

L'importance de la structure fine du bois pour sa préservation

Günther SEEHANN

Le bois est une matière première végétale et naturelle que l'homme utilise d'innombrables façons depuis les temps les plus reculés, parce qu'il possède une série de caractéristiques très favorables. Il existe en quantité suffisante et peut, grâce à son « usinabilité » et à ses propriétés mécaniques, être employé de façon quasiment universelle. Ce potentiel est cependant limité par l'influence des conditions atmosphériques, de sorte qu'on a recours, lorsqu'on utilise des essences de bois d'une durabilité réduite, à un traitement de préservation.

Le succès des mesures de protection dépend essentiellement de la perméabilité du bois, c'est-à-dire de son aptitude à laisser passer les liquides et les gaz. Cette propriété est due à un système de pores macroscopiques, microscopiques et submicroscopiques, qui se modifie sous l'influence de divers facteurs. Les pores les plus grands des feuillus, qu'on peut distinguer à l'œil nu, c'est-à-dire les vaisseaux ou trachées, dont le diamètre peut atteindre jusqu'à 0,3 mm, sont complètement ouverts dans l'aubier vivant de l'arbre, car ils servent à amener l'eau de la racine au sommet. En cas de lignification et d'entrées d'air provoquées par des lésions dues à une duraminisation et à l'emmagasinage de substances ligneuses ou provenant de lésions, une partie de ces vaisseaux est susceptible d'être complètement oblitérée; de ce fait, l'imprégnabilité diminue considérablement. Chez les conifères, le réseau de transpiration se déroule dans les trachéides décelables seulement au microscope, qui constituent de loin la plus grande partie du tissu ligneux. Ces trachéides sont reliées entre elles par de petites ouvertures appelées « ponctuations alvéolées », qui peuvent également être oblitérées dans certaines conditions. Sur les feuillus on trouve, outre les vaisseaux qui sont reliés entre eux par ces ponctuations, des fibres ligneuses, dont les ponctuations sont devenues en grande partie imperméables. Le système intercellulaire, c'est-à-dire de vides entre les différentes cellules, fait partie des canaux conducteurs décelables au microscope. Il ne joue pas de rôle bien important dans le déroulement de l'imprégnation.

Outre les ouvertures que nous venons de mentionner, le bois contient des pores de grandeur moléculaire submicroscopique. Ceux-ci existent,

d'une part, dans la structure de la paroi des cellules proprement dite, et d'autre part, dans les ponctuations alvéolées unilatéralement situées au voisinage immédiat des parenchymes et ne possèdent, contrairement aux pores décelables par voie optique, qu'une perméabilité extraordinairement réduite. La membrane des ponctuations non alvéolées situées entre des parenchymes voisins — cellules vivantes du bois — est percée de fines ouvertures remplies de protoplasme ou de substances ligneuses, qu'on peut comparer dans l'ensemble aux pores submicroscopiques.

Or, ce système de pores du bois subit certaines modifications qui peuvent influencer défavorablement sur le traitement de préservation.

Une transformation étendue se produit d'ores et déjà dans l'arbre vivant à mesure que l'aubier vieillit et qu'a lieu la lignification dont il a été question. Au cours de cette transformation, les canaux conducteurs de liquides aqueux et autres d'une part, deviennent imperméables dans une très grande mesure; mais d'autre part, le dépôt de substances ligneuses se traduit souvent par une augmentation considérable de la durabilité (exemples : bois de chêne, bois de teck).

Dans les conifères ces modifications apparaissent d'abord dans le bois de printemps des cernes, où les ponctuations mesurant environ 2/100 de millimètre deviennent incapables de remplir leur rôle par suite d'une déperdition d'eau. La tension capillaire de l'eau en train de s'échapper tire le tore sur un côté de la ponctuation, de sorte que l'ouverture, c'est-à-dire, l'un des deux pores de la ponctuation, est oblitérée. Dans le bois d'automne on trouve des ponctuations plus petites et plus rigides; lorsque l'eau s'échappe, elles sont souvent débouchées de sorte qu'une légère liberté de passage axiale continue de subsister dans le duramen ou bois mûr. La forme et la composition de ces ponctuations sont extrêmement variables. On les étudie depuis longtemps à l'Institut Fédéral de Recherche d'Economie Forestière, afin d'obtenir des informations plus détaillées sur leur comportement variable lors de l'imprégnation des différentes essences de conifères.

Pendant la lignification, la structure chimique du dispositif d'oblitération dans les ponctuations change elle aussi. Ainsi, par exemple, dans le cas du pin, le tore constitué essentiellement de pectine, est incrusté de lignine. La perméabilité des parois des cellules et des ponctuations se trouve finalement affaiblie par des dépôts de substance ligneuse.

Dans le cas des feuillus, le vieillissement des parenchymes de l'aubier diminue peu à peu la conductibilité de l'eau, qui est reconnaissable structurellement à une duraminisation croissante des vaisseaux. Ces thylles sont des vésicules qui croissent sur les parenchymes voisins et finissent par pénétrer à l'intérieur des vaisseaux; comme elles se touchent et qu'elles remplissent toute la largeur du lumen du vaisseau, elles sont capables d'empêcher tout passage de liquide sur de courts trajets axiaux. Un dépôt de substances ligneuses ne s'effectuera pas nécessairement de façon parallèle mais pourra au contraire être retardé de plusieurs années par rapport

à la duraminisation ou même ne pas se produire du tout. Pour les feuillus sans formation de thylles, c'est surtout le dépôt de substance ligneuse qui est susceptible de provoquer une oblitération des cellules.

La perméabilité se trouve également modifiée lors du séchage du bois. C'est ainsi que lorsque le taux d'humidité de l'aubier des conifères descend au-dessous de 30 % par exemple, il se produit une oblitération des ponctuations alvéolées qui est comparable aux phénomènes caractérisant la lignification. Par ailleurs, l'élimination d'eau des parois des cellules a pour résultat de diminuer le volume des pores submicroscopiques, qu'une nouvelle augmentation de la teneur en eau est incapable de compenser intégralement. Une réhumidification ultérieure de l'aubier des conifères, par exemple lors du traitement de bois séché à l'air, au moyen d'antiseptiques aqueux, ne supprime pas non plus l'oblitération de la ponctuation. Il est néanmoins possible d'imprégner encore à fond l'aubier de certaines essences de conifères, même à l'état sec. Cette propriété est due aux différences spécifiques d'espèce et de catégorie qui existent dans la structure des ponctuations alvéolées. Pour le bois de pin par exemple, les surfaces des parois des ponctuations comportent une couche nodulaire visible au microscope électronique, qui empêche, en cas de séchage, que le tore se pose complètement contre le pore. Il subsiste de ce fait une bonne imprégnabilité pour les solutions salines ainsi que pour les antiseptiques huileux. En ce qui concerne le bois de pin, cette couche nodulaire n'existe cependant pas; c'est pourquoi, le tore oblitère complètement l'ouverture de la ponctuation en cas de séchage. La mauvaise imprégnabilité du bois de pin sec est bien connue. Certaines autres essences de conifères ont une structure de ponctuation différente, par exemple un réseau de fibrilles avec des tores plus petits, plus minces ou même totalement absents. La densité de ce réseau de fibrilles conjonctives celluloseuses varie suivant l'essence du bois et, en conjugaison avec le reste de la structure de ponctuation, influe sur la perméabilité.

La capacité d'acheminement des liquides de l'aubier des feuillus n'est pas influencée sensiblement par le séchage, à condition qu'il ne se produise pas une duraminisation des vaisseaux par suite d'un retard exagéré du processus de séchage.

Pour le séchage du duramen des feuillus et des conifères, de même que pour sa réhumidification, on ne dispose essentiellement, comme voies d'échange, que des pores intermicellaires, indécélables au microscope de quelques dix millièmes de millimètre de diamètre, des parois de cellules. C'est pourquoi l'échange de substance est ralenti ici le plus souvent de façon extraordinaire par rapport aux conditions qui existent dans l'aubier.

En matière de préservation de bois, qu'il s'agisse de l'imprégnation hautement technique des billes de chemin de fer ou de la conservation d'un objet d'art, il importe de tenir compte des propriétés du bois basées sur des caractéristiques finement structurées, que nous venons d'esquisser brièvement. Lorsqu'il s'agit de duramen, on peut escompter, pour diverses

essences de bois, une certaine durabilité naturelle, notamment vis-à-vis des attaques par les champignons ou par les insectes. Cette résistance naturelle est favorisée principalement par l'accumulation, en partie approximativement uniforme et en partie dans les parenchymes et les vaisseaux, de substances toxiques et par l'oblitération étendue des cellules. Il est bien connu que le bois d'aubier n'est pas particulièrement durable.

Lorsqu'on étudie le déroulement d'une imprégnation, on peut observer, d'une part, une progression du liquide à travers des pores macroscopiques et microscopiques, et d'autre part, une diffusion à travers les parois de cellules fermées. Les fissures produites par le séchage font également partie des voies de pénétration optiquement décelables; elles se referment en partie lors de la réhumidification du bois. La perméabilité des ponctuations ouvertes peut également être entravée par la pression du liquide. Dans l'ensemble, ce système des grands pores passe pour être relativement stable; il comprend toutes les voies de pénétration lors du traitement du bois avec des antiseptiques huileux. Les propriétés de diffusion se manifestent le mieux lors de l'imprégnation de bois avec oblitération totale des ponctuations aérobies ou duraminisation continue des vaisseaux. Elles dépendent dans une grande mesure de l'humidité du bois et des propriétés physico-chimiques des produits d'imprégnation. Lorsqu'on traite par exemple du bois de pin sec avec un antiseptique aqueux coloré avec de l'ocre suivant la dose habituelle, le colorant reste à la surface de la pièce, c'est-à-dire dans la zone des cellules entamées et des fissures, tandis que les sels continuent à se diffuser à l'intérieur. La concentration et la composition matérielle des solutions d'antiseptique peuvent subir des modifications du fait que celles-ci se diffusent à une vitesse variable, qu'elles sont absorbées en partie par la paroi des cellules et qu'elles sont susceptibles de réagir chimiquement avec les composants des cellules. Les mêmes phénomènes se produisent également lors de la pénétration par des pores visibles, mais — à l'exception des transformations chimiques — ils ont quantitativement moins d'importance.

L'exposé condensé et simplifié qui précède montre que le bois peut par conséquent être considéré comme un matériau dont la constitution et la structure fine permettent un traitement efficace avec des antiseptiques aqueux et huileux et garantissent même une durabilité naturelle.

SUMMARY

FINE STRUCTURE OF WOOD AND ITS ROLE IN WOOD PRESERVATION

Wood has always served as a raw material, and it is treated in various ways to prolong its service life. The efficiency of preservation procedure against micro-organism and insect attack depends basically on the permeability of wood to liquids and gases.

A system of macroscopical, microscopical, and submicroscopical pores determines the penetrability of wood; it differs from one wood species to another and may be altered by external and internal factors. The largest pores, viz. the vessels of broadleaved trees, serve as water transport pathways from the root to the crown; in conifers, the tracheids of microscopic size are responsible for the transport of liquids. The cell walls contain pores of molecular size with a very low permeability.

The pore system in wood is subject to important alterations. During sapwood ageing and heartwood formation, the vessels of angiosperm trees may be blocked by tyloses and/or by a deposition of heartwood constituents — the cause of natural durability —, while in conifers the bordered pits, i.e. specialized wall areas for liquid flow between tracheids, can become aspirated. Thus, heartwood formation causes the permeability to take place only by diffusion through the cell walls. Air-dried conifer wood exhibits a similar reduction in penetrability which is not entirely reversible through re-wetting. This effect is based on the pit closure and structural changes in the cell wall. Broadleaved species are usually less influenced by drying processes, but in case of extremely retarded seasoning the viable parenchyma cells of the sapwood may initiate a tylosis development in the vessels.

The properties of wood and their possible changes must be considered in problems of chemical wood preservation. In addition, the natural durability of several woods can also contribute to their prolonged service life.