Production de Chênes de qualité en France

Hubert POLGE

Directeur de la Station de Recherches sur la Qualité des Bois
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES FORESTIÈRES (I.N.R.A.)
CHAMPENOUX
54280 SEICHAMPS

Le Chêne est la première essence feuillue française, avec une production annuelle en bois d'œuvre de l'ordre de 3 700 000 m³ (sur un total « feuillus », y compris le Peuplier, d'environ 8 500 000 m³, et un total général toutes espèces confondues de 19 000 000 m³).

Il occupe également la première place pour les grumes destinées à l'industrie du tranchage, qui représentent un volume arrondi de 50 000 m³, soit en gros autant que l'ensemble des autres essences feuillues réunies.

Si ce chiffre peut paraître élevé, il ne correspond qu'à un peu moins de 1,5 % de la production en bois d'œuvre, ce qui est dramatiquement peu au regard des besoins nationaux et des possibilités d'exportation. C'est dire que, si la France est particulièrement riche en chênes tout-venants à bois généralement dur et dense, elle ne produit pas suffisamment de chênes à bois tendre et à grain fin aptes au tranchage.

Ceci explique que, lorsque l'on parle de qualité du bois pour cette essence, on pense immédiatement et à peu près exclusivement à celle qui est nécessaire pour obtenir ce produit de haut de gamme qu'est le bois de tranche.

DÉFINITION TRADITIONNELLE DES CHÊNES DE QUALITÉ

Les principales spécifications requises pour obtenir du bois de tranchage de bonne qualité sont les suivantes :

- fût droit et cylindrique (moelle bien centrée, faible décroissance métrique et absence de contrefort ou de méplat) ;
- circonférence minimale au milieu du billon de tranche de 180 cm ;
- bonne rectitude du fil du bois ;
- absence de défauts de structure tels que nœuds apparents ou recouverts, fentes de gélivure, de roulure ou de cadranure, lunure... ;
- absence de tares : pourritures montantes ou descendantes, coloration due à *Fistulina hepatica* (« queue de vache »)... ;
- aubier de faible épaisseur (si possible moins de 1 cm) ;
- bois de couleur claire (jaune rosé ou jaune paille selon les provenances) ;
- enfin et surtout accroissements annuels réguliers et fins, mais dont l'épaisseur maximale admissible a fait l'objet d'ardentes controverses au cours des dernières décennies.

PROBLÈME DES LARGEURS DE CERNES ET IMPLICATIONS SYLVICOLES

Il est certain que les chênes les plus prestigieux qui ont fait la renommée de certaines forêts françaises (Tronçais, Bercé...) étaient des arbres à accroissements extrêmement fins (inférieurs ou au plus égaux au millimètre), exploités à des âges dépassant souvent 250 ans. La sylviculture qui leur était appliquée était particulièrement prudente et les tiges étaient maintenues en état de compétition serrée à tous les stades de la vie des peuplements jusqu'aux premières coupes secondaires. Les densités élevées alors admises, et la présence fréquente d'un sous-étage, permettaient d'obtenir à la fois la finesse du grain recherchée, une bonne rectitude des fûts, et des billes de pied de grande longueur grâce à un excellent élagage naturel.

Il y a maintenant une cinquantaine d'années, certains gestionnaires de forêts se posèrent la question de savoir s'il ne serait pas possible d'accélérer la croissance des peuplements par la pratique d'éclaircies plus intenses, ou tout au moins plus concentrées, au voisinage des tiges d'avenir, de façon à diminuer la durée des révolutions et à obtenir cependant à l'âge d'exploitabilité des grumes de plus fort diamètre, sans que la qualité du bois soit gravement compromise.

Dès 1930, Ducellier préconisait, et appliquait en forêt de Bellême, une sylviculture hardie basée sur la sélection dès l'âge de 50 ans d'une centaine de tiges par hectare destinées à parvenir jusqu'au terme d'exploitabilité, qui étaient repérées à la peinture, et au profit desquelles étaient pratiquées des éclaircies très vigoureuses. Un peuplement de bourrage à base de hêtres devait favoriser l'élagage et éviter l'apparition de gourmands, mais l'expérience ultérieure a montré à quel point il était difficile de le maintenir subordonné aux chênes.

En 1956, Lorne s'est à son tour fait l'apôtre d'une culture plus intensive des chênaies de qualité, tout en s'efforçant d'éviter les excès de la tentative précédente : se fixant comme idéale une largeur de cernes de 2 mm, il repoussait à 75 ans (de façon que la hiérarchie des tiges au point de vue qualité et vigueur soit mieux établie) l'âge de la désignation des tiges d'avenir, au nombre de 1 200 à l'hectare, qui devaient faire l'objet d'éclaircies « positives », c'est-à-dire de coupes

de sélection et de grossissement, ayant pour effet d'abaisser la densité des peuplements aux environs de 100 à 130 pieds à l'hectare à 150 ans ; l'objectif final était de n'avoir plus que 60 tiges par hectare au terme de la révolution, fixée à 220 ans, mais des tiges de 82 cm de diamètre en moyenne. Un sous-étage de hêtres était prévu pour assurer un bon élagage, mais, se basant sur des observations faites en forêt, Lorne pensait que l'apparition de gourmands sur des tiges relativement isolées n'était pas systématique et que les différents individus ne répondaient pas de façon identique à une même modification de l'environnement lumineux ; il comptait donc sur les progrès de la sélection génétique pour résoudre le problème.

En 1958, J. Cochet se fixait également, pour les forêts de l'Allier, comme schéma idéal de croissance un chêne ayant des accroissements constants de 2 mm durant toute sa vie ; ceci l'amenait à déconseiller certaines pratiques en vigueur suivant lesquelles les peuplements étaient maintenus très serrés jusqu'à 80 ans, auquel cas le caractère étriqué des cimes ne permettait plus aux arbres en cause de réagir de façon suffisante aux éclaircies dont ils pouvaient bénéficier. De l'étude d'un certain nombre de peuplements homogènes d'âges variés et à cime bien développée, il déduisait la formule suivante liant le nombre de tiges à l'hectare N à l'âge n permettant d'obtenir de façon régulière les cernes de 2 mm de largeur souhaités :

$$N = \frac{2\,000\,000}{(n - 10)^2} + 66$$

Il conseillait également la désignation des arbres d'avenir aux environs de 80 ans et indiquait que leur nombre ne devait être que légèrement supérieur à celui que l'on désirait obtenir en fin de révolution.

En 1959, Lorne développait les idées qu'il avait émises trois ans plus tôt et, se basant sur l'observation d'arbres relativement favorisés du point de vue de la concurrence subie de la part de leurs voisins, affirmait que des accroissements de 2 mm d'épaisseur étaient possibles, sauf dans le cas de sols très pauvres ; il affirmait aussi, après examen de nombreuses souches de chênes favorisées au point de vue compétition que, contrairement à certaines données de la littérature, la hiérarchie des individus était pour l'essentiel fixée à 70 ans, ce qui permettait de désigner dès ce moment les arbres d'avenir sans risque excessif de les voir concurrencés et dépassés par des voisins non sélectionnés. Il donnait enfin un certain nombre de règles de sylviculture et établissait corrélativement un modèle de tables de production permettant d'obtenir à 200 ans, et non plus à 220 comme prévu en 1956, les arbres de 80 cm de diamètre qu'il se fixait comme objectif.

En 1960, Viney et Pardé formulaient, à l'encontre des théories de Lorne, un certain nombre d'objections ; ils insistaient tout d'abord sur les risques divers (gel, verglas, crise d'isolement, sécheresse, vent, foudre, dégâts de champignons, d'insectes ou de gibier, chèvrefeuille, blessures à l'occasion de l'exploitation ou de la vidange) qu'encourent les arbres d'élite entre le moment où ils sont sélectionnés et leur réalisation, y opposant la sécurité que donne la sylviculture traditionnelle qui maintient plus longtemps la possibilité de choisir entre un plus grand nombre d'individus. Ils rappelaient l'importance de la variabilité due à l'hérédité ou au milieu qui rend très aléatoire l'obtention de largeurs de cernes identiques pour les divers arbres sélectionnés auxquels la même sylviculture intensive est appliquée.

Se référant à une étude publiée par Vancelow (1956), ils exprimaient la crainte que des chênes français à accroissements de 2 mm ne soient dépréciés par rapport aux chênes allemands de la forêt du Spessart dont la largeur de cernes variait entre 1,2 et 1,5 mm ; ils observaient que le billon de tranche ne représente pas toute la valeur de l'arbre et que les sujets soumis à une sylviculture traditionnelle bénéficient d'une forme cylindrique et d'un bon élagage, et fournissent

donc des billes de grande longueur, de qualité ébénisterie ou menuiserie, aboutissant à une valeur totale qui peut être supérieure à celle d'un chêne de plus gros diamètre mais ne donnant, en dehors d'un court billon de tranchage, que des produits de qualité inférieure.

Ils notaient également que les mêmes règles de sylviculture ne pouvaient pas s'appliquer indifféremment au Chêne rouvre et au Chêne pédonculé ; si celui-ci, qui prospère souvent à l'état isolé, peut bénéficier sans problème d'une prédésignation, le Chêne rouvre en revanche est une essence sociale qui peut et doit être maintenue en peuplement serré et qui, dans les forêts à sous-étages de Hêtre, risque d'être fortement concurrencée par celui-ci en cas d'éclaircie vigoureuse.

Se basant sur les données de nombreuses placettes d'expérience de sylviculture de la Station de recherches, ils montraient que les chênaies françaises les plus réputées ne correspondaient pas, loin de là, à une même classe de fertilité (avec un ordre de potentialité de production croissante : Blois, Bellême, Tronçais, Bercé) et rappelaient que, lorsque la qualité de la station diminue, le nombre de tiges à l'hectare à un âge donné doit augmenter, d'où résulte l'impossibilité de prévoir des règles de culture identiques, et d'extrapoler à l'ensemble des chênaies françaises, des techniques mises au point dans les meilleures d'entre elles ; ils concluaient : « *la sylviculture du Chêne rouvre de qualité restera toujours un art délicat dont le succès sera conditionné par une forêt longtemps dense* ».

Photo H. OSWALD.

Vieille futaie de chênes en forêt domaniale de Tronçais (Allier).

En 1961, Lorne leur répondait en avançant un certain nombre d'arguments : sur la question des largeurs de cerne, il mettait en avant l'opinion des trancheurs, aussi bien allemands que français, qui considéraient que la qualité d'une bille de tranchage est davantage fonction de son diamètre et de la couleur de son bois que de l'épaisseur des accroissements annuels. A l'objection concernant la longueur supérieure du fût des arbres soumis à une sylviculture traditionnelle, il opposait une statistique montrant que la longueur moyenne des billes de tranchage augmente avec leur diamètre, et insistait en outre sur la très faible valeur des surbilles ; enfin, il prenait la défense des éclaircies Ducellier, considérant pour sa part que beaucoup de chênes en ayant bénéficié présentaient, trente ans plus tard, un aspect très satisfaisant, et attribuant certains échecs à la

silviculture appliquée qui n'avait pas été assez sévère pour les hêtres formant le peuplement d'accompagnement de la forêt de Bellême.

En 1967, Venet, alors professeur de Sylviculture et de Technologie à l'Ecole nationale des Eaux et des Forêts, rappelait dans un premier article l'essentiel des connaissances acquises en matière de qualité du bois des chênes de tranchage ; il signalait notamment que la texture, c'est-à-dire le pourcentage de bois d'été dans le cerne, était liée à la largeur des accroissements, mais que la dureté de ce bois d'été variait beaucoup suivant les provenances, étant notamment plus élevée dans les stations continentales que dans les provenances océaniques ; en ce qui concerne la question essentielle des largeurs de cernes, il donnait un tableau tiré des adjudications des bois de tranchage des meilleures forêts françaises et allemandes, montrant que les prix de vente augmentaient avec la circonférence des grumes et diminuait avec la largeur des accroissements ; il disait : *« Cet engouement en faveur des cernes fins n'est pas une question de mode, c'est une question de propriétés physiques et technologiques. Les chênes à cernes fins ont un retrait (donc une déformabilité) très faible. Les placages, en séchant, restent lisses comme des feuilles de papier et ne se gercent pas. De plus, le bois est facile à poncer et sa surface présente un meilleur fini »*. Il insistait sur l'importance accordée par les trancheurs à l'homogénéité de la couleur et signalait que toute irrégularité de largeur des accroissements s'accompagne d'une irrégularité de couleur ; il mentionnait enfin l'évolution de la mode du tranchage sur quartiers vers le tranchage sur dosses et en tirait la conclusion que la question du diamètre minimum des billes de tranchage pourrait, de ce fait, ne plus revêtir la même importance que dans le passé.

Dans un deuxième article de la même année, Venet traitait de la sylviculture du chêne de tranchage en insistant sur les techniques de prédésignation des arbres d'avenir ; alors que l'objectif de Ducellier et de Lorne était, en repérant précocement un certain nombre de tiges d'élite, de faire en sorte qu'elles bénéficient de fortes éclaircies, celui de Venet est davantage d'aboutir à une bonne répartition spatiale des tiges prédésignées et à un abaissement des coûts de la sylviculture. Dès le stade dégagement de semis et nettoyage, il préconise de ne travailler que dans des bandes ne représentant que 50 % de la surface totale, avec matérialisation des inter-bandes au gyrobroyeur ; plus tard, lorsque les premières éclaircies doivent être faites, il suggère une sélection des tiges d'avenir dans une bande sur quatre, distantes alors l'une de l'autre d'environ 11 m, ce qui réduit encore le travail de désignation et facilite leur répartition dans l'espace, les autres bandes fournissant les tiges d'accompagnement et les inter-bandes de sous-étage.

En 1969, de Saint-Vaulry plaidait à nouveau pour une sylviculture intensive, et notamment pour une sélection précoce des tiges d'avenir, montrant qu'une désignation trop tardive risque de se faire au profit d'individus rustiques et résistant à la concurrence plutôt que bons producteurs de bois ; il établit un certain nombre de courbes de croissance basées sur des nombres d'arbres à l'hectare liés au diamètre maximum que les houppiers peuvent atteindre aux divers âges ; il émet des doutes sur l'intérêt économique des largeurs de cernes inférieures à 2,5 mm et suggère des éclaircies modulées plus fortes que les éclaircies traditionnelles autour des arbres d'avenir et plus faibles ailleurs.

En 1970, Bourgenot, alors directeur technique de l'Office national des Forêts, rappelle les avantages de la sylviculture traditionnelle qui donne d'excellents résultats dans la production de chênes de tranchage et qui permet de conduire à l'âge d'exploitabilité un *« petit nombre d'arbres d'élite par hectare disséminés pendant toute leur vie au milieu d'un peuplement de même essence qui leur sert de fourreau ou de remplissage »* ; il se pose la question de savoir si l'on ne pourrait pas imaginer un remplissage moins coûteux et plus rémunérateur, mais conclut que le problème est complexe car il ne faut pas *« perdre le bénéfice de la qualité »*. Comme Venet, il se préoccupe d'abaisser le coût de la sylviculture et mentionne les expériences faites en forêt de Darney qui consistent à limiter les dépressages et dégagements de semis sur une centaine de plages de

10 à 20 m² par hectare réparties suivant un quadrillage soigneusement repéré sur le terrain ; il conclut qu'en attendant le résultat des expériences en cours, il est souhaitable de continuer à s'inspirer d'une tradition éprouvée reposant essentiellement sur la régénération naturelle de peuplements mais dit : « nous avons le devoir et la volonté de progresser chaque fois que cela sera possible vers une sylviculture plus rentable, et même si le mot peut choquer, plus moderne ».

En 1975, Roy présentait également une étude sur les techniques de prédésignation employées dans le Centre de Gestion de l'Office national des Forêts de Moulins dont il avait la charge ; la prédésignation doit intervenir dans son esprit très tôt (aux alentours de 40 ans), mais sous forme de 3 ou 4 tiges pour chaque point du maillage définitif, ce qui permet un choix lorsque la désignation elle-même des tiges d'élite est faite 30 ou 40 ans plus tard. Pour aboutir à une bonne répartition spatiale de celles-ci, il préconise pour chaque point de la maille, à une équidistance de 12,9 m, la prise en considération d'une surface circulaire de 2,2 m de rayon (petite fourchette) à l'intérieur de laquelle le choix doit être fait de façon préférentielle, et d'une deuxième surface de 5,2 m de rayon (grande fourchette) qui doit être utilisée comme pis-aller ; il admet en outre la désignation de quelques arbres complémentaires en dehors de ces zones pour compléter le peuplement définitif ou ne pas négliger un arbre tout à fait remarquable qui aurait pu se trouver en dehors des grandes fourchettes. En matière de sylviculture, il attire l'attention contre les interventions trop brutales qui, par suite d'un excès de lumière, aboutissent à la production de gourmands, contre une croissance trop rapide qui provoque une dégradation de la qualité du bois et contre des hauteurs d'élague insuffisantes.

Il est à noter que cette étude de Roy est précédée d'un avant-propos de Venet dont on peut extraire la phrase suivante : « La désignation d'arbres de place ne doit changer ni la méthode, ni l'intensité de l'éclaircie. Elle n'entraîne pas l'abandon du peuplement intermédiaire à la concurrence vitale. Elle implique de continuer, au sein de ce peuplement, des éclaircies sélectives, grâce auxquelles pourraient être recrutés, éventuellement, des remplaçants aux arbres de place accidentés et grâce auxquelles la valeur moyenne du peuplement de bourrage sera, elle aussi, accrue ».

En 1978, Pardé rappelait les résultats obtenus à la station de Sylviculture et de Production par Bouchon qui, se fixant comme objectif que les cimes des arbres ne se gênent jamais et se bornent à se « tangenter » avant le passage des éclaircies, proposait trois normes pour le chêne : une, tendant à obtenir des accroissements moyens sur le rayon de 1,5 mm et 130 tiges à l'hectare à 100 ans, une autre : accroissements de 2 mm et 72 tiges à 200 ans, et un troisième : accroissements de 2,5 mm et 55 tiges à 200 ans ; il observe cependant que, dans ce troisième cas, la production chute de façon significative au-dessous de sa valeur stationnelle normale et établit en conséquence une série de normes provisoires pour les futaies de Chêne rouvre dont le nombre de tiges à l'hectare aux divers âges s'étage entre ceux conduisant à des accroissements annuels soutenus de 2 mm et ceux correspondant à la densité maximale biologique.

On peut, semble-t-il, résumer cette longue, mais sans doute nécessaire revue de littérature en disant que, si les gestionnaires des forêts françaises se partagent, avec des nuances, entre partisans d'options relativement traditionnelles (Cochet, Viney, Roy), et tenants d'une politique plus audacieuse (Ducellier, Lorne, Saint-Vaulry), les représentants officiels de l'enseignement (Venet), de la Direction technique de l'Office (Bourgenot) et de la Recherche (Pardé), sans nier toute possibilité d'évolution, insistent davantage sur l'intérêt de la sylviculture classique des chênaies qu'ils cherchent avant tout à adapter aux conditions économiques du moment.

Il semble cependant qu'à l'heure actuelle, beaucoup de protagonistes seraient d'accord pour essayer de produire des chênes dont les accroissements annuels seraient de l'ordre de 2 mm ou légèrement au-dessous, zone de compromis qui constitue pour les uns un minimum minimorum, pour les autres un maximum à la rigueur admissible.

APPORT DE LA RECHERCHE AU PROBLÈME DE LA QUALITÉ DU BOIS DE CHÊNE

Méthodologie

La Station de recherches sur la Qualité des Bois de Nancy a développé un certain nombre de méthodes pour apprécier la qualité du bois sur des échantillons constitués de carottes de sondage de 5 mm de diamètre ; ceci permet d'étudier de façon non destructive un grand nombre d'arbres et, par conséquent, de pouvoir mettre en évidence la variabilité entre individus aussi bien qu'entre populations ; ces carottes font l'objet de mesures de densité, de rétractibilité, de caractéristiques papetières ou de résistance mécanique (détermination des trois modules d'élasticité par ultra-sons) ; elles sont également radiographiées, et l'exploration à l'aide d'un microdensitomètre de leur image radiographique permet d'obtenir des enregistrements des variations de la densité sur lesquels on mesure les différents critères de quantification de l'homogénéité du bois.

Dans le cas particulier du chêne, des milliers de carottes ont ainsi été analysées et le simple examen visuel des images données par les rayons X a permis de faire des observations en grande partie inédites sur les relations croissance - structure du bois ; sur ces clichés en effet, les plages de fibres, qui constituent les parties denses et dures de l'accroissement et arrêtent en conséquence le rayonnement, apparaissent de façon particulièrement évidente sous forme de zones très transparentes, et il est ainsi possible au premier coup d'œil, en tenant compte de cette structure anatomique ainsi que de la régularité des accroissements, de voir si l'on a affaire à un bois apte ou non au tranchage.

Résultats

• *D'ordre qualitatif*

La figure 1 montre la très grande variabilité de la structure du bois de chêne avec, en haut à droite, un échantillon de bois très dur à très fort pourcentage de fibres (s'agissant d'un positif, elles apparaissent en noir) et à vaisseaux très petits et de très faible diamètre. L'échantillon en haut à gauche fournit l'exemple contraire : peu de fibres et de nombreuses rangées de vaisseaux de fort diamètre. L'échantillon en bas à droite représente un cas extrême où les fibres sont entièrement absentes et où le diamètre des vaisseaux diminue si progressivement d'une extrémité à l'autre de l'accroissement qu'on ne peut, à la limite, plus dire que l'on a affaire à une essence à zone poreuse différenciée.

La figure 2 illustre le schéma classique des variations de la qualité du bois de chêne en fonction de la largeur des accroissements ; entre les 4 échantillons de la partie supérieure à accroissements fins et à bois tendre et les 2 échantillons de la partie inférieure à accroissements larges et à bois dur, on voit qu'il y a très peu de variation dans la largeur de la zone de bois initial, et qu'en conséquence, le gain de croissance des derniers s'opère uniquement grâce à une zone accrue de bois final à fort pourcentage de fibres.

La figure 3 montre que ce schéma général est encore vrai lorsque le sylviculteur provoque par son action des variations de largeur de cernes à l'intérieur d'un même arbre ; sur l'ensemble des échantillons représentés, on voit que l'on n'a pas ou très peu de fibres lorsque les accroissements sont très fins mais, dès que la croissance s'accélère, les fibres apparaissent et deviennent de plus en plus abondantes au fur et à mesure que les cernes s'élargissent, puis rediminuent si la croissance elle-même se ralentit.

L'observation la plus originale qu'a permis de faire la méthode radiographique fait l'objet de la figure 4 qui réunit un certain nombre d'échantillons à accroissements larges (jusqu'à 3 ou 4 mm) et cependant à bois tendre en raison, soit de la rareté des plages de fibres, soit du gros diamètre ou de l'abondance des vaisseaux. En fait, dans toutes les forêts étudiées jusqu'ici, aussi bien dans le quart Nord-Est de la France que dans l'Allier ou dans la vallée de la Loire, il est apparu qu'il était possible de trouver dans chaque parcelle quelques-uns de ces individus exceptionnels (de l'ordre de 2 à 3 % de la population) offrant un bon compromis entre vigueur et qualité du bois.

Figure 1

Figure 2

Figure 3

Figure 4

- *D'ordre quantitatif*

Chêne rouvre et Chêne pédonculé

La question préalable se pose de savoir si ces deux espèces (*Quercus petraea* et *Quercus robur*) doivent être étudiées globalement ou séparément ; en 1950, Guinier émettait l'avis que, du point de vue des utilisations et des caractéristiques technologiques, les effets de la station ou du traitement masquaient celui de l'espèce ; elles coexistent en mélange intime dans beaucoup de forêts françaises où l'on trouve alors de nombreux individus hybrides ; dès 1972, Becker, se basant sur la variation des longueurs des pédoncules en fonction de la proportion de chênes rouvres en forêt de Charmes, formulait l'hypothèse d'une introgression de celui-ci dans les populations de chênes pédonculés.

En 1976, Pellecuer montrait, en étudiant les courbes de fréquence des longueurs de pédoncules moyens en forêt de Morimond, que l'on avait en fait superposition de deux courbes unimodales, l'une de très faible amplitude (individus sans pédoncule ou à pédoncules inférieurs à 1 cm de longueur de l'espèce *Quercus petraea*), l'autre d'amplitude beaucoup plus forte (pédoncules compris entre 3 et 4 ou 4 et 5 cm correspondant à des sujets de l'espèce *Quercus robur*) et de deux courbes bimodales (individus hybrides) avec deux maxima à 0,5 et 2,5 cm. Des observations analogues ont pu être faites par Mourey dans les chênes de la vallée de l'Ognon (1979).

En ce qui concerne la structure du bois, Huber et al. en 1941 ont donné un certain nombre de caractéristiques anatomiques permettant de distinguer les bois de Chêne rouvre et de Chêne pédonculé (forme et dimension des vaisseaux, pourcentage de bois initial, groupement de vaisseaux dans la zone de bois final) qui ont été précisées et complétées (notamment par le caractère plus ou moins progressif du passage du bois initial au bois final) par Walker (1978). On n'aboutit ainsi qu'à une bonne probabilité, mais non pas à une certitude dans le cas où l'on a affaire à des individus, soit tout à fait rouvres, soit tout à fait pédonculés mais, comme pour les autres critères d'identification, l'expérience montre que pour les caractéristiques de structure du bois aussi, on peut trouver toutes les formes de transition entre les deux types extrêmes.

Il était donc prudent de traiter de façon globale les problèmes de qualité du bois pour l'ensemble des Chênes rouvre, pédonculé et hybride.

Plusieurs comparaisons entre espèces portant sur certaines caractéristiques physiques ont cependant pu être faites : en forêt de Morimond, les chênes rouvres sont apparus, à station et à largeur de cernes égales, comme ayant un bois plus dense et plus dur (couple de torsion nécessaire pour enfoncer la tarière de Pressler plus élevé) que les chênes pédonculés ou intermédiaires.

En forêt de Bride et de Saint-Jean, Françoise Courtoisier (1976) a montré qu'il n'y avait pas de différence de rétractibilité du bois, mais que les chênes rouvres avaient une densité moyenne et une densité maximale annuelles supérieures aux chênes pédonculés, les hybrides se trouvant en position intermédiaire.

En 1979, Becker, travaillant sur un ensemble de forêts des plateaux calcaires du Nord-Est de la France, a également observé qu'à station égale, le Chêne rouvre avait une dureté mesurée au torsiomètre supérieure au Chêne pédonculé.

Largeur d'accroissement et qualité du bois

Dans une première étude entreprise en forêt de Tronçais (Polge, 1973), il était apparu que les liaisons entre densité et largeur de cernes variaient suivant le niveau auquel on se référait ; au niveau inter-parcelles, c'est-à-dire lorsque l'on comparait les valeurs moyennes de densité et de

largeur des cinq peuplements en cause, on avait une liaison très significative ($r = 0,97$) due en partie, mais en partie seulement, à l'effet de l'âge ; en revanche, il n'existait aucune liaison significative dans des comparaisons faites à l'intérieur de chaque parcelle (les valeurs des cinq coefficients de corrélation étaient de 0,24 ; 0,05 ; 0,26 ; 0,31 et 0,11 avec, à chaque fois, 25 arbres par parcelle) ; il apparaissait donc déjà (voir à titre d'exemple les graphiques des figures 5 et 6) qu'on pouvait, à l'intérieur de chaque population trouver des individus présentant un bon compromis entre largeur de cernes et qualité du bois.

Dans l'étude ultérieure consacrée à la forêt de Morimond, des résultats quelque peu contraires ont été obtenus (Pellecuer, 1976 op. cit.) ; la corrélation densité-largeur de cerne a été étudiée à un seul niveau sur 83 chênes provenant de 4 parcelles différentes ; la liaison est toujours positive et significative au seuil de 1 % avec un r de 0,55 pour le Chêne pédonculé, de 0,49 pour le Chêne rouvre et de 0,60 pour le Chêne « intermédiaire », et les résultats sont tout à fait comparables en ce qui concerne la liaison largeur de cerne-pourcentage de bois final de densité supérieure à 0,5 g/dm³. La différence avec Tronçais peut s'expliquer par un effet possible de l'histoire des différentes parcelles, bien que l'âge des peuplements en cause et la largeur des cernes soient du même ordre de grandeur. On peut également envisager un effet possible du sol, de moins bonne qualité, aussi bien au point de vue physique (parce que plus sableux) que du point de vue chimique (parce que plus désaturé) à Tronçais, ce qui pourrait entraîner des conditions de nutrition telles que la production de fibres y soit plus faible, même en cas d'accroissements annuels relativement larges ; il est à noter que, à Morimond également, l'hétérogénéité du bois augmente avec la largeur des cernes (avec des coefficients de corrélation de 0,68, 0,53 et 0,52 pour les Chênes rouvre, pédonculé et intermédiaire respectivement), ce qui traduit une dégradation supplémentaire de la qualité du bois lorsque l'épaisseur des cernes augmente.

Le cas des forêts de Bride et de Saint-Jean (Courtoisier, 1976 op. cit.) se rapproche en revanche tout à fait de celui de la forêt de Tronçais puisqu'il n'existe aucune corrélation intra-station significative entre largeur d'accroissement et densité moyenne du bois, aussi bien à l'état juvénile qu'à l'état adulte ; cette absence de liaison se retrouve d'ailleurs également avec la densité maximale annuelle et la densité minimale annuelle. Qui plus est, densité du bois et largeur d'accroissements apparaissent comme totalement indépendantes, contrairement à ce qui se passe à Tronçais, lorsqu'on prend en considération les valeurs moyennes par parcelle.

Enfin, dans les forêts de la vallée de l'Ognon (Mourey, 1979 op. cit.) a également noté une absence complète de liaisons à l'intérieur des parcelles entre la largeur des cernes et aussi bien la densité du bois que le retrait tangentiel ou radial.

Ainsi, à l'exception près de la forêt de Morimond, une règle générale se dégage : contrairement à ce qu'on pensait précédemment, la dégradation de la qualité du bois avec la largeur de cerne ne présente pas un caractère systématique, surtout lorsqu'on compare entre eux des individus d'une même parcelle.

Effet d'une accélération de la croissance sur la qualité du bois

Il a été étudié de façon précise sur 29 individus de la forêt de Tronçais sur lesquels on avait observé des zones de cernes larges faisant suite à des zones de cernes étroits ; on avait séparé les uns des autres les deux morceaux de carottes correspondants, et mesuré, pour chacun d'eux, la largeur moyenne des cernes et la densité du bois ; les résultats avaient été portés sur un graphique reproduit en figure 7 sous forme de segments de droite rejoignant le point représentatif de la première zone à celui de la deuxième ; on constate, qu'à une seule exception près, l'accélération de la croissance occasionne une augmentation de la densité du bois, donc une dégradation de la qualité ; on observe également que l'essentiel de cette dégradation intervient en dessous des 2 mm de large où la pente des segments de droite est particulièrement forte et que, par la suite, le phénomène se ralentit.

En d'autres termes, on peut dire que, du point de vue de la qualité du bois, le mal est déjà fait lorsque, par des moyens sylvicoles, on pousse les accroissements jusqu'à ce seuil de 2 mm qui, on l'a vu, semblait correspondre à un compromis possible entre les différentes tendances parmi les sylviculteurs.

Problème de la couleur du bois

Les utilisateurs accordent, on le sait, une grande importance à la couleur des placages de Chêne, certains allant même jusqu'à dire que c'est là le critère de qualité numéro 1 ; il était donc intéressant d'essayer de voir ce qui conditionnait la couleur du bois de Chêne et quelles étaient les liaisons éventuelles avec les critères traditionnels de qualité.

Dans son travail déjà cité, F. Courtoisier (1976) a comparé les teneurs en un certain nombre d'éléments : Mg, K, Ca, P, N (ammoniacal), Cu, Fe, Zn et Mn de 8 chênes de couleur rose et de 8 chênes de couleur jaune de la forêt de Bride ; les seules différences significatives concernaient le phosphore (au seuil de 1 %) et le cuivre (au seuil de 1 ‰) ; par ailleurs, dans un essai limité portant sur deux chênes de chaque type, il était apparu que la teneur en lignine était plus élevée dans le bois à couleur jaune que dans le bois à couleur rose ; enfin, on a cherché à savoir s'il y avait une liaison entre structure anatomique du bois et couleur qui pourrait justifier l'intérêt de ce critère de choix en dehors de toute considération de mode ; l'analyse faite sur une centaine de cernes au total n'a fait apparaître d'effet pour aucune des caractéristiques mesurées : pourcentage de zone poreuse par rapport au cerne total, pourcentage de vaisseaux par rapport à la zone poreuse et au cerne total, pourcentage de fibres par rapport au bois final et au cerne total, diamètre moyen des vaisseaux, nombre de vaisseaux.

PERSPECTIVES A MOYEN TERME

L'existence de chênes vigoureux et cependant à bois tendre est maintenant confirmée dans la plupart des chênaies françaises [voir, à titre d'exemple, en figure 8, la microphotographie du bois d'un chêne tout à fait exceptionnel de la forêt de Fontain (Doubs) avec un accroissement de 5 mm formé de bois à forte porosité et à plages de fibres extrêmement réduites].

Figure 8

La chance a voulu qu'au moment où le caractère général de ce phénomène était établi par la Station de Recherches sur la Qualité des Bois, les chercheurs de la Station de Recherches sur les

Sols forestiers et la Fertilisation mettaient au point (Cornu et al., 1975 ; Garbaye et al., 1977) une technique de multiplication végétative du chêne à partir de rejets de souches d'arbres adultes ; ce double progrès dans les connaissances est à l'origine d'un vaste programme tendant à obtenir, dans les principaux types de stations concernées, des variétés multiclonales de chênes à hautes performances quantitatives et qualitatives destinées à bénéficier d'une sylviculture relativement intensive et à être utilisées dans une première étape en complément de régénération.

La réussite de ce programme suppose bien entendu une bonne héritabilité au sens large de la densité du bois et, pour la largeur des cernes, également une bonne héritabilité ou, à tout le moins, une absence de corrélation avec la densité.

Un certain nombre de résultats encourageants ont d'ores et déjà été obtenus : tout d'abord, les corrélations phénotypiques jeune-adulte en forêt de Bride et de Saint-Jean étaient toutes significatives au seuil de 1‰ au niveau intra-station pour l'infradensité, les densités maximales et minimales annuelles et les retraits tangentiel, axial et volumétrique, mais pas pour la largeur des cernes.

**Chêne Apollon
Fontainebleau (Seine-et-Marne).**

Photo BARTOLI.

En matière d'héritabilité au sens large, Nepveu (1982) a trouvé une valeur très significative de 0.65 pour la densité du bois des boutures de 19 clones provenant de ces deux forêts à un âge de 1 an et demi (bouturage : août 1977 ; mesure des densités : fin de la saison de végétation 1978) et des corrélations non significatives au niveau des moyennes de clones entre le diamètre des plants bouturés et leur densité. En revanche, les corrélations entre densité des ortets et moyenne de densité des ramets n'étaient pas significatives, mais la comparaison ne pouvait porter que sur 13 clones, ce qui augmentait le niveau des seuils de signification.

Ces résultats contradictoires, mais cependant dans l'ensemble encourageants, demandent évidemment à être confirmés car, d'une part, la précision des mesures de densité sur des fragments aussi petits de bois aussi jeune est relativement faible, et d'autre part, le bois formé durant la première année après bouturage peut conserver l'influence des caractéristiques de la souche dont il provient, risquant de conduire à une surestimation de l'héritabilité au sens large.

Grâce à la compréhension et à l'esprit de collaboration de J. Kleinschmit, Nepveu (communication personnelle) a pu étudier le bois de clones allemands de Chêne rouvre et pédonculé d'une quinzaine d'années obtenus à la Station de Recherches d'Escherode par greffage ; bien que les critères de qualité du bois ne soient pas intervenus dans la sélection des ortets, ils sont apparus comme très variables au niveau des moyennes des ramets, et les valeurs de l'héritabilité au sens large calculées sont très significatives pour la densité ($h^2 = 0.555$ pour le Chêne rouvre et 0.585 pour le Chêne pédonculé), pour le retrait volumétrique (0.295 et 0.283), et pour la largeur de cerne (0.247 et 0.212) ; pour le Chêne pédonculé, la corrélation densité-largeur n'est significative ni au niveau génotypique, ni au niveau intra-clone ; elle est positive et significative au seuil de 5% , seulement au niveau génotypique, pour le Chêne rouvre.

Au total, et si les vérifications ultérieures sur les clones français obtenus par bouturage confirment les résultats des études d'héritabilité faites jusqu'ici, on a de bonnes raisons d'espérer que le programme actuellement mis sur pied permettra de raccourcir considérablement la durée de révolution des chênaies françaises sans altérer de façon notable la qualité du bois produit. ■

BIBLIOGRAPHIE

- BECKER (M.). — Quelques observations morphologiques sur le chêne sessile et sur le chêne pédonculé. — *Bulletin de la Société Botanique de France*, 119, 1972, pp. 231-236.
- BECKER (M.). — Une étude phyto-écologique sur les plateaux calcaires du Nord-Est (Massif de Haye, 54). Utilisations des correspondances dans la typologie des stations. Relations avec la productivité et la qualité du hêtre et du chêne. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 36, n° 2, 1979, pp. 93-124.
- BOUCHON (J.). — Normes provisoires pour le chêne de qualité du secteur ligérien. Document à distribution limitée Station de Sylviculture et de Production, C.N.R.F. — 1970.
- BOURGENOT (L.). — Le traitement des futaies feuillues. — *Revue forestière française*, vol. XXII, n° 1, 1970, pp. 25-34.
- COCHET (J.). — Contribution à l'étude d'une sylviculture du chêne de qualité. — *Revue forestière française*, n° 5, 1958, pp. 313-326.
- CORNU (D.), GARBAYE (J.), LE TACON (F.). — Résultats d'un essai préliminaire sur le bouturage du chêne et du hêtre. — *Revue forestière française*, vol. XXVII, n° 2, 1975, pp. 139-140.
- COURTOISIER (F.). — Etude des relations entre stations et qualité du bois de chêne en forêt de Bride et de Saint-Jean. — Rapport de Stage 3^e année E.N.I.T.E.F. — Champenoux : C.N.R.F. — Station de Recherches sur la Qualité des Bois, 1976.
- DE SAINT VAULRY (M.). — Recherche d'une autre sylviculture : l'individualisation précoce des hêtres d'avenir. — *Revue forestière française*, n° 2, 1969, pp. 83-100.
- DUCELLIER (V.). — La forêt de Bellême et une nouvelle méthode d'éclaircie. — *Revue des Eaux et Forêts*, avril 1930, p. 263.
- GARBAYE (J.), KAZANDJIAN (B.), LE TACON (F.). — Développement des boutures racinées de chêne rouvre (*Quercus petraea*). Premiers éléments d'une technique de production de plants. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 34, n° 3, 1977, pp. 245-260.

- GUINIER (Ph.). — Qu'est-ce que le chêne ? — *Bulletin de la Société de Franche-Comté et des Provinces de l'Est*, tome XXV. 1950. pp. 553-589.
- HUBER (B.). HOLDHEIDE (W.). RAACK (K.). — *Holz als Roh- und Werkstoff*, 4. 1941. pp. 373-380.
- 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. — *Revue forestière française*, n° 11. 1959. pp. 746-768.
- LORNE (R.). — La sylviculture de l'avenir. — *Revue forestière française*, n° 7. 1961. pp. 503-514.
- MOUREY (J.M.). — Les chênes de la vallée de l'Ognon (Franche-Comté). Rapport de stage 3^e année E.N.I.T.E.F., O.N.F. Besançon. 1979.
- NEPVEU (G.). — Variabilité clonale de l'infradensité chez *Quercus petraea*. Premiers résultats obtenus sur boutures d'un an. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 39, n° 2, 1982, pp. 151-164.
- PARDE (J.). — Normes de sylviculture pour les forêts de chêne rouvre. — *Revue forestière française*, vol. XXX, n° 1. 1978. pp. 11-17.
- PELLECUER (B.). — L'écologie des chênes en forêt de Morimond et ses applications sylvicoles. — Thèse de Docteur-Ingénieur. Université de Nancy I. 9 juin 1976.
- POLGE (H.) 1973. — Qualité du bois et largeur d'accroissements en forêt de Tronçais. — *Revue forestière française*, n° 5. 1973. pp. 361-370.
- ROY (F.X.) 1975. — La prédésignation des arbres de place dans les futaies de chêne destinées à fournir du bois de tranchage. — *Revue forestière française*, vol. XXVII, n° 5. pp. 50-60.
- VANCELOW. 1956. — Die Geschichte der Forsteinrichtung in den Bayerischen Staatswaldungen in Spessart. — *Mitteilungen aus der Stadtsforstverwaltung Bayerns*, 28 Heft. 1956. pp. 6-178.
- VENET (J.) 1967. — Le chêne de tranchage et les utilisateurs. — *Revue forestière française*, n° 10. 1967. pp. 585-597.
- VENET (J.) 1967. — Sylviculture des forêts de chêne de tranchage. — *Revue forestière française*, n° 12. 1967. pp. 746-758.
- VINEY (R.). PARDE (J.) 1960. — Pour le dossier des chênes de qualité. — *Revue forestière française*, n° 1. 1960. pp. 44-54.
- WALKER (F.S.). — Pedunculate and sessile Oaks : species determination from differences between their wood. — *Dendrochronology in Europe. British Archaeological Reports, International series 51*. 1978. pp. 329-338.