

QUALITÉ DU BOIS ET LARGEUR D'ACCROISSEMENTS EN FORÊT DE TRONÇAIS

H. POLGE

Class. Oxford 815 (44 - AUVERGNE)

Produire plus vite des chênes plus gros, mais de qualités technologiques satisfaisantes, est un vieux rêve qui semble avoir hanté les nuits de nombreuses générations de forestiers. Tel était en particulier l'objectif que s'étaient fixé Ducellier (1930 et 1931), Lorne (1956 et 1959), et plus récemment de Saint-Vaulry (1969).

Par ailleurs, certaines pratiques sylvicoles modernes, comme la pré-désignation des arbres de place (Venet 1967 a et 1968), dont le but premier est de réduire le coût des dégagements de semis ou des premières éclaircies, risquent, en attirant matériellement l'attention sur un certain nombre de tiges, et en faisant à leur profit toutes les opérations culturales, de favoriser leur croissance, donc de leur faire produire des cernes plus larges, dans des limites, il est vrai, imposées par la fertilité de la station.

Au reste, l'effet propre de la largeur des accroissements sur la valeur des produits demeure controversé, puisque Venet (1967b) fait état de prix de vente augmentant très fortement lorsque l'épaisseur des couches annuelles diminue, alors que Schulz (1959) affirme que la largeur des cernes ne joue pas, dans le prix du bois de tranchage, le rôle absolument déterminant que beaucoup lui attribuent.

Si l'on veut sortir des discussions théoriques souvent basées sur des idées reçues, ou même sur des considérations d'ordre affectif, la nécessité apparaît d'étudier de façon approfondie les relations entre la vitesse de croissance et les diverses caractéristiques physiques ou mécaniques du bois de chêne.

Tel est le but du présent travail consacré à une seule forêt, mais combien prestigieuse, celle de Tronçais, où ces liaisons sont analysées à trois niveaux : à l'intérieur de diverses parcelles unitaires, entre moyennes de parcelles, et enfin à l'intérieur des arbres, dans le cas où des accélérations de croissance, voulues ou non, ont été constatées.

Un compte-rendu complet des résultats obtenus sera publié dans les *Annales des sciences forestières* (Polge et Keller, 1973, **30**, 3), mais il a paru utile de donner ici un résumé des principaux enseignements qui ont pu en être tirés.

Il ne sera fait état que de ceux obtenus à partir de tests non destructifs qui ont porté sur un très large échantillonnage (125 arbres). Mais on doit signaler que, dans les essais sur éprouvettes normalisées, la densité du bois est apparue une fois de plus comme le critère de qualité numéro un, puisque les caractéristiques mécaniques

(résistance en flexion statique, en compression axiale ou en compression de flanc, résistance au choc, dureté), ainsi que certaines caractéristiques physiques essentielles (rétractibilité) sont liées à l'infra-densité globale ou à certaines composantes de la densité, que l'on peut mesurer très facilement sur carottes de sondage, par des corrélations positives très étroites.

On peut penser que l'on disposera toujours en France d'approvisionnements suffisants en bois de chêne dur et nerveux à caractéristiques mécaniques élevées ; en revanche, le déficit en bois tendre apte aux utilisations les plus nobles, comme le tranchage ou l'ébénisterie fine, ne cesse de s'aggraver ; il est donc raisonnable, dans des forêts comme celle de Tronçais où cela est possible de rechercher avant tout la production de bois à faible densité, à faible rétractibilité, à faible hétérogénéité et à faible dureté, les quatre allant généralement de pair, même s'il doit en résulter une diminution des autres caractéristiques mécaniques.

Cet objectif étant défini, on considèrera dans les développements qui vont suivre que faible densité est, au cas particulier, synonyme de qualité.

ECHANTILLONNAGE

Il a été prélevé sous forme de carottes de sondage dans 5 parcelles différentes (69 de 1^{re} série, 22 de 2^e série, 61 de 3^e série, 35 de 5^e série et 17 de 6^e série), à raison de 25 échantillons par parcelle. Les peuplements avaient des âges échelonnés de 80 ans environ jusqu'aux alentours de 300 ans ; les placettes d'essais étaient réparties sur les deux principales roches-mères de Tronçais : à savoir le grès du trias et les sables et argiles mio-pliocènes ; quant au type de sol, il s'échelonnait du sol brun faiblement lessivé jusqu'au sol lessivé à pseudogley.

La méthodologie utilisée est largement décrite dans le compte-rendu des *Annales* référencé plus haut.

RESULTATS

Liaisons entre arbres à l'intérieur des parcelles

La matrice des coefficients de corrélation n'est pas redonnée ici ; elle confirme que pour le chêne la densité du bois est en relation étroite avec deux défauts graves : rétractibilité (principalement dans le sens tangentiel) et hétérogénéité (différence entre moyenne des densités maximales et moyenne des densités minimales annuelles).

De ce fait, les liaisons les plus importantes pour le sylviculteur sont bien celles qui peuvent exister entre la densité et la largeur des accroissements.

Contrairement à ce qu'on aurait pu penser au vu de la littérature, le coefficient de corrélation intra-parcelles correspondant est faible ($r = 0,202$), significatif au seuil de 5 % seulement ; qui plus est, aucune corrélation significative n'existe à l'intérieur des parcelles prises isolément, ainsi que cela apparaît très nettement sur la figure n° 1, qui concerne la parcelle 35 de 5^e série ($r = 0,238$ NS), la parcelle 31 de 3^e série ($r = 0,054$ NS), la parcelle 69 de 1^{re} série ($r = 0,259$ NS) et sur la figure n° 2 relative à la parcelle 17 de 6^e série ($r = 0,309$ NS) et la parcelle 22 de 2^e série ($r = 0,109$ NS).

On peut voir que dans toutes les parcelles, il est possible de rencontrer des arbres à accroissements relativement larges, qui ne soient cependant pas entachés d'une densité trop élevée ; le cas le plus typique est celui de l'arbre 20 qui est, dans la parcelle 61, celui dont la croissance est la plus rapide et dont cependant la densité du bois est particulièrement faible.

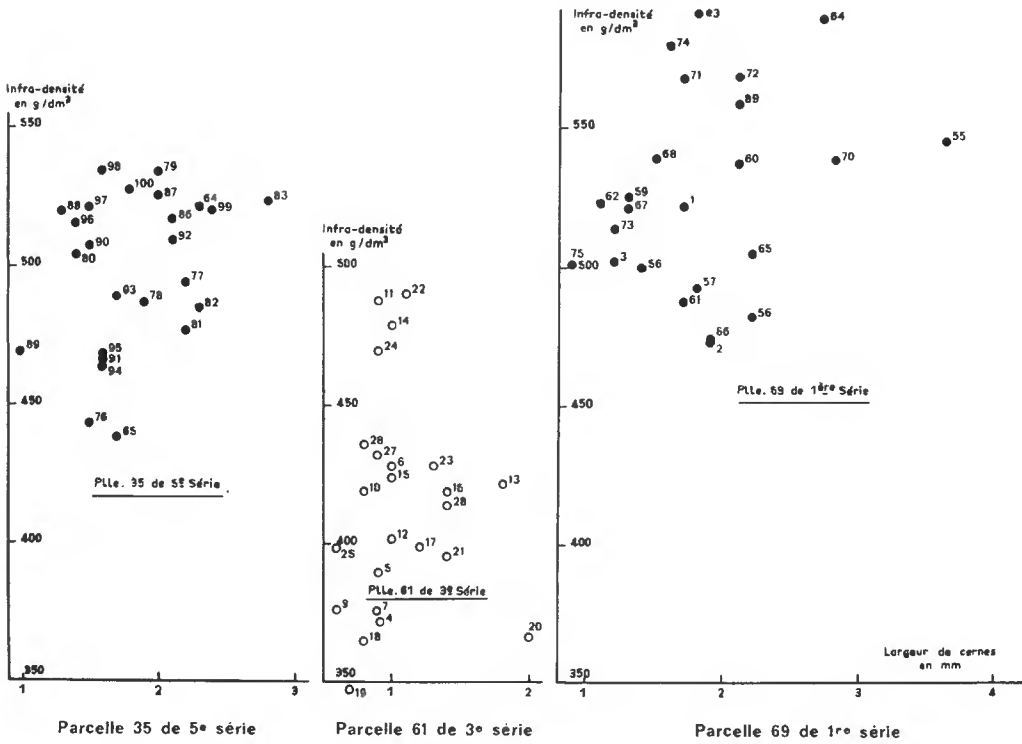
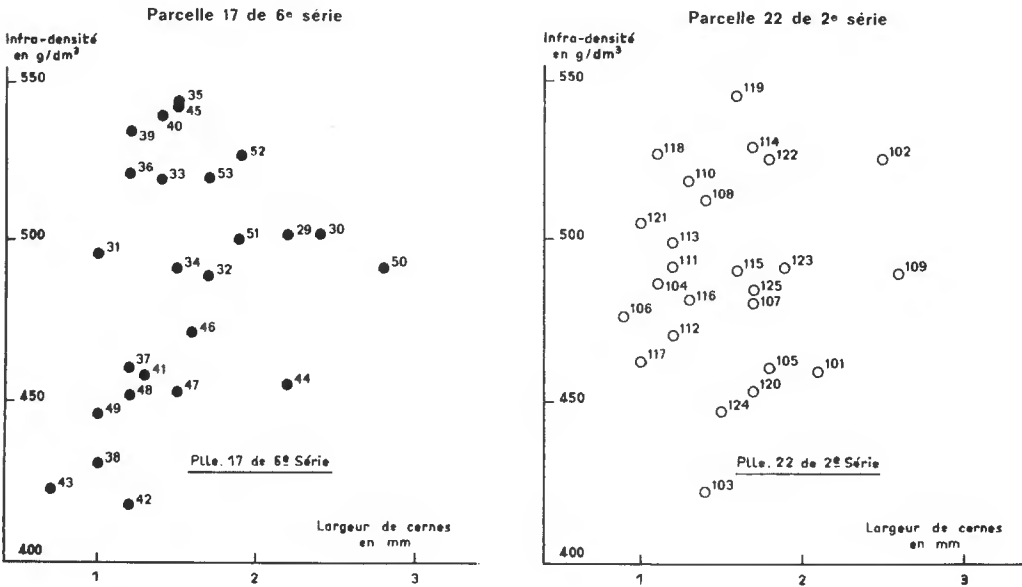


Figure n° 1

RELATIONS ENTRE DENSITÉ ET LARGEUR D'ACCROISSEMENTS A L'INTÉRIEUR DES PARCELLES

Figure n° 2



Cette quasi-indépendance entre infra-densité et largeur de cernes dans des comparaisons faites entre arbres à l'intérieur d'une même parcelle, ainsi que la très large variabilité de la structure anatomique du chêne en forêt de Tronçais sont illustrées par la figure n° 3 qui regroupe des négatifs de radiographie de 6 carottes de sondage extraites dans l'ordre de 4 arbres de la parcelle 61 de 3^e série, d'un arbre de la parcelle 35 de 5^e série et d'un arbre de la parcelle 22 de 2^e série ; sur ces images, les parties denses du bois (rayons ligneux et plages de fibres) apparaissent en noir, alors que les moins denses (zones de petits vaisseaux et de parenchyme périvasculaire) se traduisent par des tons gris plus ou moins foncés, les gros vaisseaux de la zone initiale étant quant à eux représentés par des points blancs de tailles variées.

L'arbre 7 représente le « Tronçais » classique avec des accroissements inférieurs au millimètre ; ce n'est cependant pas le moins dense ($D = 376 \text{ g/dm}^3$) car ses vaisseaux de la zone initiale sont de très petit diamètre.

L'arbre 12 a une densité qui n'est guère plus élevée : 402 g/dm^3 (bien que ses cernes soient plus larges) grâce essentiellement à des diamètres de vaisseaux bien supérieurs.

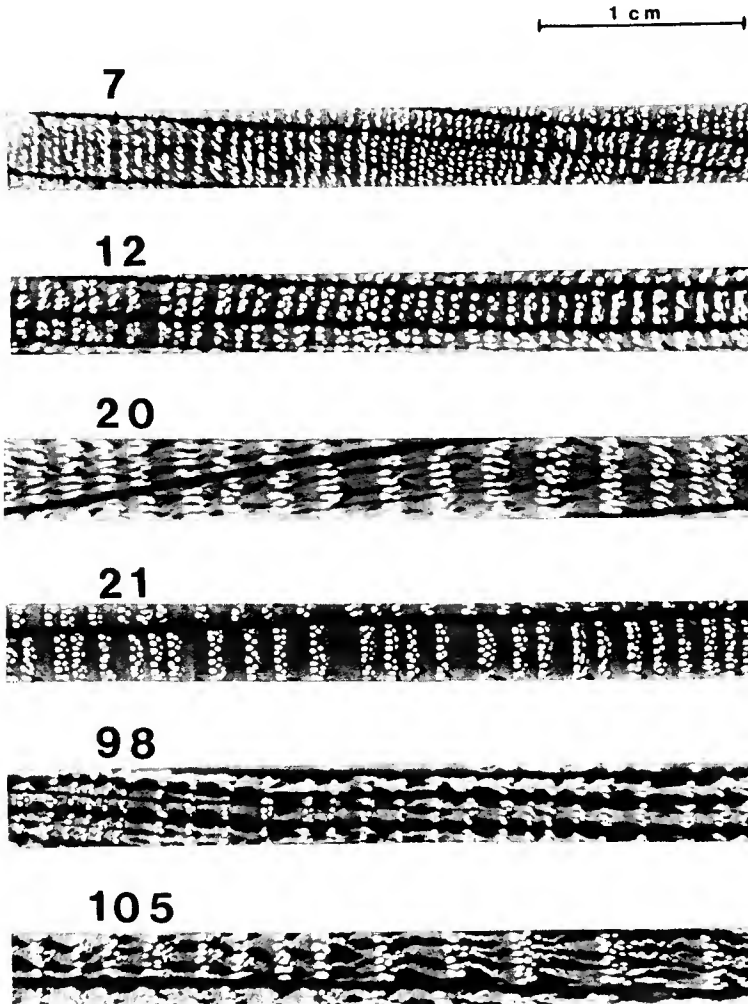


Figure n° 3
POSITIFS DE
RADIOGRAPHIE
DE DIVERS
ÉCHANTILLONS

Des quatre arbres de la parcelle 61, c'est le n° 20 qui a le bois le plus léger et le plus tendre ($D = 367 \text{ g/dm}^3$), alors que sa croissance est trois fois et demi plus rapide que celle de l'arbre 7 ; la raison en est que sa zone de bois initial est exceptionnellement développée et formée de vaisseaux de gros diamètre et que dans le bois final les petits vaisseaux et le parenchyme périvasculaire sont beaucoup plus étendus que les fibres.

La densité du bois de l'arbre 21, qui bénéficie lui aussi d'accroissements très satisfaisants, est également très faible (396 g/dm^3) ; ceci s'explique par l'absence à peu près complète de fibres qui caractérise son plan ligneux.

L'image de l'arbre 98 est donnée parce qu'il représente le cas, qui est censé être le plus classique, du bois de chêne à accroissements larges, mais dont la forte densité (534 g/dm^3) tient à une grande abondance des fibres dans le bois final en même temps qu'au faible diamètre des vaisseaux de la zone poreuse.

Tout autre est le cas de l'arbre 105 qui bénéficie d'une croissance particulièrement rapide, mais dont le bois est cependant d'assez bonne qualité ($D = 460 \text{ g/dm}^3$), grâce notamment au fait que des vaisseaux de gros diamètre se retrouvent dans une grande partie de l'accroissement annuel.

Liaisons entre moyennes de parcelles

Comme précédemment, la liaison la plus intéressante à analyser est celle qui existe entre la largeur des accroissements et l'infra-densité du bois ; elle est ici positive et très significative ($r = 0,966$) ; elle apparaît clairement sur le graphique de la figure n° 4 ; ainsi, alors qu'il y a à peu près indépendance entre densité et vigueur de croissance pour

les individus d'une même parcelle, on observe au contraire une relation très étroite entre elles lorsque l'on prend en considération les valeurs moyennes de chaque parcelle ; la raison en est sans doute qu'à l'intérieur d'un groupe d'arbres donné poussant dans des conditions de sol et de concurrence sensiblement identiques, une large variabilité existe qui fait que les divers individus réagissent à ces

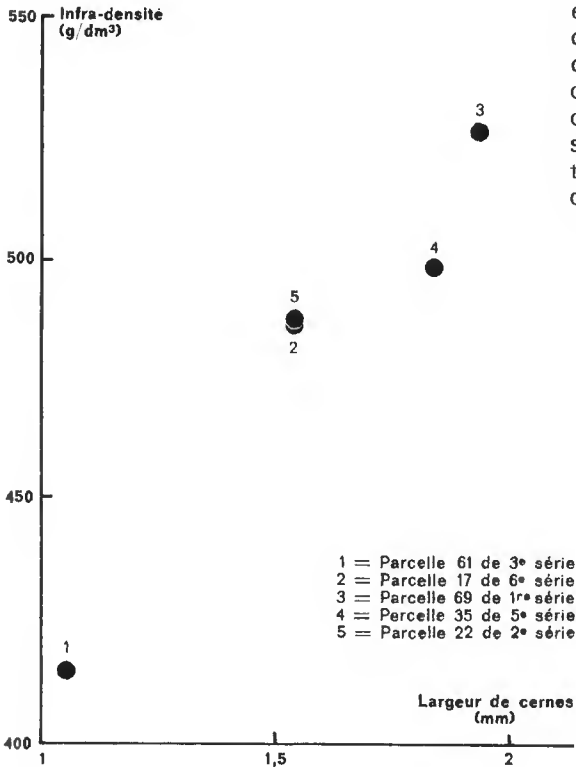


Figure n° 4
RELATIONS ENTRE DENSITÉ ET
LARGEUR D'ACCROISSEMENTS AU NIVEAU
DES MOYENNES DE PARCELLES

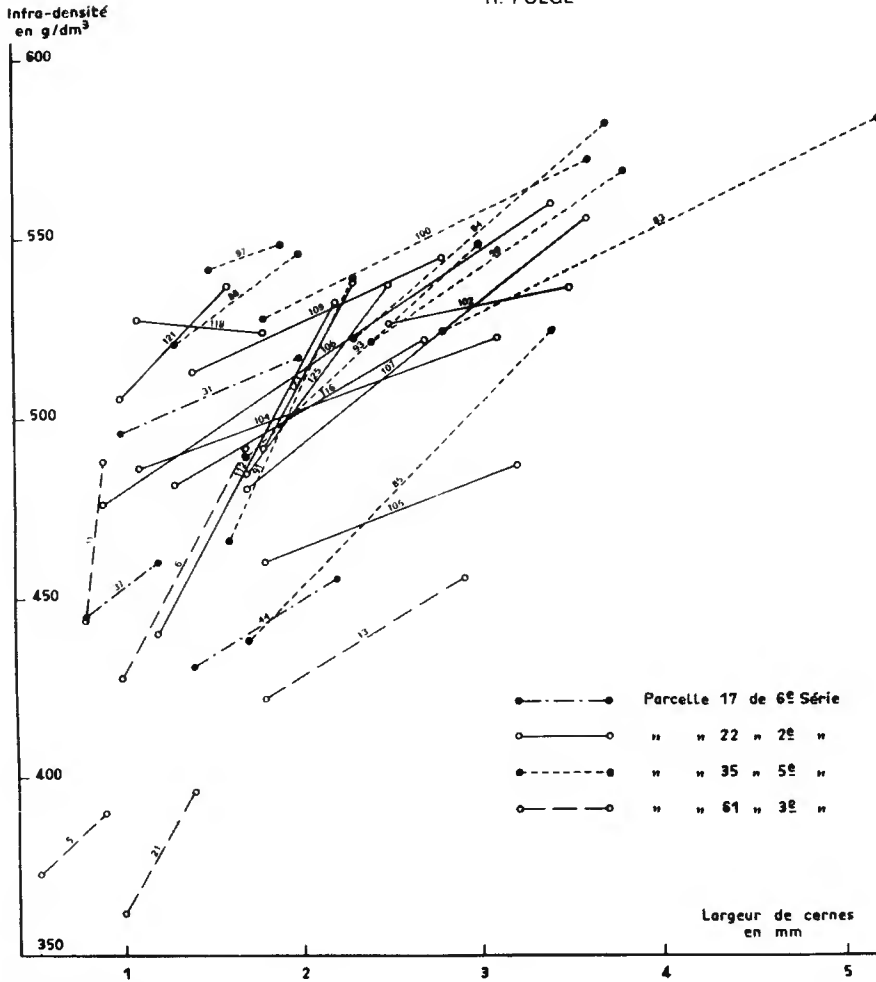
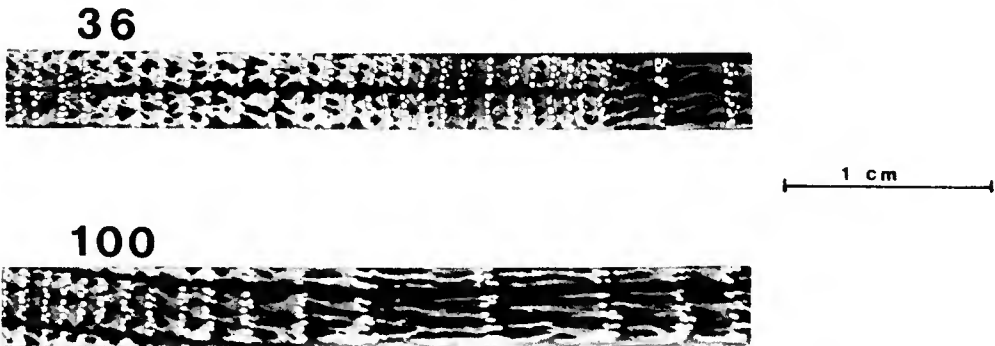


Figure n° 5
EFFETS D'UNE ACCÉLÉRATION DE LA CROISSANCE SUR LA DENSITÉ DU BOIS

Figure n° 6
POSITIFS DE RADIOGRAPHIE DE DEUX ARBRES AYANT BÉNÉFICIE
D'UNE FORTE ACCÉLÉRATION DE LA CROISSANCE



conditions par des comportements physiologiques différents qui entraînent à leur tour de très larges variations de structure du bois.

En revanche, dans des comparaisons entre moyennes de parcelles, le facteur qui paraît prépondérant est l'âge du peuplement (il suffit de constater sur la figure n° 4 que l'échelonnement des points représentatifs se fait de façon très régulière, de la parcelle 61 de 3^e série, vieille de 300 ans à la parcelle 69 de 1^{re} série qui n'est âgée que de 80 ans environ, en passant par le groupe des trois autres parcelles qui portent des peuplements de 160 à 180 ans) ; le facteur « sol » paraît, quant à lui, ne pas exercer, au cas particulier, une influence marquée.

En d'autres termes, on note à ce niveau un effet de gradient qui, sauf rares exceptions, se rencontre dans tous les individus et qui fait que chez les feuillus à zone poreuse, la largeur des cernes et la densité du bois diminuent toutes deux parallèlement lorsque l'assise génératrice vieillit.

Effets d'une accélération de la croissance sur la densité du bois

On retrouve ici un problème très important pour le gestionnaire de forêt puisque, partant d'un individu donné dans un environnement donné, on cherche à savoir s'il est possible de lui faire produire des accroissements plus larges sans trop nuire à la qualité du bois ; pour répondre à cette question, on a sélectionné, parmi les 125 arbres échantillonnés, tous ceux pour lesquels la radiographie faisait apparaître une série de cernes larges succédant à une série de cernes étroits ; on a isolé les morceaux de carottes correspondants et déterminé leur infra-densité ; ceci n'a pu être fait que dans les 4 parcelles de hautes futaies car, dans le jeune peuplement de la parcelle 69 de 1^{re} série, on observe toujours une évolution dans le sens d'une réduction de la largeur des accroissements, et jamais l'inverse.

Au total, 29 individus ont présenté une nette accélération de croissance ; sur la figure n° 5 sont reportées pour chacun d'eux la densité et la largeur de cernes du fragment à croissance lente et celles du fragment à croissance rapide, en réunissant par un trait les deux points représentatifs d'un même arbre ; on voit, qu'à une seule exception près (l'arbre 118), une accélération de la croissance entraîne une augmentation de la densité du bois (qui, rappelons-le, correspond à une perte de qualité pour des utilisations nobles telles que tranchage ou ébénisterie fine).

Il apparaît en outre que l'aggravation de la densité est d'autant plus forte que la densité et la largeur moyenne de cernes de l'échantillon sont plus faibles. Ceci est inquiétant pour les gestionnaires de forêts qui s'interrogent pour savoir si l'on peut passer impunément d'accroissements de 1 mm à 2 mm, car c'est précisément dans cette zone d'accélération de croissance que se situe le plus clair de la dégradation de la qualité du bois, et en fait, les pertes de valeur technologique, liées à l'augmentation de la densité, sont, toutes proportions gardées, incomparablement plus faibles entre 2 et 5 mm par exemple qu'entre 1 et 2 mm.

L'effet très défavorable d'une forte augmentation de la largeur des accroissements apparaît très nettement sur les échantillons 36 et 100 dont un positif de radiographie est reproduit en figure n° 6.

Dans les deux cas, il s'agissait d'arbres qui, lorsque leur croissance était relativement lente, produisait un bois d'excellente qualité, dont la zone de bois final, au reste pauvre en fibres, ne représentait parfois que la moitié de l'accroissement total ; lorsqu'ils se sont mis à former des accroissements larges, l'épaisseur de la zone initiale n'a que très peu augmenté, cependant que le bois final était essentiellement constitué de plages de fibres.

Liaisons juvénile - adulte

Il est toujours difficile, sur des arbres de fort diamètre, de faire des sondages au cœur, et même dans le cas de la jeune futaie de la parcelle 69, on a, compte tenu de la valeur des arbres en cause, hésité à multiplier les prélèvements jusqu'à ce qu'on atteigne la moelle ; ceci a empêché de procéder à une analyse statistique des liaisons juvénile - adulte en matière de densité du bois qui eût cependant été souhaitable, mais il n'est guère douteux que ces liaisons soient très fortes, ainsi que le montrent les quatre échantillons de la figure n° 7 qui ne correspondent pas à un échantillonnage biaisé, mais sont seulement ceux qui se sont avérés être les plus radiaux.

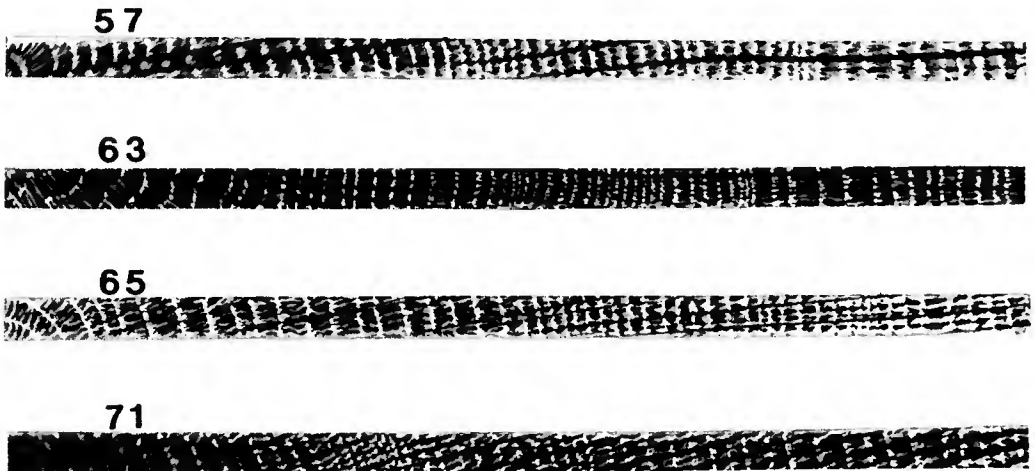
Bien que les premiers cernes côté cœur soient quelque peu flous pour deux des arbres en cause, il apparaît clairement que les caractéristiques du bois à proximité immédiate de la moelle préfigurent, bien qu'en systématiquement moins satisfaisants, celles que l'on retrouve 50 ans plus tard.

Les arbres 63 et 71 ont dès le début une forte proportion de fibres qui se manifeste également dans les derniers accroissements produits ; les premiers cernes de l'arbre 57 se caractérisaient déjà par un bois initial relativement large et par un bois final, riche en petits vaisseaux et en parenchyme périvasculaire, ce qui donne une image positive peu foncée, et il en est de même pour l'arbre 65 qui, malgré une zone poreuse moins développée, a cependant donné du bois de bonne qualité dès son jeune âge, grâce à une proportion de fibres peu élevée.

Le fait que les liaisons juvénile-adulte en matière de densité du bois semblent étroites est intéressant à noter car il laisse entrevoir la possibilité de mettre au point des tests précoces d'appréciation de la qualité du bois de chêne dont l'intérêt serait évident pour la mise en œuvre de programmes d'amélioration.

Figure n° 7

POSITIFS DE RADIOGRAPHIE MONTRANT LES LIAISONS JUVÉNILE - ADULTE
DU POINT DE VUE STRUCTURE DU BOIS



1 cm

CONCLUSION

Le travail dont il est rendu compte ci-dessus a permis de mettre en évidence un certain nombre de phénomènes importants concernant les relations entre la vigueur de croissance et les caractéristiques technologiques du bois. Mais la question demeure posée de connaître les effets que celles-ci peuvent exercer sur le prix de vente des produits.

En fait, on doit bien constater que l'on tranche de plus en plus souvent des chênes qui eussent il y a seulement quelques années été considérés comme impropres à cet usage ; ceci tient aux progrès de l'industrie, et notamment à une meilleure connaissance des techniques d'étuvage et de tranchage proprement dit, qui font que la dureté n'est plus comme autrefois un défaut rédhibitoire pour la fabrication des placages. On pourrait dès lors croire que la densité elle-même ne présente plus l'importance que l'on lui attribue ; ce serait une erreur car des différences de prix de l'ordre de 1 à 3 ou 4 existent encore entre les meilleurs chênes de tranchage et les moins bons.

En dehors des considérations de couleur, qui interviennent certes, mais qui correspondent à une mode, il semble que ces différences doivent être attribuées à la nervosité du bois, elle-même en liaison avec les différents retraits ; en fait, celle-ci se traduit par des différences d'épaisseur des placages après séchage qui, lorsqu'elles deviennent excessives, nécessitent le recours à des opérations de ponçage très longues et très onéreuses. La preuve en est que certains industriels tranchent en faible épaisseur (0,4 mm) les meilleurs chênes tendres et à grains fins, mais sous une épaisseur beaucoup plus importante (0,6 mm, 0,7 mm, voire plus) les chênes denses, et par voie de conséquence nerveux.

On peut donc dire, qu'en l'état actuel des techniques, la valeur des produits dépend dans une très large mesure des caractéristiques technologiques étudiées (densité, régularité des accroissements, hétérogénéité, rétractibilité).

Ceci admis, les expériences faites en forêt de Tronçais permettent d'aboutir aux conclusions suivantes :

- lorsque l'on compare entre elles des parcelles différentes d'âges variés, celles qui bénéficient de la croissance la plus rapide (ce sont également les plus jeunes) produisent le bois le plus médiocre;
- lorsque l'on compare entre eux des individus d'âge très voisin au sein d'une même parcelle, on constate, contrairement à ce qui était généralement admis jusqu'ici, que ceux qui présentent les accroissements les plus larges ne sont pas nécessairement ceux dont la densité est la plus forte ; ceci tient à ce que la largeur de la zone initiale elle-même est variable d'un individu à un autre, et aussi à ce que, dans le bois final, la richesse relative, en fibres d'une part, en petits vaisseaux et en parenchyme périvasculaire d'autre part, est loin d'être uniforme ; il existe en fait dans toutes les parcelles un très large éventail de plans ligneux qu'il paraît extrêmement difficile d'expliquer par des microvariations des facteurs édaphiques ou de la concurrence.

Cette variabilité est telle qu'on est amené à lui attribuer une origine génétique ; on ne pourra le vérifier que lorsque l'on disposera de plantations comparatives de descendances, mais il n'est pas illogique de penser à une influence possible de l'hérédité, étant donné que la forêt de Tronçais est en partie issue de régénérations artificielles ayant eu pour effet de briser les cercles de consanguinité, que la longueur des révolutions y a réduit au minimum les mélanges ultérieurs de gènes, et que les possibilités de dissémination naturelle de graines lourdes, comme les glands, se limitent à celles qui résultent de l'action de la faune forestière.

- un dernier enseignement très utile peut être tiré de cette expérience : il concerne l'intérêt de la régularité des accroissements annuels : chaque fois que se produit une accélération de la croissance du chêne, la qualité se dégrade ; il y a donc un risque certain à le faire pousser plus vite par des moyens culturels, et il semblerait plus

raisonnable de chercher à améliorer à terme la productivité des chênaies par la sélection d'individus à croissance rapide, mais à caractéristiques technologiques satisfaisantes.

Si l'on se souvient de l'importance que présente au contraire le traitement en matière de qualité de bois de hêtre (Polge, 1973), on peut dire que les deux principales espèces feuillues françaises se comportent de façon totalement différente ; l'intérêt de la sylviculture traditionnelle des chênaies se trouve confirmé par le présent travail, alors que des techniques beaucoup plus révolutionnaires de gestion semblent pouvoir être appliquées aux hêtraies, sans répercussion fâcheuse sur la qualité du bois.

<p>Hubert POLGE Directeur de recherches Station de recherches sur la qualité des bois CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES FORESTIÈRES (I.N.R.A.) Champenoux 54370 EINVILLE</p>

REMERCIEMENTS

Cette étude du chêne de Tronçais n'a été rendue possible que grâce à l'aide de M. Roy, Chef du Centre de gestion de l'Office national des forêts de Moulins, qui a mis à notre disposition les échantillons nécessaires aux essais et qui, de plus, nous a fourni tous les renseignements utiles concernant les diverses stations étudiées. Nous lui en sommes très reconnaissants.

BIBLIOGRAPHIE

- DUCELLIER (U.). - La forêt de Bellême et une nouvelle méthode d'éclaircie. *Revue des Eaux et Forêts*, avril 1930, pp. 263-278.
- DUCELLIER (U.). - L'éclaircie méthodique de Bellême. *Revue des Eaux et Forêts*, juillet 1931, pp. 567-569.
- LORNE (R.). - A la recherche de la qualité et du gros diamètre dans les futaies de chêne. *Revue forestière française*, n° 11, 1956, pp. 754-768.
- LORNE (R.). - Etude quantitative sur les éclaircies dans les peuplements de chêne de qualité. *Revue forestière française*, n° 11, 1959, pp. 746-768.
- POLGE (H.), KELLER (R.). - Qualité du bois et largeur d'accroissements en forêt de Tronçais. A paraître dans *Annales des sciences forestières*, vol. 30, n° 3, 1973.
- POLGE (H.). - Etat actuel des recherches sur la qualité du bois de hêtre. *Bulletin technique de l'Office national des forêts*, n° 4, 1973, pp. 13-22.
- SAINT-VAULRY (M. de). - L'individualisation précoce des arbres d'avenir. *Revue forestière française*, n° 2, 1969, pp. 83-100.
- SCHULZ (H.). - Untersuchungen über Bewertung und Gütemerkmale des Eichenholzes aus Verschiedenen Wuchsgebieten. - Francfort/Main, Sauerlander's Verlag, 1959.
- VENET (J.) - a. - Sylviculture des forêts de chêne de tranchage. *Revue forestière française*, n° 12, 1967, pp. 746-758.
- VENET (J.) - b. - Le chêne de tranchage et les utilisateurs. *Revue forestière française*, n° 10, 1967, pp. 585-597.
- VENET (J.). - Pratique de la pré-désignation des arbres de place. *Revue forestière française*, n° 3, 1968, pp. 157-169.