PJS 90

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
OTTAWA CANADA

UNE ÉTUDE DE L'INDUSTRIE DU BOIS DE PARTICULES

TS
875
.C214

A V A N T - P R O P O S

Le présent rapport à pour objet de faire mieux connaître l'industrie des agglomérés de bois, ou bois de particules, de fournir des détails quant à la situation passée, présente et future dans ce domaine et de donner des renseignements fondamentaux aux personnes qui pourraient envisager de se tailler une place dans cette industrie.

Division des produits de construction,
Direction des produits du bois.

D É F I N I T I O N

L'aggloméré de bois se présente sous forme de panneau de dimensions définies qui est constitué de particules de bois liées par une résine synthétique ou par autre liant. Sa fabrication se fait à partir de billes de bois ou d'autres pièces de bois que l'on coupe, broie, défibre, etc., aux fins d'en tirer des copeaux, rognures, éclats, etc., qui sont classés suivant leur dimension et séchés jusqu'à un degré uniforme d'humidité. On leur ajoute ensuite un liant, on donne à l'ensemble une forme aplatie et l'on compresse de façon que la densité soit uniforme, après quoi se produit la maturation dans des conditions déterminées de chaleur et de pression.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1.	Historique et progrès de l'industrie	1
2.	Procédé de fabrication	
	(a) Préparation du bois	3
	(b) Préparation des copeaux	4
	(c) Séchage	5
	(d) Mélange de la résine	6
	(e) Convoyeurs de copeaux	7
	(f) Réservoirs d'entreposage	7
	(g) Formation de la plaque	9
	(h) Presses	11
	(j) Finition des panneaux	12
	(k) Aide-mémoire à l'usage de ceux à qui on demande de résoudre des problèmes des usines d'agglomérés de bois	14
3.	Propriétés importantes des agglomérés	22
4.	Procédés de fabrication des agglomérés de bois	24
5.	Produits concurrentiels	30
6.	Utilisation du produit fini	33
7.	Résines	36
8.	Normes	39
9.	Données techniques sur le contrôle de la qualité	40
	(a) Hydrolyse	40
	(b) Conditionnement du panneau	40
	(c) Examples de densification	41

TABLE DES MATIÈRES

		Page
10.	Statistique de la production	45
11.	Commerce extérieur	47
12.	Avenir de l'industrie	49
13.	Conclusions	52
14.	Tableaux	

HISTORIQUE ET PROGRÈS DE L'INDUSTRIE

Au cours des dernières années 1930, des hommes de science allemands songèrent à fabriquer, à partir des déchets désintégrés du bois, un produit sous forme de panneau qui conserverait certaines propriétés du bois, mais non pas les inconvénients et les désavantages de la planche ordinaire. L'industrie a donc originé en Allemagne, où les fabricants de meubles commencèrent à utiliser leurs propres déchets de bois pour en faire des panneaux d'épaisseurs diverses. La première usine commerciale a commencé à fonctionner en 1941, en Allemagne. Peu de temps après d'autres usines ont pris naissance, sous forme d'exploitations intégrées à production "réservée" qui étaient situées à proximité des grandes usines de produits forestiers pour que les frais de transport et de manutention soient réduits au minimum et que toutes les opérations puissent faire l'objet d'une étroite surveillance.

Au début, le produit fut accepté comme un succédané convenable du bois scié durant les périodes de pénurie. Bientôt cependant l'aggloméré acquit une grande valeur par lui-même à cause des bénéfices possibles qui peuvent résulter de l'élimination presque complète du gaspillage de bois. Les usines à production réservée de nos jours suivent sensiblement les mêmes procédés: la capacité de production est établie en fonction du matériel brut disponible (nature et volume) et en fonction du genre et du volume d'agglomérés dont l'usine-mère à besoin pour la fabrication de ses produits principaux. L'une des plus grandes difficultés auxquelles l'usine à production réservée doit faire face est la

rareté des rebuts, laquelle pourrait rendre peu économique la fabrication de l'aggloméré, surtout lorsque la partie de la production de l'aggloméré absorbée dans la fabrication des produits utilisés comme tels réduit progressivement la quantité des résidus d'usine disponibles.

Graduellement les scieries, les ateliers de rabotage et d'autres entreprises, qui éprouvaient quelque difficulté à écouler leurs rebuts, ont établi des usines d'agglomérés, sans toutefois employer ce matériau pour la fabrication de leurs produits principaux. Devant la difficulté croissante de se procurer des résidus de bois, les usines intégrées sont peu à peu devenues indépendantes et ont commencé à utiliser des billes de bois pour en fabriquer de l'aggloméré, ou à la fois des billes de bois et des déchets de scieries.

La première usine aux Etats-Unis a été construite en 1948 et la première, au Canada, a commencé à produire au Nouveau-Brunswick en 1949. En raison des normes de qualité exigées par le consommateur, dans l'industrie du meuble en particulier, on a utilisé de plus en plus de billes car pour ces cas il fallait que l'usinage soit précis, ce qui était d'ailleurs possible.

PROCÉDÉ DE FABRICATION

Préparation du bois

A moins que le matériau brut ne soit constitué du rebut récupéré à la suite d'une opération antérieure, la matière ligneuse exige une certaine préparation. Dans la fabrication de l'aggloméré, ou bois de particules, on peut se servir du bois avec son écorce, mais, pour certaines raisons, on doit écorcer les rondins. Les particules d'écorce absorbent plus de résine que les copeaux, usent les couteaux des machines à copeaux plus rapidement et nuisent à l'apparence du produit fini. Dans la plupart des cas, il est prudent de soumettre le bois à un appareil détecteur de métal afin de ne pas risquer d'endommager les coûteuses machines à écorcer.

L'un des facteurs les plus importants dont il faut tenir compte est le degré d'humidité du bois car il influe énormément sur la qualité des copeaux. L'humidité doit dépasser le point de saturation des fibres pour donner les meilleurs résultats. La perte en sciure et en éclats de bois est alors moindre. D'autre part, si l'humidité est trop forte, les frais de séchage sont trop élevés.

Les modèles les plus courants d'écorceuses sont:

(1) le tambour où s'effectue l'écorçage par l'application de forces extérieures qui amènent la friction entre les billes,

(2) l'application d'une force rotative directement à la surface de la bille.

Préparation des copeaux

Au début, la fabrication de l'aggloméré était une façon plus rentable d'utiliser les copeaux de rebut que le combustible de qualité inférieure. Dès qu'on s'est rendu compte des possibilités de rendement de ce matériau, on a tenté d'obtenir des copeaux de dimensions déterminées. A ce stade, les propriétés auxquelles on s'intéressait davantage étaient la résistance à la flexion et les modules d'élasticité qui s'y rattachent. De façon générale (et dans certaines limites) la résistance du panneau augmente suivant la densité, le degré de finesse des copeaux, la longueur des copeaux, la densité décroissante du matériel brut et la quantité de résine absorbée. On a tôt fait de découvrir que les copeaux préparés offraient, à densité moindre et à plus faible teneur en résine, la même résistance que les copeaux de raboteuse et les autres rebuts de bois.

Une fois reconnue la supériorité des copeaux préparés, on a commencé à fabriquer des panneaux en couches multiples, dont chaque couche était faite de copeaux soigneusement choisis. Ce procédé donne des panneaux à surfaces lisses et dures, d'une densité plus grande que celle des couches intercalaires, ce qui permet d'obtenir à meilleur compte des panneaux dont les propriétés des surfaces et les caractéristiques mécaniques sont satisfaisantes.

Les machines à copeaux se divisent en quatre classes principales:

1. Machines à copeaux pour couches de surface ou couches intercalaires qui sont fabriqués avec un matériau de

la meilleure qualité. Avec ces machines, il est possible de déterminer l'épaisseur et la longueur des copeaux.

2. Machines à copeaux plus grossiers provenant d'une matière de qualité inférieure. On en fait des couches intercalaires. Dans ce cas, on ne peut déterminer que l'épaisseur des copeaux.
3. Déchiqueteurs produisant des copeaux à partir de rebuts de qualité inférieure, de formes et de genres divers.
4. Broyeurs de rognures (réduction de la largeur) provenant d'ateliers de rabotage, de copeaux préparés de la classe nº 1.

Séchage

Il importe que le séchoir donne la chaleur appropriée et que les copeaux y séjournent suffisamment si l'on veut obtenir l'évaporation requise. Si la matière solide demeure exposée à l'air sous une température et une humidité déterminées, elle acquiert une certaine teneur en eau connue sous le nom de teneur moyenne en humidité pour les conditions données. L'humidité moyenne d'un matériau fibreux comme le bois est fortement influencée par les variations de l'air ambiant. L'humidité et la température de l'air, à la sortie du séchoir, déterminent la teneur moyenne en humidité des copeaux, à la sortie du séchoir. Etant donné que le degré de dessication diminue à mesure qu'on se rapproche de la moyenne, les séchoirs commerciaux donnent habituellement une teneur finale en eau supérieure à la moyenne. Il existe une grande variété de séchoirs sur le marché, les plus connus étant

(i) les cylindres sécheurs à rotation

(ii) les séchoirs à suspension (circulation verticale d'air à travers des grilles)

(iii) les séchoirs tubulaires de contact.

Les séchoirs peuvent être chauffés indirectement à la vapeur ou à l'eau chaude ou directement au gaz ou au mazout. La méthode indirecte réduit le risque d'incendie mais également le rendement thermique. Certains séchoirs ont une double fonction: la réduction de l'humidité et la sélection des copeaux par grosseur. Les facteurs importants à considérer dans le choix d'un séchoir sont: les dimensions du matériau brut, l'uniformité requise de la teneur en eau, la consommation d'énergie, le rendement thermique, les conditions de sécurité, les dommages aux matériaux, l'adaptabilité à l'agencement général de l'usine, ainsi que les sources disponibles d'énergie et de chaleur.

Mélange de la résine

Souvent le coût de la résine représente plus de 30 p. cent du coût de fabrication. Il est donc de la plus haute importance de disposer de bons appareils de mélange. Puisque le mélange dépend surtout de l'alimentation correctement proportionnée en copeaux et en résine, il est bon de résumer ici les méthodes utilisées pour garder un juste équilibre.

L'une de ces méthodes consiste à amener les copeaux à l'aide d'un dispositif de pesée à courroie muni d'appareils à impulsions qui règlent le débit de la pompe à résine. Une seconde méthode consiste à régler le débit de résine à l'aide

d'une pesée à courroie qui détermine le débit de copeaux contenus dans un réservoir. Une troisième méthode fait intervenir une machine à peser le mélange qui fait déverser une quantité donnée de résine pour une quantité donnée de copeaux. Le mélangeur de copeaux et de résine consiste essentiellement en un genre de réservoir longitudinal qui comporte, au centre, un arbre armé de bras mélangeurs qui basculent les copeaux pendant que la résine liquide (atomisée par air comprimé ou par force centrifuge) est pulvérisée sur les copeaux. Les copeaux enduits de résine passent habituellement du mélangeur à un convoyeur pour l'opération suivante. Il est à remarquer que ces machines, en plus de leur qualité de bons mélangeurs, doivent être montées de façon à en faciliter le nettoyage.

Convoyeurs de copeaux

Le transport des copeaux à l'intérieur de l'usine se fait surtout par convoyeurs mécaniques ou pneumatiques. Les transporteurs mécaniques peuvent être soit du type à courroie qui porte des lames de râclage, soit divers modèles de convoyeurs à vis sans fin. Le convoyeur pneumatique (air pulsé ou air aspiré) fonctionne à haute ou à basse pression, cette dernière étant le plus couramment utilisée.

Réservoirs d'entreposage

On emploie des réservoirs d'entreposage d'une opération à l'autre pour contrôler le débit des matériaux, soit en un flot continu ou par lots. Le réservoir d'entreposage doit assurer un écoulement continu lorsque la densité de la charge demeure uniforme;

toutefois, on doit pouvoir régler le débit suivant les variations dans la densité de charge. Là où la chose est possible, ce genre de réservoir est placé en des points élevés, ce qui présente le double avantage de réduire la surface requise et d'employer la gravité pour l'alimentation des machines. Le choix du réservoir doit être fondé sur une connaissance approfondie du matériau employé, parce que la nature des copeaux influe grandement sur le mécanisme de décharge. Habituellement, le réservoir décharge le matériau en quantités mesurées en fonction de la capacité de la machine qu'il alimente.

Dans l'industrie de l'aggloméré, le réservoir d'entreposage joue le rôle de tampon entre deux étapes de production, de sorte que le dérangement d'une machine donnée ne paralyse pas le reste des opérations, à moins évidemment que la panne ne se prolonge jusqu'à ce que la réserve-tampon de matériaux ne soit épuisée. La réduction des frais de main-d'oeuvre est un autre avantage. Si les réservoirs ont une capacité du double ou du triple de celle du reste des installations, on peut, pendant un poste, préparer suffisamment de copeaux pour deux ou trois postes.

Certaines entreprises sont équipées de plusieurs réservoirs d'entreposage, chacun contenant une catégorie différente de copeaux, ce qui leur permet soit de fabriquer une grande variété de panneaux, soit de modifier la composition du mélange, en recourant à un réservoir plutôt qu'à un autre.

Formation de la plaque

La préparation pour la compression d'un tapis constamment uniforme de copeaux enduits de résine constitue l'opération vitale dans la fabrication de l'aggloméré. Un manque d'uniformité dans la répartition des copeaux amènera des variations dans la densité et dans les propriétés physiques de la plaque. Ces variations peuvent s'aggraver davantage à la compression et lors de la maturation. C'est à cause de cette importance primordiale d'une répartition uniforme qu'il a fallu établir des limites pratiques à la dimension des copeaux. Les copeaux plus gros assurent effectivement de meilleures propriétés mécaniques, mais il n'est pas possible de les répartir assez uniformément. La plupart des tables de fabrication fonctionnent sans arrêt et laissent tomber un tapis de copeaux sur une courroie ou sur une série de supports contigus. On obtient le même résultat avec une machine qui se déplace au-dessus de courroies fixes ou de supports à laminer. Dans les usines plus petites, on produit des panneaux à couches multiples sur une ou deux tables en faisant déplacer les supports à laminer sous les épandeuses dans une direction, puis en direction inverse, après quoi on revient à la direction première et introduit la plaque dans les presses.

Dans le cas des panneaux à couches multiples, on utilise habituellement un système d'alimentation à débits multiples, chaque débit alimentant une table de fabrication différente. Les couches de copeaux sont ensuite déposées sur

la courroie ou sur des supports à laminer dans l'ordre suivant: surface - intercalaire - intercalaire - surface. Le matériau est placé sur une ou plusieurs courroies à l'intérieur de la machine et des rouleaux niveleurs commandent la décharge d'après le volume. Certaines machines sont alimentées au moyen de rouleaux déchargeurs qui poussent les particules plus lourdes dans le sens de la rotation; on obtient ainsi un effet de gradation dans chaque couche. D'autres machines sont conçues pour ne recevoir qu'un seul débit de copeaux et pour classer les copeaux suivant leur dimension et leur poids avant de les déposer sur la table de fabrication.

L'une des méthodes consiste à faire passer les copeaux sur une série de tamis où les copeaux fins sont déplacés par vibration vers les extrémités pour être déposés en premier et en dernier lieu sur la table de fabrication. Selon une autre méthode, les copeaux tombent de chaque côté d'un mécanisme central de distribution d'air qui est conçu pour assurer un débit d'air uniforme. L'air soufflé horizontalement éloigne les plus fines particules tandis que les plus grosses tombent presque verticalement au centre de la plaque. De cette façon on obtient une couche graduée où les particules les plus fines sont à la surface tandis que les plus grosses sont au centre. Etant donné l'importance d'une parfaite constitution de la plaque, la plupart des systèmes à convoyeurs sont munis de dispositifs de pesée derrière la table de fabrication. Les plaques non conformes aux normes de poids sont mises de côté et le matériau est ramené au dispositif d'alimentation pour être utilisé à nouveau.

Presses

Dans le présent chapitre, il ne sera question que de presses plates. On traitera plus loin des systèmes à ruban sans fin et à refoulement.

Il existe plusieurs procédés de finition de l'aggloméré, mais la présente étude se limitera à ceux qui sont le plus couramment utilisés. La plupart du temps, on se sert d'une presse d'ébauche, habituellement une presse hydraulique à froid, à admission unique, dont les supports ont à peu près les mêmes dimensions que la courroie sans fin d'acier ou de caoutchouc, ou la plaque. Le pressage d'ébauche diminue l'épaisseur de la plaque, réduisant ainsi l'ouverture maximum requise à chaque espace libre de la presse principale. Le raffermissement de la plaque facilite le transport aux fins d'opérations subséquentes.

Lorsque la plaque est déposée en un ruban sans fin sur une courroie d'acier ou de caoutchouc, le pressage d'ébauche s'effectue en faisant passer la plaque entre des rouleaux compresseurs. Des tronçonneuses se déplaçant à la même vitesse que la plaque la coupent aux longueurs voulues, lesquelles sont recueillies par des convoyeurs rapides qui les apportent sur le chargeur de la presse principale. Certaines presses sont équipées de rebords qui affermissent le bord du plateau. La perte par ébarbage est ainsi réduite au minimum. Il existe diverses méthodes pour amener la plaque de la presse d'ébauche à la presse principale, suivant que celle-ci est à admission unique ou multiple: la plaque est déposée sur un support qui l'amène dans la presse ou bien le support est retiré juste à l'entrée

de la presse. Si la presse est à admission multiple, la plaque est placée (avec ou sans support) dans un chargeur comportant autant de tablettes que la presse principale aura d'entrées. Le chargeur rempli est poussé hydrauliquement dans la presse, y dépose les plaques, puis est retiré. Une fois les plaques pressées, elles sont placées sur un appareil à décharger et retirées de la presse principale. On peut fermer les entrées de la presse soit toutes d'un seul coup soit l'une après l'autre. Le cycle de la presse est coordonné de telle façon qu'une nouvelle charge attend toujours la sortie de la charge antérieure. Les tables de la presse sont habituellement chauffées soit à la vapeur, à l'eau chaude ou au mazout.

Finition des panneaux

A la sortie de la presse, les panneaux sont empilés et mis en réserve pendant un laps de temps variable, avant la dernière opération. Au cours de cette période, dite d'après-traitement, de vieillissement ou de conditionnement, il s'opère des changements physiques et chimiques dans les panneaux. Un équilibre s'établit entre l'humidité du panneau et celle de l'air ambiant. Etant donné que le refroidissement amène une perte d'humidité, si le degré d'humidité du panneau est égal ou inférieur à celui de l'air ambiant, il faudra laisser à l'aggloméré le temps d'absorber une humidité égale à celle de l'air ambiant. D'autre part, si la teneur en eau du panneau qui quitte la presse est légèrement supérieure à celle de l'air, la période de conditionnement devra être considérablement raccourcie. La plupart des usines sont équipées d'un dispositif de pesée qui

élimine les panneaux non conformes aux normes, et d'un détecteur de métal qui arrête le convoyeur lorsqu'un panneau contient une pièce de métal.

Les deux opérations mécaniques principales de la finition sont: le tronçonnage et le finissage de la surface. Le tronçonnage d'un panneau en mouvement se fait soit en assujetissant une scie à tronçonner au panneau même ou en laissant courir la scie à angle droit en travers du panneau, prenant soin de coordonner la vitesse de déplacement du panneau et l'angle de la scie de façon à obtenir des arêtes nettes.

Les trois genres de machines employées pour le finissage des panneaux sont: la raboteuse, la ponceuse à tambour ou à courroie. Le choix des appareils doit se faire en fonction des variations de l'épaisseur des panneaux bruts et de celle du fini requis. La raboteuse donne un fini de qualité inférieure mais est plus utile si les variations d'épaisseur sont importantes. La ponceuse à tambour sert surtout lorsque l'épaisseur des panneaux bruts est sensiblement uniforme et que le fini désiré n'est que de qualité moyenne. La ponceuse à large courroie donne un fini de qualité supérieure. On finit souvent les panneaux d'épaisseurs variables au moyen d'une ponceuse à tambour et à courroie. A mesure que le coût de la main-d'oeuvre montait, on a installé des chaînes de finition hautement mécanisées, où les scies et les ponceuses se combinent avec des girateurs, des convoyeurs et des empileuses automatiques.

Aide-mémoire à l'usage de ceux à qui on demande de résoudre les problèmes des usines d'agglomérés de bois et solutions des difficultés pouvant survenir durant les opérations sur presses à tables multiples

Cause	Rectification
Difficulté: soufflures ou boursouflures	
Temps de compression trop court	(1) Allonger le cycle
Trop forte teneur en eau des particules	(2) Ne pas élever la température de la presse à chaud afin d'écourter la période de compression, à moins que la teneur en humidité de la plaque ne soit soigneusement contrôlée.
	(3) Réglage de la sécherie en dérangement.
	(4) Mauvais traitement de la résine.
	(5) Retirer de la résine suffisamment d'eau pour rétablir un degré d'humidité correct.
	(6) Employer une résine plus solide.
Humidité inégale (poches humides)	(7) Des boules de cire résineuse et de copeaux sont passées du mélangeur à la plaque, ce qui a élevé le degré d'humidité en certains points. Nettoyer le mélangeur plus souvent. Enlever le surplus de sciure de bois pour en empêcher l'accumulation dans le mélangeur.
Température trop élevée de la presse	(8) Abaisser la température. 290° à 300° F. suffisent dans presque toutes les opérations.

Cause	Rectification
Défectuosités dans la plaque	(9) Humidité inégale de la plaque causée par les boules de cire et de résine, par l'eau sur les supports ou sur la plaque. Arrosage inégal de la surface.
Table imbibée d'eau	(10) Vérifier la pression de la vapeur et les bouches de vapeur.

Difficulté: Pré-maturation (surface friable)

Mélange adhésif trop réactif	(11) Changer le catalyseur; employer une formule moins réactive.
	(12) Utiliser une résine moins réactive.
Temps d'immobilisation trop prolongé	(13) Préparer moins de solution à l'avance.
	(14) Ne pas laisser séjourner la plaque près de la presse plus longtemps que la durée normale du cycle.
Fermeture trop lente de la presse	(15) Augmenter la puissance de la pompe et le débit de l'huile au coulisseau.
	(16) Munir la presse d'un dispositif de fermeture simultanée.
Particules trop chaudes	(17) Garder les copeaux plus longtemps dans le silo.
	(18) Refroidir les copeaux à l'air avant le mélange.
Supports trop chauds	(19) Arroser les plaques afin d'abaisser plus rapidement la température du métal.
Presse trop chaude	(20) A 325° F. on aura plus de risques de pré-maturation qu'à 290° - 300° F.
Mauvais mélange	(21) Une déficience de résine donnera une agglomération pauvre. Les particules sembleront se détacher de la surface.

Cause	Rectification
	(22) Améliorer le mélange en recourant à un meilleur dispositif de vaporisation muni de pointeaux auto-nettoyants et installer un grand mélangeur à plus grande surface couverte aux fins de vaporisation. Tenir la résine à un degré constant de température et de viscosité.
Difficulté: Gauchissement	
Densité inégale	(23) Améliorer le matériel de formation des plaques.
	(24) Prolonger le délai entre le mélange et le formage. La viscosité en sera diminuée.
	(25) Empêcher le pontage des particules dans le réservoir de stabilisation de l'épandeuse.
Précipitation des particules dans la plaque	(26) La plaque doit être constituée de particules de dimensions moins variées.
	(27) La précipitation de la sciure de bois et des particules fines qui absorbent la résine produit des panneaux mal équilibrés.
Différences de température entre les tables de la presse	(28) Température inégale causée par un mauvais réglage des bouches de vapeur, des tables imbibées d'eau, ou une obstruction dans l'alimentation.
Surmaturation dans la presse à chaud	(29) Retirer les panneaux sitôt la presse ouverte.
	(30) Une chaleur excessive cause la dessication de la surface du panneau laissé dans la presse au-delà du temps nécessaire.
Mauvais conditionnement	(31) L'après-cuisson est importante en ce qu'elle permet la normalisation du degré d'humidité.

Cause	Rectification
	(32) Exposer à une humidification uniforme la surface du panneau jusqu'à obtention d'une teneur uniforme en eau.
Difficulté: Faible résistance du panneau	
Traitement inapproprié à la résine	(33) Déterminer la proportion de résine employée en vérifiant le poids du bois en fonction du traitement à la résine des solides.
	(34) Une proportion de résine inférieure à 6 p. 100 constitue l'une des causes du manque de résistance des panneaux.
	(35) Le test Kjeldahl à l'azote révèle la teneur en résine, mais il y faut du temps et un laboratoire à disposition.
Excès de cire	(36) Déterminer la quantité de cire employée en vérifiant le poids du bois en fonction de celui de la cire. La proportion ne doit pas être supérieure à 1 p. 100.
Maturation insuffisante	(37) Réactivité trop faible de la résine.
	(38) Le pH du bois ou de la cire influe sur le rythme de maturation.
	(39) Température trop basse. Vérifier la pression de la vapeur ou les "poches" de vapeur.
Densité trop faible	(40) Régler la machine à former les plaques.
	(41) Vérifier la précision du pèse-plaque (balance fixée à la table de fabrication).
	(42) Presser le guide d'épaisseur jusqu'aux crans d'arrêt.

Cause	Rectification
Mélange inapproprié	(43) Vérifier l'enrobage des particules suivant la coloration.
	(44) Augmenter le temps de séjour dans le mélangeur.
	(45) Vérifier la buse du jet en ce qui concerne la répartition, et le débit.
Réactivité lente de la résine	(46) La résine a été trop diluée. Vérifier le catalyseur. Voir 2-6, ci-dessus.
Humidité trop faible Humidité excessive	(47) L'humidité trop faible retarde la fermeture hermétique de la presse. Le centre du panneau ne recevant pas une chaleur suffisante, il s'y crée un bombement, indice de manque de cuisson.
	(48) Maintenir l'humidité appropriée en contrôlant soigneusement le traitement à la résine, à la cire et dans le séchoir.

Difficulté: Rebords faibles

Malformation de la plaque	(49) La pâte doit être distribuée uniformément sur la table de fabrication. Surlargeur suffisante pour permettre de rogner de façon satisfaisante.

Difficulté: Dépôts de résine

Le mélangeur a besoin de nettoyage	(50) Le "pontage" qui se produit dans le mélangeur est causé par des accumulations de sciure de bois et de résine dans les zones "inactives".
Pourcentage élevé de sciure de bois	(51) Il est difficile d'extirper la sciure qui adhère aux particules plus grosses par voie électrostatique.
	(52) La séparation à l'air permet d'éliminer la sciure.

Cause	Rectification
Difficulté: Centres mous	
Cuisson insuffisante Voir 2-6, 33-35, 46, 47.	(53) Maintenir une juste humidité, un traitement approprié à la résine, une chaleur égale dans la presse et un cycle bien réglé de maturation.
Difficulté: Panneau dense	
L'épandeuse doit être réglée	(54) Diminuer le poids en réduisant l'épaisseur de la plaque.
Imprécision de la balance	(55) Vérifier la précision de la balance à l'aide de poids approuvés.
Difficulté: Inégalité d'épaisseur	
Formation inégale de la plaque	(56) Régler les écrous-niveleurs.
	(57) Voir s'il y a "pontage" dans le réservoir.
	(58) Garder dans l'épandeuse juste assez de pâte pour alimenter la chaîne de supports et les rouleaux-niveleurs.
Gauchissement des tables de presse	(59) Les tables de presse minces gauchissent à la pression lorsque la densité des plateaux varie.
	(60) Il est recommandé d'utiliser des tables d'au moins 3 pouces d'épaisseur afin de corriger ce problème.
Débordement des copeaux au-dessus des crans d'arrêt	(61) L'espace libre entre le plateau et les crans d'arrêt doit être suffisant pour prévenir le débordement excessif au-dessus des crans d'arrêt.
	(62) La compression mécanique du bord du plateau diminue le débordement.

Cause	Rectification
Difficulté: panneaux cunéiformes	
Absence de rebords	(63) Certaines presses n'ont pas de dispositifs d'arrêt à chaque table. La malformation de la plaque et une température inégale font varier l'épaisseur du panneau.
Plaques inégales	(64) Machine à former mal ajustée.
Difficulté: Densité inégale	
Formation inégale de la plaque	(65) Surveiller et régler la machine à former.
Difficulté: Emanations excessives d'aldéhyde formique	
Ventilation insuffisante	(66) Munir le collecteur d'émanations d'un moteur plus puissant, prolonger le collecteur de sorte qu'il aspire les émanations dans l'usine.
Climat humide	(67) Rectifier l'humidité du bois au séchage ou employer une résine à moindre teneur en eau
Résine et (ou) catalyseur	(68) Se procurer une résine à plus faible teneur d'aldéhyde formique à l'état libre.
	(69) Employer un catalyseur réagissant à l'aldéhyde formique à l'état libre.
Humidité plus élevée que d'habitude	(70) Assécher le bois pour y diminuer la teneur en eau. Employer une résine plus solide.
Problèmes: Dentelures	
Appareils défectueux	(71) Tenir les supports propres, lisses et cirés.
	(72) La surface des tables doit être traitée de façon à empêcher l'adhésion de la plaque et débarrassée à l'aide d'un souffleur de tous copeaux entre les chargements.

Cause	Rectification
Densification de la surface du panneau	(73) Laisser la chaleur pénétrer au centre avant de fermer hermétiquement ou d'appliquer la pression maximum.
La chaleur ramollit le bois ce qui permet la stabilisation du panneau et l'écrasement des particules de surface. Le centre du panneau se réchauffant plus lentement, le compactage en est plus difficile; il en résulte une zone de vides plus nombreux, à densité plus faible.	(74) Utiliser la chaleur à haute fréquence en même temps que la vapeur.

PROPRIÉTÉS IMPORTANTES DE L'AGGLOMÉRÉ

Densité

La densité de l'aggloméré est importante en fonction du poids. Ainsi, les portes ne doivent pas être trop lourdes, sinon il y aurait danger que les vis et charnières ne tiennent pas.

Variations d'épaisseur

L'épaisseur doit être sensiblement uniforme pour fins de placage.

Usinage

Ce matériau doit être façonné avec soin, si l'on veut éviter l'usure excessive des outils et l'effritage des arêtes du panneau.

Tenue des vis (bord du panneau)

En général, les panneaux ont une surface dense et un centre poreux, de sorte que les vis tiennent surtout dans la partie superficielle.

Résistance à la tension appliquée perpendiculairement à la surface

Tendance qu'ont les placages (bois de surface) et les lamellés (arborite, formica et autres) à se détacher de l'aggloméré autour des vis et des goujons.

Déformations dues à l'humidité

Les variations de l'humidité ambiante peuvent faire gauchir le panneau et céder les joints.

Caractéristique de résonance

Importante pour les panneaux recouverts de placage ou de lamellé.

Gonflement par trempage

La cire ajoutée aux liants diminue la capacité d'absorption d'eau de l'aggloméré, caractéristique importante dans la fabrication des meubles, des murs de cuisine ou de salle de bain.

Module de flexion

Propriété importante en construction.

Avantage sur le bois

1. La variabilité de résistance à la traction de l'aggloméré est minime et on n'y rencontre aucun des défauts naturels du bois solide: gerçures, fendillements, noeuds, dépôts résineux.
2. Sa surface est lisse, et il est possible de déterminer la dureté de ce matériau.
3. Il est à l'épreuve des insectes, de la vermine et de la pourriture.
4. Les variations de la température et du degré d'humidité influent très peu sur les dimensions des panneaux.
5. Sa variabilité d'absorption sonore est minime.
6. Résistance au feu, à la transmission du son, aux pertes de chaleur et à l'électricité supérieure à celle du bois.

PROCÉDÉS DE FABRICATION DES AGGLOMÉRÉS DE BOIS

Un spécialiste européen très connu estime qu'il existe dans le monde environ 450 usines de bois de particules utilisant 40 procédés différents de fabrication. Bien que plusieurs de ces procédés aient les mêmes principes de base, les différences secondaires de fabrication et de rendement permettent aux ingénieurs en planification d'identifier leurs produits au moyen d'une désignation particulière. Les variations de procédé tiennent à plusieurs facteurs: type de matière première, de produit fini, capital investi, types de liants employés et autres. Chaque usine s'applique à répondre à la demande d'une catégorie particulière de clients.

Au début, les ingénieurs et les techniciens du bois chargés de la planification des premières usines d'agglomérés demandaient aux fonderies de couler les machines suivant leurs besoins et d'après leurs propres spécifications. Dès que les grandes fonderies (les producteurs de presse en particulier) eurent acquis quelque expérience dans la fabrication et l'installation de l'équipement des usines d'agglomérés, elles se mirent à dessiner et à installer des machines complètes, ce qui a donné naissance à plusieurs procédés nouveaux. Le succès de ces fabricants de matériel a été plus marqué dans les pays fortement industrialisés où il y avait abondance de techniciens spécialisés et d'usines d'outillage accessoire comme les souffleurs, moteurs, convoyeurs, etc. Les entreprises privées, de conseillers techniques, ont connu un gros succès dans les pays en voie de développement comme l'Asie et l'Afrique où l'installation

complète doit être livrée en état de fonctionnement.

Les nouveaux venus dans l'industrie de l'aggloméré éprouvent parfois quelque difficulté à décider de leur propre mode de production. Chaque procédé ayant un certain mérite, le premier choix doit porter sur le genre de matériel brut et le produit fini qu'on désire en tirer. Trente-cinq pour cent de la production mondiale d'agglomérés de bois se fabrique selon trois procédés dans 168 usines, dont 18 seulement fabriquent le dixième de la production mondiale selon un même procédé.

On pourrait diviser ces procédés variés en catégories diverses; cependant, la presse étant l'âme de l'usine, on a établi dans cette industrie trois catégories principales, suivent le genre de presse principale employée:

(1) la presse à chaud

(2) la presse à extrusion (refoulement)

(3) la presse à ruban sans fin.

La presse à chaud est la plus courante. Ce peut être un modèle simple, à admission unique ou un modèle à tables multiples (jusqu'à 24 ouvertures), et à fermeture simultanée, avec chargeurs et déchargeurs automatiques.

La presse à extrusion (refoulement) est habituellement une presse verticale où les copeaux sont forcés à l'aide d'un plongeur dans une gorge chauffée par des tables. Les copeaux se trouvent perpendiculaires à la surface du panneau fini.

La presse à ruban sans fin est alimentée par un ruban sans fin en acier qui amène la plaque dans la presse. La plaque lors de

son passage dans la presse est resserrée entre deux rubans mobiles chauffés au préalable par une élément à haute fréquence.

Il existe relativement peu d'installations de ce genre dans le monde et selon l'opinion générale, il y aurait lieu de moderniser le procédé, bien que la théorie d'une alimentation ininterrompue de la presse principale intrigue maints ingénieurs.

Un certain nombre de fabricants de presses munissent ces dernières de dispositifs d'ouverture et de fermeture simultanées; d'autres s'y refusent. Il est généralement admis qu'il est très difficile de produire des panneaux de qualité uniforme sur une presse à tables multiples (au-delà de 10 ouvertures) sans ouverture et fermeture simultanées. Si la presse ne se ferme pas complètement d'un seul coup, les premiers panneaux qu'on y introduit reçoivent plus de chaleur et de pression que les autres. On estime que le temps de fermeture d'une presse ordinaire est le même que celui de la fermeture simultanée d'une presse à multiples ouvertures. Une presse à fermeture simultanée qu'on ferme graduellement pour éviter le soufflage d'air présente tout de même un avantage de temps de fermeture sur la presse ordinaire à ouvertures multiples.

Quelques producteurs d'agglomérés ont souligné le fait qu'avec la presse à ouvertures multiples, il devient de plus en plus difficile de maintenir des tolérances constantes, à cause du poids de la presse elle-même, qui entre en ligne de compte.

L'installation d'une bobine à haute fréquence à l'avant d'une presse principale, comportant d'une à quatre ouvertures, est relativement récente dans l'industrie de l'aggloméré. Le

rythme de rendement d'une usine de ce genre est maintenu par l'installation d'une presse à plus grande surface et à cycle beaucoup plus rapide. Une température plus basse dans la presse principale équivaut à des frais d'exploitation moins élevés et le système de chauffage à haute fréquence augmente la résistance à la tension du panneau, en raison de sa densité accrue (ce point est traité là où il est question du processus de densification). La liaison se fait d'abord au centre du panneau, puis s'étend vers l'extérieur. Cette méthode de chauffage est d'importance primordiale pour toute entreprise dont la production comporte une forte proportion de panneaux épais. En dépit du fait que la bobine à haute fréquence soit coûteuse, les frais occasionnés par la presse principale s'en trouvent considérablement réduits. Un tel procédé vaut donc la peine qu'on s'y arrête surtout là où l'énergie est abondante et peu coûteuse.

Il existe plusieurs façons d'épandre les copeaux sur la plaque; la plus connue comporte i) l'épandage d'une seule catégorie de copeaux qui donnera un panneau homogène; ii) l'utilisation de plusieurs épandeuses, chacune faisant tomber une seule couche; on obtient ainsi des panneaux à couches multiples; et iii) l'épandeuse munie d'un souffleur ou d'un tamis vibrateur qui sélectionne les copeaux automatiquement pour en faire des panneaux à couches graduées. Il existe des épandeuses stationnaires sous lesquelles passe un support; ailleurs l'épandeuse a un mouvement d'avance et de recul sur rail, couchant les copeaux soit dans un sens, soit dans les deux.

Il y a aussi les supports disposés en chaîne, qui reçoivent la plaque et l'amènent à la presse principale; en certains cas, même la chaîne passe dans la presse. Alors que la plupart des systèmes de supports n'ont qu'une chaîne inférieure de plaques, l'une des plus grandes usines au monde est équipée de deux chaînes superposées. Quelques usines n'utilisent pas de supports; on amène les plaques à la presse principale au moyen de cuvettes ou de courroies. D'autres se servent d'une courroie métallique sans fin qui passe dans une presse principale à ouverture unique, ou à travers une presse d'ébauche mobile, déchargeant la plaque durcie à l'entrée de la presse principale.

Alors que quelques-unes des installations les plus modernes utilisent des supports, la tendance générale s'oriente plutôt vers les systèmes sans support. C'est ce que font bon nombre de spécialistes qui, après avoir prôné les procédés utilisant les supports, offrent maintenant les deux ou tout simplement remplacent le premier en date par le plus récent. Voici quelques avantages de l'absence de supports:

(i) une plus grande tolérance quant à l'épaisseur

(ii) moins de perte au ponçage

(iii) un meilleur équilibre thermique

(iv) un cycle de compression plus court, en conséquence, un rendement accru

(v) une économie de pièces et d'espace

(vi) l'élimination du refroidissement des supports et de leur entretien

(vii) une meilleure utilisation de l'énergie thermique.

Ces procédés nouveaux sont conçus, en majorité, pour donner un rendement maximum à raison de 100 tonnes par jour ou davantage, de sorte que pour une usine plus petite où l'on compterait ne produire que 50 tonnes par jour, on ferait bien de songer à autre chose. Par contre, certains procédés sont destinés aux pays en voie de développement, où les normes de qualité sont inférieures. La production, en ce cas, peut n'être que de dix tonnes par jour. Par cet exposé, on se rend compte que le choix d'un procédé est déterminé automatiquement par la dimension prévue de l'usine. Une société ne disposant que d'un matériel de rebut de catégorie inférieure et qui voudrait produire de l'aggloméré, n'aurait pas avantage à acquérir un outillage coûteux pour contrôler la qualité de ses produits puisqu'elle n'arriverait pas ainsi à concurrencer les entreprises disposant de matériel brut (rondins) de première qualité. Il vaudrait beaucoup mieux pour elle chercher à produire le matériau le plus facilement vendable avec la matière première dont elle dispose. Tous les procédés comportent essentiellement des avantages et des désavantages. Somme toute, il s'agit de confronter les normes requises avec les avantages de l'un ou l'autre des divers procédés en respectant certaines limites de production.

PRODUITS CONCURRENTIELS

En Europe, deux produits concurrencent directement l'aggloméré. Nous les étudierons ici en fonction de la matière première employée, des procédés de fabrication et de la similitude des produits finis.

Aggloméré de sciure

(Mixolite)

Le procédé a été mis au point en Autriche et utilise un matériel de rebut fibreux pour en faire des panneaux de construction sans addition de résine. Ce produit peut être fabriqué directement à partir de sciure sans l'aide d'un liant chimique. Bien que ces panneaux n'aient pas la résistance de l'aggloméré, à l'usage extérieur ils supportent mieux les intempéries. En Europe, on emploie ce produit comme revêtement extérieur, faux-murs ou faux-planchers. On y applique des plâtres et des stucs divers. On en fait des carreaux à plafond et des cloisons. Le procédé permet la production de panneaux aux propriétés diverses et aux utilisations très variées. Règle générale, ces panneaux sont de densité moyenne, soit de 30 à 39 livres au pied carré.

Dans les fabriques de panneaux de mixolite, un convoyeur apporte le bran de scie dans l'usine et le dépose sur des tamis qui séparent la sciure fine de la sciure grossière. La sciure grossière est déposée dans un broyeur qui la réduit à la dimension voulue avant de l'ajouter au reste du matériel. Après y avoir ajouté de l'eau, on verse cette masse boueuse dans un mélangeur

qui en fait une pâte. A l'aide de tamis très fins, on en retire le surplus d'eau et on déverse le résidu dans des réservoirs où la plaque prend forme. Après élimination d'une certaine quantité d'eau dans une presse d'ébauche, qui fonctionne à froid, on empile les plaques (jusquà 32 dans une même pile) et on les compresse dans une presse à froid à ouverture unique. Les piles comprimées sont assujetties par des brides et transportées vers des séchoirs où s'effectue la liaison. Suivant leur épaisseur et leur densité, les plaques demeurent dans le séchoir jusqu'à 14 heures. A leur sortie, on retire les formes et on procède à l'ébardage et au ponçage des panneaux.

Aggloméré de lin
(Flaxboard)

En Europe occidentale, on a cultivé le lin pendant de nombreuses années pour en faire des textiles. On n'utilisait que les fibres qu'on tissait et on brûlait les téguments ou les courtes fibres. En 1948, les Belges ont mis au point une méthode pour fabriquer des panneaux à l'aide de courtes fibres. Les impuretés sont éliminées de la matière première pour en faire une masse homogène. La poussière, qui absorbe une grande quantité de résine et qui use les outils de façon excessive, est retirée par soufflage d'air. Les racines, qui seraient cause d'une mauvaise répartition de la matière première et d'inégalités de surface, sont également éliminées. Les graines sont extraites, parce qu'elles attirent les rongeurs. Les particules propres sont enduites de résine et,

à ce stade, le procédé de fabrication suit le même cours que celui de l'aggloméré de particules.

La densité varie entre 18 et 44 livres au pied carré. Toutefois, la masse de la production européenne se situe, en moyenne, autour de 35 à 37 livres au pied carré. L'aggloméré de lin constitue une âme idéale pour les meubles, vu sa stabilité et sa surface lisse. Il est en outre plus économique à utiliser que l'aggloméré de particules. En Europe, on en fait, sur une grande échelle: tablettes, meubles encastrés, lambris décoratifs de murs et de plafonds, cloisons, faux-planchers, faux-combles, revêtements de murs et de toits, conduites d'air chaud et de ventilation, carreaux accoustiques et éléments de bâtiments préfabriqués. En Amérique du Nord, le lin se cultive surtout pour la graine et cette variété de lin comporte beaucoup moins de filasse et de courtes fibres que le lin fibreux cultivé en Europe. De l'avis des Belges, la culture du lin axée uniquement sur la production de l'aggloméré n'est pas rentable. L'aggloméré doit plutôt être produit en tant que dérivé de la production de textiles, de pâte ou d'huile végétale.

UTILISATIONS DU PRODUIT FINI

L'industrie du meuble accepte d'emblée l'aggloméré de particules qui constitue une âme idéale et un succédané économique du bois dans tous les cas où ses propriétés physiques se prêtent aux normes de fabrication du meuble. En réalité, c'est dans cette industrie que l'aggloméré de bois a pris naissance et c'est là que demeure son principal marché. Toutefois, il se prête sans cesse à de nouveaux usages, surtout dans les pays où, comme dans le cas de l'Europe, le bois d'oeuvre est rare. Ses plus grandes possibilités d'avenir demeurent dans l'industrie de la construction. Dans ce domaine, l'Europe a une avance marquée sur l'Amérique du Nord.

L'aggloméré de bois s'emploie beaucoup en Europe pour les parquets, où il est posé sur des solives, puis recouvert de linoléum ou de carreaux. On estime qu'en Grande-Bretagne la demande d'agglomérés à parquets est suffisante pour utiliser toute la production d'aggloméré du pays. L'industrie américaine a mis au point une catégorie d'aggloméré destinée à la construction des parquets, mais on s'en sert surtout comme assise pour les carreaux de recouvrement. Les catégories utilisées pour les parquets ont une densité et une élasticité plus grandes. En Europe, la pénurie générale d'habitations est palliée partiellement par l'industrialisation de la construction domiciliaire. A cette fin, l'aggloméré de bois constitue un matériau idéal et on s'en sert pour le lambrissage de murs et de toits, les cloisons, armoires, tablettes, encastrements, lambris décoratifs de murs et panneaux

à plafonds. Les architectes européens l'utilisent sur une grande échelle pour les hôtels, hôpitaux, restaurants, bars, écoles, édifices à bureaux, maisons de rapport, bibliothèques, allées de quilles, amphitéatres, cinémas. On en revêt les parquets, les murs et les plafonds. L'aggloméré à surface de plastic est facile à nettoyer, agréable à l'oeil et il est conforme aux normes les plus élevées d'hygiène. Les compartiments préfabriqués de salles de toilette dans les écoles et les édifices commerciaux sont faits d'aggloméré à surface faite de panneau dur ou de mélamine. Grâce à sa robustesse et à la facilité avec laquelle on peut le travailler, il convient particulièrement aux encas-strements, portes coulissantes et ameublements d'habitations mobiles (caravanes), ainsi qu'aux cloisons, portes, plafonds et cloisons étanches dans l'industrie de la construction navale. Il constitue une âme idéale pour les lamellés recouvrant comptoirs, murs décoratifs et étalages de magasins. Les conduites d'air chaud en aggloméré recouvert d'amiante retiennent beaucoup plus la chaleur que le métal. On revêt également d'aggloméré les conduites de ventilation des tunnels dans diverses régions d'Europe.

Dans plusieurs pays européens où les toits sont recouverts de tuiles, on recouvre les faux-combles en aggloméré de deux couches de carton bitumineux. Les matériaux sont tous fabriqués à module uniforme, ce qui réduit les frais de revêtement de toit (matériaux et main-d'oeuvre) assure une meilleure isolation et réduit de plus de la moitié le poids du toit.

Il se pose également des agglomérés sous des tuiles posées sur assise de carton de couverture. On travaille présentement en Europe à mettre au point un panneau à liant au phénol destiné aux lambrissages extérieurs. Le marché pour ce produit a de bonnes chances de s'accroître. L'un des gros facteurs favorables à la vente du bois de particules pour les Européens réside dans la supériorité des propriétés isolantes de ce produit sur la brique, le métal et les matériaux à base minérale.

Les fabricants de la côte occidentale des Etats-Unis produisent un aggloméré à haute densité destiné à la construction de parquets en simili-marqueterie. Ce matériau est fini au préalable et on dit qu'il est de 50 p. 100 plus dur que le chêne. On trouve également sur le marché, aux Etats-Unis, un matériau à lambris extérieur lié au phénol. A toutes les fins susmentionnées, l'aggloméré est conforme à certaines normes établies, ce qui permet aux architectes d'inclure en toute confiance ce matériau dans leurs plans et devis.

Aggloméré moulé

L'aggloméré peut se mouler. Une usine allemande, ayant des concessionnaires dans diverses parties du monde, fabrique une grande variété de produits pour le consommateur: tiroirs d'une seule pièce, plateaux, tabourets, dessus de tables, contenants, armoires, appuis de fenêtre, malles, valises de machines à écrire, carreaux muraux et toute une gamme de pièces d'automobile et d'accessoires industriels. L'encollage de lamellés de mélamine et de placages de bois constitue une partie intégrante de l'opération de moulage.

RÉSINES

La résine utilisée comme liant dans la fabrication de l'aggloméré doit satisfaire les exigences suivantes:

(i) toute résine employée doit avoir une viscosité assez faible pour être vaporisée sur un matériau fibreux sans pression d'air excessive;

(ii) sa teneur en matières solides doit être d'au moins 50 p. 100 pour éviter une trop forte addition d'eau;

(iii) elle doit pouvoir être conservée en état d'utilisation à la température de la pièce pendant plusieurs heures. Cela permet la préparation du liant en quantités raisonnables;

(iv) elle doit prendre dans un délai raisonnable, à une température raisonnable pour assurer un emploi économique de la presse à chaud.

Le liant le plus commun dans l'industrie de l'aggloméré est une résine à l'urée-aldéhyde formique, bien qu'on se serve de plus en plus d'aldéhyde formique au phénol, à cause de sa plus grande résistance à l'humidité et aux intempéries. L'utilisation d'une résine à base d'aldéhyde formique au phénol plutôt qu'à l'urée-aldéhyde formique ne peut se justifier que dans la fabrication d'un panneau de meilleure qualité, aux utilisations plus nombreuses, ou encore, si elle abaisse le prix du produit fini ou présente d'autres avantages de fabrication. Quant au coût de la résine, le prix du phénol est plus élevé que celui de

l'urée, bien que la marge entre les deux se soit rétrécie au cours des dernières années. On prévoit une augmentation de la demande de panneaux liés au phénol. Il est donc utile de prendre en considération les difficultés que peuvent présenter l'utilisation de l'une ou l'autre de ces résines. Le phénol a une réactivité plus courte que l'urée; en conséquence, la température de la presse doit être plus élevée et le cycle de compression, prolongé. Résultat: production plus lente et rendement diminué. Contrairement à ce qui se produit avec les résines à l'urée, il est très difficile de réduire le délai de prise des résines phénoliques en y a joutant des agents de durcissement. De plus, le degré de prise requis, dans le cas des résines phénoliques, semble être plus élevé que celui de l'urée, et la pression doit être soigneusement réduite, en laissant s'échapper le surplus de vapeur pour éviter les boursouflures du panneau. D'autre part, les panneaux fabriqués au phénol peuvent être mis en piles serrées sitôt après la compression, attendu que les résines phénoliques ne sont pas sujettes à l'hydrolyse. Les résines du type mélamine tiennent mieux à l'usage rigoureux que les résines à l'urée, mais elles sont plus coûteuses que les résines phénoloques. On s'en sert surtout pour donner plus de résistance aux résines à l'urée, ou pour en améliorer le comportement, de même que pour lier les lamellés décoratifs. Les résines au résorcinol peuvent être traitées à plus basse température que les résines phénoliques et tiennent également bien, mais elles sont plus coûteuses.

Des recherches sont en cours pour tenter de réduire le coût du phénol, de la mélamine et du résorcinol, en y ajoutant du crésol, du xylol, des tannins et des dérivés de lignine, mais les résultats obtenus jusqu'à présent n'ont pas été très heureux.

Etant donné que l'aggloméré est constitué de matériau qui contient de la cellulose, produit hygroscopique, le panneau gonfle à mesure qu'il absorbe de l'eau. En conséquence, il y a avantage à l'imperméabiliser afin de réduire le degré d'absorption de l'eau et, par suite, le gonflement. A cette fin, on se sert, comme apprêt, d'émulsions de cire qu'on vaporise sur les copeaux avant de vaporiser la résine ou qu'on mélange au liant avant de vaporiser le tout sur les copeaux. Il faut habituellement moins d'un pour cent d'émulsion de cire, suivant l'essence du bois, sa porosité, son facteur pH, la quantité et le genre de liant, la température et la pression des presses, l'humidité des copeaux et la densité du panneau fini.

NORMES

Les normes commerciales sont établies par le producteur, le distributeur et le consommateur. On s'en sert très efficacement pour rédiger les commandes et les contrats de vente. L'objet est de promouvoir une saine concurrence, d'établir une base d'entente entre vendeur et acheteur, de définir les niveaux de qualité des produits en rapport avec les exigences principales de l'industrie, et de maintenir un marché où les normes ainsi établies sont fidèlement respectées. Ces normes commerciales établissent les caractéristiques de rendement quant à la teneur en eau, à la densité, aux modules de rupture et d'élasticité, à la liaison interne, à l'absence de déformations et à la tenue des vis. Elles comportent également un glossaire de l'industrie de l'aggloméré et une méthode uniforme d'homologation et d'étiquetage du produit.

L'Allemagne a été le premier pays à établir des normes pour l'aggloméré (DIN 68671). Maintenant, la plupart des pays d'Europe possèdent leurs propres normes. La Grande-Bretagne a adopté les "British Standard 2604-1963, Resin bonded wood chipboard" et "British Standard 1811-1961, Methods of Test for Wood Chipboards and other Particleboards". Aux États-Unis, c'est "Commercial Standard CS 236-61, Mat-Formed Wood Particleboard (Interior Use)" mais ce pays est à reviser ces normes de façon à tenir compte des facteurs tels que le vieillissement accéléré, les utilisations à l'extérieur, etc. Au Canada, on est à étudier des projets de normes et la seule qui ait été publiée jusqu'à ce jour est celle du 28 novembre 1958, de l'Office des normes du gouvernement canadien, et qui s'intitule: "Board; Particle Building Construction 11-GP-1".

DONNÉES TECHNIQUES SUR LE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Hydrolyse

A la sortie de la presse à chaud, il reste une quantité considérable de chaleur à l'intérieur des panneaux. L'entreposage en piles dans ces conditions amènerait une détérioration de la qualité due essentiellement à l'hydrolyse des résines. Le plus à craindre est, sans aucun doute, le feuilletage du panneau. Toutefois l'apparence de la surface peut également avoir à souffrir. Il pourrait aussi y avoir diminution de la rigidité et de la résistance à la flexion. Les panneaux les plus touchés seront ceux du centre de la pile. Il est donc évident que toute méthode propre à abaisser la température des panneaux dans les piles va éliminer certaines difficultés.

On y parvient en retardant quelque peu l'empilage, ou en diminuant le nombre des panneaux dans chaque pile. Quelques usines font passer lentement les panneaux dans une chambre refroidie à l'air. La teneur en eau des panneaux joue un rôle prépondérant dans le phénomène de l'hydrolyse. Ainsi, pour une teneur de 4 p. 100 en eau, l'hydrolyse est presque nulle, tandis qu'à 12 p. 100 les effets de l'hydrolyse sont très graves. Comme on le voit, il est important de maintenir l'humidité des panneaux au plus bas niveau possible. L'hydrolyse n'entre pas en ligne de compte quand on utilise les résines phénoliques.

Conditionnement du panneau

Au sortir de la presse à chaud, le panneau d'aggloméré est très malléable, le bois étant très chaud et son humidité se situant généralement entre 6 et 10 p. 100. Dans de telles conditions, il a

de fortes tendances à se déformer. Le centre est très humide et les faces extérieures ont une faible teneur en eau. A mesure que l'équilibre s'établit, le centre a tendance à se rétrécir et les bords à prendre de l'expansion. La contrainte causée par ces rétrécissements et ces expansions peut créer des tensions internes plus ou moins grandes suivant le mode de conditionnement employé. L'expérience a démontré qu'un refroidissement ne permet pas le relâchement des tensions internes, de sorte que le panneau demeure sous tension en permanence. Lorsque le refroidissement est lent, la plasticité du bois absorbe les tensions, de sorte qu'après le conditionnement les panneaux sont libres de toute tension. Suivant les méthodes normales de production adoptées à l'heure actuelle, la répartition inégale de l'humidité est inévitable mais, avec le chauffage à haute fréquence, on peut s'attendre à obtenir une humidification plus uniformisée. Des températures de compression moins élevées et une teneur moindre en eau contribuent toutes deux à réduire le gradient d'humidité sur toute l'épaisseur du panneau et, par suite, les effets néfastes. Toutefois, le refroidissement lent du panneau est également bénéfique.

Processus de densification

Lorsqu'on divise un panneau d'une densité déterminée en plusieurs couches parallèles au plan du panneau, on se rend ordinairement compte que la densité varie d'une couche à l'autre. Habituellement, la variation est graduelle et conforme à ce qu'on appelle le processus de densification. L'explication la plus courante et la plus utile du processus de densification part du fait que le panneau, n'ayant pas une texture homogène, devient

essentiellement un produit du type sandwich où les deux couches résistantes et lourdes sont liées l'une à l'autre par une couche de matériau relativement faible et légère. Ce genre de panneau présente des avantages et des inconvénients. Entre autres avantages, mentionnons les suivants: haute densité de surface, rigidité supérieure, grande résistance à la flexion, texture superficielle de qualité supérieure, grande imperméabilité des surfaces et résistance considérable au gonflement. Les désavantages sont reliés directement à la faible densité de l'âme du panneau qui réduit l'aptitude à retenir les vis et la résistance du panneau au feuilletage, augmente la perméabilité et abaisse la résistance au cisaillement. Malgré tous ces désavantages, le fabricant peut produire, avec la même quantité de matière première, un panneau à la fois plus fort et plus rigide qu'un autre de même poids, mais à processus de densification différent. De plus, le produit fini offre de bonnes surfaces fermes. A l'étude des effets produits sur le panneau par la densification, et connaissant la portée approximative de ces effets, le producteur peut avantageusement modifier le procédé de façon à obtenir les caractéristiques requises. L'importance du processus de densification est très grande, étant donné qu'il est possible d'obtenir un produit de qualité supérieure ou inférieure avec la même quantité et la même qualité de matière première. Il n'en tient qu'au fabricant de choisir parmi les processus de densification à sa portée celui qui conviendra le mieux à l'objectif recherché.

Il convient d'étudier les résultats des divers processus de densification. Si l'âme n'offre aucune résistance, il devient impossible de comprimer les faces. L'âme offre plus de résistance à la compression une fois refroidie et relativement asséchée. Dès que la chaleur de la table de presse atteint l'intérieur du panneau et surtout en raison de l'humidité accumulée, l'âme devient élastique, perd graduellement de sa résistance et se compresse. Il s'ensuit que si l'on veut obtenir une densification suffisante des faces sans que l'âme ne devienne en même temps trop dense, il faut que celle-ci demeure froide et sèche. De plus, l'âme offre plus de résistance à la compression si elle est constituée de copeaux épais et difficilement moulables, même chauds et humides. Les conditions qui favorisent le mieux la densification superficielle sont: i) copeaux superficiels de petite dimension, ii) degré élevé d'humidité dans les copeaux de surface, iii) âme constituée de copeaux plus gros, iv) copeaux du noyau secs, v) température de compression élevée, vi) pression élevée dans la presse et vii) fermeture rapide de la presse.

On obtient un panneau à densité de surface relativement faible et à densité d'âme élevée en inversant le procédé: i) gros copeaux de surface, ii) copeaux de surface secs, iii) copeaux d'âme fins, iv) humidité élevée dans les copeaux d'âme, v) basse température de compression, vi) faible pression de la presse et vii) fermeture lente de la presse.

Il arrive souvent qu'un mauvais processus de densification soit employé alors que la plaque, constituée de fines particules humides à la surface et de copeaux grossiers et secs à l'intérieur, est posée sur un support très chaud qui assèche rapidement la

partie extérieure de la couche inférieure, puis laissée un certain temps dans le chargeur (ce qui cause la dessication de la couche supérieure); ou alors, la plaque est surexposée à la radiation et à la chaleur au contact de la table supérieure de la presse à chaud avant la fermeture de cette dernière et l'application de la pression. En d'autres mots, une plaque dont la composition serait parfaitement au point ne produira qu'un panneau de qualité inférieure par la faute d'un traitement inapproprié. Il est évident que toutes ces conditions ne sont pas toujours réunies. Ainsi, une trop grande humidité sera la cause de boursouflures; un défaut de cuisson peut être dû à un abaissement trop considérable de la température de la presse, de sorte que le panneau ne se formera pas.

Il va sans dire que les normes de densification diffèrent selon l'objectif à atteindre: pour le panneau destiné à la construction, le module de flexion est important; pour la construction de parquets, c'est l'élasticité qui compte, et pour les placards, la caractéristique de tenue des vis est primordiale. Le fabricant doit donc établir un compromis quant au processus de densification le plus rentable.

PRODUCTION (En milliers de tonnes métriques)

	1957	1959	1962	1963
Production modiale	800	1,400	2,786.0	3,394.0
Europe	465	845	1,888.0	2,316.0
Allemagne	234	365	672.6	731.2
Russie	N/A	52	223.1	279.8
États-Unis	212	346	473.4	574.2
Canada	14	23	70.0	75.0 (Est.)

Consommation par personne (en kilos)

	1962 Kg	1963 Kg
Norvège	13.7	17.5
Belgique	10.0	15.8
Suisse	13.5	15.6
République fédérale d'Allemagne	13.1	14.0
Finlande	9.8	11.1
Autriche	9.9	10.3
Danemark	7.5	8.8
Suède	7.1	8.1
Pays-Bas	7.5	6.6
France	4.5	5.8
Canada	3.8	3.9 (Est.)
Italie	1.1	3.1
Royaume-Uni	2.5	2.6
États-Unis	2.5	2.4
Portugal	1.1	1.3

Les usines d'agglomérés varient beaucoup en importance, depuis celle qui produit 10 tonnes par jour jusqu'à celle dont le rendement quotidien s'établit entre 350 et 400 tonnes. Les 15 pays européens groupés en fédération européenne des fabricants d'agglomérés comptent au total 240 usines dont la capacité combinée de production totale s'établit comme suit:

Capacité (en mètres cubes)	Usines (1963)
Jusqu'à 5,000 m^3	43
5 - 10,000 m^3	60
10 - 20,000 m^3	38
20 - 30,000 m^3	60
30 - 40,000 m^3	12
40 - 50,000 m^3	15
au-delà de 50,000 m^3	12
	240

Les Etats-Unis possèdent 50 usines, depuis les petites usines à production réservée, qui produisent 10 tonnes par jour, jusqu'aux grandes entreprises à production jumelée dont le rendement quotidien dépasse 200 tonnes. On estime que la Russie dispose de 15 usines, toutes très considérables, dont quelques-unes ont un rendement quotidien de plus de 300 tonnes.

COMMERCE EXTÉRIEUR

Exportations

En août 1963 figurait pour la première fois au tarif douanier des États-Unis le numéro 245.50, aggloméré de bois, en regard duquel un droit de 12 p. 100 avait été fixé. Auparavant, l'aggloméré n'avait fait l'objet d'aucune étude relative à la fixation d'un tarif douanier, de sorte que tout était confus. Étant donné qu'on ne lui avait attribué aucune désignation spéciale, il était classé suivant la dimension des panneaux et l'usage auquel ils étaient destinés, avec le résultat que les tarifs variaient sur une grande échelle et qu'il ne s'en exportait pour ainsi dire pas antérieurement au mois d'août 1963.

Depuis le 6 décembre 1965, le droit de douane à l'égard d'aggloméré canadien est de 20 p. 100 aux termes du numéro tarifaire 245.50 des États-Unis.

En 1965, le Canada n'a exporté son aggloméré qu'aux États-Unis, même si, en 1964, on en avait livré de petites quantités à la Grande-Bretagne, à la Trinité et à Porto Rico.

Panneaux de bois de construction N.D.A. (catégorie 33599)

	- BFS65-004
1964	- $138,437
Janvier 1965 à juin 1965	- $195,689

Avant 1964, le Bureau fédéral de la statistique plaçait l'aggloméré sous la rubrique générale panneaux de bois de construction N.D.A. (catégorie 35779). En 1963, la valeur de l'exportation des produits visés dans cette classification s'élevait à $98,380.

IMPORTATIONS

L'aggloméré importé au Canada est frappé des droits prévus au numéro 50600-1. Le tarif préférentiel britannique est fixé à $17\frac{1}{2}$ p. 100 moins 10 p. 100 (soit une diminution de 1.75 p. 100). Le tarif accordé à la nation la plus favorisée est de 20 p. 100.

En 1963, le Bureau fédéral de la statistique a établi la catégorie 4150 - Panneaux de bois reconstitué, laquelle est devenue depuis janvier 1964 la catégorie 33595 - panneaux de particules (panneaux de bois reconstitué).

La plus grande partie des importations canadiennes d'agglomérés provient des États-Unis même si depuis la fin de 1964, on a commencé à en recevoir de la Russie. Quelques petites livraisons isolées nous ont été également expédiées par l'Afrique du Sud, le Surinam et la Norvège.

Panneaux de bois reconstitué (catégorie 4150) - BFS 65-007

1963 - $145,285

Panneaux de particules - Panneaux de bois reconstitué

(catégorie 33595 - BFS 63-007

1964 - $25,362

Janvier 1965 à juin 1965 - $195,689.

AVENIR DE L'INDUSTRIE

Le domaine de l'aggloméré est celui de l'industrie des produits du bois où la croissance est la plus rapide et tout indique que la tendance actuelle se maintiendra. Le développement de l'industrie de l'aggloméré a signifié un changement radical du côté du matériau de base dans l'industrie du meuble, où se trouve toujours son principal marché. L'industrie du meuble a cessé d'être artisanale. C'est maintenant une industrie à grandes usines, à forte production, à grande diversité et à haute efficacité. La proportion du bois scié destiné à la fabrication du meuble a diminué et l'avenir de l'aggloméré dans cette industrie est désormais assuré.

L'expansion que connaît l'industrie du bâtiment, en ce qui concerne la construction d'usines, de logements, d'éléments, etc. représente autant de secteurs qui favorisent l'utilisation de l'aggloméré. Les procédés qui font intervenir les panneaux à sec donnent la préférence aux matériaux en panneaux, aux dépens du plâtre et des carreaux.

L'industrie de l'aggloméré répond beaucoup mieux aux exigences variables des constructeurs et des nouveaux marchés. A mesure que des modifications seront apportées dans les procédés de fabrication de ce matériau, et par suite, dans le produit fini, de nouveaux marchés seront créés. Ce matériau est vendu aux consommateurs industriels d'une façon qui permet au producteur de se conformer plus rapidement aux exigences variables du consommateur.

Les usines d'agglomérés doivent concurrencer l'industrie de la pâte et du papier pour se procurer les billes et les résidus de bois. Toutefois, étant donné que l'industrie de l'aggloméré exploite sur une plus petite échelle que les usines de pâte et de papier, elle peut s'approvisionner en résidus de bois à même des sources non exploitées, ou se procurer de plus petites quantités de billes là où l'on éclaircit la forêt pour fins d'aménagement.

La dimension des usines d'aggloméré augmente en même temps que la productivité par ouvrier. Cette croissance aura évidemment pour effet d'abaisser les frais généraux. De plus, l'expansion du marché de la résine en fera vraisemblablement tomber les prix.

L'industrie de l'aggloméré devrait pouvoir tirer avantage de l'avancement rapide de la technique de ces dernières années et maintenir ses prix relativement bas comparativement au bois scié et aux autres matériaux concurrents.

Aux Etats-Unis, en particulier, on a tendance à préparer le produit plus directement pour son utilisation finale, notamment par l'application de finis, en cours de fabrication.

Si l'on en croit un texte de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture sur l'orientation et les perspectives de l'industrie européenne du bois d'oeuvre, le produit national brut va probablement doubler en Europe, de 1960 à 1975, de sorte qu'on s'attend à voir tripler la demande globale de produits en panneaux à base de bois au cours de la même période. La proportion la plus forte de cette augmentation devrait porter sur l'aggloméré. Nous avons tout lieu de croire que l'industrie de l'aggloméré

n'a pas encore tiré les avantages maximums qu'elle pourrait tirer de la somme sans cesse grandissante de découvertes techniques qui sont transmises à tous et qu'il y a encore possibilité d'y réaliser des économies considérables.

Il existe très peu de pays au monde où la matière première pour la fabrication de l'aggloméré est rare. Il n'est pas nécessaire d'y investir de gros capitaux et c'est un fait connu que même l'industrie locale est assurée de se trouver des marchés pour ses produits.

CONCLUSIONS

1. L'industrie de l'aggloméré ne saurait atteindre toutes ses possibilités au Canada tant que des normes n'auront pas été établies, pour l'excellente raison que les architectes ne peuvent spécifier de normes de qualité pour l'aggloméré et que les constructeurs sont plutôt circonspects à son endroit. Le consommateur ne le connait que très peu.

2. La publicité à l'échelle de l'industrie doit d'abord expliquer au public que l'aggloméré est un produit spécifique, à caractéristiques particulières, qui le rendent supérieur à d'autres matériaux pour des fins spéciales.

3. Bien que l'industrie ne fonctionne pas à plein rendement au Canada, il existe une demande d'aggloméré recouvert de lamellés à basse pression, d'aggloméré posé sur champ de bois, d'aggloméré moulé et de produits préfabriqués en aggloméré à parquets et à lambris.

4. Dans d'autres pays, les fabricants d'aggloméré ont tendance à établir des filiales d'agglomérés destinés à la construction domiciliaire préfabriquée, des fabriques de maisons-remorques, qui servent de débouchés à leur production. L'industrie canadienne de maisons pré-fabriquées vient de former une association nationale dans le but de capter une plus large part du marché de la construction domiciliaire. Le temps semble favorable pour l'industrie de l'aggloméré d'explorer les possibilités de ce produit aux fins de la construction de maisons préfabriquées, étant donné que les panneaux se prêtent si bien à ce genre de construction.

5. Au cours des dernières années, on a vu surgir une multitude de nouveaux genres de panneaux en Europe, soit à base de bran de scie, de copeaux d'emballage et de ciment, d'ébarbages et de ciment, de rebuts de sulfites, etc. Ces panneaux sont vendus en Europe, mais ce qui est économiquement possible dans les régions où le bois d'oeuvre est rare, n'est pas toujours rentable au Canada, où il y a abondance de ressources forestières. Quelques-uns de ces produits ont trouvé des marchés dans les pays européens à population dense, durant les années d'après-guerre, alors qu'au Canada, notre code du bâtiment interdit leur usage. Une entreprise canadienne n'a que peu de difficultés à envisager pour commencer la fabrication de ces produits, toutefois, une exploration préalable des marchés est essentielle. Ainsi, une petite industrie canadienne peut devenir concessionnaire pour un produit qui s'avère trop spécialisé pour le marché restreint du Canada, étant donné que le seuil de rentabilité se situe à un niveau supérieur à celui du marché même.

6. L'industrie canadienne de l'aggloméré est moins compliquée que celle d'Europe. Notre marché est moins exigeant, mais à mesure que l'industrie prendra de l'expansion, on exigera un contrôle plus sévère de la qualité conformément à des normes déterminées, ainsi que la fabrication d'autres produits spéciaux. L'envoi périodique de missions commerciales et techniques dans certains pays comme la Grande-Bretagne et l'Allemagne rendrait à l'industrie canadienne l'éminent service de la tenir au courant des plus récents développements survenus dans une industrie qui évolue aussi rapidement.

7. Toute entreprise canadienne qui songerait à se lancer dans la fabrication de l'aggloméré de particules ferait bien d'étudier les tendances du marché pour le panneau rigide à densité moyenne

car ce produit fera bientôt une concurrence sérieuse à l'aggloméré de particules sur certains marchés.

8. Les fabricants européens se sont groupés en une fédération européenne de fabricants d'agglomérés. L'objet primordial de ce groupe est de trouver des solutions aux problèmes à la fois économiques et techniques, afin de favoriser une consommation accrue de l'aggloméré, de soumettre et d'appuyer auprès d'organisations internationales les résolutions adoptées par les pays représentés. Périodiquement, les divers comités d'étude font tenir à leur membres des rapports et des bulletins. Parmi les plus actifs, citons le Comité technique, qui cherche à améliorer la technologie de l'industrie. L'Association canadienne de l'aggloméré a été autorisée à devenir membre associé de ce groupe et il est fort possible qu'elle accepte.

9. Au Canada, il y a lieu d'étudier les utilisations possibles du produit fini.

10. L'expansion rapide de l'industrie du contreplaqué en Amérique du Nord au cours des dernières années a, du fait de son envahissement massif des marchés, limité l'utilisation de l'aggloméré dans la construction en général, mais à mesure que les recherches se poursuivent, il devient évident que les plus grandes possibilités d'avenir de l'aggloméré résident dans son utilisation par l'industrie du bâtiment.

Données technologiques

Résistance et propriétés physiques du panneau de particules fabriqué sur presse plate

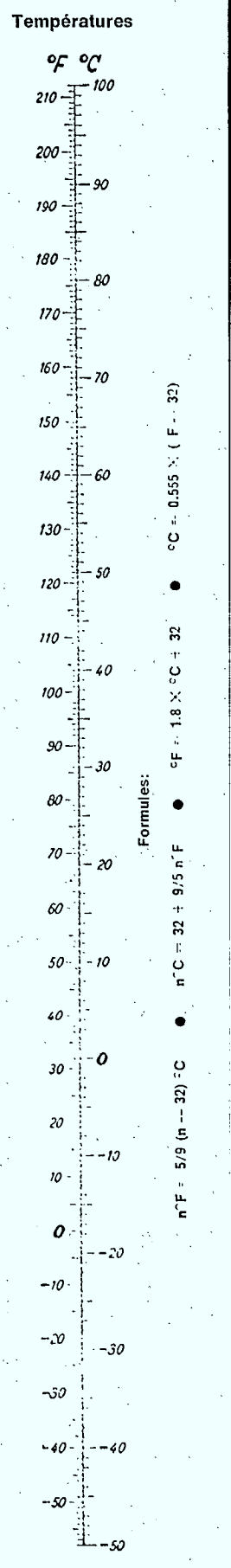
USAGES ET APPLICATIONS			MEUBLES					
			ÉLÉMENT ISOLANT				ÉLÉMENT DÉCORATIF	
Propriétés	Valeur, système métrique	Valeur, unités anglaises	Densité faible système métrique	Densité faible unités anglaises	Densité moyenne système métrique	Densité moyenne unités anglaises	Haute densité système métrique	Haute densité unités anglaises
Densité	g/cm³	livre/pi.cu.	0,3—0,5	19—31	0,5—0,75	31—47	0,75—1,0	47—62
Tolérance quant à l'épaisseur	mm	po.	± 0,3	0,01	± 0,3	0,01	± 0,3	0,01
Tolérance quant à la longeur et la largeur	mm	po.	± 5,0	13/64	± 5,0	13/64	± 5,0	13/64
Module de rupture	kg/cm²	livres au po.ca.	60—150	850—2150	120—250	1700—3500	200—350	2850—5000
Résistance à la tension (perpendiculaire à la surface)	kg/cm²	livres au po.ca.	1,0—3,0	14—42	3,0—8,0	42—115	8,0—12,0	115—170
Tenue des vis (méthode d'essai allemande)	kg	livres	30—80	66—176	80—110	176—242	110—160	176—352
Tenue des clous (méthode d'essai allemande)	kg	livres	8—15	17—33	15—25	33—55	25—30	55—66
Gonflement (épaisseur)	%	%	2—5	2—5	5—10	5—10	10—15	10—15
Expansion (longueur et largeur) (après immersion de 24 heures)	%	%	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Facteurs de conversion

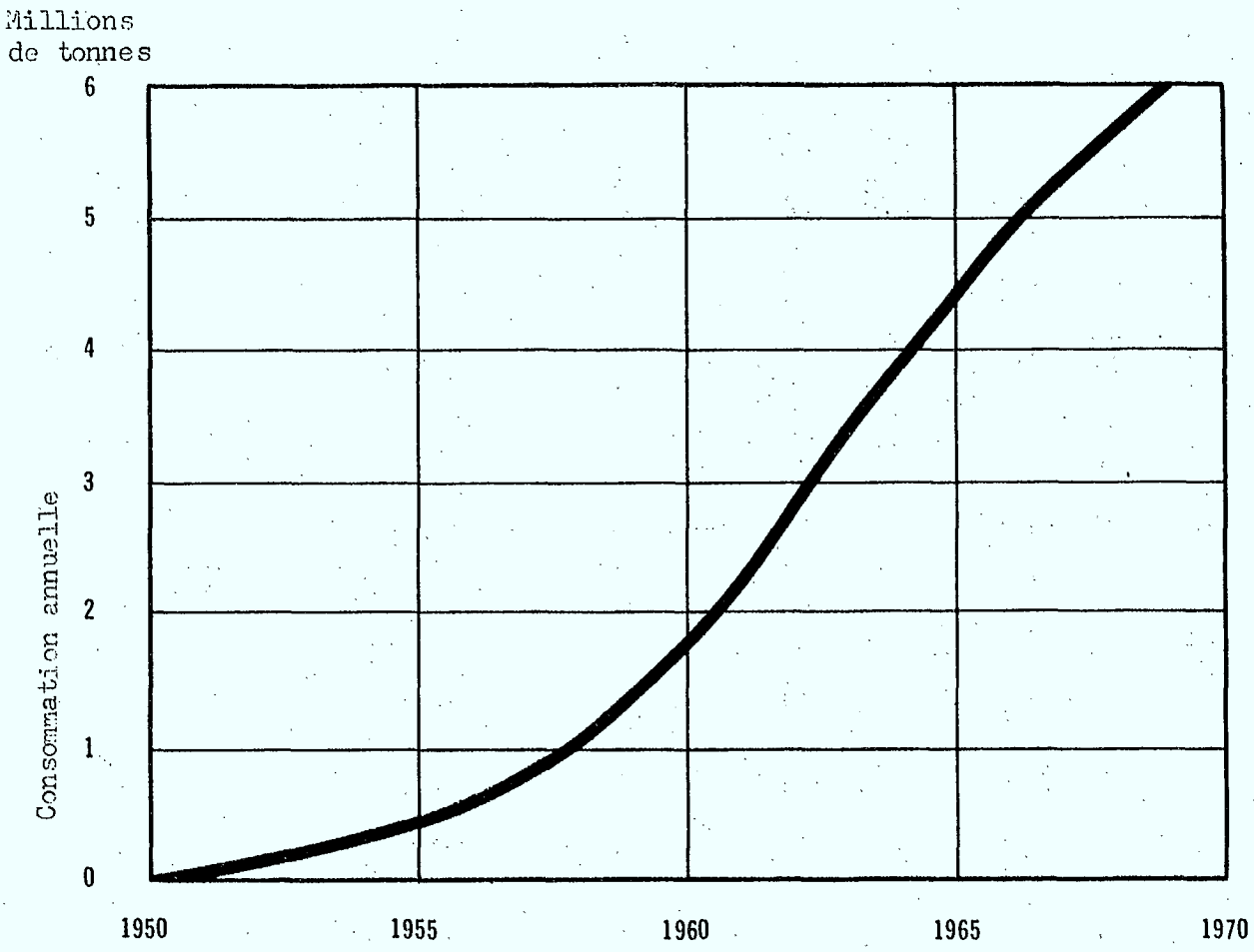
MESURES DE SURFACE ET CUBIQUES			AGGLOMÉRÉ (Panneau de particules) (épaisseur: 3/4 de pouce; densité 0,625 gr/cm³)		
144 po.ca.	=	1 pi.ca	1 m³	=	566 pi.ca.
9 pi.ca.	=	1 v.ca.		=	0,625 tonne métrique
30 1/4 v.ca.	=	1 rod.ca.	1 ton.mét.	=	1,6 m.cu.
160 rods.ca.	=	1 acre		=	906 pi.ca.
640 acres	=	1 mille ca.	1,000 pi.ca.	=	1,767 m.cu.
4,840 v.ca.	=	1 acre		=	1,161 ton.mét.
1,728 po.cu.	=	1 pi.cu.			
27 pi.cu.	=	1 v.cu.			
128 pi.cu.	=	1 corde	1 gr/cm³	=	62,4283 livres/pi.cu.
1,000 pi. de planches	=	2,36 m³			

UNITÉS STANDARDS

	anglaises/métriques			métriques/anglaises		
Longueur	1 pouce	=	25,4 mm	1 mm	=	0,039 po.
		=	2,54 cm		=	0,003 pi.
		=	0,025 m	1 cm	=	0,394 po.
	1 pied	=	304,8 mm		=	0,033 pi.
		=	30,48 cm	1 m	=	39,379 po.
		=	0,305 m		=	3,281 pi.
	1 verge = 3 pi. 36 po.	=	0,914 m		=	1,094 vg.
	1 mille = 1,760 vg.	=	1,6 km	1 km	=	0,621 mille
Surface	1 po. ca.	=	6,452 cm ca.	1 cm ca.	=	0,155 po. ca.
	1 pi. car. = 144 po ca	=	0,093 m ca.	1 m ca.	=	10,764 pi. ca.
	1 v. ca. = 9 pi. ca.	=	0,836 m ca.		=	1,196 v. ca.
	1 acre	=	0,405 hectare	1 hectare	=	2,471 acres
	1 mille ca. = 640 acres	=	2,59 km ca.	1 km ca.	=	0,386 mille carré
Volume	1 po. cu.	=	16,387 cm cu.	1 cm cu.	=	0,061 po. cu.
	1 pi. cu. = 1,728 po. cu.	=	0,028 m cu.	1 m cu.	=	35,314 pi. cu.
	1 v. cu. = 27 pi. cu.	=	0,765 m cu.	1 m cu.	=	1,308 v. cu.
	1 gal. imp.	=	4,546 litres	1 m cu.	=	1000 litres
	1 gal. américain	=	3,785 litres	1 litre	=	1,756 chopines
	1 baril (huile) = 42 gal. amér.	=	158,78 litres			
Poids	1 livre	=	0,454 kg	1 kg	=	2,205 livres
	1 tonne courte (E.-U.)	=	907,18 kg	1 kg	=	0,001 tonne courte
	1 tonne courte (E.-U.)	=	0,907 tonne métrique	1 tonne métrique	=	1,102 tonne courte
	1 cent livres (E.-U.)	=	45,359 kg			
	1 tonne forte (ang.)	=	1,016 tonne métrique		=	0,984 tonne forte
	1 tonne forte (ang.)	=	1016 kg			
	1 cent livres (ang.)	=	50,800 kg			
	1 once	=	28,350 grammes	1 gr	=	0,035 once
	1 poud (livre russe)	=	16,380 kg			
Densité	1 livre/pi. cu.	=	16,02 kg/m³	1 kg/m³	=	0,062 livre/pi. cu.
Pression	1 livre/pi. ca.	=	4,882 kg/cm²	1 kg/cm²	=	0,205 livre/pi. ca.
	1 livre/po. ca.	=	0,07 kg/cm²		=	14,22 livres/po. ca.
		=	70,31 gr/cm²	1 gr/cm²	=	0,014 livre/po. ca.

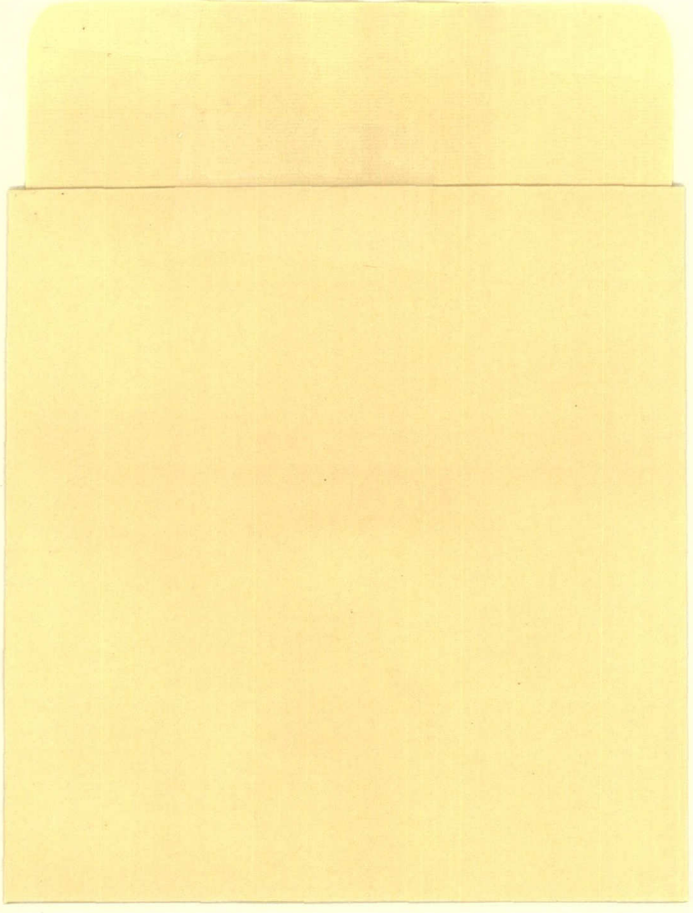


Consommation mondiale d'agglomérés de particules de bois



Remerciements:

1. Certains aspects de la production et contrôle de la qualité - Airscrew Weyroc Company.
2. Aide-mémoire à l'usage de ceux à qui on demande de résoudre les problèmes des usines d'agglomérés de bois - Borden Chemical Company.
3. Procédés de fabrication - extraits d'articles parus dans la revue "Board Magazine".



INDUSTRY CANADA/INDUSTRIE CANADA
69594