

**Identification
d'utilisations pour le
bouleau à papier et le
peuplier faux-tremble**

Dossier CRIQ n° 46366

Rapport final

PARTENAIRE D'INNOVATION

IDENTIFICATION D'UTILISATIONS POUR LE BOULEAU À PAPIER ET LE PEUPLIER FAUX-TREMBLE

Dossier CRIQ 46366

Rapport final

Monsieur Michel Bouchard, aménagiste en gestion intégrée des ressources et coordonnateur
AGENCE DE GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES (AGIR)
1013, rue du Centre sportif
Normandin (Québec) G8M 4L7
Courriel : mbouchard@groupeagir.com

Marc St-Arnaud,
Conseiller industriel

Rédigé par :



Centre de recherche industrielle du Québec

Michel Bouchard, ing.
Analyste en technologie et données
industrielles



Centre de recherche industrielle du Québec
Vincent Vallée
Responsable technique
Direction de l'information stratégique



Centre de recherche industrielle du Québec

Loïc Marchand
Directeur
Direction de l'information stratégique

Le 1^{er} mars 2013



Centre de recherche industrielle du Québec
333, rue Franquet, Québec (Québec) G1P 4C7 **T 418 659-1550** F 418 652-2251
www.criq.qc.ca / infocriq@criq.qc.ca



Le Centre de recherche industrielle du Québec a pour mission de contribuer à la compétitivité des secteurs industriels québécois en soutenant l'innovation en entreprise.

Enseignement supérieur,
Recherche, Science
et Technologie



PRINCIPAL PARTENAIRE FINANCIER DU CRIQ

IDENTIFICATION D'UTILISATIONS POUR LE BOULEAU À PAPIER ET LE PEUPLIER FAUX-TREMBLE

Équipe de projet

Michel Bouchard, ing., analyste en technologie et données industrielles

Vincent Vallée, analyste en technologie et données industrielles

André Boudreault, technicien en technologie et données industrielles

Nancie Carrière, secrétaire

Pour tout renseignement concernant le projet

Responsable technique

Michel Bouchard, ing.

333, rue Franquet

Québec (Québec) G1P 4C7

Téléphone : 418 652-2217

Télécopieur : 418 652-2225

Courriel : michel.bouchard@criq.qc.ca

Conseiller industriel

Marc St-Arnaud

333, rue Franquet

Québec (Québec) G1P 4C7

Téléphone : 418 652-2227

Télécopieur : 418 652-2218

Courriel : marc.st-arnaud@criq.qc.ca

© CRIQ 2013, tous droits réservés.

L'information contenue dans ce document ne peut être utilisée ou reproduite par une tierce partie, à moins d'une autorisation écrite du CRIQ.

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
1. INTRODUCTION	1
2. ÉNONCÉ DU PROJET ET DESCRIPTION DES TRAVAUX	2
3. RÉSULTATS	3
3.1 Utilisations ou applications pour le bouleau à papier (Betula papyrifera)	3
3.1.1 Bois de sciage de qualité feuillue et sciage de billons	5
3.1.1.1 Meubles et ébénisterie, incluant les armoires.....	6
3.1.1.2 Planchers, parquets et escaliers	7
3.1.1.3 Palettes de manutention	7
3.1.1.4 Dormants et traverses de chemin de fer	8
3.1.1.5 Panneaux en bois lamellé-collé	8
3.1.1.6 Menus articles en bois tourné (boutons, épingles, poignées, jouets, etc.).....	9
3.1.2 Bois modifié thermiquement.....	9
3.1.3 Placages et contreplaqués.....	10
3.1.3.1 Poutres de placages de bois lamellés (« Laminated Veneer Lumber – LVL »).....	10
3.1.3.2 Ustensiles, baguettes chinoises, abaisse-langue, bâtons de popsicle, allumettes, palettes pour brasser la peinture, épingles à linge, etc.....	11
3.1.4 Lamelles, copeaux, planures, sciures et fibres.....	11
3.1.4.1 Fabrication de la pâte à papier et des panneaux composites.....	11
3.1.4.2 Production d'énergie et produits énergétiques	12
3.1.4.3 Produits moulés ou extrudés.....	17
3.1.4.4 Charbon de bois	18
3.1.4.5 Composts	18
3.1.5 Extractibles	18
3.2 Utilisations ou applications pour le peuplier faux-tremble (Populus tremuloides michx).....	20
3.2.1 Bois d'œuvre et bois de qualité feuillue	22
3.2.1.1 Meubles et ébénisterie.....	22
3.2.1.2 Cercueils.....	22
3.2.1.3 Panneaux contrecollés / contre-cloués.....	23
3.2.1.4 Moulures décoratives et architecturales	24
3.2.1.5 Composants de portes et fenêtres	24
3.2.1.6 Palettes de manutention	25
3.2.1.7 Cageots, caisses d'emballage et contenants	26
3.2.1.8 Bobines et tourets.....	26
3.2.1.9 Baguettes d'empilage et de séchage du bois.....	27
3.2.1.10 Clôtures à neige ou à sable et piquets d'arpentage	27
3.2.1.11 Couche médiane ou intermédiaire des parquets multicouches	27
3.2.1.12 Lamelles horizontales de stores vénitiens.....	28
3.2.1.13 Kit de saunas.....	28

3.2.1.14 Composants pour articles de sport.....	29
3.2.1.15 Composants pour caisses de sommiers.....	30
3.2.2 Bois modifié thermiquement.....	31
3.2.3 Placage et contreplaqué	31
3.2.3.1 Placages jointés.....	31
3.2.3.2 Poutres de placages de bois lamellés (« Laminated Veneer Lumber – LVL »).....	31
3.2.3.3 Ustensiles, baguettes chinoises, abaisse-langue, bâtons de popsicle, allumettes, palettes pour brasser la peinture, épingles à linge, etc.....	32
3.2.4 Laine, lamelles, copeaux, planures, sciures et fibres	32
3.2.4.1 Fabrication de la pâte à papier, des panneaux composites et du OSL.....	32
3.2.4.2 Laine de bois en vrac ou sous forme de tapis, matelas, coussins, boudins, panneaux, etc.	33
3.2.4.3 Production d'énergie et produits énergétiques	34
3.2.4.4 Produits moulés ou extrudés.....	34
3.2.4.5 Composts	34
3.2.5 Extractibles	34
4. SYNTHÈSE ET CONCLUSION	36
4.1 Utilisations ou applications pour le bouleau à papier (Betula papyrifera)	36
4.2 Utilisations ou applications pour le peuplier faux-tremble (Populus tremuloides michx).....	37
4.3 En résumé.....	37
BIBLIOGRAPHIE	39

LISTE DES PHOTOS

	PAGE
Photo 1 : Bouleau à papier.....	3
Photo 2 : Table en bouleau	6
Photo 3 : Palettes de manutention	7
Photo 4 : Dormants de chemin de fer.....	8
Photo 5 : Panneaux en bois jointé lamellé-collé	9
Photo 6 : Bouleau modifié thermiquement	10
Photo 7 : Poutres de placages de bois lamellés.....	11
Photo 8 : Panneaux composites.....	12
Photo 9 : Différents stades de torréfaction de la biomasse forestière.....	13
Photo 10 : Granules torréfiés obtenus de biomasse forestière	15
Photo 11 : Huile pyrolytique	16
Photo 12 : Produits moulés ou extrudés.....	18
Photo 13 : Peuplier faux-tremble.....	21
Photo 14 : Cercueil en peuplier	23
Photo 15 : Panneaux contre-cloué.....	24

Photo 16 :	Noyaux de portes - panneaux en bois lamellé-collé sur chant.....	25
Photo 17 :	Caisses et contenants.....	26
Photo 18 :	Tourets	27
Photo 19 :	Parquet d'ingénierie – couche médiane	28
Photo 20 :	Sauna	29
Photo 21 :	Noyau de planches à neige et skis.....	30
Photo 22 :	Produits à base de laine de bois	33

LISTE DES TABLEAUX

	PAGE	
Tableau 1 :	Propriétés physiques et de façonnage des essences feuillus.....	4
Tableau 2 :	Comparaison des propriétés des copeaux de bois, des granules de bois, des granules de bois torréfié, du charbon de bois et du charbon minéral	14
Tableau 3 :	Les extractibles du bouleau blanc.....	19
Tableau 4 :	Les extractibles du peuplier faux-tremble.....	35

LISTE DES ANNEXES

- Annexe A : Liste des experts contactés et informations reçues de leur part
 Annexe B : Documents de la bibliographie sur CD

1. INTRODUCTION

Selon le Portrait de la ressource forêt du Saguenay–Lac-Saint-Jean (Plan régional de développement intégré des ressources et du territoire) réalisé par la Commission sur les ressources naturelles et le territoire du Saguenay–Lac-Saint-Jean, l'enfeuillement constitue une problématique importante dans la région. Ainsi, par rapport aux portraits de la forêt préaménagée et naturelle, il y a eu une modification de la composition végétale, soit une diminution des superficies de peuplements résineux au profit des peuplements feuillus et mixtes, dans les sapinières à bouleau blanc et à bouleau jaune.

Or, depuis quelques années, pour diverses raisons, le peuplier faux-tremble et le bouleau à papier sont peu ou pas utilisés par l'industrie. La présence de ces essences dans la plupart des opérations forestières cause différents problèmes de récolte et de régénération pouvant favoriser l'enfeuillement. Vous êtes donc à la recherche d'applications ou d'utilisations intéressantes pour ces deux essences qui sont actuellement, la plupart du temps, laissées sur les parterres de coupe en pures pertes.

C'est dans ce contexte que vous avez contacté quelques spécialistes du Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) pour leur faire part de votre besoin. La présente étude a été réalisée pour répondre à celui-ci.

2. ÉNONCÉ DU PROJET ET DESCRIPTION DES TRAVAUX

L'objectif principal de l'étude proposée consistait donc à réaliser une revue de la littérature sur les applications ou utilisations d'intérêt pour le bouleau blanc (à papier) et le peuplier faux-tremble de votre région, si possible à haute valeur ajoutée et à grands volumes.

Pour atteindre cet objectif, les travaux suivants ont été réalisés :

- ↗ Revue de la littérature interne et externe (banques de données, Internet, périodiques, ouvrages de référence, etc.) en vue de trouver et d'obtenir les documents pertinents publiés récemment, c'est-à-dire après 2005, portant sur les applications ou utilisations d'intérêt pour le bouleau blanc et le peuplier faux-tremble. Cette revue de la littérature couvrira principalement l'Amérique du Nord.
- ↗ Identification et contact de quelques experts (une dizaine au maximum) œuvrant au sein d'organismes ou d'entreprises spécialisées dans le domaine des produits forestiers.
- ↗ Analyse sommaire des informations obtenues et rédaction d'un bref rapport synthèse.

3. RÉSULTATS

Dans les sections et sous-sections suivantes, les différentes applications ou utilisations pour le bouleau à papier et le peuplier faux-tremble sont passées en revue. Dans un premier temps, on se penche sur celles qui sont applicables au bouleau, puis on considère celles qui concernent le peuplier.

3.1 UTILISATIONS OU APPLICATIONS POUR LE BOULEAU À PAPIER (BETULA PAPYRIFERA)

Le bouleau est originaire des régions boréales, notamment de la Russie dont il est l'arbre emblème, s'étendant des marges de l'Europe centrale jusqu'aux confins de la Sibérie, au nord de l'Asie. Du nord au sud, dans ses limites extrêmes, on le trouve encore de l'Islande à la Sicile. Tandis qu'il est considéré comme un arbre élégant en Europe, en raison de la blancheur habituelle de son tronc et de ses lignes allongées, il est plutôt considéré comme un arbre commun au Canada, où l'on aurait tendance à le voir comme une espèce moins digne d'intérêt tant il est répandu. Une exception cependant au Québec, où il figure comme le symbole discret d'une province aux origines différentes, et au Chili, où le bouleau est l'arbre sacré de la nation autochtone Mapuche. Habituellement mélangé parmi les peupliers, l'érable et les conifères, le bouleau, arbre vénéré des Premières Nations et pilier de la civilisation autochtone, offre une richesse d'utilisation étonnante pour divers métiers. Son nom remonte à l'antiquité, sans doute du mot Sanscrit « Bhurga » qui signifie « l'arbre qui sert à écrire ».

Photo 1 : Bouleau à papier



Source : www.fr.123rf.com

Le bouleau blanc est un arbre qui atteint en général une hauteur de 30 mètres et un diamètre de 25 à 35 cm (10 à 15 pouces). Il peut vivre jusqu'à 200 ans. Cependant, la coupe de bois ne lui laisse généralement qu'une espérance de vie d'une vingtaine d'années tout au plus. En effet, il pousse rapidement et parvient assez vite à maturité. Son bois est d'un blanc crémeux, mais le duramen est souvent brunâtre. Les cernes annuels sont pâles et la texture est fine et uniforme. Séché à l'air, le bois pèse 640 kg/m³ (40 lb/pi³). Ses propriétés mécaniques sont inférieures à celles du bouleau jaune (merisier) et sa cote dynamique est très faible à l'application d'une charge soudaine. Il sèche d'une manière satisfaisante; son retrait est assez considérable. Son aptitude à l'usinage est à peu près la même que celle du bouleau jaune. Il est relativement facile à coller. Sa durabilité naturelle est faible dans des conditions favorisant la pourriture.

Tableau 1 : Propriétés physiques et de façonnage des essences feuillues

Propriétés physiques	Érable à sucre	Érable rouge	Bouleau jaune	Bouleau blanc	Chêne rouge	Chêne blanc	Frêne blanc	Hêtre	Tilleul	Tremble	Cerisier	Noyer
	Densité nominale	0,659	0,545	0,608	0,571	0,612	0,676	0,613	0,667	0,417	0,408	0,551
Densité kg/m ³	740	610	670	640	690	750	690	750	460	450	610	660
Dureté	7290	4380	5930	4320	6170	7130	7050	6490	2140	2140	4630	5910
Résistance de flexion (MP)	115	97,6	106	94,8	98,7	121	108	116	60,8	67,6	87,1	103
Module d'élasticité / rigidité (MP)	14100	11100	14100	12900	11900	15500	12800	14000	9450	11200	11900	13100

Propriétés de façonnage	Érable à sucre	Érable rouge	Bouleau jaune	Bouleau blanc	Chêne rouge	Chêne blanc	Frêne blanc	Hêtre	Tilleul	Tremble	Cerisier	Noyer
	Usinabilité	Excellent	Très bon	Excellent	Très bon	Excellent	Bon	Très bon	Bon	Très bon	Bon	Excellent
Stabilité	Bon	Bon	Bon	Bon	Très bon	Excellent	Très bon	Bon	Bon	Passable	Bon	Excellent
Collage	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Très bon	Très bon	Bon	Très bon	Excellent
Sablage	Très bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Passable	Très bon	Bon	Passable	Excellent	Très bon
Rétention des vis et clous	Bon	Passable	Bon	Bon	Excellent	Passable	Bon	Passable	Passable	Passable	Passable	Passable
Tenue de la peinture	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Excellent	Bon	Excellent	Bon	Bon	Bon
Teinture	Bon	Très bon	Très bon	Très bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Très bon	Bon

Source : Adapté de [Bureau de promotion des produits du bois du Québec \(QWEB\)](#) (consulté 2013-02)

Bon marché, du fait qu'il pousse un peu partout (faible influence de la qualité du sol sur sa croissance), c'est par conséquent l'un des bois de chauffage les plus courants. Avec la présence de son écorce, il s'enflamme rapidement et brûle en procurant une chaleur intense et soutenue.

Deux caractéristiques importantes nuisent grandement au bouleau à papier en ce qui concerne sa transformation primaire : la vulnérabilité de l'arbre et celle des bois abattus. La vulnérabilité du bouleau blanc aux coupes partielles et aux dégagements après l'âge de 50 ans entraîne un dépérissement progressif de l'arbre, ce qui diminue considérablement la qualité des tiges et, conséquemment la qualité du bois. Une meilleure planification des interventions et des méthodes de coupe semble être une avenue permettant de réduire ce dépérissement des tiges.

La vulnérabilité des bois abattus se traduit dans le cas du bouleau blanc par l'échauffement du bois. Cette détérioration, qui peut causer près de 25 % de pertes en volume, est particulièrement importante lorsque le bois est abattu entre mai et septembre (bois « en sève »). Afin d'éviter ces problèmes d'échauffement, deux solutions semblent être envisageables :

- ✦ Garder les billes mouillées en permanence, en les immergeant ou encore en les arrosant;
- ✦ Contrôler l'approvisionnement afin de transformer les billes dans des délais très courts (une à deux semaines).

3.1.1 BOIS DE SCIAGE DE QUALITÉ FEUILLUE ET SCIAGE DE BILLONS

Le bois du bouleau à papier est scié selon le classement de la « National Hardwood Lumber Association – NHLA »), c'est-à-dire selon la quantité de bois clair se retrouvant sur une surface.

Au Québec, le sciage des feuillus peut être catégorisé en deux principaux types : le sciage conventionnel et le sciage non conventionnel. Le premier type vise à produire des bois bruts destinés à une transformation secondaire. Le sciage non conventionnel, quant à lui, vise le débitage de billes et, directement, sans passer par le sciage en grades NHLA, la fabrication de composants de meubles, de lattes de plancher et de palettes de manutention. Ce type de sciage utilise des billes considérées comme impropres au sciage (qualité pâte), qu'on appelle billons.

On entend par le terme billon, des billes qui ne correspondent pas aux critères de qualité sciage et que l'industrie du sciage classique rejette. Les billons peuvent être des billes saines, sans défauts apparents, mais ne présentant pas les dimensions minimales requises pour entrer dans les grades de sciage. Les billes plus grosses sont quant à elles coupées à une longueur bien souvent inférieure à 2,44 m (8 pi) dans le but de réduire les coudes et les courbures et aussi éliminer des défauts majeurs comme la pourriture ou les fourches.

Voyons maintenant quelques utilisations des sciages du bouleau blanc.

3.1.1.1 Meubles et ébénisterie, incluant les armoires

L'industrie de l'ameublement et celle des armoires constituent des marchés intéressants pour l'utilisation du bouleau blanc. La plupart des industriels emploient cette essence en mélange avec le bouleau jaune (aussi appelé merisier), et ce, dans des proportions variant entre 3 et 40 %. La tendance des dernières années est à l'augmentation des quantités relatives de bouleau à papier, en raison d'un approvisionnement plus constant en volume et du fait que certains fabricants préfèrent le bouleau blanc dans leur production de meubles et d'armoires au fini naturel, pour sa teinte uniforme qui convient mieux dans ces cas-là.

La qualité du bois, principalement due à sa teinte et à sa texture uniformes, en fait une essence intéressante pour ces deux marchés. On l'utilise pour diverses pièces comme les membrures, les moulures, le dessus des meubles et des sièges de chaises et autres composants du même genre. Comme le bouleau blanc est facile à usiner, il est particulièrement intéressant pour la fabrication de plusieurs composants de meubles qui sont des pièces tournées.

Photo 2 : Table en bouleau



Source : [IKEA](#)

Pour ces applications, seules les qualités Sélect et #1 Commun sont acceptées. Le bois doit être clair de nœuds et avoir un taux d'humidité inférieur à 10 % environ. Depuis quelques années, l'usage de billons pour la fabrication de composants de meubles et d'armoires s'avère des avenues très intéressantes. En effet, les billons de haute qualité sont tout indiqués pour ce type de marchés. Bien qu'ils soient généralement sciés à 1,22 mètre (4 pi), il reste qu'ils sont le plus souvent dépourvus de défauts. Le sciage de billons pour la fabrication de composants de meubles et d'armoires est sans doute une avenue présentant un grand potentiel de développement.

3.1.1.2 *Planchers, parquets et escaliers*

Cette industrie produit des lamelles de plancher, des carreaux de parquets, de même que des composants d'escalier en bois dur. Elle s'approvisionne de bois classé 2C selon les règles de la NHLA. On voit un grand nombre de fabricants utiliser indifféremment le bouleau blanc et le bouleau jaune dans leurs planchers dits en merisier.

Un des critères importants pour cette industrie est la dureté du bois. Or, ce critère n'est pas à l'avantage du bouleau à papier, qui se fait déclasser par plusieurs autres essences feuillues. Toutefois, depuis la mise au point de vernis plus résistants, on observe une plus grande utilisation de cette essence.

3.1.1.3 *Palettes de manutention*

Cette industrie s'approvisionne auprès de deux sources différentes. Les équarris provenant du cœur des grosses billes de qualité. Cette utilisation entre toutefois en compétition avec celle des dormants de chemin de fer, pour lesquels les scieurs obtiennent de meilleurs prix. La seconde source provient de billons, de bas grades, donc d'une matière de très faible qualité. Les meilleurs billons, quant à eux, peuvent servir également à la production de composants de meubles et de lattes de plancher.

L'utilisation du bouleau blanc pour la fabrication de palettes de manutention est sans aucun doute préférable à celle du bois de chauffage et du charbon de bois. En effet, bien que la palette soit un produit de faible valeur, il reste que celle-ci est supérieure à celle des deux autres produits.

Photo 3 : Palettes de manutention



Source : www.techni-contact.com

Les principales qualités exigées pour les billes sont d'avoir une longueur d'au moins 1,12 m (4 pi) et un diamètre minimal de 15 cm, d'être relativement droites et d'avoir été bien ébranchées. En fait, une proportion très importante de ces billes sont de catégorie bois à pâte. Selon la qualité des composants, cette industrie offre deux types de produits : la fabrication de palettes à usage unique, de qualité inférieure, et la confection d'unités réutilisables, de qualité supérieure.

Le bouleau blanc est utilisé pour la fabrication de palettes de manutention au même titre que les autres essences feuillues telles que le tremble, l'érable, le bouleau jaune, le hêtre, le chêne, etc. Il offre toutefois de nombreux avantages pour cette application. En plus d'être une ressource disponible, les petites billes possèdent généralement une rectitude et un bois plus sain que les rondins des autres essences feuillues. Le bois est flexible et résistant, deux caractéristiques recherchées pour les palettes. De plus, le bois est généralement plus tendre que bien d'autres essences utilisées, ce qui rend l'assemblage plus aisé.

3.1.1.4 *Dormants et traverses de chemin de fer*

Le bouleau blanc, comme toutes les autres essences de bois utilisées pour cette application, doit être traité sous pression au CCA ou à la créosote, de manière à pouvoir résister aux intempéries, de même qu'à l'attaque des champignons et moisissures. De plus, des normes et spécifications précises doivent être respectées.

Photo 4 : Dormants de chemin de fer



Source : [Industries JPB](#)

Il s'agit essentiellement d'un marché de remplacement, puisque les nouvelles voies ferrées ne sont pas fréquentes habituellement. Toutefois, le développement du Grand Nord pourrait amener la construction de quelques-unes de ces importantes nouvelles voies et ainsi créer un volume de marché plus considérable pour le bouleau à papier.

3.1.1.5 *Panneaux en bois lamellé-collé*

Le bouleau blanc se prête bien à la fabrication de panneau lamellé-collé, qui se compose de plusieurs « lamelles » de bois assemblées chant contre chant à l'aide d'un adhésif à haut rendement. Les lamelles sont en occurrence des pièces de bois séché, aboutées et classées visuellement ou mécaniquement. Ces panneaux entrent par la suite dans la fabrication de divers produits, comme les meubles, les armoires, les étagères ou bibliothèques, les jouets, etc.

Photo 5 : Panneaux en bois jointé lamellé-collé

Source : [EMPORT OY](#)

Les qualités utilisées sont le Sélect et le #1 Commun, sans nœuds. Les pièces doivent être séchées à un taux d'humidité d'environ 10 %.

Toutefois, dans ce cas-ci également, il est possible d'utiliser des billons de faible qualité qui seront mis en valeur de cette manière. Cependant, les billes doivent avoir une longueur minimale de 1,83 m (6 pi), être saines, ne pas renfermer plus de 3,75 cm (1,5 po) de courbure et posséder un diamètre au fin bout entre 18,75 cm (7,5 po) et 31,25 cm (12,5 po).

3.1.1.6 *Menus articles en bois tourné (boutons, épingles, poignées, jouets, etc.)*

Puisque le bouleau à papier est très facile à usiner, il peut être tourné aisément pour fabriquer divers menus articles, tels que des boutons, des épingles, des poignées d'ustensiles ou d'outils divers, des jouets et autres objets aux formes arrondies comme les bobines, les chevilles, les pinces, cure-dents, baguettes chinoises, etc.

Les qualités utilisées sont le Sélect et le #1 Commun, sans nœuds. Les pièces doivent être séchées à un taux d'humidité d'environ 10 %. Toutefois, dans ce cas-ci aussi, il est possible d'utiliser des billons de faible qualité qui seront mis en valeur de cette manière.

3.1.2 BOIS MODIFIÉ THERMIQUEMENT

Le bouleau à papier réagit très bien aux traitements de modification thermique du bois. Ceux-ci donnent au bois une belle couleur et permettent, entre autres, d'extraire l'humidité du bois et d'améliorer ses caractéristiques, afin d'obtenir un matériau durable, plus stable dimensionnellement parlant, plus esthétique et plus écologique. Toutefois, ses propriétés structurales sont quelque peu réduites (module de rupture plus faible) suite à ce type de traitement qui s'effectue à une température variant entre 160 et 245 °C.

Ces technologies permettent plusieurs autres utilisations à valeur ajoutée pour le bouleau à papier. À l'intérieur, on peut penser aux meubles, aux armoires et vanités, aux parquets de bois solide, aux lambris, aux moulures, aux portes, etc.

Pour ce qui est des applications extérieures, elles deviennent pratiquement illimitées. On n'a qu'à penser aux tables à pique-nique et aux bancs, aux chaises, aux pergolas, tonnelles, passerelles et caillebotis, aux dalles et parois de piscines, aux cabanons et abris de jardin, aux mobiliers urbains et autres mobiliers extérieurs, aux patios, aux saunas, aux bacs à fleurs, aux parcs d'enfants, aux portes extérieures, etc.

Photo 6 : Bouleau modifié thermiquement



Source : [The Creative Flux](#)

3.1.3 PLACAGES ET CONTREPLAQUÉS

L'industrie du déroulage peut être subdivisée en deux catégories, en fonction des produits retirés de la bille. La première est orientée vers la fabrication de placages et de contreplaqués, alors que la seconde utilise des placages pour la confection de menus articles. En raison de sa blancheur et de sa dureté, le bouleau à papier constitue une essence toute désignée pour la production de menus articles, tels que les bâtonnets, abaisse-langue, palettes de peinture, etc.

Les faibles diamètres des billes de bouleau blanc au Québec limitent son usage dans cette industrie. En effet, même si, par rapport au bouleau jaune, le bouleau à papier présente en soi une meilleure qualité du bois (plus faible proportion de fil ondé), et ce, en comparant des billes de qualité égale, la présence fréquente de petits nœuds dans le bois entraîne une baisse de productivité avec cette essence.

Les principales utilisations sont les suivantes :

3.1.3.1 Poutres de placages de bois lamellés (« Laminated Veneer Lumber – LVL »)

Ce produit est constitué de placages séchés, dont l'épaisseur varie de 2,5 à 4,8 mm, qui sont collés et assemblés bout à bout, avec un léger chevauchement des joints biseautés. L'ensemble est pressé à chaud. Après curage, le produit est usiné aux dimensions désirées. Les longueurs varient d'un fabricant à l'autre et peuvent atteindre jusqu'à 24 mètres. Les investissements nécessaires sont considérables.

Le peuplier faux-tremble et le bouleau à papier sont les essences qui peuvent être utilisées à cette fin au Québec.

Photo 7 : Poutres de placages de bois lamellés



Source : [Wikipedia](#)

3.1.3.2 Ustensiles, baguettes chinoises, abaisse-langue, bâtons de popsicle, allumettes, palettes pour brasser la peinture, épingles à linge, etc.

La plupart de ces produits sont utilisés pour la cuisine ou pour nous faciliter la vie, à l'exception des abaisse-langue qui sont utilisés dans le domaine médical.

Ils sont tous fabriqués de la même façon, c'est-à-dire que les billons (billes courtes), d'un diamètre d'au moins 23 cm, sont écorcés, puis déroulés. Par la suite, les placages minces, ou quelquefois les contreplaqués minces sont découpés à l'emporte-pièce en fonction des formes et dimensions du produit fini désiré.

3.1.4 LAMELLES, COPEAUX, PLANURES, SCIURES ET FIBRES

Il existe toute une série d'utilisations pour ces sous-produits du bouleau blanc. En voici quelques-unes :

3.1.4.1 Fabrication de la pâte à papier et des panneaux composites

Les copeaux, lamelles et sciures de bouleau à papier sont une importante source de fibres pour l'industrie des pâtes et papiers et pour celle des panneaux composites, tels que le panneau de lamelles orientées (« Oriented Strand Board – OSB »), le panneau de particules (« Particle Board – PB ») et le panneau de fibres de moyenne densité (« Medium Density Fiberboard –

MDF »). De plus, la fibre très blanche du bouleau à papier est intéressante pour la fabrication de pâte, puisqu'elle nécessite une plus faible quantité d'agent de blanchiment que celle requise avec des essences de résineux.

Photo 8 : Panneaux composites



Source : [Brunel University Press](#)

3.1.4.2 Production d'énergie et produits énergétiques

Même si le pouvoir calorifique du bouleau à papier n'est pas des plus élevés à l'état naturel lorsqu'on l'exprime par unité de volume, par exemple par corde de bois, son écorce prend feu très rapidement (allumage des plus faciles) et il procure une belle flamme intense et une bonne quantité de chaleur. Pour cette raison, il est donc très prisé des utilisateurs de poêle à bois et foyers.

Les copeaux, sciures, planures, écorces et fibres du bouleau blanc peuvent être utilisés tel quel pour la production d'énergie, ou on peut les transformer en particules qui, une fois compressées et extrudées par leur passage dans une matrice, deviennent des granules, briquettes ou bûches de bois densifié, dont le pouvoir calorifique est comparable aux autres essences de bois.

En particulier, on sait que les granules de bois connaissent une popularité grandissante sur la plupart des marchés, mais particulièrement ceux d'outre-mer.

Outre la densification, plusieurs technologies de traitement thermique permettent de concentrer l'énergie contenue dans la biomasse et d'obtenir des produits énergétiques solides, liquides ou gazeux. Elles sont présentées ci-dessous dans un ordre croissant suivant les températures

typiques de réaction atteintes dans les réacteurs mis en œuvre, en débutant par la torréfaction¹ puis la pyrolyse et enfin la gazéification.

Torréfaction

La torréfaction de la biomasse peut être décrite comme une pyrolyse modérée avec des températures de réaction qui sont généralement comprises entre 200 et 300 °C, dans une atmosphère inerte et réductrice, à ou près de la pression atmosphérique. Ce procédé permet de :

- ↗ Réduire la masse de la matière lignocellulosique de près de 30 %, principalement par la libération de composés organiques volatils (COV) condensables (eau, acide acétique, aldéhydes, alcools et cétones) et de gaz non condensables (CO₂, CO et CH₄); et,
- ↗ De conserver 90 % du contenu énergétique initial de cette matière

Photo 9 : Différents stades de torréfaction de la biomasse forestière



Source : North Carolina State University, Agri-Tech Producers LLC, 2008

La torréfaction permet d'obtenir une matière carbonée :

- ↗ avec un taux d'humidité stable, d'environ 1 à 3 %. Elle devient partiellement hydrophobe.
- ↗ dont la teneur en carbone est augmentée de 15 à 25 % en poids. Son pouvoir calorifique passe de 17-19 à 18-23 MJ/kg (pouvoir calorifique inférieur, sec); et,
- ↗ friable, qui requiert 70 % moins d'énergie pour être finement broyée, comparativement à du bois.

¹ Ne pas confondre la torréfaction de la biomasse avec la torréfaction de sciages de bois utilisée à des fins d'esthétique et de stabilité dimensionnelle.

Tableau 2 : Comparaison des propriétés des copeaux de bois, des granules de bois, des granules de bois torréfié, du charbon de bois et du charbon minéral

	Wood chips	Wood pellets	Torrefied wood pellets	Charcoal	Coal
Moisture content (wt%)	30 – 55	7 – 10	1 – 5	1 – 5	10 – 15
Calorific value (LHV, MJ/kg)	7 – 12	15 – 17	18 – 24	30 – 32	23 – 28
Volatile matter (wt% db)	75 – 84	75 – 84	55 – 65	10 – 12	15 – 30
Fixed carbon (wt% db)	16 – 25	16 – 25	22 – 35	85 – 87	50 – 55
Bulk density (kg/l)	0.20 – 0.30	0.55 – 0.65	0.65 – 0.80	0.18 – 0.24	0.80 – 0.85
Vol. energy density (GJ/m ³)	1.4 – 3.6	8 – 11	12 – 19	5.4 – 7.7	18 – 24
Hygroscopic properties	Hydrophilic	Hydrophilic	(Moderately) Hydrophobic	Hydrophobic	Hydrophobic
Biological degradation	Fast	Moderate	Slow	None	None
Milling requirements	Special	Special	Standard	Standard	Standard
Product consistency	Limited	High	High	High	High
Transport cost	High	Medium	Low	Medium	Low

Abbreviations:db = dry basis
LHV = Lower Heating Value

sources: ECN (table, fig.1, 3), Pixelio (fig. 2, 5), ofi (fig. 4)

Source : Kiel, J. , [Torrefaction: Fundamentals, processes and potential](#), ECN, 2012

Ces propriétés améliorées font de la biomasse torréfiée un combustible particulièrement adapté pour la cocombustion dans les grandes centrales électriques au charbon pulvérisé et comme matière première pour la gazéification. D'autres raisons expliquent le potentiel considérable de ce combustible pour les centrales à charbon pulvérisé :

- ↗ Réduction des émissions nettes de CO₂ de près de trois tonnes par tonne de charbon minéral substituée par de la biomasse torréfiée;
- ↗ Réduction significative des émissions des oxydes d'azote et de soufre (NO_x et de SO_x) par rapport à celles produites par la combustion du charbon minéral;
- ↗ Faibles coûts de conversion d'une centrale à charbon minéral pour qu'elle puisse utiliser des granules torréfiés comme cocombustible;
- ↗ Caractéristiques énergétiques de la biomasse torréfiée similaires à celles du charbon minéral; et,
- ↗ Augmentation des pressions réglementaires environnementales forçant de plus en plus les grands producteurs d'énergie à accroître la proportion des sources d'énergie renouvelables (dont la biomasse forestière).

Photo 10 : Granules torréfiés obtenus de biomasse forestière



Source : Verhoeff, F. et al., *TorTech - Torrefaction Technology for the production of solid bioenergy carriers from biomass and waste*, ECN, 2011

Pyrolyse

La pyrolyse est un processus de décomposition thermique des matières résiduelles par réaction endothermique, en absence d'air ou d'oxygène. Il n'y a donc pas de combustion ni de réaction de gazéification. Typiquement, les températures de réaction se situent entre celles de la torréfaction et celles de la gazéification, soit entre 350-900 °C.

Considérée comme la première étape de tout processus de conversion thermique, la pyrolyse permet toujours d'obtenir trois (3) produits distincts :

- ↻ un mélange de gaz légers non condensables, les gaz de pyrolyse;
- ↻ un liquide visqueux, appelé huile pyrolytique ou biohuile; et,
- ↻ une matière carbonée appelée biochar ou biocharbon (carbone fixe et matières inertes résiduelles).

La proportion relative de ces trois (3) produits dépend de la matière résiduelle traitée et des conditions de traitement.

Les gaz de pyrolyse sont généralement réutilisés dans le procédé pour fournir de l'énergie.

L'huile de pyrolyse est un condensat liquide foncé, constitué d'un mélange complexe d'hydrocarbures oxygénés avec une proportion appréciable d'eau, typiquement entre 20 et 30 %. Elle est acide et potentiellement corrosive et peut contenir des matières carbonées solides. Sa composition exacte dépend de la matière première dont elle est issue et des conditions de traitement thermique.

Photo 11 : Huile pyrolytique



Source : *Bioénergie internationale*, Frédéric Douard

Dans sa forme brute, elle est principalement utilisée comme huile à chauffage industrielle et représente une alternative au mazout lourd ou à l'huile moteur usée afin d'alimenter des fournaies industrielles, de même que des moteurs et des turbines stationnaires pour la production d'électricité.

Les dispositifs de combustion installés dans les fournaies industrielles classiques ne conviennent pas à l'utilisation de l'huile pyrolytique. Il faut donc les adapter pour pouvoir utiliser l'huile pyrolytique (encrassement des injecteurs, arrêt de l'alimentation, corrosion chaude provoquant des aspérités sur les ailettes de turbine).

Outre son utilisation pour le chauffage directe, l'huile pyrolytique peut recevoir un traitement pour en faire un biocombustible utilisé dans l'industrie du transport. Elle peut également alimenter des turbines à gaz pour produire de l'électricité. Enfin, son fractionnement peut mener à l'élaboration d'une large gamme de produits chimiques et industriels à haute valeur ajoutée (formaldéhyde, résines, arômes alimentaires...). À noter que l'huile pyrolytique peut constituer une matière première potentielle pour les processus de gazéification.

Le biochar (ou biocharbon) produit peut être considéré comme un combustible si celui-ci n'est pas trop chargé en contaminants. Bien qu'il soit très pauvre en nutriment, le biochar peut également être utilisé en agriculture, intégré sous forme de poudre ou de petits fragments dans des sols acides et pauvres. Il permettrait de les améliorer et de les stabiliser² et se comporterait comme un agent structurant.

Gazéification

La gazéification est un procédé thermique qui permet de convertir, sous l'effet de la chaleur (température à plus de 700 °C) et en présence d'une quantité réduite, mais bien contrôlée d'oxygène³, presque toute matière organique⁴ en un gaz riche en monoxyde de carbone (CO)

² Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment, Chan et al., 2007.

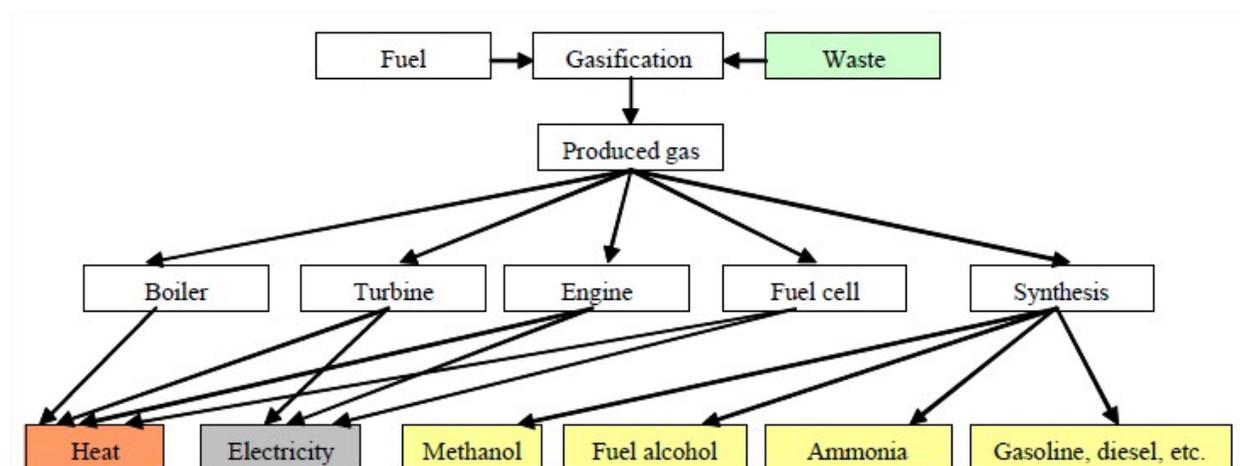
³ Cette quantité d'oxygène ne permet de soutenir qu'une combustion partielle.

et en hydrogène (H₂). Ce gaz de synthèse, appelé aussi syngaz, contient un pourcentage important de l'énergie chimique inhérente à la biomasse à l'entrée du système.

Le principal produit de la gazéification est le syngaz. Il contient environ 20 % d'hydrogène (H₂) et de monoxyde de carbone (CO) et, dans une moindre mesure, du gaz carbonique (CO₂), du méthane (CH₄) ainsi que divers contaminants, comme des particules de charbon, des cendres et du goudron.

Il est souvent destiné à une utilisation immédiate, sur le lieu même, pour la production de chaleur ou de cogénération (électricité et chaleur). Dans ce cas, le syngaz peut être brûlé directement dans une chaudière. Il peut également être utilisé pour alimenter un moteur à combustion interne ou une turbine à gaz afin de produire de l'énergie électrique et de la chaleur. Dans ce cas, le syngaz doit être refroidi et les impuretés retirées afin d'éviter toute détérioration des composants internes. Enfin, le gaz de synthèse peut être valorisé par la synthèse de nombreux produits chimiques et biocarburants, utiles dans le secteur des transports. Cette valorisation est possible grâce à des procédés de transformation thermocatalytiques, dont le procédé Fischer-Tropsch (FT). Le schéma suivant illustre les produits potentiels qui peuvent être obtenus à partir du gaz de synthèse.

Schéma 1: Différentes voies de valorisation du gaz de synthèse



Source : [Polygeneration in Europe – A Technical Report, 2008](#) (consulté 2013-01)

3.1.4.3 Produits moulés ou extrudés

Le bouleau à papier se prête très bien à la fabrication d'objets moulés ou extrudés divers. Les fibres ou particules de bois peuvent être extrudées par leur passage dans une matrice ayant la forme du produit ou de l'objet que l'on désire fabriquer ou elles peuvent être placées dans un moule approprié, après avoir été mélangées à de la résine (colle).

⁴ Presque toutes les matières premières qui contiennent du carbone peuvent être gazéifiées : des déchets de bois, de l'herbe, du fumier, des déchets solides municipaux, etc.

On peut également mélanger les fibres de bouleau blanc avec différentes résines plastiques, habituellement du polyéthylène ou du polypropylène, pour fabriquer des produits en bois-plastique obtenus par extrusion ou par moulage. Un marché se développe du côté des patios, plages de piscines, platelage divers pour l'extérieur. D'autres applications devraient se développer également pour ce nouveau matériau, comme les portes et fenêtres, ainsi que les bardages extérieurs.

Photo 12 : Produits moulés ou extrudés



Sources : Litco.com, Diytrade.com

3.1.4.4 Charbon de bois

Le bouleau blanc, tout comme l'érable d'ailleurs, se prête bien à la production de charbon de bois et possiblement de charbon activé abondamment utilisé dans une foule de procédés de filtration. Toutefois, la fabrication du charbon activé est très technique et demande beaucoup d'investissements.

3.1.4.5 Composts

Évidemment, comme toute matière ligneuse, la fibre du bouleau à papier se prête bien au compostage, d'autant plus que sa décomposition est très rapide dans des conditions favorables. On peut l'utiliser seule, mais on obtient de bien meilleurs résultats lorsqu'on la mélange à d'autres matières putrescibles.

3.1.5 EXTRACTIBLES

Les extractibles forestiers sont des substances se trouvant à l'extérieur des parois cellulaires. Ce sont des molécules libres qui sont rendues disponibles par extraction aux solvants, d'où leur nom.

Leur nature chimique et leurs teneurs varient selon l'espèce et en fonction du site géographique, de la saison, de l'âge et de la partie de l'arbre (bois, feuilles, écorces, branches, racines, etc.).

À peu près tous les extractibles du bouleau blanc sont issus de son écorce, matériel dont le rendement en extractibles est d'environ 15 %. Le tableau ci-dessous donne pour chacun de ceux-ci, leurs propriétés ou leurs activités ainsi que les segments d'affaires auxquels ils s'appliquent.

Tableau 3 : Les extractibles du bouleau blanc

Extractibles/molécules (Famille d'extractible) Tissus d'origine ; Concentration Stade de développement commercial	Propriétés / activités	Utilisation par segments d'affaires
Acide bétulinique (Terpènes) (triterpènes) Écorce ; Concentration : 5,4% Dév. : R&D	Anticancéreuse (mélanome humain) Anti-VIH Bactéricide Antivirale Antiinflammatoire	Pharmaceutique
Bétuline (Terpènes) (triterpènes) Écorce ; Concentration : 72,4% Dév. : Commercialisation	Additif Bactéricide Antivirale Antiinflammatoire Antitumorale Cytotoxique	Cosmétique Nutraceutique Pharmaceutique
Aldéhyde bétulinique (Terpènes) (triterpènes) Écorce ; Concentration : 1,2% Dév. : n/d	Anticancéreuse Anti-VIH	Pharmaceutique
(+)-Catéchine (Polyphénol) Écorce, feuillage, ramilles ; Concentration: 4,8 mg/g de feuillage sec, 1,08 mg/g de ramilles sèches Dév. : n/d	Antioxydante Antistress	Nutraceutique Pharmaceutique
Ester de bétuline (Terpènes) (triterpènes) Écorce ; Concentration : n/d Dév. : n/d	Propriétés thérapeutiques Anticancer Anti-VIH	Pharmaceutique
Lupéol (Terpènes) (triterpènes) Écorce ; Concentration : 5,9 % Dév. : n/d	Antiinflammatoire	Pharmaceutique
Papyrifoside A (Polyphénol) Écorce interne ; Concentration : n/d Dév. : n/d	Anticancéreuse	Pharmaceutique
Platyphylloside (Polyphénol) Écorce interne ; Concentration : n/d Dév. : n/d	Inhibiteur sur la digestibilité chez les ruminants	Non spécifié

Extractibles/molécules (Famille d'extractible) Tissus d'origine ; Concentration Stade de développement commercial	Propriétés / activités	Utilisation par segments d'affaires
(+)-Rhododendrine (Polyphénol) Écorce ; Concentration : n/d Dév. : n/d	Non spécifié	Non spécifié
Salidroside Polyphénol Écorce de branches, ramilles ; Concentration : 3,09 mg/g de ramilles sèches Dév. : n/d	Anxiolytiques	Pharmaceutique
Érythrodiol (Terpène) (triterpènes) Écorce ; Concentration : n/d Dév. : R&D	Anticancéreuse	Pharmaceutique
Acide oléanolique (Terpène) (triterpènes) Écorce ; Concentration : 0,3% Dév. : R&D	Tonicardiaque Antioxydante Antivirale Anticancéreuse Antiinflammatoire	Pharmaceutique

Source : CRIQ

3.2 UTILISATIONS OU APPLICATIONS POUR LE PEUPLIER FAUX-TREMBLE (POPULUS TREMULOIDES MICHX)

Le peuplier faux-tremble atteint normalement une hauteur de 12 à 18 mètres (40 à 60 pieds) et un diamètre de 60 cm (2 pieds). Son aire d'extension est la plus vaste de toutes les essences feuillues du Canada; elle s'étend de Terre-Neuve et du Labrador jusqu'en Colombie-Britannique et au Yukon.

Le bois est pâle et varie du presque blanc au blanc grisâtre. Les cernes annuels sont peu apparents. Normalement de droit fil, sa texture est fine et régulière. En vieillissant, il devient gris pâle avec des reflets argentés. Il pèse 450 kg/m³ (28 lb/pi³). Pour un bois de faible densité, sa résistance à l'usure est remarquablement élevée. Il sèche bien et son retrait est modéré. On doit le travailler avec précaution pour obtenir un fini de qualité, surtout s'il y a présence de bois de tension. On peut facilement en faire des placages. Il se fend difficilement au clouage et retient bien les clous de façon satisfaisante. Il est relativement facile à coller. Sa durabilité naturelle est faible dans des conditions favorisant la pourriture.

Photo 13 : Peuplier faux-tremble

Source : www.fr.123rf.com

Pour les propriétés physiques et de façonnage du peuplier faux tremble, vous êtes invités à consulter le tableau 1 à la section 3.1.

Sa transformation en produits de qualité exige certaines précautions :

- ↗ Récolter les arbres entre les mois d'octobre et de mars, si possible. Pendant la période de végétation, les peupliers perdent plus rapidement leur qualité. De plus, le délai entre l'abattage et la transformation ne doit pas dépasser 4 à 6 semaines, sinon, il y a dégradation rapide du bois.
- ↗ Effectuer un tri afin de destiner les billes de bonne qualité au sciage et les billes de moins bonne qualité aux industries des pâtes et papiers, des panneaux de lamelles orientées (OSB) ou des produits énergétiques (bûches, briquettes, bois densifié, granules, etc.).
- ↗ Prendre en considération la provenance des billes afin de connaître leurs caractéristiques spécifiques.
- ↗ Utiliser le mode de débitage approprié : le débitage sur dosse est traditionnellement réservé aux bois feuillus de qualité. Ainsi si on vise un marché haut de gamme, on utilise cette technique plutôt que la technique réservée aux résineux (équarrisseuse, suivie d'une déligneuse à scies multiples).
- ↗ Utiliser au séchage des chargements dont les sciages ont les mêmes dimensions, les mêmes qualités et une teneur en humidité homogène. De plus, faire un lattage adéquat et avoir un programme de séchage adapté à cette essence en fonction des produits finis visés.

3.2.1 BOIS D'ŒUVRE ET BOIS DE QUALITÉ FEUILLUE

Le bois d'œuvre de peuplier faux-tremble, scié selon le classement de la NLGA (National Lumber Grade Authority), compétitionne celui habituellement connu sous le vocable sapin, pins et épinettes (SPÉ ou en anglais SPF pour *spruce, pine* et *fir*) et est vendu comme tel, pour la construction en général, particulièrement lorsque le prix du SPÉ est élevé. Le bois de colombage (« stud ») de peuplier faux-tremble vert a un prix de vente d'environ 15 % inférieur aux « studs » résineux. Le bois sec a plus de valeur, mais le tremble est difficile à sécher (quelque 110 heures par rapport à 45 heures environ pour les résineux). Le bois de tremble peut également être scié selon le classement NHLA (National Hardwood Lumber Association), c'est-à-dire selon la quantité de bois clair se retrouvant sur une surface.

Voyons, maintenant quelques utilisations des sciages de peuplier faux-tremble :

3.2.1.1 *Meubles et ébénisterie*

Quelques entreprises utilisent du peuplier faux-tremble pour la fabrication de meubles d'appoint comme les étagères pour les téléviseurs, les bibliothèques ou encore les tables de salon. Il sert aussi comme planches à l'intérieur des tiroirs de bureaux ou commodes (les côtés et les fonds essentiellement). Pour ces applications, seules les qualités Sélect et #1 Commun sont acceptées. Le bois doit être clair de nœuds et avoir un taux d'humidité inférieur à 10 % environ.

Toutefois, la plus importante utilisation de cette essence dans l'ameublement est sans aucun doute pour les bâtis ou les autres pièces de structure qui sont non apparentes, comme dans le cas des meubles rembourrés.

3.2.1.2 *Cercueils*

Les composants de peuplier faux-tremble qui sont utilisés pour la fabrication de cercueils sont principalement du Sélect et du #1 Commun. Les principales raisons qui expliquent le choix du tremble est que son bois se teint bien et se confond aisément avec les teintes utilisées pour autres composants et son bas prix, relativement aux autres essences feuillues. On retrouve donc des moulures intérieures et extérieures, des coins, des blocs, des panneaux (sciages collés chant contre chant) pour les côtés et les couverts plats, qui peuvent être fabriqués à partir de peuplier faux-tremble.

Photo 14 : Cercueil en peuplier

Source : [Fournitures Funéraires Victoriaville Inc.](#)

Il s'agit en fait d'une application similaire à celle du meuble, puisqu'on dit souvent que le cercueil est un des plus beaux meubles.

3.2.1.3 Panneaux contrecollés / contrecloués

Les constructions en bois sont de moins en moins construites avec des bois massifs de fortes sections, les éléments de qualité et de grandes sections étant difficiles à obtenir. Désormais, plus spécifiquement dans le nord de l'Europe, les constructeurs font de plus en plus appel aux bois structuraux tels les panneaux contrecollés (Cross-Laminated Timber (CLT)) et les panneaux contrecloués. Ces deux systèmes, qui possèdent à peu de choses près les mêmes caractéristiques, connaissent un succès croissant sur les marchés européens.

La différence essentielle est que, pour le contrecloué, les différentes épaisseurs de planches ne sont pas collées, mais clouées entre elles par des clous en aluminium. Sinon, les deux systèmes sont structurellement très proches, à ceci près que le contrecloué ne peut pas, à l'heure actuelle, être utilisé pour les planchers.

L'utilisation de clous d'aluminium permet la découpe et le façonnage des panneaux par les équipements CNC, sans endommager les outils.

Comme pour les panneaux contrecollés, les murs contrecloués sont des murs en bois monolithiques composés d'un nombre impair de couches de planches, l'orientation de celles-ci étant croisée de 90 degrés, d'une couche à l'autre, comme pour un panneau contreplaqué. Chaque planche est clouée sur le lit précédent conférant à l'élément une très grande rigidité et stabilité dimensionnelle qui permet l'édification d'immeubles en bois de plusieurs étages. Contrairement au CLT, l'assemblage exempt de colle répondra aux normes écologiques les plus strictes.

Dans ces types de produits, qui peuvent potentiellement consommer d'importantes quantités de bois, les couches médianes pourraient possiblement être constituées de planches de bas grade de tremble.

Photo 15 : Panneaux contrecloués



Sources : Stabilame, www.maison-bois-passive-positive.fr

3.2.1.4 Moulures décoratives et architecturales

Les moulures sont des éléments décoratifs servant dans la finition d'un local ou d'un appartement et qui font le contour. Ce sont un ornement qui peut être uni ou modelé avec des motifs différents donnant une touche originale à l'endroit où elles sont installées. On les retrouve principalement comme plinthes et cadres de portes. On peut aussi les utiliser comme matériel d'encadrement (tableaux, miroirs et photographies). Le bois servant à fabriquer des moulures peut être de pleine longueur ou abouté et clair de nœuds, bois Sélect ou #1 Commun. Le taux d'humidité ne doit pas être supérieur à 10 % environ. On utilise le tremble en remplacement du pin blanc et, dans certains cas, du tilleul.

3.2.1.5 Composants de portes et fenêtres

Le bois du peuplier faux-tremble peut très bien être utilisé pour réaliser certains composants de portes et fenêtres qui sont recouverts soit par des bois d'apparence ou encore par de l'acier, de l'aluminium, des plastiques, de la fibre de verre ou des composites. Pour cette application, il n'est pas nécessaire que le bois soit clair de nœuds. Il faut cependant qu'il soit bien séché et d'un bon grade quand même. En particulier, le cadrage des portes métalliques (montants et traverses) s'avère d'un certain intérêt.

Photo 16 : Noyaux de portes - panneaux en bois lamellé-collé sur chant



Sources : [Mediresta](#), [Galaxy Windows](#)

3.2.1.6 Palettes de manutention

La palette de manutention est l'un des principaux produits faits à partir de peuplier faux-tremble. De manière générale, une usine fabrique des composants de palettes qui seront assemblés par la suite dans un centre spécialisé. Ces composants peuvent être des planches, des traverses arcadés, des longerons ou des blocs. Comme il est plus avantageux de transporter des composants plutôt que des palettes, les usines en région préparent les pièces qui seront assemblées à une autre usine près d'un grand centre.

On retrouve deux grandes catégories de palettes : à longerons et à blocs. Ces catégories se subdivisent par la suite en pas moins de 8 types de palettes différentes.

Pour cette application, on peut utiliser des planches de qualités inférieures comme le #2B Commun et le #3 Commun. Des carrés de 4/4 sont également employés. Le produit a sa propre règle de classification.

Les équipements requis pour le clouage et l'assemblage des palettes peuvent être plus ou moins automatisés, dépendamment des volumes de production visés.

3.2.1.7 Cageots, caisses d'emballage et contenants

Cette application est similaire à celle des palettes de manutention, dans ce sens qu'on fait appel aux mêmes grades de bois et que les composants fabriqués sont semblables, essentiellement des planches et des blocs de différentes dimensions.

Le peuplier faux-tremble possède toutes les qualités requises pour les contenants de produits alimentaires, tels que le fromage, le beurre, les aliments cuits ou frais, les fruits et légumes à savoir l'absence de saveur ou d'odeur prononcées. Sa couleur pâle, sa texture douce et son fini lisse sont également des atouts qui améliorent son apparence générale, un critère très important pour les contenants alimentaires.

Il faut remarquer que pour ces produits, on fait appel fréquemment aux contreplaqués et aux placages. Ceux-ci peuvent être fabriqués à partir de déroulage de peuplier faux-tremble.

Photo 17: Caisses et contenants



Sources : [The Pallet Company](#), [Hellopro](#)

3.2.1.8 Bobines et tourets

Il s'agit de dévidoirs sur lesquels sont enroulés des câbles ou du fil pour leur conservation, leur manipulation, leur transport et leur utilisation.

Pour cette application, on peut utiliser aussi des planches de qualités inférieures, habituellement du # 3 Commun, séché à 20 %, raboté sur deux faces (nœuds solides et coloration), de même que des placages et contreplaqués qui peuvent être obtenus à partir de déroulage de peuplier faux-tremble.

Photo 18 : Tourets

Source : [EMS France](#)

3.2.1.9 Baguettes d'empilage et de séchage du bois

Lors du séchage du bois, une pile est formée de couches ou lits de planches entre lesquels des baguettes ou cales sont intercalées. Ces baguettes doivent permettre à l'air de circuler entre les lits de planches, mais elles doivent aussi maintenir les pièces de bois afin d'éviter toute déformation.

Les baguettes doivent être du bois de cœur de peuplier, séché et de même épaisseur sur toute leur longueur. On doit en posséder un stock d'épaisseurs variées, car il y a lieu de choisir ces épaisseurs en fonction des essences constituant la pile et la saison de l'année à laquelle on effectue l'empilage. À l'occasion, on utilise des baguettes perforées pour favoriser une meilleure circulation de l'air dans certains types de séchoir.

3.2.1.10 Clôtures à neige ou à sable et piquets d'arpentage

Habituellement, les lattes qui constituent la clôture à neige ou à sable ont une épaisseur de 3/8 de pouce sur 1 pouce et 3/8 de largeur et une hauteur variant entre 36 et 72 pouces. Ces clôtures ont comme fonction principale de contrôler la neige ou le sable sur les plages.

Il s'agit essentiellement de fabriquer des sciages de petites dimensions (lattes) et de grades inférieurs, puis d'assembler le tout à l'aide de la quincaillerie appropriée, habituellement du fil d'acier (broche).

Pour ce qui est des piquets d'arpentage ou balises, la fabrication est très simple, puisqu'il s'agit en fait de petits bouts de planches affutés à une des deux extrémités.

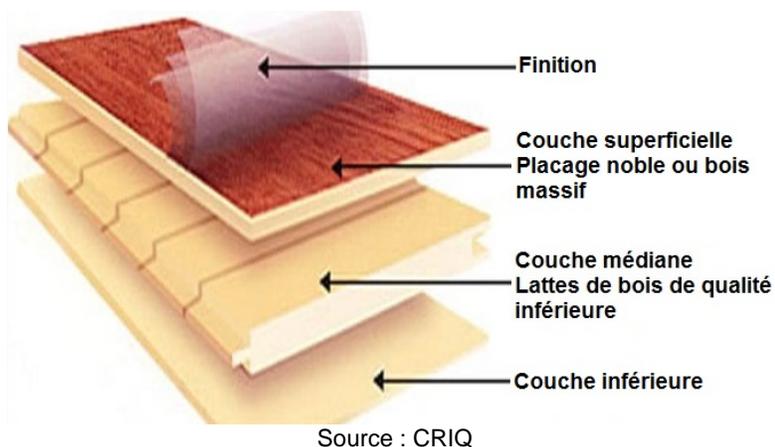
3.2.1.11 Couche médiane ou intermédiaire des parquets multicouches

Le parquet contrecollé ou multicouche est un ensemble composé d'éléments de parement en bois, juxtaposés et collés sur un support lui-même constitué d'un ou de plusieurs éléments en

bois ou en panneaux dérivés du bois (contreplaqués, particules, MDF, etc.). Il est généralement usiné avec rainures et languettes pour faciliter l'assemblage. Certains de ces parquets sont à embouvetage à clic, de telle sorte qu'il ne nécessite ni clous, ni crampes ou agrafes.

La couche médiane ou intermédiaire du parquet multicouche peut très bien être constituée de petites lattes de peuplier faux-tremble d'environ ½ pouce d'épaisseur.

Photo 19 : Parquet d'ingénierie – couche médiane



3.2.1.12 *Lamelles horizontales de stores vénitiens*

Le store vénitien se compose de lamelles horizontales reliées entre elles par des cordelettes. Une double commande permet l'orientation des lames (à l'aide d'une tige) et la descente ou la montée du store (à l'aide de cordons ou chaînettes).

Le peuplier faux-tremble est une essence qui se teint bien et, à ce titre, offre de belles possibilités pour la fabrication de stores de différentes couleurs. Il va sans dire qu'il faut privilégier le bois de grade Sélect, clair de nœuds. Cependant, il faut remarquer que dans cette application, le tremble fait face à une essence compétitrice, soit le tilleul.

3.2.1.13 *Kit de saunas*

Sauna est un terme finlandais qui signifie établissement dans lequel on se soumet à des bains d'air chaud et sec, entrecoupés de bains de vapeur et de douches froides ou chaudes.

Parce que le tremble se teint bien et qu'il est possible de le trouver en différentes nuances de couleur, qu'il résiste bien à l'humidité, qu'il est odorant et sans résine, il est parfait pour les sortes d'aménagement de saunas. Soulignons également sa très faible conductivité thermique qui constitue un avantage indéniable pour cette utilisation.

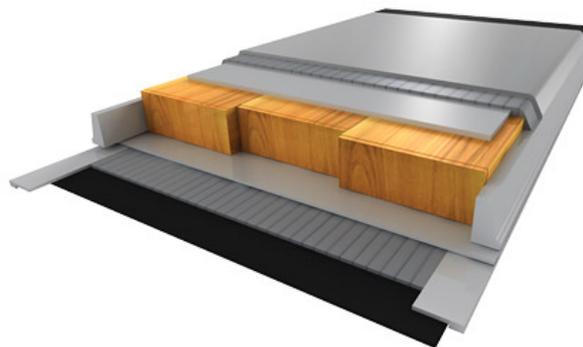
Photo 20 : Sauna

Sources : [Bureau de promotion des produits du bois du Québec \(QWEB\)](#), [Fordaq](#)

Les principaux composants d'un sauna qui peuvent être fabriqués en bois sont les murs intérieurs, le plancher, le plafond, la porte avec fenêtre, les bancs, les appuie-têtes, les dossiers et le baluchon. Évidemment, pour cette application, il faut privilégier le bois de grade Sélect et #1 Commun, clair de nœuds bien que certains éléments puissent être en bois jointé.

3.2.1.14 Composants pour articles de sport

C'est habituellement le centre ou le noyau des skis, planches à neige, bâtons de hockey et autres articles du même genre qui est constitué de peuplier faux-tremble. Ce type de produits est considéré comme ayant des possibilités de marché plutôt marginales. On doit utiliser les grades suivants : Sélect & Meilleur ou #1 Commun.

Photo 21 : Noyau de planches à neige et skis

Source : [Völkl International](#), [Ski Elan](#)

3.2.1.15 Composants pour caisses de sommiers

Les composants pour caisses de sommiers, également appelés châlits, forment la structure de cet amortisseur géant qui contribue à la fonction de soutien et prolonge la vie utile du matelas.

Le bois est présent de façon plus ou moins importante, selon le type de sommier. Les fabricants offrent trois catégories de sommiers :

- ↗ Rigide : caisse en bois recouverte de tissus;
- ↗ À ressorts : base en bois supportant un ensemble de ressorts;
- ↗ En mousse : base en bois sur laquelle est installée une mousse de haute densité.

On retrouve plus de 200 composants en bois de dimensions différentes, incluant des 1 X 3 po, 1 X 4 et 1 X 6, pour des longueurs variant entre 24 et 96 po. Ces composants sont acheminés, non assemblés, vers les usines de matelas et sommiers.

D'autres éléments, rattachés au sommier, assurent sa stabilité et améliorent son confort. Ils incluent des entretoises en acier non flexible, fixées au bois, des ressorts et une grille de surface métallique, à laquelle peut être soudé un fil de bordure.

On utilise généralement les résineux du groupe SPF pour cette application. Toutefois, dans certains cas, le peuplier faux-tremble pourrait être considéré.

3.2.2 BOIS MODIFIÉ THERMIQUEMENT

Le peuplier faux-tremble réagit très bien aux traitements de modification thermique du bois. Ceux-ci donnent au bois une belle couleur et permettent, entre autres, d'extraire l'humidité du bois et d'améliorer ses caractéristiques, afin d'obtenir un matériau durable, plus stable dimensionnellement parlant, plus esthétique et plus écologique. Toutefois, ses propriétés structurales sont réduites suite à ce type de traitement qui s'effectue à une température variant entre 160 et 245 °C. Le tremble modifié doit être sans nœuds, car ces derniers craquent lorsqu'ils sont soumis aux températures élevées des différents procédés.

Ces technologies permettent plusieurs autres utilisations à valeur ajoutée pour le peuplier faux-tremble. À l'intérieur, on peut penser aux meubles, aux armoires et vanités, aux parquets de bois solide, aux lambris, aux moulures, aux portes, etc.

Pour ce qui est des applications extérieures, elles deviennent pratiquement illimitées. On n'a qu'à penser aux tables à pique-nique et aux bancs, aux chaises, aux pergolas, tonnelles, passerelles et caillebotis, aux dalles et parois de piscines, aux cabanons et abris de jardin, aux mobiliers urbains et autres mobiliers extérieurs, aux patios, aux saunas, aux bacs à fleurs, aux parcs d'enfants, aux portes extérieures, etc.

3.2.3 PLACAGE ET CONTREPLAQUÉ

Les billes de peuplier faux-tremble de qualité déroulage peuvent être transformées en placages et contreplaqués de toutes sortes. Les principales utilisations sont les suivantes :

3.2.3.1 *Placages jointés*

Le placage jointé est un marché naturel pour le peuplier faux-tremble. À partir de déroulage, le fabricant colle chant contre chant des feuilles d'une épaisseur de 1/16 de pouce dans des dimensions de 14 pouces de longueur sur 123 pouces de largeur. Ces placages recoupés aux dimensions désirées par le client servent autant au placage de panneaux à base de bois (panneaux de particules, MDF) qu'à la fabrication de contreplaqués.

3.2.3.2 *Poutres de placages de bois lamellés (« Laminated Veneer Lumber – LVL »)*

Ce produit est constitué de placages séchés, dont l'épaisseur varie de 2,5 à 4,8 mm, qui sont collés et assemblés bout à bout, avec un léger chevauchement des joints biseautés. L'ensemble est pressé à chaud. Après séchage ou curage, le produit est usiné aux dimensions désirées. Les longueurs varient d'un fabricant à l'autre et peuvent atteindre jusqu'à 24 mètres. Les investissements nécessaires sont considérables.

Le peuplier faux-tremble et le bouleau à papier sont les essences qui peuvent être utilisées à cette fin au Québec.

3.2.3.3 *Ustensiles, baguettes chinoises, abaisse-langue, bâtons de popsicle, allumettes, palettes pour brasser la peinture, épingles à linge, etc.*

La plupart de ces produits sont utilisés pour la cuisine ou pour nous faciliter la vie, à l'exception des abaisse-langue qui sont utilisés dans le domaine médical.

Ils sont tous fabriqués de la même façon, c'est-à-dire que les billons (billes courtes) sont écorcés, puis déroulés. Par la suite, les placages minces sont découpés à l'emporte-pièce en fonction des formes et dimensions du produit fini désiré.

3.2.4 LAINE, LAMELLES, COPEAUX, PLANURES, SCIURES ET FIBRES

Il existe toute une série d'utilisations pour ces sous-produits du peuplier faux-tremble. En voici quelques-unes :

3.2.4.1 *Fabrication de la pâte à papier, des panneaux composites et du OSL*

Les copeaux, lamelles et sciures de peuplier faux-tremble sont une importante source de fibres pour l'industrie des pâtes et papiers; la fibre très blanche du peuplier faux-tremble est intéressante pour la fabrication de pâte puisqu'elle nécessite une plus faible quantité d'agent de blanchiment que celle requise avec des essences de résineux. Ces sous-produits sont utilisés également pour la fabrication des panneaux composites, tels que le panneau de lamelles orientées (« Oriented Strand Board – OSB »), le panneau de particules (« Particle Board – PB ») et le panneau de fibres de moyenne densité (« Medium Density Fiberboard – MDF »). C'est même l'essence de bois la plus communément utilisée pour la fabrication des panneaux OSB⁵. On utilise aussi la fibre du peuplier faux-tremble pour produire des madriers de lamelles orientées ou (« Oriented Strand Lumber – OSL »).

⁵ L'amélioration actuelle des perspectives du marché américain de l'habitation permettra peut-être la relance de l'usine d'OSB de LP à Chambord. Celle-ci avait cessé ses activités en septembre 2008 en raison des conditions pitoyables du marché.

3.2.4.2 Laine de bois en vrac ou sous forme de tapis, matelas, coussins, boudins, panneaux, etc.

La laine de bois est très avantageusement fabriquée à partir du peuplier faux-tremble, car ses fibres sont non résineuses, légères, résistantes, de couleur pâle et uniforme acceptant facilement les teintures de toutes sortes, de pH neutre, sans odeur particulière et biodégradable assez rapidement.

On l'utilise abondamment pour l'emballage de cadeaux, pièces industrielles, produits en verre, produits pharmaceutiques et cosmétiques ou autres, pour les arrangements floraux, pour le rembourrage de cercueils, pour le contrôle de l'érosion, pour la rétention sédimentaire et la végétalisation. On peut également s'en servir comme litière ou paillis.

En Europe, certaines entreprises fabriquent un panneau à partir de la laine de bois et du ciment qui possède, à son tour, une foule d'applications dont, entre autres, comme coffrage perdu, puisqu'il s'agit d'un matériau isolant.

Photo 22 : Produits à base de laine de bois



Sources : [Knauf Insulation](#), [American Excelsior](#)

3.2.4.3 *Production d'énergie et produits énergétiques*

Même si le pouvoir calorifique du tremble n'est pas très élevé à l'état naturel lorsqu'on l'exprime par unité de volume, par exemple par corde de bois, les copeaux, sciures, planures, écorces et fibres du peuplier faux-tremble peuvent être utilisés tel quel pour la production d'énergie, ou encore, on peut les transformer en particules qui, une fois compressées et extrudées par leur passage dans une matrice, deviennent des granules, briquettes ou bûches de bois densifié, dont le pouvoir calorifique est comparable aux autres essences de bois.

En particulier, on sait que les granules de bois connaissent une popularité grandissante sur la plupart des marchés, mais particulièrement ceux d'outre-mer.

Outre la densification, plusieurs technologies de traitement thermique permettent de concentrer l'énergie contenue dans la biomasse et d'obtenir des produits énergétiques solides, liquides ou gazeux. Vous êtes invités à consulter la section 3.1.4.2 pour plus de détails sur les technologies de traitement thermique et les produits qu'elles permettent d'obtenir.

3.2.4.4 *Produits moulés ou extrudés*

Le peuplier faux-tremble se prête très bien à la fabrication d'objets moulés ou extrudés divers. Les fibres ou particules de bois peuvent être extrudées par leur passage dans une matrice ayant la forme du produit ou de l'objet que l'on désire fabriquer ou elles peuvent être placées dans un moule approprié, après avoir été mélangées à de la résine.

On peut également mélanger les fibres du peuplier faux-tremble avec différentes résines plastiques, habituellement du polyéthylène ou du polypropylène, pour fabriquer des produits en bois-plastique obtenus par extrusion ou par moulage. Un marché se développe du côté des patios, plages de piscines, platelage divers pour l'extérieur.

3.2.4.5 *Composts*

Évidemment, comme toute matière ligneuse, la fibre du peuplier faux-tremble se prête bien au compostage, d'autant plus que sa décomposition est très rapide dans des conditions favorables. On peut l'utiliser seule, mais on obtient de bien meilleurs résultats lorsqu'on la mélange à d'autres matières putrescibles.

3.2.5 EXTRACTIBLES

Les extractibles forestiers sont des substances se trouvant à l'extérieur des parois cellulaires. Ce sont des molécules libres qui sont rendues disponibles par extraction aux solvants, d'où leur nom.

Leur nature chimique et leurs teneurs varient selon l'espèce et en fonction du site géographique, de la saison, de l'âge et de la partie de l'arbre (bois, feuilles, écorces, branches, racines, etc.).

À peu près tous les extractibles du peuplier faux-tremble sont issus de son écorce. Le tableau ci-dessous donne pour chacun de ceux-ci, leurs propriétés ou leurs activités ainsi que les segments d'affaires auxquels ils s'appliquent.

Tableau 4 : Les extractibles du peuplier faux-tremble

Extractibles/molécules (Famille d'extractible) Tissus d'origine	Propriétés / activités	Utilisations par segments d'affaires
a-tocophérol (Polyphénol) Écorces	Antioxydante Anticholestérol Antidépresse	Alimentation Pharmaceutique
Acide benzoïque (Polyphénol) Écorces	Conservateur alimentaire	Alimentation
Alcool gentsylique (Glucosides) Écorces	Stabilisateur de peptides et de protéines radiomarqués	Pharmaceutique
Alcool salicylique (Polyphénol) Écorces	Conservateur alimentaire Antiseptique	Alimentation Pharmaceutique
Chrysophanol (Polyphénol) Écorces	Antibactérienne Antivirale Antifongique	Pharmaceutique
Flavonoïdes (Polyphénol)	Antioxydante Antiinflammatoire	Alimentation Pharmaceutique
Salicine (Polyphénol) Écorces, feuillage	Analgésique Antiinflammatoire	Pharmaceutique
Salireposide (Polyphénol) Écorces	n/d	n/d
Trémuloïdine (Polyphénol) Écorces	n/d	n/d
Triterpénoïdes (Terpènes) Bois de coeur	n/d	Alimentaire

Source : CRIQ

4. SYNTHÈSE ET CONCLUSION

L'objectif principal de cette étude consistait donc à réaliser une revue de la littérature sur les applications ou utilisations d'intérêt pour le bouleau blanc (à papier) et le peuplier faux-tremble de votre région, si possible à haute valeur ajoutée et à grands volumes.

4.1 UTILISATIONS OU APPLICATIONS POUR LE BOULEAU À PAPIER (BETULA PAPYRIFERA)

Les billes de bouleau à papier sont encore utilisées aujourd'hui comme bois de chauffage en raison de la présence de son écorce qui s'allume très facilement et qui génère une belle flamme vive, intense et somme toute assez persistante. Pour cette raison, cette essence demeure très appréciée des utilisateurs de poêles à bois et foyers.

Par ailleurs, les principales utilisations du bois de sciage du bouleau blanc, à haute valeur ajoutée et à grands volumes, sont les composants pour les meubles, les armoires et pour l'ébénisterie en général, les planchers et parquets, les palettes de manutention et les panneaux en bois lamellé-collé. Quant aux produits issus des placages et contreplaqués, il y a les poutres de placages de bois lamellés (« Laminated Veneer Lumber – LVL ») qui peuvent représenter un débouché d'intérêt. Remarquons également que ces placages collés sur des panneaux composites et ces contreplaqués peuvent être utilisés dans les mêmes applications que celles du bois de sciage, mentionnées ci-dessus.

Pour ce qui est des produits fabriqués à partir des lamelles, copeaux, planures, sciures et fibres, on retient comme applications intéressantes, la fabrication des pâtes et papiers et des panneaux composites, tels que le panneau de lamelles orientées (« Oriented Strand Board – OSB »), le panneau de particules et les panneaux de fibres (LDF, MDF et HDF). Tous ces sous-produits du bois du bouleau à papier peuvent être utilisés pour la production d'énergie, tels quels ou densifiés sous forme de granules, bûches ou briquettes. Également, ils peuvent être valorisés grâce à des procédés de traitement thermo-chimique (torréfaction, pyrolyse et gazéification). Ces procédés permettent d'obtenir des produits énergétiques, tels la biomasse torréfiée, l'huile pyrolytique, le biochar, le syngaz de même que les carburants (biodiesel,..) et produits chimiques (méthanol, éthanol,..) qui peuvent être synthétisés à partir de ce dernier.

Enfin, mentionnons que les extractibles du bouleau à papier, principalement tirés de son écorce, sont des produits à forte valeur ajoutée. Ils possèdent de nombreuses propriétés bénéfiques (anticancéreuse, anti-VIH, bactéricide, antiviral, anti-inflammatoire,..) et pourraient répondre au besoin, entre autres, des industries pharmaceutiques, cosmétiques et nutraceutiques. De plus, ils peuvent être obtenus tout en conservant la biomasse qui pourra par la suite être valorisée en énergie ou autrement.

4.2 UTILISATIONS OU APPLICATIONS POUR LE PEUPLIER FAUX-TREMBLE (POPULUS TREMULOIDES MICHX)

Les sciages de peuplier faux-tremble sont utilisés pour la fabrication de composants non apparents ou encore pour des pièces de structure dans l'industrie du meuble et en ébénisterie en général. On peut mentionner, entre autres, les meubles rembourrés. Plusieurs composants de cercueils en bois sont également préparés à partir de bois de sciage de peuplier faux-tremble. Les moulures décoratives et architecturales représentent également une opportunité pour les sciages de cette essence, qui remplace alors le pin ou le tilleul. Certains composants de portes et fenêtres peuvent également être fabriqués à partir du bois de sciage de peuplier faux-tremble. Évidemment, pour les grades inférieurs, les palettes de manutention, tout comme les contenants d'emballage en bois, constituent un bon débouché pour cette essence.

Une avenue des plus intéressantes pour les sciages de peuplier faux-tremble est sans contredit leur traitement thermique qui permet de les utiliser dans des applications extérieures, qui deviennent presque illimitées.

Pour ce qui est des placages et contreplaqués, on retient les placages jointés qui peuvent être utilisés pour le recouvrement de panneaux composites et les poutres de placages de bois lamellés (LVL).

Par ailleurs, les sous-produits du peuplier faux-tremble (laine, lamelles, copeaux, planures, sciures et fibres) peuvent être utilisés pour la fabrication de pâtes et papiers et de panneaux composites (OSB, PB, LDF, MDF et HDF). Soulignons qu'il s'agit de l'essence la plus employée pour la fabrication des panneaux OSB. Même si le pouvoir calorifique du tremble n'est pas très élevé à l'état naturel, c'est-à-dire lorsqu'on l'exprime par unité de volume, ses sous-produits peuvent être utilisés tel quel pour la production d'énergie, ou encore, on peut les transformer en granules, briquettes ou bûches de bois densifié, dont le pouvoir calorifique est alors comparable aux autres essences de bois.

Comme pour le bouleau, la biomasse du peuplier faux-tremble peut être valorisée grâce à des procédés de traitement thermo-chimique (torréfaction, pyrolyse et gazéification). De même, les extractibles tirés de ses tissus (écorce, bois, feuillage,...) sont des produits à forte valeur ajoutée qui ont des propriétés antioxydante, analgésique, antidépressive,... et qui peuvent répondre à certains besoins des industries pharmaceutiques et alimentaires. Ils peuvent être obtenus tout en conservant la biomasse qui pourra par la suite être valorisée en énergie ou autrement.

4.3 EN RÉSUMÉ

Il existe plusieurs applications ou utilisations d'intérêt autant pour le bouleau à papier, que pour le peuplier faux-tremble. Certaines de celles-ci nécessitent des volumes importants, mais sont de faible valeur ajoutée, alors que d'autres n'impliquent pas de grands volumes, mais sont à haute valeur ajoutée.

En analysant minutieusement ces différentes utilisations, il est possible de maximiser la valeur de cette ressource, en utilisant les bons grades pour les bonnes applications. Autrement dit, si la pièce de bois ou le composant n'est pas apparent et n'a pas d'utilité structurale, il est inutile d'utiliser des sciages, clair de nœud. Par contre, lorsqu'il s'agit de composants ou pièces de bois d'apparence, il est nécessaire d'utiliser des grades Sélect & Meilleur et #1 Commun, par exemple.

Pour pouvoir exploiter pleinement et de façon rentable les utilisations ou applications pour les grades de bois de qualité, il faut absolument s'assurer que l'on sera en mesure d'utiliser également les bas grades, de même que les bois de trituration. À ce niveau, soulignons que la fabrication des pâtes et papiers, de même que celle des panneaux composites, en particulier l'OSB, sont des avenues à privilégier autant que possible. Si ces solutions ne sont pas envisageables, il faudra se tourner vers la production d'énergie, que ce soit des granules, des bûches ou des briquettes de bois densifié. Cependant, dans le cas des billes de bouleau blanc, celles-ci peuvent très bien être utilisées comme bois de chauffage.

On peut extraire de ces deux essences différents composés ou molécules intéressants, qui sont utiles dans les industries cosmétique, pharmaceutique et alimentaire. Il est bon de se rappeler qu'une fois l'extraction complétée, la matière ligneuse est toujours là et il faut lui trouver des débouchés intéressants pour rentabiliser au maximum l'exercice.

Finalement, il serait intéressant de considérer l'implantation d'une usine de traitement thermique pour le bois de ces deux essences, ouvrant ainsi une foule de nouvelles applications pour le bouleau à papier ou le peuplier faux-tremble traités à hautes températures, dont certaines sont à très haute valeur ajoutée et/ou à volume élevé.

Note – Ce rapport final est conforme, en tout ou en partie, à l'orthographe moderne [www.gqmnf.org].

BIBLIOGRAPHIE⁶

	TITRE	SOURCE	DATE
	Bouleau blanc / bouleau à papier		
1	Le bouleau à papier	IQAFF	1998
2	Towards an Increased and Optimized Utilization of White Birch Across Canada – Literature Review and Recommendations for Future Research	Forintek Canada corp. – Value to Wood	03-2005
3	Paper Birch Its Characteristics, Properties, and Uses – A review of recent literature – by Matti J. Hyvorinen	Research paper NC-22. St-Paul, MN : U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station	1968
4	White Birch	Forintek Canada Corp. http://www.albertacanada.com/files/albertacanada/AIS-BP_WhiteBirch.pdf	03-2006
5	Fiche technique Bouleau blanc / bouleau à papier	The Wood Explorer http://thewoodexplorer.com	---
6	Les bois du Canada et leurs propriétés et leurs usages	Editions Pelican	---
7	L'herbier Matawin – Bouleau	http://territoire.org/francais/CREAF/herbier/bouleau.html	---
8	Proceedings of the paper birch workshop and conference	Forintek Canada corp.	09-2011
9	Market and Product Development for Birch Timber and Non-Timber Products : Current Status and Potential in British Columbia	The Centre for Non-Timber Resources, Royal roads University Victoria, BC	03-2006
10	Titres de publications concernant le bouleau blanc	Base de données des publications de FPIInnovation	---
11	Impact of paper birch (<i>Betula papyrifera</i>) tree characteristics on lumber color, grade recovery, and lumber value	Forest products journal http://www.freepatentsonline.com/article/Forest-Products-Journal/240487595.html	05-2010
12	Evaluation of the Retail Market Potential for Locally Produced Paper Birch Lumber in Alaska	United States Department of Agriculture http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_gtr493.pdf	04-2002
13	Domestic Market Opportunities for Alaska Lumber-Species Preferences by Secondary Wood Products Manufacturers in the Continental United States	United States Department of Agriculture http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_rn550.pdf	03-2006
14	White Birch Trees as Resource Species of Russia : Their Distribution, Ecophysiological Features, Multiple Utilizations	Hokkaido University Forest, EFRC http://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/43853/1/EJFR13-1_004.pdf	2010

6 Documents classés par ordre d'intérêt ou de pertinence

	TITRE	SOURCE	DATE
15	Edge-Glued Panels From Alaska Hardwoods: Retail Manager Perspectives	United States Department of Agriculture http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_gtr809.pdf	03-2010
16	Panneaux sandwich de type Sapiliège/Unilin	Anon., extraits des sites internet www.simonin.com et www.unilinsulation.com	---
17	Consumer and manufacturer perceptions of hardwood panels made from character-marked lumber	International Wood Products Journal volume 1 no 1	2010
18	Effect of thermal modification on mechanical properties of Canadian white birch (<i>Betula papyrifera</i>)	International Wood Products journal 2011 volume 2 numéro 2	2011
19	Potential of European Birch Species for Product Development of Veneer and Plywood – Recovery, Grades and Mechanical Properties and Future Market Requirements	Erkki Verkasalo, Henrik Heräjärvi METLA The Finnish Forest Research Institute, Joensuu Research Unit, Finland http://www.fcba.fr/ischp/ischp.ca/FR/pdf/1_comsession1/Verkasalo_potentielBirch.pdf	---
20	Effects of raw materials on the properties of wood fiber-polyethylene composites – Part 3 : Effect of a compatibilizer and wood adhesive on the interfacial adhesion of wood/plastic composites	Forest products journal vol. 58, no.5 http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja_hwang003.pdf	05-2008
21	Proceedings for the Ecology and Management of White Birch Workshop	Ministère des Ressources Naturelles Ontario http://www.mnr.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@mnr/@lueps/documents/document/mnr_e001834.pdf	2000
22	Properties of mixed particleboards based on white birch (<i>Betula papyrifera</i>) inner bark particles and reinforced with wood fibres	Springer Link http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00107-008-0297-6?LI=true#	12-2008
23	Element contents in mountain birch leaves, bark and wood under different anthropogenic and geogenic conditions	Elsevier – Applied Geochemistry volume 22, issue 7, July 2007, pages 1549-1566	2007
24	La valorisation des écorces de bouleaux au Québec	http://doctoratenv.uqam.ca/informati/ondocument?r=1&ID=180&D=S	2006
25	Study of the betulin enriched birch bark extracts effects on human carcinoma cells and ear inflammation	Chemistry Central Journal http://journal.chemistrycentral.com/content/6/1/137	11-2012
26	Pressurized liquid extraction of betulin and antioxidants from birch bark	RSC Publishing http://pubs.rsc.org/en/content/article/landing/2009/GC/b819965e	02-2009
27	Efficiency Factors for Bark Substrates : Biostability, Aeration, or Phytotoxicity	Soil science society of America journal https://www.soils.org/publications/	05-2009

	TITRE	SOURCE	DATE
28	Extraits de l'étude QWEB sur les extractibles réalisées par Tatjana Stevanovich et al. (CRB, 2010)	http://notreforet.ca/files/file/VOLET%201-15%20juillet%202010.pdf	2010
29	Opportunités for Hardwood Hemicellulose in Biodegradable Polymer Blends	ACS symposium series http://pubs.acs.org/	2007
30	Pentacyclic Triterpene Distribution in Various Plants – Rich Sources for a New Group of Multi-Potent Plant Extracts	Open Access Molecules ISSN 1420-3049 www.mdpi.com/journal/molecules	2009
31	Birch bark extract as therapy for chronic hepatitis C – A pilot study	Elsevier, Phytomedicine, volume 18, issue 10, 15 July 2011, Pages 807 - 810	07-2011
32	Analysis and antiproliferative activity of bark extractives of <i>Betula neoalaskana</i> and <i>B. papyrifera</i> . Synthesis of the most active extractive component – betulin 3 –cafeate	Web of knowledge v.5.8 – Web of Science Full Record	2007
33	Caractérisation de la proportion de bois d'aubier et de duramen chez le bouleau à papier (<i>Betula papyrifera</i> marsh.) – Table des matières	Département des sciences du bois et de la forêt, Faculté de foresterie et de géomatique – Université Laval http://archimede.bibl.ulaval.ca/archimede/fichiers/23179/23179.html	12-2005
Peuplier faux-tremble			
1	Profil des produits forestiers – Première transformation – Bois de sciage de peuplier faux-tremble	Ressource naturelle et Faune http://www.sib-estrie.qc.ca/upload/bulletins/bulletin_35_fichiers/Bois%20de%20sciage%20de%20peuplier%20Faux%20tre mble.pdf	01-2008
2	Étude sur la transformation du peuplier faux-tremble	Carrefour recherche et développement forestier de la Côte-Nord http://carrefour.cegep-baie-comeau.qc.ca/les_fichiers_pdf/2005_Rapport%20final%20PET.pdf	08-2005
3	Étude de marché – Produits de 2 ^{ème} et 3 ^{ème} transformation à base de peuplier faux-tremble – projet : 561-001	Tessag KKSH Consulting	06-2003
4	Étude complémentaire d'opportunités et de marché «produits à valeur ajoutée et de 2 ^e transformation en bois de tremble, pin gris et mélèze»	Performax inc.	2000
5	Produits de bois de tremble, produits de bois	Inconnu	---
6	Aspen utilization in the Northern United States	U.S.D.A. For. Serv.Gen. Tech. Rep. N.C. North Cent. For. Exp. Stn.	1990
7	Trembling Aspen Botanical Name : <i>Populus tremuloides</i> Michx	FPIInnovations Forintek	
8	Quaking Aspen <i>Populus tremuloides</i> Michx (Plant Guide)	United States Department of agriculture Natural Resources Convention Service http://www.plants.usda.gov/plantguide/pdf/cs_potr5.pdf	Quaking Aspen <i>Populus tremuloides</i> Michx (Plant Guide)

	TITRE	SOURCE	DATE
9	Fiche technique Peuplier faux-tremble	The Wood Explorer http://thewoodexplorer.com	---
10	Les Bois du Canada leurs propriétés et leurs usages	Éditions du Pélican	1981
11	Trembling Aspen (Populus tremuloides)	Trees in Canada by John Laird Farrar pages 346-347 http://www.whitebirch.ca/sites/default/files/Trembling%20Aspen_3.pdf	---
12	Trembling aspen botanical name: Populus tremuloides Michx	FPInnovations Forintek http://www.naturallywood.com/sites/default/files/Trembling-aspen.pdf	---
13	Aspen Populus Tremuloides	Hardwood Information Center	---
14	Étude du marché pour les panneaux en tremble	Patrice Neault & Associés	03-2006
15	Opportunities and Strategies to Enhance Utilization of Canadian Trembling Aspen	Forintek Canada corp.	03-2005
16	An Assessment of Market Opportunities for Western Canadian Aspen in the United States, Japan and Europe	Forintek Canada	07-2002
17	Le peuplier, l'une des premières essences feuillus récoltées en France : ses emplois se diversifient	CTBA info n° 55	08-1995
18	Le peuplier s'offre de nouveaux débouchés	Bois Mag page 28	10-2012
19	De nouveaux horizons pour le peuplier	Le Bois International, samedi 19 janvier 2013	01-2013
20	Aspen Market Opportunities : Lumber, Excelsior, and Residue	Utilization and marketing as tools for aspen management in the Rocky Mountains: Proceedings of the symposium	---
21	Le bois de peuplier, ses utilisations actuelles et futures	Le progrès forestier n°44, hiver 1997	1997
22	Management and Use of Aspen Poplar in North America	The Forest Chronicle	04-1986
23	Aspen wood products utilization : impact of the lake states composites industry	U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station	---
24	Aspen Availability, Properties, and Utilization	University of Minnesota Agricultural Experiment Station in co-operation with Forest Service, United States Department of Agriculture	---
25	Poplar for timber and other uses?	New Zealand forest research institute – What's new in forest research n°238	1995
26	International poplar commission – Abstracts of papers and posters presented at the 21 st Session of the Commission (Table des matières)	North Central Research Station USDA Forest Service St-Paul, Minnesota	09-2000
27	Proceedings Poplar Councils of the United States and Canada Joint Meeting (Table des matières)	Poplar councils of the United States and Canada Joint Meeting (Syracuse, New York/Cornwall, Ontario)	1987

	TITRE	SOURCE	DATE
28	Market potential for Alberta's poplar products	Northern forestry centre http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/19207.pdf	---
29	Utilisation de l'écorce de peuplier faux-tremble pour la fabrication de panneaux de particules	http://archimede.bibl.ulaval.ca/archimede/fichiers/21755/21755.html	2004
30	Effects of hot-water treatment of black spruce and trembling aspen bark raw material on the physical and mechanical properties of bark particleboard	Wood and Fiber Science, 40(3), 2008 pp 339-351 by the Society of Wood Science and Technology http://archimede.bibl.ulaval.ca/archimede/fichiers/25190/ch05.html	2008
31	Étude des extractibles des écorces du peuplier faux-tremble et de l'épinette noire	Université Laval – Département des Sciences du bois et de la forêt, faculté de foresterie et géomatique http://www.crb.ulaval.ca/fichiers/Presentations_ACFAS_2005/ACFAS%202005%20Aziza.pdf	2005
32	New Properties for Wood Products by the Use of Nanosol Technique and Development of a Wood Based Reinforced Composite	FPInnovations	---
33	Study on Urea-Formaldehyde Prepolymer and Hot-Press Treatment of Italian Poplar Wood	Forest products journal vol. 62 no 5	2012
34	Effects of bark content and particle geometry on the physical and mechanical properties of particleboard made from black spruce and trembling aspen bark	Forest products journal vol 58 no 11	11-2008
35	Valorisation de l'écorce d'épinette noire et de peuplier faux-tremble	La maison de la région	03-2008
36	Use of a Populus Balsamifera Extract as Depigmenting agent	http://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2012004139&recNum=78&docAn=EP2011060603&queryString=a61k&maxRec=177139	01-2012
37	Antioxidant properties and polyphenol contents of trembling aspen bark extracts	Springer http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00226-009-0240-y?LI=true#page-1	02-2009
38	Medicinal Uses for Quaking Aspen	http://www.livestrong.com/article/	07-2010
	Divers		
1	Problématique du feuillu diagnostic, plan d'action et mise en place de solutions	Consultants JP Grenon inc.	05-2009
2	Hardwood Management and Utilization	Alaska Norther Forest Cooperative Symposium Wasilla, Alaska http://www.uaf.edu/files/ces/aknfc/resources/workshops/06Management.pdf	10-2006

	TITRE	SOURCE	DATE
3	Opportunités de valorisation des bois de trituration des forêts privées – Établissement de centres de mise en copeaux pour le bois de trituration	FPIInnovations http://www.foretrivee.ca/wp-content/uploads/2012/06/FPI-AGA-2012.pdf	06-2012
4	Economic Impact of Bioenergy in Canada – 2011	Canadian Bioenergy Association http://www.canbio.ca/upload/documents/canbio-bioenergy-data-study-2011-jan-31a-2012.pdf	01-2012
5	Utilisation de la biomasse feuillue et production de granules de bois	Consultants JP Grenon inc.	09-2009
6	Lames de plancher d'ingénierie : Développement de substrats en OSB et caractérisation des contraintes	Université Laval - Costel Barbuta www.theses.ulaval.ca/2012/28687/28687.pdf	2012
7	Comparison of mechanical properties of oriented strand board made from trembling aspen and paper birch	Springer http://link.springer.com/journal/107/68/1/page/1#page-1	2010
8	A Perspective on Expended Use of Secondary Species in Mechanical pulping	Pulp & Paper Canada http://www.pulpandpapercanada.com/paptac/PDFs/MayJune09/mechanical-pulping.pdf	05-2009
9	Development of a new engineered wood product for structural applications made from trembling aspen and paper birch	Forest products journal vol. 59, no 7/8	07-2009
10	Effects of thermo-hygro-mechanical densification on the surface characteristics of trembling aspen and hybrid poplar wood veneers	Applied Surface Science – Elsevier http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433210015977	2010
11	New Properties for Wood Products by the Use of Nanosol Technique and Development of a Wood Based Reinforced Composite	Lulea university of technology http://pure.ltu.se/portal/files/32616792/LTU-EX-2011-32592902.pdf	---
12	Characteristics of particleboard made from recycled wood-waste chips impregnated with phenol formaldehyde resin	Building and environment volume 42, issue1, January 2007, pages 189-195 (Elsevier)	01-2007
13	Wood modifications for valued-added applications using nanotechnology-based approaches	Université Laval – Doctorat en sciences du bois http://archimede.bibl.ulaval.ca/archimede/fichiers/24888/24888.html	2007
14	Non-wood Forest Products Based on Extractives – A new Opportunity for the Canadian Forest Industry, part 1 : Hardwood Forest Species	Journal of food research vol. 1 no 3 http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jfr/article/view/17546/0	2012
15	Les extractibles forestiers : solutions pour développer des marchés	Centre de recherche sur le bois http://www.afvsm.qc.ca/Site_web/Archives_PDF/10-T_Stevanovic.pdf	11-2011
16	Potentiel de développement lié aux extractibles forestiers : État des connaissances et revue des marchés – Volet 1 : les extractibles forestiers québécois	Université Laval, Centre de recherche sur le bois http://notreforet.ca/files/file/VOLET%201-15%20juillet%202010.pdf	2010

	TITRE	SOURCE	DATE
17	Potentiel Markets for Chemicals and Pharmaceuticals from Woody Biomass in Maine	Forest Research http://www.forestresearchllc.com/yahoo_site_admin/assets/docs/Potential_Markets_for_Chemicals_and_Pharmaceuticals_from_Woody_Biomass.8495603.pdf	03-2009
18	Nontimber Forest Product Opportunities in Alaska	USDA http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_gtr671.pdf	05-2006
19	Human Pharmaceuticals, Hormones and Fragrances – The challenge of micropollutants in urban water management	IWA publishing London – Seattle http://www.iwawaterwiki.org/xwiki/bin/view/Articles/Articlename_9#H	2006
20	Canada's boreal forest economy: economic and socioeconomic issues and research opportunities	Ressources naturelles Canada http://cfs.nrcan.gc.ca/publications/?id=28200	2008

ANNEXE A

**Liste d'experts contactés
et informations reçues de leur part**

Liste d'experts contactés et informations reçues de leur part

Experts	Organisation	Tél.	Courriel	Suivi
Marc Beaudouin	Regroupement des sociétés d'aménagement du Québec (RESAM)	418-877-1344	marc.beaudouin@resam.org	Ne possède aucune information pertinente
Jean-François Boucher	Consortium de recherche sur la forêt boréale commerciale	418-545-5011	jean-francois_boucher@ugac.ca	Ne possède aucune information pertinente
Alain Cloutier	Université Laval	418 656-5851	Alain.Cloutier@sbf.ulaval.ca	Appel du 5 février, va m'envoyer quelques docs
Jean-Pierre Dansereau	Fédération des producteurs de bois du Québec	450 679-0530	jpdansereau@upa.qc.ca	Extrait du courriel : Nous n'avons pas vraiment de documentation à vous fournir. Nous pourrions éventuellement vous donner un aperçu des volumes consommés pour le tremble, en provenance de notre territoire. Nous ne pouvons distinguer pour le bouleau, qui est vendu avec d'autres essences. Les calculs de possibilité sont en cour ou le seront bientôt dans les six agences de mise en valeur des forêts privées actives dans notre territoire. Les premières données devraient être disponibles ce printemps.
Annie Desrochers	Conseil du Peuplier du Canada	819-732-8809	annie.desrochers@ugat.ca	Laisser un message le 6 février
Frédéric Doyon	IQAFF (Institut Québécois d'Aménagement de la Forêt Feuillue)	819-983-2206	fdoyon@iqaff.qc.ca	Monsieur Doyon mentionne par téléphone n'avoir rien si ce n'est qu'un document qu'il connaît et pour lequel il va faire numériser les pages les plus pertinentes au sujet (section pages 75 à 95). Le livre n'est plus édité. Il s'intitule «Le bouleau à papier» (1998).
Isabelle Duchesne	Forêt Canada	649-6016	Isabelle.Duchesne@RNCAN-NRCAN.gc.ca	Selon notre entrevue du 6 février, elle mentionne ne rien avoir. Me donne des noms de collègues tel que Myriam Drouin, Tatiana Stevanovich de l'Université Laval, Carl Tremblay et Sylvain Gagnon tous les deux de FP Innovations, Alexis Achim, qui auraient peut-être quelques choses. Va en discuter avec des collègues de l'ouest et me revenir. Le 7 février elle m'est revenu avec de l'information des gens du laboratoire de l'ouest principalement avec des sites Internet traitant du sujet. White birch: http://www.for.gov.bc.ca/rsi/fnb/birch.pdf http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_bepa.pdf http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/betpap/all.html

Experts	Organisation	Tél.	Courriel	Suivi
				http://www.forestasyst.org/hardwoods/papyrifera.htm http://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/documents/treebook/index.htm http://www.thewoodbox.com/data/wood/birchinfo.htm http://www.naturallywood.com/sites/default/files/White-birch.pdf http://www.mnr.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@mnr/@lueps/documents/document/mnr_e001834.pdf http://albertacanada.com/files/albertacanada/AIS-BP_WhiteBirch.pdf http://www.whitebirch.ca/sites/default/files/White%20Birch_0.pdf Aspen: http://extension.usu.edu/range/Woody/quakingaspen.htm http://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/documents/treebook/tremblingaspen.htm http://www.woodmagazine.com/materials-guide/lumber/wood-species-1/aspen/ http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/cs_potr5.pdf http://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=12011 http://www.2020site.org/trees/aspen.html http://www.naturallywood.com/sites/default/files/Trembling-aspen.pdf http://www.ag.ndsu.edu/trees/handbook/th-3-103.pdf http://www.economy.gov.sk.ca/SaskAspenReport http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/poptre/all.html http://albertacanada.com/files/albertacanada/AIS-BP_TremblingAspen.pdf
Denis Durand	CERFO	418-659-4225	d.durand@cerfo.qc.ca	N'avait pas répondu au courriel et par téléphone ce dernier mentionne qu'ils n'ont pas vraiment touché à la valorisation mais plus à l'aspect sylvicole donc pas d'information pertinente.
Eugène Gagné, ing.f.	Fédération québécoise des coopératives forestières	418 651-0388 poste 330	e.gagne@fqcf.coop	Extrait du courriel : J'ai bien eu votre message mais je ne sais trop comment y répondre. Je n'ai pas de document technique particulier sur ces essences. Je travaille beaucoup sur la filière énergétique bois-énergie et ces essences ont de l'intérêt, particulièrement le bouleau pour son pouvoir calorifique et sa densité. Le peuplier l'est pour sa grande disponibilité dans certaines régions.
Ahmed Koubaa	UQAT	819-762-0971, poste 2579	ahmed.koubaa@uqat.ca	Co-auteur du rapport suivant lorsqu'il était à l'emploi de FPIinnovations Les Résineux de L'Est du Canada : écologie Forestière, Caractéristiques, Transformation et Usages Zhang, S. Y.; Koubaa, Ahmed ISBN 10: 0864885385 / 0-86488-538-5 ISBN 13: 9780864885388

Experts	Organisation	Tél.	Courriel	Suivi
				Publisher: Forintek Canada Corporation Publication Date: 2008 D'autres rapports ont été rédigés mais jamais publiés.
Luc Lebel	Université Laval	418-656-2131, poste 8835	luc.lebel@sbf.ulaval.ca	Extrait du courriel : Désolé de ne pas être en mesure de vous aider. Je n'ai pas de document concernant l'utilisation du bouleau blanc. Mes collègues de génie du bois (Tatjana Stevanovic, Robert Beauregard) devraient pouvoir vous aider.
Denis Ouellet	Centre de foresterie des Laurentides - RNCAN	418-648-5833	denis.ouellet@nrcan.gc.ca	Laisser message le 6 février
Pierre Périnet, ing. for. Vidéo Semaine verte	MRN, 2700, rue Einstein	418 643-7994		Monsieur Périnet a donné 3 noms de personnes à contacter (nous en avons déjà deux) et nous a indiqué une adresse Internet d'une revue de littérature américaine publiée par USDA http://www.nrs.fs.fed.us/pubs/42636
Fabien Simard	Association des entrepreneurs en travaux sylvicoles du Québec	418-780-1360	fabien@aetsq.qc.ca	Laisser le message le 31 janvier Laisser le message le 6 février
Pierre Vézina	CIFQ		pierre.vezina@cifq.qc.ca	Laisser message le 31 janvier
Denis Pineault	CRÉ du Bas-St- Laurent	418-724-6440 poste 237	dpineault@crebsl.org	Entretien téléphonique le 25 février

ANNEXE B

Documents de la bibliographie sur CD



Centre de recherche industrielle du Québec

QUÉBEC 333, rue Franquet, Québec (Québec) G1P 4C7 T 418 659-1550 / 1 800 667-2386 F 418 652-2251

MONTRÉAL 1201, boul. Crémazie Est, bur. 1.210, Montréal (Québec) H2M 0A6 T 514 383-1550 / 1 800 667-4570 F 514 383-3250

infocriq@criq.qc.ca criq.qc.ca

