

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	130 (1979)
Heft:	12
Artikel:	Le chêne est-il devenu l'enfant pauvre de notre sylviculture?
Autor:	Schütz, J.P.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-764784

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Le chêne est-il devenu l'enfant pauvre de notre sylviculture?

Par J.-Ph. Schütz

Oxf.: 181 : 175 Quercus

(Institut fédéral de recherches forestières, CH-8903 Birmensdorf)

Raisons de désaffection pour le chêne

Parmi toutes les espèces d'arbres d'importance économique de notre Plateau suisse, le chêne en est vraisemblablement une des plus prestigieuses, par l'auréole de qualité que ses produits portent, par les dimensions atteintes aussi bien spatiales que temporelles et sans doute aussi par le rôle quasi mystique que cette espèce a joué dans le passé et qui reste marqué dans la conscience populaire. Malgré une demande accrue de ses produits dans le secteur du meuble ces dernières années, et l'ascension étonnante des prix de vente des assortiments de bois de service, le chêne continue d'être méprisé des forestiers lors des régénérations, restant cantonné à des proportions infimes conduisant à une marginalisation toujours plus prononcée de cette essence. Et pourtant, le chêne essence noble s'il en fut, aux qualités technologiques très supérieures au hêtre par exemple, se trouve parfaitement en place dans la grande majorité des stations du Plateau suisse, dans le domaine de la hêtraie riche (Eu-Fagion) aussi bien que dans la chênaie à charme (Carpinion). Il atteint donc chez nous, écologiquement parlant, un équilibre stationnel indiscutable. Quelles sont donc alors les raisons objectives d'une telle désaffection des forestiers pour le chêne, alors que dans les pays voisins il jouit depuis quelques années d'un regain d'intérêt, voire d'un succès sylvicole indéniables?

Une des raisons, sans doute, de ce manque d'intérêt doit être recherchée dans la fausse idée que le chêne croît lentement et que les délais de production sont si élevés que sa culture n'en vaut plus la peine. Il s'avère cependant que le chêne ne croît pas aussi lentement qu'on admet volontiers, au contraire; nous verrons qu'il se comporte en jeunesse comme une espèce à croissance plutôt rapide et les délais de production ne dépassent guère ceux du hêtre par exemple, dans le cas d'une sylviculture appropriée. Certes les jeunes peuplements de chêne demandent des soins assez attentifs et qui ne sont pas couverts par une récolte de produits marchands. De plus en

jeunesse c'est une espèce délicate, soumise à de nombreux aléas: gel à la régénération, neige aux stades du fourré et du perchis, autant de difficultés qui peuvent inquiéter pour ne pas dire dépiter le forestier. En fait le chêne demande une sylviculture faite de finesse et d'attention. Et puis pendant quelques décennies dans les années 50 et 60 la stagnation des prix de vente des assortiments de feuillus n'engageait pas à en favoriser la régénération.

Une autre cause du discrédit momentané du chêne, plus insidieuse et vraisemblablement moins consciente, est peut-être que sa régénération demande des coupes rases d'une certaine étendue, disons comme ordre de grandeur l'hectare, que souvent le praticien hésite à imposer à un public toujours plus concerné par les questions forestières et souvent mal informé en particulier en ce qui concerne les techniques de régénération. Au contraire de la plupart des autres essences, le chêne demande donc des interventions assez visibles, un peu en contradiction avec l'esprit général de notre sylviculture.

Nos conceptions sylviculturales du chêne sont bien souvent influencées, consciemment ou non, par les pratiques élaborées dans les grandes régions de production de chêne des pays voisins: centre et ouest de la France ou Spessart allemand. Or ces régions jouissent de conditions stationnelles différant parfois de façon importante des nôtres, en particulier par la pluviosité; et ce qui est valable au-delà du Rhin ne l'est pas forcément en deçà. *Leibundgut* (1945) a très justement mis en évidence de telles différences et souligné la nécessité d'une sylviculture appropriée de nos chênaies, adaptée aux conditions propres de notre pays. Pour une interprétation sylvicole de ce problème, il faudra à notre avis différencier les jugements selon que l'on parle du domaine de la hêtraie ou celui de la charmaie, cette dernière se caractérisant par une plus faible pluviosité selon *Keller* (1975) et une plus forte thermicité. Ecologiquement les stations du *Carpinion* correspondent mieux aux grandes régions à chêne de l'étranger que les stations de la hêtraie.

Un autre facteur influençant inconsciemment notre jugement est sans doute l'influence du traitement sylvicole passé. Une grande partie des chênes que nous récoltons aujourd'hui ont crû dans des conditions d'environnement différentes et avec souvent d'autres objectifs de production qu'aujourd'hui (pacage, fourniture de tannins, charronnage, etc.) notamment avec le taillis-sous-futaie. Cela conduit à préférer des formes d'arbres très différentes: arbres trapus, à fût court et une couronne très large, avec pour corollaire une proportion de bois de service défavorable. De plus les gros arbres étaient conservés jusqu'à un âge et un état de vieillissement très avancés. L'éducation en haute futaie dès la jeunesse permet de produire un autre type d'arbres au fût élancé, libre de branches sur plusieurs billons et à cime moins exubérante (voir photo) avec une relation bois de service/bois d'enstérage beaucoup plus favorable.

Parcelles d'essai de l'Institut fédéral de recherches forestières

Les problèmes esquissés ne datent sans doute pas d'aujourd'hui. On peut même prétendre que dans les années d'après-guerre le chêne jouissait d'une vogue indiscutable, se taillant une place de choix dans l'enseignement forestier et auprès de nombreux praticiens. La recherche aussi s'intéressait depuis longtemps à cette essence. Nous en voulons pour preuve le lancement en 1913 d'un large programme de recherches sur la sylviculture et la production des chênes pédonculés et rouvres en Suisse, sous l'impulsion d'*Engler*, alors directeur de l'Institut de recherches. Ce programme conduisit à l'implantation jusque dans les années 30 d'une bonne vingtaine de parcelles d'essai, où l'on compare depuis la plantation le développement de chênes rouvres en regard de pédonculés. De ces parcelles, 18 observées et traitées par notre Institut régulièrement jusqu'à maintenant sont âgées aujourd'hui de 50—60 années. Ces parcelles viennent de faire l'objet d'une large étude de production (*Schütz et Badoux, 1979*). Certaines constatations faites alors apparaissent étonnantes voire surprenantes et conduisent à un certain nombre de réflexions sur le comportement des deux essences de chêne et leur sylviculture qu'il nous paraît judicieux de faire connaître dans ce journal. Nous ne reviendrons pas sur les aspects particuliers de production et de son estimation, suffisamment traités dans le travail mentionné, pour nous limiter ici aux considérations d'ensemble plus générales.

Les parcelles ayant servi de fondement à cette étude sont toutes issues de plantations. Elles constituent des peuplements purs, au sens où le chêne occupe à lui seul l'étage supérieur des cimes. Certes les parcelles contiennent un peuplement accessoire (c'est d'ailleurs pratiquement une nécessité) qui reste cependant à l'état subordonné dans l'étage inférieur, et qui fut introduit par voie naturelle ou artificielle au stade du perchis.

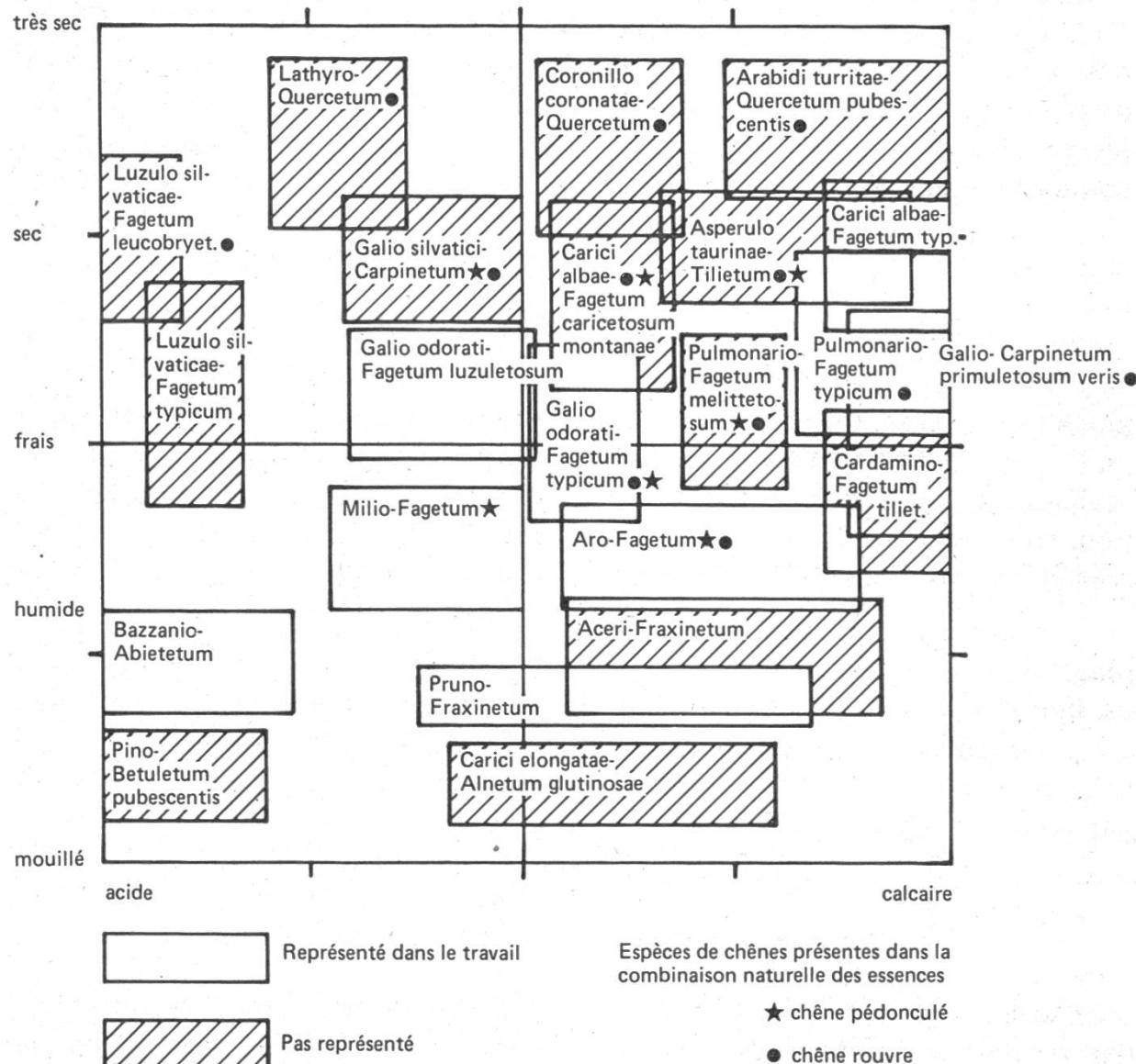
Domaine d'application écologique des observations

Certaines originalités du comportement des chênes dans nos parcelles, par rapport aux connaissances livresques en la matière, dérivées en bonne partie de l'étranger, s'expliquent par le jeu de conditions écologiques quelque peu différentes. En fait toute étude de production ne vaut strictement que dans le contexte écologique observé en réalité, qu'il convient de préciser le plus exactement possible.

La figure 1 représente les unités de végétation selon *Ellenberg et Klötzli* (1972) recouvertes par nos observations, représentées dans un écogramme selon l'humidité et la richesse en bases à l'étage des collines. Nos observations se cantonnent essentiellement dans la partie centrale de l'écogramme, dans les unités de l'alliance de la hêtraie riche (Eu-Fagion) qui représentent la majeure partie des bonnes stations du Plateau suisse. Dans la portion humide

de l'écogramme on touche au domaine de la macrophorbiaie (Alno-Fraxinion) et dans le secteur acide à celui de la pessière-sapinière à Bazzania.

Figure 1. Unités végétales et positions écologiques des observations effectuées. Ecogramme des unités de végétation à l'étage des collines en Suisse d'après Ellenberg et Klötzli (1972).



Par contre, et la remarque est d'importance, il n'y a pas de parcelles d'essai dans la portion sèche de l'écogramme, en particulier là où apparaît le domaine de la chênaie à charme (alliance du Carpinion) dans son acception phytosociologique actuelle, c'est-à-dire limitée aux stations dans les régions basses à faible pluviosité (900 mm et moins). C'est là une lacune certaine du travail dont il faudra tenir compte lors de l'interprétation des résultats; mais cela concerne des unités d'étendue relativement restreinte confinées dans la région genevoise, la plaine de l'Orbe, la région rhénane jusqu'au canton de Schaffhouse et au Bodan et dans le bas Jura argovien.

Différences de comportement entre chênes rouvres et pédonculés

Déjà *Burger* (1944), dans une première présentation du comportement des jeunes plantations de chêne effectuées, mettait en évidence les difficultés de reprise des jeunes plants. Le problème du gel apparaît crucial dans les premières années de la plantation à nos altitudes. *Leibundgut* (1965) dans un essai pratique a montré qu'une plantation anticipée de vernes offrait dans les premières années un écran favorable en agissant comme modérateur des effets de gel. La plantation anticipée agit de plus favorablement sur le développement en hauteur et en qualité des chênes, à condition d'être éliminée en temps opportun, 6 à 8 années après la plantation.

Les chênes rouvres, qui débourent nettement plus tôt au printemps que les pédonculés, souffrent plus fortement des gels tardifs dans les premières années. Cela se répercute sur les pertes deux fois plus élevées que chez les chênes pédonculés et d'autre part sur la qualité des tiges. Les difficultés rencontrées les premières années de plantation par les rouvres restent profondément marquées sur la qualité des tiges, tout au long de la vie. En fait dans toutes les parcelles les pédonculés sont qualitativement en nombre et en qualité absolue supérieurs aux rouvres jusqu'au stade de la futaie. C'est là une constatation assez étonnante surtout pour les stations plutôt sèches de la hêtraie à pulmonaire par exemple, car le rouvre passe à l'étranger pour supérieur en qualité, en France et en Allemagne du moins, non en Slavonie où grâce à l'influence des nappes phréatiques le pédonculé fournit les meilleurs assortiments de tranchage. La notion de qualité ne dépend donc pas tellement de l'espèce et ne doit donc pas être dissociée de celle de la convenance écologique de la station.

Les tiges plus sinuées que produisent les chênes rouvres dans notre pays sont donc causées par les dégâts de gel tardif. *Burger* trouvait une explication supplémentaire dans le fait que les pédonculés formant plus facilement des pousses proleptiques (pousses de la St-Jean) présentent une meilleure faculté de régénération des flèches endommagées par le gel. Cette hypothèse est soutenue par le fait qu'une provenance étrangère de pédonculé, de Slavonie, à débourement particulièrement précoce (plus encore que les rouvres suisses) arrive en tête en ce qui concerne la qualité des tiges au stade de la futaie.

Le chêne pédonculé apparaît donc en meilleure position écologique que le rouvre dans nos régions à bon régime hydrique, favorisé par la pluviosité abondante et des sols à bonne rétention de l'eau et partant mieux apte à fournir des produits de qualité. Le chêne rouvre moins à l'aise est à considérer comme trop marginal pour un développement optimal. En outre il souffre très nettement de la lourdeur de nos sols, la teneur en argiles s'avérant exercer une influence négative sur son comportement. Il convient ici de faire une réserve pour les stations du *Carpinion* non représentées dans la présente

étude où l'assertion ci-dessus n'est pas forcément valable et où la question de l'influence des dégâts de gel sur la qualité devrait être vérifiée.

Croissance en hauteur en jeunesse: le chêne s'avère une essence à croissance assez rapide

L'analyse de la croissance en hauteur du chêne en jeunesse démontre que cette essence n'a pas une croissance aussi lente qu'on admet volontiers, mais se comporte dans le contexte écologique défini plus haut comme ayant une croissance plutôt rapide. La comparaison des indices de fertilité dendrométriques (définis par la hauteur dominante atteinte à 50 ans; Oberhöhenbonität) réalisés sur les différentes stations, par le chêne en regard d'autres essences (figure 2), confirme que le chêne croît plus rapidement que le hêtre dans la majorité des stations à l'exception de celles plutôt sèches de la hêtraie à pulmonaire, et n'est pas beaucoup en retard (d'à peine 2 m de hauteur dominante) sur les prestations correspondantes de l'épicéa.

La constatation a de quoi étonner notre esprit habitué à l'imagerie du chêne espèce très longévive au développement lent par excellence. La représentation laisse d'autre part présumer que le régime hydrique n'est pas étranger à cette vigueur de croissance du chêne. En effet dans la hêtraie à pulmonaire sur les stations relativement sèches et alcalines, la croissance accuse une chute assez brusque et très marquée.

La comparaison des indices de fertilité obtenus dans nos parcelles en fonction de l'humidité du sol (caractérisée par les plantes indicatrices des relevés de la végétation) en regard des prestations obtenues dans les régions productrices de chênes en Allemagne, France et Yougoslavie, est présentée à la figure 3. On constate en Suisse une chute brusque et très nette de la vitesse de croissance sur les stations les plus sèches. Les bonnes stations présentent des indices de fertilité voisins de 22 m (de hauteur dominante à 50 ans) alors que les stations sèches atteignent péniblement 18 m environ. La comparaison avec les résultats de l'étranger, où les chênes atteignent en moyenne des indices de 18 voire de 16, démontre l'excellence de nos conditions de croissance en hauteur. Nos stations de la hêtraie riche permettent donc une production exceptionnelle en regard des stations étrangères. Une telle production sera nécessairement liée à un vieillissement plus rapide des peuplements. L'on ne saurait se départir ici de la conclusion que le régime hydrique et la thermicité du climat, par conséquent la rétention en eau des sols, contribuent grandement à cette situation.

Il apparaît ainsi que les stations de la hêtraie riche du Plateau sont parfaitement propices à la culture du chêne. Le problème est que le chêne s'y trouve confronté en jeunesse surtout à une très forte concurrence du hêtre ce qui explique en partie sa diminution. A l'étranger également l'on commence d'admettre que la culture du chêne de qualité est parfaitement réali-

Figure 2. Vitesse de croissance en hauteur du chêne pédonculé sur quelques stations en comparaison des essences: hêtre, épicéa et mélèze.

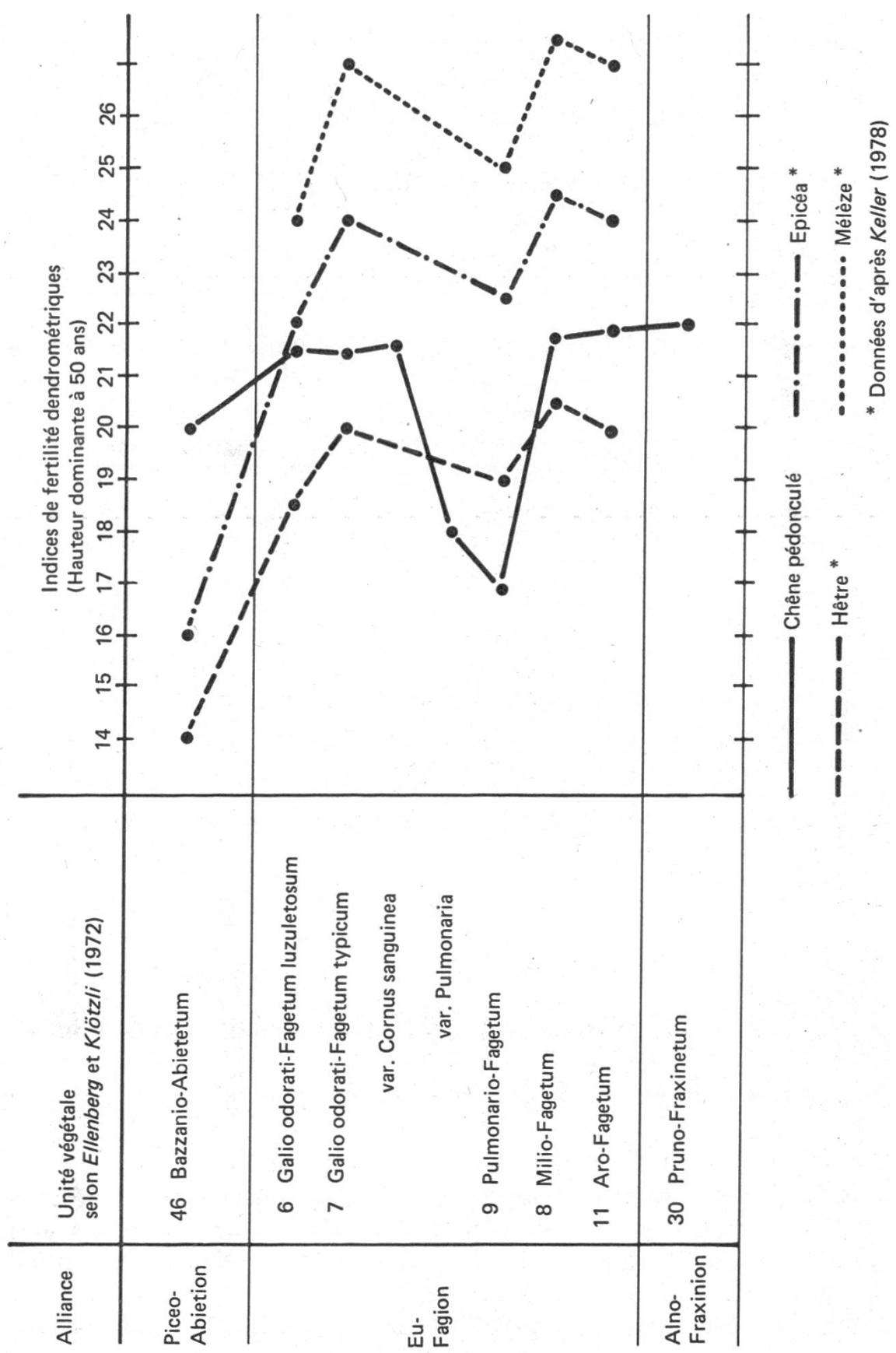
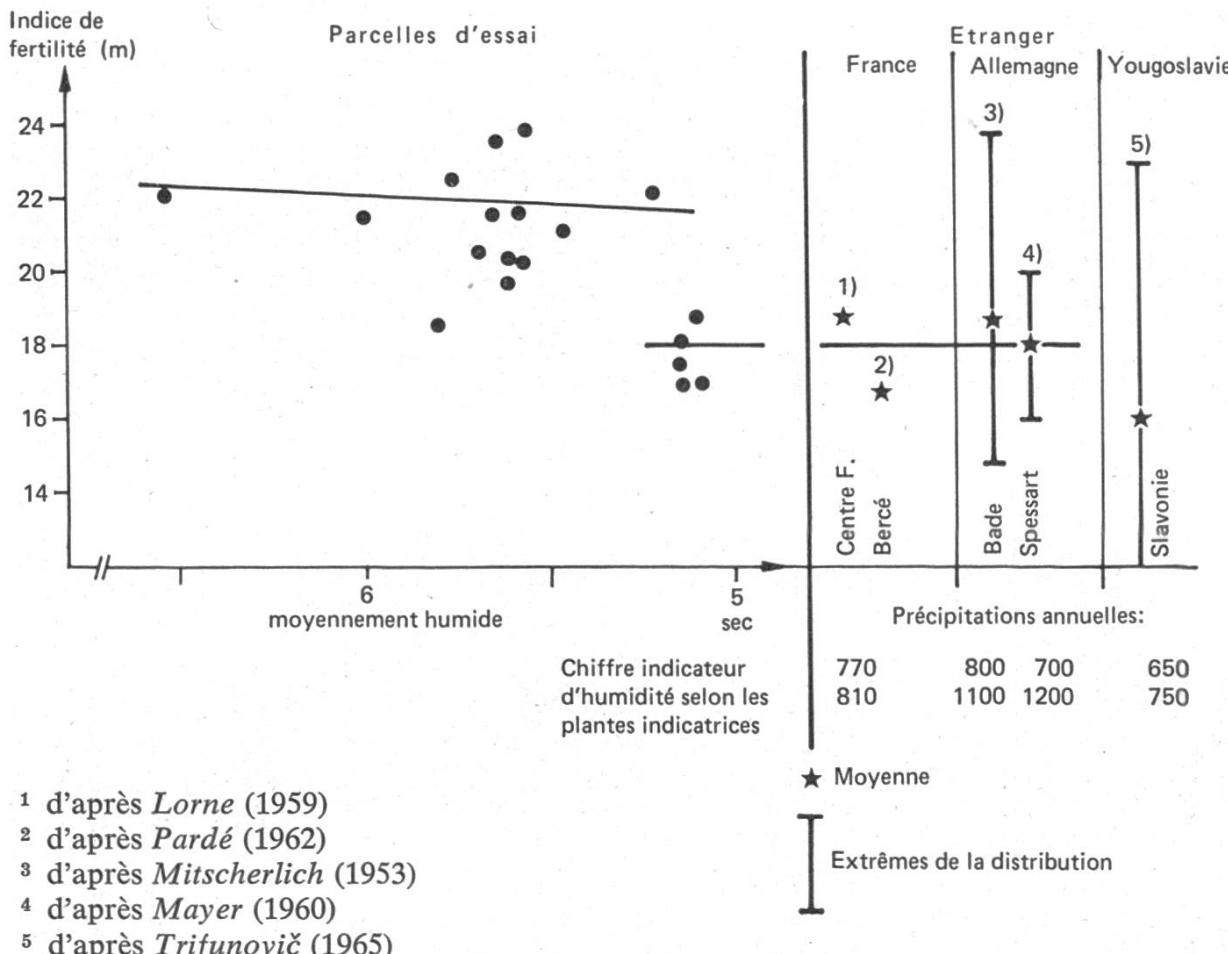


Figure 3. Indices de fertilité (hauteurs dominantes à 50 ans) des parcelles d'essai selon l'humidité du sol et prestations correspondantes à l'étranger.



sable sur les stations de la hêtraie, par exemple *Mühlhäuser* (1978) en Bade-Wurtemberg.

Vitesse de croissance, qualité des bois et objectifs de production

La bonne vigueur de la croissance en hauteur que nous constatons sur nos stations doit se répercuter évidemment sur la croissance en largeur, bien qu'ici la densité des peuplements va jouer un rôle prépondérant. Nous disposons de stations où potentiellement les chênes croissent vite, avec pour corollaire un certain impact sur la qualité des bois d'une part et sur la durée du cycle de production donc de la rentabilité d'autre part. Les deux problèmes sont d'ailleurs intimement liés et ne peuvent être traités convenablement avant de se poser quelques questions sur les objectifs de production à viser.

En raison de la mauvaise représentation des assortiments de masse et l'absence de débouchés pour les produits de faibles dimensions, la sylvicul-

ture du chêne n'a pratiquement pas d'autre alternative que de viser à une production de haute valeur, aujourd'hui assortiments de tranchage, déroulage et bois de menuiserie fine. La question se pose de savoir si à l'avenir ces assortiments se maintiendront de même que les critères de qualité qui les définissent, faible densité du bois par exemple. Il est évidemment impossible de répondre à cette question. L'histoire nous enseigne néanmoins que si les débouchés ont fortement changé au cours des siècles, certains critères de qualité sont liés aux propriétés mécaniques des bois et caractérisent depuis toujours les assortiments élitaires. Nous pensons à la rectitude du fût, l'absence de branches, la régularité de la croissance, la cylindricité et certaines propriétés physiques et mécaniques du bois qui se réduisent au dénominateur commun de la densité du bois. Les assortiments de placage de valeur aujourd'hui réalisés à grand profit dans les chênaies classées françaises sont le produit de chênes plantés au 17e siècle pour les besoins de la marine. Si à l'époque Colbert n'avait pas pris ce pari sur l'avenir une bonne partie des fameuses chênaies n'existeraient pas. Aujourd'hui le problème est absolument identique. Nul ne peut prévoir à quelles fins seront utilisés les produits des chênaies que nous créons maintenant, par contre l'on peut admettre que les critères de qualité énoncés plus haut ont de fortes chances de conserver leur importance.

Le nœud du problème est de savoir quelle importance il faut donner aux qualités dendrologiques (rectitude du fût, branches) et aux propriétés technologiques (densité du bois). La décision est importante car elle se résume à l'équation suivante: faut-il produire du bois à cernes fins au terme de plusieurs siècles ou peut-on réaliser l'objectif à l'échéance de 120—150 ans en forçant la production en largeur? La chose est en tous cas possible sur les stations qui nous concernent.

La sylviculture traditionnelle du chêne de qualité en France et en Allemagne se fonde sur le postulat que la largeur des cernes est l'élément clé de la valeur du produit, d'où la contrainte d'interventions extrêmement modérées pour réaliser cette condition. Ce postulat est aujourd'hui fortement mis en question par de nombreux résultats de recherches et d'observations pratiques qui font de ce problème une véritable querelle des anciens et des modernes.

C'est là un point capital qu'il convient d'étayer quelque peu. La théorie que la légèreté (propriété en fait liée à la faible densité du bois) est due à des cernes étroits est contredite ou du moins remise sérieusement en question par de nombreux auteurs. *Sieber* (1977) montre que la finesse des cernes ne joue plus le rôle déterminant sur la qualité des placages de chêne en Allemagne comme précédemment. *Dahms* (1979) abonde dans le même sens en affirmant qu'avec des cernes de 2 jusqu'à 3 mm il est parfaitement possible de fournir du bois de qualité relativement tendre. *Schulz* (1959) à la recherche de critères reliant les propriétés technologiques et la valeur des placages élitaires

affirme que la largeur des cernes ne joue qu'un rôle secondaire sur le prix des assortiments. Il en conclut que le traitement sylvicole du chêne doit pouvoir varier dans de plus larges limites qu'admis jusqu'à présent. C'est Polge (1973) qui nous apporte la meilleure explication de ce phénomène plutôt troublant. Il démontre en effet que ce n'est pas tant la largeur des cernes qui influe sur la qualité que l'âge des peuplements. Avec la maturité le bois élaboré contient proportionnellement davantage de vaisseaux dans le bois initial et plus de petits vaisseaux et de parenchyme périvasculaire dans le bois final ce qui confère au bois une faible densité. Plus intéressante encore est la constatation qu'au sein de mêmes peuplements on ne constate pratiquement pas de différence de densité entre individus à cernes fins ou larges. Polge montre le cas d'un chêne à croissance très large ($3\frac{1}{2}$ fois plus qu'un autre) ayant la même infra-densité que les chênes aux cernes fins des placages traditionnels. La corrélation entre la largeur des cernes et la densité, fondement de la sylviculture traditionnelle du chêne, n'est donc que factice et reflète finalement l'influence déterminante de l'âge. On est amené à attribuer une origine génétique au phénomène. Par contre, et cela nous étonne quelque peu au vu de ses résultats, Polge nie l'influence de la station que reconnaît quant à lui Schulz. Il semble toujours selon Polge que les individus aux propriétés remarquables de densité se distinguent dès le jeune âge, mais on n'est malheureusement pas encore en mesure de reconnaître par des tests précoces ces individus. Ces recherches ouvrent évidemment de nouveaux horizons, démontrant que par la sélection génotypique on peut faire sans doute tout autant si ce n'est plus que par le traitement sylvicole, voie qui devrait être largement poursuivie. Par contre il est important d'éviter des à-coups, des irrégularités de la croissance des chênes.

Sur un autre plan il apparaît que l'évolution des techniques de tranchage fait que la dureté du chêne n'est plus un défaut aussi important qu'autrefois. Schulz montre qu'en fait à part l'âge c'est surtout la grosseur et la longueur des billes de placage qui définissent leurs prix bien avant les critères de couleur, d'écorce ou de finesse des cernes. Le renouveau du chêne dans l'industrie du meuble est par ailleurs lié à une mode beaucoup plus rustique donnant moins d'importance au critère de couleur qu'autrefois.

La constatation que, à part la question génétique, la densité du bois de chêne diminue avec l'âge nous apparaît très importante. Les travaux de Polge et de Schulz ne disent pas s'il s'agit de l'âge réel ou de l'âge physiologique, mais il y a tout lieu de croire que l'âge physiologique, dominant tous les phénomènes de croissance, devrait être déterminant. Si tel est le cas un traitement sylvicole actif en jeunesse confère au chêne une certaine maturation, ce vieillissement physiologique étant susceptible d'apporter une amélioration de la densité du bois. Rien ne s'oppose pour l'instant à une telle hypothèse qui devrait être étudiée de plus près. Il apparaît ainsi qu'avec une sylviculture active et la recherche de bonnes races par l'amélioration génétique, la

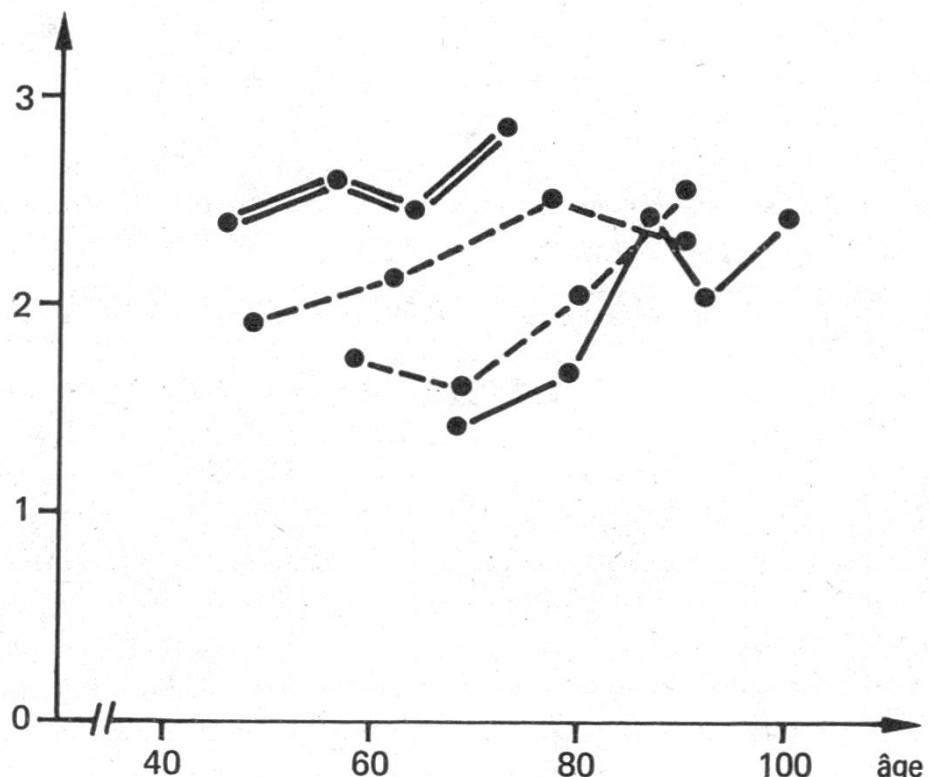
production de bois de qualité est parfaitement possible. De plus, il nous semble fondamental de donner une importance plus grande aux propriétés de qualité dendrologiques, ce qui implique des interventions sélectives vigoureuses dès le jeune âge.

Durée du cycle de production

Dans cette optique d'un traitement actif et les conditions de station évoquées plus haut, les délais de production du chêne se réduisent considérablement. À la figure 4 nous voyons l'évolution de la largeur des cernes des arbres dominants et codominants vers 90 ans dans quatre parcelles d'essai. On y voit une influence de l'âge mais aussi de la densité des peuplements, tenus un peu trop serrés en jeunesse au début de la phase d'éclaircies. L'al-

Figure 4. Accroissement radial des arbres de l'étage dominant (vers 100 ans) entre 50 et 100 ans (environ 100—120 tiges/ha) dans quatre parcelles d'essai.

Largeur moyenne des cernes
(mm/a)



Unité de végétation:

— Aro-Fagetum

— Milio-Fagetum

— Galio odorati-Fagetum

lure montre que sur nos stations on est parfaitement en mesure de produire des bois à cernes de 2 à 2,5 mm de largeur. Si cette croissance reste soutenue ce qu'il y a tout lieu de croire on obtiendra un diamètre moyen de 60 cm entre 120 et 160 ans. Nous pensons que c'est dans cet ordre de grandeur que peuvent se produire des chênes de très belle qualité; la photo qui présente une parcelle âgée aujourd'hui de 100 ans dont les arbres atteignent un diamètre dominant de 47 cm le démontre parfaitement.

Plusieurs auteurs partant des mêmes considérations proposent de tels traitement: *Lorne* (1959) en France et *Kenk* (1978) en Bade Wurtemberg qui postulent l'un et l'autre un traitement sylvicole permettant une croissance régulière avec des cernes de 2 mm. *Trifunović* (1965) admet une révolution de 140 ans pour les chênaies (de pédonculé) de Slavonie. Ces propositions sont parfaitement compatibles aux yeux de leurs auteurs avec une production d'assortiments de haute qualité.

Il faut par contre distinguer le cas des chênes rouges d'Amérique, à la croissance exceptionnellement rapide en hauteur, mais qui, à l'instar de ses congénères du sous-genre des chênes dits «rouges» que l'on trouve aux Etats-Unis, présente des propriétés technologiques plutôt médiocres.

Faut-il préférer l'éducation en peuplements purs à celle en peuplements mixtes?

En parlant de mélanges, il faut distinguer les véritables formes de mélange, qui se passent au niveau supérieur des cimes, du cas du peuplement accessoire appelé parfois à tort mélange subordonné. D'ailleurs la présence d'un peuplement accessoire est nécessaire aussi bien avec des peuplements purs que mélangés.

Etant donné l'allure très particulière de la croissance en hauteur du chêne, aucune essence n'est capable d'avoir un développement parfaitement synchrone avec ce dernier, particulièrement en jeunesse. Cela signifie que le mélange intime sera lié à d'épineux problèmes de régulation des croissances différentes. Certes une essence sciophile (d'ombre) comme le hêtre peut partant de l'état subordonné s'immiscer peu à peu dans l'étage supérieur sans trop de danger et cohabiter ainsi avec le chêne. Le problème du mélange avec d'autres essences: érables, ormes, frêne nous oblige à constater qu'un mélange intime sera toujours plus compliqué sylviculturalement parlant et par conséquent demandera des interventions plus intensives et régulières que dans un peuplement homogène.

La nécessité d'un développement régulier, en douceur, des chênes nous fait préférer le peuplement pur d'une certaine étendue (disons d'au moins un hectare) pour éviter les effets de lisière. Reste bien sûr la condition de disposer d'un nombre suffisant de candidats aux propriétés phénotypiques suffisamment bonnes pour produire des assortiments élitaires. Si tel n'est pas

le cas, le peuplement mélangé peut devenir une solution de rechange parfaitement réalisable mais qui nécessite plus d'attention sylvicole.

Importance du peuplement accessoire

Dans la sylviculture de qualité qui est celle du chêne, la présence d'un peuplement accessoire est indispensable pour l'amélioration individuelle des tiges de chêne et leur maintien libre de gourmands. Le problème principal, le plus délicat aussi, est le maintien du peuplement accessoire pendant toute la durée du cycle de production (150 ans). C'est là une gageure plus facile à énoncer qu'à réaliser, car avec le temps le peuplement accessoire montant dans l'étage des cimes voit ses effectifs diminuer très fortement au détriment de sa fonction d'emballage, si l'on ne prend garde d'assurer sa régénération continue.

La production accessoire en valeur du peuplement subordonné est minime, voire négligeable, de l'ordre selon *Mitscherlich* (1953) de 4 % pour le hêtre et 10 % pour le sapin. C'est d'ailleurs la fonction éducative qui est pertinente et non la production accessoire. D'autre part, comme l'ont montré *Mitscherlich* et aussi *Carbognier* (1951) le peuplement accessoire peut exercer une certaine concurrence sur le peuplement principal. Il faut donc éviter un développement trop pléthorique, mais d'un autre côté cette faculté permet une certaine régulation des phénomènes de croissance du peuplement principal.

L'effet d'emballage du peuplement accessoire est différent selon les essences qui le composent. Nous avons constaté que les feuillus agissent plus favorablement sur la qualité des tiges et la garniture de gourmands que les résineux. De son côté *Mitscherlich* montrait qu'avec un peuplement accessoire de sapin, la proportion d'assortiments de tranchage était très nettement abaissée qu'avec du hêtre. Les résineux présentent surtout l'inconvénient de se régénérer difficilement et, comme ils ont tendance à s'immiscer dans les cimes des chênes, il faut peu à peu les éliminer avec pour résultat la perte de leurs propriétés d'emballage des fûts, ce d'autant plus qu'en période de sécheresse les sapins perdent tellement de leur vigueur qu'il est difficile de leur accorder une bonne fonction accompagnatrice.

Il faut donc préférer un peuplement accessoire de feuillus. Au hêtre il nous paraît judicieux de préférer charme ou tilleul, qui sont moins combatifs sur nos stations que le hêtre et atteignent des statures moins élevées, étant ainsi mieux à même d'agir favorablement sur les fûts sans exercer une trop grande pression sur les cimes des chênes. Il n'est pas à exclure, sur les stations du *Carpinion*, que le hêtre pourrait être préféré au charme car moins combatif et partant mieux à même de remplir sa mission d'accompagnement.



Futaie de chênes pédonculés âgée de 100 ans de remarquable qualité, dans les forêts de la ville de Winterthur. Photographie Institut fédéral de recherches forestières, F. Pfäffli, 1979.

Dans la sylviculture traditionnelle on proposait d'introduire le peuplement accessoire au stade de la futaie pour faire concorder les cycles de croissance dans l'optique d'une production à long terme du chêne. Il fallait alors vers l'âge de cent ans, comme le voulait la théorie, ouvrir quelque peu le peuplement principal pour permettre au peuplement accessoire de se développer, mais avec l'inconvénient de pratiquer un coup de fouet sur les cimes des chênes et de favoriser la venue de branches gourmandes. Avec des révolutions de 120 à 160 ans il n'est plus nécessaire de différer l'implantation du peuplement accessoire. Déjà *Leibundgut* (1965, puis 1976) montrait qu'il convenait d'introduire le peuplement accessoire en même temps ou presque que les chênes. Cela vaut surtout pour le charme et le tilleul qui dans les conditions actuelles de densité de gibier n'auraient aucune chance de succès sans l'enceinte protectrice d'une clôture. Certes le peuplement accessoire introduit à la plantation se développera plus rapidement les premières années que les chênes et nécessitera des interventions de régulation (recépage) lors des soins aux plantations. On pourrait éventuellement envisager un semis du peuplement accessoire ou une plantation différée de quelques années.

La conservation du peuplement accessoire demande une structure étagée et un traitement sylvicole approprié. En jeunesse il tend à se développer en hauteur au détriment d'une certaine stabilité. Les tiges élancées peuvent souffrir fortement des dégâts de neige. Dans certaines conditions un écimage du peuplement accessoire peut lui rendre sa stabilité.

Caractéristiques du traitement sylvicole

La production d'assortiments élitaires demande un traitement sylvicole orienté vers la réalisation des objectifs de production définis plus haut. Le traitement sylvicole doit tenir compte de contraintes d'ordre biologique, technologique et dendrologique; il doit surtout ne pas s'écartez trop du cours naturel des phénomènes de croissance, trop violenter la nature, la juguler conduirait à compliquer la conduite des opérations ce qui à long terme rend difficile à garantir la continuité. Le traitement doit s'inspirer du principe d'éviter les à-coups, d'assurer un développement harmonieux et en douceur. Il diffère cependant selon les phases du développement, selon les particularités de la croissance. Nous voyons trois phases principales:

- En jeunesse, dans les premières années succédant à la plantation ou à la régénération naturelle, il convient d'assurer surtout la reprise optimale d'un nombre de tiges suffisant pour assurer une base assez large pour la sélection ultérieure. Il faut surtout assurer la stabilité à l'égard des gels tardifs et des bris de neige. Il est bien entendu admis qu'au départ une attention particulière a été vouée au choix des provenances.
- Dès le stade du fourré il faut porter l'accent sur l'élaboration de candidats, selon les propriétés dendrologiques de continuité de l'axe, absence

de branches et rectitude de la tige, par une succession d'interventions sélectives vigoureuses et conséquentes. Les propriétés technologiques restent dans cette phase au second plan, étant admis que de toutes façons le bois élaboré est relativement dur en jeunesse. Il serait cependant intéressant de pouvoir reconnaître, sur l'aspect extérieur, les individus aux bonnes propriétés technologiques pour parfaire la sélection, ce qui n'est malheureusement pas encore possible. Dans cette phase de vie la règle est l'éclaircie sélective, active, à caractère par le haut au début en tous cas afin d'assurer la stabilité des candidats et de l'ensemble du peuplement. Une attention particulière est à vouer au développement du peuplement accessoire.

- Une fois les candidats élaborés en nombre suffisant selon les critères dendrologiques, il convient de prêter de plus en plus d'attention aux propriétés technologiques, à la régularité de la croissance surtout. Aux éclaircies sélectives succèdent les interventions plus modérées des éclaircies de mise en lumière visant surtout la conformation des cimes et le réglage des phénomènes de concurrence. Dans cette phase aussi la règle de la simplicité prévaut. La phase d'éclaircies de mise en lumière peut commencer dès l'âge de 50 ans environ quand la sélection s'est faite suffisamment tôt.

Problèmes à la régénération

Le développement en prime jeunesse se caractérise par la nécessité d'assurer une base suffisante à la sélection phénotypique. Etant donné la mauvaise fréquence des glandées complètes, qui dans certaines régions du pays ne se sont pas reproduites entre 1945 et 1976, mais surtout la nécessité de prêter une attention particulière aux propriétés génotypiques des chênes, par un bon choix des provenances, la régénération artificielle devrait être la règle.

Essence de lumière par excellence, le chêne ne peut être régénéré autrement que par coupe rase, avec éventuellement une plantation anticipée à large espacement. L'éducation en peuplements réguliers d'une certaine étendue nécessite des surfaces de régénération de surface suffisamment grande pour éviter les effets de lisière, de l'ordre de grandeur de l'hectare environ.

Jusqu'il y a peu de temps le chêne était planté à une densité de 10 000 à 15 000 plants par ha, et les parcelles observées dans le présent travail sont issues de telles densités. Avec l'évolution des coûts de plantation et la difficulté d'obtenir suffisamment de semences on tend à diminuer très sensiblement ces densités. Il faut néanmoins disposer d'une base suffisante pour la sélection ultérieure, compte tenu des pertes à la reprise en raison du gel. Cependant compte tenu d'une sélection massale rigoureuse en pépinière, in-

dispensable à notre avis, on peut admettre avec *Fischer* (1968) des densités de plantation de 7500 jusqu'à 6000 tiges par ha, ce d'autant plus que le peuplement accessoire doit être implanté pratiquement en même temps que les chênes.

Opérations de sélection

Les soins de sélection du stade du fourré à celui de la jeune futaie s'inscrivent avec pour double objectif de favoriser les individus aux propriétés dendrologiques favorables (axe continu, rectitude de la tige) qui permettront la production au stade de la futaie de plusieurs billons dépourvus de branches; et d'autre part la nécessité d'accélérer la croissance, pouvant assurer le vieillissement physiologique des chênes et l'amélioration de leurs propriétés technologiques.

Le chêne, espèce à embranchement sympodial éprouve quelques difficultés en prime jeunesse à former des brins parfaitements droits. Un fourré de chênes, comparé à d'autres essences présente une qualité très relative des tiges. On admettait jusqu'il y a peu que ces tiges s'amélioraient au fil du temps à conditions que le peuplement reste suffisamment dense. Or *Leibundgut* (1976) démontre le peu de modifications de rang hiérarchique et de qualité des tiges du stade du fourré à celui de la jeune futaie et conclut à la nécessité d'intervenir très tôt (dès le stade du fourré) par des interventions à caractère de sélection positive.

L'observation du développement de la qualité des tiges dans nos parcelles pendant cette même période de vie montre que le nombre de tiges de belle qualité n'augmente pas en valeur absolue entre 25 et 50 ans, mais au contraire diminue suivant ainsi la réduction d'ensemble des individus. L'amélioration de la qualité d'ensemble du peuplement constatée est due uniquement au prélèvement d'individus moins bien conformés, donc à la sélection. Il est ainsi fallacieux de vouloir attendre que les tiges se redressent ou s'améliorent, mais il est nécessaire d'intervenir très tôt pour favoriser les candidats aux propriétés les plus favorables. Certes il faut veiller à ne pas libérer trop vite leurs cimes pour assurer la continuité de l'axe de la tige. D'un autre côté on prendra garde à la stabilité d'ensemble du peuplement à l'égard des chutes de neige, fréquentes à nos altitudes. Il faut donc exercer un traitement sylvicole actif dès le fourré, aboutissant aux éclaircies sélectives aux stades du perchis et de la futaie.

La présence d'un peuplement accessoire bien développé contribue grandement à soutenir l'action de dégagement des candidats dans l'étage des cimes, par l'action d'emballage dans la partie inférieure du fût. On peut d'ailleurs même se demander si une opération d'élagage des arbres d'élite ne serait pas profitable au stade du bas perchis.

Le dégagement précoce des candidats en une succession d'interventions sélectives au niveau de la couronne présente l'énorme avantage de dégager les cimes de ces arbres d'élite à un moment de la vie où ils réagissent fort bien en raison de leur bonne croissance en hauteur et sans que cela soit trop préjudiciable à leurs propriétés technologiques, puisque les jeunes arbres fournissent de toutes façons des bois à densité relativement élevée.

Opérations sylvicoles les plus délicates: la conduite des éclaircies de mise en lumière

Dans la mesure où les interventions sélectives ont commencé au stade du fourré et se sont poursuivies régulièrement, les candidats sont sylvicuturellement élaborés relativement tôt, disons vers 50 ans. Il convient dès lors de passer peu à peu à des interventions où la sélection n'est plus au centre des préoccupations, mais bien la conformation des cimes et la régulation de la croissance en largeur, bref à des éclaircies de mise en lumière. D'autre part dès que les arbres ont atteints certaines dimensions, il faut prêter une attention beaucoup plus grande aux propriétés technologiques que sont la régularité des cernes. C'est là une phase très délicate du traitement des chênaies, nous pensons même la plus délicate, car elle demande beaucoup de doigté. En effet le souci d'éviter des à-coups demande des interventions en douceur, mais justement l'élimination d'arbres, surtout ceux de l'étage supérieur, provoque finalement par la place qu'ils occupent des ouvertures assez conséquentes. C'est dans cette phase que le rôle positif du peuplement accessoire se fait le plus valoir, qui s'il est bien développé permet une meilleure régulation des cimes des candidats. Bien entendu une attention particulière est à vouer à l'exploitation des bois.

L'intervention sylvicole dans cette phase balance donc entre la nécessité de conserver une croissance en diamètre soutenue par le développement progressif des cimes, car en fin de vie surtout, l'accroissement radial tend naturellement à diminuer et d'autre part le souci de conserver un plus grand nombre possible d'arbres de qualité. A ces exigences vient s'ajouter l'importance d'éviter le développement de gourmands. *Roussel* (1977, 1978) a montré que la formation des gourmands d'ombre (Angstreiser en allemand) était tout aussi à craindre que celle des gourmands de lumière. Il apparaît qu'un bon développement de la cime et du système racinaire, bref un bon équilibre physiologique des arbres est un élément important du mécanisme de formation des gourmands, vraisemblablement plus que la lumière et les propriétés génétiques. Les gourmands d'ombre se forment quand l'équilibre physiologique cime/racine est défavorable, d'où une production réduite d'hormones inhibitrices des bourgeons dormants et levée de la barrière de blocage de leur développement.

Comme nous l'avons montré à la figure 4, on est parfaitement en mesure sur nos stations de produire des bois d'une croissance radiale de 2 à 2,5 mm par année selon la station. Le nœud du problème est de savoir quelle densité de peuplement il faut suivre, pour réaliser l'objectif visé. *Kenk* (1978) pour le Bade Wurtemberg et *Lorne* (1959) en France indiquent les nombres de tiges du peuplement restant permettant une croissance régulière de 2 mm. Compte tenu des différences de station l'on ne peut transposer directement à nos conditions de telles normes, qui d'autre part n'ont de sens que dans la mesure où les peuplements sont traités depuis la jeunesse selon une telle sylviculture. D'autre part l'on sait que le peuplement accessoire exerce un rôle de concurrence sur les chênes et qu'il faut en tenir compte dans le processus de régulation. Le problème est manifestement plus complexe pour le

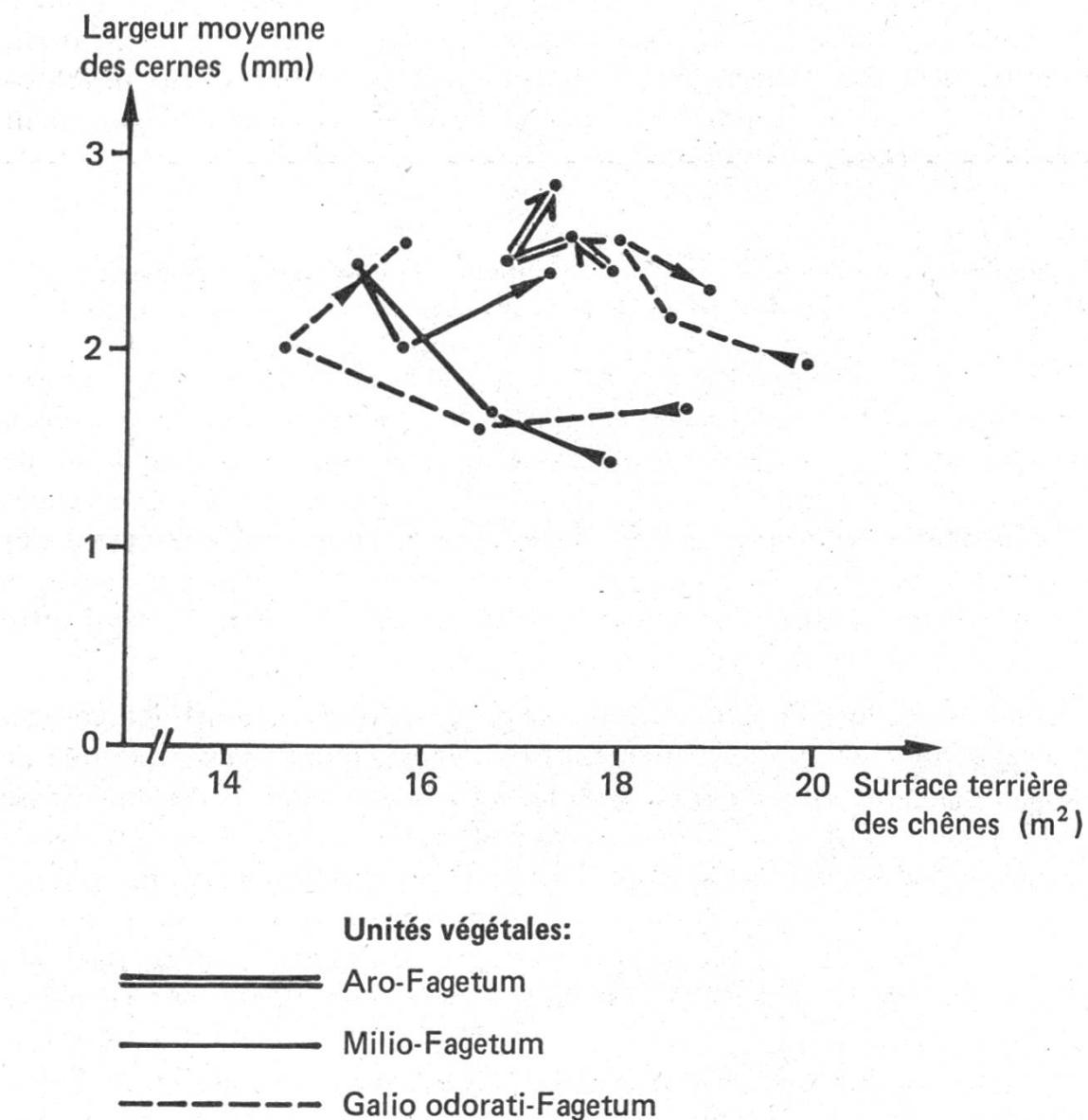


Figure 5. Influence de la densité des peuplements sur l'accroissement radial. Tiges de chênes de l'étage dominant vers 100 ans (environ 100—120 tiges/ha) entre 50 et 100 ans, pour quatre parcelles d'essai.

traduire par une seule relation du nombre de tiges. Néanmoins pour la conduite des opérations dans cette phase du traitement il serait de grande importance de connaître plus précisément les relations entre densité du peuplement et largeur des cernes. L'étude des accroissements radiaux des arbres de l'étage dominant de quatre parcelles d'essai entre 50 et 100 ans (déjà utilisés pour la figure 4) mais représentés en fonction de la surface terrière des chênes à la figure 5, montre que l'abaissement de surface terrière provoque une augmentation sensible de la largeur des cernes qu'il faudrait éviter dans la mesure du possible. Il y a matière à des études éminemment intéressantes qu'il faudrait poursuivre, mais nos parcelles sont encore trop jeunes pour cela.

On peut se demander si l'utilisation de techniques telles que la désignation et le marquage des arbres de place comme on les appelle en France (Z-Bäume en allemand), donc des arbres devant former le peuplement final, ne simplifierait pas les opérations sylvicoles dans cette phase du développement. Une telle technique permet plus de conséquence dans le dégagement et probablement plus de régularité.

Importance de l'hérédité sur le développement de la qualité des tiges: du bon choix des provenances

L'observations du développement comparatif de quelques provenances de chênes pédonculés dans les parcelles d'essai de Chavornay et Ermatingen n'a pas montré de différences manifestes de croissance en hauteur ni de production jusqu'à l'âge de 43 ans. Par contre on constate des différences très nettes dans le nombre de tiges de qualité et la qualité elle-même des tiges. Les chênes yougoslaves de Slavonie montrent trois fois plus de tiges de qualité (figure 6) que la provenance fribourgeoise de Greng; ce qui offre évidemment de plus grandes possibilités de sélection.

L'explication de telles différences est assez délicate et tient des conjectures. Différentes hypothèses surgissent cependant: celle par exemple que de nombreux siècles de traitement en taillis-sous-futaie dans le Plateau suisse ont pu conduire à un certain écrémage génétique négatif des populations de chêne, sélectionnées selon les propriétés de vigueur pure et non de qualité. Il est possible aussi, sur nos stations de la hêtraie que la pression concurrentielle du hêtre, sa vitalité exceptionnelle a contraint le chêne dans ses retranchements, réduisant les possibilités de sélection. Il est tout de même symptomatique que la provenance suisse de Herblingen, originaire de station du Carpinion passe sur le plan de la qualité bien avant des chênes de Morat ou de Büren (non représentés sur la figure). Des essais plus sommaires encore ont montré le bon comportement de chênes de Belgique. Il y aurait apparemment intérêt à prolonger ces recherches en y incluant des familles en provenance des grandes régions de production du chêne.

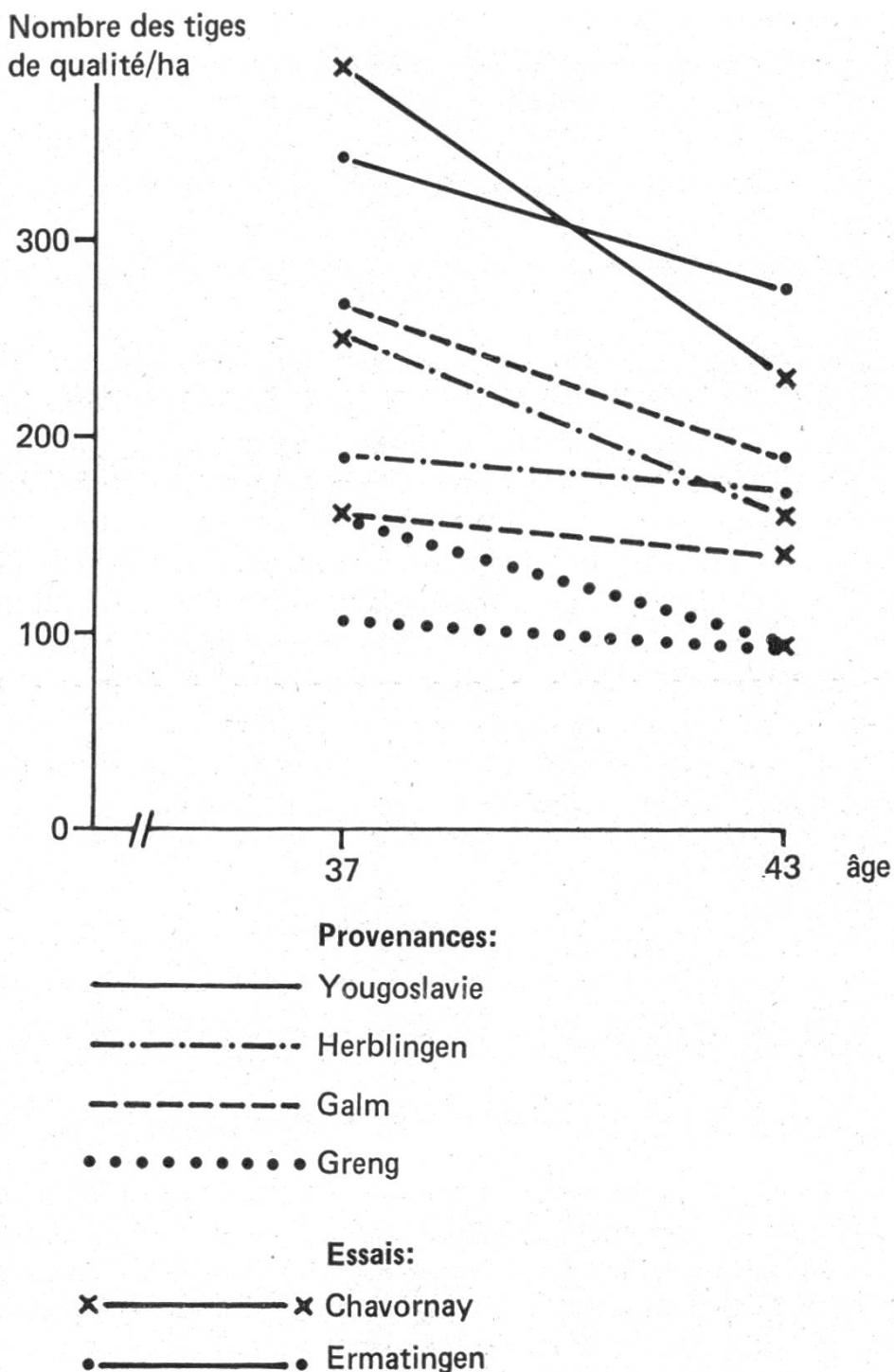


Figure 6. Evolution du nombre des tiges de qualité de différentes provenances du chêne pédonculé. Tige de qualité: tige présentant au moins un billon de qualité a ou deux billons de qualité n.

Si l'on ajoute à ces constatations le rôle génétique possible exercé sur les qualités technologiques du bois (sa densité) comme le présume Polge et vraisemblablement sur la faculté de former des gourmands selon Roussel, force est d'admettre des répercussions sylvicoles importantes. Même si le problème est loin d'être résolu nous devons admettre des possibilités très palpables d'amélioration de la production par le choix des provenances et l'amé-

lioration génétique des lignées. Il y a là un vaste domaine encore pratiquement vierge qui mérite attention. Le problème peut déjà être empoigné par des critères très rigoureux de choix de peuplements semenciers, par une sélection massale très stricte en pépinière avant de passer aux essais de descendance et autres améliorations génétiques plus consistantes.

Conclusions

Ces quelques considérations sur la sylviculture des chênaies, soumises à la sagacité des lecteurs de ce journal, sont le fruit de réflexions lors du traitement et de l'interprétation des résultats de production de nos parcelles permanentes de chêne. Nous ne prétendons nullement avoir fait le tour complet du problème. Nous sommes cependant arrivés à la conviction que la culture du chêne méritait plus d'attention et qu'elle représentait une excellente alternative sur les stations de la hêtraie riche à la culture du hêtre, tout en conservant le caractère naturel du couvert. L'éducation de cette espèce demande cependant un certain engagement sylvicole si l'on veut prétendre produire des assortiments de qualité. C'est d'ailleurs la vocation de cette espèce. Nous sommes persuadés que cela en vaut la peine. Puisse cet article en convaincre les praticiens.

Zusammenfassung

Ist die Eiche das Stiefkind unseres Waldbaues geworden?

Aus der ertragskundlichen Auswertung mehrerer Versuchsflächen der EAFV mit Jungeichen folgten einige Überlegungen zum Verhalten von Stiel- und Traubeneichen und zu ihrer waldbaulichen Behandlung auf Standorten des schweizerischen Mittellandes, insbesondere auf jenen der reichen Buchenwälder (Eu-Fagion). Die heutige Abneigung der Förster gegen die Eiche ihrer waldbaulichen Eigenschaften wegen ist nicht gerechtfertigt, denn sie zeigt auf mit Wasser gut versorgten Standorten des Mittellandes im Vergleich mit bekannten ausländischen Eichenanbaugebieten ausserordentlich gute Höhenbonitäten und Wuchsleistungen. Die Stieleiche ist aus klimatischen Gründen der Traubeneiche vorzuziehen, weil sie in der Jugend viel weniger unter Spätfrostschäden leidet und somit in der Lage ist, bessere Stammqualitäten und -formen für Spitzensortimente zu erzeugen.

Die erblichen Eigenschaften der Eichen spielen bei der Entwicklung von waldbaulichen Qualitätsmerkmalen (Geradschaftigkeit, Astreinheit), technologischen Eigenschaften (Holzdichte) und Wasserreiserbildung eine bedeutende

Rolle. Die genetische Verbesserung der Eichen bietet grosse Möglichkeiten bei der Produktion von hochwertigen Erzeugnissen.

Mit einer aktiven, konsequenten waldbaulichen Behandlung wird man in der Lage sein, in relativ kurzen Produktionszeiträumen von etwa 120 bis 160 Jahren Eichen guter Qualitäten zu produzieren. Die Eiche erweist sich nämlich — mindestens in der Jugend — als relativ raschwachsende Baumart; sie erreicht auf mehreren Standorten grössere Höhenbonitäten als zum Beispiel die Buche, was in gewisser Hinsicht von Feststellungen in ausländischen Eichenregionen abweicht. Die waldbauliche Behandlung soll diese Eigenschaften berücksichtigen, sie soll aber auch technologischen Ansprüchen gerecht werden.

Bibliographie

- Burger, H.* (1944): Über die künstliche Begründung von Eichenbeständen. *Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchswes.* 23, 2: 283—373.
- Carbognier, Ch.* (1951): [The problem of undergrowth in cultivated oak stands.] Orig. suéd., *Meddel. f. Stat. Skogs. Fork'inst.* 40, 1: 1—59.
- Dahms, K.-G.* (1979): Die Eiche und was man von ihr wissen sollte. *Holz-Zbl.* 105, 6: 57—60.
- Ellenberg, H., Klötzli, F.* (1972): Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. *Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchswes.* 48, 4: 591—930.
- Fischer, F.* (1978): Grundsätze für die Wahl der Pflanzverbände. *Schweiz. Z. f. Forstwes.* 119: 402—407.
- Jobling, J., Pearce, M. L.* (1977): Free-growth of oak. *For. Comm., For. Record* Nr 113, 17 p.
- Keller, W.* (1975): Querco-Carpinetum calcareum Stamm 1938 redivivum? *Schweiz. Z. f. Forstwes.* 126, 10: 729—749.
- Keller, W.* (1978): Einfacher ertragskundlicher Bonitätsschlüssel für Waldbestände in der Schweiz. *Diss. ETH Zürich*, Nr. 5829 (1976). Et: *Eidg. Anst. forstl. Versuchswes.*, *Mitt.* 54, 1: 3—98.
- Kenk, G.* (1978): Verjüngung und Pflege von Werteichenbeständen in Baden-Württemberg. *Symposium IUFRO S 1.05.00, Nancy-Champenoux* 11—15 sept. 1978, 24 p.
- Leibundgut, H.* (1945): Über die waldbauliche Behandlung der Eiche. *Schweiz. Z. f. Forstwes.* 96, 3: 49—58.
- Leibundgut, H.* (1965): Ergebnisse eines Eichenanbauversuches auf dem Hönggerberg. *Schweiz. Z. f. Forstwes.* 116, 11/12: 825—833.
- Leibundgut, H.* (1976): Grundlagen zur Waldflege. Ergebnisse zwanzigjähriger Untersuchungen über die Vorgänge der Ausscheidung, Umsetzung und Qualitätsentwicklung in jungen Eichenbeständen. *Mitt. eidg. Anst. forstl. Versuchswes.* 52, 4: 313—371.

- Lorne, R.* (1959): Etude quantitative sur les éclaircies dans les peuplements de chêne de qualité. *Rev. for. franç.* 11, 746—768.
- Mayer, R.* (1960): Über den wirklichen Wuchsablauf süddeutscher Traubeneichenbestände — *Mitt. aus d. Staatsforstverw. Bayerns* 31, 137—144.
- Mitscherlich, G.* (1953): Der Eichenbestand mit Buchen- und Tannenunterstand. *Schr.-R. d. Bad. forstl. Vers.-Anst., Freib. i. Br.*, 9, 1: 3—35.
- Mühlhäuser, G.* (1978): Werteichen-Standorte in Baden-Württemberg. *Allg. Forstz.* 33, 38: 1090—1093.
- Pardé, J.* (1962): Table de production pour les forêts de chêne rouvre de qualité tranchage du secteur ligérien. *Stat. Rech. Exp. For., Nancy, Notes Techn. for.*, No 11.
- Polge, H.* (1973): Qualité du bois et largeur d'accroissement en forêt de Tronçais. *Rev. for. franç.* 25, 5: 361—370.
- Roussel, L.* (1977, 1978): La formation des gourmands. *Bull. Sté. for. Franche-Comté* 38, 1: 1—6, 5: 99—100; 39, 1: 1—7.
- Roy, F.-X.* (1975): La désignation des arbres de place dans les futaies de chêne destinées à fournir du bois de tranchage. *Rev. for. franç.* 27, 1: 50—60.
- Sieber, A.* (1977): Sortierung und Verkauf der Werteiche im Wuchsbezirk «Ulmer Alb». *Allg. Forstz.* 32: 1167—1171.
- Schulz, H.* (1959): Untersuchungen über Bewertung und Gütemerkmale des Eichenholzes aus verschiedenen Wuchsgebieten. *Schr.-R. forstl. Fak. Univ. Göttingen*, 23, 90 p.
- Schütz, J.-Ph., Badoux, E.* (1979): Production de jeunes peuplements de chênes en relation avec la station. *Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt.* 55, 1: 1—176.
- Trifunović, D.* (1965): [Recueil de tables de production pour les peuplements équiennes des essences principales constituant les forêts de la plaine de Srem. chêne pédonculé, frêne, orme, charme, chêne chevelu, peuplier blanc, saule, robinier]. Orig. serb. cr. Inst. Sum. Drvn. Industr. Beograd., Posebno izdanie 22, Beograd 1965.