



Pêches et Environnement
Canada

Fisheries and Environment
Canada

Service des pêches
et des sciences de la mer

Fisheries
and Marine Service

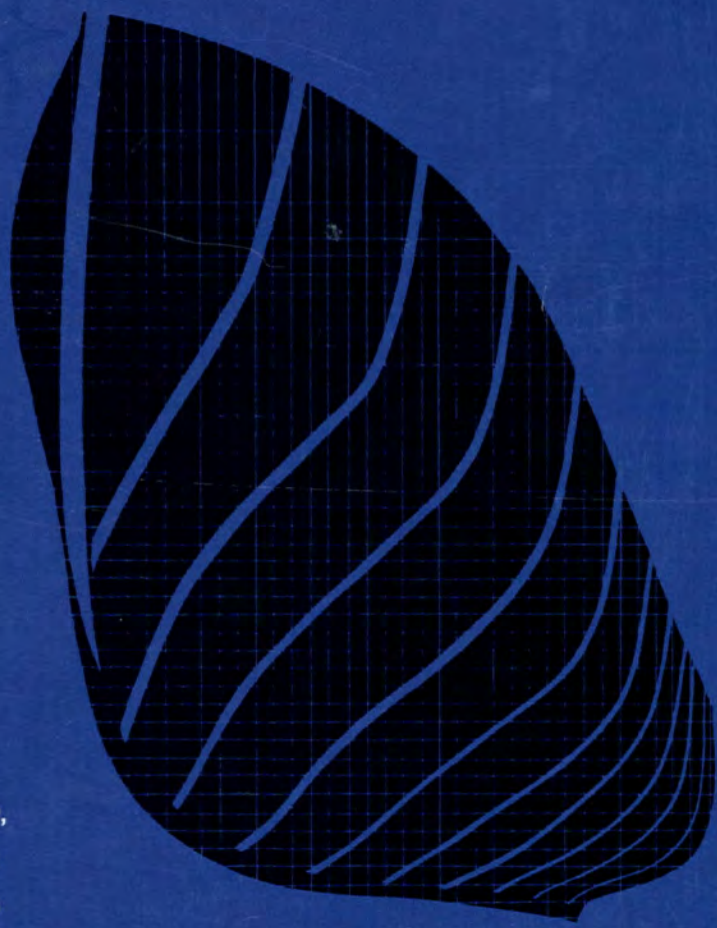
91F

PROBLÈME DE POURRITURE DES BATEAUX EN BOIS

DFO - Library / MPO - Bibliothèque



12038125



511
223
C375
Cpl

La Division des programmes d'aide,
de développement et d'ingénierie
Direction des services aux pêcheurs

Publié par



Gouvernement du Canada
Pêches et Océans

Direction de l'information
et des publications scientifiques
Ottawa K1A 0E6

Published by

Government of Canada
Fisheries and Oceans

Scientific Information
and Publications Branch
Ottawa K1A 0E6

Imprimé 1978
Réimprimé 1979

La présente publication porte le
numéro 91F dans la série des Rapports
techniques de la Direction des
services aux pêcheurs

PROBLÈME DE POURRITURE DES BATEAUX EN BOIS

Ottawa 1978

Chargé de projet
G. M. Sylvester

pour
La Division des programmes d'aide,
de développement et d'ingénierie
Direction des services aux pêcheurs
Service des pêches et de la mer
Environnement Canada

Chef de Division
H. A. Shenker

*Les opinions exprimées par l'auteur ainsi que ses
conclusions ne sont pas nécessairement endossées
par les promoteurs de ce projet.*

PROBLÈME DE POURRITURE DES BATEAUX EN BOIS

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
Historique	1
Croissance du bois	2
L'attaque fongique	3
Identification de la pourriture	6
La pourriture dans les bateaux	12
Zones sujettes à la pourriture	12
Traitement préventif	15
Traitement par pression	16
L'attaque chimique	17
Prévention de l'attaque chimique	18
Séchage du bois	18
Point de saturation des fibres	19
Point d'équilibre de l'humidité	21
Retrait et gonflement	22
Matériau lamellé	26
Séchage à l'air	29

TABLEAUX

1. Résistance à la pourriture des bois indigènes canadiens
2. Retrait en fonction du degré d'humidité

ILLUSTRATIONS

1. Cernes d'accroissement
2. La pourriture dans le bois peint
3. Pourriture spongieuse d'une structure marine
4. Croissance fongique et structure fructifère à la surface d'une planche atteinte de pourriture brune
5. Membres pourris dans un dragueur de 65'
6. Humidité du bois en fonction de l'humidité relative de l'air
7. Exigences de base pour l'empilage et le séchage du bois

PROBLÈME DE POURRITURE DES BATEAUX EN BOIS

INTRODUCTION

La pourriture du bois ne devrait jamais être acceptée comme inévitable. Si certaines parties d'un bateau pourrissent alors que le reste demeure utilisable, on doit en déduire que le bois n'a pas été protégé ou préservé convenablement.

Les principales causes de détérioration du bois sont:

1. L'usure mécanique
2. L'action du feu ou d'une chaleur prolongée
3. L'attaque chimique
4. L'attaque fongique
5. L'attaque par les insectes
6. L'attaque par des organismes foreurs

Le présent document ne traite que de l'attaque chimique et de l'attaque fongique (pourriture du bois).

HISTORIQUE

Le problème de la pourriture existe depuis que l'homme a commencé à construire des bateaux en bois. Lorsque la Reine Elizabeth I accéda au trône, elle constata qu'une dizaine des 32 bâtiments de la Flotte Royale étaient pourris; et les navires construits de bois non séché devaient être réparés six ou sept ans après leur lancement au lieu de durer 20 ans ou plus.

Sous Charles II, lors d'un vaste programme de construction, l'on fut pratiquement à court de bon bois de chêne et l'on éprouva des difficultés considérables à trouver du

bon bois séché, au point que Samuel Pepys devait s'exclamer :
"Dieu seul sait où l'on pourrait mettre la main dessus".

Le problème subsista durant tout le 18e siècle, et les 66 vaisseaux de la Marine Royale qui sombrèrent pendant la guerre de l'Indépendance américaine durent probablement leur perte à cette raison. C'est ainsi que lors du procès qui se tint devant la cour martiale suite au naufrage du "Royal George" dans le port de Portsmouth, il fut révélé que la carène du navire se détacha lorsqu'il prit de la bande.

Le problème, bien entendu, ne se limitait pas aux seuls bâtiments de Sa Majesté mais affectait tout autant les navires de commerce, tels ceux de la Compagnie des Indes qui effectuaient rarement plus de trois ou quatre voyages vers ce pays avant d'être attaqués par la pourriture et devenir pratiquement inutilisables.

Nous faisons toujours face à ce problème, sauf que nous disposons aujourd'hui des connaissances et du matériel requis pour combattre la pourriture sur nos bateaux en bois.

LA CROISSANCE DU BOIS

Avant de discuter de la pourriture du bois, il convient d'avoir un aperçu du phénomène de la croissance d'un arbre.

Lorsqu'un arbre croît et que le diamètre de son tronc augmente, seule la partie externe dite "aubier", contient des cellules vivantes et contribue à sa croissance. Le coeur du bois ne sert plus que de support mécanique à l'arbre (fig.1).

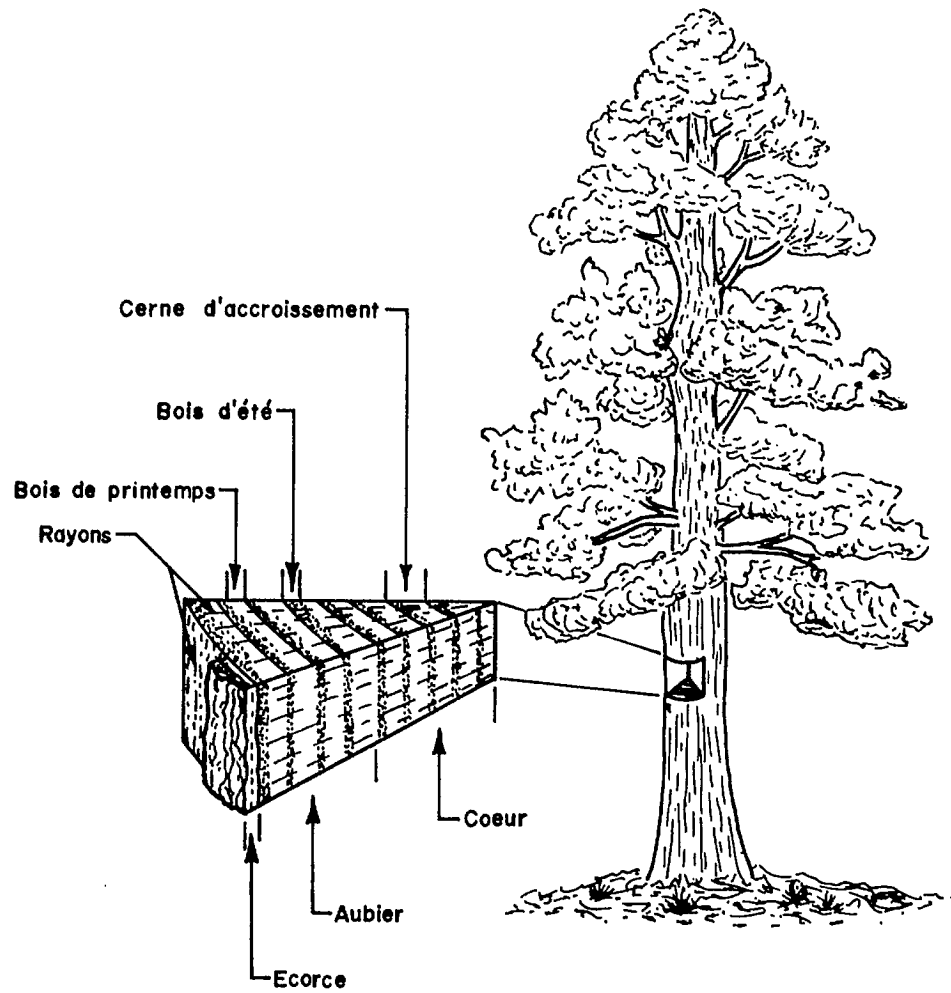
L'anneau extérieur, ou aubier, a un fort pourcentage

d'humidité qui le porte à pourrir plus rapidement que le coeur, d'où l'importance de sécher convenablement le bois avant de l'utiliser. Le bois ne se détériore pas seulement en fonction de l'âge, s'il est constamment exposé à des conditions d'humidité il pourrira tôt ou tard.

L'ATTAQUE FONGIQUE

La pourriture du bois est le résultat d'une attaque par l'une ou l'autre des diverses sortes de champignons. Ceux-ci, présentent une grande variété de formes, sont extrêmement nombreux tant en nombre qu'en espèces et disposent d'une étonnante facilité à se multiplier.

FIG. I



TERMINOLOGIE DU BOIS

L'un des champignons que l'on trouve communément dans les bateaux est du type brun cubique ou poudreux. Un autre est celui de la carie fibreuse blanche. On en trouvera des exemples aux figures 2, 3, 4.

La pourriture dans les bateaux est parfois appelée "pourriture sèche", ce qui est une désignation impropre vu que toute pourriture requiert de l'humidité. Elle doit probablement son origine au fait que la pourriture devient plus évidente lorsque le bois sèche et laisse apparaître des craquelures, la partie atteinte se contractant.

Les champignons se reproduisent à l'aide de spores, lesquelles correspondent aux graines des plantes supérieures tout en étant d'une taille bien plus petite, presque microscopique. Ces spores germent et se développent lorsqu'elles se déposent en terrain favorable tel une surface de bois exposée à l'air et à l'humidité (dans le cas qui nous intéresse.)

Pour qu'un champignon se développe et provoque de la pourriture, il faut que nous retrouvions:

- 1) Une source d'infection, c'est-à-dire des spores aérobies.
- 2) Un milieu favorisant le développement des spores et dans lequel le champignon pourra y tirer sa nourriture.
- 3) Un degré d'humidité suffisant pour permettre aux spores de se développer. (Il n'existe pas de limite supérieure précise au degré d'humidité pour la croissance des champignons dans le bois, c'est la limite inférieure qui est beaucoup plus importante. Les spores fongiques ne germent pas volontiers dans un bois qui est en-dessous du point de saturation des fibres soit de 27 à 28 pour cent. Cependant, le bois ne peut être considéré comme totalement à l'abri des attaques avant de contenir moins de 20 à 22 pour cent d'humidité. L'humidité du bois est rarement

tout à fait uniforme, et pour une moyenne donnée de 25 pour cent il est probable que les parties profondes sont beaucoup plus humides).

- 4) De l'oxygène: Les champignons sont des organismes aérobies, c'est-à-dire qu'ils ont besoin d'oxygène pour leur respiration et leurs échanges vitaux. Les champignons qui poussent dans le bois obtiennent aisément cet oxygène à partir du gaz qui s'y diffuse. Dans un bois complètement détrempe, l'eau a pris la place de l'oxygène et le processus de pourriture ne peut se faire.
- 5) Une température favorable à la croissance des champignons.
- 6) Une ventilation insuffisante. Le danger de pourriture est beaucoup plus grand dans les zones exposées à des fuites d'eau douce, à moins qu'il y ait une ventilation suffisante pour enlever l'excès d'humidité.

En résumé, les conditions favorables à l'apparition de pourriture sont: Une température entre 50° à 90° Farenheit (10 à 32°C.), un taux minimum d'humidité de 20 à 30 pour cent, et une ventilation insuffisante. (Voir la section "Séchage du bois").

Le bois sec ne pourrira pas, pas plus que le bois complètement détrempe, mais tous les bois ne présenteront pas la même résistance à la pourriture.

Voir le tableau no. 1 qui indique la résistance à la pourriture des diverses sortes de bois.

IDENTIFICATION DE LA POURRITURE

Il est facile de reconnaître la pourriture lorsqu'elle a atteint un stade avancé. Toutefois à ses débuts, lorsqu'elle est surtout interne, cela peut être plus difficile.

Le terme "DOTE" (pourriture du bois) est fréquemment employé par les bûcherons pour désigner un début de pourriture qui n'est pas encore reconnaissable.

TABLEAU NO 1

RÉSISTANCE À LA POURRITURE
DES
BOIS INDIGÈNES CANADIENS

<u>GROUPE</u>	<u>BOIS TENDRE</u>	<u>BOIS DUR</u>
Groupe 1.	Cyprès jaune	Mûrier rouge
Essence au coeur	Cèdre	Noyer noir
d'une haute résis-	Genévrier	
tance à la pourriture	If de l'ouest	
 Groupe 2.	Sapin de Douglas*	Frêne
Essences au coeur	Mélèze de l'ouest*	Hêtre
d'une résistance	Pin ponderosa	Bouleau
modérée à faible à	Pin blanc de l'est*	Orme
la pourriture	Épinette	Noyer blanc
	Mélèze (laracina)	Chêne rouge
		Chêne blanc

* Les essences marquées d'un astérisque sont classées comme ayant une résistance modérée.

La carie fongique, ou pourriture, peut être reconnue par une partie ou la totalité des symptômes suivants:

1. Un changement dans la couleur. Celle-ci devient plus foncée ou plus claire que normalement.

2. Le ramollissement et la perte de résistance. Le bois devient mou et perd sa résistance mécanique.

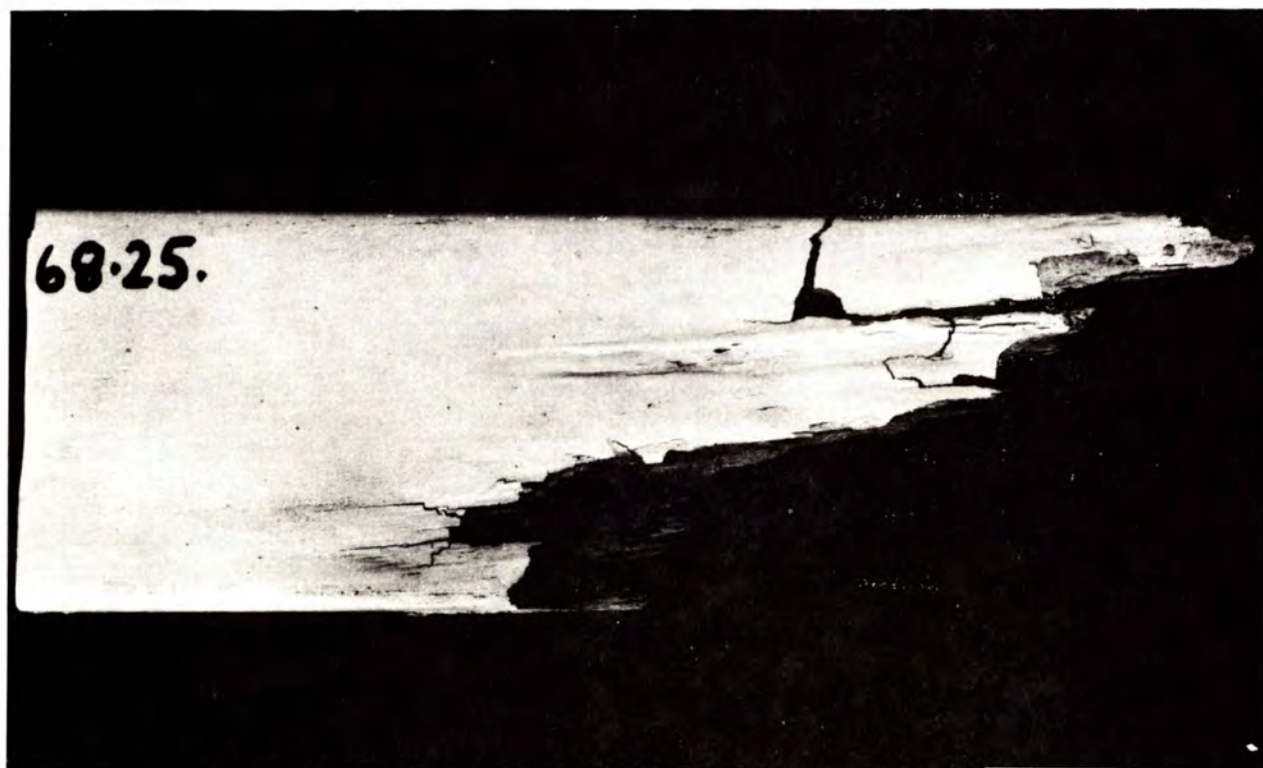
3. Une perte de poids. Tout échantillon de bois d'un poids anormalement léger s'avérera probablement gâté.

4. Un changement d'odeur. Le bois sain et tendre présente une agréable odeur de résine, tandis que celui pourri sent le champignon et le renfermé. Une odeur de moisie n'indique pas nécessairement la présence de pourriture, mais révèle tout au moins que les conditions favorables à son apparition sont réunies.

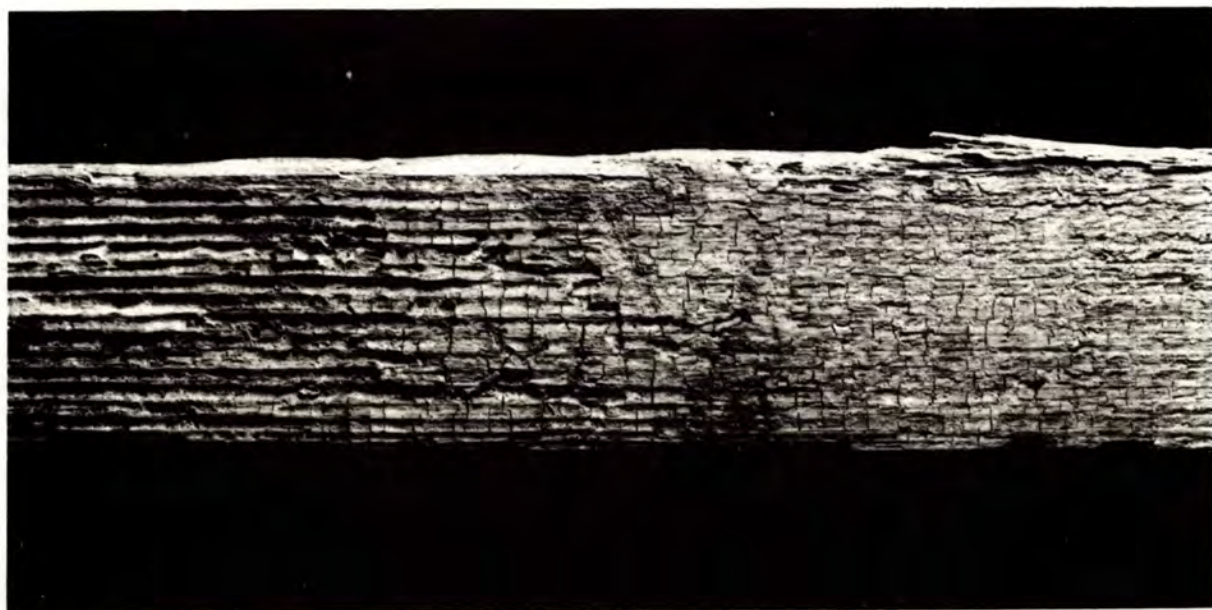
5. Une augmentation de la perméabilité du bois. Le bois atteint de pourriture absorbe les fluides beaucoup plus facilement que le bois sain. Si l'on mouille la surface d'une planche présentant des plaques de pourriture, celles-ci deviendront immédiatement plus évidentes en absorbant le liquide et en devenant ainsi plus sombre par rapport au bois sain environnant.

6. Une augmentation de l'inflammabilité. Le bois carié prend feu plus facilement que le bois sain. On se souviendra que le bois très carié était autrefois utilisé en guise d'amadou.

Les figures 2, 3, 4 montrent des exemples de carie.



LES PARTIES DÉCOLORÉES, GONDOLÉES ET AFAISSÉES SUR
LE BOIS PEINT INDIQUENT LA POURRITURE DANS LE BOIS



POURRITURE SPONGIEUSE D'UNE STRUCTURE MARINE EN BOIS



CROISSANCE FONGIQUE ET STRUCTURE FRUCTIFÈRE D'UN
CHAMPIGNON À LA SURFACE D'UNE PLANCHE ATTEINTE DE
POURRITURE BRUNE.

LA POURRITURE DANS LES BATEAUX

La pourriture peut résulter éventuellement de vices de construction ou encore de l'emploi de matériaux impropres ou de qualité inférieure. C'est pourquoi, il importe d'utiliser du bois sain, bien séché, et d'utiliser des techniques de construction appropriées.

Il est généralement admis que l'humidité causée par la présence d'eau douce est l'une des pires causes de pourriture dans un bateau. Une grande attention devrait donc être apportée aux détails de construction, afin de prévenir la venue d'eau douce, spécialement à travers les joints de calfatage du pont.

L'autre cause majeure de pourriture est due à une ventilation inadéquate. Quelles que soient les qualités de conception, de construction et de finition, une certaine dose d'humidité s'installera à bord et on ne pourra y remédier qu'en ventilant convenablement toutes les parties du navire.

A noter qu'un bâtiment qui n'est en mer que pour de courtes périodes, et passe la majeure partie de son temps à l'ancre, peut avoir besoin de moyens mécaniques pour faire circuler l'air à travers les espaces "morts".

ZONES SUJETTES A LA POURRITURE

La plus grande partie de la pourriture que l'on rencontre à bord des bâtiments naviguant en eau salée se situe au-dessus de la ligne de flottaison, en des points où l'eau (en particulier l'eau de pluie) peut pénétrer, mais où son évaporation est entravée. Des zones telles la quille, les galbords et le massif, qui sont totalement immergées et détrempées, ne sont susceptibles de pourrir que lorsque le navire

est hors de l'eau pour de longues périodes.

Les coutures ou joints de calfatage du pont, spécialement à la hauteur des bordés et du joint entre le bords du pont et le plat-bord, sont une source constante d'ennuis. Les fuites à ces endroits affectent les membres (ou couples), les extrémités des barrots de pont, les bauquières et les courbes. La méthode, à bord des bateaux pontés, qui consiste à percer le plat-bord pour y laisser passer les jambettes de pavois, devrait être particulièrement découragée. Le seul pont idéal en est un sans aucune couture. Le bordé est spécialement exposé aux fuites, surtout à ses extrémités, là où il rejoint l'étrave et le tableau; de même le sont, à un degré moindre, les abouts.

La tête de proue et les bittes d'amarrage, à moins que des mesures ne soient prises pour protéger le travers du fil, sont elles aussi exposées à la pourriture.

Un vaigrage trop serré est une source d'ennuis, et on devrait toujours sauter une vaigre en haut et en bas, de façon à ce que l'air puisse circuler entre les membres. La figure 5 montre les effets du manque d'aération sur les membres d'un navire. Les armoires et les soutes se trouvant à des endroits tels que le coqueron avant et les compartiments de l'appareil à gouverner, devraient être bien ventilés et disposer d'un bon écoulement vers les fonds.

Il y aurait lieu de surveiller attentivement toutes les sources d'eau douce du bateau et de donner une certaine priorité à la réparation des canalisations ou des réservoirs d'eau en cas de fuite. Les zones au voisinage des réservoirs d'eau douce sont connues pour leur tendance à pourrir du fait des déversements accidentels d'eau lors du remplissage de ces



MEMBRES POURRIS DANS UN DRAGUEUR DE 65'

Les membres infectés devraient être enlevés
et remplacés par de nouveaux membres traités
avec un préservatif.

réservoirs. La condensation devrait, elle aussi, faire l'objet d'une attention particulière, notamment au voisinage des appareils de réfrigération. Ceux-ci sont à nettoyer et sécher aussi vite que possible.

Le fait de ne pas préserver de l'eau de pluie, le rouf et les joints d'hiloire, entraîne souvent la pourriture des ponts, des barrots de ponts et des hiloires elles-mêmes.

On ne devrait jamais laisser l'eau de pluie s'accumuler dans les fonds car elle contribue alors à la pourriture de la zone humide qui se trouve juste au-dessus. Ceci est particulièrement important dans le cas des membres de bouchain arrière des bateaux ouverts.

D'autres secteurs où l'on s'attardera à éloigner l'humidité avec un soin particulier sont les endroits où les tuyaux d'évacuation de la cuisine et du moteur passent à travers la structure. La combinaison de la chaleur et de l'humidité étant en effet un important facteur d'accélération de la pourriture.

Enfin, on ne devrait jamais laver les ponts à l'eau douce mais bien à l'eau de mer, étant donné que le sel tend à inhiber la croissance de la pourriture.

TRAITEMENT PRÉVENTIF

Le procédé idéal serait d'employer un matériau traité sous pression dans tout le bateau. À défaut cependant, il existe des solutions pouvant être appliquées à la façon d'une peinture. Leur efficacité dépend de leur bon emploi, lequel consiste à l'application sur bois séché en prenant soin d'imprégner suffisamment tous les endroits en travers du fil et entre toutes les surfaces en contact.

Il est très important d'appliquer les préservatifs après que le bois ait été coupé et façonné, et que tous les trous en aient été percés.

On trouve actuellement deux types de préservatifs d'usage courant. Tous deux se caractérisent par des composants chimiques de base en solution dans un solvant pétrolier volatil qui confère au mélange sa capacité de pénétration.

Le naphthanate de cuivre se présente sous deux formes: l'une de couleur verte (cuprinol), l'autre incolore.

Le produit de couleur verte s'utilise principalement pour le traitement des membres du bateau. Il teint le bois en vert, laisse la surface collante et transparaît sous la peinture. Quant au produit incolore, il peut s'employer sous la peinture ou le vernis sans affecter la couleur du bois ni celle de la peinture.

Le type pentachlorophénol, est de couleur claire et n'altère pas vraiment la couleur naturelle du bois. Il peut s'employer sous la peinture ou le vernis.

Les deux sortes sont acceptables, l'important étant d'appliquer généreusement le produit, de bien imprégner tous les endroits en travers du fil et si l'on veut peindre par-dessus les préservatifs du type clair, d'attendre au moins 24 heures avant d'appliquer la peinture ou le vernis.

TRAITEMENT PAR PRESSION

Il existe trois combinaisons chimiques principales d'usage courant dans le traitement par pression du bois.

Ce sont:

- 1) la créosote dans l'huile
- 2) le pentachlorophénol
- 3) un mélange à base d'arsenic, de cuivre et de chrome dans l'eau. (Sels de boliden K33)

En raison du risque d'odeurs désagréables que présentent la créosote et le pentachlorophénol, le préservatif à base de cuivre, de chrome et d'arsenic est recommandé pour usage naval; il résiste de plus aux attaques des organismes foreurs marins.

Dans le choix d'un préservatif approprié, il y a lieu de s'assurer qu'il n'affectera pas sensiblement la conductivité électrique du bois à traiter. Le phénomène d'électrolyse ainsi créé augmenterait grandement les risques d'une dégradation du bois sous la forme de ce qu'on appelle souvent "la maladie du clou". Les expériences de laboratoire ont cependant montré qu'aucun des traitements ci-dessus ne provoque d'augmentation appréciable de la conductivité électrique.

L'ATTAQUE CHIMIQUE

Il arrive que le bois autour des fixations devienne foncé, décoloré et qu'une dépression apparaisse autour du clou. Ce phénomène est également connu sous le nom de "maladie du clou". La coloration peut aller des diverses nuances de gris jusqu'à devenir presque noire et une fissure d'un pouce ou deux de long peut finalement apparaître de part et d'autre du clou.

Cette "maladie du clou" peut conduire à un relâchement des fixations, entraînant une perte d'étanchéité. La structure du bois se désorganise à un point tel qu'il suffit de le gratter ou frotter légèrement pour qu'il se désagrège en courtes particules de fibres cassées. On sait maintenant que même si cette attaque du bois ressemble à de la pourriture, elle résulte en fait de l'action de certains corps chimiques libérés par l'eau de mer sous l'effet galvanique. Si deux métaux

dissemblables sont logés dans du bois mouillé, lequel contient toujours certains électrolytes en solution (de l'eau salée dans le cas qui nous intéresse), ils peuvent former les pôles d'une pile galvanique. Le bois autour de l'anode devient donc acide, tandis que des conditions alcalines se développent autour de la cathode. C'est ce qui provoque la dégradation du bois, et parfois la corrosion avancée des clous eux-mêmes.

Une légère fuite d'électricité accélèrera grandement le phénomène. Des courants électriques même de très faible ampérage, pourront donc causer des effets sérieux. Ce genre de problème a pris de l'importance ces dernières années du fait que de nombreux bâtiments sont aujourd'hui équipés d'un appareillage électrique varié: radio, radio-sondes, sonar, etc.... Ce matériel, et, en fait, tout le matériel électrique, doit être mis à la masse convenablement pour éviter les fuites de courant.

PRÉVENTION DE LA POURRITURE CHIMIQUE

En vue de prévenir la maladie du clou, il y a lieu, dans la mesure du possible, d'éviter l'introduction de métaux dissemblables dans le bois mouillé, d'éviter toute fuite de courant et de veiller à noyer et à recouvrir clous et fixations.

SÉCHAGE DU BOIS

On sèche le bois pour le rendre utilisable. Le bois vert ne peut-être utilisé que pour de grosses pièces. Le séchage enlève la plus grande partie de l'eau originellement contenue dans l'arbre vivant et retenue dans le bois au moment où il est manufacturé. Un contrôle adéquat du processus de séchage réduit les défauts possibles, tandis que la teneur en humidité est abaissée jusqu'à ce que le bois atteigne les caractéristiques

voulues pour son usage. Le séchage s'accompagne d'un retrait, et c'est là son principal objectif: faire rétrécir le bois avant sa mise en utilisation. Le séchage du bois jusqu'à une teneur en humidité inférieure à 20 pour cent élimine le risque de pourriture et de taches jusqu'à ce qu'il soit mouillé en cours d'usage. Il s'effectue généralement à l'air, ou encore dans un séchoir.

De nombreuses suggestions ont été faites pour remédier aux dommages dûs au retrait et au gonflement du bois, mais peu sont satisfaisantes. Une coque en bois ne peut être valablement construite ou réparée que si la teneur en humidité du bois utilisé est surveillée de près.

Le retrait du bois est parfois à l'origine de réparations nécessaires sur les bateaux et navires. Il se traduit par l'ouverture excessive des coutures ou joints de calfatage du bordage et du pont, et par de larges et nombreuses fissures dans le plat-bord, les chapes, les massifs d'arbres et les serres intérieures. Ce retrait provient de l'emploi d'un bois de construction qui avait une trop forte teneur en humidité, et il peut causer de sérieux problèmes d'entretien et de réparation.

POINT DE SATURATION DES FIBRES

La teneur en humidité du bois s'exprime par un pourcentage qui indique le poids d'humidité dans le bois par rapport au poids du bois étuvé. Le bois séché à l'étuve contient zéro pour cent d'humidité, et un bois à 100 pour cent d'humidité contient moitié d'humidité et moitié de substance ligneuse.

Dans le bois non séché, l'humidité existe sous deux formes:

1. L'eau libre à l'intérieur des cavités cellulaires.
2. L'eau retenue dans les parois cellulaires ou absorbée par elles.

Lorsqu'une pièce de bois vert sèche, l'eau libre s'échappe des cavités cellulaires. Une fois que toute l'eau des cavités cellulaires est libérée, l'eau fixée dans les parois cellulaires commence alors à s'échapper. C'est ce point, quand les parois cellulaires commencent à se déshydrater, que l'on appelle "point de saturation des fibres". Il correspond à une teneur en humidité d'environ 30 pour cent.

Le bois, lorsqu'il est débité de la grume, contient plus d'humidité qu'il n'en retiendra une fois exposé à l'air. Quand une planche de bois "vert", ou non séché, commence à sécher, c'est la surface qui perd son humidité la première. Ce qui signifie que la teneur en humidité relativement faible en surface, augmentera progressivement en direction du centre de la planche. C'est la courbe de ces valeurs d'humidité entre la surface et le centre que l'on désigne sous le nom de gradient d'humidité.

Au cours du séchage, la différence entre la teneur en humidité de la surface et du centre ne cesse de diminuer, jusqu'à ce que l'humidité soit uniformément répartie d'un bout à l'autre de la planche, transversalement et longitudinalement. Si la vitesse de séchage est trop rapide, des imperfections sérieuses, telles que des fentes et des gerces, peuvent se développer.

Une différence marquée entre la teneur en humidité de la surface et du centre indique que le séchage se poursuit à une allure rapide et qu'il y a de l'eau libre au centre de

la planche. Un bois semblable ne convient généralement pas à la construction navale.

DEGRÉ D'ÉQUILIBRE DE L'HUMIDITÉ

Le bois gagne ou perd de l'humidité jusqu'à ce qu'il parvienne à un état d'équilibre avec l'air environnant. La vitesse à laquelle sèche le bois vert, ainsi que le degré d'humidité finalement atteint, dépendent de l'humidité relative de l'air ambiant. Exposé à une atmosphère d'une humidité relative donnée pour une période allant de quelques heures à plusieurs mois, selon la taille, l'essence, etc., la pièce de bois atteint une teneur en humidité définitive, qui n'est autre que le degré d'humidité d'équilibre. On peut voir à la fig. 6 quelques valeurs d'humidité relative, avec les degrés d'humidité d'équilibre y correspondant.

Un changement dans l'humidité relative de l'air n'entraîne pas une modification immédiate dans la teneur en humidité du bois. Lorsqu'un tel changement intervient, le gradient d'humidité augmente (ou diminue) et la teneur en humidité du bois se dirige lentement vers son état d'équilibre avec la nouvelle humidité relative de l'air.

L'important, dans la préparation du bois à usage naval, est de déterminer l'humidité moyenne relative prévisible à laquelle sera exposée la pièce de bois à l'emplacement de son utilisation, des conditions les plus sèches aux plus humides. Le degré d'humidité d'équilibre pourra alors être évalué avec assez de précision pour pouvoir estimer la teneur en humidité que devra avoir le bois utilisé pour la fabrication de la pièce en question, tel qu'indiqué à la figure 6.

RETRAIT ET GONFLEMENT

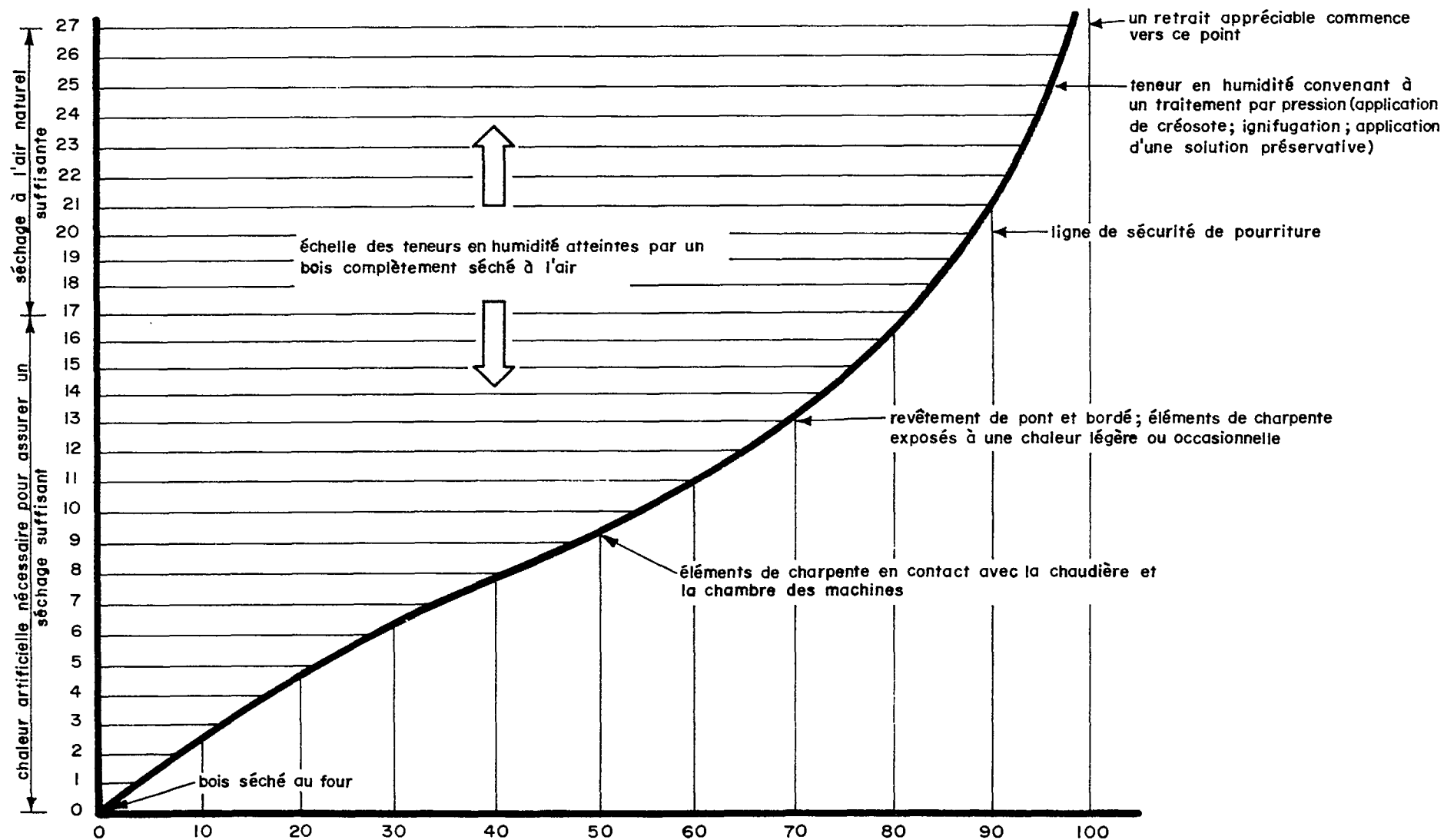
Le bois ne ressemble à aucun autre matériau en ce qui regarde la cause de ses changements de dimension. Cette dernière varie en effet selon le gain ou la perte d'humidité (laquelle est elle-même fonction surtout de l'humidité relative de l'air)- tandis que la plupart des autres matériaux structurés changent de taille sous l'effet de la température. C'est pourquoi, il n'est pas nécessaire de prévoir des joints de dilatation dans les structures de bois. C'est ce qui explique aussi en partie, le fait que les structures de bois peuvent supporter des températures extrêmes sans s'effondrer.

Les diverses essences gonflent ou rétrécissent à différents taux d'humidité, mais aucune essence ne gonfle ou rétrécit si le taux d'humidité est inférieur à 30% (point de saturation des fibres). En dessous de 30 pour cent, le bois gonfle en même temps que s'accroît sa teneur en humidité, et rétrécit lorsque celle-ci décroît. Le pourcentage du retrait jusqu'au degré d'humidité zéro est indiqué au tableau 2.

Le changement de direction le plus important s'effectue dans une direction parallèle aux cernes d'accroissement annuel (tangentielle). Une proportion allant de la moitié aux deux tiers de ce changement intervient dans une direction perpendiculaire aux cernes d'accroissement annuel (radiale). Aucun changement notable ne se produit dans la direction du fil du bois (longitudinale).

Comme nous l'avons vu auparavant, la pourriture du bois est directement reliée à la teneur en humidité, et l'emploi d'un bois sec pour la construction ou la réparation de coques de navires, est à cet égard d'une importance vitale.

FIG. 6



POURCENTAGE D'HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR À 70°F

Source;
 "Wood - A Manual for its use as
 a Ship Building Material" Vol. II
 Navships 250-336.

EXPLICATION DE LA FIGURE 6.

Point d'équilibre de l'humidité. La teneur en humidité citée est celle considérée comme idéale. Dans le domaine des applications pratiques, une tolérance de 3 pour cent est admissible, la préférence étant donnée à la teneur en humidité la plus basse. Le matériau lamellé contient habituellement environ 12 pour cent d'humidité et convient surtout pour les éléments de grande taille. Le contreplaqué étanche a normalement un taux d'humidité d'environ 5 pour cent après fabrication. En raison de sa stabilité accrue, il trouvera maintes applications satisfaisantes avec une teneur en humidité de 10 pour cent assortie d'une tolérance de 5 pour cent. Le chêne blanc présente une flexibilité optimale avec une teneur en humidité de 25 à 35 pour cent. Des flexions satisfaisantes peuvent s'obtenir avec un matériau plus sec. On devrait laisser sécher avant de le peindre, le bois mis en place avec une teneur en humidité supérieur à 20 pour cent.

Les faits dont il faut se rappeler sont:

1. Aucune essence de bois ne peut pourrir si sa teneur en humidité est inférieure à 20 pour cent.
2. La pourriture ne peut attaquer le bois totalement immergé.

La plupart des cas de pourriture signalés dans les bateaux de bois, peuvent se relier directement à l'emploi de lourdes pièces de bois déjà infectées par la pourriture avant leur installation. Une fois installées, ces pièces ne sèchent jamais jusqu'au niveau de protection de 20 pour cent d'un bout à l'autre de leur longueur et de leur épaisseur.

Le bois des parties immergées d'une coque est soumis à des gonflements excessifs, alors que celui utilisé dans les chambres des machines et autres compartiments chauffés, est exposé à une dessiccation excessive. Toutefois, dans les bateaux et navires en bois, la plupart des éléments de la coque soumis à des extrêmes d'humidification et de dessiccation, sont faits d'essences de bois à faible indice de retrait, comme le cèdre, le Douglas et l'acajou. Quand ces essences gonflent, elles exercent une pression légère, sans flambage. Toutes les essences communes utilisées pour la fabrication de bateaux et navires en bois (acajou, cèdre, Douglas, chêne blanc), en immersion, absorbent l'humidité très lentement. Les couches de peinture réduisent la vitesse d'absorption de l'humidité et de l'évaporation. La plupart des éléments immergés, sont soumis à des conditions de dessiccation sur leur face interne-(facteur empêchant un gonflement maximum). Des essais récents ont montré qu'un bordé immergé, ayant sa face interne exposée à une

circulation d'air normale, acquiert une teneur moyenne de 13 pour cent d'humidité.

Lors de son entreposage à terre, sous abri, le bois d'un bateau rétrécira selon l'humidité relative moyenne du site d'entreposage durant les saisons les plus sèches de l'année. Il n'existe cependant pas d'endroits de réparation ou de construction de bateaux où les conditions climatiques présenteraient une humidité relative moyenne suffisamment basse pour réduire la teneur en humidité du bois à moins de 10 pour cent, ni assez haute pour l'élever à plus de 20 pour cent; pourvu, bien entendu, que le bateau soit convenablement installé sur berceau, asséché et recouvert.

MATÉRIAU LAMELLÉ

Il n'est pas facile de se procurer sur-le-champ, une solide pièce de bois de plus de $2\frac{1}{2}$ pouces d'épaisseur à l'état sec. Ceci s'applique davantage aux essences de bois dur, en particulier le chêne blanc, qu'aux bois tendres. Le matériau lamellé donne au constructeur, la possibilité d'obtenir des pièces de chêne et de Douglas complètement séchées, de toute forme et de toute dimension.

Les pièces lamellées sont stérilisées au moyen de la méthode de prise et, en raison de leur basse teneur en humidité, elles sont de beaucoup préférées à celles de bois vert, lesquelles peuvent avoir des caries naissantes et ne sèchent jamais complètement. Les éléments laminés peuvent être cintrés selon la courbure voulue, rendant inutile le recours à une forêt de pièces de charpente et à une tonne de chevillages pour fabriquer une membrure ou une étrave de grande dimension. (La résistance du bois augmente rapidement, si sa teneur en

humidité tombe en-dessous du point de saturation des fibres). Du fait aussi qu'on évite les chevillages, les écarts à trait de Jupiter et le contre-fil, un élément laminé est beaucoup plus résistant qu'un élément d'une pièce. On évitera de nombreux problèmes et frais de réparation en employant du bois à la bonne teneur en humidité pour la construction ou la réparation d'une coque.

ESSENCES

RETRAIT

SÉCHÉ À ZÉRO POUR CENT D'HUMIDITÉ

RADIALE TANGENTIELLE VOLUMÉTRIQUE

Bois tendres

Cyprès jaune 3.8 6.2 10.5

Cèdre 2.9 5.4 8.8

Genévrier

Douglas 5.0 7.8 11.8

Mélèze de l'ouest 4.2 8.1 13.2

Pin ponderosa 3.9 6.3 9.6

Pin blanc de l'est 2.3 6.0 8.2

Epinette rouge 3.8 7.8 11.8

Epinette noire 4.1 6.8 11.3

Epinette blanche 4.7 8.2 13.7

Mélèze laricin 3.7 7.4 13.6

Bois durs

Noyer noir 5.5 7.8 12.8

Frêne blanc 5.0 7.8 15.2

Hêtre noir 4.8 7.8 13.4

Bouleau, Jaune 7.2 9.2 16.7

Bouleau, Blanc 6.3 8.6 16.2

Orme 4.8 8.1 14.1

Erable à sucre 4.9 9.5 14.9

Chêne rouge 4.0 8.2 13.5

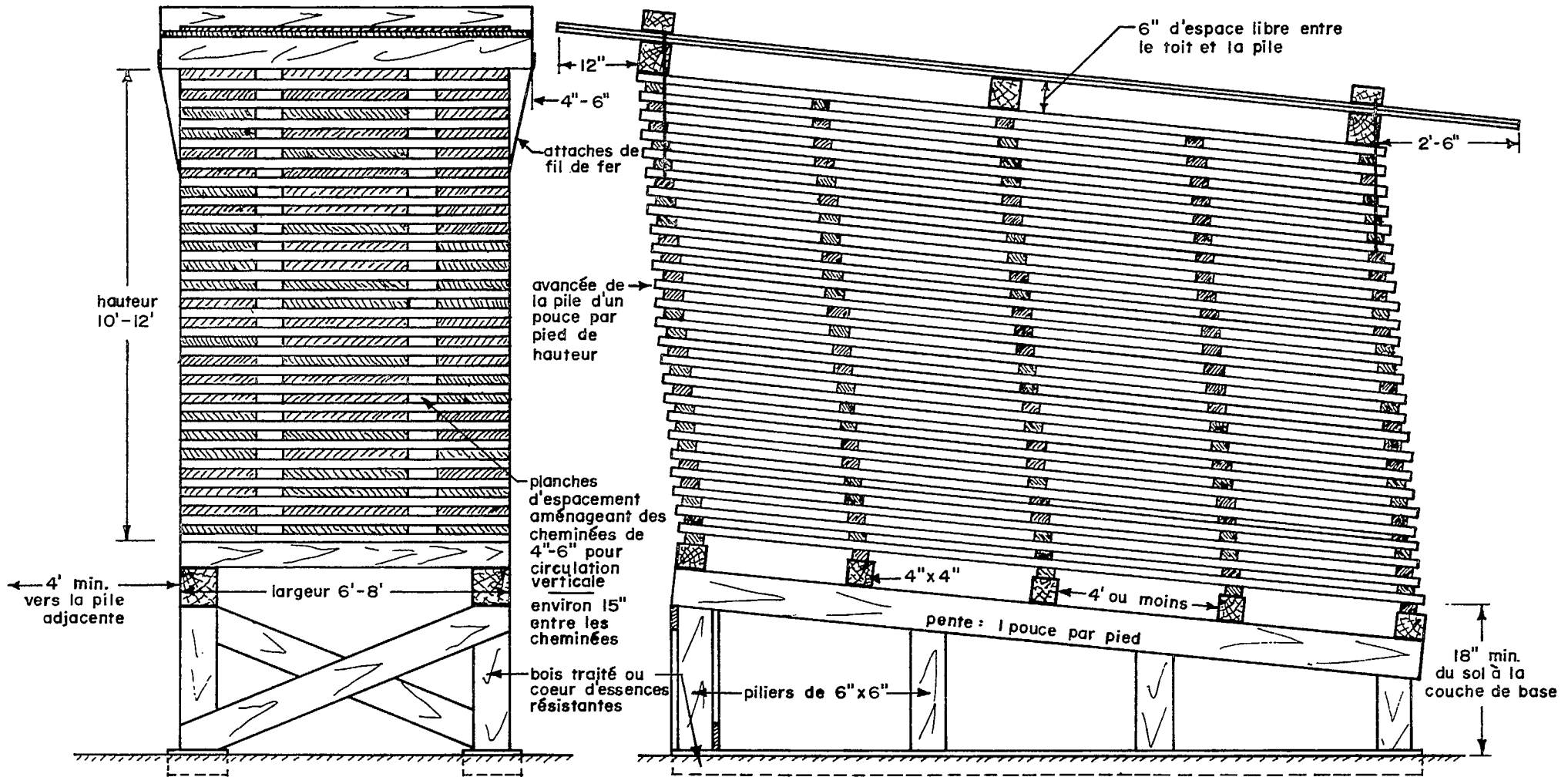
Chêne blanc 5.3 9.0 15.8

SÉCHAGE À L'AIR

Le séchage à l'air est la méthode la plus simple et la plus ancienne de séchage du bois. Elle consiste à exposer le bois débité vert soit en plein air, soit dans des hangars. Son efficacité est limitée par les fantaisies météorologiques, lesquelles à leur tour limitent le degré auquel la vitesse de séchage peut être contrôlée et la teneur en humidité finalement atteinte. Il en résulte que la période de séchage est relativement longue, et la teneur en humidité finale est, tributaire des conditions atmosphériques qui prévalent peu avant la fin du processus de séchage. En général, la teneur en humidité d'un bois complètement séché à l'air se situe entre 12 et 15 pour cent durant les saisons sèches de l'année.

Bien que les conditions atmosphériques générales soient incontrôlables, un certain contrôle de la situation locale peut s'exercer dans la cour de stockage. L'espacement, la taille des piles ainsi que la méthode d'empilage, permettent d'accélérer matériellement le temps de séchage, ou, s'il y a lieu, de le retarder jusqu'à un certain point pour éviter la formation excessive de gerces. La figure 7 montre la façon d'empiler le bois pour un séchage à l'air efficace.

FIG. 7



PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES D'EMPLAGE POUR UN SÉCHAGE À L'AIR RAPIDE ET UNIFORME

BIBLIOGRAPHIE

1. Timber Pests and Diseases - Findlay
2. Boat Carpentry - Smith
3. Prevention of Decay of Wood in Boats - Forest Products Research Bulletin #31 - H.M. Stationery Office 1954
4. Red and White Oak in Boat Construction; Roger S. Smith (Western Fisheries Vol. 73, # 2, Nov. 1966)
5. Forest Products Technical Notes No. 3 - The Care of Wooden Boats - 1969 (Australia)
6. Wood Minesweepers are Sound After 15 Years of Service T.L. Highly, T.C. Scheffer and M.L. Silbo in Forest Products Journal. May 1971 Vol. 21, No. 5
7. Vols. I-IV Wood: A Manual for its Use as a Shipbuilding Material, Department of the Navy, Bureau of Ships, 1957.
8. Description and Maintenance for Prevention of Rot in Wooden Vessels - L.J. Fuller LCDR R.C.N..

DATE DE RETOUR

FEB 14 1983

