

PRÉSERVATION DES MENUISERIES CONTRE LA POURRITURE

POSSIBILITÉS ACTUELLES ET PERSPECTIVES D'AVENIR

par M. FOUGEROUSSE

*Chef de la Division de Préservation des Bois
au Centre Technique Forestier Tropical.*



La préservation du bois a pour objet d'améliorer les propriétés de conservation de ce matériau, susceptible, dans certaines conditions, de dégradations biologiques. Poser aussi clairement que possible le problème de manière à en dégager les solutions les meilleures est une entreprise plus profitable au bois que de dissimuler que ce problème existe. C'est dans ce sens que l'article ci-dessous a été écrit et doit être compris.

SUMMARY

PRESERVATION OF JOINERY AGAINST FUNGAL DECAY

The preservation of exterior joinery against decay is a problem which claims particular attention and must be given adequate solutions. After a brief survey of the main aspects of fungal deterioration of wood and of the natural durability, emphasis is laid on the need for a specific preservation suitable to exterior joinery, on the interest of the vacuum processes of impregnation, and on the urgency of setting up specifications for reference.

RESUMEN

PRESERVACIÓN DE LAS CARPINTERÍAS CONTRA LA PUDRICIÓN. POSIBILIDADES ACTUALES Y PERSPECTIVAS

Los problemas de preservación de las carpinterías exteriores contra la pudrición, subestimados durante largo tiempo, deben ser objeto de particular atención y ser resueltos de forma eficaz. Tras un resumen de las nociones fundamentales acerca del deterioro de la madera por los hongos y los conceptos de durabilidad anual, se hace resaltar la necesidad de definir una preservación correctamente adaptada a las carpinterías, así como el interés que presentan los procedimientos de preservación en vacío y, finalmente, la urgencia de establecer especificaciones a las cuales puedan referirse los proyectistas.

AVANT-PROPOS

Si la préservation chimique du bois contre la pourriture est une mesure de conservation parfaitement comprise et généralement bien exécutée pour les emplois de ce matériau dans des conditions évidentes d'exposition à un risque important et permanent (poteaux, traverses de chemin de fer, bois de ruissellement et de condensation des réfrigérants industriels, etc...), sa nécessité a été pendant très longtemps beaucoup moins ressentie dans les utilisations du bois dans la construction.

Certes, dans une construction raisonnablement conçue, convenablement réalisée, et régulièrement entretenue, le risque de pourriture du bois dans les emplois intérieurs, ou même extérieurs mais bien abrités, ne peut être qu'accidentel. Par contre, dans les emplois extérieurs exposés aux intempéries, il existe un risque objectif de pourriture puisqu'il peut y avoir réhumidification du bois. Ce risque peut être plus ou moins important ; il convient de l'apprécier et de s'en garantir par un ensemble de mesures qui seront examinées plus loin.

On assiste d'ailleurs, depuis quelque temps, à une recrudescence des cas de pourriture de menuiseries extérieures, portes, fenêtres, volets, etc... Cette recrudescence a plusieurs origines conjuguées, mais elle nous apparaît être la conséquence directe d'une attitude malheureusement fort en vogue il y a

encore peu de temps, qui consistait à juger négligeable le risque « industriel » de pourriture du bois dans le bâtiment et à considérer le problème comme un faux problème. Certaines entreprises, qui, pour avoir fait leur cette doctrine, en ont ensuite payé très cher les fruits amers, réalisent maintenant combien une telle attitude a été irresponsable et coupable.

Actuellement, la réalité et l'importance de ce vrai problème ne sont plus à démontrer et les industriels concernés ont déjà pris des décisions de principe et des mesures pratiques très positives. C'est pour les aider à traduire le mieux possible ces principes dans la réalité industrielle et à améliorer ce qu'ils ont déjà entrepris, que cet article a été rédigé.

Notre objet sera d'abord d'exposer les données du problème, à savoir expliquer ce qu'est le phénomène de pourriture du bois, ensuite d'examiner de quelles armes nous disposons pour protéger le bois, et comment il convient de s'en servir, et enfin de faire un certain nombre de propositions pour aider à définir une stratégie globale de protection du bois dans la construction, qui doit s'intégrer à la stratégie plus vaste de sauvegarde de l'emploi du bois, notamment là où la concurrence d'autres matériaux se précise chaque jour.

LA POURRITURE DU BOIS ET SA DÉPENDANCE DE L'HUMIDITÉ

Et d'abord, la pourriture du bois, qu'est-ce que c'est ? Même s'il paraît à première vue superflu de revenir sur un sujet aussi ancien et aussi banal, l'expérience montre que parmi les professionnels du bois, il n'est pas aussi parfaitement maîtrisé qu'on tendrait à le croire, et le bref rappel de notions à la fois élémentaires et fondamentales n'est sans doute pas complètement inutile.

La pourriture est le phénomène de dégradation de la substance du bois par des microorganismes, essentiellement des champignons. Ce phénomène se traduit par une déchéance progressive, parfois très rapide, des propriétés du bois et aboutit à sa destruction et, dans certains cas, à sa disparition pure et simple, la totalité de sa substance ayant été métabolisée par les microorganismes.

Le phénomène de pourriture peut prendre des aspects multiples, se produire dans des situations très variées, être causé par des microorganismes très différents les uns des autres, mais à l'origine de chacun de ces innombrables cas de pourriture on rencontre un élément causal commun : **une humidité excessive du bois**. Cela est bien connu, à tel point qu'il n'est pas rare que l'humidité soit rendue directement responsable de la pourriture alors que,

bien évidemment, elle n'agit qu'indirectement en créant un milieu favorable au développement des champignons qui sont de très gros consommateurs d'eau. L'eau leur est nécessaire à la fois parce qu'elle constitue plus de 90 % de leur propre substance, mais aussi parce qu'elle est nécessaire à la diffusion et à l'action des enzymes qui sont à l'origine des réactions chimiques de dégradation des constituants du squelette ligneux, comme des réactions de synthèse de leurs propres constituants.

Avant de développer la question des rapports de l'eau et du bois dans la sensibilisation de ce dernier à la pourriture et dans l'évolution de celle-ci, examinons les caractères physiologiques fondamentaux des champignons, et en particulier ceux des champignons de pourriture du bois.

Le caractère physiologique le plus important de tous les champignons est leur incapacité absolue à réaliser la synthèse des hydrates de carbone à partir du gaz carbonique et de l'eau, ce que font tous les organismes pourvus de pigments chlorophylliens, mais chez les champignons, point de chlorophylle. Ce caractère s'exprime habituellement en disant que les champignons sont hétérotrophes par rapport au carbone. Dans ces conditions, leur nutrition carbo-

née est nécessairement dépendante de la dégradation de substances organiques, ce qui en fait obligatoirement des organismes parasites d'autres organismes vivants animaux ou végétaux, symbiotiques d'autres organismes vivants animaux ou végétaux (les mycorhizes en sont un exemple) ou saprophytiques, c'est-à-dire se développant aux dépens de substances organiques inertes telles que, par exemple, et notamment pour ce qui nous concerne, le bois.

Tous les champignons, tant s'en faut et Dieu merci, ne sont pas capables de détériorer le bois, ni à plus forte raison de le faire pourrir. Il faut qu'ils soient en mesure d'utiliser pour leur nutrition tout ou partie des diverses substances qui constituent le bois, que ces substances se trouvent à l'intérieur des cellules ou qu'elles fassent partie intégrante des parois cellulaires, donc de l'ensemble de l'architecture qui se traduit par des caractères physiques et mécaniques spécifiques pour chaque essence.

On distingue donc essentiellement deux groupes de champignons lignicoles :

— ceux qui s'attaquent aux éléments structuraux que sont les membranes cellulaires et qu'on caractérise par l'adjectif « **lignivore** »

— et ceux qui n'endommagent pas, ou que très faiblement, les membranes mais vivent aux dépens des contenus cellulaires, et qui provoquent essentiellement des modifications de couleur, d'où l'appellation de champignons de « **discoloration** » sous laquelle on les désigne, discolorations parmi lesquelles le bleuissement des aubiers est la plus commune et la mieux connue.

Cette distinction entre champignons lignivores et champignons de discoloration est très importante et, dans la réalité industrielle, lui correspond la distinction fondamentale entre la **préservation structurelle** du bois, ayant pour objet de garantir le bois contre les altérations structurelles profondes, et la **protection d'aspect** qui n'a d'autre prétention, sur le plan biologique, que de protéger la surface du bois contre les modifications d'aspect.

Déjà, dans un article maintenant ancien (1), nous avons attiré l'attention sur la nécessité de ne pas confondre préservation structurelle et protection d'aspect et nous avons essayé de montrer pourquoi, dans l'état actuel de la technique, ces deux opérations, souvent complémentaires et interdépendantes, ne sont pas interchangeables. Dans la partie de cet article consacrée aux aspects technologiques de la préservation des menuiseries nous tenterons de montrer comment la complémentarité des deux opérations devrait se définir à l'intérieur d'un système cohérent et complet de protection.

Les champignons lignivores se définissent donc comme des mangeurs de bois, mais ils ne sont pas

tous armés identiquement pour dégrader les constituants cellulaires fondamentaux que sont la cellulose, la lignine et les hémicelluloses associées dans les différentes couches des parois, et selon leur avidité particulière, appartiennent à l'un des trois grands groupes suivants :

- pourriture cubique,
- pourriture fibreuse,
- pourriture molle,

que nous allons examiner succinctement.

— **La pourriture cubique**, destructrice de cellulose mais peu dommageable à la lignine, s'accompagne habituellement d'une modification de couleur, devenant plus foncée que celle du bois sain (d'où le nom de pourriture brune employé quelquefois) et d'une modification d'aspect : large fissuration transversale et longitudinale, délimitant des volumes grossièrement parallélépipédiques, rappelant l'aspect causé par la carbonisation du bois. Les résistances mécaniques s'effondrent rapidement et le bois très altéré devient extrêmement friable et peut être réduit en poudre impalpable sous la seule pression des doigts.

— **Dans la pourriture fibreuse**, on observe un schéma d'attaque plus complexe, mais tous les constituants des membranes sont touchés et détruits, dans un ordre d'ailleurs variable. A cet égard, on distingue les champignons qui dégradent simultanément la cellulose et la lignine et ceux qui commencent leur action par une dégradation plus intense de la lignine (bien que cette dernière à structure aromatique ait une molécule plus difficile à briser que la molécule linéaire de cellulose). Le bois atteint de pourriture fibreuse conserve sa structure, du moins à l'état humide (car au séchage le retrait met en évidence les zones pourries) et son aspect général n'est modifié que par un changement de couleur tendant vers le blanc ou le jaune clair, d'où le nom de pourriture blanche employé souvent en opposition à celui de pourriture brune. Mais ses résistances mécaniques s'effondrent, sa consistance devient de plus en plus molle et le bois s'écrase aisément sous la pression des doigts mais sans friabilité particulière, sauf une fois devenu très sec.

— La dégradation du bois par les champignons de **pourriture molle** s'apparente davantage, sur le plan chimique, à la pourriture cubique qu'à la pourriture fibreuse ; ce type de pourriture ne se rencontre que lorsque le bois est employé dans des conditions le maintenant en permanence à une humidité très élevée, notamment donc dans les emplois au contact direct du sol ou dans certains emplois très spéciaux (réfrigérants industriels par exemple). L'extension de la pourriture molle dans le bois est très variable, selon les essences et les expositions ; lente et limitée à quelques millimètres de profondeur dans certains cas, elle peut être rapide et profonde dans d'autres cas, notamment celui de

(1) Aspects biologiques de la protection de la surface du bois. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 160, mars-avril 1975.

bois feuillus mal préservés au contact du sol. L'aspect extérieur du bois atteint de pourriture molle est peu révélateur de l'altération aussi longtemps que le bois reste humide, mais au séchage apparaissent des fissurations longitudinales et transversales produisant un craquèlement caractéristique, selon un réseau à la fois plus serré et moins profond que dans le cas de la pourriture cubique. À l'état humide, le bois, dans ses zones dégradées, est mou et parfois même spongieux. Sec, il s'effrite d'une manière assez semblable au bois atteint de pourriture cubique. Enfin, en cas de pourriture molle profonde, telle qu'on peut l'observer dans des piquets ou des poteaux, la rupture du bois qui se fait au niveau de moindre résistance montre une cassure mate très caractéristique. Il convient d'indiquer dès maintenant que les cas de pourriture molle dans les menuiseries de bâtiment sont excessivement rares, sauf sur des menuiseries très anciennes aux finitions non entretenues, exposées constamment aux intempéries et dans lesquelles, en tout état de cause, la profondeur de bois altéré dépasse rarement 5 mm, ce qui est certes suffisant pour ruiner les propriétés de surface, mais insuffisant pour menacer le bois dans la solidité de sa structure. On peut même se demander si, pour les produits de protection de la surface du bois, l'exigence de l'efficacité anti-pourriture molle n'est pas excessive, compte tenu par ailleurs de la résistance habituellement assez élevée des champignons de pourriture molle aux fongicides ; en effet, une telle exigence risque, par le surdosage en fongicide qu'elle entraîne, de se traduire par un renchérissement des produits, parfois au détriment de qualités plus importantes et pour une protection dont la nécessité n'apparaît pas démontrée.

De même qu'il existe trois grands types de pourriture du bois qui pourraient se décomposer chacun en un grand nombre de sous-groupes, et qu'ainsi on pourrait, par spécialisations successives, aboutir à chaque espèce de champignon lignivore avec ses spécificités physiologique et écologique, de même, face aux divers risques de pourriture, le bois se présente dans la multitude de ses espèces, chacune offrant un caractère particulier de résistance lié à ses propriétés intrinsèques de durabilité naturelle, mais aussi à sa perméabilité aux fluides, qui conditionne l'importance et la rapidité des mouvements d'eau liquide, d'eau vapeur, de même que celles des échanges gazeux liés à l'activité des champignons. C'est pourquoi, parler d'une manière générale de la résistance du bois à la pourriture n'a rigoureusement aucun sens : certains bois possèdent une résistance élevée à tous les types de pourritures, d'autres à certains types seulement, et l'éventail est très large entre les bois les plus résistants et ceux qui montrent une grande fragilité à l'égard de tous les champignons lignivores.

En matière de résistance à la pourriture, il faut faire une distinction nette entre l'aubier et le bois

proprement dit ou bois parfait, notamment lorsque le phénomène de duraminisation donne naissance à des produits d'incrustation des membranes, dont le rôle dans la protection de celles-ci contre la dégradation biologique est primordial. Habituellement désignés sous le nom d'extraits (car extractibles par dissolution dans certains solvants ou groupes de solvants) ces produits sont toujours de nature chimique complexe, ils varient selon les espèces de bois en nature et en importance, mais se rattachent habituellement à quelques grandes familles chimiques telles que composés flavoniques, stilbènes, quinones, etc...

L'aubier et le bois parfait diffèrent généralement beaucoup l'un de l'autre par leur nature chimique, sauf chez les essences à bois parfait non ou peu différencié, chez lesquelles la duraminisation ne s'accompagne pas, ou peu, de la formation de produits d'incrustation des membranes. Ils diffèrent aussi l'un de l'autre, sauf exceptions, par leur perméabilité aux fluides ; en règle générale, l'aubier est plutôt perméable parce que les voies naturelles de circulation entre les cellules et entre les tissus ne sont pas obstruées ; à l'inverse, le bois parfait est plutôt imperméable, du fait de l'obturation de ces voies naturelles de passage que sont les ponctuations et parfois également du fait de la formation de thylls qui obstruent les vaisseaux.

Ces différences importantes entre aubier et bois parfait au niveau de leur constitution chimique et de leur perméabilité se traduisent par des différences importantes dans leur résistance à l'attaque par les champignons.

Facilement réhumidifiable, sans durabilité naturelle de quelque valeur, l'aubier est, d'une manière absolument générale, très vulnérable à tous les types de pourriture et il n'existe aucune relation entre la résistance de l'aubier d'une essence et celle de son bois parfait. Ainsi le Chêne, le Châtaignier, le Robinier parmi les feuillus métropolitains, le Doussié, le Padouk, l'Azobé parmi les feuillus tropicaux sont, entre beaucoup, quelques exemples typiques de cette règle générale : leur bois parfait est de bonne ou très bonne durabilité naturelle, alors que leur aubier est périssable. Pour ce qui est des bois de pays, les anciens le savaient bien, qui rejetaient l'aubier ne le reconnaissant pas comme du bois. Dans son excellent livre « Le Charpentier de Rostellec » Joseph PERRIN rapporte ces propos du charpentier de marine Auguste TERTU : « Je retire complètement l'aubier de mon plateau. Je trace un trait droit entre l'aubier et le bon bois et je rejette l'aubier », après qu'il ait, quelques lignes auparavant, expliqué sans détours : « L'aubier, c'est comme le tabac-carotte. Si vous laissez l'aubier, au bout de deux ans tout est pourri. L'aubier, c'est déjà de la pourriture. »

Les temps ont changé et, poussés par des impératifs économiques, les menuisiers ont pris peu à peu l'habitude d'employer l'aubier — parfois déjà plus

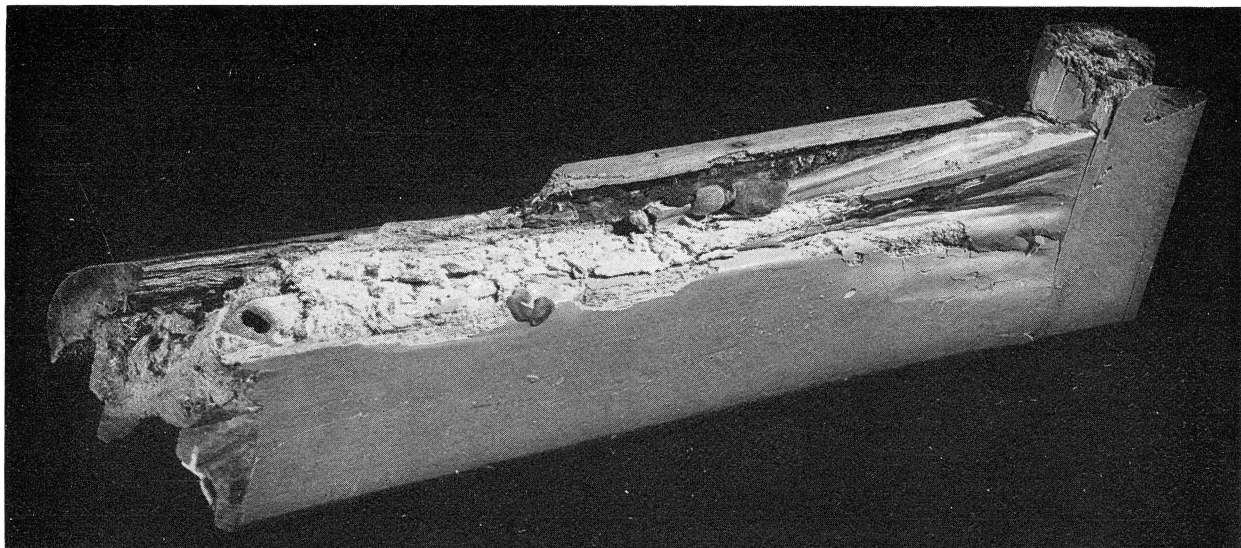


Photo Chatelain — C. T. F. T.

Intense pourriture fibreuse blanche dans un jel d'eau. La peinture, imperméable à la vapeur d'eau, a maintenu l'humidité du bois à un taux favorable au développement de la pourriture. Noter sur la partie droite l'affaissement du bois sous la peinture à la ruine totale de ses propriétés.

ou moins altéré lorsqu'il arrive entre leurs mains — au même titre que le bois proprement dit, et le plus souvent sans les précautions indispensables. Cela leur coûte parfois très cher.

Mais souligner la fragilité générale de l'aubier ne signifie pas qu'en contrepartie tous les bois parfaits soient résistants à la pourriture. La gamme de résistance est très large et, comme nous l'avons déjà indiqué, certains bois sont très fragiles alors que d'autres sont très résistants, avec entre les deux extrêmes tous les intermédiaires possibles. Il est nécessaire aussi de faire un sort à la légende des bois imputrescibles. Il n'existe aucun bois qui, placé dans des conditions extrêmement favorables à la pourriture, résiste indéfiniment ; les exemples que l'on cite de bois très anciens provenant de pilotis de fondations d'antiques cités, ou retrouvés dans tel ou tel tombeau enfoui dans le désert, ne signifient rien, mais confirment ce que l'on sait déjà, à savoir, dans le premier cas, qu'en conditions anaérobies, c'est-à-dire en l'absence d'oxygène gazeux, les champignons ne peuvent vivre, pas plus qu'ils ne peuvent vivre, comme dans le second cas, en l'absence d'humidité.

La notion d'imputrescibilité du bois étant à proscrire, il n'en demeure pas moins que certaines essences ont une durabilité naturelle élevée et qu'elles peuvent donc avoir une durée de service satisfaisante, même lorsqu'elles sont employées dans des conditions favorisant la pourriture. De telles essences sont cependant peu nombreuses et, parmi les bois actuellement employés de façon courante en menuiserie, il n'en existe pratiquement pas. D'ailleurs l'analyse de nombreux cas de pourriture de menuiseries extérieures que nous avons

eu à examiner montre généralement une telle accumulation de facteurs favorables à la pourriture que celle-ci inéluctablement s'installe, se développe et triomphe de la résistance du bois.

Bien des exemples de pourriture de menuiseries pourraient être donnés, portant sur les essences les plus diverses, et ils montrent combien toutes les mesures permettant de protéger le bois sont essentielles à respecter, qu'elles concernent, comme on le développera plus loin, la conception, la réalisation, la mise en œuvre, la préservation et la finition.

Mais, pour en finir avec ces considérations sur la durabilité naturelle du bois, soulignons l'insuffisance coupable de documents descriptifs qui, lorsqu'ils envisagent un traitement, ne le font obligatoire que pour l'aubier considérant ainsi, de manière implicite, que les bois parfaits sont durables, ce qui n'est malheureusement pas vrai dans la plupart des cas. Par ailleurs, les traitements de préservation ne sont généralement définis que très vaguement, de telle sorte que les conditions nécessaires à une bonne conservation du bois ne sont absolument pas réunies.

La pourriture du bois, on l'a vu, est induite par l'élévation et le maintien de l'humidité du bois au-dessus du taux d'humidité critique, de l'ordre de 25 %. En principe, au moment de la fabrication des menuiseries et au moment de leur pose, l'humidité des bois correspond à un état d'équilibre hygrométrique avec l'atmosphère ambiante, elle est de l'ordre de 15-18 % en France selon les régions et les saisons, elle peut atteindre, et parfois légèrement dépasser, 20 % dans les régions du globe à l'humidité ambiante très élevée. Mais, dans tous les cas, elle est inférieure au seuil de sensibilisation à la pourriture et cela signifie donc que son maintien à ce

niveau assure la totale immunité du bois à l'égard de la pourriture, quelle que soit la durabilité intrinsèque, même très faible, du bois considéré.

Tout ce qui précède est excellent en théorie, mais la pratique ne se plie pas toujours à la théorie, et puisque malheureusement il y a pourriture, c'est que le bois s'est réhumidifié. Essayons de voir comment cette réhumidification peut se produire.

En dehors du contact direct avec un matériau poreux, lui-même relié à une source d'humidité, et qui sert donc de vecteur à l'eau, le bois dans la construction ne peut se trouver réhumidifié que par pénétration directe de l'eau, sous forme liquide, ou sous forme de vapeur se condensant ensuite à l'intérieur du bois. Autre exception à cette règle : le cas très particulier des champignons tels que la Mérule

(*Serpula lacrymans*), ou *Poria incrassata* en Amérique, qui sont en mesure d'assurer leur approvisionnement en eau indépendamment du bois auquel ils s'attaquent, à l'aide de cordonnets conducteurs leur permettant de transporter l'eau depuis une source tout à fait extérieure et parfois très éloignée du bois jusqu'à celui-ci, au niveau du front d'attaque. De tels champignons, s'ils ont, bien sûr, besoin d'eau, sont très sensibles à un excès d'eau dans le bois qui ralentit et, à un certain niveau, bloque totalement leur activité. Ils développent d'ailleurs fréquemment des organes particuliers de régulation d'humidité et libèrent même de l'eau libre : ce sont les gouttelettes, communes sur les plaques mycéliennes de la Mérule qui sont à l'origine du qualificatif de pleureuse accolé habituellement à son nom.

RÉHUMIDIFICATION PAR CONDENSATION

Le phénomène de condensation est dû au refroidissement de l'air au contact d'une surface froide. La quantité de vapeur d'eau présente dans l'air varie principalement avec la température, et plus l'air est chaud plus sa capacité de contenir de la vapeur d'eau est élevée. Lorsque l'air est refroidi, à un certain moment le point de saturation en vapeur d'eau est atteint, à partir duquel, si la température continue à baisser, une partie de la vapeur d'eau se condense en eau liquide. La température en deçà de laquelle cette condensation commence à se produire correspond à ce que les physiciens appellent **le point de rosée** ; toute surface se trouvant à cette température, ou à plus forte raison au-dessous devient le siège de condensations qui réhumidifient le bois.

Dans des conditions données de température et d'humidité, l'importance des condensations se produisant sur une surface de bois est liée à deux facteurs : d'une part la vitesse de pénétration de la vapeur d'eau dans le bois à partir de la surface de condensation, et d'autre part la vitesse d'élimination des condensats par évaporation lorsque la température descend au-dessous du point de rosée.

Les mouvements de la vapeur d'eau à l'intérieur du bois se font des zones de plus forte pression de

vapeur vers les zones de plus faible pression de vapeur, les gradients de pression de vapeur entre différentes zones étant liés aux différences de température. En hiver, dans les pays froids ou tempérés, le gradient est orienté de l'intérieur chaud des constructions vers l'extérieur plus froid. En été, le phénomène peut être inversé, mais l'inversion est systématique dans le cas de constructions climatisées en pays chauds, aggravé encore du fait que, non seulement la température est abaissée, mais également de l'hygrométrie de l'air intérieur. Quelle que soit l'orientation du gradient, le phénomène est le même : à l'intérieur du bois, si celui-ci n'est pas protégé par un dispositif établissant un barrage à la pénétration de la vapeur d'eau, il y aura condensation partout où la vapeur atteindra des zones de température inférieure à la température de rosée. Il y aura réhumidification, donc sensibilisation à la pourriture.

Ces phénomènes de condensation se produisent dans de multiples situations, mais il faut y apporter une attention particulière dans tous les cas où le bois entre dans la constitution de cloisons de pièces à l'intérieur desquelles règnent des conditions de température et d'humidité très différentes des conditions extérieures ; c'est aussi bien dans le cas de chambres froides que de chambres chaudes.

RÉHUMIDIFICATION DIRECTE PAR L'EAU

Les menuiseries extérieures abritées et les menuiseries intérieures ne risquent pas de réhumidification directe, sauf dans des cas accidentels liés à des détériorations de couverture, à des fuites de canalisations d'eau, à des débordements ou des éclaboussures répétées (salles d'eau). Mais c'est davantage à des réhumidifications par condensations internes non évacuées, qu'on a affaire dans les menuiseries

intérieures de locaux où règnent fréquemment des conditions de température et d'humidité élevées, lorsque les dispositifs appropriés de ventilation et de renouvellement d'air ne sont pas établis. C'est un cas relativement fréquent dans les salles de bain aménagées sans précautions dans des locaux conçus pour un autre usage.

S'il est exposé nu aux intempéries, sans aucune

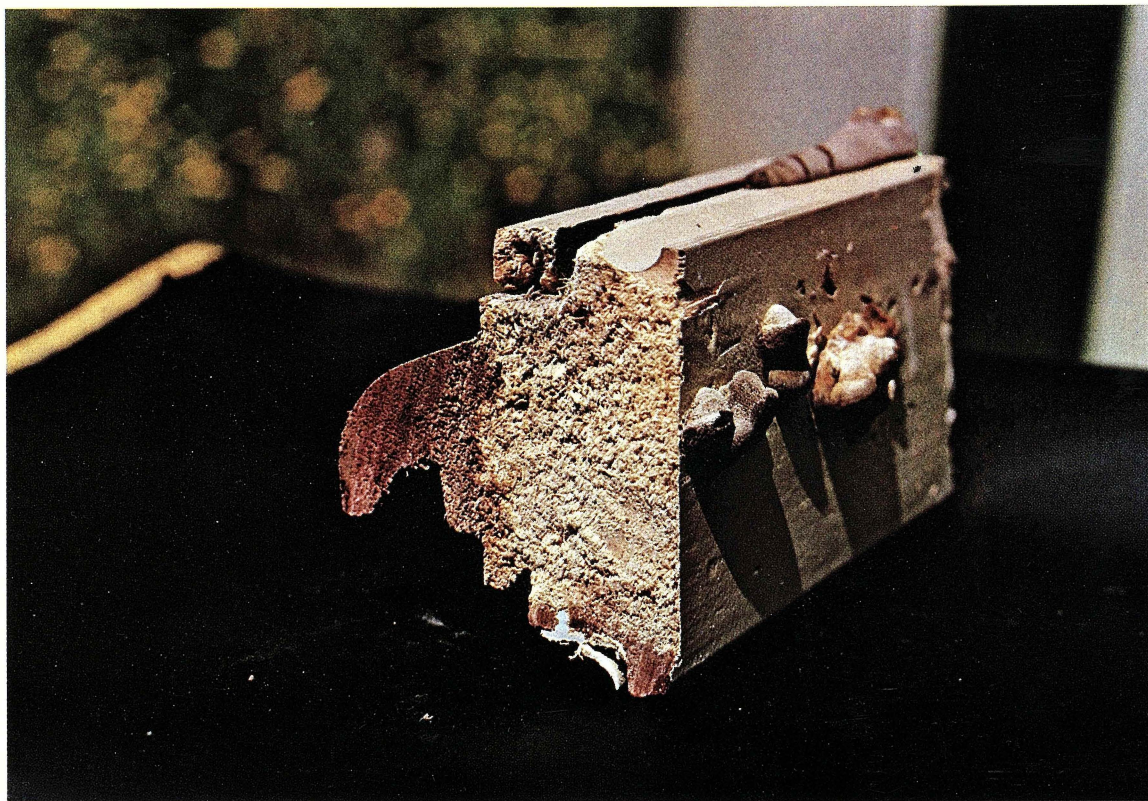


Photo Fougerousse.

A partir d'une infiltration d'eau au niveau du vitrage, une pourriture s'est développée dans la presque totalité du jet d'eau, favorisant même sur la face interne des fructifications du champignon responsable.

protection, le bois est soumis à des alternances d'humidification et de séchage qui correspondent la première à une pénétration d'eau liquide et le second à un départ d'eau en phase vapeur. La perméabilité du bois joue donc un rôle important dans l'intensité et la rapidité des deux phénomènes.

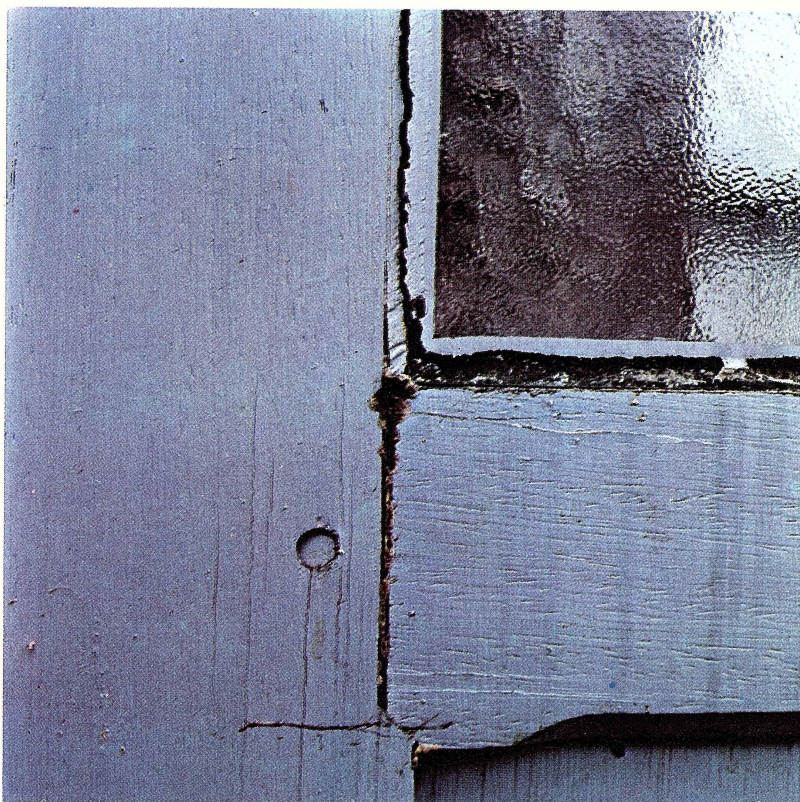
Lorsque les surfaces directement exposées à la pluie sont des surfaces longitudinales (bois de fil), ce qui est le cas le plus général, les alternances de gonflement et de retrait des zones superficielles affectées par les migrations de l'eau entraînent la formation de microfissures, puis de gerces qui constituent autant de points facilitant l'entrée de l'eau, et surtout sa rétention, et au niveau desquels, dans les bois de faible durabilité il peut se produire des amorces de pourriture (aussi bien que de bleuissement dans les bois sensibles à cette discoloration) dont nous verrons un peu plus loin comment et à quelles conditions elles peuvent induire une pourriture grave et profonde.

Lorsque les surfaces exposées à la pluie sont des surfaces transversales, le phénomène s'aggrave du fait que la perméabilité longitudinale est habituellement très supérieure à la perméabilité transversale et que l'humidification du bois, plus profonde, est donc de plus longue durée et offre ainsi plus longtemps aux champignons un terrain favorable d'établissement. Mais le phénomène s'aggrave surtout

parce que, dans la plupart des cas, les surfaces transversales (bois de bout) se rencontrent au niveau d'assemblages et que, lorsque ceux-ci sont défectueux, ils constituent souvent des réceptacles privilégiés pour l'accumulation d'eau, et sont ainsi les points de départ les plus communs de la pourriture dans les menuiseries extérieures.

De toute manière, bois de fil ou bois de bout, il ne peut y avoir pourriture que dans la mesure où de l'eau peut stagner suffisamment longtemps pour maintenir l'humidité du bois au-dessus de son seuil de sensibilisation à la pourriture de telle sorte que celle-ci puisse s'établir et, éventuellement, se développer. Même si, dans certains cas très spectaculaires, la pourriture donne l'impression d'un développement foudroyant, son établissement initial dans le bois est un phénomène relativement lent dont nous allons essayer de décrire les grandes lignes dans sa manifestation la plus fréquente dans les menuiseries, c'est-à-dire dans l'hypothèse où, à leur pose, celles-ci ne sont pas placées au contact d'un milieu ou d'un substrat quelconque contenant à la fois des germes fongiques (spores, fragments mycéliens) et des éléments nutritifs permettant leur développement (1).

(1) Un tel cas est celui, notamment, des bois mis en œuvre au contact du sol.



La pourriture provoquée par infiltration au niveau du vitrage (mastic décollé et détérioré) et au niveau de l'assemblage de la traverse horizontale avec le montant vertical gauche se traduit notamment par l'apparition de la fructification du champignon responsable.

Photo Fougerousse.

Mais au fil du temps, de tentative avortée en tentative avortée, de gonflements superficiels en retrait et de retrait en gonflements, la surface du bois se dégrade physiquement, et, comme on l'a vu, à la longue, au niveau de certaines gerces, l'accumulation d'eau facilite les choses aux champignons, les tentatives avortent moins vite et vient un jour où la pourriture prend pied réellement. Ce processus progressif et lent d'infestation directe au niveau de surfaces longitudinales sur lesquelles l'eau ruisselle sans stagner n'est à redouter réellement que dans le cas d'essences particulièrement vulnérables à la pourriture et en l'absence d'entretien des finitions.

Dans l'hypothèse retenue, qui est donc celle, notamment, des menuiseries extérieures, l'infestation initiale ne peut se produire qu'à partir de spores déposées en surface du bois, ou de fragments mycéliens présents dans de minuscules débris de bois pourri transportés par le vent. Ni ces spores, ni ces fragments mycéliens ne transportent avec eux en quantité suffisante l'eau nécessaire à un développement éventuel. Dans ces conditions, seule l'eau présente en surface du bois au point de contact peut permettre à ces éléments de développer un réseau de filaments microscopiques qui vont entreprendre le premier envahissement des couches superficielles du bois.

S'il s'agit d'une humidification superficielle et intermittente, ce qui est le cas des surfaces longitudinales exposées au seul ruissellement de la pluie, les entrées d'eau sont assez vite compensées par les départs de vapeur d'eau ; la source d'humidité ayant permis la germination des spores ou le développement de filaments mycéliens se tarit souvent relativement vite et, comme elle n'affecte pas les couches profondes du bois, il faut donc qu'à un certain niveau de pénétration des filaments mycéliens une autre source d'humidité relaie la source de surface épuisée. Deux éventualités se présentent alors :

— L'humidité profonde du bois se trouve à un taux insuffisant pour satisfaire aux besoins des filaments qui entreprennent leur pénétration ; ceux-ci se dessèchent, meurent, et leur tentative avorte.

— Si l'humidité du bois en profondeur est suffisante pour constituer un relais dans l'alimentation en eau des filaments envahisseurs, alors l'attaque se développe, la pourriture prend pied réellement dans le bois, et s'y poursuit d'autant plus aisément qu'une nouvelle source d'humidité apparaît, qui est l'eau formée au cours de la destruction enzymatique des constituants, et notamment de la cellulose. Par ailleurs, en augmentant la perméabilité du bois, la pourriture facilite l'accès de l'eau externe à des couches de plus en plus profondes.

Ainsi, même si au début de l'attaque, le taux d'humidité du bois n'est que légèrement supérieur au seuil de sensibilisation à la pourriture — seuil variable d'une espèce à l'autre de champignons selon leurs exigences en eau — l'action propre de décomposition du bois contribue à augmenter le taux d'humidité et à l'amener à sa valeur optimale pour laquelle existe la combinaison la plus favorable entre l'approvisionnement en eau, l'approvisionnement en oxygène — n'oublions pas que les champignons sont des microorganismes aérobies — et l'évacuation du gaz carbonique formé en même temps que l'eau. Ces échanges, dont l'importance est grande, sont liés dans leur intensité et leur rapidité à la perméabilité du bois, et de deux essences de durabilités naturelles faibles et intrinsèquement semblables, celle de meilleure perméabilité pourrira plus vite que celle de mauvaise perméabilité.

Cela nous explique en quoi l'emploi de l'aubier est particulièrement dangereux : habituellement de mauvaise durabilité mais de bonne perméabilité, il

Infiltration d'eau au niveau de l'encastrement des lames de volet dans le montant, provoquant une pourriture interne grave, due à Coriolus versicolor.

Photo Fougereousse.

se prête à une réhumidification facile et profonde et à une infestation rapide. Il constitue ainsi un foyer de pourriture et un milieu à humidité élevée au contact même du bois parfait, et celui-ci se trouve alors exposé à un risque d'altération beaucoup plus grave qu'en l'absence d'aubier. Dans bien des cas, la présence d'aubier, notamment dans les pièces basses d'huisseries, où l'accumulation d'eau est la plus importante et sa stagnation la plus longue, est indiscutablement à l'origine de pourritures qui se sont étendues au bois parfait. On observe le même phénomène dans l'association, hélas de plus en plus fréquente, d'essences de durabilités différentes, la pourriture des éléments de bonne durabilité intrinsèque étant induite par la pourriture des éléments de mauvaise durabilité.

Une humidité suffisamment élevée au-delà des couches superficielles du bois ne peut résulter que d'une accumulation d'eau liée à un déséquilibre entre sa pénétration à un point critique (tel que défaut d'assemblage, feullure de vitrage, déjointement, fente, etc.), et son élimination. Il entre dans le bois plus d'eau qu'il n'en sort, ou elle n'en sort pas suffisamment vite, les conditions propices à l'installation de la pourriture sont réunies, et dès lors la pourriture est pratiquement inéluctable. En effet, il faut être bien conscient de la présence permanente et en tous lieux du risque de pourriture, principalement sous la forme des spores des champignons, formes microscopiques de propagation et de dissémination des espèces.

La pourriture du bois n'est pas un phénomène livré au hasard, mais au contraire gouverné par des lois biologiques rigoureuses. Ce phénomène apparaît déconcertant par la multitude de circonstances inattendues ou même baroques dans lesquelles il se produit, par l'extraordinaire variété de ses manifestations et parfois leur extravagance, mais tout cela n'a rien de magique et ne fait que résulter de lois scientifiques. Dans un environnement défini, c'est le champignon dont les exigences physiologiques et écologiques correspondent le mieux aux conditions ainsi créées qui s'installera le plus probablement dans le bois. Ce n'est pas par hasard que ce sont des *Trametes* et des *Lenzites* résistant à la sécheresse, qu'on rencontre principalement dans les parties aériennes des poteaux soumises, en certaines saisons, à des périodes assez longues de sécheresse. Ce n'est pas par hasard que la *Mérule* se rencontre le plus souvent dans les bâtiments anciens construits sans



isolation des murs contre la réhumidification par le sol, et qu'elle est dans certaines régions un fléau des résidences secondaires aménagées dans de vieilles constructions rurales, et qui demeurent fermées, donc avec confinement de l'air, la majeure partie de l'année ; c'est parce que ces conditions correspondent aux exigences de la *Mérule* et privilégient donc ce champignon par rapport à d'autres.

Il faut également indiquer qu'une fois établies dans le bois certaines pourritures peuvent, à l'occasion d'une dessiccation temporaire du bois, devenir inactives mais sans que pour autant les champignons responsables meurent : certains peuvent développer des formes de résistance sous lesquelles ils demeureront en vie latente jusqu'au moment où une réhumidification du bois leur permettra de reprendre leur activité. Une pourriture peut donc progresser de manière discontinue.

Certes, toutes les lois qui gouvernent les phénomènes de pourriture du bois, depuis leurs prémices jusqu'à leur achèvement, sont loin d'être parfaitement établies. Il est certain que les progrès qu'on fera dans leur recherche aideront à définir une meilleure protection du bois, et il convient de se féliciter de ce que la DÉLÉGATION GÉNÉRALE À LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE ait approuvé la proposition d'une étude fondamentale sur ce sujet, et donné au CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL et au CENTRE TECHNIQUE DU BOIS une aide incitatrice déterminante permettant à ces deux organismes de mener une action concertée dans ce domaine important.

MESURES GÉNÉRALES DE BONNE CONSERVATION DES MENUISERIES

Avoir essayé d'expliquer, dans ses grandes lignes, le phénomène de pourriture du bois et avoir montré sa dépendance directe de l'humidité du bois, ne résout en rien le problème de la protection contre la pourriture mais devrait aider à mieux comprendre en quels termes il se pose et à mieux en rechercher les solutions.

En théorie, la solution à laquelle on pense d'abord, et tout naturellement, est d'empêcher la réhumidification du bois, que celle-ci se fasse directement par pénétration d'eau de pluie ou de condensations externes, ou indirectement par condensation interne de vapeur.

Empêcher cette réhumidification, même superficielle et intermittente car elle entraînerait alors, on l'a vu, indépendamment même du risque biologique, un risque physique de dégradation de surface, signifie plusieurs mesures, complémentaires les unes des autres :

— **la conception** générale de la menuiserie doit veiller à ce que, ni par sa forme ou son profil, ni par la nature des assemblages, elle ne comporte de zones de faible écoulement et, à plus forte raison, de stagnation, d'accumulation et de pénétration. Notre propos n'est pas de développer cette question dans ses aspects techniques qui ne sont pas de notre compétence, mais de souligner qu'elle est d'une importance capitale, déterminante, et que les fautes graves de conception peuvent difficilement être compensées par la suite. De multiples documents normatifs existent à ce sujet auxquels il est conseillé au lecteur de se reporter ;

— **la réalisation défectueuse** d'une menuiserie bien conçue peut être à l'origine de pourritures qui ne se produiraient pas dans une fabrication soignée ; le soin apporté à la réalisation est essentiel, qu'il s'agisse de la qualité et de la précision de l'usinage des pièces à assembler, comme de l'association éventuelle, malheureusement de plus en plus fréquente, d'essences différentes et de propriétés différentes notamment en matière de retrait, dans une même menuiserie ; l'emploi de l'aubier, qu'il ne serait pas réaliste de proscrire sans nuances, ne devrait se faire qu'à condition qu'il soit sain, c'est-à-dire non seulement indemne d'échauffure ou de pourriture mais aussi d'attaques d'insectes (1), à condition de l'exclure des pièces basses plus sujettes à réhumidification prolongée, et à condition bien entendu de le préserver, mais ce dernier point sera examiné en détail dans la partie de cet article consacrée à la préservation chimique des menuiseries et aux techniques de traitement ;

— enfin, **la mise en œuvre**, c'est-à-dire la

pose, raccordant la menuiserie au gros œuvre doit, elle aussi, suivre un certain nombre de règles d'hygiène, d'isolation, d'étanchéité déjà bien établies et exposées dans divers documents, normes et D. T. U., mais dont le respect rigoureux n'est, lui, malheureusement pas la règle.

La **finition** est la dernière opération que subit une menuiserie neuve. Cette finition est une opération dont la finalité est double :

— d'une part, **d'ordre esthétique**, qu'elle se traduise par l'application de peintures dans l'infinie variété de leurs couleurs, par l'application de vernis incolores transparents laissant visibles et même mettant en valeur le dessin et la couleur naturelle du bois, ou par l'application des modernes lasures qui conservent le dessin du bois mais aussi offrent à l'utilisateur un grand choix de teintes ; ces dernières, d'abord limitées à des teintes rappelant celles de certaines espèces de bois et d'ailleurs désignées par des noms de bois (Teck, Acajou, Noyer, Sipo, Palissandre, etc.), sont maintenant étendues à une gamme plus large n'hésitant pas à inclure des bleus, des verts, des jaunes et des mauves qui n'ont plus aucun rapport avec la couleur d'un bois quelconque ;

— d'autre part, **d'ordre technique**, afin de protéger la surface du bois des conséquences d'une exposition directe aux intempéries, c'est-à-dire de l'action de divers facteurs, pluie, ensoleillement, radiations, érosion, etc., dont les effets conjugués se traduisent rapidement, même sans qu'il y ait détérioration biologique, par des changements de couleur et par des dégradations physiques de la surface.

Mais, pour revenir à l'idée directrice de cet article, c'est-à-dire aux problèmes de pourriture dans les menuiseries extérieures, examinons le rôle que les produits de finition peuvent jouer en matière de protection. Protéger le bois contre la pourriture en empêchant l'eau non seulement d'y séjourner mais en lui interdisant même l'accès est une idée de bon sens. Et bien des gens pensent que plusieurs couches d'une bonne peinture, c'est encore ce qu'il y a de mieux en fait de préservation. C'est en effet une excellente solution dans la mesure où — en considérant comme acquis le bon choix de la peinture et sa compatibilité avec le produit employé à l'impression — non seulement l'application est faite de telle sorte que le revêtement soit rigoureusement continu, notamment au niveau des assemblages, mais aussi et surtout dans la mesure où l'on pourrait avoir la certitude que cette rigoureuse étanchéité ne s'altérera pas dans le temps.

Or, à moins d'une surveillance méticuleuse et d'entretiens très rapprochés, cette certitude n'existe pas,

(1) Bien souvent les attaques de *Lyctus* dans les aubiers des bois feuillus existent déjà au moment de la fabrication, et, à cet égard, l'emploi de produits de préservation ayant une efficacité curative anti-*lyctus* est à recommander.

Grave pourriture de la traverse horizontale médiane et du jet d'eau ainsi que du montant droit à partir d'une infiltration d'eau au niveau des vitrages maintenus par pare-closes : système inapproprié sur les faces exposées aux intempéries.

Photo Guinaudeau.

et c'est pourquoi la **seule peinture ne peut pas assurer la protection du bois contre la pourriture**. En fait, c'est même le contraire qui est la vérité, à savoir que là où la peinture cède, et c'est précisément le plus souvent au niveau des points sensibles que sont les assemblages, l'eau trouve une voie d'accès au bois. Peu à peu, insidieusement, l'infiltration se fait, l'humidité du bois à ce niveau s'élève et les conditions favorables à la pourriture s'établissent. Et cela d'autant plus vite et d'autant mieux que l'eau pénétrée dans le bois n'a pas, du fait même de la peinture, la possibilité d'en sortir. Les considérations qui précèdent ne résultent pas seulement d'une multitude d'observations et d'analyses de cas concrets de pourriture du bois dans des portes, des fenêtres, des volets, des revêtements extérieurs, mais elles résultent aussi d'expériences exactement contrôlées et dont les résultats sont parfaitement probants.

La protection des menuiseries contre la pourriture, notamment dans le contexte industriel actuel de production en grande série, nécessite donc de prendre des mesures spécifiques auxquelles sera consacrée la seconde partie de cet article.



POSSIBILITÉS ACTUELLES DE PRÉSERVATION CHIMIQUE DES MENUISERIES

D'une manière générale, préserver un bois par la voie chimique, c'est lui associer des substances qui, sans nuire à ses autres caractères et propriétés — et, si possible, le cas échéant, en les améliorant —, lui confèrent une résistance satisfaisante et durable aux agressions biologiques qui peuvent le menacer dans l'emploi auquel on entend l'utiliser.

Dans chaque cas, il convient donc que le problème soit bien posé, de manière à lui trouver la meilleure solution, compte tenu de ses données multiples, et doubles dans leur nature, à la fois technique et économique.

Sur le plan économique il est évident que la préservation du bois ne doit pas en renchérir le prix à tel point qu'il ne soit plus compétitif vis-à-vis

de matériaux concurrentiels, en dépit de ses qualités spécifiques, notamment en matière d'isolation phonique et thermique et de la préférence de caractère affectif dont, à juste titre, il bénéficie largement. L'acceptation du coût de la préservation de la part du fabricant, par la sécurité qu'elle lui apporte dans sa responsabilité directe, comme de la part de l'utilisateur par la garantie de bon et long service qu'elle lui assure, ne peut être obtenue que dans la mesure où cette préservation est bien faite. Parfois contestée dans sa justification, mise en cause dans sa qualité, il arrive qu'elle apparaisse non pas comme une aide à l'utilisation du bois mais paradoxalement comme un obstacle. Une telle situation, qui se traduit par un sous-équipement et par un sous-développement, s'observe essentiellement dans les pays où n'existent pas les structures de rencontre, de réflexion et de discussion où toutes les familles professionnelles concernées se retrouvent sans influence dominante des unes ou des autres, et où s'élaborent, avec l'appui indispensable des organismes officiels compétents, une politique intelligente et une doctrine efficace dans l'intérêt de tous et avant tout pour la sauvegarde du bois.

C'est que **sur le plan technique** les problèmes de préservation du bois ne sont pas des problèmes simples. N'étant pas simples ils sont souvent escamotés et dans les cahiers des charges ou documents descriptifs dans la plupart des cas, la ligne unique ou les deux lignes consacrées à la préservation se borne à indiquer que les bois seront « traités » généralement avec la précision qu'ils devront l'être à l'aide d'un produit titulaire d'une marque de qualité officielle. Sans doute, cette dernière précision part-elle d'une bonne intention, car les produits en question sont en effet des produits dont les qualités intrinsèques ont été sérieusement vérifiées, comme est contrôlée la constance de leur fabrication, mais il n'en demeure pas moins que tout cela est absolument insuffisant. Se borner à écrire d'un bois qu'il doit être traité avec un produit de qualité n'a rigoureusement aucune signification et n'apporte aucune espèce de garantie. Employer à la préservation des bois des produits de qualité est certes un impératif absolu, mais **ce n'est rien d'autre qu'un préalable** à une préservation de qualité, laquelle en fin de compte est bien l'objectif à atteindre.

Revenons au problème dans ses aspects techniques et essayons d'en poser simplement les termes :

— d'un côté, un bois qu'on va utiliser pour faire des fenêtres, ou des portes, ou des persiennes, ou tout autre type de menuiserie extérieure ;

— de l'autre, un risque de détérioration biologique, une fois les menuiseries en service, représenté, d'une part, par des insectes (risque limité le plus souvent à l'aubier dans le cas d'essences feuillues) et, d'autre part, par des champignons

susceptibles de produire une pourriture destructive profonde.

Le risque d'attaque par les insectes, lorsqu'il existe, ne peut être éliminé que par un traitement de préservation et, à cet égard, nous avons déjà souligné l'intérêt d'employer des produits qui, non seulement aient une action préventive mais aussi une action curative. Mais le risque de pourriture, s'il ne peut jamais être rigoureusement éliminé, peut être réduit, nous l'avons vu, par une bonne conception et une bonne réalisation. Il reste à l'éliminer totalement par une bonne préservation, étant entendu qu'une telle bonne préservation, si elle peut beaucoup pour assurer la conservation du bois, est cependant impuissante à compenser les fautes graves de conception et de réalisation : elle peut beaucoup mais elle ne peut pas toujours tout, à moins de devenir d'un prix absolument prohibitif, et encore.

Le bois se présente avec, pour chaque espèce, ses propriétés particulières de durabilité, souvent insuffisantes à elles seules à assurer la qualité recherchée de conservation, et ses propriétés d'imprégnabilité. Il s'agit de lui apporter une protection qui assure l'intégrité de ses structures profondes et l'opération de préservation a donc pour objet d'imprégner le bois, sinon dans tout son volume, du moins suffisamment, pour réaliser une barrière dont la profondeur, la continuité et la solidité s'opposeront sans défaillance à toute tentative d'infestation par les champignons. Ce but n'est pas si facile à atteindre, car à l'exception d'assez rares espèces, **le bois est d'une manière générale un matériau rebelle à l'imprégnation et parfois même totalement réfractaire**. Au Centre Technique Forestier Tropical où nous avons étudié systématiquement l'imprégnabilité d'un grand nombre d'essences, en particulier de feuillus tropicaux qui constituent encore en France l'essentiel des bois de menuiseries industrielles, moins de 10 % se sont montrées d'imprégnabilité élevée, la plupart témoignant d'une mauvaise ou médiocre imprégnabilité, notamment dans le sens transversal. Ce caractère n'est d'ailleurs pas particulier aux bois tropicaux et chez les bois tempérés on observe de la même façon que la règle générale est que les bois parfaits, de résineux comme de feuillus, sont également d'imprégnabilité mauvaise ou médiocre. On part donc avec, du côté du bois, un handicap certain, d'autant plus que les essences de bonne imprégnabilité sont le plus souvent des essences à bois tendre dont l'emploi en menuiseries de bâtiment se heurte à une insuffisance mécanique. Une difficulté supplémentaire est liée à la variabilité des propriétés du bois, chaque espèce possédant sa propre variabilité, et chaque propriété, notamment l'imprégnabilité devant être prise en considération non pas seulement par sa valeur moyenne mais par sa dispersion qui peut être grande.

Mais le bois est ce qu'il est et tel qu'il est nous devons le prendre, aussi longtemps que nous ne serons pas en mesure d'améliorer son imprégnabilité par des moyens sans inconvénients notamment pour ses propriétés d'aspect. Et c'est précisément parce que le bois, en règle générale, ne nous rend pas la tâche facile qu'il faut apporter encore davantage d'attention et de soin aux éléments sur lesquels nous avons prise, c'est-à-dire le produit de préservation et sa technique d'application.

En matière de produits, passons bien entendu sous silence les trop fameux égalisateurs de teinte qui, sous couvert d'un souci d'homogénéisation d'aspect, n'ont généralement pas d'autre objet que de permettre de dissimuler sous un voile léger la présence d'aubier et de défauts. Prétendre en faire des produits de préservation du bois et préconiser leur emploi à cette fin est condamnable et il ne serait pas convenable d'en parler dans un article consacré à la protection du bois, sinon pour les éliminer sans appel.

En menuiserie industrielle la préservation est une opération qui, de plus en plus, s'intègre dans une chaîne de fabrication au bout de laquelle sortent des menuiseries prêtes à la pose, c'est-à-dire ayant reçu en usine l'impression préalable à la finition et parfois même les vitrages lorsque, par exemple, il s'agit de fenêtres.

Par ailleurs, la préservation des menuiseries s'applique toujours à des bois secs — du moins ils devraient l'être — usinés et souvent même assemblés. Il faut donc tenir compte de ce fait dans le choix du produit, ce qui élimine les produits employés sous forme de solutions dans l'eau puisque l'imprégnation du bois se traduirait par des modifications dimensionnelles susceptibles d'entraîner des déformations, des ruptures d'assemblages, et que le temps nécessaire au séchage pour revenir à la siccité initiale serait absolument incompatible avec les impératifs d'une production continue.

Maillon dans la chaîne de production, la préservation ne peut mettre en œuvre des produits rigoureusement incompatibles avec ceux qui seront mis en œuvre pour les opérations suivantes, colles et produits d'impression notamment. Cela élimine donc les produits gras, qu'il s'agisse des produits du type des créosotes ou des produits dans lesquels les pesticides sont véhiculés par des huiles pétrolières. Ne restent donc à la disposition du preservativeur que les produits en solvant léger, volatil, celui-ci véhiculant dans le bois matières actives fongicides et insecticides, adjuvants de fixation, éventuellement agents d'hydrofugation, mais étant susceptible aussi d'une élimination suffisamment rapide pour ne pas entraîner de temps mort dans la production, et suffisamment complète pour ne pas nuire à l'opération suivante, en gênant l'application de l'impression ou en compromettant

la tenue. Ici commence à apparaître la notion de compatibilité qui est d'une importance capitale : compatibilité entre préservation et impression, compatibilité entre produits d'impression et mastics, compatibilité entre impression et finition, tout cela débouchant sur la notion de **système de protection** au sens large, lequel englobe l'ensemble des opérations et des produits mis en œuvre pour participer de manière conjuguée à la bonne conservation des menuiseries. Cela est d'autant plus important qu'en règle générale au moins deux corps de métiers, les menuisiers et les peintres, interviennent, et cela montre combien il est essentiel que les cahiers des charges et documents descriptifs tiennent compte de ces impératifs de compatibilité et que les prescripteurs définissent donc précisément toutes les opérations, qui doivent constituer un système cohérent.

Nous avons montré précédemment que la préservation des menuiseries contre la pourriture nécessite l'établissement d'une barrière profonde, solide et durable, après avoir souligné le peu d'empressement qu'en général montre le bois à se laisser imprégner. C'est donc vers des produits fluides et pénétrants que notre choix doit se porter, en évitant les formules qui contiennent des composants susceptibles de ralentir et de contrarier la pénétration des matières actives, c'est-à-dire généralement des pigments, ou des résines en proportion trop importante. Cela élimine les lasures qui sont essentiellement des produits assurant la finition, ou y participant, qui peuvent être munis de composantes fongicides et même insecticides, qui, sur le plan biologique, ne peuvent prétendre qu'à protéger le bois contre les altérations de surface nuisant à son aspect, telles que le bleuissement, mais dont la pénétration dans le bois est insuffisante pour assurer la préservation profonde de structure dont le bois a besoin.

Le choix du type de produit ayant été fait, il reste à se préoccuper de l'application. Nous abordons là le point le plus important car c'est à partir de maintenant que nous allons réellement faire de la préservation et celle-ci sera bonne ou mauvaise selon que nous ferons une bonne ou une mauvaise application. Le produit, on l'a vu, n'est qu'un préalable à une bonne préservation et la qualité de celle-ci dépend de la technique d'application choisie et de sa bonne mise en œuvre.

Les produits organiques du type retenu pénètrent dans le bois par capillarité et si leur nature joue un rôle, c'est essentiellement l'imprégnabilité du bois traité qui détermine, pour un mode de traitement donné, l'absorption brute, c'est-à-dire la quantité de produit introduite, la profondeur globale de pénétration dans le sens longitudinal et dans le sens transversal, et la distribution du produit dans les tissus du bois, ces trois facteurs déterminant eux-mêmes la qualité de la préservation apportée.

Les techniques de traitement applicables aux bois de menuiserie se réduisent à deux, étant entendu :

- que le badigeonnage est à déconseiller à la fois en raison de l'absence totale de sécurité en ce qui concerne la qualité de son exécution et de l'impossibilité quasi absolue de l'intégrer dans une chaîne industrielle de production ;

- que les techniques d'application des peintures telles que pistolage ou flow-coating sont à proscrire formellement en raison de leur totale inadaptation à conduire à une préservation de qualité.

Dans ces conditions, deux techniques s'offrent à nous ; l'imprégnation en enceinte demeurant à la pression atmosphérique et l'imprégnation en enceinte close dans laquelle peuvent être appliqués des cycles variés de pression et de dépression ; dans les deux cas, on travaille à la température ambiante, une élévation de température n'offrant aucun intérêt puisque les produits employés sont de grande fluidité, mais présentant en revanche de graves inconvénients liés au caractère volatil et inflammable de la plupart des solvants entrant dans la composition des produits.

Les techniques d'imprégnation en enceinte demeurant à la pression atmosphérique sont au nombre de deux, le **trempage** et l'**aspersion en tunnel**. Ces deux procédés sont bien connus, largement appliqués, ils sont décrits dans d'autres documents et nous nous bornerons à en indiquer les avantages et inconvénients respectifs après avoir rappelé que pour un bois et un produit donnés ils conduisent à des absorptions sensiblement équivalentes, conférant donc en principe des protections de même niveau.

Le trempage est une opération de courte durée. En effet, si le temps d'immersion des bois ne doit pas être inférieur à 5 mn, le prolonger au-delà ne présenterait en effet pratiquement aucun intérêt : il a été maintes fois démontré que l'essentiel de l'absorption se produit pendant une première période assez brève et qu'ensuite elle ne progresse plus que très lentement, voire insensiblement. Le trempage présente l'avantage de ne nécessiter qu'un investissement très limité, étant entendu toutefois que certaines règles doivent être suivies quant à la nature du matériau employé à la fabrication des bacs, à sa protection éventuelle contre une action détériorante du produit employé et inversement à une détérioration du produit lui-même, quant à sa forme (les bacs profonds et relativement étroits sont à préférer aux bacs larges, mais peu profonds, pour réduire évaporation et risques d'oxydation accélérée avec, parfois, précipitation des résines), quant à son emplacement et quant à son entretien.

L'aspersion en tunnel est également une opération de courte durée, plus courte encore que dans le cas du trempage — de l'ordre d'une à deux minu-

tes — mais compensée par la projection du produit sous une assez forte pression sur toutes les faces du bois. Il existe diverses variétés de tunnels et certains utilisateurs ont même bricolé le leur ; les uns sont très simples, les autres relativement perfectionnés avec des possibilités de programmation de vitesse d'avancement et de pression d'aspersion, en fonction notamment des épaisseurs. Si l'aspersion en tunnel apparaît comme un élément de rationalisation du traitement, si elle ne présente aucune limitation dans la longueur des pièces à traiter — et, à ce titre, elle présente beaucoup plus d'intérêt dans le cas des bois de charpente que dans celui des menuiseries — elle n'est cependant pas sans quelques inconvénients :

- l'obligation de traiter les pièces individuellement, le traitement de pièces bottelées étant dans son cas une aberration, puisqu'à l'exception des éléments périphériques, les autres ne peuvent être atteints que partiellement par le produit ;

- une moindre pénétration au niveau du bois de bout, alors même qu'en menuiserie c'est à son niveau, nous l'avons vu, que la menace de pourriture est la plus forte ;

- une aération, donc une oxygénation importante du produit pendant l'aspersion, ce qui constitue, pour certains produits, le risque de formation d'insolubles, donc de détérioration du produit, et éventuellement d'obturation des gicleurs.

Que l'on traite par trempage ou par aspersion en tunnel, dans les deux cas, le traitement doit être obligatoirement suivi d'abord par un égouttage (avec récupération du produit) et par un séchage avant que le bois puisse poursuivre son chemin dans la chaîne de production. L'égouttage est l'affaire de quelques minutes, mais le séchage, ou plus exactement l'élimination du solvant susceptible de nuire aux opérations suivantes, collage éventuel et impression, est beaucoup plus long. Sa durée est naturellement en relation avec l'importance de l'absorption, plus celle-ci est élevée plus l'élimination du solvant prend de temps. Dans la meilleure des hypothèses — mais qui n'est malheureusement pas la meilleure en matière de protection — il faut compter au minimum 24 à 48 heures. Chercher à l'accélérer ne donnerait que des inconvénients en contrepartie du gain de temps : évaporation accélérée susceptible d'entraîner certains constituants vers la surface, avec efflorescence de certaines matières actives, mauvaise fixation, mauvaise préservation, difficultés de collage, et éventuellement d'impression. Ces inconvénients sont graves et l'obligation de respecter le temps nécessaire au séchage constitue pour les industriels une contrainte dont il est compréhensible qu'ils l'acceptent difficilement. Cette attitude les conduit parfois, en matière de préservation, à adopter des solutions qui sont

mauvaises, mettant en œuvre des produits et des techniques totalement inadaptés, bien qu'elles soient présentées par ceux qui les leur proposent comme parfaitement efficaces, en leur tenant le langage qu'ils sont le mieux disposés à entendre.

Nous venons d'examiner ce que le trempage et l'aspersion en tunnel ont de particulier sur le plan technique l'un par rapport à l'autre en matière d'avantages et d'inconvénients, et ce qu'ils ont en commun. Mais ces deux procédés, qui conduisent à des résultats sensiblement équivalents, assurent-ils d'une bonne préservation des menuiseries contre la pourriture ? Oui dans certains cas et non dans d'autres, cela dépend de la nature des bois traités et de leur imprégnabilité.

Lorsqu'on a affaire à des bois de bonne imprégnabilité, le trempage ou l'aspersion en tunnel, bien exécutés, conduisent à des absorptions qui sont de l'ordre de 300 ml/m² au niveau des surfaces en bois de fil, avec une pénétration de l'ordre de 5 à 10 mm ; environ quatre fois plus en bois de bout, aussi bien en absorption qu'en pénétration. La profondeur de pénétration peut donc être jugée très satisfaisante et, rapportée au volume de bois imprégné, cette absorption représente environ 60 l/m³, avec un certain gradient de concentration de la surface vers l'intérieur du bois. Avec des produits dont les seuils d'efficacité à l'égard des champignons se situent dans cet ordre de grandeur, la préservation apportée peut être considérée comme une préservation de qualité. N'oublions pas que les seuils d'efficacité sont déterminés en laboratoire dans des conditions qui privilégient le champignon par rapport au produit expérimenté, et que de telles conditions n'existent qu'exceptionnellement dans la réalité, sinon dans certains emplois en permanence très exposés comme les bois au contact du sol. Il existe donc une marge de sécurité, et les doses obtenues par trempage ou aspersion dans les bois de bonne imprégnabilité sont donc, en moyenne, parfaitement satisfaisantes.

Mais les bois de bonne imprégnabilité sont peu nombreux, nous l'avons vu, et extrêmement rares sont ceux qui joignent cette propriété à celles, d'un autre ordre, qui déterminent principalement leur aptitude à l'emploi en menuiserie. C'est surtout parmi les aubiers qu'on rencontre du bois de bonne imprégnabilité, mais ils ne représentent qu'une faible partie du volume à traiter, alors que, contre la pourriture, la majorité des essences actuellement utilisées exige une protection globale sans considération d'aubier ou de bois parfait.

Appliqués aux bois de médiocre ou mauvaise imprégnabilité, le trempage ou l'aspersion conduisent à des absorptions très faibles ne dépassant guère 70 à 80 ml/m² et n'atteignant parfois même pas 30 ml/m², avec des pénétrations si dérisoires qu'elles échappent le plus souvent à la mesure ; la situation est à peine moins mauvaise avec le bois de bout. Dans ces conditions, il est évident

que la préservation apportée n'offre guère de sécurité et que le traitement n'offre en contrepartie des contraintes qu'il impose, qu'une garantie illusoire.

Les lignes qui précèdent signifient donc, et c'est ainsi que leur auteur entend qu'elles soient comprises, que la préservation des menuiseries en bois de médiocre ou mauvaise imprégnabilité ne peut être de qualité lorsqu'elle est obtenue par trempage ou aspersion, même bien exécutés et même mettant en œuvre des produits de qualité.

Dans le cas de telles essences, qui est le cas le plus commun, il faut donc avoir recours à des méthodes d'imprégnation mettant en jeu des moyens plus énergiques pour forcer la pénétration des produits dans le bois : ce sont **les méthodes d'imprégnation en enceinte close, à l'intérieur de laquelle l'application du vide, et éventuellement de la pression, permet d'obtenir des absorptions plus élevées et des pénétrations plus profondes.**

L'injection du bois sous vide et pression est une technique ancienne et actuelle à la fois. C'est celle qui assure l'imprégnation la plus profonde et la plus homogène, elle permet de pénétrer dans leur totalité toutes les parties imprégnables d'un bois, elle réussit à vaincre jusqu'à un certain point la résistance à l'imprégnation, et dans toutes les utilisations du bois où celui-ci est particulièrement menacé par la détérioration biologique, elle est la technique universellement appliquée, dans la diversité des méthodes qui s'y rattachent comme dans la variété des produits de préservation qu'elle met en œuvre. Ne rappelons que pour mémoire son application à la préservation des traverses de chemin de fer, des poteaux de lignes télégraphiques ou de transport d'énergie électrique, des bois d'ouvrages portuaires, ainsi qu'au traitement de certains bois de construction, notamment, dans certains pays, de menuiseries de bâtiment.

Dans tous les cas cités, la préservation recherchée est une préservation de haut niveau que, seule, l'injection en autoclave permet d'obtenir avec le maximum de sécurité, et elle concerne des utilisations du bois pour lesquelles les produits les mieux adaptés sont, soit des produits huileux lourds (créosotes ou solutions organiques lourdes), soit des sels employés en solutions aqueuses. Les exigences de la préservation des menuiseries, en matière de produits, ne permettent pas d'envisager l'emploi de ces huiles ou de ces sels, encore que dans le cas de ces derniers il n'est pas radicalement exclu que certaines possibilités se manifestent un jour. Mais le principe de l'injection sous vide et pression peut être retenu, et en fait il est déjà appliqué dans les divers procédés qui ont vu le jour depuis quelques années et qui offrent au problème du traitement des menuiseries contre la pourriture une solution supérieure à celle que proposent le trempage ou l'aspersion. Ce sont tous

les procédés qui, dans leurs désignations, ont pratiquement tous en commun le radical « vac », de vacuum qui, en anglais, signifie vide. Car l'origine de ces procédés est anglaise. C'est en Grande-Bretagne, avec le souci d'apporter une meilleure préservation aux menuiseries extérieures, et particulièrement aux fenêtres, que ces procédés ont vu le jour, avec initialement pour objet d'améliorer la protection des menuiseries en Pin sylvestre (Scotspine, Pin rouge du Nord) dont l'aubier est cependant de bonne imprégnabilité. L'idée directrice était d'obtenir une pénétration profonde à l'aide de produits appropriés aux menuiseries, en évitant une consommation excessive et en rendant le bois traité disponible aussi rapidement que possible pour la suite des opérations.

Ces procédés particuliers d'injection sous vide ou sous vide et pression sont désignés en France sous le terme de procédés d'**imprégnation périphérique contrôlée**. Ils se rattachent essentiellement à deux types selon que l'on se contente d'appliquer le vide ou que l'on fait aussi intervenir une certaine pression. Dans tous les cas, les bois placés dans l'enceinte de traitement sont soumis d'abord à un vide de l'ordre de 40 cm Hg pendant un certain temps, le vide ayant pour effet d'extraire du bois une partie de l'air contenu dans les cellules. A l'issue de cette période de vide « à sec » le produit de préservation est introduit sous vide et remplit le compartiment de traitement, puis le vide est cassé et, la pression atmosphérique se rétablissant, le volume correspondant à l'air expulsé est occupé par le produit. Une certaine imprégnation est d'ores et déjà réalisée. C'est alors que deux possibilités s'offrent à l'expérimentateur qui, en fait, en a déjà décidé en entreprenant le traitement, en fonction de la nature, donc de l'imprégnabilité des bois qui constituent la charge placée dans le compartiment d'imprégnation. A-t-il affaire à un bois convenablement imprégnable, il se bornera à respecter une période d'immersion pendant laquelle se poursuivra une certaine migration du produit en profondeur et s'équilibreront les concentrations à l'intérieur des zones pénétrées. Est-il, au contraire, aux prises avec un bois de faible imprégnabilité, il appliquera une certaine pression pour forcer plus avant les défenses du bois, sans cependant dépasser 2 ou 3 bars, compte tenu des difficultés d'ordres divers qu'entraînerait pour des produits du type en question, l'application de pressions trop élevées.

La fin de l'opération est la même, après qu'à l'issue de la phase de pression on ait ramené celle-ci au zéro, c'est-à-dire à la pression atmosphérique. Le compartiment de traitement est vidangé, le produit non absorbé retourne à la cuve de stockage, et le vide est appliqué une deuxième fois, plus intense et plus long que le vide initial. Ce vide final a pour objet d'extraire du bois le surplus de produit, ce qui signifie une économie, et d'en accélérer le

séchage pour le rendre aussi vite que possible apte à poursuivre son cheminement au long de la chaîne de fabrication. La durée totale du traitement est à peu près du même ordre en vide-trempe-vide (VTV) ou en vide-pression-vide (VPV) mais elle dépend en fait du programme suivi, qui ne saurait être rigoureusement le même pour toutes les essences et pour toutes les dimensions (notamment sections) traitées. Si ces procédés d'injection modérée présentent un très grand intérêt pour la préservation des menuiseries, et nous souhaitons que de plus en plus les industriels s'orientent vers ces techniques, il reste à établir, sinon pour chaque essence, du moins pour des groupes d'essences de même classe d'imprégnabilité, des spécifications précises de traitement, indiquant le type de procédé, VTV ou VPV, la durée et l'intensité du vide initial, la durée du trempage ou la durée et l'intensité de la pression, la durée et l'intensité du vide final. Etablir ces spécifications implique au préalable un travail expérimental important qui tienne compte de la variabilité des bois et détermine donc des paramètres de traitement assurant dans tous les cas la sécurité maximum.

Après avoir montré l'intérêt des traitements d'imprégnation périphérique contrôlée, donnons quelques exemples, d'une part de l'amélioration qu'ils apportent par rapport au trempage simple, ainsi que de l'importance de la phase de pression, d'autre part de leurs limites en ce qui concerne les essences véritablement réfractaires à l'imprégnation. Les résultats qui figurent dans le tableau ci-après sont extraits d'expériences qui feront l'objet d'une publication particulière. En substance elles consistaient à imprégner comparativement, pour un certain nombre d'essences, des séries d'éprouvettes prélevées exactement dans le prolongement les unes des autres, donc issues des mêmes zones d'accroissement du bois, une série correspondant à un trempage de 5 mn, la deuxième à un VTV et la troisième à un VPV ; chaque éprouvette mesurait 50 cm de long et 4 x 4 cm de section. Les valeurs indiquées dans le tableau ci-contre sont les valeurs moyennes.

Nous voyons qu'un bois réfractaire à l'imprégnation comme l'échantillon de VAA étudié s'il s'est trouvé recevoir trois fois plus de produit en VPV qu'en trempage simple n'accepte encore que des doses insuffisantes à une bonne protection. Dans le cas des deux échantillons d'essences peu imprégnables étudiés, le Mersawa et le Kapur, l'absorption brute, encore insuffisante en VTV devient convenable en VPV pour le second, mais est encore à peine suffisante pour le premier. Quant à l'échantillon de Fraké, essence très imprégnable, mais d'une très grande variabilité, l'absorption, à peine acceptable en trempage simple, devient satisfaisante en VTV et pléthorique en VPV.

La variabilité de l'imprégnabilité est un inconvénient qui peut être grave chez certaines espèces

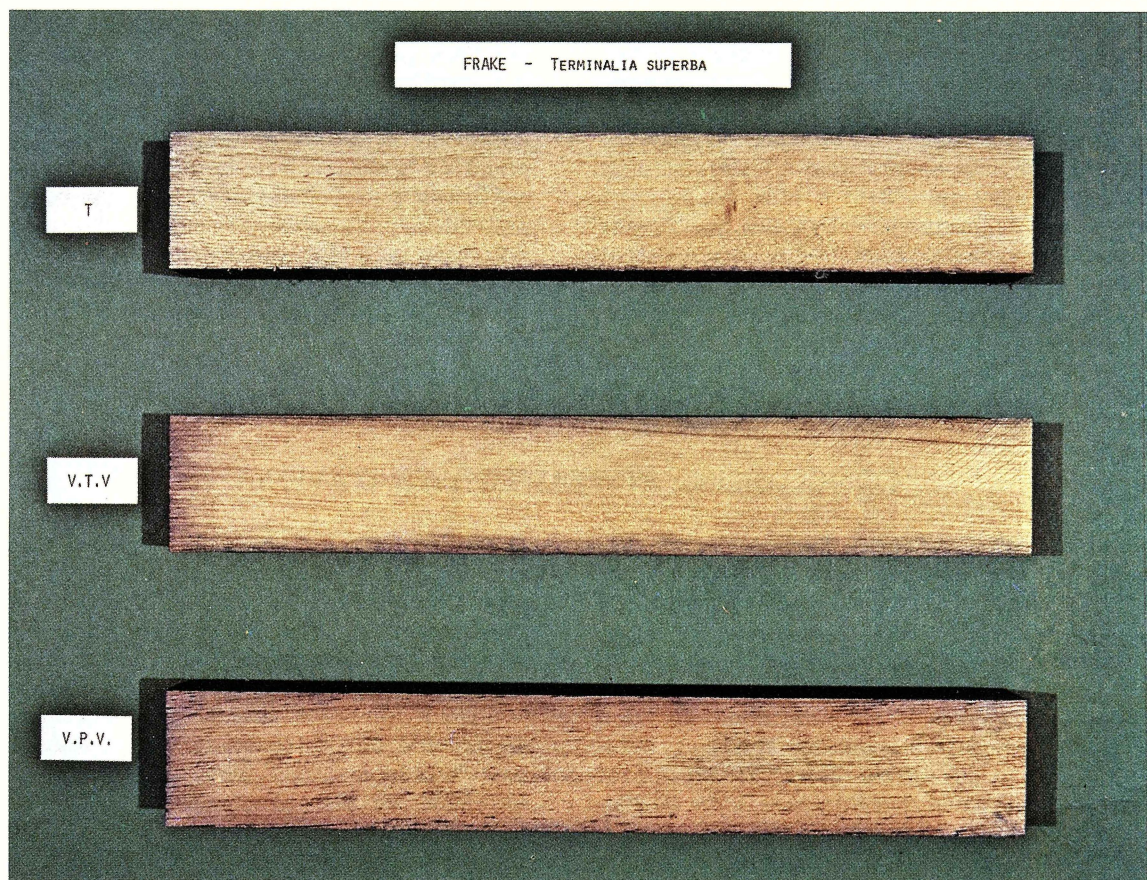


Photo Chatelain — C. T. F. T.

Influence du mode de traitement sur l'absorption et la pénétration, celle-ci étant appréciée grâce au colorant bleu ajouté au produit de préservation.

Origine	Nom commun	Nom scientifique	Classe moyenne d'imprégnabilité de l'essence	Absorption (g/m ²)		
				Trempage simple	VTV	VPV
Afrique	VAA	<i>Gilbertiodendron preussii</i>	Non imprégnable	19	33	55
Asie	MERSAWA	<i>Shorea sp.</i>	Peu imprégnable	45	60	153
Asie	KAPUR	<i>Dryobalanops aromatica</i>	Peu imprégnable	38	111	289
Afrique	TIAMA	<i>Entandrophragma angolense</i>	Moyennement imprégnable	70	125	290
Afrique	FRAKE	<i>Terminalia superba</i>	Très imprégnable	218	392	1.394

lorsqu'elle est telle qu'une classification moyenne perd tout sens, certains échantillons étant très imprégnables et d'autres non imprégnables. C'est pourquoi la connaissance du coefficient de variation de l'imprégnabilité est essentielle à l'établissement de spécifications de traitement raisonnables ; cette connaissance implique, nous l'avons déjà indiqué, une expérimentation portant sur un échantillonnage important.

Un dernier point doit retenir notre attention en ce qui concerne les procédés d'imprégnation périphérique contrôlée : la disposition des bois traités à recevoir l'impression qui constitue l'opé-

ration suivant la préservation dans le cas de traitement de menuiseries assemblées. Bien qu'une certaine partie du produit injecté soit récupérée lors du vide final, il est évident qu'il en demeure un peu en surface et en particulier en certains points de stagnation possible, au niveau d'assemblages par exemple, et l'application trop rapide du produit d'impression peut conduire à des déboires, tout particulièrement lorsque, préalablement, on ne s'est pas préoccupé des compatibilités. Nous revenons ainsi à notre concept de système et, très concrètement, nous pensons que chaque fois que possible, le fournisseur du produit de pré-

servation doit pouvoir être aussi le fournisseur du produit d'impression et ainsi engager pleinement sa responsabilité en ce qui concerne les compatibilités.

Au total les procédés d'imprégnation périphérique contrôlée nous apparaissent à l'heure actuelle comme étant ceux qui offrent la plus grande fiabilité pour une bonne préservation des menuiseries contre la pourriture. Bien qu'ils renchérisse de toute évidence le prix de la préservation ce sont eux qui, compte tenu des essences actuellement utilisées en menuiseries, apportent la meilleure garantie d'une bonne conservation et d'une longue durée de service.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES D'AVENIR

La préservation du bois dans ses techniques actuelles est en mesure, nous espérons l'avoir montré, d'apporter une contribution importante et souvent déterminante à la bonne conservation des menuiseries extérieures. Nous avons également indiqué ses limites, marquées par notre impuissance à vaincre la difficulté d'imprégnation de certaines essences alors même que leur durabilité propre exige d'être renforcée. Mais, sauf à proscrire l'emploi de telles essences, alors qu'elles constituent la majorité de celles utilisées en menuiserie, il faut les préserver. La préservation que les procédés industriels modernes permettent de leur apporter est loin d'être sans effet, à condition toutefois qu'elle s'inscrive dans un ensemble d'opérations de qualité, depuis la conception jusqu'à la finition. On ne répètera jamais assez que la préservation, sauf dans le cas relativement rare d'essences de très bonne imprégnabilité très bien traitées, **ne peut pas compenser complètement les fautes lourdes de conception ou les malfaçons lors de la fabrication.**

Lors de la recherche d'un procédé de traitement, l'utilisateur doit faire un choix lié à des considérations techniques et à des considérations économiques. Il est guidé par le souci de fabriquer des produits correspondant à un certain niveau de performance, dans des conditions supportables de prix de revient. La qualité de la durabilité d'une menuiserie résulte de la conjugaison de divers facteurs, parmi eux la préservation, laquelle peut s'apprécier d'après l'adéquation de la combinaison bois $\times$ produit $\times$ procédé d'application au niveau de durabilité recherché. Le bois se présente avec sa durabilité propre et son imprégnabilité propre, il faut les connaître pour déterminer le traitement le mieux adapté, mais trop souvent ces deux éléments sont mal connus, de même que les degrés de fiabilité des différentes techniques d'imprégnation, dans leurs deux composantes que sont, d'une part le produit et, d'autre part, le procédé d'application. Le produit le meilleur marché possible,

Ainsi assurée dans les meilleures conditions possibles la préservation des menuiseries contre la pourriture, et simultanément contre les attaques d'insectes, il demeure un problème également important et auquel un intérêt de plus en plus grand est porté, celui de la durabilité des finitions qui aurait parfois tendance à masquer celui de la préservation du bois. Ce sont deux problèmes différents, qu'il faut traiter dans l'ordre dans lequel ils se posent. Et le problème de la durabilité des finitions des menuiseries en bois aurait-il un objet, dès lors que la durabilité propre du matériau n'aurait pas, au préalable, été convenablement assurée ?

appliqué selon le procédé le plus économe de produit semble être une règle fréquemment suivie. Ce n'est pas ainsi que la situation s'améliorera et la préservation des menuiseries doit enfin prendre un caractère vraiment industriel, obéir à des spécifications auxquelles se réfèrent les prescripteurs et dans lesquelles on attache autant d'importance au procédé de traitement qu'au produit. Il n'est pas exclu d'envisager plusieurs niveaux de performance, ou plus exactement plusieurs niveaux de qualification des procédés de traitement par rapport à leur fiabilité, celle-ci étant liée à la fois à leur principe même et à leur technologie d'application. Cette conception d'une manière nouvelle et, nous le croyons, mieux compréhensible et plus efficace, de qualifier une opération de préservation du bois, pourrait s'appliquer non seulement dans le domaine de la protection des menuiseries mais dans tous les domaines où s'exerce la préservation du bois, la mise en place d'un système de codification de celle-ci fondé sur une telle conception demandant la concertation et la participation des diverses parties intéressées compétentes.

Si une amélioration de la conservation des menuiseries peut être obtenue dans l'immédiat par les mesures d'ordres divers que nous avons préconisées dans le corps de cet article, il reste à préparer un avenir plus lointain, dans lequel on peut prévoir qu'à la fois la concurrence rencontrée par le bois sera plus vive, les contraintes relatives à l'emploi de pesticides plus sévères et les essences employées en menuiserie différentes. C'est pourquoi les recherches sur la protection du bois exigent un effort particulier dans deux directions principales, l'amélioration de l'imprégnabilité du bois d'une part et, d'autre part, la réduction de l'emploi des pesticides en développant les recherches sur la maîtrise de l'hygroscopicité du bois et sur les possibilités diverses que la biologie pourrait offrir, aussi bien sur le plan de la lutte contre les champignons que sur celui de la protection contre les insectes.