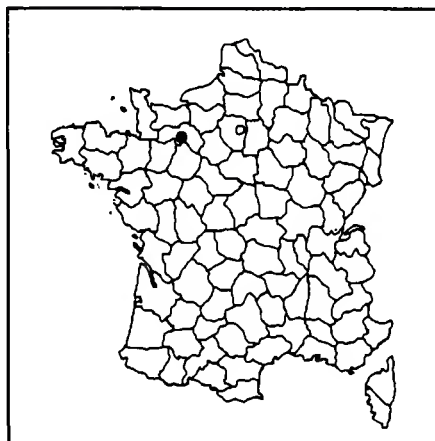
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1988	76	6	16	20
1979	6	70	23	-14
1977	73	0	26	21
1976	3	73	23	-18
1972	80	3	16	25
1969	80	3	16	22
1966	73	0	26	24
1955	3	70	26	-19



Il s'agit du plus vieux peuplement de douglas échantillonné dans le réseau. Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en grande partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles (de faibles amplitudes) dont les plus notables correspondent aux années 1950, 1970, 1976 (-18%) et 1979 (-14%). L'effet rapide et durable de l'éclaircie de 1965 est très net (+24% en 1966). En revanche, l'impact des éclaircies plus récentes semble avoir été moins important (ou en tout cas moins directement observable sur la croissance). Depuis une dizaine d'années, la croissance semble s'être stabilisée autour de 4,4 mm/an.

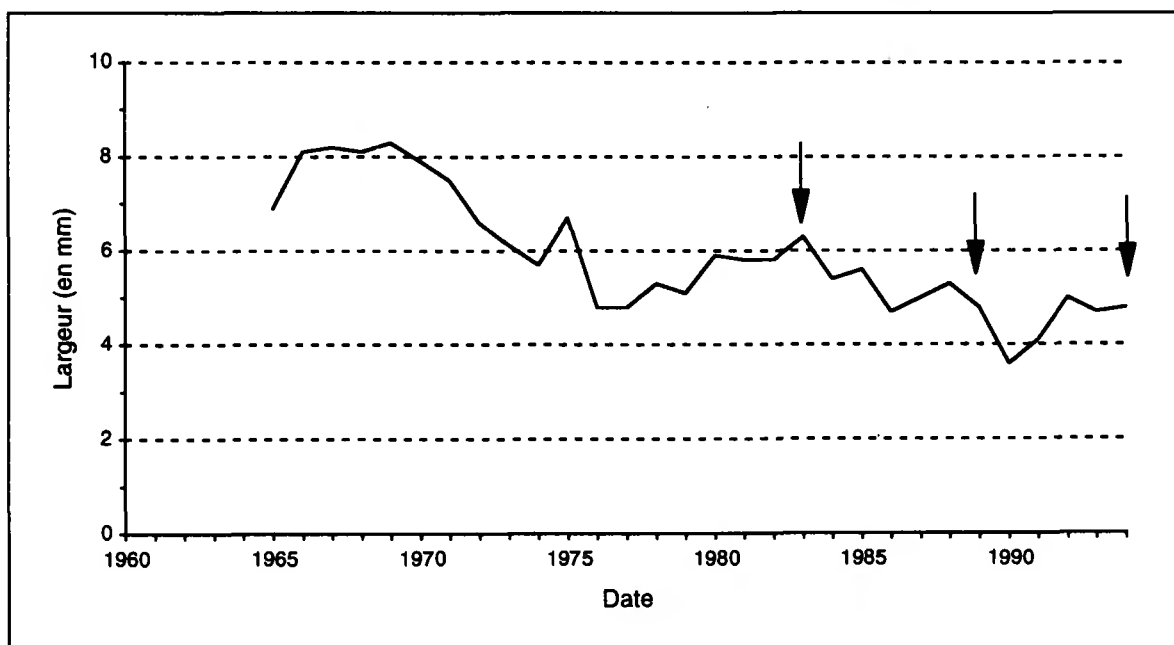
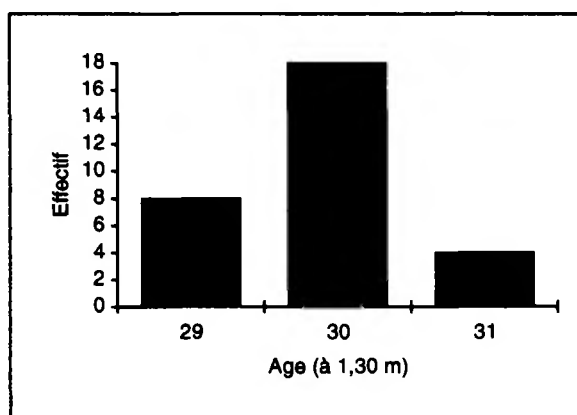
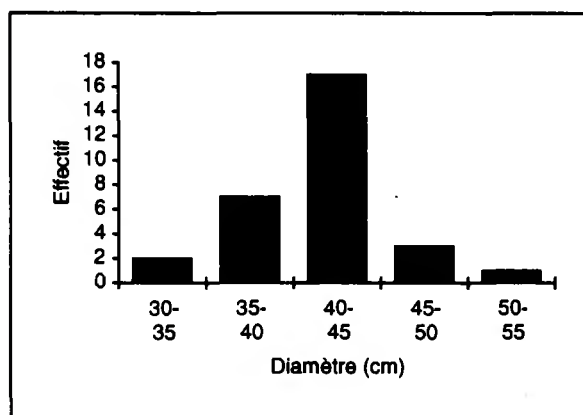
Placette :	DOU 61	Forêt : d'Ecouvès
Altitude (m) :	375	Pente (%) : 4
		Exposition : est
Département :	Ome	Région : Basse-Normandie

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 884
Longueur de la chronologie	: 1965-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	30 (±0,6)	29	31
Diamètre (cm)	42 (±3,6)	34	51
Hauteur (m) (n=36)	27,1	22,5	31
Accroissement (mm/an)	5,87 (±0,77)	4,42	7,47
Largeur d'aubier (mm)	47,9 (±11,1)	32	75

Acr : 1985 à 1994	4,76 mm/an
: 1980 à 1994	5,12 mm/an

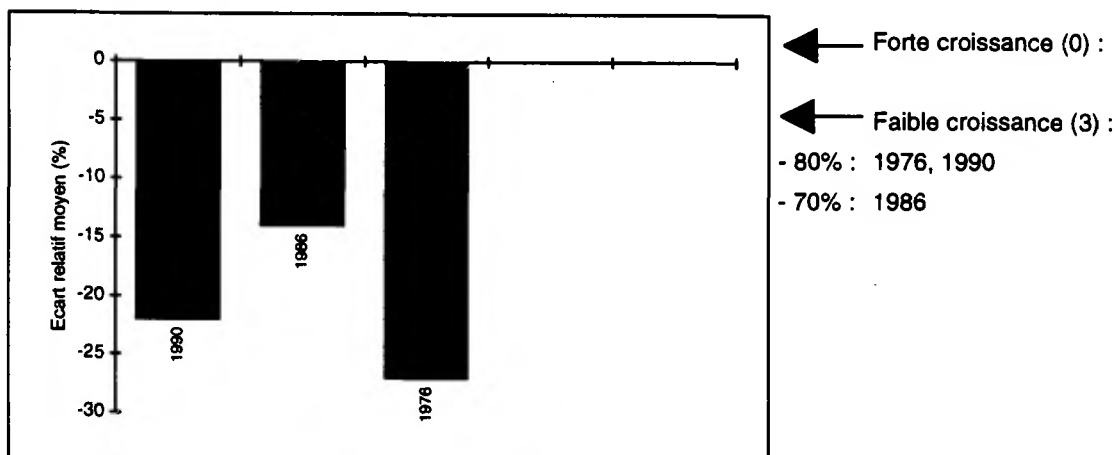


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1967). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Annéea caractéristiques pour la placette DOU 61
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1967-1994 (28 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 840
 Nombre total d'années caractéristiques : 3

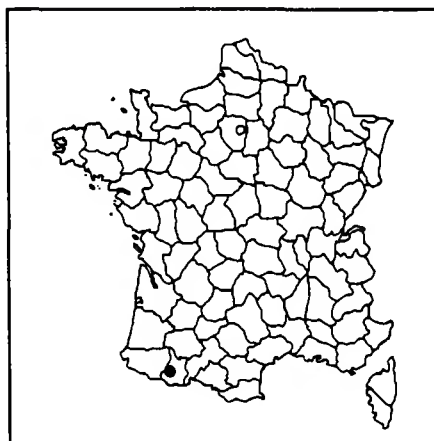
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1990	10	80	10	-22
1986	6	76	16	-14
1976	3	80	16	-27



Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en grande partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de faibles amplitudes, dont les plus notables correspondent aux années de sécheresse 1976 (-27%) et 1990 (-22%), et à l'année de froids hivernaux intenses 1986 (-14%). L'impact des éclaircies n'est pas "directement" observable sur la croissance (pas de saut brusque), mais ces interventions sylvicoles régulières ont très certainement permis au peuplement de maintenir un niveau de croissance "optimal". A l'heure actuelle, l'accroissement moyen est de l'ordre de 4,8 mm/an.

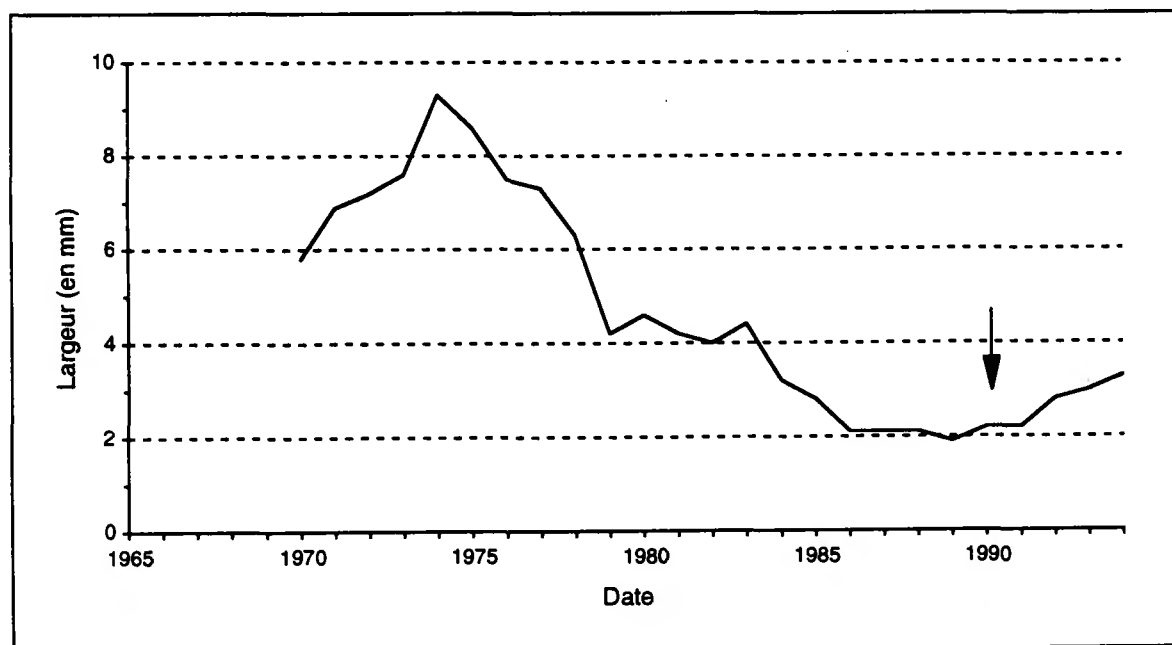
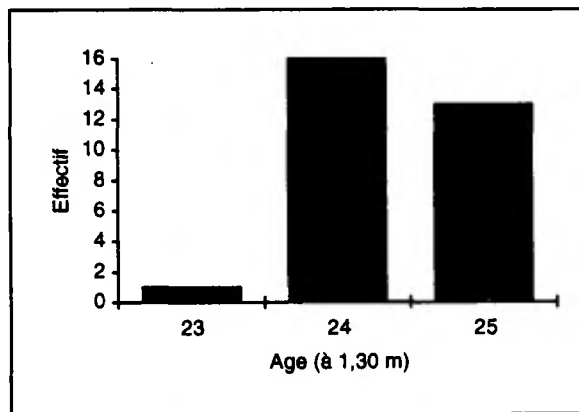
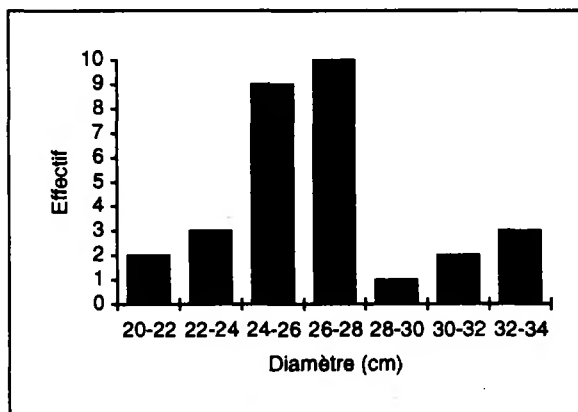
Placette :	DOU 65	Forêt : de Lourdes
Altitude (m) :	420	Pente (%) : 32
		Exposition : nord-est
Département :	Hautes-Pyrénées	Région : Midi-Pyrénées

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 728
Longueur de la chronologie	: 1970-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	24 (±0,6)	23	25
Diamètre (cm)	26 (±3,1)	21	34
Hauteur (m) (n=14)	23,2	22	25
Accroissement (mm/an)	4,57 (±0,67)	3,65	6,61
Largeur d'aubier (mm)	33 (±7,8)	20	47

Acr : 1985 à 1994	2,45 mm/an
: 1980 à 1994	2,99 mm/an



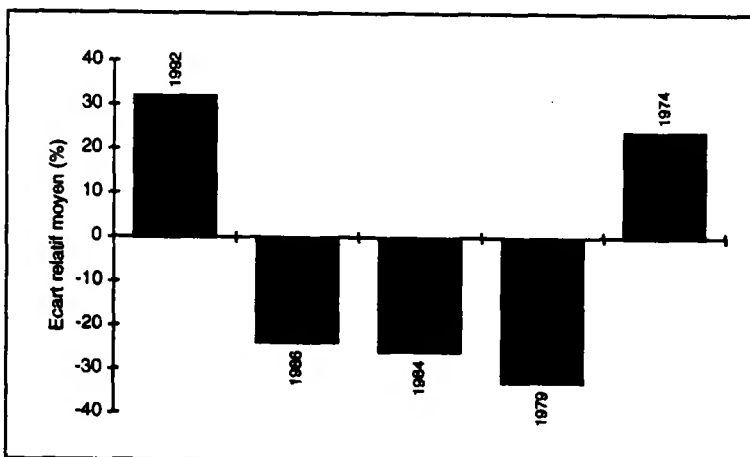
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1972). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette DOU 65

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1972-1994 (23 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 690
 Nombre total d'années caractéristiques : 5

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	70	16	13	32
1986	16	76	6	-24
1984	0	93	6	-26
1979	0	93	6	-33
1974	70	3	26	24

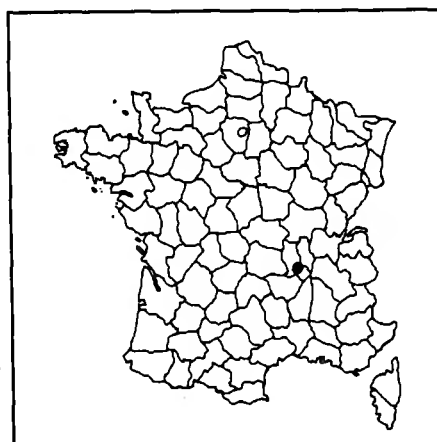


← Forte croissance (2) :
 - 80% :
 - 70% : 1974, 1992

← Faible croissance (3) :
 - 80% : 1979, 1984
 - 70% : 1986

Ce peuplement présente une décroissance rapide et importante des largeurs de cernes au cours du temps. Si l'effet de l'âge peut expliquer partiellement ce comportement, le manque d'éclaircie, les attaques régulières de rouille (information obtenue auprès du responsable local) et d'éventuels problèmes liés au type de station doivent être également envisagés pour expliquer cette forte décroissance. Le niveau actuel de croissance se situe autour de 2,5 mm/an, ce qui est inférieur de 40 à 50% à ceux observés pour les autres peuplements de même âge. L'éclaircie de 1990 (exploitation de 560 m3) semble avoir été néanmoins profitable. En effet, en émettant l'hypothèse de conditions climatiques équivalentes et en ne tenant pas compte de l'effet de l'âge, la croissance est passée de 2,2 mm/an en 1990 à 3,3 mm/an en 1994, soit une augmentation relative de 50%.

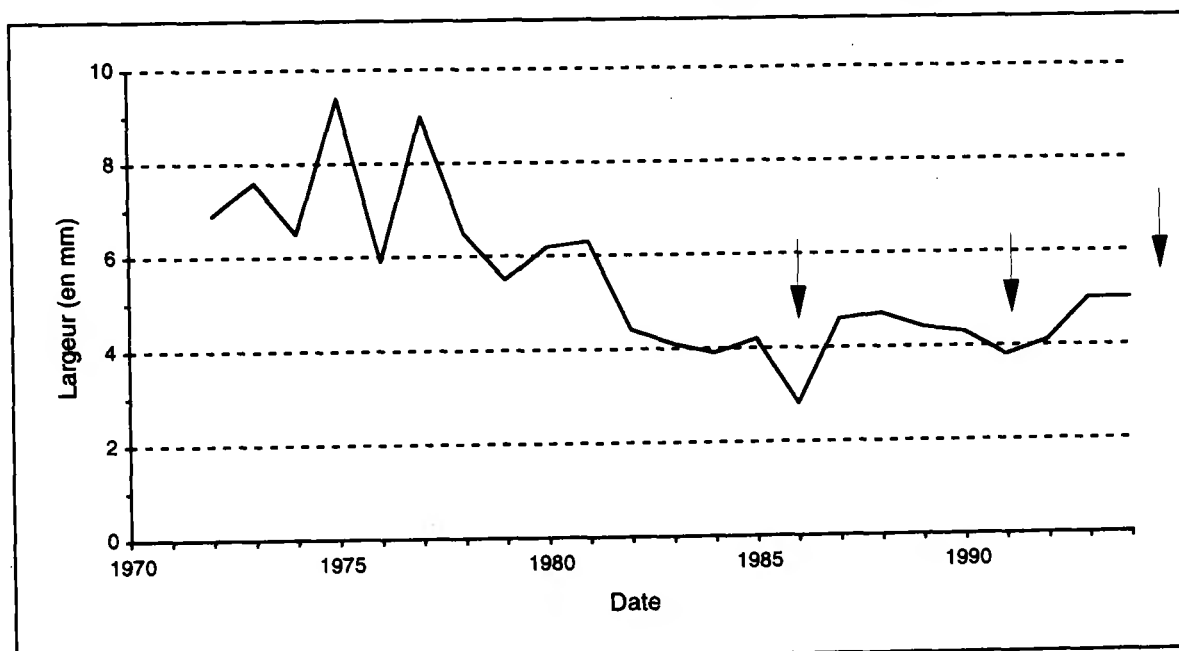
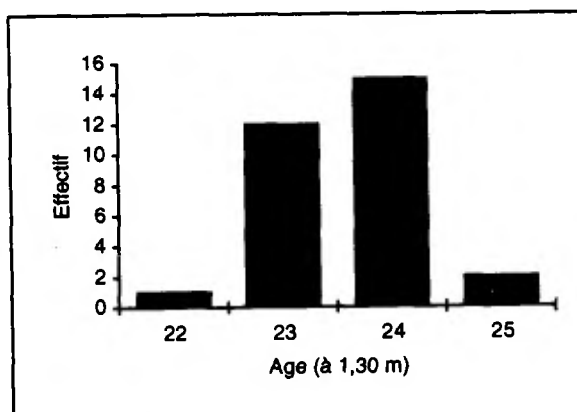
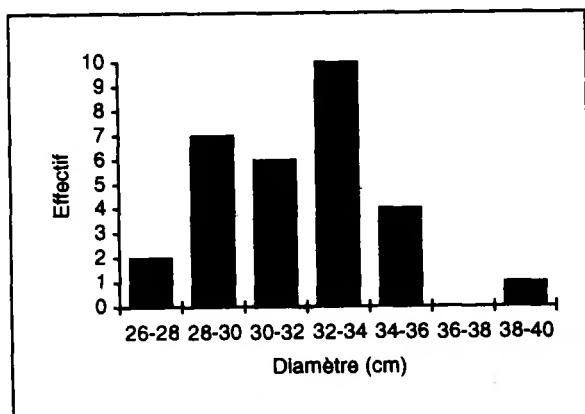
Placette : DOU 69	Forêt : de Brou
Altitude (m) : 520	Pente (%) : 50
Exposition : ouest	
Département : Rhône	Région : Rhône-Alpes



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 696
Longueur de la chronologie	: 1972-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	24 (±0,7)	22	25
Diamètre (cm)	32 (±2,7)	26	38
Hauteur (m) (n=35)	21	18,6	24,4
Accroissement (mm/an)	5,44 (±0,68)	4	6,87
Largeur d'aubier (mm)	48,5 (±8,1)	34	62

Acr : 1985 à 1994	4,29 mm/an
: 1980 à 1994	4,52 mm/an

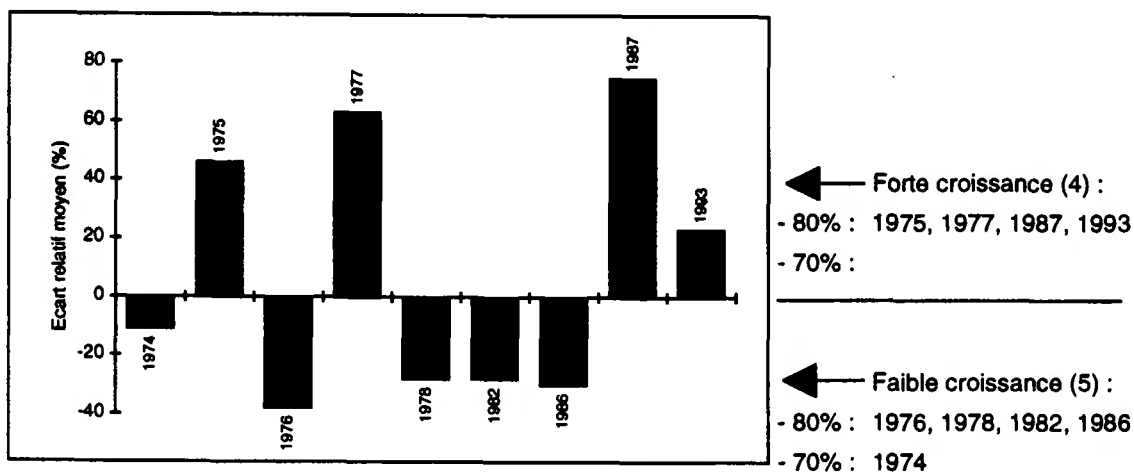


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1973). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette DOU 69
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1973-1994 (22 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 660
 Nombre total d'années caractéristiques : 9

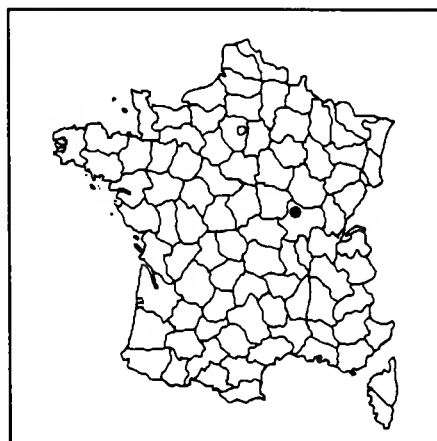
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	80	0	20	23
1987	93	3	3	75
1986	0	80	20	-30
1982	3	93	3	-28
1978	0	96	3	-28
1977	90	0	10	63
1976	0	96	3	-38
1975	100	0	0	46
1974	10	76	13	-11



Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en grande partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de faibles amplitudes, dont les plus notables correspondent aux années 1974 à 1977 (-38% en 1976), 1982 (-28%) et 1986 (-30%). Depuis les premières éclaircies de 1986, le niveau de croissance tend à augmenter de nouveau. A l'heure actuelle, l'accroissement moyen est de l'ordre de 4,3 mm/an.

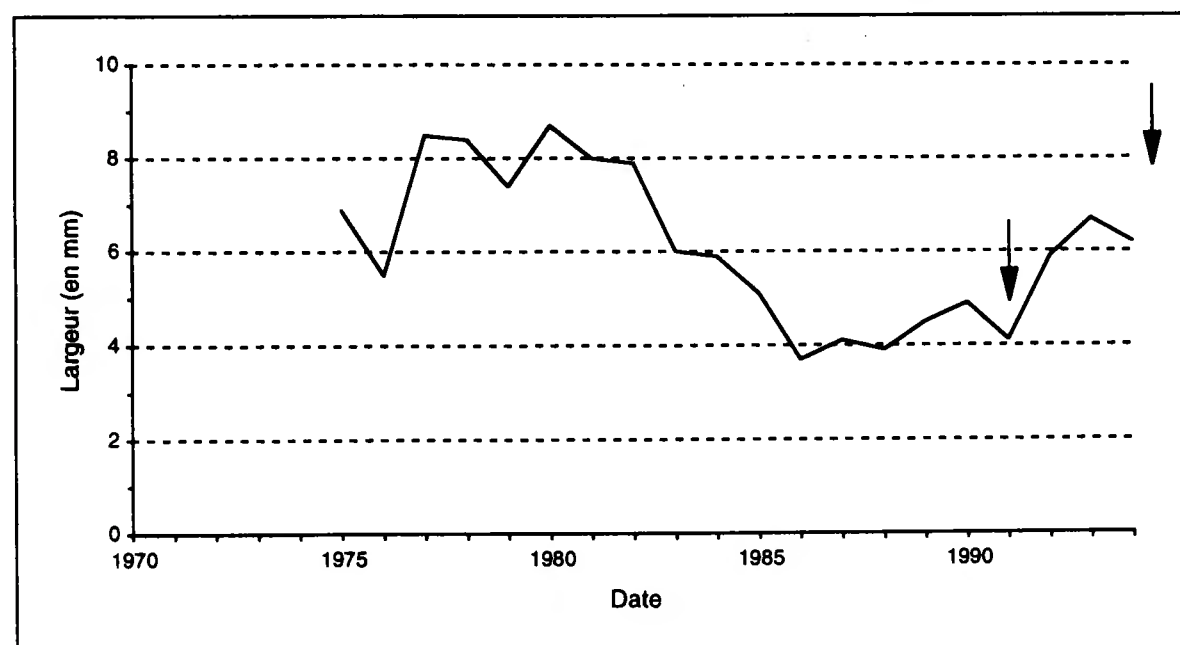
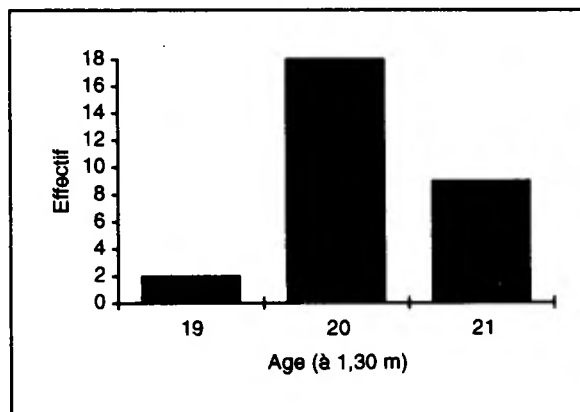
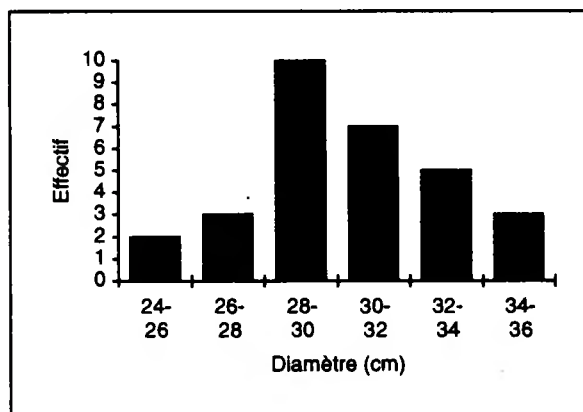
Placette :	DOU 71	Forêt : d'Anost
Altitude (m) :	650	Pente (%) : 10
		Exposition : sud-ouest
Département :	Saône et Loire	Région : Bourgogne

Effectif d'arbres	: 29
Nombre total de cernes	: 572
Longueur de la chronologie	: 1975-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	20 (±0,6)	19	21
Diamètre (cm)	30 (±2,5)	25	35
Hauteur (m) (n=35)	20,7	19	22
Accroissement (mm/an)	6,1 (±0,0,6)	5,03	7,21
Largeur d'aubier (mm)	46,7 (±7,3)	32	60

Acr : 1985 à 1994	4,91 mm/an
: 1980 à 1994	5,71 mm/an

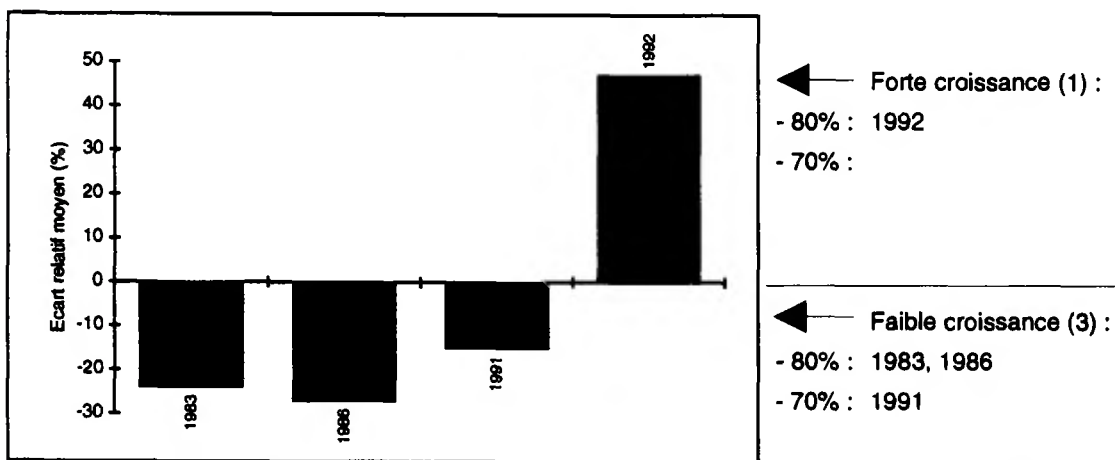


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (29 arbres à partir de 1977). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette DOU 71
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 29
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1977-1994 (18 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 522
 Nombre total d'années caractéristiques : 4

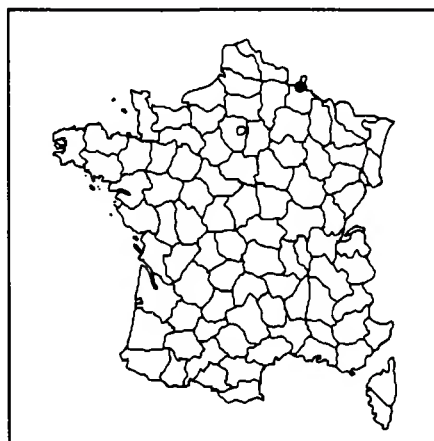
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	93	0	6	47
1991	6	72	20	-15
1986	0	86	13	-27
1983	3	82	13	-24



Il s'agit du plus jeune peuplement de douglas échantillonné dans le réseau. Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en grande partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de faibles amplitudes, dont les plus notables correspondent aux années 1976, 1979, 1983, 1986 et 1991. Depuis l'éclaircie de 1991 (exploitation de 270 m³), le niveau de croissance a augmenté de nouveau. A l'heure actuelle, l'accroissement moyen est de l'ordre de 4,9 mm/an, ce qui situe ce peuplement en deuxième position quant au niveau de croissance actuel.

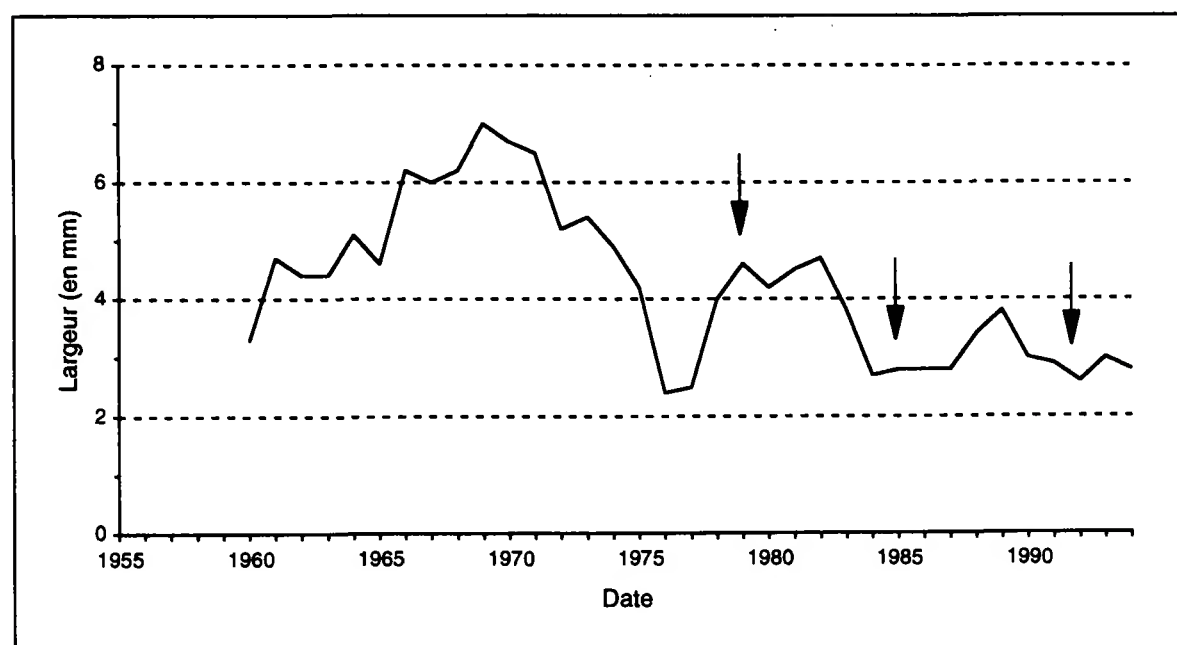
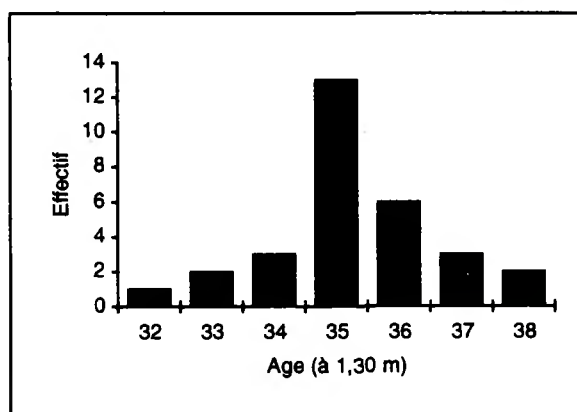
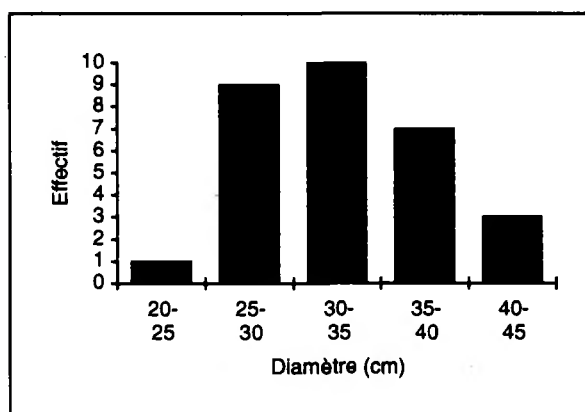
Placette :	EPC 08	Forêt : de la Croix-Scaille
Altitude (m) :	480	Pente (%) : 1
		Exposition : plat
Département :	Ardennes	Région : Champagne-Ardenne

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1041
Longueur de la chronologie	: 1960-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	35 (±1,4)	32	38
Diamètre (cm)	33 (±4,3)	24	41
Hauteur (m) (n=18)	21	19	23
Accroissement (mm/an)	4,22 (±0,71)	3,06	5,82
Largeur d'aubier (mm)	60,3 (±10,5)	38	78

Acr : 1985 à 1994	2,99 mm/an
: 1980 à 1994	3,32 mm/an

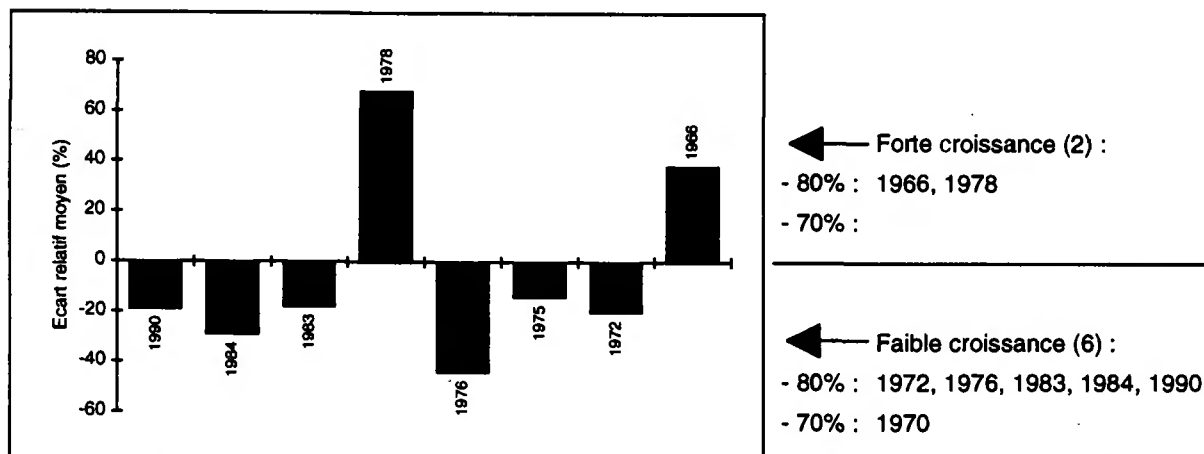


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1963). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette EPC 08
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1963-1994 (32 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 960
 Nombre total d'années caractéristiques : 8

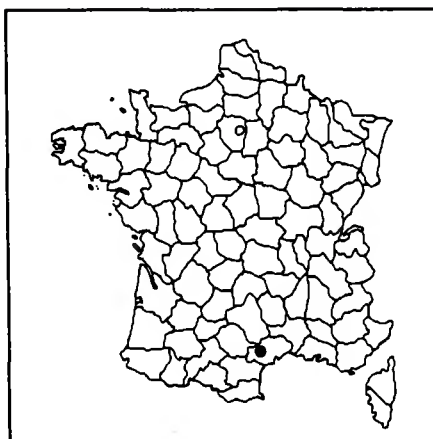
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1990	3	83	13	-19
1984	0	80	20	-29
1983	0	80	20	-18
1978	93	3	3	68
1976	0	100	0	-44
1975	10	70	20	-14
1972	0	86	13	-20
1966	93	0	6	38



Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en grande partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, plus ou moins importantes, dont les plus notables correspondent aux années 1976 (100% des arbres ont présenté une réduction de croissance d'une valeur moyenne de -44%), 1983-1984 (18% et -29%), 1990 (-19%). Les effets des éclaircies ne sont pas directement observables sur le profil de croissance. Ceci suggère deux hypothèses : éclaircies insuffisantes pour s'exprimer sur la croissance ou au contraire optimales pour maintenir le meilleur niveau de croissance étant donné l'âge des arbres et le contexte environnemental.

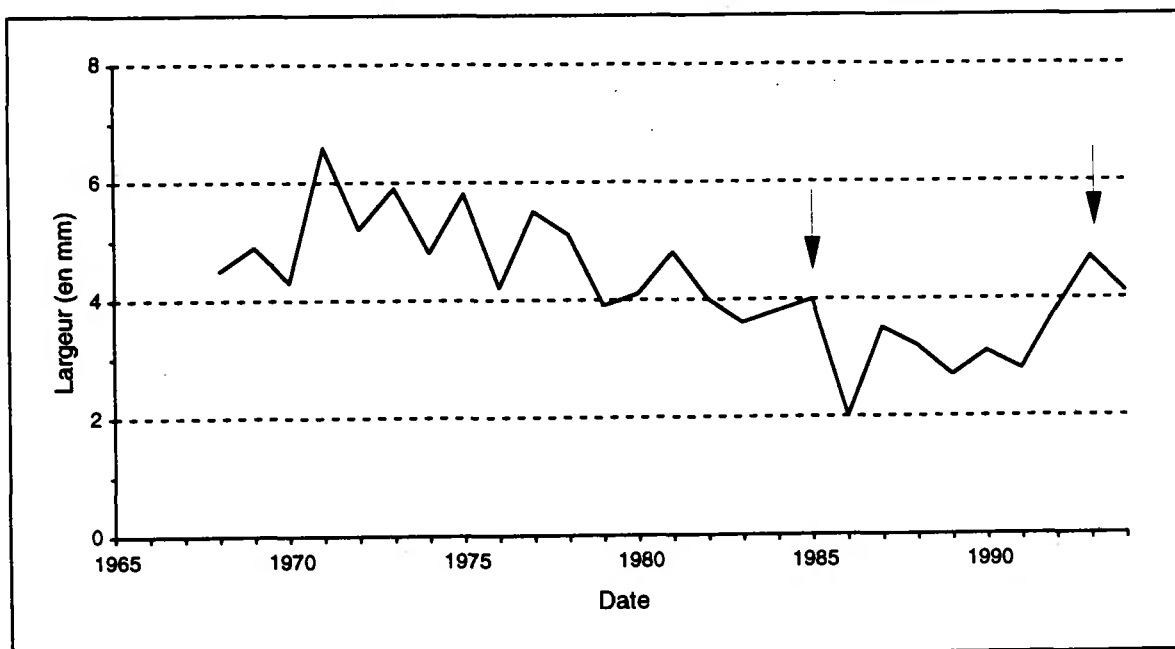
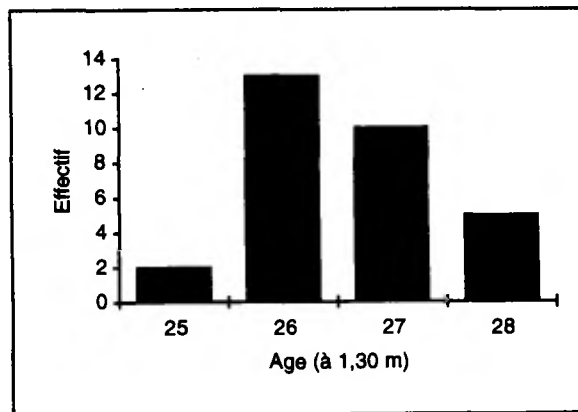
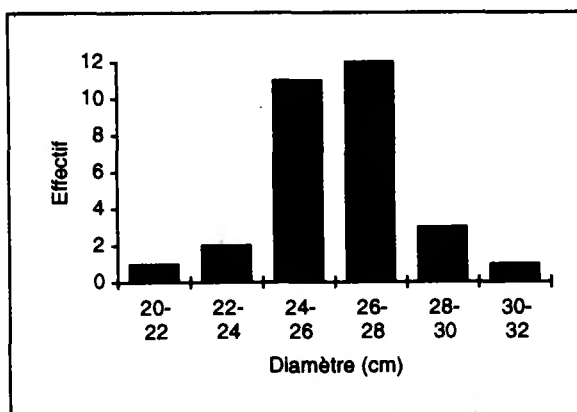
Placette :	EPC 34	Forêt : d'Espinousse
Altitude (m) :	1020	Pente (%) : 10
		Exposition : plat
Département :	Hérault	Région : Languedoc-Roussillon

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 791
Longueur de la chronologie	: 1968-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	27 (±0,9)	25	28
Diamètre (cm)	26 (±1,8)	22	31
Hauteur (m) (n=25)	17,1	14,5	19,5
Accroissement (mm/an)	4,22 (±0,41)	3,41	5,04
Largeur d'aubier (mm)	50,2 (±12,6)	27	80

Acr : 1985 à 1994	3,39 mm/an
: 1980 à 1994	3,61 mm/an

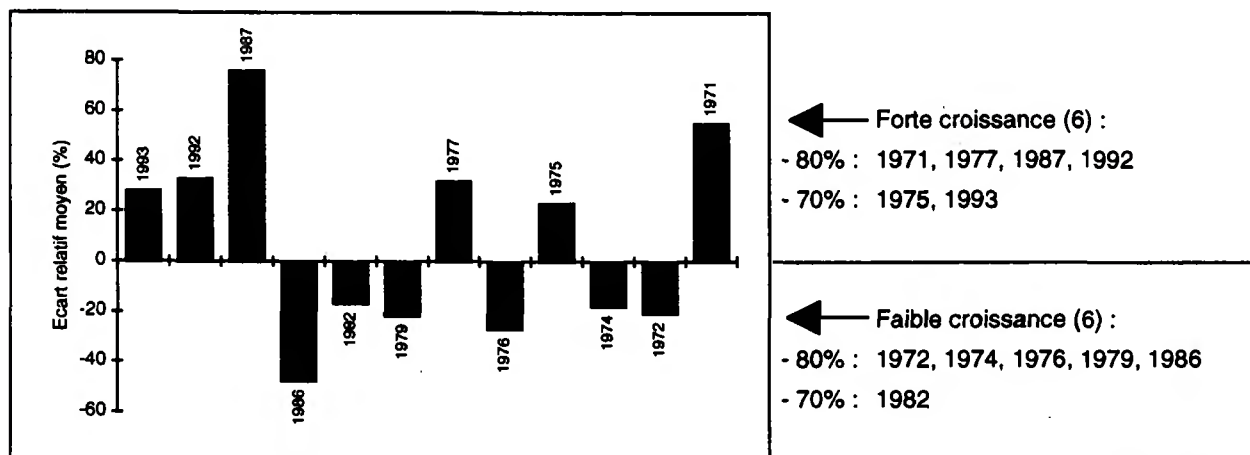


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1970). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette EPC 34
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

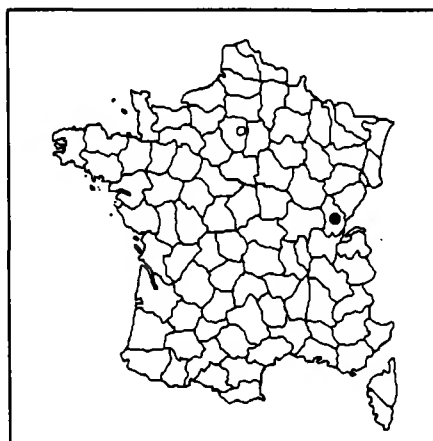
Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1970-1994 (25 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 750
 Nombre total d'années caractéristiques : 12

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	70	6	23	28
1992	90	3	6	33
1987	100	0	0	76
1986	0	100	0	-48
1982	6	70	23	-17
1979	3	83	13	-22
1977	93	3	3	32
1976	3	93	3	-27
1975	76	0	23	23
1974	0	80	20	-18
1972	0	80	20	-21
1971	96	0	3	55



Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en grande partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles plus ou moins importantes, dont les plus notables correspondent aux années 1976 (-27%), 1979, 1986-1987 (100% des arbres ont présenté une réduction de croissance en 1986 d'une valeur moyenne de -48%). Ce jeune peuplement apparaît d'ailleurs assez "réactif" si l'on en juge par le pourcentage élevé d'années caractéristiques mis en évidence sur ce site (48%).
 Actuellement, la croissance radiale moyenne est de l'ordre de 3,4 mm/an, ce qui place ce peuplement en troisième position (tous les âges confondus).

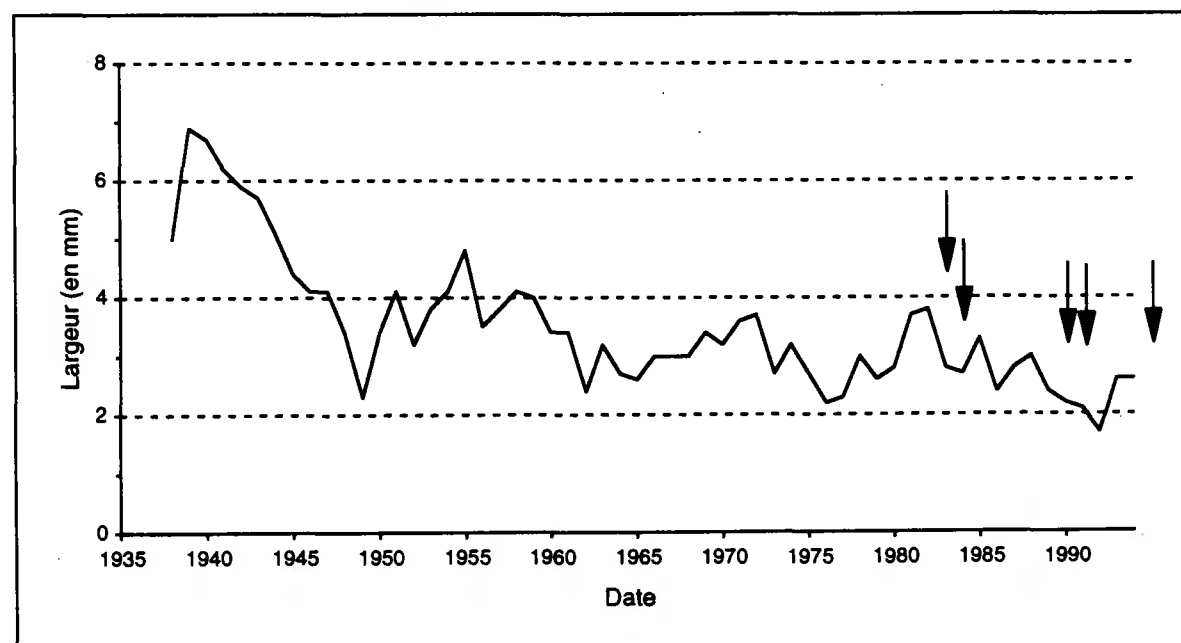
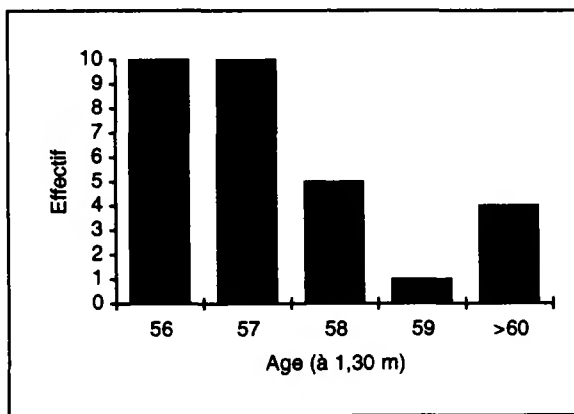
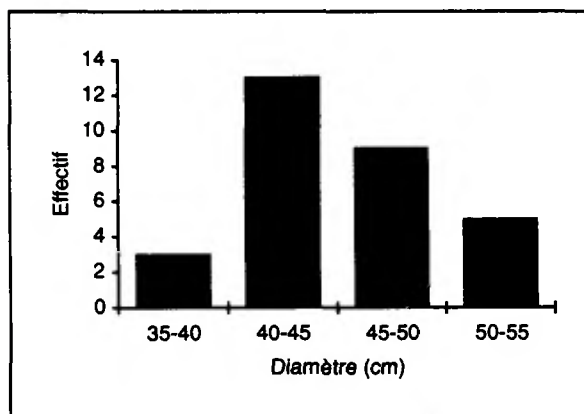
Placette :	EPC 39a	Forêt : Chaux du Dombief
Altitude (m) :	970	Pente (%) : 10
		Exposition : sud-est
Département : Jura	Région : Franche-Comté	



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 1724
Longueur de la chronologie	: 1938-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	58 (±3,4)	56	69
Diamètre (cm)	45 (±4,5)	37	54
Hauteur (m) (n=34)	30,4	25	34
Accroissement (mm/an)	3,51 (±0,40)	2,97	4,57
Largeur d'aubier (mm)	52,4 (±13,7)	25	89

Acr : 1985 à 1994	2,51 mm/an
: 1980 à 1994	2,73 mm/an

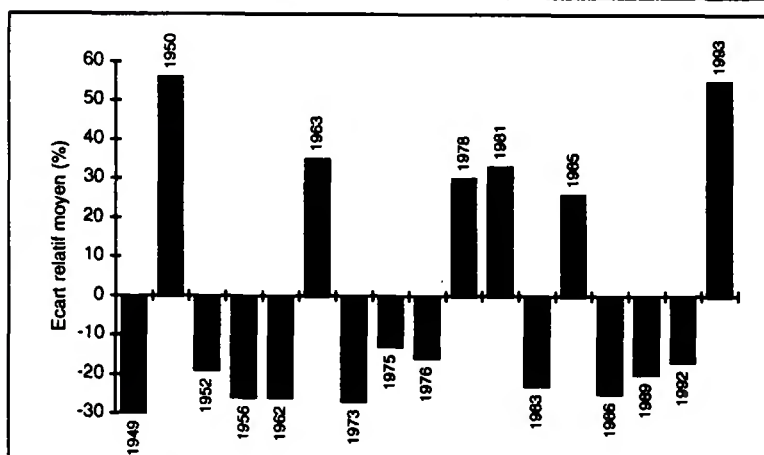


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1940). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette EPC 39A
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1940-1994 (55 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1650
 Nombre total d'années caractéristiques : 17

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	90	3	6	55
1992	6	73	20	-17
1989	6	70	23	-20
1986	0	83	16	-25
1985	70	3	26	26
1983	3	86	10	-23
1981	76	3	20	33
1978	73	3	23	30
1976	10	76	13	-16
1975	10	73	16	-13
1973	0	76	23	-27
1963	90	0	10	35
1962	3	83	13	-26
1956	0	83	16	-26
1952	0	73	26	-19
1950	93	0	6	56
1949	3	93	3	-30



← Forte croissance (6) :

- 80% : 1950, 1963, 1993

- 70% : 1978, 1981, 1985

← Faible croissance (11) :

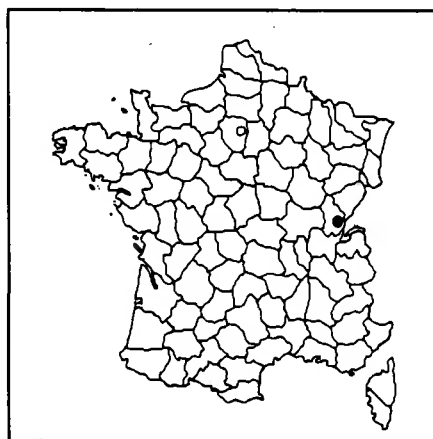
- 80% : 1949, 1956, 1962, 1983, 1986

- 70% : 1952, 1973, 1975, 1976, 1989, 1992

Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en grande partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des fluctuations interannuelles remarquables parmi lesquelles on peut citer les années froides 1956 et 1986 (-26% et -25%) et les années de sécheresse comme 1976 (-16%), 1989 et 1992 (-20% et -17%). A l'heure actuelle, et malgré les éclaircies, la croissance diminue à nouveau et se situe autour de 2,5 mm/an

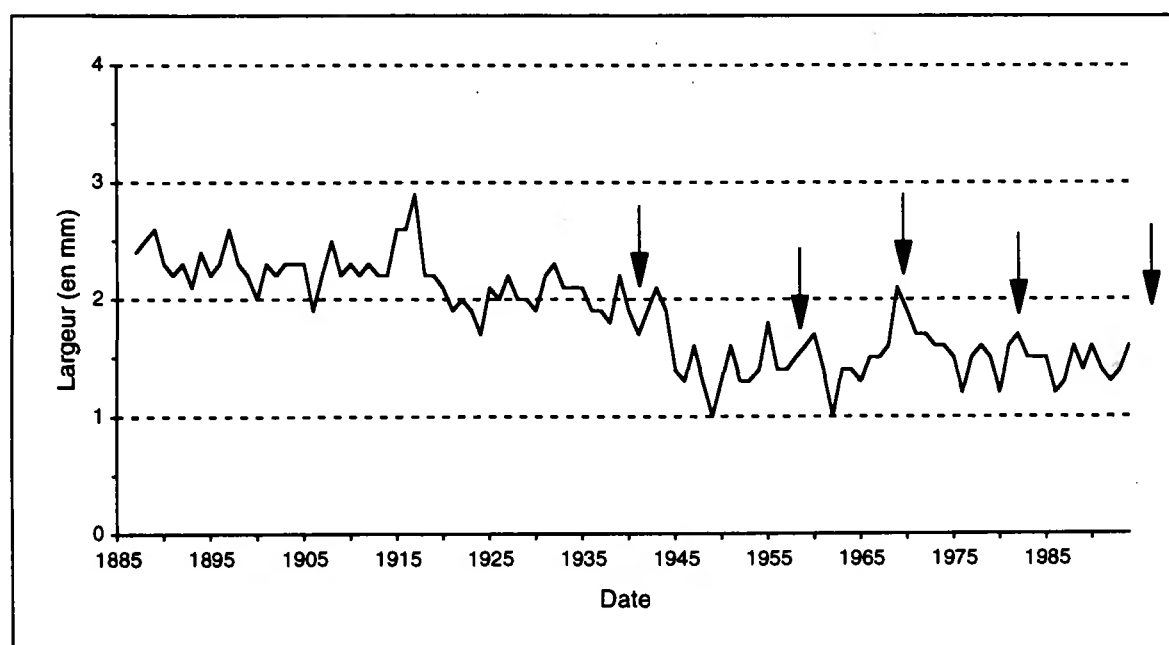
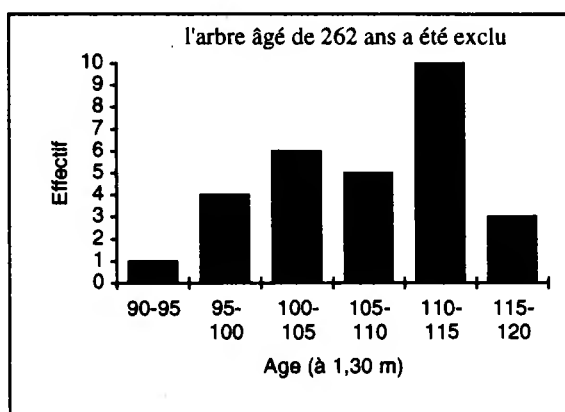
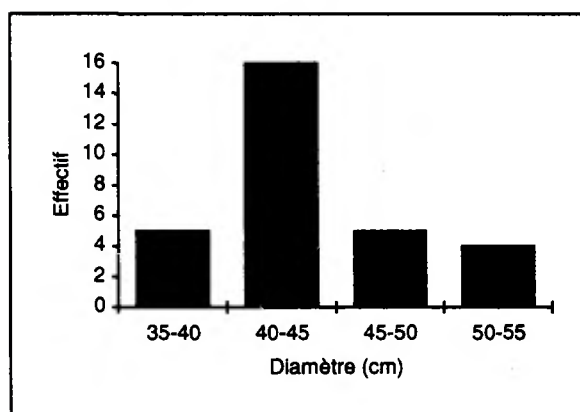
Placette :	EPC 39b	Forêt : des Rousses
Altitude (m) :	1210	Pente (%) : 8
		Exposition : ouest
Département :	Jura	Région : Franche-Comté

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 3267
Longueur de la chronologie	: 1887-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	106 (±6,4)	94	262
Diamètre (cm)	44 (±5,1)	37	55
Hauteur (m) (n=36)	23,6	19	28
Accroissement (mm/an)	1,86 (±0,24)	0,65	2,5
Largeur d'aubier (mm)	65,6 (±12,9)	40	88

Acr : 1985 à 1994	1,43 mm/an
: 1980 à 1994	1,45 mm/an



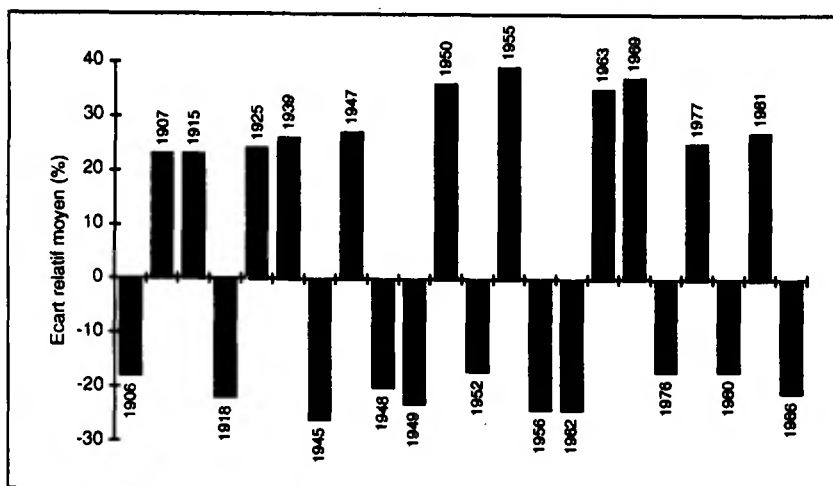
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1902). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette EPC 39B

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 29
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1902-1994 (93 ans)
Nombre total de cemes disponibles pour cette période	: 2790
Nombre total d'années caractéristiques	: 22

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1986	6	76	16	-21	1950	90	3	6	36
1981	80	6	13	27	1949	3	80	16	-23
1980	0	70	30	-17	1948	3	73	23	-20
1977	80	0	20	25	1947	93	0	6	27
1976	6	73	20	-17	1945	0	93	6	-26
1969	90	0	10	37	1939	80	0	20	26
1963	80	0	20	35	1925	83	3	13	24
1962	3	80	16	-24	1918	0	83	16	-22
1956	0	86	13	-24	1915	76	0	23	23
1955	93	0	6	39	1907	70	3	26	23
1952	3	73	23	-17	1906	0	70	30	-18



← Forte croissance (11) :

- 80% : 1925, 1939, 1947, 1950, 1955, 1963, 1969, 1977, 1981
- 70% : 1907, 1915

← Faible croissance (11) :

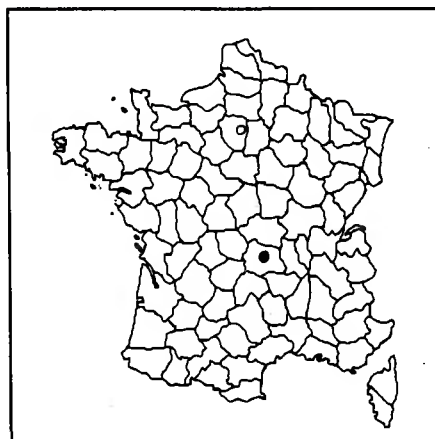
- 80% : 1918, 1945, 1949, 1956, 1962
- 70% : 1906, 1948, 1952, 1976, 1980, 1986

C'est dans ce peuplement que l'arbre le plus âgé du réseau a été échantillonné (262 ans en 1994 à 1,30 m). Il s'agit d'un préexistant ayant résisté à l'ouragan qui a dévasté 33830 arbres en 1864 (22697 m³) et à l'attaque de bostryches de 1868 (exploitation de 34275 m³). Cet arbre n'étant pas très représentatif du peuplement, il a été exclu pour le calcul des moyennes des données dendrométriques, ainsi que pour la mise en évidence des années caractéristiques.

Depuis l'origine, le peuplement présente des fluctuations de croissance plus ou moins importantes comme celles observées pour les années froides 1956 et 1986 (-24% et -21%) ou pour la sécheresse de 1976 (-17%). Depuis les années 1950, la croissance est stable de l'ordre de 1,4 mm/an.

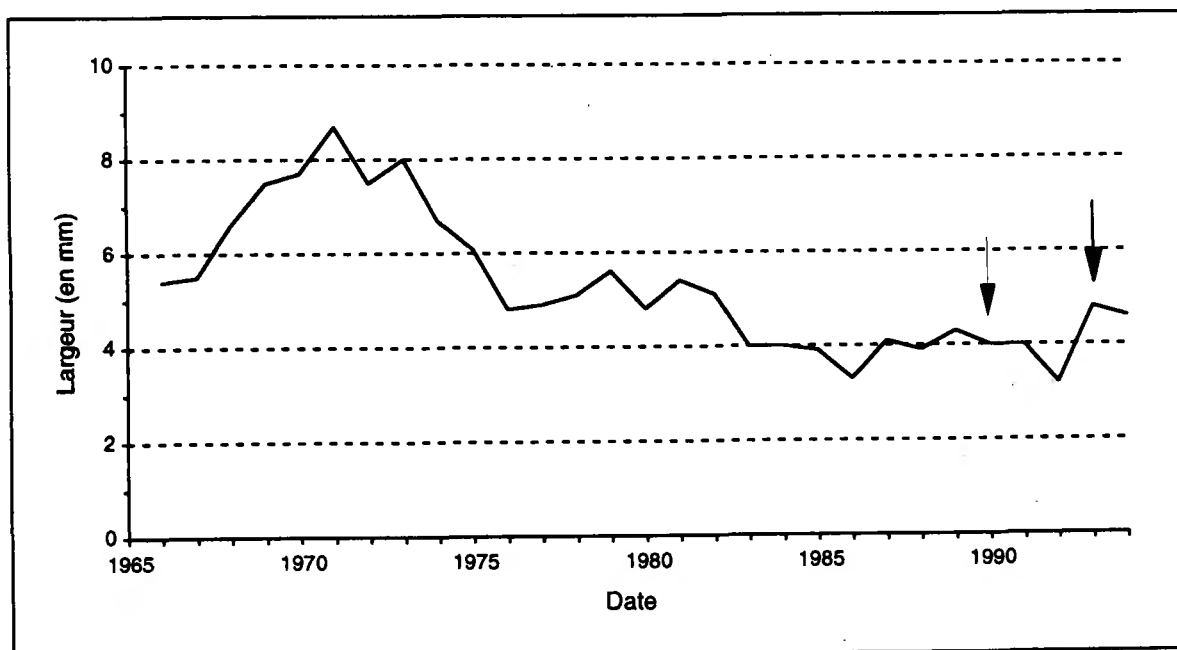
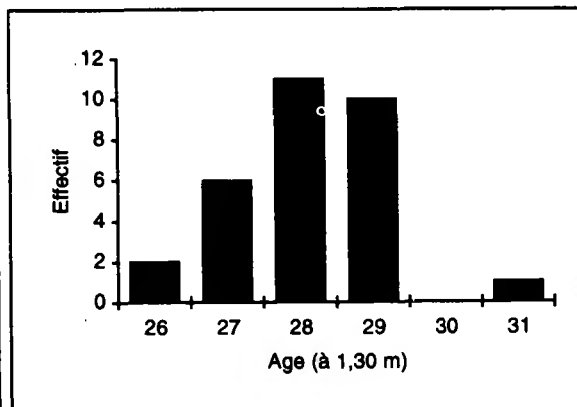
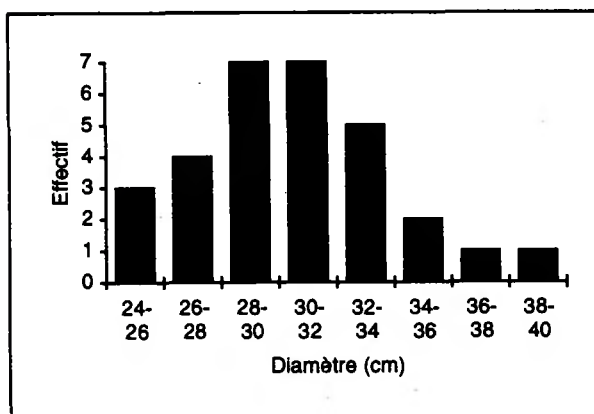
Placette :	EPC 63	Forêt : de Manson
Altitude (m) : 950	Pente (%) : 0	Exposition : plat
Département : Puy-de Dôme	Région : Auvergne	

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 834
Longueur de la chronologie	: 1964-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	28 (±1,1)	26	31
Diamètre (cm)	30 (±3,5)	24	39
Hauteur (m) (n=36)	20,2	18	22,3
Accroissement (mm/an)	5,27 (±0,62)	3,98	6,78
Largeur d'aubier (mm)	69,9 (±19,1)	46	106

Acr : 1985 à 1994	4,01 mm/an
: 1980 à 1994	4,23 mm/an



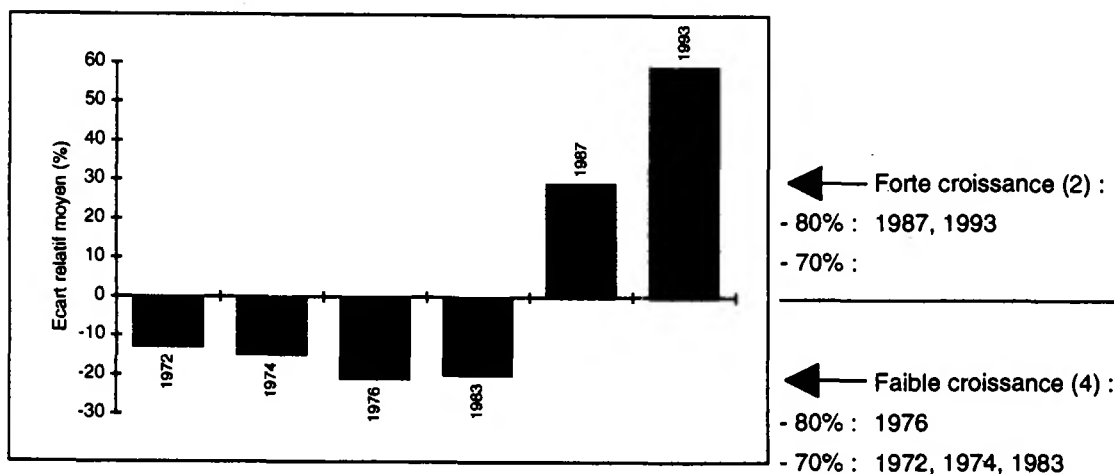
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1970). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette EPC 63

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1966-1994 (29 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 832
 Nombre total d'années caractéristiques : 6

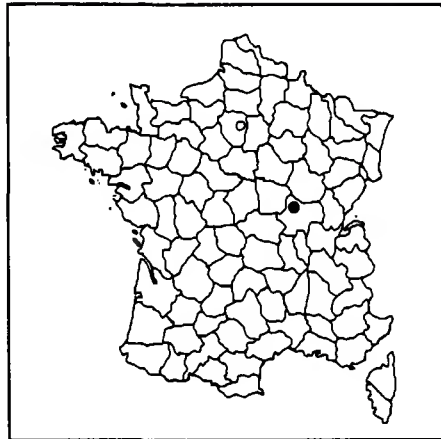
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	93	3	3	59
1987	80	3	16	29
1983	0	76	23	-20
1976	0	86	13	-21
1974	3	76	20	-15
1972	3	70	26	-13



Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en grande partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des fluctuations interannuelles d'assez faibles amplitudes, parmi lesquelles on peut néanmoins citer les années 1976 (-21%), 1980, 1986, 1992. L'effet des éclaircies n'apparaît pas directement sur le profil de croissance (pas de saut brusque), et à l'heure actuelle le niveau d'accroissement est de l'ordre de 4 mm/an, ce qui situe le peuplement au second rang parmi les placettes d'épicéa.

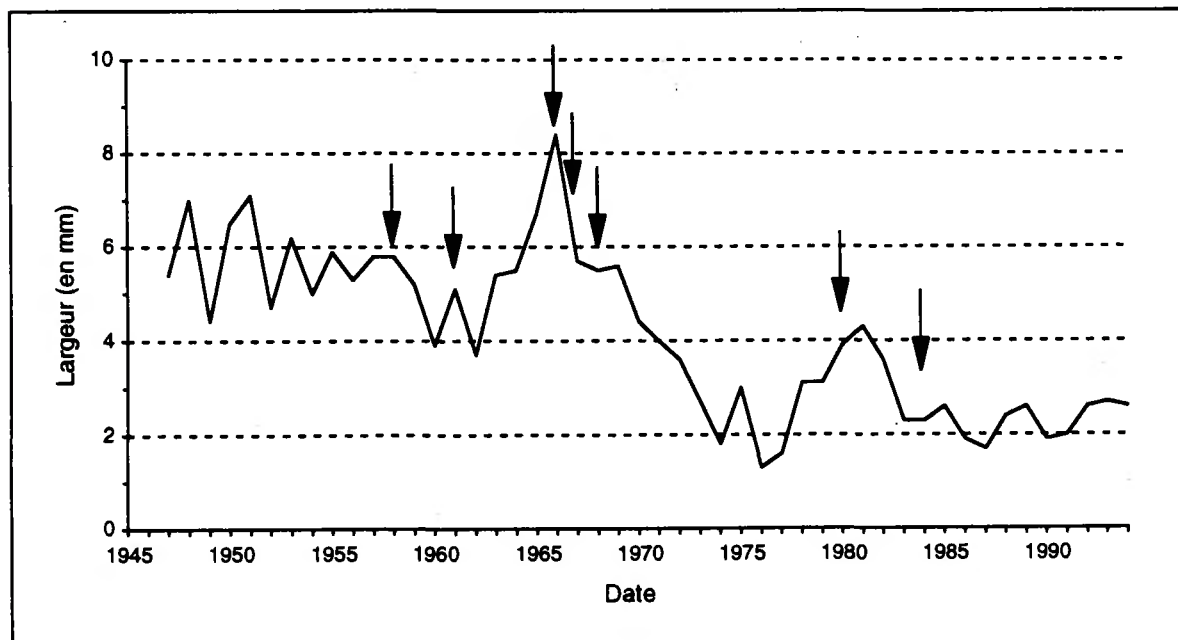
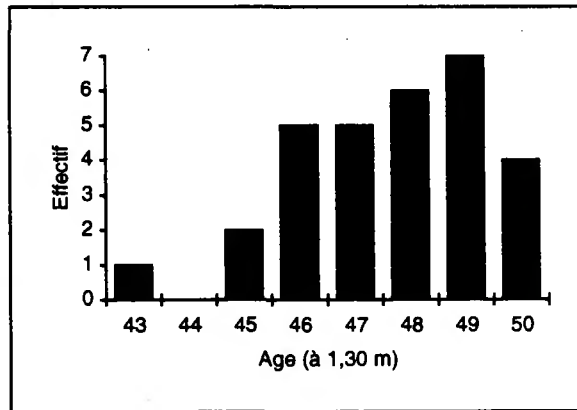
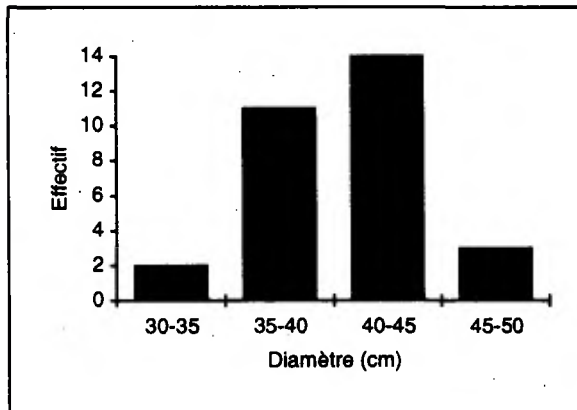
Placette :	EPC 71	Forêt : de Glenne
Altitude (m) : 600	Pente (%) : 20	Exposition : sud-est
Département : Saône et Loire	Région : Bourgogne	

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 1404
Longueur de la chronologie	: 1947-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	48 (±1,7)	43	50
Diamètre (cm)	41 (±3,7)	33	50
Hauteur (m) (n=30)	27	24	30
Accroissement (mm/an)	4,07 (±0,60)	2,97	5,73
Largeur d'aubier (mm)	60,4 (±15,7)	23	88

Acr : 1985 à 1994	2,30 mm/an
: 1980 à 1994	2,63 mm/an



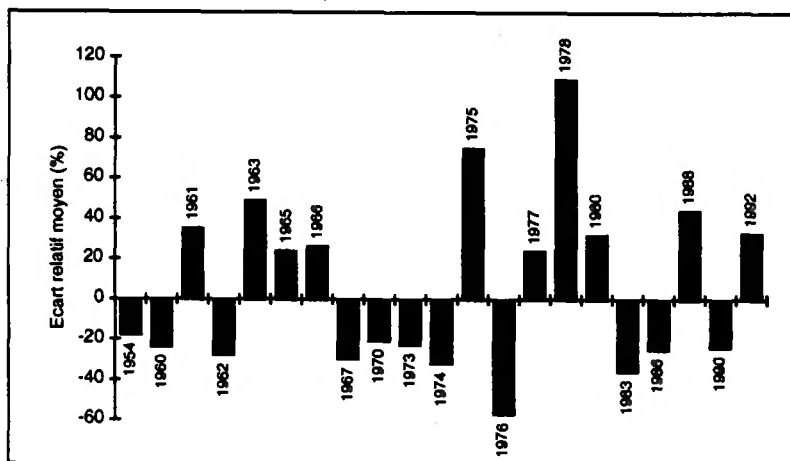
Evolution de la largeur moyenne des cemes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1953). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette EPC 71

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1953-1994 (42 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1260
 Nombre total d'années caractéristiques : 21

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	86	3	10	33	1973	3	86	10	-23
1990	0	76	23	-24	1970	0	83	16	-21
1988	90	6	3	44	1967	0	100	0	-30
1986	3	80	16	-25	1966	80	0	20	26
1983	0	100	0	-36	1965	80	0	20	24
1980	76	0	23	32	1963	96	3	0	49
1978	100	0	0	109	1962	0	96	3	-28
1977	70	23	6	24	1961	83	0	16	35
1976	0	100	0	-57	1960	6	80	13	-24
1975	93	0	6	75	1954	6	83	10	-18
1974	6	86	6	-32					



← Forte croissance (10) :
 - 80% : 1961, 1963, 1965, 1966, 1975, 1978, 1988, 1992
 - 70% : 1977, 1980

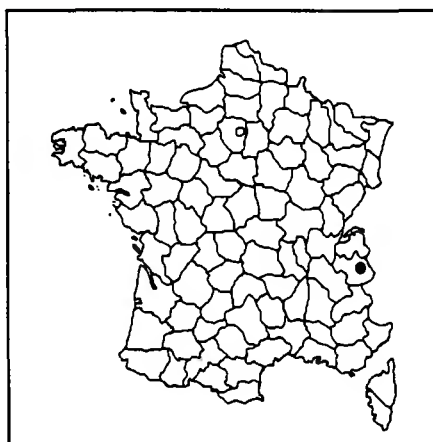
← Faible croissance (11) :
 - 80% : 1954, 1960, 1962, 1967, 1970, 1973, 1974, 1976, 1983, 1986
 - 70% : 1990

La particularité la plus notable de ce peuplement est la très forte crise de 1966 à 1976. Etant donné les nombreuses éclaircies pratiquées dans la parcelle (7 interventions représentant des volumes exploités de 85 m³ à 471 m³), l'hypothèse d'une trop forte compétition intra-peuplement semble peu probable pour expliquer ce comportement particulier. Il est vraisemblable que cette forte crise soit davantage l'expression de problèmes stationnels ou sanitaires locaux ; problèmes qui seraient particulièrement intéressants d'étudier dans l'avenir.

Les années 1967, 1976 et 1983 se distinguent par le fait que 100% des arbres ont présenté une réduction importante de croissance respectivement de -30%, -57% et -36%. Depuis 10 ans, la croissance radiale s'est stabilisée autour de 2,3 mm/an, ce qui est le plus faible niveau observé pour cette gamme d'âge.

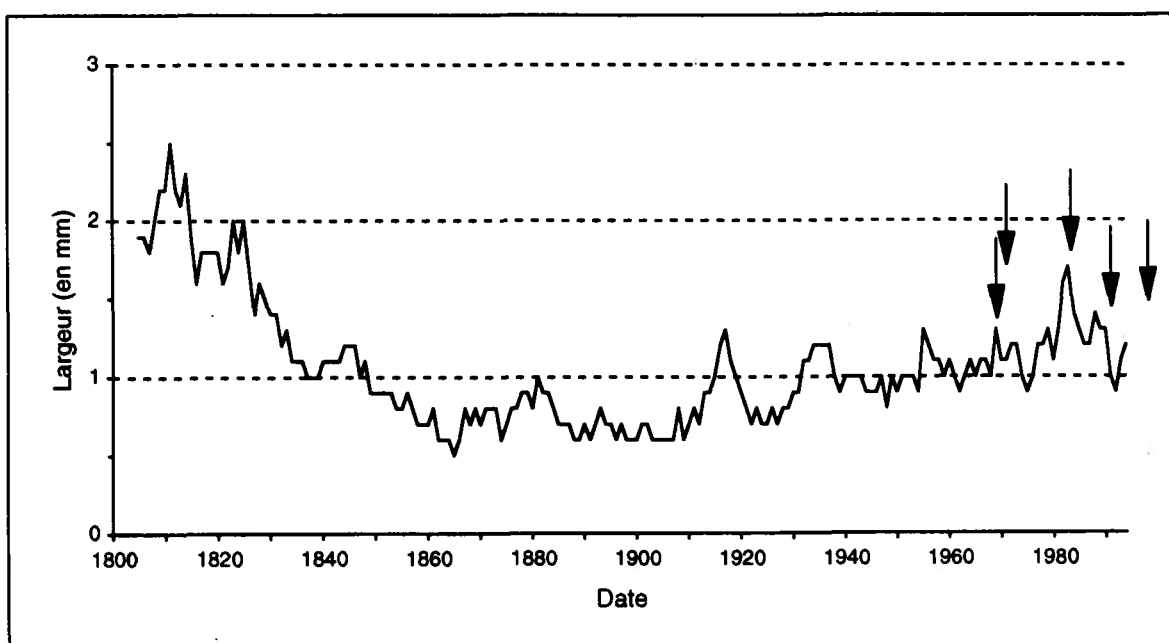
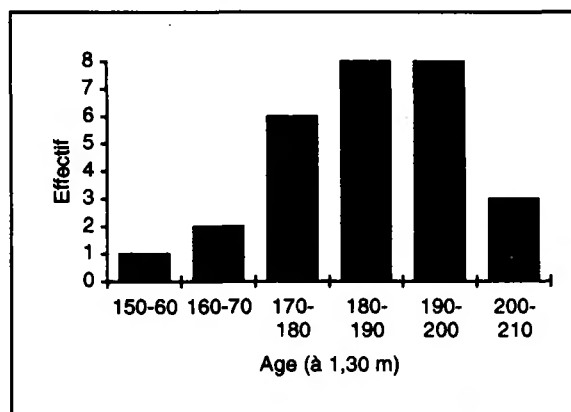
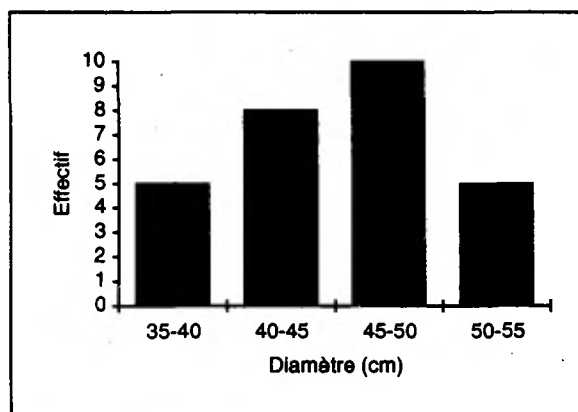
Placette :	EPC 73	Forêt : de Bourg-St-Maurice
Altitude (m) :	1700	Pente (%) : 40
Département : Savoie		Exposition : nord-ouest
		Région : Rhône-Alpes

Effectif d'arbres	: 28 *	* voir commentaires
Nombre total de cemes	: 5189	
Longueur de la chronologie	: 1805-1994	



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	185 (±12,4)	159	209
Diamètre (cm)	45 (±4,4)	38	54
Hauteur (m) (n=17)	22,7	18,5	27,2
Accroissement (mm/an)	1 (±0,17)	0,71	1,39
Largeur d'aubier (mm)	56,7 (±15,9)	28	85

Acr : 1985 à 1994	1,19 mm/an
: 1980 à 1994	1,27 mm/an



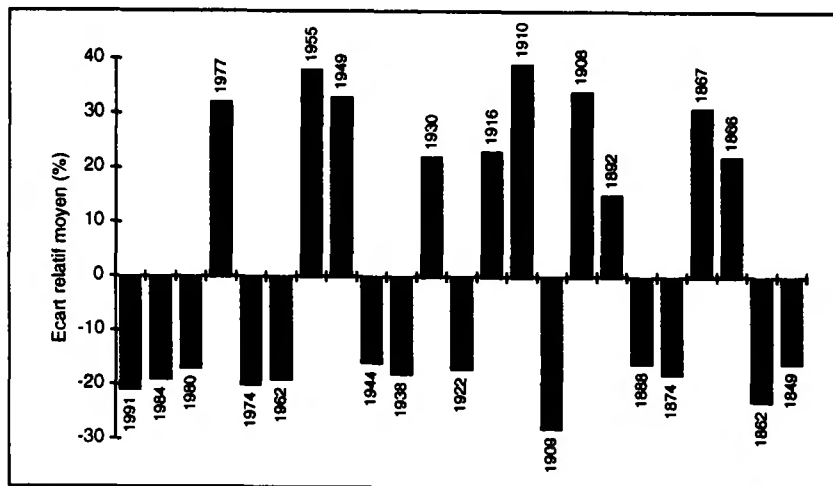
Evolution de la largeur moyenne des cemes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (28 arbres à partir de 1838). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette EPC 73

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 28
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1836-1994 (159 ans)
 Nombre total de cerne disponibles pour cette période : 4531
 Nombre total d'années caractéristiques : 23

Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif					Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)
1991	3	79	17	-21	1916	75	7	17	23
1984	3	82	13	-19	1910	85	3	10	39
1980	0	75	24	-17	1909	3	85	10	-28
1977	75	0	24	32	1908	82	3	14	34
1974	3	79	17	-20	1892	71	0	28	15
1962	3	72	24	-19	1888	7	71	21	-16
1955	89	0	10	38	1874	0	78	21	-18
1949	75	6	17	33	1867	96	0	3	31
1944	13	79	6	-16	1866	71	10	17	22
1938	0	72	27	-18	1862	3	85	10	-23
1930	79	6	13	22	1849	7	71	21	-16
1922	3	72	24	-17					



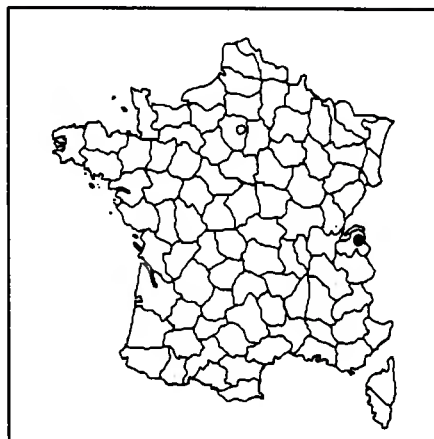
← Forte croissance (10) :
 - 80% : 1867, 1908, 1910, 1955
 - 70% : 1866, 1892, 1916, 1930, 1949, 1977

← Faible croissance (13) :
 - 80% : 1862, 1909, 1984
 - 70% : 1849, 1874, 1888, 1922, 1938, 1944, 1962, 1974, 1980, 1991

Les moyennes des données dendrométriques ont été obtenues sans prendre en compte l'arbre de 82 ans non représentatif du peuplement. De la même façon, pour le calcul des années caractéristiques, cet arbre n'a pas été pris en compte. Il s'agit du plus vieux peuplement échantillonné dans le réseau (les 10 espèces confondues). Après une phase de décroissance (effet biologique de l'âge) et de stabilité, le peuplement présente une augmentation continue des largeurs de cerne depuis le début du siècle. Malheureusement, l'absence de données sylvicoles anciennes ainsi que de données environnementales locales (évolution des sols, du statut social des arbres, du climat...) ne permet pas d'expliquer l'origine de ce comportement. Dans l'avenir, il serait très intéressant d'analyser plus finement ce site car il est surprenant de voir qu'un peuplement de cet âge pousse de plus en plus ! Parallèlement à cette modification "à long terme" de la croissance, des fluctuations interannuelles, de plus ou moins grandes amplitudes, sont également observables : -21% en 1991 ; -28% en 1909...

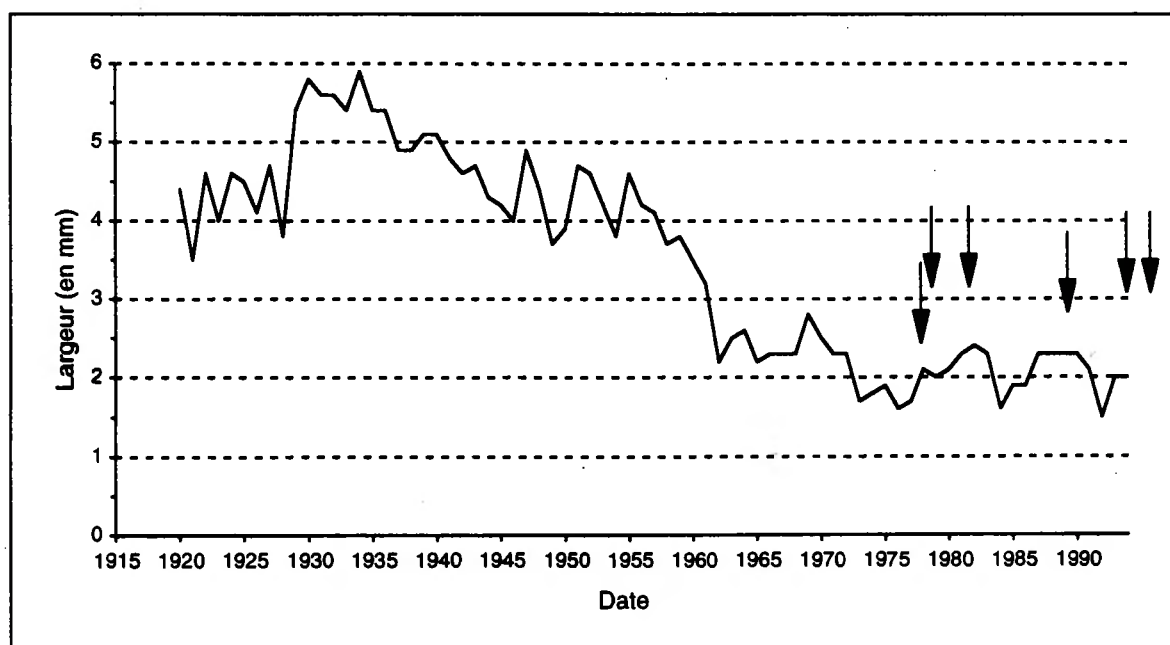
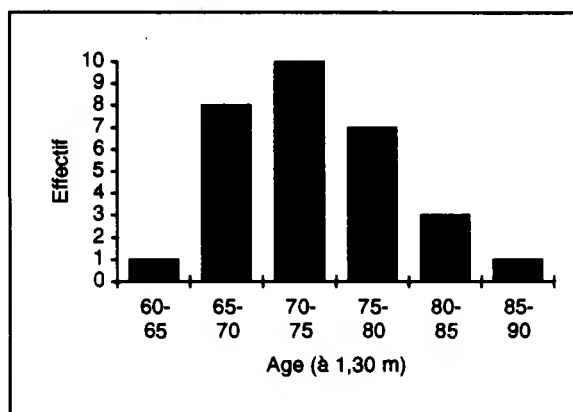
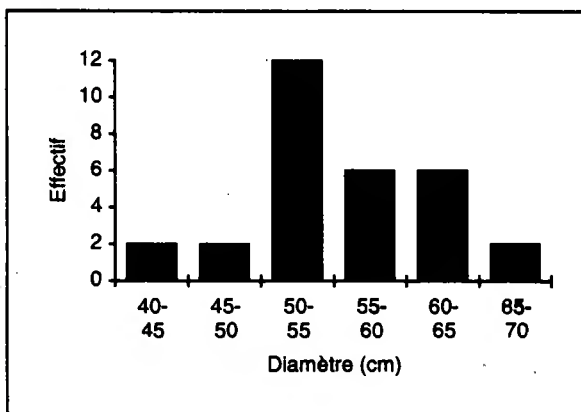
Placette :	EPC 74	Forêt : de Voiron
Altitude (m) :	1200	Pente (%) : 20
		Exposition : ouest
Département :	Haute-Savoie	Région : Rhône-Alpes

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 2173
Longueur de la chronologie	: 1920-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	73 (±5,2)	64	85
Diamètre (cm)	56 (±6)	42	67
Hauteur (m) (n=34)	30	26,3	33
Accroissement (mm/an)	3,44 (±0,52)	2,72	4,39
Largeur d'aubier (mm)	58,7 (±19,3)	17	99

Acr : 1985 à 1994	2,06 mm/an
: 1980 à 1994	2,09 mm/an



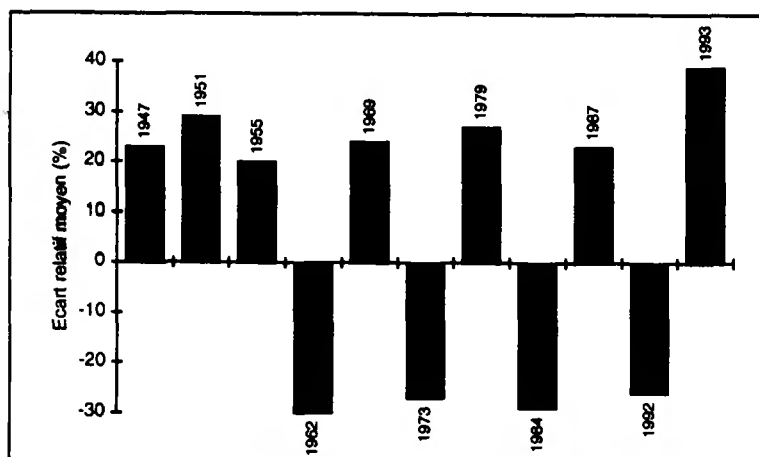
Evolution de la largeur moyenne des cemes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1933). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette EPC 74

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1933-1994 (62 ans)
Nombre total de cerne disponibles pour cette période	: 1860
Nombre total d'années caractéristiques	: 11

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	76	13	10	39
1992	6	90	3	-26
1987	76	10	13	23
1984	3	90	6	-29
1978	76	3	20	27
1973	0	96	3	-27
1969	80	0	20	24
1962	0	93	6	-30
1955	73	0	26	20
1951	76	6	16	29
1947	70	0	30	23



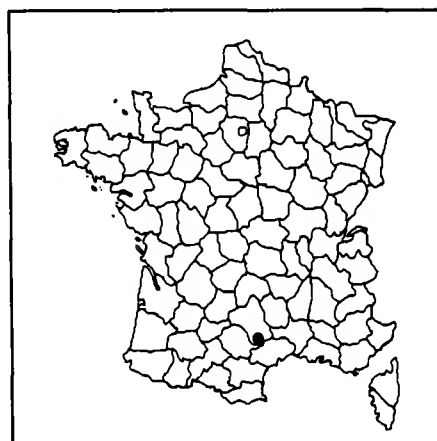
- ← Forte croissance (7) :
- 80% : 1969
- 70% : 1947, 1951, 1955, 1978, 1987, 1993

- ← Faible croissance (4) :
- 80% : 1962, 1973, 1984, 1992
- 70% :

De l'origine aux années 1980, les largeurs des cerne ont diminué assez régulièrement exprimant ainsi l'effet biologique normal de l'âge, mais également, très probablement, l'effet d'une compétition intra-peuplement trop importante due à l'absence d'éclaircie pendant les 50 premières années de la vie des arbres. Depuis 1980, la croissance s'est stabilisée autour de 2 mm/an. Outre ce comportement à long terme, certaines années présentent des réductions notables de croissance comme par exemple en 1962 (-30%), 1973 (-27%), 1984 (-29%) et 1992 (-26%).

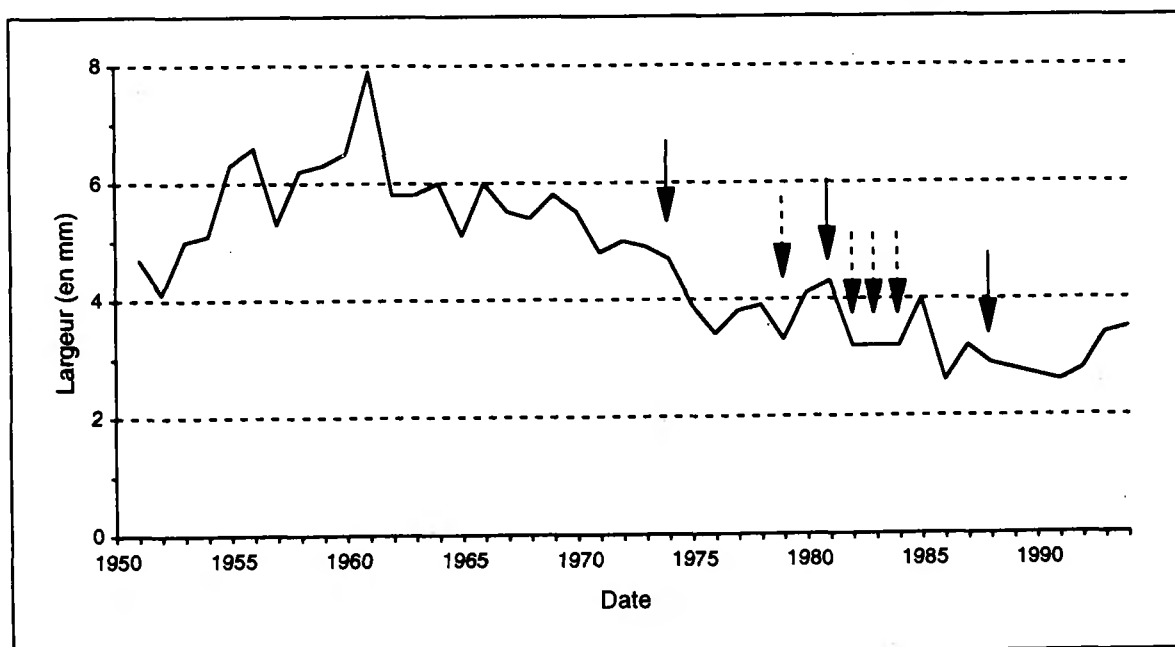
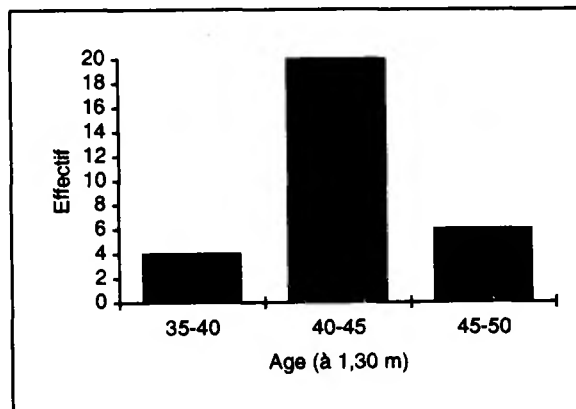
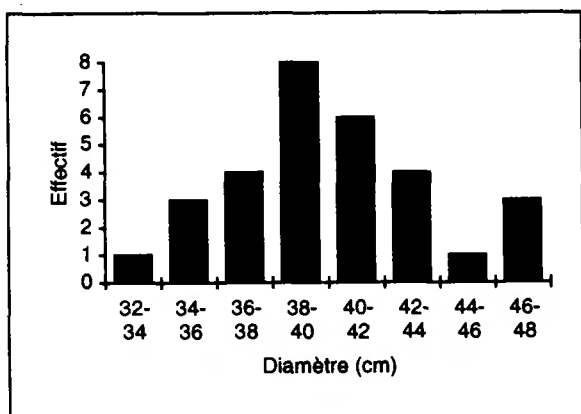
Placette : EPC 81		Forêt : de Nore
Altitude (m) : 820	Pente (%) : 24	Exposition : nord
Département : Tarn		Région : Midi-Pyrénées

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1264
Longueur de la chronologie	: 1951-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	42 (±2,8)	37	49
Diamètre (cm)	40 (±3,5)	33	48
Hauteur (m) (n=28)	23,1	19,5	26,5
Accroissement (mm/an)	4,57 (±0,68)	3,53	6,29
Largeur d'aubier (mm)	64,8 (±25,2)	29	134

Acr : 1985 à 1994	3,05 mm/an
: 1980 à 1994	3,23 mm/an

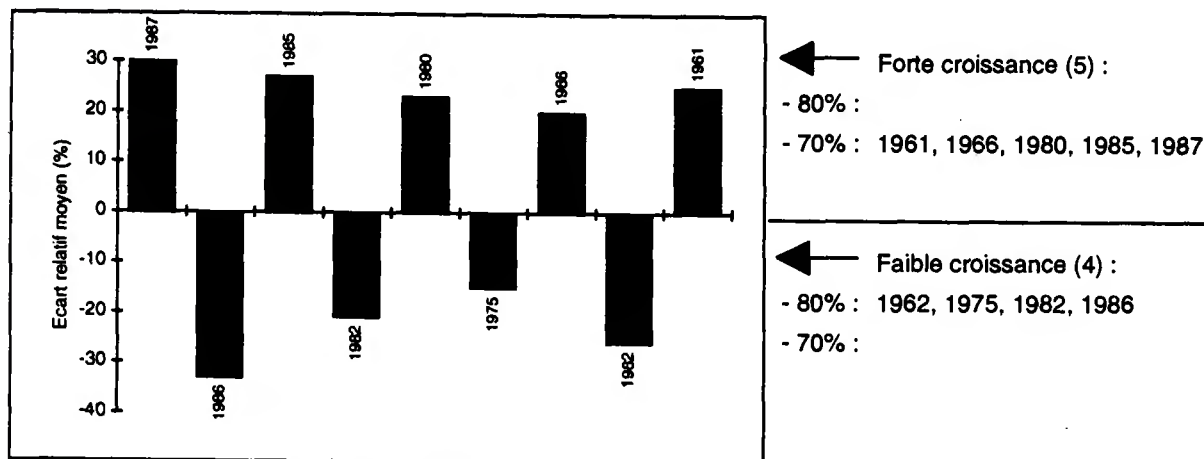


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1958). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour le placette EPC 81
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

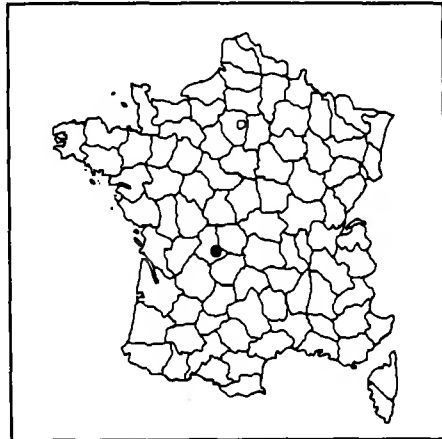
Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1959-1994 (37 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 1110
 Nombre total d'années caractéristiques : 9

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1987	73	0	26	30
1986	3	90	6	-33
1985	70	0	30	27
1982	10	80	10	-21
1980	70	3	26	23
1975	6	80	13	-15
1966	70	0	30	20
1962	0	93	6	-26
1961	70	0	30	25



Depuis l'origine, les largeurs des cernes ont diminué assez régulièrement exprimant ainsi principalement l'effet biologique normal de l'âge sur l'élaboration des cernes ; l'effet d'une compétition intra-peuplement trop importante ne semble pas être en cause dans ce comportement au vue du suivi de l'exploitation de la parcelle qui indique des éclaircies assez régulières (ainsi que des chablis). Outre ce comportement à long terme, certaines années présentent des réductions notables de croissance comme par exemple en 1962 (-26%), 1976, 1982 (-21%) et 1986 (-33%). Actuellement, la croissance est de l'ordre de 3 mm/an, ce qui situe le peuplement parmi les plus fortes croissances observées pour les épicéas.

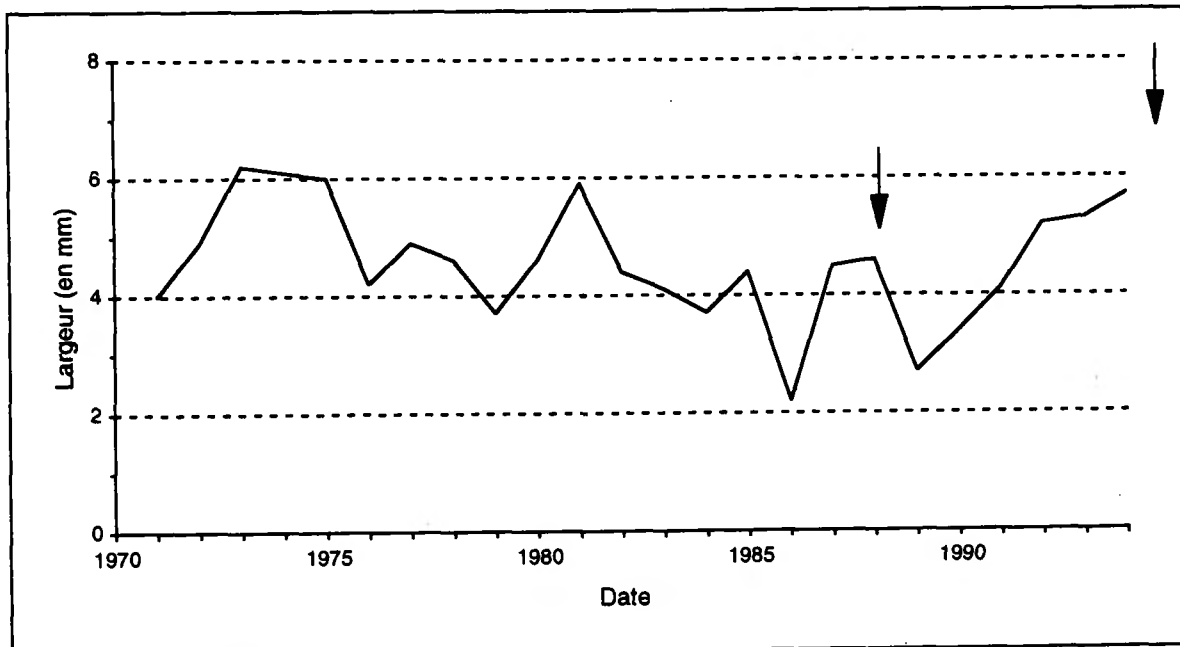
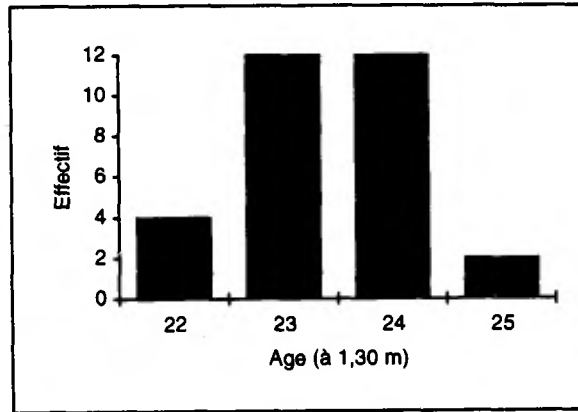
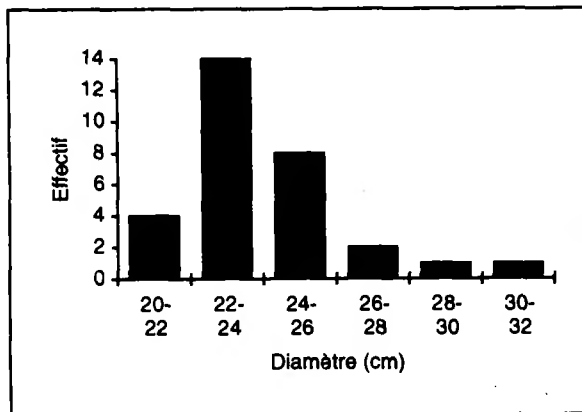
Placette :	EPC 87	Forêt : de Monteil
Altitude (m) : 650	Pente (%) : 25	Exposition : ouest
Département : Haute-Vienne	Région : Limousin	



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 694
Longueur de la chronologie	: 1971-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	23 (±0,8)	22	25
Diamètre (cm)	24 (±2,1)	21	31
Hauteur (m) (n=36)	16,7	14,8	18,5
Accroissement (mm/an)	4,56 (±0,63)	3,28	6,92
Largeur d'aubier (mm)	46,1 (±12,7)	24	81

Acr : 1985 à 1994	4,21 mm/an
: 1980 à 1994	4,32 mm/an

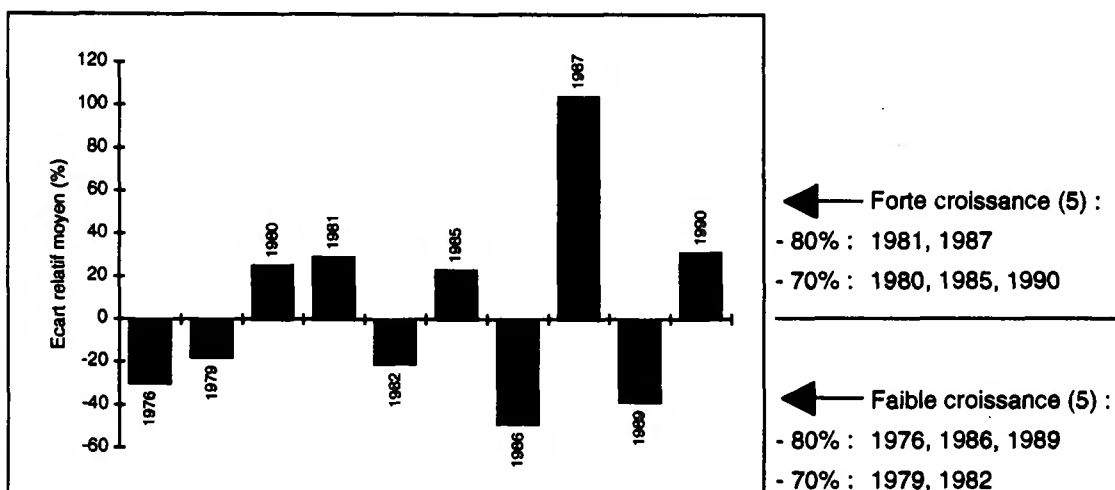


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1973). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette EPC 87
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1971-1994 (24 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 693
 Nombre total d'années caractéristiques : 10

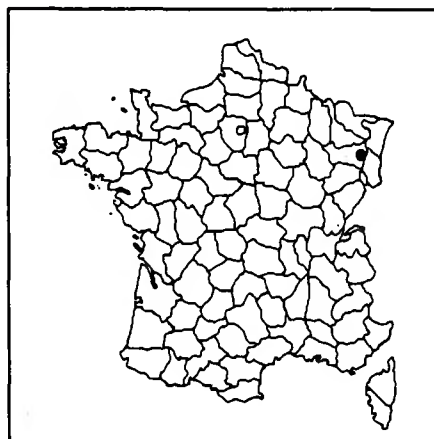
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1990	70	6	23	31
1989	0	96	3	-39
1987	100	0	0	104
1986	0	100	0	-49
1985	70	13	16	23
1982	6	76	16	-21
1981	90	0	10	29
1980	70	10	20	25
1979	10	70	20	-18
1976	0	100	0	-30



Il s'agit du plus jeune peuplement d'épicéa du réseau. La sécheresse de 1976 et les froids hivernaux de 1986 ont particulièrement marqués ce peuplement étant donné que 100% des arbres échantillonnés ont présenté des réductions de croissance respectivement de -30% et -49%. La sécheresse de 1989 est également bien marquée (-39%), mais le peuplement semble avoir bien récupéré au vue de l'augmentation de croissance observée depuis cette date (effet combiné de meilleures conditions climatiques et de l'éclaircie de 1988 ?). Le niveau de croissance actuel des arbres est le plus élevé observé pour cette espèce.

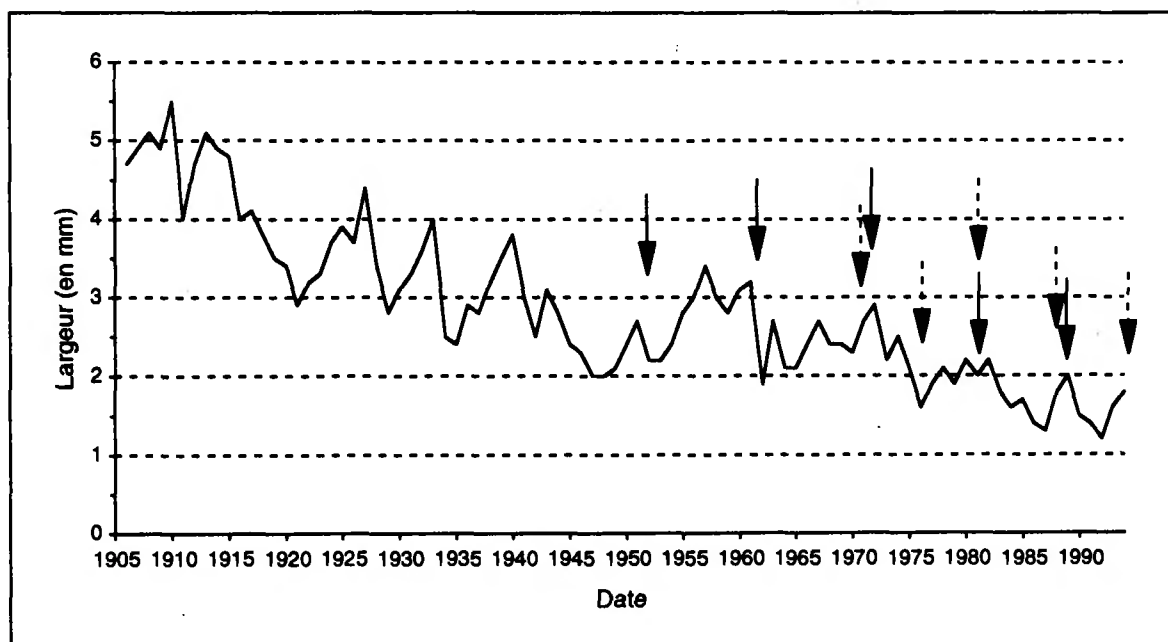
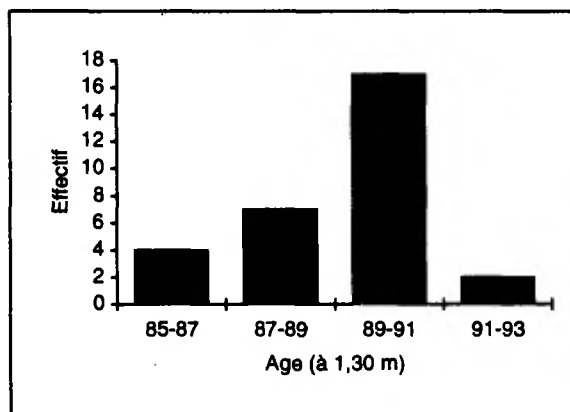
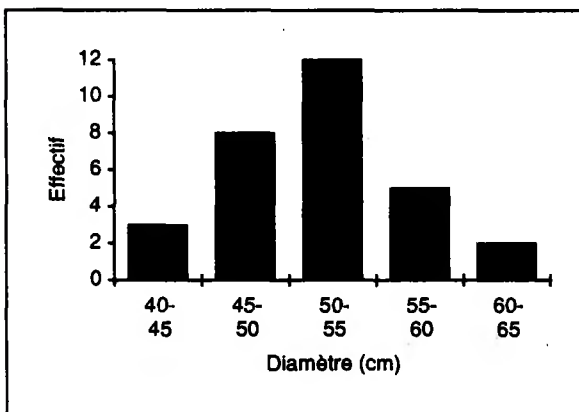
Placette :	EPC 88	Forêt : S, de Laveline
Altitude (m) :	660	Pente (%) : 20
Département :	Vosges	Exposition : sud-ouest
		Région : Lorraine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2633
Longueur de la chronologie	: 1906-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	89 (±1,7)	85	92
Diamètre (cm)	52 (±4,4)	44	61
Hauteur (m) (n=29)	35,5	33,2	40,5
Accroissement (mm/an)	2,83 (±0,44)	1,91	3,72
Largeur d'aubier (mm)	42,7 (±15,1)	18	79

Acr : 1985 à 1994	1,57 mm/an
: 1980 à 1994	1,70 mm/an



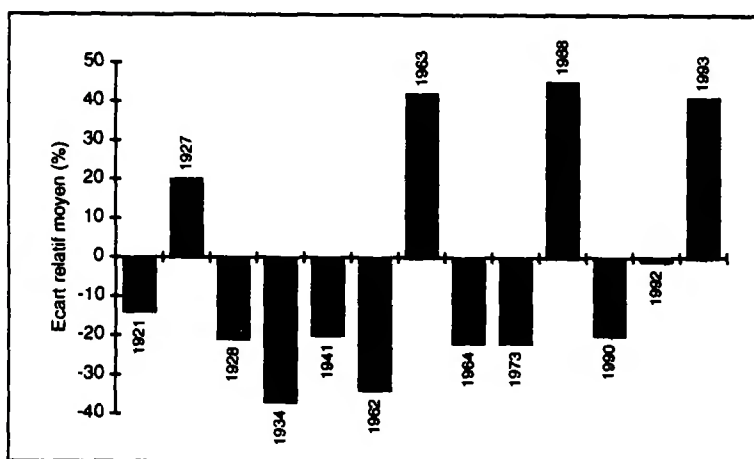
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1913). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette EPC 88

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1913-1994 (82 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 2460
 Nombre total d'années caractéristiques : 13

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	80	10	10	41
1992	20	70	10	-1
1990	13	80	6	-20
1988	70	6	23	45
1973	10	80	10	-22
1964	3	86	10	-22
1963	93	3	3	42
1962	3	86	10	-34
1941	0	76	23	-20
1934	3	93	3	-37
1928	0	86	13	-21
1927	73	10	16	20
1921	10	80	10	-14



← Forte croissance (4) :

- 80% : 1963, 1993

- 70% : 1927, 1988

← Faible croissance (9) :

- 80% : 1921, 1928, 1934, 1962, 1964

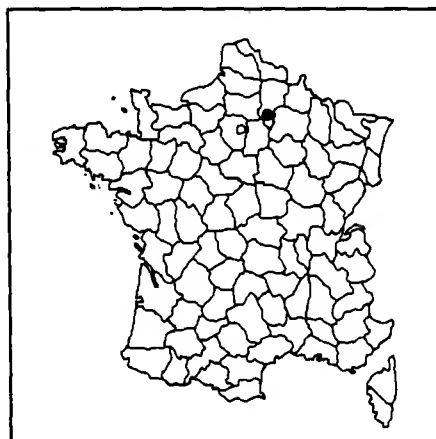
1973, 1990

- 70% : 1941, 1992

Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en grande partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des fluctuations interannuelles notables parmi lesquelles on peut citer les années 1928, 1934, 1962, 1976, 1990. Malgré les éclaircies pratiquées régulièrement depuis 1962, la croissance radiale continue à diminuer, et se situe actuellement autour de 1,6 mm/an.

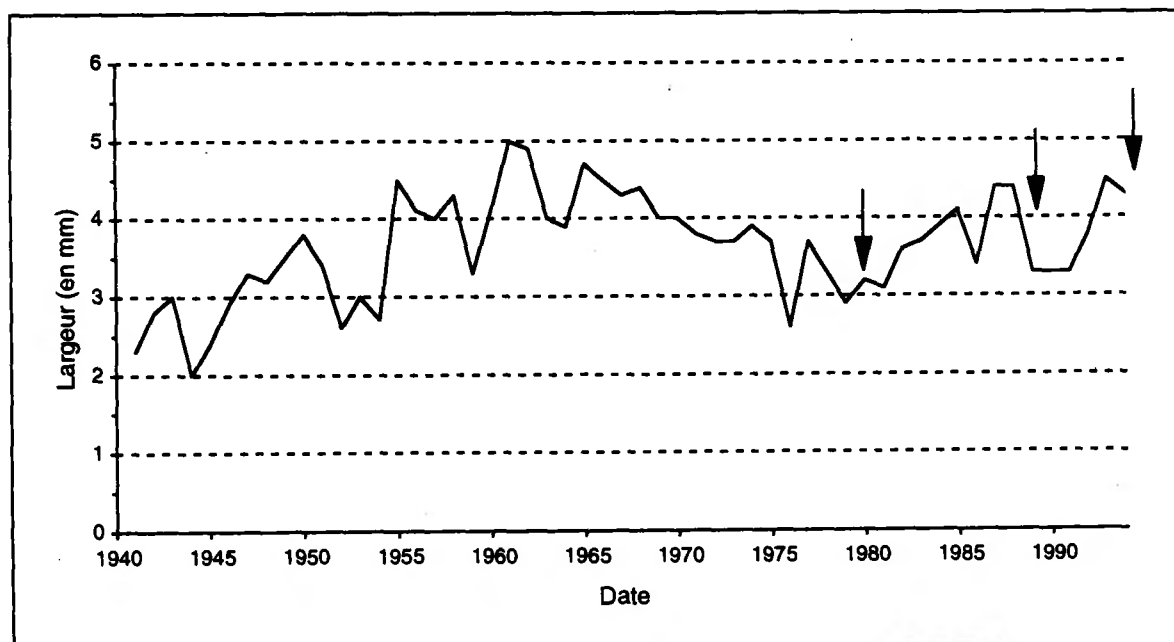
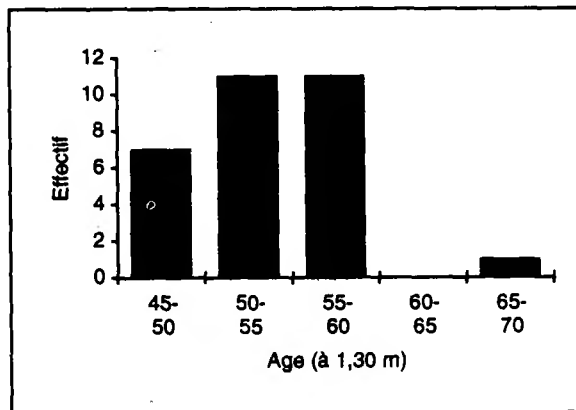
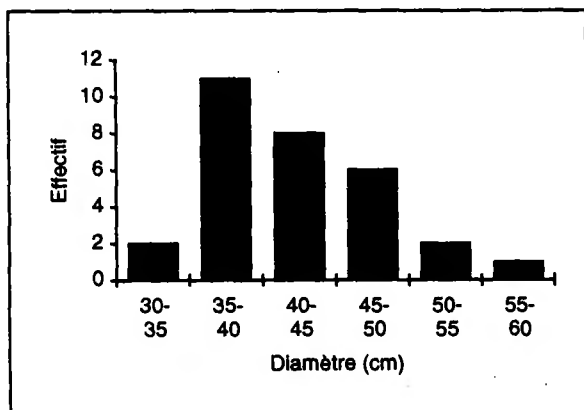
Placette :	HET 02	Forêt : de Retz
Altitude (m) :	145	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Aisne	Région : Picardie

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1554
Longueur de la chronologie	: 1941-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	54 (±4,1)	46	66
Diamètre (cm)	42 (±6)	31	57
Hauteur (m) (n=20)	29,7	25	32,5
Accroissement (mm/an)	3,67 (±0,68)	2,1	4,96

Acr : 1985 à 1994	3,88 mm/an
: 1980 à 1994	3,75 mm/an



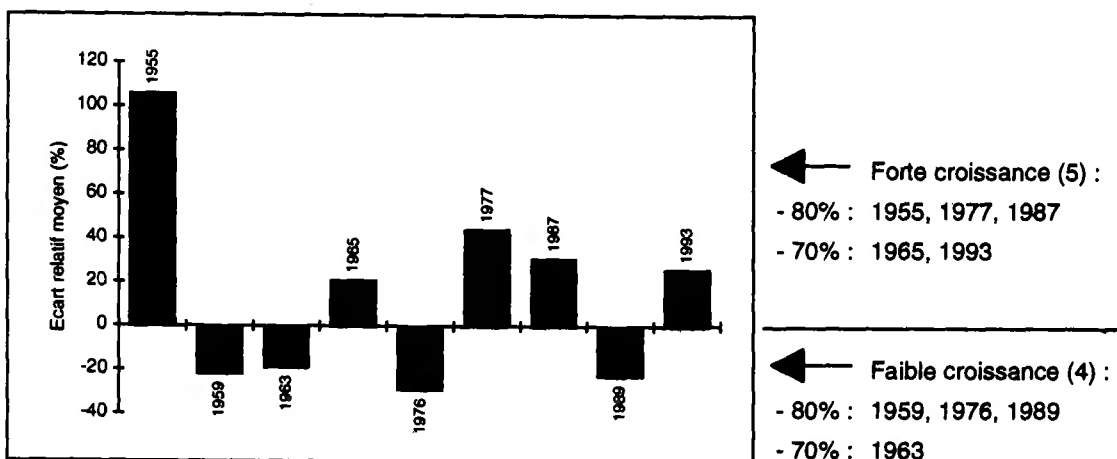
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1952). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 02

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1952-1994 (43 ans)
Nombre total de cernes disponibles pour cette période	: 1290
Nombre total d'années caractéristiques	: 9

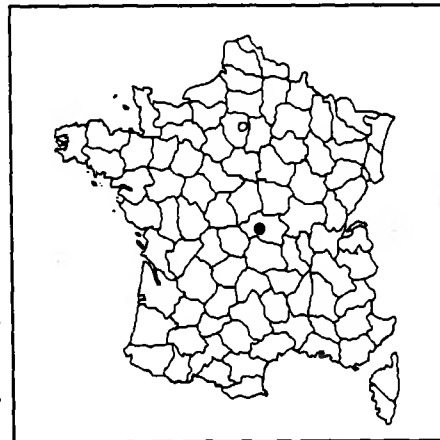
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	76	6	16	26
1989	0	83	16	-23
1987	80	6	13	31
1977	80	10	10	44
1976	3	90	6	-29
1965	70	0	30	21
1963	3	76	20	-19
1959	3	80	16	-22
1955	100	0	0	106



Depuis l'origine, le peuplement a connu plusieurs crises de croissance notamment en 1954-1955, 1959 (-22%), et au moment des fortes sécheresses de 1976 (-29%) et de 1989 à 1991 (-23% en 1989). Depuis la crise de 1976, le peuplement semble avoir bien récupéré et présente même une augmentation notable d'accroissement. Au vue de l'historique des coupes dans le peuplement (pas d'information avant 1979), on peut émettre l'hypothèse que ce comportement est, en grande partie, l'expression des effets des éclaircies pratiquées dans cette parcelle depuis une quinzaine d'années. Le niveau de croissance radiale actuel (3,9 mm/an) est d'ailleurs le plus élevé parmi l'ensemble des placettes de hêtre échantillonnées.

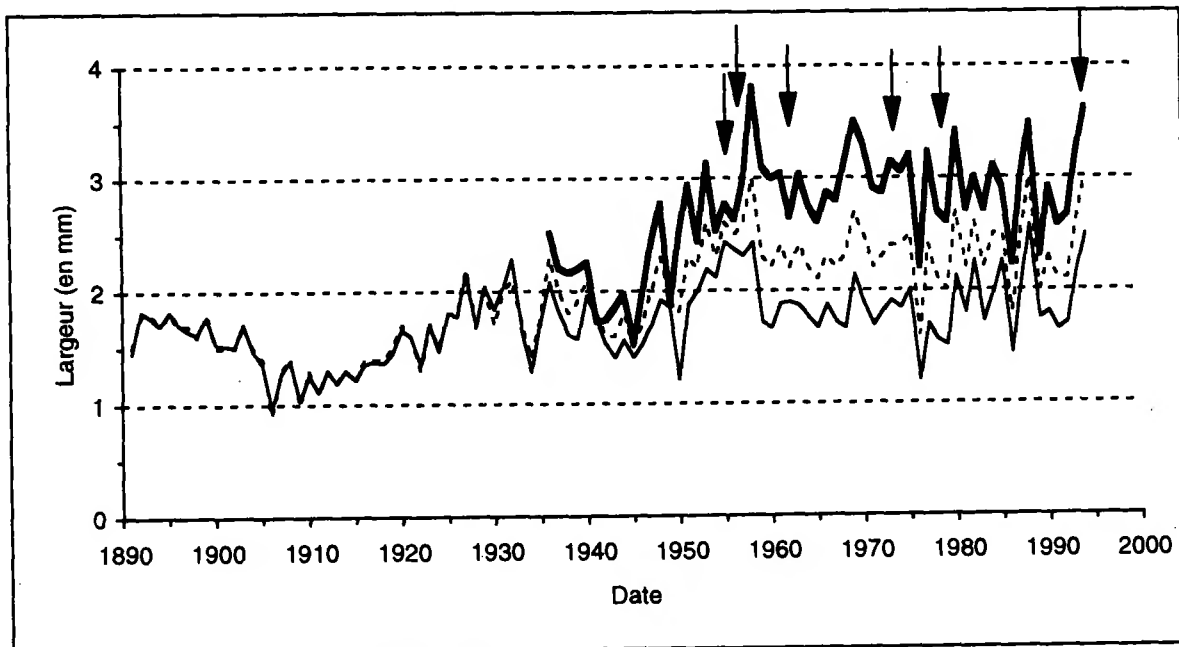
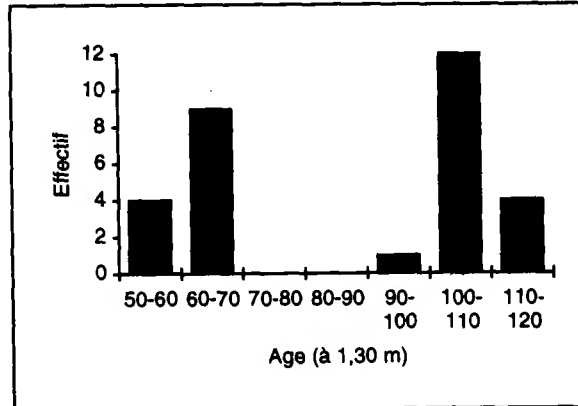
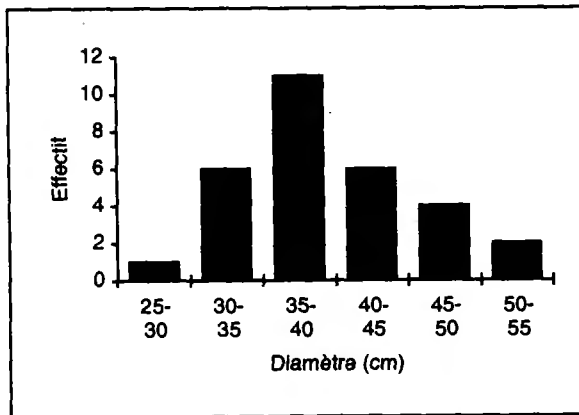
Placette :	HET 03	Forêt : des Colettes
Altitude (m) :	590	Pente (%) : 15
Département : Allier		Exposition : nord
		Région : Auvergne

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2558
Longueur de la chronologie	: 1891-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
voir commentaires			
Age (à 1,30 m) (ans)	87 (±22,7)	59	117
Diamètre (cm)	39 (±6,0)	29	53
Hauteur (m) (n=31)	29	26	33
Accroissement (mm/an)	2,15 (±0,61)	1,21	3,27

Acr : 1985 à 1994	2,39 mm/an
: 1980 à 1994	2,41 mm/an



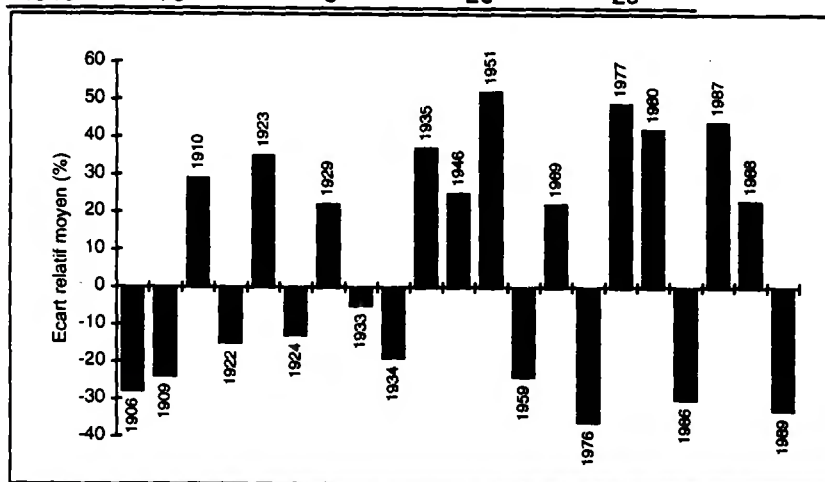
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date pour les jeunes arbres (âge < 70 ans ; n=13 ; trait gras), les vieux arbres (âge ≥ 90 ans ; n=17 ; trait fin) et pour tous les arbres confondus (trait pointillé). Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (n=30 à partir de 1939). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 03

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 15
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1895-1994 (100 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2471
 Nombre total d'années caractéristiques : 21

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)					Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	Ecart relatif moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	Ecart relatif moyen (%)
1989	0	93	6	-33	1935	85	4	9	37
1988	76	0	23	23	1934	0	75	25	-19
1987	83	3	13	44	1933	10	78	10	-15
1986	3	86	10	-30	1929	82	11	5	22
1980	86	3	10	42	1924	11	70	17	-13
1977	86	10	3	49	1923	82	5	11	35
1976	0	96	3	-36	1922	17	70	11	-15
1969	70	0	30	22	1910	76	0	23	29
1959	0	76	23	-24	1909	5	82	11	-24
1951	90	0	10	52	1906	0	88	11	-28
1946	70	3	26	25					



← Forte croissance (11) :
 - 80% : 1923, 1929, 1935, 1951, 1977, 1980, 1987
 - 70% : 1910, 1946, 1969, 1988

← Faible croissance (10) :
 - 80% : 1906, 1909, 1976, 1986, 1989
 - 70% : 1922, 1924, 1933, 1934, 1959

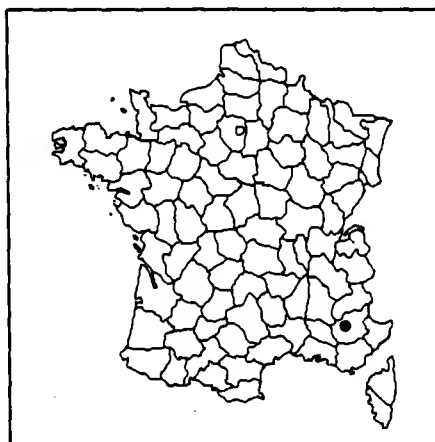
La répartition bimodale des âges biaise les données moyennes du peuplement, Ainsi, si on considère les deux classes d'âges, les valeurs moyennes sont :

		Crois : de l'origine à 1994			
		âge < 70 ans (n=13)		âge > 90 ans (n=17)	
Age	62 (±2,9)	59 à 68	Age	106 (±4,9)	95 à 117
Dia (cm)	37 (±4,2)	29 à 43	Dia (cm)	41 (±6,7)	31 à 53
Crois (mm/an)	2,72 (±0,4)	1,93 à 3,27	Crois (mm/an)	1,72 (±0,3)	1,21 à 2,24

Sur cette parcelle coexistent deux populations d'arbres d'âges actuels très différents. L'analyse des profils moyens de croissance montre un très bon synchronisme des variations interannuelles entre les jeunes et les vieux arbres et, d'une façon évidente, des niveaux actuels (période 85-94) de croissance très différents de l'ordre de 1,9 mm/an pour les arbres âgés et 2,9 mm/an pour les jeunes. Les années 1976 et 1989 sont très marquées avec respectivement des réductions de croissance de -36% et -33%.

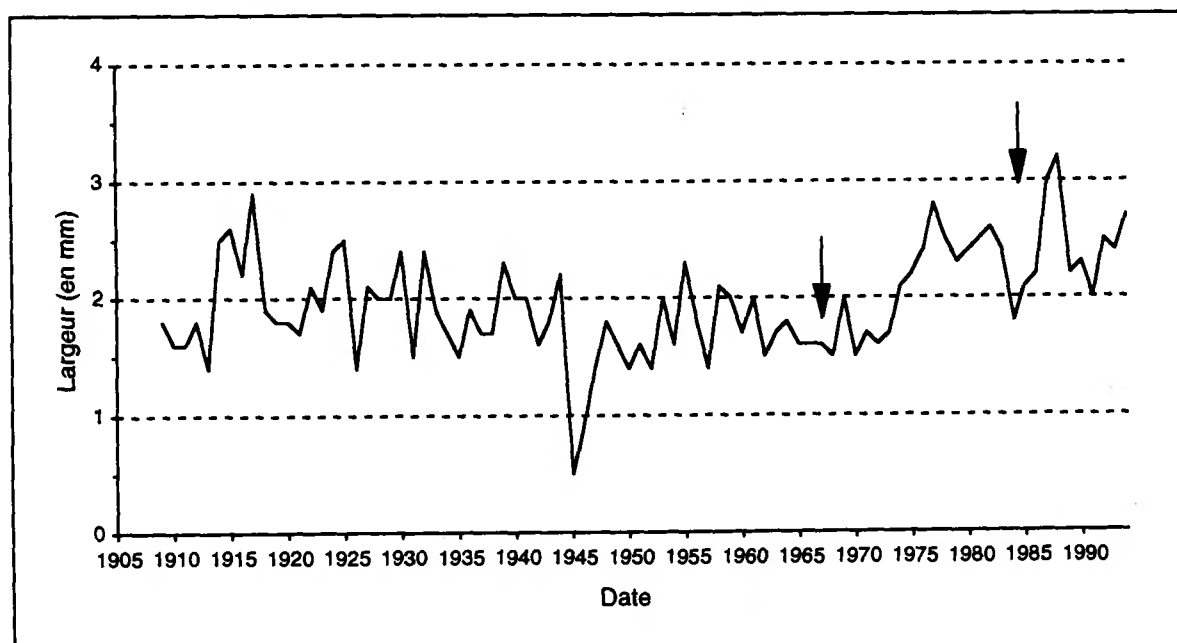
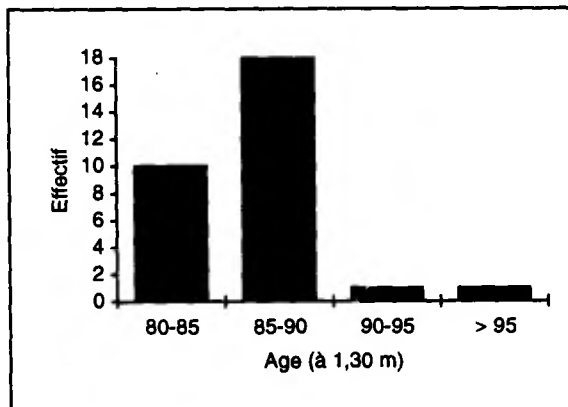
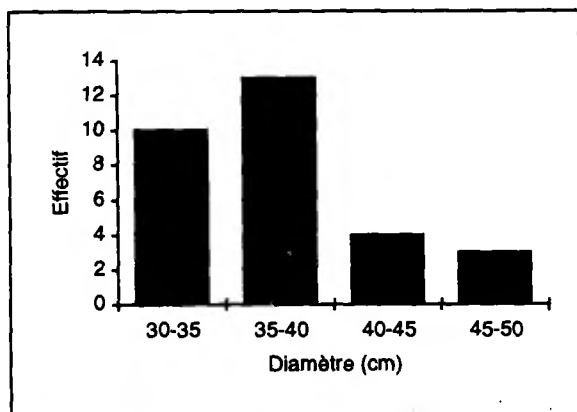
Placette :	HET 04	Forêt : de Jabron
Altitude (m) :	1300	Pente (%) : 50
		Exposition : nord
Département :	Basses-Alpes	Région : Provence-Côte d'Azur

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 2577
Longueur de la chronologie	: 1909-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	85 (±2,4)	80	156
Diamètre (cm)	38 (±5,1)	31	50
Hauteur (m) (n=24)	26,1	24	29
Accroissement (mm/an)	1,95 (±0,32)	1,39	2,86

Acr : 1985 à 1994	2,46 mm/an
: 1980 à 1994	2,42 mm/an

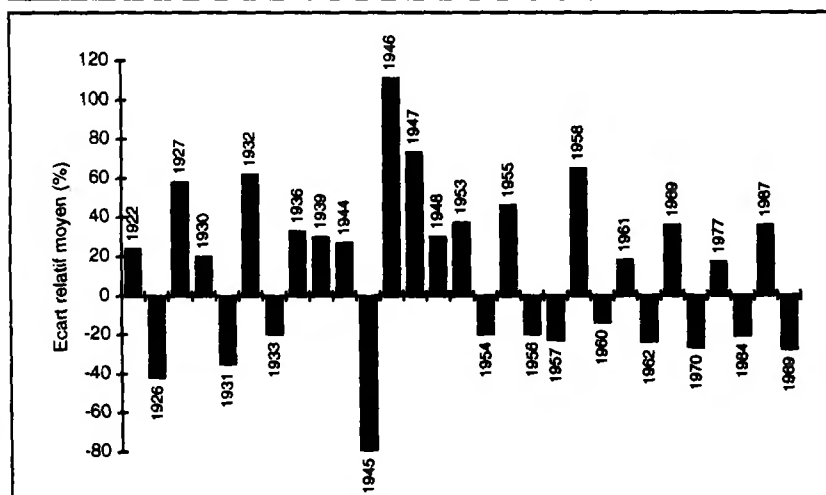


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1918). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 04
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1918-1994 (77 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2310
 Nombre total d'années caractéristiques : 29

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1989	3	90	6	-28	1948	80	3	16	30
1987	76	13	10	36	1947	96	0	3	73
1984	3	80	16	-21	1946	93	6	0	111
1977	70	3	26	17	1945	0	100	0	-79
1970	3	90	6	-27	1944	76	0	23	27
1969	93	0	6	36	1939	93	3	3	30
1962	3	80	16	-24	1936	86	0	13	33
1961	73	3	23	18	1933	0	86	13	-20
1960	3	70	26	-14	1932	96	0	3	62
1958	90	0	10	65	1931	0	100	0	-35
1957	0	70	30	-23	1930	73	6	20	20
1956	0	83	16	-20	1927	86	3	10	58
1955	100	0	0	46	1926	0	100	0	-42
1954	0	83	16	-20	1922	76	0	23	24
1953	86	0	13	37					



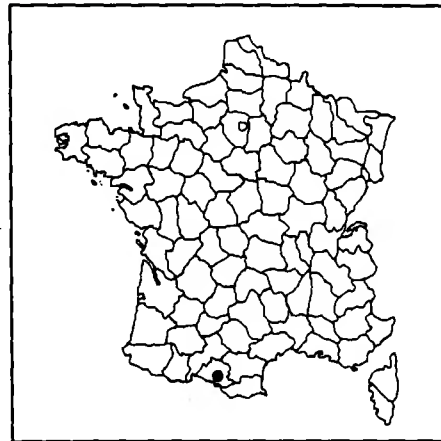
- ← Forte croissance (17) :
- 80% : 1927, 1932, 1936, 1939, 1946, 1947, 1948, 1953, 1955, 1958, 1969
 - 70% : 1922, 1930, 1944, 1961, 1977, 1987
-
- ← Faible croissance (12) :
- 80% : 1926, 1931, 1933, 1945, 1954, 1956, 1962, 1970, 1984, 1989
 - 70% : 1957, 1960

Depuis l'origine, le peuplement a traversé plusieurs crises de croissance variables en durée et en intensité. Les années 1926, 1931 et 1945 se distinguent particulièrement car 100% des arbres échantillonnés ont présenté une réduction moyenne de croissance respectivement de -42%, -35% et -79%. La sécheresse de 1989 est également bien marquée avec une croissance réduite de -28% en moyenne. En revanche, 1976 n'apparaît pas comme année de faible croissance. On peut émettre l'hypothèse que, dans ce peuplement d'altitude, les conditions climatiques de 1976 aient permis de rallonger la saison de végétation (températures plus clémentes et donc moins limitantes) et par conséquent une meilleure croissance.

Depuis les années 1970, le peuplement présente une augmentation notable d'accroissement. Au vue de l'historique des coupes dans le peuplement, on peut émettre l'hypothèse que ce comportement est, en grande partie, l'expression des effets des très fortes éclaircies pratiquées dans cette parcelle en 1967 et 1984 ; exploitation de 1497 m³ de bois dont 1105 m³ de hêtre en 1967 et 1163 m³ dont 1073 m³ en 1984. Le niveau de croissance radiale actuel (2,5 mm/an) situe ce peuplement parmi les niveaux les plus élevés observés pour l'ensemble des placettes de hêtre échantillonnées.

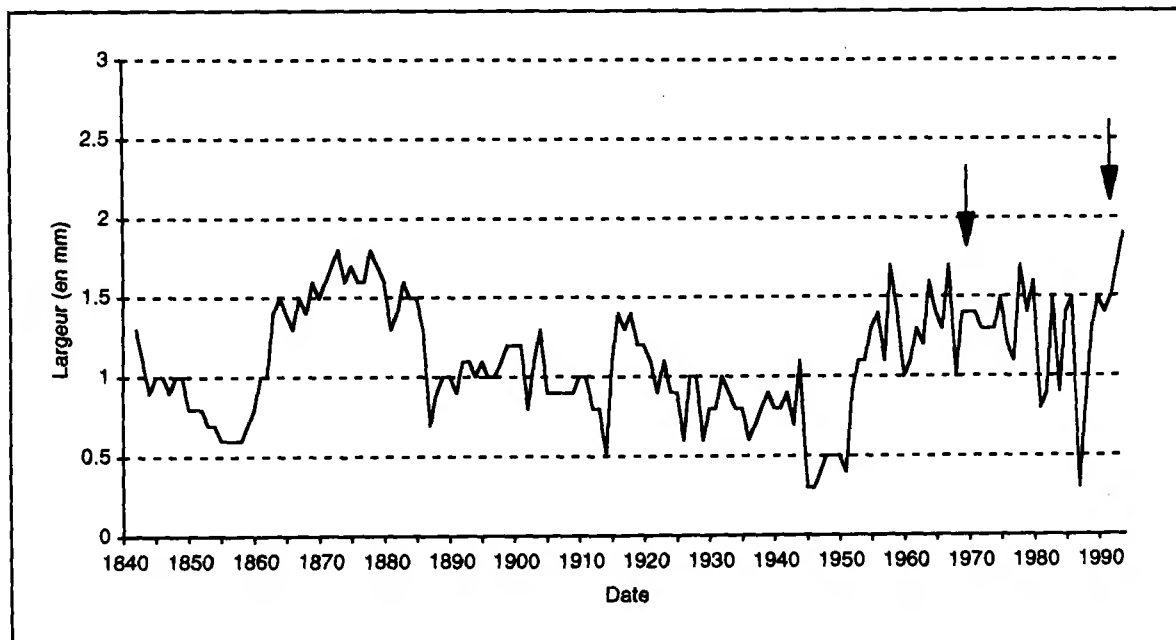
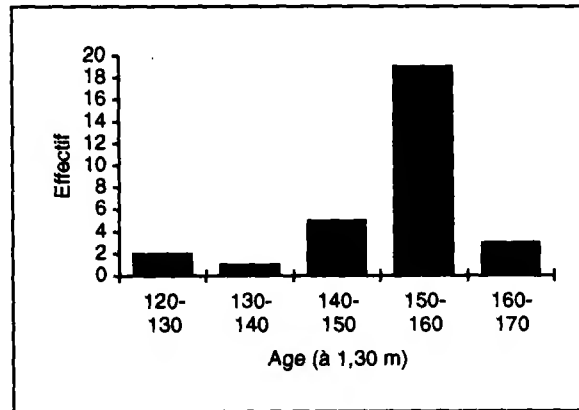
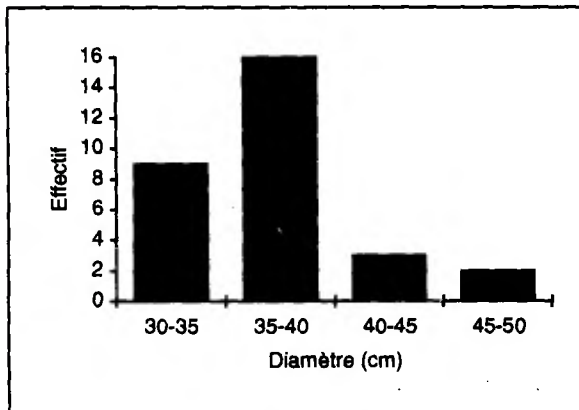
Placette :	HET 09	Forêt : de Soulan
Altitude (m) :	1250	Pente (%) : 32
		Exposition : sud-ouest
Département :	Arège	Région : Midi-Pyrénées

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 4409
Longueur de la chronologie	: 1842-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	152 (±8,8)	125	166
Diamètre (cm)	37 (±4,7)	30	50
Hauteur (m) (n=28)	21,8	18,5	24,5
Accroissement (mm/an)	1,11 (±0,21)	0,76	1,69

Acr : 1985 à 1994	1,33 mm/an
: 1980 à 1994	1,27 mm/an

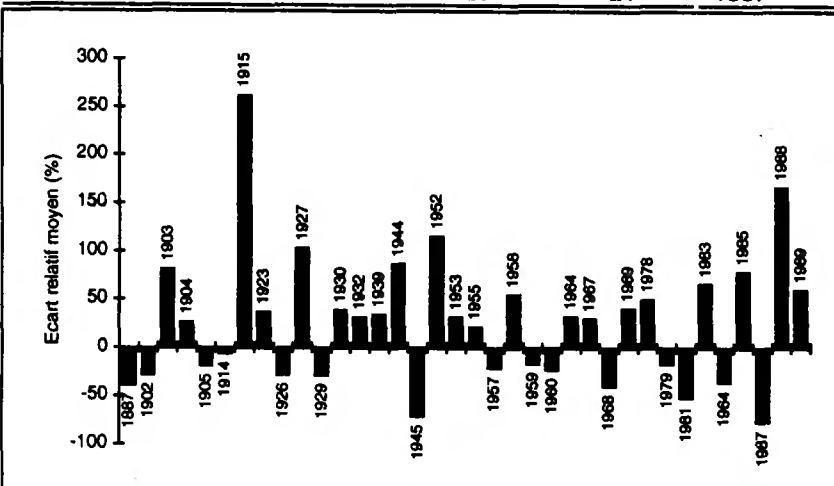


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1871). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 09
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1871-1994 (124 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 3720
 Nombre total d'années caractéristiques : 36

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1989	100	0	0	60	1953	70	13	16	31
1988	100	0	0	167	1952	100	0	0	115
1987	0	100	0	-77	1945	0	100	0	-71
1985	83	10	6	79	1944	80	6	13	87
1984	3	96	0	-36	1939	73	16	10	34
1983	90	3	6	66	1932	73	13	13	31
1981	0	100	0	-52	1930	76	10	13	39
1979	6	70	23	-17	1929	20	70	10	-29
1978	96	0	3	50	1927	80	10	10	103
1969	90	0	10	41	1926	13	83	3	-28
1968	0	96	3	-40	1923	73	16	10	37
1967	83	3	13	30	1915	83	6	10	262
1964	83	3	13	32	1914	23	73	3	-6
1960	3	73	23	-23	1905	13	70	16	-19
1959	3	70	26	-17	1904	73	13	13	26
1958	100	0	0	55	1903	70	23	6	81
1957	0	83	16	-21	1902	20	70	10	-28
1955	70	3	26	21	1887	16	76	6	-39

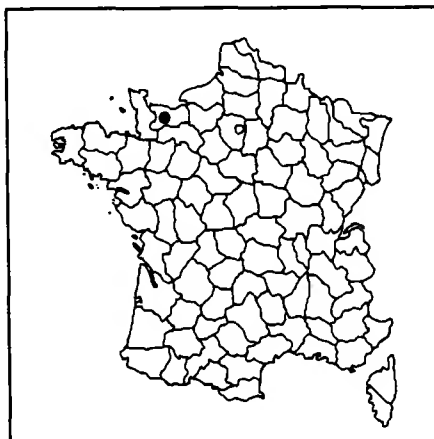


- ← Forte croissance (21) :
- 80% : 1915, 1927, 1944, 1952, 1958, 1964, 1967, 1969, 1978, 1983, 1985, 1988, 1989
 - 70% : 1903, 1904, 1923, 1930, 1932, 1939, 1953, 1955
-
- ← Faible croissance (15) :
- 80% : 1926, 1945, 1957, 1968, 1981, 1984, 1987
 - 70% : 1887, 1902, 1905, 1914, 1929, 1959,

Il s'agit d'un des plus vieux peuplements de hêtres du réseau. Depuis l'origine, le peuplement a traversé plusieurs crises de croissance variables en durée et en intensité. Un total de 7 années se distinguent particulièrement car 100% des arbres échantillonnés ont présenté le même comportement. Une réduction de croissance respectivement de -71%, -52% et -77% pour 1945, 1981 et 1987. Une forte croissance de +115%, +55%, +167% et +60% pour 1952, 1958, 1988 et 1989. L'absence de données sylvicoles anciennes ne permet pas de statuer sur l'origine sylvicole des sauts de croissance observés en 1860, 1915 et au début des années 1950.

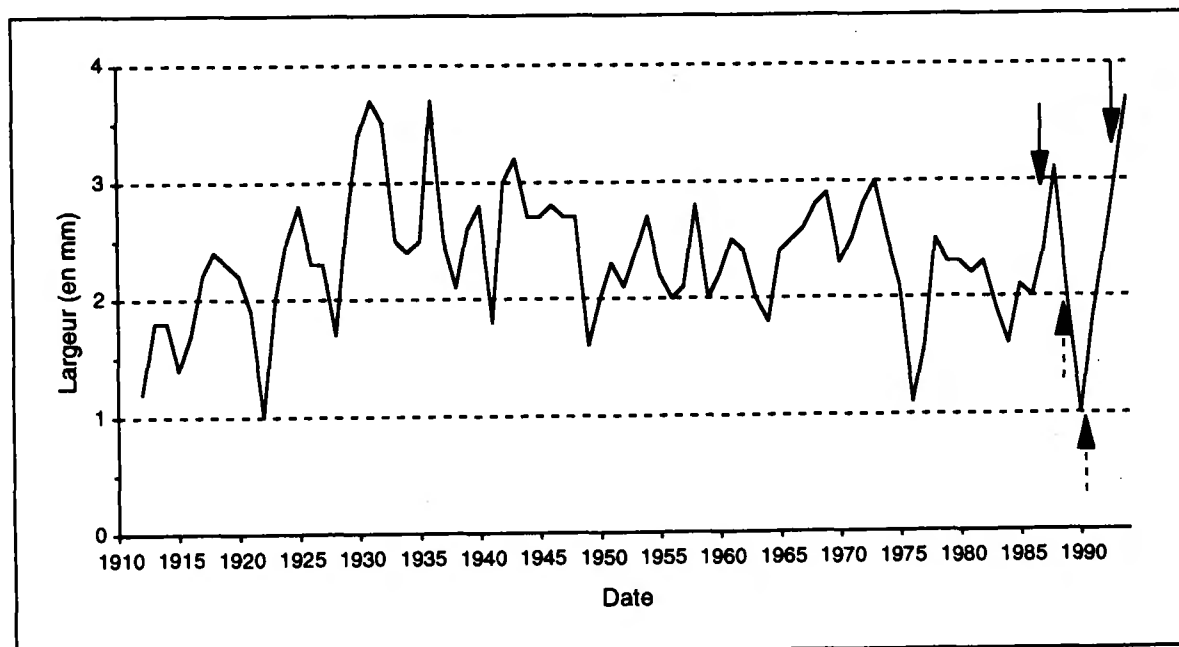
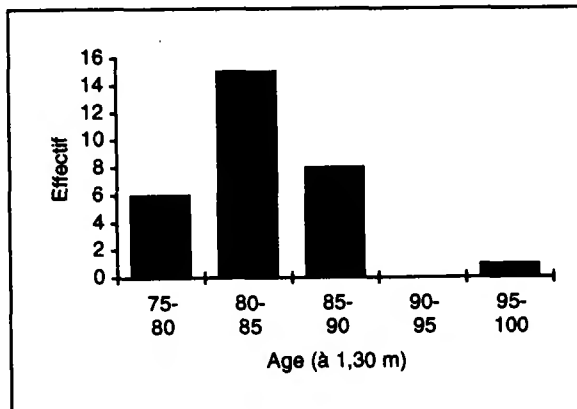
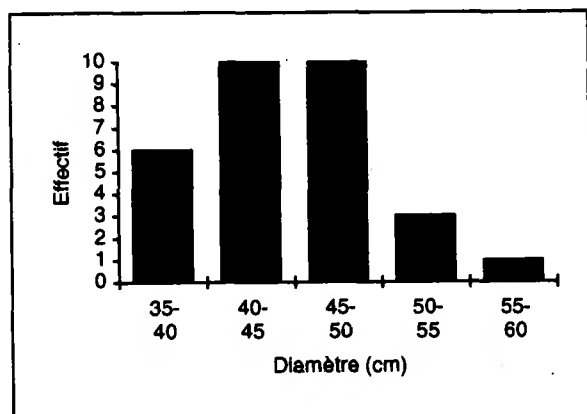
Placette :	HET 14	Forêt : de Cérisy
Altitude (m) :	90	Pente (%) : 4
		Exposition : plat
Département :	Calvados	Région : Basse-Normandie

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2424
Longueur de la chronologie	: 1912-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	83 (±3,8)	78	97
Diamètre (cm)	44 (±4,8)	37	55
Hauteur (m) (n=26)	25,7	22	28,5
Accroissement (mm/an)	2,35 (±0,41)	1,64	3

Acr : 1985 à 1994	2,34 mm/an
: 1980 à 1994	2,25 mm/an

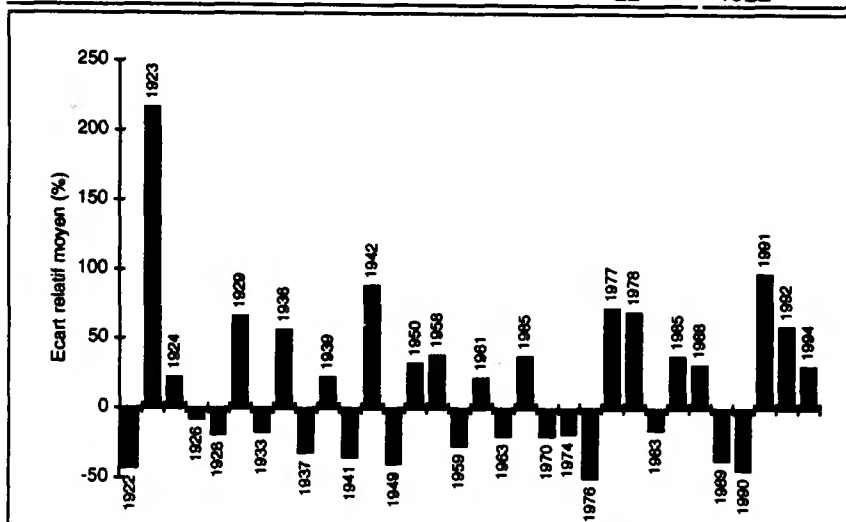


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1920). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette HET 14
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1920-1994 (75 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2250
 Nombre total d'années caractéristiques : 32

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	76	16	6	30	1959	6	86	6	-27
1992	76	10	13	59	1958	73	13	13	38
1991	93	0	6	97	1950	70	20	10	32
1990	3	96	0	-44	1949	0	100	0	-40
1989	3	90	6	-37	1942	96	0	3	88
1988	86	6	6	31	1941	3	86	10	-35
1985	76	6	16	37	1939	73	20	6	22
1983	13	73	13	-15	1937	0	93	6	-32
1978	83	0	16	69	1936	96	0	3	56
1977	86	6	6	72	1933	3	90	6	-17
1976	0	100	0	-50	1929	96	0	3	66
1974	6	86	6	-18	1928	10	73	16	-19
1970	10	70	20	-20	1926	13	70	16	-8
1965	83	0	16	37	1924	73	10	16	22
1963	3	73	23	-20	1923	80	13	6	216
1961	73	10	16	22	1922	6	76	16	-43

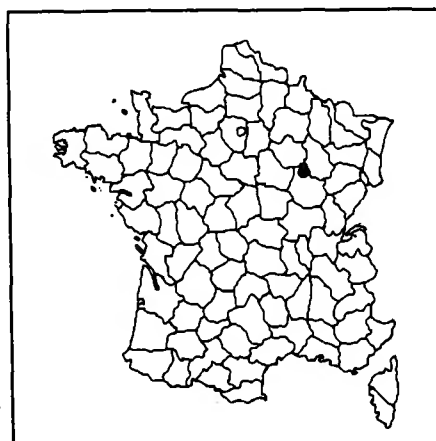


← Forte croissance (17) :
 - 80% : 1923, 1929, 1936, 1942, 1965, 1977, 1978, 1988, 1991
 - 70% : 1924, 1939, 1950, 1958, 1961, 1985, 1992, 1994

← Faible croissance (15) :
 - 80% : 1933, 1937, 1941, 1949, 1959, 1974, 1976, 1989, 1990
 - 70% : 1922, 1926, 1928, 1963, 1970, 1983

Depuis l'origine, le peuplement montre de fortes fluctuations interannuelles de croissance et a connu plusieurs crises : 1922 (-43%), 1949 (100% des arbres ont présenté une réduction moyenne de croissance de -40%), au moment des fortes sécheresses de 1976 (100% des arbres ont présenté une réduction moyenne de croissance de -50%) et de 1988 à 1994 (-37% et -44% en 1989 et 1990). Cette dépression est d'ailleurs une des caractéristique de la grande majorité des placettes du quart Nord-Ouest de la France où les déficits hydriques du début des années 1990 ont été particulièrement sévères (voir HET29 et HET76). Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1992 (retour à de meilleures conditions climatiques ?). Cette forte réactivité aux conditions environnementales est d'ailleurs confirmée par le pourcentage assez élevé d'années caractéristiques observé sur ce site (43%).

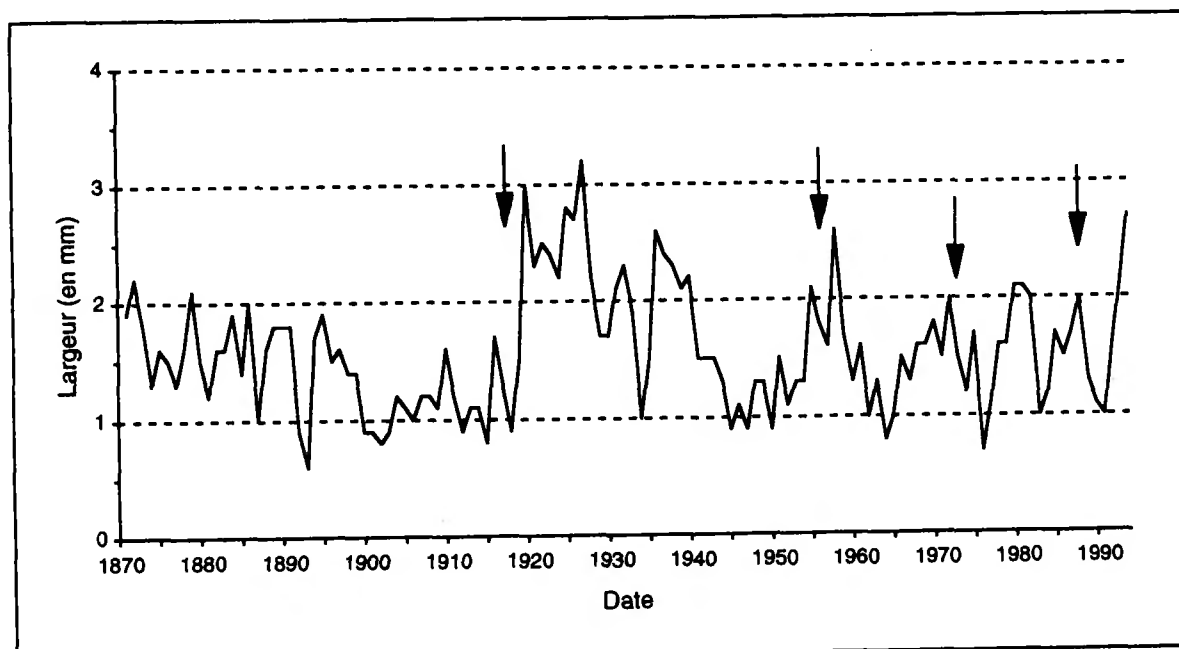
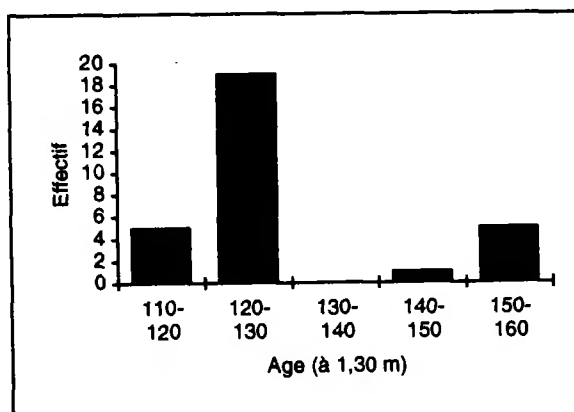
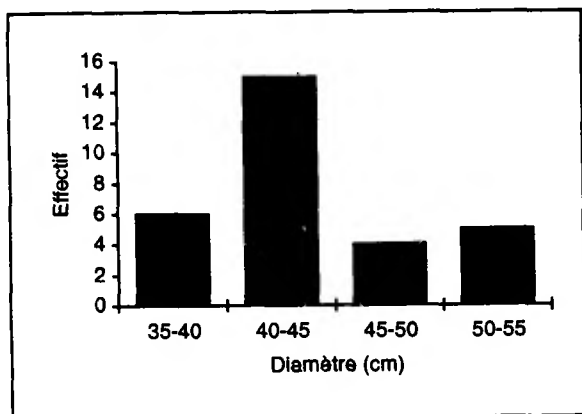
Placette :	HET 21	Forêt : de Lugny
Altitude (m) :	400	Pente (%) : 3
		Exposition : nord-est
Département :	Côte d'Or	Région : Bourgogne



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 3779
Longueur de la chronologie	: 1871-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	128 (±12,9)	112	156
Diamètre (cm)	44 (±4,8)	37	55
Hauteur (m) (n=35)	28,6	26	33
Accroissement (mm/an)	1,57 (±0,18)	1,19	2,01

Acr : 1985 à 1994	1,67 mm/an
: 1980 à 1994	1,67 mm/an



Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1887). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 21

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1877-1994 (118 ans)
Nombre total de cemes disponibles pour cette période	: 3514
Nombre total d'années caractéristiques	: 59

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	83	6	10	29	1931	70	3	26	28
1993	90	3	6	37	1928	0	90	10	-29
1992	96	3	0	75	1927	70	0	30	18
1989	0	93	6	-33	1925	83	0	16	26
1985	86	0	13	40	1921	6	76	16	-17
1984	70	3	26	23	1920	100	0	0	110
1983	0	100	0	-49	1919	80	6	13	64
1980	96	3	0	32	1918	3	90	6	-26
1978	83	3	13	49	1917	0	76	23	-21
1977	76	13	10	52	1916	100	0	0	99
1976	0	100	0	-54	1915	3	86	10	-23
1975	86	3	10	40	1913	80	6	13	40
1974	10	73	16	-18	1912	6	73	20	-25
1973	10	80	10	-23	1911	6	76	16	-22
1972	90	0	10	41	1910	83	6	10	48
1966	90	0	10	55	1904	76	0	23	31
1964	0	100	0	-34	1900	0	96	3	-34
1962	0	93	6	-36	1896	3	83	13	-19
1961	73	10	16	23	1894	100	0	0	196
1959	0	90	10	-33	1893	13	73	13	-26
1958	100	0	0	73	1892	0	100	0	-51
1955	100	0	0	69	1888	86	6	6	62
1952	3	76	20	-21	1887	0	100	0	-45
1951	90	0	10	63	1886	96	0	3	44
1945	0	96	3	-31	1885	3	85	10	-26
1941	0	96	3	-31	1884	75	3	21	21
1936	96	0	3	68	1882	74	7	18	30
1935	100	0	0	55	1880	7	85	7	-33
1934	3	96	0	-42	1879	76	3	19	37
1933	0	70	30	-20					

Forte croissance (32) :

80% : 1886, 1888, 1894, 1910, 1913, 1916, 1919, 1920, 1925, 1935, 1936, 1951, 1955, 1958, 1966, 1972, 1975, 1978, 1980, 1985, 1992, 1993, 1994

70% : 1879, 1882, 1884, 1904, 1927, 1931, 1961, 1977, 1984

Faible croissance (27) :

80% : 1880, 1885, 1887, 1892, 1896, 1900, 1915, 1918, 1928, 1934, 1941, 1945, 1959, 1962, 1964, 1973, 1976, 1983, 1989

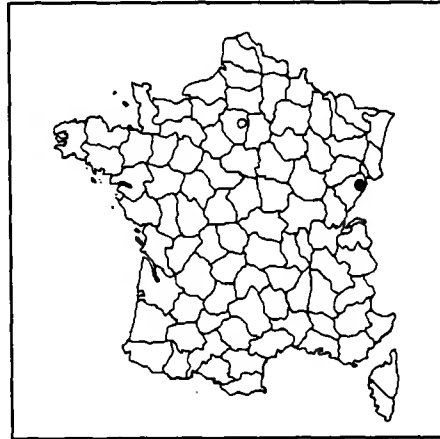
70% : 1893, 1911, 1912, 1917, 1921, 1933, 1952, 1974

Depuis l'origine, le peuplement montre de fortes fluctuations de croissance, comme par exemple celle observée suite à la coupe de TSF pratiquée dans le peuplement en 1918 (exploitation de 320 m3 de bois). Ces fortes variations interannuelles traduisent une grande réactivité du peuplement aux changements environnementaux, notamment climatiques. Ceci est d'ailleurs confirmé par le pourcentage élevé d'années caractéristiques observé sur ce site (50%). Ce comportement semble en partie lié au type de station ("sol calcaire où la réserve utile en eau du sol est généralement assez faible), car il a été observé (pour cette espèce) dans toutes les régions pour des conditions édaphiques équivalentes.

Un total de 11 années est particulièrement notable car 100% des arbres ont présenté le même comportement. Il s'agit d'années à forte croissance : 1894, 1916, 1920, 1935, 1955, 1958, et d'années à faible croissance : 1887, 1892, 1964, 1976 (-54%) et 1983. La crise de 1988 à 1994 (centrée sur 1991), liée aux déficits hydriques du début des années 1990, est très nette. Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1992 (retour à de meilleures conditions climatiques ?).

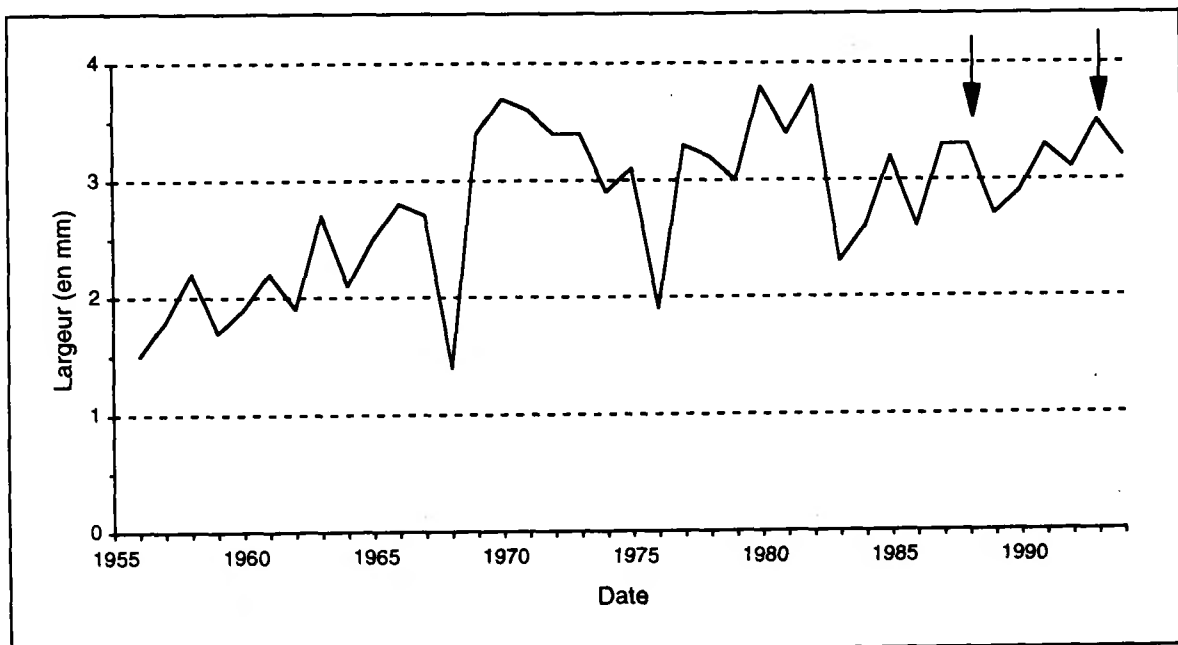
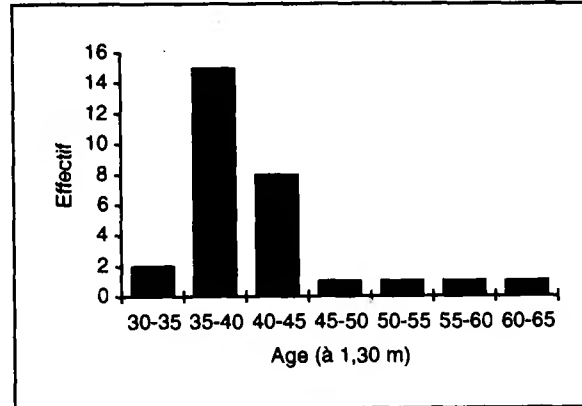
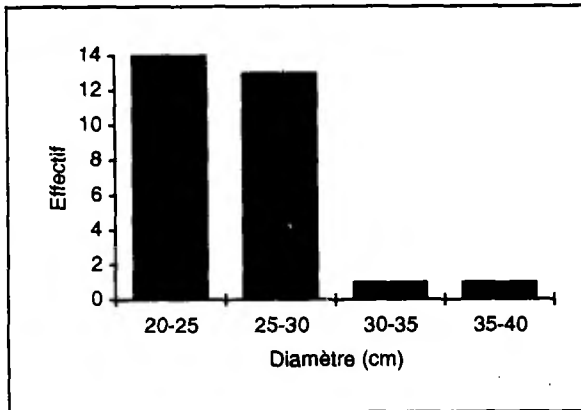
Placette :	HET 25	Forêt : de la Verrière du Grosbois
Altitude (m) :	570	Pente (%) : 2
		Exposition : ouest
Département :	Doubs	Région : Franche-Comté

Effectif d'arbres	: 29
Nombre total de cemes	: 1146
Longueur de la chronologie	: 1956-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	41 (±6,2)	34	61
Diamètre (cm)	25 (±3,5)	21	37
Hauteur (m) (n=27)	20,1	17	23
Accroissement (mm/an)	2,8 (±0,40)	1,7	3,51

Acr : 1985 à 1994	3,11 mm/an
: 1980 à 1994	3,13 mm/an



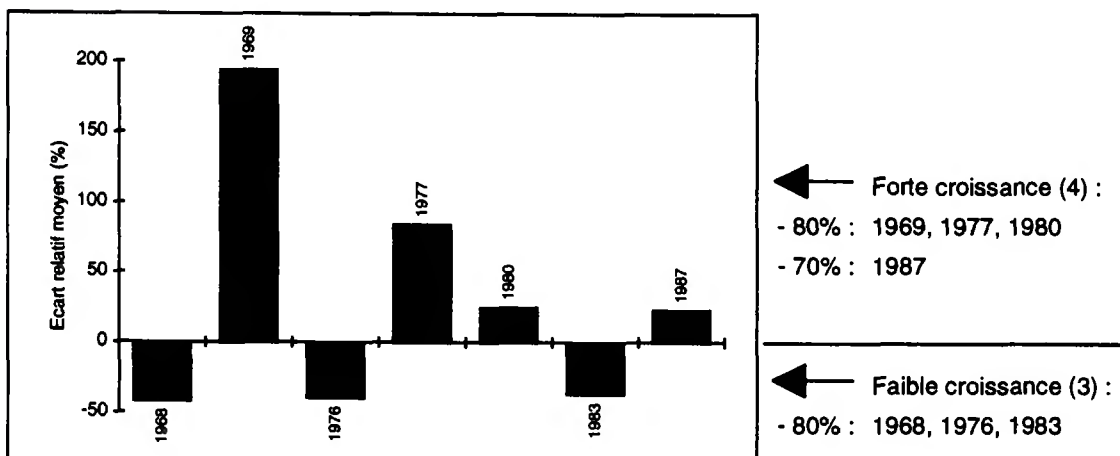
Evolution de la largeur moyenne des cemes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1964). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 25

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 29
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1956-1994 (29 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1086
 Nombre total d'années caractéristiques : 7

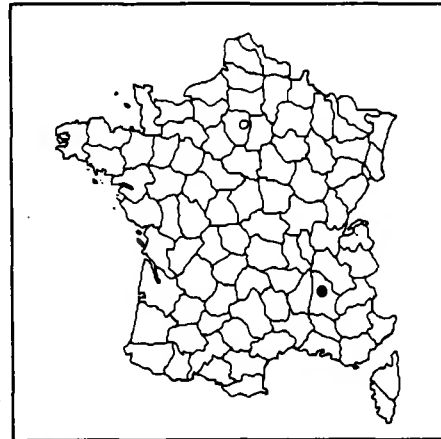
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1987	75	3	20	23
1983	0	100	0	-37
1980	79	0	20	25
1977	96	0	3	84
1976	0	96	3	-40
1969	100	0	0	194
1968	6	82	10	-42



Il s'agit du plus jeune peuplement de hêtre échantillonné dans le réseau. Outre l'augmentation continue de la croissance depuis l'origine, le peuplement présente des variations interannuelles dont les plus importantes correspondent aux années 1968, 1976 (-40%) et 1983 (-37%). Actuellement, le niveau de croissance radiale est supérieur à 3 mm/an ce qui correspond à un des plus forts accroissements observés pour cette espèce dans le réseau.

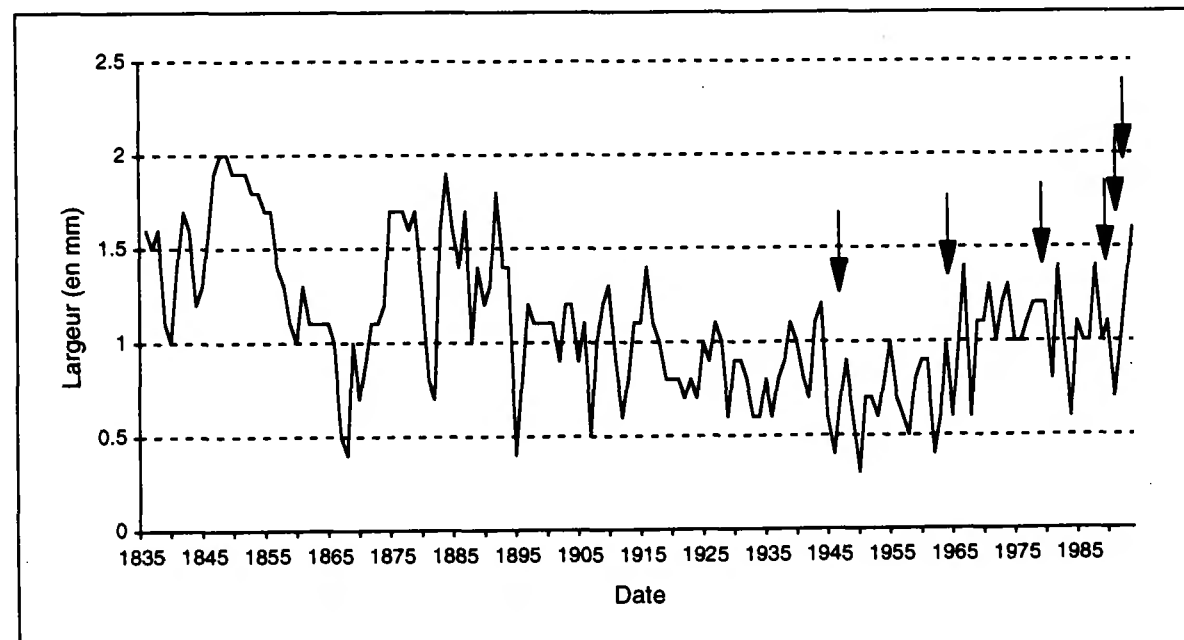
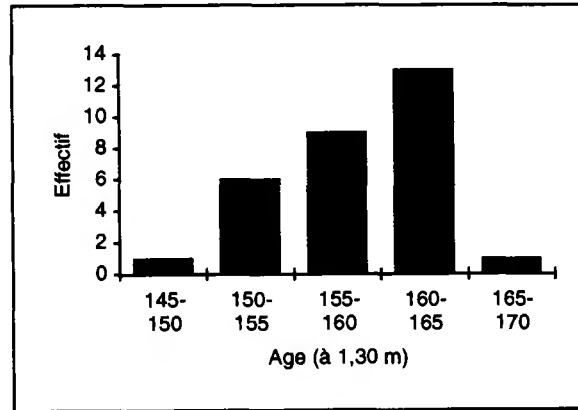
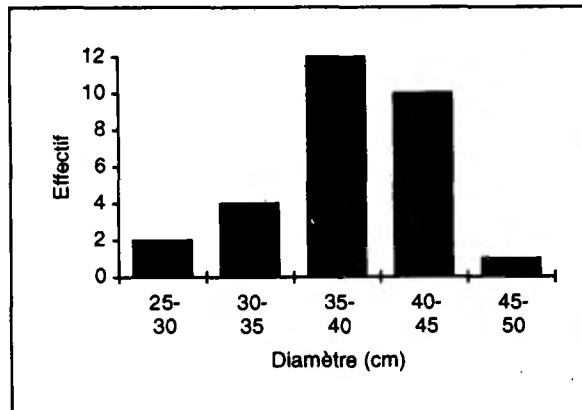
Placette :	HET 26	Forêt : de Lente
Altitude (m) :	1320	Pente (%) : 12
		Exposition : ouest
Département :	Drôme	Région : Rhône-Alpes

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 4668
Longueur de la chronologie	: 1836-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	158 (±4,7)	145	165
Diamètre (cm)	38 (±4,7)	28	50
Hauteur (m) (n=25)	23,1	19,3	27
Accroissement (mm/an)	1,1 (±0,18)	0,77	1,63

Acr : 1985 à 1994	1,12 mm/an
: 1980 à 1994	1,08 mm/an



Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1855). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 26
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1855-1994 (140 ans)
 Nombre total de cerne disponibles pour cette période : 4200
 Nombre total d'années caractéristiques : 59

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1991	0	93	6	-35	1919	6	83	10	-25
1989	0	93	6	-30	1917	3	70	26	-18
1988	83	3	13	81	1916	86	6	6	29
1985	100	0	0	87	1914	73	13	13	28
1984	0	86	13	-35	1913	76	0	23	50
1983	3	86	10	-28	1912	3	80	16	-29
1982	100	0	0	90	1911	3	90	6	-29
1981	3	90	6	-33	1909	76	6	16	26
1973	73	6	20	17	1908	93	3	3	116
1972	0	86	13	-25	1907	6	90	3	-47
1969	93	0	6	94	1905	3	73	23	-21
1968	0	100	0	-57	1897	80	6	13	66
1967	86	3	10	55	1896	86	6	6	137
1966	86	3	10	86	1895	0	100	0	-73
1965	3	93	3	-43	1893	0	90	10	-20
1964	93	3	3	63	1892	90	0	10	36
1963	90	3	6	74	1890	0	73	26	-18
1962	3	96	0	-51	1889	93	0	6	44
1959	80	0	20	104	1888	0	100	0	-42
1954	76	10	13	73	1887	80	0	20	24
1951	96	3	0	119	1886	6	70	23	-15
1950	3	96	0	-43	1883	100	0	0	196
1949	3	80	16	-27	1881	0	96	3	-36
1947	93	0	6	89	1880	6	73	20	-23
1945	6	90	3	-42	1875	86	3	10	37
1936	3	76	20	-30	1872	93	0	6	39
1935	83	6	10	37	1870	3	86	10	-27
1930	90	3	6	55	1869	96	3	0	315
1929	3	80	16	-34	1867	16	76	6	-45
1925	80	3	16	44					

Forte croissance (30) :

- 80% : 1869, 1872, 1875, 1883, 1887, 1889, 1892, 1896, 1897, 1908, 1916, 1925, 1930, 1935, 1947, 1951, 1959, 1963, 1964, 1966, 1967, 1969, 1982, 1985, 1988

- 70% : 1909, 1913, 1914, 1954, 1973

Faible croissance (29) :

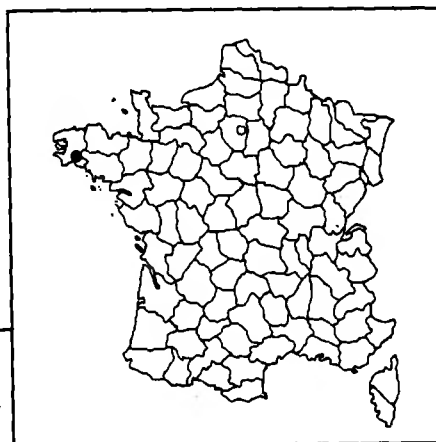
- 80% : 1870, 1881, 1888, 1893, 1895, 1907, 1911, 1912, 1918, 1929, 1945, 1949, 1950, 1962, 1965, 1968, 1972, 1981, 1983, 1984, 1989, 1991

- 70% : 1867, 1880, 1888, 1890, 1905, 1917, 1936

Il s'agit d'un des peuplements de hêtre les plus âgés du réseau. Après une diminution régulière de la croissance (effet âge et/ou sylvicole), le peuplement présente une augmentation de la largeur des cerne depuis le début des années 1950. Sans exclure l'effet potentiel de meilleures conditions environnementales, cette accélération coïncide avec l'amélioration de la gestion sylvicole de la parcelle (première éclaircie connue en 1947). Le peuplement montre également de fortes fluctuations de croissance, comme par exemple la crise de 1850 à 1875 centrée sur 1867, 1895 (-73%), 1950 (-43%), 1968 (-57%), 1989 (-30%) et 1991 (-35%). Ces fortes variations interannuelles traduisent une grande réactivité du peuplement aux fluctuations environnementales, notamment climatiques. Ceci est d'ailleurs confirmé par le pourcentage assez élevé d'années caractéristiques observé sur ce site (42%). Ce comportement semble en partie lié au type de station ("sol calcaire" où la réserve hydrique en eau du sol est généralement assez limitante), car il a été observé (pour cette espèce) dans toutes les régions pour des conditions édaphiques équivalentes.

L'année de sécheresse 1976 n'apparaît pas comme année de faible croissance. On peut émettre l'hypothèse que, dans ce peuplement d'altitude, les conditions climatiques de 1976 aient permis de rallonger la saison de végétation (températures plus clémentes et donc moins limitantes) et par conséquent une meilleure croissance.

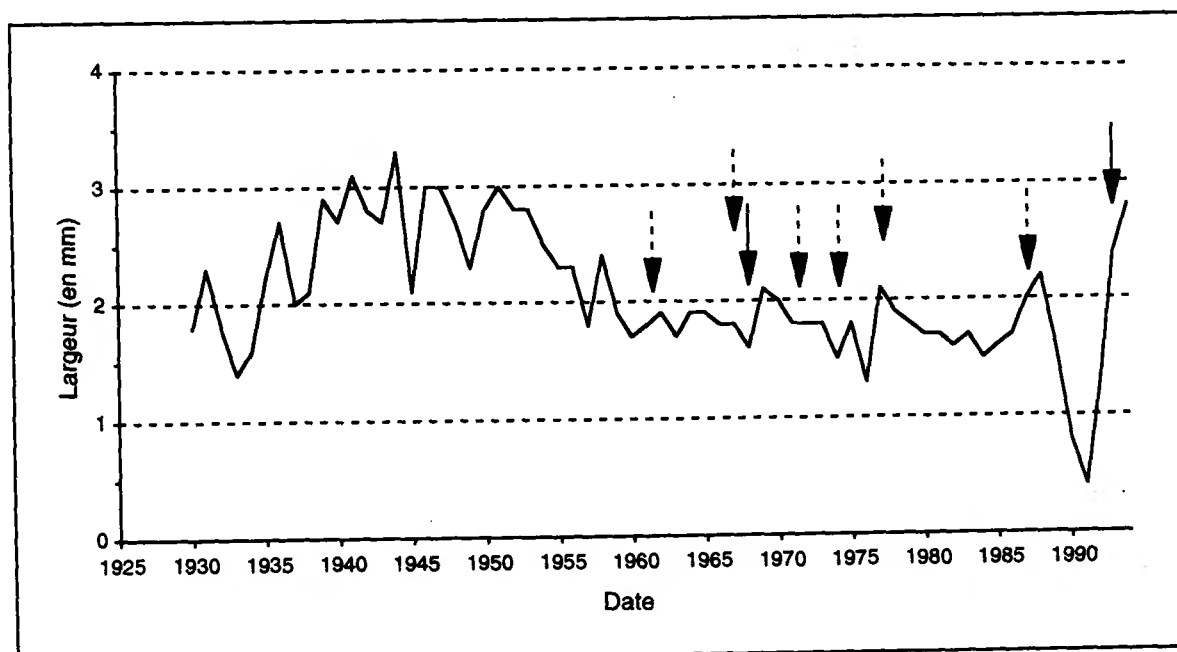
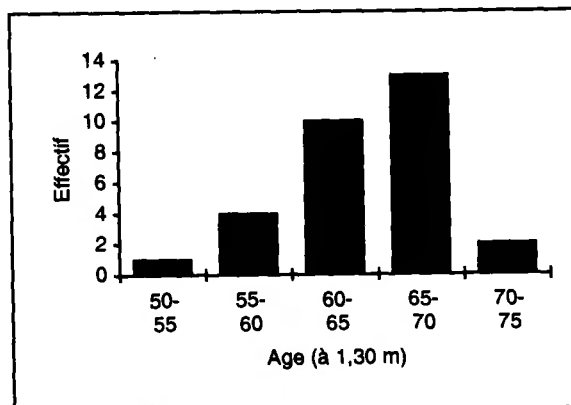
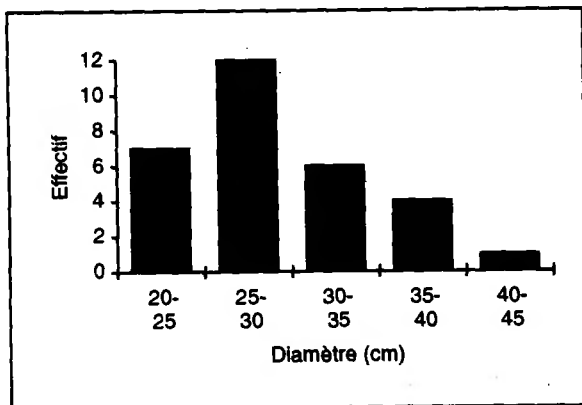
Placette :	HET 29	Forêt : de Camoet
Altitude (m) :	50	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Finistère	Région : Bretagne



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1867
Longueur de la chronologie	: 1930-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	64 (±4,4)	52	70
Diamètre (cm)	29 (±4,9)	23	42
Hauteur (m) (n=13)	24,1	21,3	26,5
Accroissement (mm/an)	2,06 (±0,38)	1,57	2,96

Acr : 1985 à 1994	1,68 mm/an
: 1980 à 1994	1,67 mm/an



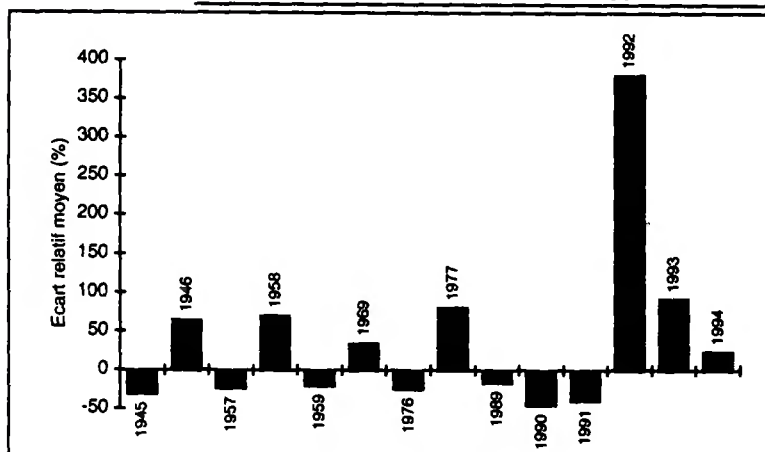
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1943). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette HET 29

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1943-1994 (52 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1560
 Nombre total d'années caractéristiques : 14

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	76	6	16	24
1993	93	0	6	92
1992	93	3	3	381
1991	3	83	13	-40
1990	16	80	3	-46
1989	16	70	13	-17
1977	100	0	0	81
1976	10	80	10	-25
1969	86	6	6	34
1959	10	70	20	-21
1958	70	6	23	70
1957	0	76	23	-24
1946	83	3	13	64
1945	3	83	13	-32



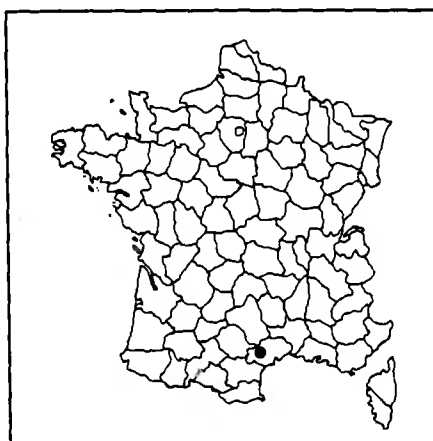
← Forte croissance (7) :
 - 80% : 1946, 1969, 1977, 1992, 1993
 - 70% : 1958, 1994

← Faible croissance (7) :
 - 80% : 1945, 1976, 1990, 1991
 - 70% : 1957, 1959, 1987

Depuis l'origine, le peuplement montre des fluctuations interannuelles de croissance et a connu plusieurs crises, notamment en 1945 (-32%), 1959 (-21%), et au moment des fortes sécheresses de 1976 (80% des arbres ont présenté une réduction moyenne de croissance de -25%) et de 1988 à 1994 (-17%, -46% et -40% en 1989, 1990 et 1991). Cette dépression, très marquée ici, est d'ailleurs une des caractéristiques de la grande majorité des placettes du quart Nord-Ouest de la France où les déficits hydriques du début des années 1990 ont été particulièrement sévères (voir HET14 et HET76). Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1992 (retour à de meilleures conditions climatiques ?).

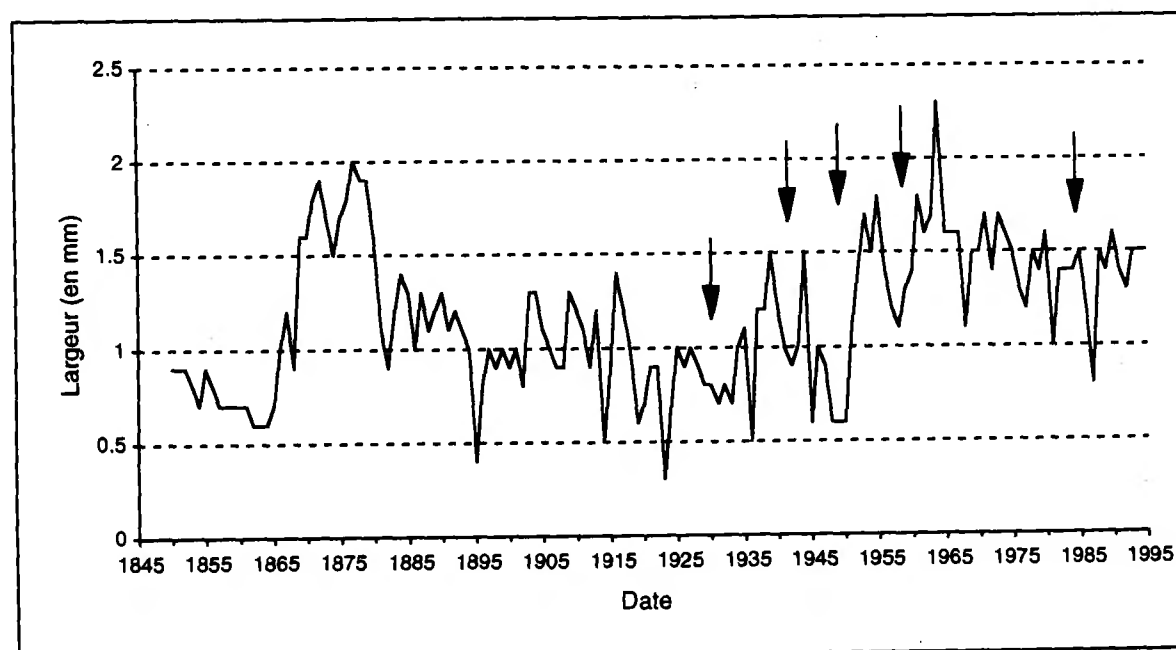
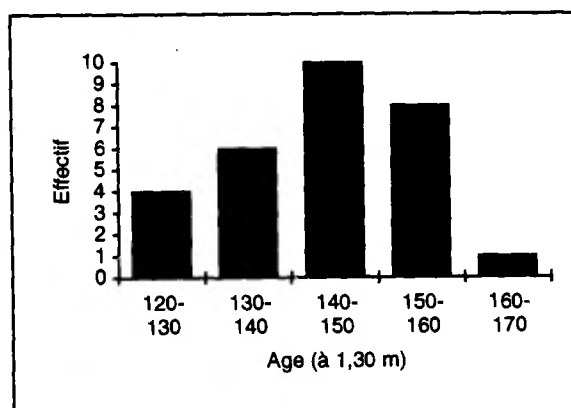
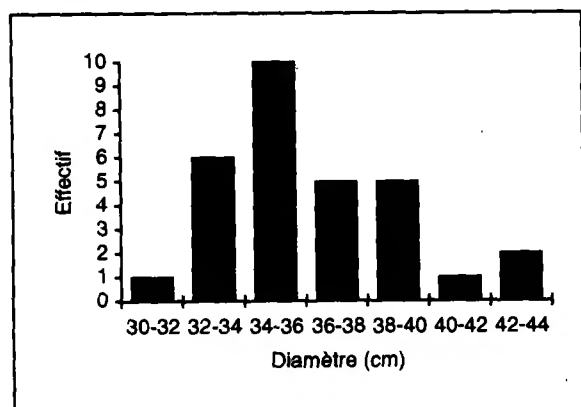
Placette :	HET 30	Forêt : de l'Aigoual
Altitude (m) :	1400	Pente (%) : 25
		Exposition : sud-ouest
Département :	Gard	Région : Languedoc-Roussillon

Effectif d'arbres	: 29
Nombre total de cernes	: 4046
Longueur de la chronologie	: 1850-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	143 (±11)	121	164
Diamètre (cm)	36 (±3)	30	42
Hauteur (m) (n=27)	19,7	17,5	22
Accroissement (mm/an)	1,17 (±0,16)	0,93	1,51

Acr : 1985 à 1994	1,37 mm/an
: 1980 à 1994	1,37 mm/an

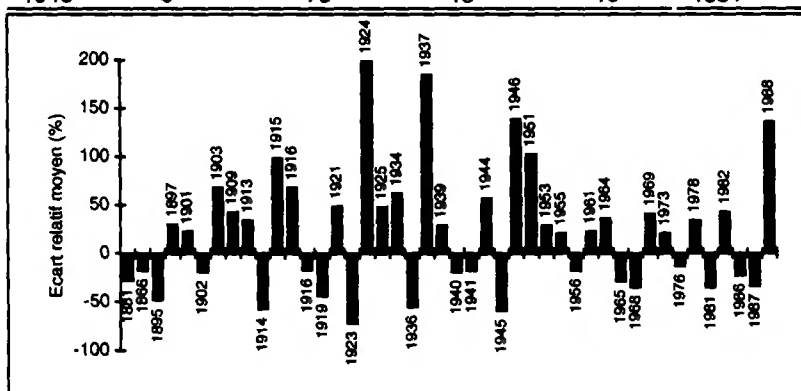


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1878). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 30
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 29
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1878-1994 (117 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 3393
 Nombre total d'années caractéristiques : 44

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1988	96	0	3	136	1939	79	0	20	29
1987	3	86	10	-34	1937	100	0	0	185
1986	0	96	3	-23	1936	0	100	0	-55
1982	86	0	13	43	1934	89	3	6	62
1981	0	100	0	-35	1925	93	0	6	48
1978	86	0	13	34	1924	100	0	0	199
1976	10	72	17	-13	1923	0	100	0	-72
1973	75	6	17	21	1921	93	3	3	49
1969	86	0	13	41	1919	0	100	0	-44
1968	0	93	6	-35	1918	0	75	24	-17
1965	0	100	0	-29	1916	93	0	6	68
1964	96	0	3	36	1915	100	0	0	99
1961	72	13	13	23	1914	0	100	0	-57
1956	6	75	17	-18	1913	79	6	13	34
1955	79	0	20	21	1909	89	0	10	43
1953	79	6	13	29	1903	93	3	3	68
1951	96	3	0	103	1902	6	79	13	-19
1946	75	3	20	139	1901	72	3	24	23
1945	3	89	6	-59	1897	75	6	17	30
1944	89	0	10	57	1895	10	79	10	-48
1941	6	72	20	-18	1886	10	72	17	-18
1940	6	79	13	-19	1881	3	93	3	-28



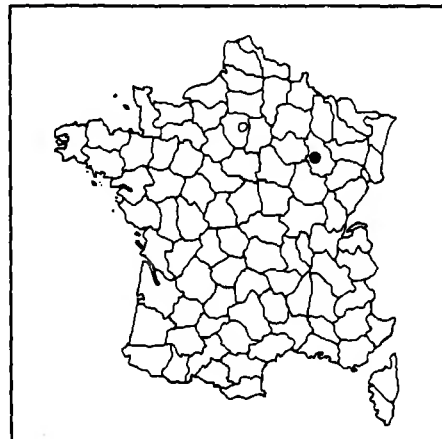
- ← Forte croissance (25) :
 - 80% : 1903, 1909, 1915, 1916, 1921, 1924, 1925, 1934, 1937, 1944, 1951, 1964, 1969, 1978, 1982, 1988
 - 70% : 1897, 1901, 1913, 1939, 1946, 1953, 1955, 1961, 1973

- ← Faible croissance (19) :
 - 80% : 1881, 1914, 1919, 1923, 1936, 1945, 1965, 1968, 1981, 1986, 1987
 - 70% : 1886, 1895, 1902, 1918, 1940, 1941, 1956, 1976

Le peuplement, issu de rejets sur souche, est un des plus vieux peuplement de hêtre du réseau. Outre les fluctuations interannuelles de fortes amplitudes, le peuplement présente une augmentation du niveau moyen de croissance radiale depuis les années 1930. Au vue de l'historique des coupes, mais sans exclure l'effet potentiel d'autres facteurs, cette augmentation coïncide avec l'amélioration de la gestion sylvicole de la parcelle (coupes de jardinage et éclaircies). Actuellement, le niveau se situe autour de 1,4 mm/an. Neuf années se distinguent particulièrement du fait que 100% des arbres échantonnés ont présenté le même comportement. Il s'agit d'années à faible croissance : 1914, 1919, 1923, 1936, 1965, 1981 et à forte croissance : 1915, 1924, 1937. Contrairement à la grande majorité des placettes du réseau, les facteurs limitant la croissance de ce peuplement d'altitude ne sont pas d'origines pluviométriques (2000 à 3000 mm/an), mais sont très certainement liés aux températures et au vent. Dans ce cas, le déterminisme des années caractéristiques est probablement à rechercher parmi ces paramètres climatiques.

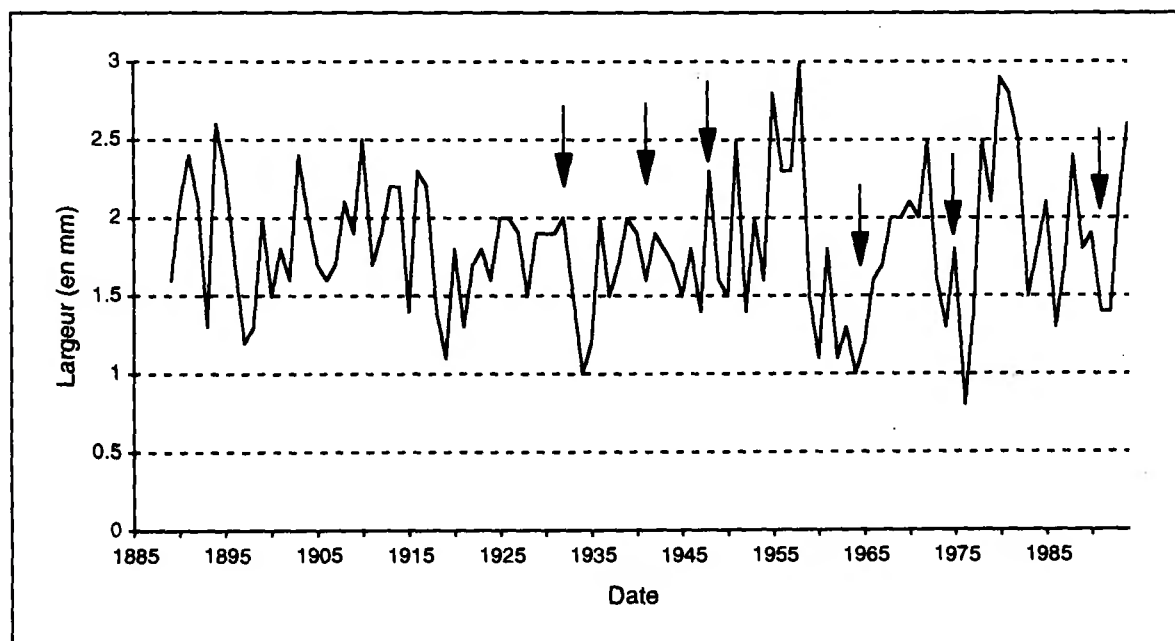
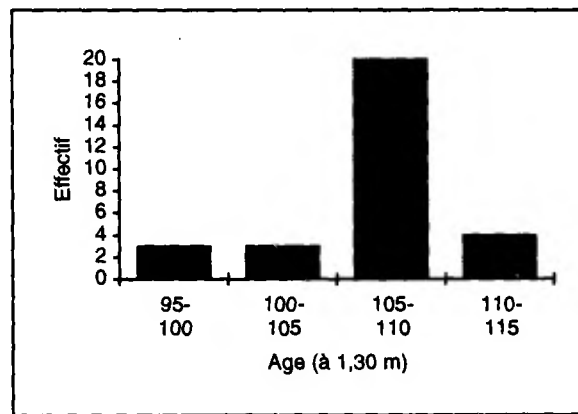
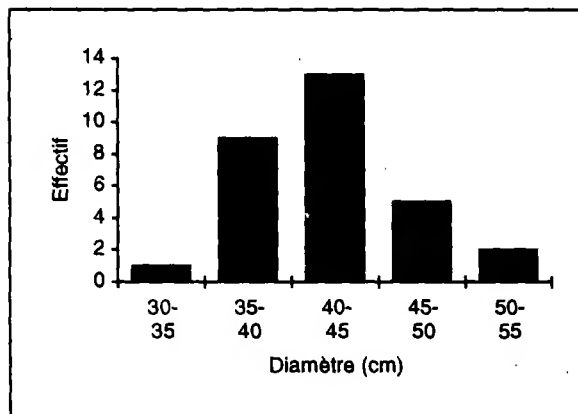
Placette :	HET 52	Forêt : d'Auberive
Altitude (m) :	440	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Haute-Marne	Région : Champagne-Ardenne

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 3126
Longueur de la chronologie	: 1889-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	106 (±3,7)	96	113
Diamètre (cm)	42 (±4,4)	33	53
Hauteur (m) (n=33)	30,2	27	33
Accroissement (mm/an)	1,82 (±0,24)	1,33	2,41

Acr : 1985 à 1994	1,87 mm/an
: 1980 à 1994	2,01 mm/an



Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1900). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 52
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1900-1994 (95 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 2850
 Nombre total d'années caractéristiques : 52

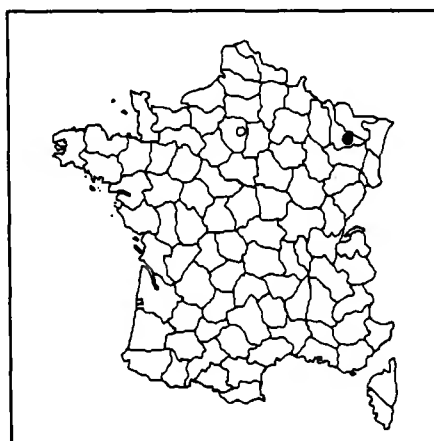
Fréquence de l'évolution interannuelle (%)					Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	Ecart relatif moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	Ecart relatif moyen (%)
1994	80	3	16	26	1946	70	3	26	30
1993	96	3	0	56	1942	70	6	23	23
1991	6	80	13	-21	1937	3	83	13	-24
1989	3	73	23	-23	1936	96	0	3	64
1988	86	0	13	48	1935	80	3	16	38
1987	73	6	20	31	1934	0	96	3	-36
1986	0	96	3	-36	1933	3	90	6	-26
1984	70	3	26	24	1929	80	6	13	33
1983	0	100	0	-40	1928	0	93	6	-24
1980	90	0	10	39	1925	80	0	20	30
1978	100	0	0	84	1922	73	6	20	25
1977	86	3	10	92	1921	3	93	3	-24
1976	0	100	0	-53	1920	100	0	0	67
1975	86	0	13	41	1919	0	76	23	-22
1973	0	100	0	-36	1918	0	96	3	-32
1966	83	0	16	35	1916	100	0	0	68
1965	73	13	13	20	1915	0	93	6	-34
1964	0	80	20	-18	1911	0	96	3	-31
1962	0	83	16	-31	1910	76	0	23	38
1961	90	0	10	75	1908	73	0	26	31
1960	10	73	16	-27	1903	96	0	3	60
1959	0	100	0	-47	1901	73	6	20	26
1958	76	0	23	29	Forte croissance (30) :				
1955	100	0	0	93	80% : 1903, 1916, 1920, 1925, 1929, 1935, 1936, 1948, 1951, 1955, 1961, 1966, 1975, 1977, 1978, 1980, 1988, 1993, 1994				
1953	73	10	16	41	70% : 1901, 1908, 1910, 1922, 1942, 1946, 1953, 1958, 1965, 1984, 1987				
1952	0	100	0	-40	Faible croissance (22) :				
1951	100	0	0	73	80% : 1911, 1915, 1918, 1921, 1928, 1933, 1934, 1937, 1947, 1949, 1952, 1959, 1962, 1964, 1973, 1976, 1983, 1986, 1991				
1949	10	83	6	-24	70% : 1919, 1960, 1989				
1948	83	6	10	68					
1947	0	83	16	-22					

Depuis l'origine, le peuplement montre de fortes fluctuations de croissance qui traduisent une grande réactivité du peuplement à son milieu, notamment aux aléas climatiques. Ceci est d'ailleurs confirmé par le pourcentage élevé d'années caractéristiques observé sur ce site (55%). Ce comportement semble en partie lié au type de station ("sol calcaire" dont la réserve hydrique en eau du sol est généralement limitée), car il a été observé (pour cette espèce) dans toutes les régions pour des conditions édaphiques équivalentes.

Dix années sont particulièrement notables car 100% des arbres ont présenté le même comportement. Il s'agit d'années à forte croissance : 1916, 1920, 1951, 1955, 1978 et d'années à faible croissance : 1952, 1959, 1973, 1976 (-53%) et 1983. L'effet du froid hivernal de 1986 est net (-36%) ainsi que la crise de 1988 à 1994 liée aux déficits hydriques du début des années 1990 (-23% en 1989, -21% en 991). Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1992 (retour à de meilleures conditions climatiques ?). Actuellement, le niveau de croissance est de l'ordre de 1,9 mm/an, ce qui constitue le niveau le plus élevé observé pour un peuplement de plus de 100 ans (en 1994 à 1,30 m).

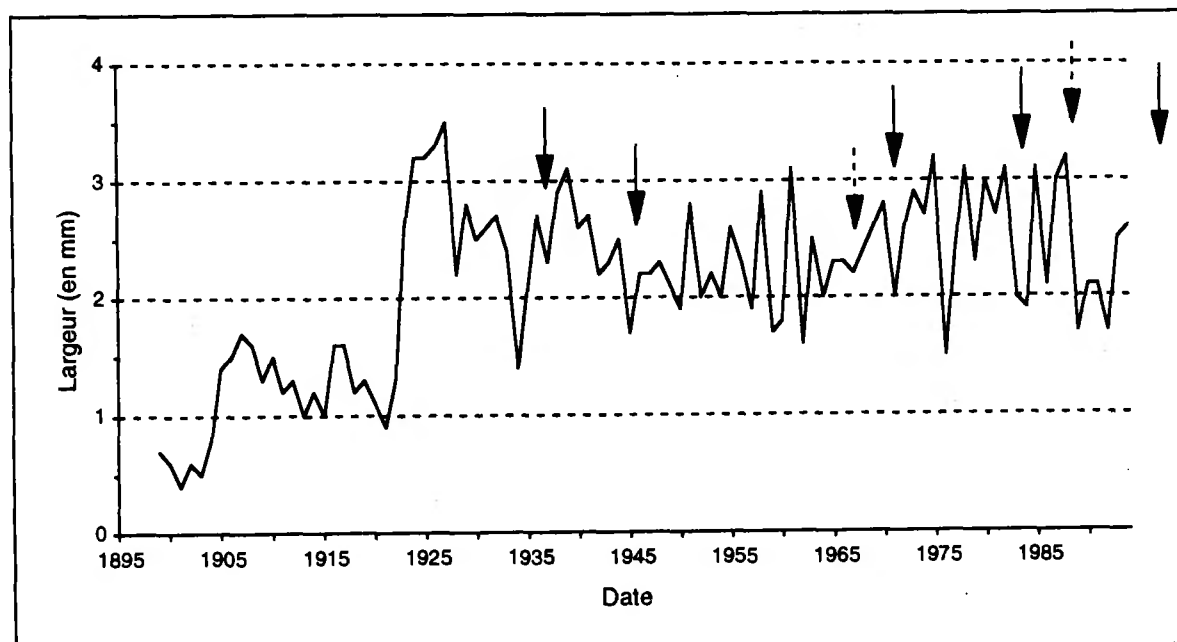
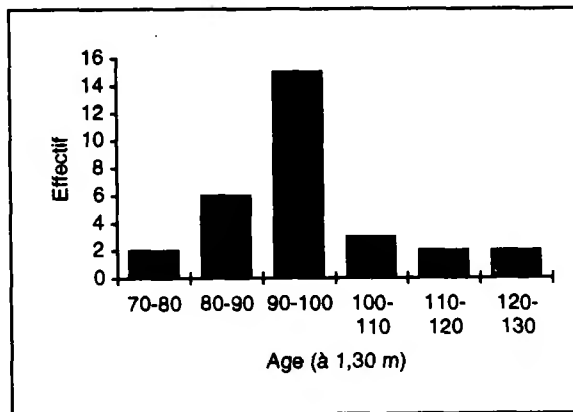
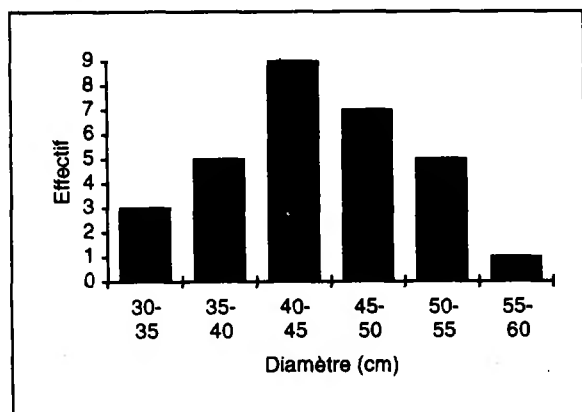
Placette :	HET 54A	Forêt : des Hauts Bois
Altitude (m) :	325	Pente (%) : 5
		Exposition : est
Département :	Meurthe et Moselle	Région : Lorraine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2739
Longueur de la chronologie	: 1899-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	95 (±12,6)	70	127
Diamètre (cm)	44 (±6,6)	31	58
Hauteur (m) (n=29)	29,3	27	32
Accroissement (mm/an)	2,2 (±0,53)	1,48	4,01

Acr : 1985 à 1994	2,41 mm/an
: 1980 à 1994	2,45 mm/an



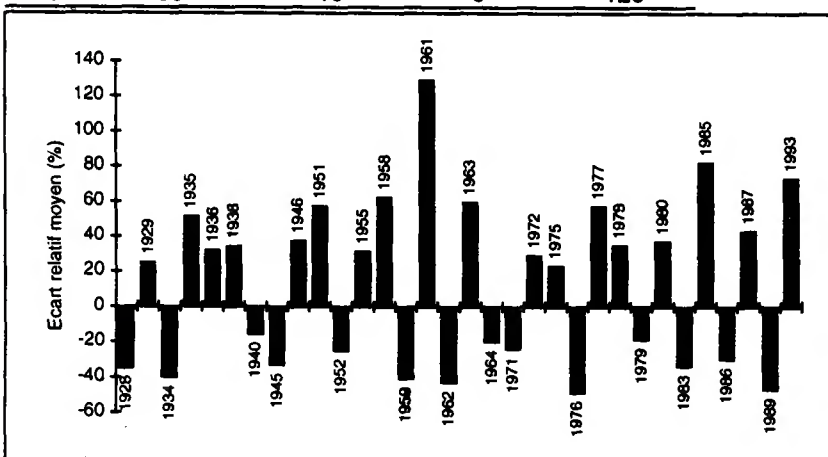
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1926). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette HET 54A

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1926-1994 (69 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2070
 Nombre total d'années caractéristiques : 32

Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif				Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif					
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)
1993	93	6	0	73	1959	0	96	3	-41
1989	0	96	3	-47	1958	90	0	10	62
1987	90	6	3	43	1955	86	0	13	31
1986	0	86	13	-30	1952	0	93	6	-25
1985	90	0	10	82	1951	100	0	0	57
1983	0	93	6	-34	1946	83	3	13	37
1980	73	3	23	37	1945	0	93	6	-33
1979	10	70	20	-19	1940	0	70	30	-16
1978	73	3	23	35	1938	83	10	6	34
1977	83	10	6	57	1936	76	3	20	32
1976	0	100	0	-49	1935	90	0	10	51
1975	73	3	23	23	1934	0	100	0	-40
1972	76	10	13	29	1929	90	6	3	25
1971	3	83	13	-24	1928	0	100	0	-35
1964	3	80	16	-20					
1963	93	3	3	59					
1962	3	86	10	-43					
1961	90	10	0	129					

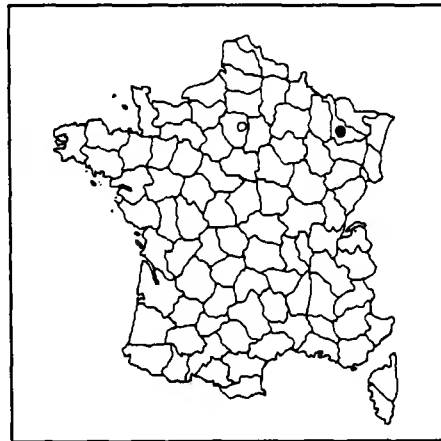


- ← Forte croissance (18) :
- 80% : 1929, 1935, 1938, 1946, 1951, 1955, 1958, 1961, 1963, 1977, 1985, 1987, 1993
 - 70% : 1936, 1972, 1975, 1978, 1980
-
- ← Faible croissance (14) :
- 80% : 1928, 1934, 1945, 1952, 1959, 1962, 1964, 1971, 1976, 1983, 1986, 1989
 - 70% : 1940, 1979

Depuis l'origine, le peuplement montre de fortes fluctuations de croissance qui traduisent une grande réactivité du peuplement à son milieu, notamment aux aléas climatiques. Ceci est d'ailleurs confirmé par le pourcentage élevé d'années caractéristiques observé sur ce site (47%). L'effet de la coupe des hêtres dominants au début des années 1920 est particulièrement net. Depuis, le peuplement maintient un niveau de croissance élevé de l'ordre de 2,4 mm/an. 4 années sont particulièrement notables car 100% des arbres ont présenté le même comportement. Il s'agit d'une année à forte croissance 1951 (+57%) et de 3 années à faible croissance 1928, 1934 et 1976 (-49%). L'année 1986 (froid intense) est également bien marquée (-30%) ainsi que la sécheresse de 1989 (-47%).

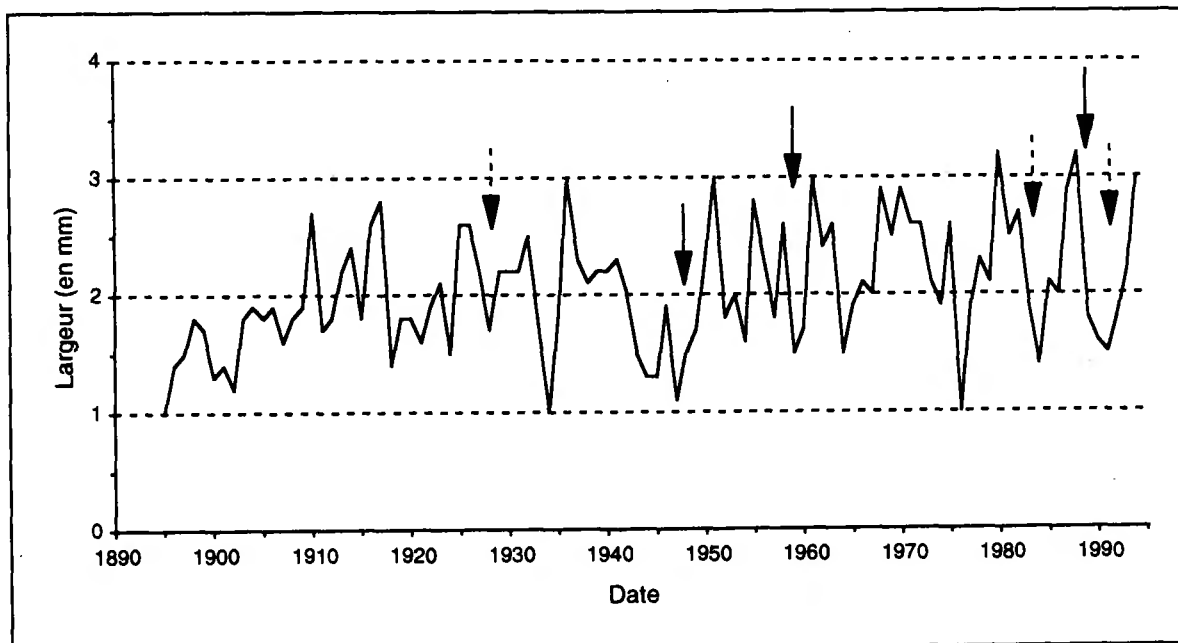
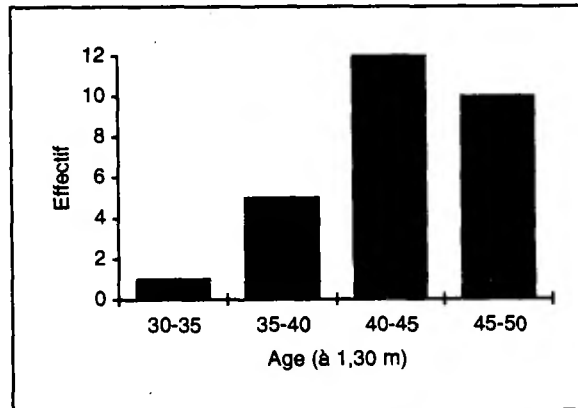
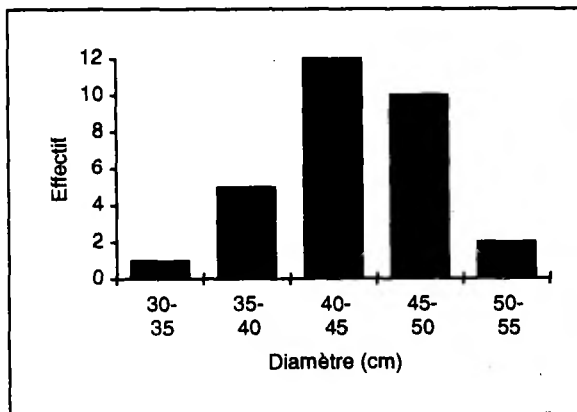
Placette :	HET 54B	Forêt : de Haye
Altitude (m) :	390	Pente (%) : 2
		Exposition : plat
Département :	Meurthe et Moselle	Région : Lorraine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2912
Longueur de la chronologie	: 1894-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	99 (±14,8)	72	158
Diamètre (cm)	44 (±4,2)	35	53
Hauteur (m) (n=30)	28,7	26,5	30,5
Accroissement (mm/an)	2,06 (±0,46)	1,29	3,68

Acr : 1985 à 1994	2,21 mm/an
: 1980 à 1994	2,25 mm/an



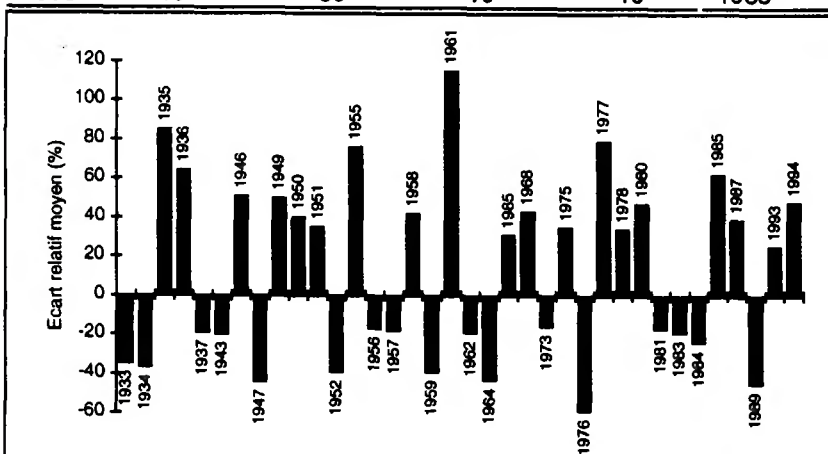
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1929). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette HET 54B

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1929-1994 (66 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1980
 Nombre total d'années caractéristiques : 36

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	90	0	10	48	1961	96	0	3	115
1993	70	6	23	25	1959	0	96	3	-39
1989	0	100	0	-45	1958	96	3	0	42
1987	83	0	16	39	1957	6	73	20	-18
1985	96	3	0	62	1956	0	76	23	-17
1984	10	70	20	-24	1955	100	0	0	76
1983	10	86	3	-19	1952	0	100	0	-39
1981	6	76	16	-17	1951	93	3	3	35
1980	93	3	3	47	1950	93	3	3	40
1978	76	6	16	34	1949	70	20	10	50
1977	93	3	3	79	1947	0	100	0	-44
1976	0	100	0	-59	1946	93	3	3	51
1975	93	0	6	35	1943	3	73	23	-20
1973	3	70	26	-16	1937	3	80	16	-19
1968	90	0	10	43	1936	93	3	3	64
1965	76	13	10	31	1935	100	0	0	85
1964	0	100	0	-43	1934	0	93	6	-37
1962	10	80	10	-19	1933	0	100	0	-35



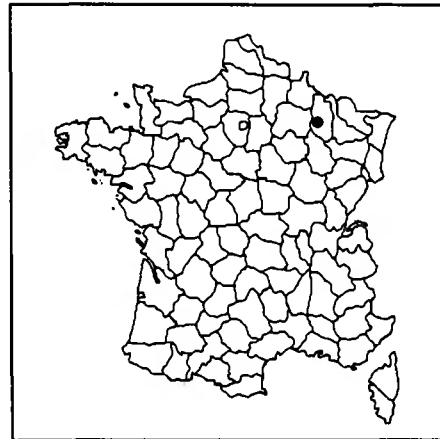
- ← Forte croissance (19) :
- 80% : 1935, 1936, 1946, 1950, 1951, 1955, 1958, 1961, 1968, 1975, 1977, 1980, 1985, 1987, 1994
 - 70% : 1949, 1965, 1978, 1993
-
- ← Faible croissance (17) :
- 80% : 1933, 1934, 1937, 1947, 1952, 1959, 1962, 1964, 1976, 1983, 1989
 - 70% : 1943, 1956, 1957, 1973, 1981, 1984

Depuis l'origine, le peuplement montre de fortes fluctuations de croissance qui traduisent une grande réactivité du peuplement à son milieu, notamment aux aléas climatiques. Ceci est d'ailleurs confirmé par le pourcentage élevé d'années caractéristiques observé sur ce site (55%). Ce comportement semble en partie lié au type de station ("sol calcaire" ou la réserve utile en eau du sol est généralement limitée), car il a été observé (pour cette espèce) dans toutes les régions pour des conditions édaphiques équivalentes.

Huit années sont particulièrement notables car 100% des arbres ont présenté le même comportement. Il s'agit d'années à forte croissance : 1935, 1955 et d'années à faible croissance : 1933, 1947, 1952, 1964, 1976 (-59%) et 1989 (-45%). La crise de 1988 à 1994, liée aux déficits hydriques du début des années 1990, est nette. Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1992 (retour à de meilleures conditions climatiques ?). Actuellement, le niveau de croissance est de l'ordre de 2,2 mm/an.

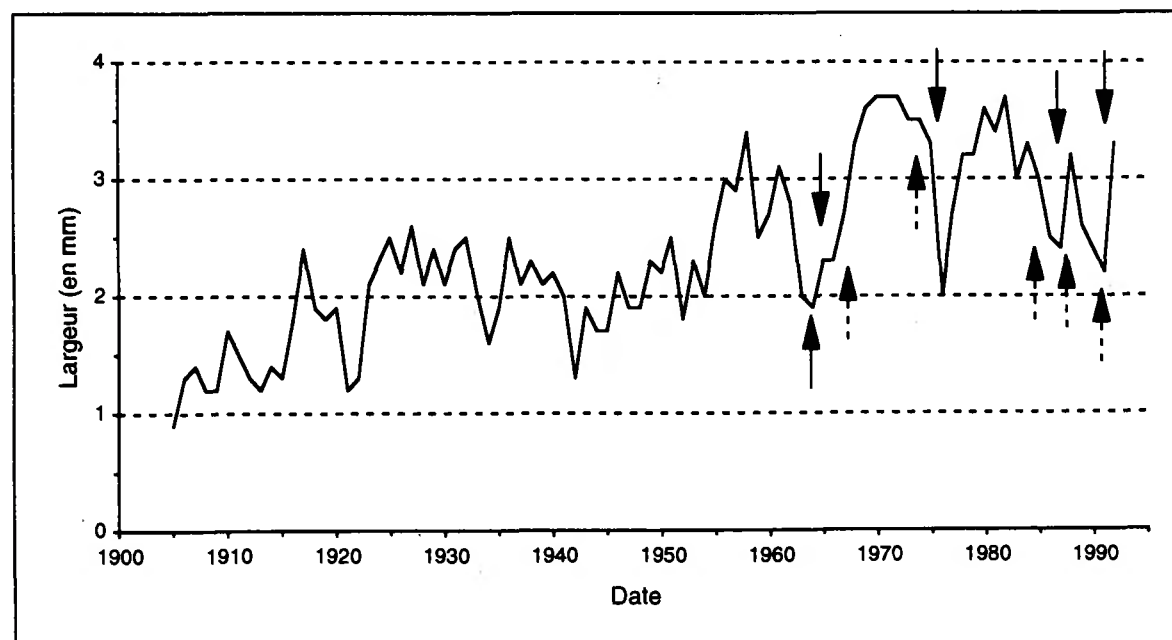
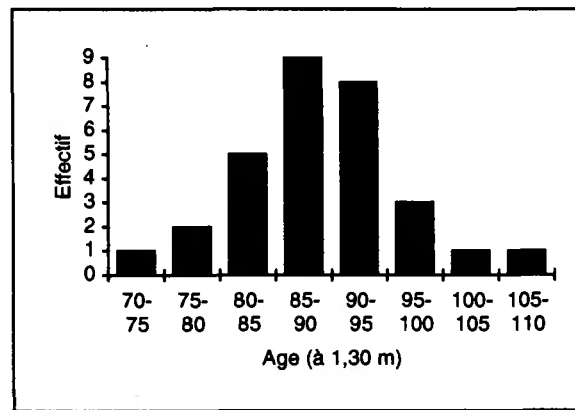
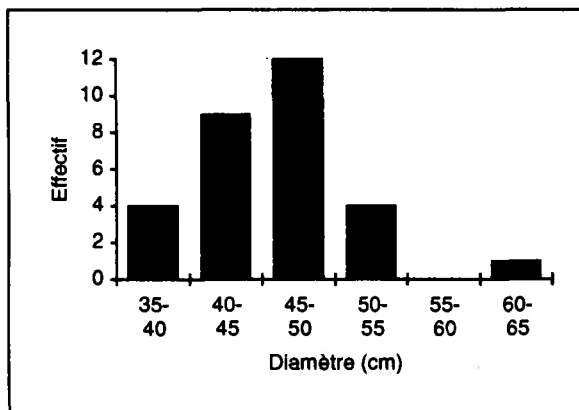
Placette :	HET 55	Forêt : de Lachalade
Altitude (m) :	250	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Meuse	Région : Lorraine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 2577
Longueur de la chronologie	: 1905-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	88 (±7,6)	71	108
Diamètre (cm)	46 (±5,2)	37	61
Hauteur (m) (n=32)	29,4	25,3	32
Accroissement (mm/an)	2,41 (±0,34)	1,92	3,05

Acr : 1985 à 1994	2,81 mm/an
: 1980 à 1994	3,00 mm/an

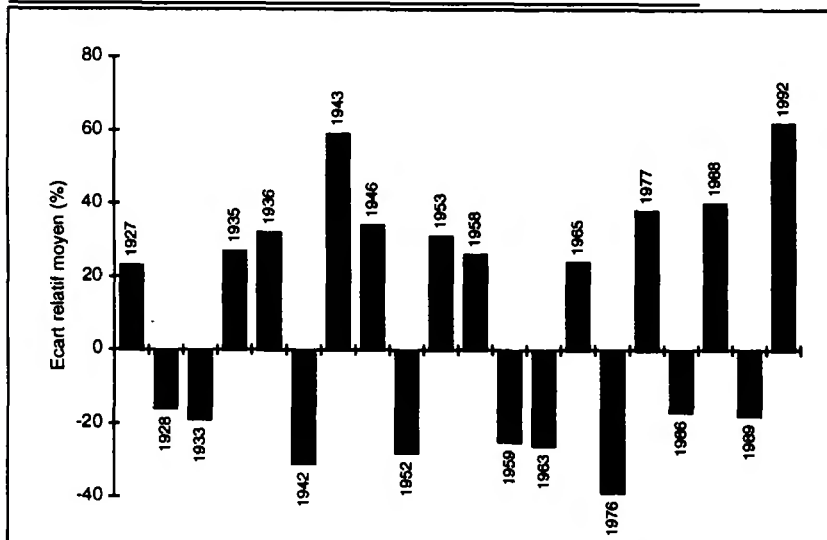


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1924). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette HET 55
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1924-1994 (71 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2130
 Nombre total d'années caractéristiques : 20

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	86	0	13	62	1936	86	0	13	32
1989	3	73	23	-18	1935	83	3	13	27
1988	76	13	10	40	1933	0	80	20	-19
1986	3	70	26	-17	1928	6	76	16	-16
1977	80	13	6	38	1927	70	13	16	23
1976	0	96	3	-39					
1965	76	10	13	24					
1963	6	80	13	-26					
1959	0	96	3	-25					
1958	76	10	13	26					
1953	76	6	16	31					
1952	0	86	13	-28					
1946	90	6	3	34					
1943	90	3	6	59					
1942	3	86	10	-31					



← Forte croissance (11) :

- 80% : 1935, 1936, 1943, 1946, 1977, 1992
- 70% : 1927, 1953, 1958, 1965, 1988

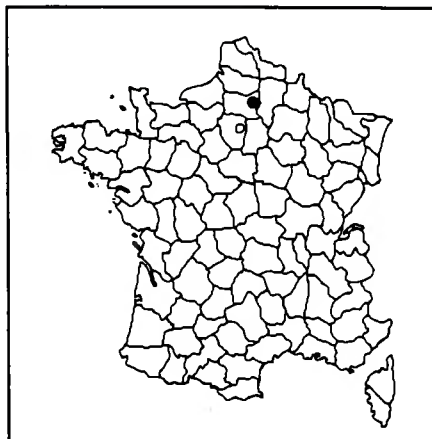
← Faible croissance (9) :

- 80% : 1933, 1942, 1952, 1959, 1963, 1976
- 70% : 1928, 1986, 1989

Depuis l'origine, le peuplement montre une augmentation continue de la croissance radiale. L'absence de données anciennes sur le suivi de l'exploitation de la parcelle (pas d'informations avant 1964) ne permet pas de confirmer l'origine sylvicole de cette tendance. Quoi qu'il en soit, depuis les premières éclaircies des années 1960 (exploitation de 352 et 1051 m³ en 1964 et 1965), la croissance des arbres se maintient à un niveau élevé (2,8 mm/an) qui correspond au plus haut niveau observé dans le réseau pour cette gamme d'âges. Les années de sécheresse récentes sont bien marquées : 1976 : -39% et 1989 : -18%, ainsi que l'année froide 1986 : -17%.

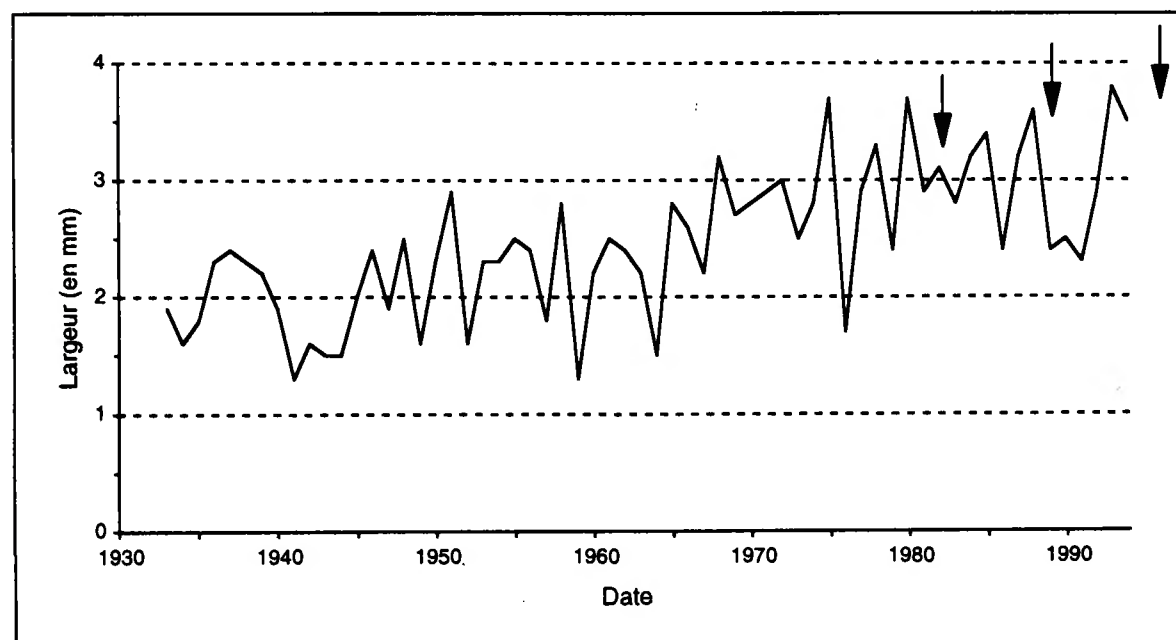
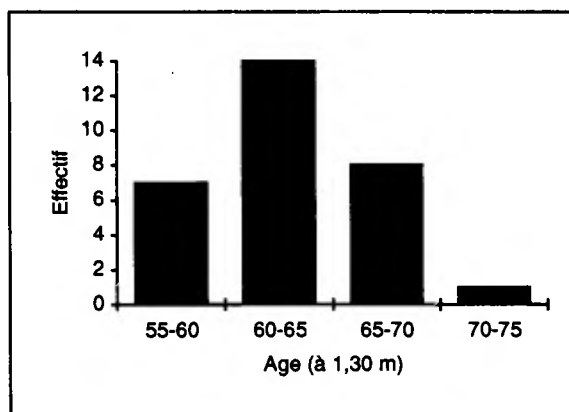
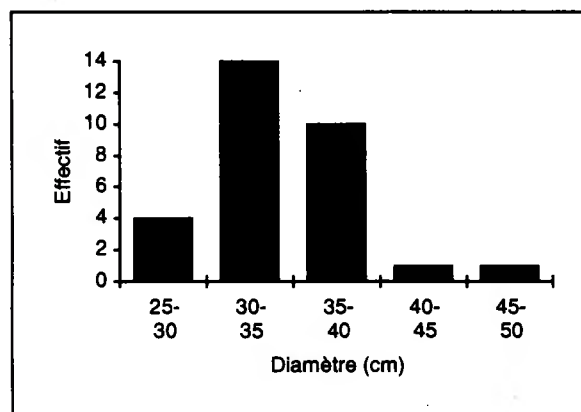
Placette :	HET 60	Forêt : de Compiègne
Altitude (m) : 138	Pente (%) : 0	Exposition : plat
Département :	Oise	Région : Picardie

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1806
Longueur de la chronologie	: 1933-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	62 (±3,3)	56	70
Diamètre (cm)	34 (±4,2)	28	47
Hauteur (m) (n=27)	26,8	23,5	29
Accroissement (mm/an)	2,48 (±0,44)	1,76	3,59

Acr : 1985 à 1994	3,05 mm/an
: 1980 à 1994	3,05 mm/an



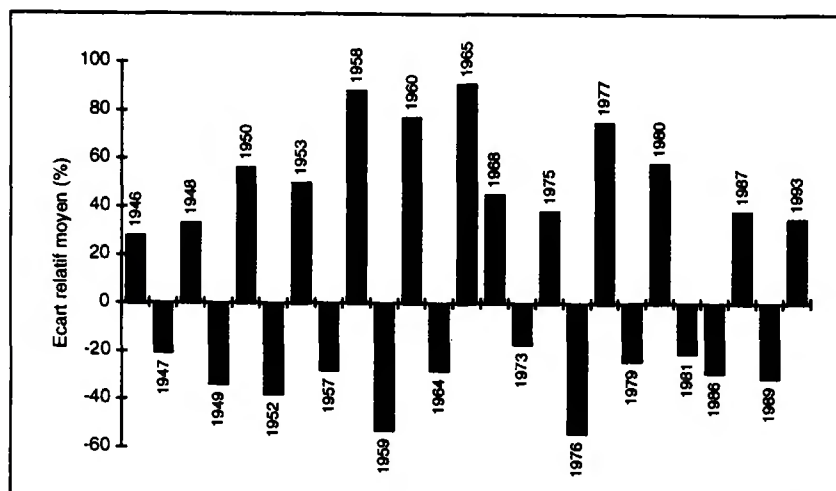
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1945). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 60

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1945-1994 (50 ans)
 Nombre total de cerne disponibles pour cette période : 1500
 Nombre total d'années caractéristiques : 25

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	86	0	13	35	1964	6	93	0	-28
1989	3	96	0	-31	1960	100	0	0	77
1987	86	6	6	38	1959	0	100	0	-53
1986	0	93	6	-29	1958	96	0	3	88
1981	3	80	16	-21	1957	0	86	13	-28
1980	96	0	3	58	1953	90	0	10	50
1979	3	86	10	-24	1952	6	93	0	-38
1977	96	3	0	75	1950	93	3	3	56
1976	0	100	0	-54	1949	3	90	6	-34
1975	83	0	16	38	1948	70	3	26	33
1973	3	73	23	-17	1947	3	86	10	-21
1968	93	0	6	45	1946	70	6	23	28
1965	100	0	0	91					



← Forte croissance (13) :
 - 80% : 1950, 1953, 1958, 1960, 1965, 1968, 1975, 1977, 1980, 1987, 1993
 - 70% : 1946, 1948

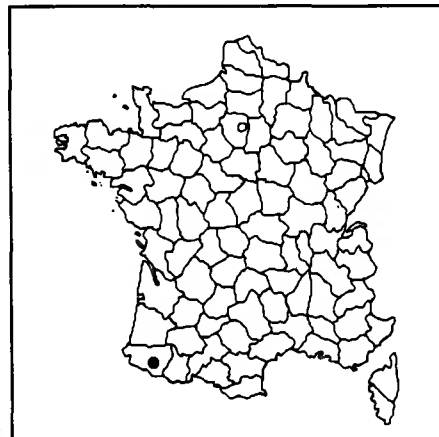
← Faible croissance (12) :
 - 80% : 1947, 1949, 1952, 1957, 1959, 1964, 1976, 1979, 1981, 1986, 1989
 - 70% : 1973

Depuis l'origine, le peuplement montre une augmentation continue de la croissance radiale. L'absence de données anciennes sur le suivi de l'exploitation de la parcelle (pas d'informations avant 1982) ne permet pas de confirmer l'origine sylvicole de cette tendance. Actuellement, la croissance des arbres se maintient à un niveau élevé (3 mm/an) qui correspond au plus haut niveau observé dans le réseau pour cette gamme d'âges. Outre cette tendance, le peuplement montre de fortes fluctuations de croissance qui traduisent une grande réactivité des arbres à leur milieu, notamment aux aléas climatiques. Ceci est d'ailleurs confirmé par le pourcentage élevé d'années caractéristiques observé sur ce site (50%). Ce comportement semble en partie lié au type de station ("sol calcaire" où la réserve utile en eau du sol est généralement limitée), car il a été observé (pour cette espèce) dans toutes les régions pour des conditions édaphiques équivalentes.

Trois années sont particulièrement notables car 100% des arbres ont présenté le même comportement. Il s'agit d'une année à forte croissance (1960) et de deux années à faible croissance : 1959 (-53%) et 1976 (-54%). La crise de 1988 à 1994, liée aux déficits hydriques du début des années 1990, est également très marquée (-31% en 1989). Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1992 (retour à de meilleures conditions climatiques ?).

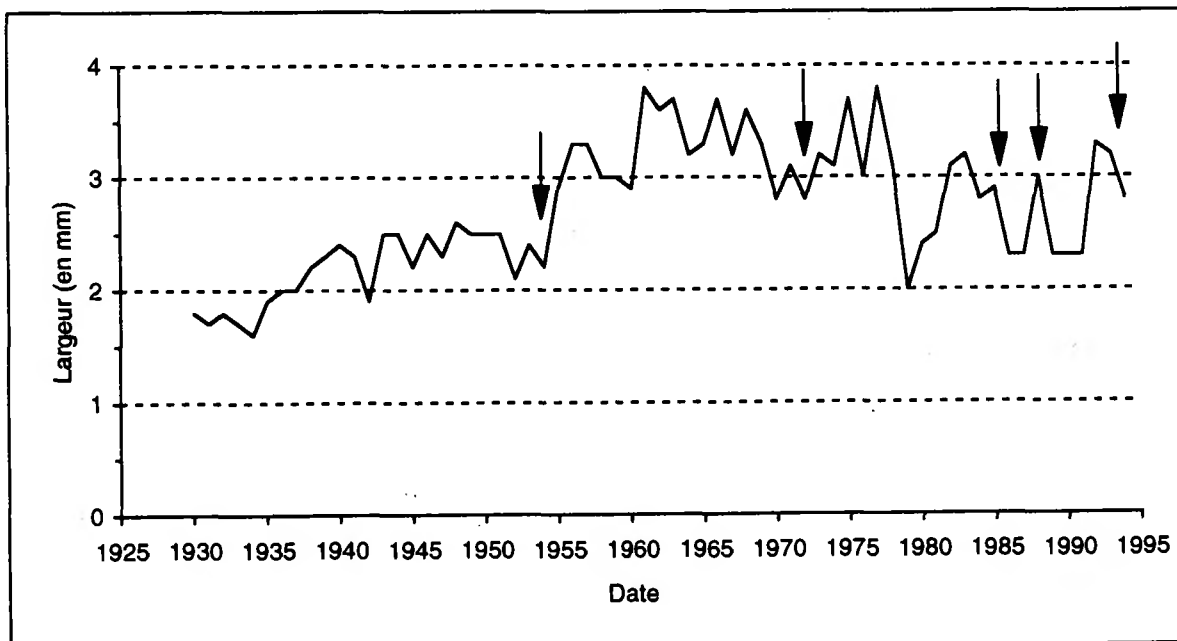
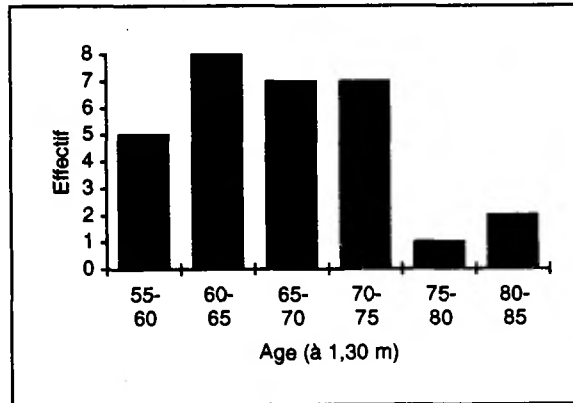
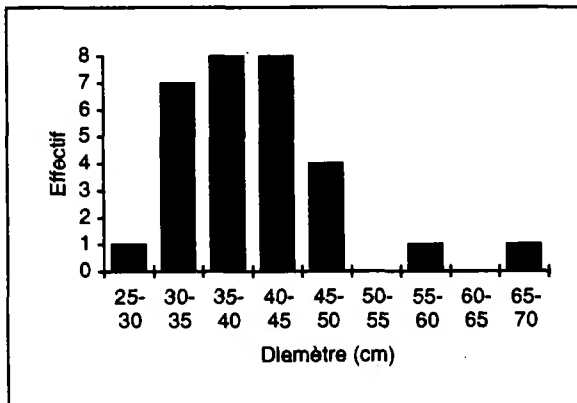
Placette :	HET 64	Forêt : d'Ance
Altitude (m) :	400	Pente (%) : 44
		Exposition : nord-ouest
Département :	Pyrénées-Atlantiques	Région : Aquitaine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cerne	: 1934
Longueur de la chronologie	: 1930-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	67 (±6,9)	55	83
Diamètre (cm)	41 (±7,9)	29	67
Hauteur (m) (n=28)	28,8	25,5	32
Accroissement (mm/an)	2,71 (±0,47)	1,82	3,47

Acr : 1985 à 1994	2,67 mm/an
: 1980 à 1994	2,71 mm/an



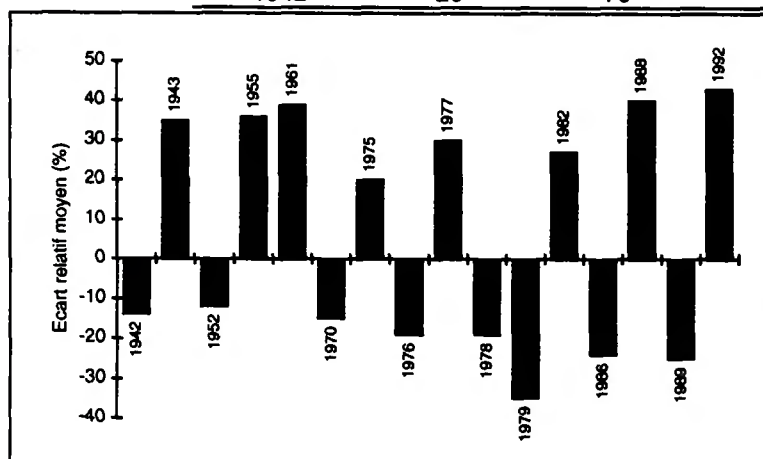
Evolution de la largeur moyenne des cerne (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1940). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 64

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1940-1994 (55 ans)
 Nombre total de cerne disponibles pour cette période : 1650
 Nombre total d'années caractéristiques : 16

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	83	6	10	43
1989	3	83	13	-25
1988	76	6	16	40
1986	0	83	16	-24
1982	70	6	23	27
1979	0	93	6	-35
1978	6	73	20	-19
1977	76	6	16	30
1976	0	70	30	-19
1975	80	3	16	20
1970	3	73	23	-15
1961	93	3	3	39
1955	76	3	20	36
1952	13	70	16	-12
1943	76	0	23	35
1942	20	70	10	-14



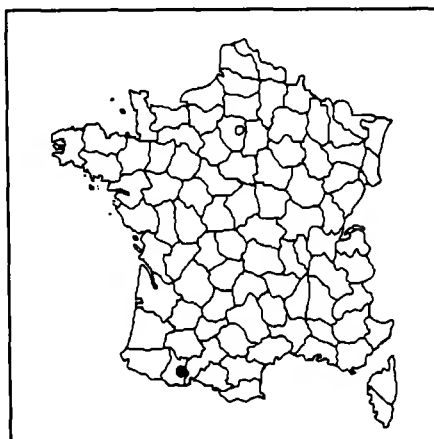
← Forte croissance (8) :
 - 80% : 1961, 1975, 1992
 - 70% : 1943, 1955, 1977, 1982, 1988

← Faible croissance (8) :
 - 80% : 1979, 1986, 1989
 - 70% : 1942, 1952, 1970, 1976, 1978

Le fait le plus notable est l'augmentation brusque du niveau de croissance à partir du milieu des années cinquante. Au vue de l'historique des coupes, ce saut de croissance semble être, en grande partie, l'expression de la coupe d'amélioration pratiquée dans la parcelle en 1954 (exploitation de 316 m3). Par la suite, le niveau de croissance s'est maintenu à un niveau nettement supérieur, et est aujourd'hui de 2,7 mm/an en moyenne. Outre ce comportement, le peuplement montre des fluctuations de croissance interannuelles parmi lesquelles les années 1976, 1978, 1979, 1986 et 1989 apparaissent particulièrement notables.

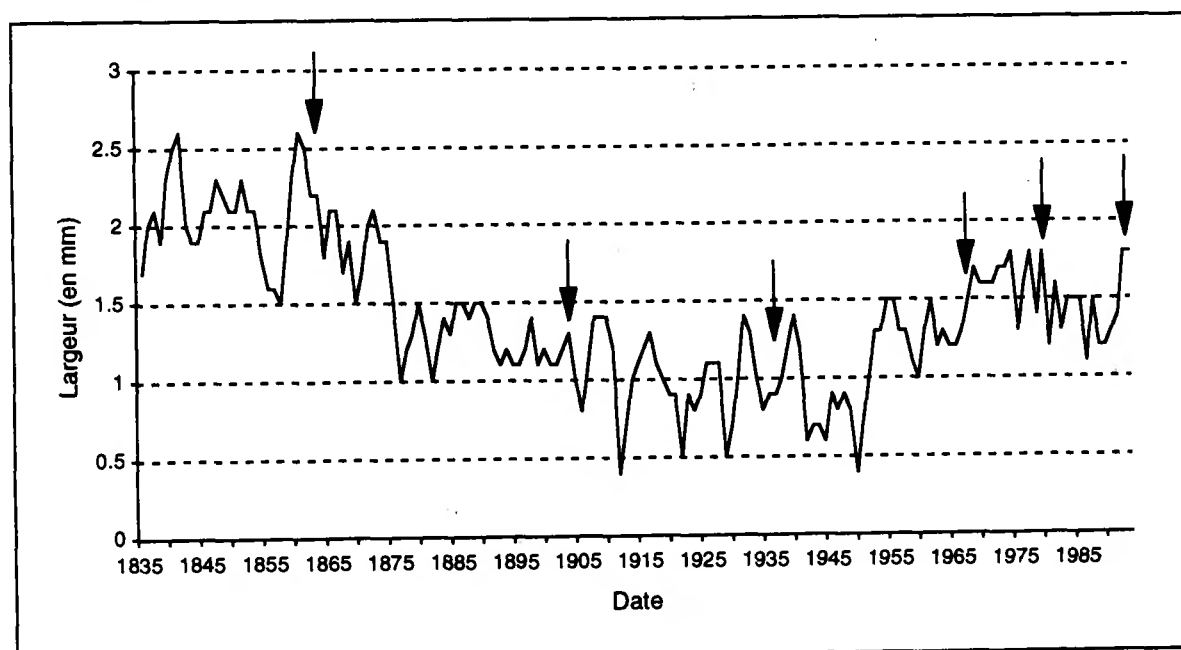
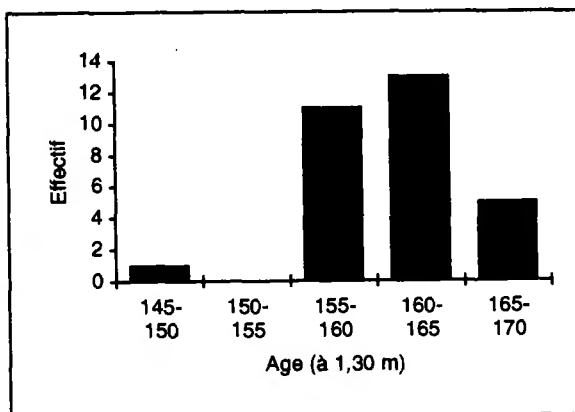
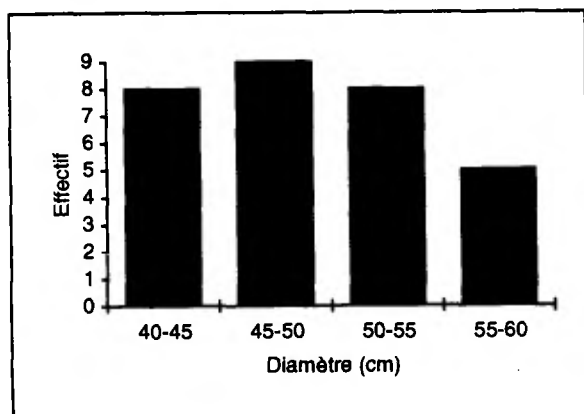
Placette :	HET 65	Forêt : de Bize
Altitude (m) :	850	Pente (%) : 25
		Exposition : nord-ouest
Département :	Hautes-Pyrénées	
Région :	Midi-Pyrénées	

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 4725
Longueur de la chronologie	: 1836-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	160 (±4,2)	149	169
Diamètre (cm)	50 (±5,1)	43	59
Hauteur (m) (n=25)	29,7	26	34
Accroissement (mm/an)	1,39 (±0,25)	0,96	2,09

Acr : 1985 à 1994	1,43 mm/an
: 1980 à 1994	1,45 mm/an

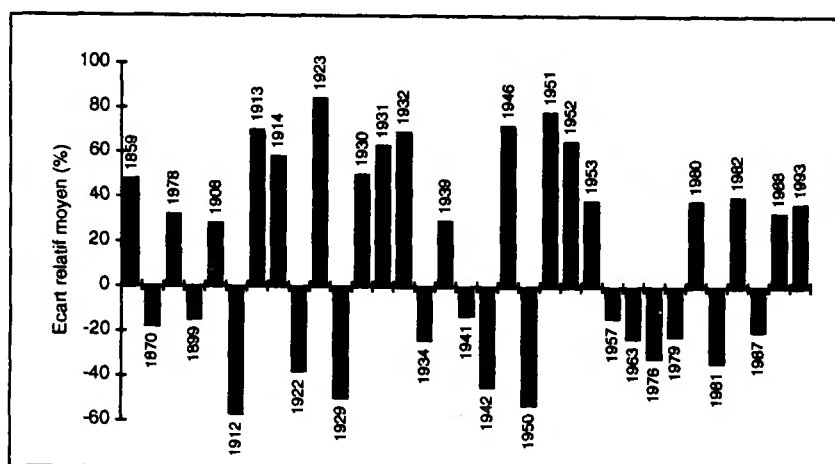


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1851). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 65
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1851-1994 (144 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 4320
 Nombre total d'années caractéristiques : 33

Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif					Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)
1993	83	0	16	37	1939	83	3	13	29
1988	80	6	13	33	1934	3	83	13	-24
1987	13	73	13	-20	1932	86	3	10	69
1982	80	3	16	40	1931	86	3	10	63
1981	3	86	10	-34	1930	76	10	13	50
1980	83	3	13	38	1929	6	86	6	-50
1979	3	80	16	-22	1923	93	3	3	84
1976	0	90	10	-32	1922	10	83	6	-38
1963	3	70	26	-23	1914	93	3	3	58
1957	10	76	13	-14	1913	93	0	6	70
1953	83	0	16	38	1912	0	93	6	-57
1952	93	0	6	65	1908	76	13	10	28
1951	93	3	3	78	1899	10	73	16	-15
1950	3	96	0	-53	1878	70	16	13	32
1946	76	6	16	72	1870	13	76	10	-18
1942	0	96	3	-45	1859	80	10	10	48
1941	3	70	26	-13					

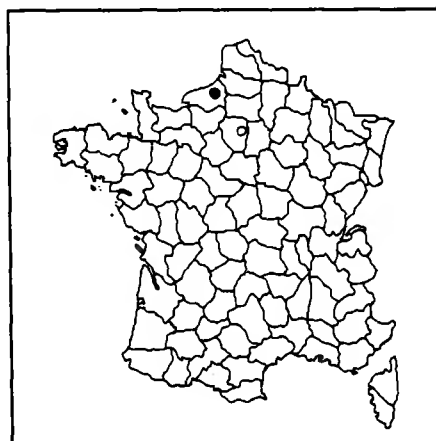


- ← Forte croissance (18) :
- 80% : 1859, 1913, 1914, 1923, 1931, 1932, 1939, 1951, 1952, 1953, 1980, 1982, 1988, 1993
 - 70% : 1878, 1908, 1930, 1946
-
- ← Faible croissance (15) :
- 80% : 1912, 1922, 1929, 1934, 1942, 1950, 1976, 1979, 1981
 - 70% : 1870, 1899, 1941, 1957, 1963, 1987

Il s'agit du plus vieux peuplement de hêtre du réseau. Après une diminution régulière de la croissance (effet âge et/ou sylvicole), le peuplement présente une augmentation de la largeur des cernes depuis le début des années 1970. Sans exclure l'effet potentiel de meilleures conditions environnementales, cette accélération coïncide avec la coupe d'amélioration pratiquée dans la parcelle en 1968. Le peuplement montre également de fortes fluctuations de croissance, comme par exemple l'année 1912, 1922, 1929, la crise de 1940 à 1955 (centrée sur 1950 ; -53%) et l'année 1976 (-32%).

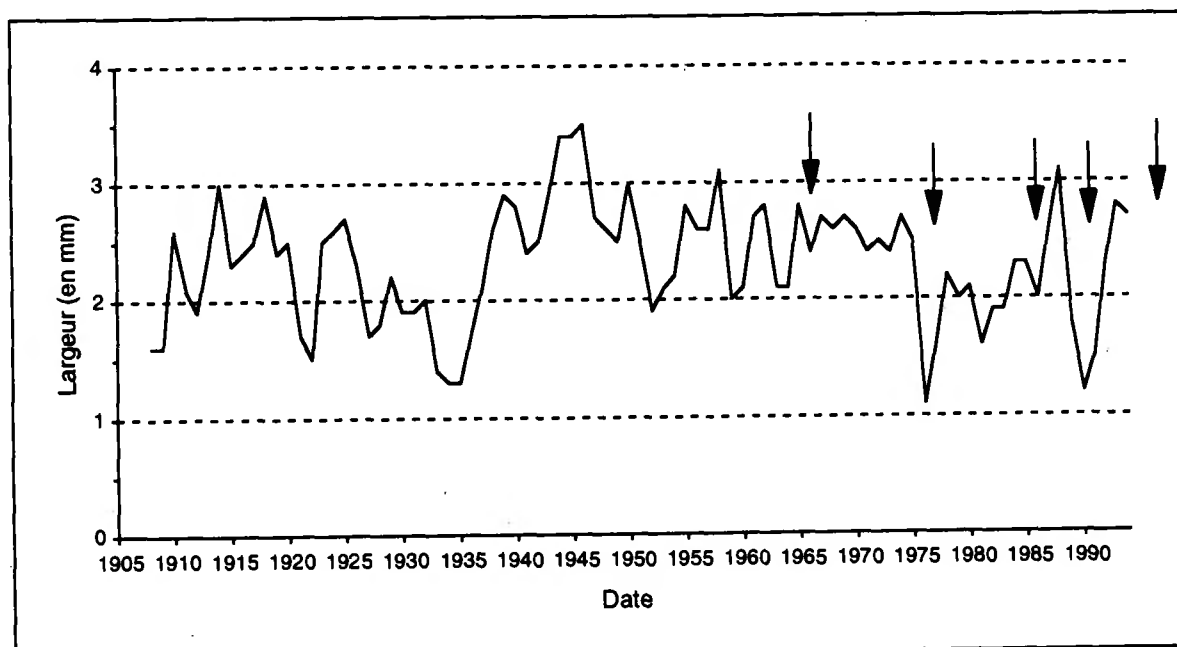
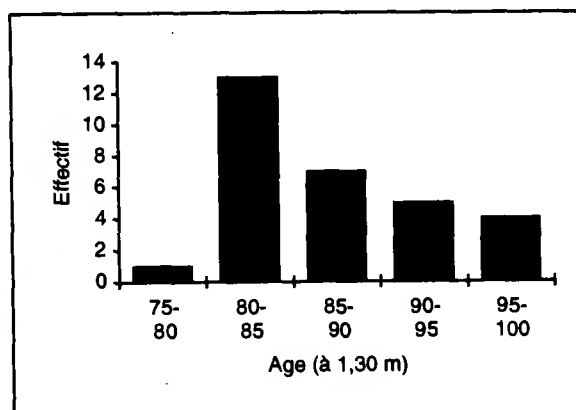
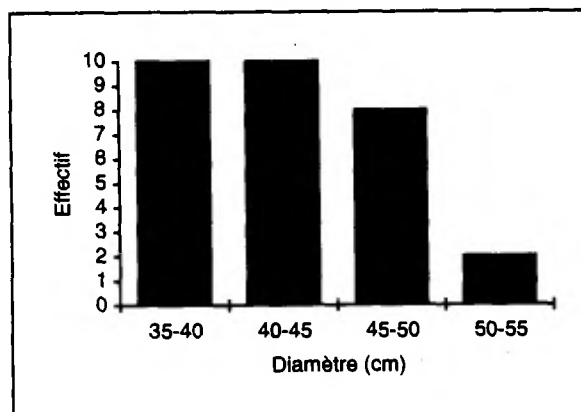
Placette :	HET 76	Forêt : d'Eawy
Altitude (m) :	210	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Seine-Maritime	Région : Haute-Normandie

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cerne	: 2550
Longueur de la chronologie	: 1908-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	87 (±5,7)	77	98
Diamètre (cm)	43 (±4,6)	36	51
Hauteur (m) (n=27)	29,9	27,5	33
Accroissement (mm/an)	2,3 (±0,34)	1,71	3,33

Acr : 1985 à 1994	2,23 mm/an
: 1980 à 1994	2,14 mm/an



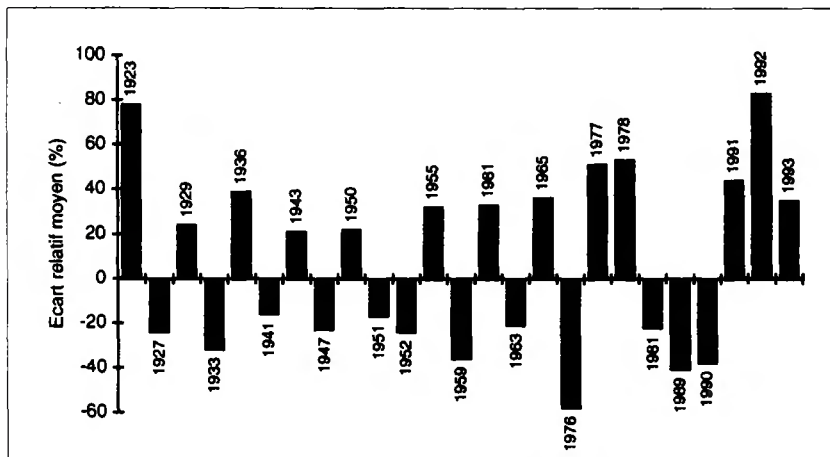
Evolution de la largeur moyenne des cerne (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1921). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 76

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1921-1994 (74 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2220
 Nombre total d'années caractéristiques : 25

Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif					Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)
1993	73	6	20	35	1955	83	0	16	32
1992	86	6	6	83	1952	3	83	13	-24
1991	70	10	20	44	1951	6	70	23	-17
1990	6	86	6	-38	1950	70	6	23	22
1989	3	90	6	-41	1947	0	83	16	-23
1981	3	70	26	-22	1943	70	6	23	21
1978	76	0	23	53	1941	10	70	20	-16
1977	80	10	10	51	1936	80	3	16	39
1976	0	100	0	-58	1933	0	96	3	-32
1965	90	0	10	36	1929	73	0	26	24
1963	3	80	16	-21	1927	3	76	20	-24
1961	83	10	6	33	1923	90	0	10	78
1959	0	100	0	-36					



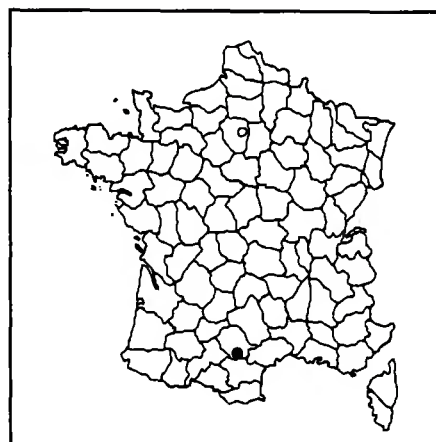
← **Forte croissance (13) :**
 - 80% : 1923, 1936, 1955, 1961, 1965, 1977, 1992
 - 70% : 1929, 1943, 1950, 1978, 1991, 1993

← **Faible croissance (12) :**
 - 80% : 1933, 1947, 1952, 1959, 1963, 1976, 1989, 1990
 - 70% : 1927, 1941, 1951, 1981

Depuis l'origine, le peuplement montre de fortes fluctuations interannuelles de croissance et a connu plusieurs crises, notamment en 1927 (-24%), 1933 (-32%) et au moment des fortes sécheresses de 1976 (100% des arbres ont présenté une réduction moyenne de croissance de -58%) et de 1988 à 1994 (-41% et -38% en 1989 et 1990). Cette dépression est d'ailleurs une des caractéristiques de la grande majorité des placettes du quart Nord-Ouest de la France où les déficits hydriques du début des années 1990 ont été particulièrement sévères (voir HET14 et HET29). Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1992 (retour à de meilleures conditions climatiques et/ou effet de l'éclaircie de 1991 ?).

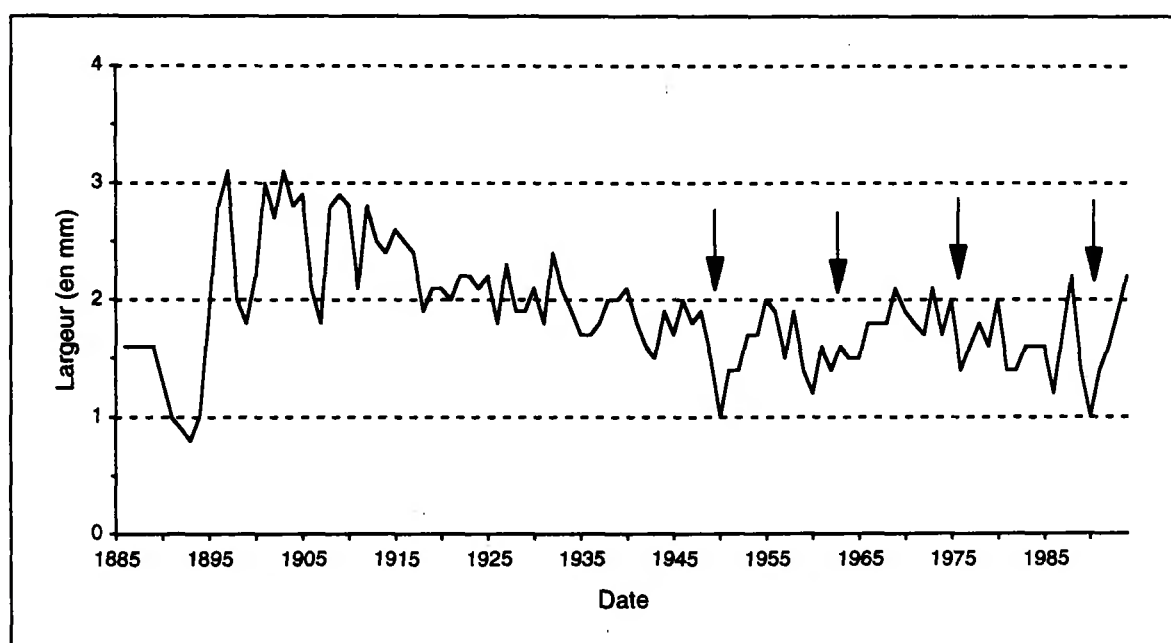
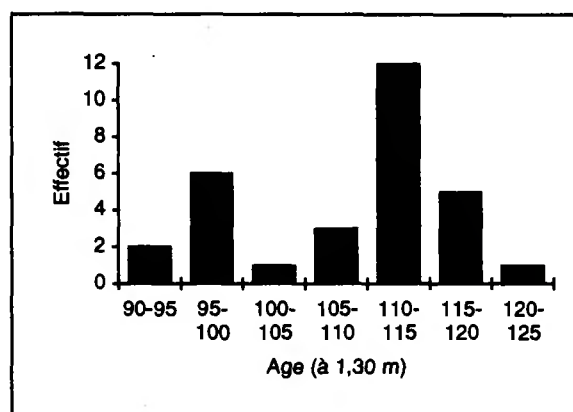
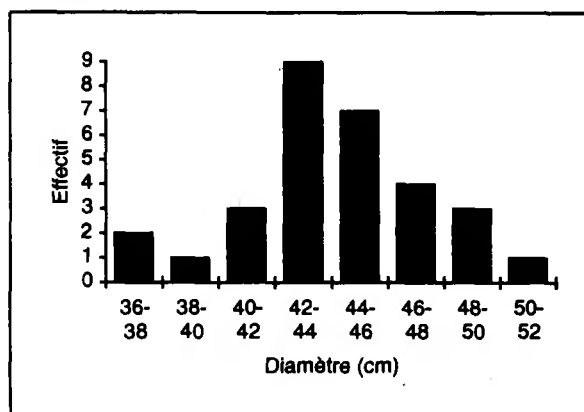
Placette : HET 81		Forêt : de la Montagne Noire
Altitude (m) : 700	Pente (%) : 0	Exposition : plat
Département : Tarn	Région : Midi-Pyrénées	

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 3137
Longueur de la chronologie	: 1886-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	108 (±8,2)	92	120
Diamètre (cm)	44 (±3,6)	37	51
Hauteur (m) (n=32)	30,3	27,5	33
Accroissement (mm/an)	1,89 (±0,27)	1,25	2,47

Acr : 1985 à 1994	1,62 mm/an
: 1980 à 1994	1,61 mm/an

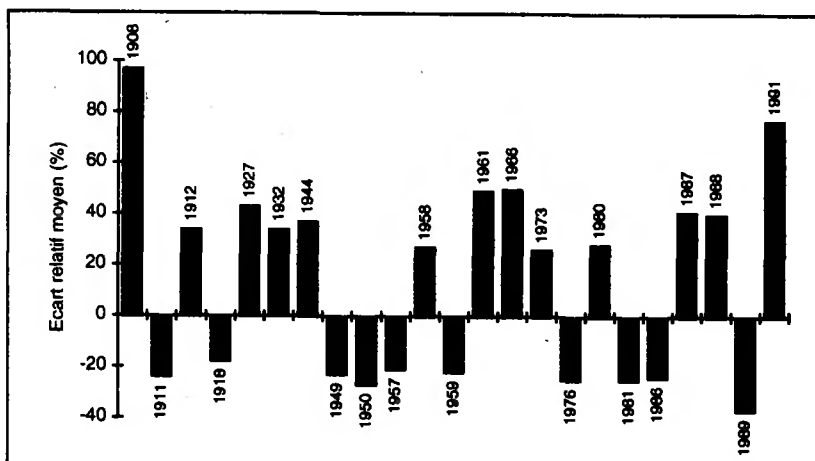


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1906). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 81
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1906-1994 (89 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2670
 Nombre total d'années caractéristiques : 23

Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif					Fréquence de l'évolution interannuelle (%) Ecart relatif				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	moyen (%)
1991	80	3	16	77	1958	83	6	10	27
1989	0	93	6	-37	1957	10	80	10	-21
1988	83	6	10	40	1950	0	73	26	-27
1987	83	3	13	41	1949	3	83	13	-23
1986	10	73	16	-24	1944	80	3	16	37
1981	6	86	6	-25	1932	83	0	16	34
1980	70	0	30	28	1927	80	3	16	43
1976	3	86	10	-25	1918	0	73	26	-18
1973	80	6	13	26	1912	83	3	13	34
1966	73	6	20	50	1911	0	90	10	-24
1961	76	6	16	49	1908	93	0	6	97
1959	6	83	10	-22					



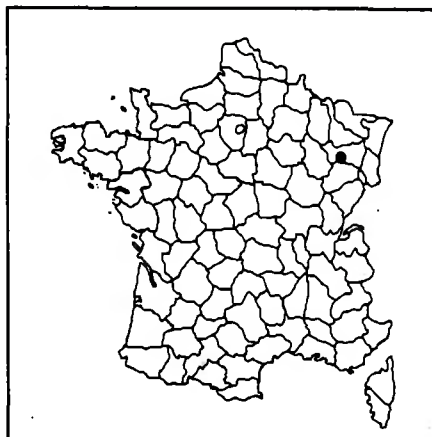
← Forte croissance (13) :
 - 80% : 1908, 1912, 1927, 1932, 1944, 1958, 1973, 1987, 1988, 1991
 - 70% : 1961, 1966, 1980

← Faible croissance (10) :
 - 80% : 1911, 1949, 1957, 1959, 1976, 1981, 1989
 - 70% : 1918, 1950, 1986

Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en grande partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des fluctuations interannuelles importantes parmi lesquelles on peut citer les années 1911, 1918, 1949-1950, le froid de 1986 (-24%) et les années de sécheresse comme 1976 (-25%) et de 1988 à 1994 (-37% en 1989). Sans exclure le rôle de l'amélioration des conditions climatiques, l'éclaircie pratiquée en 1990 (exploitation de 1241 m³ de hêtre et 105 m³ de chêne) semble avoir permis aux arbres de retrouver rapidement un bon niveau de croissance. Actuellement le niveau de croissance est de l'ordre de 1,6 mm/an.

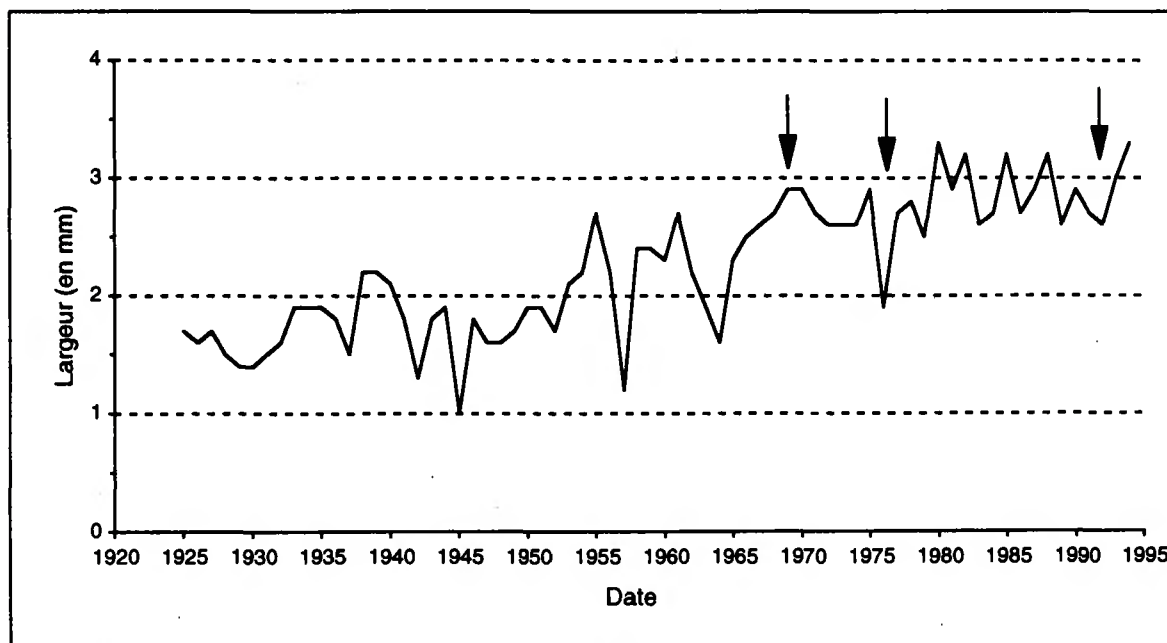
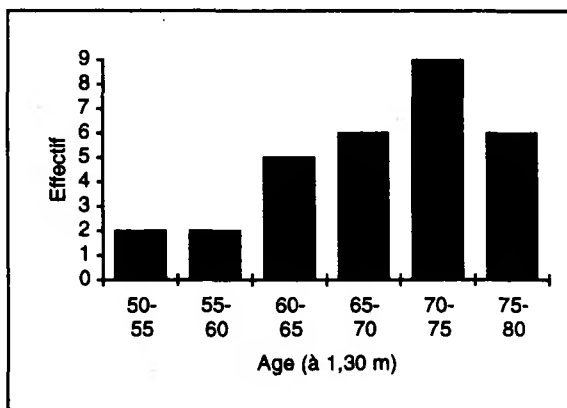
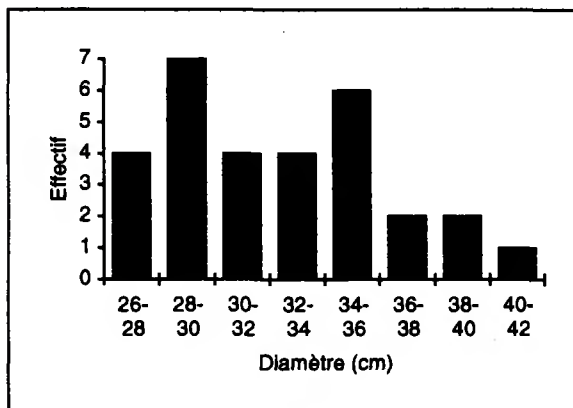
Placette :	HET 88	Forêt : du Ban d'Harol
Altitude (m) :	400	Pente (%) : 3
		Exposition : ouest
Département :	Vosges	Région : Lorraine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1989
Longueur de la chronologie	: 1925-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	68 (±7)	53	78
Diamètre (cm)	32 (±4,1)	27	41
Hauteur totale (m) (n=30)	25,4	21,5	27,8
Accroissement (mm/an)	2,27 (±0,28)	1,7	2,8

Acr : 1985 à 1994	2,91 mm/an
: 1980 à 199:	2,92 mm/an

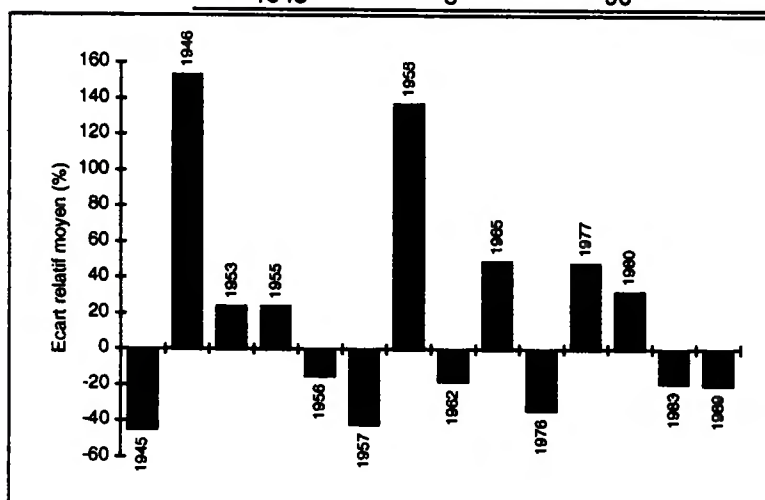


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1943). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette HET 88
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1943-1994 (52 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1560
 Nombre total d'années caractéristiques : 14

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1989	0	73	26	-20
1983	0	80	20	-19
1980	93	0	6	32
1977	86	0	13	48
1976	0	100	0	-34
1965	96	3	0	49
1962	3	76	20	-18
1958	100	0	0	137
1957	3	90	6	-42
1956	13	73	13	-15
1955	70	10	20	24
1953	70	10	20	24
1946	90	3	6	153
1945	3	90	6	-45



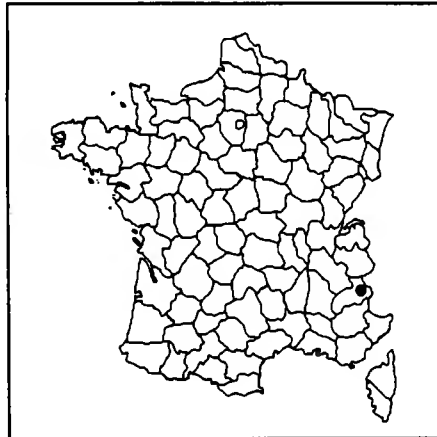
← Forte croissance (7) :
 - 80% : 1946, 1958, 1965, 1977, 1980
 - 70% : 1953, 1955

← Faible croissance (7) :
 - 80% : 1945, 1957, 1976, 1983
 - 70% : 1956, 1962, 1989

Depuis l'origine, le peuplement montre une augmentation continue de la croissance radiale. L'absence de données anciennes sur le suivi de l'exploitation de la parcelle (pas d'informations avant 1969) ne permet pas de confirmer l'origine sylvicole de cette tendance. Actuellement, la croissance des arbres se maintient à un niveau élevé (2,9 mm/an) qui correspond au deuxième plus haut niveau observé dans le réseau pour cette gamme d'âges. Outre cette tendance, le peuplement montre des fluctuations de croissance parmi lesquelles on peut citer les années 1945, 1955 à 1958 (-42% en 1957), 1976 (-34% pour 100% des arbres) et 1989 (-20%).

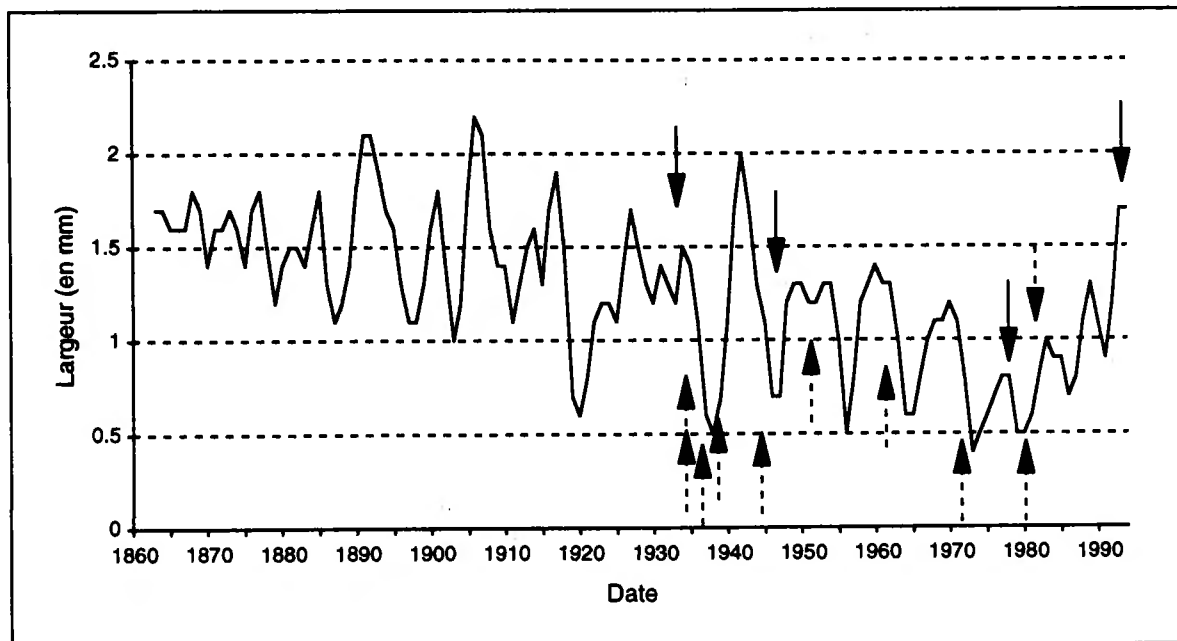
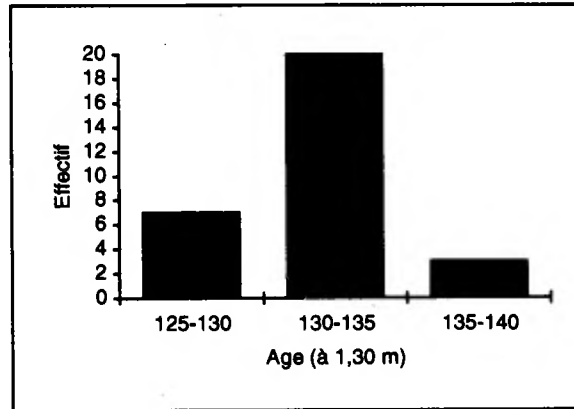
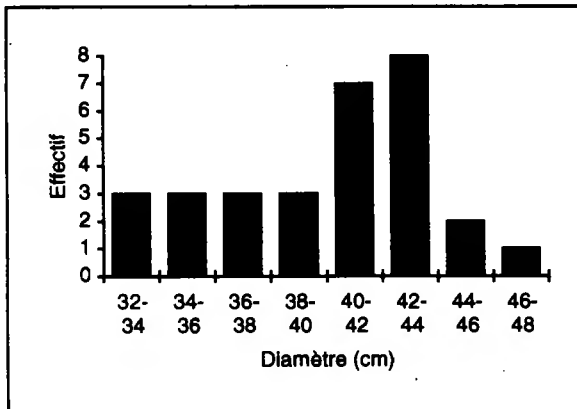
Placette :	MEL 05	Forêt : de Champcella
Altitude (m) :	1850	Pente (%) : 20
		Exposition : nord-est
Département :	Hautes-Alpes	Région : Provence-Côte d'Azur

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 3906
Longueur de la chronologie	: 1863-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	132 (±2,9)	125	139
Circonférence (cm)	40 (±3,9)	32	48
Hauteur (m) (n=35)	25,5	19,4	30,3
Accroissement (mm/an)	1,25 (±0,16)	0,92	1,58
Largeur d'aubier (mm)	26,5 (±6,01)	15	40

Acr : 1985 à 1994	1,14 mm/an
: 1980 à 1994	1,01 mm/an



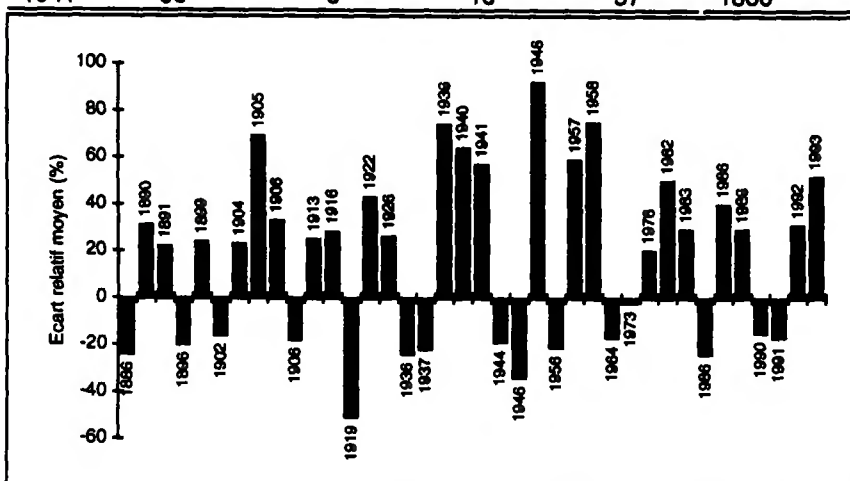
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1876). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette MEL 05

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1876-1994 (119 ans)
Nombre total de cemes disponibles pour cette période	: 3570
Nombre total d'années caractéristiques	: 38

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	90	0	10	52	1940	93	3	3	64
1992	70	16	13	31	1939	83	6	10	74
1991	10	70	20	-17	1937	10	86	3	-22
1990	10	70	20	-15	1936	10	70	20	-24
1989	76	3	20	29	1926	76	13	10	26
1988	73	0	26	40	1922	80	3	16	43
1986	13	80	6	-24	1919	3	93	3	-51
1983	73	13	13	29	1916	73	6	20	28
1982	90	3	6	50	1913	70	3	26	25
1976	70	13	16	20	1908	6	73	20	-18
1973	23	70	6	-2	1906	73	10	16	33
1964	13	80	6	-17	1905	93	0	6	69
1958	86	6	6	75	1904	73	16	10	23
1957	78	16	6	59	1902	23	70	6	-16
1956	20	73	6	-21	1899	70	6	23	24
1948	96	0	3	92	1896	3	70	26	-20
1946	6	73	20	-34	1891	76	0	23	22
1944	3	80	16	-19	1890	73	3	23	31
1941	90	0	10	57	1886	16	73	10	-24

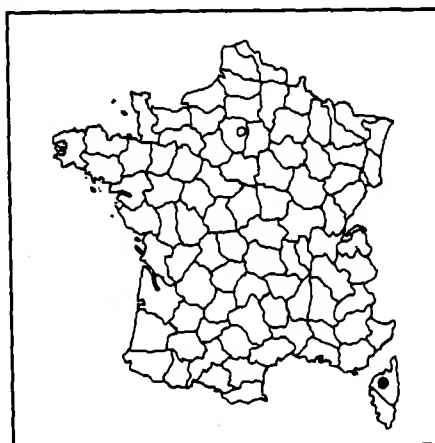


- ← Forte croissance (23) :
- 80% : 1905, 1922, 1939, 1940, 1941, 1948, 1958, 1982, 1993
 - 70% : 1890, 1891, 1899, 1904, 1906, 1913, 1916, 1926, 1957, 1976, 1983, 1988, 1989, 1992
- ← Faible croissance (15) :
- 80% : 1919, 1937, 1944, 1964, 1986
 - 70% : 1886, 1896, 1902, 1908, 1936, 1946, 1956, 1973, 1990, 1991

Il s'agit de l'unique placette de mélèze du réseau. Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en grande partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des fluctuations interannuelles importantes parmi lesquelles on peut citer les années 1886, 1902, 1919, 1937, 1956. En revanche, les années de sécheresse 1976 et 1989 n'apparaissent pas comme années de faible croissance. On peut émettre l'hypothèse que, dans ce peuplement d'altitude, les conditions climatiques de 1976 et 1989 aient permis de rallonger la saison de végétation (températures plus clémentes et donc moins limitantes) et par conséquent une meilleure croissance. Depuis les années 1980, le peuplement présente une augmentation notable d'accroissement. Au vue de l'historique des coupes, on peut émettre l'hypothèse que ce comportement est, en grande partie, l'expression des effets de la forte éclaircie pratiquée dans cette parcelle en 1978 ; exploitation de 769 m³ de bois.

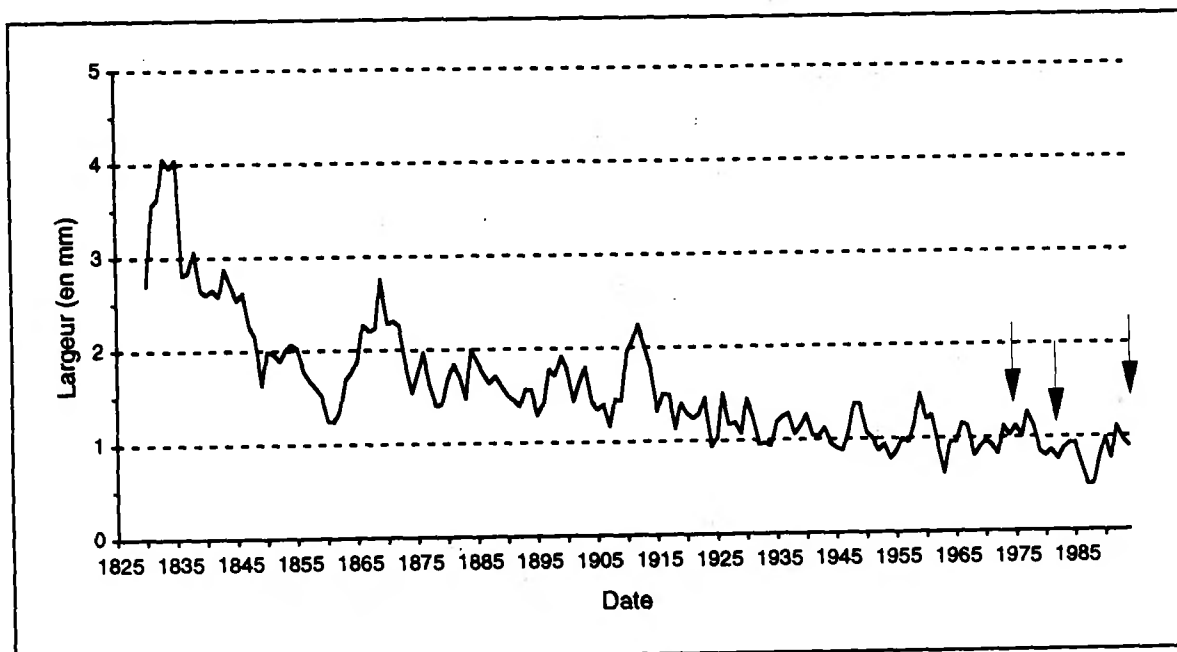
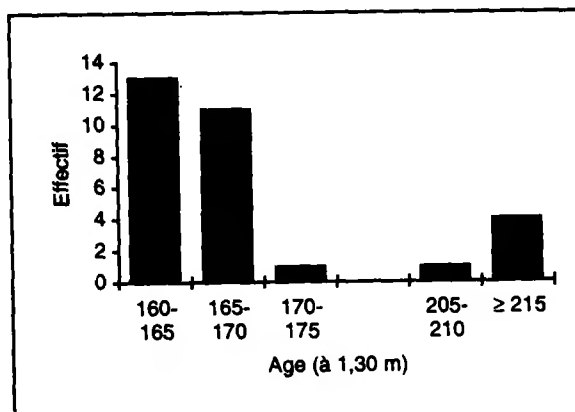
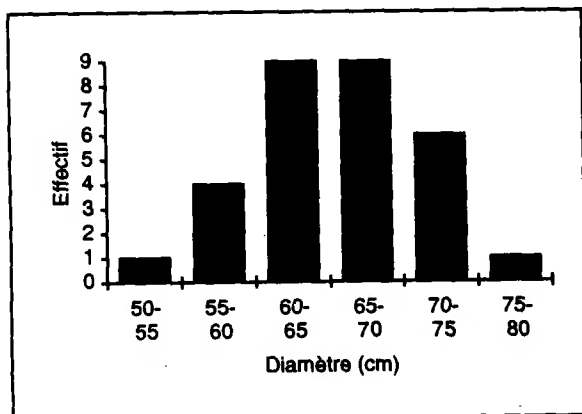
Placette :	PL 20	Forêt : d'Aitone
Altitude (m) :	1100	Pente (%) : 40
		Exposition : nord-ouest
Département :	Corse	Région : Corse

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cerne	: 5153
Longueur de la chronologie	: 1830-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	174 (±20,8)	161	228
Diamètre (cm)	66 (±5,6)	54	79
Hauteur (m) (n2=26)	38,2	34,5	42
Accroissement (mm/an)	1,5 (±0,23)	1,1	1,95
Largeur d'aubier (mm)	139,2 (±29,8)	94	233

Acr : 1985 à 1994	0,81 mm/an
: 1980 à 1994	0,83 mm/an



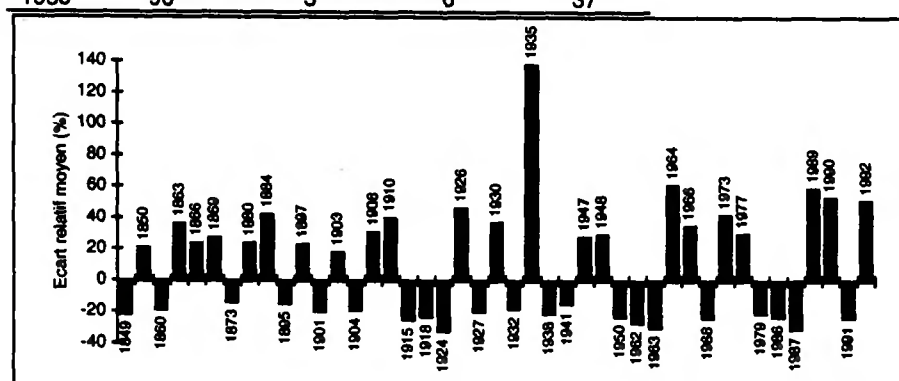
Evolution de la largeur moyenne des cerne (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1838). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PL 20

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1838 -1994 (157 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 4708
 Nombre total d'années caractéristiques : 43

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	86	3	10	51	1927	6	70	23	-20
1991	10	80	10	-24	1926	86	0	13	46
1990	83	3	13	53	1924	0	100	0	-32
1989	86	0	13	59	1918	0	83	16	-23
1987	0	90	10	-31	1915	0	83	16	-25
1986	3	73	23	-23	1910	90	0	10	40
1979	3	80	16	-21	1908	76	10	13	31
1977	86	6	6	30	1904	3	70	26	-19
1973	80	6	13	42	1903	70	0	30	18
1968	3	80	16	-24	1901	3	76	20	-20
1966	86	0	13	35	1897	83	13	3	23
1964	90	6	3	61	1895	6	73	20	-15
1963	3	83	13	-30	1884	90	0	10	42
1962	10	90	0	-27	1880	70	10	20	24
1950	6	80	13	-23	1873	13	73	13	-14
1948	73	6	20	29	1869	73	6	20	27
1947	73	13	13	28	1866	76	10	13	24
1941	6	70	23	-15	1863	83	10	6	36
1938	10	80	10	-21	1860	0	70	30	-19
1935	83	6	10	138	1850	76	10	13	21
1932	10	70	20	-18	1849	3	86	10	-22
1930	90	3	6	37					



← Forte croissance (22) :
 - 80% : 1863, 1884, 1897, 1910, 1926, 1930, 1935, 1964, 1966, 1973, 1977, 1989, 1990, 1992
 - 70% : 1850, 1866, 1869, 1880, 1903, 1908, 1947, 1948

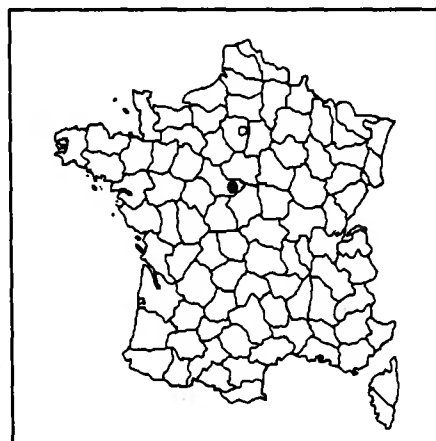
← Faible croissance (21) :
 - 80% : 1849, 1915, 1918, 1924, 1938
 1950, 1962, 1963, 1968, 1979, 1987, 1991
 - 70% : 1860, 1873, 1895, 1901, 1904, 1927, 1932, 1841, 1986

	"Jeunes" arbres (n=25)		Vieux arbres (n=5)	
	moy (±sd)	mini-max	moy (±sd)	mini-max
Age (ans)	164 (2,4)	161-171	219 (7)	208-228
Diam (cm)	64 (5)	54-75	72 (5,2)	64-79
Aubier (mm)	140,5 (30,6)	94-233	132,6 (27,5)	107-173
Crois	1,55 (0,2)	1,1-1,95	1,24 (0,14)	1,1-1,39

Ce peuplement de pin laricio s'est avéré être beaucoup plus âgé que l'âge annoncé (110 à 140 ans). Cinq arbres ont d'ailleurs plus de 200 ans en 1994 (à 1,30 m). Parallèlement à la décroissance depuis l'origine, liée à l'effet de l'âge et/ou de l'absence de sylviculture, le peuplement présente des fluctuations interannuelles plus ou moins fortes parmi lesquelles on peut citer les années 1849, 1901, 1915, 1924, 1963, 1986, 1991. A l'heure actuelle, le niveau de croissance est le plus bas observé sur l'ensemble du réseau (0,8 mm/an).

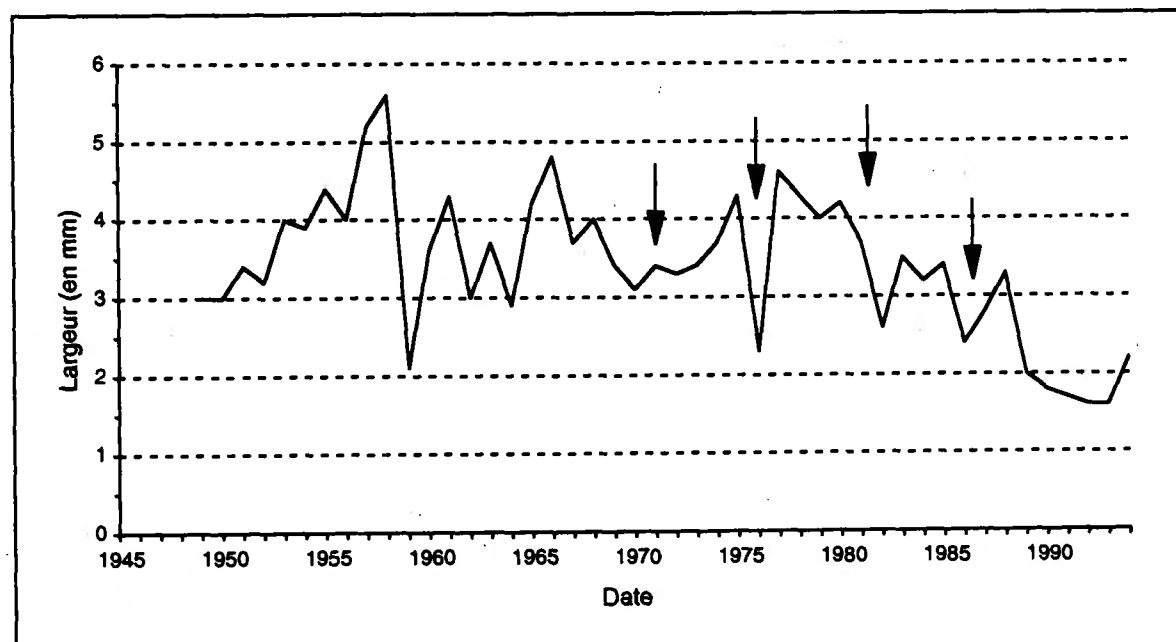
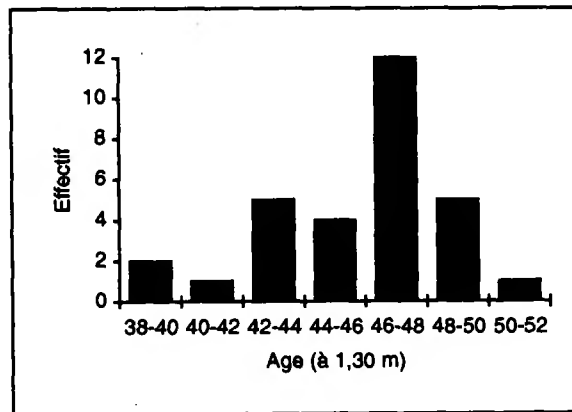
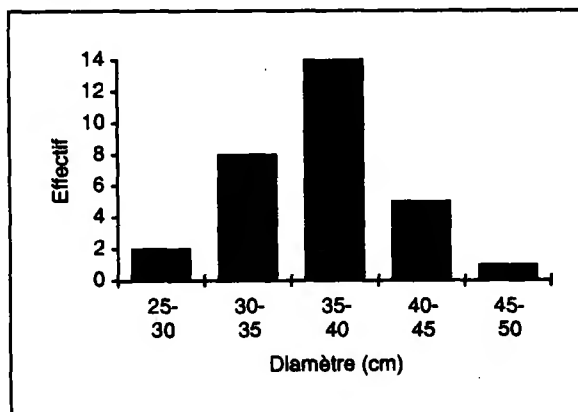
Placette :	PL 41	Forêt : de Lamotte-Beuvron
Altitude (m) :	140	Pente (%) : 0
Département :	Loir-et-Cher	Exposition : plat
		Région : Centre

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1348
Longueur de la chronologie	: 1949-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	45 (±2,9)	38	50
Diamètre (cm)	36 (±4,8)	28	49
Hauteur (m) (n=9)	24	21,5	26,5
Accroissement (mm/an)	3,39 (±0,57)	2,59	5,41
Largeur d'aubier (mm)	122,9 (±20,9)	89	196

Acr : 1985 à 1994	2,28 mm/an
: 1980 à 1994	2,67 mm/an



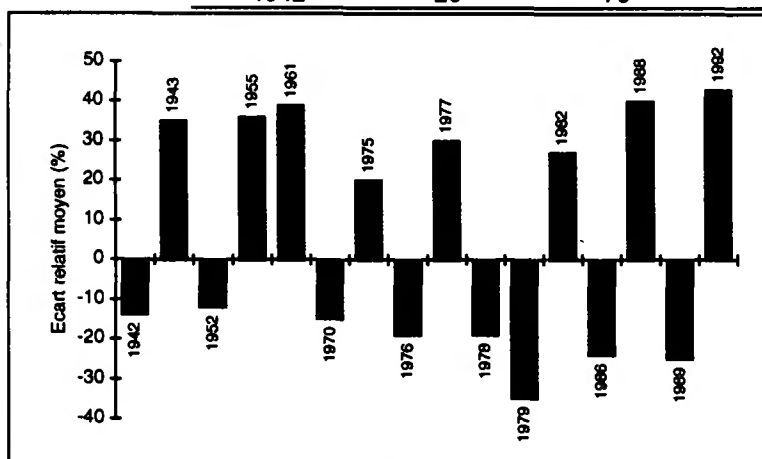
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1957). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PL 41

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1957-1994 (38 ans)
Nombre total de cerne disponibles pour cette période	: 1148
Nombre total d'années caractéristiques	: 16

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	83	6	10	43
1989	3	83	13	-25
1988	76	6	16	40
1986	0	83	16	-24
1982	70	6	23	27
1979	0	93	6	-35
1978	6	73	20	-19
1977	76	6	16	30
1976	0	70	30	-19
1975	80	3	16	20
1970	3	73	23	-15
1961	93	3	3	39
1955	76	3	20	36
1952	13	70	16	-12
1943	76	0	23	35
1942	20	70	10	-14

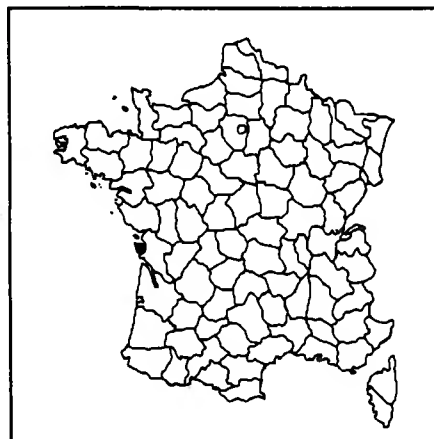


- ← Forte croissance (8) :
- 80% : 1961, 1975, 1992
 - 70% : 1943, 1955, 1977, 1982, 1988
-
- ← Faible croissance (8) :
- 80% : 1979, 1986, 1989
 - 70% : 1942, 1952, 1970, 1976, 1978

Depuis l'origine, le peuplement présente des variations interannuelles notables comme 1959, 1976 (-19%) et depuis le début des années 1980, avec une aggravation au moment des fortes sécheresses du début des années 1990 (-25% en 1989). Cette forte diminution depuis les années 1980 correspond à celle observée au cours d'une étude dendroécologique sur le pin laricio de Corse en région Pays de la Loire. Lors de ce travail, l'analyse des relations cerne - climat a montré qu'elle était la résultante d'une succession de déficits pluviométriques importants pendant la saison de végétation (mai à septembre). Actuellement, le peuplement semble se rétablir, mais le niveau de croissance a néanmoins chuté et se situe autour de 2,3 mm/an.

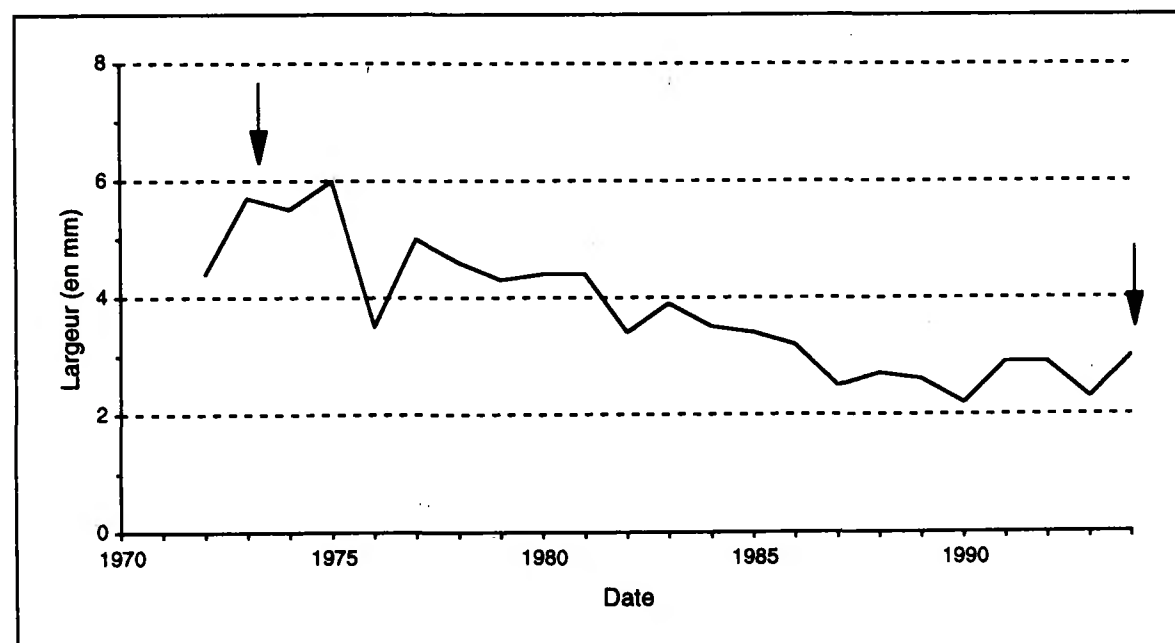
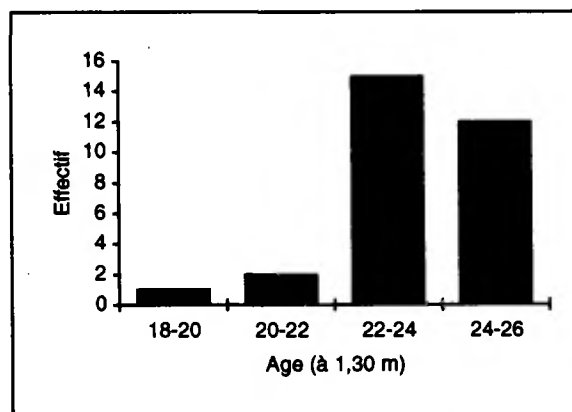
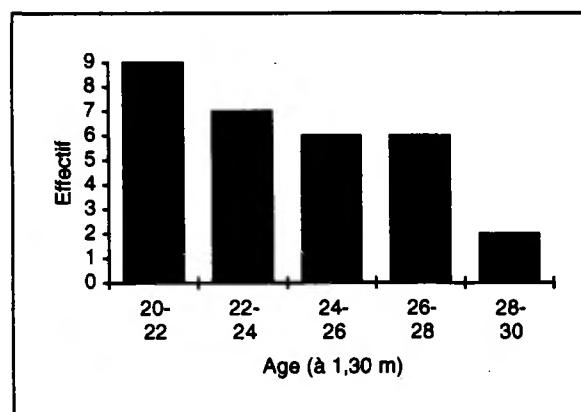
Placette : PM 17		Forêt : des Saumonards
Altitude (m) : 15	Pente (%) : 0	Exposition : plat
Département : Charente-Maritime		Région : Poitou-Charente

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cerne	: 675
Longueur de la chronologie	: 1972-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	23 (±1,2)	19	25
Diamètre (cm)	24 (±2,4)	20	29
Hauteur (m) (n=10)	11,8	10	13
Accroissement (mm/an)	3,72 (±0,52)	2,78	5,04
Largeur d'aubier (mm)	65,7 (±11,2)	47	86

Acr : 1985 à 1994	2,77 mm/an
: 1980 à 1994	3,15 mm/an



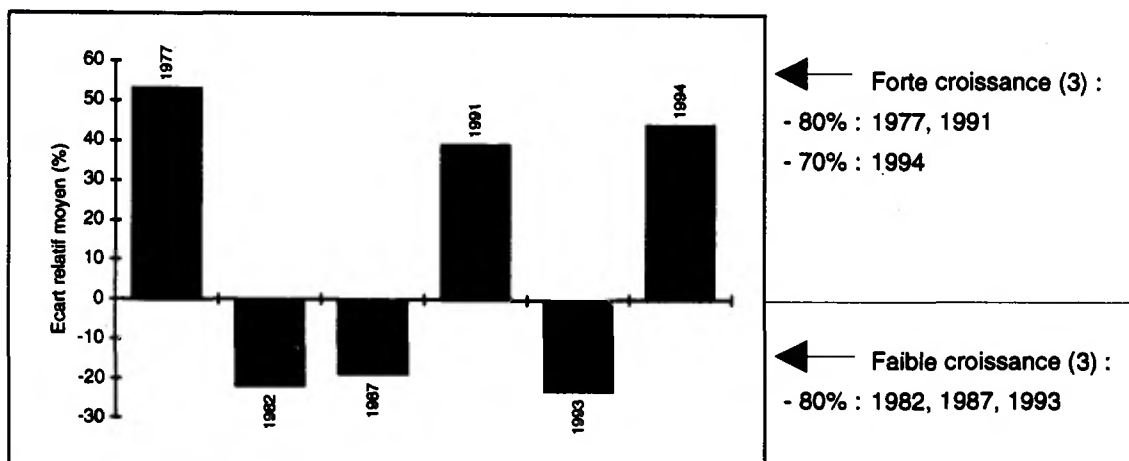
Evolution de la largeur moyenne des cerne (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1976). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PM 17

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1976-1994 (19 ans)
Nombre total de cemes disponibles pour cette période	: 570
Nombre total d'années caractéristiques	: 6

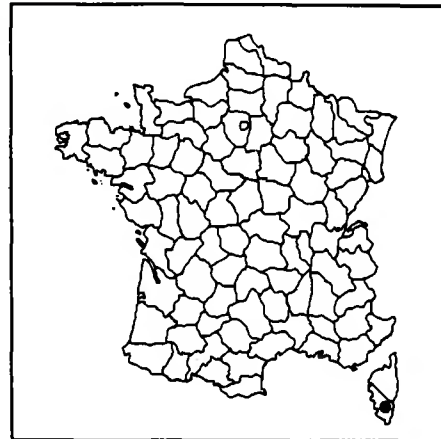
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	73	10	16	44
1993	6	86	6	-23
1991	83	0	16	39
1987	3	90	6	-19
1982	3	90	6	-22
1977	93	3	3	53



Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en grande partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de faibles amplitudes, dont les plus notables correspondent aux années 1976, 1982 et 1993. A l'heure actuelle, l'accroissement moyen est de l'ordre de 2,8 mm/an.

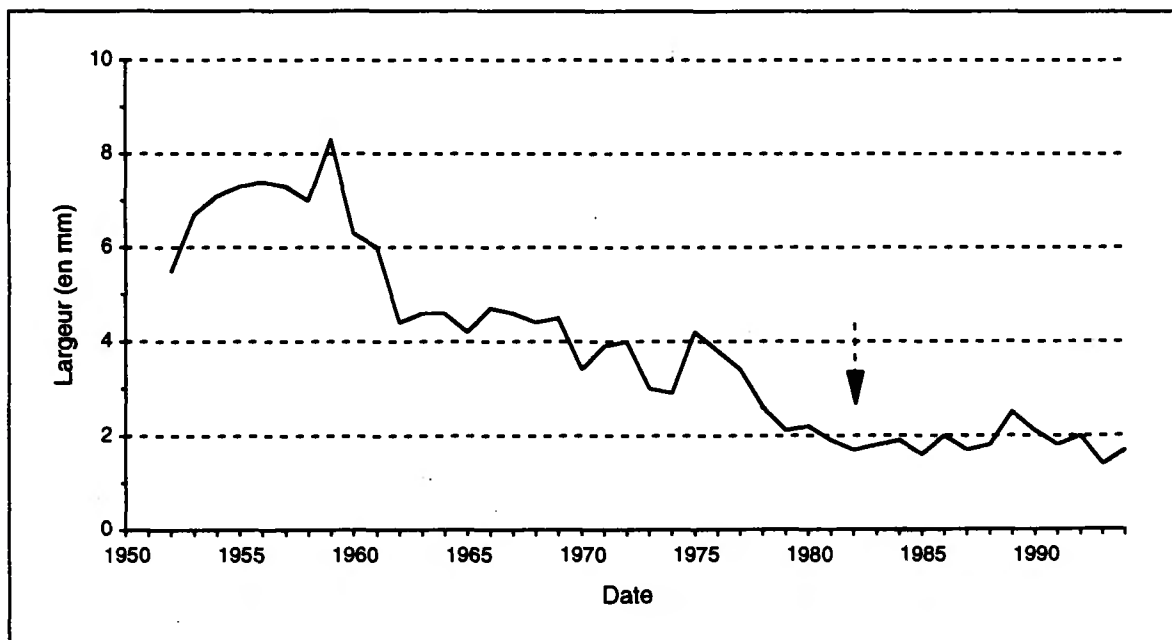
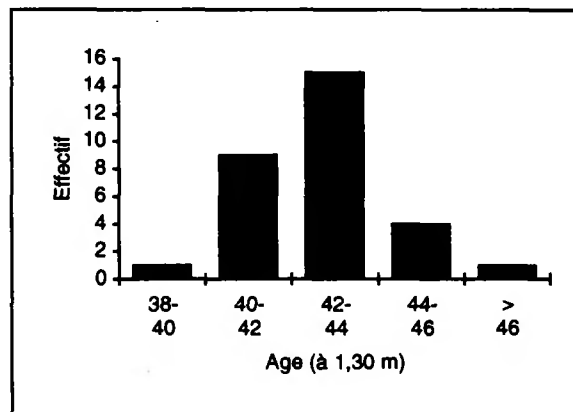
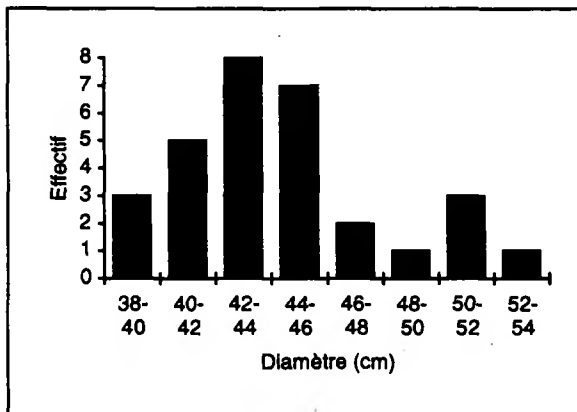
Placette :	PM 20	Forêt : de Zona
Altitude (m) :	850	Pente (%) : 10
Département :	Corse	Exposition : nord-ouest
		Région : Corse

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1261
Longueur de la chronologie	: 1952-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	42 (±2,2)	38	51
Diamètre (cm)	44 (±3,7)	39	52
Hauteur (m) (n=23)	23,7	21	28
Accroissement (mm/an)	3,8 (±0,34)	3,24	4,57
Largeur d'aubier (mm)	91,5 (±12,5)	66	125

Acr : 1985 à 1994	1,86 mm/an
: 1980 à 1994	1,87 mm/an

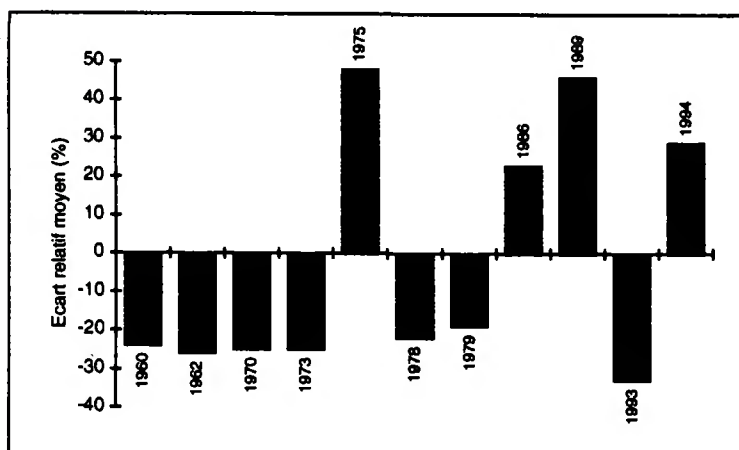


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1957). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette PM 20
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1957-1994 (38 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1140
 Nombre total d'années caractéristiques : 11

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	80	3	16	29
1993	0	100	0	-33
1989	93	0	6	46
1986	86	3	10	23
1979	0	80	20	-19
1978	0	90	10	-22
1975	100	0	0	48
1973	0	86	13	-25
1970	0	96	3	-25
1962	0	93	6	-26
1960	0	96	3	-24



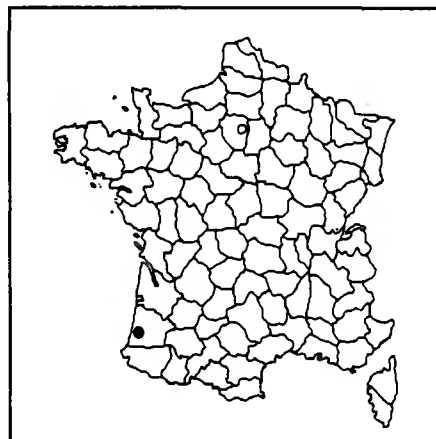
← Forte croissance (4) :
 - 80% : 1975, 1986, 1989, 1994
 - 70% :

← Faible croissance (7) :
 - 80% : 1960, 1962, 1970, 1973, 1978, 1979
 1993
 - 70% :

Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de faibles amplitudes, dont les plus notables correspondent aux années 1960, 1962, 1970, 1979 et 1993. A l'heure actuelle, l'accroissement moyen est de l'ordre de 1,9 mm/an, ce qui est assez faible pour un peuplement de cet âge et qui traduit, en partie, l'absence d'éclaircie depuis l'origine.

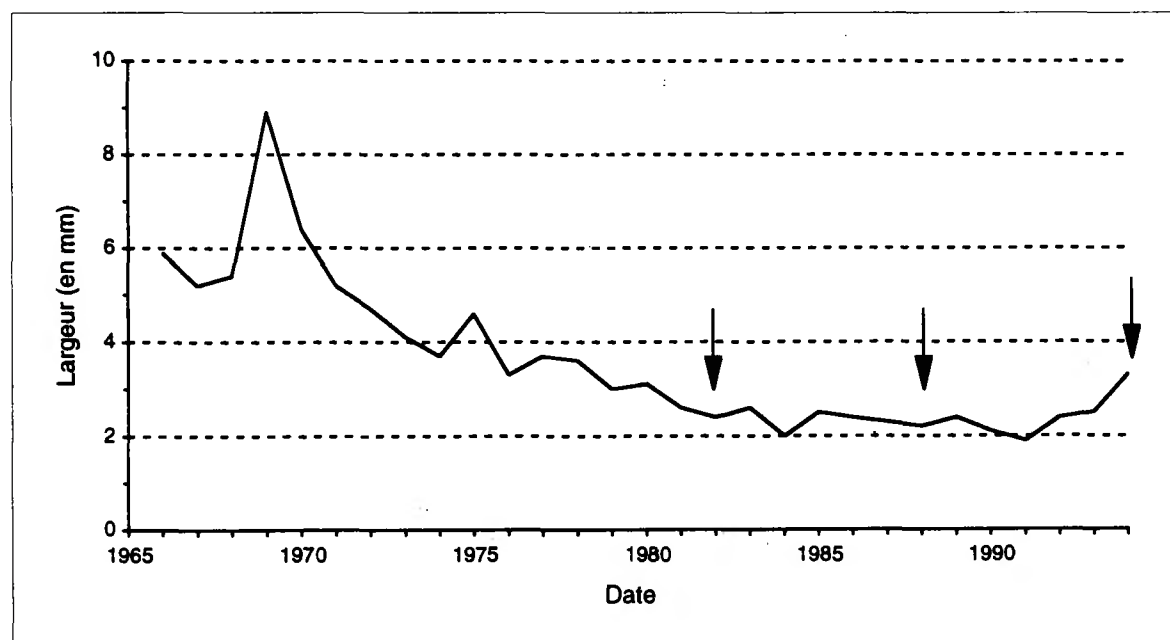
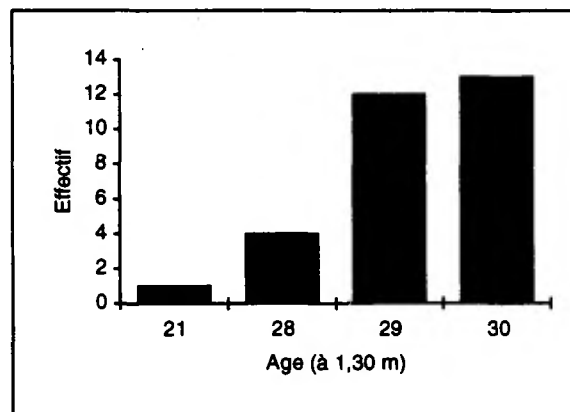
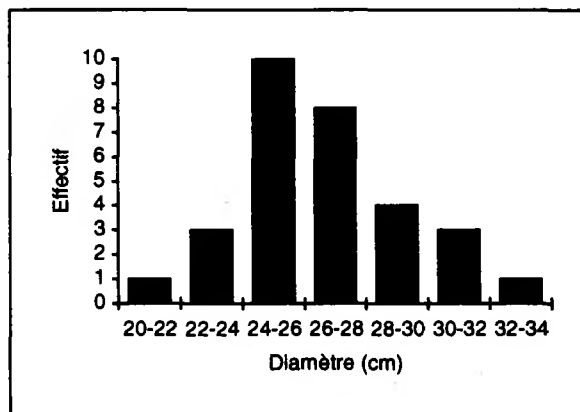
Placette :	PM 40A	Forêt : de Vieille St Girons
Altitude (m) :	27	Pente (%) : 7
Département :	Landes	Exposition : sud-ouest
		Région : Aquitaine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 864
Longueur de la chronologie	: 1966-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	29 (±1,7)	21	30
Diamètre (cm)	27 (±2,7)	22	32
Hauteur (m) (n=36)	17,4	15,5	20,5
Accroissement (mm/an)	3,58 (±0,50)	2,66	4,47
Largeur d'aubier (mm)	66,3 (±14,1)	38	90

Acr : 1985 à 1994	2,4 mm/an
: 1980 à 1994	2,45 mm/an

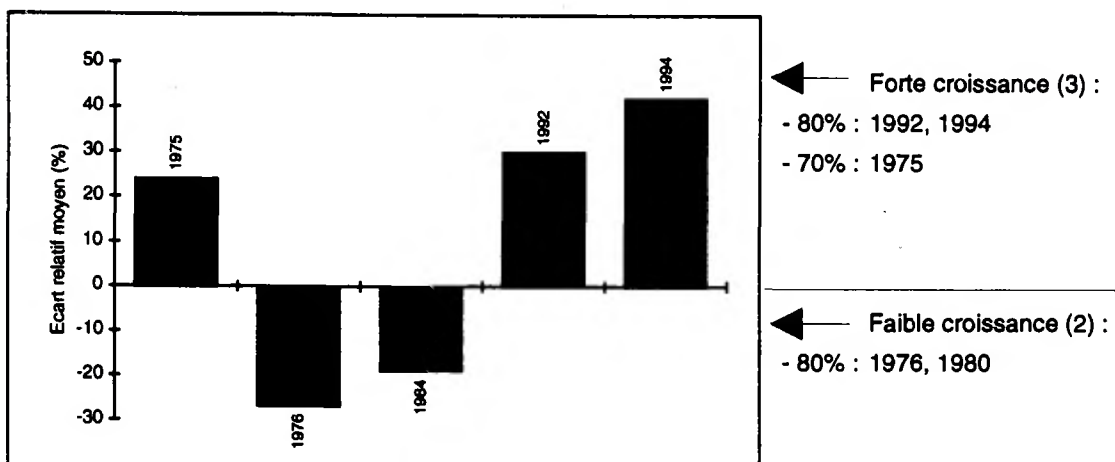


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1974). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PM 40A
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1974-1994 (21 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 630
 Nombre total d'années caractéristiques : 5

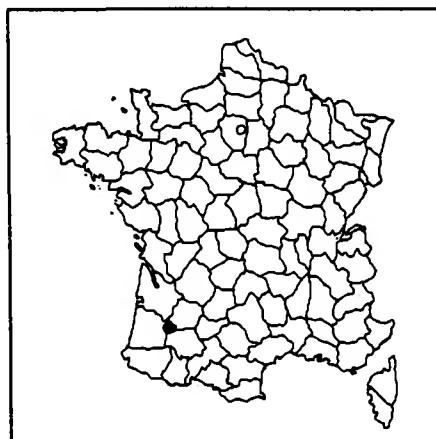
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	86	0	13	42
1992	93	3	3	30
1984	6	80	13	-19
1976	0	86	13	-27
1975	70	3	26	24



Parallèlement à la décroissance biologique normale, liée en partie à l'effet de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de faibles amplitudes, dont les plus notables correspondent aux années 1976 et 1984. A l'heure actuelle, l'accroissement moyen est de l'ordre de 2,4 mm/an. Actuellement, la croissance tend à augmenter de nouveau (effet des éclaircies et/ou de meilleures conditions climatiques).

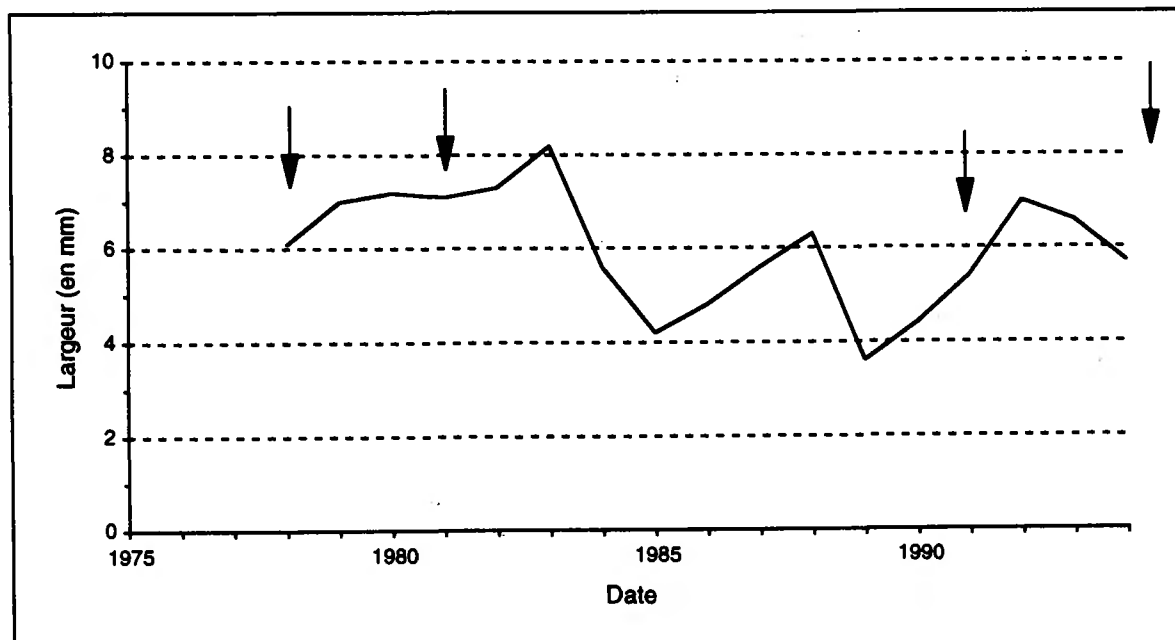
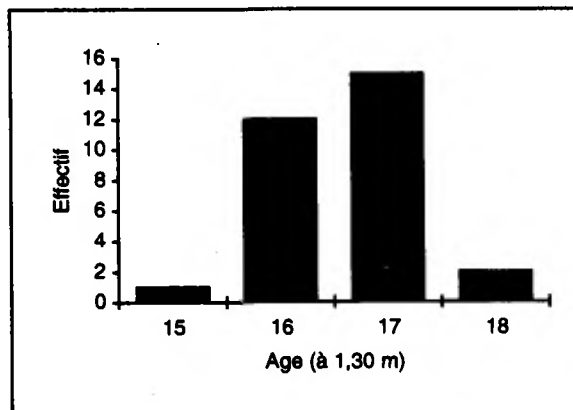
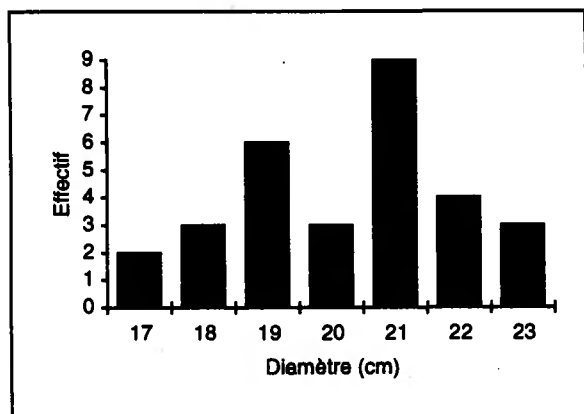
Placette :	PM 40b	Forêt : d'Arx
Altitude (m) :	110	Pente (%) : 5
Département :	Landes	Exposition : plat
		Région : Aquitaine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 491
Longueur de la chronologie	: 1979-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	17 (±0,7)	15	18
Diamètre (cm)	21 (±1,8)	17	24
Hauteur (m) (n=36)	15,4	13,5	17,5
Accroissement (mm/an)	6,01 (±0,65)	5,19	7,33
Largeur d'aubier (mm)	71,7 (±9,36)	51	91

Acr : 1985 à 1994	5,36 mm/an
: 1980 à 1994	5,93 mm/an

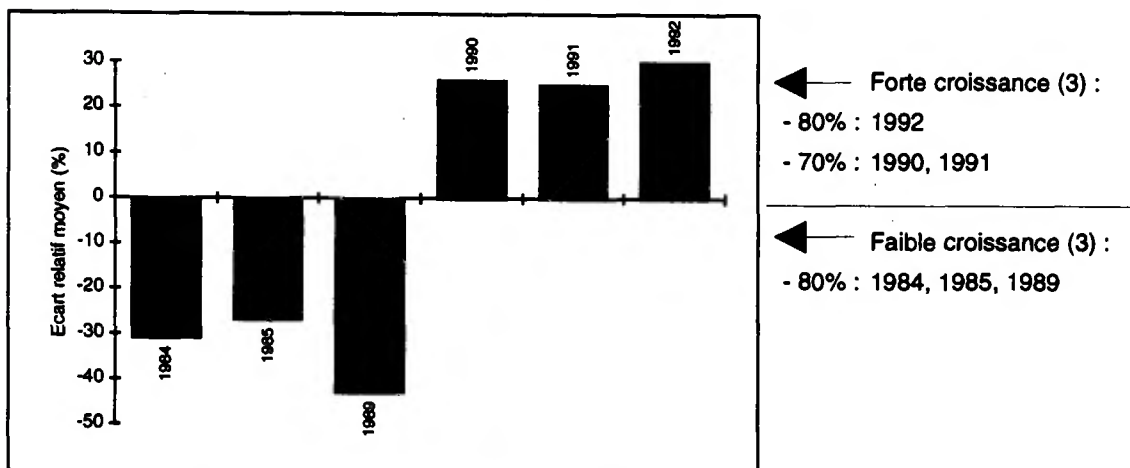


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1981). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PM 40B
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1981-1994 (14 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 420
 Nombre total d'années caractéristiques : 6

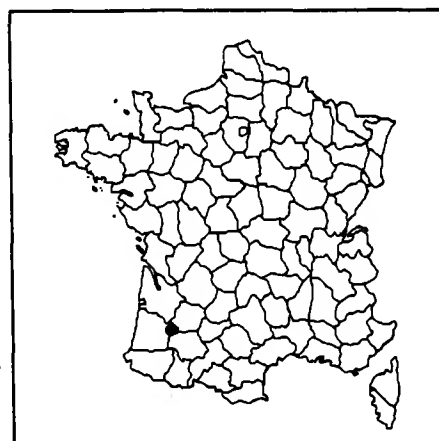
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	90	0	10	30
1991	76	6	16	25
1990	76	0	23	26
1989	0	100	0	-43
1985	6	80	13	-27
1984	0	100	0	-31



Il s'agit d'un des plus jeunes peuplements échantonnés. Malgré les fortes crises de 1985 et 1989, l'accroissement radial moyen actuel est élevé et de l'ordre de 5,4 mm/an (fertilisation à la plantation).

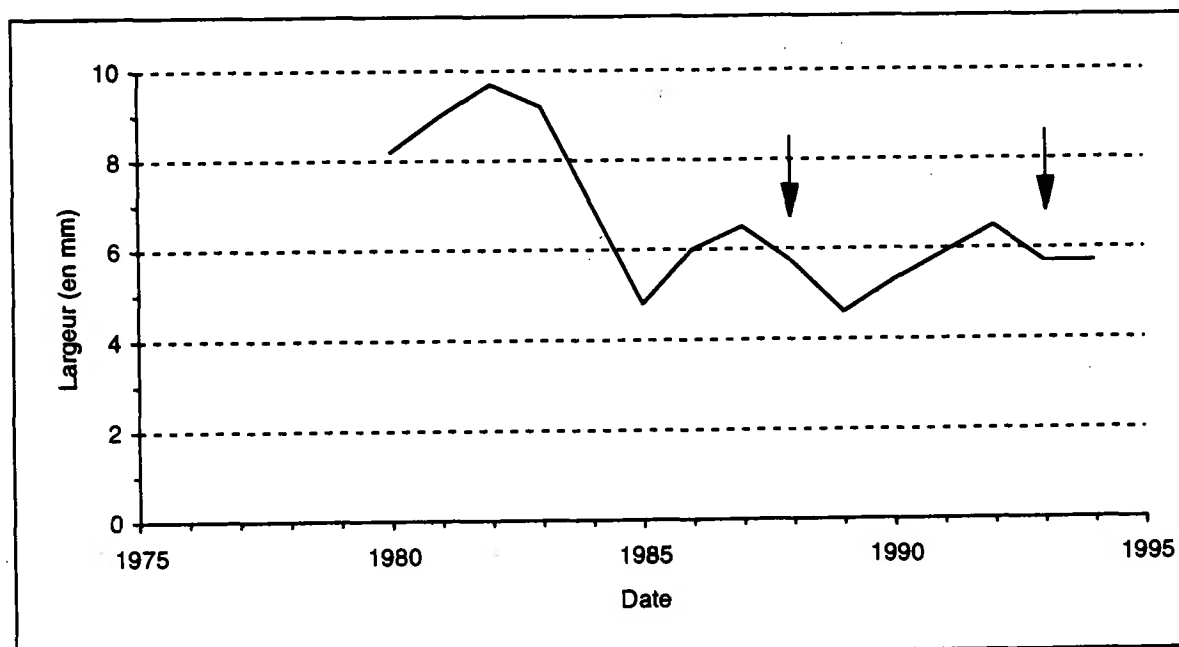
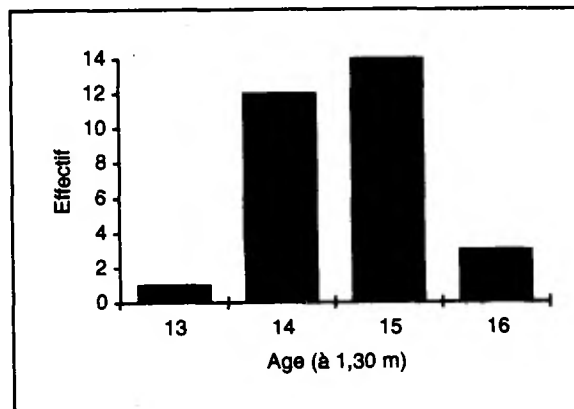
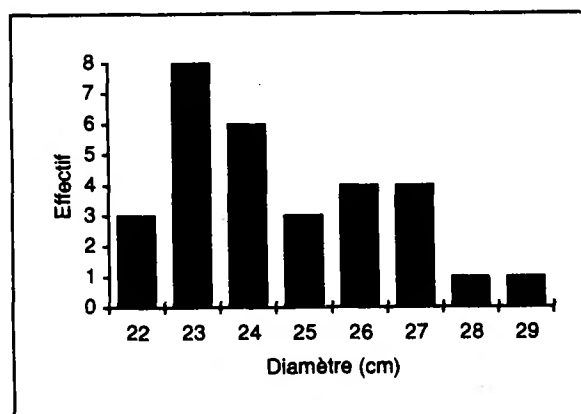
Placette :	PM 40c	Forêt : de Losse
Altitude (m) : 150	Pente (%) : 0	Exposition : plat
Département :	Landes	Région : Aquitaine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 432
Longueur de la chronologie	: 1980-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	15 (±0,7)	13	16
Diamètre (cm)	25 (±1,8)	22	29
Hauteur (m) (n=3)	14,8	13,5	16
Accroissement (mm/an)	6,65 (±0,64)	5,49	7,98
Largeur d'aubier (mm)	71,9 (±9,3)	48	92

Acr : 1985 à 1994	5,67 mm/an
: 1980 à 1994	6,65 mm/an

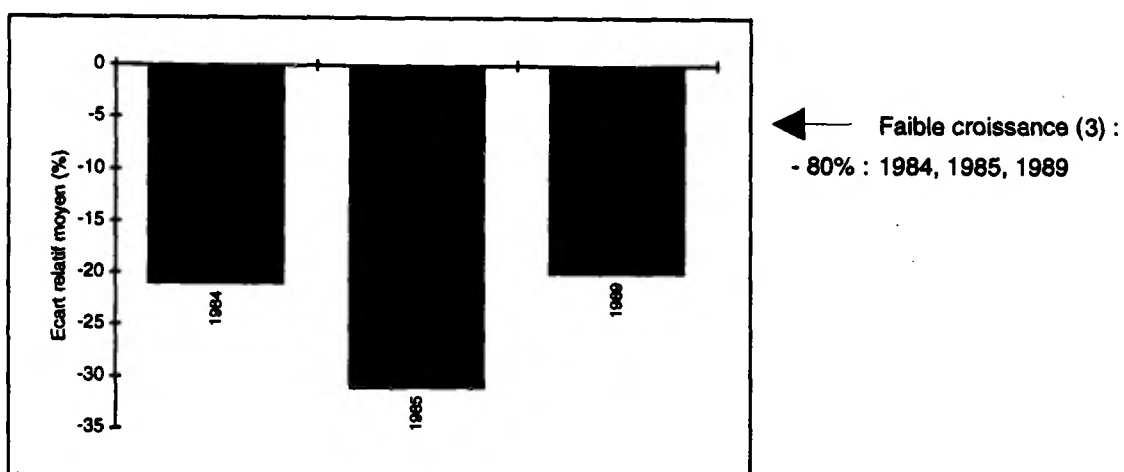


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1983). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PM 40C
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1983-1994 (12 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 360
 Nombre total d'années caractéristiques : 3

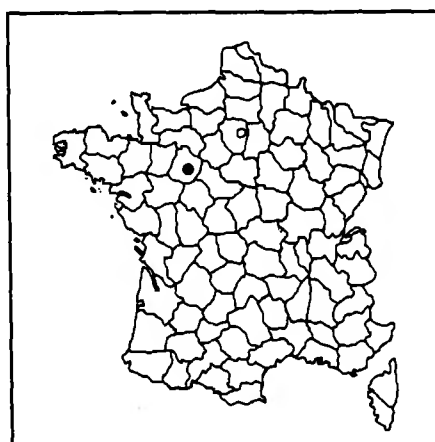
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1989	0	80	20	-20
1985	3	90	6	-31
1984	3	93	3	-21



Il s'agit du plus jeune peuplement de pin maritime échantillonné. Malgré les fortes crises de 1985 et 1989, l'accroissement radial moyen actuel est élevé et de l'ordre de 5,7 mm/an (fertilisation à la plantation).

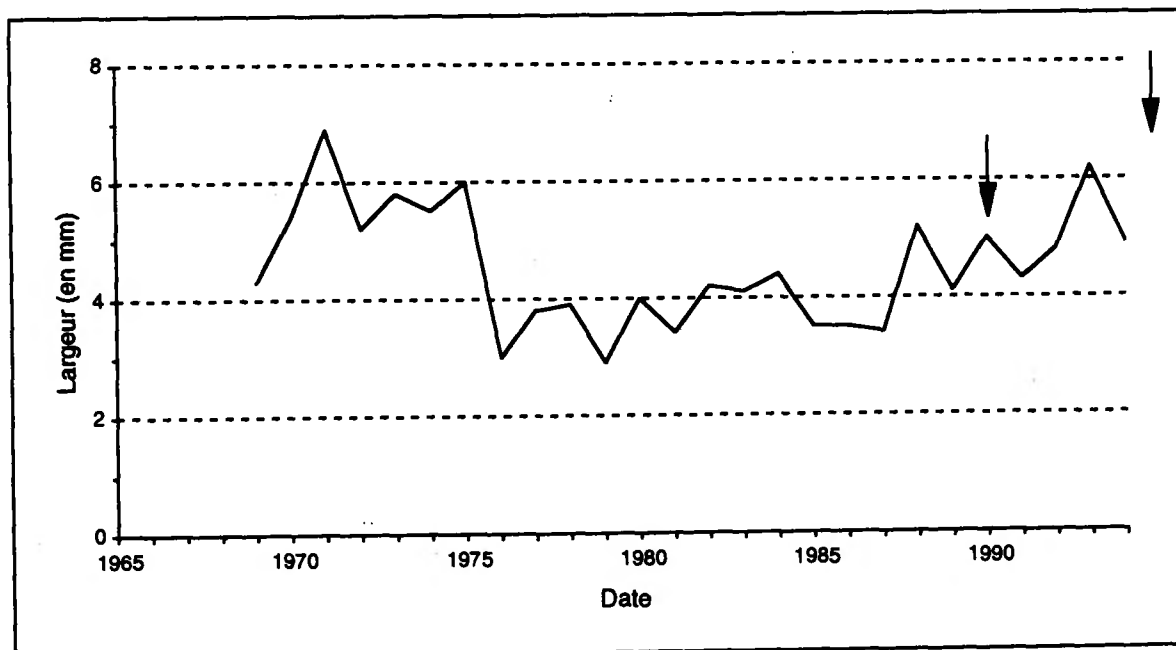
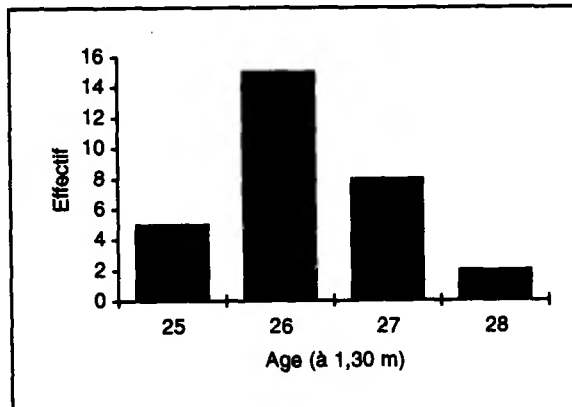
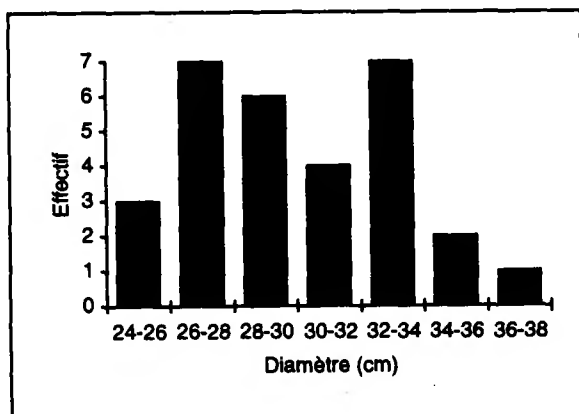
Placette :	PM 72	Forêt : de Bercé
Altitude (m) :	153	Pente (%) : 0
Département :	Sarthe	Exposition : plat
		Région : Pays de Loire

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 774
Longueur de la chronologie	: 1969-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	26 (±0,8)	25	28
Diamètre (cm)	30 (±3,4)	24	38
Hauteur (m) (n=25)	17,8	16,5	19,5
Accroissement (mm/an)	4,53 (±0,66)	3,11	6,07
Largeur d'aubier (mm)	78,2 (±17,8)	42	115

Acr : 1985 à 1994	4,49 mm/an
: 1980 à 1994	4,33 mm/an

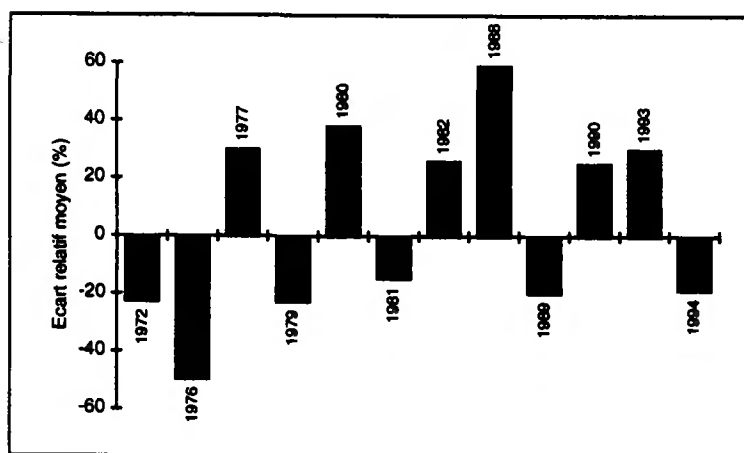


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1971). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PM 72
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1971-1994 (24 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 720
 Nombre total d'années caractéristiques : 12

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	3	76	20	-19
1993	86	6	6	30
1990	80	3	16	25
1989	3	83	13	-20
1988	93	0	6	59
1982	83	0	16	26
1981	0	80	20	-15
1980	96	0	3	38
1979	3	83	13	-23
1977	83	3	13	30
1976	0	100	0	-50
1972	0	86	13	-23

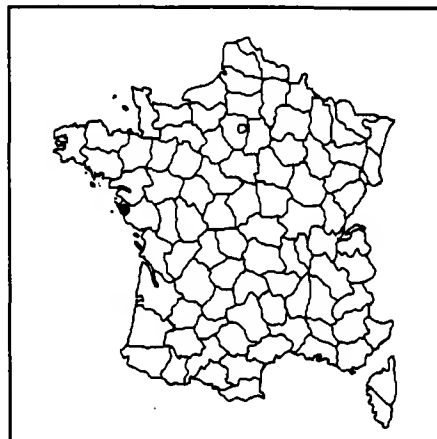


← Forte croissance (6) :
 - 80% : 1977, 1980, 1982, 1988, 1990, 1993
 - 70% :
 ← Faible croissance (6) :
 - 80% : 1972, 1976, 1979, 1981, 1989
 - 70% : 1994

Malgré les fortes crises de 1976 et 1989, l'accroissement radial moyen actuel est élevé et de l'ordre de 4,5 mm/an. L'augmentation de croissance de ces dernières années est très certainement l'expression de l'éclaircie pratiquée en 1990 dans le peuplement (exploitation de 353 m3).

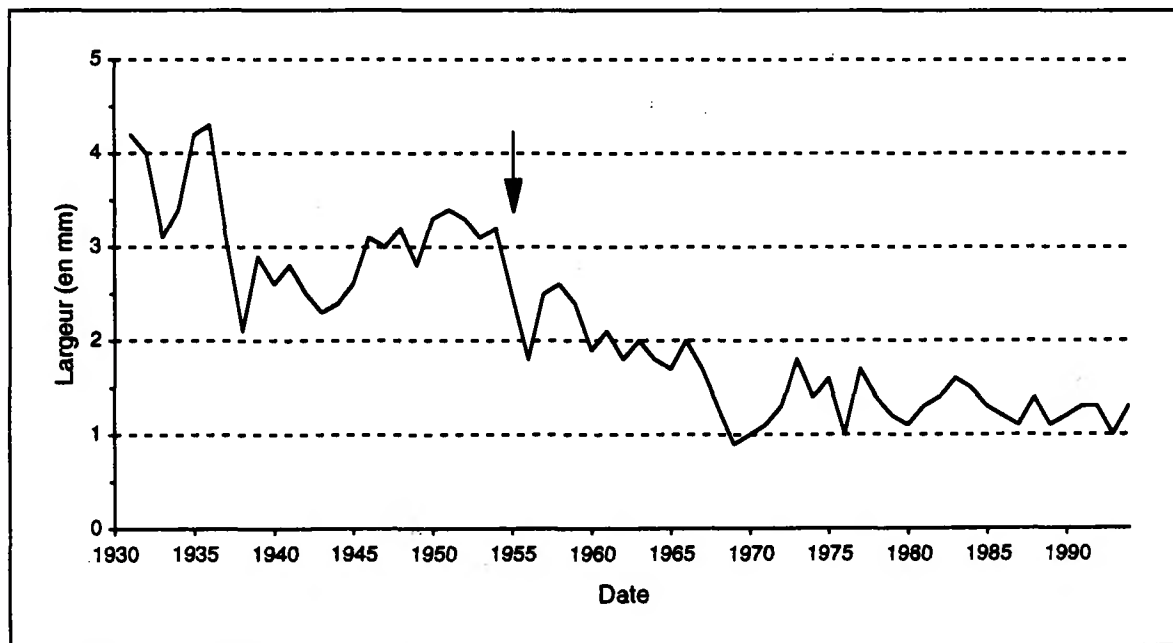
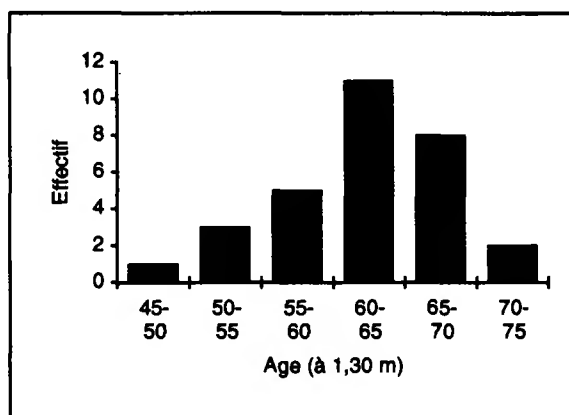
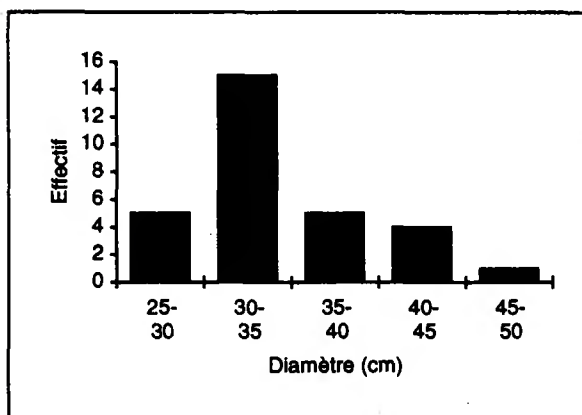
Placette :	PM 85	Forêt : Notre Dame de Monts
Altitude (m) :	5	Pente (%) : 0
Département :	Vendée	Exposition : plat
		Région : Pays de Loire

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cerne	: 1823
Longueur de la chronologie	: 1931-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	62 (±6,4)	45	70
Diamètre (cm)	34 (±5,2)	26	46
Hauteur (m) (n=10)	12,9	11	15,5
Accroissement (mm/an)	2,08 (±0,37)	1,4	2,83
Largeur d'aubier (mm)	65 (±18,1)	36	101

Acr : 1985 à 1994	1,22 mm/an
: 1980 à 1994	1,27 mm/an



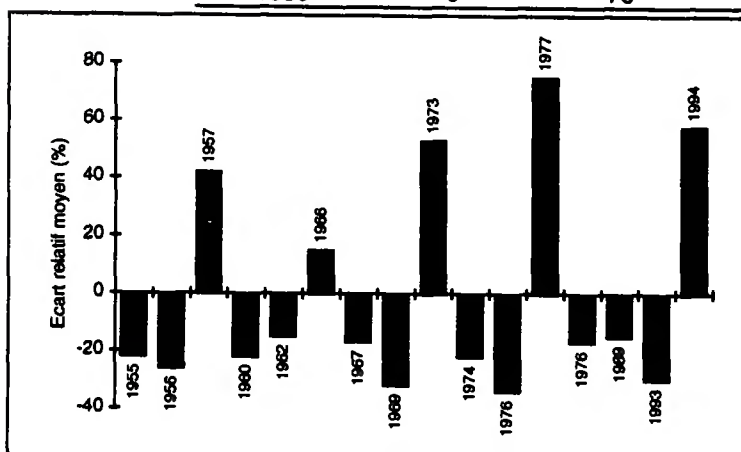
Evolution de la largeur moyenne des cerne (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1950). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PM 85

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1950-1994 (45 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1350
 Nombre total d'années caractéristiques : 16

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	90	10	0	58
1993	3	73	23	-30
1989	16	73	10	-15
1978	6	73	20	-17
1977	93	3	3	75
1976	3	90	6	-34
1974	3	73	23	-22
1973	90	6	3	53
1969	6	86	6	-32
1967	13	70	16	-17
1966	73	13	13	15
1962	3	70	26	-15
1960	0	76	23	-22
1957	93	3	3	42
1956	3	93	3	-26
1955	0	76	23	-22



← Forte croissance (5) :
 - 80% : 1957, 1973, 1977, 1994
 - 70% : 1966

← Faible croissance (11) :
 - 80% : 1956, 1969, 1976
 - 70% : 1955, 1960, 1962, 1967, 1974, 1978, 1989, 1993

Il s'agit du plus vieux peuplement de pin maritime échantillonné. En raison de l'absence d'éclaircie dans la parcelle (dépressage en 1954), la décroissance observée depuis l'origine doit être la résultante non seulement de l'effet biologique normal de l'âge mais également d'une compétition intra-peuplement importante. Le peuplement a traversé plusieurs crises notamment en 1956 (-26%), 1976 (-34%) et 1989 (-15%). L'accroissement radial moyen actuel est faible de l'ordre de 1,2 mm/an.

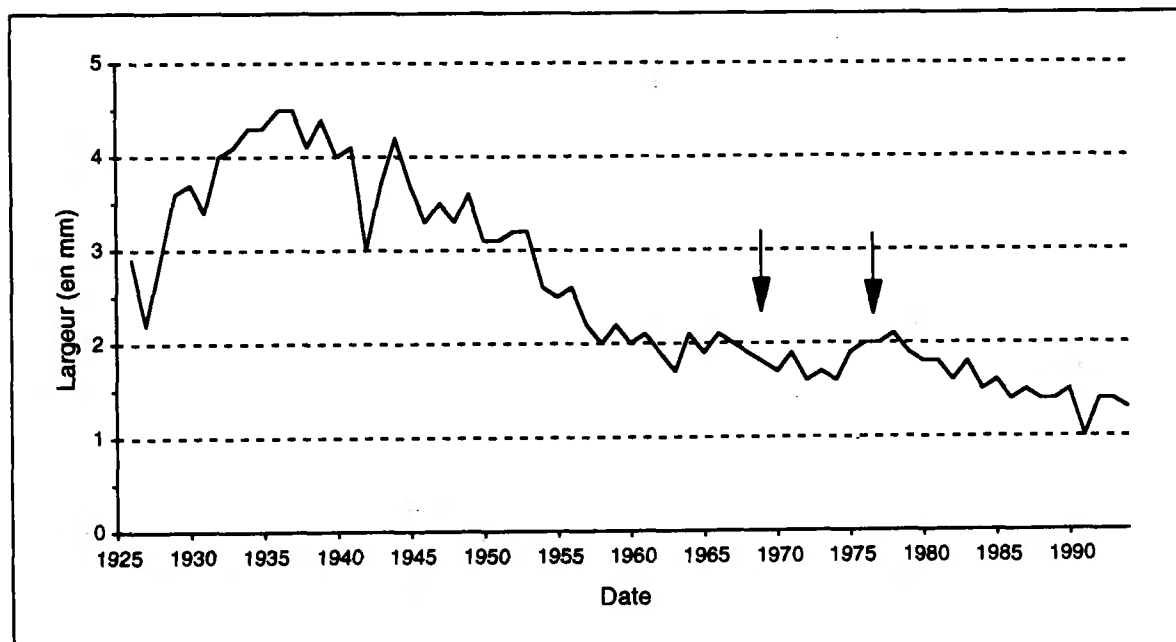
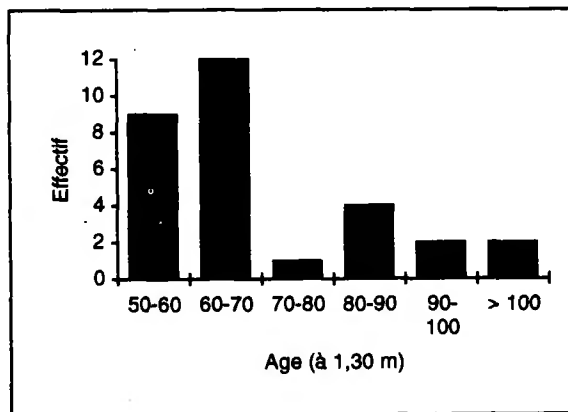
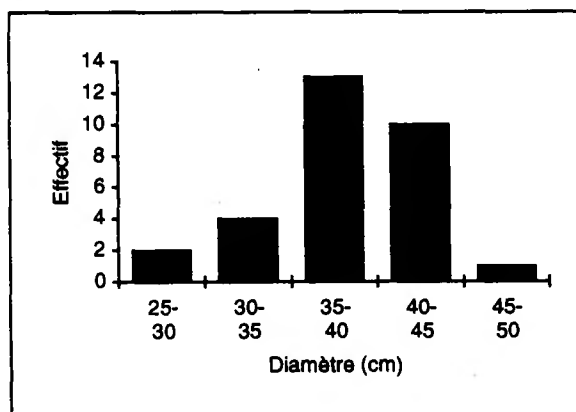
Placette :	PS 04	Forêt : de Fugeret
Altitude (m) :	1670	Pente (%) : 20
		Exposition : sud
Département :	Basses-Alpes	Région : Provence-Côte d'Azur



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2042
Longueur de la chronologie	: 1926-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	69 (±16,9)	51	121
Diamètre (cm)	38 (±5)	29	49
Hauteur (m) (n=25)	17	13,8	19,5
Accroissement (mm/an)	2,39 (±0,46)	1,51	3,15
Largeur d'aubier (mm)	85 (±18,1)	58	144

Acr : 1985 à 1994	1,39 mm/an
: 1980 à 1994	1,49 mm/an

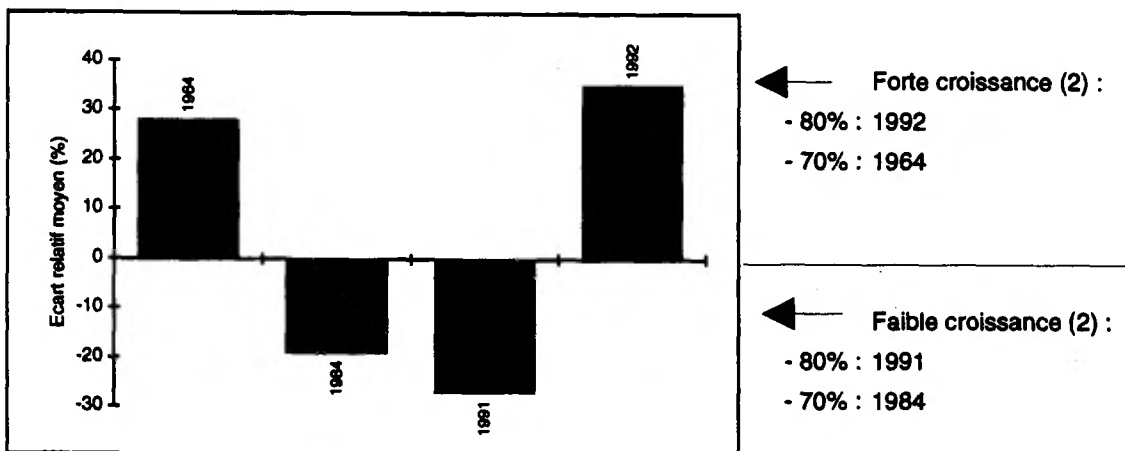


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1945). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PS 04
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1945-1994 (50 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1500
 Nombre total d'années caractéristiques : 4

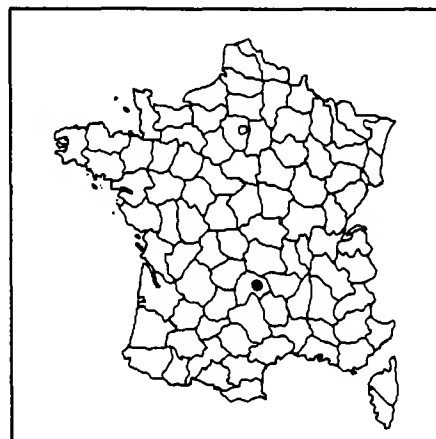
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	86	3	10	35
1991	0	86	13	-27
1984	3	73	23	-19
1964	76	6	16	28



Parallèlement à la décroissance, liée en grande partie à l'effet biologique normal de l'âge mais également, très probablement, à l'effet de l'absence d'éclaircie pendant plus de 40 ans, le peuplement présente des variations interannuelles, de plus ou moins fortes amplitudes, comme par exemple les années 1942, 1954, 1963, 1991. Après une période de relative stabilité 1960-1980, la croissance tend à diminuer de nouveau. A l'heure actuelle, l'accroissement moyen est faible de l'ordre de 1,4 mm/an.

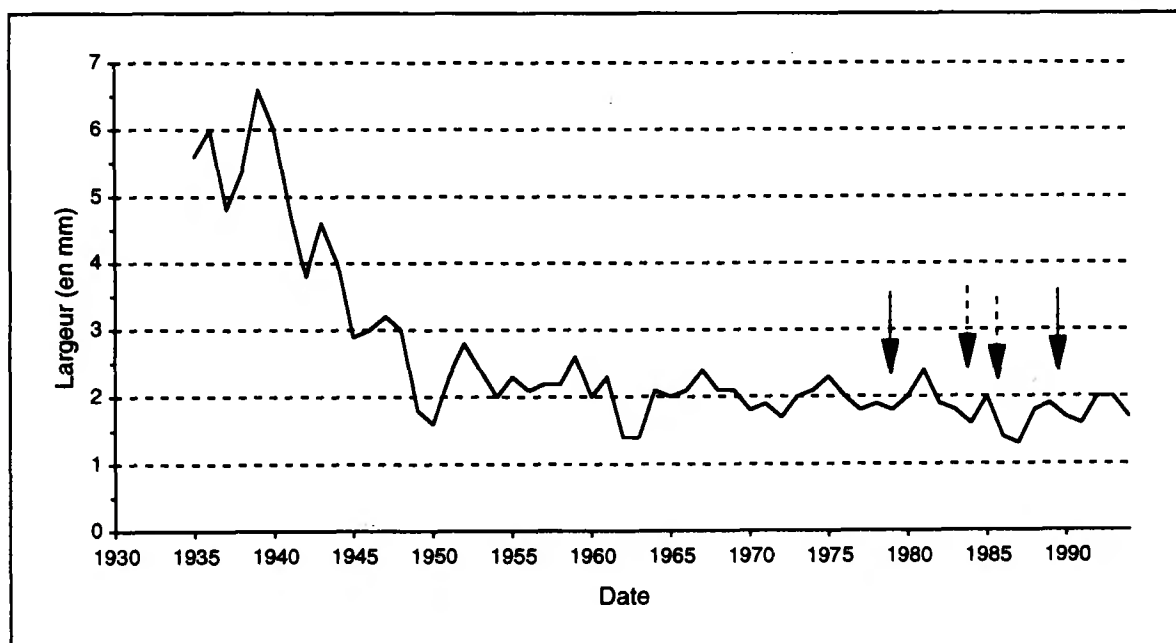
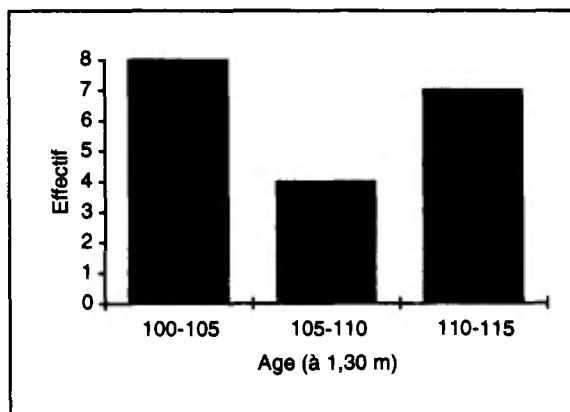
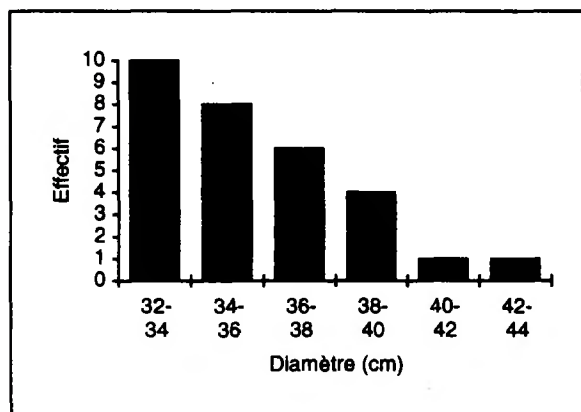
Placette :	PS 15	Forêt : de Paulhac
Altitude (m) : 1000	Pente (%) : 5	Exposition : plat
Département :	Cantal	Région : Auvergne

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1778
Longueur de la chronologie	: 1935-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	60 (±2,3)	55	64
Diamètre (cm)	36 (±2,8)	32	43
Hauteur totale (m) (n=35)	22,1	19,5	24,3
Accroissement (mm/an)	2,53 (±0,34)	1,91	3,24
Largeur d'aubier (mm)	85,4 (±15,2)	58	109

Acr : 1985 à 1994	1,74 mm/an
: 1980 à 1994	1,81 mm/an

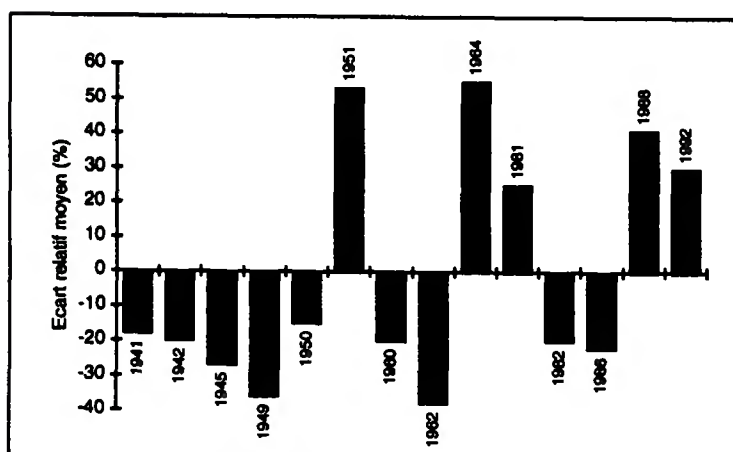


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1940). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette PS 15
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1940-1994 (55 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1650
 Nombre total d'années caractéristiques : 14

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1992	80	3	16	30
1988	90	3	6	41
1986	6	83	10	-22
1982	3	70	26	-20
1981	70	3	26	25
1964	100	0	0	55
1962	0	96	3	-38
1960	6	73	20	-20
1951	96	0	3	53
1950	13	70	16	-15
1949	0	93	6	-36
1945	0	90	10	-27
1942	0	83	16	-20
1941	6	86	6	-18

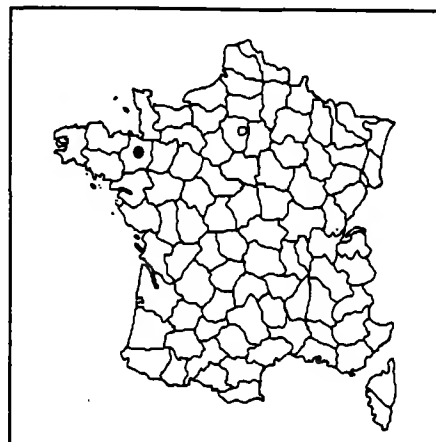


← Forte croissance (5) :
 - 80% : 1951, 1964, 1988, 1992
 - 70% : 1981

← Faible croissance (9) :
 - 80% : 1941, 1942, 1945, 1949, 1982, 1986
 - 70% : 1950, 1960, 1982

Parallèlement à la décroissance, liée en partie à l'effet biologique normal de l'âge mais également, très probablement, à l'effet de l'absence d'éclaircie pendant plus de 40 ans, le peuplement présente des variations interannuelles, de plus ou moins fortes amplitudes, comme par exemple les années 1950, 1962, 1986. Depuis les années 1950, la croissance est relativement stable et se maintient à un niveau assez bas de l'ordre de 1,7 mm/an.

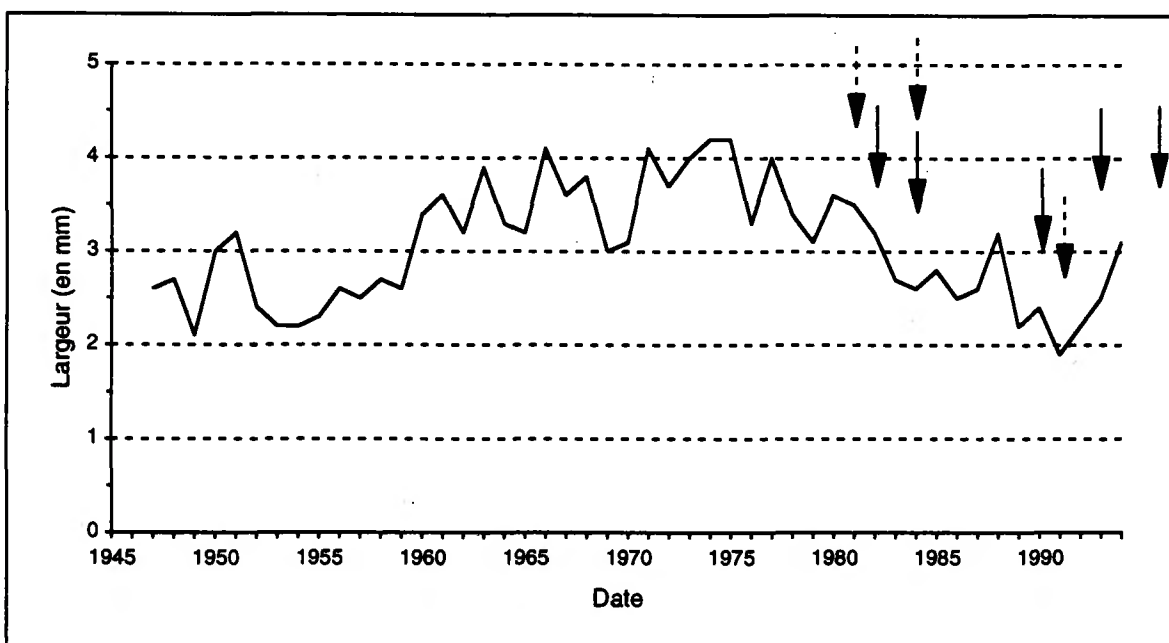
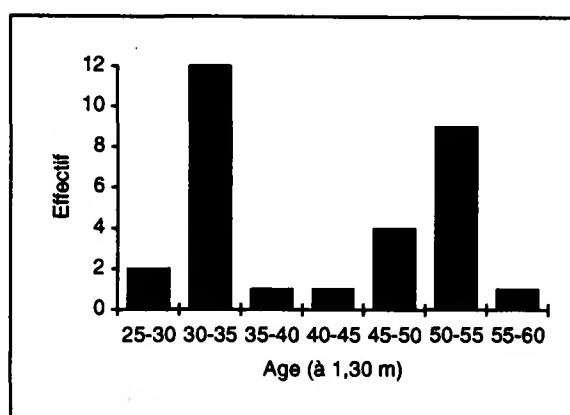
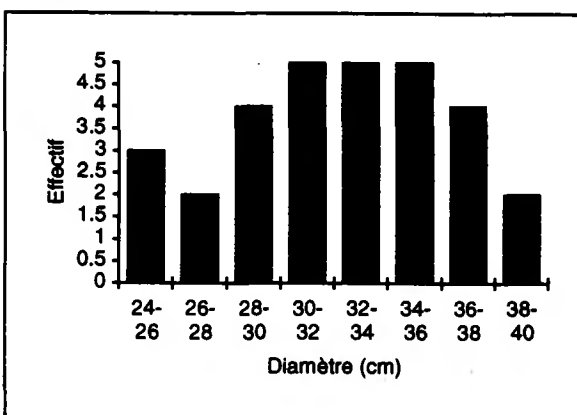
Placette :	PS 35	Forêt : de Rennes
Altitude (m) :	80	Pente (%) : 0
Département :	Ille-et-Vilaine	Exposition : plat
		Région : Bretagne



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 1191
Longueur de la chronologie	: 1947-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	41 (±9,8)	29	56
Diamètre (cm)	32 (±4,1)	25	39
Hauteur (m) (n=8)	17,2	14,5	20
Accroissement (mm/an)	3,23 (±0,77)	1,89	5,16
Largeur d'aubier (mm)	91,8 (±20,0)	46	130

Acr : 1985 à 1994	2,54 mm/an
: 1980 à 1994	2,73 mm/an

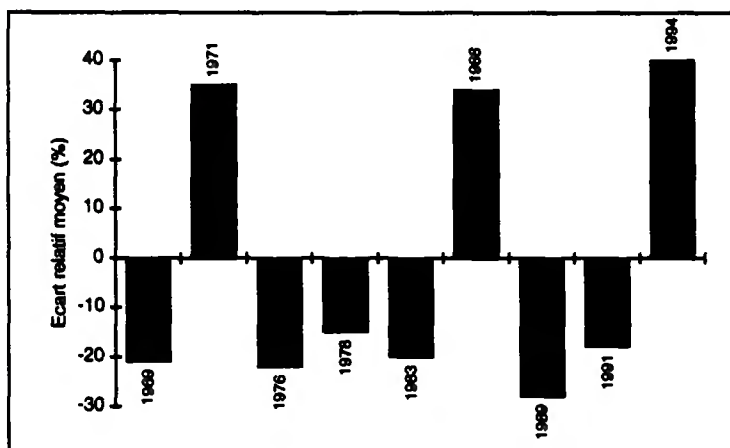


Evolution de la largeur moyenne des cemes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1966). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (chablis : trait pointillé).

Années caractéristiques pour la placette PS 35
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1966-1994 (26 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 870
 Nombre total d'années caractéristiques : 9

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	80	10	10	40
1991	6	73	20	-18
1989	0	80	20	-28
1988	76	3	20	34
1983	0	70	30	-20
1978	13	70	16	-15
1976	0	83	16	-22
1971	90	0	10	35
1969	3	83	13	-21



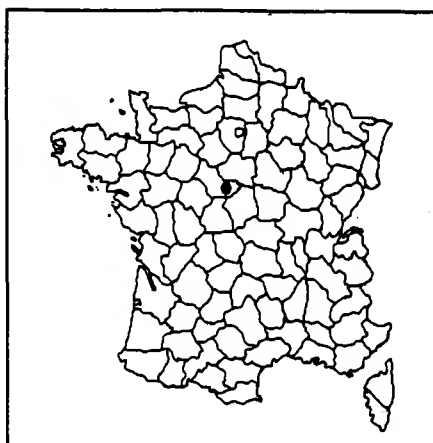
← Forte croissance (3) :
 - 80% : 1971, 1994
 - 70% : 1988

← Faible croissance (6) :
 - 80% : 1969, 1976, 1989
 - 70% : 1978, 1983, 1991

Depuis l'origine, le peuplement a connu quelques crises de croissance notamment en 1969, 1976 et de 1988 à 1994 (centrée sur 1989 et 1991 ; -28% et -18%). Cette dépression est d'ailleurs une des caractéristiques de la grande majorité des placettes du quart Nord-Ouest de la France où les déficits hydriques du début des années 1990 ont été particulièrement sévères. Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1992 (retour à de meilleures conditions climatiques et/ou effet de l'éclaircie de 1990 ?)

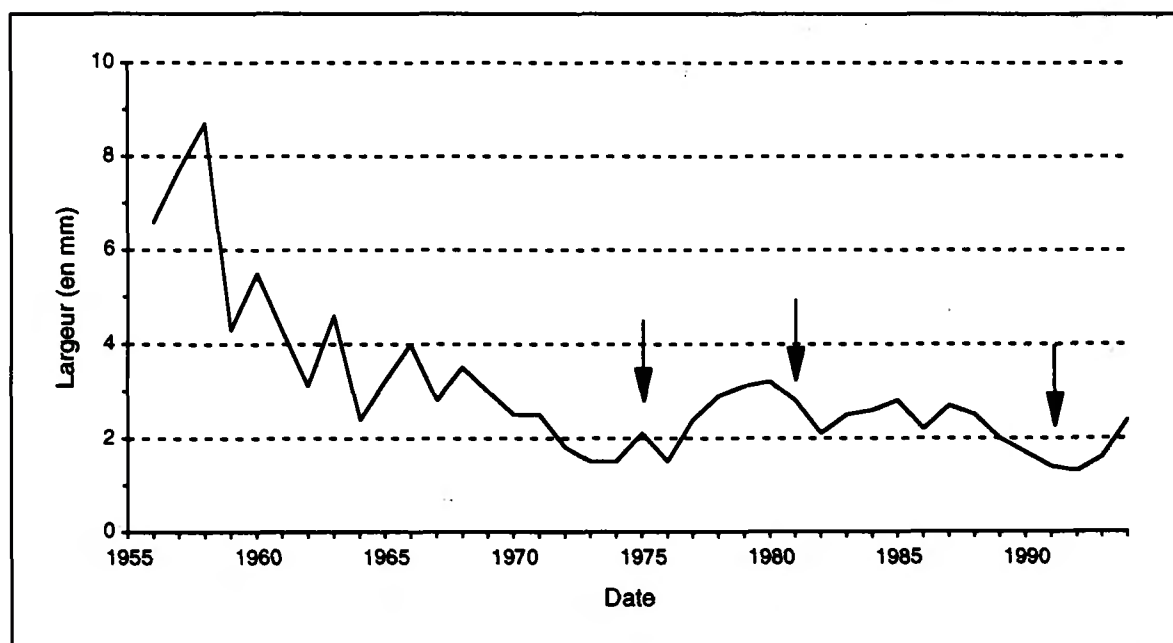
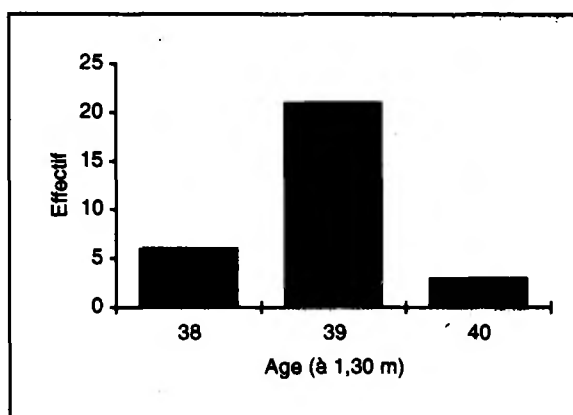
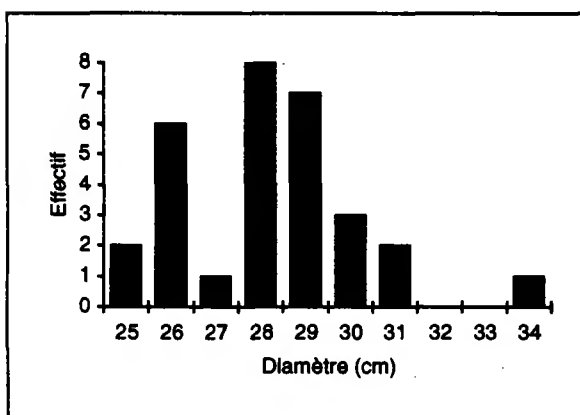
Placette :	PS 41	Forêt : de Lamotte-Beuvron
Altitude (m) :	140	Pente (%) : 0
Département :	Loir-et-Cher	Exposition : plat
		Région : Centre

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1159
Longueur de la chronologie	: 1956-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	39 (±0,5)	38	40
Diamètre (cm)	29 (±2)	25	34
Hauteur (m) (n=11)	20,7	19,5	23
Accroissement (mm/an)	3,02 (±0,45)	2,37	3,92
Largeur d'aubier (mm)	75,2 (±21,7)	17	120

Acr : 1985 à 1994	2,06 mm/an
: 1980 à 1994	2,25 mm/an

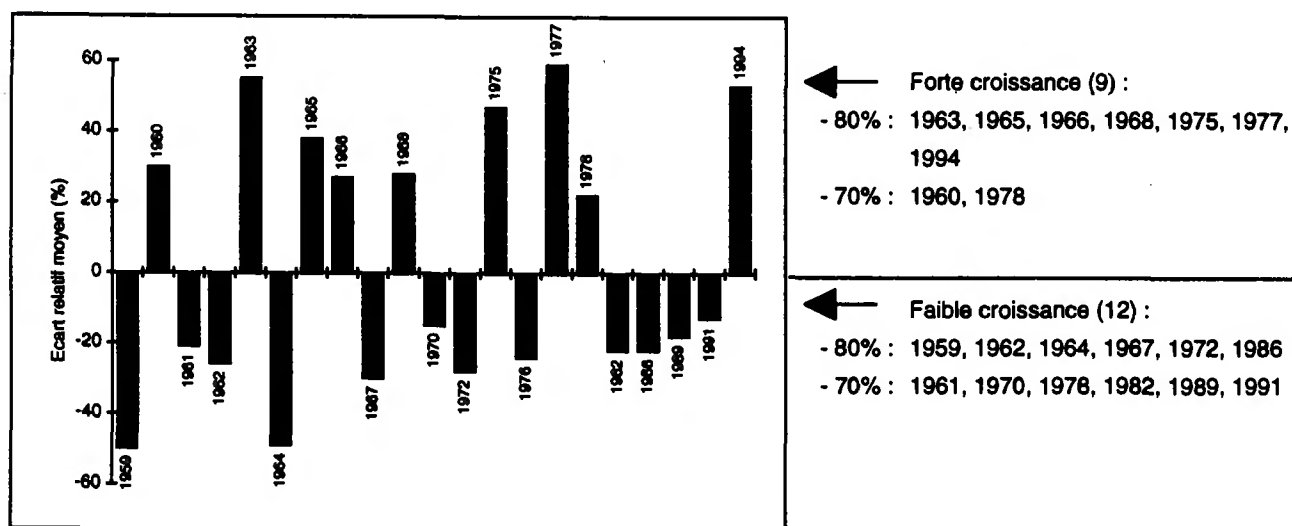


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1957). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PS 41
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1957-1994 (38 ans)
Nombre total de cernes disponibles pour cette période	: 1140
Nombre total d'années caractéristiques	: 21

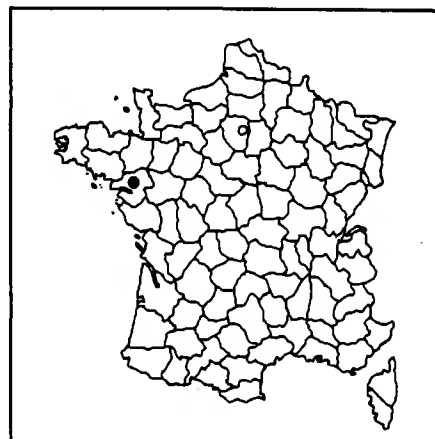
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	96	0	3	53	1968	86	3	10	28
1991	13	70	16	-13	1967	0	86	13	-30
1989	10	73	16	-18	1966	83	0	16	27
1986	0	80	20	-22	1965	93	0	6	38
1982	13	70	16	-22	1964	0	100	0	-49
1978	70	13	16	22	1963	96	0	3	55
1977	93	0	6	59	1962	0	90	10	-26
1976	3	76	20	-24	1961	3	70	26	-21
1975	83	0	16	47	1960	76	3	20	30
1972	0	86	13	-28	1959	0	100	0	-50
1970	3	73	23	-15					



Parallèlement à la décroissance, liée en partie à l'effet biologique normal de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de plus ou moins fortes amplitudes, comme par exemple les années 1959, 1964, 1967, 1976 (-24%), 1986 (-22%), 1989 (-18%) et 1991 (-13%). Dans ce peuplement, le pourcentage élevé d'années caractéristiques (55%) semble traduire une très forte réactivité des arbres aux conditions stationnelles de croissance et notamment aux aléas climatiques. Actuellement, le niveau moyen de croissance radiale est de l'ordre de 2 mm/an, ce qui correspond au plus faible niveau observé pour le pin sylvestre dans cette gamme d'âges.

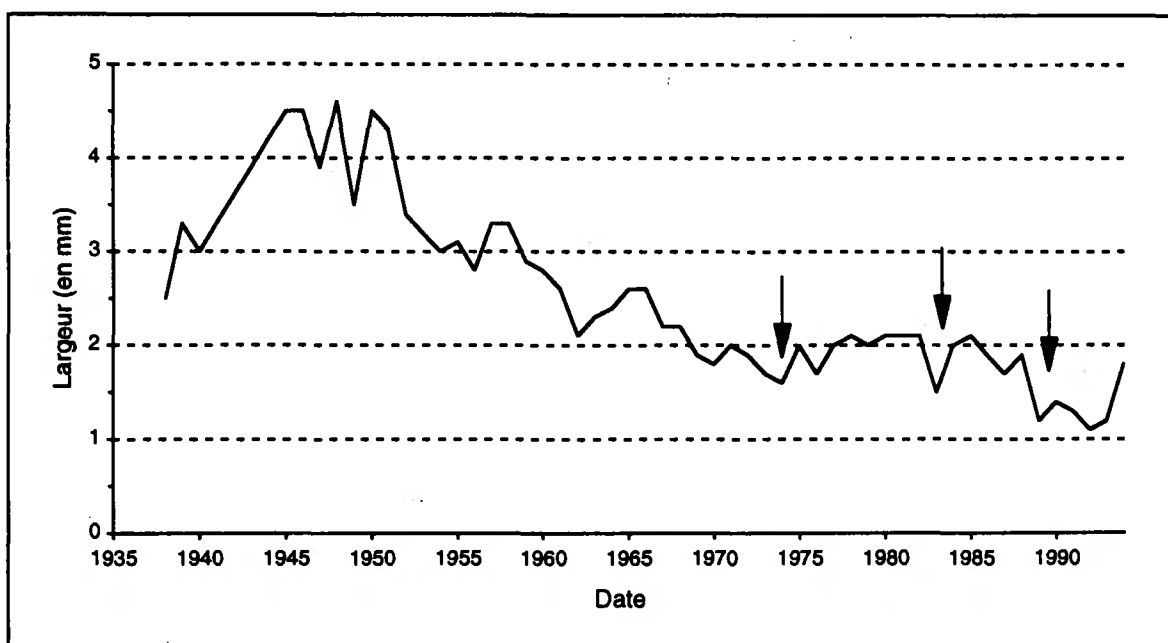
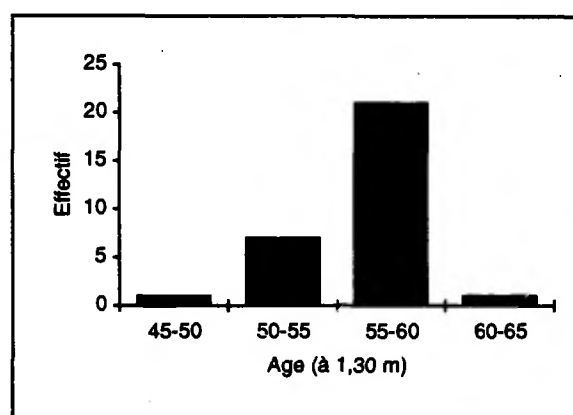
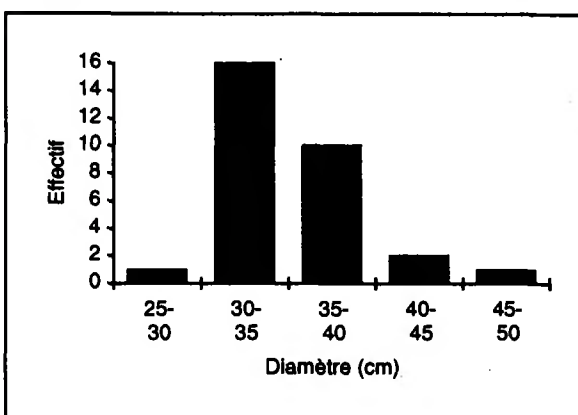
Placette :	PS 44	Forêt : du Gavré
Altitude (m) :	38	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Loire-Atlantique	Région : Pays de la Loire

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 1648
Longueur de la chronologie	: 1938-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	56 (±2,6)	49	60
Diamètre (cm)	35 (±4)	30	47
Hauteur (m) (n=15)	20,3	17,8	22,5
Accroissement (mm/an)	2,56 (±0,47)	1,8	3,89
Largeur d'aubier (mm)	82,4 (±17,6)	54	126

Acr : 1985 à 1994	1,56 mm/an
: 1980 à 1994	1,69 mm/an

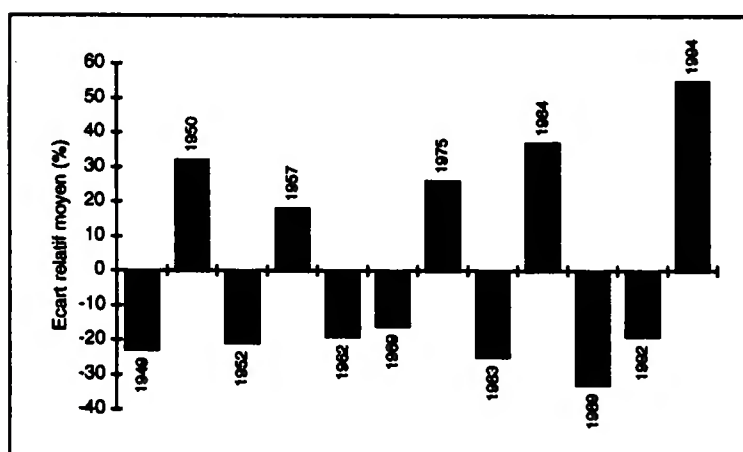


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1948). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PS 44
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1948-1994 (47 ans)
Nombre total de cernes disponibles pour cette période	1410
Nombre total d'années caractéristiques	12

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	83	0	16	55
1992	13	70	16	-19
1989	0	86	13	-33
1984	76	3	20	37
1983	3	90	6	-25
1975	73	6	20	26
1969	6	70	23	-16
1962	3	73	23	-19
1957	70	6	23	18
1952	10	76	13	-21
1950	83	6	10	32
1949	3	76	20	-23



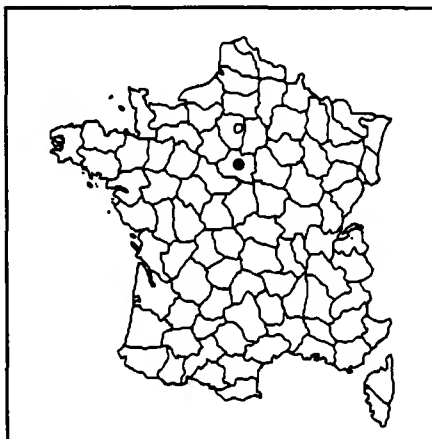
← Forte croissance (5) :
- 80% : 1950, 1994
- 70% : 1957, 1975, 1984

← Faible croissance (7) :
- 80% : 1983, 1989
- 70% : 1949, 1952, 1962, 1969, 1992

Parallèlement à la décroissance, liée en partie à l'effet biologique normal de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de plus ou moins fortes amplitudes, comme par exemple les années 1949, 1952, 1962, 1967, 1976, 1983, de 1989 à 1994 (-33% en 1989). Cette dépression est d'ailleurs une des caractéristiques de la grande majorité des placettes du quart Nord-Ouest de la France où les déficits hydriques du début des années 1990 ont été particulièrement sévères. Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1992 (retour à de meilleures conditions climatiques et/ou effet de l'éclaircie de 1989 ?). Actuellement, le niveau moyen de croissance radiale est de l'ordre de 1,6 mm/an.

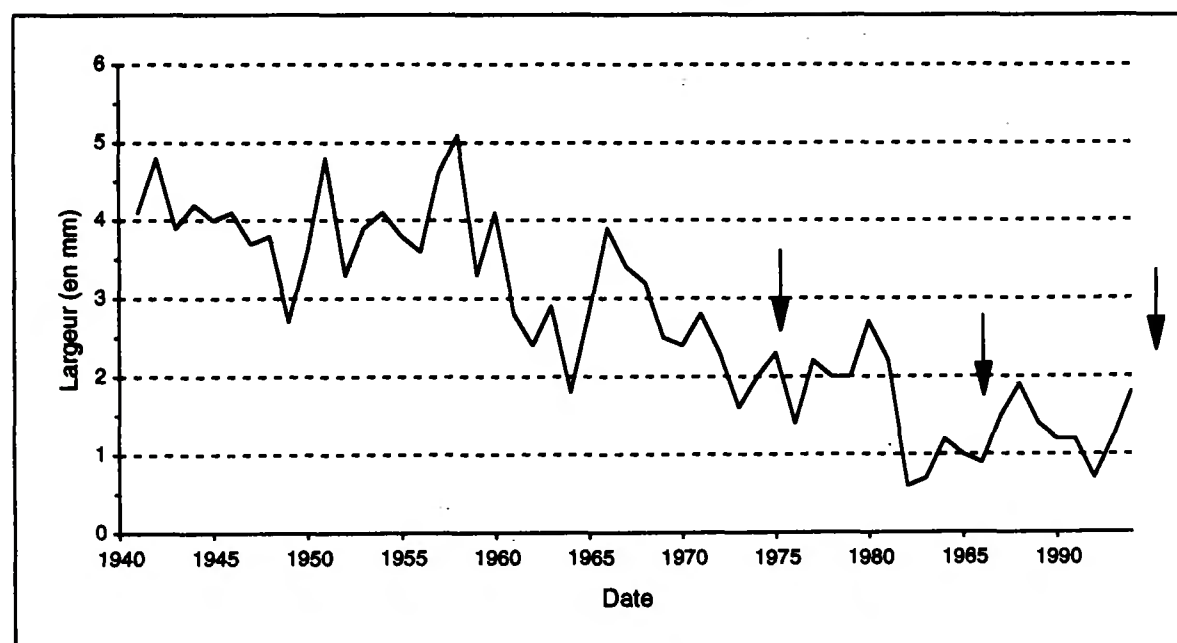
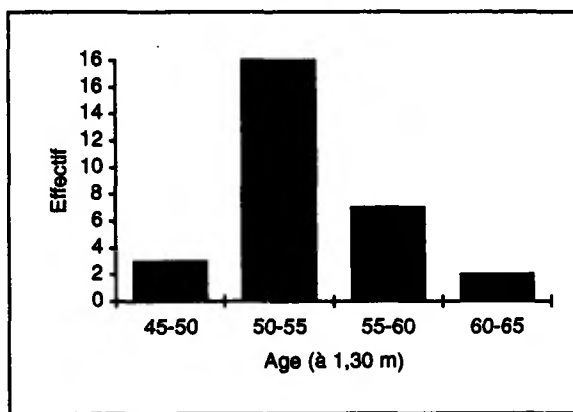
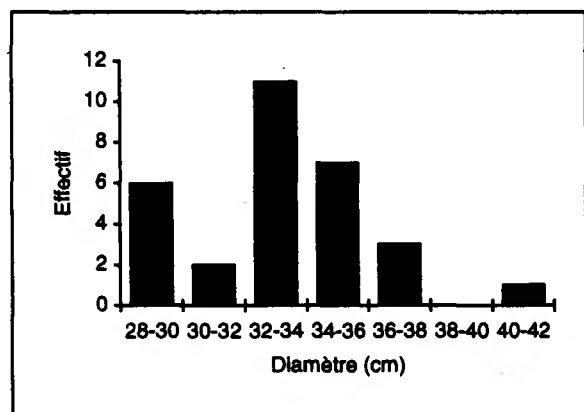
Placette :	PS 45	Forêt : d'Orléans
Altitude (m) :	145	Pente (%) : 0
Département :	Loiret	Exposition : plat
		Région : Centre

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1582
Longueur de la chronologie	: 1941-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	53 (±3,2)	48	61
Diamètre (cm)	33 (±3)	28	41
Hauteur (m) (n=2)	21,5	20,5	22,5
Accroissement (mm/an)	2,67 (±0,45)	1,93	3,83
Largeur d'aubier (mm)	83,7 (±20,9)	40	131

Acr : 1985 à 1994	1,28 mm/an
: 1980 à 1994	1,35 mm/an



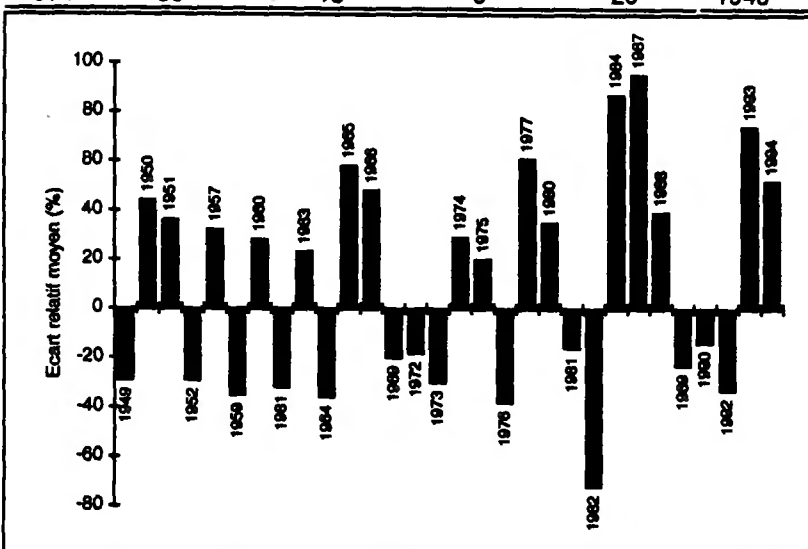
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1948). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PS 45

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1948-1994 (47 ans)
Nombre total de cernes disponibles pour cette période	: 1410
Nombre total d'années caractéristiques	: 30

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	83	0	16	52	1973	0	83	16	-30
1993	93	3	3	74	1972	6	70	23	-18
1992	3	83	13	-33	1969	6	70	23	-20
1990	13	73	13	-14	1966	90	0	10	48
1989	3	83	13	-23	1965	96	3	0	58
1988	70	10	20	39	1964	3	96	0	-36
1987	86	6	6	95	1963	80	10	10	23
1984	83	3	13	87	1961	3	93	3	-32
1982	0	93	6	-72	1960	86	3	10	28
1981	3	70	26	-16	1959	0	96	3	-35
1980	90	3	6	35	1957	90	3	6	32
1977	90	3	6	61	1952	3	93	3	-29
1976	3	90	6	-38	1951	83	0	18	36
1975	70	16	13	20	1950	80	0	20	44
1974	80	13	6	29	1949	0	90	10	-29

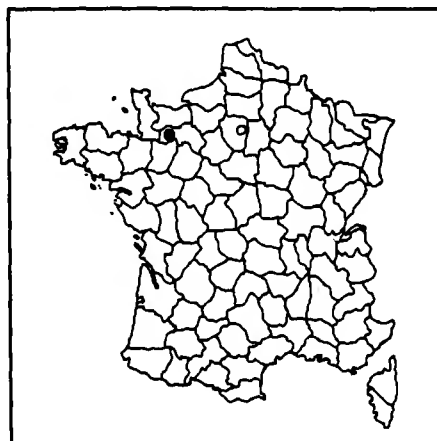


- ← Forte croissance (16) :
- 80% : 1950, 1951, 1957, 1960, 1963, 1965, 1966, 1974, 1977, 1980, 1984, 1987, 1993, 1994
 - 70% : 1975, 1988
-
- ← Faible croissance (14) :
- 80% : 1949, 1952, 1959, 1961, 1964, 1973, 1976, 1982, 1989, 1992
 - 70% : 1969, 1972, 1981, 1990

Parallèlement à la décroissance, liée en partie à l'effet biologique normal de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de plus ou moins fortes amplitudes, comme par exemple les années 1949, de 1958 à 1966 centrée sur 1962, 1976 (-38%), 1982 (-72%), de 1989 à 1994 (-23% et -14% en 1989 et 1990). Cette dépression est d'ailleurs une des caractéristiques de la grande majorité des placettes du quart Nord-Ouest de la France où les déficits hydriques du début des années 1990 ont été particulièrement sévères. Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la reprise de croissance observée depuis 1992. Actuellement, le niveau moyen de croissance radiale est de l'ordre de 1,3 mm/an, ce qui représente un des plus faibles niveaux observés pour cette espèce (problème lié à la station et/ou au manque d'éclaircie ?).

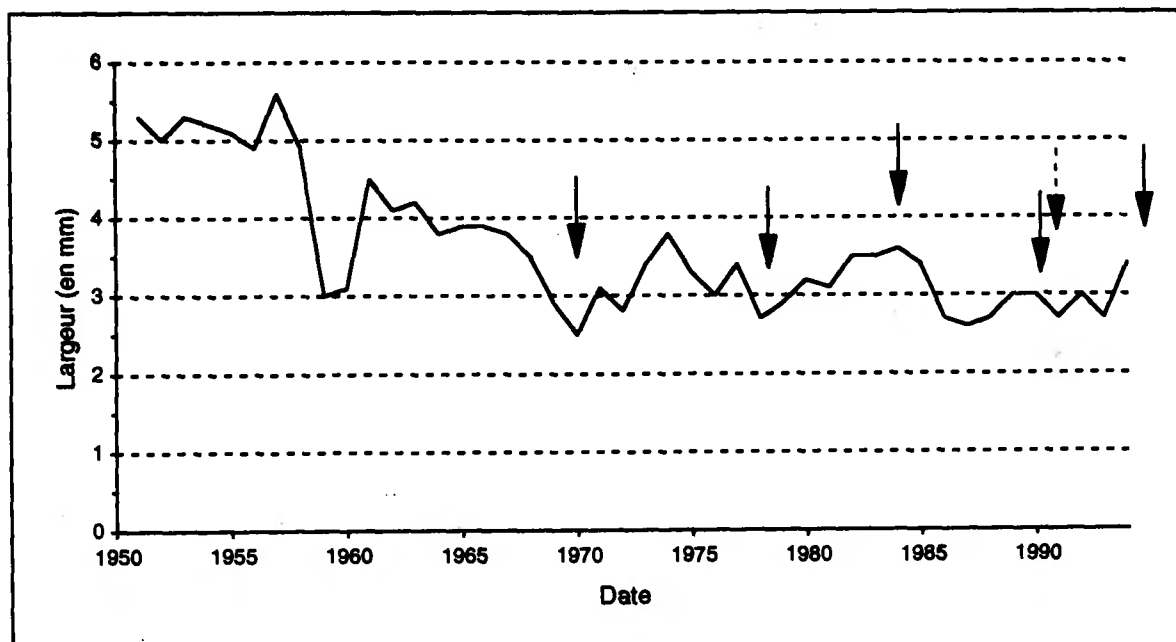
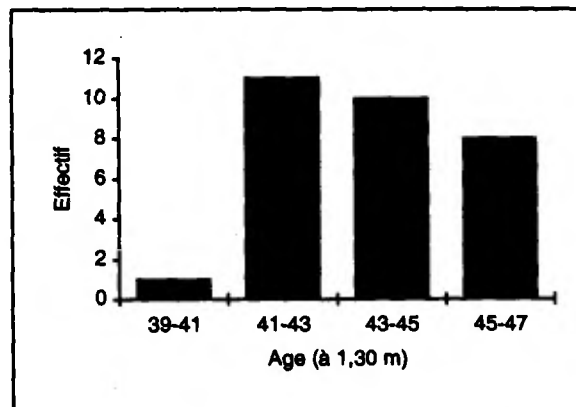
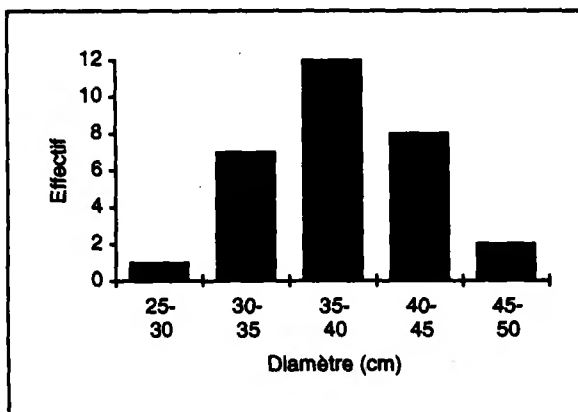
Placette :	PS 61	Forêt : d'Andaines
Altitude (m) :	260	Pente (%) : 4
		Exposition : plat
Département :	Ome	Région : Basse-Normandie

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 1281
Longueur de la chronologie	: 1951-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	43 (±1,7)	40	46
Diamètre (cm)	38 (±4,3)	30	48
Hauteur (m) (n=24)	23,3	21	26
Accroissement (mm/an)	3,58 (±0,69)	2,51	5,49
Largeur d'aubier (mm)	103,3 (±21,9)	60	140

Acr : 1985 à 1994	2,92 mm/an
: 1980 à 1994	3,08 mm/an



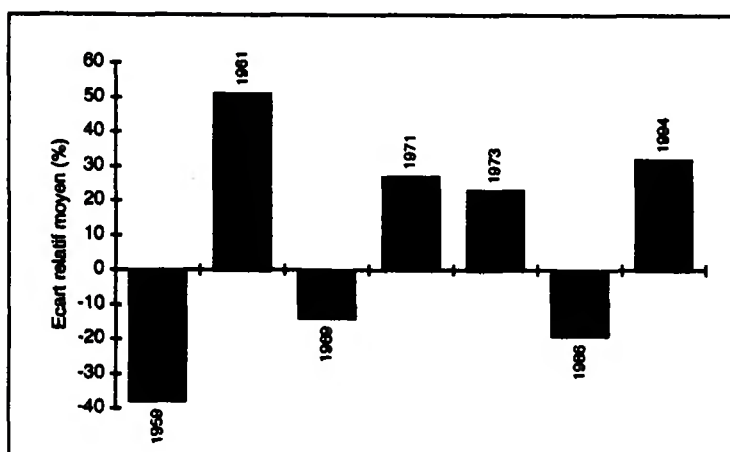
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1956). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PS 61

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1956-1994 (39 ans)
Nombre total de cemes disponibles pour cette période	: 1170
Nombre total d'années caractéristiques	: 7

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	73	10	16	32
1986	3	70	26	-19
1973	73	10	16	23
1971	76	6	16	27
1969	6	73	20	-14
1961	80	0	20	51
1959	0	96	3	-38



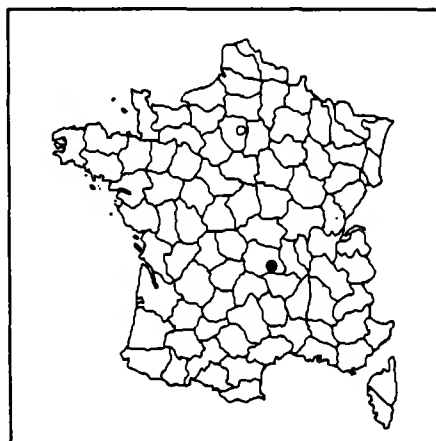
← Forte croissance (4) :
 - 80% : 1961
 - 70% : 1971, 1973, 1994

← Faible croissance (3) :
 - 80% : 1959
 - 70% : 1969, 1986

Parallèlement à la décroissance, liée en partie à l'effet biologique normal de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de plus ou moins fortes amplitudes, comme par exemple de 1957 à 1961 centrée sur 1959 (-38%), 1970, 1978, 1986 (-19%). Depuis 1970, la croissance s'est stabilisée autour de 3 mm/an, ce qui représente un des plus hauts niveaux observés pour cette espèce dans le réseau (station favorable et/ou rythme des éclaircies adapté).

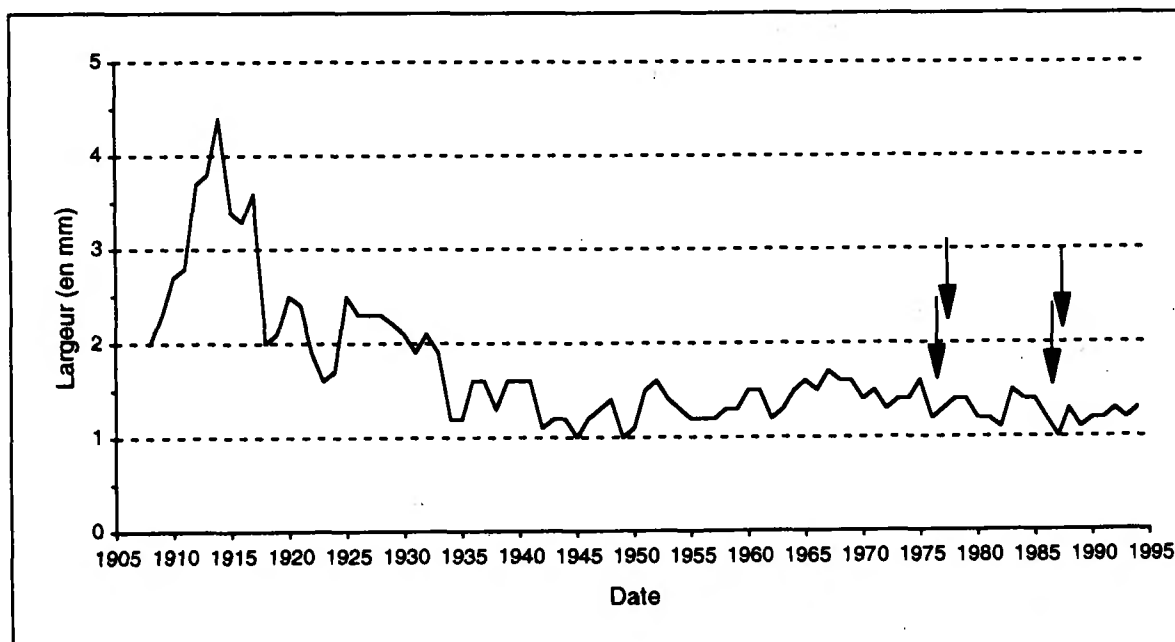
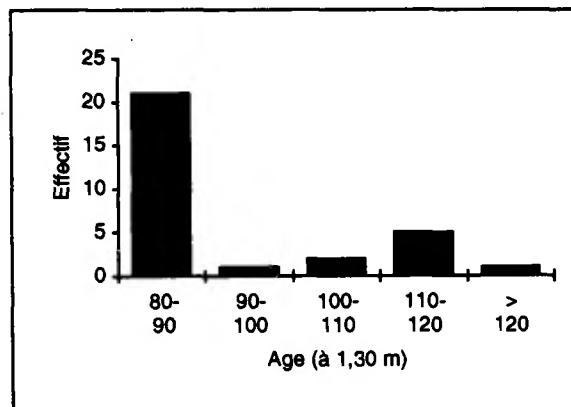
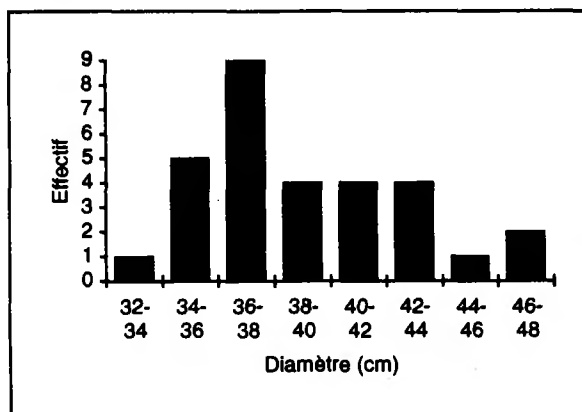
Placette :	PS 63	Forêt : de Bosdonie
Altitude (m) :	750	Pente (%) : 25
		Exposition : nord-ouest
Département :	Puy-de-Dôme	Région : Auvergne

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 2777
Longueur de la chronologie	: 1908-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	93 (±14,9)	83	143
Diamètre (cm)	39 (±3,8)	34	47
Hauteur (m) (n=36)	24,6	21,8	28,5
Accroissement (mm/an)	1,76 (±0,34)	1,13	2,38
Largeur d'aubier (mm)	76 (±18,1)	42	134

Acr : 1985 à 1994	1,22 mm/an
: 1980 à 1994	1,24 mm/an

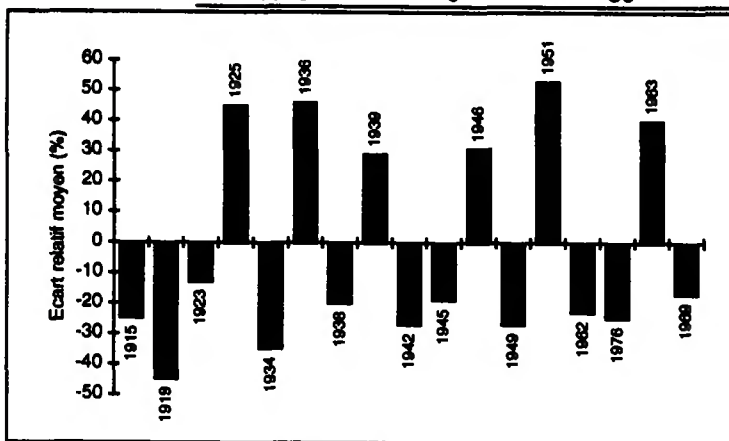


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1913). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PS 63
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1913-1994 (82 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2460
 Nombre total d'années caractéristiques : 17

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1989	10	73	16	-17
1983	96	0	3	40
1976	3	76	20	-25
1962	10	76	13	-23
1951	90	0	10	53
1949	3	83	13	-27
1946	83	3	13	31
1945	0	76	23	-19
1942	3	90	6	-27
1939	83	0	16	29
1938	0	80	20	-20
1936	90	0	10	46
1934	0	93	6	-35
1925	93	0	6	45
1923	10	70	20	-13
1918	0	100	0	-45
1915	0	86	13	-25

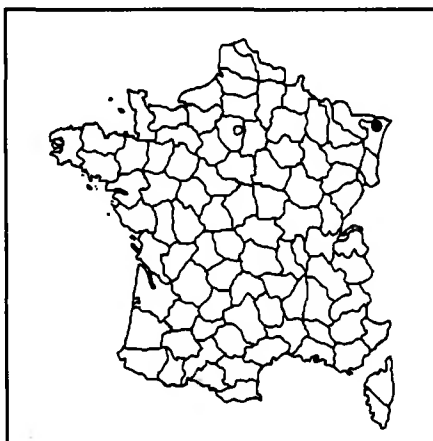


- ← Forte croissance (6) :
 - 80% : 1925, 1936, 1939, 1946, 1951, 1983
 - 70% :
-
- ← Faible croissance (11) :
 - 80% : 1915, 1918, 1934, 1938, 1942, 1949
 - 70% : 1923, 1945, 1962, 1976, 1989

Il s'agit du plus vieux peuplement de pin sylvestre échantillonné dans le réseau. Parallèlement à la décroissance, liée en partie à l'effet biologique normal de l'âge, mais également probablement à l'absence d'éclaircie pendant une très longue période, le peuplement présente des variations interannuelles, de plus ou moins fortes amplitudes, comme par exemple 1918, 1934, 1976 (-25%), 1989 (-17%). Depuis 1940, la croissance s'est stabilisée autour de 1,2 mm/an.

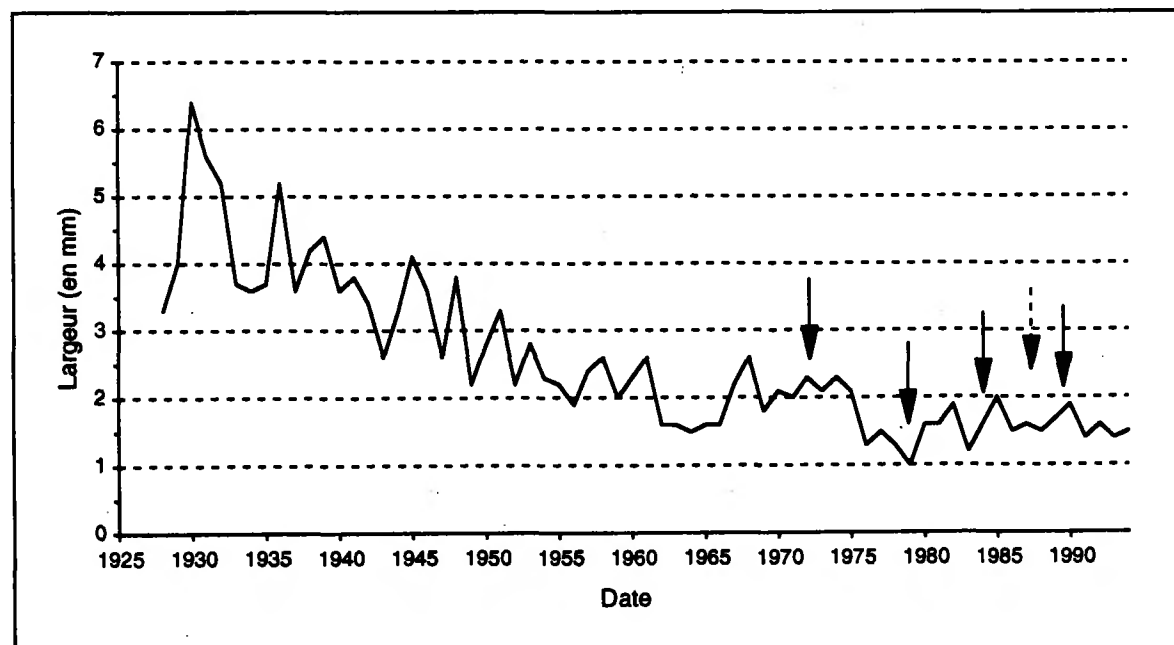
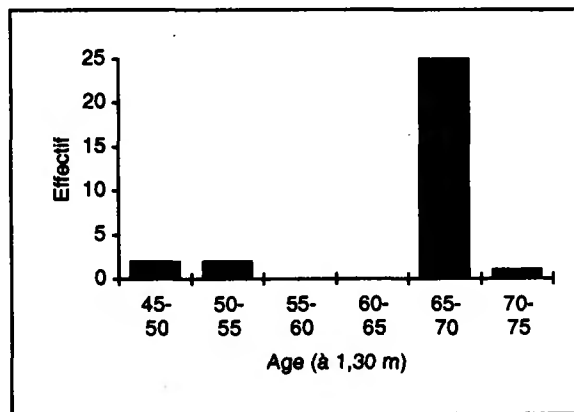
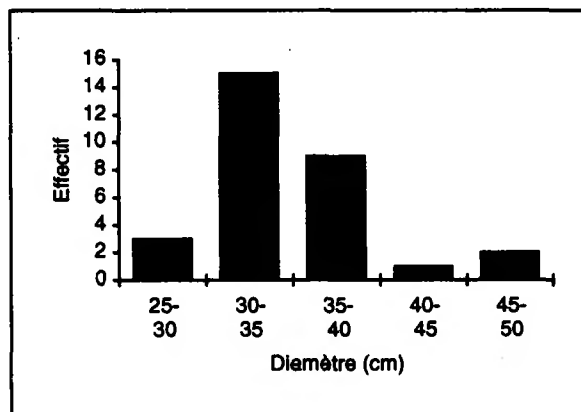
Placette :	PS 67a	Forêt : de Haguenau
Altitude (m) :	175	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Bas-Rhin	Région : Alsace

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1920
Longueur de la chronologie	: 1926-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	65 (±6,3)	48	70
Diamètre (cm)	35 (±4,8)	28	48
Hauteur (m) (n=36)	24,6	20	28,8
Accroissement (mm/an)	2,5 (±0,5)	1,69	3,93
Largeur d'aubier (mm)	87 (±20,6)	59	134

Acr : 1985 à 1994	1,61 mm/an
: 1980 à 1994	1,60 mm/an



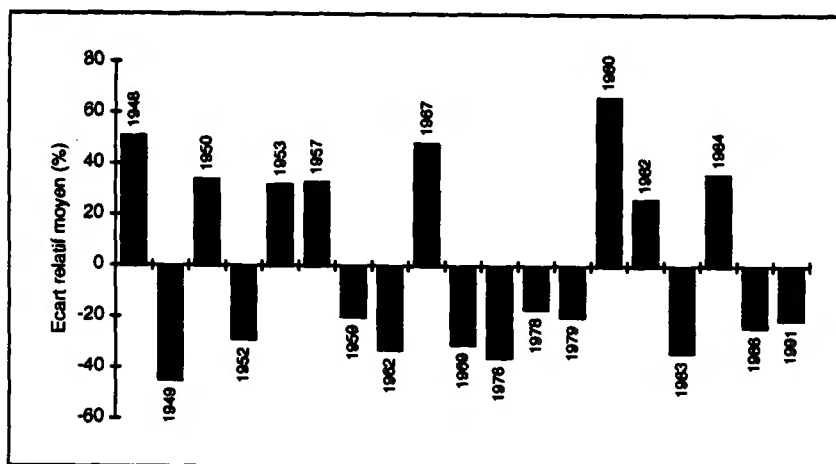
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1947). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette PS 67A

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1947-1994 (48 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 1440
 Nombre total d'années caractéristiques : 19

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1991	10	73	16	-21	1967	76	16	6	48
1986	6	76	16	-24	1962	3	93	3	-33
1984	86	3	10	36	1959	6	70	23	-20
1983	3	86	10	-34	1957	90	3	6	33
1982	70	6	23	28	1953	73	6	20	32
1980	93	3	3	66	1952	0	83	16	-29
1979	13	80	6	-20	1950	93	3	3	34
1978	6	70	23	-17	1949	0	100	0	-45
1976	0	90	10	-36	1948	96	0	3	51
1969	0	86	13	-31					

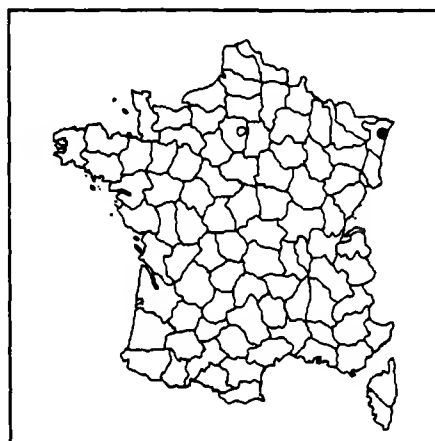


← Forte croissance (8) :
 - 80% : 1948, 1950, 1957, 1980, 1984
 - 70% : 1953, 1967, 1982

← Faible croissance (11) :
 - 80% : 1949, 1952, 1962, 1969, 1976, 1979, 1983
 - 70% : 1959, 1978, 1986, 1991

Parallèlement à la décroissance, liée en partie à l'effet biologique normal de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de plus ou moins fortes amplitudes, comme par exemple 1949 (100% des arbres échantillonnés ont présenté une diminution de -45%), 1952, 1976 (-36%), 1983 (-34%), 1986 (-24%), 1991 (-21%). Après la crise du début des années 1980, la croissance s'est stabilisée autour de 1,6 mm/an.

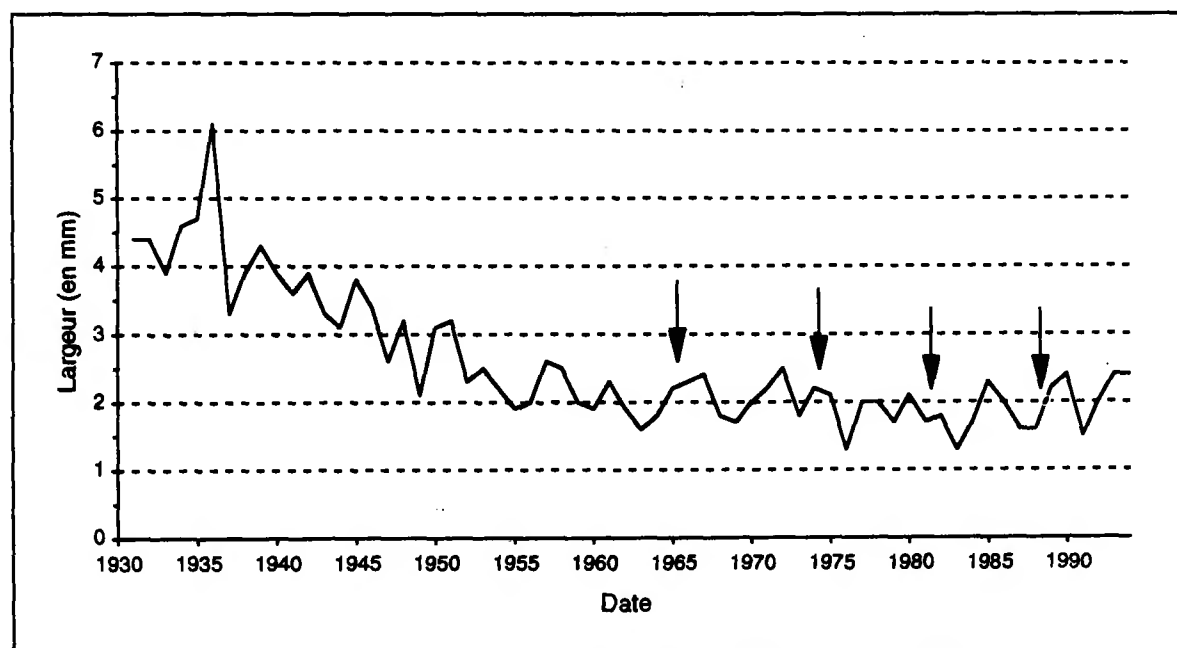
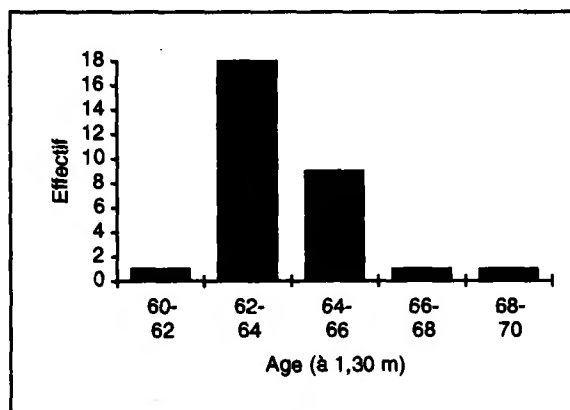
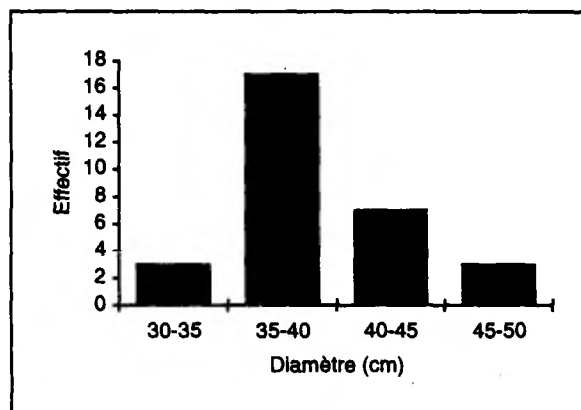
Placette :	PS 67B	Forêt :	d'Ingwiller
Altitude (m) :	290	Pente (%) :	5
Département :	Bas-Rhin	Exposition :	plat
		Région :	Alsace



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1892
Longueur de la chronologie	: 1931-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	64 (±1,5)	61	68
Diamètre (cm)	39 (±4)	32	49
Hauteur (m) (n=34)	26	22,3	30
Accroissement (mm/an)	2,6 (±0,38)	1,99	3,46
Largeur d'aubier (mm)	89,9 (±24,4)	61	125

Acr : 1985 à 1994	2,04 mm/an
: 1980 à 1994	1,94 mm/an



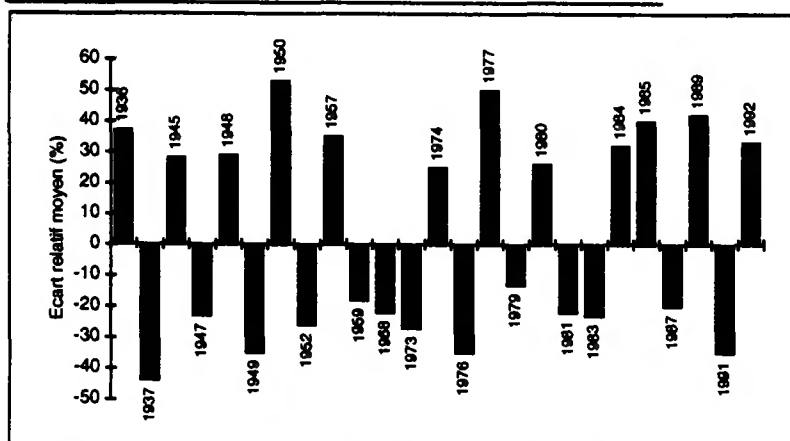
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1935). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PS 67B

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1935-1994 (60 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 1800
 Nombre total d'années caractéristiques : 25

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)					Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	Ecart relatif moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	Ecart relatif moyen (%)
1992	80	6	13	33	1959	6	73	20	-18
1991	0	96	3	-35	1957	80	0	20	35
1989	86	0	13	42	1952	3	90	6	-26
1987	10	70	20	-20	1950	96	0	3	53
1985	83	6	10	40	1949	0	96	3	-35
1984	70	13	16	32	1948	73	10	16	29
1983	6	76	16	-23	1947	0	76	23	-23
1981	3	76	20	-22	1945	80	3	16	28
1980	80	10	10	26	1937	0	96	3	-44
1979	10	70	20	-13	1936	93	6	0	37
1977	86	0	13	50					
1976	0	93	6	-35					
1974	76	3	20	25					
1973	0	96	3	-27					
1968	3	70	26	-22					



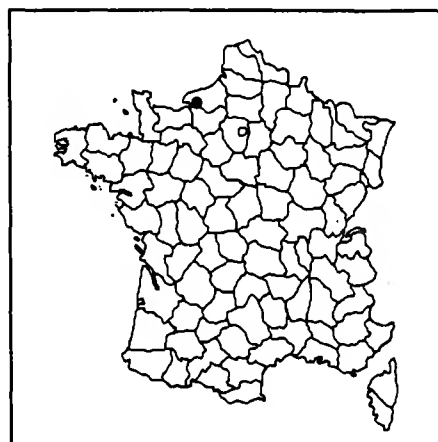
← Forte croissance (12) :
 - 80% : 1936, 1945, 1950, 1957, 1977, 1980, 1985, 1989, 1992
 - 70% : 1948, 1974, 1984

← Faible croissance (13) :
 - 80% : 1937, 1949, 1952, 1973, 1976, 1991
 - 70% : 1947, 1959, 1968, 1979, 1981, 1983, 1987

Parallèlement à la décroissance, liée en partie à l'effet biologique normal de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de plus ou moins fortes amplitudes, comme par exemple 1949 (-35%), 1952, 1976 (-35%), 1983 (-23%), 1991 (-21%). Depuis le début des années 1980, la largeur des cernes tend à augmenter de nouveau très certainement en relation avec l'amélioration de la gestion de la parcelle (+42% en 1989 suite à l'éclaircie de 1988), et la croissance actuelle se situe autour de 2 mm/an.

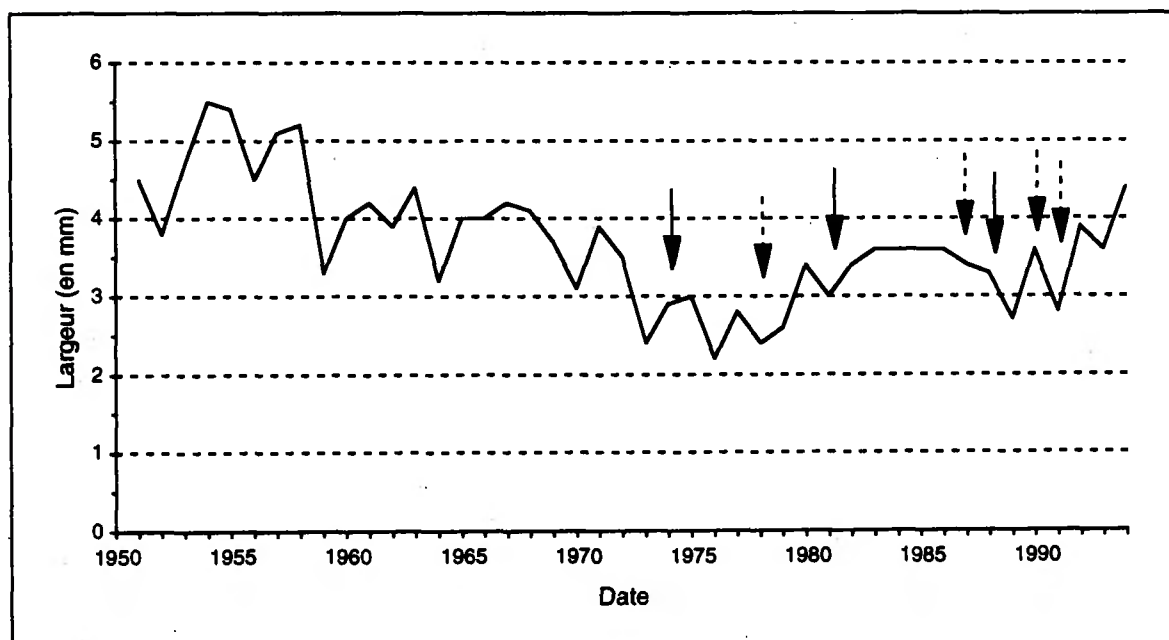
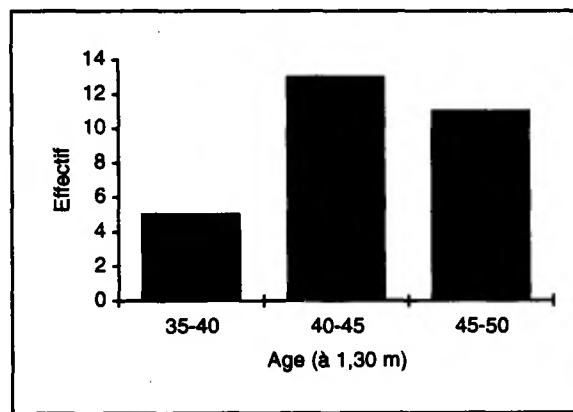
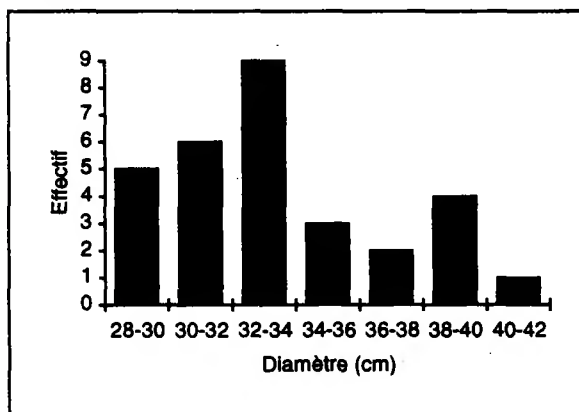
Placette :	PS 76	Forêt : de Brotonne
Altitude (m) :	70	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Seine-Maritime	Région : Haute-Normandie

Effectif d'arbres	: 29
Nombre total de cernes	: 1227
Longueur de la chronologie	: 1951-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	43 (±3,4)	36	49
Diamètre (cm)	33 (±3,5)	28	41
Hauteur (m) (n=25)	24,5	22	27
Accroissement (mm/an)	3,65 (±0,62)	2,71	5,4
Largeur d'aubier (mm)	107,3 (±26,9)	60	185

Acr : 1985 à 1994	3,49 mm/an
: 1980 à 1994	3,46 mm/an

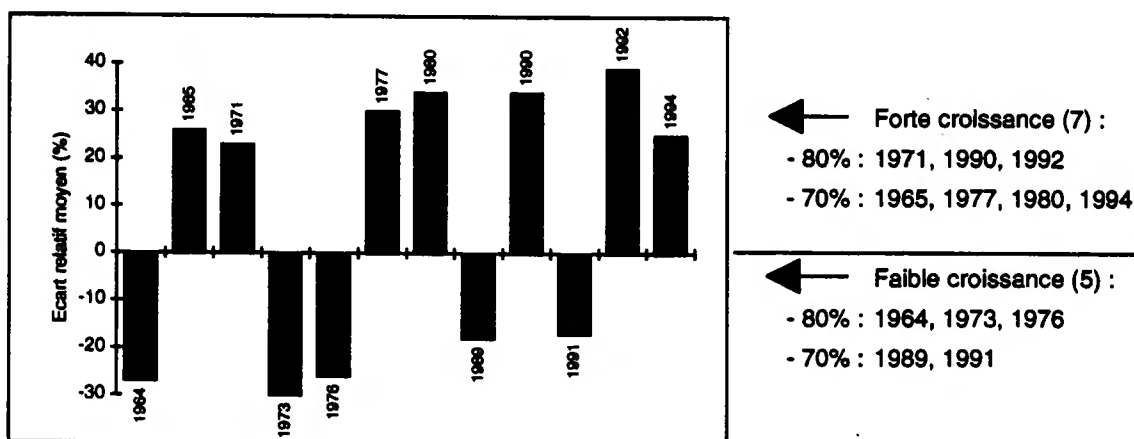


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1961). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette PS 76
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 29
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1961-1994 (34 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 986
 Nombre total d'années caractéristiques : 12

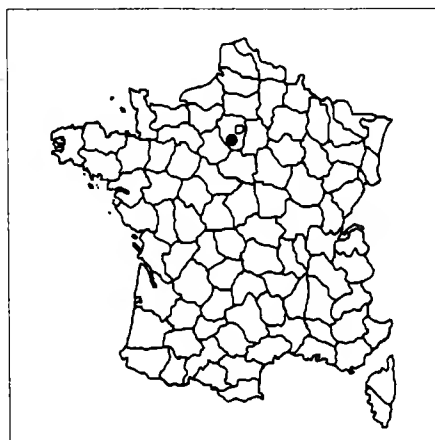
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	79	3	17	25
1992	82	0	17	39
1991	6	75	17	-17
1990	89	6	3	34
1989	0	75	24	-18
1980	79	0	20	34
1977	79	0	20	30
1976	0	89	10	-26
1973	0	96	3	-30
1971	82	6	10	23
1965	79	3	17	28
1964	0	93	6	-27



Après une période de décroissance, liée en partie à l'effet biologique normal de l'âge, le peuplement présente une augmentation des largeurs des cernes depuis la fin des années 1970. Sans exclure le rôle d'autres facteurs, ce comportement semble être l'expression de l'amélioration de la gestion sylvicole de la parcelle (exploitation de 568 m³ de bois en 1981 et 1723 m³ en 1988). Le niveau actuel de croissance radiale est d'ailleurs le plus élevé (3,5 mm/an) observé pour cette espèce dans le réseau. Des variations interannuelles notables sont néanmoins observables comme celles des années 1964, 1976 (-26%), 1989 (-18%) et 1991 (-17%). Il est tout à fait probable que les éclaircies des dernières années aient minimisé les effets des forts déficits hydriques du début des années 1990 observés dans cette région.

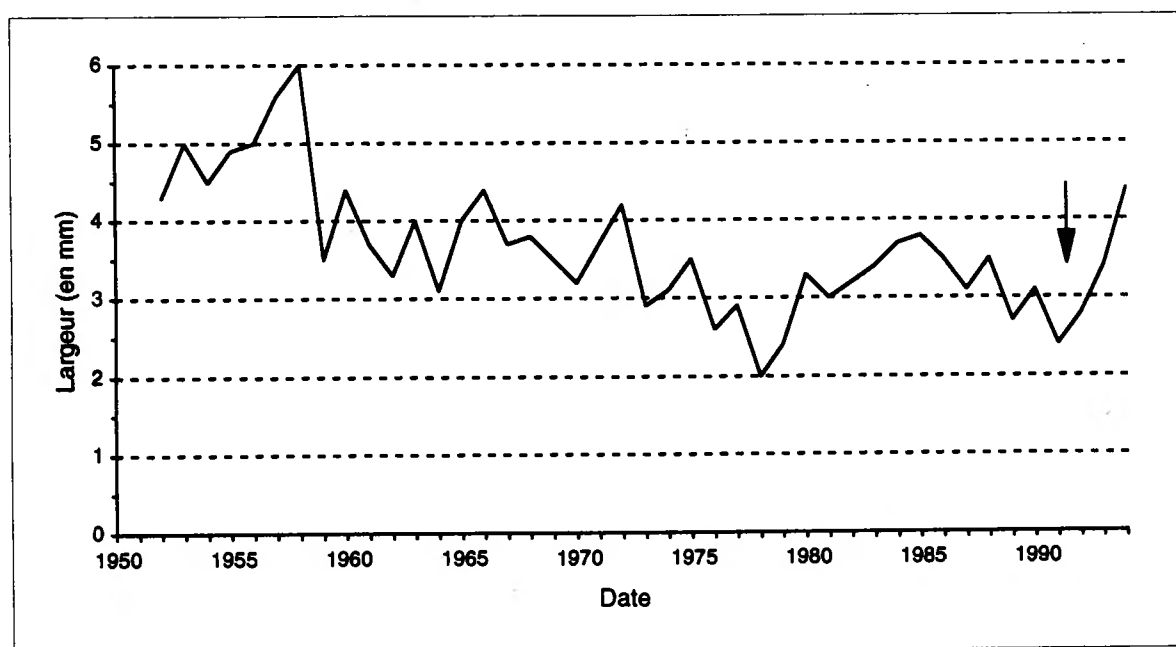
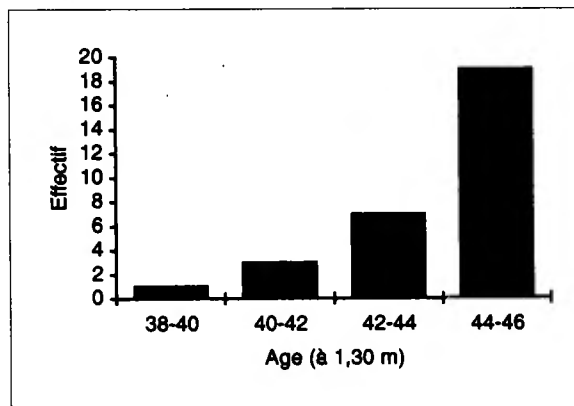
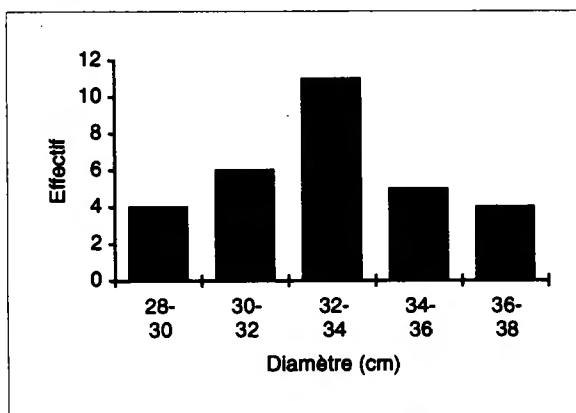
Placette :	PS 78	Forêt : de Rambouillet
Altitude (m) :	170	Pente (%) : 3
		Exposition : plat
Département :	Yvelines	Région : Parisienne

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 1270
Longueur de la chronologie	: 1952-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	43 (±1,6)	39	45
Diamètre (cm)	33 (±2,5)	29	38
Hauteur (m) (n=30)	21,5	19	24
Accroissement (mm/an)	3,62 (±0,51)	2,89	5,3
Largeur d'aubier (mm)	106,7 (±22,9)	61	172

Acr : 1985 à 1994	3,27 mm/an
: 1980 à 1994	3,29 mm/an

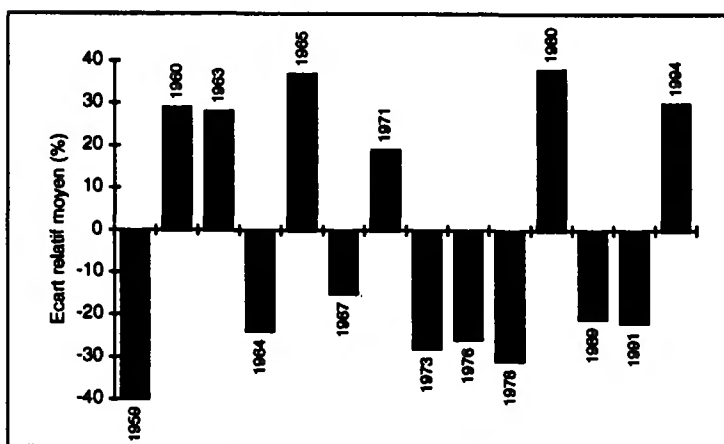


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1957). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette PS 78
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1957-1994 (38 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 1140
 Nombre total d'années caractéristiques : 14

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	76	0	23	30
1991	0	73	26	-22
1989	3	83	13	-21
1980	86	0	13	38
1978	0	90	10	-31
1976	0	90	10	-26
1973	0	93	6	-28
1971	73	3	23	19
1967	3	70	26	-15
1965	80	0	20	37
1964	0	76	23	-24
1963	80	6	13	28
1960	73	0	26	29
1959	3	93	3	-40



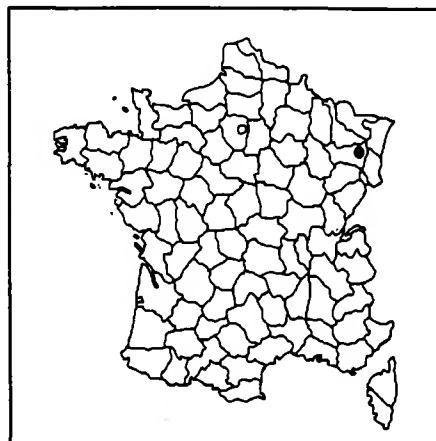
← Forte croissance (6) :
 - 80% : 1963, 1965, 1980
 - 70% : 1960, 1971, 1994

← Faible croissance (8) :
 - 80% : 1959, 1973, 1976, 1978, 1989
 - 70% : 1964, 1967, 1991

Parallèlement à la décroissance, liée en partie à l'effet biologique normal de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, de plus ou moins fortes amplitudes, comme par exemple 1959 (-40%), 1964 (-24%), 1973 (-28%), 1976 (-26%) et de 1988 à 1994 (-21% et -22% en 1989 et 1991). Cette dépression est d'ailleurs une des caractéristiques de la grande majorité des placettes du quart Nord-Ouest de la France où les déficits hydriques du début des années 1990 ont été particulièrement sévères. Cependant, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1992 : retour à de meilleures conditions climatiques et/ou effet de la forte éclaircie pratiquée en 1991 (exploitation de 1115 m³ de bois). Malgré cette crise, la croissance radiale actuelle est forte de l'ordre de 3,3 mm/an.

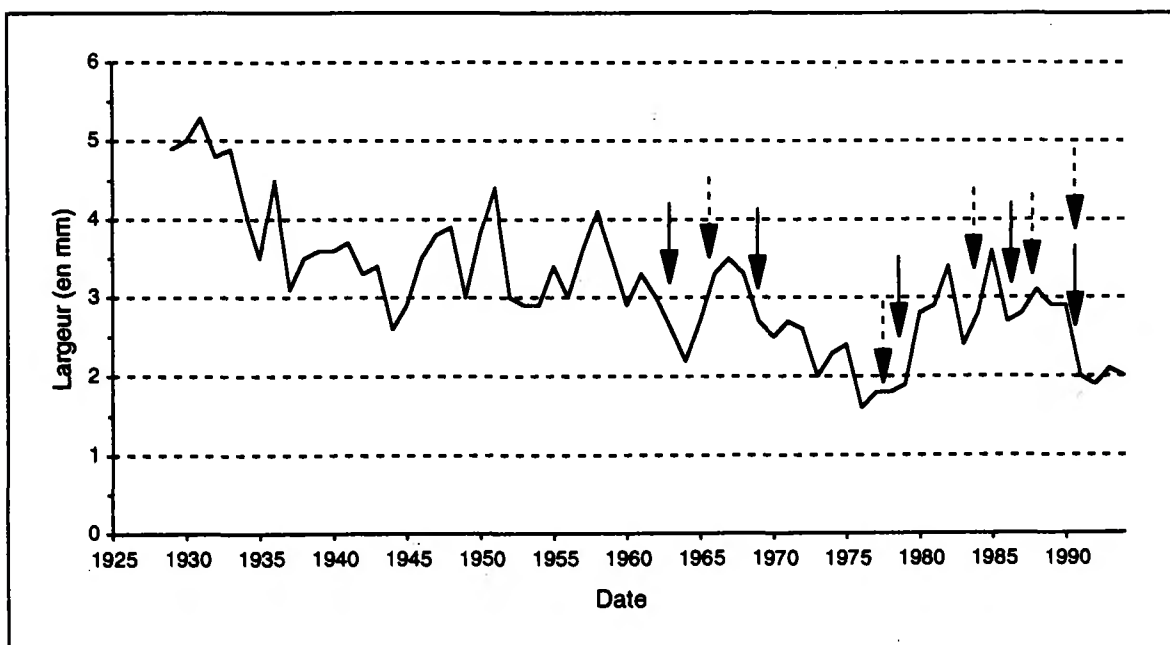
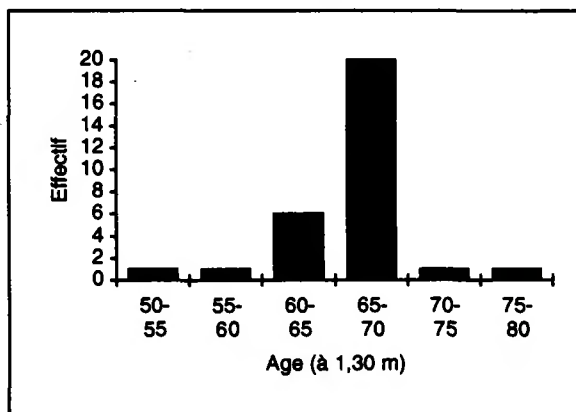
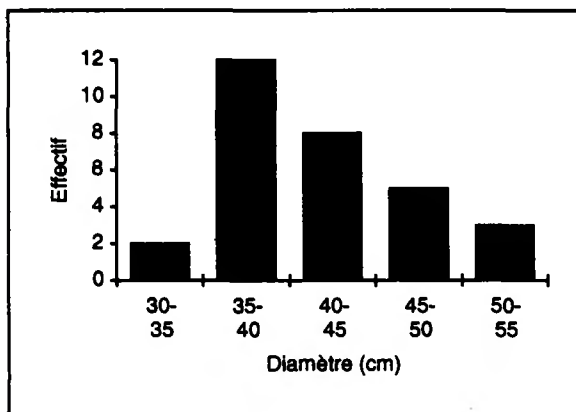
Placette :	PS 88	Forêt :	de Bruyères
Altitude (m) :	500	Pente (%) :	2
Département :	Vosges	Exposition :	est
		Région :	Lorraine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cerne	: 1897
Longueur de la chronologie	: 1929-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	66 (±4,1)	52	76
Diamètre (cm)	41 (±5,5)	33	53
Hauteur (m) (n=30)	24,8	22	29
Accroissement (mm/an)	3,06 (±0,54)	2,28	4,6
Largeur d'aubier (mm)	108,7 (±27,1)	64	199

Acr : 1985 à 1994	2,60 mm/an
: 1980 à 1994	2,70 mm/an

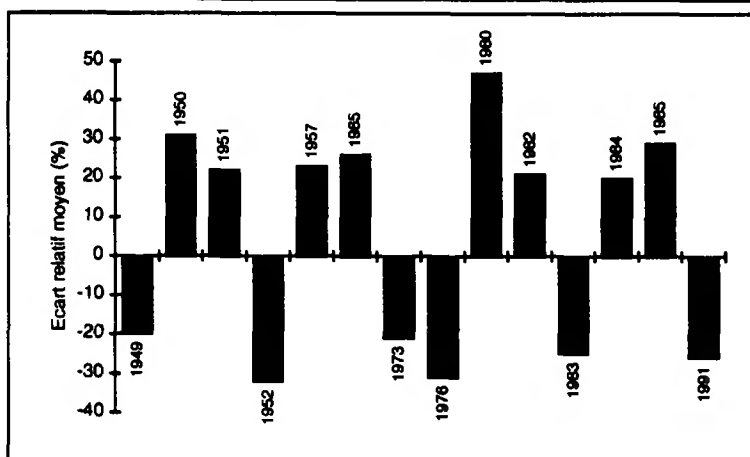


Evolution de la largeur moyenne des cerne (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1947). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette PS88
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1947-1994 (48 ans)
 Nombre total de cerne disponibles pour cette période : 1440
 Nombre total d'années caractéristiques : 14

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1991	3	76	20	-26
1985	80	10	10	29
1984	70	6	23	20
1983	6	86	6	-25
1982	70	3	26	21
1980	80	10	10	47
1976	0	96	3	-31
1973	3	80	16	-21
1965	70	3	26	26
1957	76	3	20	23
1952	0	93	6	-32
1951	73	16	10	22
1950	83	3	13	31
1949	6	76	16	-20



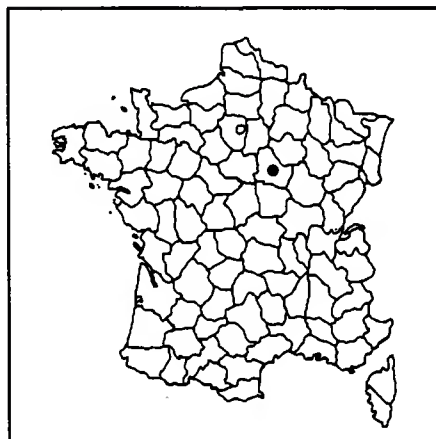
← Forte croissance (8) :
 - 80% : 1950, 1980, 1985
 - 70% : 1951, 1957, 1965, 1982, 1984

← Faible croissance (6) :
 - 80% : 1952, 1973, 1976, 1983
 - 70% : 1949, 1991

Parallèlement à la décroissance, liée en partie à l'effet biologique normal de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles, d'assez fortes amplitudes, comme par exemple 1944, 1949, de 1958 à 1966 (centrée sur 1964), de 1966 à 1982 (centrée sur 1976 ; -26%), 1991 (-22%). Après 1976, la croissance retrouve rapidement un niveau élevé (effet de meilleures conditions climatiques et/ou de l'éclaircie de 1979) mais chute de nouveau brutalement pendant les périodes sèches du début des années 1990. Malgré ces crises, la croissance actuelle de 2,6 mm/an situe ce peuplement en tête pour cette gamme d'âges.

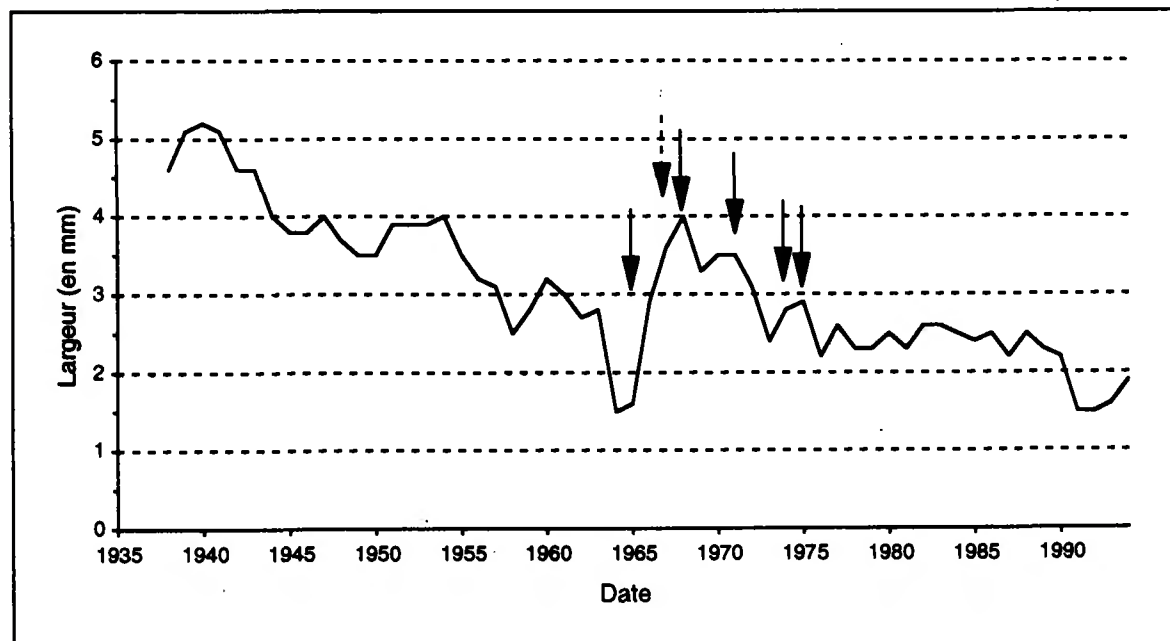
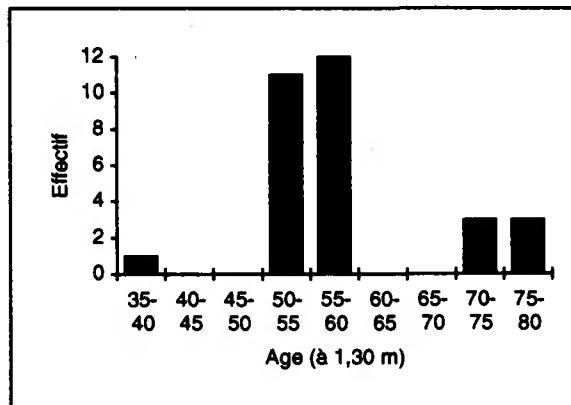
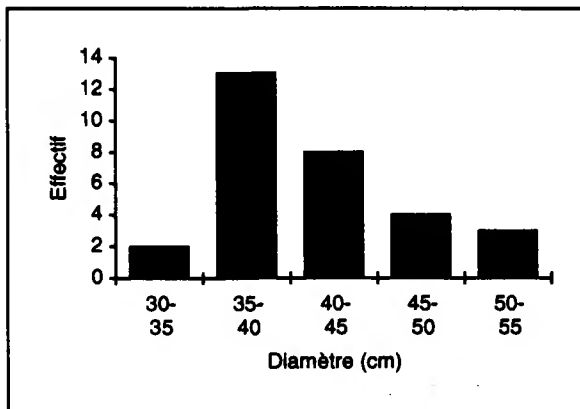
Placette :	PS 89	Forêt : de Pontigny
Altitude (m) :	120	Pente (%) : 0
		Exposition : plat
Département :	Yonne	Région : Bourgogne

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1715
Longueur de la chronologie	: 1938-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	58 (±9,2)	35	76
Diamètre (cm)	41 (±5,5)	34	53
Hauteur (m) (n=30)	27,1	25	31
Accroissement (mm/an)	3,16 (±0,70)	2,26	4,75
Largeur d'aubier (mm)	106 (±30,5)	62	178

Acr : 1985 à 1994	2,06 mm/an
: 1980 à 1994	2,21 mm/an

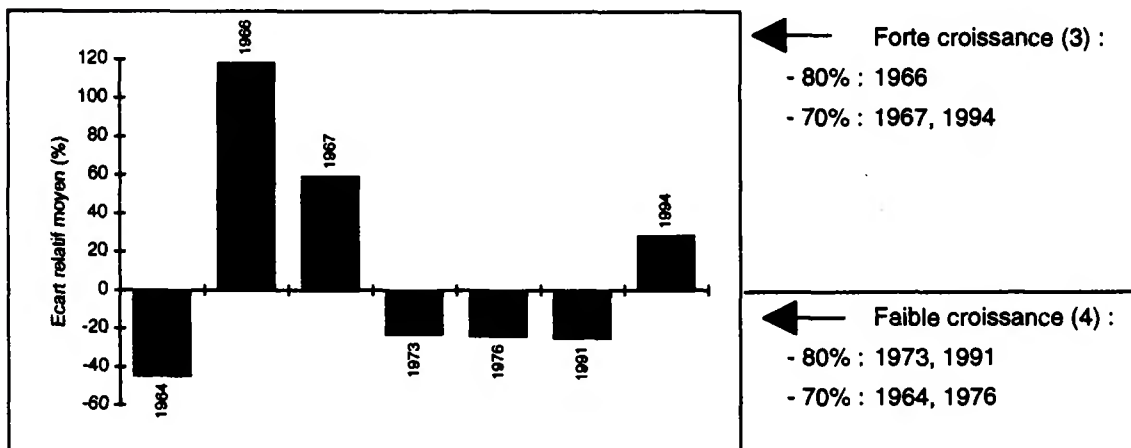


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1963). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette PS 89
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1963-1994 (32 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 960
 Nombre total d'années caractéristiques : 7

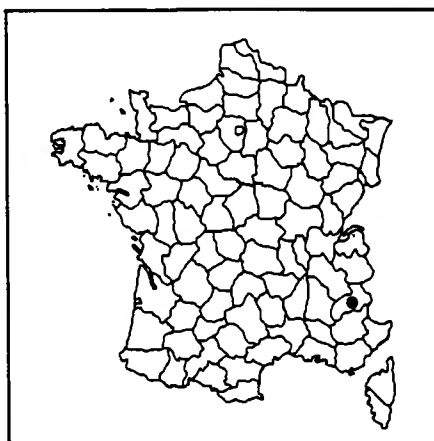
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1994	70	3	26	28
1991	3	83	13	-25
1976	0	76	23	-24
1973	6	80	13	-23
1967	76	3	20	59
1966	83	0	16	118
1964	6	70	23	-45



Le fait le plus remarquable dans ce peuplement est le brusque saut de croissance observé après 1965 : +118% en 1966 et +59% en 1967. Au vue de l'historique des coupes, cette augmentation coïncide avec le début de l'exploitation de la parcelle (exploitation de 100 m³ de bois en 1965). Par la suite, la croissance diminue de nouveau avec une crise en 1976 (-24%) et 1991 (-25%). Après la crise de 1991, la croissance semble redémarrer. Depuis 10 ans, la croissance est en moyenne de 2 mm/an.

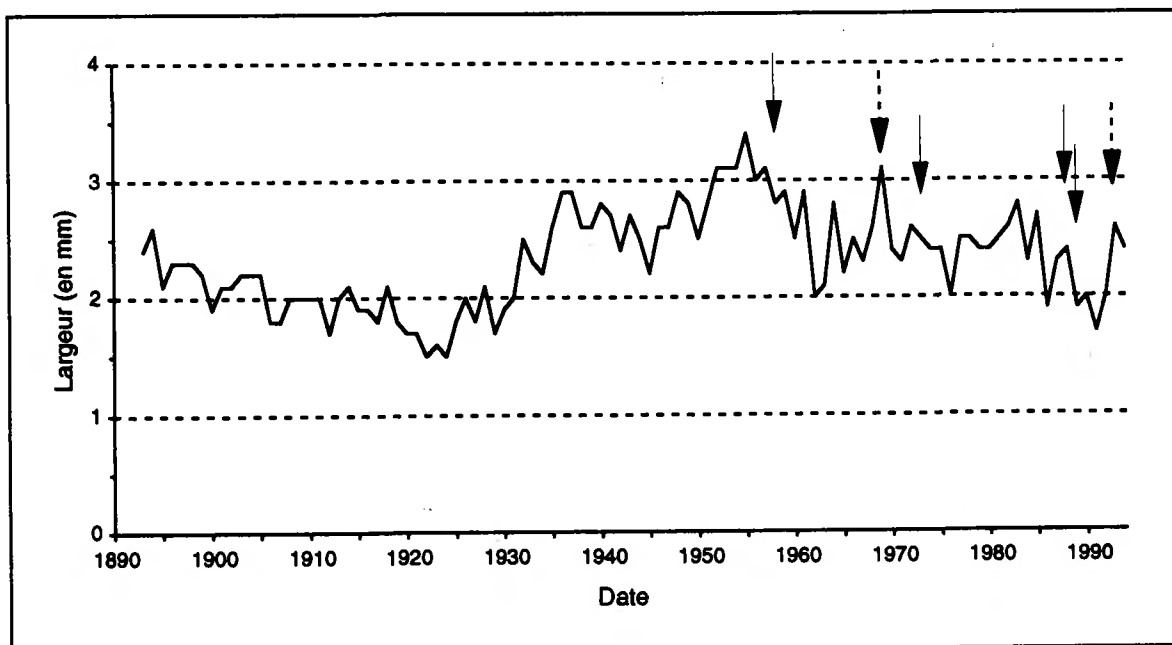
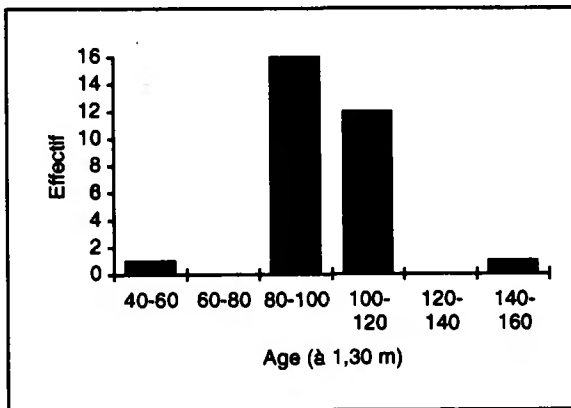
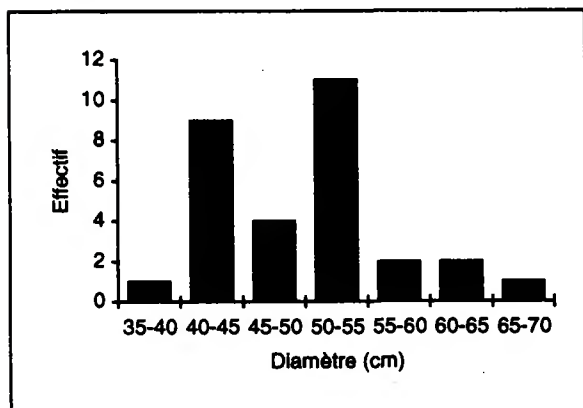
Placette :	SP 05	Forêt : de Boscodon
Altitude (m) :	1360	Pente (%) : 30
		Exposition : nord-est
Département :	Hautes-Alpes	Région : Provence-Côte d'Azur

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 3570
Longueur de la chronologie	: 1893-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	99 (±14,5)	56	152
Diamètre (cm)	50 (±7,1)	40	67
Hauteur (m) (n=35)	28,3	22,9	33,5
Accroissement (mm/an)	2,34 (±0,38)	1,63	3,41
Largeur d'aubier (mm)	88,2 (±19,6)	63	129

Acr : 1985 à 1994	2,19 mm/an
: 1980 à 1994	2,30 mm/an



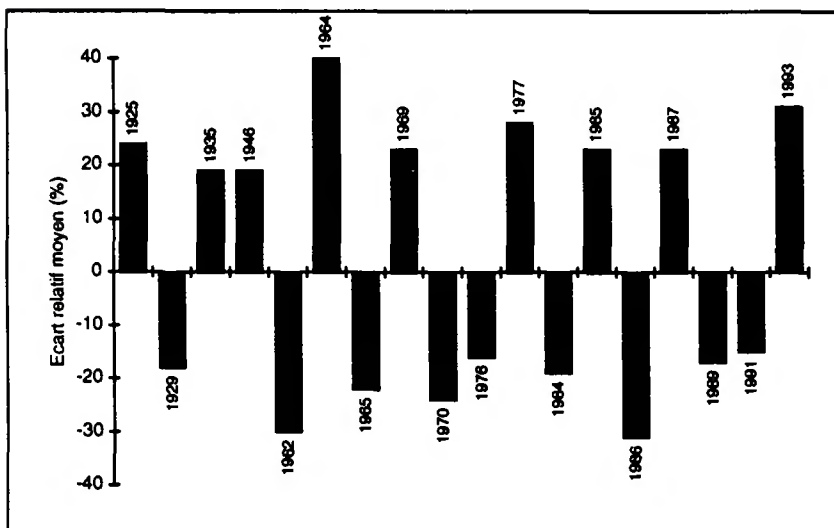
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1907). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette SP 05

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 25
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1907-1994 (88 ans)
Nombre total de cernes disponibles pour cette période	: 2598
Nombre total d'années caractéristiques	: 18

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	86	0	13	31	1969	76	0	23	23
1991	10	80	10	-15	1965	0	90	10	-22
1989	0	73	26	-17	1964	96	0	3	40
1987	83	0	16	23	1962	0	100	0	-30
1986	0	100	0	-31	1946	70	0	30	19
1985	76	0	23	23	1935	82	0	17	19
1984	3	86	10	-19	1929	3	86	10	-18
1977	83	0	16	28	1925	75	3	20	24
1976	0	73	26	-16					
1970	0	93	6	-24					



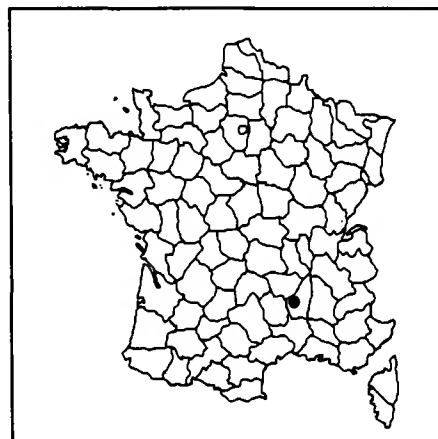
← Forte croissance (9) :
 - 80% : 1935, 1964, 1977, 1987, 1993
 - 70% : 1925, 1946, 1969, 1985

← Faible croissance (9) :
 - 80% : 1929, 1962, 1965, 1970, 1984, 1986
 1991
 - 70% : 1976, 1989

Depuis l'origine, le peuplement présente des fluctuations de croissance variables en durée et en intensité. L'absence de données anciennes sur le suivi de l'exploitation de la parcelle ne permet pas de confirmer l'origine sylvicole (probable) de l'augmentation des largeurs de cernes observée depuis 1930 (coupe de la strate dominante). Depuis cette période, la croissance se maintient au dessus de 2 mm/an avec toutefois certaines périodes de crise, comme les années 1962 (100% des arbres ont réduit leur croissance d'en moyenne 30%), 1976 (-16%), 1986 (année froide où 100% des arbres ont présenté une réduction de croissance de -31%), 1989 et 1991 (-17% et -15%). Après les sécheresses du début des années 1990, le peuplement semble avoir bien récupéré si l'on en juge par la reprise observée à partir de 1992.

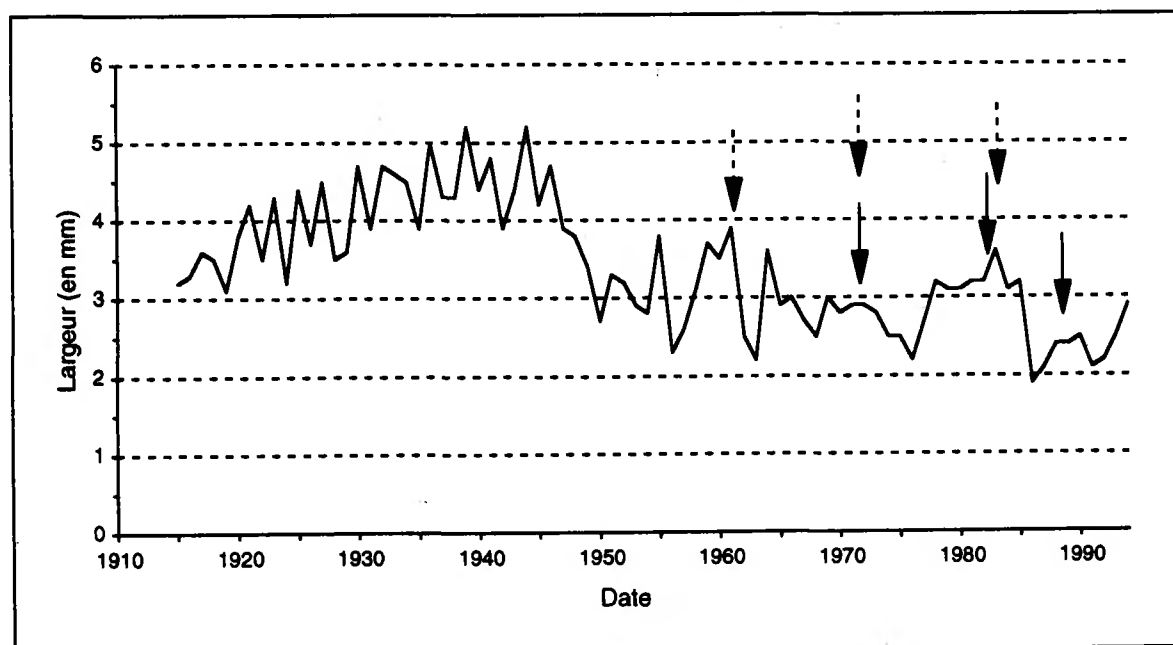
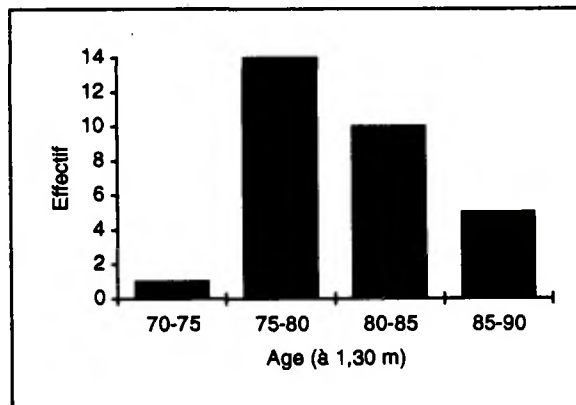
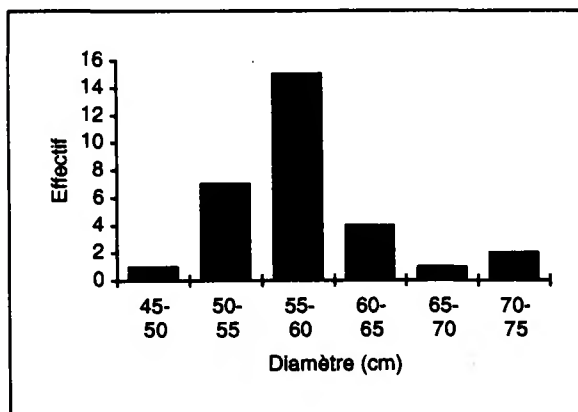
Placette :	SP 07	Forêt : de Lavillatte
Altitude (m) :	1300	Pente (%) : 20
		Exposition : ouest
Département :	Ardèche	Région : Rhône-Alpes

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 2376
Longueur de la chronologie	: 1915-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	80 (±3,2)	74	86
Diamètre (cm)	58 (±5,8)	49	73
Hauteur (m) (n=36)	25,7	23	28,8
Accroissement (mm/an)	3,38 (±0,4)	2,36	4,42
Largeur d'aubier (mm)	101,3 (±25,7)	55	181

Acr : 1985 à 1994	2,42 mm/an
: 1980 à 1994	2,69 mm/an



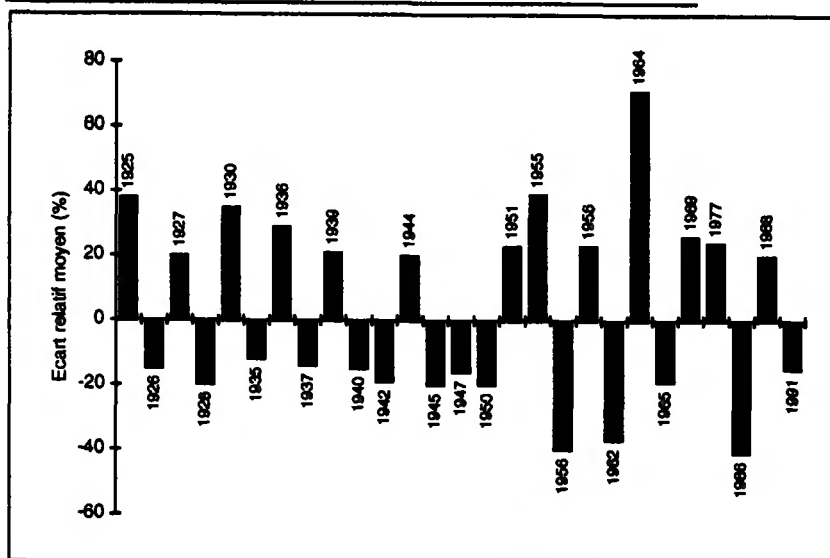
Evolution de la largeur moyenne des cemes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1924). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette SP 07

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 30
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1924-1994 (71 ans)
Nombre total de cerne disponibles pour cette période	: 2130
Nombre total d'années caractéristiques	: 27

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)					Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien	Ecart relatif moyen (%)	Année	Augmentation	Diminution	Maintien	Ecart relatif moyen (%)
1991	3	70	26	-15	1945	0	86	13	-20
1988	70	13	16	20	1944	73	0	26	20
1986	0	100	0	-41	1942	0	86	13	-19
1977	80	0	20	24	1940	0	73	26	-15
1969	93	0	6	26	1939	83	0	16	21
1965	0	90	10	-19	1937	0	70	30	-14
1964	100	0	0	71	1936	96	0	3	29
1962	0	100	0	-37	1935	3	73	23	-12
1958	70	0	30	23	1930	86	3	10	35
1956	0	100	0	-40	1928	3	93	3	-20
1955	96	0	3	39	1927	83	3	13	20
1951	83	0	16	23	1926	3	80	16	-15
1950	0	83	16	-20	1925	96	0	3	38
1947	0	80	20	-16					

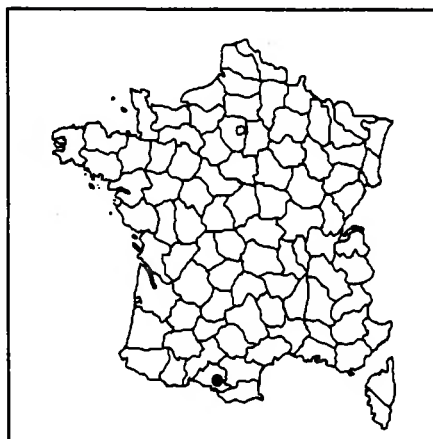


- ← Forte croissance (13) :
- 80% : 1925, 1927, 1930, 1936, 1939, 1951, 1955, 1964, 1969, 1977
 - 70% : 1944, 1958, 1988
-
- ← Faible croissance (14) :
- 80% : 1926, 1928, 1942, 1945, 1947, 1950, 1956, 1962, 1965, 1986
 - 70% : 1935, 1937, 1940, 1991

Depuis l'origine, le peuplement a connu quelques crises de croissance notamment de 1945 à 1950, 1965, 1976, 1991 (-15%). Les années froides 1956 et 1986 et l'année 1962 sont particulièrement remarquables puisque 100% des arbres ont présenté le même comportement avec une réduction moyenne de croissance de -40%, -41% et -37%. Après une forte augmentation (croissance juvénile importante), le peuplement a connu une diminution de croissance brusque puis régulière à partir de 1945. Si l'effet de l'âge peut expliquer en partie ce comportement, on peut également émettre l'hypothèse d'une compétition trop importante au sein du peuplement. Cette hypothèse semble d'ailleurs en partie confirmée par l'historique des coupes qui n'indique pas d'éclaircie avant 1972 (chablis important de 610 m³ en 1961).

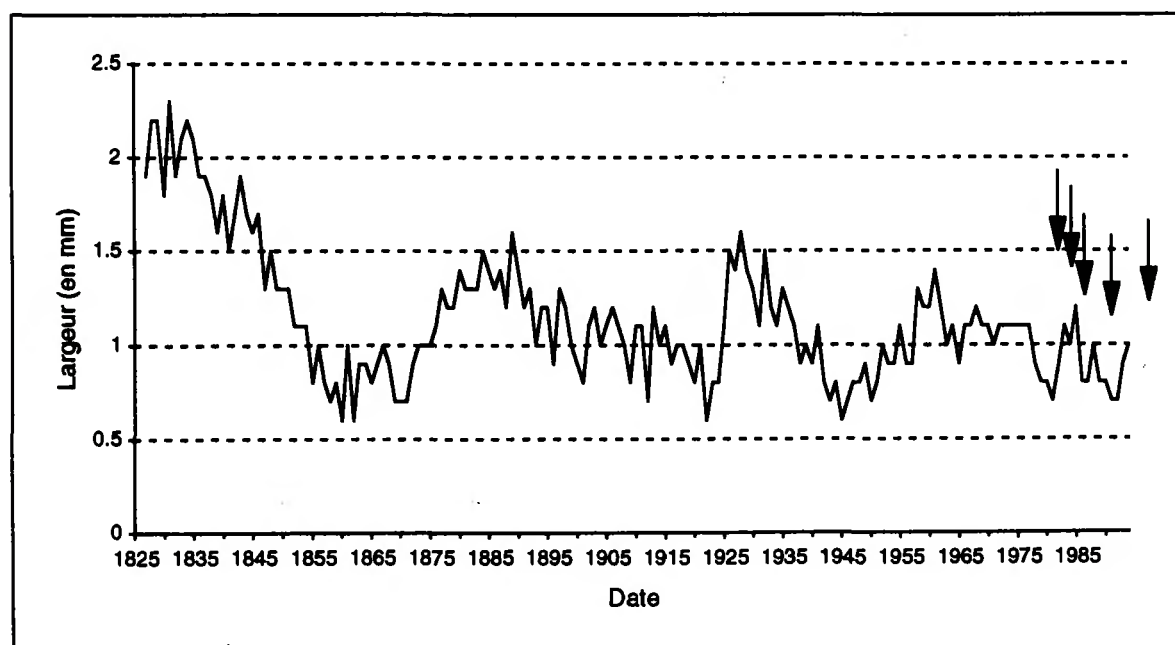
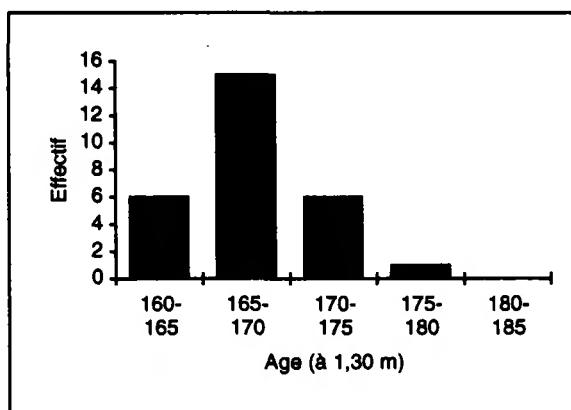
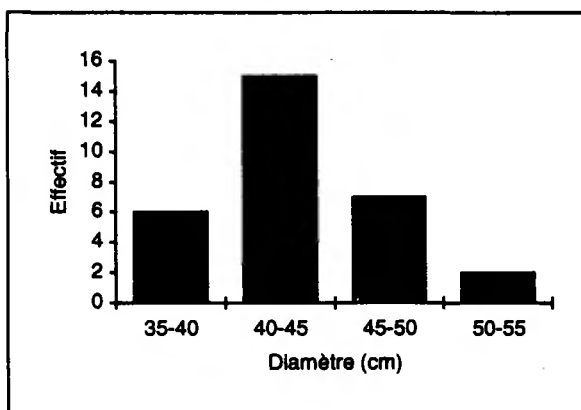
Placette :	SP 09	Forêt : de Massat
Altitude (m) :	1100	Pente (%) : 66
		Exposition : nord-ouest
Département : Ariège	Région : Midi-Pyrénées	

Effectif d'arbres	: 29
Nombre total de cernes	: 4828
Longueur de la chronologie	: 1827-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	168 (±4,4)	162	183
Diamètre (cm)	44 (±4,1)	35	53
Hauteur (m) (n=21)	25,8	21	30
Accroissement (mm/an)	1,12 (±0,13)	0,91	1,37
Largeur d'aubier (mm)	69,7 (±20,8)	39	137

Acr : 1985 à 1994	0,87 mm/an
: 1980 à 1994	0,88 mm/an

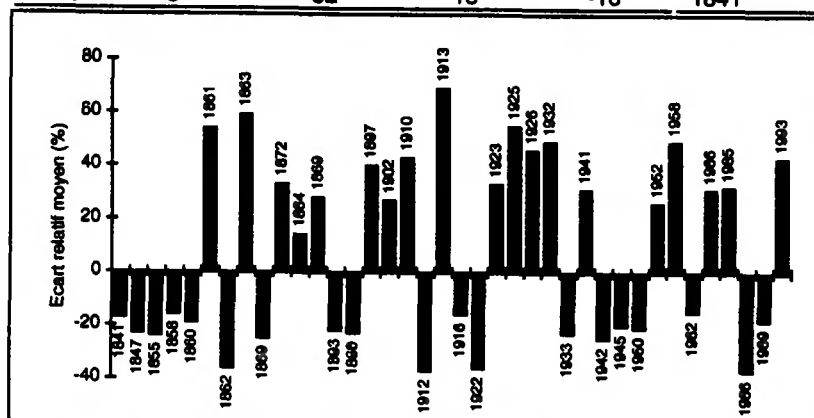


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1835). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette SP 09
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 29
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1835-1994 (160 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 4640
 Nombre total d'années caractéristiques : 38

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	89	3	6	43	1913	96	0	3	69
1989	10	72	17	-18	1912	0	93	6	-37
1986	0	96	3	-37	1910	89	3	6	43
1985	72	6	20	32	1902	79	0	20	27
1966	79	0	20	31	1897	96	3	0	40
1962	10	72	17	-15	1896	3	89	8	-23
1958	86	0	13	49	1893	6	86	6	-22
1952	79	6	13	26	1889	93	0	6	28
1950	3	79	17	-21	1884	72	10	17	14
1945	6	75	17	-20	1872	79	3	17	33
1942	0	93	6	-25	1869	8	79	13	-25
1941	86	3	10	31	1863	96	3	0	59
1933	3	86	10	-23	1862	0	100	0	-36
1932	96	0	3	49	1861	86	0	13	54
1928	72	3	24	46	1860	13	75	10	-19
1925	93	0	6	55	1858	0	82	17	-16
1923	79	6	13	33	1855	3	75	20	-24
1922	6	86	8	-36	1847	6	75	17	-23
1916	3	82	13	-16	1841	10	82	6	-17



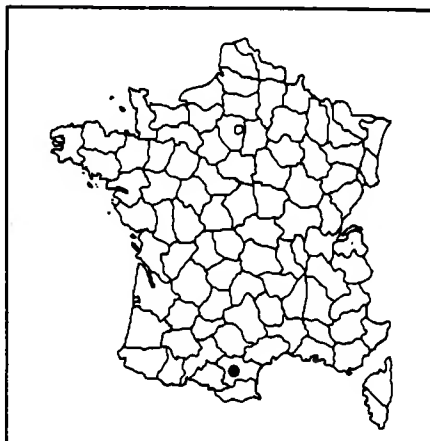
← Forte croissance (19) :
 - 80% : 1861, 1863, 1889, 1897, 1910, 1913, 1925, 1932, 1941, 1958, 1993
 - 70% : 1872, 1884, 1902, 1923, 1926, 1952, 1968, 1985

← Faible croissance (19) :
 - 80% : 1841, 1858, 1862, 1893, 1896, 1912, 1916, 1922, 1933, 1942, 1986
 - 70% : 1847, 1855, 1860, 1869, 1945, 1950, 1962, 1990

Il s'agit du plus vieux peuplements de sapin pectiné du réseau. Depuis l'origine, le peuplement présente des fluctuations de croissance variables en durée et en intensité. L'absence de données anciennes sur le suivi de l'exploitation de la parcelle ne permet pas de confirmer l'origine sylvicole (probable) des "sauts" de croissance observés après 1870, 1920, 1950. L'année froide 1986 est bien marquée (-37%) ainsi que la sécheresse de 1989 (-18%). L'année 1862 est également remarquable car 100% des arbres échantillonnés ont présenté une réduction de croissance d'en moyenne 36%. Actuellement le niveau de croissance est bas (1100 m et 66% de pente !).

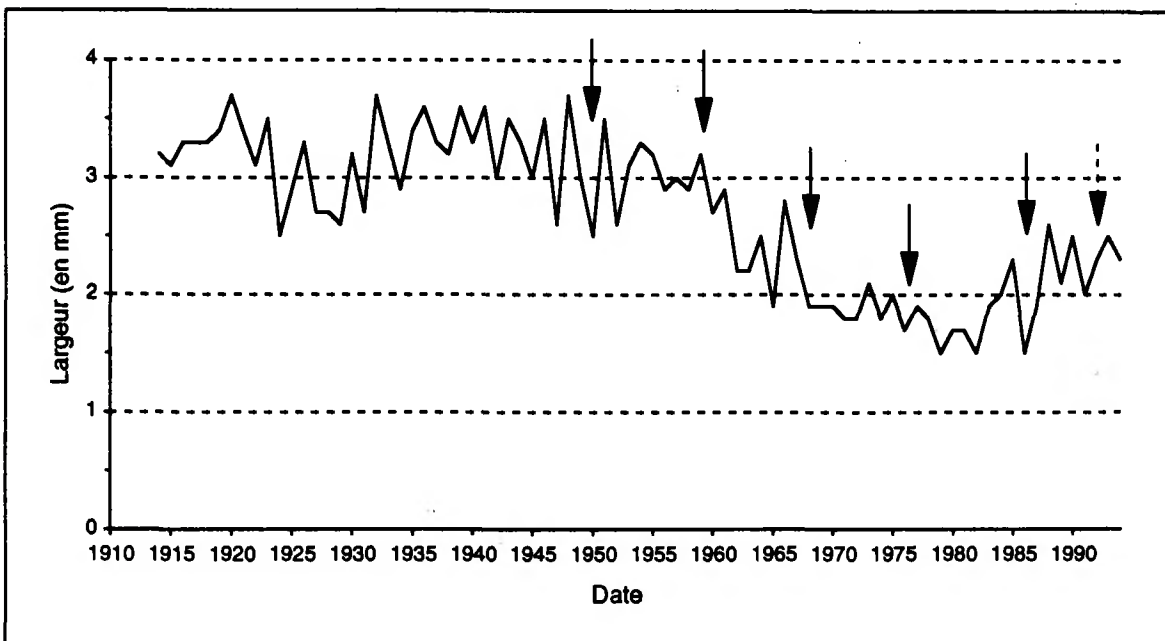
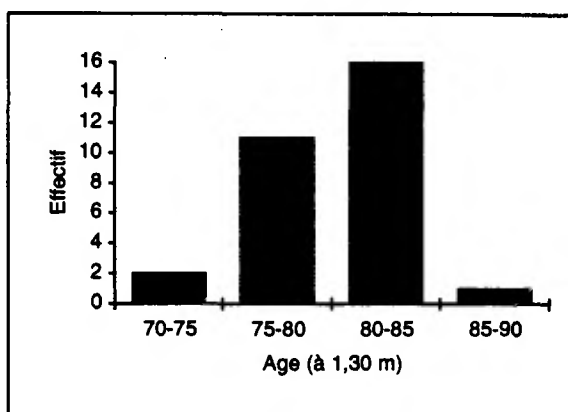
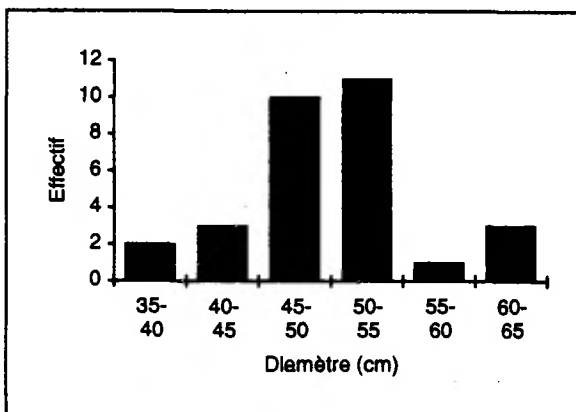
Placette :	SP 11	Forêt : de Callong-Mirailles
Altitude (m) :	950	Pente (%) : 40
		Exposition : nord
Département : Aude	Région : Languedoc-Roussillon	

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 2371
Longueur de la chronologie	: 1914-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	80 (±3,1)	73	85
Diamètre (cm)	50 (±6,2)	37	65
Hauteur (m) (n=15)	30	25,5	33
Accroissement (mm/an)	2,67 (±0,53)	1,77	4,44
Largeur d'aubier (mm)	77,3 (±21,9)	41	133

Acr : 1985 à 1994	2,20 mm/an
: 1980 à 1994	2,05 mm/an



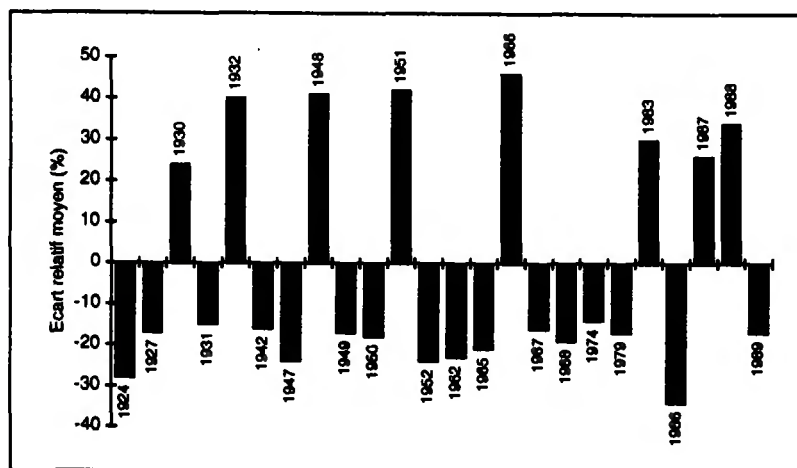
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1923). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche (trait pointillé : chablis).

Années caractéristiques pour la placette SP 11

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1923-1994 (72 ans)
 Nombre total de cerne disponibles pour cette période : 2160
 Nombre total d'années caractéristiques : 24

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1989	6	76	16	-17	1952	3	73	23	-24
1988	86	3	10	34	1951	96	0	3	42
1987	70	3	26	26	1950	0	73	26	-18
1986	0	96	3	-34	1949	0	76	23	-17
1983	80	3	16	30	1948	96	0	3	41
1979	3	80	16	-17	1947	0	96	3	-24
1974	13	73	13	-14	1942	0	76	23	-16
1968	3	70	26	-19	1932	100	0	0	40
1967	3	73	23	-16	1931	3	70	26	-15
1966	100	0	0	46	1930	76	0	23	24
1965	0	96	3	-21	1927	10	76	13	-17
1962	6	86	6	-23	1924	0	100	0	-28



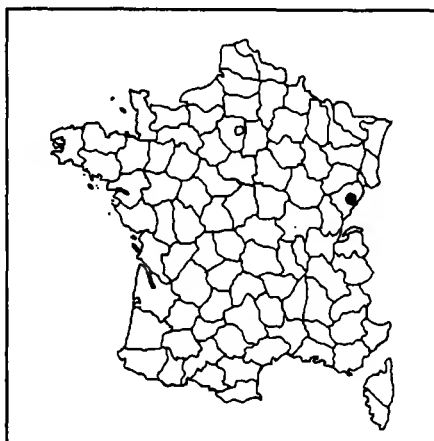
← Forte croissance (8) :
 - 80% : 1932, 1948, 1951, 1966, 1983, 1988
 - 70% : 1930, 1987

← Faible croissance (16) :
 - 80% : 1924, 1947, 1962, 1965, 1979, 1986
 - 70% : 1927, 1931, 1942, 1949, 1950, 1952, 1967, 1968, 1974, 1989

Après une phase de décroissance, liée en grande partie à l'effet biologique normal de l'âge, le peuplement présente une augmentation des largeurs de cerne depuis 1980. Sans exclure le rôle d'autres facteurs, l'historique des coupes permet d'émettre l'hypothèse que ce comportement est l'expression des éclaircies récentes pratiquées dans la parcelle : exploitation de 692 m³ de bois en 1976 et de 825 m³ de sapin en 1986 ; gain de croissance de +26% en 1987 et +34% en 1988. Dans ce peuplement, les crises les plus notables ont été observées en 1924 (-28%), 1947 (-24%), 1962 (-23%), 1986 (-34%) et 1989 (-17%).

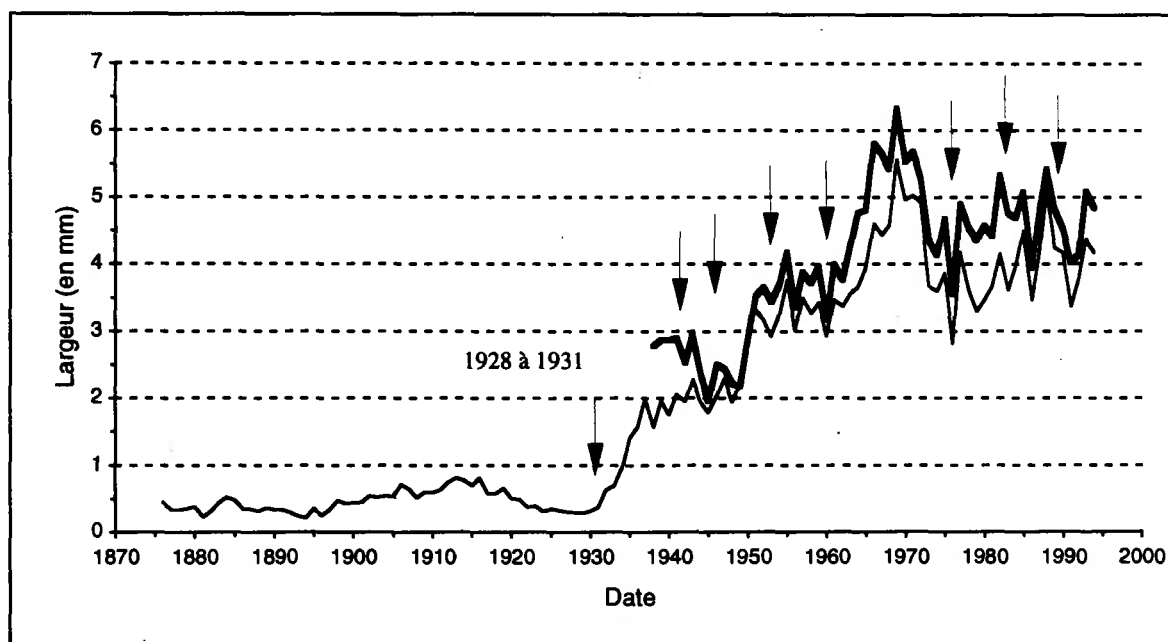
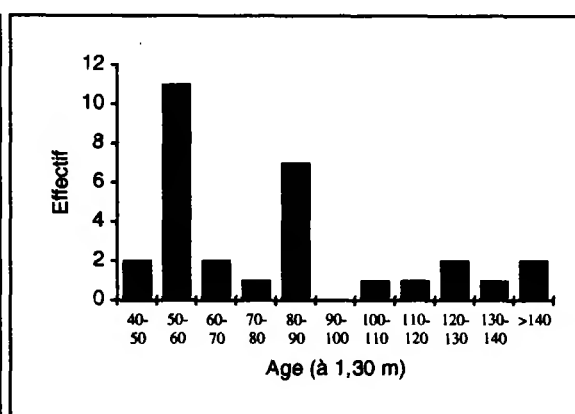
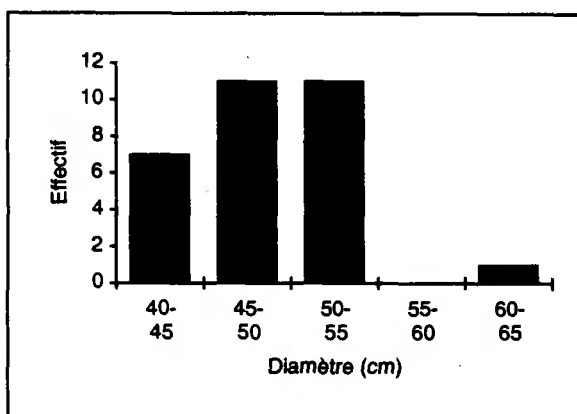
Placette :	SP 25	Forêt : de Ban
Altitude (m) :	1000	Pente (%) : 10
		Exposition : nord-ouest
Département :	Doubs	Région : Franche-Comté

Effectif d'arbres	: 30*	* : voir commentaires
Nombre total de cernes	: 2362	
Longueur de la chronologie	: 1912-1994	



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	81 (±31,8)	47	153
Diamètre (cm)	48 (±4,7)	40	64
Hauteur (m) (n=32)	25,5	22	28
Accroissement (mm/an)	3,23 (±1,15)	1,28	5,38
Largeur d'aubier (mm)	111,4 (±28,6)	58	177

Acr : 1985 à 1994	4,41 mm/an
: 1980 à 1994	4,37 mm/an



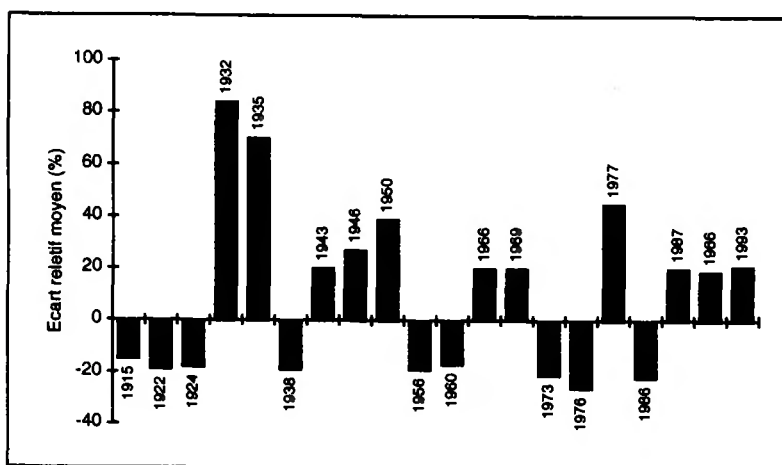
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des jeunes arbres (n=15 ; trait gras) et des vieux arbres (n=15 ; trait fin). Seules les dates pour lesquelles au moins 5 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette SP 25

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 10
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1912-1994 (83 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 2040
 Nombre total d'années caractéristiques : 20

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	73	6	20	21	1956	3	80	16	-19
1988	73	0	26	19	1950	72	3	24	39
1987	76	3	20	20	1946	74	0	25	27
1986	3	93	3	-22	1943	70	4	25	20
1977	96	0	3	45	1938	5	78	15	-19
1976	0	90	10	-26	1935	87	0	12	70
1973	0	90	10	-21	1932	86	0	13	84
1969	86	0	13	20	1924	20	73	6	-18
1966	73	0	26	20	1922	20	73	6	-19
1960	0	70	30	-17	1915	16	75	8	-15

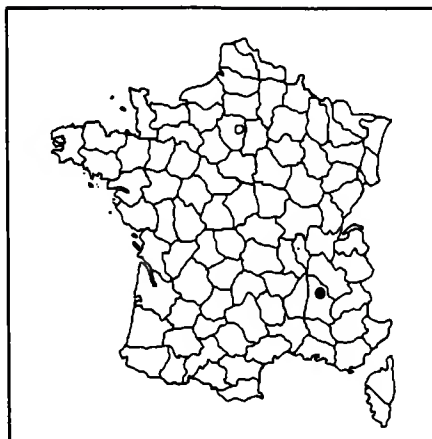


← Forte croissance (11) :
 - 80% : 1932, 1935, 1969, 1977
 - 70% : 1943, 1946, 1950, 1966, 1987, 1988, 1993

← Faible croissance (9) :
 - 80% : 1956, 1973, 1976, 1986
 - 70% : 1915, 1922, 1924, 1938, 1960

Pour les commentaires, voir paragraphe 3.6.2.2. page 32

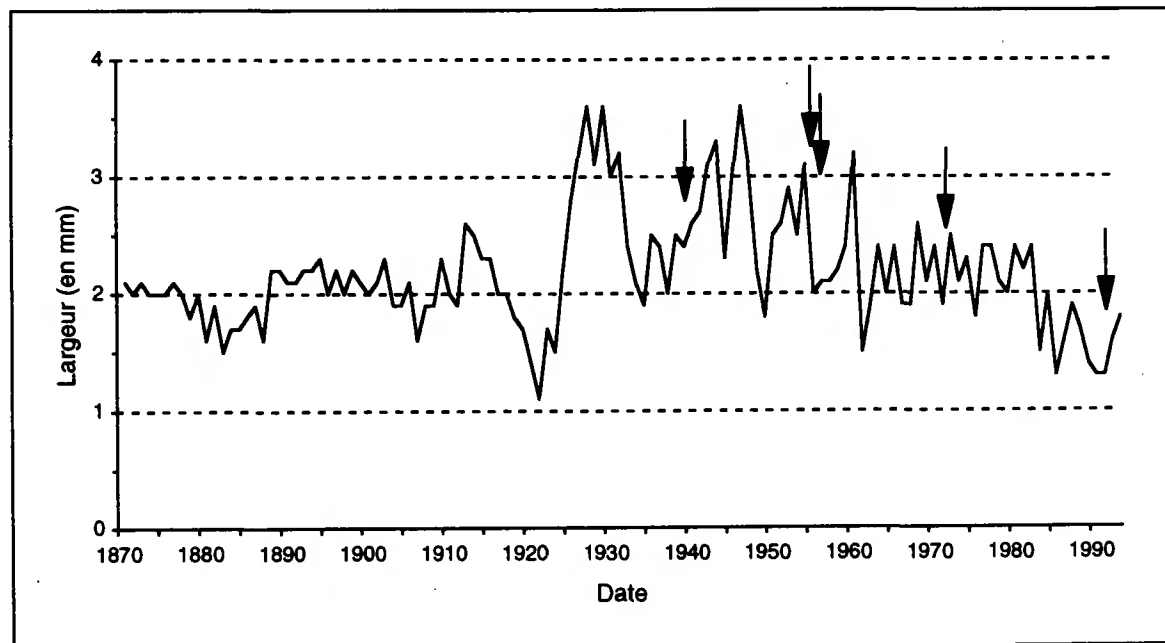
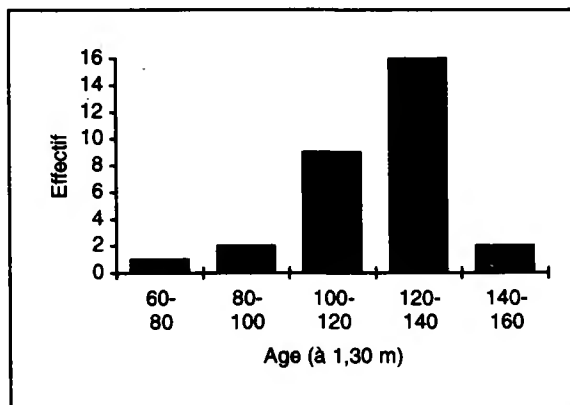
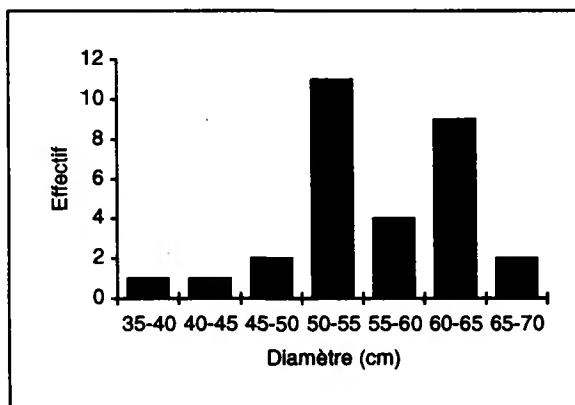
Placette :	SP 26	Forêt : de Lente
Altitude (m) :	1150	Pente (%) : 7
		Exposition : ouest
Département : Drôme	Région : Rhône-Alpes	



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cerne	: 3509
Longueur de la chronologie	: 1871-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	120 (±17)	76	157
Diamètre (cm)	56 (±6,9)	40	69
Hauteur (m) (n=33)	22,6	14,1	28,3
Accroissement (mm/an)	2,23 (±0,47)	1,6	4,04
Largeur d'aubier (mm)	86,3 (±27,1)	30	159

Acr : 1985 à 1994	1,59 mm/an
: 1980 à 1994	1,76 mm/an



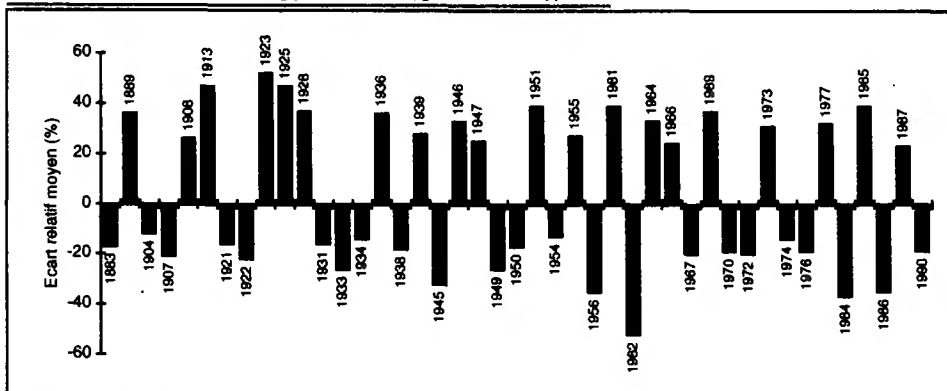
Evolution de la largeur moyenne des cerne (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1882). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette SP 26

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 20
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1882-1994 (113 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 3243
 Nombre total d'années caractéristiques : 43

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)	Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien			Augmentation	Diminution	Maintien	
1990	3	73	23	-19	1949	3	93	3	-26
1987	73	6	20	23	1947	80	3	16	25
1986	0	96	3	-35	1946	93	3	3	33
1985	80	0	20	39	1945	0	96	3	-32
1984	0	96	3	-37	1939	83	3	13	28
1977	83	3	13	32	1938	3	80	16	-18
1976	0	76	23	-19	1936	86	0	13	36
1974	10	70	20	-14	1934	6	70	23	-14
1973	80	0	20	31	1933	0	90	10	-26
1972	3	80	16	-20	1931	3	80	16	-16
1970	0	86	13	-19	1926	86	0	13	37
1969	93	0	6	37	1925	89	3	6	47
1967	0	80	20	-20	1923	82	3	13	52
1966	70	3	26	24	1922	3	75	20	-22
1964	73	6	20	33	1921	3	75	20	-16
1962	0	100	0	-52	1913	85	3	10	47
1961	93	0	6	39	1908	75	10	14	26
1956	0	100	0	-35	1907	7	77	14	-21
1955	83	0	16	27	1904	18	74	7	-12
1954	13	73	13	-13	1889	70	12	16	36
1951	96	0	3	39	1883	14	71	14	-17
1950	6	80	13	-17					



Forte croissance (20) :

- 80% : 1913, 1923, 1925, 1926, 1936, 1939, 1946, 1947, 1951, 1955, 1961, 1969, 1973, 1977, 1985

- 70% : 1889, 1908, 1964, 1966, 1987

Faible croissance (23) :

- 80% : 1931, 1933, 1938, 1945, 1949, 1950, 1956, 1962, 1967, 1970, 1972, 1984, 1986

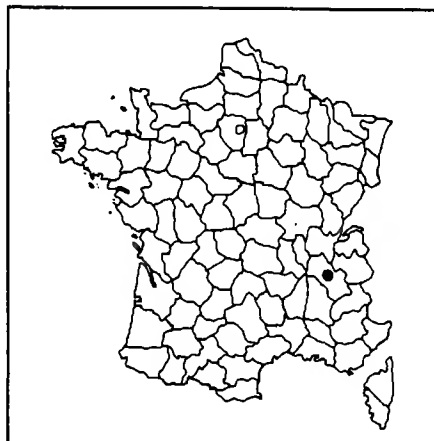
- 70% : 1883, 1904, 1907, 1921, 1922, 1934, 1954, 1974, 1976, 1990

Il s'agit d'un des plus vieux peuplements de sapin pectiné du réseau. Depuis l'origine, le peuplement présente des fluctuations de croissance variables en durée et en intensité. L'absence de données anciennes sur le suivi de l'exploitation de la parcelle ne permet pas de confirmer l'origine sylvicole (probable) du "saut" de croissance observé après 1920. Après une période de stabilité, la croissance a notablement diminué depuis les années 1980 (effet de la succession d'épisodes climatiques particuliers ; froids et/ou sécheresses ?). Outre ce comportement général, les variations interannuelles sont également importantes (38% d'années caractéristiques) avec des années particulières comme 1956 et 1962 ou 100% des arbres échantillonnés ont présenté une réduction de croissance de -35% et -52%. L'année froide 1986 est bien marquée (-35%) ainsi que les sécheresses de 1976 et 1990 (-19% et -19%).

Placette :	SP 38	Forêt : de Saint-Hugon
Altitude (m) :	1100	Pente (%) : 35
		Exposition : est
Département :	Isère	Région : Rhône-Alpes

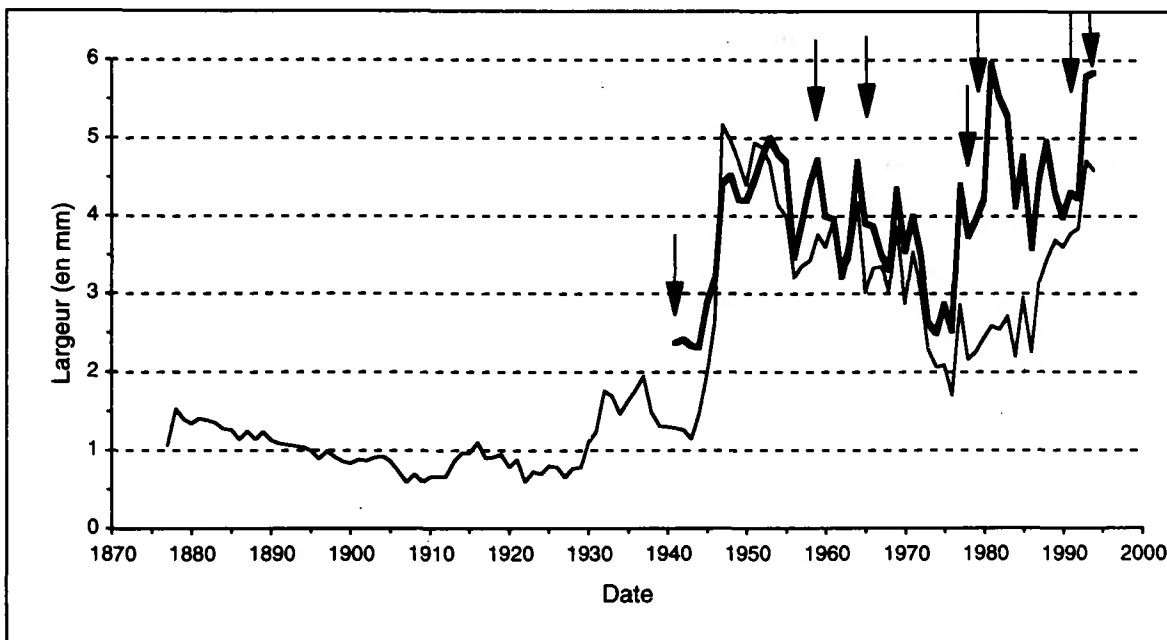
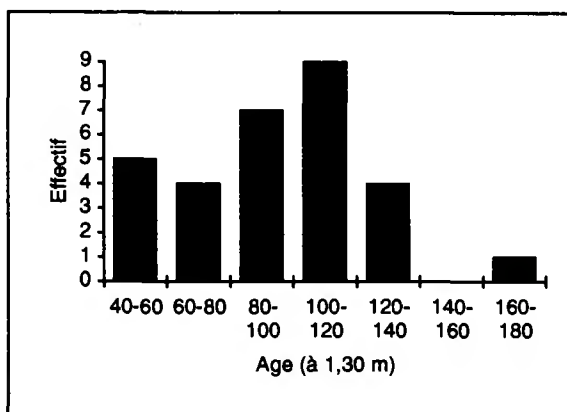
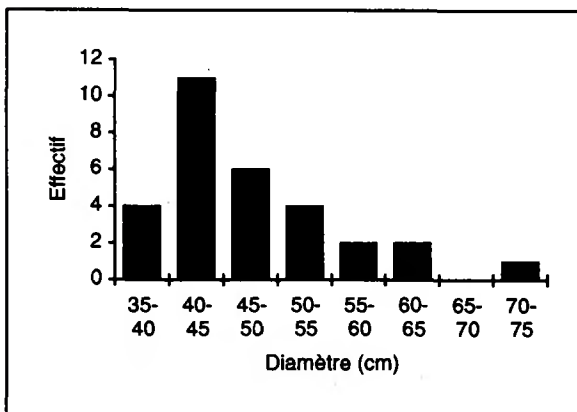
Effectif d'arbres	: 30*
Nombre total de cemes	: 2733
Longueur de la chronologie	: 1890-1994

* : voir commentaire



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	94 (±28,3)	46	162
Diamètre (cm)	47 (±7,9)	36	71
Hauteur (m) (n=34)	27,8	23,2	32,5
Accroissement (mm/an)	2,7 (±1,08)	1,22	5,06
Largeur d'aubier (mm)	100,4 (±40,3)	54	235

Acr : 1985 à 1994	3,88 mm/an
: 1980 à 1994	3,64 mm/an



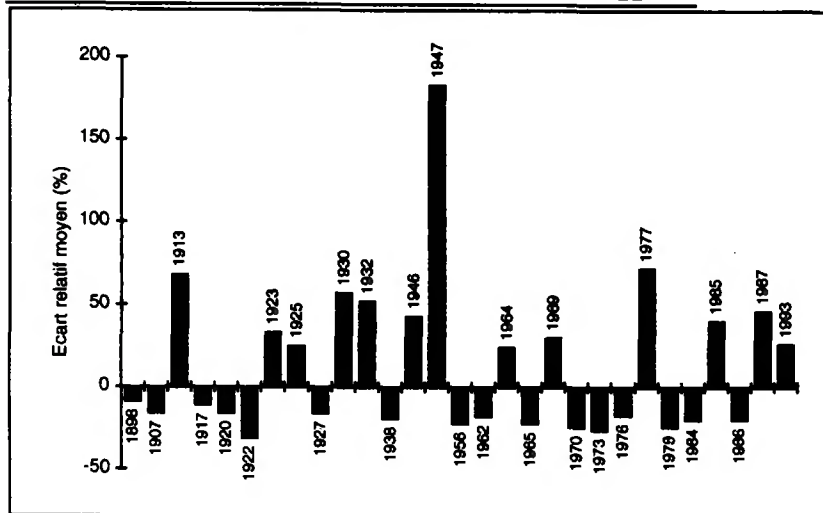
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date des jeunes arbres (n=8 ; trait gras) et des vieux arbres (n=22 ; trait fin). Seules les dates pour lesquelles au moins 5 arbres étaient disponibles ont été prises en compte. Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette SP 38

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 10
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1890-1994 (105 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 2575
 Nombre total d'années caractéristiques : 29

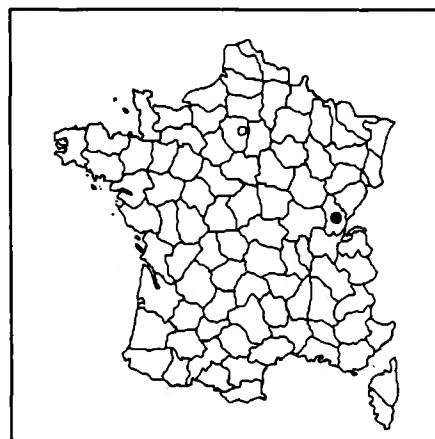
Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	70	3	26	26	1947	93	0	6	183
1987	86	0	13	46	1946	79	10	10	43
1986	3	80	16	-20	1938	4	70	25	-19
1985	83	0	16	40	1932	87	4	8	52
1984	3	70	26	-20	1930	81	18	0	57
1978	0	86	13	-24	1927	18	72	9	-16
1977	100	0	0	72	1925	77	4	18	25
1976	0	70	30	-17	1923	72	18	9	33
1973	0	100	0	-26	1922	9	81	9	-31
1970	0	90	10	-24	1920	9	71	19	-16
1969	93	3	3	30	1917	19	71	9	-11
1965	6	86	6	-22	1913	85	5	10	68
1964	86	0	13	24	1907	11	70	17	-16
1962	3	76	20	-18	1898	14	71	14	-9
1956	0	83	16	-22					



- ← Forte croissance (13) :
- 80% : 1913, 1930, 1932, 1947, 1964, 1969, 1977, 1985, 1987
 - 70% : 1923, 1925, 1946, 1993
-
- ← Faible croissance (16) :
- 80% : 1922, 1956, 1965, 1970, 1973, 1978, 1986
 - 70% : 1898, 1907, 1917, 1920, 1927, 1938, 1962, 1976, 1984

Pour les commentaires, voir paragraphe 3.6.2.2. page 32

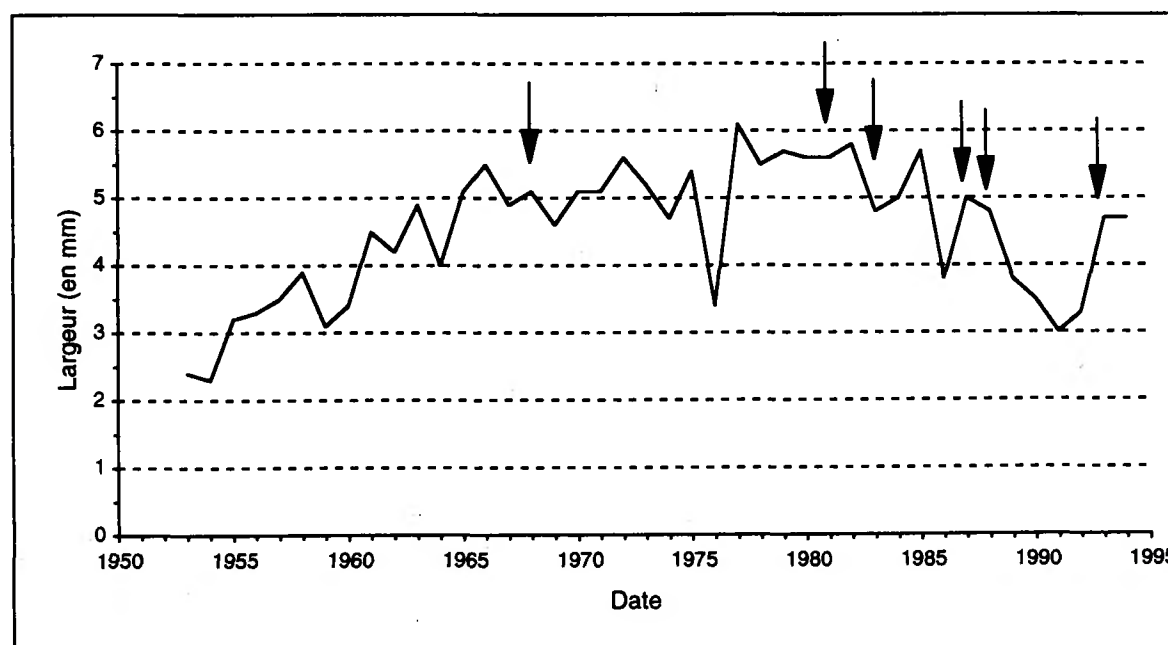
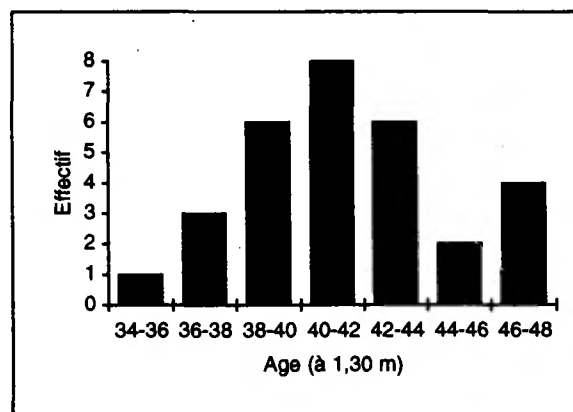
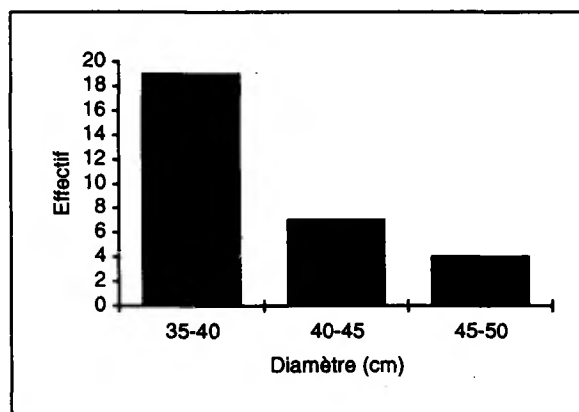
Placette :	SP 39	Forêt : d'Arbois
Altitude (m) :	560	Pente (%) : 7
		Exposition : sud-est
Département :	Jura	Région : Franche-Comté



Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cemes	: 1207
Longueur de la chronologie	: 1953-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	41 (±3)	35	47
Diamètre (cm)	40 (±3,6)	35	49
Hauteur (m) (n=36)	23,6	20	25
Accroissement (mm/an)	4,57 (±0,57)	3,54	6,54
Largeur d'aubier (mm)	95,9 (±22,1)	62	134

Acr : 1985 à 1994	4,23 mm/an
: 1980 à 1994	4,61 mm/an

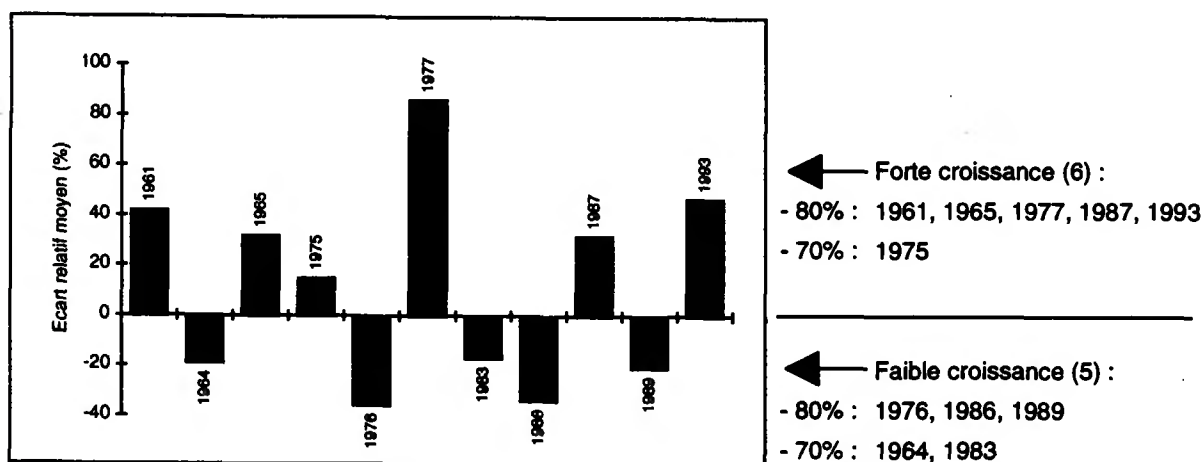


Evolution de la largeur moyenne des cemes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1960). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette SP 39
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1960-1994 (35 ans)
 Nombre total de cemes disponibles pour cette période : 1050
 Nombre total d'années caractéristiques : 11

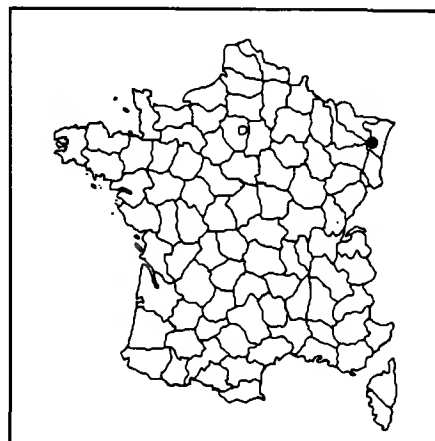
Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1993	96	0	3	47
1989	3	80	16	-21
1987	96	0	3	32
1986	0	96	3	-34
1983	0	73	26	-17
1977	100	0	0	86
1976	3	90	6	-36
1975	73	10	16	15
1965	86	0	13	32
1964	3	76	20	-19
1961	80	6	13	42



Il s'agit du plus jeune peuplement de sapin pectiné du réseau. Depuis l'origine, le peuplement a connu quelques crises de croissance notamment en 1964, 1976 (-36%), 1986 (-34%) et de 1988 à 1994 (centrée sur 1989 (-21%) et 1991). Actuellement, le peuplement semble avoir bien récupéré étant donné la forte croissance observée depuis 1992 (retour à de meilleures conditions climatiques et/ou effet des éclaircies). Malgré cette récente crise, ce jeune peuplement présente un des plus hauts niveaux d'accroissements observés pour cette espèce dans le réseau (4,3 mm/an).

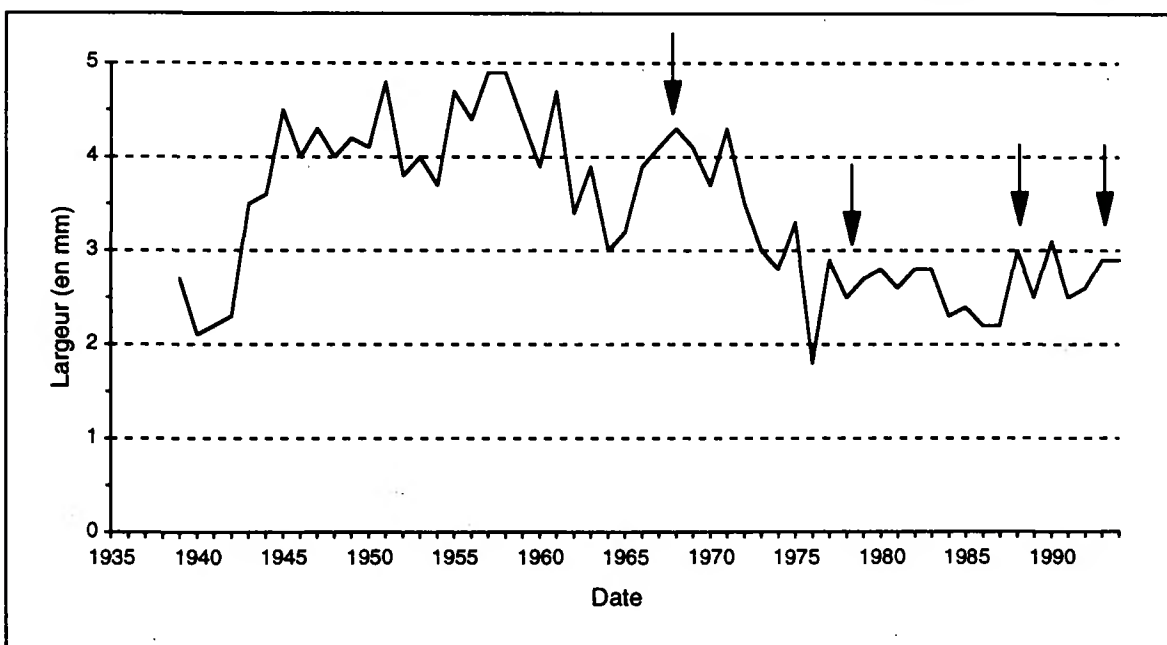
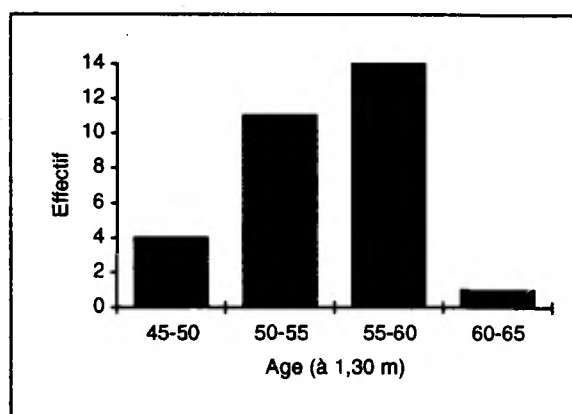
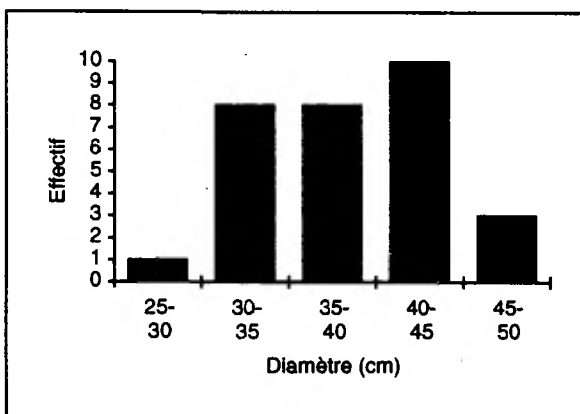
Placette :	SP 57	Forêt : d'Abreschviller
Altitude (m) :	400	Pente (%) : 20
		Exposition : nord-ouest
Département :	Moselle	Région : Lorraine

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 1595
Longueur de la chronologie	: 1939-1994



	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	54 (±4,1)	46	60
Diamètre (cm)	39 (±5)	29	48
Hauteur (m) (n=30)	27,8	25,3	31,2
Accroissement (mm/an)	3,41 (±0,56)	2,54	4,99
Largeur d'aubier (mm)	78,5 (±16,4)	48	124

Acr : 1985 à 1994	2,63 mm/an
: 1980 à 1994	2,64 mm/an

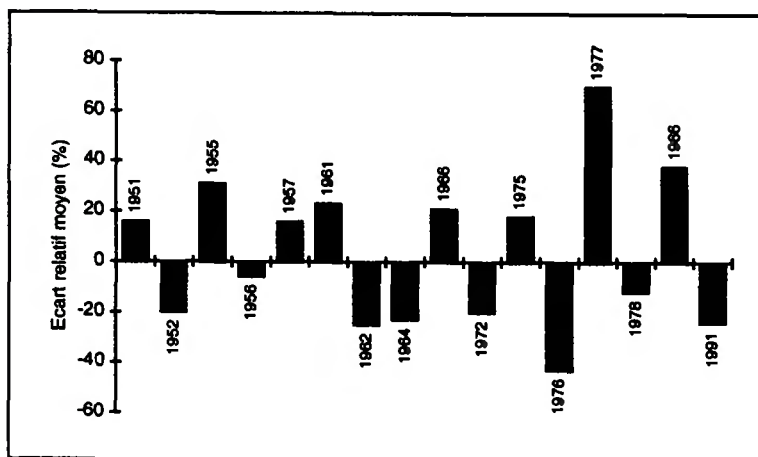


Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1950). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette SP57
(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1950-1994 (45 ans)
 Nombre total de cerne disponibles pour cette période : 1350
 Nombre total d'années caractéristiques : 16

Année	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)			Ecart relatif moyen (%)
	Augmentation	Diminution	Maintien	
1991	0	80	20	-24
1988	90	3	6	38
1978	6	70	23	-12
1977	93	6	0	70
1976	0	93	6	-43
1975	70	6	23	18
1972	3	70	26	-20
1966	70	0	30	21
1964	3	90	6	-23
1962	0	90	10	-25
1961	76	3	20	23
1957	73	6	20	16
1956	3	26	70	-6
1955	80	0	20	31
1952	0	80	20	-20
1951	70	10	20	16

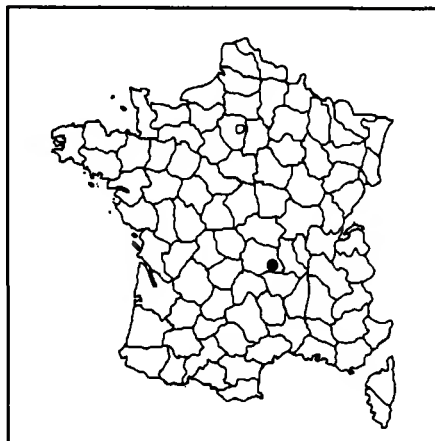


← Forte croissance (8) :
 - 80% : 1955, 1977, 1988
 - 70% : 1951, 1957, 1961, 1966, 1975

← Faible croissance (8) :
 - 80% : 1952, 1962, 1964, 1976, 1991
 - 70% : 1956, 1972, 1978

Parallèlement à la décroissance, liée en partie à l'effet biologique normal de l'âge, le peuplement présente des variations interannuelles de plus ou moins fortes amplitudes, comme par exemple les années 1962, 1964, 1976 (-43%), 1989, 1991 (-24%). Actuellement, les largeurs de cerne tendent à augmenter probablement en relation avec les éclaircies pratiquées dans la parcelle (exploitation de 856 m³ de bois en 1978 et 430 m³ en 1988).

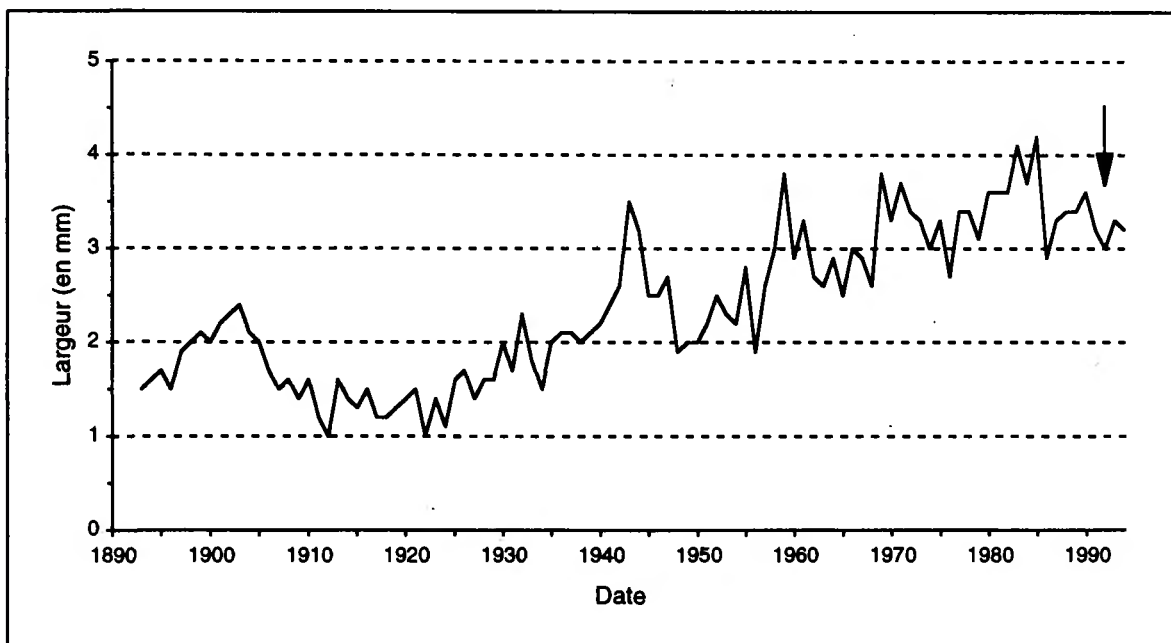
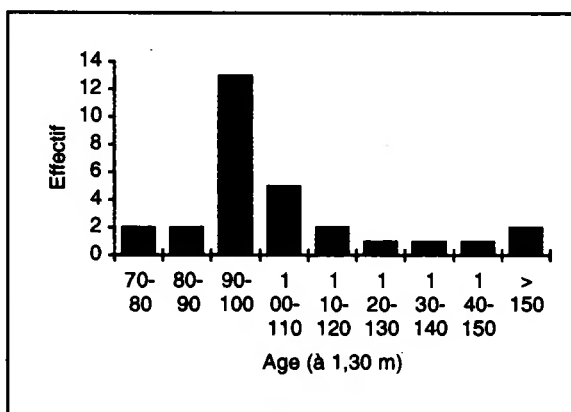
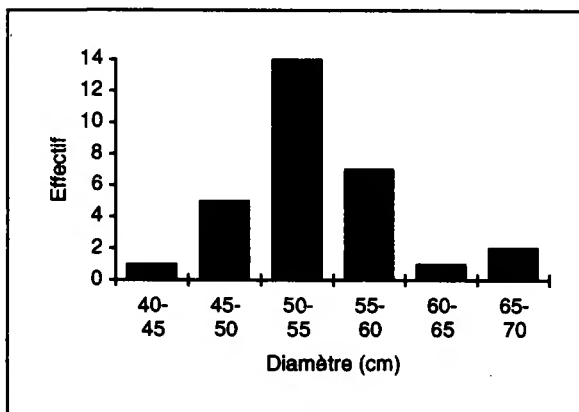
Placette :	SP 63	Forêt : du Livradois
Altitude (m) :	1040	Pente (%) : 25
		Exposition : sud-ouest
Département :	Puy-de-Dôme	Région : Auvergne



Effectif d'arbres	: 29
Nombre total de cerne	: 3061
Longueur de la chronologie	: 1893-1994

* voir commentaires	Moyenne *	Minimum	Maximum
	(± écart-type)		
Age (à 1,30 m) (ans)	100 (±14,4)	77	225
Diamètre (cm)	53 (±6,4)	40	67
Hauteur (m) (n=35)	26,9	20,8	32,5
Accroissement (mm/an)	2,54 (±0,49)	1,17	3,52
Largeur d'aubier (mm)	116 (±26,3)	55	192

Acr : 1985 à 1994	3,35 mm/an
: 1980 à 1994	3,47 mm/an



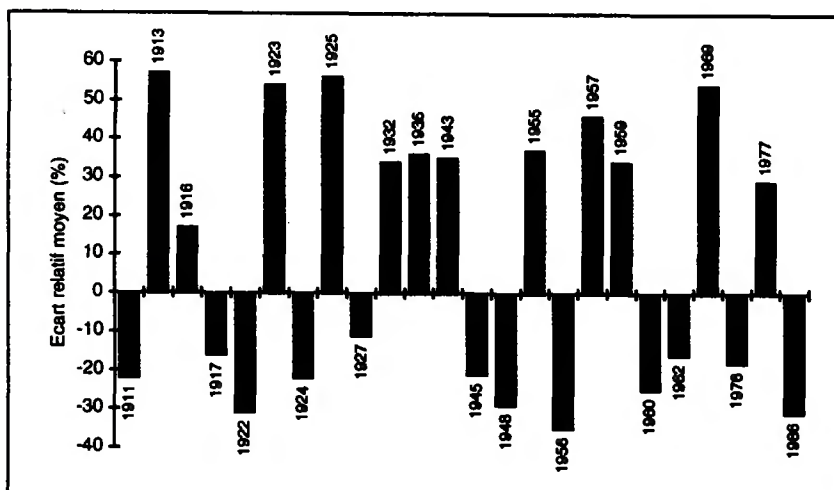
Evolution de la largeur moyenne des cerne (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1907). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette SP 63

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte	: 25
Période de calcul des rapports inter-annuels	: 1907-1994 (88 ans)
Nombre total de cernes disponibles pour cette période	: 2516
Nombre total d'années caractéristiques	: 24

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1986	0	100	0	-31	1943	82	3	13	35
1977	75	0	24	29	1935	86	0	13	36
1976	3	72	24	-18	1932	93	3	3	34
1969	96	0	3	54	1927	13	79	6	-11
1962	0	72	27	-16	1925	89	3	6	56
1960	0	86	13	-25	1924	0	75	24	-22
1959	82	3	13	34	1923	82	6	10	54
1957	72	0	27	46	1922	6	86	6	-31
1956	3	86	10	-35	1917	7	74	18	-16
1955	86	0	13	37	1916	70	7	22	17
1948	3	86	10	-29	1913	100	0	0	57
1945	0	82	17	-21	1911	4	84	12	-22



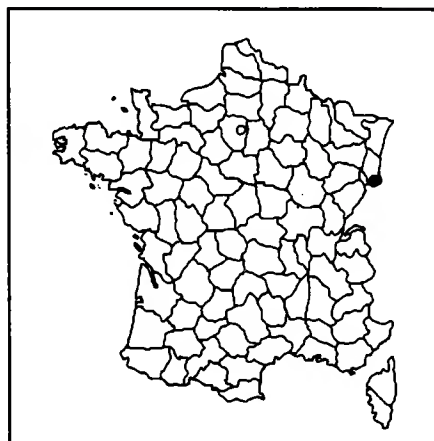
- ← Forte croissance (12) :
- 80% : 1913, 1923, 1925, 1932, 1935, 1943, 1955, 1959, 1969
 - 70% : 1916, 1957, 1977
-
- ← Faible croissance (12) :
- 80% : 1911, 1922, 1945, 1948, 1956, 1960, 1966
 - 70% : 1917, 1924, 1927, 1962, 1976

Les valeurs moyennes ont été calculées sans prendre en compte les deux vieux arbres (203 et 225 ans) non représentatif du peuplement. Le sapin de 225 ans (en 1994 à 1,30 m) est d'ailleurs le plus vieux sapin échantillonné dans le réseau. Depuis 1920, le peuplement présente une augmentation continue de la croissance radiale. L'absence de données anciennes sur le suivi de l'exploitation de la parcelle ne permet pas de confirmer l'origine sylvicole de ce comportement. Actuellement le niveau de croissance est élevé et de l'ordre de 3,3 mm/an. Les fluctuations interannuelles les plus notables correspondent aux années 1948, 1956 (-35%), 1960 (-25%), 1976 (-18%) et 1986 (-31%).

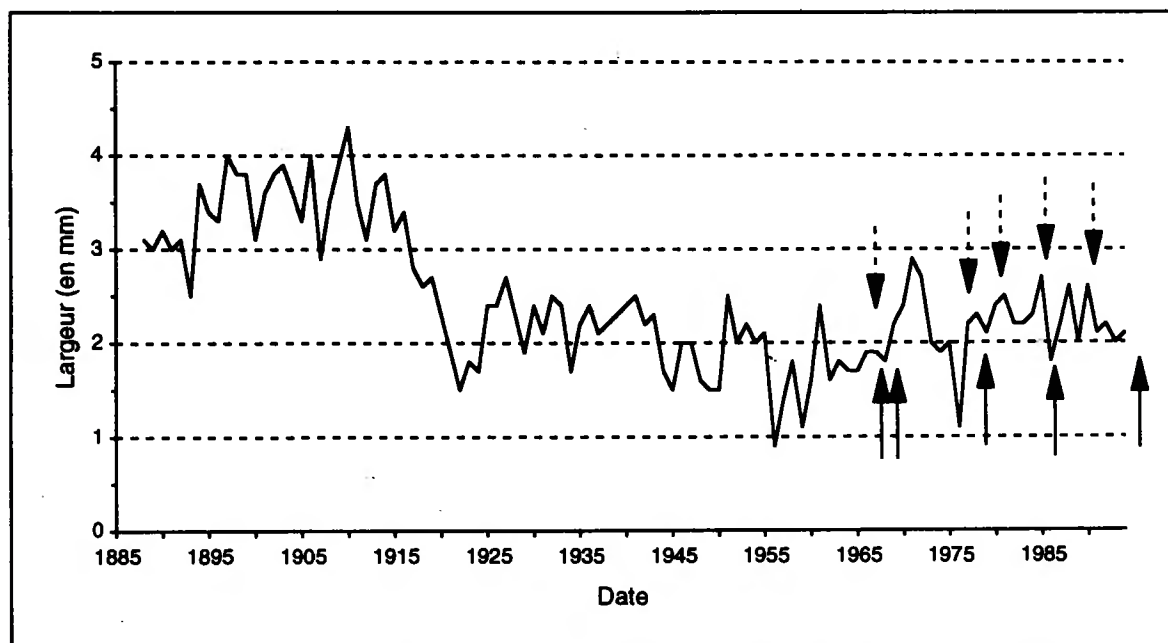
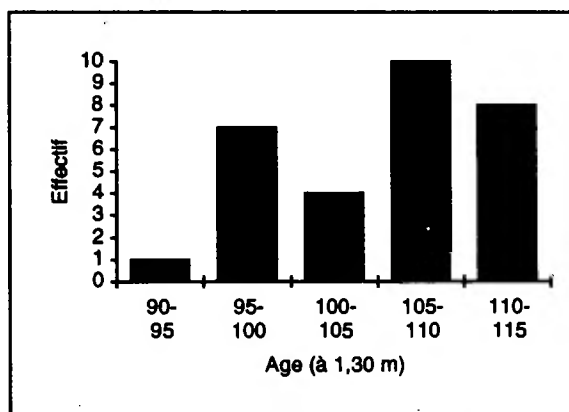
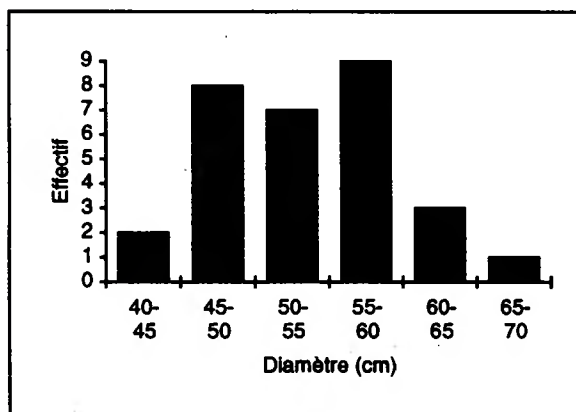
Placette :	SP 68	Forêt : de Guebwiller
Altitude (m) :	680	Pente (%) : 45
Département :	Haut-Rhin	Exposition : nord-ouest
		Région : Alsace

Effectif d'arbres	: 30
Nombre total de cernes	: 3095
Longueur de la chronologie	: 1888-1994

	Moyenne (± écart-type)	Minimum	Maximum
Age (à 1,30 m) (ans)	104 (±6,2)	93	114
Diamètre (cm)	53 (±5,9)	45	66
Hauteur (m) (n=33)	29,5	25,9	34
Accroissement (mm/an)	2,42 (±0,34)	1,86	3,08
Largeur d'aubier (mm)	94,2 (±27,9)	51	160



Acr : 1985 à 1994	2,23 mm/an
: 1980 à 1994	2,26 mm/an



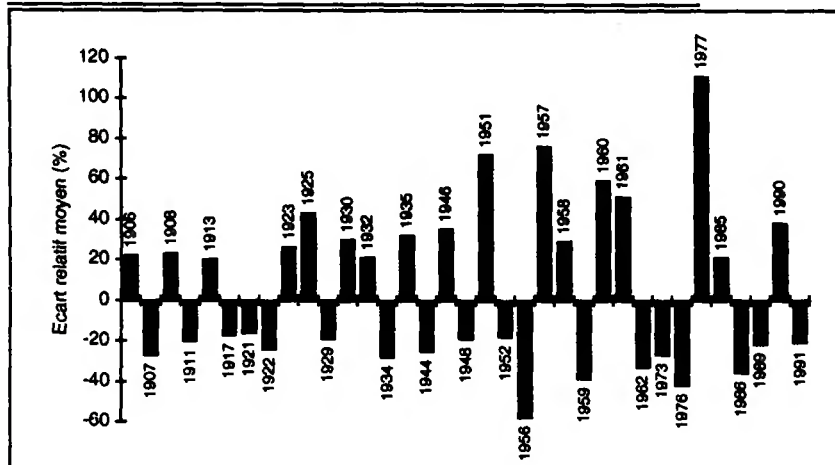
Evolution de la largeur moyenne des cernes (en mm) selon la date. Seules les dates pour lesquelles au moins 10 arbres étaient disponibles ont été prises en compte (30 arbres à partir de 1902). Les dates des interventions sylvicoles ont été indiquées par une flèche.

Années caractéristiques pour la placette SP 68

(Calcul sur les rapports inter-annuels au seuil de 10%)

Effectif minimum d'arbres pris en compte : 30
 Période de calcul des rapports inter-annuels : 1902-1994 (93 ans)
 Nombre total de cernes disponibles pour cette période : 2790
 Nombre total d'années caractéristiques : 35

Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				Ecart relatif moyen (%)	Fréquence de l'évolution interannuelle (%)				
Année	Augmentation	Diminution	Maintien		Année	Augmentation	Diminution	Maintien	
1991	3	76	20	-21	1946	86	3	10	35
1990	70	10	20	38	1944	3	96	0	-25
1989	0	76	23	-22	1935	83	3	13	32
1986	0	100	0	-36	1934	0	93	6	-28
1985	73	0	26	21	1932	76	0	23	21
1977	96	0	3	111	1930	80	3	16	30
1976	0	100	0	-42	1929	6	76	16	-19
1973	0	96	3	-27	1925	96	0	3	43
1962	3	93	3	-33	1923	70	3	26	26
1961	90	0	10	51	1922	0	86	13	-24
1960	100	0	0	59	1921	0	76	23	-16
1959	0	96	3	-39	1917	6	86	6	-17
1958	73	3	23	29	1913	73	0	26	20
1957	86	3	10	76	1911	0	90	10	-20
1956	0	100	0	-58	1908	83	0	16	23
1952	0	76	23	-18	1907	0	90	10	-27
1951	100	0	0	72	1906	76	0	23	22
1948	10	70	20	-19					



- ← Forte croissance (17) :
- 80% : 1908, 1925, 1930, 1935, 1946, 1951, 1957, 1960, 1961, 1977
 - 70% : 1906, 1913, 1923, 1932, 1958, 1985, 1990
-
- ← Faible croissance (18) :
- 80% : 1907, 1911, 1917, 1922, 1934, 1944, 1952, 1959, 1962, 1973, 1976, 1986
 - 70% : 1921, 1929, 1948, 1952, 1989, 1991

Après une période de diminution (effet biologique normal de l'âge et/ou de la compétition intra-peuplement) puis de stabilité, la croissance tend à augmenter depuis les années 1950 ce qui coïncide l'amélioration de la gestion sylvicole dans le parcelle. Dans ce peuplement, les réductions les plus notables de croissance ont été observées au cours des années 1907 (-27%), 1934 (-28%), 1956 (-58% pour 100% des arbres), 1959, 1962, 1976 (-42%), 1986 (-36%), 1989 (-22%) et 1991 (-21%).

Crédit photographique (couverture)

Florence et François Lebourgeois

Légende des photos de la couverture

En haut à gauche : Prélèvement d'une carotte à l'aide d'une tarière motorisée dans le peuplement de douglas en forêt des Avants-Monts (DOU34) dans l'Hérault

En haut à droite : Identification de chaque carotte après prélèvement

Milieu à gauche : Système informatisé de mesure des largeurs de cernes

Milieu à droite : Préparation de chaque carotte avant la mesure des largeurs de cernes

En bas à gauche : Anatomie des cernes d'un chêne (CHS 18), la hauteur de la photo correspond à 9 mm réel

En bas à droite : Anatomie des cernes d'un hêtre (HET 30), la hauteur de la photo correspond à 9 mm réel

Exemplaires imprimés : 900

Imprimerie ONF - Fontainebleau



ISBN 2 - 84207 - 075 - 5
Dépôt légal 1^{er} semestre 1997



Direction Technique et Commerciale
Département des Recherches Techniques
Réseau RENECOFOR
Boulevard de Constance - 77300 Fontainebleau
Tél. : +33 (0) 1 60 74 92 10 - Fax : +33 (0) 1 64 22 49 73
E-mail : dte5onf@calvanet.calvacom.fr