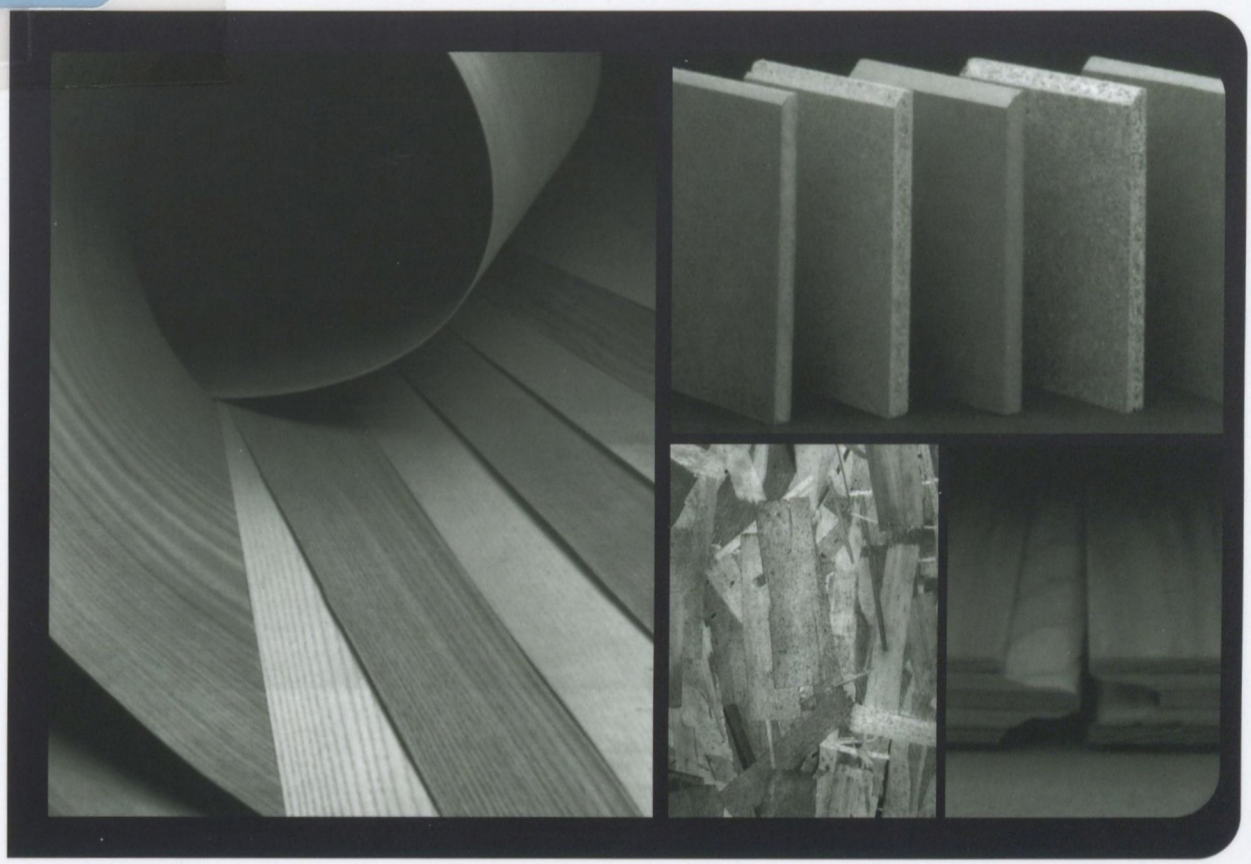
LKC
HD
9764
.C32
W614
1998

Industrie Canada Industry Canada

IC

Forintek Canada Corp.

> CARTE ROUTIÈRE TECHNOLOGIQUE



>> Panneaux dérivés du bois

RAPPORT SPÉCIAL

Canada

Industry Canada
Library - Queen

MAR - 8 2012

Industrie Canada
Bibliothèque - Queen

CARTE ROUTIÈRE TECHNOLOGIQUE

Panneaux dérivés du bois

Données de catalogage avant publication (Canada)

Vedette principale au titre :

Panneaux dérivés du bois : rapport spécial

(Carte routière technologique, ISSN 0706-8468)
Publié aussi en anglais sous le titre : Wood-based panel products.
Comprend des références bibliographiques.
ISBN 0-86488-530-X

1. Contreplaqué–Industrie–Canada. 2. Panneaux de particules–Industrie–Canada. 3. Panneaux de fibres–Industrie–Canada. 4. Placages (Ébénisterie)–Industrie–Canada. 5. Contreplaqué–Industrie–Innovations–Canada. 6. Panneaux de particules–Industrie–Innovations–Canada. 7. Panneaux de fibres–Industrie–Innovations–Canada. 8. Placages (Ébénisterie)–Industrie–Innovations–Canada. 9. Produits forestiers–Industrie–Aspect de l'environnement–Canada. I. Forintek Canada Corp. II. Collection.

HD9764.C32W6614 1998 338.4'767483'0971 C98-901154-2

Pour obtenir des exemplaires de la *Carte routière technologique pour les panneaux dérivés du bois*, veuillez en faire la demande par télécopieur, au (613) 954-6436, par téléphone, au 1-800-328-6189, ou à l'adresse électronique suivante : publications@ic.gc.ca

Une version électronique du présent document est disponible à l'adresse suivante : http://strategis.ic.gc.ca/crt

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le présent document, *veuillez communiquer avec la Direction générale des industries forestières et des matériaux de construction, au (613) 954-3039, ou avec :*

Forintek Canada Corp. : Siège social et Division de l'Ouest, 2665 East Mall,
Vancouver, Colombie-Britannique, Canada V6T 1W5
Tél. : (604) 224-3221, téléc. : (604) 222-5690, c. élec. : info@van.forintek.ca

Division de l'Est, 319, rue Franquet, Sainte-Foy, Québec, Canada G1P 4R4
Tél. : (418) 659-2647, téléc. : (418) 659-2922, c. élec. : info@qc.forintek.ca

Also available in English under the title: Wood-Based Panel Products, Technology Roadmap Series.

©FORINTEK CANADA CORP.

Octobre 1998

IMPRIMÉ AU CANADA
sur papier recyclé

REMERCIEMENTS

Industrie Canada et Forintek Canada Corp. désirent remercier
toutes les personnes qui ont apporté leur contribution et leur support
à la réalisation de ce rapport.

FORINTEK CANADA CORP.

Chargé de projet : Louis Poliquin

Chercheurs de la division de l'Est :

Alpha Barry
Gilles Brunette
Louis Calvé
André Denis
Stefan Ganev
Ernest Hsu
Marcel Lefebvre
André Moffet
Trek Sean

Chercheurs de la division de l'Ouest :

Axel Andersen
Chunping Dai
Chris Gaston
David Plackett
Gary Troughton

INDUSTRIE

Associations

Dominique Janssens	– *Association du panneau structural (SBA)*
Art Kempthorne	– *Association canadienne du contreplaqué (CanPly)*
Richard Lipman	– *Association canadienne du contreplaqué et placages de bois dur (ACCPBD)*
Patrice Tardif	– *Association des fabricants de panneaux de composites (CPA)*

Fabricants de contreplaqué d'essences feuillues

Michel Fournier	– *Commonwealth Plywood, Multigrade division – Qc*
Léo Huard	– *Industries manufacturières Mégantic – Lac Mégantic – Qc*
Rick Linklater	– *Norbord Industries – Ont.*

Fabricants de contreplaqué de résineux (recommandés par Canply)

Darrell Embley	– *Riverside Forest Products – C.-B.*
Ray Ferris	– *Zeidler Forest Industries – Alb.*
Alistair Mellander	– *Cantree Plywood Corporation – C.-B.*
Jack Newman	– *Weldwood of Canada – C.-B.*
Bill Turczyn	– *Federated Cooperatives – C.-B.*

Fabricants d'OSB

Andrew Go	– *Centre de technologie Noranda – Qc*
David Grant	– *Grant Forest Products – Ont.*
Robert Knudson	– *MacMillan Bloedel – C.-B.*
Denis Malette	– *Panneaux Malette – Qc*
Dan Nguyen	– *Weldwood of Canada – C.-B.*

Fabricants de panneaux de particules et de MDF

Michel Bertrand	– *Uniboard – Qc*
Ervin Leonov	– *IBT – Ont.*
Bob Parker	– *MacMillan Bloedel – C.-B.*
Jean St-Pierre	– *Flakeboard Corporation – Ont.*
Ross Walace	– *Industries Panolam – Qc*

Fournisseurs de résine

Ian White	– *Neste Chemicals – Ont.*

Ensemble des panneaux

Jack Shields	– *Tembec Inc., Groupe des Produits Forestiers* – Ont.

CONSULTANTS

Curt Copeland	
Jean-Claude Havard	– *Magan'da Services*
André Klemarewski	– *Applied Composites Technologies Inc.*
Ronald Lefebvre	
NGM International Incorporated	

FOURNISSEURS D'ÉQUIPEMENT

Doug Miller	– *Siempelkamp – C.-B.*
Ron Wood	– *Dieffenbacher – Ont.*

GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

Richard Glandon	– *Industrie Canada*
David Halliburton	– *Environnement Canada*
Christopher Morris	– *Industrie Canada*
Jeff Serveau	– *Industrie Canada*

TABLE DES MATIÈRES

			Page
		Remerciements	iii
		Préface	vii
		Sommaire exécutif	ix
Chapitre	I	**Introduction et vue d'ensemble**	1
	II	**Les panneaux en perspective**	5
	III	**Contreplaqué de résineux**	9
	IV	**Panneau de lamelles orientées (OSB)**	27
	V	**Panneau de particules**	47
	VI	**Panneau de fibres de moyenne densité (MDF)**	63
	VII	**Placage et contreplaqué d'essences feuillues**	79
	VIII	**Percées technologiques**	93
	IX	**Plan d'action**	101
Annexe	1	Technologie de l'environnement	109
Questionnaire			129

PRÉFACE

La remarquable croissance de l'industrie des panneaux composites représente véritablement l'un des succès de l'industrie canadienne du bois en cette seconde moitié du vingtième siècle, un succès qui a toute raison de se poursuivre au vingt et unième siècle si nous nous mettons dès maintenant à la tâche.

Ces dernières années, l'industrie canadienne du panneau a connu un taux de croissance plus élevé que la moyenne du secteur forestier et que celle de l'industrie manufacturière dans son ensemble. Elle contribue maintenant de façon substantielle aux excédents de la balance commerciale du pays. Elle a également permis de diversifier les approvisionnements en matière ligneuse et elle joue un rôle important dans l'économie des régions rurales de la plupart de nos provinces.

Cette carte routière technologique démontre bien que le succès de l'industrie repose sur la technologie, car c'est grâce à elle que les sources de matières premières utilisables se sont diversifiées, que les coûts de production ont baissé et que la qualité des produits s'est améliorée. À l'heure actuelle, alors que l'optimisme de l'industrie est quelque peu perturbé par certaines inquiétudes en rapport avec les approvisionnements ou la surcapacité, il est utile d'examiner la situation et de déterminer quelles connaissances sont les plus susceptibles d'aider l'industrie à relever les défis auxquels elle est confrontée. Puisant dans la masse des connaissances de l'industrie et de ses partenaires, la carte routière réalise cet examen. Elle propose également un certain nombre d'éléments sur lesquels on pourra établir un plan stratégique destiné à fournir les connaissances nécessaires grâce à un effort concerté de recherche et de développement et à un programme de transfert technologique touchant tous les intervenants de l'industrie.

La préparation de cette carte routière a exigé la collaboration de Forintek Canada Corp. et d'Industrie Canada. Les rédacteurs ont également fait largement appel aux conseils et aux recommandations des représentants de l'industrie du panneau dans les diverses régions et nous les remercions de leur aide.

Les fabricants canadiens de panneaux vont devoir se montrer plus agressifs dans leur recherche de matières premières, de marchés, de méthodes moins coûteuses et de mesures de protection de l'environnement mieux intégrées. Ils devront recourir à des méthodes d'étude de marché plus efficaces et se montrer plus souples pour bénéficier des circonstances. Pour cela, l'effort de recherche et de développement doit se faire plus ambitieux et plus vigoureux.

Nous sommes convaincus que l'excellence et le leadership au plan technologique seront la clé de la prospérité de l'industrie canadienne du panneau composite à l'aube du troisième millénaire. Nous sommes aussi d'avis que le réseautage proposé par la carte technologique représente la meilleure manière de répondre aux besoins de l'industrie.

Nous sommes également convaincus que la réalisation de cartes routières technologiques comme celle-ci facilite la reconnaissance et le développement de techniques nouvelles qui vont aider de façon déterminante les différents secteurs à répondre aux exigences du marché dans une économie axée sur le savoir. En encourageant l'innovation dans l'industrie canadienne, on aide le Canada à augmenter sa part du commerce mondial et l'on contribue à créer des conditions d'investissement plus favorables. Il faut voir, dans ce rapport, une affirmation de notre désir d'encourager la croissance d'une économie canadienne fondée sur le savoir et concurrentielle, capable de créer des emplois plus nombreux et plus rémunérateurs, capable aussi de soutenir un rythme de croissance et d'innovation plus vigoureux.

Nous espérons donc que vous étudierez ce rapport avec la plus grande attention et que vous y trouverez un guide utile pour la préparation du plan stratégique de votre propre entreprise, comme pour l'expansion de l'industrie dans son ensemble.

Kevin G. Lynch
Sous-ministre
Industrie Canada

Ian de la Roche
Président et chef de la direction
Forintek Canada Corp.

SOMMAIRE EXÉCUTIF

L'industrie canadienne des panneaux composites de bois a connu une croissance phénoménale au cours des 50 dernières années et sa contribution actuelle à la balance commerciale en fait un élément important du succès économique du Canada. Elle représente aussi un facteur non négligeable de l'économie rurale.

Cette croissance remarquable est le résultat d'une combinaison unique de ressources forestières et d'innovation technologique donnant naissance à une grande diversité de produits qui répondaient aux besoins des grands marchés, notamment en Amérique du Nord, en Europe et au Japon. À mesure que les marchés se font plus exigeants, la concurrence mondiale plus féroce et les sources traditionnelles de matière ligneuse moins abondantes, seule l'innovation technologique permettra à l'industrie canadienne du panneau composite de conserver et d'améliorer sa situation.

La carte routière technologique tracée par Forintek Canada Corp., en collaboration avec l'industrie du panneau composite de bois et ses principaux partenaires, a pour but d'offrir à l'industrie et à ses fournisseurs un certain nombre d'objectifs technologiques susceptibles de guider son cheminement au cours des 10 ou 15 prochaines années.

En plus des experts de Forintek, de consultants de l'industrie, de fabricants d'équipement et de résines et d'experts d'Industrie Canada, le processus de consultation a fait intervenir les associations représentant les grands secteurs de l'industrie : Association canadienne du contreplaqué (CanPly), Association du panneau structural (SBA), Association des fabricants de panneaux de composites (CPA) et Association canadienne du contreplaqué et placages de bois dur (ACCPBD).

La carte routière démontre l'importance de l'innovation pour les divers secteurs de l'industrie du panneau et suggère des techniques nouvelles et prometteuses, ainsi que certaines priorités pour l'avenir. Elle propose enfin certaines recommandations quant à l'infrastructure et à l'encadrement qui pourraient aider les divers secteurs de l'industrie à accélérer pour s'engager sur la voie rapide.

La carte routière technologique comporte neuf chapitres qui donnent un aperçu de l'ensemble de l'industrie, avant d'examiner plus en détail chacun des cinq secteurs principaux : le contreplaqué de résineux, le panneau OSB, le panneau de particules, le panneau MDF et, finalement, le placage et le contreplaqué d'essences feuillues. Pour chaque secteur, on expose une vision de l'avenir, qui représente l'idée que se fait l'industrie de son développement au cours des 10 ou 15 prochaines années, et fixe des buts et des paramètres réalistes qui devraient aider l'industrie à déterminer ses priorités technologiques et à formuler les recommandations qui s'imposent.

Les buts de l'industrie (comme les priorités technologiques) seront aussi influencés par un ensemble de facteurs critiques répartis en cinq catégories : approvisionnements, coûts de fabrication, caractéristiques et rendement des produits, produits nouveaux et environnement. Ces facteurs peuvent du reste être interdépendants ou reliés à d'autres facteurs. Ainsi, la nécessité où se trouvent les entreprises d'assurer leur rentabilité, leur position concurrentielle au plan mondial et la croissance de leurs marchés les amène à comprimer leurs coûts de production, à améliorer leurs produits et à en créer de nouveaux. L'opinion publique et la réglementation gouvernementale dictent les critères de protection de l'environnement. L'impact relatif des différents facteurs critiques varie d'un secteur à un autre.

Pour chacun des secteurs étudiés, on trouvera une brève description des techniques et des procédés actuels, une liste de projections technologiques, ou améliorations évolutives des techniques actuelles, et, le cas échéant, des percées technologiques potentielles.

Les projections technologiques peuvent prendre la forme de modifications ou de perfectionnements apportés aux méthodes de fabrication ou aux caractéristiques des produits; elles peuvent aussi accélérer la commercialisation et la mise en œuvre des innovations. Ce genre d'innovation est relativement peu coûteux en règle générale et il est susceptible de produire des avantages proportionnellement élevés sans grand risque. Les projections technologiques touchent, par exemple, à la diversification des approvisionnements, à la réduction des coûts de production, à la diversification des applications commerciales et à l'augmentation des marges bénéficiaires grâce à la production de produits de plus haute valeur.

Les percées technologiques, par contre, supposent un bond technologique susceptible d'affecter sensiblement la position économique de l'industrie du panneau ou de secteurs particuliers. L'effort de R&D nécessaire au succès des percées proposées peut être onéreux et le risque est indubitablement élevé, mais les retombées potentielles ne le sont pas moins.

La protection de l'environnement a pris une grande importance dans notre monde. L'industrie du panneau en est parfaitement consciente et elle a su assumer ses responsabilités. Pour répondre aux exigences de plus en plus strictes de la réglementation, elle a fait appel aux techniques appropriées, comme on le verra dans l'annexe consacrée à ce sujet. Dans ce domaine, l'évolution repose sur l'adaptation de techniques provenant d'autres industries et sur l'intégration de la protection de l'environnement à chacune des étapes du processus de fabrication de façon à minimiser les coûts.

L'innovation technologique est capable de révolutionner les méthodes de fabrication et les produits traditionnels, comme elle l'a déjà fait dans le passé. Le succès dépendra cependant des décisions prises aujourd'hui et de la volonté de l'industrie et de ses alliés à s'engager dans des programmes de R&D à moyen et à long terme. Dans certains cas, il dépendra de la volonté des intervenants de soutenir la recherche de connaissances par des études plus fondamentales et plus ardues, conditions naturelles de l'innovation technologique.

On prévoit une croissance soutenue de la demande de panneaux dans les années à venir, du fait que les billes de qualité employées dans la fabrication des matériaux traditionnels se feront de plus en plus rares, mais aussi parce que concepteurs et consommateurs découvrent de plus en plus les avantages des produits et leurs nouvelles applications. Les panneaux composites remplaceront le métal et le plastique. Toutefois, pour réaliser les bénéfices inhérents à cette demande potentielle, l'industrie canadienne des panneaux composites doit se fixer des objectifs technologiques qui tiennent compte de l'évolution du marché et des exigences des clients. Elle doit aussi veiller à ce que l'innovation technologique soit encadrée dans une stratégie d'ensemble susceptible d'assurer sa mise en application.

Les recommandations proposées ne se veulent qu'un point de départ pour le plan stratégique dont doit se doter l'industrie du panneau. Elles touchent à l'acquisition et au transfert de connaissances techniques et scientifiques, à l'établissement de priorités pour le programme de R&D de l'industrie, à l'acquisition d'information commerciale, à l'exploitation du potentiel de valeur ajoutée et aux efforts nécessaires dans le domaine de la formation et de l'enseignement. Ces recommandations s'adressent à tous les intervenants : industrie, gouvernements et organismes de recherche; elles visent non seulement l'industrie du panneau, mais aussi les fournisseurs canadiens d'équipement, de résines adhésives, de logiciels et de services.

Cette carte routière technologique a été rédigée pour un large public, depuis les spécialistes sectoriels et dirigeants de l'industrie jusqu'aux chercheurs et aux fournisseurs d'équipement, en passant par les responsables des décisions gouvernementales et les éducateurs. Elle est destinée à aider les organismes à planifier leurs activités, à fixer leurs priorités et à décider de leurs orientations. En plus de servir de guide pour les décisions stratégiques importantes, elle vise à encourager les intervenants à poursuivre le débat engagé; la consultation d'envergure sur laquelle repose la présente carte routière représente déjà un succès indéniable à cet égard.

I. Introduction et vue d'ensemble

L'innovation technologique a sans nul doute été l'élément moteur dans la croissance remarquable qu'a connue l'industrie canadienne du panneau composite de bois au cours des 50 dernières années. Cette tendance s'est récemment accélérée avec la prolifération des matériaux et des techniques de production. Le défi consiste maintenant à tenir le rythme et à faire les bons choix quant à la direction que doit prendre l'innovation technologique, choix qui doivent respecter l'évolution du marché et les exigences du consommateur et assurer aussi la prospérité de l'industrie du panneau et de l'économie canadienne.

Notre carte routière technologique se veut un guide qui aidera l'industrie à relever ce défi. Elle ne fixe ni échéances rigoureuses ni trajet obligatoire; ce serait bien présomptueux à ce stade-ci et cela ferait preuve d'une rigidité incompatible avec la dynamique de l'industrie. La carte routière vise plutôt à faire ressortir l'importance de l'innovation dans les principaux secteurs de l'industrie du panneau et à identifier les techniques nouvelles et prometteuses, tout en suggérant certaines priorités pour l'avenir. Elle propose enfin quelques recommandations quant à l'infrastructure et à l'encadrement qui pourraient aider les divers secteurs de l'industrie à accélérer pour s'engager sur la voie rapide.

La carte routière a été rédigée pour un large public, depuis les spécialistes sectoriels et dirigeants de l'industrie jusqu'aux chercheurs et aux fournisseurs d'équipement, en passant par les responsables des décisions gouvernementales et les éducateurs. Elle est destinée à aider les organismes à planifier leurs activités, à fixer leurs priorités et à décider de leurs orientations. Elle n'aura pas atteint son but si elle ne provoque pas la discussion et le débat et ne sert pas à guider les importantes décisions stratégiques.

Le contenu de la carte routière technologique provient en bonne partie des spécialistes de Forintek qui ont été consultés lors de sessions remue-méninges tenues avec les chercheurs et les conseillers techniques des divisions de l'Est et de l'Ouest. Nous avons complété l'information ainsi recueillie au moyen de discussions avec divers experts-conseils, représentants de l'industrie du panneau et fournisseurs d'équipement et grâce à une recherche bibliographique.

Pour consulter les représentants de l'industrie, nous avons fait appel à un questionnaire d'enquête, préparé en collaboration avec chacune des associations sectorielles de l'industrie. Nous avons invité l'Association canadienne du contreplaqué (CANPLY), l'Association du panneau structural (SBA) et l'Association des fabricants de panneaux composites (CPA) à désigner jusqu'à six représentants de leurs membres industriels pour participer à l'enquête. La plupart des participants ont été interrogés par téléphone et les autres directement en usine. Pour ce qui est des fournisseurs d'équipement, nous avons communiqué avec les entreprises principales de manière à couvrir dans la mesure du possible tous les postes de production. Comme toujours avec un projet de cette nature, le processus de consultation s'est avéré très positif en soi.

La carte routière technologique porte sur les types de panneau suivants : contreplaqués de résineux, panneaux de lamelles orientées (OSB), panneaux de particules et panneaux de fibres de moyenne densité (MDF). Le contreplaqué d'essences feuillues, qui présente des similarités avec le contreplaqué de résineux, est couvert en moindre détail. Les panneaux composites ont évolué pour donner naissance à des matériaux hybrides combinant plusieurs types de panneaux, ou des panneaux avec d'autres matériaux, pour former de nouveaux produits.

Les panneaux composites de bois sont constitués d'éléments de bois agglomérés à l'aide d'une résine synthétique sous l'effet de la pression et de la chaleur. Les éléments de base sont des placages, des lamelles, des particules ou des fibres. C'est la nature de l'élément de base et de la résine qui détermine les caractéristiques particulières du panneau, à savoir : propriétés mécaniques, tenue à l'eau, stabilité dimensionnelle, caractéristiques de surface et usinabilité.

Les panneaux à base de bois se sont beaucoup diversifiés ces dernières années et on les emploie dans un grand nombre d'applications. Selon les prévisions, la demande devrait continuer à augmenter pendant une bonne partie du siècle prochain, en partie parce que les billes de bois offrent de moins en moins la qualité nécessaire aux matériaux traditionnels, et en partie parce que concepteurs et consommateurs s'habituent aux propriétés avantageuses de ces panneaux ainsi qu'aux nouvelles applications. Les panneaux composites vont également déloger certains métaux et plastiques.

La carte routière comporte neuf chapitres. Le chapitre II présente les panneaux en perspective. Il examine leur comportement économique relatif ainsi que la place qu'ils occupent dans l'économie du Canada. On y compare les caractéristiques des divers matériaux, leurs marchés et les coûts de production variables, ce qui servira d'introduction aux chapitres suivants sur la technologie actuelle et à venir.

Les chapitres III à VII examinent un à un les divers secteurs. On y décrit les matériaux et l'on y expose une vision des 10 à 15 prochaines années à venir pour chacun des secteurs, vision qui représente la façon dont le secteur se voit évoluer dans des circonstances favorables mais pratiques. Ainsi, la vision de chacun des secteurs fixe des buts et des paramètres réalistes qui aideront à hiérarchiser les techniques à adopter et les recommandations à suivre. Un aperçu de l'impact économique de chacun des secteurs complète le tableau, avec une projection de 15 ans qui nous porte en 2012.

On évalue les facteurs critiques de chacun des secteurs, c'est-à-dire les tendances et les courants qui affectent l'évolution de la technologie; en bref, ce sont les éléments moteurs de la technologie. On peut aussi les interpréter comme des objectifs. Leur importance relative peut varier d'un secteur à un autre. Ces facteurs critiques peuvent être reliés, individuellement ou en groupe, à une innovation technologique; une meilleure perception de leur importance relative facilite aussi le choix des techniques à privilégier et des recommandations à suivre.

Nous distinguerons cinq catégories de facteurs critiques affectant la technologie des panneaux : l'approvisionnement en matière première, les coûts de production, les caractéristiques de produit et leur rendement, les nouveaux produits, et l'environnement. Ceux-ci peuvent être reliés entre eux et entraîner d'autres facteurs. Ainsi, les conditions essentielles à l'industrie en matière de rentabilité, de concurrence internationale et de part de marché ont pour corrélation la nécessité de réduire les coûts et d'améliorer ou de renouveler les produits; la perception du public et la réglementation gouvernementale déterminent de la même manière les mesures de protection de l'environnement.

L'industrie a toujours attaché une grande importance à la réduction des coûts. En fait, l'évolution technologique a permis une diminution considérable des coûts de production des panneaux, grâce à laquelle il a été possible de tenir ou de réduire les prix de vente et d'augmenter la part de marché. Cette tendance va continuer.

Parallèlement, l'accès nécessaire à une matière première convenable et abordable va continuer à susciter l'innovation technologique. Au cours des années, la qualité des billes de déroulage n'a cessé de se dégrader et leur prix a considérablement augmenté; c'est ce qui a provoqué la vague novatrice à l'origine des nouveaux panneaux qui, à leur tour, doivent faire l'objet d'innovation pour faire face à leurs propres problèmes de matière première. Le coût de la matière première est relativement élevé pour tous les panneaux, variant de 23 p. 100 des coûts variables pour le panneau de particules à 56 p. 100 pour le contreplaqué de résineux.[i]

[i] Source : Resource Information System Inc. (RISI)

L'amélioration des produits et la création de produits nouveaux permettent d'envisager un potentiel important de croissance dans tous les secteurs; pour plusieurs de ces secteurs, c'est du reste la voie de l'expansion et de la survie. Et l'innovation doit toucher non seulement les produits, mais encore les méthodes de fabrication.

L'industrie du panneau s'est montrée soucieuse de l'environnement. Toutefois, la réglementation se fait de plus en plus rigoureuse et l'industrie s'y conforme en faisant appel aux techniques appropriées. Il conviendra d'adapter à l'industrie du panneau des techniques de protection élaborées pour d'autres industries, en affectant le moins possible les coûts.

Les parties principales des chapitres sur les secteurs de panneaux sont consacrées à la technologie, décrivant quelques-unes des techniques les plus récemment adoptées par l'industrie, ainsi que certaines techniques de l'avenir. L'information y est disposée en fonction du processus de fabrication ou sous une rubrique portant sur l'ensemble des méthodes de production, comme dans le cas de la protection de l'environnement et de la conception de nouveaux produits. L'information comporte une description succincte des méthodes actuelles de production et des techniques utilisées, la description d'innovations évolutives dotées d'un potentiel réel et, enfin, divers exemples de percées technologiques possibles.

Les projections technologiques peuvent prendre la forme de modifications ou de perfectionnements apportés à des méthodes de production en usage ou à des caractéristiques de produit; elles peuvent aussi accélérer la commercialisation ou la mise en œuvre de l'innovation. Ce genre d'innovation est relativement peu coûteux dans l'ensemble et il est susceptible de produire des avantages proportionnellement élevés sans grand risque.

Les percées technologiques, par contre, supposent un bond technologique susceptible d'affecter sensiblement la position économique de l'industrie du panneau ou de secteurs particuliers. L'effort de R&D nécessaire au succès des percées proposées peut être onéreux et le risque est indubitablement élevé, mais les retombées potentielles ne le sont pas moins. Le chapitre VIII décrit plus en détail les percées technologiques identifiées lors des chapitres précédents; celles-ci peuvent s'appliquer à un ou à plusieurs secteurs. Les percées envisagées sont audacieuses, mais elles ont une chance de se réaliser dans la prochaine décennie si les programmes appropriés de R&D bénéficient de ressources suffisantes et si la recherche sait tenir compte des objectifs commerciaux et des impératifs économiques.

Le chapitre IX propose diverses recommandations. Comme les deux chapitres précédents, il porte sur l'ensemble de l'industrie, avec référence, le cas échéant, à des secteurs particuliers. Ces recommandations correspondent aux buts implicites des facteurs critiques et des énoncés de vision. Elles proposent également des mécanismes susceptibles de maximiser l'impact de l'innovation technologique, comme dans le cas de la formation de la main-d'œuvre, du transfert de la technologie et de la coopération à tous les niveaux. Les recommandations s'appliquent à tous les intervenants, dont l'industrie, aux gouvernements et aux organismes de recherche et elles visent les intérêts de l'industrie du panneau, mais aussi ceux des fournisseurs canadiens d'équipement.

L'annexe I examine les questions environnementales et décrit les techniques qui s'offrent à l'industrie du panneau. La protection de l'environnement a pris une grande importance dans notre monde et elle affecte les décisions de l'industrie relatives aux opérations actuelles ou à l'étude; elle affecte aussi la réputation des entreprises auprès des consommateurs. L'équipement de protection de l'environnement influence de façon critique les procédés de fabrication. Une meilleure perception des techniques environnementales prometteuses et de leur potentiel devrait donc faciliter la viabilité à long terme.

L'innovation technologique est capable de renouveler le ressort économique de l'industrie du panneau, comme elle l'a déjà fait dans le passé. La technologie est le véhicule; la recherche et le développement assurent l'accélération qui engendrera croissance et prospérité pour l'industrie canadienne du panneau.

Le succès dépendra cependant des choix qui sont faits maintenant et des engagements que vont prendre l'industrie et ses partenaires à l'égard des programmes de R&D à court et parfois à long terme sur lesquels repose l'innovation. Dans certains cas, il dépendra de la volonté des intervenants de soutenir la recherche de connaissances par des études plus fondamentales et plus ardues, conditions naturelles de l'innovation technologique.

II. Les panneaux en perspective

Impact économique

Tableau 1
Statistiques sur les panneaux de bois en 1996

Secteur	Nombre d'usines	Main-d'œuvre totale employée	Impact économique (millions de dollars)			Exportations (millions de dollars)
			Valeur des expéditions	Valeur ajoutée	Salaires	
Contreplaqué d'essences feuillues[i]	42	3 981	574	264	126	412
Contreplaqué de résineux[ii]	27	4 047	1 128	457	217	335
OSB[iii]	15	2 406	1 090	526	123	940
Panneau de particules	28	2 219	694	303	101	262
Panneau de fibre, y compris MDF	8[iv]	920	226	131	38	138
Total	**120**	**13 573**	**3 712**	**1 681**	**604**	2 087
% de l'industrie forestière	3,4	6,1	7,0	6,7	6,5	
% de l'industrie totale	0,37	1,1	0,9	1,14	1,4	

Source : Statistiques Canada

Le tableau 1 résume les principales statistiques relatives à l'industrie du panneau pour 1996. Environ 120 usines employaient 13 500 personnes et la valeur de leurs expéditions atteignait 3,7 milliards de dollars. L'industrie du panneau employait 6,1 p. 100 de la main-d'œuvre de l'industrie forestière et 1 p. 100 de la main-d'œuvre totale des industries manufacturières.

Les secteurs les plus importants sont l'OSB et le contreplaqué de résineux qui ont chacun réalisé des ventes d'un milliard de dollars en 1996. Les ventes de contreplaqué d'essences feuillues et de panneau

[i] Placage compris – Source : Resource Information Systems Inc. (RISI), Wood Products Review, Juillet 1997
[ii] Placage compris – Source : Resource Information Systems Inc. (RISI), Wood Products Review, Juillet 1997
[iii] Plusieurs usines nouvelles ont été construites depuis 1995. Voir section sur l'OSB.
[iv] Comprend les entreprises de revêtement.

de particules atteignaient dans chaque cas un peu plus de la moitié de ce niveau. Quant au secteur du panneau de fibres, MDF compris, il est plus petit, mais le MDF connaît une croissance rapide depuis 1995 et celle-ci se poursuit.

L'industrie du panneau de bois a ajouté une valeur de 1,7 milliard de dollars à l'économie canadienne en 1996 pour une valeur totale d'expéditions de 3,7 milliards. Cette valeur ajoutée, qui représente environ 50 p. 100 de la valeur totale des expéditions de l'industrie, a été créée directement par l'industrie sous la forme de salaires, d'amortissement et d'autres dépenses d'exploitation, d'administration et de commercialisation que l'on distingue des intrants achetés d'autres secteurs, tels que matière première et fournitures. C'est un pourcentage très au-dessus de la moyenne nationale des industries manufacturières, qui est de 40 p. 100.

L'industrie du panneau a payé 600 millions de dollars en salaires à l'ensemble de son personnel, dont 480 millions au personnel de fabrication. Ceci représente 16 p. 100 de la valeur des expéditions que l'on peut comparer à 13 p. 100 pour les industries manufacturières. Le demi-milliard de dollars payé en salaires représente 5 p. 100 du montant payé par l'industrie forestière canadienne.

Le taux de croissance de l'industrie du panneau de 1990 à 1996 a excédé celui de l'industrie forestière et de l'ensemble des industries manufacturières. La valeur des expéditions de panneaux a triplé, ce qui représente un taux de croissance annuel de près de 23 p. 100 pour cette période, grâce en partie à une augmentation substantielle des prix de tous les panneaux, et en partie à une augmentation importante de la capacité de production dans les secteurs de l'OSB et du MDF. Cette augmentation de production a été réalisée sans grand changement au nombre d'employés.

L'industrie du panneau contribue de façon substantielle aux exportations du Canada et les volumes exportés augmentent non seulement vers les États-Unis, mais aussi vers les marchés d'outre-mer. En 1996, l'industrie a exporté pour 2,1 milliards de dollars de produits, ce qui représentait 56 p. 100 de ses revenus. Les marchés américains représentaient 80 p. 100 de ce total, le Japon 12 p. 100, et l'Europe de l'Ouest 5 p. 100. La balance commerciale excédentaire se chiffrait à 1,6 milliard de dollars, car les importations, provenant essentiellement des États-Unis, se limitaient à 421 millions. À titre de comparaison, la balance commerciale excédentaire était de 32,7 milliards pour l'industrie forestière et de 34,5 milliards pour l'ensemble des industries manufacturières canadiennes.

Les investissements réalisés en 1995 étaient beaucoup plus élevés que ceux prévus pour 1996 et 1997, mais les chiffres varient grandement d'un secteur à l'autre. En l'absence de statistiques précises, on peut estimer, à partir de chiffres globaux, que les dépenses affectées en 1996 à l'équipement et aux usines ont été proches d'un milliard de dollars, ce qui représentait près de 20 p. 100 du total de l'industrie forestière et 6 p. 100 du total du secteur manufacturier. Ce niveau relativement élevé d'investissement devrait se traduire dans les années qui viennent par une croissance de la production, essentiellement absorbée par l'exportation, et par une position plus concurrentielle due à une productivité améliorée.

On notera également que l'industrie du panneau est présente dans toutes les provinces canadiennes, sauf Terre-Neuve et l'Île du Prince-Édouard, et qu'elle joue un rôle économique important dans des régions rurales. Elle exploite les ressources forestières renouvelables du pays et, de concert avec les autres secteurs de l'industrie du bois, contribue de façon importante au développement durable de l'économie canadienne. L'industrie canadienne du panneau représente un plus grand pourcentage de l'économie nationale que l'industrie du panneau américaine.

Coûts de production variables

Tableau 2
Coûts de production variables dans l'industrie du panneau - 1997
(dollars canadiens par mètre cube)

	Contreplaqué de résineux C.-B.		OSB Qc, Ont.		Panneau de particules Est canadien		MDF*	
	$	%	**$**	%	**$**	%	**$**	%
Coût net du bois livré	151	49	58	41	28	24	40	29
Résine	17	5	23	16	35	30	36	27
Cire	0	0	4	2	3	2	4	3
Total matériaux	168	55	85	60	66	56	80	59
Main-d'œuvre	103	33	29	20	22	18	20	15
Électricité	11	3	8	5	10	8	14	10
Fournitures et divers	22	7	18	12	17	14	22	16
Total coûts variables	**305**	100	**140**	100	**116**	100	**136**	100

Source : Resource Information Systems Inc. (RISI), Wood Products Review, juillet 1997
* Estimation de Forintek Canada Corp., à partir des chiffres de RISI pour les États-Unis

Le tableau ci-dessus vise à illustrer les facteurs de coût les plus importants pour les divers panneaux et donc les points où l'innovation technologique risque d'avoir le plus d'effet. Les chiffres peuvent ne pas être représentatifs des coûts dans toutes les usines. Par ailleurs, même si nous avons donné des chiffres pour les autres secteurs, ceux-ci ne sont pas nécessairement comparables. Il s'agit en effet de matériaux très différents, dont les caractéristiques sont différentes et dont les applications et les prix de vente sont également différents, bien qu'ils se chevauchent fréquemment. La fabrication du contreplaqué s'accompagne de revenus substantiels provenant de la vente de résidus qui compensent en partie le niveau élevé des coûts variables. De plus, le tableau ne comprend pas les frais fixes, tels que l'amortissement, et ceux-ci varient d'un secteur à l'autre. Les chiffres de chacun des secteurs sont basés sur des usines bien précises et il est possible qu'ils ne soient pas valables en d'autres endroits. En fait, les seules données disponibles sur le MDF proviennent de l'Ouest des États-Unis.

En dépit de ces restrictions, les comparaisons nous aident à mieux connaître chacun des secteurs ainsi que leurs points forts et leurs points faibles; elles nous aident ainsi à saisir le potentiel de l'innovation technologique. Le désir de réduire les coûts de construction a toujours été l'un des facteurs déterminants de l'innovation technologique.

À 151 $ le mètre cube, la matière première du contreplaqué de résineux coûte trois ou quatre fois plus cher que celle de l'OSB et du MDF et cinq fois plus que celle du panneau de particules. Les frais de main-d'œuvre sont aussi beaucoup plus élevés pour le contreplaqué que pour les autres secteurs, ce qui

suggère un potentiel pour l'automatisation. D'un autre côté, le coût de la résine est plus bas pour le contreplaqué que pour les autres matériaux, notamment le MDF et le panneau de particules.

L'OSB, qui concurrence le contreplaqué de résineux dans certaines de ses applications structurales, a des coûts variables beaucoup plus bas. Parallèlement, le panneau de particules, qui partage certains marchés dans l'ameublement avec le MDF, présente des coûts considérablement plus bas.

Caractéristiques des panneaux

Le tableau 3 est davantage destiné à donner un aperçu des caractéristiques des divers panneaux et des intrants les plus importants plutôt qu'à permettre des comparaisons.

Tableau 3
Caractéristiques typiques des panneaux

	Contreplaqué de résineux	**Contreplaqué de feuillus**	**OSB**	**Panneau de particules**	**MDF**
Matière première	Placage de résineux	Placage de feuillu; pli central composite	Lamelles de 12 x 150 mm (½ x 6 po) surtout du peuplier	Particules de moins de 6 mm (¼ po); paille de blé	Fibres individuelles et paquets de fibres
Résine typique	Phénol-formol	Urée-formol, mélamine-urée-formol	Phénol-formol ou isocyanate ou les deux	Urée-formol, mélamine, un peu d'isocyanate	Urée-formol, un peu d'isocyanate
Type d'application	Structurale	Surtout non structurale	Structurale	Surtout non structurale	Non structurale
État de surface	Lisse après ponçage	Lisse après ponçage	Lisse après ponçage	Grain très fin en surface	Exceptionnellement lisse
Usinabilité des chants	Limitée	Limitée	Très limitée	Bonne	Excellente
Applications courantes	Revêtement de toiture, plancher et mur, plancher simple couche, parement, couche de pose, fondations en bois traité	Panneau mural décoratif, ameublement, agencement	Revêtement de toiture, plancher et mur, sous-plancher	Ameublement, agencement, couche de pose, marches d'escalier, dessus de comptoir, sous-plancher de maison préfabriquées	Ameublement, agencement, moulures et menuiseries
Applications spéciales	Applications industrielles, bois stratifié (LVL), coffrage à béton, contreplaqué marine	Applications multiples, revêtement de plancher décoratif	Applications industrielles, produits hybrides, parement, âme de poutrelles	Panneaux à haute densité, à l'épreuve de l'humidité ou du feu	Panneaux de qualité extérieure, de haute densité, à l'épreuve de l'humidité
Épaisseurs courantes mm (po)	6 à 31,5 (¼ à 1 1/4)	6 à 19 (¼ à ¾)	6 à 32 (¼ à 1 1/8)	6 à 38, max. 57 (1/4 à 1½, max. 2 ¼)	5 à 38, max. 76 (3/16 à 1 ½ max. 3)
Densités courantes kg/m³ (lb/pi³)	450 à 500 (28 à 31)	400 à 880 (25 à 55)	580 à 700 (36 à 44)	640 à 800 (40 à 50), âme de porte 450 (28)	640 à 800 (40 à 50)
Rendement (vol. produit / vol. matière première)	0,5	0,5	0,65	0,88*	0,9*

* sur la base de résidus utilisés comme matière première
Sources : C. C. Publications, NGM International, FCC

III. Contreplaqué de résineux

Description

Le contreplaqué de résineux pour l'usage extérieur est fabriqué conformément à des normes strictes. C'est un panneau d'ingénierie constitué de feuilles de placage ou plis. L'épaisseur et l'orientation des plis déterminent les caractéristiques techniques du panneau. Les plis sont assemblés à haute température et sous pression au moyen d'une résine phénol-formol, adhésif à l'épreuve de l'eau grâce auquel le contreplaqué est utilisable à l'extérieur.

La fabrication du contreplaqué de résineux exige des billes, de bonne qualité de préférence. Ces billes sont transformées en placage sur une dérouleuse. On emploie un certain nombre d'essences résineuses, chacune ayant ses propriétés particulières qui peuvent affecter le rendement du produit fini. Il est possible de combiner certaines essences; ainsi, le contreplaqué de douglas doit être constitué de plis extérieurs en douglas, mais on peut choisir parmi une douzaine d'autres essences pour les plis intérieurs. La norme pour le contreplaqué en bois de résineux canadien (CSP) autorise l'emploi de 13 essences pour les faces et 20 essences pour les plis intérieurs.

La composition des panneaux peut être standard ou modifiée. Les modifications portent sur la disposition du placage (orientation du fil), le nombre de plis ou leur épaisseur. On fabrique également du contreplaqué recouvert d'un revêtement à base de fibres et de résine et des panneaux texturés à usage décoratif. Le format habituel des panneaux est de 1220 x 2440 mm (4 pi x 8 pi), en 12 épaisseurs courantes allant de 6 à 31,5 mm (1/4 po à 1-1/4 po). L'industrie produit aussi divers formats différents pour l'exportation : 1200 x 2400 mm, 1820 x 2500 mm, 1250 x 2500 mm, 310 x 1820 mm, et 1220 x 2275 mm.

Les propriétés physiques et mécaniques particulières du contreplaqué, et notamment sa stabilité dimensionnelle, en font un matériau de choix pour un grand nombre d'applications, comme le revêtement de toiture dans le bâtiment résidentiel et commercial, la couche de pose pour les couvre-sol, ou le coffrage du béton.

L'emploi du contreplaqué est d'un usage répandu auprès des concepteurs pour la fabrication de composantes de construction comme les poutrelles, les fondations en bois traité, les coffrages à béton et les éléments de structure panneautée. Dans les applications industrielles, on retrouve la caisserie, les palettes, les bacs, l'ameublement, les présentoirs, l'agencement de magasins et les panneaux extérieurs.

Vision

Le contreplaqué est le plus ancien des panneaux de bois. Avec près d'un siècle d'histoire industrielle, c'est à bien des points de vue un secteur au stade de la maturité. Le contreplaqué de résineux domine encore les marchés de la charpente en Amérique du Nord, mais sa part de marché diminue, particulièrement au Canada, en raison de son remplacement par l'OSB et des difficultés croissantes qu'éprouve l'industrie à se procurer des billes convenables à un prix abordable. La production totale de ce secteur est stable depuis plusieurs années.

C'est un secteur qui va continuer à évoluer rapidement vers la production de matériaux spécialisés mettant en valeur les propriétés uniques et le haut rendement du placage et du contreplaqué de résineux. Le rendement des produits actuels va bénéficier d'améliorations et de nouveaux produits feront leur apparition, notamment pour les applications structurales et techniques; on verra en particulier des

matériaux hybrides constitués de placage et d'autres matériaux, y compris des matériaux non ligneux. Ces matériaux de construction seront intégrés à de nouveaux systèmes destinés à la construction résidentielle et à un marché commercial en expansion.

La mise en marché devra constituer le fer de lance du développement, car ce scénario exige non seulement la création de produits nouveaux, mais encore de nouveaux marchés pour les produits actuels, améliorés et nouveaux. On veillera à identifier à l'avance les créneaux accessibles, aussi bien en Amérique du Nord qu'outre-mer. On attachera aussi une grande importance à la promotion des produits, soutenue par une bonne information technique. En bref, on verra un effort de commercialisation tant au niveau des entreprises qu'à celui du secteur.

Sur la base des analyses de RISI, on peut s'attendre à ce que, dans 10 ans, le secteur du contreplaqué soit de la même taille qu'actuellement, ou peut-être légèrement plus petit. Il risque aussi d'être plus spécialisé, car les usines à coûts de production élevés seront obligées de fermer ou de se moderniser. Une concentration sur la valeur ajoutée fera que la différence de prix avec l'OSB augmentera, et que l'industrie devrait être rentable.

Cette vision repose toutefois sur une condition. Étant donné que le contreplaqué de résineux est surtout produit en Colombie-Britannique, il faut voir son avenir essentiellement dans le contexte économique de cette province, et particulièrement dans celui de son industrie forestière. Nombreux dans ce secteur sont ceux qui pensent que le prix élevé du bois sur pied représente un sérieux handicap pour la rentabilité à long terme du secteur dans son ensemble, voire sa survie.

L'innovation technologique portera sur la conception de produits améliorés ou nouveaux correspondant à des créneaux bien identifiés, notamment du côté des marchés spécialisés et de l'exportation. On verra également des innovations portant sur la conception et la modification des procédés de fabrication destinés à l'amélioration des produits. La chaîne de fabrication se fera plus souple et capable de passer rapidement d'un produit à un autre, permettant un choix de produits de plus en plus étendu. On aura encore recours à l'automatisation pour diminuer les coûts de production, mais en l'appliquant à des machines individuelles plutôt qu'à l'échelle de l'usine.

Du point de vue de l'environnement, aucun obstacle infranchissable n'est à prévoir au cours de la décennie. Comme les autres secteurs, celui du contreplaqué résineux sait faire preuve de responsabilité, et il est ainsi perçu par le public. Les entreprises continueront à s'adapter à la réglementation en faisant appel aux techniques appropriées. Dans certains cas, on aura recours à l'innovation pour l'évacuation ou l'utilisation des résidus.

Bilan économique

Importance relative du secteur

Le secteur canadien du contreplaqué de résineux a atteint la maturité et son volume de production a relativement peu évolué au cours des dix dernières années.

En 1995, la valeur des expéditions atteignait presque 1,1 milliard de dollars, dont 40 p. 100 représentait une valeur ajoutée. Ceci reflète le coût élevé des matériaux, notamment celui des billes de déroulage dont on tire le placage. Les expéditions se chiffrant à 0,7 milliard en 1990, le taux de croissance annuel était de 10 p. 100 sur les cinq ans; mais la production n'avait pratiquement pas augmenté et seule l'augmentation des prix explique ce taux de croissance. Le nombre d'usines de placage et de contreplaqué est tombé de 31 à 27.

Province	Nb d'usines de contreplaqué (1997)	Capacité Million de m^3	Capacité milliards de pi^2 (base 3/8 po)	% de la capacité
Colombie-Britannique	12	1,634	(1,850)	85
Alberta	1	0,226	(0,200)	9
Saskatchewan	1	0,102	(0,090)	4
Nouveau-Brunswick	1	0,023	(0,020)	1
Total	**15**	**1,985**	**(2,160)**	**100**

En 1996, le secteur employait 4 047 personnes; ceci représente une valeur d'expéditions de 278 000 $ par employé, ce qui est beaucoup plus faible que pour le secteur de l'OSB, où la part des immobilisations est plus importante, mais à peu près au même niveau que pour le secteur du panneau de particules. La main-d'œuvre employée diminue progressivement à mesure que l'industrie s'automatise pour réduire ses coûts et devenir plus compétitive.

Les exportations s'élevaient à 335 millions de dollars en 1996 et représentaient environ un tiers des expéditions totales de contreplaqué de résineux. Les importations se chiffraient à 65 millions, ce qui donnait une balance commerciale nette de 270 millions. Les exportations à destination du Japon représentaient 180 millions de dollars, le reste, soit 135 millions, allant particulièrement aux États-Unis et en Europe de l'Ouest.

On notera qu'en cinq ans, le secteur, dont la balance commerciale nette était marginalement excédentaire, a pris une position fortement excédentaire. En ce qui concerne les États-Unis, la balance négative de 1990 est devenue positive (86 millions de dollars) en 1996. Cependant, une bonne partie de ces exportations est constituée de placage à l'état vert plutôt que de contreplaqué. On s'attend à ce que la part des exportations vers les États-Unis augmente.

La capacité de production de l'industrie canadienne du contreplaqué de résineux est d'environ 2 millions de mètres cubes, dont 90 p. 100 en Colombie-Britannique. Les autres usines se situent en Alberta et en Saskatchewan, avec une petite usine au Nouveau-Brunswick.

Perspectives

Nos perspectives pour le secteur canadien du contreplaqué de résineux d'ici à 2012 sont basées sur les données de l'organisme Resource Information Systems Inc. (RISI). Ces prédictions sont fondées sur une analyse rigoureuse et détaillée des facteurs d'offre et de demande, et sur des modèles économétriques utilisant des statistiques globales et les meilleures hypothèses de croissance économique.

Les prévisions de RISI pour ce secteur, au Canada et aux États-Unis, ne sont pas optimistes. On prévoit par exemple une compression de la demande nord-américaine totale de 19 millions de mètres cubes en 1996 à 12,5 millions en 2012, soit une baisse de 2,5 p. 100 par an.

En 1996, la demande pour le contreplaqué de résineux canadien était de 2 millions de mètres cubes, exportations comprises. On s'attend à ce que ce chiffre tombe à 1,5 million d'ici 2012, soit une compression de près de 2 p. 100 par an, essentiellement à cause de la concurrence de l'OSB et de

l'augmentation du prix du bois en Colombie-Britannique. Le niveau de production actuel devrait se maintenir jusqu'en 2000, avant de fléchir.

La demande devrait fléchir dans toutes les grandes catégories d'utilisation sauf les applications industrielles, où elle augmentera lentement mais sûrement au cours de la période de 16 ans. En 2012, ces marchés représenteront plus de 60 p. 100 de la demande totale comparativement à moins de 40 p. 100 en 1996. Les pertes les plus sérieuses auront lieu dans le secteur du bâtiment; à titre d'exemple, la consommation de contreplaqué canadien dans l'habitation unifamiliale tombera d'ici 2012 à moins d'un tiers de ce qu'elle est actuellement. Le plus gros de ces pertes se produira dans les cinq prochaines années.

En 1996, le contreplaqué canadien représentait 32 p. 100 de la demande totale de panneaux structuraux au Canada, comparativement à 65 p. 100 pour l'OSB. RISI estime qu'en 2012, ces mêmes pourcentages seront de 12 et 88 p. 100 respectivement, soit un bond important pour l'OSB. Toujours selon RISI, l'équilibre entre les deux types de panneaux dépendra aussi de leurs caractéristiques techniques.

Les coûts variables de l'industrie canadienne, qui sont déjà plus élevés qu'aux États-Unis, devraient monter encore de 125 $ par mètre cube, soit une augmentation annuelle de 2 p. 100 sur la période de 16 ans. Cette hausse de coût proviendra surtout du prix du bois, qui, en 2012, représentera les deux tiers du montant des coûts variables. Le coût de la résine et de l'entretien devrait augmenter aussi; par contre, celui de la main-d'œuvre baissera un peu en raison de l'automatisation. En conséquence, l'industrie se tournera de plus en plus rapidement vers les produits spécialisés.

On s'attend à ce que le prix des types principaux de contreplaqué (Douglas et CSP) se maintienne jusqu'en 2000, pour ensuite monter graduellement de 2 p. 100 par an. D'ici la fin de la prochaine décennie, l'industrie fonctionnera à 90 p. 100 de sa capacité (94 p. 100 actuellement) en raison du fléchissement de la demande.

Facteurs critiques

L'évolution technologique du secteur sera surtout dictée par le besoin de produits de qualité, améliorés, *différenciés* et *spécialisés*. Les marchés accessibles dépendront bien entendu de la demande et des prix, particulièrement pour les marchés spécialisés et l'exportation; c'est le cas par exemple des exportations vers le Japon de panneaux pour toiture répondant aux normes et aux formats japonais. Une commercialisation agressive et une valeur élevée seront particulièrement critiques.

Pour fabriquer ces nouveaux produits à des prix concurrentiels, on aura besoin de *procédés de fabrication souples*, ce qui va aussi orienter l'innovation technologique.

La *concurrence d'autres matériaux*, comme l'OSB, est importante, car elle force l'industrie à se tourner vers de nouveaux produits et des marchés spécialisés. Cette concurrence a donc moins d'effet peut-être sur l'innovation technologique visant à augmenter la productivité que sur l'innovation reliée aux produits nouveaux ou améliorés et aux procédés qui s'y rattachent.

La *réduction des coûts* est toujours importante, puisqu'elle a rapport à la compétitivité, à la rentabilité et à la survie. Cependant, le véritable facteur critique pour le secteur du contreplaqué de l'avenir est le besoin plus général d'*augmenter la valeur du produit*. C'est dire qu'il faut maximiser la valeur extraite de chaque mètre cube de bille plutôt que de réduire simplement les coûts de production. On pourrait par exemple classer le placage en fonction d'autres utilisations, comme la fabrication de LVL. En fabriquant des produits à partir de placage plutôt que de l'exporter, on augmente aussi la valeur produite

La nécessité de *rendre la production plus efficace* plutôt que de simplement réduire les coûts de fabrication constitue un autre facteur critique important, en rapport avec la qualité du produit et à la régularité de ses propriétés. Une plus grande efficacité permet de réduire les variations du système et donc

de vendre le produit à sa valeur maximale. Le contreplaqué ordinaire, par exemple, est généralement traité comme un produit générique.

Les *changements affectant la matière première* vont continuer à exercer une pression novatrice sur la technologie du déroulage. Les billes sont de plus en plus petites, de plus basse qualité et leurs caractéristiques peuvent varier considérablement, comme par exemple la teneur en humidité du pin subalpin, employé en remplacement de l'épinette. Ces changements entraînent aussi des coûts supplémentaires importants. Même s'il existe des techniques qui permettent de tenir compte des variations de la matière première, il faudra en trouver de nouvelles qui permettent non seulement de réduire les coûts, mais aussi d'augmenter la valeur produite.

Les *questions environnementales* sont importantes dans ce secteur, mais elles ne constituent peut-être pas un facteur critique de l'innovation technologique. Elles n'ont pas la même ampleur que dans certains secteurs industriels. La plupart des techniques sont déjà disponibles et même en place. Dans certains cas, c'est l'avance de la technologie qui détermine l'évolution des normes environnementales. En général, l'industrie fait face aux questions d'environnement, mais il est important d'être vigilant et de s'assurer la technologie nécessaire.

Des *situations périodiques de surcapacité* peuvent être source de problèmes dans ce secteur, mais la technologie n'est pas nécessairement la solution principale, ni la plus évidente. Il n'en demeure pas moins que l'innovation créatrice de produits nouveaux et de marchés plus diversifiés aiderait le secteur à amortir ces phénomènes cycliques, comme du reste la réduction globale des coûts.

Plus que dans tout autre secteur de panneau, la *réglementation gouvernementale* aura un effet sur l'innovation technologique d'une multitude de façons. Indépendamment des futures contraintes sur la protection de l'environnent, le prix élevé du bois debout affectera les liquidités et donc les fonds disponibles à la recherche et au développement. Par ailleurs, les règlements sur l'hygiène et la sécurité au travail risquent d'encourager l'automatisation comme moyen de limiter les risques d'accident.

Technologies actuelle et nouvelle

La fabrication du contreplaqué de résineux a connu d'importants changements techniques ces dernières années.

L'automatisation a principalement touché les opérations de déroulage et d'assemblage. Le prétraitement des billons a permis d'améliorer la qualité et la quantité du placage obtenu. Parmi les autres innovations, on retrouve le chargement et le positionnement automatique des billons dans la dérouleuse, les systèmes de scannage ultrasonique, la motorisation du rouleau antiflexion et de la barre de pression et le positionnement linéaire du chariot porte-outil de la dérouleuse qui augmente la capacité de production.

L'assemblage automatique des panneaux a permis d'accélérer la production. La placageuse est une innovation récente qui compose des feuilles complètes de placage à partir de bandes plus étroites, ce qui facilite leur assemblage. Ce genre d'innovation a réduit les frais de main-d'œuvre et amélioré la qualité du produit fini.

Les résines employées pour le contreplaqué se sont beaucoup améliorées. Les résines modernes prennent plus vite et elles sont plus tolérantes aux variations d'humidité dans le placage. Les usines adaptent la composition de leur résine en fonction de la saison.

Les fabricants nord-américains offrent une gamme variée d'équipement et l'on trouve de plus en plus fréquemment des machines en provenance d'Allemagne, de Suède, de Finlande ou du Japon. Les moyens de communication modernes permettent de se tenir à jour sur la technologie nouvelle, particulièrement dans le domaine des produits spécialisés et de leur application.

Une meilleure planification des opérations d'entretien permet aux usines de réduire les temps morts imprévus. On y intègre des programmes d'entretien préventif, comme l'analyse des vibrations de tout équipement rotati, de manière à déceler les vibrations de roulement et à prévenir les pannes. On planifie également l'entretien des machines exigeant le plus de temps de façon à effectuer modifications et remplacements avec un minimum de temps perdu.

Matière première

Technologie actuelle

L'industrie du contreplaqué utilise une diversité d'essences résineuses. Le rendement matière et la qualité du produit exigent que l'on déroule des billes de qualité relativement élevée.

Parmi les caractéristiques qui font baisser la qualité du placage, on trouve une teneur en humidité trop basse, les malformations de la bille, la présence de carie au cœur de la bille, la grosseur et la fréquence des nœuds, ou encore la présence de bois de compression dans les arbres ayant poussé sur une pente abrupte. Ce genre de défaut diminue le nombre de feuilles entières de placage de haute qualité que l'on peut tirer de la bille, et donc le rendement. La fréquence et la dimension des nœuds affectent le classement du produit fini, le réduisant au niveau « revêtement » ou « atelier », niveaux où la concurrence des autres panneaux est la plus intense.

L'industrie n'est pas excessivement dépendante d'une seule essence. Elle peut employer plusieurs essences différentes pour les plis intérieurs, et il existe une certaine souplesse dans les méthodes de fabrication. Chaque essence présente toutefois ses propres caractéristiques,qui peuvent affecter les caractéristiques et la qualité du produit fini, et donc exiger des techniques adaptées ou totalement différentes. Ainsi, le contreplaqué de douglas offre les meilleures propriétés de résistance en flexion et de rigidité grâce à la haute densité de son bois. D'autres essences, comme le pin subalpin, ont une teneur plus élevée en humidité. Certaines essences sont plus aptes à l'élagage naturel, produisant plus de bois exempt de nœud et un meilleur rendement en placage.

Ces variations touchent particulièrement la technologie du déroulage, mais elles affectent aussi le collage, le séchage, le pressage et la finition. L'un des défis technologiques consiste à utiliser de façon optimale des essences différentes ou nouvelles tout en préservant ou en améliorant la qualité du produit et les coûts de production.

Projections de la technologie

1. *Optimisation du choix des essences selon leurs caractéristiques et les propriétés recherchées pour le produit fini.* Une meilleure connaissance des propriétés de chacune des essences en fonction de divers facteurs tels que teneur en humidité, âge et région d'origine permettra de les mettre en valeur et d'obtenir un matériau plus fiable.
2. *Analyse interne des billes.* Si l'on pouvait déterminer la nature de l'intérieur de la bille, au moyen de rayons X par exemple, on serait en mesure de transformer cette bille au moyen de la méthode la plus efficace et la plus avantageuse.

Préparation des billes

Technologie actuelle

La préparation des billes commence avec l'écorceuse, une machine qui débarrasse les billes de leur écorce. On brûle généralement l'écorce dans une centrale thermique qui produit de l'énergie thermique et électrique pour les besoins de l'usine. Les billes écorcées sont tronçonnées en billons d'environ 2,5 m (8 pi) de longueur.

Chaque usine choisit le type d'écorceuse qui correspond à ses besoins quant aux diamètres minimum et maximum de bille et à la capacité de production. La technologie s'attache surtout à augmenter la cadence de production en évitant d'endommager les billes de déroulage.

Dans la plupart des usines, on conditionne les billons avant de les dérouler, soit en les exposant à la vapeur dans des cellules, soit en les submergeant dans l'eau chaude, soit encore en les arrosant, selon l'espace disponible à cette fin. Les billons soigneusement préparés sont plus faciles à dérouler, et un déroulage facile donne un placage de plus belle qualité, ce qui permet aussi des économies de résine. Les considérations les plus importantes sont la capacité de vapeur, la capacité du système de conditionnement et son efficacité du point de vue du réchauffement des billons et de la consommation d'énergie.

La qualité du placage est également affectée par la température du billon. Les recherches ont démontré que l'on obtient du placage de meilleure qualité lorsque la température du billon est de 32 à 38°C (90 à 100°F) pour les essences du groupe épinette-pin-sapin (ÉPS), plutôt que 55°C (130°F) comme c'est fréquemment le cas dans l'industrie du contreplaqué. La tendance est aux températures plus basses. Il existe maintenant des logiciels pour prédire le profil de température des billons lors du conditionnement, et donc d'optimiser la température de déroulage.

Projections de la technologie

3. *Amélioration du scannage et du tri des billes par catégories de diamètre et d'essence* de façon à pouvoir varier le régime de conditionnement et optimiser la manutention des billons.
4. *Logiciels perfectionnés pour optimiser la gestion du parc à grumes et du conditionnement.* Il en résultera une meilleure utilisation de l'espace d'entreposage, un conditionnement plus efficace et une meilleure qualité de placage.
5. *Conditionnement en deux temps, c'est-à-dire avec réchauffement du billon après la mise au rond.* En enlevant au préalable les couches inutilisables du billon, on pourrait accélérer le conditionnement et réduire la consommation d'énergie.
6. *Modélisation plus poussée du conditionnement pour optimiser la température des billons.* Ceci permettrait une utilisation plus efficace du système de conditionnement et des économies d'énergie.

Déroulage

Technologie actuelle

Un convoyeur approche les billons préparés de la dérouleuse où un chargeur prend chaque billon et le centre sur les mandrins de la dérouleuse. Quand le billon est centré, les griffes le tiennent en place aux deux extrémités.

Quand les mandrins font tourner le billon, le couteau de la dérouleuse détache un placage mince et continu. Un gros billon de déroulage peut produire jusqu'à deux kilomètres de placage à une vitesse de 365 m (1000 pi) par minute. À mesure que le billon tourne, son diamètre diminue; pour maintenir constante la vitesse de déroulage, la vitesse de rotation doit augmenter proportionnellement. Par ailleurs, des guides hydrauliques modifient continuellement l'inclinaison du couteau de manière à ce que l'angle qu'il forme avec le billon reste constant quand le diamètre diminue.

Les dérouleuses sont des machines de haute précision qui fonctionnent à très haute vitesse tout en respectant des tolérances de 0,03 mm sur l'épaisseur du placage. Tous les fabricants sont prêts à modifier ou à améliorer une dérouleuse en place selon les besoins.

L'évolution de la technique de déroulage a surtout porté sur l'accélération de la vitesse de déroulage et le réglage permanent du couteau pour maintenir la qualité. Comme les billons ont tendance à être de plus en plus petits, la vitesse de déroulage prend une importance majeure. Elle est passée de 90 à 365 m (300 à 1200 pi) par minute et des chargeurs numériques ont été mis au point pour améliorer le positionnement du billon dans la dérouleuse et minimiser le temps nécessaire au centrage et à la mise au rond. Le diamètre du noyau de déroulage a été ramené à 64 mm (2,5 po).

On utilisait jadis une barre de pression fixe pour appliquer une pression sur le billon; on obtenait ainsi un placage de haute qualité, mais la vitesse de déroulage était faible. Ces barres ont presque toutes été remplacées par des rouleaux motorisés de grand diamètre capables de fonctionner aux vitesses les plus élevées avec un minimum d'entretien et de temps morts.

Le réglage du couteau a été modifié pour optimiser la qualité du placage. Les rouleaux antiflexion motorisés aident à positionner la bille lors du déroulage et l'empêchent de glisser. Ces techniques aident à produire du placage d'assez bonne qualité aux grandes vitesses de déroulage maintenant de rigueur.

L'industrie a beaucoup amélioré la qualité du placage en perfectionnant la technologie du déroulage. La qualité du placage a une grande influence sur les propriétés du contreplaqué; si le placage est très rugueux, il sera difficile d'appliquer la résine,et des problèmes de collage sont à prévoir; si l'épaisseur du placage varie trop, la pression insuffisante ou excessive au moment du pressage causera également des problèmes de collage. Dans les deux cas, le contreplaqué obtenu présente des propriétés mécaniques et une durabilité inférieures.

Projections de la technologie

7. *Logiciels perfectionnés pour faciliter la conception de nouvelles dérouleuses.* La simulation sur ordinateur du processus de déroulage peut aider à visualiser ce qui se passe au droit du fil du couteau et faciliter la conception de nouvelles commandes de la dérouleuse.

8. *Perfectionnement du système d'incision à la dérouleuse.* Entre autres avantages de l'incision, on note une réduction des problèmes de dérapage, un placage plus plat, un séchage plus facile, ainsi que des améliorations au pressage et au traitement de préservation. Selon les études en usine pilote, l'incision permettrait aussi d'augmenter le rendement.

9. *Systèmes de chargement plus perfectionnés.* Les modèles de déroulage montrent que le système de chargement automatique doit positionner le billon avec la plus grande précision pour augmenter le rendement matière au déroulage.

10. *Réduction des variations d'épaisseur et de la rugosité.* Les dérouleuses modernes sont dotées de divers perfectionnements mécaniques, comme une commande automatique de l'angle du couteau. Il serait avantageux de moderniser les dérouleuses plus anciennes.

Percée technologique

A. *Commande évolutive du procédé.* Il reste encore beaucoup à faire dans le domaine des systèmes évolutifs de commande de procédé et de la modélisation de l'opération de déroulage. La pose de capteurs sur la dérouleuse pour détecter la rugosité du placage, les vibrations du couteau et son degré d'usure permettaient d'effectuer des réglages en continu et d'améliorer le rendement au déroulage.

Massicotage

Technologie actuelle

Le massicot coupe la feuille de placage à longueur; il est guidé par un œil électronique qui balaye la feuille à la recherche de défauts et détermine où le massicot doit couper pour maximiser la valeur du placage. Le massicot alternatif a généralement fait place au massicot rotatif qui permet des vitesses d'avance plus élevées. La coupe a normalement lieu à intervalles de 1,25 ou 0,64 m (50 ou 25 po), à moins que l'on puisse obtenir une bande plus étroite mais sans défaut; les bandes sans défaut sont ensuite jointées pour la fabrication de contreplaqué de plus haute qualité. Les parties inutilisables sont broyées.

Projection de la technologie

11. Systèmes de scannage pour automatiser le massicotage et maximiser le rendement matière aux vitesses d'avance actuelles. Des systèmes combinant une caméra et un logiciel d'analyse graphique pour détecter les défauts du placage sont en cours d'élaboration. La mise au point et l'installation en usine de tels systèmes permettra d'augmenter le rendement.

Séchage et classement

Technologie actuelle

Les feuilles de placage sortant du massicot sont classées selon leur teneur en humidité. Le bois d'aubier contient plus d'eau que le bois de cœur et il lui faut donc plus longtemps pour sécher.

À partir de deux, trois ou quatre groupes de teneur en humidité, une machine automatique ou des ouvriers introduisent les feuilles dans le séchoir où elles sont soumises à des jets d'air chauffé à l'aide de vapeur ou de gaz de combustion. Dans le séchoir, la teneur en humidité du placage tombe de 100 p. 100 ou plus (base anhydre) à 3 p. 100 dans certains cas, pour que le collage soit résistant et permanent.

On classe ensuite les feuilles de placage sec en fonction du meilleur usage que l'on peut en faire dans la fabrication du contreplaqué. La qualité surface est destinée aux plis externes. Les qualités inférieures sont destinées aux plis transversaux et à l'âme. Les feuilles de surface sans trou ni fente sont acheminées directement vers l'encolleuse. Celles qui ont des défauts trop grands sont envoyées à la station de rapiéçage où l'on peut les retailler, les réparer en insérant des pastilles et les coller sur chant ou les assembler avec un ruban adhésif pour en faire des feuilles pour le contreplaqué.

L'industrie utilise maintenant des séchoirs à plusieurs étages qui offrent plusieurs zones de température commandées indépendamment, ce qui permet d'accélérer la production et de réduire les risques de surchauffe de la surface du bois. Certaines usines sont équipées de séchoirs à feu direct qui projettent des gaz de combustion à haute température directement sur le placage. Tous les séchoirs industriels sont munis de capteurs d'humidité. Dans certains cas, un système interne de commande mesure

la baisse de température causée par l'évaporation de l'eau et règle la vitesse d'avance du placage dans le séchoir.

Il est important pour la qualité du collage que la teneur en humidité du placage soit uniforme. Les zones d'humidité élevée risquent de provoquer des soufflures lors du pressage. Ainsi, un placage dont la teneur en humidité est très variable donne un contreplaqué dont les propriétés mécaniques et la durabilité sont réduites. Un placage trop sec entraîne également des problèmes de collage et donne du contreplaqué inférieur. L'évolution de la technologie vise à réduire les variations d'humidité du placage et, en même temps, à rendre le processus de collage moins sensible à ces variations.

La tendance est actuellement à classer les feuilles de placage en catégories d'aspect et de résistance mécanique pour les utiliser dans des produits de haute qualité et de haute résistance. Le classement mécanique du placage (ou classement MSR) joue un rôle important dans la fabrication du bois stratifié ou LVL.

Projections de la technologie

12. *Classement ultrasonique en catégories de contrainte.* En triant les feuilles, on peut augmenter leur valeur en les destinant à des matériaux d'ingénierie (contreplaqué ou LVL) qui servent à la fabrication de systèmes de construction spéciaux.
13. *Perfectionnement du triage des feuilles avant séchage.* Certaines améliorations, telles que des sondes d'humidité plus précises, permettraient d'envoyer dans le séchoir des lots de feuilles d'humidité plus uniforme et donc d'obtenir du placage plus uniforme.
14. *Adoption du séchage à haute fréquence.* Les systèmes de séchage à haute fréquence (ou systèmes RF) sont plus lents que les systèmes ordinaires; ils consomment aussi plus d'énergie, mais on peut les utiliser de concert avec le séchage ordinaire pour resécher le placage et réduire les variations hygrométriques.
15. *Perfectionnement du mode de fonctionnement des séchoirs et de leur instrumentation.* Il serait possible de doter les séchoirs de sondes pour mesurer en continu l'hygrométrie du placage et de sorties pour évacuer les feuilles qui ont atteint la teneur en humidité voulue.
16. *Classement du placage, purge et assemblage avant séchage.* On améliorerait ainsi la productivité du séchoir et l'on éviterait de gaspiller de l'énergie à sécher le bois défectueux.
17. *Le séchage à plaques* permettrait peut-être d'obtenir des feuilles plus lisses et plus planes, de réduire le temps de séchage, le retrait tangentiel et les variations hygrométriques. Il serait possible de le combiner au séchage ordinaire vers la fin du cycle normal de séchage et de traiter de façon sélective les feuilles trop humides pour réduire les variations hygrométriques.

Assemblage et encollage

Technologie actuelle

Quand les placages sont prêts pour l'assemblage, les ouvriers placent un placage de surface sur la table d'assemblage. Ils font passer les plis transversaux dans une encolleuse qui les recouvre d'une mince couche uniforme de résine phénol-formol. Ils assemblent ainsi les faces, les plis transversaux et l'âme. On emploie généralement un minimum de trois feuilles. Un contreplaqué de cinq plis est donc constitué d'une feuille de surface, d'un pli transversal, d'une âme, d'un autre pli transversal et enfin d'une feuille de surface. Chacun des plis est généralement disposé de façon à ce que le fil du bois soit perpendiculaire à celui des plis adjacents.

Certains systèmes distribuent la résine à l'aide d'une encolleuse à rouleaux, mais la majorité des usines préfèrent maintenant des encolleuses à rideau ou à pulvérisation. Il existe une usine où l'on applique la résine sous forme de mousse. L'application par pulvérisation est la plus courante. De nouvelles techniques, comme le système d'assemblage Hashimoto, en provenance du Japon, sont populaires dans les usines qui ont des feuilles de placage de 1220 x 2440 mm (4 x 8 pi) mais manquent d'espace. Les usines qui manquent de feuilles entières peuvent en fabriquer en collant des sections de feuille bord à bord à l'aide d'une placageuse.

Certaines modifications au système de collage, comme le collage de placage à hygrométrie élevée, et l'utilisation de résine expansible (sous forme de mousse) permettent de réduire la quantité de résine et par conséquent les coûts de production. La formulation et l'utilisation de résines phénol-formol capables de réagir avec du placage à humidité élevée (10 p. 100 ou plus au lieu de 3 ou 4 p. 100) représentent une véritable percée technologique, grâce à laquelle la productivité du séchoir et de la presse a augmenté, le taux d'application de la résine a diminué, la qualité du joint s'est améliorée, de même que les tolérances de prépressage et d'assemblage. Les coûts de la résine, du séchage et du pressage ont tous diminué.

La quantité de résine phénolique appliquée au placage doit être suffisante pour assurer un joint de résine continu. Le taux d'application varie de 145 à 158 grammes de résine par mètre carré de joint (30 à 33 livres par mille pieds carrés) et on l'augmente si le placage est très rugueux ou s'il fait chaud.

En collant des placages à humidité élevée (jusqu'à 15 p. 100), on obtient un produit dont la teneur en humidité est plus proche de l'équilibre atteint en service, ce qui limite le gauchissement et les variations dimensionnelles. Pour continuer à produire un contreplaqué de qualité, l'usine doit toutefois respecter des normes strictes sur les paramètres de production.

Projection de la technologie

18. *Mesure en continu de la quantité de résine appliquée.* Une mesure continue de la quantité de résine appliquée permettrait d'exercer un contrôle automatique du procédé et de mieux gérer l'encollage.

Percées technologiques

B. *Nouvelles résines capables de réagir plus vite, de donner un meilleur joint, de tolérer une teneur plus élevée en humidité et de réagir à température plus basse.* Des économies substantielles seraient réalisables sur l'énergie de séchage et de pressage. Les émissions de COV diminueraient. Les résines améliorées actuellement sur le marché sont coûteuses et leur utilisation présente des problèmes.

C. *Système intelligent pour commander le taux d'application de la résine.* Un système intelligent pourrait régler continuellement le taux d'application de la résine en fonction de la rugosité du placage et autres facteurs.

Pressage

Technologie actuelle

Au bout de la chaîne d'assemblage, les ébauches sont empilées et envoyées au pressage. Dans la plupart des usines, le pressage se fait en trois phases.

Au cours de la première phase, les ébauches sont soumises à l'action d'une presse froide, ce qui permet de transférer la résine aux deux surfaces à coller, d'empêcher l'air de faire sécher la résine et de faciliter la manutention automatique.

Dans la seconde phase, les ébauches sont disposées sur une tôle individuelle ou directement sur le plateau d'une presse chauffante. Quand la presse est chargée, on applique une pression hydraulique de 1400 kilopascals (environ 200 livres par pouce carré). Simultanément, les ébauches sont soumises à une température de 150°C (300°F) pendant une période assez longue pour polymériser la résine phénol-formol.

La pression, la température et le temps de pressage doivent être suffisants pour garantir la polymérisation complète de la résine et pour lier de façon durable la résine au bois. Si l'on ne porte pas suffisamment attention à l'une de ces variables, le panneau obtenu sera de qualité inférieure.

La phase finale commence quand les panneaux de contreplaqué sortent de la presse chauffante. Ils sont alors délignés aux dimensions finales sur les quatre rives. Les dimensions finales courantes sont 4 x 8 pi pour le marché intérieur, et 1220 x 2440 mm pour l'exportation vers les pays qui demandent un format métrique.

La principale amélioration dans le domaine du pressage touche aux systèmes de chargement et de déchargement qui ont permis d'accélérer ces opérations et d'utiliser la presse presque sans arrêt. Les presses modernes sont généralement chauffées à l'huile plutôt qu'à la vapeur.

L'industrie du contreplaqué s'oriente vers la production de panneaux plus épais et de produits spéciaux, ce qui va exiger des améliorations constantes pour réduire le temps de pressage et permettre une cadence de production rentable.

Projection de la technologie

19. *Perfectionnement du pressage avec injection de vapeur ou utilisation de vapeur in-situ.* Combinée à l'incision du placage, cette technique devrait permettre de réduire considérablement le temps de pressage. On peut également l'adapter aux presses existantes.

Percées technologiques

D. *Pressage en continu.* Cette technique est utilisée avec succès dans d'autres secteurs de panneau et dans la production de LVL. Son adaptation au contreplaqué rendrait le processus de fabrication plus efficace et plus souple.

E. *Pressage avec vapeur produite in-situ.* Les essais de laboratoire en cours portent sur des feuilles de placage à teneur en humidité élevée que l'on presse en milieu fermé pour créer des conditions semblables à celles qu'offre l'injection de vapeur, mais sans les investissements connexes.

F. *Autres méthodes à haute énergie pour polymériser la résine.* Il conviendrait d'étudier des formes d'énergie autres que la chaleur de convection (ex. : haute fréquence ou micro-ondes) susceptibles de faire réagir très rapidement la résine en présence d'adjuvants choisis.

Rapiéçage

Technologie actuelle

Le placage se présente rarement sans fissure, trou ou autre défaut et il faut réparer ces défauts proprement et efficacement pour rehausser la valeur du panneau.

On utilise en Amérique du Nord trois formes de rapiéçage. La forme la plus ancienne consiste à insérer des pastilles de bois dans le placage (à la place du défaut) avant l'assemblage de l'ébauche; c'est un procédé écologique, mais il est lent et nécessite beaucoup de main-d'œuvre. L'industrie a adopté deux produits pâteux pour réparer les panneaux finis à une cadence acceptable. Le premier est un mastic à l'eau relativement bon marché, mais on ne peut l'employer qu'avec les ouvertures qui ne dépassent pas 25 mm (1 po). L'autre est une pâte synthétique à deux composantes à base d'huiles naturelles chargées et d'isocyanates qui donne une pièce très durable de polyuréthane sur des ouvertures allant jusqu'à 75 mm (3 po).

Projections de la technologie

20. *Détection et réparation automatique des défauts.* Les méthodes sont disponibles en Europe, mais elles n'ont pas encore été adoptées en Amérique du Nord.

21. *Création de nouveaux produits de rapiéçage.* De nouveaux produits ressemblant davantage au bois du point de vue de leur comportement à la chaleur, à l'humidité et à la pression permettraient de poser un revêtement sur un panneau rapiécé.

Délignage, ponçage, classement et entreposage

Technologie actuelle

Généralement, c'est seulement le contreplaqué destiné à l'impression (ex. : douglas de haut de gamme) que l'on ponce pour lui donner un fini lisse et esthétique; le ponçage est effectué sur des ponceuses rapides à large bande. Après le ponçage, on classe le contreplaqué et on le prépare pour l'entreposage ou l'expédition.

Le classement des panneaux va devenir particulièrement important dans ce secteur pour optimiser l'utilisation des feuilles de placage et maximiser la valeur des panneaux produits. Les panneaux de revêtement, par exemple, n'ont pas nécessairement besoin d'une face de haute qualité.

Pour certaines applications spécialisées, le contreplaqué peut être traité ou revêtu d'un autre matériau.

Après classement final, le contreplaqué est empilé en paquets d'environ 75 cm (30 po) de hauteur, contenant un nombre défini de panneaux. Ces paquets sont ceinturés avec du feuillard d'acier qui assure leur protection et facilite leur manutention. On inscrit sur chaque paquet le type de panneau, la catégorie de classement et les dimensions. Les paquets sont ensuite acheminés vers l'entrepôt pour entreposage ou expédition.

Projections de la technologie

22. *Systèmes de classement offrant une plus grande précision.* Il est possible de combiner diverses techniques (ultrasons, RF, micro-ondes, caméras, rayons X) pour classer les panneaux selon la densité, la pente du fil, l'apparence et la teneur en humidité. Certains appareils, actuellement en cours de mise au point industrielle, permettent de mesurer en continu les propriétés mécaniques des panneaux dans les deux directions.

23. *Produits à valeur ajoutée pour applications spécialisées.* En plus des panneaux à rainure et languette, de plus en plus courants pour le sous-plancher, le contreplaqué peut profiter de certains créneaux dans les panneaux coupés à dimensions, revêtus ou dotés d'un fini spécial.

Technologie actuelle

La fabrication du contreplaqué de résineux a relativement peu d'impact sur l'environnement. Les fabricants reconnaissent l'importance du développement durable aux yeux du public. Pour le secteur du contreplaqué, qui dépend de la forêt pour la quasi-totalité de sa matière première, on parle de gestion de la forêt et de méthodes de récolte tout autant que de fabrication, où il existe des points communs avec les autres panneaux.

L'industrie du contreplaqué produit des résidus de bois à l'écorçage, au déroulage, au massicotage, au ponçage et au délignage. On brûlait jadis ces résidus dans des incinérateurs, mais ceux-ci ne sont généralement plus acceptables, surtout dans les régions habitées. Dans certaines régions, les résidus sont vendus comme combustible bon marché, mais les utilisateurs font aussi face à des restrictions. La combustion à haute température, qui provoque peu d'émissions, est coûteuse. L'industrie pratique le recyclage dans la mesure du possible.

Les émissions relatives à la fabrication du contreplaqué proviennent surtout du séchage, où la vapeur et les particules atmosphériques provoquent fréquemment la formation d'une brume qui attire bien des plaintes dans les zones urbaines. Les émissions causées par le pressage, comme les composés organiques volatiles (COV) et les odeurs reliées à la résine sont normalement faibles, puisque les résines phénoliques utilisées n'émettent que très peu de formaldéhyde lorsqu'elles sont totalement polymérisées.

On trouvera plus de détails sur la protection de l'environnement à l'Annexe I.

Projections de la technologie

24. *Ajout de bore avant séchage pour réduire les COV.* Le bore réagit avec les matières extractibles du bois, ce qui a pour effet de réduire les émissions de COV au séchage.

25. *Mise au point et utilisation de procédés de séchage à haute fréquence ou à vapeur saturée sous vide.* Ces méthodes amélioreraient le séchage à basse température et diminueraient les problèmes associés aux émissions de vapeur bleue. Elles existent pour le bois d'œuvre et l'on pourrait les adapter au placage.

26. *Adoption de certaines mesures de protection de l'environnement couramment employées pour d'autres panneaux.* Certaines techniques de lutte contre les émissions (ex. : utilisation de l'air pollué comme air de combustion) permettraient aux usines de contreplaqué de respecter les limites d'émissions dans les zones à forte population.

27. *Mise au point de machines moins bruyantes.* Ceci permettrait d'améliorer les conditions de santé et de sécurité dans les usines.

28. *Création de nouvelles utilisations pour l'écorce et autres résidus.* Ceci réduirait les pressions environnementales et augmenterait les revenus. On pourrait penser à la production d'énergie électrique, à la cogénération, aux utilisations agricoles, à la pâte et aux matériaux composites. L'industrie du bois dans son ensemble commence à s'intéresser à l'utilisation de l'écorce et l'on explore déjà la production de produits rentables tels que résines ou produits moulés.

29. *Intégration du captage des émissions et du respect de l'environnement à toutes les phases de la fabrication.* Cette intégration doit être combinée à des mesures visant à rendre le processus de fabrication plus efficace et moins coûteux. Il faut s'appliquer à intégrer graduellement les facteurs environnementaux à tous les modèles d'optimisation des facteurs de production.

Technologie actuelle

Les usines de contreplaqué ont largement eu recours à l'automatisation pour réduire leurs coûts et pour régulariser la qualité de leur production. Elles emploient de plus en plus fréquemment des sondes et des appareils de mesure en continu pour contrôler les opérations et la qualité. Le niveau d'automatisation n'est toutefois pas aussi avancé que dans d'autres secteurs, et le coût d'installation de commandes automatisées impose d'importantes contraintes. Cependant, il semble que les ordinateurs et les systèmes intégrés de contrôle avec boucle de retour pour effectuer immédiatement les corrections nécessaires puissent être avantageux pour le secteur.

Certaines usines utilisent avec succès des modèles informatiques de simulation pour guider les décisions concernant la fabrication et les achats de matériel. Ces outils ont leur utilité d'un bout à l'autre de l'usine et même dans la répartition des billes.

Les tâches de contrôle des procédés exigées par les programmes de certification sont généralement effectuées en usine, mais elles sont le plus souvent exécutées manuellement. Un contrôle automatisé permettra de surveiller en permanence les facteurs de qualité, tels que la teneur en humidité, la répartition de la résine, le temps et la température de pressage, ainsi que les propriétés du panneau. On peut même pousser plus loin l'automatisation en agissant sur la fabrication en fonction des lectures obtenues. Toutes les données recueillies peuvent être enregistrées et préservées pour documenter le contrôle de la qualité.

Projections de la technologie

30. *Adaptation des systèmes de contrôle employés dans les autres secteurs du panneau.* Celle-ci entraînerait une réduction des frais de main-d'œuvre et une augmentation de la productivité et de la qualité.

31. *Automatisation pour donner aux usines la souplesse nécessaire à la fabrication de produits hautement spécialisés.* Beaucoup de produits à valeur ajoutée n'ont qu'un marché limité. L'automatisation pourrait augmenter la souplesse des usines en leur permettant de passer rapidement d'un produit à un autre et de fabriquer de façon rentable des produits spéciaux. Jusqu'ici l'automatisation a souvent été synonyme de rigidité, mais les méthodes modernes de commande des procédés sont capables de concilier souplesse et productivité.

32. *Perfectionnement et utilisation généralisée des systèmes de contrôle en continu.* Il pourrait s'agir par exemple de mesurer la teneur en humidité dans le séchoir pour modifier plus rapidement les paramètres de séchage, de mesurer la rugosité du placage pour régler le taux d'application de la résine, ou d'évaluer en continu les propriétés mécaniques des panneaux.

Percée technologique

G. *Commande automatique et totalement intégrée du processus de fabrication.* On parle ici d'un niveau de technologie beaucoup plus évolué que ce qui a été décrit ci-dessus et qui traiterait l'ensemble du processus de fabrication comme un système totalement intégré.

Technologie actuelle

L'amélioration et la création de produits sont la clé de la prospérité de ce secteur pour les années qui viennent. De fait, la plupart des usines tentent de s'orienter vers des produits de plus grande valeur, laissant dans une bonne mesure le marché du revêtement aux concurrents meilleur marché. Il existe de nombreuses possibilités dans les domaines du bâtiment et de l'ingénierie, ou dans les applications industrielles.

Parmi les panneaux de bois, le contreplaqué présente une combinaison unique de propriétés physiques et mécaniques et sa résistance, sa rigidité et sa stabilité dimensionnelle en font le panneau de choix pour de nombreuses applications.

Le principal défi sera de trouver les créneaux de marché qui mettent le mieux en valeur les propriétés particulières du contreplaqué de résineux, y compris celles de certaines essences, et d'améliorer ensuite les produits actuels ou en créer de nouveaux pour exploiter ces créneaux. Il faudra aussi trouver de nouvelles applications et celles-ci exerceront un impact sur les techniques de production.

Le bois stratifié, ou bois LVL, qui remplace le bois d'œuvre, notamment dans les applications qui exigent une résistance mécanique élevée, est un bon exemple. Sa fabrication est semblable à celle du contreplaqué, à ceci près que les feuilles de placage sont toutes alignées dans la même direction pour produire de longs panneaux que l'on déligne ensuite en bandes pour en faire des solives, des poutres ou autres éléments de charpente. On utilise aussi le LVL en menuiserie. L'emploi de la haute fréquence pour polymériser la résine aide à réduire le temps de pressage qui serait long avec la méthode traditionnelle, puisque l'épaisseur du LVL est de 38 mm (1,5 po) ou plus.

Projections de la technologie

33. *Spécialisation des essences dans la fabrication des produits actuels et nouveaux.* Pour des raisons de tradition et de disponibilité, on utilise un grand nombre d'essences dans la fabrication du contreplaqué. Certaines de ces essences, peu utilisées actuellement pour le contreplaqué, pourraient offrir un potentiel intéressant.

34. *Création constante de nouveaux produits.* Comme on l'a vu plus haut, il est possible de modifier les propriétés du contreplaqué (ex. : tenue au feu, résistance aux intempéries, caractéristiques superficielles, méthodes d'assemblage) pour répondre aux besoins précis de marchés spécialisés. On peut aussi envisager d'utiliser des produits moins chers que le placage (de l'OSB, par exemple) au lieu de placage pour l'âme du panneau.

Percée technologique

H. *Création de produits novateurs* pour des applications totalement nouvelles. L'objectif consiste à concevoir des produits complètement différents qui fassent appel aux techniques de production et de pressage du placage. Ces produits doivent être choisis en fonction des besoins du marché et particulièrement dans les applications nouvelles reliées au bâtiment ou aux marchés industriel et architectural. Il conviendrait d'examiner aussi les applications structurales sous forme autre que le panneau. Il est possible de modifier les caractéristiques des produits en manipulant le placage ou en le combinant à d'autres matériaux.

En résumé

L'industrie du contreplaqué est un secteur qui a atteint la maturité mais qui continue néanmoins à évoluer; il fait face à deux défis principaux : d'une part, la forte concurrence de l'OSB et, d'autre part, une augmentation rapide du prix du bois. Le chemin de la survie et de la prospérité passe par la maximisation de la valeur produite à partir des billes disponibles, l'adoption de méthodes de fabrication donnant un meilleur rapport coût/valeur et l'identification de nouveaux marchés susceptibles de bénéficier des caractéristiques particulières du produit.

Nous avons énuméré dans ce chapitre un certain nombre de techniques avancées qui aideraient l'industrie à progresser dans cette direction. Chacune représente un gain potentiel pour le secteur du contreplaqué, mais il ne faut pas oublier que le processus de fabrication est un système; chaque fois que l'on touche à un facteur de production, il faut réexaminer le processus au complet, y compris l'impact sur les coûts et sur le marché. Nous avons également proposé quelques percées technologiques un peu plus hardies. Si elles s'avèrent réalisables en pratique, celles-ci permettront à l'industrie de faire un grand bond vers ses objectifs; elles feront l'objet d'une description plus détaillée au chapitre VIII.

IV. Panneau de lamelles orientées (OSB)

Description

Le panneau de lamelles orientées, ou panneau OSB, est constitué de lamelles de bois, de copeaux ou de flocons collés à l'aide d'une résine adhésive de qualité extérieure telle que le phénol-formol ou l'isocyanate, sous pression et à température élevées.

Dérivé du panneau gaufré, le panneau OSB a fait son apparition sur le marché de la construction au début des années 80, son évolution reposant sur un effort permanent de recherche et de développement sur la technologie des composites de bois. L'industrie de l'OSB est désormais bien implantée en Amérique du Nord et elle connaît une croissance rapide.

L'OSB est généralement fabriqué à partir de tremble dans les régions nordiques de l'Amérique du Nord et à partir de pin jaune dans le sud, mais on peut également employer d'autres essences résineuses ou feuillues, seules ou en mélange. Le produit est formé de trois couches ou plus, les couches centrales étant orientées perpendiculairement au grand axe du panneau. L'orientation des lamelles renforce les propriétés mécaniques (résistance et rigidité) et physiques (stabilité dimensionnelle) des panneaux OSB dans le sens de l'orientation.

De par ses propriétés physiques et mécaniques, l'OSB se prête à une diversité d'applications, structurales ou non. Il est largement utilisé dans la construction résidentielle et commence à percer en construction commerciale. On l'emploie particulièrement comme sous-plancher, couche de pose, revêtement de toit et de mur, ou en parement extérieur.

L'OSB s'emploie de plus en plus dans les matériaux d'ingénierie : âme de poutrelle, composante de solives ajourées, élément de structure panneautée ou de panneaux sandwich structuraux. Il convient aussi à d'autres utilisations comme la caisserie, les palettes, les bacs, les bâtis de meuble, les présentoirs et l'agencement de magasin.

Vision

La décennie a été florissante pour ce secteur, qui a connu des taux de croissance exceptionnels en matière de capacité, d'expéditions et d'exportations au cours de la première moitié des années 90, croissance qui semble vouloir se maintenir. Le produit s'est amélioré ainsi que la capacité globale de production des usines. Il y a eu d'importants progrès techniques et le secteur joue un rôle respectable dans l'économie canadienne, surtout du côté des exportations.

Notre vision du secteur est quelque peu influencée par les succès enregistrés. Malgré l'excès actuel de capacité, l'humeur reste à l'optimisme et à la croissance; les fabricants se sentent tout à fait capables de concevoir et de produire un matériau avantageux du point de vue rendement et prix.

Cette vision repose à la fois sur la technologie et sur la demande. Malgré l'énorme croissance en cours de la capacité, la plupart des intervenants sont convaincus qu'avec un matériau en perpétuelle amélioration, soutenu par des techniques de production en perpétuel progrès, les marchés mondiaux pourront plus facilement absorber la vague d'OSB et autres matériaux structuraux canadiens.

La production d'OSB devrait continuer sa croissance, même si le rythme doit ralentir. Les usines seront plus grandes et moins nombreuses à mesure que les usines plus anciennes et moins compétitives

sont obligées de se tourner vers les spécialités, ou de fermer lors des périodes de surplus de production et de très bas prix. L'OSB va dominer les marchés du revêtement et prendre une place remarquée outre-mer. Le coût de la matière première va augmenter du fait que le secteur se trouvera en concurrence avec d'autres secteurs pour ses approvisionnements.

L'industrie perçoit l'innovation technologique comme devant lui apporter tout ce qu'elle désire : densité réduite, surfaces plus lisses, durabilité accrue, résistance aux insectes et à l'eau. L'existence de valeurs de calcul aidera l'OSB à dépasser le cadre de la construction résidentielle pour accéder à des systèmes de construction plus complexes et à de nouvelles utilisations, telles que le coffrage, l'ameublement, les tablettes ou les panneaux décoratifs.

Les techniques de fabrication vont continuer à évoluer vers une automatisation plus poussée de la commande des procédés et vers la prise en charge de normes environnementales plus strictes. La chaîne de fabrication devrait bénéficier par exemple d'un système de pressage fort amélioré, alimenté par des floconneuses perfectionnées capables de produire des lamelles de qualité à partir d'essences variées, et par des séchoirs plus efficaces, garantissant une teneur en humidité précise.

Bilan économique

Importance relative du secteur

Les expéditions du secteur de l'OSB ont été de 1,1 milliard de dollars en 1996; comme elles étaient de moins de 300 millions en 1990, ceci représente une croissance annuelle moyenne de 24 p. 100. Le chiffre correspondant pour l'ensemble des industries manufacturières canadiennes était de 5 p. 100.

Au cours de cette même période, la main-d'œuvre employée dans le secteur de l'OSB est passée de 1500 à 2400, soit un taux de croissance annuel de 10 p. 100. En 1996, les exportations dépassaient 940 millions de dollars, et représentaient 85 p. 100 de la production. Les exportations se font à 92 p. 100 vers les États-Unis, 7 p. 100 vers le Japon, et 1 p. 100 ailleurs. Les importations en provenance des États-Unis sont faibles.

De 1990 à 1996, la valeur d'expéditions par employé est passée de 175 000 à 453 000 $, soit une croissance annuelle de 17 p. 100, qui reflète les progrès substantiels de la mécanisation, de la productivité et de l'évolution technologique. Avec une croissance de plus de 35 p. 100 au cours de cette même période, la valeur ajoutée par employé est encore plus impressionnante.

Le secteur canadien de l'OSB a connu une croissance plus vigoureuse que celui des États-Unis et il occupe une place relativement plus grande dans l'économie nationale. En termes absolus, l'industrie américaine est plus importante, avec une capacité d'environ 8,8 millions de m^3 (10 milliards de pi^2, base 3/8 po), comparativement à environ 6,2 millions de m^3 (7 milliards de pi^2) au Canada.

De 1988 à 1996, les investissements nets (nouvelles immobilisations moins immobilisations sacrifiées) du secteur de l'OSB ont augmenté de 1,1 milliard à 1,6 milliard de dollars, soit un taux annuel de croissance d'environ 5 p. 100. Le total annuel des immobilisations (80 p. 100 équipement et matériel, 20 p. 100 bâtiments) variait de 160 à 220 millions au cours de la période.

L'OSB joue un rôle relativement limité mais important dans l'économie canadienne. Sa contribution à la balance commerciale nette est substantielle, à 2 p.100 du total de l'industrie manufacturière. Le rapport capital/travail est presque le double de la moyenne canadienne pour les industries manufacturières. Les usines, réparties sur l'ensemble du territoire, soutiennent le développement régional et l'économie rurale. C'est un secteur en plein développement, basé sur une matière première ligneuse que l'on considérait encore comme non commerciale il y a 10 ans.

En 1997, le Canada comptait 22 usines d'OSB d'une capacité totale de 6,86 millions de m^3 (7,8 milliards de pi^2). Le tableau ci-dessous illustre la répartition régionale.

Province	**Nb d'usines d'OSB (1997)**	**Capacité** Million de m^3	milliard de pi^2 (base 3/8 po)	**% de la capacité totale**
Colombie-Britannique	3	1,03	(1,175)	15
Alberta	5	1,70	(1,935)	24
Saskatchewan	1	0,18	(0,210)	2
Manitoba	1	0,44	(0,500)	6
Ontario	5	1,40	(1,595)	20
Québec	6	1,85	(2,100)	26
Nouveau-Brunswick	1	0,26	(0,300)	3
Total	**22**	**6,86**	**(7,800)**	**100**

Sources : SBA et Resource information Systems Inc. (RISI), Wood Products Review, juillet 1997

On fabrique de l'OSB dans sept provinces. C'est le Québec qui est actuellement le principal producteur, suivi de l'Alberta et de l'Ontario. À elles trois, ces provinces représentent 70 p. 100 de la production nationale. Plusieurs usines supplémentaires ont été annoncées en 1997; si ces projets se concrétisent, ils ajouteront 1 million de m^3 (1,7 milliard de pi^2) à la capacité en place.

La vague de production supplémentaire mise sur le marché en 1996 a provoqué une certaine faiblesse des prix. L'importante croissance de la consommation nord-américaine a continué en 1997 et devrait se poursuivre en 1998, mais à un rythme plus calme.

Perspectives

Sur la base d'analyses détaillées des divers marchés canadiens et américains et des facteurs de concurrence tels que les coûts et la substitution de produit, RISI prédit que la demande totale pour l'OSB canadien dépassera 7 millions de m^3 (8 milliards de pi^2) en l'an 2000, et 13 millions de m^3 (15 milliards de pi^2) d'ici 2012, comparativement à 4,6 millions de m^3 (5,2 milliards de pi^2) pour l'année de référence 1996. Selon ces estimations, la demande devrait grimper de plus de 5 p. 100 par an durant la première décennie du nouveau millénaire.

Ce taux de croissance de la demande suppose que l'OSB continue à supplanter rapidement le contreplaqué comme panneau structural, notamment en construction résidentielle, mais aussi, de façon plus limitée, en construction commerciale et dans les applications industrielles. En 1996, l'OSB occupait 69 p. 100 du marché des panneaux structuraux; ce chiffre devrait atteindre 79 p. 100 en 2000, et 90 p. 100 en 2012.

Les exportations, surtout vers les États-Unis, continueront à dominer le secteur. En 1996, les marchés d'exportation représentaient 82 p. 100 de la demande. Selon RISI, le rapport entre exportations et consommation intérieure devrait demeurer essentiellement inchangé, avec une légère montée de la

consommation intérieure jusqu'à 2000, suivie d'un léger déplacement au profit de l'exportation jusqu'à la fin de la première décennie.

L'importance dominante des exportations complique toutefois la tâche de prédire l'évolution de la demande. Comme le précise RISI, la demande d'OSB canadien dépendra du rythme d'acceptation du produits aux États-Unis et outre-mer, des taux de change, de la vigueur générale de l'économie mondiale et des pénuries relatives de bois aux États-Unis.

On prévoit que la capacité de production canadienne va grimper de 85 p. 100 au cours de la période 2000-2012 pour répondre à la demande. Le taux de capacité devrait osciller entre 83 et 96 p. 100 selon les fluctuations de l'offre et de la demande. D'ici le milieu de la décennie, les prix devraient retrouver les sommets enregistrés en 1994. Cependant, tout retard ou accélération dans le calendrier des mises en route d'usine, combiné à des fluctuations imprévues de la demande, risque de bouleverser ce genre de scénario.

Facteurs critiques

Avant d'analyser les facteurs qui vont affecter l'innovation technologique de l'industrie, il est peut-être utile de rappeler brièvement les grands points de son histoire. Les premières usines ont ouvert leurs portes il y a environ 25 ans. Les usines d'aujourd'hui, comme du reste les panneaux qu'elles produisent, ont peu de choses en commun avec celles des premiers temps. Leurs propriétés physiques et mécaniques se sont améliorées pendant que les coûts de production et la densité du panneau baissaient considérablement. Le rendement matière, l'orientation des lamelles et l'efficacité des résines ont énormément progressé. Les méthodes de fabrication se sont adaptées à de nouveaux types de matière première et de produits. De fait, le grand succès de l'industrie est largement imputable à son aptitude à trouver et à implanter des techniques nouvelles, ainsi qu'à la souplesse dont elle a su faire preuve. Le secteur continue à miser sur l'innovation technologique, l'opportunisme commercial et la croissance.

C'est cette habitude de miser sur la technologie qui guidera l'innovation au cours des prochaines années, en même temps qu'un solide capital de connaissances, une attitude positive face au changement, et la confiance du secteur en sa capacité de créer les techniques nécessaires. On trouvera ci-dessous cinq types de facteur critique qui auront aussi un effet sur l'innovation technologique : la réduction des coûts, l'amélioration des produits, les nouveaux produits, les approvisionnements et les questions d'environnement.

La nécessité de *comprimer les coûts de production* est un facteur critique pour ce secteur. Il faudra pouvoir compter sur des prix très compétitifs, et donc des coûts réduits, pour conserver et étendre les marchés en voie de développement qui seront nécessaires pour absorber l'énorme volume de production de l'industrie. En période de surcapacité comme celles qu'a connues le secteur depuis le milieu de la présente décennie, c'est le niveau des coûts de production qui détermine la viabilité de l'entreprise, surtout pour les usines plus anciennes.

Les nouveaux marchés sur lesquels comptera l'industrie dépendent non seulement d'une substitution de produit et des exportations outre-mer, mais encore de la concurrence avec des producteurs américains hautement efficaces sur leur propre marché. C'est de loin le marché dominant et il est particulièrement vital pour les Canadiens; mais il peut arriver de temps à autre que des fluctuations inattendues du commerce international (taux de change, protectionnisme, par exemple) les mettent en mauvaise posture. De toutes les manières, la survie et la croissance exigent de faibles coûts de production.

Les innovations propres à réduire les coûts affecteront l'ensemble du processus de fabrication et plus particulièrement les éléments les plus coûteux, tels que le bois, la résine et l'énergie utilisée pour le floconnage, le séchage et le pressage. Il sera spécialement souhaitable de profiter de l'évolution constante de la technologie pour abaisser progressivement les coûts de production.

Comme pour les fabricants de contreplaqué de résineux, il existe une autre dimension à la question des coûts de production. À mesure que l'OSB pénètre des marchés spécialisés, plus payants, pour lesquels la qualité et la différenciation du produit prennent une importance particulière, les caractéristiques de produit qui déterminent la valeur jouent un plus grand rôle que les coûts de production proprement dits. La contribution à la marge bénéficiaire devient alors plus significative pour l'innovation technologique que l'abaissement des coûts.

Toujours en rapport avec la viabilité et la croissance, il faut noter *la nécessité d'améliorer les produits existants* pour répondre aux besoins changeants des utilisateurs, et pour augmenter la part de marché de l'industrie. Une meilleure stabilité dimensionnelle est désirable, mais il faut aussi penser à la durabilité, à l'uniformité, à la qualité de surface, à l'usinabilité et à l'esthétique.

Les panneaux finis quittent l'usine avec une teneur en humidité de 2 à 5 p. 100. Exposés aux éléments, ils absorbent des quantités variables d'humidité qui affectent leur stabilité dimensionnelle. L'industrie du bâtiment préférerait une teneur en humidité plus proche du niveau normal en service. Une densité plus basse aurait aussi un effet bénéfique à long terme sur la stabilité dimensionnelle.

La création de produits nouveaux représente par ailleurs un potentiel considérable pour ce qui est d'assurer la croissance future de l'industrie. Il existe peut-être de nouvelles applications pour l'OSB, tel quel ou modifié, et l'on peut sans doute concevoir des systèmes de construction combinant l'OSB et d'autres matériaux. Les produits spécialisés sont ordinairement plus favorables à la marge bénéficiaire que les matériaux de base.

L'état des approvisionnements en matière première pourrait changer pour certains producteurs canadiens. On utilise traditionnellement au Canada le tremble, qui convient bien à la fabrication de l'OSB et se trouve être disponible en abondance à un prix relativement bas. Le tremble est une essence à croissance rapide et à haut rendement qui représente une partie importante des ressources forestières canadiennes en feuillus.

Cependant, à mesure que l'industrie consomme plus de bois, que d'autres secteurs puisent dans les mêmes ressources pour leurs propres produits et que les réserves les plus accessibles de tremble sont exploitées, le resserrement des approvisionnements et l'augmentation des prix risquent de forcer certains producteurs à rechercher d'autres sources de bois : essences différentes, dosses de scierie de résineux et peut-être même OSB recyclé. La technologie nécessaire est disponible et les procédés de fabrication sont suffisamment souples pour permettre ce genre de changement sans nuire à la qualité du produit. Du reste, les usines du sud des États-Unis et celles d'Europe se servent de pin comme matière première. Le défi de l'industrie canadienne est d'innover pour modifier le processus de fabrication à un coût raisonnable et en améliorant du même coup la qualité du produit.

Si les approvisionnements en bois se font plus difficiles, on peut prévoir une augmentation générale du coût de la matière première, qui a été, jusqu'à présent, l'un des principaux atouts de l'industrie de l'OSB. C'est un point sur lequel pourrait porter l'innovation technique.

La croissance rapide de l'industrie a aussi occasionné une *pénurie de main-d'œuvre spécialisée*, et un roulement rapide de personnel pour certaines usines. La solution à ce problème dépend de l'aptitude de l'industrie et des institutions d'enseignement à multiplier leurs activités de formation.

Traditionnellement, le secteur de l'OSB a connu peu de difficultés en matière d'environnement. La fabrication utilise peu d'eau et elle fait usage de résines phénoliques qui émettent peu de formaldéhyde une fois polymérisées. Malgré tout, compte tenu de la sensibilité grandissante du public aux questions d'environnement et de la réglementation plus stricte, surtout en région urbaine, les producteurs ont adopté diverses techniques pour réduire leur impact sur l'environnement. Les fournisseurs d'équipement ont mis au point de nouvelles méthodes et des systèmes perfectionnés de contrôle pour réduire les frais d'achat, d'exploitation et d'entretien des systèmes de protection environnementale.

Cette évolution va se poursuivre et elle affectera l'industrie dans les domaines suivants :

- en forêt – méthodes d'exploitation forestière
- dans le parc à grumes – gestion des eaux pluviales ou autres
- dans l'usine – évacuation ou utilisation de l'écorce, émissions de la centrale thermique, prévention de la poussière et du bruit, émissions de composés organiques volatils (COV) lors du séchage et du pressage, recyclage des résidus

Technologies actuelle et nouvelle

En s'appuyant sur la recherche, les méthodes de fabrication de l'OSB ont progressé sans cesse au cours des 10 dernières années. Le coût du séchage a diminué et la qualité des lamelles s'est améliorée grâce à une meilleure gestion du parc à grumes. La production s'est faite plus efficace grâce à l'emploi de systèmes d'optimisation dans les opérations de préparation et de pressage. L'utilisation de lamelles plus longues en surface a permis de diminuer la densité des panneaux. Des résines plus rapides et l'augmentation de la teneur en humidité dans les couches de surface ont entraîné une réduction du temps de pressage. Divers progrès techniques en rapport avec les systèmes de formation du matelas ont permis d'obtenir une meilleure orientation des lamelles. On produit maintenant de l'OSB plus vite et à plus basse densité sans rien perdre de la qualité.

Le secteur de l'OSB est donc bien placé pour bénéficier de l'évolution continue de la technologie tant pour la qualité des panneaux que pour les méthodes de fabrication offrant le meilleur potentiel économique à un niveau d'investissement raisonnable. L'industrie dispose maintenant d'options moins coûteuses que d'augmenter le pourcentage de résine ou le temps de pressage.

Une meilleure planification des opérations d'entretien permet aux usines de réduire les temps morts imprévus. On y intègre des programmes d'entretien préventif, comme l'analyse des vibrations de tout équipement rotatif, de manière à déceler les vibrations de roulement et à prévenir les pannes. On planifie également l'entretien des machines exigeant le plus de temps de façon à effectuer modifications et remplacements avec un minimum de temps perdu.

Manutention et entreposage de la matière première

Technologie actuelle

L'OSB est actuellement fabriqué à partir de bois rond. Jusqu'à récemment, on n'utilisait que des billots de huit pieds, mais l'industrie utilise de plus en plus des tiges à pleine longueur du fait que les méthodes d'abattage ont changé et que les caractéristiques des floconneuses se sont améliorées.

De plus, on fait plus souvent appel pour la manutention des billes à des grues sur portique ou à des grues pivotantes, grâce auxquelles on peut augmenter la capacité d'entreposage et réduire les frais d'entretien et de main-d'œuvre pour les machines mobiles.

L'industrie de l'OSB est soumise à certaines pressions l'amenant à employer des essences de bois qui n'ont pas toujours les mêmes propriétés que le tremble. Jusqu'ici, l'incorporation d'essences plus denses a été progressive, et les producteurs sont parvenus à assimiler les bois moins intéressants au prix de modifications techniques relativement mineures. On produit actuellement des panneaux de haute qualité qui contiennent jusqu'à 50 p. 100 de bois dense dans la couche centrale. En laboratoire, on a pu fabriquer d'excellents panneaux OSB à partir de dosses de sciage de résineux.

Projections de la technologie

1. *Nouvelles techniques fondées sur la recherche pour améliorer la gestion du parc à grumes, limiter la dégradation du bois, et mesurer la teneur en humidité des billes avant de les transformer.* L'acquisition de logiciels et autres instruments permettant de mesurer l'hygrométrie des billes entreposées facilitera la tâche d'optimiser les rotations et d'améliorer le rendement matière et la qualité des lamelles.

2. *Matériel de manutention adapté aux nouvelles formes de matière première et capable de maintenir la productivité et de limiter le gaspillage et les temps morts.* La diversification des approvisionnements exige que l'usine puisse manipuler des billes plus fragiles, plus petites ou mal conformées.

Percée technologique

A. *Matériel modifié ou nouveau adapté aux différentes essences de bois et à des formes physiques différentes.* Si la matière première se présente sous une forme différente (dosses, par exemple), le processus de fabrication devra subir d'importantes modifications. Le problème le plus délicat sera peut-être celui des usines obligées d'employer plusieurs formes de matière première.

Conditionnement des billes

Technologie actuelle

On utilise des bassins pour dégeler les billes dans les climats froids et pour leur donner une température et une humidité suffisantes pour les opérations d'écorçage et de floconnage. La température optimale de l'eau de trempage varie selon les caractéristiques du bois (diamètre, essence, humidité contenue, etc.) et les conditions atmosphériques (température ambiante, vent, etc.). Dans la pratique toutefois, le temps de trempage est souvent limité par la capacité des bassins et l'on n'obtient pas toujours le temps de trempage idéal.

Projections de la technologie

3. *Logiciels pour optimiser le temps de trempage et la consommation d'énergie en fonction des conditions d'opération et autres facteurs de production.* Il faudra effectuer des études sur les corrélations qui existent entre le temps et la température de trempage d'une part, et les facteurs de production (qualité des lamelles, efficacité du séchage et qualité du collage) d'autre part. Ces mêmes logiciels serviront à modéliser le conditionnement des billes, à évaluer divers scénarios de triage des billes et à optimiser la conception des bassins.

4. *Optimisation des paramètres de conditionnement pour les nouvelles essences.* Une fois que les logiciels décrits ci-dessus seront disponibles, on devra les calibrer pour les nouvelles essences. À l'aide de simulations, on pourra représenter le conditionnement de mélanges d'essences et identifier les conditions optimales.

Écorçage

Technologie actuelle

L'écorce a une faible densité et une résistance mécanique limitée. Elle contient souvent de la terre et autres corps étrangers et l'on doit l'enlever pour assurer la qualité du panneau et protéger les

outils de coupe de la floconneuse. Les usines emploient surtout des écorceuses à anneau rotatif, mais les écorceuses à tambour retiennent de plus en plus l'attention parce qu'elles sont capables de traiter les billes de moindre qualité en conservant un meilleur rendement matière. On adjoint parfois aux écorceuses à anneau une écorceuse à tambour dotée d'un rotor (ex. : Fuji King) pour éviter de briser les petites billes.

Projections de la technologie

5. *Écorceuses à anneau à plus grande vitesse d'avance, avec systèmes de commande plus perfectionnés,* capables de régler automatiquement la pression de l'outil et la vitesse de l'anneau en fonction du type de bille et de son diamètre. Ce genre d'écorceuse serait particulièrement utile pour l'érable et le bouleau qui s'écorcent moins bien que le tremble dans les écorceuses ordinaires. Une plus grande attention à l'entretien des écorceuses contribuera aussi à améliorer leur efficacité.

6. *Écorceuses à double action pour écorce filandreuse.* Des machines de ce genre sont à l'essai chez des fabricants d'écorceuses. Le premier anneau est muni de couteaux qui incisent l'écorce et le deuxième porte des outils ordinaires qui la détachent.

7. *Systèmes d'écorçage pour bois gelés.* Ils permettraient d'enlever l'écorce avant le conditionnement, ce qui faciliterait le conditionnement, améliorant la qualité des lamelles et le rendement matière.

Floconnage

Technologie actuelle

L'industrie de l'OSB utilise le plus souvent des floconneuses à disque ou à anneau porte-couteaux. Les deux types de machine donnent d'excellentes lamelles jusqu'à 15 cm (6 po) de longueur, mais la floconneuse à anneau est plus apte à produire de très longues lamelles allant jusqu'à 30 cm (12 po) de longueur.

La géométrie des lamelles est l'un des facteurs qui ont le plus d'effet sur les propriétés et l'aspect de l'OSB. En général, les lamelles plus longues et plus minces donnent de meilleures propriétés en augmentant la surface de contact réelle et donc le transfert des contraintes. Elles ont aussi tendance à être plus stables après densification à haute température, ce qui confère au panneau une meilleure résistance au gonflement et à l'expansion linéaire

Projections de la technologie

8. *Nouveaux concepts de floconnage.* On commence à introduire une floconneuse dont l'anneau se déplace verticalement (vers le haut) plutôt qu'horizontalement comme dans le cas actuel. Comme la hauteur des paquets de billots est normalement de 45 cm (1,5 pi) et leur largeur de 150 cm (5 pi), un anneau à course verticale ne parcourt qu'une distance trois fois moindre, ce qui permet d'augmenter la capacité de la machine.

9. *Couteaux de floconnage jetables permettant une déformation plus prévisible.*

10. *Optimisation des couteaux de floconneuse et de leur réglage.* Ceci permettrait d'obtenir des lamelles plus uniformes, un meilleur rendement matière et un collage plus efficace. Il convient de poursuivre les recherches dans ce domaine, de front avec les études sur le conditionnement. Il faudrait aussi étudier les nouvelles essences de feuillus qui entrent dans la composition de l'OSB, car elles ont tendance à donner des lamelles plus fragiles qui font baisser le rendement matière.

11. *Production de lamelles plus longues et plus minces.* Les travaux de recherche montrent qu'en abaissant l'épaisseur des lamelles à 0,3 - 0,5 mm (0,015 - 0,020 po) et en augmentant leur longueur à 15 cm (6 po), ou même 30 cm (12 po), on améliore la plupart des propriétés du panneau. Même si les lamelles minces (de moins de 0,3 mm) permettent de produire des panneaux moins denses et plus stables, l'industrie n'a pas encore réussi à profiter de cet avantage, à cause des effets négatifs sur le rendement matière. Il faudrait aussi optimiser l'épaisseur des lamelles en rapport avec leur longueur. On peut prévoir qu'il sera plus facile de produire des lamelles longues et minces quand le conditionnement et le floconnage auront été optimisés.

12. *Prévention de l'enroulement des lamelles.* Il est impossible d'encoller l'intérieur des lamelles enroulées. Le problème affecte surtout les lamelles larges et certaines essences plus denses.

Séchage

Technologie actuelle

L'industrie a longtemps préféré les séchoirs à tambour rotatif à triple passe, mais les nouvelles usines sont plutôt équipées de séchoirs à simple passe. Certaines usines ont commencé à utiliser un séchoir à bandes (de type convoyeur) conçu pour sécher des lamelles longues à température plus basse. Comme ils fonctionnent à une température plus basse, et plus en douceur, les séchoirs à bandes entraînent moins d'émissions de COV lors du séchage et ils diminuent les risques d'incendie. Contrairement aux séchoirs à tambour, ils n'ont pas besoin d'agiter les lamelles et ils risquent moins de les briser et de produire de la poussière; ils traitent donc les lamelles longues et fines plus efficacement.

La fabrication de panneaux de qualité exige une bonne régulation de la teneur en humidité. Pour donner une lecture fiable de la teneur en humidité des lamelles, les appareils à infrarouge actuels doivent être installés au-dessus d'une couche uniforme de lamelles. Or, ceci est difficile à réaliser dans les usines modernes où les machines sont fréquemment intégrées, comme c'est le cas avec les cyclones primaires du séchoir et le tamis pour lamelles sèches.

Projections de la technologie

13. *Perfectionnement du séchoir à bandes pour l'OSB.* À titre d'exemple, les séchoirs à bandes actuels connaissent quelques problèmes avec la déposition de particules fines à l'intérieur du convoyeur, problèmes qui doivent être résolus.

14. *Adaptation aux nouvelles essences, notamment les feuillus denses, et aux mélanges d'essences,* de manière à préserver la qualité des lamelles et le rendement matière et à obtenir la teneur en humidité visée. La technologie du séchage de l'industrie a essentiellement été conçue pour le tremble.

15. *Diminution plus poussée et élimination des émissions de COV dues au séchage.* Pour cela, il faudra qualifier et quantifier les essences en jeu. Une réduction des températures de séchage et des teneurs en humidité plus élevées aideront aussi à atteindre cet objectif.

16. *Nouvelles méthodes de mesure de l'humidité aux endroits les plus utiles,* à l'entrée et la sortie du séchoir, par exemple. Employées avec de nouveaux types d'appareil, ces méthodes aideront à obtenir une régulation plus stricte de la teneur en humidité finale des lamelles.

Tamisage

Technologie actuelle

Les tamis rotatifs sont les plus couramment employés dans l'industrie de l'OSB. On emploie aussi des transporteurs à vibrations munis de sections de tamisage, surtout pour les lamelles de centre qui contiennent un pourcentage élevé de bois dense. En effet, les tamis vibrants, dont l'action est plus délicate, ont moins tendance que les tamis rotatifs à briser les lamelles de bois dense, plus fragiles. Si l'on continue à utiliser des lamelles plus longues et plus minces, il est possible que l'usage des tamis vibrants se généralise, pour éviter les dommages inacceptables aux lamelles que causeraient les tamis rotatifs.

Projection de la technologie

17. *Retamisage des fines provenant des tamis rotatifs.* Le brassage effectué par les tamis amène un faible pourcentage de particules acceptables à traverser le tamis avec les fines, ce qui représente une perte de matière première.

Encollage

Technologie actuelle

L'industrie emploie traditionnellement des résines phénoliques en poudre, mais on voit de plus en plus fréquemment des résines phénoliques liquides, que l'on applique dans un tambour de grand diamètre à l'aide d'un disque rotatif. De nombreuses usines adoptent la résine liquide ou s'équipent pour les deux types de résine. Les résines liquides adhèrent mieux à la surface des lamelles et permettent d'augmenter le pourcentage de résine, soit pour l'utilisation de bois denses, soit pour la production de panneaux spéciaux. Ainsi, les âmes de poutrelles doivent être plus résistantes et plus denses, ce qui exige un supplément de résine. Les résines phénoliques liquides sont de fabrication moins coûteuse que les résines en poudre; on peut y incorporer des adjuvants et elles éliminent une partie des problèmes de poussière que l'on connaît avec les poudres. Par contre, les poudres sont plus faciles et moins coûteuses à transporter, à entreposer et à appliquer.

Certaines usines préfèrent les résines isocyanates, surtout dans la couche centrale où leur grande réactivité est le plus utile. Les isocyanates s'emploient plus fréquemment pour les panneaux spéciaux (ex. : panneaux pâles pour le marché japonais). Ils présentent l'avantage de travailler à des pourcentages plus bas et de tolérer des teneurs en humidité plus hautes, ce qui diminue la consommation d'énergie, et augmente la stabilité dimensionnelle. En contrepartie, ils sont plus coûteux et leur utilisation présente plus de risques que celle des résines phénoliques. Au fur et à mesure des travaux de recherche, les avantages des divers systèmes adhésifs changent continuellement.

Le taux d'application de la résine est faible (ordinairement 2 à 3 p. 100), et l'uniformité de la répartition est plus critique que la quantité de résine. Il est toujours plus facile de maintenir les propriétés du panneau en augmentant la quantité de résine et de compenser ainsi les problèmes qui affectent d'autres étapes de la fabrication (ex. : qualité des lamelles ou densité trop faible), mais c'est une solution relativement coûteuse. La résine représente 15 à 20 p. 100 des coûts de production. Il s'est avéré impossible de réduire le pourcentage de résine avec les techniques en usage. Pour certains produits spéciaux, on emploie davantage de résine (jusqu'à 10 p. 100).

Projections de la technologie

18. *Incorporation des fines dans le matelas.* Même si un certain nombre d'usines ajoutent actuellement une partie de leurs fines au matelas, elles sont limitées par les effets négatifs de ces fines sur les propriétés du panneau. Des techniques plus évoluées leur permettraient d'augmenter les quantités.

19. *Meilleurs systèmes d'application de la résine en poudre, dont l'électrostatique.* Des études récentes montrent que les propriétés du panneau et l'efficacité de la résine sont limitées par la répartition de la poudre et sa rétention.

20. *Création de techniques plus économiques et plus efficaces pour appliquer la résine liquide.* Les disques rotatifs sont coûteux à l'achat et l'on obtiendrait peut-être de meilleurs résultats avec une combinaison de disques et de pulvérisation. L'entretien des buses de pulvérisation a aussi besoin d'améliorations.

21. *Systèmes de contrôle en continu pour mesurer la répartition de la résine et la relier aux autres facteurs de production.*

22. *Résines plus réactives,* obtenues par des formulations nouvelles ou avec l'aide de catalyseurs, pour réduire le temps de pressage sans tomber dans les problèmes de précuisson.

23. *Amélioration des propriétés des résines* pour éviter les problèmes d'agglutination et les dépôts dans l'encolleuse.

24. *Résines moins coûteuses* (par exemple, en ajoutant des matières de charge telles que lignine ou dérivés d'huile de soja).

25. *Résines pour lamelles à humidité plus élevée.* Un taux d'humidité plus élevé permet de réduire les coûts de séchage et les émissions de polluants. Il facilite aussi la compaction du panneau et le rend plus stable.

26. *Résines formulées pour une gamme plus variée de bois, y compris les feuillus denses, comme le bouleau et l'érable.*

27. *Résines conçues pour minimiser les émissions de COV provenant de l'opération de pressage et du produit fini.*

28. *Résines spécialement formulées pour le pressage avec injection de vapeur.*

29. *Optimisation des encolleuses* pour les adapter à la répartition simultanée de résines solide et liquide.

Percées technologiques

B. *Nouveaux systèmes adhésifs assurant une prise plus rapide à température plus basse, une adhésion supérieure et une meilleure tolérance aux teneurx en humidité élevées.* On pourrait ainsi réaliser des économies considérables sur l'énergie de séchage et de pressage. Les émissions de COV seraient beaucoup plus faibles. Pour trouver de tels systèmes adhésifs, il faut mieux comprendre le mécanisme de l'adhésion et étudier divers polymères qui ne sont pas nécessairement connus dans l'industrie du bois.

C. *Systèmes novateurs de répartition des résines en poudre.* Comme on l'a vu ci-dessus, les insuffisances de la répartition limitent l'introduction des résines à haut rendement. Des concepts radicalement différents, adaptés peut-être d'autres industries, permettraient de les utiliser efficacement.

Cire et adjuvants

Technologie actuelle

La cire ne représente qu'une faible partie des coûts de fabrication de l'OSB et c'est sans doute pourquoi ni l'industrie ni les chercheurs n'y ont prêté beaucoup d'attention. Elle exerce un effet bénéfique sur la résistance à l'humidité et sur la stabilité dimensionnelle, mais ces avantages sont limités car un excès de cire nuit rapidement à la prise de la résine. À teneur élevée, la cire rend aussi le panneau OSB plus inflammable.

Projections de la technologie

30. *Intégration des recherches sur la résine et la cire pour identifier les synergies potentielle* et pour expliquer le rôle de la cire dans diverses formulations en rapport avec les caractéristiques du bois, la teneur en humidité et autres facteurs.

31. *Addition de produits chimiques tels que des borates à l'étape du mélange*. Selon les études préliminaires, il n'y aurait pas d'effets négatifs sur les propriétés; par contre, la résistance aux insectes, y compris les termites, serait plus grande ainsi que la résistance au feu, ce qui ouvrirait peut-être certains marchés au Japon et dans d'autres pays en bordure du Pacifique.

Percée technologique

D. *Évaluation d'autres adjuvants susceptibles de faciliter le processus de collage et la création de nouveaux produits.* Les adjuvants peuvent servir à renforcer le joint de résine, à donner au panneau des propriétés particulières (résistance aux insectes ou aux intempéries, usinabilité, etc.) ou à modifier l'aspect du panneau.

Formation du matelas

Technologie actuelle

On emploie généralement des orienteurs à disques dans l'axe principal du matelas et des orienteurs en étoile pour la direction perpendiculaire.

L'uniformité du matelas détermine l'uniformité du panneau et de ses propriétés. Les écarts de densité augmentent les coûts de production en forçant l'usine à viser une moyenne de densité plus élevée. Les conformateurs font preuve d'une grande souplesse pour ce qui est de s'adapter au matériau utilisé dans la formation du matelas. Grâce aux nouvelles chaînes de 3,65 m (12 pi) de largeur, la vitesse d'avance est plus basse pour une capacité donnée. De plus, on peut régler les conformateurs pour augmenter la marge de délignage si l'emploi de lamelles longues crée des problèmes.

Au cours des années, les fabricants de conformateurs ont constamment amélioré leur technologie et ils ont accompli d'énormes progrès pour diminuer les variations de densité et améliorer l'orientation des lamelles.

Projections de la technologie

32. *Diminution des écarts de densité,* notamment avec les bois plus denses. Ceci est particulièrement désirable lorsque l'on veut une meilleure stabilité dimensionnelle. C'est aussi un facteur essentiel dans la réduction des coûts.

33. *Application de l'analyse graphique et des travaux de modélisation en cours à la représentation du processus de formation.* Dès qu'ils auront été adaptés aux conditions industrielles, ces logiciels permettront de mieux comprendre les facteurs qui affectent la répartition des lamelles durant le processus de formation du matelas; ils permettront aux opérateurs de modifier les paramètres de fabrication pour optimiser les caractéristiques du matelas en fonction de l'épaisseur du panneau et de son utilisation prévue.

34. *L'analyse graphique et les méthodes perfectionnées de commande des procédés* peuvent aussi être adaptés à la conception de méthodes directes en temps réel pour contrôler la formation et l'orientation, et pour commander les machines.

Percée technologique

E. Nouveaux concepts de manutention et de formation pour la préparation de matelas à partir de lamelles longues (jusqu'à 30 cm). Des études en laboratoire ont démontré que les lamelles de 15 à 30 cm (6 à 12 po) de longueur donnaient au panneau OSB des propriétés bien supérieures à ce qui est possible avec les lamelles actuelles de 10 à 15 cm (4 à 6 po). Malheureusement, les lamelles longues sont difficiles à manutentionner avec l'équipement actuel; il est aussi difficile d'en faire un matelas uniforme. L'analyse du processus de formation par des techniques de vision artificielle, couplée aux logiciels en cours d'élaboration, pourrait aider à identifier les concepts recherchés.

Pressage

Technologie actuelle

Les presses à étages multiples sont les plus courantes dans l'industrie de l'OSB du fait de leur grande capacité et de l'importance relativement moindre des écarts d'épaisseur pour ce type de panneau. Les presses de 3,65 m (12 pi), récemment introduites, ont encore augmenté la capacité tout en réduisant les délignures et en facilitant la production de panneaux à module de 91 ou 122 cm (3 ou 4 pi).

De nombreux facteurs agissent sur l'agglomération du panneau dans la presse : température de la presse, teneur en humidité du matelas et sa répartition, essences de bois, géométrie des lamelles, types de résine, modulation de la vitesse de fermeture en cours de pressage, température du matelas, temps de pressage, vitesse de fermeture de la presse et pression appliquée. En manipulant ces divers facteurs, on peut modifier le profil de densité du panneau, le taux de transfert thermique, et donc les propriétés du panneau et la cadence de production.

Une température de pressage plus élevée et un temps de pressage plus long augmentent la cohésion dans la couche centrale, c'est-à-dire la qualité du panneau et sa stabilité. Si le temps de pressage est trop court, la résine risque d'être sous-polymérisée et le panneau reprendra de l'épaisseur en fin de cycle.

Le profil de densité du panneau OSB dépend encore de la vitesse de compaction du matelas qui dépend du temps de fermeture de la presse. Une fermeture rapide de la presse donne une densité plus forte aux couches de surface, ce qui a pour effet de favoriser les modules de rupture et d'élasticité, mais au détriment de la cohésion interne.

L'industrie de l'OSB commence à adopter les presses en continu. La capacité de ce type de presse est normalement plus faible que celle des presses à étages multiples, mais l'apparition d'une presse en continu de 3,05 m (10 pi) de largeur et l'augmentation de la longueur de la presse, qui permet d'accélérer la vitesse d'avance, font que la capacité a perdu un peu de son importance dans les comparaisons.

Par rapport aux presses à étages multiples, les presses en continu assurent une épaisseur de panneau plus uniforme, une densité plus régulière dans les deux directions du panneau et une diminution des délignures. Par ailleurs, la fabrication en continu se prête bien à la production de dimensions spéciales quand la demande existe.

Les presses en continu sont plus coûteuses mais, en compensation, les pertes au délignage (et au ponçage, le cas échéant) sont moindres ainsi que les coûts de construction, car les fondations sont plus petites et le bâtiment moins haut. Il est plus difficile de les arrêter que les presses à étages multiples et la fiabilité de la chaîne de fabrication en aval de la presse est donc vitale.

Projections de la technologie

35. *Adaptation et utilisation des presses en continu pour la production de l'OSB.* Il est actuellement difficile de justifier le prix élevé des presses en continu par rapport aux avantages qu'elles procurent. Les écarts d'épaisseur ne sont pas aussi critiques pour l'OSB que pour le panneau de particules ou le MDF. De plus, il faudrait introduire un grillage entre la bande supérieure et le matelas pour obtenir une surface antidérapante et ceci affecterait sans doute la longévité de la bande d'acier inoxydable.

36. *Raffinement du cycle de pressage*, spécialement pour les adapter aux variations des autres facteurs de production, tels que l'essence, la densité de panneau et le type de résine. Des études ont déjà été réalisées sur l'optimisation des diverses phases du cycle de pressage (fermeture, cuisson, relâchement) et il existe un logiciel qui représente les effets des facteurs de production en cause.

37. *Abaissement de la densité grâce à une meilleure compréhension du processus d'agglomération* pour réduire la consommation de matière première et améliorer la stabilité de panneau, tout en diminuant les coûts de fabrication.

38. *Raffinement de la technique d'injection de vapeur.* La validité de cette technique a été établie en laboratoire et en usine pilote et elle est en cours d'adaptation à des presses à étages multiples industrielles. Quand ces presses fonctionneront normalement, il sera nécessaire d'optimiser les paramètres de fabrication pour obtenir des cycles de pressage plus courts et des panneaux de qualité supérieure.

Percées technologiques

F. *Adaptation de la technique d'injection de vapeur aux presses en continu.* Il faut trouver le moyen d'appliquer la technique d'injection de vapeur aux presses en continu pour bénéficier des avantages des deux méthodes.

G. *Pressage avec vapeur produite in-situ.* Certains essais de laboratoire en cours portent sur des feuilles de placage à teneur en humidité élevée que l'on presse en milieu fermé pour créer des conditions semblables à celles qu'offre l'injection de vapeur, mais sans les investissements. On pourrait appliquer la même méthode à l'OSB, avec les mêmes avantages.

H. *Autres méthodes à haute énergie pour polymériser la résine.* Il conviendrait d'étudier des formes d'énergie autres que la chaleur de convection (ex. : haute fréquence ou micro-ondes) susceptibles de faire réagir très rapidement la résine en présence d'adjuvants choisis.

Découpe, ponçage, classement et entreposage

Technologie actuelle

On procède habituellement au délignage et à la découpe des panneaux dès la sortie de la presse puisque l'OSB n'a pas besoin d'être refroidi. Un inspecteur examine la surface des panneaux à l'aide d'une lumière oblique et d'un miroir pour détecter les imperfections et pour classer les panneaux en catégories de qualité. Ils sont ensuite empilés automatiquement. On ponce seulement une partie de la production (les panneaux de sous-plancher, par exemple) pour limiter les écarts d'épaisseur et ce ponçage a lieu en dehors de la chaîne principale.

Le rejet des panneaux imparfaits ou soufflés peut s'effectuer automatiquement grâce à des détecteurs en continu. Des systèmes de positionnement automatique des scies, munis de servomoteurs, peuvent changer fréquemment la position des lames et donner un grand choix de dimensions.

On peut faire appel à des caméras qui balaient le dessus, le dessous et les chants des panneaux pour détecter les cloques superficielles ainsi que les défauts affectant les rives.

Projections de la technologie

39. *Conception de systèmes de découpe et de classement totalement automatiques.* Il est possible de combiner diverses techniques (ultrasons, RF, micro-ondes, analyse graphique, rayons X) pour détecter les défauts internes et superficiels. Certaines machines, actuellement en cours de réalisation industrielle, permettent de mesurer en continu les propriétés des panneaux dans les deux directions.

40. *Conception de systèmes automatiques de récupération de paquets entreposés.*

41. *Produits à valeur ajoutée pour applications spécialisées.* En plus des panneaux à rainure et languette, de plus en plus courants pour le sous-plancher, l'OSB peut profiter de certains créneaux dans les panneaux coupés à dimensions, revêtus ou dotés d'un fini spécial.

Post-traitement

Technologie actuelle

Dans la majorité des usines, le post-traitement de l'OSB se limite à une période d'empilage des panneaux encore chauds destinée à compléter la polymérisation de la résine (en compensation d'un temps de pressage plus court) et à parfaire la stabilisation des panneaux.

Projections de la technologie

42. *Application d'un post-traitement de conditionnement pour faire monter la teneur en humidité des panneaux avant l'expédition,* de manière à améliorer leur stabilité dimensionnelle. Il existe au moins une usine en Europe, qui effectue ce traitement, mais personne n'a encore suivi son exemple en Amérique du Nord. Ce serait peut-être avantageux pour certaines utilisations exigeant une bonne stabilité dimensionnelle. Il faudrait trouver des méthodes autres que le simple conditionnement pour rendre l'opération plus efficace et en réduire le coût.

43. *Application d'autres post-traitements adaptés à la fabrication de produits à valeur ajoutée et à la diversification de la production.* On peut envisager d'imprégner la surface de polymères, ou même de modifier chimiquement la surface du bois. Pour ce qui est des adjuvants, la liste

des traitements potentiels est sans limites, mais ils présentent plus de problèmes que d'avantages; leur intérêt principal est qu'on peut les appliquer hors chaîne sur une portion de la production sans intervenir dans le processus de fabrication, ce qui permet de limiter les coûts et les émissions.

Commande des procédés et assurance de la qualité

Technologie actuelle

En ce qui concerne la commande des procédés de fabrication, les usines actuelles utilisent des commandes à logique programmable (CLP) qui assurent la régulation des divers procédés de l'usine et qui peuvent être reliés à un réseau intégré. L'acquisition de données pour les rapports de quart, l'analyse de données en direct, le contrôle statistique du processus et la création de bases de données peuvent faire partie des CLP modernes et du réseau informatique de l'usine. Ce réseau de CLP couvrant toute l'usine est lui-même connecté au réseau local qui relie tous les ordinateurs personnels de l'usine, permettant l'accès aux statistiques de production aux opérateurs, cadres et autres.

Pour ce qui est de l'assurance de la qualité, il existe des appareils qui mesurent en continu l'épaisseur du matelas et sa densité, le degré d'orientation des lamelles et leur teneur en humidité, l'épaisseur du panneau fini et sa cohésion interne; on peut aussi détecter les soufflures et contrôler la qualité des chants et des faces de chacun des panneaux. Les systèmes de contrôle en continu sont de mieux en mieux acceptés en remplacement des vérifications manuelles aléatoires.

Projections de la technologie

44. *Intégration des systèmes indépendants de mesure et de détection à l'échelle de l'usine de façon à permettre des analyses plus complètes des données.* Ceci aidera l'usine à optimiser sa consommation de matière première et sa productivité, la plaçant ainsi en bien meilleure position face à la concurrence.

45. *Équipement pour mesurer en continu la rigidité de chacun des panneaux dans les deux directions.* Comme on l'a vu ci-dessus, ce genre d'équipement devrait être sur le marché sous peu. Il permettra d'évaluer de façon non destructive chacun des panneaux à sa sortie de la chaîne de fabrication. On peut aussi l'utiliser pour classer les panneaux en catégories de résistance à la flexion ce qui donnera au fabricant une assurance supplémentaire de qualité et la possibilité d'accéder à peu de frais à certains marchés structuraux spécialisés.

46. *Intelligence artificielle* pour contrôler, optimiser et dépanner les divers postes de fabrication.

Percée technologique

I. *Commande des procédés automatique et totalement intégrée.* On parle ici d'un degré d'innovation qui va beaucoup plus loin que le niveau de technologie suggéré ci-dessus et qui traiterait l'ensemble du processus de fabrication comme un système unique et intégré. Le système repose sur un contrôle en continu de toutes les opérations, avec boucles de retour et systèmes de commande intégrés automatiques, grâce auxquels on pourrait modifier constamment les facteurs de production pour optimiser la qualité du produit tout en réduisant les coûts.

Technologie actuelle

L'OSB a relativement peu d'impact sur l'environnement. Les fabricants reconnaissent l'importance du développement durable aux yeux du public. Comme pour le secteur du contreplaqué, le secteur de l'OSB dépend de la forêt pour la quasi-totalité de sa matière première; on parle donc de gestion de la forêt et de méthodes de récolte tout autant que de fabrication, où il existe des points communs avec les autres panneaux.

L'industrie de l'OSB produit des résidus de bois à l'écorçage et au délignage. Ces résidus servent normalement à la production d'énergie.

Les émissions relatives à la fabrication de l'OSB proviennent surtout du séchage, où les COV portés par la vapeur et particules atmosphériques provoquent fréquemment des plaintes dans les zones urbaines. Les émissions causées par le pressage, comme les COV et les odeurs reliées à la résine, sont normalement minimes, puisque les résines phénoliques utilisées contiennent très peu de formaldéhyde quand elles sont totalement polymérisées.

L'importance grandissante accordée à la prévention de la pollution de l'air par les séchoirs et les centrales thermiques fait que l'ajout de mesures antipollution est de plus en plus complexe et coûteux, tant au plan de la conception qu'à celui de l'exploitation. Il existe une certaine tendance à satisfaire les normes de prévention en modifiant radicalement les méthodes de fabrication, plutôt qu'en achetant de l'équipement de correction.

On trouvera plus de détails sur les mesures de protection de l'environnement à l'Annexe I.

Projections de la technologie

47. *Adoption des techniques appropriées de protection de l'environnement.* Certaines techniques utilisées dans d'autres secteurs de panneau (ex. : utilisation de l'air pollué comme air de combustion) permettraient aux usines d'OSB de diminuer encore leurs émissions de poussières dans les zones où les restrictions sont plus strictes.

48. *Mise au point de machines moins bruyantes.* Ceci permettrait d'améliorer les conditions de santé et de sécurité dans les usines.

49. *Création de nouvelles utilisations pour l'écorce et autres résidus.* Ceci réduirait les pressions environnementales et augmenterait les revenus. On peut penser à la production d'énergie électrique, à la cogénération, aux utilisations agricoles, à la pâte et aux matériaux composites. L'industrie du bois dans son ensemble commence à s'intéresser à l'utilisation de l'écorce et l'on explore déjà la production de produits rentables tels que résines et produits moulés.

50. *Intégration du captage des émissions et de la protection de l'environnement à toutes les phases de la fabrication.* Cette intégration doit être combinée à des mesures visant à rendre le processus de fabrication plus efficace et moins coûteux. Il faut s'appliquer à intégrer graduellement les facteurs environnementaux à tous les modèles d'optimisation des facteurs de production.

Sous-produits

Technologie actuelle

Comme les usines d'OSB recyclent directement leurs fines et délignures dans le panneau, les résidus de bois inutilisables ne constituent qu'un pourcentage relativement minime, et de plus en plus faible, de la matière première. L'écorce représente la majeure partie de ce pourcentage.

Projection de la technologie

51. *Nouvelles utilisations pour l'écorce : produits nouveaux, panneaux, produits chimiques et même adjuvants utiles à la fabrication de l'OSB.* La recherche dans ce domaine ne se limite pas à l'OSB. L'industrie du bois dans son ensemble commence à s'intéresser à l'utilisation de l'écorce et l'on explore déjà la production de produits rentables. La production de résine à partir de l'écorce serait particulièrement attrayante pour l'industrie de l'OSB, puisque cela permettrait aussi d'atteindre certains des objectifs énoncés dans la section sur les résines.

Amélioration et création de produits

Technologie actuelle

L'amélioration et la création de produits sont la marque de ce secteur. Ils expliquent en bonne partie la croissance rapide de la production et les grandes capacités dont dépendent les économies d'échelle. L'OSB continue à déplacer des matériaux plus traditionnels, y compris les panneaux de bois, comme le contreplaqué de résineux, en tant que panneau structural dans le bâtiment résidentiel ou autre.

Du fait de l'augmentation du prix du bois d'œuvre, et de la rareté des fortes sections, les bois d'ingénierie qui comportent de l'OSB remplacent le bois traditionnel. Les poutrelles, par exemple, répondent aux exigences de nombreuses applications de charpente sans toutefois exiger les dimensions et la qualité qu'exigerait le bois d'œuvre. On combine aussi l'OSB à d'autres matériaux, tels que mousses et revêtements, pour étendre la gamme de ses applications.

Projection de la technologie

52. *Produits dérivés de l'OSB.* Grâce à leur souplesse inhérente, les produits d'OSB peuvent être adaptés à des applications très exigeantes, soit seuls ou combinés à d'autres matériaux (ex. : revêtements).

Percée technologique

J. Création de nouveaux produits d'OSB dotés de propriétés radicalement nouvelles. Des produits d'OSB nouveaux et améliorés sont nécessaires à la pénétration de certains marchés comme la toiture, le plancher et le parement mural. Ces panneaux pourraient être à l'épreuve du feu, des insectes et des intempéries, plus légers, plus lisses et plus facilement usinables, plus durables ou pourraient être combinés à d'autres matériaux pour avoir les propriétés voulues. Il conviendrait d'identifier de nouvelles utilisations répondant à la demande avec les caractéristiques de produit recherchées.

En résumé

L'industrie de l'OSB connaît une croissance extraordinaire depuis quelques années. La capacité de production a augmenté à un tel rythme que la concurrence interne est l'un des principaux défis auxquels fait face l'industrie. Pour ce secteur, le chemin de la prospérité future passe par la découverte de nouvelles utilisations, de nouveaux marchés de nouveaux produits, de sorte que l'expansion du marché puisse suivre celle de la production. La diversification de la matière première va devenir critique à mesure que les sources existantes sont sujettes à de plus fortes pressions. Il sera vital de comprimer le prix de revient, surtout en période de surcapacité.

Nous avons énuméré dans ce chapitre un certain nombre de techniques avancées qui aideraient l'industrie à progresser dans cette direction. Chacune représente un gain potentiel pour le secteur de l'OSB, mais il ne faut pas oublier que le processus de fabrication est un système; chaque fois que l'on touche à un facteur de production, il faut réexaminer le processus au complet, y compris l'impact sur les coûts et sur le marché. Nous avons également proposé quelques percées technologiques un peu plus hardies. Si elles s'avèrent réalisables dans la pratique, celles-ci permettront à l'industrie de faire un bond vers ses objectifs; elles feront l'objet d'une description plus détaillée au chapitre VIII.

V. Panneau de particules

Description

En Amérique du Nord, le panneau de particules est essentiellement un panneau non structural constitué de particules de bois de différentes grosseurs liées ensemble à l'aide d'une résine synthétique sous l'effet de la chaleur et de la pression. Actuellement, la matière première du panneau de particules se compose surtout de sciure, copeaux de rabotage, délignures et autres résidus de bois. On fabrique le panneau de particules en agglomérant dans une presse chauffante un matelas constitué de particules plus grossières au centre, et plus fines sur les deux faces.

Le panneau de particules est disponible en divers formats et épaisseurs, en plusieurs densités et qualités, en fonction de son utilisation. Ses propriétés sont relativement homogènes, ce qui en fait un excellent panneau de base pour l'industrie du meuble. Au cours des années, l'industrie s'est attachée à obtenir une surface lisse pour rendre le panneau plus apte à la finition et au revêtement. De nos jours, le panneau de particules canadien offre une excellente base pour la pose de revêtements décoratifs tels que placage et mélamine. Parmi les principales utilisations du panneau de particules, on retrouve l'ameublement, la couche de pose de plancher, le sous-plancher dans le bâtiment préfabriqué, les âmes de porte et de nombreuses autres applications industrielles non structurales.

La fabrication industrielle du panneau de particules a commencé en Allemagne et aux États-Unis dans les années 40. Depuis 1960, l'industrie a connu une croissance considérable de ses marchés. Étant donné son prix de revient faible et la souplesse du procédé de fabrication, le panneau de particules demeure le premier panneau non structural en Amérique du Nord.

Vision

Le secteur est considéré à maturité mais prospère. Il a connu une croissance régulière qui devrait se poursuivre au cours des prochaines années. L'un des plus grands défis de l'industrie a été la question du formaldéhyde, mais elle a réagi avec des résines modifiées, un meilleur contrôle de ses procédés de fabrication et des programmes de vérification et elle a su protéger ses intérêts.

On prévoit peu de nouvelles usines dans un proche avenir, mais les fabricants canadiens actuels envisagent l'avenir avec confiance. Leur vision porte sur la modernisation des installations en place et les marchés spécialisés. Pour demeurer concurrentiels, ils doivent gérer plus efficacement leur processus de fabrication tout en diversifiant leurs sources de matière première. Une meilleure maîtrise des procédés leur permettra de produire en séries plus petites des matériaux spéciaux. Il leur faut également diversifier les caractéristiques de finition de leurs produits.

Les produits à valeur ajoutée sont généralement obtenus en revêtant le panneau de particules d'une couche de finition. Cette tendance est plus marquée au Canada qu'aux États-Unis et elle représente une stratégie des producteurs canadiens pour rester concurrentiels en dépit de leur plus petite taille. On verra probablement cette approche se poursuivre.

Les inquiétudes de l'industrie touchent aux réglementations fédérales et provinciales sur les émissions de formaldéhyde provenant du panneau ou des usines. Les restrictions réglementaires adoptées par les pays importateurs, et notamment les États-Unis, risquent aussi d'affecter gravement les ventes.

Cependant, l'industrie du panneau de particules est tout à fait consciente de la nécessité de collaborer avec les gouvernements sur les questions d'environnement.

La concurrence des autres panneaux de bois n'est pas perçue comme une menace sérieuse, surtout parce que le panneau de particules bénéficie d'un gros avantage en matière de coût de fabrication. Par contre, l'apparition de nouveaux types de panneaux fabriqués à partir d'écorce, de paille, de chanvre ou autres fibres renouvelables bon marché risque d'avoir plus d'effets, négatifs pour les uns, positifs pour d'autres.

Bilan économique

Importance relative du secteur

Les expéditions du secteur du panneau de particules ont été de 694 millions de dollars en 1996 comparativement à un peu plus de 300 millions en 1990, ce qui représente un taux de croissance annuel de 15 p. 100, soit le double du taux moyen des industries manufacturières canadiennes pour la même période. De 1990 à 1996, la main-d'œuvre employée est passée de 1900 à plus de 2100, soit une croissance annuelle moyenne de 2,5 p. 100.

En 1996, les exportations dépassaient 262 millions de dollars, c'est-à-dire 38 p. 100 des ventes. Elles étaient destinées à 96 p. 100 aux États-Unis, et à 4 p. 100 au reste du monde. Le taux annuel de croissance des exportations de 1990 à 1996 a été de plus de 30 p. 100. Quant aux importations, elles étaient de 48 millions en 1996, ce qui donnait une balance nette excédentaire de 214 millions de dollars.

De 1990 à 1995, la valeur d'expéditions par employé est passée de 170 000 à 275 000 dollars, une augmentation annuelle de 10 p. 100. Ceci reflète certaines améliorations de la mécanisation, de la productivité et de la technologie. L'augmentation de la valeur ajoutée par employé était plus remarquable, à 13 p. 100 par an pour la même période.

L'industrie américaine est environ cinq fois plus grosse que celle du Canada, mais le secteur canadien représente une part relativement plus importante de l'économie nationale. À 0,6 p. 100 des exportations totales des industries manufacturières canadiennes, ses exportations sont relativement plus importantes; en fait, la balance commerciale nette des États-Unis en panneau de particules est largement déficitaire.

Le panneau de particules joue un rôle limité mais significatif dans l'économie canadienne. Le rapport capital/travail excède la moyenne canadienne pour les industries manufacturières. Les usines, réparties sur l'ensemble du territoire, soutiennent le développement régional et l'économie rurale. L'industrie utilise comme matière première des résidus provenant d'autres industries de conversion du bois; elle utilise aussi des bois ronds de basse qualité et pourrait utiliser davantage de bois recyclé, ou encore d'autres sources de fibres comme la paille.

En 1997, le Canada avait 13 usines de panneau de particules, d'une capacité totale de 2,309 millions de m^3 (1,312 milliard de pi^2, base 3/4 po). Le tableau ci-dessous illustre la répartition régionale.

Province	Nb d'usines (1997)	Capacité		% de la capacité totale
		Million de m^3	milliard de pi^2 (base ¾ po)	
Colombie-Britannique	3	0,354	(0,201)	15,3
Manitoba	1	0,053	(0,030)	2,3
Ontario	5	0,818	(0,465)	35,4
Québec	3	0,905	(0,514)	39,2
Nouveau-Brunswick	1	0,180	(0,102)	7,8
Total	**13**	**2,309**	**(1,312)**	**100,0**

Source: Resource information Systems Inc. (RISI), Wood Products Review, juillet 1997

On fabrique du panneau de particules dans cinq provinces. Bien que le Québec possède moins d'usines que l'Ontario, c'est le premier producteur, suivi de l'Ontario et de la Colombie-Britannique. À elles trois, ces provinces représentent environ 90 p. 100 de la production canadienne. Trois nouveaux projets, tous basés sur la paille de blé, ont été annoncés ou entrepris en 1997; ils seront situés au Manitoba et en Alberta et viendront ajouter 0,5 million de m^3 (0,3 milliard de pi^2) à la capacité canadienne.

Perspectives

Sur la base d'études détaillées des divers marchés canadiens et américains et des facteurs de concurrence tels que les coûts, les exportations et la substitution des produits, RISI prévoit que la demande totale pour le panneau de particules canadien approchera 2,6 millions de m^3 (1,5 milliard de pi^2) en l'an 2000, et environ 3,9 millions de m^3 (2,2 milliards de pi^2) d'ici 2012, comparativement à 2,1 millions de m^3 (1,2 milliard de pi^2) pour l'année de référence 1996. Selon ces estimations, la demande devrait augmenter de 3 à 4 p. 100 par an en moyenne pendant la première décennie du nouveau millénaire.

La croissance prévue de la consommation intérieure est essentiellement fondée sur une hausse régulière de la production de meubles et une augmentation de la consommation du panneau de particules dans ses principales applications. Le bâtiment, qui a toujours été un petit consommateur de panneau de particules, devrait continuer à représenter 5 p. 100 de la demande après 2000. Les réparations et les rénovations vont fléchir un peu, représentant dans les 8 p. 100 pour la décennie, et l'ameublement consommera environ 36 p. 100. Les exportations, surtout vers les États-Unis, absorberont plus de 50 p. 100 de la production canadienne sur le total de la décennie.

Les exportations continueront donc à dominer les ventes canadiennes et elles devraient atteindre 2,1 millions de m^3 (1,2 milliard de pi^2) d'ici 2012. Les exportations n'augmenteront pas d'ici la fin de la présente décennie, car la demande intérieure est plus ferme que celle des États-Unis, mais elles seront à la hausse au cours des dix années suivantes, alors que les marchés nord-américains dans leur ensemble reprendront de la vigueur. Un manque de matière première aux États-Unis contribuera à stimuler encore les importations en provenance du Canada.

On s'attend à ce que les importations en provenance des États-Unis doublent de 1996 à 2012 pour dépasser 0,4 million de m^3 (0,2 milliard de pi^2) à la fin de la période, représentant alors environ 20 p. 100 des ventes intérieures canadiennes.

Le taux de capacité moyen des usines devrait être plus stable que pour la présente décennie et devrait varier de 83 à 94 p. 100. Les coûts subiront une hausse régulière mais modérée (principalement à cause du prix de la résine et des tarifs d'électricité), de même que les prix. On s'attend toutefois à ce que les prix canadiens restent en deçà des prix américains au cours de la prochaine décennie.

Facteurs critiques

Pour un produit de base à maturité comme le panneau de particules, *les coûts de fabrication* sont le facteur le plus important pour l'industrie. Ceci est d'autant plus vrai que le prix de vente du panneau de fibres de moyenne densité (MDF) a souffert d'une surcapacité et que les effets de la concurrence du MDF se font sentir sur certains marchés traditionnels comme l'ameublement. L'industrie est hautement dépendante de ses exportations aux États-Unis et la nécessité de faire face à la concurrence américaine dominera vraisemblablement les événements au Canada au cours des années à venir.

La concurrence d'autres panneaux de bois pourrait forcer les fabricants à modifier certaines caractéristiques de leurs produits, telles que la qualité de surface, l'usinabilité ou la stabilité dimensionnelle. À mesure que les fabricants canadiens sont amenés à viser des marchés spécialisés, ils s'intéressent à des produits à valeur ajoutée, comme les panneaux revêtus, et la *technologie du revêtement* constituera un autre facteur critique pour l'industrie.

L'industrie aura aussi besoin de nouvelles techniques pour s'adapter aux divers types de matière première qu'elle devra employer. L'avantage qu'elle détient en matière de prix de revient repose davantage sur le faible coût de la matière première comparé à celui de la plupart de ses concurrents. Elle se verra donc obligée de relever le défi de *diversifier ses approvisionnements sans remettre en cause ni son processus de fabrication ni ses coûts de production.* L'évolution technologique pourrait se faire progressivement, mais elle aura un effet sur l'industrie, notamment en matière de maîtrise des procédés.

Les *émissions de formaldéhyde* représentent un facteur critique à divers points de vue. Plus que tout autre panneau de bois, le panneau de particules retient l'attention des gouvernements et des groupes environnementaux et de nouvelles réductions du niveau d'émissions permis demeurent à l'ordre du jour, tant pour les usines que pour les panneaux. Si les limites permises devaient descendre encore de façon substantielle au Canada ou aux États-Unis, les fabricants se verraient dans l'obligation de modifier considérablement leurs méthodes de fabrication, particulièrement en ce qui concerne la résine. Puisque les autres résines actuellement connues sont plus coûteuses que l'urée-formol, un certain nombre d'usines fermeraient probablement leurs portes.

Technologies actuelle et nouvelle

Le secteur du panneau de particules n'a pas connu la même expansion rapide que d'autres secteurs de l'industrie et l'introduction d'innovations dans les techniques de fabrication n'a donc pas été aussi spectaculaire. Malgré tout, les usines ont progressivement rehaussé la qualité de leurs produits en adoptant des techniques qui font appel à une matière première de plus basse qualité, en augmentant la production et en maximisant le rendement matière.

Le panneau de particules est employé surtout dans les applications industrielles de haut de gamme, comme l'ameublement. Du fait de la concurrence, on utilise maintenant des particules plus fines pour des panneaux dotés d'une plus belle surface et susceptibles d'être moulurés sur chant. L'innovation a permis de resserrer les variations dans la production. Les usines ont ajouté de l'équipement pour tamiser, défibrer

mélanger, ainsi que des conformateurs et des presses. Beaucoup sont maintenant équipées d'appareils de contrôle en continu pour détecter les soufflures et les cloques et pour mesurer la teneur en humidité, l'épaisseur et le profil de densité.

Une meilleure planification des opérations d'entretien permet aux usines de réduire les temps morts imprévus. On y intègre des programmes d'entretien préventif, comme l'analyse des vibrations de tout équipement rotatif, de manière à déceler les vibrations de roulemen, et à prévenir les pannes. On planifie également l'entretien des machines exigeant le plus de temps de façon à effectuer modifications et remplacements avec un minimum de temps perdu.

Préparation de la matière première

Technologie actuelle

La matière première de base se compose ordinairement de résidus de scierie (sciure et copeaux de rabotage) et de billes de basse qualité de diverses essences résineuses. On commence à utiliser du bois recyclé, mais ceci exige que l'on extraie les contaminants (métaux, plastiques, etc.), et le bois recyclé, plus sec, doit être bien mélangé aux autres particules pour que le tout soit bien homogène.

On emploie de plus en plus des séparateurs de densité à air pour extraire les sables et minimiser ainsi l'usure du matériel. Certains installent des séparateurs aux points d'admission du bois.

La sciure et les copeaux de rabotage sont normalement transformés dans des défibreurs à sec qui les amènent aux dimensions voulues pour la surface et l'âme. Une innovation récente consiste à installer des tamis en amont des défibreurs pour capter les particules ayant déjà des dimensions acceptables pour la surface et augmenter ainsi la capacité utile des défibreurs.

L'utilisation de la paille de blé est une innovation récente au Canada. Plusieurs usines fonctionnent déjà et d'autres sont en projet.

Projections de la technologie

1. *Systèmes de nettoyage plus efficaces pour les divers types de matière première.* Si l'on était capable d'analyser rapidement la matière première et d'éliminer les sables et autres contaminants, il serait plus facile d'accepter des matériaux recyclés et de réduire l'usure dans l'ensemble de l'usine. L'usinabilité du produit s'en trouverait du même coup grandement améliorée.
2. *Meilleur triage de la matière première selon l'essence, la teneur en humidité, la présence de sable ou de contaminants.* Ceci permettrait d'optimiser les divers procédés de fabrication ainsi que le produit fini.
3. *Optimisation des critères de géométrie pour les particules humides en fonction des propriétés recherchées et des facteurs de production.*
4. *Amélioration du traitement de fibres agricoles, comme la paille, pour diversifier les approvisionnements.*
5. *Utilisation accrue de tamis à rouleaux multiples à surface moletée et ouvertures réglables* pour un meilleur triage des particules humides et une réduction de la consommation d'énergie.

Séchage

Technologie actuelle

L'industrie utilise surtout des séchoirs à tambour rotatif triple passe et à feu direct. Cependant, les séchoirs à simple passe et feu direct nécessitent moins d'air, ce qui représente moins d'air à traiter pour les polluants provenant du séchoir; leur utilisation va augmenter.

Pour produire un panneau de particules de qualité industrielle de haute qualité, il faut s'assurer que la teneur en humidité du matelas est constante et au niveau souhaité. À cette fin, certaines usines installent des appareils qui mesurent le débit massique et la teneur en humidité des matériaux qui entrent dans le séchoir; elles intègrent également des systèmes de contrôle statistique à la commande des séchoirs. Pour diminuer les travaux d'entretien, on remplace parfois les systèmes cyclone primaire/multiclone par des cyclones à simple ou double action à haute efficacité, capables d'extraire aussi efficacement les poussières, mais exigeant beaucoup moins d'entretien.

Projections de la technologie

6. *Séchage plus précis des particules.* Une meilleure maîtrise du processus de séchage, combinée avec la création de méthodes de séchage plus souples, permettrait de réduire les variations hygrométriques du bois qui entre dans l'encolleuse, ce qui aurait pour effet d'améliorer l'efficacité de la résine et du pressage.
7. *Recyclage de l'air provenant des séchoirs.* Un tel recyclage réduirait les émissions de COV, ainsi que les coûts d'énergie.

Percée technologique

A. *Nouveaux types de séchoir pour séchage à basse température.* Avec une température de séchage plus basse, on diminuerait de beaucoup les émissions atmosphériques et l'on aiderait certainement à réduire les risques d'incendie dans les usines de panneau de particules.

Tamisage et classement des particules

Technologie actuelle

Pour produire un panneau de particules industriel de haute qualité, il faut tamiser avec grand soin les particules de surface et d'âme. Les belles surfaces et les chants usinables que recherche de plus en plus l'industrie exigent un contrôle strict des dimensions de particules qui entrent dans la composition du panneau.

Les tamis à étages multiples oscillants, qui séparent les particules en trois fractions (grosses, acceptables, fines), sont les plus communs. Les tamis les plus fins sont munis de billes de nettoyage qui empêchent le tamis de se boucher.

Parmi les innovations touchant au tamisage, on trouve l'emploi de très grands tamis conçus pour permettre à toute la matière première d'entrer en contact au moins une fois avec la surface du tamis avant sa sortie. On trouve aussi les tamis à ouvertures rectangulaires ou à fentes, qui maximisent le rendement matière en éliminant les particules cubiques de la surface et les particules épaisses de la couche de centre.

Dans les usines qui sèchent ensemble les matériaux d'âme et de surface, on fait appel depuis quelque temps à une nouvelle technique qui permet de séparer les particules en cinq fractions : grosses, âme, particules grossières de surface, particules fines de surface et fines destinées à la combustion.

Projection de la technologie

8. *Optimisation des critères de géométrie des particules sèches en fonction des propriétés recherchées et des autres facteurs de production.*

Encollage

Technologie actuelle

Les fabricants d'encolleuses s'efforcent de minimiser la consommation de résine, de manipuler les particules en évitant de les briser et de mélanger assez intimement la résine et les particules pour prévenir la formation de taches de résine ou de cloques à la surface du panneau.

Les encolleuses à palettes à courte durée de séjour sont les plus fréquentes. On applique la résine par pulvérisation avec ou sans air comprimé, soit à l'instant où le bois entre dans l'encolleuse, soit directement dans l'encolleuse grâce à un axe creux tournant à haute vitesse.

L'encolleuse à deux phases, utilisée principalement pour les particules de surface, entraîne une durée de séjour plus longue. Ceci peut permettre une réduction substantielle de la consommation de résine, car les fines, qui seront fortement poncées lors de la finition, pénètrent dans la partie secondaire et absorbent ainsi beaucoup moins de résine.

Des bascules continues mesurent à la fois la masse et le débit voluminique des matériaux qui entrent dans les encolleuses; ces lectures précises et continuelles sont fournies au système de dosage de la résine, ce qui permet d'optimiser la consommation.

Projections de la technologie

9. *Création de nouveaux systèmes capables de répartir plus uniformément la cire et les adjuvants* pour éliminer les taches et réduire les émissions de polluants.
10. *Contrôle en continu de la répartition de la résine* et corrélation avec les autres facteurs de production.
11. *Résines plus réactives grâce à de nouvelles formulations ou à l'emploi de catalyseurs* pour diminuer le temps de pressage sans créer des problèmes de précuisson.
12. *Résines moins coûteuses.*
13. *Résines pour particules à humidité plus élevée.* L'utilisation de particules à humidité plus élevée permet de réduire les coûts de séchage et les émissions de polluants. Elle facilite également la compaction du panneau et le rend plus stable. Les nouvelles résines devraient aussi tolérer de plus grandes variations d'humidité dans le matelas.
14. Résines formulées pour une gamme plus variée de types de matière première. Les fibres de paille, par exemple, exigent probablement des résines différentes de celles que l'on utilise pour le bois.
15. *Résines conçues pour minimiser les émissions de COV provenant de l'opération de pressage.*
16. *Résines spécialement formulées pour le pressage avec injection de vapeur.*

Percées technologiques

B. *Nouveaux systèmes adhésifs assurant une prise plus rapide à température plus basse, un collage supérieur et une meilleure tolérance aux teneurs en humidité élevées.* On pourrait réaliser ainsi des économies considérables sur l'énergie de séchage et de pressage. Les émissions de COV seraient beaucoup plus faibles. Pour trouver de tels systèmes adhésifs, il importe de mieux comprendre le mécanisme de l'adhésion et d'étudier divers polymères qui ne sont pas nécessairement connus dans l'industrie du bois.

C. *Systèmes novateurs de répartition des résines.* Des concepts radicalement différents, adaptés peut-être d'autres industries, permettraient d'utiliser efficacement de nouvelles résines à haut rendement.

Cire et adjuvants

Technologie actuelle

La cire ne représente qu'une faible partie des coûts de fabrication du panneau de particules, et c'est sans doute pourquoi ni l'industrie ni les chercheurs n'y ont prêté beaucoup d'attention. Elle exerce un effet bénéfique sur la résistance à l'humidité et sur la stabilité dimensionnelle, mais ces avantages sont limités car un excès de cire nuit rapidement à la prise de la résine.

Projection de la technologie

17. *Intégration des recherches sur la résine, la cire, les catalyseurs et les tampons pour identifier les synergies potentielles* et pour expliquer le rôle de ces ingrédients dans les diverses formulations en rapport avec les caractéristiques du bois, la teneur en humidité et autres facteurs.

Percée technologique

D. *Évaluation d'autres adjuvants susceptibles de faciliter le processus de collage et la création de nouveaux produits.* Les adjuvants peuvent servir à renforcer le joint de résine, à conférer au panneau des propriétés particulières (résistance aux insectes ou aux intempéries, usinabilité, etc.) ou à modifier l'aspect du panneau.

Formation du matelas

Technologie actuelle

Les conformateurs à air sont les plus courants, mais ils sont en passe d'être remplacés par des conformateurs à molettes diamantées, qui présentent les avantages suivants :

- Réduction substantielle de la demande d'énergie;
- Répartition plus précise des particules dans les deux directions;
- Élimination des particules trop grosses, des boules de poussière et des boules de résine au cours de la formation;
- Séchage réduit des particules;
- Indépendance des conditions atmosphériques ambiantes.

Une répartition plus précise améliore la qualité de la surface, réduit l'incidence des défauts superficiels et permet l'emploi de feuils de revêtement plus minces. Il est aussi plus facile d'obtenir une surface lisse, ce qui réduit la consommation de bois et de résine. Un matelas uniforme donne des panneaux aux propriétés régulières. Les écarts de densité font augmenter le prix de revient en forçant l'usine à viser des objectifs moyens plus élevés. Les conformateurs font preuve d'une grande souplesse pour ce qui est de s'adapter aux matériaux utilisés pour la formation du matelas.

Projections de la technologie

18. *Utilisation de conformateurs mécaniques munis de râteaux rotatifs situés près de la bande de formation pour mieux répartir les particules* et mieux trier et positionner les particules dans le matelas, ce qui permettra de réduire les écarts de densité, d'améliorer la qualité de la surface et la stabilité, tout en donnant de meilleurs chants.

19. *Application de l'analyse graphique et des travaux de modélisation en cours à la représentation du processus de formation.* Dès qu'ils auront été adaptés aux conditions industrielles, ces logiciels permettront de mieux comprendre les facteurs qui affectent la répartition des particules durant le processus de formation du matelas, et donc d'optimiser les paramètres de production et de réduire les coûts.

Pressage

Technologie actuelle

L'objectif du pressage à chaud est de compacter le matelas à un niveau donné de densité et d'épaisseur, de polymériser la résine pour agglomérer les particules et de stabiliser le panneau par l'effet de la chaleur pour qu'il conserve l'épaisseur et la densité voulues.

La presse représente le plus gros investissement de l'usine et son fonctionnement a un effet direct sur la productivité et sur la qualité du produit. Les usines modernes utilisent des presses mono-étage, multi-étages, ou en continu. Les usines nouvelles ou en voie de rénovation tendent à choisir les presses en continu.

Avant l'arrivée des presses en continu, on utilisait les presses mono-étage parce qu'elles donnaient une meilleure précision sur l'épaisseur que les presses à étages multiples. On choisit à l'occasion une presse à étages multiples pour sa capacité de production plus grande. Toutefois, l'apparition d'une presse en continu de 3,05 m (10 pi) de largeur et l'augmentation de la longueur de la presse, qui permet d'accélérer la vitesse d'avance, font que la capacité a perdu un peu de son importance dans les comparaisons.

Comparées aux presses à étages multiples, les presses en continu assurent une épaisseur de panneau plus uniforme, une densité plus uniforme dans les deux axes du panneau et une réduction des pertes au délignage et au ponçage. Par ailleurs, la production en continu se prête bien à la fabrication de dimensions spéciales quand la demande existe.

Les presses en continu sont plus coûteuses à l'achat, mais leur prix plus élevé est justifiable compte tenu des gains au délignage et au ponçage et des économies sur le bâtiment, étant donné que les fondations sont plus petites et la bâtisse moins haute. Comme elles sont plus difficiles à arrêter que les presses à étages multiples, la fiabilité de la chaîne de fabrication en aval de la presse est vitale et certaines usines se protègent en doublant certaines machines, comme les scies de tronçonnage volantes, les empileuses et les cages de refroidissement.

Parmi les facteurs qui déterminent la qualité du pressage, on peut noter la température de la presse, la teneur en humidité du matelas et sa répartition, le temps de fermeture de la presse, l'évolution de l'épaisseur lors du pressage, la pression maximale et le temps de pressage. En général, une fermeture rapide de la presse, une température de pressage élevée et une teneur en humidité élevée dans la couche de surface du matelas donnent un important gradient de densité de la surface au centre du panneau.

Le profil de densité recherché dans l'épaisseur du panneau dépend de l'utilisation visée. Pour la plupart des applications, on préfère une forte densité superficielle pour le ponçage et la finition et une densité très uniforme dans la section intermédiaire pour un meilleur usinage. On atteint cet objectif en fermant très rapidement la presse initialement, puis en amenant lentement les plateaux à l'épaisseur finale.

Des études expérimentales ont été réalisées sur l'injection de vapeur. On injecte la vapeur directement dans le matelas pour accélérer les transferts thermiques et donc augmenter rapidement et uniformément la température, ce qui a pour effet d'abréger le cycle de pressage, d'améliorer la stabilité dimensionnelle et d'augmenter la cohésion interne. La technique d'injection de vapeur serait particulièrement avantageuse pour les panneaux épais.

Projections de la technologie

20. *Recherches avancées sur les facteurs affectant le cycle de pressage et les éléments de régulation* en fonction des variations qui touchent les autres facteurs de production, comme l'essence de bois, la densité du panneau, le type de résine. Certains travaux ont été effectués pour optimiser les diverses phases du cycle de pressage (fermeture, cuisson, relâchement) et un logiciel représentant les effets des divers paramètres est en cours de réalisation.

21. *Fabrication de panneaux à densité plus basse grâce à une meilleure compréhension du processus d'agglomération* pour diminuer la consommation de bois et améliorer la stabilité du panneau tout en maintenant le prix de revient sans sacrifier les autres propriétés critiques.

22. *Application de la technique d'injection de vapeur.* La validité de cette technique a été démontrée en laboratoire et en usine pilote et elle est en cours d'adaptation à des presses à étages multiples au Canada. Plusieurs presses ainsi équipées fonctionnent aux États-Unis. Des études seront nécessaires pour optimiser les facteurs de production en fonction de cycles de pressage plus courts et de propriétés améliorées pour les panneaux.

23. *Diminution des écarts de densité dans les presses larges.*

Percées technologiques

E. *Adaptation de la technique d'injection de vapeur aux presses en continu.* Il faut trouver le moyen d'appliquer la technique d'injection de vapeur aux presses en continu pour bénéficier des avantages des deux méthodes.

F. *Pressage avec vapeur produite in-situ.* Certains essais de laboratoire en cours portent sur des feuilles de placage à teneur en humidité élevée que l'on presse en milieu fermé pour créer des conditions semblables à celles qu'offre l'injection de vapeur, mais sans les investissements. On pourrait appliquer la même méthode à la fabrication du panneau de particules dans une presse mono-étage avec les mêmes avantages.

G. *Revêtement direct.* La possibilité d'appliquer un revêtement au panneau directement dans la presse représenterait un gros avantage pour l'industrie en éliminant les étapes supplémentaires de manutention, de ponçage et d'encollage.

H. *Autres méthodes à haute énergie pour polymériser la résine.* Il conviendrait d'étudier des formes d'énergie autres que la chaleur de convection (ex. : haute fréquence ou micro-ondes) susceptibles de faire réagir très rapidement une résine spécialement formulée.

Découpe, ponçage, classement et entreposage

Technologie actuelle

On peut déligner et découper les panneaux soit avant soit après refroidissement, mais le ponçage exige un certain refroidissement si l'on veut éviter d'arracher les fibres superficielles. Quand les panneaux sont poncés, un inspecteur examine les surfaces sous un éclairage oblique et à l'aide d'un miroir pour détecter les imperfections et pour classer les panneaux en catégories de qualité. Ils sont ensuite empilés automatiquement.

La tendance est à l'automatisation complète mais la plupart des usines utilisent encore au moins une personne pour classer visuellement les panneaux. Le rejet de panneaux imparfaits peut s'effectuer automatiquement grâce à des détecteurs de soufflures en continu. Des systèmes de positionnement automatique des scies, munis de servomoteurs, peuvent changer fréquemment la position des lames, permettant ainsi un grand choix de dimensions.

Il existe des systèmes optiques capables de balayer le dessus, le dessous et les chants des panneaux pour détecter les défauts suivants :

- Brûlures, taches d'eau, d'huile ou de résine;
- Cloques superficielles;
- Défauts superficiels tels que traces de convoyeur, dépressions, piqûres, zones polies, zones non poncées ou décolorations;
- Défauts de chant ou de découpe.

On utilise en Europe depuis plusieurs années des systèmes automatiques de récupération des paquets de panneaux au lieu de chariots élévateurs, mais c'est encore rare en Amérique du Nord. Il existe des systèmes similaires pour la gestion de l'entrepôt.

Projections de la technologie

24. *Conception de systèmes de découpe et de classement totalement automatiques.* Il est possible de combiner diverses techniques (ultrasons, RF, micro-ondes, analyse graphique, rayons X) pour détecter les défauts internes et superficiels. Certaines machines, actuellement en cours de réalisation industrielle, permettent de mesurer en continu les propriétés mécaniques des panneaux dans les deux directions. Des logiciels permettent de découper les panneaux aux dimensions du client avec un minimum de pertes.

25. *Diminution des pertes au ponçage grâce à une épaisseur plus régulière.* Ceci a aussi pour effets d'améliorer le rendement, de réduire les émissions de poussières et d'améliorer la qualité de la surface.

26. *Produits à valeur ajoutée pour applications spécialisées.* Le panneau de particules peut profiter de certains créneaux pour les panneaux coupés à dimensions, les finitions spéciales, le préperçage, le placage des chants, le moulurage, l'usinage, etc.

Post-traitement

Technologie actuelle

Les post-traitements sont assez rares dans les usines de panneau de particules, mais ils pourraient servir à ajouter de la valeur à la production normale.

Projections de la technologie

27. *Conditionnement des panneaux pour augmenter leur teneur en humidité avant de les mettre sur le marché,* de manière à améliorer leur stabilité dimensionnelle.

28. *Application d'autres post-traitements adaptés à la fabrication de produits à valeur ajoutée et à la diversification de la production.* On peut envisager d'imprégner la surface de polymères, ou même de modifier chimiquement la surface du bois. Pour ce qui est des adjuvants, la liste des traitements potentiels est sans limites, mais ils présentent plus de problèmes que d'avantages; leur intérêt principal est qu'on peut les appliquer hors chaîne sur une portion de la production sans intervenir dans le processus de fabrication, ce qui permet de limiter les coûts et les émissions.

Commande des procédés et assurance de la qualité

Technologie actuelle

Le secteur du panneau de particules n'a adopté que lentement les techniques nouvelles dans ce domaine. On commence cependant à installer des appareils de contrôle en continu qui mesurent la qualité du produit en remplacement des vérifications manuelles périodiques.

Dans les installations nouvelles, on utilise des commandes à logique programmable (CLP) qui assurent la régulation des divers procédés de l'usine et qui peuvent être reliées à un réseau intégré. L'acquisition de données pour les rapports de quart, le contrôle statistique du processus et la création de bases de données peuvent faire partie des CLP modernes et du réseau informatique de l'usine. Ce réseau de CLP couvrant toute l'usine est lui-même connecté au réseau local qui relie tous les ordinateurs personnels de l'usine, permettant l'accès aux statistiques de production aux opérateurs, cadres et autres.

Pour ce qui est de l'assurance de la qualité, il existe des appareils qui mesurent en continu l'épaisseur du matelas et sa densité, l'épaisseur du panneau fini et sa cohésion interne; on peut aussi détecter les soufflures et contrôler la qualité des chants et des faces de chacun des panneaux.

La commande des procédés et l'assurance de la qualité constituent peut-être le meilleur champ d'application de l'innovation technologique, puisqu'il s'agit d'optimiser la consommation de la matière première et la productivité, ce qui renforce la position de l'usine face à la concurrence. Les méthodes de commande des procédés devraient également permettre aux producteurs canadiens de fabriquer des séries plus courtes de produits spécialisés, ce qui leur donnerait un avantage sur leurs concurrents américains.

Projections de la technologie

29. *Intégration des systèmes indépendants de mesure et de détection à l'échelle de l'usine de façon à permettre des analyses plus complètes des données.* Ceci aidera l'usine à optimiser sa consommation de matière première et sa productivité, la plaçant ainsi en bien meilleure position face à la concurrence.

30. *Équipement pour mesurer en continu la rigidité de chacun des panneaux dans les deux directions.* Comme on l'a vu ci-dessus, ce genre d'équipement devrait être sur le marché sous peu. Il permettra d'évaluer de façon nondestructive chacun des panneaux à sa sortie de la chaîne de fabrication. On peut aussi l'utiliser pour classer les panneaux en catégories de résistance à la flexion, ce qui donnera au fabricant une assurance supplémentaire de qualité et la possibilité d'accéder à peu de frais à certains marchés structuraux spécialisés.

31. *Intelligence artificielle* pour contrôler, optimiser et dépanner les divers postes de fabrication.

Percée technologique

I. *Commande des procédés automatique et totalement intégrée.* On envisage ici un degré d'innovation qui va beaucoup plus loin que le niveau de technologie suggéré ci-dessus et qui traiterait l'ensemble du processus de fabrication comme un système unique et intégré. Le système repose sur un contrôle en continu de toutes les opérations, avec boucles de retour et systèmes de commande intégrés automatiques, grâce auquel on pourrait modifier constamment les facteurs de production pour optimiser la qualité du produit tout en réduisant les coûts.

Protection de l'environnement

Technologie actuelle

Les polluants émis lors de la fabrication des divers panneaux de bois sont semblables et ils proviennent surtout des résidus de bois, de la manutention des matériaux, du séchage, du pressage, de la finition secondaire et de la production d'énergie thermique. Le panneau de particules tend à avoir davantage d'émissions de poussières au séchage que d'autres panneaux du fait que les particules sont plus petites. Au nombre des polluants, on retrouve les oxydes d'azote, les oxydes de soufre, le monoxyde de carbone, le formaldéhyde et d'autres COV.

Parmi les techniques récemment retenues pour limiter les émissions, on peut noter l'installation d'une enceinte partielle autour de la presse pour capter les émissions que l'on utilise ensuite comme air de combustion dans la centrale thermique. Dans la zone de finition, on recueille les poussières à l'aide de matériel ordinaire de dépoussiérage. Parmi les autres techniques courantes, on retrouve les cyclones primaires et secondaires, les systèmes de dépoussiérage multiclones par voie humide, les dépoussiéreurs électrostatiques secs et humides, les dépoussiéreurs à manches et les lits de filtration électrostatiques. Pour plus de détails, consulter l'Annexe I.

Projections de la technologie

32. *Élaboration de techniques pour réduire considérablement les émissions de formaldéhyde du produit fini.*

33. *Élaboration de techniques pour réduire à un prix raisonnable les COV causés par le processus de fabrication et pour recycler le plus possible les gaz provenant du séchage.*

34. *Perfectionnement et implantation dans le secteur du panneau de particules des nouvelles techniques prometteuses de protection de l'environnement, dont la biofiltration.* Voir Annexe I.

35. *Mise au point de machines moins bruyantes* pour améliorer les conditions de santé et de sécurité dans les usines.

36. *Intégration du captage des émissions et de la protection de l'environnement à toutes les phases de la fabrication.* Cette intégration doit être combinée à des mesures visant à rendre le processus de fabrication plus efficace et moins coûteux. Il faut s'appliquer à intégrer graduellement les facteurs environnementaux à tous les modèles d'optimisation de la production.

Percée technologique

J. Intégration complète des mesures de protection de l'environnement, surtout dans les nouvelles usines. Les systèmes de gazéification et de vapeur en circuit fermé semblent particulièrement prometteurs.

Amélioration et création de produits

Technologie actuelle

Depuis quelques années, les marchés du panneau de particules au Canada et aux États-Unis ont évolué vers des applications industrielles de plus haute qualité, comme l'ameublement, ce qui a exigé des améliorations au produit et, par voie de conséquence, d'importants aménagements des méthodes de fabrication. Le MDF a envahi une partie de ces marchés, même pour certaines applications de bas de gamme, grâce à ses caractéristiques supérieures et à certaines économies qu'il permet de réaliser (élimination du placage de chant, par exemple), mais il n'en demeure pas moins souhaitable de continuer à améliorer la qualité du panneau de particules partout où c'est économiquement réalisable, pour conserver un avantage face à la concurrence sur les marchés traditionnels.

Projections de la technologie

37. *Amélioration constante de la qualité du produit,* en ce qui concerne particulièrement l'usinabilité et la stabilité dimensionnelle, mais aussi la résistance à l'humidité (pour la couche de pose de planchers, les planchers lamellés, les menuiseries intérieures, etc.). Ceci exigera une meilleure compréhension des facteurs fondamentaux affectant le gonflement et la dilatation linéaire.

38. *Assouplissement des méthodes de production pour pouvoir passer facilement d'un type de produit à un autre* de manière à produire avantageusement des séries plus petites de produits de plus grande valeur.

39. *Les panneaux de particules exempts de formaldéhyde représentent peut-être un créneau commercial intéressant.* À l'heure actuelle, pour produire ce genre de panneau, on fait appel aux isocyanates. Malheureusement, les isocyanates sont plus coûteux que l'urée-formol. Poursuivant une autre piste, l'industrie et ses fournisseurs de résine explorent l'utilisation d'épurateurs puissants, capables de neutraliser toute trace de formaldéhyde libre dans le panneau.

Percée technologique

K. Création de nouveaux produits à base de panneau de particules dotés de propriétés radicalement nouvelles. L'industrie a besoin de produits nouveaux et modifiés pour diversifier ses marchés. Ces produits pourraient être plus résistants à l'humidité, plus légers, plus clairs, plus lisses et plus faciles à usiner. Il conviendrait aussi d'identifier de nouvelles utilisations radicalement différentes ainsi que les caractéristiques de produit correspondantes.

En résumé

L'industrie canadienne du panneau de particules connaît du succès depuis de nombreuses années et, avec l'aide de la technologie et un effort de développement de marché, elle peut encore envisager un bel avenir. Pour ce secteur, le chemin de la prospérité passe par l'amélioration des produits et des méthodes de fabrication pour contrer les pressions des panneaux concurrents, tout en se créant une meilleure image par rapport à l'environnement sans sacrifier ses avantages au point de vue du prix de revient. La découverte de nouvelles applications, de nouveaux marchés et de nouveaux produits jouera aussi un rôle important dans la rentabilité des usines plus anciennes. La diversification de la matière première, y compris l'utilisation accrue de bois recyclé et de fibres d'origine agricole, ne peut que renforcer la position de l'industrie.

Nous avons énuméré dans ce chapitre un certain nombre de techniques avancées qui aideraient l'industrie à progresser dans cette direction. Chacune représente un gain potentiel pour le secteur du panneau de particules, mais il ne faut pas oublier que le processus de fabrication est un système; chaque fois que l'on touche à un facteur de production, il faut réexaminer le processus au complet, y compris l'impact sur les coûts et sur le marché. Nous avons également proposé quelques percées technologiques un peu plus hardies. Si elles s'avèrent réalisables dans la pratique, celles-ci permettront à l'industrie de faire un bond en avant vers ses objectifs; elles feront l'objet d'une description détaillée au chapitre VIII.

VI. Panneau de fibres de moyenne densité (MDF)

Description

Le panneau de fibres de moyenne densité, ou panneau MDF, est un panneau non structural fabriqué à partir de fibres de bois agglomérées à l'aide d'une résine sous l'effet de la chaleur et de la pression. On peut le fabriquer à partir d'autres fibres naturelles, mais c'est le bois qui domine parce qu'il est relativement abondant et disponible tout au long de l'année. Les usines actuelles utilisent le plus souvent des résidus de scierie et des copeaux.

On défibre mécaniquement le bois et l'on forme les panneaux par un procédé à sec. On utilise donc moins d'eau qu'avec le procédé par voie humide employé pour le panneau de fibres à haute densité, ce qui représente un avantage évident et permet, de plus, la fabrication de panneaux épais, alors que le panneau de fibres par voie humide est limité à 12,5 mm (½ po).

Une répartition uniforme des fibres confère au MDF une structure essentiellement homogène. On peut le doter de caractéristiques différentes pour l'adapter à des applications particulières. Les chants, lisses et compacts, sont faciles à usiner et à finir et la surface régulière se prête exceptionnellement bien à l'application de peinture ou de revêtements décoratifs.

C'est cette qualité qui a donné au MDF la place de choix qu'il occupe dans l'industrie de l'ameublement. On l'utilise avec succès dans la fabrication de tablettes, meubles de télévision, moulures plaquées, armoires de cuisine, devants de tiroir, dessus de table, tables de billard, meubles de bureau, plaques et écussons commémoratifs, jeux de société, jouets, cadres, tours de miroir, piétements de table, meubles de chambre à coucher et accessoires de salle de bain. Le MDF épais est en voie de pénétrer le marché de la menuiserie et des huisseries sous la forme de cadres de porte, cadres de fenêtre, rebords de fenêtre, chambranles, contre-chambranles et pièces tournées, en remplacement du bois massif.

Vision

Le secteur canadien du MDF est encore récent et la plupart des installations n'existent que depuis quelques années, les plus anciennes remontant à dix ans. Les fabricants songent donc surtout à lancer leur usine et à se créer un marché. De plus, la vague de capacité nouvelle dépasse de loin ce que peut facilement absorber le marché traditionnel et ceci représente un énorme défi quant à la rentabilité de l'industrie à court terme. En bref, c'est un secteur qui n'a guère eu le loisir de regarder 15 ans devant lui.

C'est une industrie qui dépend de la technologie autant sinon plus que les autres secteurs du panneau. Elle a été créée par l'innovation technique et la plupart de ses usines, étant de construction récente, font appel aux techniques de pointe de fabrication et de protection de l'environnement. Le produit a rapidement évolué sous l'effet de l'innovation, ce qui explique largement l'impressionnante pénétration de marché réalisée en si peu de temps.

Il n'est donc pas surprenant qu'au-delà des problèmes à court terme, la vision de l'industrie soit fixée sur l'innovation technologique. On reconnaît que, comme toujours, la croissance à long terme exigera que l'on renouvelle les caractéristiques des produits et que l'on en crée de nouveaux. La nature du matériau et la gamme des applications possibles donnent libre cours à l'innovation. L'industrie reconnaît également que le taux de substitution à d'autres matériaux va dépendre des rapports de prix et que l'innovation est le meilleur moyen de réduire les coûts.

Compte tenu de ses perspectives de croissance et de son palmarès actuel en matière d'innovation, le secteur du MDF est bien placé pour élaborer et commercialiser des techniques nouvelles, tant de type « projection » que de type « percée »; et ceci vaut pour les procédés de fabrication autant que pour le produit.

Comme toute industrie au seuil de son cycle évolutif, celle du MDF envisage l'avenir avec sérénité. Elle voit le MDF continuant à déplacer les autres matériaux de bois dans un grand nombre d'applications non structurales, notamment dans le domaine de l'ameublement, mais aussi du côté des menuiseries et des planchers. Elle se voit atteindre un meilleur équilibre entre l'offre et la demande et un taux de capacité plus stable bien avant 10 ans. L'industrie sera beaucoup plus importante et rentable. Elle ira chercher de nouvelles formes de matière première et saura combiner une gamme de plus en plus diversifiée de matériaux pour améliorer le produit et les coûts. Elle emploiera les techniques nouvelles les plus prometteuses pour mieux gérer son environnement à long terme. Finalement, elle continuera à dépendre largement de ses exportations vers les États-Unis pour écouler sa production.

Bilan économique

Importance relative du secteur

Le secteur est petit encore, mais il grossit rapidement. Son rôle dans l'économie canadienne est donc beaucoup plus faible à l'heure actuelle que celui des autres secteurs de l'industrie du panneau.

La construction des deux premières usines remonte à 1986 et à 1987 et, jusqu'en 1995, on ne comptait que trois usines au Canada. Malheureusement, Statistiques Canada ne tient toujours pas de statistiques distinctes pour ce secteur. On estime cependant, à partir de chiffres globaux pour le panneau de fibres, que la valeur des expéditions de MDF dépassait 100 millions de dollars en 1995; la valeur ajoutée représentait environ 60 p. 100 de ce montant, ce qui dépassait tous les autres secteurs sauf l'OSB et suppose un niveau relativement élevé d'automatisation. L'industrie employait 600 personnes et ses exportations vers les États-Unis représentaient 40 p. 100 des expéditions.

Avec quatre usines en production en 1996, la valeur des expéditions augmentait, les exportations aussi, mais pas en proportion.

En 1997, le Canada possédait six usines de MDF d'une capacité totale de 1,042 million de m^3 (592 millions de pi^2, base ¾ po). Le tableau ci-dessous illustre la répartition régionale :

Province	**Nb d'usines**	**Capacité** Million de m^3	millions de pi^2, (base ¾ po)	**% de la capacité totale**
Colombie-Britannique	1	0,194	(110)	16,9
Alberta	1	0,176	(100)	18,6
Ontario	2	0,458	(260)	43,9
Québec	1	0,124	(71)	12,0
Nouveau-Brunswick	1	0,090	(51)	8,6
Total	**6**	**1,042**	**(592)**	**100,0**

Source: Resource information Systems Inc. (RISI), Wood Products Review, juillet 1997

On fabrique du MDF dans cinq provinces. L'Ontario est le principal producteur, suivi de la Colombie-Britannique et de l'Alberta. Ces trois provinces représentent environ 80 p. 100 de la production canadienne. Une seconde usine, d'une capacité de 0,220 million de m^3 (125 millions de pi^2), est en cours de construction au Québec et devrait commencer à produire en 1998.

Perspectives

Sur la base d'études détaillées des divers marchés canadiens et américains et des facteurs de concurrence tels que les coûts et la substitution de produit, RISI prévoit que la demande totale pour le MDF canadien atteindra près de 1,2 million de m^3 (700 millions de pi^2, base ¾ po) en l'an 2000, et 1,6 million de m^3 (900 millions de pi^2) d'ici 2012, comparativement à 0,352 million de m^3 (200 millions de pi^2) pour l'année de référence 1996.

Le taux de croissance annuel moyen de l'industrie de 1996 à 2012 devrait approcher les 10 p. 100, mais le rythme exceptionnellement élevé de la seconde moitié des années 90 connaîtra un ralentissement au cours de la prochaine décennie. Les taux moyens annuels dépasseront 30 p.100 pour la période 1996-2000, pour tomber à 10 p. 100 pour 2000-2005, et finalement à 2 p. 100 pour 2005-2010.

Le taux d'expansion remarquable que connaît actuellement l'industrie repose sur la possibilité de déplacer d'autres matériaux, surtout le bois massif et le panneau de particules dans la fabrication de meubles de maison, mais aussi de meubles de fonction, menuiseries, planchers et moulures. L'augmentation de la demande résultera de la vague de capacité supplémentaire qui viendra accélérer le rythme de substitution grâce à d'importantes concessions de prix et un effort de promotion.

En 1996, la production canadienne allait au secteur résidentiel (5 p. 100), aux réparations et rénovations (6 p. 100), aux applications industrielles canadiennes (50 p. 100) et à l'exportation (40 p. 100, surtout aux applications industrielles). Selon RISI, cette répartition ne devrait pas changer considérablement d'ici 2012. Le marché industriel est si gros, tant au Canada qu'aux États-Unis, qu'il absorbera l'essentiel de la production supplémentaire au cours de cette période.

Les exportations, presque totalement limitées aux États-Unis, expliquent en majeure partie l'expansion spectaculaire de la demande prévue pour les dernières années de la présente décennie, alors qu'elles représenteront 60 p. 100 de la demande totale. En valeur absolue, les exportations culmineront à environ 0,7 million de m^3 (400 millions de pi^2) vers le milieu de la prochaine décennie, après quoi elles fléchiront légèrement. Les marchés industriels canadiens devraient faire preuve par contre d'une croissance annuelle plus régulière, si bien qu'ils dépasseront les exportations en 2008, pour la première fois depuis 1996.

RISI note que la grande dépendance des fabricants canadiens de MDF à l'égard des exportations les rend vulnérables aux fluctuations des taux de change et à la concurrence des nouveaux producteurs européens ou asiatiques, ce qui représente la plus grande incertitude quant aux prévisions de la demande pour le MDF canadien.

En dépit de la croissance respectable de la consommation canadienne et des exportations vers les États-Unis, l'expansion de la capacité de production a dépassé la demande. En conséquence, les taux de capacité, les prix et la rentabilité ont chuté au niveau le plus bas jamais enregistré dans l'industrie. Le taux de capacité canadien, qui était de 61 p. 100 en 1996, devrait se raffermir graduellement pour atteindre un niveau plus raisonnable de 90 p. 100 vers le milieu de la décennie. Les prix augmenteront progressivement.

Facteurs critiques

Depuis ses débuts, l'industrie du MDF s'appuie sur l'innovation technologique pour *créer des produits et exploiter des marchés* pourvus d'un grand potentiel de croissance. Elle va continuer à le faire. L'industrie a aussi un besoin pressant de créer des *produits dotés de propriétés nouvelles ou améliorées* pour accéder à de nouveaux marchés et conserver le même rythme d'expansion. Pour l'industrie canadienne, il s'agit d'un besoin critique étant donné l'expansion rapide de la capacité au cours des dernières années.

Une *diminution systématique des coûts* de production grâce à la technologie aidera aussi les usines à demeurer rentables en période de surcapacité. Ce sera aussi le moyen par lequel le MDF s'imposera comme substitut au bois et aux panneaux traditionnels.

Les fabricants canadiens doivent aussi faire face à la concurrence d'une industrie américaine efficace qui a l'avantage d'être sur son propre terrain. Les Canadiens vont devoir exporter des volumes considérables de MDF pour s'assurer un taux de capacité même modeste au cours des années difficiles d'ici à l'an 2000 et il est évident que les ressources financières des propriétaires vont jouer un rôle important.

Comme pour le contreplaqué de résineux, la rentabilité ne dépendra pas de la seule réduction des coûts. Quand le MDF touche à des applications non traditionnelles pour lesquelles la qualité et la différentiation du produit sont particulièrement importantes, les caractéristiques de produit qui lui donnent une valeur supplémentaire ont plus d'effet que les réductions de coûts de production. C'est alors la *contribution à la marge bénéficiaire* qui devient le facteur critique et l'élément moteur de l'innovation technologique, plutôt que la diminution du prix de revient.

De nouvelles techniques de protection de l'environnement ont vu le jour ces dernières années et certaines d'entre elles ont été adoptées par les usines les plus récentes. L'opinion publique et la *réglementation environnementale* forceront l'industrie à en adopter d'autres, comme elles forceront les fabricants d'équipement à revoir leurs concepts. On visera d'abord la fiabilité et l'économie.

Compte tenu de l'énorme bond de sa capacité de production et des restrictions qui affectent de plus en plus ses *approvisionnements en bois*, l'industrie sait parfaitement qu'elle doit diversifier ses sources de matière première. La consommation grandissante de sciure illustre bien la situation; des méthodes de défibrage plus avancées ont fait de ce qui était jadis un résidu la principale source de matière première pour le MDF. La fabrication de produits compétitifs de haute qualité à partir de matières plus variées et plus ingrates exigera un gros effort d'innovation technologique.

L'expansion rapide a aussi été la cause d'une *pénurie de main-d'œuvre spécialisée*. L'industrie du MDF éprouve certaines difficultés à recruter de bons techniciens, ingénieurs et chercheurs et à les garder. Pour certaines entreprises, la perte de personnel-clé est une question de première importance à régler.

Technologies actuelle et future

Il s'est construit beaucoup d'usines de MDF au cours des dernières années et la technologie de fabrication a évolué rapidement en un bref laps de temps. Le matériau lui-même a acquis un plus grand degré de qualité et de nouvelles caractéristiques qui lui ont ouvert de nouveaux marchés.

Le MDF s'est adapté à de nouvelles formes de matière première que l'on jugeait jadis inutilisables : sciure, copeaux de rabotage et bois recyclé. Pour ce faire, il a fallu modifier les techniques de défibrage et d'encollage. En fait, les défibreurs sont devenus beaucoup plus efficaces et meilleur marché et les concepts ne cessent d'évoluer.

Parmi les autres tendances, on retrouve une meilleure régulation de la température et de l'humidité des fibres encollées, ce qui assure une plus grande qualité du panneau. Il faut aussi mentionner l'utilisation

de presses en continu qui donnent des panneaux d'épaisseur plus uniforme et permettent donc de réduire les pertes au ponçage et au délignage.

Une meilleure planification des opérations d'entretien permet aux usines de réduire les temps morts imprévus. On y intègre des programmes d'entretien préventif, comme l'analyse des vibrations de tout équipement rotatif, de manière à déceler les vibrations de roulemen, et à prévenir les pannes. On planifie également l'entretien des machines exigeant le plus de temps de façon à effectuer modifications et remplacements avec un minimum de temps perdu.

Préparation de la matière première

Technologie actuelle

Une usine de MDF est capable d'utiliser plusieurs formes de matière première. Un mélange normal consiste en copeaux additionnés de sciure dans un rapport de 9 à 1, mais on se tourne de plus en plus vers la sciure avec au minimum 10 p. 100 de copeaux de rabotage pour une meilleure régulation de la teneur en humidité et des dimensions de particules. Le dosage des copeaux de papeterie, des copeaux de rabotage et de la sciure est effectué dans le parc à bois pour assurer une homogénéité suffisante au défibrage.

Le MDF est plus tolérant aux mélanges d'essences que le panneau de particules. Les progrès de la technologie des résines ont beaucoup aidé, mais il est toujours difficile de coller des essences chimiquement très différentes et il demeure nécessaire de tenir compte des caractéristiques chimiques des essences pour produire un matériau homogène.

Le remplacement d'une essence par une autre et la présence de variations importantes dans le mélange risquent de provoquer des variations inacceptables des propriétés mécaniques et il faut alors modifier les paramètres de production en conséquence. À long terme, il sera sans doute possible d'utiliser du bois de construction recyclé, de même que d'autres formes de fibres comme la bagasse et les fibres agricoles. L'introduction de nouvelles sources de matière première exigera un traitement plus strict des contaminants.

Pour assurer la qualité du produit et une bonne gestion des coûts, on doit préparer convenablement la matière première. Elle doit être soumise à une surveillance et à un contrôle de la qualité. Il faut éliminer à la fois les particules trop grosses et celles qui sont trop fines.

Il faut éliminer les débris et les sables, car ils usent les disques du défibreur et les machines. Dans certaines usines, on lave les copeaux; il faut alors traiter les eaux usées et recycler l'eau dans la mesure du possible. On utilise aussi des séparateurs de densité à air qui extraient les particules de sable de la sciure et des copeaux, protégeant ainsi les machines de l'usure.

Projections de la technologie

1. *Systèmes de nettoyage plus efficaces pour tous les types de matière première.* Ceci est particulièrement important pour éliminer toute trace de particules abrasives et pour assurer au panneau un haut degré d'usinabilité sur les chants comme sur les faces.
2. *Expansion et diversification des approvisionnements, y compris l'utilisation d'essences multiples* pour réduire le coût de la matière première et améliorer la qualité du matériau sans affecter les coûts de production. On pense à la paille et autres fibres agricoles.
3. *Une bonne technique de nettoyage et de triage des particules* donnerait à l'industrie du MDF accès à des quantités énormes de résidus fibreux (bois de démolition, palettes usagées,

journaux, boîtes de carton, etc.). Dans un mélange donné, les proportions de chacun des composants doit demeurer à l'intérieur de limites strictes pour éviter les problèmes d'adhésion causés par les variations de pH. Il est nécessaire de consacrer des recherches à la création d'une méthode avantageuse pour séparer les fibres utiles des contaminants et de résines moins sensibles aux variations de pH.

Défibrage

Technologie actuelle

La charge de bois brut est introduite dans l'étroit espace entre deux disques profilés qui séparent les fibres sous l'effet combiné de forces de cisaillement, de section, d'écrasement et d'abrasion. La qualité des fibres obtenues dépend de nombreux facteurs dont l'essence, la taille et la répartition des particules, l'existence d'un prétraitement à la vapeur, le temps de rétention dans le lessiveur, la puissance appliquée, la géométrie des disques de défibrage, l'intensité de défibrage, la vitesse des disques et le temps de rétention entre les disques.

Pour faciliter le défibrage, on conditionne les copeaux ou les particules à la vapeur et sous une forte pression (10 bars, habituellement) dans un lessiveur branché directement au défibreur. Les éléments de préchauffage sont le plus souvent installés verticalement plutôt qu'horizontalement et ils font appel à des vis d'Archimède qui permettent de sceller l'enceinte et d'y conserver la vapeur injectée.

Les défibreurs ont bénéficié d'améliorations au cours des années; ils sont aujourd'hui plus efficaces et moins coûteux à exploiter. Des défibreurs plus grands ont permis d'accroître considérablement le débit de production. Grâce à cette capacité supérieure et à la simplicité de l'opération, la plupart des usines de MDF se limitent maintenant à des défibreurs munis d'un seul disque rotatif portant des lames de défibrage spéciales et d'un disque fixe muni des lames correspondantes.

Sous l'effet de la force centrifuge exercée par les disques, de petits éclats de bois que l'on nomme bûchettes tendent à s'échapper de la zone de défibrage. Il existe diverses façons de limiter la présence de ces bûchettes en modifiant les paramètres de défibrage. Parmi les plus récentes, on peut citer l'utilisation de disques plus grands, entraînés par des moteurs plus puissants, ou encore le défibrage en deux étapes qui permet de traiter une charge de particules de dimensions plus variées et d'améliorer la qualité des fibres.

Projections de la technologie

4. *Addition d'eau de dilution à la charge de bois.* Les premiers résultats indiquent une diminution de la consommation d'énergie et une durée de vie prolongée des lames de défibrage.
5. *Perfectionnement des défibreurs* notamment en ce qui concerne les bûchettes et la diversification des types de matières premières qu'ils peuvent traiter simultanément.
6. *Diminution de la consommation d'énergie* soit par lessivage soit par une modification des disques de défibrage. L'utilisation accrue de sciure et de copeaux de rabotage exige une plus grande consommation d'énergie au défibrage pour obtenir des fibres de bonne qualité. La consommation d'énergie pour le traitement de la sciure et des copeaux de rabotage tend à être plus forte qu'en Europe.

Percées technologiques

A. *Amélioration des caractéristiques des lessiveurs, dont l'utilisation de haute pression et de haute température de vapeur.* L'objectif est d'augmenter la pression du traitement à 17 bars pour réduire l'énergie de défibrage et pour obtenir une fibre de plus belle qualité, plus facile à coller. Avec un prétraitement convenable, il semble possible de fabriquer du MDF sans y ajouter de résine, c'est-à-dire sans y introduire de formaldéhyde.

B. *Addition de produits chimiques pour faciliter l'opération de lessivage.* L'industrie papetière utilise régulièrement des produits chimiques. Des recherches doivent être entreprises sur la manière dont on pourrait adapter cette technologie à la fabrication du MDF sans remettre en cause la structure de coûts propre à l'industrie.

Encollage

Technologie actuelle

Le dispositif d'évacuation qui relie le défibreur au séchoir sert à l'encollage des fibres. Pour éviter que la résine et le bois ne s'accumulent dans le conduit d'évacuation, on l'entoure d'un manchon concentrique dans lequel on fait circuler de l'air servant à refroidir la surface du conduit d'évacuation.

L'injection de la résine se fait à l'aide d'une buse de 6 mm (1/4 po) soudée au conduit. Au point d'injection, les fibres se déplacent à très haute vitesse et dans une grande turbulence; la résine se trouve donc atomisée instantanément dès son entrée dans le conduit. On peut introduire la résine en un seul point ou en plusieurs points le long du conduit d'évacuation et la buse peut être posée à 90° ou inclinée à 45° par rapport au conduit.

Dans la fabrication du MDF, on utilise le plus souvent des résines urée-formol. Pour éviter les problèmes de précuisson, on n'injecte pas le catalyseur en même temps que la résine; en fait, on dilue souvent la résine pour éviter la précuisson dans le séchoir.

Projections de la technologie

7. *Améliorations au procédé mécanique d'encollage* pour rendre la répartition de la résine plus homogène tout en continuant à limiter les émissions de polluants. Une meilleure répartition de la résine permettra d'en réduire la consommation et de réduire aussi les COV, y compris le formaldéhyde.

8. *Mesure en continu de la répartition de la résine* et corrélation avec les autres paramètres de fabrication.

9. *Étude des facteurs affectant le mélange dans le conduit d'évacuation* pour améliorer la qualité du mélange.

10. *Étude des effets du séchage sur la résine.* Le MDF est le seul panneau pour lequel on applique la résine avant le séchage; il serait avantageux de mieux comprendre les conséquences de cette pratique de manière à pouvoir optimiser à la fois le séchage et la formulation de la résine.

11. *Résines plus réactives grâce à de nouvelles formulations ou à l'emploi de catalyseurs* pour diminuer le temps e pressage sans créer de problèmes de précuisson.

12. *Résines moins coûteuses.*

13. *Résines pour fibres à humidité plus élevée.* L'utilisation de fibres à humidité plus élevée permet de réduire les coûts de séchage et les émissions de polluants. Elle facilite également

la compaction du panneau et le rend plus stable. Les nouvelles résines devraient aussi tolérer de plus grands écarts d'humidité dans le matelas.

14. *Résines formulées pour une gamme plus variée de types de matière première.*

15. *Résines conçues pour minimiser les émissions de COV (y compris le formaldéhyde) provenant de l'opération de séchage.*

16. *Résines spécialement formulées pour le pressage avec injection de vapeur.*

Percée technologique

C. *Nouveaux systèmes adhésifs assurant une prise plus rapide de la résine à température plus basse, un collage supérieur et une meilleure tolérance aux teneurs en humidité élevées.* On pourrait réaliser ainsi des économies considérables sur l'énergie de séchage et de pressage. Les émissions de COV seraient beaucoup plus faibles. Pour trouver de tels systèmes adhésifs, il importe de mieux comprendre le mécanisme de l'adhésion et d'étudier divers polymères qui ne sont pas nécessairement connus dans l'industrie du bois.

Cire et adjuvants

Technologie actuelle

La cire ne représente qu'une faible partie des coûts de fabrication du MDF et c'est sans doute pourquoi ni l'industrie ni les chercheurs n'y ont prêté beaucoup d'attention. Elle exerce un effet bénéfique sur la résistance à l'humidité et sur la stabilité dimensionnelle, mais ces avantages sont limités car un excès de cire nuit rapidement à la prise de la résine.

Projection de la technologie

17. *Intégration des recherches sur la résine, la cire, les catalyseurs et les tampons pour identifier les synergies potentielles* et pour expliquer le rôle de ces ingrédients dans les diverses formulations en rapport avec les caractéristiques de la matière première, la teneur en humidité et autres facteurs.

Percée technologique

D. *Évaluation d'autres adjuvants susceptibles de faciliter le processus de collage et la création de nouveaux produits.* Les adjuvants peuvent servir à renforcer le joint de résine, ou à donner au panneau des propriétés particulières.

Séchage

Technologie actuelle

Le séchage des fibres a lieu dans des séchoirs tubulaires dont la longueur varie de 90 à 100 m (300 à 350 pi), avec un minimum de 30 m (100 pi) en ligne droite entre le point d'injection de la résine et le premier coude, pour éviter les risques d'accumulation des fibres et de la résine. La vitesse de l'air est normalement d'environ 30 m (100 pi) par seconde. Les séchoirs tubulaires ont aussi l'avantage de ne pas favoriser la formation de boules de fibres, ce qui facilite la prévention des incendies.

Les températures élevées que l'on employait jadis sont maintenant tombées au-dessous de 180 °C (350 °F) à l'entrée du tube, ce qui a eu pour effet de réduire les risques d'incendie ainsi que les émissions de COV et de fumée. La température de sortie dans le cyclone est normalement de l'ordre de 50 à 70 °C (120 à 160 °F).

Les fonctions principales du système de séchage consistent à garder l'eau en phase gazeuse et à séparer la vapeur du bois. La durée de séjour est brève. Les fibres parcourent le séchoir en 3 à 5 secondes et le cyclone en 3 à 4 secondes. L'énergie nécessaire au séchage est de l'ordre de 4200 à 4600 kJ par kilogramme d'eau évaporée (1800 à 2000 BTU par lb), selon que l'on sèche le bois à 10–11 p. 100 ou à 3-5p. 100.

Projections de la technologie

18. *Régulation améliorée du séchoir quant à la température, à la teneur en humidité et aux COV.*

19. *Perfectionnement du séchage à deux et trois phases* pour améliorer la qualité des fibres, obtenir plus de précision dans la teneur finale en humidité et réduire les COV, diminuant ainsi le coût des systèmes antipollution. La première phase sert à séparer la vapeur d'eau et les gaz provenant du séchage sont envoyés à la centrale thermique, où les COV sont incinérés.

Formation du matelas

Technologie actuelle

L'industrie utilise surtout des conformateurs à aspiration. Les fibres sèches et encollées arrivent dans une zone fermée, au-dessus d'une toile métallique mobile sous laquelle on maintient une pression négative. À mesure que l'air passe au travers de la toile, les fibres se déposent sur la toile, formant le matelas. Quand le matelas s'épaissit, les fibres se dirigent naturellement vers les zones plus minces, jusqu'à ce que s'établisse un équilibre entre le dessus et le dessous du matelas et que son épaisseur soit relativement uniforme sur toute la largeur. Des râteaux correcteurs finissent d'égaliser le matelas. L'aspiration feutre les fibres en un matelas dense, sans air. Certaines usines nouvelles ont recours à des conformateurs mécaniques sans l'aide de vide, mais leur rendement n'est pas encore tout à fait établi.

Projections de la technologie

20. *Utilisation de conformateurs mécaniques* munis de racloirs rotatifs situés près de la toile de formation pour mieux répartir les fibres et de racloirs correcteurs pour amener le matelas à l'épaisseur voulue. Les conformateurs mécaniques utilisent seulement un cinquième de l'énergie nécessaire aux conformateurs à air; ils donnent un matelas plus uniforme dans les deux directions, et ils ne sont pas affectés par les conditions de l'air ambiant. Ils permettent aussi de réduire le scalpage et le recyclage de moitié par rapport aux conformateurs à aspiration et d'incorporer des buses pour la pulvérisation d'eau (pour l'injection de vapeur).

21. *La combinaison de la formation mécanique et de la succion* faciliterait la manutention du matelas tout en conservant les avantages d'une moindre épaisseur.

Technologie actuelle

Après la formation, on soumet le matelas à un prépressage pour lui donner la cohésion nécessaire aux transferts de convoyeur et au chargement dans la presse. Les prépresses ont un long tablier d'alimentation en pente douce et une bande supérieure perforée qui laisse l'air s'échapper lentement, et comprime progressivement le matelas. Une série de rouleaux de compression provoque des cycles successifs de compression/détente qui ont pour effet de réduire la détente finale du matelas.

L'objectif du pressage à chaud est de compacter le matelas au niveau voulu de densité et d'épaisseur, de polymériser la résine pour lier les fibres et de stabiliser le panneau par l'effet de la chaleur pour qu'il conserve l'épaisseur et la densité voulues dans les conditions d'emploi normal.

La presse représente le plus gros investissement de l'usine et son fonctionnement a un effet direct sur la productivité et sur la qualité du produit. Les usines modernes utilisent des presses à étages multiples, ou en continu. Les usines tendent à choisir les presses en continu.

Il y a quelque temps, on préférait les presses à étages multiples pour leur capacité de production plus grande. Toutefois, l'apparition d'une presse en continu de 3,05 m (10 pi) de largeur et l'augmentation de la longueur de la presse, qui permet d'accélérer la vitesse d'avance, font que la capacité a perdu un peu de son importance dans les comparaisons.

Comparées aux presses à étages multiples, les presses en continu assurent une épaisseur de panneau plus uniforme, une densité plus régulière dans les deux axes du panneau et une réduction des pertes au délignage et au ponçage. Par ailleurs, la production en continu se prête bien à la fabrication de dimensions spéciales quand la demande existe.

Les presses en continu sont plus coûteuses à l'achat, mais leur prix plus élevé est justifiable compte tenu des gains au délignage et au ponçage et des économies sur le bâtiment, étant donné que les fondations sont plus légères et la bâtisse moins haute. Comme elles sont plus difficiles à arrêter que les presses à étages multiples, la fiabilité de la chaîne de fabrication en aval de la presse est vitale.

La chaleur est transférée des plateaux ou des bandes de la presse au matelas. L'humidité contenue dans les couches superficielles du matelas se trouve vaporisée et poussée vers la partie centrale. La chaleur impartie par la vapeur suffit à polymériser les résines urée-formol, mélamine-formol ou isocyanates. Quand la vapeur s'est dissipée, les transferts thermiques au travers du matelas sec se font par conduction, donc plus lentement.

Parmi les facteurs qui déterminent la qualité du pressage, on peut noter la température de la presse, la teneur en humidité du matelas et sa répartition, le temps de fermeture de la presse, l'évolution de l'épaisseur lors du pressage, la pression maximale et le temps de pressage. En règle générale, une fermeture rapide de la presse, une température de pressage élevée et une teneur en humidité élevée dans la couche de surface du matelas donnent un important gradient de densité de la surface au centre du panneau.

Le profil de densité recherché dans l'épaisseur du panneau dépend de l'utilisation visée. Pour la plupart des applications, on préfère une forte densité superficielle pour le ponçage et la finition et une densité très uniforme dans la section intermédiaire pour un meilleur usinage. On atteint cet objectif en fermant très rapidement la presse initialement, puis en amenant lentement les plateaux à l'épaisseur finale.

On considère habituellement la densité comme le meilleur indice de la qualité du processus de fabrication et du produit; c'est pourquoi les mesures fréquentes du profil de densité font partie du contrôle régulier de la qualité dans l'industrie du MDF.

Des études expérimentales ont été réalisées sur l'injection de vapeur. On injecte la vapeur directement dans le matelas pour accélérer les transferts thermiques et augmenter ainsi rapidement et uniformément la température, ce qui a pour effet d'abréger le cycle de pressage, d'améliorer la stabilité dimensionnelle et d'augmenter la cohésion interne. La technique d'injection de vapeur serait particulièrement avantageuse pour les panneaux épais. Elle donne des panneaux dont le profil de densité d'une face à l'autre est plus uniforme qu'avec le pressage ordinaire.

Projections de la technologie

22. *Recherches avancées sur les facteurs affectant le cycle de pressage et les éléments de régulation* en fonction des variations qui touchent les autres facteurs de production, comme l'essence de bois, la densité du panneau, le type de résine. Certains travaux ont eu lieu pour optimiser les diverses phases du cycle de pressage (fermeture, cuisson, relâchement) et un logiciel représentant les effets des divers paramètres est en cours de réalisation.

23. *Fabrication de panneaux à densité plus basse grâce à une meilleure compréhension du processus d'agglomération* pour diminuer la consommation de bois et améliorer la stabilité du panneau tout en maintenant le prix de revient sans sacrifier les autres propriétés critiques.

24. *Instrumentation pour la mesure en continu du profil de densité et intégration de cette information à l'optimisation du pressage.* Des études doivent être entreprises sur la formation du profil de densité au cours du cycle de pressage, de sorte que le retour d'information de la chaîne de fabrication puisse servir à automatiser la commande de la presse.

25. *Application de la technique d'injection de vapeur.* La validité de cette technique a été démontrée en laboratoire et en usine pilote et elle est en cours d'adaptation à des presses à étages multiples au Canada. Dès que ces presses fonctionneront normalement, des études seront nécessaires pour optimiser les facteurs de production en fonction de cycles de pressage plus courts et de propriétés améliorées pour les panneaux.

26. *Application de la haute fréquence (RF) au préchauffage du matelas* entre la prépresse et la presse chauffante, pour augmenter la productivité.

Percées technologiques

E. *Adaptation de la technique d'injection de vapeur aux presses en continu.* Il faut trouver le moyen d'appliquer la technique d'injection de vapeur aux presses en continu pour bénéficier des avantages des deux méthodes.

F. *Pressage avec vapeur produite in-situ.* Certains essais de laboratoire en cours portent sur des feuilles de placage à teneur en humidité élevée que l'on presse en milieu fermé pour créer des conditions semblables à celles qu'offre l'injection de vapeur, mais sans les investissements. On pourrait appliquer la même méthode à la fabrication du panneau MDF avec les mêmes avantages.

G. *Revêtement direct.* La possibilité d'appliquer un revêtement au panneau directement dans la presse représenterait un gros avantage pour l'industrie en éliminant les étapes supplémentaires de manutention, de ponçage et d'encollage.

H. *Autres méthodes à haute énergie pour polymériser la résine.* Il conviendrait d'étudier des formes d'énergie autres que la chaleur de convection (ex. : haute fréquence ou micro-ondes) susceptibles de faire réagir très rapidement une résine spécialement formulée.

Technologie actuelle

Normalement, les panneaux atteignent leurs propriétés maximales après refroidissement. On peut déligner et découper les panneaux soit avant soit après le refroidissement ou l'empilage à chaud, mais le ponçage exige un certain refroidissement si l'on veut éviter d'arracher les fibres superficielles. Quand les panneaux sont poncés, un inspecteur examine les surfaces sous un éclairage oblique et à l'aide d'un miroir pour détecter les imperfections et pour classer les panneaux en catégories de qualité. Ils sont ensuite empilés automatiquement.

La tendance est à l'automatisation complète, mais la plupart des usines utilisent encore au moins une personne pour classer visuellement les panneaux. Le rejet de panneaux imparfaits peut s'effectuer automatiquement grâce à des détecteurs de soufflures en continu. Des systèmes de positionnement automatique des scies, munis de servomoteurs, peuvent changer fréquemment la position des lames, permettant ainsi un grand choix de dimensions.

Il existe des systèmes optiques capables de balayer le dessus, le dessous et les chants des panneaux pour détecter les défauts suivants :

- Brûlures, taches d'eau, d'huile ou de résine;
- Cloques superficielles;
- Défauts superficiels tels que traces de convoyeur, dépressions, piqûres, zones polies, zones non poncées ou décolorations;
- Défauts de chant ou de découpe.

On utilise en Europe depuis plusieurs années des systèmes automatiques de récupération des paquets de panneaux au lieu de chariots élévateurs, mais c'est encore rare en Amérique du Nord. Il existe des systèmes similaires pour la gestion de l'entrepôt.

Projections de la technologie

27. *Conception de systèmes de découpe et de classement totalement automatiques.* Il est possible de combiner diverses techniques (ultrasons, RF, micro-ondes, analyse graphique, rayons X) pour détecter les défauts internes et superficiels. Certaines machines, actuellement en cours de réalisation industrielle, permettent de mesurer en continu les propriétés mécaniques des panneaux dans les deux directions. Des logiciels permettent de découper les panneaux aux dimensions du client avec un minimum de pertes.

28. *Diminution des pertes au ponçage grâce à une épaisseur plus régulière.* Ceci a aussi pour effets d'améliorer le rendement, de réduire les émissions de poussières et d'améliorer la qualité de la surface.

29. *Produits à valeur ajoutée pour applications spécialisées.* Le panneau MDF peut profiter de certains créneaux pour les panneaux coupés à dimensions, les finitions spéciales, le préperçage, le placage des chants, le moulurage, l'usinage, etc.

Post-traitement

Technologie actuelle

Les post-traitements sont assez rares dans les usines de MDF, mais ils pourraient servir à donner des propriétés particulières aux panneaux ordinaires.

Projections de la technologie

30. *Conditionnement des panneaux pour augmenter leur teneur en humidité avant de les mettre sur le marché,* de manière à améliorer leur stabilité dimensionnelle.

31. *Application d'autres post-traitements adaptés à la fabrication de produits à valeur ajoutée et à la diversification de la production.* On peut envisager d'imprégner la surface de polymères, ou même de modifier chimiquement la surface du bois. Pour ce qui est des adjuvants, la liste des traitements potentiels est sans limites, mais ils présentent plus de problèmes que d'avantages; leur intérêt principal est qu'on peut les appliquer hors chaîne sur une portion de la production sans intervenir dans le processus de fabrication, ce qui permet de limiter les coûts et les émissions.

Commande des procédés et assurance de la qualité

Technologie actuelle

Dans les installations nouvelles, on utilise des commandes à logique programmable (CLP) qui assurent la régulation des divers procédés de l'usine et qui peuvent être reliés à un réseau intégré. L'acquisition de données pour les rapports de quart de travail, le contrôle statistique du processus et la création de bases de données peuvent faire partie des CLP modernes et du réseau informatique de l'usine. Ce réseau de CLP couvrant toute l'usine est lui-même connecté au réseau local qui relie tous les ordinateurs personnels de l'usine, permettant l'accès aux statistiques de production aux opérateurs, cadres et autres.

Pour ce qui est de l'assurance de la qualité, il existe des appareils qui mesurent en continu l'épaisseur du matelas et sa densité, l'épaisseur du panneau fini et sa cohésion interne; on peut aussi détecter les soufflures et contrôler la qualité des chants et des faces de chacun des panneaux.

La commande des procédés et l'assurance de la qualité constituent peut-être le meilleur champ d'application de l'innovation technologique, puisqu'il s'agit d'optimiser la consommation de la matière première et la productivité, ce qui renforce la position de l'usine face à la concurrence. Les méthodes de commande des procédés devraient également permettre aux producteurs canadiens de fabriquer des séries plus courtes de produits spécialisés, ce qui leur donnerait un avantage sur leurs concurrents américains.

Projections de la technologie

32. *Intégration des systèmes indépendants de mesure et de détection à l'échelle de l'usine de façon à permettre des analyses plus complètes des données.* Ceci aidera l'usine à optimiser sa consommation de matière première et sa productivité, la plaçant ainsi en bien meilleure position face à la concurrence.

33. *Équipement pour mesurer en continu la rigidité de chacun des panneaux dans les deux directions.* Ce genre d'équipement est en cours de réalisation industrielle et devrait être sur

le marché sous peu. Il permettra d'évaluer de façon non destructive chacun des panneaux à sa sortie de la chaîne de fabrication. On peut aussi l'utiliser pour classer les panneaux en catégories de résistance à la flexion, ce qui donnera au fabricant une assurance supplémentaire de qualité et la possibilité d'accéder à peu de frais à certains marchés structuraux spécialisés.

34. *Intelligence artificielle* pour contrôler, optimiser et dépanner les divers postes de fabrication.

Percée technologique

I. *Commande des procédés automatique et totalement intégrée.* On envisage ici un degré d'innovation qui va beaucoup plus loin que le niveau de technologie suggéré ci-dessus et qui traiterait l'ensemble du processus de fabrication comme un système unique et intégré. Le système repose sur un contrôle en continu de toutes les opérations, avec boucles de retour et systèmes de commande intégrés automatiques, grâce auquel on pourrait modifier constamment les facteurs de production pour optimiser la qualité du produit tout en réduisant les coûts.

Protection de l'environnement

Technologie actuelle

Les polluants émis lors de la fabrication des divers panneaux de bois sont semblables et ils proviennent surtout des résidus de bois, de la manutention des matériaux, du séchage, du pressage, de la finition secondaire et de la production d'énergie thermique. Le MDF tend à avoir davantage d'émissions de poussières au séchage que d'autres panneaux du fait que les particules sont plus petites. Au nombre des polluants, on retrouve les oxydes d'azote, les oxydes de soufre, le monoxyde de carbone, le formaldéhyde et d'autres COV.

Parmi les techniques récemment retenues pour limiter les émissions, on peut noter l'installation d'une enceinte partielle autour de la presse pour capter les émissions que l'on utilise ensuite comme air de combustion dans la centrale thermique. Dans la zone de finition, on recueille les poussières à l'aide de matériel ordinaire de dépoussiérage. Parmi les autres techniques courantes, on retrouve les cyclones primaires et secondaires, les systèmes de dépoussiérage multiclones par voie humide, les dépoussiéreurs électrostatiques secs et humides, les dépoussiéreurs à manches et les lits de filtration électrostatiques. Pour plus de détails, consulter l'Annexe I.

Projections de la technologie

35. *Élaboration de techniques pour réduire considérablement les émissions de formaldéhyde du produit fini.*

36. *Perfectionnement des techniques d'oxydation thermique régénératrice (RTO) et d'oxydation catalytique régénératrice (RCO).*

37. *Perfectionnement et implantation dans le secteur du panneau MDF des nouvelles techniques prometteuses de protection de l'environnement, dont la biofiltration.* Voir Annexe I.

38. *Mise au point de machines moins bruyantes* pour améliorer les conditions de santé et de sécurité dans les usines.

39. *Intégration du captage des émissions et de la protection de l'environnement à toutes les phases de la fabrication.* Cette intégration doit être combinée à des mesures visant à rendre le processus de fabrication plus efficace et moins coûteux. Il faut s'appliquer à intégrer

graduellement les facteurs environnementaux à tous les modèles d'optimisation de la production.

Percée technologiques

J. Intégration complète des mesures de protection de l'environnement, surtout dans les nouvelles usines. Les systèmes de gazéification et de vapeur en circuit fermé semblent particulièrement prometteurs.

Amélioration et création de produits

Technologie actuelle

La qualité du MDF et la fiabilité de ses propriétés ont réalisé des progrès considérables au cours des 10 dernières années et ceci a eu un effet non négligeable sur l'acceptation du produit et le taux de substitution. Les perfectionnements touchant à l'apparence et l'usinabilité sont les plus frappants. La création de panneaux très minces et très épais a permis d'élargir la gamme des applications. Cette évolution a été rendue possible par la modification technique de divers postes de fabrication (préparation de la matière première, encollage, séchage, pressage).

Le MDF va continuer à déplacer d'autres matériaux, comme le contreplaqué, le panneau de particules et surtout le bois massif. Une telle gamme d'utilisations exige des propriétés diverses en matière de résistance mécanique, de durabilité, de stabilité et de densité superficielle. Il s'ensuit que les méthodes de fabrication (séchage, pressage ou taux d'application de la résine) doivent varier en conséquence. Notons par exemple le MDF à l'épreuve de l'eau, qui a été créé pour les applications extérieures telles que panneaux d'affichage et de signalisation, ou autres produits exposés à des conditions extrêmes d'humidité.

Parmi les caractéristiques principales du MDF, on peut mentionner la stabilité dimensionnelle, la tenue des attaches, une haute densité pour la dureté, une basse densité pour le poids, l'aptitude à recevoir une peinture et la couleur.

Projections de la technologie

40. *Amélioration constante de la qualité du produit,* en ce qui concerne particulièrement l'usinabilité et la stabilité dimensionnelle, mais aussi la résistance à l'humidité (pour les armoires de cuisine, par exemple). Ceci exigera une meilleure compréhension des facteurs fondamentaux affectant le gonflement et la dilatation linéaire. Un MDF à basse densité mais doté d'une bonne tenue des vis pourrait remplacer le bois massif dans certaines applications semi-structurales comme les montants et les traverses de portes et de fenêtres.

41. *Assouplissement des méthodes de production pour pouvoir passer facilement d'un type de produit à un autre* de manière à produire avantageusement des séries plus courtes de produits de plus grande valeur.

42. *Les panneaux MDF exempts de formaldéhyde représentent peut-être un créneau commercial intéressant.* À l'heure actuelle, pour produire ce genre de panneau, on fait appel aux isocyanates. Malheureusement, les isocyanates sont plus coûteux que l'urée-formol. Poursuivant une autre piste, l'industrie et ses fournisseurs de résine explorent l'utilisation d'épurateurs puissants, capables de neutraliser toute trace de formaldéhyde libre dans le panneau.

Percée technologique

K. *Création de nouveaux produits de MDF dotés de propriétés radicalement nouvelles.* L'industrie a besoin de produits nouveaux et modifiés pour diversifier ses marchés. Ces produits pourraient être plus résistants à l'humidité, plus légers, plus clairs, plus lisses et plus faciles à usiner. Citons par exemple des produits moulés ou moulables par le client, des produits de très basse densité et des produits à l'épreuve des intempéries. Il conviendrait aussi d'identifier de nouvelles utilisations radicalement différentes, ainsi que les caractéristiques de produit correspondantes.

En résumé

L'industrie canadienne du panneau MDF est le plus récent des secteurs de panneau décrits dans ce rapport, mais il a connu une croissance très rapide, soutenue par l'innovation technologique. Pour ce secteur, le chemin de la prospérité passe par une amélioration constante des produits et des méthodes de fabrication qui aidera l'industrie à élargir ses marchés et à renforcer sa position face à ses concurrents. La découverte de nouvelles applications, de nouveaux marchés et de nouveaux produits aidera aussi les fabricants à surmonter les problèmes de surcapacité au cours des prochaines années. La diversification de la matière première, y compris l'utilisation accrue de bois recyclé et de fibres d'origine agricole, ne peut que renforcer la position de l'industrie.

Nous avons énuméré dans ce chapitre un certain nombre de techniques avancées qui aideraient l'industrie à progresser dans cette direction. Chacune représente un gain potentiel pour le secteur du panneau MDF, mais il ne faut pas oublier que le processus de fabrication est un système; chaque fois que l'on touche à un facteur de production, il faut réexaminer le processus au complet, y compris l'impact sur les coûts et sur le marché. Nous avons également proposé quelques percées technologiques un peu plus hardies. Si elles s'avèrent réalisables dans la pratique, celles-ci permettront à l'industrie de faire un bond en avant vers ses objectifs; elles feront l'objet d'une description détaillée au chapitre VIII.

VII. Placage et contreplaqué d'essences feuillues

Description

Le secteur du placage et du contreplaqué d'essences feuillues partage de nombreux points communs avec celui du contreplaqué de résineux, mais il en est bien différent. Les propriétés des panneaux sont très différentes. Le contreplaqué de feuillus est généralement destiné à l'usage décoratif plutôt que structural. Les machines sont utilisées différemment et l'on emploie des résines différentes, surtout des résines urée-formol, les panneaux étant destinés à l'usage intérieur. L'industrie est extrêmement fragmentée. Par contre, de tous les secteurs étudiés dans le présent rapport, c'est celui qui a la plus grande expérience en matière de valeur ajoutée.

Pour le contreplaqué de feuillus, on attache une importance toute spéciale à l'apparence du produit fini et à sa valeur, et donc à la qualité du placage de surface. Les feuilles de placage sont ordinairement plus minces que dans le résineux. Le placage peut être tranché plutôt que déroulé et les vitesses de déroulage sont généralement plus basses.

La production du placage et celle du contreplaqué ont souvent lieu dans des usines distinctes, plus petites que pour le résineux. La qualité et la quantité des approvisionnements en billes sont problématiques dans les deux secteurs, mais le problème est vraisemblablement plus grave dans les feuillus. L'industrie importe aussi des quantités considérables de bois sous la forme de billes, de quartelots ou de placage.

Les deux secteurs utilisent le tremble pour les plis intérieurs, mais cette pratique est plus répandue dans le secteur des feuillus. Le contreplaqué de feuillus présente une gamme variée de densités, alors que le contreplaqué de résineux offre un plus grand choix d'épaisseurs. Le contreplaqué décoratif est normalement fabriqué en format de 1220 x 2440 mm (4 x 8 pi), et les panneaux utilitaires de tremble sont disponibles en 1220 x 1220 mm (4 x 4 pi) et en 1220 x 2440 mm (4 x 8 pi). Les panneaux utilitaires de tremble ne représentent qu'un faible pourcentage de la production totale de contreplaqué de feuillus; bien qu'ils soient collés à l'urée-formol, leur technologie se rapproche beaucoup de celle du contreplaqué de résineux. On s'intéressera plutôt dans cette section aux panneaux décoratifs.

L'industrie produit du placage et du contreplaqué constitué d'un nombre variable de plis. Elle fabrique aussi des panneaux hybrides dans lesquels une feuille de placage est collée sur un autre panneau, de MDF par exemple. Les âmes constituées exclusivement de placage mince exigent plus de résine et plus de travail; on tend donc à les réserver à des applications qui font appel à leurs propriétés particulières (contreplaqué moulé, crosses de hockey, etc.)

Les âmes de contreplaqué de feuillus sont en concurrence avec les autres panneaux de bois et le placage décoratif est en concurrence avec d'autres types de revêtement. Malgré tout, à la faveur des caractéristiques uniques de ses produits, l'industrie s'est assurée des créneaux commerciaux dans l'ameublement, le meuble de fonction et les menuiseries intérieures architecturales. Elle offre des avantages indéniables en matière de qualité et d'apparence, si bien que ses produits se voient attribuer une plus grande valeur que la plupart des produits concurrents.

Vision

L'avenir de l'industrie va dépendre dans une large mesure de ses approvisionnements en matière première. Si l'on trouve des solutions aux problèmes, grâce peut-être aux effets de la technologie sur les

produits et les procédés, elle devrait poursuivre son expansion. On ne saurait parler de déclin et l'industrie a la possibilité d'augmenter sa productivité en empruntant des méthodes et des machines aux autres secteurs de l'industrie du panneau.

L'innovation technologique portera essentiellement sur la création ou la modification de procédés de fabrication visant la productivité. Les usines seront plus automatisées, produisant du placage décoratif de qualité pour le revêtement d'âmes de tremble ou d'autres panneaux composites comme le MDF. Les producteurs qui utilisent des âmes de placage devront défibrer la qualité de ces âmes pour les rendre compatibles avec des feuilles de surface (ou parement) plus minces.

Du point de vue de l'environnement, l'industrie continuera à réduire les émissions de formaldéhyde provenant de ses produits et de ses usines. Comme les autres secteurs, celui du contreplaqué de feuillus sait faire preuve de responsabilité et il est ainsi perçu par le public. Les entreprises continueront à s'adapter à la réglementation en faisant appel aux techniques appropriées. Dans certains cas, on aura recours à l'innovation pour l'évacuation ou l'utilisation des résidus.

Bilan économique

En 1995, le secteur canadien comptait 46 usines de fabrication ou de jointage de placage, ou de contreplaqué de feuillus; ces usines étaient principalement situées dans l'est et le centre du Canada. La valeur des expéditions dépassait 500 millions de dollars, et l'industrie employait plus de 4000 personnes. Les usines sont généralement beaucoup plus petites et moins automatisées que pour le résineux. L'expansion est limitée par la matière première.

Les exportations, d'une valeur d'environ 400 millions de dollars en 1995, représentaient 70 p. 100 des expéditions. Selon Statistiques Canada, la valeur des exportations de placage avait augmenté en moyenne de 25 p. 100 par année depuis 1991. Le placage représentait alors plus de la moitié des exportations, le reste étant composé de contreplaqué et de panneaux revêtus. En 1995, les importations se chiffraient à 150 millions, ce qui laissait donc une balance excédentaire positive de 250 millions.

Facteurs critiques

Les *approvisionnements en billes de feuillus de bonne qualité* représentent le principal facteur critique pour ce secteur de l'industrie. Le bois est la composante la plus importante du prix de revient, et il influence grandement le rendement matière, la valeur du produit et sa qualité. C'est l'approvisionnement en billes qui va déterminer l'avenir de l'industrie. Les réserves canadiennes de billes de feuillus de bonne qualité déclinent depuis de nombreuses années et les investissements en gestion forestière ne porteront pas fruits avant plusieurs décennies. L'industrie aura donc recours à l'innovation technologique pour étendre ses approvisionnements à des billes plus facilement accessibles.

À cause du manque de billes et parce que la clientèle demande des essences qui ne poussent pas au Canada, l'industrie canadienne doit acheter très cher aux États-Unis et ailleurs une grande quantité du placage déroulé dont elle a besoin. Cette *dépendance des importations* place l'industrie à la merci des marchés mondiaux et des fluctuations des devises. Les usines de tranchage utilisent des essences tropicales et des essences tempérées. Les entreprises qui tranchent des sciages, généralement les plus petites du secteur, se procurent leur matière première (merisier, chêne, érable, etc.) auprès de scieries locales ou américaines.

La *création et la modification de produits* sont également des facteurs importants; ils donnent en effet à l'industrie les moyens d'augmenter la valeur globale de sa production; or, la rentabilité de ce secteur tient précisément à la création de produits de haute valeur. La création de panneaux hybrides dont l'âme est un panneau différent en est un bon exemple.

La *diminution des coûts* est toujours un facteur critique, mais, compte tenu de la valeur du contreplaqué de feuillus, son importance est probablement moindre ici que dans d'autres secteurs. Il est plus pertinent d'augmenter la marge bénéficiaire.

L'environnement est un facteur critique pour ce secteur. Les émissions de formaldéhyde provenant des usines et des produits et la poussière de bois sont source de problèmes. De plus en plus, il faut tenir compte des émissions de formaldéhyde en usine, même si les taux actuels sont bien en deçà des limites permises. Il faut également tenir compte des autres COV, des émissions de particules lors du séchage et des eaux usées des bassins de conditionnement. La pérennité de la forêt devient aussi un facteur, alors que certains clients européens exigent que les produits proviennent de forêts certifiées selon un programme de gestion durable.

La concurrence est aussi un facteur critique. Les revêtements décoratifs synthétiques, qui imitent le bois et peuvent être reproduits à bon marché en une infinité de motifs, obligent l'industrie du contreplaqué de feuillus à comprimer ses coûts de production. Pour les fabricants d'âmes de placage, la concurrence vient des âmes de MDF. La concurrence oblige l'industrie à devenir plus souple dans sa fabrication et à créer de nouveaux produits pour conquérir des marchés spécialisés.

Technologies actuelle et nouvelle

Pour relever les défis auxquels elle fait face, l'industrie du contreplaqué de feuillus peut compter sur un arsenal d'équipement, de matériaux et de techniques couramment utilisés ou en voie d'adoption dans d'autres secteurs, et notamment le contreplaqué de résineux.

L'automatisation facilitera le déroulage et l'assemblage des feuilles de placage. Le prétraitement des billots permet d'améliorer la qualité et la quantité du placage obtenu. Parmi les autres innovations, on retrouve le chargement et le positionnement automatique des billots dans la dérouleuse, les systèmes de scannage ultrasonique, la motorisation du rouleau antiflexion et de la barre de pression, et le positionnement linéaire du chariot porte-outil de la dérouleuse, qui augmente la capacité de production.

L'assemblage automatique des panneaux permet d'accélérer la production. La placageuse est une innovation récente qui compose des feuilles complètes de placage à partir de bandes plus étroites, ce qui facilite leur assemblage automatique. Ce genre d'innovation a pour effet de réduire les frais de main-d'œuvre et d'améliorer le rendement.

Les fabricants nord-américains offrent une gamme variée d'équipement et l'on trouve de plus en plus fréquemment des machines en provenance d'Allemagne, d'Italie, de Suède, de Finlande ou du Japon. Les moyens de communications modernes permettent de se tenir à jour sur la technologie nouvelle, particulièrement dans le domaine des produits spécialisés et de leur application.

Une meilleure planification des opérations d'entretien permet aux usines de réduire les temps morts imprévus. On y intègre des programmes d'entretien préventif, comme l'analyse des vibrations de tout équipement rotatif, de manière à déceler les vibrations de roulement et à prévenir les pannes.

Il est vital pour ce secteur de l'industrie que l'innovation technologique s'attache à diminuer les coûts de production, à augmenter le rendement et à améliorer la qualité des produits obtenus à partir des approvisionnements disponibles.

Matière première

Technologie actuelle

L'industrie du contreplaqué de feuillus utilise une diversité d'essences indigènes et importées. Le rendement matière et la qualité du produit exigent des billes de qualité relativement élevée.

Parmi les caractéristiques qui font baisser la qualité du placage, on trouve une teneur en humidité trop basse, les malformations de la bille, la présence de carie au cœur de la bille, la grosseur et la fréquence des nœuds, ou encore la présence de bois de compression dans les arbres ayant poussé sur une pente abrupte. Ce genre de défaut diminue le nombre de feuilles entières de placage de haute qualité que l'on peut tirer de la bille, et donc le rendement. Le placage de parement doit être exempt de taches et autres imperfections.

Contrairement aux autres secteurs, celui du contreplaqué de feuillus est très spécifique quant aux essences, au moins en ce qui concerne le placage de parement, car les acheteurs de contreplaqué décoratif exigent une essence donnée. Pour les plis intérieurs, il y a beaucoup plus de liberté et l'on peut remplacer les âmes de placage par d'autres types de panneau.

Projections de la technologie

1. *Analyse interne des billes.* Si l'on pouvait déterminer la nature de l'intérieur de la bille, au moyen de rayons X par exemple, on serait en mesure de choisir la méthode la plus efficace et la plus avantageuse pour transformer cette bille en placage.
2. *Enduits de protection plus durables pour les billes.* Pour protéger les extrémités des billes contre les fentes, la carie et la coloration fongique, on peut les enduire d'une pâte non toxique à base de cire au moment de l'abattage. Pour les billes entreposées plusieurs mois, l'enduit devrait être plus durable.

Préparation des billes

Technologie actuelle

La préparation des billes commence avec l'écorceuse, une machine qui les débarrasse de leur écorce. On brûle généralement l'écorce dans une centrale thermique qui produit de l'énergie thermique et de l'électricité pour les besoins de l'usine. Les billes écorcées sont tronçonnées en billots d'environ 2,5 m (8 pi) de longueur.

Chaque usine choisit le type d'écorceuse qui correspond à ses besoins quant aux diamètres minimum et maximum de bille et à la capacité de production. La technologie s'attache surtout à augmenter la cadence de production en évitant d'endommager les billes de déroulage.

Dans toutes les usines, on conditionne les billons avant de les dérouler ou de les trancher, soit en les arrosant à l'eau, soit en les exposant à la vapeur, soit en les submergeant dans l'eau chaude, selon l'espace disponible à cette fin. Le trempage des billons dans l'eau chaude peut prendre plusieurs jours pour certaines essences. Les billons soigneusement préparés sont plus faciles à dérouler ou à trancher et le placage obtenu est plus lisse, ce qui lui donne une plus grande valeur et permet aussi des économies de résine.

La qualité du placage est également affectée par la température du billon. Il existe maintenant des logiciels pour prédire le profil de température des billons lors du conditionnement et ainsi optimiser la température de déroulage ou de tranchage.

Projections de la technologie

3. *Amélioration du scannage et du tri des billes par catégories de diamètre et d'essence* de façon à pouvoir varier le régime de conditionnement et optimiser le rendement en placage. L'emploi de scanneurs à l'entrée de l'usine aiderait à augmenter le rendement matière, à tronçonner les billes à la longueur optimale, à les trier pour choisir le meilleur conditionnement et pour les diriger vers la production de placage de parement, de placage intérieur ou de sciages.
4. *Logiciels perfectionnés pour optimiser la gestion du parc à grumes et du conditionnement.* Il en résultera une meilleure utilisation de l'espace d'entreposage, un conditionnement plus efficace et une meilleure qualité de placage.
5. *Contrôle de la température des billes en cours de conditionnement.* Certaines études en usine ont démontré que seulement 30 p. 100 du bois était à la température recommandée pour le déroulage; un système capable de tenir les billons à une température uniforme contribuerait donc à augmenter la production, le rendement et la qualité.
6. *Modélisation plus poussée du conditionnement pour optimiser la température des billons.* Ceci permettrait une utilisation plus efficace du système de conditionnement et des économies d'énergie.

Déroulage et tranchage

Technologie actuelle

Un convoyeur approche les billons préparés du poste de nettoyage, puis de la dérouleuse où un chargeur prend chaque billon et le centre sur les mandrins de la dérouleuse. Quand le billon est centré, les griffes le tiennent en place aux deux extrémités.

Quand les mandrins font tourner le billon, le couteau de la dérouleuse détache un placage mince continu. Un gros billon de déroulage peut produire jusqu'à 500 m de placage à une vitesse de 365 m (1000 pi) par minute, mais la production de placage de qualité s'effectue habituellement à plus bas régime. L'épaisseur du placage peut atteindre 0,03 mm. À mesure que le billon tourne, son diamètre diminue; pour que la vitesse de déroulage demeure constante, la vitesse de rotation augmente continuellement. Par ailleurs, l'inclinaison du couteau change progressivement de manière à ce que l'angle qu'il forme avec le billon reste constant quand le diamètre diminue.

Le réglage du couteau a été modifié pour optimiser la qualité du placage. Les rouleaux antiflexion motorisés aident à positionner la bille lors du déroulage et l'empêchent de glisser. Ces techniques aident à produire du placage d'assez bonne qualité aux grandes vitesses de déroulage maintenant de rigueur.

Le tranchage représente environ 5 p. 100 de la production totale de placage et on l'emploie essentiellement pour la fabrication de placage à grain fin sur quartier pour le parement de panneaux destinés aux meubles ou aux lambris.

Projections de la technologie

7. *Logiciels perfectionnés pour faciliter la conception de nouvelles dérouleuses.* La simulation sur ordinateur du processus de déroulage peut aider à visualiser ce qui se passe à la pointe du couteau et faciliter la conception de nouvelles commandes de la dérouleuse.
8. *Adaptation des techniques de déroulage du résineux pour augmenter le rendement en réduisant le diamètre du noyau central.* On pourrait commencer le déroulage avec des

mandrins, et terminer l'opération avec un système sans mandrins, ce qui permettrait de produire davantage de placage à partir de la matière première disponible.

9. *Systèmes de chargement plus perfectionnés.* Les modèles de déroulage montrent que le système de chargement automatique doit positionner le billon avec la plus grande précision pour augmenter le rendement matière au déroulage.

10. *Déroulage de billons courts.* Alors que les billons de 2,5 m (8 pi) sont difficiles à trouver, on trouve en abondance des billons de 1,2 m (4 pi), impossibles à utiliser parce que trop coûteux à dérouler avec les systèmes actuels qui ont été conçus pour des billons plus longs.

Percée technologique

A. *Commande évolutive du procédé.* Il reste encore beaucoup à faire dans le domaine des systèmes évolutifs de commande de procédé et de la modélisation de l'opération de déroulage. La pose de capteurs sur la dérouleuse pour détecter la rugosité du placage les vibrations du couteau et son degré d'usure permettrait d'effectuer des réglages en continu et d'améliorer le rendement au déroulage.

Massicotage

Technologie actuelle

Le massicot coupe la feuille de placage à longueur. Pour les plis intérieurs, il est guidé par un œil électronique qui balaye la feuille à la recherche de défauts et détermine où couper pour maximiser la valeur du placage. Le massicot alternatif a généralement fait place au massicot rotatif qui permet des vitesses d'avance plus élevées. La coupe a normalement lieu à intervalles de 1,25 ou 0,64 m (50 ou 25 po), à moins que l'on puisse obtenir une bande plus étroite mais sans défaut; les bandes sans défaut sont ensuite jointées pour la fabrication de contreplaqué de plus haute qualité. Les parties inutilisables sont broyées. Pour le placage de parement de haute qualité, l'appariement se fait à la main, car c'est un art beaucoup plus qu'une opération industrielle.

Projection de la technologie

11. Systèmes de scannage pour automatiser le massicotage et maximiser le rendement matière aux vitesses d'avance actuelles. Des systèmes combinant une caméra et un logiciel d'analyse graphique pour détecter les défauts du placage sont en cours d'élaboration. La mise au point et l'installation en usine de tels systèmes permettra d'augmenter le rendement. On pourrait utiliser des systèmes de scannage plus élaborés pour appareiller le grain et la couleur du bois.

Séchage et classement

Technologie actuelle

Les placages intérieurs sont classés selon leur teneur en humidité et le placage de parement selon son apparence. Le bois d'aubier contient plus d'eau que le bois de cœur, et il lui faut donc plus de temps pour sécher.

À partir de deux, trois ou quatre groupes de teneur en humidité, une machine automatique ou des ouvriers introduisent les feuilles dans le séchoir, où elles sont soumises à des jets d'air chauffé à l'aide de

vapeur ou de gaz de combustion. Dans le séchoir, la teneur en humidité du placage tombe de 100 p. 100 ou plus (base anhydre) à 3 p. 100 dans certains cas, pour que le collage soit résistant et permanent.

On classe ensuite les feuilles de placage sec en fonction du meilleur usage que l'on peut en faire dans la fabrication du contreplaqué. La qualité parement est destinée aux plis de surface. Les qualités inférieures sont destinées aux plis transversaux et à l'âme. Les feuilles de parement sans trou ni fente sont acheminées directement vers l'encolleuse. Celles qui ont des défauts trop grands sont envoyées à la station de rapiéçage où l'on peut les retailler, les réparer en y insérant des pièces et les coller bord à bord ou les jointer avec un ruban adhésif pour en faire des feuilles utilisables.

L'industrie utilise maintenant des séchoirs multizones qui offrent plusieurs zones de température commandées indépendamment, ce qui permet d'accélérer la production et de réduire les risques de surchauffe de la surface du bois. Certaines usines sont équipées de séchoirs à feu direct qui projettent des gaz de combustion à haute température directement sur le placage. Tous les séchoirs industriels sont munis de capteurs d'humidité. Dans certains cas, un système interne de commande mesure la baisse de température causée par l'évaporation de l'eau et règle la vitesse d'avance du placage dans le séchoir.

Il est important pour la qualité du collage que la teneur en humidité du placage soit uniforme. Les zones d'humidité élevée risquent de provoquer des soufflures lors du pressage. Ainsi, un placage dont la teneur en humidité est très variable donne un contreplaqué moins stable et moins durable. Un placage trop sec entraîne également des problèmes de collage.

Projections de la technologie

12. *Perfectionnement du triage des feuilles avant séchage.* Certaines améliorations, telles que des capteurs d'humidité plus précis, permettraient d'introduire dans le séchoir des lots de feuilles d'humidité plus uniforme, et donc d'obtenir du placage plus uniforme.

13. *L'incision de placage* aiderait à régulariser la teneur en humidité, surtout pour le tremble employé en pli intérieur, puisque l'apparence n'importe pas. La technique d'incision à la dérouleuse mise au point pour le placage de résineux ne s'applique pas ici, mais on pourrait adapter d'autres méthodes.

14. *Adoption du séchage à haute fréquence.* Les systèmes de séchage à haute fréquence (ou systèmes RF) sont plus lents que les systèmes ordinaires; ils consomment aussi plus d'énergie, mais on peut les utiliser de concert avec le séchage ordinaire pour resécher le placage et réduire les variations hygrométriques.

15. *Perfectionnement du mode de fonctionnement des séchoirs et de leur instrumentation.* Il serait possible de doter les séchoirs de capteurs permettant la mesure en continu de l'hygrométrie du placage et de sorties permettant l'évacuation des feuilles qui ont atteint la teneur en humidité voulue.

16. *Classement du placage, purge et assemblage avant séchage.* On améliorerait ainsi la manutention et la productivité du séchoir et l'on éviterait de gaspiller de l'énergie à sécher le bois défectueux.

17. *Les séchoirs à plateaux* permettraient peut-être d'obtenir des feuilles plus lisses et plus planes, de réduire le temps de séchage, le retrait tangentiel et les variations hygrométriques. Il serait possible de le combiner au séchage ordinaire vers la fin du cycle normal de séchage et de traiter de façon sélective les feuilles trop humides pour réduire les variations hygrométriques.

Rapiéçage

Technologie actuelle

Le placage se présente rarement sans fissure, trou ou autre défaut et il faut donc réparer ces imperfections proprement et efficacement pour rehausser la valeur du panneau.

On utilise en Amérique du Nord trois formes de rapiéçage. La forme la plus ancienne consiste à insérer des pastilles de bois dans le placage (à la place du défaut) avant l'assemblage de l'ébauche; c'est un procédé écologique, mais il est lent et nécessite beaucoup de main-d'œuvre. L'industrie a adopté deux produits pâteux pour réparer les panneaux finis à une cadence acceptable. Le premier est un mastic à l'eau relativement bon marché, mais on ne peut l'employer qu'avec les ouvertures qui ne dépassent pas 25 mm (1 po). L'autre est une pâte synthétique à deux composantes à base d'huiles naturelles chargées et d'isocyanates, qui donne une pièce très durable de polyuréthane sur des ouvertures allant jusqu'à 75 mm (3 po); le coût du rapiéçage synthétique est plus élevé et il entraîne plus de gaspillage. Les composantes sont réactives et il faut nettoyer périodiquement le matériel.

Projection de la technologie

18. *Création de nouveaux produits de rapiéçage.* Les pâtes actuelles ont tendance à transparaître avec un placage mince et le ponçage est coûteux. Il faudrait trouver de nouveaux produits plus stables, compatibles avec la résine et n'exigeant pas de ponçage. De nouveaux produits ressemblant davantage au bois du point de vue de leur comportement à la chaleur, à l'humidité et à la pression permettraient de poser des revêtements sur des panneaux rapiécés.

Assemblage et encollage

Technologie actuelle

Quand les feuilles de placage sont prêtes pour l'assemblage, les ouvriers placent une feuille de parement sur la table d'assemblage. Ils font passer les plis transversaux dans une encolleuse qui les recouvre d'une mince couche uniforme de résine urée-formol. Ils assemblent ainsi les faces, les plis transversaux et l'âme. On emploie généralement un minimum de trois feuilles. Un contreplaqué de cinq plis est donc constitué d'une feuille de parement, d'un pli transversal, d'une âme, d'un autre pli transversal et enfin d'une feuille de contre-parement. Chacun de ces plis est disposé de telle sorte que le fil du bois soit perpendiculaire à celui du pli précédent.

Certaines modifications apportées au système de collage, comme le collage de placage à hygrométrie élevée, et l'utilisation de résine expansible (sous forme de mousse) permettent de réduire la quantité de résine et, par conséquent, les coûts de production. La formulation et l'utilisation de résines capables de réagir avec du placage à humidité élevée (10 p. 100 ou plus au lieu de 3 ou 4 p. 100) représentent une véritable percée technologique, grâce à laquelle la productivité du séchoir et de la presse a augmenté, le taux d'encollage a diminué, la qualité du joint s'est améliorée, de même que les tolérances de prépressage et d'assemblage. Les coûts de la résine, du séchage et du pressage ont tous diminué.

Le taux d'encollage des placages doit assurer un joint de résine continu. Il varie de 145 à 158 grammes de résine par mètre carré de joint (30 à 33 livres par mille pieds carrés) et on l'augmente si le placage est très rugueux ou s'il fait chaud.

Projections de la technologie

19. *Mesure en continu de la quantité de résine appliquée.* Une mesure continue de la quantité de résine appliquée permettrait d'exercer un contrôle automatique du procédé et de mieux gérer l'encollage.

20. *Élimination des taches de résine du parement des panneaux.* Ces taches sont causées par l'accumulation de résine sur les plateaux de la presse. C'est un problème que l'on pourrait régler en modifiant soit la résine, soit la surface des plateaux.

Percée technologique

B. *Nouvelles résines capables de réagir plus vite, de donner un meilleur joint, de tolérer une teneur en humidité plus élevée et de réagir à température plus basse.* Des économies substantielles de l'énergie au séchage et au pressage seraient ainsi réalisables. Les émissions de COV diminueraient. Les résines améliorées actuellement sur le marché sont coûteuses et leur utilisation présente des problèmes.

Pressage

Technologie actuelle

Au bout de la chaîne d'assemblage, les ébauches sont empilées et acheminées au pressage. Dans la plupart des usines, le pressage se fait en trois phases.

Au cours de la première phase, les ébauches sont pressées à froid, ce qui a pour but de transférer la résine aux deux surfaces à coller, d'empêcher le séchage prématuré de la résine et de faciliter la manutention automatique.

Dans la seconde phase, les ébauches sont disposées sur une tôle individuelle ou directement sur le plateau d'une presse chauffante. Quand la presse est chargée, on applique une pression hydraulique de 1400 kilopascals (environ 200 livres par pouce carré). Simultanément, les ébauches sont soumises à une température de 150 °C (300 °F) pendant une période suffisante pour polymériser totalement la résine.

La pression, la température et le temps de pressage doivent être suffisants pour garantir la polymérisation complète de la résine et pour lier de façon durable la résine au bois. Si l'on ne porte pas suffisamment attention à l'une de ces variables, le panneau obtenu sera de qualité inférieure.

La phase finale commence quand les panneaux sortent de la presse chauffante. Ils sont alors délignés aux dimensions finales sur les quatre rives. Les dimensions finales courantes sont 1220 x 2440 mm (4 x 8 pi) ou toute autre dimension réalisable que demande le client.

Projection de la technologie

21. *Perfectionnement du pressage avec injection de vapeur ou utilisation de vapeur in-situ.* Combinée à l'incision du placage, cette technique devrait permettre de réduire considérablement le temps de pressage.

Percées technologiques

C. *Pressage en continu.* Cette technique est utilisée avec succès dans d'autres secteurs de panneau et dans la production de LVL. Son adaptation au contreplaqué permettrait d'obtenir une épaisseur plus uniforme.

D. *Pressage avec vapeur produite in-situ.* Les essais de laboratoire en cours portent sur des feuilles de placage à teneur en humidité élevée, que l'on presse en milieu fermé pour créer des conditions semblables à celles qu'offre l'injection de vapeur, mais sans les investissements connexes.

Délignage, ponçage, classement et entreposage

Technologie actuelle

Généralement, c'est seulement le meilleur contreplaqué que l'on ponce pour lui donner un fini lisse et esthétique; le ponçage est effectué à l'aide de ponceuses rapides à large bande. Après le ponçage, la panneau est classé et préparé pour l'entreposage ou l'expédition.

Le classement des panneaux va devenir particulièrement important dans ce secteur, pour optimiser l'utilisation du placage et maximiser la valeur des panneaux produits.

Pour certaines applications spécialisées, le contreplaqué peut être traité ou revêtu d'un autre matériau.

Après classement final, le contreplaqué est empilé en paquets d'environ 1,2 m (4 pi) de hauteur. On inscrit sur chaque paquet le type de panneau, la catégorie de classement et les dimensions. Les paquets sont ensuite acheminés vers l'entrepôt pour entreposage ou expédition.

Projections de la technologie

22. *Systèmes de classement offrant une plus grande précision.* Il est possible de combiner diverses techniques (ultrasons, RF, micro-ondes, caméras, rayons X) pour classer les panneaux selon la couleur ou autres caractéristiques d'aspect.
23. *Produits à valeur ajoutée pour applications spécialisées.* Le contreplaqué de feuillus peut profiter de certains créneaux dans les panneaux coupés à dimensions, revêtus ou dotés d'un fini spécial.

Protection de l'environnement

Technologie actuelle

Les fabricants de contreplaqué de feuillus reconnaissent l'importance du développement durable aux yeux du public. Comme ils dépendent de la forêt pour la quasi-totalité de leurs approvisionnements, ils sont concernés par la gestion de la forêt et les méthodes de récolte tout autant que par la fabrication, où il existe des points communs avec les autres panneaux.

L'industrie produit des résidus de bois à l'écorçage, au déroulage ou au tranchage, au massicotage, au ponçage et au délignage. On brûlait jadis ces résidus dans des incinérateurs, mais ceux-ci ne sont généralement plus acceptables, surtout dans les régions habitées. La combustion à haute température, qui provoque peu d'émissions, est coûteuse. L'industrie pratique le recyclage dans la mesure du possible.

Les émissions relatives à la fabrication du contreplaqué proviennent surtout du séchage, où la vapeur et les particules atmosphériques sont fréquentes. L'industrie a fait de gros efforts pour réduire les émissions de formaldéhyde et autres COV de ses produits et de ses usines.

On trouvera plus de détails sur la protection de l'environnement à l'Annexe I.

Projections de la technologie

24. *Ajout de bore avant séchage pour réduire les COV.* Le bore réagit avec les matières extractibles du bois, ce qui a pour effet de réduire les émissions de COV au séchage.

25. *Mise au point et utilisation de procédés de séchage à haute fréquence ou à vapeur saturée sous vide.* Ces méthodes amélioreraient le séchage à basse température et diminueraient les problèmes de pollution. Elles existent pour le bois d'œuvre et l'on pourrait les adapter au placage.

26. *Adoption de certaines mesures de protection de l'environnement couramment employées pour d'autres panneaux.* Certaines techniques de lutte contre les émissions (ex. : utilisation de l'air pollué comme air de combustion) permettraient aux usines de contreplaqué de respecter les limites d'émissions dans les zones à forte population.

27. *Mise au point de machines moins bruyantes.* Ceci permettrait d'améliorer les conditions de santé et de sécurité dans les usines.

28. *Création de nouvelles utilisations pour l'écorce et autres résidus.* On réduirait ainsi les pressions environnementales tout en augmentant les revenus. On pourrait penser à la production d'énergie électrique, à la cogénération, aux utilisations agricoles, à la pâte et aux matériaux composites. L'industrie du bois dans son ensemble commence à s'intéresser à l'utilisation de l'écorce et l'on explore déjà la production de produits rentables tels que résines ou produits moulés.

29. *Intégration du captage des émissions et du respect de l'environnement à toutes les phases de la fabrication.* Cette intégration doit être combinée à des mesures visant à rendre le processus de fabrication plus efficace et moins coûteux. Il faut s'appliquer à intégrer graduellement les facteurs environnementaux à tous les modèles d'optimisation des facteurs de production.

Commande des procédés et assurance de qualité

Technologie actuelle

Les usines de placage et de contreplaqué de feuillus ne sont pas aussi automatisées que celles d'autres secteurs de l'industrie du panneau. Cependant, il semble que les ordinateurs et les systèmes intégrés de contrôle avec boucle de retour pour effectuer immédiatement les corrections nécessaires puissent être avantageux pour le secteur.

Certaines usines utilisent avec succès des modèles informatiques de simulation pour guider les décisions concernant la fabrication et les achats de matériel. Ces outils ont leur utilité d'un bout à l'autre de l'usine, et même dans la répartition des billes. Un contrôle automatisé permettra de surveiller en permanence les facteurs de qualité, tels que la teneur en humidité, la répartition de la résine, le temps et la température de pressage, ainsi que les propriétés du panneau. On peut même pousser plus loin l'automatisation en agissant sur la fabrication en fonction des lectures obtenues.

Projections de la technologie

30. *Adaptation des systèmes de contrôle employés dans les autres secteurs du panneau.* Celle-ci entraînerait une réduction des frais de main-d'œuvre et une augmentation de la productivité et de la qualité.

31. *Automatisation pour donner aux usines la souplesse nécessaire à la fabrication de produits hautement spécialisés.* Beaucoup de produits à valeur ajoutée n'ont qu'un marché limité. L'automatisation pourrait augmenter la souplesse des usines en leur permettant de passer rapidement d'un produit à un autre et de fabriquer de façon rentable des produits spéciaux.

32. *Perfectionnement et utilisation généralisée des systèmes de contrôle en continu.* Il pourrait s'agir par exemple de mesurer la teneur en humidité dans le séchoir pour modifier plus rapidement les paramètres de séchage, de mesurer la rugosité du placage pour régler le taux d'encollage, ou d'évaluer en continu les propriétés mécaniques des panneaux.

Percée technologique

E. Commande automatique et totalement intégrée du processus de fabrication. Il s'agit ici d'un niveau de technologie beaucoup plus évolué que ce qui a été décrit ci-dessus,et qui traiterait l'ensemble du processus de fabrication comme un système totalement intégré.

Amélioration et création de produits

Technologie actuelle

La modification et la création de produits sont la clé de la croissance de l'industrie, puisqu'elles maximisent la valeur de la matière première. À l'aide de techniques spéciales de ponçage et de finition, on peut produire des panneaux dotés d'un état de surface supérieur. Il est également faisable de multiplier les applications des produits et la gamme des matériaux utilisés en parement. Il existe une entreprise qui fabrique un matériau de plancher stratifié, dans lequel la couche supérieure est constituée de placage de feuillu et la couche inférieure d'une mousse qui absorbe les bruits d'impact.

Projections de la technologie

33. *Spécialisation des essences dans la fabrication des produits actuels et nouveaux.* Certaines essences sont peu utilisées dans la fabrication du contreplaqué, alors qu'elles pourraient représenter un potentiel intéressant. Selon certaines suggestions, le marché du coffrage mériterait étude.

34. *Création constante de nouveaux produits.* Il est possible de modifier les propriétés du contreplaqué (ex. : tenue au feu, résistance aux intempéries, caractéristiques superficielles, méthodes d'assemblage) pour répondre aux besoins précis de marchés spécialisés. On peut aussi envisager d'utiliser des produits moins chers que le placage pour l'âme du panneau.

Percée technologique

F. Création de produits novateurs pour des applications totalement nouvelles. L'objectif consiste à concevoir des produits complètement différents pour application industrielle ou architecturale, et particulièrement décorative. Il est possible de modifier les caractéristiques des produits en manipulant le placage ou en le combinant à d'autres matériaux.

En résumé

L'industrie du contreplaqué de feuillus est un secteur à maturité qui doit faire face à un grand défi : la manque de billes aptes au déroulage ou au tranchage. Le chemin de la survie et de la prospérité passe par la maximisation de la valeur produite à partir des billes disponibles, l'adoption de méthodes de fabrication plus efficaces et l'identification de nouveaux marchés susceptibles de maximiser la valeur du placage de parement tout en réduisant le coût des plis intérieurs.

Nous avons énuméré dans ce chapitre un certain nombre de techniques avancées qui aideraient l'industrie à progresser dans cette direction. Chacune représente un gain potentiel pour le secteur du contreplaqué, mais il ne faut pas oublier que le processus de fabrication est un système; chaque fois que l'on touche à un facteur de production, il faut réexaminer le processus au complet, y compris l'impact sur les coûts et sur le marché. Nous avons également proposé quelques percées technologiques un peu plus hardies. Si elles s'avèrent réalisables en pratique, celles-ci permettront à l'industrie de faire un grand bond vers ses objectifs; elles feront l'objet d'une description plus détaillée au chapitre VIII.

VIII. Percées technologiques

L'horizon est riche en promesses de la technologie, et les perspectives qu'elles laissent entrevoir sont porteuses de bénéfices importants et de longue durée. Elles concordent avec la vision et les facteurs critiques proposés pour chacun des secteurs de l'industrie du panneau dans notre carte routière technologique. Les investissements peuvent être onéreux et les risques d'échec élevés. Pour réussir, l'industrie et ses partenaires vont devoir se concentrer sur certaines priorités en recherche et développement et s'engager à fournir un effort de longue haleine.

Dans le présent chapitre, on trouvera des exemples de percées technologiques potentielles pour l'industrie du panneau. Le plus souvent, ces exemples sont applicables à plus d'un secteur, avec peut-être une plus grande pertinence pour l'un ou pour l'autre. La liste ne prétend pas être exhaustive, pas plus qu'elle ne prétend suggérer aucune hiérarchie.

Les institutions de recherche joueront vraisemblablement un rôle critique dans l'élaboration de ces techniques, mais le succès, mesuré en termes de bénéfices résultants, exige la collaboration de tous : institutions de recherche, producteurs de panneaux, fabricants de machinerie, fournisseurs de résine et firmes d'ingénierie, dans le cadre d'un partenariat stable.

Il ne faut pas oublier non plus que, dans une usine, chacun des postes de travail est solidaire des autres postes, et que tout changement apporté à un poste devrait entraîner une réévaluation du processus complet de fabrication, y compris l'environnement, la santé et la sécurité, le prix de revient et la qualité du produit. Il est important de ne pas considérer l'innovation comme la source de solutions ponctuelles à des problèmes ponctuels.

Dans la nouvelle économie, la souplesse est de rigueur et les techniques de l'avenir devront viser à produire des séries de solutions correspondant à des séries de situations possibles. Dans un tel contexte, il est évident que les modèles informatiques en cours d'élaboration dans les centres de recherche de l'industrie pour décrire les corrélations entre les paramètres de production revêtent une importance considérable pour l'industrie; ils serviront non seulement au contrôle des opérations, mais encore comme instruments décisionnels, particulièrement s'ils peuvent s'inscrire dans des modèles intégrés pour l'ensemble du processus, et reliés à d'autres modèles couvrant les coûts et les caractéristiques de produit en demande.

L'avenir de l'industrie canadienne de panneaux composites de bois dépend aussi de son aptitude à créer de nouvelles familles de produits. Dans une bonne mesure, cette création sera progressive, mais il n'en existe pas moins un potentiel énorme pour des produits et des systèmes dotés de propriétés nettement supérieures (et différentes). Il convient toutefois de noter que ces produits ne s'imposeront et ne paieront des dividendes à l'industrie du panneau que dans la mesure où ils **répondent à des besoins réels** du consommateur. En d'autres termes, il convient de définir la demande avant d'investir des sommes importantes dans la création de produits.

1. Machines conçues pour traiter de nouveaux types de matière première (OSB)

Il existe dans tous les secteurs un besoin de diversifier les sources d'approvisionnement. Dans le cas de l'OSB, il est possible d'obtenir des lamelles de haute qualité à partir de billes de basse qualité, souvent rejetées jusqu'ici parce que mal conformées ou trop petites, ou à partir de tiges d'éclaircie, ou même de résidus de scierie comme les dosses.

Ces nouvelles sources de bois affecteront toute la chaîne de fabrication et elles pourraient amener l'industrie à repenser totalement la préparation et la conversion du bois. Il faudra envisager de nouveaux concepts d'écorçage ou bien trouver le moyen de séparer le bois de l'écorce. Le plus grand défi sera sans doute de doter l'usine d'un système suffisamment souple pour traiter une matière première variable. En plus des écorceuses, les systèmes de manutention, les bassins de conditionnement et les floconneuses devront subir des modifications substantielles.

En ce qui concerne la qualité, la diversification des approvisionnements exigera un contrôle plus strict de la qualité des lamelles pour assurer leur uniformité et une plus grande tolérance du processus de fabrication aux variations (séchage, résine, adjuvants, formation, pressage, etc.).

2. *Commande évolutive du procédé de déroulage (contreplaqué de résineux et de feuillus)*

Qu'elles transforment les résineux ou les feuillus, les usines de contreplaqué font face à la nécessité de maximiser la valeur de leurs billes en produisant le plus grand volume possible de placage de qualité de chaque bille.

On peut envisager de nombreuses améliorations dans le domaine des systèmes de commande évolutive et des modèles représentant l'opération de déroulage. En installant des capteurs sur la dérouleuse pour mesurer la rugosité du placage, les vibrations du couteau et son degré d'usure, on pourrait régler en continu la dérouleuse et en accroître le rendement. Un système informatisé pourrait, par exemple, modifier la pression du couteau, son inclinaison et l'épaisseur du placage en continu. On pourrait également changer automatiquement le couteau.

On peut aussi concevoir l'intégration d'un système de commande évolutive et d'autres innovations touchant le déroulage, de boucles de retour de capteurs évaluant le placage produit et l'utilisation d'interfaces graphiques, ce qui aurait pour effet de réduire les coûts et d'augmenter le rendement et la qualité. Une commande évolutive du couteau permettrait de le positionner par rapport au défilement de la bille plutôt qu'à son axe, ce qui diminuerait les problèmes de pente de fil.

Dans le cas des essences feuillues, on obtiendrait une épaisseur plus uniforme et un meilleur état de surface si l'on pouvait régler le couteau selon la densité du bois et la pente du fil.

3. *Nouveaux types de séchoirs (panneau de particules)*

Il serait avantageux pour les usines de panneaux de particules de sécher le bois à plus basse température pour réduire les émissions de COV, diminuer les écarts d'humidité dans le matelas, et manutentionner les particules avec moins de poussière. En plus d'assainir les conditions environnementales dans l'usine, de tels séchoirs permettraient d'améliorer la qualité du bois utilisé et de réduire grandement les risques d'incendie. À température plus basse, la surface du bois serait moins affectée par la passivation et l'efficacité de la résine s'en trouverait améliorée.

Les séchoirs à bande utilisés par certaines usines d'OSB sont peut-être une solution, mais l'industrie devrait aussi examiner les séchoirs en usage dans d'autres secteurs industriels.

4. *Lessiveurs plus actifs pour le MDF*

Le défibrage est l'une des opérations majeures de la fabrication du MDF et c'est aussi la clé de tout progrès dans la diversification des approvisionnements. Le défibrage est un facteur de coût important à cause de la forte consommation d'énergie et il affecte grandement la qualité du produit fini.

Selon des études préliminaires en laboratoire et l'expérience de l'industrie des pâtes et papiers, l'emploi de vapeur à haute pression (jusqu'à 17 bars) permettrait d'affaiblir les liens entre les fibres sans trop dégrader les fibres elles-mêmes; on pourrait ainsi réduire l'énergie au défibrage tout en produisant des

fibres plus propres et plus réactives avec la résine. Il conviendrait de réétudier la technique au complet en l'adaptant au MDF.

Il faudrait aussi étudier les produits chimiques susceptibles de faciliter le processus de lessivage. Comme pour la vapeur à haute pression, l'industrie des pâtes et papiers utilise des adjuvants chimiques dans le même but. Il faudrait entreprendre des recherches sur les moyens d'adapter la technique à la production de MDF en tenant compte des contraintes financières propres à cette industrie.

On peut produire des panneaux MDF sans l'aide de résine (autoagglomération), grâce au traitement à la vapeur qu'elles subissent dans le lessiveur. En plus d'éliminer le coût de la résine et les émissions de COV qui s'y rattachent, cette méthode donne des panneaux plus résistants à l'humidité. Il semble donc souhaitable de l'explorer dans le cadre de la création de produits.

5. *Nouveaux systèmes adhésifs (tous les panneaux)*

L'industrie canadienne du panneau composite de bois dépend des résines phénoliques pour les applications extérieures (ou structurales) et des résines urée-formol pour les applications intérieures. Elle fait aussi appel aux isocyanates dans les deux cas, surtout parce qu'ils sont très réactifs et qu'ils tolèrent des écarts d'humidité relativement grands. Les fournisseurs de résine et les laboratoires de recherche de l'industrie travaillent à rendre les résines actuelles plus réactives (pour raccourcir le temps de pressage), moins coûteuses (pour réduire les coûts de production), plus écologiques (moins de formaldéhyde et autres COV) et plus tolérantes aux variations d'humidité; malgré tout, il paraît souhaitable d'explorer et de mettre au point des systèmes radicalement nouveaux pour répondre aux besoins de l'industrie.

La création de nouveaux systèmes adhésifs doit se fonder sur une connaissance plus approfondie des principes du collage et de ses critères économiques. Elle doit tenir compte des autres facteurs de production (pH du bois, caractéristiques superficielles du bois, teneur en humidité, écarts de densité, etc.) sans perdre de vue l'objectif premier de l'industrie qui est d'améliorer les propriétés en abaissant les coûts. Les adjuvants et la distribution de la résine font partie intégrante de toute étude sur les systèmes adhésifs.

Il ne fait aucun doute que les résines jouent un rôle de premier ordre dans l'amélioration et la création des produits.

6. *Adjuvants (panneau de particules, OSB, MDF)*

On fait appel à des catalyseurs pour accélérer la polymérisation des résines urée-formol et l'on envisage d'en utiliser pour les résines phénol-formol. En même temps que l'on éclaircit les principes du phénomène de collage du bois, on devrait identifier de nouveaux adjuvants susceptibles de renforcer le lien bois sur bois ou bois sur polymère.

On emploie de la cire dans la fabrication de l'OSB, du panneau de particules et du MDF parce qu'elle augmente la résistance des panneaux à l'humidité et, dans le cas des résines phénoliques en poudre, parce qu'elle facilite l'écoulement de la résine. La cire présente l'avantage insigne d'être bon marché, mais dès qu'on aura mieux compris le rôle qu'elle joue dans le processus de collage, on pourra lui chercher des substituts susceptibles d'amplifier ce rôle tout en améliorant d'autres propriétés, comme les émissions de COV.

Il convient aussi d'étudier d'autres familles d'adjuvants pour donner aux panneaux des propriétés particulières : résistance aux insectes et aux intempéries, résistance au feu, stabilité dimensionnelle, usinabilité, surface lisse, résistance à la perforation ou au fluage. Ainsi, il serait possible de diminuer, voire d'éliminer le gonflement en suscitant des liaisons doubles entre les groupes hydroxyles de la paroi cellulaire et certains réactifs chimiques. Le principe du phénomène a été démontré en laboratoire, sans avoir reçu confirmation en milieu industriel.

Les adjuvants sont aussi destinés à jouer un rôle complémentaire à celui des résines dans la création de nouveaux types de produit, notamment les panneaux à très basse densité. Dans le cas de l'OSB, par exemple, c'est peut-être un moyen de conserver l'apparence et l'intégrité dù panneau alors que le facteur de compaction tombe à 1/1 ou au-dessous, comme cela serait souhaitable avec des essences plus denses.

7. Nouveaux systèmes de répartition de la résine (OSB, MDF et panneau de particules)

Pour l'OSB, le MDF et le panneau de particules, la répartition de la résine est actuellement le facteur qui limite les propriétés du produit et un effort considérable s'impose dans ce domaine, surtout pour les résines utilisées à très faible pourcentage.

Il est indispensable de perfectionner la méthode de répartition des résines en poudre comme celles qu'emploie l'industrie de l'OSB. Parce qu'elles offrent un excellent rendement et qu'elles se transportent facilement, les résines en poudre sont étroitement associées au succès de l'industrie canadienne de l'OSB et elles constituent un succès technologique pour l'industrie canadienne des résines adhésives. Depuis quelques temps cependant, les producteurs se tournent vers les résines liquides, moins chères et plus faciles à répartir uniformément sur les lamelles grâce à des disques rotatifs. Une méthode perfectionnée de dispersion de la résine en poudre permettrait de nouveau à l'industrie de profiter de coûts de transport et d'entreposage plus avantageux.

8. Système de contrôle intelligent pour la répartition de la résine (tous les panneaux)

Des études sont en cours sur l'application de la vision artificielle et de l'analyse graphique au contrôle et à la mesure de la répartition de la résine sur le placage, les lamelles ou les particules. Une percée dans ce domaine consisterait à mettre au point un système capable d'enregistrer et d'analyser les caractéristiques du bois (rugosité du placage dans le cas du contreplaqué, géométrie des lamelles ou particules dans celui de l'OSB et du panneau de particules, par exemple) et capable aussi de régler la distribution et la répartition de la résine en fonction de ces caractéristiques. Ceci permettrait d'optimiser la consommation de résine et la qualité du panneau.

9. Nouveaux concepts de manutention des lamelles et de formation du matelas (OSB)

Il est depuis longtemps démontré en laboratoire que les propriétés mécaniques de l'OSB dépendent de la longueur des lamelles; et l'on a obtenu d'excellents résultats avec des lamelles allant jusqu'à 30 cm (12 po). Malheureusement, les lamelles longues posent de gros problèmes de manutention avec les méthodes courantes et il est encore plus difficile d'en faire un matelas uniforme.

L'analyse à l'aide de la vision artificielle du processus de formation du matelas, combinée aux modèles informatiques en cours d'élaboration, aidera peut-être à découvrir de nouvelles méthodes.

10. Pressage en continu (contreplaqué de résineux et de feuillus)

On utilise avec succès les presses en continu dans la fabrication du panneau de particules et du MDF et on commence à les utiliser dans l'OSB. Elles produisent des panneaux d'épaisseur plus régulière, ce qui simplifie le ponçage. De plus, elles produisent un panneau continu, grâce à quoi on peut offrir au client une gamme plus variée de formats. Le bois LVL, autre matériau important fabriqué à partir de placage, est aussi pressé en continu.

Pour que l'industrie du contreplaqué puisse, elle aussi, profiter de ces avantages, il faut repenser totalement la chaîne de fabrication et intégrer massicotage, triage, jointage, encollage et assemblage en une seule opération, automatisée et continue. Une refonte du concept de préparation du placage mènerait probablement à certaines innovations en matière d'équipement, et même en matière de produit, grâce à la possibilité de disposer différemment le placage en fonction de l'utilisation envisagée.

11. Injection de vapeur avec presses en continu (tous les panneaux)

L'injection de vapeur surchauffée par des trous pratiqués dans les plateaux de la presse crée un courant de convection thermique forcée qui entraîne une élévation rapide et uniforme de la température du matelas, et donc une diminution du temps de pressage. La plastification du bois et une meilleure prise de la résine produisent également un panneau plus stable. La méthode paraît particulièrement intéressante pour les panneaux épais, qui exigent normalement un temps de pressage prolongé. Les résultats obtenus en laboratoire et en usine pilote ont été très concluants avec l'OSB, le panneau de particules et le MDF et les fabricants de presses envisagent d'intégrer cette technique à leurs presses à étages multiples.

Dans le cas du contreplaqué, les résultats ont été moins probants en raison du manque de perméabilité du placage à la vapeur. Cependant, l'introduction récente de l'incision du placage offre aux fabricants de contreplaqué l'occasion de réduire leurs coûts de production, notamment pour les panneaux épais. Il a été calculé que le temps de pressage pourrait être réduit de 30 p. 100 pour un panneau de bois résineux de 13 plis et 40 mm d'épaisseur.

On a toute raison de penser que les mêmes avantages pourraient être conférés aux presses en continu si l'on trouvait une méthode novatrice pour injecter la vapeur dans le matelas ou le placage.

12. Production de vapeur in-situ (tous les panneaux)

Certaines expériences ont été réalisées en laboratoire sur le pressage de placage à humidité élevée pour créer des conditions comparables à celles qui prévalent lors de l'injection de vapeur. Combinée à l'incision du placage, cette technique pourrait conduire à une réduction similaire du temps de pressage, tout en permettant de restreindre le séchage. Elle aurait aussi pour effet d'éliminer les investissements nécessaires à l'injection de vapeur.

Cette technique est indubitablement applicable à d'autres types de panneau. Il faudra, pour la mettre au point, réétudier les principaux facteurs de fabrication : temps et température de séchage, types de résine et d'adjuvant, temps et température de pressage, etc.

13. Autres méthodes à haute énergie pour polymériser la résine (tous les panneaux)

La haute fréquence et les micro-ondes sont d'usage relativement récent comme méthodes de chauffage industrielles. La technique repose sur la création de champs électromagnétiques alternatifs qui font entrer en vibration les composantes dipolaires (l'eau, par exemple) d'un matériau, provoquant ainsi une élévation de sa température. Elle permet de porter très rapidement la température interne du matériau au point d'ébullition de l'eau, accélérant le séchage du bois ou la prise de la résine. Ces formes d'énergie sont d'un usage courant dans l'industrie et même à la maison, mais pas dans l'industrie du panneau à base de bois.

Les ondes à haute fréquence et les micro-ondes circulent dans le panneau indépendamment de sa conductivité, mais elles circulent plus facilement là où la teneur en humidité est plus forte. Au prix actuel de l'énergie, le chauffage par haute fréquence et micro-ondes est considéré comme injustifiable pour la plupart des usines de fabrication de panneaux. La percée recherchée consisterait donc à concevoir de nouveaux systèmes susceptibles de fonctionner à un niveau de coût beaucoup plus bas.

14. Revêtement direct (tous les panneaux)

Puisque le revêtement de panneaux est reconnu comme l'un des principaux moyens de diversifier la production et de créer des produits à valeur ajoutée, il serait très avantageux d'intégrer cette opération à la phase de pressage et d'éliminer ainsi la nécessité d'appliquer séparément le matériau de parement.

La difficulté technique ne réside pas tant dans l'application du matériau de parement que dans la nécessité de produire un panneau parfait du point de vue de l'épaisseur et de l'état de surface, et ceci sans

ponçage. La faisabilité technique du revêtement direct dépend donc de l'aptitude de l'industrie à fabriquer un matelas de haute précision, ou de préparer la surface du placage de parement dans le cas du contreplaqué.

15. Commande automatique et intégrée des procédés (tous les panneaux)

Dans la fabrication de panneaux composites, les propriétés de la matière première changent constamment. Pour produire un matériau uniforme et maximiser le rendement matière et la qualité, il faut donc modifier constamment les paramètres de fabrication. Grâce aux techniques de commande des procédés, il est possible de détecter les variations des propriétés et de modifier automatiquement les paramètres selon les besoins. Parallèlement, on peut faire appel à la commande des procédés pour modifier les paramètres de manière à obtenir un produit de caractéristiques différentes.

Une fois les corrélations élucidées entre les propriétés de départ, les paramètres de fabrication et les caractéristiques du matériau produit (y compris sa valeur marchande), on peut représenter l'ensemble dans un modèle informatique. Il devient alors possible d'intégrer la commande des procédés pour obtenir l'ensemble de caractéristiques de produit le plus désirable au moindre coût.

La combinaison de modèles informatiques et de commandes intégrées des procédés permettra aussi aux fabricants de simuler les effets de changements spécifiques sur le prix de revient et les propriétés du produit. Elle devrait permettre par ailleurs d'assouplir le processus de fabrication et de fabriquer des séries plus courtes de produits spéciaux, peut-être même de fabriquer des produits sur commande.

16. Systématisation de la protection de l'environnement (tous les panneaux)

Les méthodes de protection de l'environnement ont connu une évolution graduelle, l'industrie et ses fournisseurs d'équipement trouvant des solutions au fur et à mesure des besoins. La plupart du temps, la solution consistait à installer de nouveaux appareils de lutte contre la pollution, ce qui augmentait, bien évidemment, les investissements et nuisait parfois au bon fonctionnement de la chaîne de production. Ces dernières années cependant, l'industrie et ses fournisseurs ont commencé à rechercher les moyens de réduire la pollution à la source, en modifiant les procédés de fabrication. Le séchage à température plus basse est un bon exemple de cette tendance. Une autre technique consiste à recueillir l'air chargé de poussières et de COV (au séchoir ou à la presse) et à l'employer comme air de combustion : l'industrie du panneau de particules est très en avance en ce domaine.

La prochaine étape dans la protection de l'environnement consiste à concevoir l'usine de telle manière que les facteurs environnementaux soient pris en considération à chacun des postes de fabrication et que les mesures de lutte contre la pollution soient parfaitement intégrées entre elles et dans l'ensemble des paramètres de production. Le véritable défi est d'atteindre cet objectif tout en réduisant les coûts de production. Il incombe aux laboratoires d'ouvrir la voie en traitant l'environnement comme un paramètre à part entière de la production et du produit dans toute étude sur le séchage, les résines ou le pressage.

17. Produits et systèmes novateurs (tous les panneaux)

Tous les secteurs de l'industrie du panneau composite de bois sont à la recherche de produits nouveaux, soit pour diversifier leur production lorsqu'elle souffre d'une concurrence trop intense et d'un prix de vente trop bas, soit pour ajouter de la valeur à cette production en visant certains créneaux commerciaux. Pour les panneaux à base de placage, il peut s'agir de revêtements, ou de matériaux différents pour l'âme du panneau; pour les autres panneaux, on parle plutôt de formation du matelas, de modification de la résine ou de finition, dans le but de réduire le poids du panneau, d'améliorer sa stabilité dimensionnelle et, dans le cas de l'OSB et du panneau de particules, de bonifier l'état de surface et l'usinabilité.

Les percées technologiques dans ce domaine supposent un changement radical des propriétés du produit par manipulation chimique du bois et de la résine. Certaines recherches montrent déjà que l'on peut modifier les propriétés par imprégnation, greffage de radicaux et autres traitements de ce genre. Les chercheurs ont produit en laboratoire des panneaux moulables par l'utilisateur, ce qui ouvre de nouveaux marchés du côté des moulures architecturales et des panneaux de porte moulés. On a aussi obtenu des résultats intéressants avec des traitements qui protègent le bois contre les rayons ultraviolets et les intempéries. Il est également possible d'améliorer la tenue au feu.

D'autres percées technologiques résulteront de produits hybrides combinant le bois à d'autres matériaux. Ces hybrides pourraient contenir un ciment ou un autre matériau inorganique (résistance aux intempéries, aux insectes, au feu) ou des plastiques (produits moulables, usinabilité, résistance à l'eau, etc.). Ils pourraient aussi contenir du métal, des fibres de verre ou des fibres de carbone, qui leur conféreraient des propriétés mécaniques supérieures.

La conception technique d'hybrides représente un défi en soi, mais le succès ne sera assuré que par la découverte d'applications nouvelles (systèmes de construction, composantes de meubles, pièces d'automobile, etc.) auxquelles pourraient se prêter avantageusement ces panneaux d'un nouveau genre tout en contribuant largement à la rentabilité de l'industrie du panneau composite de bois. Dans certains cas, la conception du produit pourrait n'être qu'une phase dans la création d'un système novateur complet, destiné à une application particulière.

En conclusion

On peut faire beaucoup de choses pour fournir à l'industrie canadienne du panneau composite de bois les techniques qui lui permettront de continuer à jouer un rôle très actif dans l'économie nationale. Pour certaines innovations, les gains seront minimes, alors que d'autres risquent fort de bouleverser l'un ou l'autre secteur. Malgré tout, les ressources qui peuvent être consacrées à l'innovation technique sont limitées, et l'industrie se doit d'organiser ses activités de recherche et développement dans le cadre d'un programme intégré conçu en fonction des objectifs suivants :

- Diversification des approvisionnements en matière première (tous les secteurs);
- Réduction de la densité des panneaux (panneau de particules, OSB, MDF);
- Réduction des émissions de formaldéhyde et autres COV provenant des usines et des panneaux (tous les secteurs);
- Réduction des coûts de fabrication (tous les secteurs);
- Amélioration des propriétés des panneaux (tous les secteurs);
- Diversification des caractéristiques des panneaux (tous les secteurs);
- Progrès substantiels dans l'intégration des commandes de procédé, et la souplesse de production (tous les secteurs);
- Intégration des coûts dans tous les modèles informatiques de représentation (tous les secteurs);
- Conception et mise au point de nouveaux produits (tous les secteurs);
- Intensification des études de marché pour découvrir de nouvelles applications.

IX. Plan d'action

Le Canada bénéficie traditionnellement d'une abondance relative de matières premières qui contribue largement à notre balance commerciale excédentaire. Les fabricants canadiens de panneaux composites de bois ont dans l'ensemble suivi l'évolution de la technologie et, dans certains secteurs, ils font figure de modèles à l'échelle mondiale. Le grand défi auquel fait face l'industrie, comme du reste nombre d'exportateurs canadiens, consiste à conserver les acquis en dépit de la baisse de qualité des approvisionnements et d'une concurrence de plus en plus vive.

Comme on a pu le constater dans les bilans techniques, les différents secteurs n'ont pas nécessairement les mêmes avantages ni les mêmes problèmes. Certains sont plus avancés que d'autres sur la courbe de la maturité et il leur faudra suivre une voie différente pour demeurer prospères au cours des 10 ou 15 prochaines années. Pourtant, les techniques de fabrication qu'ils utilisent ont beaucoup de points communs. Il leur arrive de se trouver en concurrence pour leurs approvisionnements ou sur leurs marchés, mais ils peuvent aussi être complémentaires, transformant avec efficacité une matière première très variée, et couvrant une gamme encore plus riche d'applications. Ce genre de rationalisation de l'industrie devrait être facilitée par le fait que les principales entreprises œuvrant dans la production de panneaux composites sont actives dans plus d'un secteur, ce qui leur permet de penser au long terme.

Les recommandations que nous proposons ci-dessous dépassent le domaine purement technique, pour la simple raison que le succès de l'industrie ne saurait être assuré par la seule technologie. Elle peut créer les conditions pour que l'industrie reste concurrentielle, mais elle doit être encadrée par des stratégies à long terme bien définies qui tiennent compte des ressources humaines et matérielles, qui fassent preuve d'une perception éclairée de la nature de la demande et qui respectent les facteurs sociaux dans les régions de production et de consommation.

Chaque groupe de recommandations se veut autonome. Comme toutes les recommandations se recoupent pour composer une stratégie cohérente, certaines répétitions étaient inévitables, et nous prions le lecteur de nous en excuser.

PLANIFICATION DE STRATÉGIE

1. Définir des programmes de R&D à long terme pour tous les secteurs

Le programme de R&D devra être la prochaine étape de notre carte routière technologique. Il suffira initialement d'en esquisser les grandes lignes en fonction des priorités à moyen et à long terme de l'industrie. Les programmes de recherche déjà commandités par le gouvernement fédéral canadien et plusieurs gouvernements provinciaux représentent un excellent point de départ. Les universités et les instituts de recherche de l'industrie font déjà beaucoup; et il faut viser à renforcer et à rationaliser leurs activités plutôt qu'à les répéter.

Nous avons identifié dans ce rapport un certain nombre de percées technologiques possibles. Il s'agit par définition de projets à risque élevé et à grand impact, susceptibles d'engager vigoureusement l'industrie sur la voie du succès. Ces suggestions doivent être étudiées plus en détail, hiérarchisées, et converties en objectifs pratiques de R&D.

En ce qui concerne les projections envisagées de la technologie actuelle, elles dépendent probablement plus des fournisseurs d'équipement et de résine que des organismes de R&D, mais ces

dernières n'en ont pas moins un rôle à jouer en fournissant les connaissances de base sur lesquelles l'évolution peut s'appuyer et en intégrant tous les postes de fabrication et de commercialisation en un système cohérent.

La recherche fondamentale sur les caractéristiques du bois, le séchage, le collage, la formation et le pressage doivent faire partie de ce programme. Sans cette recherche, l'industrie s'expose à ne pouvoir poursuivre l'optimisation et la régulation des ses procédés de fabrication.

Il conviendra de relier étroitement de façon interactive le programme de R&D à un programme de développement de marché (voir ci-dessous) et de veiller à ce qu'il livre des résultats à court terme en même temps qu'il poursuit ses objectifs à long terme.

Responsabilité : *industrie, associations de l'industrie, fournisseurs de l'industrie, organismes de recherche, gouvernements*

2. *Renforcer les comités consultatifs existants pour guider la réalisation du programme de R&D de l'industrie*

Il existe déjà des comités consultatifs de l'industrie dont le rôle critique est de veiller à ce que les programmes de R&D servent les intérêts de l'industrie et de faciliter la réalisation de ces programmes. Même si les organismes de recherche et les universités n'ont aucunement le monopole de l'innovation, elles se trouvent dans la position la plus favorable pour fournir les connaissances fondamentales sans lesquelles les progrès ne peuvent être qu'empiriques et lents. Elles sont en mesure d'aider à élaborer et à implanter les techniques en évolution; elles sont les mieux placées pour explorer et évaluer les percées technologiques.

Le programme de recherche a besoin des conseils de l'industrie du panneau qu'il veut servir, mais il a aussi besoin du soutien des fournisseurs de résine et d'équipement, des ingénieurs-conseils et autres intervenants. Il faudra mettre en place les mécanismes qui permettront à ces partenaires de s'exprimer sans remettre en cause la structure des comités consultatifs. On instituera par ailleurs une veille technologique portant sur l'innovation dans des industries autres que le bois, pour identifier les techniques que l'industrie du panneau pourrait emprunter.

Les représentants des gouvernements fédéral et provinciaux doivent participer activement avec l'industrie aux débats des comités pour s'assurer que le programme sert leurs objectifs de la manière la plus cohérente possible et qu'il bénéficie d'un financement stable.

La formule « risques partagés / profit partagé » a fait ses preuves dans le cadre des programmes actuels de R&D, mais ces programmes ne sont pas dotés des ressources nécessaires pour établir la faisabilité de techniques novatrices au plan industriel ou préindustriel. Il serait souhaitable que les intervenants étudient les moyens d'étendre la même formule à cette phase essentielle de l'implantation.

Il conviendrait d'identifier des méthodes pour déterminer la faisabilité économique des projets de R&D à moyen et à long terme de l'industrie et faciliter ainsi leur hiérarchisation.

Responsabilité : *industrie, associations de l'industrie, fournisseurs de l'industrie, organismes de recherche, gouvernements*

3. *Continuer à soutenir les activités de R&D de l'industrie*

Pour créer les techniques qui assureront la prospérité de l'industrie, et pour aider cette dernière à devenir le meilleur fournisseur de panneaux de haute valeur au monde, les organismes de recherche, laboratoires de l'industrie et universités doivent pouvoir compter sur le soutien financier direct ou indirect

à long terme de l'industrie et des gouvernements. C'est essentiel si l'on veut attirer et garder les chercheurs hautement spécialisés qui sauront effectuer la recherche et transférer les résultats à l'industrie.

L'innovation technologique et la recherche appliquée doivent reposer sur une bonne compréhension des principes en cause, et seule la recherche fondamentale donne accès à cette compréhension. La tendance actuelle, qui voit les universités et les organismes de recherche négliger la recherche fondamentale pour se tourner vers des activités plus lucratives, répond sans aucun doute à une nécessité économique, mais c'est une évolution dangereuse pour l'avenir de la recherche et, indirectement, pour l'industrie canadienne du bois.

Le financement de la recherche par les gouvernements a plus de chances de servir les objectifs de l'industrie et du pays si les différents programmes gouvernementaux sont conçus pour être complémentaires, et si les fonds servent en priorité à financer des programmes multipartenaires coordonnés qui bénéficient de l'appui de l'industrie. Un réseau soutenu par le gouvernement, comme le réseau des centres d'excellence, constituerait un cadre idéal pour le type de partenariat universités-industrie-instituts de recherche envisagé, et contribuerait donc considérablement au progrès technologique de l'industrie et à sa prospérité. Les crédits d'impôt, bourses de recherche et autres formes d'aide financière doivent continuer à encourager l'industrie à innover.

Responsabilité : industrie, gouvernements

RÉSEAU

4. *Créer un réseau de sciences et de technologie pour soutenir la réalisation des percées technologiques proposées par le programme et accélérer les transferts technologiques*

Il existe déjà un haut niveau de collaboration entre l'industrie, ses organismes de recherche, les universités et les fournisseurs de résine et d'équipement. Il serait souhaitable de renforcer et d'étendre cette collaboration, surtout du côté des fabricants d'équipement et des ingénieurs-conseils, car les innovations qui sortent du laboratoire doivent généralement faire leurs preuves au niveau de l'usine pilote, puis être intégrées à l'équipement en place ou à de nouvelles machines avant que les fabricants de panneaux puissent en bénéficier. Le réseau doit aussi comprendre des spécialistes de disciplines non traditionnelles (informatique, mathématiques, science des matériaux, chimie des polymères, génie civil, génie mécanique, etc.) sans oublier les experts en économie, en commerce et en mercatique.

Un large réseau de cette nature faciliterait l'adoption d'une stratégie de recherche et de développement intégrée mais réaliste; il assurerait aussi la réalisation d'un programme profondément lié à l'innovation technologique, mais aussi aux objectifs commerciaux et à la rentabilité à long terme de l'industrie.

Responsabilité : industrie, organismes de recherche, universités

5. *Adopter des méthodes avancées d'étude de marché*

Compte tenu de l'importance qu'attache l'industrie du panneau composite à la diversification de ses marchés, à la valeur ajoutée et aux spécialités, les méthodes d'étude de marché traditionnellement employées pour les produits de base sont dépassées. L'information commerciale que va rechercher l'industrie ressemble davantage à celle qu'utilise l'industrie des biens de consommation, et c'est du reste dans ce secteur qu'on ira emprunter les méthodes de recherche qui permettront de prédire les caractéristiques de produit désirables à partir des tendances économiques, des préférences du consommateur et de la réglementation gouvernementale.

Il conviendrait d'entreprendre une étude systématique des applications non traditionnelles auxquelles pourraient s'intéresser l'industrie et les organismes de recherche, c'est-à-dire des applications pour lesquelles on pourrait créer de nouveaux produits ou systèmes dans le cadre général de la technologie de l'industrie. L'un des objectifs de cette étude serait de découvrir des applications novatrices susceptibles de diminuer la concurrence entre les divers secteurs de l'industrie en maximisant la pénétration de nouveaux marchés.

Responsabilité : *associations de l'industrie, organismes de recherche, universités, gouvernements*

6. *Informer l'industrie et les groupes de recherche de la situation du marché*

Il semble nécessaire de mieux intégrer les études de marché, la création de produits et de systèmes et les programmes de commercialisation de l'industrie de sorte que tous les intervenants puissent travailler dans le même sens. La meilleure façon de réaliser cette intégration consiste peut-être à étendre aux études de marché le réseau de sciences et de technologie décrit ci-dessus (section 2), et d'obtenir la participation des experts en commercialisation de l'industrie aux comités consultatifs décrits à la section 3.

Responsabilité : *industrie, associations de l'industrie, organismes de recherche, universités, gouvernements*

7. *Encourager l'industrie et les gouvernements à coopérer sur les questions d'environnement*

Pour toutes sortes de raisons, les rapports entre l'industrie et les gouvernements dans le domaine de l'environnement ont souvent été tendus, touchant parfois à l'antagonisme. Il paraît très vraisemblable qu'avec une connaissance plus approfondie des mécanismes de la production, les procédés de fabrication les plus efficaces sont aussi les plus écologiques. La poussée technologique que propose notre itinéraire tient compte de cette possibilité en proposant d'intégrer les critères environnementaux à tous les aspects du programme de R&D de l'industrie. Ceci ne va cependant pas se produire du jour au lendemain. L'industrie du panneau composite et les gouvernements devraient négocier un protocole de coopération sur l'environnement, liant dans la mesure du possible les questions environnementales aux progrès de la technologie.

Comme en fait foi l'annexe I ci-jointe, la réglementation environnementale peut s'avérer fort complexe, et elle varie énormément d'une province à l'autre. Bien entendu, elle varie aussi d'un pays à un autre. Cette situation anarchique crée des problèmes considérables à une industrie qui produit et qui vend dans une multitude de provinces et d'états; il importe donc que les gouvernements traitent en toute priorité de l'harmonisation de la législation environnementale. Il importe aussi de poursuivre avec énergie le même objectif d'harmonisation au niveau des normes et des ententes commerciales internationales.

Responsabilité : *industrie, associations de l'industrie, organismes de recherche, gouvernements*

8. *Encourager le développement des fournisseurs canadiens d'équipement, de résines, de logiciels et de services*

De toute évidence, pour que l'industrie canadienne du panneau prenne et conserve le premier rang mondial au plan technologique, il faut que ses organismes de recherche fassent preuve de leur supériorité. Il va sans dire qu'elle doit aussi recevoir l'appui de fournisseurs qui sont eux-mêmes au premier rang. Alors que de nouvelles techniques voient le jour au Canada, il est crucial de prendre des mesures pour que; a) les fournisseurs canadiens (actuels ou potentiels) aient l'occasion d'exploiter les résultats de la recherche et d'en tirer profit, b) l'industrie canadienne du panneau composite bénéficie avant toute autre

des nouveautés en matière d'équipement, de résines, de logiciels ou de services, et c) le Canada se donne les moyens de devenir un exportateur reconnu de technologie, d'équipement, de résines, de logiciels et de services.

Les initiatives des gouvernements et de l'industrie pour faciliter le transfert de la technologie du laboratoire à l'usine (ex. : démonstrations en usine pilote) sont très utiles, mais elles demeurent beaucoup trop limitées. Il faudrait aussi envisager de former des grappes d'entreprises complémentaires, capables de conjuguer leurs compétences individuelles pour mettre en œuvre les techniques nouvelles et les commercialiser dans le monde entier.

Des rapports étroits doivent exister entre les fournisseurs de l'industrie, les fabricants et les chercheurs; comme nous l'avons déjà dit plus haut, les fournisseurs doivent faire partie du réseau qui soutient le programme de recherche et de développement de l'industrie.

Responsabilité : *industrie, fournisseurs de l'industrie, organismes de recherche, gouvernements*

ACCÈS AUX MARCHÉS

9. Exploiter vigoureusement les résultats de la recherche au service des produits et systèmes de l'industrie canadienne du bois dans le monde entier et éliminer toute discrimination envers eux

L'industrie canadienne du panneau composite de bois dépend énormément de ses exportations et son expansion future est essentiellement fondée sur un accroissement de la demande extérieure. Tout programme de commercialisation à long terme doit donc tenir compte des normes et de la législation régionales ou nationales qui déterminent l'accès aux marchés. En participant à la rédaction de normes internationales (ISO, RILEM, etc.), les chercheurs canadiens ont l'occasion de mériter le respect de leurs pairs pour leurs travaux, mais aussi d'influencer ces normes dans le sens des préférences canadiennes. Il arrive même que certains chercheurs de renom international soient invités à participer à la préparation de normes en pays étranger.

Les chercheurs doivent continuer à fournir un appui scientifique aux activités de normalisation qui touchent le Canada, les États-Unis et les principaux pays importateurs; il s'agit d'un élément prioritaire du programme de R&D de l'industrie, qui doit bénéficier d'un financement suffisant.

Responsabilité : *industrie, associations de l'industrie, organismes de recherche, gouvernements*

VALEUR AJOUTÉE

10. Orienter la production et la répartition des ressources forestières en fonction d'une plus grande valeur finale et d'un développement durable

Tous les secteurs de l'industrie canadienne du panneau composite de bois expriment quelque inquiétude quant à leurs approvisionnements futurs en bois. Pour le secteur du placage et du contreplaqué, les approvisionnements sont déjà difficiles. Dans ce contexte, des mesures gouvernementales pour attribuer en priorité le bois à ceux qui sont les mieux placés pour le convertir en produits de la plus haute valeur auraient probablement pour effet d'encourager une expansion basée sur la technologie et la création d'emplois de qualité en région rurale.

À long terme, les ressources forestières dont disposera l'industrie seront le produit des décisions et des pratiques actuelles dans le domaine de la gestion forestière. Les programmes de recherche visant à élucider les corrélations entre les opérations de sylviculture et les caractéristiques futures du bois aideront les ingénieurs forestiers à prendre les bonnes décisions, mais c'est seulement depuis peu que ce genre de recherche bénéficie de l'attention qu'il mérite, et la tâche à accomplir est formidable. En dégageant certains avantages à relativement court terme, on pourra peut-être convaincre les principaux intervenants de l'urgence d'investissements supplémentaires en ce domaine.

La nouvelle norme canadienne sur le développement durable de la forêt est un autre instrument pour assurer des approvisionnements suffisants à long terme, et les entreprises qui dépendent directement des ressources forestières devraient être encouragées à se faire certifier dans le cadre de cette norme.

Responsabilité : industrie, organismes de recherche, gouvernements

11. Encourager la transformation secondaire et la fabrication de spécialités et de produits à haute valeur ajoutée

Même si les fabricants de panneaux parviennent à diversifier leur production et à créer de nouvelles familles de produits pour élargir leurs marchés, les grandes usines continueront d'être limitées quant à la souplesse de leur chaîne de production et à leur temps de réaction. Il est cependant possible de multiplier les efforts de l'industrie avec l'aide d'un secteur secondaire vigoureux, capable d'absorber une partie de la production primaire, et de créer des conditions favorables à une haute valeur ajoutée, à l'innovation et à l'emploi. Plusieurs programmes gouvernementaux récemment entrepris ont précisément pour objectif de favoriser l'expansion du secteur de la transformation secondaire grâce au transfert technologique. D'autres programmes facilitent la réalisation d'études de marché et la préparation de plans d'exploitation.

Étant donné que les entreprises du secteur secondaire ont tendance à être petites et isolées, elles ne seront pas en mesure de financer individuellement un coûteux programme de R&D. Il conviendrait donc de trouver les formules qui continueront à leur donner accès à des services élaborés de R&D quand les programmes en cours auront pris fin.

Responsabilité : industrie, associations de l'industrie, organismes de recherche, gouvernements

ENSEIGNEMENT ET FORMATION

12. Continuer à renforcer les liens entre l'industrie, ses organismes de recherche, les universités et les collèges pour attirer davantage d'étudiants de haut calibre

La réalisation du programme de R&D de l'industrie et sa mise en œuvre exigeront des compétences (commande des procédés, sciences informatiques, sciences des matériaux, mathématiques, analyses économiques, chimie des polymères, études de marché, etc.) que les étudiants n'ont pas coutume d'associer à l'industrie du bois. Jusqu'à présent, les responsables de l'industrie n'ont pas non plus fait montre d'un intérêt particulier pour ce genre de spécialistes.

Pour remédier à cette situation, il faudrait créer des programmes coopératifs qui encourageraient universités et collèges à offrir des programmes adaptés à l'industrie du bois (autres que les sciences du bois), et qui pousseraient du même coup l'industrie à mesurer les avantages qu'elle pourrait trouver à engager des diplômés de collège ou d'université. En mettant l'accent sur la haute technologie, on attirerait aussi des chercheurs de haut niveau dans les organismes de recherche et chez les fournisseurs de l'industrie (équipement, logiciels, résines, etc.).

Du fait de leur spécialisation dans la recherche appliquée, les organismes de recherche de l'industrie devraient continuer à jouer un rôle essentiel à l'interface entre les établissements d'enseignement et l'industrie.

Responsabilité : industrie, organismes de recherche, universités et collèges

13. Renforcer les programmes de formation

L'itinéraire suggéré dans ce rapport propose de faire de la technologie l'élément de base de la prospérité de l'industrie. C'est une vision qui laisse entrevoir une industrie hautement automatisée et il est indéniable que cela fait partie du plan; mais même les usines automatisées ont besoin de gens pour fonctionner, et l'introduction rapide d'une culture de la technologie exige le soutien du personnel et de la direction. Pour que la technologie soit bien reçue, l'industrie doit prendre l'initiative de programmes conçus pour faire participer les employés au progrès technologique (apprentissage collectif, services de soutien, responsabilisation, incitatifs à l'innovation, etc.). Par le biais de programmes d'apprentissage ou autres formes de certification, l'industrie peut offrir des cours de formation et de perfectionnement pour l'acquisition de compétences en matière de maîtrise des procédés, de simulation des procédés, etc. Il serait aussi souhaitable d'encourager cadres et employés à adopter les valeurs modernes de l'industrie concernant le respect de la qualité du produit et de l'environnement.

La formation bénéficiera d'outils informatiques conçus pour simuler les procédés de fabrication, pour évaluer l'effet des décisions sur le coût, la qualité, etc., et pour illustrer les avantages des techniques nouvelles.

Finalement, la formation et l'enseignement n'atteindront le but recherché que si les éducateurs eux-mêmes se tiennent à la pointe de la technologie. Les associations de l'industrie du bois peuvent jouer un rôle clé à ce point de vue en transférant les nouveaux concepts aux établissements d'enseignement et en mettant l'accent sur le perfectionnement du savoir des éducateurs.

Responsabilité : industrie, associations de l'industrie, organismes de recherche, collèges

14. Tenir prescripteurs et utilisateurs au courant de l'évolution de la technologie

Les nouvelles caractéristiques de produit n'auront pas grand impact sur les ventes ou sur les objectifs visés à moins que l'industrie ne les fasse connaître clairement et promptement à ceux qui prennent les décisions et au grand public. Cette responsabilité incombe aux associations de l'industrie et ces dernières auront besoin de ressources supplémentaires à mesure que les gammes de produits se diversifient et que les caractéristiques de produit gagnent en complexité.

Les normes adoptées par consensus donnent généralement l'occasion aux producteurs, aux utilisateurs et aux chercheurs de travailler de concert, et donc de s'instruire mutuellement. Il conviendrait d'encourager fermement le personnel de recherche et de production à participer à ce genre d'activité.

La participation au réseau proposé de certaines catégories de prescripteurs et d'utilisateurs les aiderait aussi à se tenir au courant de l'évolution de la technologie, tout en leur donnant l'occasion d'apporter leurs précieux commentaires.

Responsabilité : industrie, associations de l'industrie, organismes de recherche

En guise de conclusion...

L'un des objectifs de ce rapport était de susciter un débat entre les membres de l'industrie canadienne du panneau composite de bois et ses partenaires, à savoir ses fournisseurs, ses organismes de recherche, ses associations, les universités et les gouvernements. La méthode adoptée pour la préparation du rapport a déjà eu pour effet de conscientiser les divers intervenants aux questions qui pèsent sur l'avenir de l'industrie. Une fois publié, le rapport devrait servir de base à la poursuite des discussions et à l'élaboration d'un plan d'action concerté.

Les intervenants pourraient enfin envisager des mises à jour du rapport qui permettraient de mesurer les progrès accomplis, d'adapter les objectifs et de fixer de nouveaux buts.

Annexe 1

Technologie de l'environnement

1	**Contexte**		111
	1.1	*Généralités*	111
	1.2	*Impact environnemental et santé au travail*	111
2	**Réglementation environnementale**		112
	2.1	*Réglementation provinciale*	112
	2.2	*Réglementation dans trois États américains*	117
	2.3	*Sources d'émissions et composition*	118
3	**Sources d'émissions et composition**		118
	3.1	*Bois, résidus de la transformation du bois et manutention*	118
	3.2	*Séchage*	119
	3.3	*Pressage*	119
	3.4	*Finition secondaire*	120
	3.5	*Systèmes d'énergie thermique*	120
4	**Meilleure technologie de protection disponible**		121
	4.1	*Cyclones primaires et secondaires*	121
	4.2	*Dépoussiérage par voie humide*	121
	4.3	*Dépoussiéreurs électrostatiques secs*	123
	4.4	*Dépoussiéreurs à manches*	123
	4.5	*Dépoussiéreurs électrostatiques par voie humide*	123
	4.6	*Lits de filtration électrostatique*	123
	4.7	*Oxydation thermique régénératrice*	124
	4.8	*Oxydation catalytique régénératrice*	124
	4.9	*Réduction catalytique sélective*	124
	4.10	*Biofiltration*	125
	4.11	*Adsorption par concentrateur rotatif*	125
	4.12	*Séchoir à bandes*	125
	4.13	*Gazéification en circuit fermé*	126
	4.14	*Systèmes de lavage*	127

1. CONTEXTE

1.1 *Généralités*

Dans les débuts de l'industrie, les questions environnementales ne représentaient qu'une infime partie des éléments à considérer pour la construction et l'exploitation d'une usine de panneaux composites de bois. De nos jours, par contre, compte tenu de l'importance qu'a prise l'environnement, ces questions représentent un investissement substantiel pour le propriétaire, tant au départ que lors de l'exploitation. Il arrive même que la survie d'un projet dépende des questions d'environnement. L'obtention d'un permis environnemental est devenue l'un des grands défis de l'industrie au cours de la décennie, et cette situation risque de se perpétuer alors que la réglementation environnementale se fait plus stricte. Il est donc essentiel que tous les intervenants de l'industrie comprennent ces défis, ainsi que les solutions disponibles actuellement et à l'avenir.

Le respect des normes sur l'environnement exige un engagement total de l'entreprise. L'équipement de protection a désormais acquis la même importance que tout autre équipement de l'usine, et il faut en tenir compte si l'on veut continuer à respecter les normes à long terme. Le non-respect des règlements risque d'entraîner des poursuites judiciaires coûteuses, des amendes, voire la fermeture de l'usine. Tout manquement, même minime, à la réglementation sur l'environnement peut causer de graves préjudices à la réputation de l'entreprise et rendre l'obtention d'un permis très problématique pour l'usine en place ou par tout autre projet à venir.

Environnement Canada a réalisé des rapports plus complets que celui-ci sur les mesures de protection de l'environnement dans les industries canadiennes du bois; le présent document n'a pas pour objectif de répéter ces études ou de les enrichir. Les pages qui suivent visent seulement à présenter un aperçu des techniques employées de par le monde pour aider l'industrie du panneau à réduire ses émissions et à satisfaire aux règlements.

1.2 *Impact environnemental et santé au travail*

Comme il a été dit plus haut, la protection de l'environnement et l'obtention de permis jouent un rôle important dans la construction d'une nouvelle usine. Il arrive que l'on se préoccupe des causes évidentes de problèmes en négligeant ou en sous-estimant d'autres facteurs environnementaux. Il est particulièrement important d'identifier et d'évaluer dès les premières étapes de la planification d'un projet tous les facteurs de l'impact environnemental de ce projet. Il est essentiel de créer de bonnes relations publiques avec la communauté locale dès le début du projet.

Le choix du site est le premier facteur à étudier dans le but de minimiser les problèmes futurs. En situant une usine de panneaux composites, ou toute autre usine, à proximité d'une zone résidentielle, on s'expose à toutes sortes de plaintes. Quelle que soit l'efficacité des mesures de protection, une usine de matériaux de bois composites exerce, d'une manière ou d'une autre, de par sa nature même, un effet sur son environnement. En choisissant le site, il faut tenir compte du bruit, des odeurs, des émissions fugitives, de la circulation des camions et autres véhicules. Lors des premières étapes de la planification, on doit veiller à minimiser ce genre d'effet qualitatif sur l'environnement.

Il convient d'envisager des mesures convenables de réduction du bruit ou des enceintes complètes pour les machines particulièrement bruyantes, telles que broyeurs, scies, floconneuses ou défibreurs, pour ne nommer que celles-là. Il faut aussi limiter la production de poussières fugitives au cours de la construction et lors de l'exploitation; l'arrosage des chemins nonasphaltés est une nécessité à ce point de vue. On devra envisager d'asphalter ou de bétonner les sections particulièrement critiques du fait du volume de circulation. Les autres formes de poussière, comme la poussière de bois, doivent être convenablement recueillies, entreposées et utilisées sur place. Il est recommandé d'assurer un entretien qui permette l'élimination des poussières susceptibles de contaminer l'air ambiant. L'élimination des

odeurs pose un problème un peu plus délicat, mais il faut en tenir compte lors de la planification. En minimisant les points d'émission et en équipant les séchoirs et la presse de bons systèmes de protection, on aura déjà réglé en partie le problème des odeurs fugitives. Les odeurs de terre et de moisi provenant des tas d'écorces, des bacs de conditionnement ou des parcs à grumes constituent malheureusement un sous-produit naturel difficile à éliminer de ce genre d'exploitation. On ne doit jamais négliger l'effet de la circulation supplémentaire des camions de grumes et autres véhicules; on acceptera difficilement dans la communauté de voir passer des grumiers 10 fois par heure devant l'école. Dans toute la mesure du possible, on doit analyser et planifier les voies d'accès à l'usine de manière à minimiser l'impact sur la communauté.

La santé et la sécurité au travail pour les employés de l'usine est un élément essentiel du processus d'exploitation. L'usine doit donc être conçue dans le respect des plus récentes normes de sécurité et les employés doivent recevoir la formation appropriée sur les mesures de sécurité et l'utilisation des machines. Tout employé susceptible d'être exposé de façon prolongée à des émissions ou à des substances nocives à sa santé doit faire usage en tout temps de systèmes de protection appropriés : protection des oreilles, masque anti-poussière, vêtements de protection et appareil respiratoire, selon les besoins. De toute manière, on devra minimiser les causes de danger lors de la planification du projet et du choix de l'équipement.

2. RÉGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE

2.1 *Réglementation provinciale*

Les critères de qualité de l'air ambiant sont basés sur la concentration moyenne temporelle des contaminants au niveau du sol. On trouvera au tableau 1 les critères applicables dans les différentes provinces. La concentration limite au point de captage est calculée à l'aide d'algorithmes de dispersion atmosphérique qui prédisent la concentration théorique maximale au niveau du sol. Seules les provinces de Terre-Neuve et de l'Ontario ont fixé une concentration limite au point de captage.

Les critères d'émissions atmosphériques sont généralement fixés cas par cas en fonction des méthodes de protection employées; ils sont spécifiés dans le permis d'exploitation de l'entreprise. Les critères de qualité de l'air ambiant sont d'ordinaire précisés par la législation provinciale sur l'environnement, mais il arrive aussi que le permis de l'entreprise spécifie une limite pour une substance particulière si les autorités le jugent nécessaire. Le tableau 2 donne quelques exemples de limites provenant du permis d'usines existantes et de directives provinciales.

À Terre-Neuve, la réglementation sur la lutte à la pollution de l'air fixe à la fois les critères de qualité de l'air et la concentration limite des polluants au point de captage. On est tenu de faire appel à la modélisation de la dispersion pour vérifier si les limites au point de captage sont respectées.

Terre-Neuve impose un permis de construction pour tout projet de construction neuve ou de modernisation. Ce permis peut spécifier des critères de qualité de l'air, des critères d'émissions atmosphériques et des mesures de contrôle. Il n'est pas obligatoire de diffuser publiquement la demande de permis.

Au Nouveau-Brunswick, le ministère de l'Environnement fixe cas par cas les critères d'émissions atmosphériques et les concentrations maximales au niveau du sol; ces critères spécifiques à l'industrie en question sont inscrits au permis d'exploitation de l'entreprise. Les limites de concentration au niveau du sol sont également fixées par la législation sur la qualité de l'air. Les permis de construire et d'exploitation sont obligatoires; le permis d'exploitation est valable pour une durée maximale de cinq ans. Les demandes de permis doivent être diffusées publiquement et elles sont soumises aux commentaires du public. Le permis peut spécifier des critères de qualité de l'air, des critères d'émissions atmosphériques et des mesures de contrôle.

Tableau 1
Critères provinciaux de qualité de l'air ambiant, moyenne sur 24 heures (µg/m³)

	N.-É.	N.-B.	Î.-P.-É.	T.-N.	Qc	CUM[1]	Ont.	Man. (Directives)	Sask.	Alb.	C.-B.
Monoxyde de carbone (1 h)	34 600		35 000	5 000	34 000	35 000	36 200	35 000	15 000	15 000	
Formaldéhyde (1 h)				65	37 (15 min.)	12	65				60 (niveau d'intervention)
Hydrogène sulfuré	8	5	5	30 (1 h)	14 (1 h)	5	30 (1 h)	5	5	4	
Bioxyde d'azote	400 (1 h)	200	900 (1 h)	400 (1 h)	207		200	200	400 (1 h)	200	
Bioxyde de soufre	300	300	300		288	260	275	300	150	150	160
Total particules en suspension	120	120	120	80 (1 h)	150		120	120	120	100	150
PM10											50

1. Communauté Urbaine de Montréal

Source: NGM International, 1998

Tableau 2
Limites pratiques des émissions atmosphériques

	N.-É.[1]	N.-B.[2]		Qc[3]	Ont.[4]	Man.[5]		
		Résidus de bois	Presse			Séchoir RTO	Presse RTO	Syst. thermique mazout ESP
Poussières (g/s)	145 mg/m³	200 mg/m³		50 mg/m³	90 mg/m³	5,14	2,1	2,18
Formaldéhyde (g/s)		20 mg/m³	20 mg/m³			0,085	0,08	
Monoxyde de carbone (g/s)		100 mg/m³			100 ppm			
Oxydes d'azote (g/s)		20 mg/m³				6,5	0,9	5,3
Bioxyde de soufre (g/s)		100 mg/m³						
Total hydrocarbures (g/s) (sous forme de méthane)					100 ppm (méthane)			
Total hydrocarbures Autres que méthane (g/s)			75 mg/m³					
Phénol (g/s)						0,05	0,7	
Acide cyanhydrique (g/s)						0,4		
COV (g/s)						1,1	0,28	
Benzène (g/s)						0,008	0,0003	0,0066
Isocyanates (MDI) (g/s)							0,0141	2,18

Notes:
1. Règles applicables aux nouvelles centrales thermiques à combustible solide
2. Certificat d'approbation OSB
3. Réglementation de la qualité de l'atmosphère
4. Certificat d'approbation OSB
5. Permis OSB

Tableau 2 (suite)
Limites pratiques des émissions atmosphériques

	Alb.						C.-B.			
	Permis MDF			Permis OSB			Permis MDF			Province
	Cyclone Séchoir	Évacuation Presse	Évacuation centrale thermique mazout	Cyclones séchoir et EFB	Évacuation presse	Évacuation centrale thermique mazout	Deux cyclones de séchoir combinés	Évacuation presse	Syst. Refroid. Panneaux	Directive sur les émissions des usines de MDF
Poussières (g/s)			0,2 g/kg	0,10 g/kg		1,10 g/kg	5,7	0,42		120 mg/m^3
Formaldéhyde (g/s)	25 ppm	25 ppm		100 mg/m^3	40 mg/m^3		1,7	1,7	0,07	300 g/t product
Monoxyde de carbone (g/s)										
Oxydes d'azote (g/s)										
Bioxyde de soufre (g/s)										
Total hydrocarbures (g/s) (sous forme de méthane)										
Total hydrocarbures Autres que méthane (g/s)										
Phénol (g/s)										
Acide cyanhydrique (g/s)										
COV (g/s)										
Benzène (g/s)				25 mg/m^3						
Isocyanates (MDI) (g/s)										

Source: NGM International, 1998

Au Québec, la réglementation sur la qualité de l'air comporte des normes qui s'appliquent spécifiquement à l'industrie des matériaux composites de bois, notamment en ce qui concerne le formaldéhyde. Les normes de qualité de l'air sont aussi du ressort du service de l'Environnement de la Communauté urbaine de Montréal. La plupart des polluants sont limités sur la base de critères d'émissions atmosphériques. Le Québec exige un permis pour toute émission de contaminants dans l'environnement, que les sources soient nouvelles ou modifiées. Le permis ne spécifie ni les critères ni les mesures de contrôle. Il n'est pas obligatoire de diffuser publiquement la demande de permis.

En Ontario, toute machine susceptible de rejeter des polluants dans l'environnement doit faire l'objet d'un permis. Les changements touchant au régime de production, au procédé de fabrication ou à l'équipement peuvent exiger un amendement au permis ou son renouvellement. Le permis ne précise généralement pas les limites d'émissions, mais l'équipement doit être conforme aux normes du fabricant. Les permis ne sont pas renouvelables à intervalles réguliers, et ils sont habituellement valides jusqu'à ce que l'équipement soit modifié ou remplacé. Les permis sont publiés pendant 30 jours dans un bureau public d'enregistrement, et le public peut proposer des commentaires. Le ministère de l'Environnement et de l'Énergie utilise un modèle de dispersion pour analyser la demande de permis. Le demandeur doit également faire appel à un modèle de dispersion pour faire la preuve que l'usine envisagée répondra aux exigences de la réglementation sur la pollution de l'air.

Pour Manitoba Environment, les contraintes du permis sont identifiées cas par cas. Les limites d'émissions atmosphériques sont indiquées au permis d'exploitation. Les concentrations limites dans l'air ambiant sont fixées dans un document (Air Quality Objectives and Guidelines), et le permis d'exploitation peut comporter des restrictions supplémentaires. En vertu de la réglementation du Manitoba sur les catégories de projets, les usines de panneaux de particules tombent dans la catégorie 1, mais le directeur du service a toute autorité pour faire passer un projet de catégorie 1 à la catégorie 2 s'il le juge nécessaire. Le directeur peut aussi exiger un plan de gestion et de protection de l'environnement pour toute nouvelle usine ou pour des modifications à une usine existante. Le ministre peut exiger la tenue d'audiences publiques. Le permis n'a pas de date d'expiration; il est valide jusqu'à ce que des modifications viennent remettre en cause l'impact possible de l'usine sur l'environnement.

En Saskatchewan, la législation (Clean Air Act) exige un permis pour toutes les sources d'émissions dans l'air et les eaux résiduaires industrielles. Il peut aussi spécifier certaines mesures de contrôle. Les permis limitent les émissions par l'intermédiaire de l'équipement de protection, plutôt qu'en fixant des limites de concentration. Une période de 30 jours est prévue pour soumission à l'examen et aux commentaires du public. Jusqu'ici, les permis étaient émis par le bureau principal du ministère de l'Environnement, mais cette fonction doit être prochainement décentralisée.

En Alberta, la loi (Environmental Protection and Enhancement Act) prévoit l'élaboration de directives et d'objectifs de qualité pour l'environnement ambiant. Les directives sur la qualité de l'air ambiant fixent les critères de qualité de l'air qui servent de référence pour les permis. La période de validité des permis peut atteindre 10 ans, mais il peut s'avérer nécessaire d'amender un permis s'il y a des changements au régime de production, à l'équipement ou aux procédés de fabrication. Le permis d'exploitation couvre tout ce qui touche à l'air, aux eaux résiduaires, à la gestion des déchets, au sol, aux aquifères et à la remise en état. Il peut aussi spécifier des mesures de contrôle, des limites d'émissions atmosphériques, et d'autres exigences portant sur l'exploitation. Les autorités responsables (Alberta Environmental Protection) font appel aux méthodes d'analyse des risques pour déterminer les effets des émissions à court et à long terme sur l'environnement.

En Colombie-Britannique, le ministère responsable (Ministry of Environment, Lands and Parks) a été décentralisé en un bureau principal et plusieurs bureaux régionaux. Le bureau principal rédige les énoncés de politique, règlements et directives pour le ministère, alors que les bureaux régionaux appliquent les règlements et délivrent les permis. Les permis sont obligatoires pour l'air et pour l'eau. Les changements

au régime de production, à l'équipement ou aux procédés de fabrication peuvent exiger un amendement au permis. Les demandes de permis sont publiées dans la presse locale. L'entreprise peut faire appel du permis, de même que le public. Le ministère a publié des directives sur les émissions des usines de panneaux de fibres de moyenne densité, ou panneaux MDF. Les techniques de protection doivent être conformes à la meilleure technologie de protection disponible pour la province. Cette directive servirait de base pour le permis d'une usine de MDF, et fort vraisemblablement, de toute autre usine de panneaux composites. Depuis janvier 1995, il existe en Colombie-Britannique des objectifs définitifs de qualité de l'air pour le formaldéhyde, et des objectifs de PM10 ont été retenus à titre intérimaire. Le permis d'exploitation peut spécifier des mesures de contrôle, des limites d'émissions atmosphériques et de concentration dans l'air ambiant, ainsi que des exigences d'exploitation ou d'amélioration.

2.2 *Réglementation dans trois États américains*

Trois États américains dotés d'une industrie de panneaux composites (Maine, Texas et Washington) ont été choisis à titre d'exemples de la réglementation américaine en matière de permis. Les émissions permises dans ces trois états sont indiquées au tableau 3.

Tableau 3
Limites pratiques des émissions atmosphériques

	Texas[1]		Maine[2]			Washington[3]
	Presse RTO	Centrale thermique	Presse RTO	Séchoir RTO & WESP	Centrale thermique	
Poussières (g/s)	0,14	0,72	1,55	1,97	0,93	0,23 g/m^3
Formaldéhyde (g/s)	0,07	0,06	0,04	0,54		
Monoxyde de carbone (g/s)	0,94	3,45	1,04	12,57		
Oxydes d'azote (g/s)	0,05	6,48	2,57	3,34	0,25	
Bioxyde de soufre (g/s)	0,001	0,50	0,06	0,09/2,6	0,06	1000 ppm
Total hydrocarbures (g/s) (sous forme de méthane)						
Total hydrocarbures Autres que méthane (g/s)						
Phénol (g/s)	0,004		0,02	0,03		
Acide cyanhydrique (g/s)						
COV (g/s)	0,95	2,31	0,22	0,71	0,62	
Benzène (g/s)						
Isocyanates (MDI) (g/s)			0,01			

Notes:
1. Permis OSB
2. Permis OSB
3. 173-400 General Regulations for Air Pollution Sources - État de Washington

Source: NGM International, 1998

Dans l'état du Maine, les conditions imposées par les autorités responsables (Department of Environmental Protection) varient selon la zone de qualité de l'air où est située l'usine. Le respect des normes de qualité de l'air pour la région exige la meilleure technologie disponible. Pour toute installation nouvelle, comme pour la modification d'installations existantes, il faut démontrer à l'aide de modèles de dispersion que l'usine respectera les normes. Il peut être nécessaire de recueillir des données météorologiques à l'endroit choisi.

Au Texas, les autorités (Natural Resource Conservation Commission - TNRCC) ont préparé un manuel pour aider les usines de panneaux de lamelles orientées, ou panneaux OSB, à obtenir leur permis. Le TNRCC exige de toute usine qu'elle applique la meilleure technologie de protection disponible pour obtenir un permis. Le niveau de technologie est déterminé cas par cas. Le demandeur doit soumettre avec sa demande de permis toutes les données pertinentes concernant l'équipement utilisé pour limiter les émissions.

Dans l'état de Washington les exigences des autorités (Department of Ecology) quant aux permis varient avec le type d'usine envisagé, le site, la quantité et la nature des émissions. Les taux limites d'émissions sont imposés en fonction de la meilleure technologie de protection disponible. Les autorités préfèrent cette approche à l'imposition de limites de concentration fixes, parce qu'elle leur permet d'imposer les critères réalistes les plus restrictifs possibles pour chacune des sources d'émissions. Le permis spécifie que le demandeur doit installer et faire fonctionner les systèmes de protection conformément aux instructions du fabricant.

2.3 *Sources et composition des émissions*

Les polluants produits par les usines de composites de bois sont généralement de natures très semblables et proviennent surtout des sources suivantes : bois, résidus de bois et manipulation des produits, séchage, pressage, finition secondaire et production d'énergie thermique. Les principaux polluants que l'on retrouve sont des oxydes nitriques (ou azotés), des oxydes de soufre, du monoxyde de carbone, des composés organiques volatils (COV) et des poussières.

La concentration des polluants provenant des usines de panneaux composites est éminemment variable et elle dépend de divers facteurs relatifs à la fabrication du produit, comme par exemple le site, la provenance et la nature de la matière première, l'équipement de transformation du bois, le type de séchoir, la température de séchage, le type de presse, la température et la pression de pressage, les caractéristiques de la centrale thermique, les étapes de la finition, ainsi que la nature et le volume de la production, pour ne citer que ceux-là.

Ce document ne vise pas à quantifier le niveau des polluants correspondant à une infinité de scénarios de production possibles, mais seulement à donner un aperçu des types de polluants que l'on peut rencontrer dans les usines de panneaux. On trouvera ci-dessous une description générale des polluants les plus fréquemment retrouvés aux étapes de la production énumérées ci-dessus.

3. SOURCES D'ÉMISSIONS ET COMPOSITION

3.1 *Bois, résidus de bois et manutention des produits*

Les polluants produits par ces opérations prennent généralement la forme de poussières de bois. Ils proviennent normalement de la manutention du bois et des opérations de tronçonnage, d'écorçage, de défibrage, de floconnage, de tamisage, de ponçage et de broyage. Ils sont de nature fugitive, mais on peut limiter leurs effets en les captant aux points de production, en installant des enceintes de protection appropriées, en assurant un bon entretien et en en tenant compte lors de la conception du projet. Les tolérances d'émissions dans ce domaine varient beaucoup selon la situation géographique de l'usine. En

zone rurale, la densité des installations industrielles est faible et le terrain appartenant à l'usine tend à être plus grand qu'en zone urbaine, si bien que les tolérances sont ordinairement plus généreuses.

3.2 *Séchage*

Le séchage des placage, lamelles, particules et sciures est habituellement effectué dans des séchoirs de grandes dimensions (séchoirs à bandes, séchoirs à simple ou à triple passe, séchoirs tubulaires) qui utilisent l'air chaud pour extraire l'eau du bois.

Le séchage est généralement une source importante de polluants sous la forme d'oxydes d'azote (NO_x), de monoxyde de carbone (CO), de poussières, de composés organiques volatiles (COV), particulièrement du formaldéhyde et des phénoliques condensables. La quantité de ces polluants varie beaucoup selon la provenance et le type de bois utilisé, la température de séchage et le régime de production. Les températures de séchage plus élevées tendent à produire de plus grandes quantités de COV, car les températures plus élevées produisent plus d'hydrocarbures. La quantité de poussières produite varie beaucoup selon le produit (contreplaqué, OSB, MDF, ou panneau de particules); elle dépend aussi de l'essence de bois et de la qualité.

Les émissions varient d'une essence à une autre, car les différentes essences réagissent différemment à la chaleur. Les polluants prennent normalement la forme de cendres volantes, de fibres de bois et de COV. Les cendres et les fibres sont relativement faciles à recueillir à l'aide de systèmes de dépoussiérage à sec, tels que cyclones et dépoussiéreurs à manches. Par contre, les COV sont plus difficiles à capter du fait de leur nature gazeuse. Les COV sont extraits du bois sous l'effet du séchage; étant donné la température et la teneur en humidité des gaz d'évacuation, ces COV tendent à se condenser sous forme de gouttelettes qui produisent un aérosol très fin. C'est cet aérosol qui était responsable de la brume jadis produite par les séchoirs. Ces particules microscopiques demeurent difficiles à capter par filtration mécanique et l'on doit recourir à d'autres techniques, telles que l'électrostatique ou l'incinération. Par ailleurs, la teneur en humidité des gaz d'évacuation et la nature résineuse des COV provoquent l'encrassement des systèmes d'extraction, une autre cause de problèmes.

Ces dernières années, diverses techniques ont fait leur apparition sur le marché, qui permettent de réduire les émissions provoquées par le séchage. On peut notamment citer :

- L'oxydation thermique régénératrice;
- L'oxydation catalytique régénératrice;
- La biofiltration;
- Le lavage;
- Le dépoussiérage électrique par voie humide;
- Les lits de filtration électrostatiques.

De plus, l'utilisation de systèmes thermiques de gazéification de séchoirs rotatifs et de séchoirs à bandes va aider à réduire les polluants résultant du séchage qu'il faut recueillir à l'aide des techniques énoncées ci-dessus. On trouvera à la section suivante une description plus détaillée de ces techniques.

3.3 *Pressage*

En ce qui concerne les émissions du pressage, elles peuvent être continues ou discontinues, selon le type de presse employé. Dans le passé, les émissions provenant de la presse n'étaient pas limitées; on se contentait de rejeter l'air à l'extérieur au moyen de puissants ventilateurs d'extraction. Les polluants provenant du pressage sont surtout de type NO_x , CO, particules et COV (formaldéhyde et phénols). La nature et la quantité de ces polluants varient en fonction de l'essence du bois, du type de résine et de la quantité utilisée, de la température et du temps de pressage, ainsi que du régime de production. Les COV

et le formaldéhyde représentent la majeure partie des polluants produits au pressage et sont généralement reliés au type de bois et de résine utilisés. Il est possible de réduire les émissions en changeant le type de résine, mais ceci peut avoir un effet négatif sur le produit, si bien que c'est rarement une solution pratique.

L'adoption récente d'une législation plus stricte sur la protection de l'environnement (Clean Air Act, 1991) et les règlements à venir sur les émissions vont éliminer à tout jamais le rejet illimité dans l'atmosphère des émissions de pressage.

Au cours de ces dernières années, on a vu l'installation d'enceintes partielles ou complètes autour de la presse, destinées à contenir et à capter les émissions pour les traiter par la suite. Le débit d'air des systèmes d'extraction au pressage est de l'ordre de 1700 à 3400 m^3 par minute (60 000 à 120 000 pi^3 par minute). L'extraction est assurée par de grands ventilateurs qui envoient l'air vers le système de traitement. Le système de traitement peut être de type RTO, RCO ou WESP, et le choix de la meilleure technique dépend de la quantité et des caractéristiques précises des polluants, ainsi que du coût de l'investissement nécessaire. Certains fabricants de presse offrent et installent depuis quelque temps un système qui utilise l'air extrait de la presse comme air de combustion dans la centrale thermique, ce qui permet d'incinérer les COV et autres polluants. Les gaz de combustion de la centrale sont mélangés à de l'air frais dans les séchoirs et nettoyés à la sortie des séchoirs grâce à un système approprié. Ce genre d'installation convient surtout aux presses en continu, qui produisent des polluants de façon régulière, et pour lesquelles le volume d'air extrait est relativement faible.

La biofiltration est une autre technique prometteuse pour le nettoyage des émissions à la presse.

3.4 *Finition secondaire*

Par finition secondaire, on entend toutes les opérations reliées à la finition et à l'emballage des produits une fois qu'ils ont quitté la presse, c'est-à-dire la découpe des panneaux, le ponçage, le rainurage, le marquage et la protection contre l'humidité. À ce stade, les principales émissions sont des poussières et des COV. En ce qui concerne les poussières, elles proviennent surtout des scies de découpe et du ponçage; on les capte et on les traite au moyen d'un système ordinaire de dépoussiérage. Quant aux COV, ils proviennent plutôt de l'enduit hydrofuge appliqué aux chants des panneaux, de la hotte à peinture et, dans une moindre mesure, du ponçage. Les COV résultant de ces opérations sont ordinairement de nature fugitive et l'on minimise leur concentration sur les lieux de travail au moyen d'enceintes, de ventilation et de détails de conception.

3.5 *Systèmes d'énergie thermique*

La centrale thermique sert ordinairement à chauffer l'huile pour la presse et, dans certains cas, l'air destiné aux séchoirs. Elle utilise le plus souvent des résidus de bois comme combustible primaire et le gaz naturel ou le mazout comme combustible de secours. Les produits de combustion sont ceux que l'on trouve habituellement dans la combustion de combustibles fossiles : bioxyde de soufre (SO_2), NO_x, poussières, CO. Pour réduire les émissions du système d'énergie, on tend à faire appel à des techniques plus traditionnelles, telles que multicyclones, ESP, WESP, dépoussiéreurs à manches et, à l'occasion, systèmes de lavage. Pour minimiser la formation de NO_x , on a également eu recours à des brûleurs spécialement conçus à cette fin.

4. MEILLEURE TECHNOLOGIE DE PROTECTION DISPONIBLE

On utilise actuellement dans l'industrie du panneau de bois un certain nombre de techniques d'extraction différentes. Certaines d'entre elles existent depuis de nombreuses années, alors que d'autres n'ont fait leur apparition que récemment, à la faveur des mesures plus contraignantes en matière d'environnement.

Comme on l'a vu précédemment, la nature et la quantité des émissions peuvent varier en fonction d'un certain nombre de facteurs; il convient donc de choisir soigneusement l'équipement de protection environnementale de manière à obtenir pour chacune des sources l'élimination la plus efficace possible des polluants. Nous traiterons plus particulièrement dans ce document des techniques courantes suivantes :

- Cyclones primaires et secondaires;
- Dépoussiérage par voie humide;
- Dépoussiéreurs électrostatiques secs (ESP);
- Dépoussiéreurs à manches;
- Dépoussiéreurs électrostatiques par voie humide (WESP);
- Lits de filtration électrostatique;
- Oxydation thermique régénératrice (RTO);
- Oxydation catalytique régénératrice (RCO);
- Biofiltration;
- Séchoir à bande;
- Gazéification en circuit fermé;
- Systèmes de lavage.

Le tableau 4 à la page suivante résume dans quelles conditions ces diverses techniques sont utilisées pour prévenir, réduire ou extraire les différents types de polluants que l'on retrouve dans les usines de panneaux.

4.1 *Cyclones primaires et secondaires*

La technologie des cyclones existe depuis de nombreuses années. On fait appel aux cyclones primaires et secondaires à la sortie des séchoirs pour séparer l'air des particules de bois sèches, puis pour extraire les poussières subsistant dans l'air avant de le rejeter dans l'atmosphère. On utilise aussi couramment les cyclones lorsque l'on n'essaie de capter que les poussières; en effet, les cyclones ne sont d'aucune utilité pour les émissions gazeuses : NO_x, SO_2 , CO, ou COV. Il s'ensuit donc que, dans les conditions actuelles, les cyclones ne sauraient être employés seuls. Il faut donc leur adjoindre d'autres systèmes de protection de l'environnement, conçus pour répondre aux exigences en matière d'émissions.

4.2 *Dépoussiérage par voie humide*

Le principe du dépoussiérage par voie humide est très semblable à celui des cyclones, à ceci près que l'on ajoute de l'eau pour mieux capter les poussières. L'action centrifuge du collecteur extrait l'eau et les poussières. Ce genre de système capte très efficacement les poussières, mais son emploi dans les climats froids pose des problèmes et augmente le volume d'eau qu'il faut traiter.

Tableau 4
Sommaire des techniques de protection de l'environnement

	Capacité d'extraction						COV		Expérience pratique			Coûts typiques	
	SO_2	No_x	CO	PM	PM1O	COV	HCOH	Phénols	Fournisseurs (3 ou plus)	Expérience industrielle	Expéri-mental	Investis-sement $/1000 pi^2	Coût d'exploita-tion
1. Cyclones primaires et secondaires				E	A				Oui	Oui		0,75	F
2. Dépoussiérage par voie humide				E	B	L	L	L	Oui	Oui		1	F
3. ESP				E	E	L	L	L	Oui	Oui		4	M
4. Dépoussiéreurs à manches				E	B	L	L	L	Oui	Oui		3	F
5. WESP				E	B	B	B	B	Oui	Oui		4,5	M
6. Lits de filtration électrostatique				E	B	B	B	B	Non	Oui		5	M
7. RTO			B	F	A	E	E	E	Oui	Oui		6	É
8. RCO			B	F	A	E	E	E	Oui		Oui	6,5	É
9. Biofiltration				B	B	B	B	B	Non		Oui	5,5	F
10. Systèmes de lavage	E	L	L	B	A	A	A	A	Oui	Oui		3	M

F = Faible
M = Moyen
É = Élevé

E = Excellente
B = Bonne
A = Acceptable
L = Limitée

Source: NGM International, 1998

4.3 *Dépoussiéreurs électrostatiques secs*

On considère normalement les dépoussiéreurs électrostatiques à sec (ou systèmes ESP) comme des systèmes de protection contre les poussières. Ordinairement, un fil électrifié sert à charger les particules qui sont alors attirées par des plaques collectrices; un dispositif de secouage détache les particules des plaques. Les systèmes ESP assurent très efficacement la captage des poussières et ils peuvent capter les COV présents sous formes d'aérosol. Cependant, étant donné la nature résineuse des particules et des COV dans les gaz sortant des séchoirs, les plaques collectrices s'encrassent rapidement, ce qui nécessite que l'on arrête le collecteur pour le nettoyer. En conséquence, on évite généralement de les employer pour les gaz provenant des séchoirs. On s'en sert plutôt pour lutter contre les émissions provenant des systèmes d'énergie, là où il n'y a pas de COV et où les poussières et les gaz sont à l'état sec.

4.4 *Dépoussiéreurs à manches*

Interchangeables avec les systèmes ESP, les dépoussiéreurs à manches se limitent à l'extraction des poussières; on les utilise particulièrement quand il n'y a pas de COV. Le gaz traverse une série de sacs d'aramide qui retiennent les particules solides. Un système d'air pulsé ou un contre-courant permet de retirer les poussières des sacs. Le coût d'exploitation des dépoussiéreurs à manches est plus faible que celui des systèmes ESP, mais ils sont moins efficaces pour l'extraction des particules fines; en effet, le pouvoir de rétention des manches est limité par la maille du filtre, alors que le système ESP donne une charge à toutes les particules. Comme les systèmes ESP, les dépoussiéreurs à manches ne peuvent être utilisés avec les gaz humides ou résineux, qui encrasseraient les filtres. On ne les emploie qu'avec les gaz secs. Il faut remplacer périodiquement les filtres.

4.5 *Dépoussiéreurs électrostatiques par voie humide*

On utilise depuis quelques années les dépoussiéreurs électrostatiques humides (ou systèmes WESP), pour l'extraction des particules et des hydrocarbures (ou COV) condensables.

Le système utilise une électrode d'ionisation à haute intensité pour attirer les particules chargées. L'eau sert à saturer et à entraîner les hydrocarbures condensables, ainsi qu'à laver la surface collectrice. Les systèmes WESP sont très efficaces pour l'extraction des poussières et des COV condensables. Comme on l'a vu plus haut, les COV se condensent le plus souvent en un aérosol très fin, si bien qu'il est possible de les capter efficacement avec un système électrostatique. D'un autre côté, les dépoussiéreurs électrostatiques humides augmentent le volume d'eau à traiter et leur emploi dans les régions nordiques peut s'avérer délicat.

Les dépoussiéreurs électrostatiques humides et les lits de filtration électrostatique (voir ci-dessous) vont continuer à être les techniques de choix dans l'industrie pour le traitement des gaz provenant des séchoirs. Certains systèmes récents, comme le système « E-tube » de GeoEnergy vont assurer la domination de ce type de dépoussiéreur; ce dernier représente un perfectionnement du système WESP grâce à une électrode d'ionisation qui prend la forme d'un mât suspendu muni de disques électrodes dans un tube de captage; le champ électrostatique ainsi obtenu peut être le double de ce que l'on obtient avec la configuration originale d'un fil dans un tube, ce qui permet d'augmenter l'efficacité de l'appareil et d'en diminuer les dimensions.

4.6 *Lits de filtration électrostatique*

Les lits de filtration électrostatiques (ou systèmes EFB) sont plus connus sous le nom de filtres à gravier électrostatiques; ils constituent une technique reconnue pour l'extraction des particules solides et des COV condensables. Spécialement conçus pour les gaz difficiles à traiter en provenance des séchoirs, les systèmes EFB font appel à un procédé breveté, créé par les chercheurs du MIT dans les années 70; ils sont maintenant en usage courant dans l'industrie du panneau composites.

Les filtres à gravier électrostatiques reposent sur le principe d'une charge électrostatique appliquée au lit de gravier, qui attire les poussières et les aérosols de COV. Le gravier est retiré continuellement du lit et débarrassé des polluants qu'il a recueillis, puis il est réintroduit dans le lit et les polluants sont récupérés sous forme solide et évacués. Étant donnée la très grande surface de contact du gravier, le système présente un important pouvoir de fixation. De plus, comme le procédé fonctionne à sec, et grâce à la méthode spéciale utilisée pour le nettoyage du gravier, le système s'encrasse rarement. Le système fonctionne sans eau et se prête bien aux climats froids. Une dizaines de systèmes EFB ont été installés au Canada sur des séchoirs et des centrales thermiques et ils fonctionnent très bien.

4.7 *Oxydation thermique régénératrice*

L'oxydation thermique régénératrice (ou système RTO) existe depuis de nombreuses années, mais c'est seulement récemment qu'elle a été adaptée à l'industrie du bois. On a récemment installé des RTO à la sortie de séchoirs et sur des enceintes de presse pour détruire COV, CO et particules organiques. Les systèmes RTO détruisent ces émissions par oxydation thermique; les gaz d'évacuation du séchoir ou de la presse sont envoyés vers le RTO, où ils sont incinérés à une température de l'ordre de 800 °C (1470 °F). Pour rendre le système plus efficace, on utilise un lit de céramique pour préchauffer l'air d'arrivée avant la combustion. Le procédé détruit très efficacement les COV, les particules organiques et, dans une certaine mesure, le CO. Par contre, il n'élimine pas les particules inorganiques et peut produire un peu de NO_X à cause de la combustion du gaz naturel nécessaire à l'obtention des températures désirées. Les systèmes RTO sont d'exploitation assez coûteuse et exigent une source de combustible fossile. Les particules inorganiques peuvent entraîner l'encrassement du lit; en effet, le système fonctionne à des températures proches du point de fusion de ces particules qui risquent alors d'adhérer de façon permanente au lit de céramique et le rendre inopérant. Il convient d'effectuer des brûlages intermittents pour nettoyer le lit et limiter les chutes de pression. Il peut s'avérer nécessaire d'installer un système d'extraction des particules inorganiques en amont du RTO.

À l'avenir, les RTO seront dotés de caractéristiques nouvelles qui réduiront les problèmes d'encrassement par les particules inorganiques. On verra aussi une amélioration de leur système de combustion, de façon à réduire les émissions de NO_X. On utilisera vraisemblablement des concentrateurs pour réduire le volume d'air contaminé à traiter.

4.8 *Oxydation catalytique régénératrice*

Les systèmes d'oxydation catalytique régénératrice (ou systèmes RCO) fonctionnent sur le même principe que les RTO, sauf qu'ils font appel à un catalyseur pour oxyder les COV. Ils fonctionnent à température plus basse (300 - 400 °C / 570 - 750 °F) ce qui permet de réaliser des économies sur la combustion de gaz naturel. Ils sont aussi efficaces que les RTO, mais ils produisent moins de NO_X du fait qu'ils consomment moins de gaz. Avec le temps, cependant, le catalyseur perd de son efficacité et il est possible que les frais d'entretien plus élevés et l'important coût de remplacement du catalyseur annulent les autres avantages du système par rapport au RTO. Il peut aussi s'avérer nécessaire d'extraire les particules inorganiques en amont du RCO pour atteindre le niveau d'émissions permis et pour éviter l'encrassement du lit de céramique. Jusqu'à présent, seulement trois systèmes RCO semblent actifs aux États-Unis et il n'y en a aucun au Canada.

4.9 *Réduction catalytique sélective*

Le système de réduction catalytique sélective (ou système SCR) a été conçu pour détruire les oxydes d'azote (NO_X) dans diverses applications industrielles. C'est une technique très efficace, capable de détruire jusqu'à 95 p. 100 des oxydes d'azote présents. Le catalyseur choisi pour convertir les NO_X en azote et en eau a été spécialement conçu pour fonctionner entre 290 et 590 °C (550 et 1100 °F).

4.10 *Biofiltration*

La biofiltration est une technique récente que l'on utilise pour capter et détruire les particules et les COV. Généralement préférable aux systèmes RTO et RCO pour le traitement des émissions provenant du pressage, la biofiltration offre une solution de remplacement. Les organismes mésophiliques qu'elle emploie détruisent facilement les COV facilement dégradables, tels que formaldéhyde, phénols, urée, méthanol, éthanol ou même pinènes, limonènes, camphènes, isocyanates et cétones. La méthode de biofiltration n'a pas besoin de gaz naturel pour pyrolyser les COV, ce qui lui donne un avantage substantiel sur le RTO et le RCO. Puisque aucun gaz natureln'est consommé, le système ne produit aucune émission supplémentaire de No_x .

On envoie les gaz provenant de la presse vers le système de biofiltration, où l'on commence par les arroser pour les refroidir et en retirer les particules solides. Les gaz passent ensuite au travers de lits de filtration qui renferment les micro-organismes; ces derniers captent les COV et le résidu particulaire et les dégradent. Le processus de dégradation est aérobique et total. Les composés résultants sont du bioxyde de carbone, de l'eau, des sels minéraux et de la biomasse. On a expérimenté avec divers types de lits de filtration (écorces, rabotures, copeaux de bois), mais le meilleur filtre semble être le charbon activé. Il est plus coûteux, mais il donne un lit qui résiste plus longtemps à la compaction. La température du lit doit demeurer relativement constante pour éviter d'endommager les micro-organismes et pour qu'il fonctionne avec un maximum d'efficacité. Les lits de filtration exigent une assez grande surface.

Cette méthode a fait l'objet d'un certain nombre de travaux expérimentaux et il existe une usine d'OSB au Michigan qui l'utilise pour traiter les gaz provenant de la presse. La méthode devrait s'imposer progressivement, à mesure que la technologie continue à évoluer et qu'elle se fait plus efficace et plus fiable.

4.11 *Adsorption par concentrateur rotatif*

Le système d'adsorption par concentrateur rotatif (ou système RCA) utilise des lits rotatifs de zéolithe ou de charbon actif pour capter les COV avant que l'air ainsi purifié soit rejeté dans l'atmosphère. Il augmente ainsi le pouvoir calorifique des gaz chargés de COV et réduit la consommation du système d'oxydation en augmentant la concentration en COV du gaz qui entre dans le système. Les gains réalisés varient selon la nature des émissions et les conditions de fonctionnement.

4.12 *Séchoir à bandes*

Le séchoir à bandes est une technique relativement récente dans l'industrie canadienne du panneau, puisque la première installation a eu lieu en 1992. Depuis lors, un certain nombre de séchoirs de ce type ont été mis en route.

Comme son nom l'indique, le séchoir à bandes se compose d'une série de convoyeurs à bande fermés dans lesquels circule un courant d'air qui sèche les lamelles de bois. Ce n'est pas un système de traitement des émissions, mais un procédé plus perfectionné de séchage qui permet de réduire les émissions, et donc de prévenir la pollution. Ce type de séchoir remplace les séchoirs à tambour rotatifs et se prête particulièrement bien au séchage de lamelles longues, comme celles qu'utilise l'OSB. Il présente aussi l'avantage de produire des lamelles de meilleure qualité en éliminant le brassage auquel elles sont soumises dans les séchoirs rotatifs ordinaires.

Du point de vue environnemental, le séchoir à bandes offre plusieurs avantages sur le séchoir rotatif. On sait depuis longtemps que le séchage à température plus basse permet de réduire la concentration de certains polluants dans les gaz de sortie, surtout en ce qui concerne les COV. À température plus basse, la quantité de COV émise par le bois est plus faible. Alors que les séchoirs à

tambour fonctionnent à 400 °C (750 °F) ou plus, la température des séchoirs à bandes est ordinairement de l'ordre de 200 °C (400 °F).

À la différence des séchoirs à tambour, les séchoirs à bandes permettent une plus grande souplesse de fonctionnement. Le séchage peut avoir lieu par étapes, à différentes vitesses d'avance et différentes températures. Des essais réalisés sur diverses essences indiquent que les COV ne sont pas émis à la même température pour toutes les essences; le pin jaune du sud, par exemple, libère l'essentiel de ses COV dans le premier tiers du cycle de séchage, alors que les essences feuillues nordiques le font dans le dernier tiers du cycle. Grâce à cette caractéristique, le concepteur peut appliquer des méthodes supplémentaires de traitement des émissions à certaines phases précises du cycle de séchage et ne traiter qu'un volume d'air considérablement réduit. Dans un cas idéal, on pourrait utiliser l'air provenant de la phase à haute concentration en COV comme air de combustion pour la centrale thermique et pyrolyser ainsi les COV. Si cette solution s'avère irréalisable, on peut avoir recours à d'autres méthodes, comme le RTO. Puisqu'une partie seulement du volume total d'air provenant du séchoir doit être débarrassée de COV, on peut réduire la taille de l'équipement. Les autres phases du séchage n'exigent qu'un traitement mineur pour l'élimination des poussières.

Le séchoir à bandes présente aussi l'avantage de réduire la production de poussières parce que les lamelles sont manipulées plus doucement. C'est une technique qui offre un potentiel très intéressant à l'industrie, mais, comme pour toute technique nouvelle, il reste encore quelques problèmes à régler. Les séchoirs à bandes exigent un entretien plus suivi que les séchoirs à tambour. L'accumulation de fines sur les bandes demeure un problème; elle crée un danger d'incendie et exige un nettoyage hebdomadaire. Malgré tout, ces problèmes sont actuellement en voie d'évaluation et les prochaines versions de convoyeur à bandes devraient leur apporter des solutions.

4.13 *Gazéification en circuit fermé*

Les systèmes en circuit fermé sont généralement destinés au traitement de l'air de séchage dans la plupart des usines. Ordinairement, l'air provenant des séchoirs est dirigé vers la centrale thermique où il sert d'air de combustion tout en permettant la pyrolyse des COV et des particules, ce qui limite les émissions. On a récemment installé deux types de système : un système de gazéification en circuit fermé, et un système de vapeur en circuit fermé.

Le système de vapeur en circuit fermé actuellement disponible est le système EcoDry de Swiss Combi. La centrale thermique brûle de la poussière de bois, du mazout ou du gaz, et un échangeur de chaleur gaz-gaz transfère l'énergie thermique au courant de gaz qui alimente le séchoir. Ce courant de gaz en circuit fermé est ensuite renvoyé du séchoir à l'échangeur de chaleur. On soutire alors environ un tiers du gaz provenant du séchoir, que l'on utilise comme air de combustion dans la centrale thermique. Les COV et les particules solides captées dans le séchoir sont pyrolysées à haute température.

La gazéification en circuit fermé est un système offert par Callidus Technologies. Originellement utilisé pour l'incinération de résidus et de boues toxiques, le système brûle des résidus de bois dans un four, dans une atmosphère pauvre en oxygène. Les gaz de combustion provenant du four passent ensuite dans une chambre de combustion secondaire dans laquelle on introduit un supplément d'air pour obtenir une combustion complète. Les gaz sont alors dirigés vers un échangeur de chaleur gaz-air, un serpentin pour le chauffage de l'huile, et un dépoussiéreur à manches avant d'être rejetés à l'extérieur. L'air frais est réchauffé dans l'échangeur gaz-air, et envoyé aux séchoirs rotatifs. L'air chaud provenant des séchoirs, maintenant chargé de COV et de particules, est alors envoyé à l'entrée du four et de la chambre de combustion secondaire où il fait office d'air de combustion. Ceci complète la boucle. Compte tenu des températures et de la durée de séjour dans le four et la chambre de combustion secondaire, les particules organiques et les COV sont totalement incinérés.

Avec cette technique de combustion en circuit fermé, les gaz d'évacuation qui traversent les dépoussiéreurs à manches ne contiennent plus que des particules inorganiques.

Un seul système de ce genre a jusqu'à présent été installé dans une usine d'OSB du sud des États-Unis. Il semblerait qu'il fonctionne comme prévu.

4.14 *Systèmes de lavage*

On emploie les systèmes de lavage dans de nombreuses industries pour réduire les émissions de SO_2, d'hydrocarbures condensables et de particules. Lorsqu'on veut retenir le SO_2, on fait normalement intervenir un réactif. L'air d'évacuation des séchoirs circule dans une tour de ruissellement où le gaz se refroidit jusqu'au point de saturation adiabatique, ce qui permet aux hydrocarbures de se condenser. Les particules se trouvent retenues par les fines gouttelettes d'eau du système de ruissellement. À son arrivée au bas de la tour, l'eau est renvoyée en haut, mais on en soutire une petite quantité à partir du bassin et l'on en extrait les hydrocarbures condensés et les particules. Un dévésiculeur empêche la vapeur d'eau de s'échapper vers l'extérieur. Selon la situation géographique de l'usine, il peut être nécessaire de réchauffer les gaz évacués pour réduire l'opacité du panache et éviter toute inversion du panache. Les systèmes de lavage extraient avec beaucoup d'efficacité les particules et, dans une certaine mesure, les hydrocarbures condensables. Cependant, les hydrocarbures condensés prennent généralement la forme d'aérosols très fins, ce qui rend leur extraction par le système de lavage très difficile. Ces dernières années, les systèmes de lavage ont souvent cédé la place à des systèmes de type WESP ou EFB, qui retiennent plus efficacement les composés condensables. Les systèmes de lavage entraînent le traitement d'un volume supplémentaire d'eau et il peut être nécessaire de les protéger du gel dans les climats plus froids.

Votre opinion compte!

Afin de mieux vous servir, nous aimerions savoir ce que vous pensez de la Carte routière technologique pour les panneaux dérivés du bois.

Veuillez évaluer les éléments qui suivent en cochant la réponse appropriée.

	Insatisfaisant	Passable	Bon	Excellent
• l'exhaustivité de l'information fournie	○	○	○	○
• l'exactitude de l'analyse	○	○	○	○
• l'objectivité du rapport	○	○	○	○
• la validité des conclusions	○	○	○	○
• l'utilité du rapport dans son ensemble	○	○	○	○

Observations :

_____

_____

_____

_____

Veuillez indiquer dans quelle catégorie vous vous classez :

- ○ Entreprise du secteur forestier
- ○ Établissement d'enseignement
- ○ Organisme gouvernemental
  - ○ Fédéral
  - ○ Provincial
  - ○ Municipal
- ○ Organisme de recherche
- ○ Consultant dans l'industrie
- ○ Association industrielle
- ○ Autre _____

Veuillez retourner ce formulaire par télécopieur à la
Direction générale des industries forestières et des matériaux de construction
au : (613) 941-8048

MERCI DE VOTRE COLLABORATION

LKC
HD9764 .C32 W614 1998
Panneaux derives du bois :
rapport special

DATE DUE
DATE DE RETOUR

CARR McLEAN 38-296

INDUSTRY CANADA / INDUSTRIE CANADA
201235