



**CROISSANCE,
PROPRIETES ET
UTILISATIONS DU**

WESTERN RED CEDAR

Josefina S. Gonzalez



Ce document est publié conjointement par Forintek Canada Corp., la Western Red Cedar Lumber Association et la Western Red Cedar Export Association.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec :

Forintek Canada Corp.
Division de l'Ouest
2665 East Mall
Vancouver, (C.-B.)
V6T 1W5
(604) 224-3221

Western Red Cedar Export Association
1501 - 700 West Pender
Vancouver, (C.-B.)
V6C 1G8
(604) 891-1231

*Cette publication est également disponible électroniquement aux adresses suivantes :
www.forintek.ca et www.wrcea.org

Catalogage avant publication à la Bibliothèque Nationale du Canada

Gonzalez, Josefina S.

La croissance, les propriétés et les utilisations du Western Red Cedar (*Thuja plicata* Donn ex D. Don)/par Josefina S. Gonzalez.

(publication spéciale , ISSN 0824-2119; n°. SP-37R)

Copublié par la Western Red Cedar Lumber Association et par la Western Red Cedar Export Association.
Comprend les références bibliographiques.

1. Western red cedar. I. Forintek Canada Corp. II. Western Red Cedar Lumber Association. III. Titre. IV. Série : Publication spéciale (Forintek Canada Corp.); n°. SP-37R .

SD397.W46G65 2004

634.9'756

C2003-907302-5

©1997 Forintek Canada Corp.
Western Red Cedar Lumber Association.

CROISSANCE, PROPRIETES ET
UTILISATIONS DU
**WESTERN RED
CEDAR**

(*Thuja plicata* Donn ex D. Don.)



par

Josefina S. Gonzalez
(Seconde édition)

Mars 2004

FORINTEK CANADA CORP.

Publication spéciale n° SP-37R

ISSN 0824-2119

REMERCIEMENTS

Forintek Canada Corp. désire remercier ses membres de l'industrie des produits du bois, Ressources naturelles Canada, ainsi que les gouvernements de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, de la Saskatchewan, de l'Ontario, du Québec, de la Nouvelle-Ecosse, du Nouveau-Brunswick et de Terre-Neuve-et-Labrador, pour avoir contribué par leurs conseils ou leur appui financier à la réalisation de cet ouvrage.

L'auteure désire remercier les personnes suivantes pour leur travail de révision du manuscrit de la première édition (anglaise) ainsi que pour les précieuses observations ou suggestions qu'elles y ont apportées : Tony Byrne, Les Jozsa, Bob Kennedy, Graham Mackay, Jim Mehaffey, Gerry Middleton, Paul Morris, Ron Nielson, Bart van der Kamp et Ken McClelland. Elle est aussi redevable à Susan Rollinson, pour la préparation des graphiques, à Gay Chan et Karm Gill pour la saisie du manuscrit, à Barbara Holder et Phyllis Fraser pour l'aide qu'elles ont apportée à la recherche documentaire.

Ce document constitue une mise à jour de la première édition (anglaise) publiée en 1997. Il comprend les plus récentes informations disponibles, mais l'essentiel du contenu original demeure le même. Tony Byrne (Forintek Canada Corp.) et Cees deJager (Western Red Cedar Lumber Association) ont remanié et coordonné cette édition. Josefina Gonzalez en demeure l'auteure et, bien qu'elle soit maintenant à la retraite, a suivi de près les changements apportés à la première édition. Elle remercie tout particulièrement les personnes suivantes pour leur contribution et leurs commentaires : Bob Daniels, Les Jozsa, Gerry Middleton, Paul Morris, de Forintek Canada Corp., Karen Bartlett, de la School of Occupational and Environmental Hygiene, UBC, ainsi que John Russell et Jacques Bousquet du BC Ministry of Forests. Cette publication a été généreusement financée par Forestry Innovation Investment.

Crédits photographiques :

BC Market Outreach, Les Jozsa, Phil LePage, John Russell et la Western Red Cedar Lumber Association

Figures : Susan Rollinson

Conception graphique : Elizabeth Varty

Traduction : Johanne Raynault



SOMMAIRE



Le Western Red Cedar est un arbre très répandu sur la côte Nord-Ouest du Canada et des États-Unis et dans les forêts pluviales de l'intérieur de la Colombie-Britannique (C.-B.). Cet arbre constitue l'une des essences résineuses les plus anciennes en Amérique du Nord et les plus résistantes à l'altération par les champignons ou les insectes. C'est pourquoi il peut atteindre une très grande taille. Depuis des temps immémoriaux, les Premières nations de la région du Nord-Ouest ont utilisé le bois, les branches, l'écorce et les racines du Western Red Cedar à des fins rituelles ou religieuses, ou dans la fabrication de maisons, de moyens de transport, de vêtements, d'objets domestiques ou d'accessoires de pêche ou de chasse.

Mesurée en volume de bois debout, la présence des Red Cedars en C.-B. représente environ 750 millions de mètres cubes. Plus de la moitié de ces arbres se trouvent dans la région côtière, où ils se classent au deuxième rang parmi les conifères les plus répandus, la majeure partie de la côte se composant d'anciennes forêts, c'est-à-dire vieilles de plus de 250 ans. A eux seuls, les parcs ou d'autres zones protégées abritent quelque 50 millions de mètres cubes des Red Cedars présents dans la région côtière. Une portion notable de ces Red Cedars se trouve également dans la

« forêt exploitable » de la Côte, dont une grande partie a obtenu, ou obtiendra bientôt, sa certification environnementale. Les jeunes plants de Red Cedar commencent à prendre de la maturité et, avec les Red Cedars plus anciens, sont exploités pour la grande valeur de leur bois. La quantité de Red Cedars exploités tourne autour de six millions de m³ par an, soit une quantité jugée écologiquement soutenable, compte tenu de la possibilité de coupe pour l'ensemble de la province.

Le Western Red Cedar est un bois léger, de texture uniforme, de fil droit et dépourvu de résine. Ces caractéristiques en font un excellent bois d'œuvre et une essence très recherchée pour les applications exigeant une résistance à l'altération par les champignons, une stabilité dimensionnelle ou un bon pouvoir isolant. Ce bois se prête à de nombreuses utilisations, tels que la fabrication de revêtements extérieurs, de terrasses, de clôtures, d'accessoires de jardin, de rondins traditionnels ou de lamellés pour l'industrie de la construction, de poteaux de services publics, et de produits de





spécialité tels que panneaux de revêtement intérieurs, instruments de musique et bardeaux de toit (souvent faits à partir de troncs d'arbres morts trouvés dans la forêt). Même si seuls les déchets de scierie sont employés dans la fabrication de la pâte à papier, l'excellente morphologie du Western Red Cedar est recherchée dans la production de pâte kraft pure ou mélangée, aux fins de fabrication de produits de papier pour usages spéciaux.

Le Western Red Cedar a fait l'objet de nombreuses études scientifiques, particulièrement en ce qui a trait à ses propriétés chimiques exceptionnelles. Les matières extractibles contenues dans le bois de cœur agissent sur les caractéristiques de celui-ci dans une proportion bien supérieure à la quantité de matière présente. Ces matières extractibles donnent au bois son caractère particulier, et celles qui confèrent au Red Cedar sa grande durabilité font actuellement l'objet d'importantes découvertes. Des recherches sont présentement effectuées sur les utilisations possibles de l'huile de bois et des matières extractibles purifiées du bois. En Colombie-Britannique, on procède depuis 1987 à l'extraction et à la vente de l'huile des feuilles. Des recherches se poursuivent sur l'interrelation entre le taux de croissance, la densité et la durabilité du bois selon qu'il est soumis à différentes pratiques sylvicoles. Les données indiquent que la densité du bois de Red Cedar à croissance rapide est moindre que celle du bois ancien, mais cela n'affecte pas son utilité, étant donné qu'il sert principalement à des fins décoratives ou à la fabrication de produits non structuraux. Les recherches sur la durabilité du Red Cedar de seconde génération sont en cours, et tout semble indiquer que les matières extractibles contenues dans les jeunes arbres vigoureux de seconde génération sont beaucoup plus abondantes que celles présentes dans le bois de cœur des Red Cedars que l'on retrouve dans les forêts anciennes de même âge depuis la germination des graines. Cela est probablement attribuable en grande partie au fait que les microorganismes présents dans les arbres anciens sur pied finissent par dégrader les matières extractibles.

Le Western Red Cedar constitue l'un des arbres les plus étudiés du monde entier. Ce document fait le point sur les connaissances actuelles concernant cette essence et traite de la croissance, des propriétés et des utilisations du Western Red Cedar.

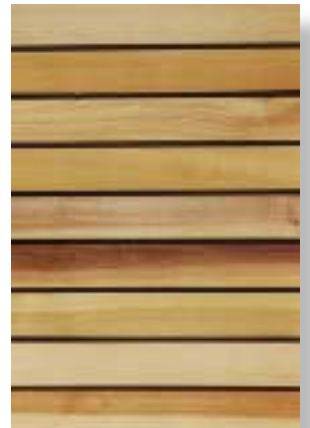


TABLE DES MATIERES



i	LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES
1	INTRODUCTION
3	LA RESSOURCE FORESTIERE
3	L'arbre
3	Distribution
4	Volume d'un peuplement forestier
5	Récoltes
6	Croissance et régénération
8	Le virage vers les arbres de seconde génération
10	Maladies, insectes nuisibles et autres agents de dégradation
10	Maladies
11	Insectes nuisibles
11	Autres agents de dégradation
12	LA MATIERE BRUTE
12	Caractéristiques physiques générales du bois
12	Aubier
12	Bois de cœur
14	Écorce
14	Caractéristiques microscopiques du bois
15	Propriétés physiques du bois
15	Densité relative et poids
16	Stabilité dimensionnelle
19	Propriétés thermiques et isolantes
19	Finition et aptitude au façonnage
20	Propriétés de séchage
21	Propriétés chimiques
22	Matières extractibles du bois
24	Coloration chimique
24	Résistance à la pourriture
25	Durabilité comparée à celle d'autre bois
26	Durabilité en conditions extrêmes
27	Résistance aux termites et aux perce-bois
28	Effets sur la santé
29	Propriétés mécaniques
31	UTILISATIONS FINALES
37	BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

- 2 **TABLEAU 1**
Quelques-uns des usages connus que faisaient du Western Red Cedar les Premières nations du nord-ouest du Canada et des États-Unis (d'après Stewart, 1984)
- 16 **TABLEAU 2**
Poids du bois de Western Red Cedar calculé pour différents teneurs en humidité (TH)
- 18 **TABLEAU 3**
Pourcentage de retrait moyen du Western Red Cedar de l'état vert à diverses teneurs en humidité (sur la base des dimensions à l'état vert) indiqué par divers auteurs.
- 22 **TABLEAU 4**
Comparaison entre les composés chimiques du Western Red Cedar et ceux du Western Hemlock et du pin d'Oregon (valeurs exprimées en pourcentage du poids de bois sec)*
- 22 **TABLEAU 5**
Composition chimique du bois de cœur et de l'aubier du Western Red Cedar de croissance moyenne à trois hauteurs sur l'arbre (bois sec)
- 26 **TABLEAU 6**
Durabilité naturelle et traitabilité du Western Red Cedar dans les normes européennes
- 30 **TABLEAU 7**
Propriétés mécaniques du Western Red Cedar basées sur des échantillons de bois et de défauts visibles (d'après Jessome, 1977)
- 3 **FIGURE 1**
Aire de répartition naturelle du Western Red Cedar (d'après Minore, 1990)
- 5 **FIGURE 2**
Volume de cèdre récolté le long de la côte de la C.-B. entre 1983 et 2002 (d'après les rapports annuels du B.C. Ministry of Forests)
- 16 **FIGURE 3**
Variation de densité du bois à cernes larges d'un Western Red Cedar de 50 ans entre la moelle et l'écorce à différentes hauteurs de la tige (moyenne sur 5 arbres) (d'après Jozsa et Kellogg, 1986)
- 17 **FIGURE 4**
Courbes d'hystérésis, de retrait et de gonflement du Western Red Cedar (valeurs moyennes de 15 échantillons de test provenant de 11 arbres) (d'après Rijdsdijk et Laming, 1994)
- 18 **FIGURE 5**
Teneur en humidité du Western Red Cedar exposé à l'air extérieur comparé à celui de trois autres conifères (données Forintek non publiées)
- 23 **FIGURE 6**
Total des matières extractibles du bois, en pourcentage, du Western Red Cedar des forêts anciennes et des forêts de seconde génération (d'après Nault, 1988)



INTRODUCTION



Le Western Red Cedar¹ (*Thuja plicata* Donn ex D. Don) constitue l'une des deux essences d'*arborvitae* originaires d'Amérique du Nord, l'autre étant le cèdre blanc de l'Est, également connu sous le nom d'*arborvitae* de l'Est (*Thuja occidentalis* L.) (Hosie, 1969). On les appelle communément « cèdres », mais ce ne sont pas de véritables cèdres, lesquels appartiennent au genre *Cedrus* et ne sont pas originaires d'Amérique du Nord.

Pour compliquer les choses encore davantage, le nom de cèdre est souvent donné à d'autres essences de genres différents (p. ex. : le cyprès de Nootka (*Chamaecyparis nootkatensis* (D. Don) Spach), le genévrier rouge (*Juniperus virginiana* L.) ou le cèdre à rayons (*Calocedrus decurrens* (Torr.) Florin).

Arborvitae, mot latin signifiant « arbre de vie », est le nom donné par François I^{er} au cèdre blanc de l'Est. Au xv^e siècle, des décoctions de cette plante avaient été administrées par les autochtones aux membres de l'expédition de Jacques Cartier pour les guérir du scorbut (Harlow *et al.*, 1979). Le nom *Arborvitae* géant pourrait dès lors plus logiquement convenir au *Thuja plicata* que celui plus commun de Western Red Cedar. Non seulement sa taille est-elle impressionnante, mais cet arbre est également très estimé des Premières nations du Nord-Ouest pour ses vertus curatives et pour le rôle important qu'il joue dans leur art et leur culture (Stewart, 1984). Le bois du Western Red Cedar a servi à fabriquer des canots, à construire des habitations et à sculpter des totems; l'écorce, à tresser des paniers et à

tisser des tapis, des cordes ou des vêtements, et les racines, à fabriquer des paniers étanches. Le Tableau 1 montre des exemples de la diversité des objets fabriqués par les Premières nations à partir des racines, du tronc, de l'écorce ou des branches du Western Red Cedar. Les arbres sur lesquels des plateaux ou de l'écorce ont été récoltés dans le passé montrent des cicatrices et sont désignés aujourd'hui sous le nom « d'arbres culturellement modifiés ». Les lieux où l'on retrouve des arbres ayant été culturellement modifiés avant 1846 sont considérés comme des sites archéologiques et sont protégés en vertu de la *BC Heritage Conservation Act* (Loi sur la conservation du patrimoine de la Colombie-Britannique) (British Columbia Market Outreach Network 2003a). Les autochtones des Premières nations côtières utilisent toujours les billes de Western Red Cedar à des fins traditionnelles ou culturelles, telles que la fabrication de canots, de poteaux sculptés, de masques ou de longues maisons.

Le Western Red Cedar est abondant dans la province de la Colombie-Britannique et ne pousse nulle part ailleurs au Canada. En 1988,



¹ La première édition de cette publication employait le mot *Redcedar*, nom techniquement plus correct. Pour cette édition, le nom le plus communément utilisé sur le marché a été choisi.

A l'instar du saumon qui abondait dans la mer, cet arbre omniprésent a contribué à assurer leur survie et à enrichir leur vie.

(Stewart 1984)

il était proclamé l'arbre officiel de la Colombie-Britannique. Il s'agit d'une essence très répandue dans la région côtière. Les premiers colons européens ont commencé à récolter le Red Cedar au milieu des années 1800; ils l'utilisaient à l'époque principalement dans la fabrication de bardeaux de toit. Depuis, le Red Cedar constitue à lui seul le matériau de base d'une importante industrie de produits du bois. Bien que les produits à base de Red Cedar soient également fabriqués dans la région du Nord-Ouest des Etats-Unis, le Canada en est de loin le plus grand producteur, exportant ces produits en Amérique du Nord et outremer. Les principaux importateurs du Western Red Cedar canadien sont l'Europe, l'Australie, la Nouvelle-Zélande et le Japon.

En 2002, la production de Western Red Cedar atteignait 2,1 millions de mètres cubes (COFI

2003). Ce nombre représente 6,4 % de la production totale de bois de sciage de la C.-B. Le volume des exportations de Western Red Cedar s'élevait à environ 1,7 million de mètres cubes, d'une valeur approximative de 1 milliard de dollars. Environ 85 % de cette quantité était exportée vers les Etats-Unis. De plus, autour de 10 millions de mètres carrés de parements et plus de 20 millions de mètres carrés de bardeaux ont été exportés cette année-là, en majeure partie vers les Etats-Unis.

Le Western Red Cedar constitue l'un des arbres les plus étudiés du monde entier. Ce document fait le point sur les connaissances actuelles concernant cette essence et traite de la croissance, des propriétés et des utilisations du Western Red Cedar.

TABLEAU 1

Quelques-uns des usages connus que faisaient du Western Red Cedar les Premières nations du nord-ouest du Canada et des Etats-Unis (d'après Stewart, 1984)



Bois

- Planches et panneaux pour murs, toitures et cloisons
- Piliers et poutres
- Poteaux et piliers sculptés, figurines
- Boîtes, coffres et bols en bois plié à la vapeur
- Canots ou pirogues
- Écopes pour canots et coffrets ouverts
- Flotteurs et lances de pêche
- Nasses à saumons
- Baguettes à feu
- Carquois et flèches
- Berceaux
- Pincés de cuisine
- Métiers à tisser
- Étendoirs à linge
- Baguettes à encoches
- Jouets
- Pinceaux
- Masques de cérémonie et objets shamaniques
- Hochets et sifflets
- Bâtons d'orateur
- Vaisselle de festin
- Monuments funéraires
- Cercueils
- Armatures de paniers
- Cadres de machines à tisser

Écorce, branches et racines

- Paniers, sacs ou autres objets tressés ou tissés
- Câbles, cordes, liens et ficelles
- Couvertures
- Literie
- Serviettes
- Jupes
- Tapis et ponchos
- Chapeaux
- Balles et ballons
- Ceintures, colliers et anneaux de cou
- Décorations
- Coiffures de guerre
- Canots de sauvetage
- Écopes à canot
- Voiles de pirogue
- Filets
- Paniers à petits fruits
- Équipement servant à grimper aux arbres
- Équipement de chasse

LA RESSOURCE FORESTIERE

L'arbre

Le Western Red Cedar atteint normalement une hauteur de 45 à 60 m et un diamètre de 2,4 m, mais il est commun de voir des individus de dimensions encore plus imposantes. Le plus gros Red Cedar du monde se trouve à Quinault Lake, Olympic National Park (Washington), aux États-Unis. Il mesure 22 m de circonférence et 55 m de hauteur; son âge est estimé à plus de 2 000 ans (Université de Bonn, 2003). Maintenant creux, le Red Cedar de Quinault Lake possédait autrefois un volume estimé à 500 m³. Le plus gros arbre du Canada est un Western Red Cedar situé à Cheewhat Lake, dans le parc national Pacific Rim. Il mesure 55,5 m de hauteur et 18,3 m de circonférence, et contient 449 m³ de bois (base de données du Conservation Centre du gouvernement de la C.-B., 2003).

Le Western Red cedar se distingue par une cime conique étroite et longue, et par des branches pendantes et étendues, aux extrémités tournées vers le haut. Les aiguilles, en forme d'écailles, sont petites (de 3 à 6 mm de longueur), d'un vert jaunâtre, luisantes et imbriquées les unes dans les autres. Les aiguilles sont disposées en paires, la paire latérale imbriquée dans la paire plate alternée, donnant aux rameaux une apparence aplatie. Les cônes mesurent de 1 à 2 cm de longueur, et sont composés de quelques écailles ligneuses terminées par une épine. Les cônes forment un bouquet dense vert pâle devenant ligneux et brunâtre à maturité. Le tronc est élargi à la base en contrefort, particulièrement

lorsque les arbres sont en situation de croissance libre (Farrar, 1995). Le système racinaire est peu profond et étendu, mais puissant. L'écorce est mince, dépassant rarement une épaisseur de 2,5 cm, filamenteuse et fibreuse. Sa couleur est rouge cannelle, lisse et brillante sur les jeunes arbres; brun grisâtre et fibreuse, se divisant en lanières étroites sur les troncs âgés.

Distribution

Le Western Red Cedar est présent le long de la côte du Pacifique, depuis le nord de la Californie jusqu'au sud-est de l'Alaska (Figure 1). Au Canada, la répartition du Western Red Cedar est limitée à la Colombie-Britannique. Cette essence est très répandue dans la zone biogéoclimatique du Western Hemlock côtier, où l'on trouve la majeure

FIGURE 1

Aire de répartition naturelle du Western Red Cedar (d'après Minore, 1990)



Les cônes forment un bouquet dense, devenant ligneux et brunâtre à maturité.

partie du volume des peuplements forestiers. On la trouve également dans la zone biogéoclimatique des forêts continentales de cèdre-pruche (Meidinger et Pojar, 1991), dans la zone du pin d'Oregon côtier, dans les basses élévations de la zone de la pruche subalpine et dans les parties les plus humides de la zone de l'épinette subalpine (transitionnelle à la zone des forêts continentales de cèdre-pruche). Elle croît occasionnellement dans la zone du sapin subalpin.

Les élévations maximales auxquelles on peut trouver le Western Red Cedar varient en fonction de la latitude. Au sud-est de l'Alaska, il peut croître à partir du niveau de la mer jusqu'à une élévation de 915 m ; jusqu'à une élévation de 1 200 m sur la côte de la C.-B. ; de 320 à 2 130 m à l'intérieur de la C.-B. ; et jusqu'à 2 300 m en Oregon (Burns et Honkala, 1990 ; Minore, 1983). Pojar et Mackinnon (1994) ont remarqué que le Western Red Cedar « disparaît abruptement à Pt. Frederick Sound, ainsi qu'à 300 m d'élévation dans le sud-est de l'Alaska. »

Les principaux voisins du Western Red Cedar le long de la côte du Pacifique sont l'épinette de Sitka, le Western Hemlock, le pin d'Oregon, le sapin grandissime, le sapin gracieux, l'if occidental, l'aulne rouge, le peuplier occidental et l'érable grandifolié. Dans les forêts montagneuses, ses voisins seront surtout le mélèze de l'Ouest, le pin argenté, le Western Hemlock, le sapin baumier, le sapin grandissime, le pin d'Oregon et l'épinette d'Engelmann.

Le Western Red Cedar pousse également hors de son aire de répartition naturelle (Minore, 1983). On l'a planté occasionnellement en qualité d'arbre ornemental dans les États américains du centre et du nord du littoral atlantique, en Ukraine, dans le sud de l'Australie, en Grande-Bretagne et en Suisse. On l'utilise en sylviculture en Angleterre, en Irlande, en Ecosse et dans le Pays de Galles; il est presque considéré comme essence naturalisée en Allemagne de l'Ouest, et des peuplements forestiers expérimentaux de Western Red

Cedar ont été aménagés en Pologne. Il pousse également en Italie, en France et dans quelques pays nordiques, soit le Danemark, la Norvège et la Finlande. Un grand nombre d'arbres de cette essence ont été plantés avec succès en Nouvelle-Zélande. En Afrique du Sud et à Honshu (Japon), par contre, ils ont donné des résultats plutôt décevants (Minore, 1983).

Volume du peuplement forestier

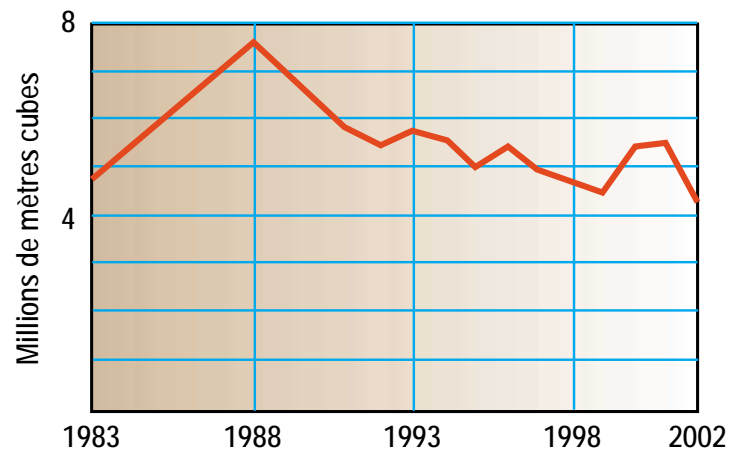
Mesurée en volume de bois debout, la présence du Red Cedar en C.-B. représente environ 750 millions de mètres cubes (BC Market Outreach Net 2003a) ; environ 80 % de ces arbres se trouvent dans la région côtière. Le Western Red Cedar représente 20 % du volume sur pied total des conifères matures de la côte, et 2 % de l'ensemble des conifères matures en C.-B. (Conseil des industries forestières, 2001). Le Western Red Cedar se classe au second rang sur la côte Ouest en ce qui concerne le volume ligneux mature, après le Western Hemlock.

Le BC Ministry of Forests dresse l'inventaire combiné des Red Cedar et des cyprés jaunes, et les données citées dans ce document sont fondées sur l'hypothèse selon laquelle 70 % du total des cèdres répertoriés sont des Red Cedar (communication personnelle de J. Bousquet). L'inventaire le plus récent disponible (Seamless Forest Cover Inventory Database) estime à environ 440 millions de mètres cubes le volume total des peuplements de Red Cedar dans la région côtière, près des trois-quarts se composant d'anciennes forêts, c'est-à-dire vieilles de plus de 250 ans. Une portion notable de ces Red Cedars se trouve également dans la « forêt exploitable », dont une grande partie a obtenu ou obtiendra bientôt sa certification environnementale (BC Market Outreach Network 2003b).

Quelque 35 %, soit environ 145 millions de mètres cubes, du volume de Red Cedar côtier se trouvent dans le « territoire de récolte du bois » (THLB). Environ 285 millions de mètres cubes, soit 65 %,

Les arbres de « seconde génération » de Western Red Cedar commencent à prendre de la maturité et, comme c'est le cas pour les individus plus anciens, ils sont récoltés pour la grande valeur de leur bois.

FIGURE 2
Volume de cèdre récolté le long de la côte de la C.-B. entre 1983 et 2002 (d'après les rapports annuels du B.C. Ministry of Forests)



se trouvent dans des aires de récolte des produits non ligneux.

A eux seuls, les parcs ou d'autres zones protégées abritent approximativement 50 millions de mètres cubes des Red Cedars présents dans la région côtière (BC Market Outreach Network 2003a). Ce nombre est toutefois sous-estimé parce qu'il ne tient pas compte des parcs ayant été créés depuis la fin des années 1990.

Récoltes

Moins de 1 % du volume sur pied en C.-B. est récolté chaque année, les trois-quarts provenant des forêts côtières.

La Figure 2 montre le volume de Western Red Cedar récolté sur la côte de la C.-B. entre 1983 et 2002 (BC Market Outreach Network 2003a). Selon la moyenne des récoltes sur cinq ans (de 1997 à 2001), environ 6,4 millions de mètres cubes de Red Cedar est récolté chaque année en C.-B., toutes propriétés foncières confondues. Sur les terres publiques de la côte, on récolte en moyenne 4,8 millions de mètres cubes par année (basé sur les données de 1997 à 2001) (communication personnelle de J. Bousquet). Dans l'ensemble, les récoltes de cèdre ont diminué d'environ 12 % au cours des 20 dernières années. La proportion de cèdre est demeurée essentiellement la même au cours des 20 dernières années, soit de 24 à 25 % de la récolte côtière totale (communication

personnelle de J. Bousquet). Les quantités de bois récolté doivent se maintenir dans les limites de la possibilité de coupe annuelle, soit le volume de bois de sciage qu'un chef forestier estime écologiquement soutenable sur les terres régies par la province. Une analyse de l'approvisionnement en bois a lieu tous les cinq ans (maximum) afin d'assurer que les récoltes sont toujours écologiquement soutenables. Cette révision permet de garantir que les coupes annuelles sont fondées sur l'information technique la plus récente, tant du point de vue économique qu'environnemental. Le BC Forest Practices Code stipule les exigences obligatoires en matière de pratiques forestières et détermine les dispositions relatives aux pénalités en cas de non-respect de celles-ci. Peu après la récolte, les terres publiques doivent être reboisées à l'aide d'essences adaptées aux conditions du milieu.

Afin de planifier de façon optimale la gestion à long terme du Western Red Cedar, le BC Ministry of Forests travaille actuellement à collationner l'information la plus récente sur l'inventaire, la récolte et la régénération de cette essence. Le Ministère a également analysé les possibilités de récolte à court ou à long terme du Red Cedar côtier en s'appuyant sur un modèle de simulation informatisé de l'approvisionnement en bois. On assiste actuellement à une élimination progressive de la coupe à blanc sur la côte de la C.-B. Un système appelé « système à rétention variable »,

On assiste actuellement à une élimination progressive de la coupe à blanc sur la côte de la C.-B. Un système appelé « à rétention variable », respectant l'intégrité de la forêt, est maintenant largement appliqué.

Huit millions de semis de Western Red Cedar sont plantés en moyenne chaque année (nombre basé sur les données de 1991 à 2002), soit environ 15 % du total des semis plantés sur la côte de la C.-B.



Un collet protecteur est attaché à un semis de Western Red Cedar âgé de trois ans (sur la côte nord de la C.-B.) afin de prévenir les dégâts causés par le campagnol.

lequel exige que l'on préserve un nombre suffisant d'arbres, de chicots et de gros débris de bois afin de conserver intacte la structure d'une forêt, est maintenant largement appliqué. Des groupes d'arbres ou des arbres individuels sont ainsi laissés intacts. L'ampleur de la rétention dépend de la désignation de la zone forestière. Dans les zones où l'accent est mis sur la conservation des forêts anciennes, la plupart des arbres seront conservés.

Croissance et régénération

Les régions humides ou les zones alluvionnaires sont les endroits les plus propices à la croissance du Western Red Cedar. Celui-ci tolère bien les inondations (Krajina *et al.*, 1982) et pousse autant dans les tourbières à sphaigne que dans des sols plus secs, mais riches (Hosie, 1969). Il pousse également dans des sols pauvres, mais sa vitesse de croissance est alors plus lente. Il atteint sa taille optimale à Olympic Peninsula, dans l'Etat de Washington (Burns et Honkala, 1990). Il vit plus longtemps que ses voisins, atteignant jusqu'à 800 à 1 000 ans. On rapporte que certains arbres sont âgés de plus de 3 000 ans (Parker, 1986).

Le Western Red Cedar se retrouve rarement en peuplement pur. Cet arbre sciaphile constitue une essence très répandue dans les forêts-climax côtières (Sharpe, 1974), souvent présent à tous les stades du cycle forestier (Burns et Honkala, 1990). Toutefois, on a remarqué un déclin de la domination des peuplements de Red Cedar dans de nombreuses régions côtières de la Colombie-Britannique et de l'Alaska; ce déclin est attribuable à un manque de régénération naturelle et à une croissance naturelle lente, comparativement au cycle actuel de rotation des forêts (Curran et Dunsworth, 1988).

La dispersion et la germination des graines est souvent inadéquate pour assurer la régénération naturelle du Western Red Cedar dans une région de coupe à blanc (Curran et Dunsworth, 1988). Bien que le Western Red Cedar soit un

producteur de graines prolifique et régulier, il faut une quantité phénoménale de graines pour produire un peuplement. De plus, d'autres facteurs critiques influencent la régénération, notamment la qualité des lits de germination, les effets environnementaux propres au milieu (tels que la température, la lumière et le régime hygrométrique), le milieu édaphique, la compétition, l'étouffement et le broutage par les petits animaux (Curran et Dunsworth, 1988). Ces facteurs ont motivé la décision de mettre davantage l'accent sur la plantation, bien que l'on s'attende à ce que la régénération naturelle demeure la solution de rechange la plus économique dans de nombreuses régions à faible rendement de Red Cedar (Curran et Dunsworth, 1988). Cette essence se propage facilement de façon végétative. Selon Parker (1986), la reproduction végétative s'avère plus répandue que la reproduction par semis dans les régions intactes des Etats de l'Idaho, du Montana et de Washington. Les semis qui survivaient le mieux se trouvaient dans des sols minéraux ou sur du bois pourri en contact avec le sol.

La régénération artificielle du Western Red Cedar et d'autres essences a commencé en Colombie-Britannique vers la fin des années 1960 (Curran et Dunsworth, 1988). Aujourd'hui, la Colombie-Britannique travaille activement à la replantation du Western Red Cedar. Huit millions de semis de Western Red Cedar sont plantés en moyenne chaque année (nombre basé sur les données de 1991 à 2002), soit environ 15 % du total des semis plantés sur la côte de la C.-B. (rapports annuels du BC Ministry of Forests). Dans les années 1980, les pratiques d'implantation ont été modifiées pour favoriser le Western Red Cedar aux dépens du pin d'Oregon. On s'attend par conséquent à une augmentation du Western Red Cedar récoltable d'ici quelque 70 ans. En 2002, 30 % des semis plantés dans la région forestière de Vancouver étaient constitués de Red Cedar (rapports annuels du BC Ministry of Forests). Ces arbres sont habituellement plantés

en parcelles avec d'autres essences. Les régions humides sont les plus favorables à la plantation du Western Red Cedar, là où il y a présence de poches de pourriture des racines ou de broussailles denses, et il semble être mieux adapté aux trous de gelée causés par un gel peu intense que ne le sont le Western Hemlock et le pin d'Oregon. De nombreuses façons de maximiser les avantages de la régénération artificielle du Western Red Cedar

sont susceptibles d'être plus élevés dans les plantations ou dans les peuplements naturels où s'exerce un contrôle précoce des stocks.

La Colombie-Britannique s'est dotée d'un programme dynamique d'amélioration des arbres comprenant des techniques de reproduction traditionnelles, c'est-à-dire n'ayant pas recours à la « modification génétique ». Le Western Red Cedar présente d'importantes variations génétiques en ce qui concerne sa croissance et son adaptabilité (Rehfeldt, 1994 ; Cherry, 1995 ; Russell *et al.*, 2003), sa résistance aux cervidés (Vourc'h *et al.*, 2002) et la qualité de son bois. La plupart de ces variations se retrouvent à l'intérieur d'un même peuplement géographique, et non entre les différents peuplements. Le Western Red Cedar se reproduit facilement par autopolinisation (El Kassaby *et al.*, 1994 ; O'Connell *et al.*, 2001 ; O'Connell, 2003) et démontre une dépression de consanguinité minimale en ce qui concerne ses graines, son premier stade de croissance en pépinière (Russell *et al.*, 2003) et sa résistance au froid (Cherry, 1995). Après 10 ans d'essais sur le terrain, les arbres reproduits par autopolinisation présentaient une baisse de croissance de 10 %, mais aucune différence en ce qui a trait à leur survie, comparativement aux arbres reproduits par croisement extérieur (Russell *et al.*, 2003).



M. John Barker, chercheur sylvicole (maintenant à la retraite), examine un Red Cedar planté il y a 10 ans dans le nord de l'île de Vancouver. Durant sa carrière, M. Barker a contribué à la mise sur pied d'un grand nombre de recherches expérimentales sur le Red Cedar.

ont été proposées (Curran et Dunsworth, 1988). Le Western Red Cedar réagit bien aux pratiques sylvicoles suivantes : dégagement des conifères, espacement juvénile, éclaircie précommerciale et fertilisation (Harrington et Wierman, 1985 ; Minore, 1983 ; Reukema et Smith, 1987 ; Smith, 1988). Lorsqu'ils atteignent l'âge de 50 ans, des peuplements purs de Red Cedar de même âge situés dans des milieux secs de l'ouest de l'Etat de Washington peuvent présenter des volumes sur pied comparables à ceux des peuplements de pin d'Oregon (Oliver *et al.*, 1988). Dans les zones humides de l'ouest de

l'Etat de Washington, des peuplements purs de seconde génération de Red Cedar ont produit des volumes de plus de 825 m³/ha après avoir atteint l'âge de 40 à 60 ans. Dans les zones semi-humides de la Colombie-Britannique, un modèle de rendement indique des volumes de 70 m³/ha à un âge de 40 ans, 350 m³/ha à 115 ans, et 595 m³ à 270 ans (Burns et Honkala, 1990). L'accroissement annuel courant maximal survient à 82 ans ; l'accroissement annuel moyen maximal survient à 130 ans (Burns et Honkala, 1990). La croissance du diamètre et du volume des arbres de 46 à 58 ans dans l'ouest de l'Etat de Washington s'est révélée inversement proportionnelle avec le rapport tiges/hectare (Nystrom *et al.*, 1984). Les rendements marchands de Western Red Cedar

Un vaste programme de gestion des ressources génétiques a été mis sur pied en Colombie-Britannique. Ce programme porte sur les initiatives relatives à la conservation génétique, aux directives en matière de transfert de semences et à l'amélioration générale des arbres forestiers (Forest Genetics Council of BC, 2002). Les directives actuelles donnent beaucoup de latitude en matière de transfert des semences (BC Ministry of Forests, 1995) et les premiers renseignements obtenus à partir des tests de provenances annoncent un mouvement des semences encore plus élargi dans l'avenir (Russell, données non publiées). Environ 1 000 plants géniteurs sont actuellement testés dans le cadre d'épreuves sur la descendance de première génération, et on s'attend à ce que les



M. John Russell, généticien forestier de la C.-B. spécialisé dans le Western Red Cedar, dans une parcelle expérimentale âgée de quatre ans. Cette étude a pour objectif d'observer la croissance de semis descendant d'arbres anciens de qualité supérieure provenant de peuplements naturels.

vergers à graines côtiers produisent des stocks de semences de classe A, avec un gain de volume de 10 à 15 % d'ici le terme de la rotation à la fin de la décennie (Forest Genetics Council of BC, 2002). Les gestionnaires de vergers à graines utilisent des techniques de gestion innovatrices afin de minimiser l'autofécondation des graines (Brown *et al.*, 2003).

Le Western Red Cedar a démontré des variations en ce qui concerne sa teneur en tropolones, tant dans le bois de cœur des arbres âgés que dans celui des arbres de seconde génération. La plupart des matières extractibles contribuant à la durabilité du Red Cedar sont considérées comme des tropolones (voir page 25). Dans le cadre de ce programme de recherche, environ 300 arbres géniteurs ont été testés afin d'y déterminer les concentrations de tropolones dans le bois de cœur; les arbres géniteurs sélectionnés seront inclus dans un verger à graines d'arbres à cœur résistant à la pourriture (Forest Genetics Council of BC, 2002).

On considère le Western Red Cedar comme une essence intéressante à des fins de reforestation dans de nombreuses zones, parce qu'il possède les propriétés sylvicoles suivantes : faible vulnérabilité à la pourriture des racines, laquelle peut infecter

ses proches voisins, le pin d'Oregon et le Western Hemlock; bonne tolérance aux insectes nuisibles, aux sols humides, aux inondations et à l'ombre (Curran et Dunsworth, 1988). Toutefois, comparé au Western Hemlock et au pin d'Oregon, on connaît peu les effets des pratiques de gestion des forêts sur le Western Red Cedar. Il a été suggéré de continuer les recherches afin d'approfondir les connaissances actuelles sur la physiologie des semis, les effets de l'eau, la nutrition et les répercussions des pratiques de gestion forestière sur le Western Red Cedar (Curran et Dunsworth, 1988).

Le virage vers les arbres de seconde génération

Quoique la C.-B. possède une proportion de peuplements anciens de Western Red Cedar supérieure à celle des arbres de seconde génération, ceux-ci commencent à prendre de l'importance. Comme le Red Cedar ancien, le Red Cedar de seconde génération est maintenant exploité pour la grande valeur de son bois. Les sylviculteurs américains de la région du Nord-Ouest possèdent une plus longue expérience que leurs collègues de la C.-B. en ce qui a trait au Western Red Cedar de seconde génération. Selon Marshall et DeBell (2001), *La gestion des ressources forestières dans le Nord-Ouest a beaucoup changé depuis les premières récoltes d'arbres anciens de grande taille ; on y récolte maintenant des arbres plus jeunes, de diamètre plus petit, poussant dans des plantations gérées de façon à accélérer la croissance des arbres et à en tirer un volume de bois maximal. En continuant d'évoluer, cette gestion est encore plus axée sur la production du bois ainsi que sur toute une gamme de produits non ligneux. Nos connaissances sylvicoles peuvent contribuer à mettre sur pied des régimes susceptibles de réaliser ces nouveaux objectifs, mais ces régimes risquent toutefois de produire des arbres et du bois dotés de caractéristiques très différentes de celles des arbres anciens, et d'avoir des répercussions importantes sur la valeur du bois.* Cette remarque est de plus en plus pertinente dans le cas de la C.-B. Jusqu'à tout récemment, on a accordé très peu d'attention aux répercussions des pratiques sylvicoles sur la qualité du bois du Western Red Cedar. A cause



La qualité du Western Red Cedar de seconde génération demeure élevée.

Sections radiales verticales d'un Red Cedar de 386 ans (au milieu ; rayon de 28 cm) et une section d'un Red Cedar de croissance rapide de 71 ans (en bas ; rayon de 19 cm). Ce tableau montre également une section radiale horizontale du cèdre ancien (en haut). Les données indiquent le nombre d'anneaux annuels à partir de la limite du bois de cœur ou de l'aubier. Une analyse chimique portant sur la teneur en thuyaplicines β et γ a démontré une quantité similaire chez les deux arbres ; dans les deux cas, le taux de thuyaplicine était le plus élevé dans le bois de cœur externe et le moins élevé près de la moelle.

de l'importance donnée à la croissance rapide du volume, d'autres caractéristiques des arbres risquent de changer, et la qualité du bois de s'en ressentir.

Dans le Nord-Ouest, le Western Red Cedar constitue l'une des essences les plus tolérantes à l'ombre. Son rôle dans les futurs programmes de gestion sera de plus en plus important, dans la mesure où il permettra d'élargir la composition taxinomique et d'améliorer la diversité structurale des peuplements aménagés. (Marshall et DeBell, 2001) .

Les troncs d'arbres récoltés dans le futur, qu'ils soient utilisés à des fins commerciales ou qu'ils servent de débris persistants dont la présence est importante du point de vue écologique,

proviendront de peuplements aménagés de jeunes pousses ; c'est pourquoi il est important de maintenir la durabilité de ce bois. Les recherches se poursuivent, tant en C.-B. (Russell, 2003) qu'aux Etats-Unis (Marshall et DeBell, 2001), afin de trouver l'interrelation entre le taux de croissance, la densité et la durabilité du bois soumis à différentes pratiques sylvicoles. Les données indiquent que la densité du cèdre à croissance rapide est moindre que celle du cèdre ancien, ce qui est probablement sans importance, puisque le cèdre sert principalement à des fins non structurales. Fait surprenant, la quantité de matières extractibles semble élevée chez les arbres à croissance rapide. Marshall et DeBell (2001) suggèrent la possibilité de produire du bois à

La quantité de matières extractibles et, partant, la durabilité du bois, semblent élevées chez les arbres à croissance rapide.

forte teneur en matières extractibles grâce à des pratiques sylvicoles visant l'augmentation de la croissance et du rendement des peuplements aménagés de jeunes pousses (voir p. 23-24).

Maladies, insectes nuisibles et autres agents de dégradation

Le Western Red Cedar est victime d'un certain nombre d'insectes, de champignons ou de mammifères, mais seuls quelques-uns d'entre eux réussissent à causer d'importants dommages aux peuplements naturels ou aux plantations (van der Kamp, 1988). Sa résistance aux agents de dégradation est la plus élevée parmi les essences d'arbres indigènes (Krajina *et al.*, 1982). C'est pourquoi il est exempté des règlements européens relatifs aux maladies des plantes en ce qui a trait à l'importation de sciages résineux en provenance de l'Amérique du Nord.

Maladies

Maladies de la tige : Le tronc n'est pas vulnérable aux maladies graves, mais les troncs affaiblis ou morts peuvent laisser voir la présence de plusieurs champignons aux effets bénins. Minore (1983) donne la liste de ces champignons.

La brûlure des aiguilles du Red Cedar (maladie de Keithia), causée par la *Didymascella thujina* (E. J. Durand) Maire, peut causer la mort des semis en pépinière (Kope *et al.*, 1996) ou la

défoliation et un retard de croissance chez les jeunes arbres, allant même jusqu'à la mort de l'arbre (van der Kamp, 1988) et l'échec de la plantation. La maladie de Keithia peut attaquer l'ensemble des individus de Western Red Cedar; il a été démontré qu'un seul gène dominant est responsable de cette maladie (Soegaard, 1969). La gravité de l'infection causée par la maladie de Keithia est liée à l'origine du peuplement, les peuplements côtiers à faible élévation s'avérant les plus résistants (Lines, 1988, Russell *et al.*, 2003) et varie beaucoup d'un arbre à un autre, son héritabilité génétique étant supérieure à 0,3 (Russell *et al.*, 2003). Une infestation importante peut causer la mort de l'arbre (van der Kamp, 1988), mais les épidémies sont rares en Amérique du Nord (Minore, 1983).

Les maladies à chancre de l'écorce sont rares, et les organismes tueurs d'écorce ne s'attaquent qu'aux arbres stressés ou blessés (van der Kamp, 1988).

Pourriture de la souche : Le bois de cœur du Western Red Cedar résiste à la pourriture grâce à la nature fungitoxique de sa principale matière extractible, la thuyaplicine (voir p. 23 à 26). Malgré cela, la pourriture est très répandue chez les arbres anciens vivants (van der Kamp, 1988). On attribue cet état à la contamination toxique du bois de cœur à partir du centre vers l'extérieur, causée par les invasions successives de champignons, chacune d'elles altérant la nature chimique du bois (Jin, 1987; van der Kamp, 1986). De plus, les cèdres vivant plus vieux que la plupart des autres conifères, la pourriture dispose de plus de temps pour se développer. D'abord, les champignons non décomposeurs (provisoirement identifiés sous le nom de *Sporothrix*), présents dans le bois de cœur solide, transforment les matières extractibles toxiques en composés non toxiques (Jin *et al.*, 1988). Cela permet à d'autres champignons (*Kirsteiniella thujina* et *Phialophora* sp.) d'envahir l'arbre, ce qui encourage la venue de nouvelles invasions de champignons décomposeurs, tels que les *Ceriporiopsis rivulosa* (Berk & Curtis) Gilb. & Ryvardeen, lesquels causent la pourriture blanche annelée (Allen *et al.*, 1996). Le bois de

Une plantation âgée de 10 ans affectée par la maladie de Keithia servant à des tests de provenances. Cette maladie est très répandue dans les plantations côtières de faible élévation.



cœur entourant les colonnes de pourriture est invariablement brun foncé (Jin *et al.*, 1988).

Pourriture de la souche ou des racines : L'*Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink peut faire une incision annulaire dans les jeunes arbres et les tuer rapidement, les arbres plus anciens y résistant mieux (van der Kamp 1988). La *Poria subacida* (Peck) Sacc. a causé des dégâts importants chez des arbres de la taille d'un poteau; la source de ce champignon étant les troncs d'arbre infectés délaissés à la suite d'éclaircies (van der Kamp, 1988). A l'intérieur de la C.-B., la *Phellinus weirii* (Murr.), un type de champignon très répandu, est responsable de la pourriture de la souche et de la pourriture des jeunes plants. Des pertes notables sont dues au bois luné, lequel consiste en une bande pâle à l'intérieur du bois de cœur. Cette lunure contient peu de matières extractibles et est facilement envahie par les champignons.

On peut trouver une liste plus détaillée des champignons décomposeurs responsables de la pourriture de la souche dans l'analyse documentaire de Minore (1983); Allen *et al.* (1996) dressent, quant à eux, une liste plus complète des maladies du cèdre.

Insectes nuisibles

Les insectes causent peu de dégâts au Western Red Cedar, mais occasionnellement, ils peuvent devenir la source de problèmes (Burns et Honkala, 1990; Minore, 1983; van der Kamp, 1988). A l'origine des dommages les plus importants, on retrouve :

i) La Mayetiola ((*Phytophaga*) *thujae* Hedlin), une cécidomyie des cônes qui infeste parfois la totalité des cônes et inflige des dommages graves aux graines du Western Red Cedar dans les Etats de l'Oregon, de Washington et en Colombie-Britannique (Furniss et Carolin, 1977; Minore, 1983; van der Kamp, 1988).

ii) Le scolyte du genre *Phloeosinus* (*P. punctatus* LeConte et *P. squamosus* Blackman), lequel attaque les arbres gravement stressés, pouvant

même parfois causer leur mort (Furniss et Carolin, 1977; Minore, 1983).

iii) Le perce-bois : le bupreste du cèdre rouge de l'Ouest, le *Trachykele blondeli* Marseul, très répandu sur la côte sud de la C.-B., s'attaque aux arbres vivants et sains (McLean, 1998). Le bupreste adulte se nourrit des feuilles et dépose ses œufs sous les écailles corticales. Les larves percent le bois depuis les branches jusqu'au tronc et les tunnels ainsi creusés causent une dégradation telle qu'elle peut transformer l'arbre en bois de rebut (Duncan, 1995). Les zones forestières de certaines régions sont particulièrement sujettes aux dommages causés par cet insecte (Furniss et Carolin, 1977; van der Kamp, 1988). Deux longicornes, l'*Atimia confusa* Say et le *Semanotus amethystinus* LeConte, attaquent le tronc et les branches des grands individus de Western Red Cedar, mais n'agressent que les arbres récemment morts ou dépérissants (Furniss et Carolin, 1977; van der Kamp, 1988).

iv) Le scolyte (*Gnathotrichus sulcatus* LeConte) creuse de petites galeries en les cernant d'une tache bleue, ce qui entraîne la dégradation de l'arbre (Furniss et Carolin, 1977; van der Kamp, 1988). Ces coléoptères n'attaquent que les arbres affaiblis ou les tronçons. Il est à noter que ces insectes ne sont pas présents dans le bois de sciage du Western Red Cedar, et qu'ils n'endommagent pas les produits du bois.

Autres agents de dégradation

Le cerf et le wapiti broutent les semis et les gaules, constituant l'un des principaux obstacles à la régénération du Red Cedar. L'ours noir retire l'écorce et se nourrit de l'aubier ainsi exposé (Minore, 1983; Sullivan, 1992). Quant aux animaux domestiques, tels que le bœuf et le mouton, ils seraient également reconnus pour brouter les arbres de Red Cedar en Oregon et en Idaho (Minore, 1983). Enfin, le système racinaire peu profond et l'écorce mince du Red Cedar rendent celui-ci particulièrement vulnérable aux incendies (Harlow *et al.*, 1979).

La résistance du Western Red Cedar aux agents de dégradation est la plus élevée parmi les essences d'arbres indigènes.

LA MATIERE PREMIERE

Le grain uniforme est dû à la zone de bois initial formant presque toute la largeur des cernes, tant dans les arbres âgés (en bas) que dans les arbres jeunes (en haut).



Caractéristiques physiques générales du bois

L'aubier est d'un blanc légèrement teinté de jaune (Panshin et DeZeeuw, 1970). Le bois de cœur varie du jaune clair jusqu'au brun vif en passant par divers tons de brun rosâtre ou rougeâtre (Harrar, 1957). Exposé aux intempéries, le bois non protégé acquiert un ton gris sombre ou brunâtre. Présentant généralement un fil droit et un grain uniformément grossier, le bois est non résineux, dégage une douce odeur caractéristique et possède un léger goût amer. Le grain uniforme est dû à la zone de bois initial formant presque toute la largeur des cernes. Les cernes distincts sont clairement délimités par d'étroites bandes de bois final brun sombre. Le passage du bois initial au bois final se fait assez abruptement dans le bois à cernes minces et plutôt graduellement dans le bois à larges cernes (Harrar, 1957).

Aubier

L'aubier du Western Red Cedar est étroit, mesurant en moyenne entre 18 et 43 mm quel que soit l'âge et le diamètre de l'arbre, et grossit généralement à mesure de l'augmentation du diamètre (Lassen et Okkonen 1969). Après avoir étudié 73 arbres, Wellwood et Jurazs (1968) ont découvert une largeur moyenne de 22 mm atteignant son maximum à hauteur de la souche et son minimum à quelque 5 m de la souche, et augmentant après quoi avec la hauteur du tronc. L'augmentation n'était toutefois que de 5 mm sur une croissance en hauteur de 40 mètres. L'aubier du Western Red Cedar possède un taux d'humidité moyen à l'état vert de 249 % par rapport à 58 % dans le bois de cœur (selon son poids à l'état anhydre) (Nielson *et al.*, 1985). L'aubier est assez perméable aux agents de préservation, un trait important pour les poteaux

en cèdre puisqu'il faut revêtir leur aubier périssable d'un traitement de préservation pour prolonger leur durée de service.

Bois de cœur

Perméabilité

Le bois de cœur du Western Red Cedar est extrêmement imperméable à l'eau et aux produits chimiques à base d'eau. On attribue cette propriété aux dépôts croûteux situés dans la membrane des ponctuations aréolées (perforations des trachéides permettant le passage des fluides), qui empêcheraient ainsi les fluides de traverser les trachéides (Krahmer et Côté, 1963) et d'imprégner le bois. Les dépôts relevés dans le bois de cœur sont également présents dans l'aubier, mais en moindres quantités (Krahmer et Côté, 1963).

Variations de couleur

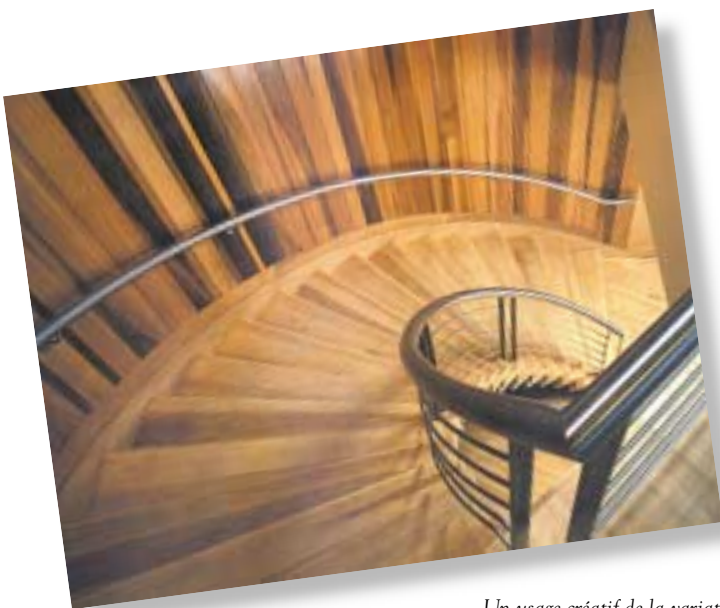
Le bois de cœur des cèdres mûrs peut présenter de grandes variations de couleur et la décoloration varie selon qu'il s'agit d'arbres de l'intérieur ou de la côte de la Colombie-Britannique. Dans les billes de pieds en provenance d'arbres mûrs de la côte, il n'est pas rare de trouver un noyau central de pourriture brune dans lequel la couleur passe du brun foncé au cœur du noyau jusqu'au brun rosâtre à la périphérie. Les diverses zones de couleur ont des bords distincts mais irréguliers et suggèrent une série de « cônes gigognes de forme irrégulière aux côtés à peu près parallèles au cambium en coupe longitudinale mais pas en coupe transversale » (van der Kamp, 1986). Souvent, le bois de cœur jaune pâle prend la forme d'une large bande extérieure (pouvant aller de quelques centimètre à plus de 25 cm de largeur) qu'il ne faut pas confondre avec l'étroite bande d'aubier presque blanc. MacLean et Gardner (1956) ont démontré que la teneur en thuyaplicine et en matières extractibles solubles du bois de cœur interne brun foncé est nettement inférieure à celles du bois de cœur extérieur de

Coupe transversale d'un Western Red Cedar révélant le motif en « cible de tir à l'arc », une variation de couleurs inhabituelle qui se rencontre dans certaines zones intérieures de la Colombie-Britannique et du nord-ouest américain. (Rondelle fournie par Pope & Talbot, Grand Forks, C.B.)



couleur jaune pâle. Kai et Swan (1990) ont analysé les constituants chimiques donnant sa couleur au bois de cœur du Western Red Cedar et suggèrent que des lignanes, tel l'acide plicatique, forment la matière colorante suite à une réaction de condensation avec le catalyseur acide.

Certains arbres présentent deux variations de couleurs inhabituelles révélant une différente répartition chimique : le motif en « cible de tir à l'arc » et le motif en « filons de résine ». Le motif en « cible de tir à l'arc » se rencontre fréquemment dans certaines zones intérieures de la Colombie-Britannique et du nord-ouest américain. Il consiste en des cercles concentriques alternant le bois pâle et foncé révélés par une coupe transversale. Dans certains cas, ce sont des demi-cercles plutôt que des cercles entiers et, quoiqu'ils aient tendance à suivre les cernes, il leur arrive parfois de croiser ces derniers. La bande de couleur claire ressemble à l'aubier et est parfois qualifiée de « bois luné » car sa composition chimique se rapproche davantage de l'aubier normal que du bois de cœur. Ainsi le bois luné possède la faible teneur en matières extractibles et la résistance naturelle à la pourriture de l'aubier normal (MacLean et Gardner, 1958).



Un usage créatif de la variation de couleurs naturelle du Western Red Cedar.

L'autre variation de couleurs inhabituelle relevée dans le Western Red Cedar, le motif en « filons de résine », consiste en d'étroites bandes de bois très foncé dans le sens du fil. Ces stries à l'aspect légèrement résineux sont infiltrées de matières extractibles brun clair pouvant représenter jusqu'à 30 à 50 % du poids du bois (Barton et MacDonald, 1971). Comme le Western Red Cedar n'a pas de canaux résinifères, il est possible que cette matière résineuse résulte en partie de lésions souffertes par l'arbre.

Au fil des ans, les scientifiques ont tenté d'expliquer les variations de couleurs relevées dans le bois de cœur du Western Red Cedar et y voient un rapport avec la résistance à la pourriture. On sait depuis longtemps (Eades et Alexander, 1934 ; Findlay et Pettifor, 1941) que le bois de cœur interne brun foncé abrite un certain nombre de champignons tandis que le bois de cœur extérieur de couleur jaune pâle est pratiquement exempt de tout microorganisme. Selon Barton et MacDonald (1971), la variation de couleurs pourrait résulter de modifications chimiques des matières extractibles provoquées par les systèmes d'enzymes des microorganismes, qui ne sont pas nécessairement du type s'attaquant au bois. Van der Kamp (1986) a constaté que le bois de cœur interne foncé d'un Western Red Cedar vieux de plus de 300 ans avait une teneur en thuyaplicine et matières extractibles solubles dans l'eau chaude inférieure à celle de son bois de cœur extérieur, mais que leur résistance à la pourriture était sensiblement la même, situation qu'il a attribué à la présence d'un dérivé fongitoxique de la thuyaplicine dans le bois de cœur interne. Jin (1987) et Jin *et al.* (1988) ont ensuite découvert un accroissement de la résistance naturelle à la pourriture dans la zone extérieure jaune pâle du bois de cœur par rapport à la zone interne foncée et confirmé que la décoloration du bois de cœur résultait bien d'un processus de dégradation dû à l'action successive des champignons dans le bois de cœur, du centre vers l'extérieur. Lors de ce processus, la thuyaplicine se dégrade en composés

non toxiques qui facilitent l'invasion ultérieure de champignons décomposeurs.

Findlay et Pettifor (1941) ont examiné le bois de cœur foncé à la lumière de ses propriétés mécaniques et découvert que sa densité relative, sa solidité et sa résistance à la compression étaient inférieures d'environ 20 % à celles du bois de cœur normal de teinte pâle.

Écorce

L'écorce externe (morte) du Western Red Cedar est fibreuse et forme un réseau étroitement entrecroisé. L'écorce interne comme l'écorce externe contient des canaux résinifères verticaux souvent longs de plusieurs millimètres. Les fibres d'écorce sont longues de 2,5 à 3 mm. L'étude de Smith et Kozak (1967) englobant 170 arbres de la côte et de l'intérieur âgés de 73 à 489 ans a révélé une épaisseur totale des deux écorces de 19 mm en moyenne pour toutes les sections et un écart-type relatif extrêmement élevé de l'ordre de 60 % (Smith et Kozak 1967). La densité relative de l'écorce interne et de l'écorce externe était de 0,36 et 0,38 respectivement et le degré d'humidité était de 88 % et 37 % (selon le poids anhydre) respectivement (Smith et Kozak 1971).

La nature chimique de l'écorce du Western Red Cedar a fait l'objet d'études poussées (Barton et MacDonald, 1971). On sait qu'elle contient de nombreuses substances complexes, entre autres des tanins, du phlobaphène, de la vanilline, de la catéchine et des acides gras. Une analyse chimique de l'écorce a révélé qu'elle contenait 31 % de lignine, soit une proportion comparable à celle de la teneur en lignine du bois (Isenberg, 1980). Le traitement de l'écorce à la soude à divers stades de l'extraction par solvants a démontré que l'élimination des matières extractibles ne permettait ni d'améliorer le rendement de la pâte ni de faciliter l'extraction de la lignine résiduaire résistante à la solubilisation (Swan, 1966).

Les billes de Western Red Cedar sont plus difficiles à écorcer que les autres essences car son écorce est fibreuse et forme des boules dans les écorceuses mécaniques, les convoyeurs et les déchiqueteurs. Reste que l'écorce des copeaux de Western Red Cedar se blanchit durant le procédé kraft sans produire de taches noires susceptibles de contaminer la pâte (McWilliams, 1988).

L'écorce du Western Red Cedar ne se prête pas aux utilisations paysagères et horticoles car ses extraits acides endommagent le système racinaire des plantes (Steer, 1995) et ses filandres posent des problèmes lors de la manipulation.

Le pouvoir calorifique de l'écorce du Western Red Cedar est de 20,24 MJ/kg ou de 8 700 BTU/lb (Nielson *et al.*, 1985).

Caractéristiques microscopiques du bois

Coupe transversale : il n'y a pas de canaux résinifères normaux. Les cellules de parenchyme longitudinal (des cellules à paroi mince et contenu foncé) sont parfois peu nombreuses; en plus grande quantité, elles ne se rencontrent généralement que dans la zone de bois final et sont visibles à la loupe simple sous forme de tangente discontinue. Le passage du bois initial au bois final est souvent abrupt.

Section radiale (débit en long) : les parois radiales des trachéides du bois initial présentent souvent des couples de ponctuations aréolées. Les ponctuations du champ de croisement (qui mènent aux cellules de rayon) sont ovales et de taille uniforme, et présentent des bords distincts et des orifices lenticulaires (en forme de lentille biconvexe). Il y en a généralement de 1 à 4 par champ de croisement. Les rayons sont en principe hauts de moins de 7 cellules et consistent en cellules de parenchyme pur; les trachéides axiales sont rares sur les bords supérieurs et inférieurs. Les cellules de rayon ont des parois terminales lisses à indentures et de rares infiltrations de gomme (Panshin et de Zeeuw, 1970).



L'écorce forme d'étroites arêtes plates dans les vieux troncs d'arbre.



Coupe transversale du Western Red Cedar montrant l'étroitesse du bois final.



Section tangentielle (débit sur dosse) : Les rayons sont unisériés (c.-à-d. larges d'une seule cellule). Les ponctuations sporadiques ne sont présentes qu'aux derniers rangs des trachéides du bois final. Les trachéides ont des fibres d'une longueur moyenne de 3,5 mm (de 1,4 à 5,9 mm) et d'une largeur tangentielle moyenne de 30 à 45 μ m (Isenberg, 1980). Wellwood et Jurazs (1968) ont découvert que les trachéides étaient plus courtes près de la moelle (1,2 mm), atteignaient une longueur de 3,5 mm à 50 ans et continuaient de grandir lentement indéfiniment. La longueur des fibres était moindre à la hauteur de la souche, atteignait son maximum à mi-hauteur, et ne changeait pratiquement plus par la suite. Le calcul de la moyenne arithmétique de la longueur des fibres sans inclure les souches et les échantillons de moins de dix ans a donné une moyenne de 3,3 mm. Ce chiffre est tombé à 2,3 mm une fois tous les échantillons pris en compte. Selon Graff et Isenberg (1950), la longueur moyenne des fibres de la pâte kraft est inférieure (2,05 mm), vraisemblablement pour cause de cassure.

La membrane de la ponctuation aréolée n'a pas de torus (partie centrale renflée de la membrane). La membrane consiste en des brins densément regroupés recouverts de nombreuses incrustations, plus particulièrement dans le bois de cœur que dans l'aubier. Les ouvertures entre les brins mesurent environ 0,1 μ m et sont beaucoup plus petites que celles relevées dans le pin d'Oregon ou le Western Hemlock (Krahmer et Côté, 1963). Le bois du Western Red Cedar ressemble beaucoup à celui du thuya occidental (cèdre blanc de l'Est), du cèdre à rayons et du séquoia redwood, ce qui prête fréquemment à confusion (*Sequoia sempervirens* (D. Don.) Engl.). Leurs couleurs sont reliées par des formes intergrades et leur différence d'odeur est presque imperceptible. Le Western Red Cedar et le cèdre à rayons ont un arôme épicé très voisin et le thuya occidental dégage une odeur de cèdre légère mais caractéristique. Toutefois, au microscope, le cèdre à rayons est différent. Ses cellules de rayon, qui ont des parois terminales

noduleuses et contiennent une matière gommeuse, sont en partie bisériées (c.-à-d. disposées sur deux rangs selon la section tangentielle). Au microscope, le thuya occidental et le Western Red Cedar se ressemblent beaucoup. Ils sont plus faciles à distinguer par leurs caractéristiques générales : ainsi le thuya occidental est moins foncé que le Western Red Cedar de teinte brune moyenne, possède une texture plus fine et présente généralement une transition plus graduelle du bois initial au bois final. Enfin, comme ces essences poussent à des endroits tout à fait différents, des renseignements sur leur origine permettent de les distinguer.

Propriétés physiques du bois

Densité relative et poids

Le bois du Western Red Cedar est léger. A partir de son poids anhydre et d'une densité volumique à l'état vert de 330 à 340 kg/m^3 , nous avons calculé au tableau 2 le poids vraisemblable du Western Red Cedar à plusieurs autres degrés d'humidité. Le bois pèse entre 370 et 385 kg/m^3 quand il est séché à l'air (degré d'humidité de 12 %) ; entre 330 et 340 kg/m^3 quand il est séché au four ; et entre 432 et 533 kg/m^3 à l'état vert (Isenberg, 1980 ; Jessome, 1977 ; Mullins et McKnight, 1981 ; Nielson *et al.*, 1985 ; Rijdsdijk et Laming, 1994 ; USDA, 1955).

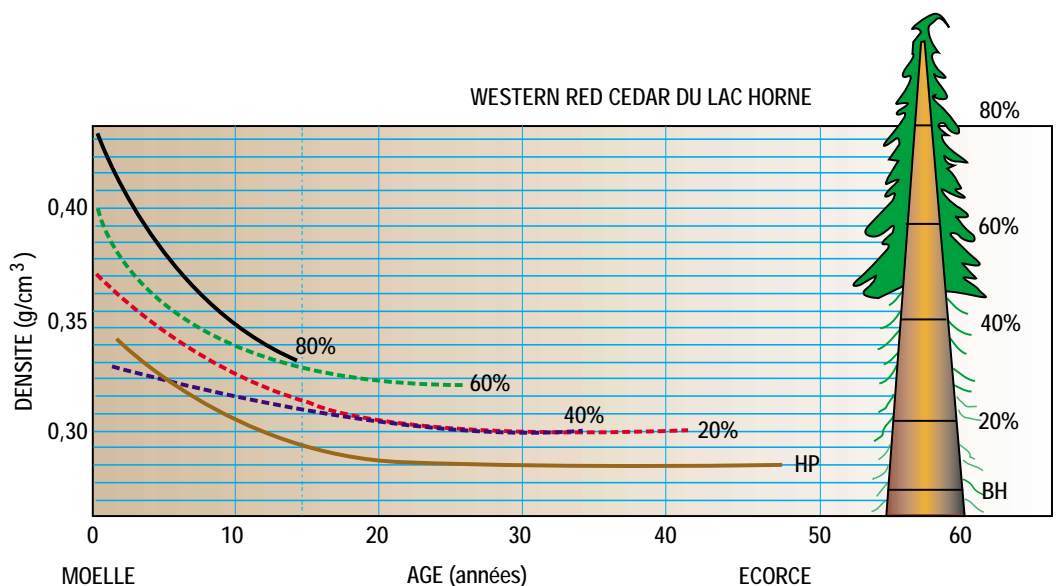
La densité relative moyenne (poids spécifique) du Western Red Cedar de Colombie-Britannique est d'environ 0,33, calculée sur la base du poids anhydre et du volume à l'état vert (Smith, 1970). Jessome (1977) donne une valeur moyenne plus basse de 0,31 basée sur 12 arbres. Cown et Bigwood (1979) ont obtenu des densités de base moyennes comprises entre 315 et 341 kg/m^3 pour des arbres de Nouvelle-Zélande.

La densité relative du Western Red Cedar augmente avec la hauteur de la tige mais diminue radialement à partir de la moelle, tout d'abord rapidement au cours des cinq premières années de croissance puis plus lentement jusqu'à environ

TABEAU 2
Poids du bois de Western Red Cedar calculé pour différentes teneurs en humidité (TH)

% TH	0 Anhydre	6	9	12 Séché à l'air	15	30	60 Vert
Poids (Kg/m ³)	330-340	350-360	360-371	370-385	380-391	429-442	528-544
(Lb/ft ³)	21	22	23	23,5	24	27-28	33-34

FIGURE 3
Variation de densité du bois à cernes larges d'un Western Red Cedar de 50 ans entre la moelle et l'écorce à différentes hauteurs de la tige (moyenne sur 5 arbres) (d'après Jozsa et Kellogg, 1986)



la vingtième année et atteint un plateau ensuite (figure 3) (Jozsa et Kellogg, 1986 ; Okkonen *et al.*, 1972 ; Wellwood et Jurazs, 1968). La figure 3 montre que le bois juvénile du Western Red Cedar comprend les 20 premiers cernes à partir de la moelle et a une densité plus élevée que le bois adulte. Wellwood et Jurazs (1968) ont remarqué que la densité diminue après le centième cerne d'un arbre de 250 ans.

Smith (1980) a étudié l'influence de l'espacement sur la croissance radiale et le pourcentage de bois final de Western Red Cedars de 21 ans. Il a constaté que la largeur des cernes augmente et que le pourcentage de bois final diminue avec l'augmentation de l'espacement. Bien que la densité n'ait pas été mesurée, on peut en déduire, à partir de ces observations, que l'augmentation

de l'espacement fait diminuer la densité du bois. Smith et Parker (1978) ont constaté que la densité relative du bois initial (analyse par rayons X) était comprise entre 0,25 et 0,32 ; celle du bois final entre 0,51 et 0,69 et celle des cernes entre 0,26 et 0,36.

Stabilité dimensionnelle

Le bois de Western Red Cedar possède une excellente stabilité dimensionnelle grâce à sa faible densité et à son faible coefficient de retrait. Un facteur important en matière de stabilité dimensionnelle est que le degré d'humidité au point de saturation des fibres est de 18 à 23 %, à comparer aux 25 à 30 % pour la grande majorité des conifères canadiens (Higgins, 1957 ; Rijsdijk et Laming, 1994). En conséquence, le potentiel de retrait ou de gonflement du Western Red Cedar

Le Western Red Cedar est l'un des conifères les plus stables du point de vue dimensionnel.

est minimal, la variation du degré d'humidité n'entraîne que de faibles mouvements (figure 4) (Rijsdijk et Laming, 1994). La faible absorption d'eau est le résultat de la grande quantité de matières extractibles du bois bloquant les zones d'absorption. La capacité du Western Red Cedar à résister à l'absorption d'eau est illustrée par les données de la figure 5. Celle-ci compare la teneur en humidité du Western Red Cedar sec aux échantillons de pin d'Oregon, de Western Hemlock et d'épinette de Sitka laissés à l'abri pendant un an. Le séchage initial donna un degré d'humidité entre 6 et 10 %. En deux mois, les échantillons de cèdre atteignirent un degré d'humidité d'équilibre compris entre 9 et 11 %, stable pendant la durée du test, fluctuant légèrement avec le changement d'humidité relative. Les valeurs pour le pin d'Oregon étaient comprises entre 12 et 16 %,

et celles du Western Hemlock et de l'épinette de Sitka entre 14 et 20 - 21 %. Les fluctuations apparaissant sur le graphique se traduisent par des changements de dimensions du bois. Les fluctuations plus faibles du Western Red Cedar indiquent une stabilité dimensionnelle supérieure, un caractère souhaitable pour du bois qui passe alternativement de l'état sec à l'état mouillé comme c'est le cas pour les toits, les bardages, les terrasses et les accessoires de jardin. Cette caractéristique contribue à faire du Western Red Cedar un matériau de choix pour des utilisations où la stabilité dimensionnelle et le caractère hydrofuge sont importants. Le bois présente une résistance supérieure au gauchissement engendré par les fixations (Harrar, 1957) malgré l'apparition possible de gerces capillaires en surface sur les parties non protégées exposées aux intempéries.

FIGURE 4
Courbes d'hystérésis, de retrait et de gonflement du Western Red Cedar (valeurs moyennes de 15 échantillons de test provenant de 11 arbres) (d'après Rijsdijk et Lamina, 1994)

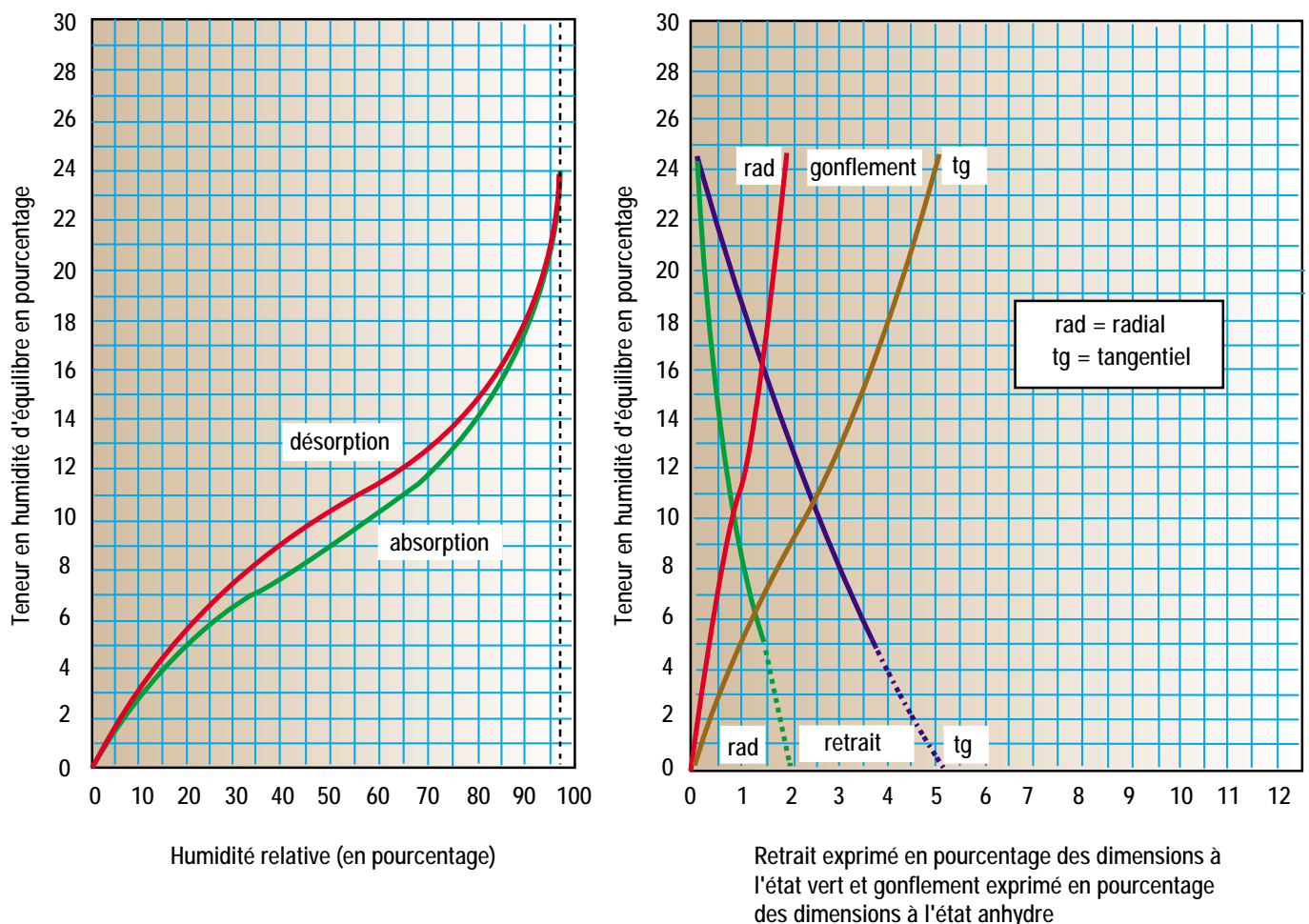


FIGURE 5

Teneur en humidité du Western Red Cedar exposé à l'air extérieur comparé à celui de trois autres conifères (données Forintek non publiées)

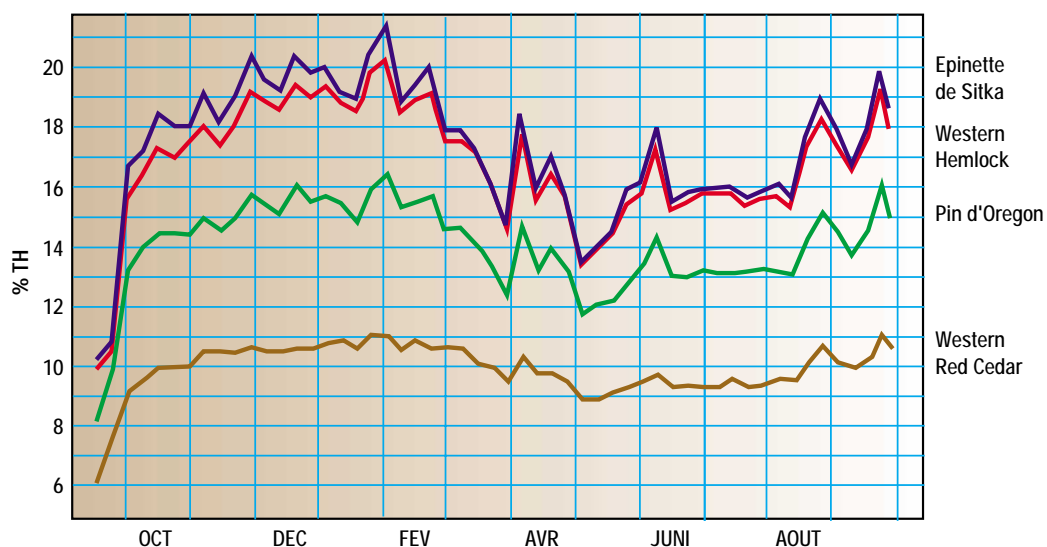


TABLEAU 3

Pourcentage de retrait moyen du Western Red Cedar de l'état vert à différentes teneurs en humidité (sur la base des dimensions à l'état vert) indiqué par divers auteurs.

Pourcentage d'humidité	Pourcentage de retrait sur la base des dimensions é l'état vert			
	Radial	Tangentiel	Volumétrique	Longitudinal
0	2,1 ^a	4,5 ^a	7,8 ^a	-
	-	-	-	0,19 ^b
	-	-	-	0,15 ^c
	-	-	-	0,53 ^{d,e}
	-	-	-	0,40 ^{d,f}
6	1,9 ^g	4,0 ^g	5,4 ^g	-
12	1,2 ^h	2,6 ^h	4,8 ^a	-
15	0,96 ^g	2,0 ^g	-	-
20	0,8 ^g	1,7 ^g	2,3 ^g	-

- a Jessome, 1977 (12 arbres, C.-B., forêt ancienne)
- b Rijdsijk et Laming, 1994 (35 échantillons ; C.-B. et Etats-Unis)
- c Espenas, 1974 (54 échantillons)
- d Nault, 1986 (5 arbres, C.-B., forêt secondaire)
- e Bois juvénile le plus à l'intérieur
- f Les premiers 70 cernes à partir de la moelle
- g Harrar, 1957
- h WRCLA 1992

Les valeurs de retrait du Western Red Cedar de l'état vert à divers degrés d'humidité sont présentées dans le tableau 3. Les valeurs de retrait horizontal obtenues par Nault (1986) sur du bois juvénile sont beaucoup plus élevées que celles indiquées par Rijdsdijk et Laming (1994) et Espenas (1974) pour du bois adulte. Cela provient vraisemblablement du fait que les mesures effectuées par Nault furent faites sur du bois juvénile qui possède un coefficient de retrait élevé.

Propriétés thermiques et isolantes

Le Western Red Cedar possède de bonnes propriétés isolantes grâce à sa faible densité et à sa texture grossière. C'est le meilleur isolant parmi les bois de conifères les plus courants disponibles, et est très supérieur aux briques, au béton et à l'acier. Son coefficient de conductivité thermique (k) est de 0,11 W/m °C pour du bois avec un degré d'humidité de 12 % (USDA, 1952). Réciproquement, compte tenu de sa faible densité, le Western Red Cedar a une vitesse de carbonisation plus rapide (environ 0,8 mm/mn) qu'un bois plus dense comme le pin d'Oregon (vitesse de carbonisation, environ 0,6 mm/mn) à l'état sec (Lie, 1992). La vitesse de carbonisation est la vitesse linéaire à laquelle le bois est transformé en charbon de bois. La vitesse de carbonisation plus élevée du Western Red Cedar n'est pas considérée un élément d'importance majeure (communication personnelle de J. Mehaffey).

Le taux de propagation de la flamme du Western Red Cedar est compris entre 67 et 73 (classification catégorie II) (Richardson, 1996) et l'indice de dégagement des fumées est de 98 (WRCLA 2001). Ces deux critères sont utilisés pour réglementer l'utilisation des matériaux lorsque le potentiel de génération de fumée ou le contrôle du mouvement des fumées sont importants. Le taux de propagation de la flamme représente la vitesse de progression de la flamme à la surface du bois. Les codes du Canada et des Etats-Unis fixent les taux de propagation de la

flamme maxima pour les bois de finition des murs intérieurs et des plafonds à 150 (code national du bâtiment du Canada, 1995). Compte tenu de son faible taux de propagation de la flamme, le Western Red Cedar aura une meilleure tenue que la plupart des conifères plus denses qui ont des taux de propagation de la flamme d'environ 100. Le code national du bâtiment du Canada (1995 Article 3.1.13.2) impose des taux de propagation de la flamme plus sévères pour les murs de certains bâtiment, inférieurs ou égaux à 75. Le Western Red Cedar est l'un des très rares produits en bois acceptables pour ces applications.

L'indice de dégagement des fumées reflète la quantité de fumée dégagée par la combustion d'un matériau. Les maxima fixés par les codes du Canada et des Etats-Unis pour les bois de finition des murs intérieurs et des plafonds dans les constructions à grande hauteur sont respectivement de 300 et de 450. Le Western Red Cedar a donc un taux de propagation de la flamme et un indice de dégagement des fumées très en-dessous des maxima fixés par les codes du bâtiment du Canada et des Etats-Unis.

Le pouvoir calorifique du bois de Western Red Cedar est de 22, 56 MJ/kg (Nielson *et al.*, 1985).

Finition et aptitude au façonnage

Le bois séché et enduit correctement peut recevoir une grande variété de peintures et de teintures (Williams *et al.*, 1987). Il se colle bien et une grande variété d'adhésifs peut être utilisée dans diverses conditions de collage. Le bois est parmi les plus faciles à travailler grâce à son fil droit et à sa texture homogène. Il peut être raboté et poncé proprement (WRCLA 2001) et, compte tenu de sa faible densité, il se scie et se travaille sans effort.

Le Western Red Cedar à l'état vert est extrêmement corrosif pour les métaux. L'usure des scies par action chimique est le résultat de la chélation du métal par les composés polyphénoliques et la tropolone du bois. L'utilisation de pointes en stellite résistant à l'usure et aux agents chimiques sur les dents de

Le Western Red Cedar a un taux de propagation de la flamme et un indice de dégagement des fumées très inférieurs aux limites figurant aux codes du bâtiment du Canada et des Etats-Unis.

scie est recommandée (Kirbach et Bonac, 1977; Kirbach, 1992). La nature corrosive des matières extractibles du Western Red Cedar (thuyaplicine et polyphénol) exigent d'utiliser des clous et vis résistants à la corrosion (par exemple, en acier inoxydable, galvanisé à chaud et en aluminium à haute résistance) pour fixer le bois. A l'extérieur, les clous non résistants, comme ceux en fer commun et en cuivre, se détériorent rapidement et se décomposent, accélérant la détérioration oxydative du bois autour des clous. En l'espace d'environ un an, des trous apparaissent à l'endroit où se trouvaient les clous. Ce phénomène est répandu avec les bardeaux fixés avec des clous en acier ordinaire. Il faut toujours utiliser des clous en acier galvanisé par immersion à chaud ou en acier inoxydable avec le Western Red Cedar si le bois est exposé aux intempéries.

Lors du sciage du bois de Western Red Cedar à l'état vert à la scie à ruban, il peut se produire une rugosité excessive en surface suite à l'étirage des fibres résultat de la rupture d'adhérence entre les fibres individuelles. Jusqu'à 10 % des produits de bardage et de panneauage bruts de sciage peuvent être déclassés ou rejetés pour cette raison (Kirbach, 1996). Une étude préliminaire a montré que la situation peut être améliorée en faisant varier l'angle entre le fil et la direction de coupe (Kirbach, 1996).

La capacité de rétention des fixations, clous, vis ou boulons, du bois fait qu'il faut utiliser des fixations de plus gros diamètre ou plus longues d'environ

un tiers que pour le bois dur (WRCLA, 2001). L'utilisation de clous en fil courant ou en cuivre doit être évitée parce que le bois de Western Red Cedar est susceptible à la décoloration lorsque des chélates (composés) de fer ou de cuivre se forment par réaction avec la thuyaplicine ou l'acide plicatique du bois (Barton et MacDonald, 1971).

La facilité de fendage du Western Red Cedar constitue un avantage pour la fabrication des bardeaux fendus à la main, mais un inconvénient lorsque les arbres sont abattus en terrain accidenté et déplacés à l'aide de machinerie lourde. Dans ce cas, les cassures, fentes et l'éclatement peuvent être sévères (McBride, 1959).

La capacité du Western Red Cedar d'amortir les vibrations est une propriété acoustique importante qui le rend particulièrement efficace dans des applications de panneauage et de platelage pour réduire ou confiner le bruit (WRCLA, 2001). Réciproquement, les remarquables propriétés de résonance acoustique du bois de Western Red Cedar, scié mince sur quartier, en font un bon choix pour les instruments de musique.

Propriétés de séchage

Le bois doit être séché jusqu'au degré d'humidité d'équilibre qu'il rencontrera en service. Cela dépendra de l'humidité relative de l'air ambiant (figure 5). A l'intérieur, le degré d'humidité d'équilibre est normalement de 6 à 8 %. Le Western Red Cedar est séché au séchoir pour les applications de bois de finition, de bois de menuiserie, de bois de panneauage et de bois de revêtement extérieur (Mackay et Oliveira, 1989). Le bois est généralement facile à sécher avec très peu de dégradation, mais « peut être difficile à sécher en épaisseurs plus importantes » (BRE, 1977). La plupart des procédés utilisent des températures basses ou conventionnelles ou une combinaison de températures conventionnelles avec passage à des températures plus élevées (Mackay et Oliveira, 1989. Salamon et Hejjas (1971) ont montré que le bois de Western Red Cedar peut être séché en

Il est recommandé d'utiliser des clous en acier inoxydable, en acier galvanisé par immersion à chaud ou en aluminium à haute résistance pour fixer le Western Red Cedar.



Le bois peut être recouvert d'une variété de couches de finition, peintures et teintures.

La capacité du Western Red Cedar d'amortir les vibrations est une propriété acoustique importante qui le rend particulièrement efficace pour des applications de panneautage et de platelage pour réduire ou confiner le bruit.

utilisant une combinaison de températures basses et élevées sans entraîner de perte de résistance critique ni de déclassement. Avramidis *et al.* (1994) ont examiné l'utilisation d'une méthode de séchage par haute fréquence ou sous vide partiel à tension constante pour le Western Red Cedar. Ils démontrèrent que des échantillons à section carrée de 9,1 cm par 9,1 cm peuvent être séchés dans un champ de 1,8 kv/m sans dégradation.

Affaissement et gerces internes

Le Western Red Cedar peut, sous certaines conditions, avoir tendance à s'effondrer pendant le séchage, c'est pour cela que des précautions doivent être prises pour le séchage des pièces larges et épaisses. L'affaissement est l'effondrement de la surface du bois entraîné par la déformation importante de certaines cellules du bois (Mackay et Oliviera, 1989). Cette déformation est généralement attribuée aux forces hydriques se développant à l'intérieur de cellules complètement saturées pendant le séchage, lorsque l'humidité passe par les membranes cellulaires et que l'air ne peut prendre sa place (Guernsey, 1951). La force interne est suffisamment importante pour entraîner la cassure ou l'affaissement des cellules, en particulier lorsque le bois est rendu plastique pendant le séchage à haute température.

Meyer et Barton (1971) ont fait un lien entre l'effondrement et un degré d'humidité initial élevé et les matières extractibles du bois, mais n'a pas offert d'explication quant au mécanisme réel entraînant ce phénomène. Kobayashi (1985) a étudié la structure anatomique du bois effondré à l'aide d'un microscope électronique à balayage et a trouvé des trachéides écrasés et le bois final déformé. Il suggéra que les trachéides du bois initial se sont écrasés les premiers et ont formé une couche déformée qui a entraîné le flambage du bois final. Dans les sections transversales circulaires, les trachéides se sont écrasés de façon concentrique près de la surface et parallèlement aux cernes du cœur pendant le séchage à l'air chaud. L'effondrement et l'écrasement ne se sont

pas produits lorsque le séchage a été fait sous vide partiel à haute fréquence, ce qui peut signifier que l'affaissement est le résultat des contraintes de séchage générées par le gradient d'humidité pendant le séchage (Kobayashi, 1986).

L'effondrement se produit au début du séchage (Mackay et Oliveira, 1989) lorsque le degré d'humidité est élevé (probablement au-dessus de 50 %). Cela est différent du retrait normal qui commence à se produire au point de saturation des fibres. Le bois qui a tendance à s'effondrer doit donc être, tout d'abord, soit séché à l'air pour permettre la diminution graduelle du degré d'humidité, soit séché au séchoir à une température du thermomètre sec d'environ 48,9 °C, jusqu'au point de saturation des fibres, puis séché au séchoir aux températures normales (Guernsey, 1951 ; Mackay et Oliveira, 1989).

Guernsey (1951) nota que les billes provenant de terrains marécageux en contrebas produisaient des planches susceptibles à ce phénomène. Il est pratiquement impossible de prédire cette susceptibilité d'après l'aspect de la bille ou du bois à l'état vert.

Propriétés chimiques

Les constituants chimiques principaux du bois de Western Red Cedar, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine, se retrouvent approximativement dans les mêmes proportions que dans les autres espèces de bois de conifères. La proportion d'holocellulose et de lignine est plus faible dans le bois de cœur que dans l'aubier. Les matières extractibles du bois, qui sont considérés comme des composés chimiques étrangers pouvant être extraits de la structure fibreuse par de l'eau ou d'autres solvants (Nearn, 1955), sont présentes en quantité importante.

La quantité de matières extractibles du bois de cœur est exceptionnellement élevée. Lewis (1950) démontra que le total des matières extractibles du bois obtenus par extraction à l'eau chaude du Western Red Cedar est pratiquement le double

TABLEAU 4

Comparaison entre les composés chimiques du Western Red Cedar et ceux du Western Hemlock et du pin d'Oregon (valeurs exprimées en pourcentage du poids de bois sec)*

Essence	Alpha cellulose	Hémicelluloses	Lignine	Total des matières extractibles	Cendre
Western Red Cedar	47,5	13,2	29,3	10,2	0,2
Western Hemlock	48,8	14,7	28,8	5,3	0,5
Pin d'Oregon	53,8	13,3	26,7	5,9	0,3

* Lewis 1950

TABLEAU 5

Composition chimique du bois de cœur et de l'aubier du Western Red Cedar de croissance moyenne à trois hauteurs sur l'arbre (bois sec)*

Echantillon	Holocellulose	Lignine	Total des matières extractibles **	Cendre
Bois de cœur :				
Gros bout	56,5	29,0	15,4	0,32
Mi-hauteur	59,0	28,1	14,9	0,14
Fin bout	62,2	28,3	11,1	0,24
Aubier :				
Gros bout	67,1	32,3	3,6	0,54
Mi-hauteur	66,8	31,4	4,5	0,45
Fin bout	66,1	29,8	5,0	0,33

* Barton et MacDonald, 1971

** Solubilité successive dans l'éthanol-benzène, l'éthanol et l'eau chaude

de celui du Western Hemlock et du pin d'Oregon (tableau 4). Le total des matières extractibles du bois de cœur diminue du gros bout au fin bout (tableau 5) (Barton et MacDonald, 1971).

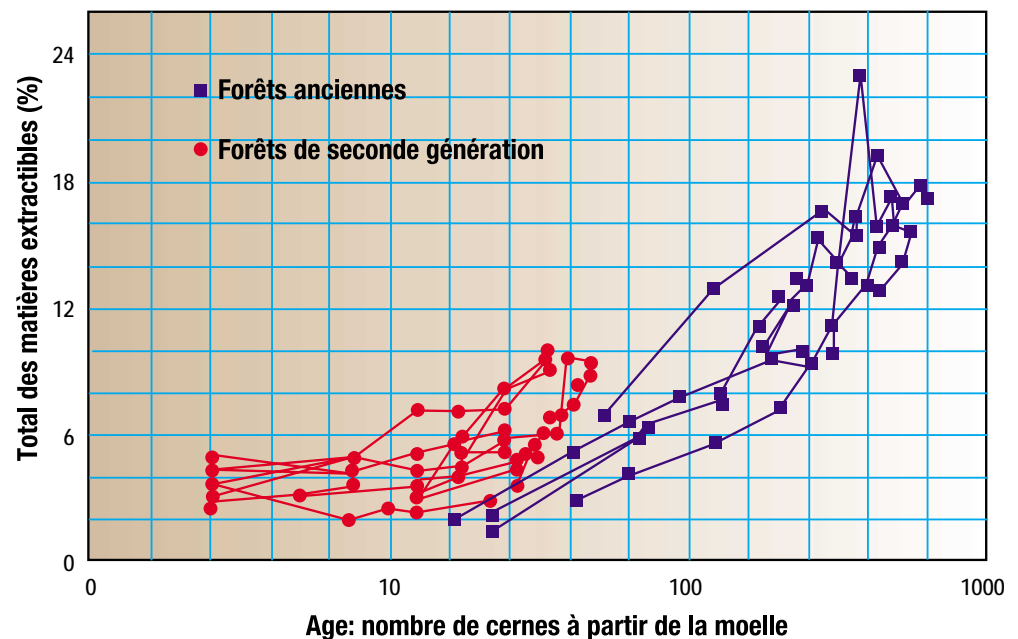
Matières extractibles

Les matières extractibles du bois de cœur du Western Red Cedar le distinguent des autres bois de conifères de par sa couleur, son odeur et son goût. Ils affectent les propriétés de résistance à la pourriture, de corrosivité, de perméabilité, d'aptitude à la peinture, de fabrication de pâte et de blanchiment du Western Red Cedar de façon considérable, en égard aux quantités présentes

(Barton et MacDonald, 1971). Compte tenu de leur importance pour l'utilisation du Western Red Cedar, les matières extractibles du bois de cœur ont fait l'objet de recherches approfondies par plusieurs chercheurs (Barton et MacDonald, 1971 ; Jin *et al.*, 1988, MacLean, 1970 ; MacLean et Gardner, 1956 ; Minore, 1983 ; Nault, 1988 ; Swan *et al.*, 1988 ; van der Kamp, 1986).

Les matières extractibles obtenues par extraction à l'eau chaude peuvent être facilement séparées en produits volatils (1 à 1,5 % du bois de cœur) et en produits non volatils (5 à 15 %) par distillation à la vapeur (Barton et MacDonald, 1971). La

FIGURE 6
Total des matières extractibles du bois, en pourcentage, du Western Red Cedar des forêts anciennes et des forêts de seconde génération (d'après Nault, 1988)



partie volatile se compose principalement de thuyaplicine, d'acide thuyique et d'ester méthylique. La thuyaplicine en particulier, et l'acide thuyique dans une moindre mesure, sont d'excellents fongicides naturels. La thuyaplicine est extrêmement toxique pour les champignons qui détruisent le bois ; sa toxicité est du même ordre que celle du pentachlorophénate de sodium (Barton et MacDonald, 1971). Le thuyate de méthyle est l'un des matières extractibles du bois qui donne au Western Red Cedar son odeur caractéristique et présente un niveau de toxicité pour l'anhrène des tapis et la mite (Barton, 1962). C'est pour cette raison que le Western Red Cedar est une espèce préférée pour le revêtement intérieur des coffres à habits.

La quantité de thuyaplicine et de phénol solubles dans l'eau du bois de cœur augmente radialement à partir de la moelle mais est négligeable dans l'aubier. La proportion de thuyaplicine passe de 0 % à la moelle à 1,8 % à la bordure la plus à l'extérieur du bois de cœur des arbres des forêts anciennes (Barton et MacDonald, 1971 ; McLean et Gardner, 1956 ; Nault, 1988). La quantité de matières extractibles fongitoxiques diminue globalement au fur et à mesure que l'on s'approche

de la cime de l'arbre (Barton et MacDonald, 1971 ; Cartwright, 1941 ; MacLean et Gardner, 1956). La capacité de l'arbre à produire ces matières extractibles augmente avec l'âge.

Nault (1988) montra que les arbres plus jeunes renferment de plus grandes quantités de matières extractibles du bois que les cernes intérieurs du cœur d'arbres de forêts anciennes du même âge (c'est-à-dire le nombre d'années après la germination des semences). La thuyaplicine et d'autres matières extractibles du bois étaient absents ou en très faible quantité dans certains cernes de quelques arbres de forêts anciennes (figure 6). Ce phénomène a été attribué à la dégradation possible de la thuyaplicine en composés inactifs (Jin *et al.*, 1988), sujet traité à la page 10. La partie non volatile se compose principalement de composés polyphénoliques complexes dont le composant principal est l'acide plicatique (Barton et MacDonald, 1971 ; Swan *et al.*, 1988) qui est sensible à la chaleur et à la lumière. L'acide plicatique est responsable des infiltrations sur les surfaces peintes. Réciproquement, les polyphénols peuvent être des antioxydants qui tendent à stabiliser les films de peinture (Barton et MacDonald, 1971).

Les lignanes du bois de cœur et les matières extractibles solubles dans l'eau de l'écorce du Western Red Cedar sont moyennement toxiques pour les saumons, quoique moins toxiques que les terpènes et la thuyaplicine du feuillage (Peters *et al.*, 1976). Le déversement des produits de lessivage du Western Red Cedar des décharges ou des résidus d'exploitation directement dans les cours d'eau doit être évité.

La quantité importante de matières extractibles du bois du Western Red Cedar est en partie responsable de sa bonne stabilité dimensionnelle et de sa capacité à retenir la peinture. L'absence de résine ou de produits résineux contribue à la bonne tenue du Western Red Cedar à la peinture (Barton et MacDonald, 1971).

Coloration chimique

La coloration se retrouve parfois sur les surfaces de Western Red Cedar exposées aux intempéries. Lorsque des clous en acier ordinaire sont utilisés pour fixer le bois de Western Red Cedar, une décoloration bleu-noire apparaît autour de la tête des clous, provoquée par la réaction chimique entre le polyphénol soluble dans l'eau du bois et le fer du clou. Lorsque le fer réagit avec la thuyaplicine du bois, et lorsque l'acier entre en contact avec du Western Red Cedar à l'état vert de couleur claire, il se forme une tache rouge caractéristique insoluble dans l'eau (Baron et MacDonald, 1971).

Quelquefois, dans les premiers mois suivant l'installation, la coloration se produit sous forme de petites taches d'exsudat brun ou de surfaces décolorées rouge-brun sur les surfaces extérieures recouvertes. Les taches peuvent s'enlever facilement à l'eau la première fois, mais deviennent insolubles suite à l'action du soleil et de l'air (Barton et MacDonald, 1971). Les taches sont produites par la migration vers la surface de matières extractibles du bois solubles dans l'eau se trouvant dans une solution aqueuse et qui déposent une tache brune lorsque l'eau s'évapore. L'usage impropre d'une émulsion aqueuse ou de peintures au latex appliquées directement sur

une surface en Western Red Cedar non protégée peut en être la cause. Pour éviter ce problème, on peut appliquer une couche d'apprêt sur la surface avec un revêtement à l'huile ou ajouter des agents chimiques à la première couche de peinture au latex qui fixeront les matières extractibles du bois colorés et éviteront leur migration à la surface en s'infiltrant dans les différentes couches de peinture (Feist, 1977). La vapeur d'eau à l'intérieur de la maison qui se condense sur les murs extérieurs par temps froid, ou la pluie qui pénètre dans les couches minces poreuses de peinture ou dans les joints du revêtement extérieur, peuvent également dissoudre les matières extractibles du bois et les amener à la surface pendant l'évaporation de l'eau.

Résistance à la pourriture

Comme c'est le cas pour la plupart des bois de conifères, l'aubier du Western Red Cedar contient très peu de matières extractibles, et, ayant une durabilité naturelle très faible, est considéré périssable ou non durable. Toutefois, le bois de cœur du Western Red Cedar est bien connu pour sa grande résistance à la pourriture. Cette durabilité naturelle est attribuée à la présence des matières extractibles, en particulier de la thuyaplicine, et, dans une moindre mesure, à celle des produits phénoliques solubles dans l'eau, qui sont toxiques pour un certain nombre de champignons lignivores. C'est pourquoi la répartition géométrique de la résistance à la pourriture dans le bois de cœur est parallèle à la répartition des matières extractibles du bois dans la tige (Barton et MacDonald, 1971 ; Cartwright, 1941 ; Englerth et Scheffer, 1954 ; Erdtman et Gripenberg, 1948 ; Roff et Atkinson, 1954 ; Rudman, 1962 ; van der Kamp, 1986).

La résistance à la pourriture du Western Red Cedar adulte le long du littoral est plus faible à la moelle qu'à la partie la plus extérieure du bois de cœur, et plus faible au fin bout qu'au gros bout d'une bille (Roff *et al.*, 1963 ; Scheffer, 1957).

L'absence de résine ou de produits résineux solubles dans la peinture contribue à la bonne tenue du Western Red Cedar à la peinture

Les études menées sur le bois de cœur du Western Red Cedar (Jin, 1987; Jin *et al.*, 1988; van der Kamp, 1975) ont montré que le processus de pourriture est produit par l'action successive de micro-organismes dans le bois de cœur. Les premiers envahisseurs transforment la thuyaplicine en composés non toxiques, détoxifiant le bois de cœur et le préparant pour l'invasion suivante de champignons décomposeurs. Un produit de cette dégradation est la thuyine, nommée et décrite par Jin (1987) comme étant non toxique pour les champignons décomposeurs communs du Western Red Cedar du littoral. Lorsque la partie intérieure du bois de cœur est plus sombre que la partie extérieure, il a été trouvé que la quantité de thuyaplicine avait diminué tandis que celle de thuyine avait augmenté (Jin *et al.*, 1988). L'invasion initiale des moisissures qui peuvent détoxifier les matières extractibles du bois se produit au centre de la tige où apparaît la pourriture, et progresse vers l'extérieur (van der Kamp, 1975). Il est donc tout à fait courant de trouver des troncs de Western Red Cedars surégés qui sont creux au centre suite à la perte du bois par pourriture.



Le bois de cœur du Western Red Cedar est bien connu pour sa grande résistance à la pourriture.

En Colombie-Britannique, le volume total accumulé de pourriture des arbres vivants est plus important pour le Western Red Cedar que pour tout autre conifère important. Il a été trouvé que la perte par pourriture ou infections fréquentes est beaucoup plus élevée dans l'intérieur que sur la côte (Buckland, 1946).

Comme des recherches antérieures menées au Laboratoire de produits forestiers de l'Ouest (maintenant Forintek) ont montré que les matières extractibles du bois les plus efficaces pour donner de la durabilité au Western Red Cedar étaient les thuyaplicines β et γ (Barton et MacDonald, 1971), l'hypothèse a été émise que, pour déterminer la durabilité du bois de cœur du Western Red Cedar, il suffisait d'analyser ces deux agents chimiques. Il a été démontré

récemment que cette hypothèse était erronée, car la corrélation entre la quantité de thuyaplicine et la perte de poids trouvée au cours d'essais de pourrissement en laboratoire était faible (DeBell *et al.*, 1999, DeBell *et al.*, 1997). Il est clair que d'autres composés contribuent à la durabilité du bois. Les composés de lignane phénolique du Western Red Cedar sont faiblement fongicides (Roff et Atkinson, 1954), mais leur influence sur la durabilité naturelle est inconnue. L'action d'autres agents fongicides ou fongitoxiques du bois de cœur du Western Red Cedar actuellement inconnus devra être élucidée. La pensée actuelle est que la thuyaplicine et la lignane font partie d'un arsenal de défense élaboré ayant évolué de façon à protéger le bois de cœur contre l'invasion de bactéries et de moisissures.

Les résultats obtenus lors d'un essai sur sol par Freitag et Morrell (2001) ont démontré que les billots provenant d'arbres jeunes présentaient des pertes de poids identiques à celles obtenues par Scheffer (1957) pour des arbres provenant de forêts anciennes. Les auteurs en ont conclu que la durabilité des arbres jeunes de seconde génération n'avait pas changé par rapport à celle des arbres plus vieux. Les travaux sur la durabilité des arbres des forêts de seconde génération ne sont pas terminés, mais les données discutées précédemment (Nault, 1988) suggèrent que la quantité de matières extractibles du bois est plus élevée dans les jeunes arbres vigoureux que dans les parties internes du bois de cœur des arbres des forêts anciennes de même âge depuis la germination des graines. Cela reflète probablement la lente dégradation des matières extractibles du bois par les micro-organismes dans les grands arbres anciens mentionnée précédemment.

Durabilité comparée à celle d'autres bois

Les données comparant la résistance à la pourriture du Western Red Cedar à d'autres espèces sont rares. La norme ASTM D 2017 – Essais sur sol pour évaluation de la durabilité naturelle – indique que le Western Red Cedar est aussi

Le *thuya plicata* se classe dans la plus haute catégorie en matière de durabilité comparativement à tout autre conifère dans la norme européenne.

durable que deux bois de Taiwan : le faux cyprès de Formose (*Chamaecyparis formosensis* Matsum) et le cèdre à rayons de Taiwan (*Calocedrus formosana* (Florin) Florin). Aucun de ces trois bois n'a été attaqué de façon significative par les champignons (Lin *et al.*, 1999). Le pin rouge de Taiwan (*Pinus taiwanensis* Hayata) a été attaqué de façon importante par les champignons lignivores bruns et blancs utilisés pour l'essai, tandis que le cyprès jaune (*Chamaecyparis nootkatensis* (D. Don) Spach) a été attaqué de façon importante par un champignon lignivore blanc.

Bien qu'en Amérique du Nord, le Western Red Cedar soit largement considéré comme étant un bois de conifères durable, il n'existe pas de norme de classification nord-américaine en matière de durabilité naturelle. La norme européenne qui traite de la résistance naturelle à la pourriture est la norme EN 350-2, 1994. *Guide pour la durabilité naturelle et la traitabilité d'espèces de bois sélectionnées importantes en Europe*. Un système de cinq classes est utilisé, qui va de 1 « très durable » à 5 « pas durable ». La classification ne concerne que le bois de cœur, étant donné que l'aubier de toutes les espèces de bois est considéré comme appartenant à la classe 5. Des sous-classes peuvent être ajoutées comme D : résiste aux perce-bois, ou S : sensible aux perce-bois *Hylotrupes bajulus* (perceur du vieux bois) et *Anobium punctatum* (anobie ponctué

commun). Les sous-classes D, M (modérément durable) et S sont également utilisées pour décrire la résistance aux termites.

Un extrait de la norme EN 350-2 figure au tableau 6. Le Western Red Cedar d'Amérique du Nord se trouve en classe 2 (résiste aux champignons) et dans la sous-classe S pour les *Hylotrupes*, *Anobium* et les termites. C'est la catégorie de durabilité la plus élevée de tous les bois de conifères figurant sur la norme européenne. Le cèdre rouge cultivé en Europe fait partie de la classe 3 (modérément durable), c'est-à-dire moins durable que le même bois poussant en Amérique du Nord. Le mélèze a été inclus dans le tableau 6 car c'est le plus durable des bois résineux européens et fait partie de la classe 3-4 (légèrement durable).

Au Japon, le Western Red Cedar, en compagnie du cyprès jaune, est inclus dans la classe de durabilité D1 qui comprend également les espèces japonaises durables hinoki (*Chamaecyparis obtusa* (Siebold & Zucc.) Endl.) et sugi (*Cryptomeria japonica* (Lf) D. Don).

Durabilité en conditions extrêmes

Malgré la durabilité naturelle du Western Red Cedar, dans le cas d'applications où la défaillance du bois pourrait avoir des conséquences graves ou en cas de risque extrême de pourriture (par ex,

TABEAU 6
Durabilité naturelle et traitabilité du Western Red Cedar dans les normes européennes

N°	Nom scientifique	Nom commun	Origine	Durabilité naturelle				Traitabilité	
				Champignons	Hylotrupes	Anobium	Termites	Bois de cœur	Aubier
2.6	<i>Larix decidua</i> Mill., <i>L. Kaempferi</i> (Lamb.) Sarg. [= <i>L. leptolepis</i> (Sieb. & Zucc.) Gord]. <i>L. x eurolepis</i> A. Henr. <i>L. occidentalis</i> Nutt.	Mélèze	Europe Japon	3-4	S	S	S	4	2
2.19	<i>Thuja plicata</i> D. Don	Western Red Cedar	Amérique du Nord	2	S	S	S	3-4	3
			Cultivé au R.-U.		S	S	S	3-4	3

Source : norme EN 350-2

poteaux électriques, toitures en régions de pluie abondante), il est recommandé d'effectuer un traitement préventif du bois sous pression pour prolonger sa durée de vie utile.

Les poteaux électriques en Western Red Cedar sont largement utilisés dans l'Ouest canadien et dans la région du nord-ouest des Etats-Unis. Ces poteaux reçoivent pratiquement toujours un traitement préventif complet afin de protéger l'aubier. Dans l'Ouest canadien, les bardeaux de toiture sont également fréquemment traités avec des produits de préservation. Contrairement aux techniques de construction en usage au début du XX^e siècle, il est maintenant courant de ne plus utiliser de revêtement jointif sous les bardeaux, mais de les clouer directement sur le revêtement de toiture. Dans les zones à importantes précipitations, cela signifie que le bois reste humide plus longtemps, ce qui épuise les matières extractibles du bois et le risque de pourriture devient important. Bien que le bois de cœur du Western Red Cedar soit très imperméable, la pénétration longitudinale des produits de préservation peut se faire à la base des bardeaux, là où la disparition des matières extractibles du bois est la plus rapide et où la pourriture peut démarrer rapidement compte tenu de l'exposition aux intempéries (Morris *et al.*, 1995). La norme EN 350-2 (tableau 6) indique les classes de traitabilité de différentes espèces sur la base d'observations générales associées aux procédés de traitement sous pression/sous vide partiel. Le bois de cœur du Western Red Cedar se trouve dans les classes 3 (difficile à traiter) à 4 (très difficile à traiter), ce qui est également le cas de la grande majorité des conifères d'Europe ou d'Amérique du Nord.



Les bardeaux de toit sont fortement exposés aux rayons ultra-violet (UV) et le bois s'érode lentement sous l'action de ces rayons (rayonnement solaire) (Swan *et al.*, 1988). Des études sur le sujet ont mis en évidence une vitesse d'érosion d'environ 1 mm sur 8 ans pour les bardeaux exposés au sud sur le site-témoin de l'Université de la Colombie-Britannique à Haney, C.-B. (Byrne *et*

al., 1987). Morris *et al.* (1995) ont démontré que les traitements de préservation à base de cuivre et de chrome diminuent l'érosion de surface des bardeaux.

Résistance aux termites et aux perce-bois

La résistance naturelle du Western Red Cedar aux attaques de termites dépend des espèces de termites, des autres bois environnants et des conditions d'alimentation. Le Western Red Cedar n'est pas, pour les termites, une « nourriture de prédilection », c'est-à-dire que les termites n'attaqueront pas le Western Red Cedar s'ils ont accès à d'autres espèces de bois moins résistantes. Toutefois, le Western Red Cedar sera attaqué si les termites ne trouvent pas d'autres sources d'alimentation (Carter et Smythe, 1974 ; Mannesmann, 1973, Su et Tamashiro, 1986). Le taux de mortalité des termites se nourrissant de Western Red Cedar est très élevé.

La résistance aux perce-bois et termites de toutes les espèces de conifères figurant dans la norme EN (tableau 6) est classée « Susceptible ». Toutefois, le Western Red Cedar résiste clairement aux termites. Lin et Chang (1999), dans la référence mentionnée sous Durabilité, firent d'autres essais de non-choix suivant la norme ASTM D 3345-74, de résistance au coptotermite de Formose (*Coptotermes formosanus* Shiraki), l'un des termites les plus agressifs au monde.

La perte de poids du Western Red Cedar a été la même que pour le faux cyprès de Formose et le cèdre à rayons de Taiwan, mais le Western Red Cedar s'est montré moins résistant que le cyprès jaune dont la perte de poids a été la plus faible des quatre bois durables. Sur la base d'un échantillonnage important de bois de cœur de sept espèces différentes, le Western Red Cedar a obtenu la cote « très résistant » ainsi que cinq autres espèces de bois naturellement durables, y compris le hinoki et le cyprès jaune (Suzuki et Hagio, 1999). Lors de cet essai, les termites (*C. formosanus*) avaient accès à d'autres sources de

nourriture, telles des espèces non résistantes et des produits de panneautage qui furent consommés les premiers.

Dans une étude en laboratoire, (Su et Tamashiro, 1986) qui étudiaient la susceptibilité de six espèces de bois aux attaques du coptoterme de Formose (*C. formosanus*), le Western Red Cedar et le séquoia se sont montrés les plus résistants ou les moins préférés de ce termite, comparés au pin d'Oregon, au pin ponderosa, à l'épinette d'Englemann et au Western Hemlock. Environ 50 % des termites nourris exclusivement de Western Red Cedar moururent après trois semaines. Toutefois, dans la nature, où les facteurs de résistance avaient pu être diminués par des micro-organismes et où les termites avaient accès à d'autres sources de nourriture et avaient survécu, le séquoia et le Western Red Cedar étaient sévèrement endommagés.

Dans un autre essai, Mannesman (1973) exposa 21 différentes espèces de bois aux attaques des *C. formosanus* et *Reticulitermes virginicus* (Banks). Dans des conditions de choix et de non-choix du bois, les deux espèces de termites ont préféré le Western Red Cedar à beaucoup des autres espèces.

Carter et Smythe (1974) ont exposé des morceaux de bois de cœur de Western Red Cedar aux attaques du *Reticulitermes flavipes* (Kollar) dans des conditions de choix et de non-choix du bois. Les morceaux provenaient de deux planches différentes provenant d'un parc à bois. Les auteurs ont obtenu des résultats très différents pour les deux planches. Indépendamment des conditions de l'expérimentation, choix ou non-choix, une planche s'est montrée plus susceptible que l'autre aux attaques des termites. Dans le cas d'une planche, 60 % des termites étaient toujours vivants après huit semaines de consommation de Western Red Cedar ; pour l'autre planche, pratiquement tous les termites étaient morts après seulement quatre semaines.

Effets sur la santé

Le bois massif de Western Red Cedar peut être utilisé en toute sécurité pour la manipulation des aliments. Il est utilisé depuis fort longtemps pour la fabrication des récipients pour la cuisson et des récipients d'entreposage des aliments par les Premières nations en Colombie-Britannique. Depuis quelques années, la cuisson des poissons sur des planches de Western Red Cedar est devenue une expérience gastronomique populaire. Les matières extractibles du bois du Western Red Cedar, toxiques pour les champignons du bois et les insectes, sont fermement retenues dans le bois. On peut les extraire, mais, pour ce faire, il faut réduire le bois en fine poussière, puis le faire bouillir dans un solvant pour obtenir une solution de ces produits. Certaines des matières extractibles volatiles du Western Red Cedar s'évaporent de la surface du bois dans un sauna, mais elles ne sont pas considérées dangereuses pour les humains.

La dermatite par contact avec le Western Red Cedar est rare, mais elle peut être causée par exposition au bois de cœur du Western Red Cedar ; elle a été attribuée à la thuyaplicine γ et au 7-hydroxyisopropyletropolone (Beaumont et al., 1973).



Le Western Red Cedar n'est pas un « bois de prédilection » des termites.... Ils ne s'y attaqueront pas s'ils ont accès à d'autres sources de nourriture.

Des cas d'allergie au Western Red Cedar ont été rapportés (Minore, 1983). Comme c'est le cas pour d'autres variétés de bois, il semble que la plupart des problèmes de santé rapportés comme ayant été causés par le Western Red Cedar sont associés à l'inhalation de sciure fine. Il faut un contact entre la sciure et les muqueuses pour que la réaction allergique se déclenche. L'asthme ou la rhinite (inflammation de la muqueuse du nez) peuvent quelquefois se développer après exposition à la sciure (Mitchell et Chan-Yeung, 1974). La présence de sciure dans les muqueuses des yeux et du nez fait éternuer et pleurer certaines personnes (Chan-Yeung M., 1994). Des symptômes, tels la toux nocturne et l'asthme peuvent être différés, mais persister pendant des jours ou des semaines après l'exposition. L'acide plicatique, l'élément non volatil le plus important des matières extractibles du bois du Western Red Cedar, a été identifié comme l'allergène responsable (Mitchell et Chan-Yeung, 1974). Cette affirmation a été confirmée plus récemment par Frew *et al.* (1993) qui ont constaté que, chez la plupart des patients atteints « d'asthme du Western Red Cedar », l'acide plicatique libérait l'histamine des cellules des bronches.

Seulement 2 à 5 % des personnes développent une sensibilité allergique à l'un ou à plusieurs des composés se trouvant dans le bois, généralement par inhalation de poussière de bois (Woods et Calnan, 1994). L'incidence des problèmes de santé causés par le bois et ses dérivés (telle la sciure) est faible comparée aux autres matériaux industriels (Bolza, 1980). Néanmoins, compte tenu que la poussière de bois fine a été identifiée comme un irritant/sensibilisant concérigène pour les humains, des précautions doivent être prises pour éviter l'exposition, en particulier en ce qui concerne les yeux et le système respiratoire. Une bonne hygiène du travail exige que des mesures d'ingénierie soient mises en place, là où cela est possible sur le lieu de travail, pour ramener les niveaux d'exposition sous les limites. Les endroits exposés à toutes sortes de sciures doivent être

bien ventilés et la sciure évacuée par un dispositif monté sur la machine la produisant. Des masques respiratoires peuvent être utilisés dans certaines conditions (OSHA, sans date).

Il a été constaté qu'un extrait aqueux de bois de cœur de Western Red Cedar avait un effet antagoniste sur la croissance d'un grand nombre de bactéries et de champignons même après une ébullition prolongée (Southam, 1946). L'administration de doses importantes de cet extrait à des souris n'a pas eu de conséquences désastreuses.

Propriétés mécaniques

Les données provenant d'essais de résistance de petits spécimens nets de défauts visibles ont été la base traditionnelle pour obtenir les caractéristiques mécaniques admissibles du bois d'œuvre et sont toujours utilisées pour établir les contraintes admissibles (non couvertes par les méthodes de « in-grade testing ») telles la compression transversale et le cisaillement axial. Les caractéristiques de résistance moyenne du Western Red Cedar déterminées par les essais de résistance standard de petits spécimens nets de défauts visibles à l'état vert (Jessome, 1977) sont présentées au tableau 7. Ces caractéristiques de résistance ne s'appliquent qu'au Western Red Cedar cultivé au Canada. Les valeurs, ramenées en conditions de séchage à l'air (12 % de teneur en humidité) sont également indiquées. Les informations et les principes de conversion des valeurs de résistance standard pour le bois net de défauts visibles en contraintes admissibles pour le calcul se trouvent dans le *Annual Book of Standards*, section 4, D-2555 (1996) de l'American Society for Testing and Materials.

Au milieu des années 1970, le professeur Borg Madsen de l'Université de la Colombie-Britannique suggera que les valeurs admissibles pour le bois scié soient basées sur des essais avec du bois surdimensionné (Barrett et Lau, 1994). Cette idée est à la base du concept du « in-grade testing » qui produit des données très proches de la tenue des produits en conditions d'utilisation. Aucun essai « in-grade testing » n'a été fait sur le Western Red Cedar parce qu'il s'agit d'un bois spécial qui n'est pratiquement pas utilisé pour les chevrons ou les charpentes légères structurales. Néanmoins, le Western Red Cedar a été regroupé avec les « essences peu exploitées »

sous l'appellation commerciale « espèces du Nord » dans le but de pouvoir attribuer des valeurs de résistance aux diverses catégories de Western Red Cedar classées suivant les critères de la Commission nationale de classification des sciages (NLGA). Le groupe des « espèces du Nord » comprend toutes les espèces non incluses dans l'une des trois combinaisons d'espèces principales (S-P-F, Pruche-Sapin, D-Sapin-L) classées suivant les règles de la NLGA (Conseil canadien du bois 2001). Les résistances et les modules d'élasticité pour les poteaux et les poutres en Western Red Cedar se trouvent également dans le Wood Design Manual (Conseil canadien du bois 2001).

TABEAU 7
Propriétés mécaniques du Western Red Cedar basées sur des échantillons de bois et de défauts visibles* (d'après Jessome, 1977)

	Degré d'humidité	Nombre d'échantillons	Vert	Séché à l'air	
	Densité relative		0,312 ^a	0,339 ^b	
Flexion statique	Contrainte à la limite de proportionnalité (MPa)	204	21,4 (19,9)	34,4	
	Module de rupture (MPa)	204	36,5 (13,2)	53,8	
	Module d'élasticité (MPa)	204	7 240 (12,7)	8 270	
Flexion dynamique	Chute d'un marteau de 22,7 kg à rupture complète	100	410 (23,0)	430	
Compression axiale	Contrainte à la limite de proportionnalité (MPa)	108	15,9 (17,6)	27,4	
	Résistance maximale à la rupture en compression (MPa)	406	19,2 (15,1)	33,9	
	Module d'élasticité (MPa)	108	8 070 (13,4)	9 100	
Compression transversale	Contrainte à la limite de proportionnalité (MPa)	114	1,92 (28,4)	3,43	
Dureté	Charge nécessaire pour incruster une bille de 11,3 mm jusqu'à la moitié du diamètre (N)	Côté	222	1 180 (20,1)	1 470
		Bout	111	1 920 (16)	3 000
Cisaillement axial	Contrainte maximale (MPa)	72	4,80 (13,8)	5,58	
Traction transversale	Contrainte maximale (MPa)	72	1,64 (26,9)	1,46	

Les nombres entre parenthèses sont les coefficients de variation dérivés des essais de petits échantillons nets de défauts visibles à l'état vert, mais qui s'appliquent également au Western Red Cedar séché à l'air.

a Densité relative de base (poids séché au séchoir/volume à l'état vert)

b Densité relative nominale (poids séché au séchoir/volume séché à l'air)

UTILISATIONS FINALES

Aperçu

Les propriétés exceptionnelles du Western Red Cedar permettent des utilisations finales différentes de celles des autres essences résineuses.

Le Western Red Cedar est réputé pour sa résistance naturelle à l'humidité, à la pourriture et aux dommages causés par les insectes.

De par sa durabilité naturelle, il se prête particulièrement bien aux usages en extérieur :

t o i t s ,
revêtements
m u r a u x ,
s o f f i t e s ,
portiques,
clôtures,
châssis de
f e n ê t r e s ,
terrasses, fenêtres
et huisseries. C'est

le matériau privilégié pour les applications extérieures dans lesquelles il faut allier la stabilité et la durabilité à un aspect naturel, des

bardages aux terrasses en passant par les clôtures, les jardinières, les moustiquaires, les abris et les meubles de jardin. Vu la richesse de son fil, sa texture et sa couleur, il s'adapte parfaitement à tous les styles, tant traditionnels que contemporains.

À l'intérieur, la stabilité dimensionnelle et l'apparence du Western Red Cedar en font l'essence privilégiée pour nombre d'usages, dont les stores, les lambris, les moulures et les saunas. Sa structure cellulaire comprend des vides d'air qui lui confère un pouvoir isolant supérieur à la plupart des autres bois et bien meilleur que la

brique ou le béton. C'est ainsi que les édifices avec plafonds bardage en cèdre ont tendance à rester plus frais l'été et plus chauds l'hiver. Le Western Red Cedar possède en outre d'excellentes propriétés d'atténuation et d'absorption du bruit et sert donc à la mise en valeur acoustique dans les salles de concert.

Le Western Red Cedar se travaille facilement à l'aide d'outils à main ou de machines-outils. Léger et de manutention et d'installation aisée, il convient aussi bien aux professionnels qu'aux bricoleurs. Il se façonne, se rabote, se ponce, se cloue et se colle bien. Dépourvu de poix et de résine, il forme une excellente base pour maints traitements de finition et, une fois fini, donne une surface rutilante qu'on peut rehausser d'une teinture transparente ou soutenue ou encore de peinture.

Bardage et lambris

L'apparence, la durabilité, le pouvoir isolant et la stabilité dimensionnelle du Western Red Cedar sont les principaux avantages de son utilisation comme revêtement extérieur et intérieur. Sa capacité d'insonorisation et d'amortissement des vibrations en fait un lambris particulièrement





efficace. Il convient à tous les styles architecturaux et à tous les types d'immeubles, qu'ils soient résidentiels, commerciaux ou industriels. On l'utilise très fréquemment dans les saunas pour sa faible conductivité thermique.

Il existe plusieurs types et classes de bardage en Western Red Cedar. Dans le cas du bardage à clin (bevel), le plus répandu des bardages en cèdre, les planches sont refendues en biseau pour obtenir deux morceaux plus épais d'un côté que de l'autre. Le processus de fabrication produit des planches avec un côté à surface brute de sciage. L'autre côté est une surface lisse ou brute de sciage selon la classification et le goût du client. Le bardage à clin s'installe horizontalement et produit un trait d'ombre attrayant qui varie selon l'épaisseur des planches.



Le bardage à clin peut être net de nœuds ou noueux. Le bardage net de nœuds donne une apparence de première qualité. La chaleur et le charme désuet du bardage noueux conviennent parfaitement aux résidences, aux maisons de campagne, aux chalets et à tout autre endroit auquel on désire donner un air rustique. Outre le bardage à clin massif, on fabrique également un bardage à clin abouté. Les joints usinés avec précision sont pratiquement invisibles et plus résistants que la fibre environnante.

Le bardage extérieur ou lambris intérieur à rainure et languette est très répandu à cause de

son cachet et de sa polyvalence. Il peut s'installer à l'horizontale, à la verticale ou en diagonale et chaque méthode produit un effet différent. L'assemblage se fait en principe avec des joints en V, quoiqu'on trouve aussi des joints plats, « à encadrement » ou arrondis. Les divers types de joints et de textures du bardage à rainure et languette produisent tout un éventail d'effets qui rehaussent encore ce matériau à vocations multiples.

Les clins sont fabriqués en plusieurs styles. Le bardage à rainures est un type de bardage à clin très prisé conférant un aspect rustique et pouvant s'installer aussi bien à l'horizontale qu'à la verticale ou en diagonale. Chaque planche recouvre en partie la planche contiguë, ce qui crée une cannelure produisant un trait d'ombre, fournit une excellente protection contre les intempéries et permet un mouvement dimensionnel.

Le bardage planches et lattes est constitué de larges planches nettes de nœuds ou noueuses assez espacées et d'étroits revêtements jointifs recouvrant les joints. Les fabricants mélangent diverses largeurs pour créer différents styles adaptés aux applications à grande ou à petite échelle.

Les publications de la WRCLA intitulées « Specifying Cedar Siding » et « Installing Cedar Siding » (www.cedar-siding.org) contiennent des directives détaillées sur l'installation des divers types de bardage en cèdre sur différents types de murs et de plus amples informations sur les divers types et styles et leurs applications.

Boiseries

Le Western Red Cedar sert couramment à la fabrication de boiseries extérieures comme les planches cornières, les bordures de toit, les plinthes et les encadrements de portes et de fenêtres. Les boiseries en cèdre conviennent à tous les revêtements contemporains et à une vaste gamme de styles architecturaux.

Les boiseries en cèdre peuvent se présenter avec ou sans nœuds. Les boiseries nettes de nœuds constituent la meilleure classe de produits à fil droit et donnent une belle apparence uniforme. Les planches noueuses confèrent une apparence plus rustique.

La publication de la WRCLA intitulée « Specifying Trim Boards » contient des renseignements plus spécifiques sur les diverses tailles et classes dans le commerce.

Terrasses et accessoires

Rien de mieux pour ouvrir son habitation sur l'extérieur, intégrer l'espace habitable au paysage ou moderniser une maison de style traditionnel que d'y ajouter une terrasse.

Le choix du matériau est tout aussi important que la conception de la terrasse et la qualité de la construction. L'attrait, la durabilité naturelle et la stabilité dimensionnelle du Western Red Cedar en font un bois très prisé

pour les terrasses. Alors qu'il faut revêtir d'autres bois de produits chimiques pour les protéger de la pourriture et des dégâts causés par les insectes, le Western Red Cedar est l'un des rares bois à contenir son propre produit de préservation. Il travaille beaucoup moins que les autres essences résineuses, demeure plat et droit et résiste aux fissures. Enfin, comme il ne contient ni poix ni résine, il forme une excellente base pour les enduits protecteurs.

Le Western Red Cedar est un matériau renouvelable exploité selon une politique de gestion durable. La production de matériaux de terrasses en composites à base de plastique nécessite de bien plus grandes quantités d'énergie. Les terrasses en Western Red Cedar restent

agréables même dans les grandes chaleurs. En effet, alors que les terrasses en matériaux plastiques ou composites peuvent s'avérer insupportables en plein été, la faible densité du Western Red Cedar assure la fraîcheur de la surface. A l'encontre de maints autres matériaux durs et raides, les terrasses en Western Red Cedar sont fermes mais souples sous les pieds.

Pour faciliter le choix du bon bois de cèdre pour les terrasses, la Western Red Cedar Lumber Association a établi quatre classes reconnues au sein de l'industrie :

Première qualité net de nœuds (WRCLA Architect Clear) – La meilleure qualité, nette de nœuds. La finesse du fil de son bois de cœur et son apparence parfaite et uniforme satisferont les clients les plus exigeants.

Deuxième qualité net de nœuds (WRCLA Custom Clear) – Nette de nœuds mais présentant plus de fil, cette classe d'aspect plus naturel et « ligneux » est destinée à la conception architecturale de commande.

Première qualité noueux (WRCLA Architect Knotty) – Ce bois au caractère « ligneux » quelque peu rustique présentant des nœuds sains et adhérents plaît aux clients à la recherche de la beauté naturelle et du charme d'une terrasse en bois noueux.

Deuxième qualité noueux (WRCLA Custom Knotty) – Un matériau rustique et économique mais néanmoins conforme à des normes de fabrication élevées : la taille et la qualité des nœuds sont strictement contrôlées.

Outre les classes précitées, le Western Red Cedar se vend sous divers motifs et formats permettant de varier les projets. Il existe par ailleurs tout un éventail de rampes, balustrades, capuchons de poteaux, clôtures, treillis et autres objets décoratifs préfabriqués pour accessoriser les terrasses.





Pour en savoir plus sur le platelage en Western Red Cedar, consultez la publication de la WRCLA intitulée « Specifying Cedar Decking » (www.cedar-deck.org).

Clôtures et portails

Les clôtures en cèdre bien construites et bien entretenues restent belles pendant des années. Qui plus est, les portails en cèdre font bonne impression. Enfin le recours à des matériaux de classe et texture comparables à ceux de la maison garantit une continuité et un équilibre harmonieux.

Pour obtenir des idées d'avant-projet et en savoir plus sur les formats et la classification, consultez la publication de la Western Red Cedar Lumber Association intitulée « Western Red Cedar Fences and Gates » ou visitez le site Web au (www.cedar-outdoor.org).

Gros bois d'œuvre et aménagements paysagers

Les bois de sciage massifs peuvent servir à réaliser plusieurs types de structures aménagées, dont les immeubles à usage commercial, industriel ou résidentiel, et d'aménagements paysagers, dont ponts, tonnelles, pergolas, kiosques, entrepôts et autres. Dans les deux cas, le Western Red Cedar offre les avantages de sa beauté, de sa souplesse de conception, de son exceptionnelle stabilité dimensionnelle et de sa durabilité naturelle.

Pour des renseignements plus spécifiques sur les propriétés mécaniques et physiques et les classifications, consultez les publications de la WRCLA intitulées « Designer's Handbook » et « Specifying Western Red Cedar for Timber Construction and Landscape Structures ».

Maisons en bois rond

Le Western Red Cedar s'utilise énormément dans les maisons en bois rond, comme bois massif ou comme composante des rondins lamellés. Les rondins massifs sont écorcés et usinés pour

produire des morceaux cylindriques ou carrés en coupe transversale, ou même les deux. Le cèdre entre dans la composition de l'extérieur des rondins lamellés pour en améliorer l'esthétique. Les panneaux en Western Red Cedar servent également à incorporer une couche intérieure de mousse isolante pour atteindre un coefficient de résistivité thermique considérablement plus élevé que celui généralement obtenu avec du bois massif (Gorman *et al.*, 1996).

Bardeaux de toit

La légèreté, la stabilité dimensionnelle, le fil droit et la durabilité naturelle du Western Red Cedar en ont fait l'essence de premier choix pour la fabrication des bardeaux. Les bardeaux en Western Red Cedar servent à revêtir les toits ou les murs extérieurs. La norme 0118.1-97 (1997) de l'Association canadienne de normalisation décrit les principaux types et les classes de bardeaux fabriqués à ces fins. La qualité supérieure nécessite des bardeaux en bois de cœur entièrement net et un débit sur mailles.

Les bardeaux de fente (shakes) mesurent généralement environ 60 cm de long, comportent le plus souvent un côté fendu (qui donne au toit un aspect brut texturé) et un côté scié, et ont une patte plus épaisse que les bardeaux ordinaires (shingles). Ceux-ci mesurent généralement entre 40 et 46 cm de long et sont sciés des deux côtés. Dans la plupart des cas, les bardeaux en Western Red Cedar possèdent une bonne longévité à l'état naturel. Toutefois, dans les climats chauds et humides, les zones extrêmement pluvieuses ou certaines conditions susceptibles d'accélérer la pourriture, comme à l'ombre sous les arbres où l'eau qui s'égoutte peut finir par épuiser les matières extractibles fongitoxiques, on peut constater une durabilité réduite à 10 ans pour les toits en Western Red Cedar non traité. Dans ces conditions, il est fortement recommandé d'appliquer un traitement de préservation sous



pression pour accroître la durée de vie du bois. On trouve dans le commerce des bardeaux avec ou sans additifs chimiques et avec ou sans matériau d'ignifugation. L'Association canadienne de normalisation (1997) recommande d'utiliser avec les bardeaux traités des fixations et des solins faits d'un métal résistant à l'effet chimique des traitements de préservation ou d'ignifugation. Les fixations recommandées sont les attaches en acier inoxydable de type 304 ou 316 ou les clous en acier galvanisé par immersion à chaud.

Poteaux

Comme poteau, le Western Red Cedar a pour avantages sa hauteur, son faible poids à l'expédition et la facilité avec laquelle les crampons y pénètrent. Les services publics de l'Ouest canadien et des États américains du Nord-Ouest en font un très grand usage. Quelque 4 500 poteaux en Western Red Cedar sont mis hors service tous les ans dans l'Ouest canadien et recyclés à Vancouver dans une scierie à la demande. Malgré leurs années de service, ces poteaux contiennent encore une grande quantité de bois de cœur sain qu'on transforme en terrasses, en bordures de parterres et en clôtures.

Pâte

Les déchets de scierie du Western Red Cedar sont fréquemment transformés en menus copeaux

destinés aux usines de pâte à papier du littoral brittano-colombien, où ils représentent 15 % de l'approvisionnement total. Les copeaux de cèdre proviennent à environ 90 % des déchets de scierie et à environ 10 % de billes de qualité inférieure dont on ne peut pas faire de produits en bois massif. Le Western Red Cedar joue un grand rôle dans les pâtes spéciales servant à fabriquer les papiers fins. La pâte du Western Red Cedar résulte du procédé kraft et convient particulièrement bien à la fabrication des papiers couchés légers, des papiers impression, écriture et ordinateur, et des papiers minces. Les pâtes pures ou mélangées servent à la fabrication des produits à usages spéciaux tels les linges, masques et sarraus chirurgicaux, qui doivent posséder des propriétés bien particulières.

C'est grâce aux excellentes propriétés de sa fibre que le Western Red Cedar se prête si bien à la papeterie, notamment la minceur de ses parois cellulaires, son aptitude au pliage et sa souplesse, qui favorisent l'agglomération des fibres dans la feuille et produisent un papier résistant à faible porosité, bonne opacité et lissé exceptionnel. Par rapport aux pâtes kraft blanchies tirées du Western Hemlock, du pin d'Oregon et du pin du sud, la pâte du Western Red Cedar occupe la première place pour ses propriétés de roulure, de pliage et de traction et sa plus grande résistance au déchirement (Murray et Thomas, 1961).

Quoique le Western Red Cedar produise une pâte de résineux de qualité supérieure, son utilisation à cette fin pose néanmoins certaines difficultés techniques aux usines de pâte à papier. Sa densité relativement faible donne moins de pâte kraft que d'autres essences, de l'ordre de 60 % par rapport au rendement du pin d'Oregon et de 70 % par rapport à celui de la pruche du Canada (Hatton, 1988). Il se prête mal à la pâte mécanique pour défibreur car il faut blanchir sa pâte pour obtenir un degré de blancheur acceptable pour la fabrication du papier journal. Outre son manque

de blancheur, la pâte au bisulfite se blanchit mal. Sa réduction en pâte exige plus de temps et de produits chimiques que celle du Western Hemlock. Quant au procédé de fabrication de la pâte au bisulfite-anthraquinone, il produit un rendement moindre mais une pâte pouvant atteindre un degré de blancheur ultime acceptable (MacLeod, 1987). Les propriétés corrosives des matières extractibles du Western Red Cedar obligent à revêtir les lessiveurs d'un revêtement en acier inoxydable à l'épreuve de la corrosion. Enfin son écorçage est difficile et son écorce filandreuse pose des problèmes d'exploitation.

Produits de spécialité

Le Western Red Cedar sert à fabriquer toute une gamme de produits de spécialité, dont portes, fenêtres, stores, instruments de musique, boîtes, moulures, meubles de jardin et cabanes à oiseaux. Il existe également des stocks spéciaux à

l'intention des sculpteurs sur bois, menuisiers et autres artisans qui exigent un bois possédant les propriétés particulières du Western Red Cedar. C'est ainsi que dans le domaine des instruments de musique, il sert à fabriquer des caisses de guitares et clavecins en C.-B. et en Europe. Parmi les propriétés faisant du Western Red Cedar un bois idéal pour ces usages figurent sa texture fine, son fil droit, sa bonne résonance et son rapport résistance-poids élevé. Les fabricants de guitares de la C.-B. préfèrent le bois des arbres plus âgés, qui est plus dense, plus rigide et a une texture plus fine.

Un produit d'apparence unique est le contreplaqué recouvert de Western Red Cedar, un revêtement décoratif vendu dans les magasins spécialisés. On

s'est également servi de certains déchets de scierie du Western Red Cedar, dont l'écorce, la sciure et les chutes de bois, pour réaliser autrefois d'autres panneaux dérivés du bois, comme l'aggloméré de bois et les panneaux de fibre, mais ces produits ne sont plus en vente.

En Colombie-Britannique, on procède depuis 1987 à l'extraction et à la vente de l'huile de ses feuilles et de ses branches par distillation par entraînement à la vapeur d'eau. Cette huile aromatique entre dans la composition des parfums et des produits de toilette. On procède également à la production sur petite échelle de l'huile des résidus du bois de cœur par distillation par entraînement à la vapeur d'eau. Les matières extractibles du Western Red Cedar pourraient servir à certaines fins (Barton et MacDonald, 1971) et des recherches sont actuellement en cours sur la commercialisation possible des matières extractibles purifiées.



BIBLIOGRAPHIE

- Allen, E.A., D.J. Morrison and G.W. Wallis. 1996. Common tree diseases of British Columbia. Natural Resources Canada. Canadian Forest Service. 178p.
- American Society for Testing and Materials. 1996. Annual Book of ASTM Standards, Section 4, Construction. D-2555. ASTM, Philadelphia, USA.
- Avramidis, S., F. Liu and B.J. Neilson. 1994. Radio-frequency/vacuum drying of softwoods: drying of thick western red cedar with constant electrode voltage. *For. Prod. J.* 44(1): 41-47.
- Barrett, J.D. and W. Lau. 1994. Canadian lumber properties. Jones, E.D., ed. Canadian Wood Council, Ottawa, ON.
- Barton, G.M. 1962. The phenolics of three western Canadian conifers. Pages 59-79 in Proc., Symp. Plant phenolics group of North America, Aug. 1962, Oregon State Univ., Corvallis, OR.
- Barton, G.M. and B.F. MacDonald. 1971. The chemistry and utilization of western red cedar. *Can. For. Serv., Dept. Fish. and For., For. Prod. Lab., Vancouver, BC.* Publ. No. 1023.
- BC Market Outreach Network. 2003a. Managing BC cedar for the future. *BC Forestry Facts* July 2003. www.bcforestinformation.com.
- BC Market Outreach Network. 2003b. Certifying British Columbia's forest management. *BC Forestry Facts* (undated). www.bcforestinformation.com.
- BC Ministry of Forests. 1995. Seed and vegetative material guidebook. *BC Min. For.*, Victoria, BC.
- BC Ministry of Forests. Annual reports. www.for.gov.bc.ca/mof/annualreports.htm
- Beaumink, E., J.C. Mitchell and J.P. Nater. 1973. Allergic contact dermatitis from cedar wood (*Thuja plicata*). *Br. J. Dermatol* 88(5): 499-504.
- Bolza, E. 1980. Some Health Hazards in the Forest Products Industries. *CONTROL* 6 (1): 7-16.
- BRE. 1977. A handbook of softwoods. Building Research Establishment, For. Prod. Res. Lab., Princes Risborough, Aylesbury, Bucks, England. Report Cl/SfB 1976.
- Brown, P., T. Crowder, A. van Niejenhuis and J. Russell. 2003. Managing western redcedar seed orchards for reduced selfing. *Tree Seed Working Group News Bulletin*. In press.
- Buckland, D.C. 1946. Investigations of decay in western red cedar in British Columbia. *Can. J. Res. C*, 24: 158-181.
- Burns, R.M. and B. Honkala. 1990. *Silvics of North America*. Vol. 1, Conifers. USDA, U.S. For. Serv., Wash., D.C., Agric. Handbk. 654.
- Byrne, A., A. J. Cserjesi and E.L. Johnson. 1987. The protection of roofing materials. A field test of preservative-treated western red cedar shakes. Forintek Canada Corp., Vancouver, BC. Report to the Can. For. Serv.
- Canadian Standards Association. 1999. Preservative treatment of shakes and shingles with chromated copper arsenate by pressure processes. CSA Supplement No. 1 to O80 Series-97, wood preservation: O80S1-99. Etobicoke ON. 3p.
- Canadian Standards Association. 1997. *Western Cedar Shakes and Shingles*. Rexdale, Toronto, ON, CSA Standard 0118.1-97.
- Canadian Wood Council. 2001. *Wood Design Manual - The complete reference for wood design in Canada*. 4th ed. Canadian Wood Council, Ottawa, ON.
- Carter, F. L. and R. V. Smythe. 1974. Feeding and survival responses of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) to extractives of wood from 11 coniferous genera. *Holzforsch.* 28(2): 41-45.
- Cartwright, K. St. G. 1941. The variability in resistance to decay of the heartwood of home-grown western red cedar (*Thuja plicata* D. Donn) and its relation to position in the log. *Forestry* 15: 65-75.
- Chan-Yeung, M. 1994. Mechanism of occupational asthma due to western red cedar (*Thuja plicata*). *Am J Ind Med*; 25: 13-8.
- Cherry, M.L. 1995. Genetic Variation In Western Red Cedar (*Thuja plicata* Donn) Seedlings. University of British Columbia, Vancouver, BC. Dissertation.
- Council of Forest Industries. 2003. *British Columbia forest industry statistical tables 2003*. COFI, Vancouver, BC.

- Council of Forest Industries. 2001. British Columbia Forest Industry Fact Book - 2000. COFI, Vancouver, BC. 72p. Also available at www.cofi.org.
- Cown, D.J. and S.R. Bigwood. 1979. Some wood characteristics of New Zealand-grown western red cedar (*Thuja plicata* D. Donn.) NZ J. For. 24(1): 125-132.
- Curran, M.P. and B.G. Dunsworth. 1988. Coastal western red cedar regeneration: problems and potentials. Pages 20-32 in Smith, N.J. (ed.), Western red cedar - does it have a future? Proc. Conf., July 13-14, 1987, Univ. of British Columbia, Vancouver, BC.
- DeBell, J.D., J.J. Morrell and B.L. Gartner. 1997. Tropolone content of increment cores as an indicator of decay resistance in western red cedar. Wood and Fiber Science. 29(4) 364-369.
- DeBell, J.D., J.J. Morrell and B.L. Gartner. 1999. Within stem variation in tropolone content and decay resistance of second-growth western red cedar. For. Science 45(1) 101-107.
- Duncan, R.W. 1995. Western cedar borer. Can. For. Serv., Pac. For. Cent., Victoria, BC. Forest pest leaflet no. 66.
- Eades, H.W. and J.B. Alexander. 1934. Western red cedar: significance of its heartwood colourations. For. Prod. Labs., Ottawa, ON. Circ. 41.
- El-Kassaby, Y.A., J. Russell and K. Ritland. 1994. Mixed mating in an experimental population of western red cedar, *Thuja plicata*. J. Hered. 85(3): 227-231.
- EN 350-2. 1994. Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe. European standard.
- Englerth, G.H. and T.C. Scheffer. 1954. Tests of decay resistance of four western pole species. U.S. For. Prod. Lab., Madison, WI, Rep. No. 2006.
- Espenas, L.D. 1974. Longitudinal shrinkage of western red cedar, western hemlock, and true fir. For. Prod. J. 24(10): 46-48.
- Farrar, J.L. 1995. Trees in Canada. Fitzhenry & Whiteside Ltd. and Can. For. Serv. in cooperation with Canada Communication Group - Publishing, Supply and Services Canada.
- Feist, W.C. 1977. Wood surface treatments to prevent extractive staining of paints. For. Prod. J. 27(5): 50-54.
- Findlay, W.P.K. and C.B. Pettifor. 1941. Dark colouration of western red cedar in relation to certain mechanical properties. Emp. For. J. 20: 64-72. (For. Prod. Res. Lab. Princes Risborough, Bucks, England).
- Forest Genetics Council of BC. 2002. Business Plan 2002/2003.
- Frew, A., H. Chan, P. Dryden, H. Salari, S. Lam and M. Chan-Yeung. 1993. Immunologic studies of the mechanisms of occupational asthma caused by western red cedar. J. Allergy and Clinical Immunology 92(3): 466-478.
- Freitag, C.M. and J.J. Morrell. 2001. Durability of a changing western red cedar resource. Wood and Fiber Science. 33: 1 69-75.
- Furniss, R.L. and V.M. Carolin. 1977. Western forest insects. USDA For. Serv., Wash., DC. Misc. Publ. No. 1339.
- Gorman, T.M., C.M. Hamanishi and J.R. Callison. 1996. The laminated log industry: an overview of production and distribution. For. Prod. J. 46(3): 80-82.
- Government of BC. 2003. BC Conservation Data Centre: British Columbia Register of Big Trees [Internet]. <http://srmwww.gov.bc.ca/cdc/register.htm#CEDAR>.
- Graff, J.R. and I.H. Isenberg. 1950. The characteristics of unbleached kraft pulps from western hemlock, Douglas-fir, western red cedar, loblolly pine, and black spruce. II. The morphological characteristics of the pulp fibres. Tappi 33(2): 94-95.
- Guernsey, F.W. 1951. Collapse in western red cedar. BC Lumberman 35(4): 44-45, 62.
- Harlow, W.M., E.S. Harrar and F.M. White. 1979. Textbook of Dendrology. 6th ed. McGraw-Hill Book Co., New York, NY.
- Harrar, E.S. 1957. Hough's encyclopaedia of American woods. Vol. I. Robert Speller & Sons, New York, NY.
- Harrington, C.A. and C.A. Wierman. 1985. Response of a poor-site western red cedar stand to pre-commercial thinning and fertilization. USDA, For. Serv., Pac. Northw. For. Range. Expt. Sta., Portland, OR. Res. Pap. PNW - 339.
- Hatton, J.V. 1988. Western red cedar kraft pulps. Pages 164-169 in Western red cedar - does it have a future? Smith, N.J. (ed.), Proc. Conf., July 13-14, 1987, Univ. of British Columbia, Vancouver, BC.

- Higgins, N.C. 1957. The equilibrium moisture content-relative humidity relationships of selected native and foreign woods. *For. Prod. J.* 7(10): 371-377.
- Hosie, R.C. 1969. Native trees of Canada. Can. For. Serv., Dep. Fish. and For., Ottawa, ON.
- Howard, J. and T.D. McIntosh. 1969. Plicatic acid esters. Antioxidants for fats and oils. *Ger. Pat.* 1,910,989.
- Isenberg, I.H. 1980. Pulpwoods of the United States and Canada. Vol. I - Conifers. 3rd ed. Inst. of Paper Chem. Appleton, WI.
- Jessome, A.P. 1977. Strength and related properties of woods grown in Canada. Dep. Fish. and Env. Can., For. Prod. Lab., Ottawa, ON. For. Tech. Rep. No. 21.
- Jin, L. 1987. Detoxification of thujaplicins in living western red cedar (*Thuja plicata* Donn) trees by microorganisms. Ph.D. dissertation, Faculty of Forestry, Univ. of British Columbia, Vancouver, BC.
- Jin, L., B.J. van der Kamp, J. Wilson and E.P. Swan. 1988. Biodegradation of thujaplicins in living western red cedar. *Can. J. For. Res.* 18: 782-786.
- Johansson, C.I., J.N. Saddler, and R.P. Beatson. 2000. Characterization of the polyphenolics related to the colour of western red cedar (*Thuja plicata* Donn) heartwood. *Holzforschung.* 54: 3, 246-254.
- Jozsa, L.A. and R.M. Kellogg. 1986. An exploratory study of the density and annual ring weight trends in fast-grown coniferous woods in British Columbia. Forintek Canada Corp., Vancouver, BC. Contract Rep. No. 028012017/028055010 for Can. For. Serv.
- Kai, Y. and E. Swan. 1990. Chemical constituents contributing to the colour of western red cedar heartwood. *Mokuzai Gakkaishi* 36(3): 218-224.
- Kirbach, E. 1992. Wear of standard steel, cobalt and nickel based alloys and cobalt based tungsten carbides in sawing unseasoned wood. Paper presented at the 2nd International Symposium on Tooling for the Wood Industry held on June 18-19, 1992, Raleigh, NC.
- Kirbach, E. 1996. Exploratory tests for reducing fiber tear in bandsawing unseasoned western red cedar. Forintek Canada Corp., Western Lab., Vancouver, BC. Internal Report.
- Kirbach, E. and T. Bonac. 1977. Cutting unseasoned western red cedar with titanium carbide-coated carbide-tip saws. Proceedings, Fifth Wood Machining Seminar, Univ. of Cal, Berkeley, Richmond CA.
- Kobayashi, Y. 1985. Anatomical characteristics of collapsed western red cedar. I. *Mokuzai-Gakkaishi [J. of Jap. Wood Res. Soc.]* 31(8): 633-639.
- Kobayashi, Y. 1986. Anatomical characteristics of collapsed western red cedar wood. II. *Mokuzai-Gakkaishi [J. of Jap. Wood Res. Soc.]* 32(1): 12-18.
- Kope, H.H., D. Trotter and J.R. Sutherland. 1996. Influence of cavity size, seedling growing density and fungicide applications on Keithia blight of western redcedar seedling growth and field performance. *New Forests* 11(2): 137-147.
- Krahmer, R.L. and W.A. Cote Jr. 1963. Changes in coniferous wood cell associated with heartwood formation. *Tappi* 46(1): 42-49.
- Krajina, V.J., K. Klinka and J. Worrall. 1982. Distribution and ecological characteristics of trees and shrubs of British Columbia. Univ. of British Columbia, Faculty of Forestry, Vancouver, BC.
- Lassen, L.E. and E.A. Okkonen. 1969. Sapwood thickness of Douglas-fir and five other western softwoods. USDA, U. S. For. Serv., For. Prod. Lab., Madison, WI. Res. Paper FPL-124.
- Lewis, H.F. 1950. The significant chemical components of western hemlock, Douglas-fir, western red cedar, loblolly pine and black spruce. *Tappi* 33(6): 299-301.
- Lie, T.T. (ed.) 1992. Structural fire protection. American Society of Civil Engineers Manuals and Reports on Engineering Practice No.28. American Society of Civil Engineers, New York, NY.
- Lin, T.S. and T.T. Chang. 1999. Termite and decay resistance of two imported Canadian and three domestic woods. *Taiwan Journal of Forest Science.* 14: 2. 235-239.
- Lines, R. 1988. Choice of Seed Origins for the Main Forest Species in Britain: Western redcedar. *Forestry Commission Bulletin* 66: 37-38.
- Mackay, J.F.G. and L.C. Oliveira. 1989. Kiln operator's handbook for western Canada. Forintek Canada Corp, Western Lab., Vancouver, BC. Special Publ. No. 31.
- MacLean, H. 1970. Influences of basic chemical research on western red cedar utilization. *For. Prod. J.* 20(2): 48-51.

BIBLIOGRAPHIE

- MacLean, H. and J.A.F. Gardner. 1956. Distribution of fungicidal extractives (thujaplicin and water-soluble phenols) in western red cedar heartwood. *For. Prod. J.* 6(12): 510-516.
- MacLean, H. and J.A.F. Gardner. 1958. Distribution of fungicidal extractives in target pattern heartwood of western red cedar. *For. Prod. J.* 8(3): 107-108.
- MacLeod, J.M. 1987. Alkaline sulphite-anthraquinone pulps from softwoods. *J. Pulp Paper Sc.* 13(2): 44-49.
- Mannesmann, R. 1973. Comparison of twenty-one commercial wood species from North America in relation to feeding rates of the Formosan termite *Coptotermes formosanus* Shiraki. *Mat. Org.* 8(2): 107-120.
- Marshall, D.D. and D.S. DeBell. 2001. Stem characteristics and wood properties: essential considerations in sustainable multipurpose forestry regimes. In Proceedings of Wood Compatibility Initiative Workshop, Washington USA, 4-7 December 2001. General technical report Pacific Northwest Research Station, USDA Forest Service 2002, PNW-GTR-563, 145-149.
- McBride, C.F. 1959. Utilizing residues from western red cedar mills. *For. Prod. J.* 9(9): 313-316.
- McGowan, W.M. and W.J. Smith. 1965. Strength and related properties of western red cedar poles. *Can. Dep. For., Ottawa, ON, Publ. No.* 1108.
- McLean, J. 1998 [updated 1999]. *Trachykele blondeli* (Buprestidae) the western cedar borer [Internet]. Vancouver, BC University of British Columbia Faculty of Forestry. http://www.forestry.ubc.ca/fetch21/FRST308/lab7/trachykele_blondeli/cedar.html.
- McWilliams, J. 1988. What is different and interesting about the manufacture of lumber and roofing products from western red cedar? Pages 161-163 in *Western red cedar - does it have a future?* Smith, N.J. (ed.), Proc. Conf., July 13-14, 1987, Univ. of British Columbia, Vancouver, BC.
- Meidinger, D. and J. Pojar (eds.). 1991. *Ecosystems of British Columbia*. BC Min. For., Victoria, BC. Special Rep. Series No. 6.
- Meyer, R.W. and G.M. Barton. 1971. A relationship between collapse and extractives in western red cedar. *For. Prod. J.* 21(4): 58-60.
- Minore, D. 1983. Western red cedar—a literature review. USDA, Pac. Northw. For. Range Expt. Sta., Portland, OR. Gen. Tech. Rep. PNW-150.
- Minore, D. 1990. *Thuja plicata* Donn ex D. Don. in Burns, R.M. and B. Honkala. 1990. *Silvics in North America*. Vol. 1, Conifers. USDA, U.S. For. Serv., Wash., D.C. Agric. Handbook. 654.
- Mitchell, J.C. and M. Chan-Yeung. 1974. Contact allergy from *Frullania* and respiratory allergy from *Thuja*. *Can. Med. Assoc. J.* 110(6): 653-655.
- Morris, P.I., A. Byrne and J.K. Ingram. 1995. Field testing of wood preservatives in Canada. Performance of western red cedar shakes and shingles. Pages 45-68 in Proc., 16th Annual Mtg., Can. Wood Pres. Assn., Nov. 6-7, 1995. Vancouver, BC.
- Mullins, E.J. and T.S. McKnight (eds.). 1981. *Canadian woods - their properties and uses*. 3rd ed., Univ. of Toronto Press, Toronto, ON.
- Murray, C.E. and B.B. Thomas. 1961. Papermaking characteristics of cedar fiber. *Tappi* 44(9): 633-635.
- National Building Code of Canada. 1995. National Research Council Canada, Ottawa, ON.
- Nault, J.R. 1986. Longitudinal shrinkage in five second-growth western Canadian coniferous woods. Forintek Canada Corp, Western Lab., Vancouver, BC. CFS Report No. 028055010/02 8012017.
- Nault, J.R. 1988. Radial distribution of thujaplicins in old-growth and second-growth western red cedar (*Thuja plicata* Donn.). *Wood Sc. Tech.* 22(1): 73-80.
- Nearn, W.T. 1955. Effect of water soluble extractives on the volumetric shrinkage and equilibrium moisture content of eleven tropical and domestic woods. Pennsylvania State Univ., Coll. Agric., Univ. Park, PA. Bull. #598, School of Forestry Series, No.2.
- Nielson, R.W., J. Dobie and D.M. Wright. 1985. Conversion factors for the forest products industry in western Canada. Forintek Canada Corp., Western Lab., Vancouver, BC. Special Publ. No SP-24R.
- Nurse, R. 1997. Vancouver, BC. Personal Communication.
- Nystrom, M.N.; D.S. DeBell; C.D. Oliver. 1984. Development of young growth western red cedar stands. USDA, For. Serv., Pac. Northw. For. Range Expt. Sta., Portland, OR. Res. Paper PNW-324.

- O'Connell, L.M. 2003. The evolution of inbreeding in western redcedar (*Thuja plicata*: Cupressaceae). University of British Columbia, Vancouver, BC. Dissertation.
- O'Connell, L. M., F. Viard, J. Russell, and K. Ritland. 2001. The mating system in natural populations of western redcedar (*Thuja plicata*). *Can. J. Bot.* 79(6): 753-756.
- Okkonen, E.A., H.E. Wahlgren and R.R. Maeglin. 1972. Relationships of specific gravity to tree height in commercially important species. *For. Prod. J.* 22(7): 37-42.
- Oliver, C.D., M.N. Nystrom and D.S. Debell. 1988. Coastal stand silvicultural potential for western red cedar. Pages 39-46 in *Western red cedar - does it have a future?* Smith, N.J. (ed.), Proc. Conf., July 13-14, 1987, Univ. of British Columbia, Vancouver, BC.
- OSHA. Date unknown. Occupational Safety and health guidelines for wood dust, western red cedar. Occupational Safety and Health Administration. U.S. Department of Labor. www.osha-slc.gov/SLTC/healthguidelines/wooddustwesternredcedar/
- Panshin, A.J. and C. de Zeeuw, C. 1970. Textbook of wood technology. Vol I. 3rd ed. McGraw-Hill Book Co., New York, NY.
- Parker, T. 1986. Ecology of western red cedar groves. Thesis, B. Sc. Eng. Univ. of Idaho, Moscow, ID.
- Peters, G.B., H.J. Dawson, B.F. Hrutfiord and R.R. Whitney. 1976. Aqueous leachate from western red cedar: effects on some organisms. *J. Fish. Res. Board Can.* 33(12): 2703-2709.
- Pojar, J. and MacKinnon, A. (eds.). 1994. *Plants of coastal British Columbia - including Washington, Oregon and Alaska*. BC Min. For. and Lone Pine Publishing. Vancouver, BC.
- Rehfeldt, G.E. 1994. Genetic structure of western redcedar populations in the Interior West. *Can. J. For. Res.* 24(4): 670-680.
- Reukema, D.L. and J.H.G. Smith. 1987. Development over 25 years of Douglas-fir, western hemlock, and western red cedar planted at various spacings on a very good site in British Columbia. USDA, U.S. For. Serv., Pac. Northw. Res. Sta., Portland, OR. Res. Paper PNW-RP-381.
- Richardson L. 1996. Surface flammability of building materials. Forintek Canada Corp. Technote TEC-49E.
- Rijsdijk, J.F. and P.B. Laming. 1994. Physical and related properties of 145 timbers: information for practice. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.
- Roff, J.W.; Atkinson, J.M. 1954. Toxicity tests of a water-soluble phenolic fraction (thujaplicin-free) of western red cedar. *Can. J. Bot.* 32: 308-309.
- Roff, J.W.; Whittaker, E.I.; Eades, H.W. 1963. Decay resistance of western red cedar - relative to kiln seasoning, colour and origin of the wood. *Can. For. Serv., West. For. Prod. Lab., Vancouver, BC. Technote No. 32.*
- Russell, J. 1996 and 2003. BC Min. For., Res. Sta., Cowichan Lake, Vancouver Is., BC. Personal Communication.
- Russell, J.H., H.H. Kope and H. Collison. 2003. Genetic variation in *Didymascella thujina* resistance of *Thuja plicata* in British Columbia. Victoria. BC Min. For. Internal Report.
- Rudman, P. 1962. The causes of nature durability in timber. *Holzforschung* 16(3): 72-77.
- Salamon, M. and J. Hejjas. 1971. Faster kiln schedules for western red cedar and their effect on quality and strength. *Can. For. Serv., Dep. Fish. and For., For. Prod. Lab., Vancouver, BC. Inf. Rep. VP-X-74.*
- Scheffer, T.C. 1957. Decay resistance of western red cedar. *J. For.* 55(6): 434-442.
- Sharpe, G.W. 1974. Western red cedar. *Coll. of For. Resourc., Univ. of Wash., WA.*
- Sherill, S. 1988. Redwood and cedar: recent production and consuming patterns. *Crows Digest* 3(2): 11. Special Rep.
- Smith, J.H.G. 1980. Influences of spacing on radial growth and percentage latewood of Douglas-fir, western hemlock and western red cedar. *Can. J. For. Res.* 10: 169-175.
- Smith, J.H.G. 1988. Influences of spacing, site, and stand density on growth and yield of western red cedar. Pages 71-80 in *Western red cedar - does it have a future?* Smith, N.J. (ed.), Proc. Conf., July 13-14, 1987, Univ. of British Columbia, Vancouver, BC.
- Smith, J.H.G. and A. Kozak. 1967. Thickness and percentages of bark of the commercial trees of British Columbia. Univ. of British Columbia, Faculty of Forestry, Vancouver, BC. Internal Report.

BIBLIOGRAPHIE

- Smith, J.H.G. and A. Kozak. 1971. Thickness, moisture content, and specific gravity of inner and outer bark of some Pacific Northwest trees. *For. Prod. J.* 21(2): 38-40. Tech. Note.
- Smith, J.H.G. and M.L. Parker. 1978. A comparison of X-ray densitometry and binocular microscope methods for measuring tree-ring components of Douglas-fir, western hemlock and western red cedar. *Proc. IUFRO Conf. on Instruments*. Corvallis, OR.
- Smith, R.S. and G.W. Swann. 1975. Colonization and degradation of western red cedar shingles and shakes by fungi. *Mater. Org. Beiheft.* 3: 253-262.
- Smith, W.J. 1970. Wood density survey in western Canada. *Can. Dep. Fish. For., West. For. Prod. Lab., Vancouver, BC. Inf. Rep. VP-X-66.*
- Soegaard, B. 1969. Resistance studies in *Thuja*. *Forstl. Forsogsv. Danm.* 31(3): 287-396.
- Southam, C.M. 1946. The antibiotic activity of extract of western red cedar heartwood. Pages 391-396 in *Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.* (cited in Minore 1983).
- Steer, G. 1995. Bark utilization - landscaping and garden products. Presentation 12 in *Proceedings of Conference on residual wood residue to revenue held on Nov. 7-8, 1995, Richmond, BC. BC Environ./Sc. Council of BC/Logging Sawmilling Journal*
- Stewart, H. 1984. CEDAR - Tree of Life to the Northwest Coast Indians. Douglas and McIntyre Ltd. Vancouver, BC.
- Su, N-Y and M. Tamashiro. 1986. Wood-consumption rate and survival of the Formosan subterranean termite (*Isoptera: Rhinotermitidae*) when fed one of six woods used commercially in Hawaii. *Proc., Hawaiian Entomological Soc., Vol. 26 (March 1):* 109-113.
- Sullivan, T.P. 1992. Feeding damage by bears in managed forests of western hemlock-western red cedar in midcoastal British Columbia. *Can J. For. Res.* 23(1): 49-54.
- Suzuki, K., and K. Hagio. 1999. Termite durability classification of building materials by Formosan termite. *Coptotermes formosanus In. Vol. 2. Proceedings of Pacific Timber Engineering Conference, Rotorua NZ (Ed. G.B. Wallford and D.J. Gaunt). Forest Research Bulletin #212.* 258-263.
- Swan, E.P. 1966. A study of western red cedar bark lignin. *P. & P. Mag. Can.* 67(10): T456 - T460.
- Swan, E.P., R.M. Kellogg and R.S. Smith. 1988. Properties of western red cedar. Pages 147-160 in *Western red cedar - does it have a future?* Smith, N.J. (ed.), *Proc. Conf., July 13-14, 1987, Univ. of British Columbia, Vancouver, BC.*
- USDA. 1952. Computed thermal conductivity of common woods. U.S. Dep. Agric., For. Serv., For. Prod. Lab., Madison, WI. Tech. Note No. 248.
- University of Bonn. 2003. Gymnosperm database: *Thuja plicata* [Internet]. <http://www.botanik.uni-bonn.de/conifers/cu/th/plicata.htm>.
- van der Kamp, B.J. 1975. The distribution of microorganisms associated with decay of western red cedar. *Can. J. For. Res.* 5(1): 61-67.
- van der Kamp, B.J. 1986. Effects of heartwood inhabiting fungi on thujaplicin content and decay resistance of western red cedar (*Thuja plicata* Donn). *Wood and Fiber Sc.* 18(3):421-427.
- van der kamp, B.J. 1988. Pests of western red cedar. Pages 145-146 in *Western red cedar - does it have a future?* Smith, N.J. (ed.), *Proc. Conf., July 13-14, 1987, Univ. of British Columbia, Vancouver, BC.*
- Vourc'h, G., J. Russell and J.-L. Martin. 2002. Linking deer browsing and terpene production among genetic identities in *Chamaecyparis nootkatensis* and *Thuja plicata* (Cupressaceae). *J. Hered.* 93(5): 370-376.
- Wellwood, R.W. and P.E. Jurazs. 1968. Variation in sapwood thickness, specific gravity, and tracheid length in western red cedar. *For. Prod. J.* 18(12): 37-46.
- Williams, R.S.; J.E. Winandy; W.C. Feist. 1987. Adhesion of paint to weathered wood. *For. Prod. J.* 37: 11-12, 29-31.
- Woods, B. and C.D. Calnan. 1976. "Toxic Woods". *Br. Journal of Dermatology.*
- WRCLA. 2001. Designer's handbook. Western Red Cedar Lumber Association Vancouver BC. <http://www.wrcla.org/cedarspecs/designershandbook/physicalproperties.asp>.
- WRCLA. 1994. Specifying cedar siding. Western Red Cedar Lumber Association. Vancouver, BC.



WESTERN RED
CEDAR EXPORT
ASSOCIATION

