

HD  
9765  
.S32C314



---

**MISSION D'ÉTUDE TECHNIQUE SUR L'ABOUTAGE DU BOIS  
DE CHARPENTE DANS LES PAYS NORDIQUES**

---



Gouvernement  
du Canada

Government  
of Canada

Industrie  
et Commerce

Industry, Trade  
and Commerce

MISSION D'ÉTUDE TECHNIQUE

SUR

L'ABOUTAGE DU BOIS DE CHARPENTE

DANS LES PAYS NORDIQUES

Division des produits primaires du bois

Direction de la transformation des  
richesses naturelles (52)

Canada. Ministère de l'Industrie et du Commerce

Ottawa, Canada

Novembre 1977

## TABLE DES MATIERES

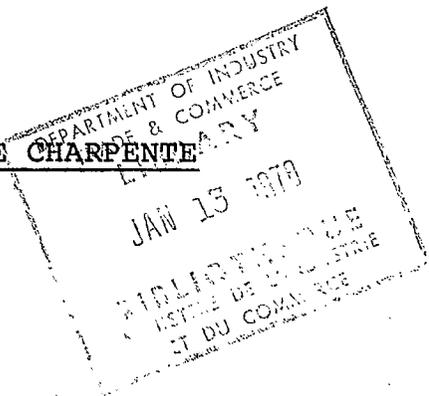
<u>PREMIERE PARTIE</u>	<u>Page</u>
A. Introduction	1
B. Objectif	2
C. Aperçu des industries et ressources forestières des pays nordiques	3
1. Finlande	3
2. Suède	5
3. Norvège	11
D. Résumé	15
 <u>DEUXIEME PARTIE</u>	
A. Evolution de l'aboutage dans les pays nordiques	19
B. Bois servant à l'aboutage	28
C. Le procédé de l'abattage	38
D. Matériel pour l'aboutage	50
E. L'aspect économique de l'aboutage en Scandinavie	55
F. Contrôle de la qualité, normes et codes du bâtiment	61
G. Visite des installations d'aboutage de la société St. Regis Paper Co., à Libby, Montana	65
H. Visite au Laboratoire des produits forestiers de l'Ouest, à Vancouver, C.-B.	67
I. Conclusions et recommandations	70

ANNEXES

Page

1.	Liste des installations d'aboutage visitées	77
2.	Liste des membres de la mission	78
3.	Liste des instituts de recherches techniques, des associations industrielles et des fabricants de machines d'aboutage visités	79
4.	Réglementation norvégienne de l'aboutage	81
5.	Schéma d'une installation d'aboutage	90
6.	Prix de scierie indiqués pour les grumes en Finlande, en 1975	91
7.	Facteurs de conversion et taux de change monétaire	92

MISSION D'ÉTUDE TECHNIQUE SUR L'ABOUTAGE DU BOIS DE CHARPENTE  
DANS LES PAYS NORDIQUES



PREMIÈRE PARTIE

A. Introduction

Constatant le pourcentage croissant d'éléments courts produits par l'industrie du bois au Canada et reconnaissant que ce pourcentage augmentera très certainement au cours des prochaines années à mesure que seront exploitées les forêts du nord et que l'on utilisera du bois plus petit; et pour rester dans l'esprit de la politique gouvernementale d'aide à l'industrie canadienne dans le but d'améliorer la qualité et d'accroître la valeur ajoutée des produits, le Ministère a invité un certain nombre de sociétés canadiennes de production de bois d'oeuvre à participer à une étude technique sur l'aboutage du bois de charpente en Finlande, Suède et Norvège en octobre 1976. Une liste des sociétés et organismes visités figure à l'annexe 1.

Neuf cadres de sociétés d'exploitation du bois d'oeuvre de Colombie-Britannique, de l'Ontario, du Québec et du Nouveau-Brunswick ont participé à la mission conduite par M. T.A. Charles, de la Direction des produits primaires du bois, Direction de la transformation des richesses naturelles, ministère de l'industrie et du commerce. La liste des membres de la mission est donnée à l'annexe 2.

Pour compléter cette mission, trois membres de la Colombie-Britannique ainsi que l'auteur, ont visité, à la fin de janvier 1977, l'installation d'aboutage du bois de charpente de la société St. Regis Paper Company à Libby, au Montana. Ils ont aussi rencontré des experts du Laboratoire des produits forestiers de l'Ouest, du ministère des pêches et de l'environnement, à Vancouver, qui ont effectué des recherches très poussées sur l'aboutage du bois de charpente. Le Laboratoire a d'ailleurs récemment mis au point une technique permettant de produire des entures d'une qualité assez bonne pour l'utilisation en charpente, à partir de bois non séché et en utilisant des colles de type extérieur.

#### B. Objectif

Le principal objectif de la mission était d'entreprendre une enquête approfondie sur le bien-fondé, du point de vue technique et commercial, de la mise sur pied d'installations d'aboutage dans les usines d'exploitation des grumes au Canada dans le but de produire du bois de construction de plus grande longueur et de meilleure qualité à partir de grumes plus courtes. Le présent rapport est un résumé des conclusions des membres de la mission.

C. Aperçu des industries et ressources forestières des pays nordiques

1. Finlande

La superficie totale des terres finlandaises est de 305 000 km<sup>2</sup> dont 61 % sont classés comme terres forestières avec des réserves sur pied d'environ 1 448 mètres cubes solides, en comptant l'écorce. Le pin (*Pinus silvestris*) constitue 44 % de ces réserves, l'épinette 37 pour cent (*Picea abies*), le bouleau 17 pour cent, le reste étant composé de peuplier et d'aune.

Les intérêts privés détiennent 65 pour cent des forêts, totalisant 71 pour cent du volume sur pied. L'état possède 24 pour cent de la surface (20 pour cent du volume sur pied), les sociétés environ 7½ pour cent (6 pour cent du volume sur pied), le reste étant la propriété des communes, paroisses et d'autres intérêts.

L'étendue et la structure actuelles de l'industrie forestière finlandaise sont le résultat, semble-t-il, de l'effort entrepris pendant les années 60, période la plus intensive de son histoire. Cette industrie a non seulement connu une hausse rapide de sa capacité de production, mais aussi des changements considérables dans sa structure, changements qui reflétaient l'accroissement de la demande de

produits forestiers variés sur les marchés mondiaux. Le volume de bois utilisé par l'industrie forestière finnoise s'est accru de 50 pour cent entre 1960 et 1975, mais, pendant la même période, le volume total tiré des forêts a diminué de presque 10 pour cent. Entre 1960 et 1970, la production de presque tous les produits forestiers, sauf le bois d'oeuvre, a connu une augmentation spectaculaire en Finlande. Au cours des dix dernières années, une utilisation plus surveillée et mieux organisée des ressources forestières, combinée à d'autres politiques intensives de gestion des forêts, a contribué dans une large mesure à en réduire le déboisement total.

La part de l'industrie forestière dans la production brute de l'industrie finlandaise est d'environ 20 pour cent et les quelque 80,000 personnes directement employées par l'industrie forestière représentent environ un cinquième du total de la main-d'oeuvre industrielle du pays. En outre, un nombre égal d'ouvriers travaille à la coupe et au transport du bois vers les usines de traitement.

Plus de 80 pour cent de la production des industries finlandaises du bois de charpente et des panneaux à base de bois est exportée et environ 90 pour cent de la production de pâtes et papiers est vendue à l'étranger. A l'échelle mondiale, on estime que la participation de la

Finlande au volume total des exportations de pâte à papier, papier, carton et contreplaqué est d'environ 16 pour cent et de 8 pour cent pour les bois de sciage.

En 1975 la valeur des exportations totales de la Finlande dépassait \$ 5.5 milliards (U.S.) dont presque \$ 2.5 milliards provenaient des exportations de produits forestiers. Cinquante cinq pour cent de ces produits ont été exportés vers les pays de la CEE, 7.3 pour cent aux membres de l'A.E.L.E., 24.2 pour cent vers l'U.R.S.S. et le reste vers l'Asie, l'Afrique, l'Amérique latine, l'Amérique du nord et l'Océanie.

Se reporter au tableau 1 pour les statistiques comparées de l'industrie forestière de la Finlande et du Canada.

## 2. Suède

En Suède, les terres recouvrent une superficie totale de 450 000 km<sup>2</sup> dont 51 pour cent, soit 230 000 km<sup>2</sup>, sont occupés par la forêt, ce qui représente un volume sur pied estimé à 2 290 millions de mètres cubes (volume de la tige de la culée à la tête, y compris l'écorce). Le volume sur pied comprend environ 47 pour cent d'épinette (Picea Abies),

37 pour cent de pin sylvestre (*Pinus silvestris*), 10 pour cent de bouleau (*Betula verrucosa* et *B. pubescens*), le reste étant constitué d'autres espèces feuillues.

Environ 50 pour cent des 23 millions d'hectares de forêts de la Suède sont la propriété de particuliers, principalement de fermiers; la couronne et l'église en possèdent 25 pour cent et les sociétés se partagent le reste. Soixante-neuf pour cent des forêts privées sont constitués de boisés d'une superficie inférieure à 100 hectares tandis que 85 pour cent des forêts des sociétés dépassent 100 000 hectares.

Il semble que la Suède connaisse actuellement des problèmes assez importants dûs à la répartition par classe d'âge de ses forêts et aux conséquences que cela entraîne sur l'exploitation au cours des vingt prochaines années ou plus pour que le volume sur pied retrouve un état plus normal. Selon les conclusions de la commission suédoise sur les forêts, nommée en 1973 pour étudier les besoins et les ressources en bois pour l'avenir, les besoins de l'industrie forestière en matière première ont maintenant atteint un tel niveau que l'état des réserves contribue sans aucun doute à limiter la production. En se basant sur des chiffres de 1973, la Commission a signalé que la consommation

de grumes de l'industrie forestière suédoise se trouve déjà à un point tel que si elle continue au rythme de 1973, le déficit annuel en matière première serait de l'ordre de 15 à 20 millions de mètres cubes après 1980.

Selon certains rapports, la répartition actuelle par classe d'âge des forêts suédoises est mauvaise à cause des différentes méthodes de sylviculture qui ont été pratiquées à diverses époques. La méthode actuelle consiste principalement à effectuer une coupe claire des arbres exploitables, puis à planter des semis à croissance rapide. On agissait différemment par le passé car l'on croyait pouvoir obtenir un reboisement à moindres frais en effectuant l'abattage de petites parcelles et en comptant sur les arbres environnants pour reboiser les zones coupées. On a découvert plus tard que cette méthode était rarement fructueuse et le reboisement qui aurait dû être effectué entre 1920 et 1940 n'avait pas été entrepris. Par conséquent, un bon nombre de ces zones ne seront pas en mesure de fournir des peuplements d'arbres mûrs pour l'abattage avant le siècle prochain. Conscientes du problème, les autorités forestières suédoises ont entrepris un programme de gestion intensive des forêts dans le but d'accélérer la croissance des peuplements jeunes et moins jeunes pour arriver à équilibrer la répartition des classes d'âge de leurs forêts qui se composent actuellement

d'arbres de fortes dimensions et exploitables. Un programme devant permettre une meilleure exploitation du bois marchand existant a aussi été mis en oeuvre et prévoit l'utilisation de la culée et de la tête pour la production de la pâte et des panneaux.

En 1973, l'industrie forestière suédoise totalisait 4 pour cent du produit national brut et presque un quart de la valeur totale des exportations. Environ 150 000 travailleurs sont directement employés par l'industrie forestière. En 1973, la production totale des produits forestiers suédois comprenait 13.4 millions de mètres cubes de sciages et de bois corroyés, 1.2 millions de tonnes (métriques) de pâte et 5.2 millions de tonnes de papier et de carton. La Suède est un des principaux exportateurs mondiaux de produits forestiers et totalise 26 pour cent des exportations mondiales de pâte, 15 pour cent des ventes de bois de sciage de résineux et 14 pour cent des exportations de papier.

Sur 13.4 millions de mètres cubes de grumes produites en 1973, la Suède en a exporté 9.4 millions. Les marchés principaux étaient le Royaume-Uni (34 pour cent), l'Allemagne de l'Ouest et les Pays-Bas (14 pour cent), le Danemark (13 pour cent), le reste de l'Europe (23 pour cent) et les pays non européens (2 pour cent).

Se reporter au tableau 1 pour les statistiques comparées de l'industrie forestière de la Suède et celle du Canada.

Les membres de la mission ont constaté que le gouvernement suédois a mis sur pied un plan intéressant qui permet aux sociétés de se créer une réserve en vue d'investissements futurs. Il semble que l'abondance de bâtiments neufs et coûteux des installations de traitement et de matériel neuf destiné à la manutention, au tri et à la production que possède l'industrie du bois suédoise est due en grande partie à ce programme. Un article paru dans "Some Data about Sweden 1975-76" publié par la Skandinaviska Enskilda Banken de Stockholm décrivait ainsi ce plan:

Des réserves pour un investissement futur

Les sociétés qui déclarent un revenu peuvent mettre de côté jusqu'à 40 pour cent du revenu avant impôt, comme réserve pour de futurs investissements. Le montant consacré à cette fin est déductible du revenu servant au calcul de l'impôt national aussi bien que local. Quarante-six pour cent de ce montant doit être déposé à la Riksbank; le reste demeure à la disposition de la société et fait partie de son capital d'exploitation. La société peut décider librement de participer à cette réserve et détermine le montant de sa contribution (jusqu'à 40 pour cent du plafond annuel).

Toutefois, c'est le gouvernement qui contrôle l'utilisation des réserves. Il peut autoriser une société à utiliser ses réserves en totalité ou en partie, à des fins prévues par la loi, comme la construction d'immeubles, l'achat de machines et d'équipement neufs, la production d'un inventaire, l'exploitation de mines, ou la promotion des produits suédois à l'étranger.

Lorsqu'une réserve d'investissement est utilisée à une de ces fins avec l'autorisation du gouvernement, le montant ainsi dépensé n'est pas compté dans le revenu imposable. Mais si un actif ou une dépense sont versés à une réserve d'investissement, ils ne sont pas non plus sujets à une dépréciation ou une déduction. Une société qui utilise ses réserves avec l'autorisation du gouvernement reçoit une "déduction d'investissement" supplémentaire spéciale égale à 10 pour cent du montant dépensé. D'un autre côté, si une réserve est utilisée sans cette autorisation, le montant impliqué, ainsi qu'une pénalité équivalente à 10 pour cent de ce montant, doivent être ajoutés au revenu imposable.

Cinq ans après l'allocation d'un montant à une réserve, 30 pour cent peuvent en être utilisés sans autorisation

à des fins prévues par la loi. Dans ce cas toutefois, la société ne bénéficie pas de la "déduction d'investissement" supplémentaire de dix pour cent.

Pour une société suédoise en expansion capable de tirer parti des règlements sur les inventaires, la dépréciation et les réserves pour les investissements futurs, le taux effectif de l'impôt national et local sur le revenu sera souvent inférieur au taux nominal qui est d'environ 55 pour cent.

### 3. Norvège

Sur les 8.33 millions d'hectares de forêts norvégiennes, 6.45 millions d'hectares sont classés comme terres productives et représentent environ 480 millions de mètres cubes de bois sur pied avec une croissance annuelle de 13 millions de mètres cubes. L'épinette de Norvège (*Picea abies*) représente 250 millions de mètres cubes sur la totalité du volume sur pied, le pin sylvestre (*Pinus silvestris*) 150 millions, et les essences feuillues, principalement le bouleau, 80 millions de mètres cubes. Si l'on considère le volume annuel de croissance de 13 millions de mètres cubes, l'épinette en constitue 7.5 millions, le pin 3.4 millions et les essences feuillues, 2.1 millions. Selon sa politique forestière actuelle,

la Norvège vise une augmentation de la coupe annuelle des 8 millions de mètres cubes actuels à 10 ou 11 millions en 1990. Cet objectif suppose que les conditions de marché seront raisonnables pendant cette période et que les prix du bois suivent la tendance générale des prix. Pour aider à atteindre cet objectif, le gouvernement a proposé une série de mesures, notamment l'attribution de fonds pour la construction de routes forestières, pour l'exploitation en terrain difficile dans des régions isolées et pour le transport des grumes à partir de ces mêmes régions. Le gouvernement propose aussi d'augmenter les subventions pour la sylviculture de façon à ce que tous les propriétaires de forêts puissent en bénéficier et d'étendre leur portée à l'entretien des forêts jusqu'à la première coupe. Le premier principe de la loi sur les forêts de 1965 est la liberté du propriétaire de gérer ses forêts sans intervention du gouvernement du moment qu'il le fait dans les règles de l'art. Pour assurer qu'un investissement suffisant soit consacré au reboisement, à la construction de routes, à l'équipement, etc., un impôt représentant environ 10 pour cent de la valeur brute des ventes annuelles de grumes est prélevé. Le propriétaire reste en possession de cette somme qui est bloquée dans un compte en banque tant qu'il ne prouve pas qu'il en a besoin pour investir. Deux tiers des investissements consacrés aux forêts sont financés suivant cette méthode.

Plus de 80 pour cent des terres forestières de la Norvège sont la propriété de fermiers et d'autres particuliers et 17 pour cent appartiennent au gouvernement. Les forêts privées ont une étendue moyenne de 30 à 40 hectares.

Pendant de nombreuses années, la coupe annuelle de 7 à 8 millions de mètres cubes n'a pu satisfaire les 10 à 11 millions de mètres cubes de la demande de l'industrie et la différence a dû être importée, principalement de Suède. Environ 50 pour cent de la coupe annuelle est exploitée sous forme de billes de sciage et 45 pour cent comme bois à pâte.

En 1974, la valeur des exportations des produits de la sylviculture et de l'industrie forestière a dit-on, atteint 2 890 millions de couronnes norvégiennes, soit environ 13 pour cent des exportations totales du pays. Cette année-là, la contribution de la sylviculture et des industries forestières au produit national brut a été d'environ 8 pour cent et l'emploi dans ces secteurs a atteint 53 000 années hommes.

Se reporter au tableau 1 pour les statistiques comparées de l'industrie forestière de la Norvège et du Canada.

Statistiques comparées de l'industrie forestière des  
pays nordiques et du Canada (en milliers de mètres cubes)

	<u>Accroissement annuel de la forêt ou coupe annuelle permise</u>	<u>Déboi- sement total annuel</u>	<u>Bois rond industriel enlevé</u>	<u>Production de sciages</u>	<u>Exportations de sciages</u>
<u>Finlande</u>	60,000				
1960		60,330	36,930	7,740	5,335
1965		55,950	36,810	6,920	4,125
1970		58,740	42,490	7,310	4,700
1973		-	-	8,140	5,255
1974		52,550	38,630	7,800	4,323
1975		40,660	28,210	5,020	2,855
1976 (E)		-	-	5,400	3,500
<u>Suède</u>	70,000 - 77,000				
1971			70,000	12,450	7,455
1973			77,000	13,440	9,375
1974			75,000	14,300	7,420
1975 (E)			-	11,000	-
<u>Norvège</u>	13,000				
1960			-	1,570	130
1970			-	2,000	100
1974			8,000	2,350	440
<u>Canada</u>	243,000				
Moyenne annuelle 1963-1972		122,770	112,200		
1971			119,720	30,240	20,155
1973			143,800	36,275	23,560
1974			137,950	31,985	19,575
1975			113,300	26,930	15,470

- Notes:
1. Les chiffres indiqués dans les trois premières colonnes pour la Finlande et la Suède comprennent l'écorce, tandis que ceux de la Norvège et du Canada l'excluent.
  2. (E) indique une estimation.

#### D. Résumé

Cette tournée d'étude a été entreprise pour étudier s'il était techniquement et commercialement rentable d'introduire dans les usines canadiennes des installations d'aboutage des bois de charpente utilisant l'équipement et les systèmes actuellement employés en Finlande, en Suède et en Norvège. Dans chaque pays, nous avons visité plusieurs installations d'aboutage, rencontré les représentants des instituts nationaux de la recherche sur le bois et d'associations industrielles, et rendu visite à des fabricants de machines d'aboutage.

Dans les trois pays il y a environ 92 fabricants de bois d'oeuvre abouté qui sont tous soumis à un contrôle officiel. Depuis les débuts de cette technique, vers 1965, le volume produit et le nombre des installations ont connu une croissance régulière mais la production actuelle ne représente que deux pour cent du volume total de bois d'oeuvre produit. Une forte proportion de la production de bois abouté est consommée dans le pays même.

Les deux essences résineuses des trois pays sont l'épinette de Norvège (*Picea abies*) et le pin sylvestre (*Pinus silvestris*), l'espèce dominante étant le pin en Finlande et l'épinette en Suède et en Norvège. Ces deux essences sont utilisées pour l'aboutage dans les pays visités, mais elles ne sont jamais mélangées. Cela diffère du procédé utilisé à l'usine

d'aboutage de la société St. Regis à Libby, au Montana. Là, le sapin de Douglas et le mélèze sont séparés pour l'aboutage, mais il ne semble y avoir aucune mesure particulière pour séparer les autres essences très variées comprenant plusieurs espèces de pin, des vrais sapins, de l'épinette d'Engelmann et de la pruche.

En Scandinavie l'aboutage sert principalement à satisfaire la demande croissante en bois longs à partir des billes relativement courtes qui sont disponibles et à fournir les longueurs spécifiques que demandent les utilisateurs. La pratique de l'aboutage est répandue et techniquement au point mais la productivité est quand même faible et les prix très élevés. Le coût estimé de 70 dollars pour mille pieds planche semble être facilement récupéré à la vente ou bien, comme le font de nombreux producteurs, ce coût est tout simplement compté comme dépense effectuée par la société pour fournir la matière première nécessaire à ses usines en aval qui fabriquent des produits comme les poutres lamellées, l'ébénisterie, les fermes de toit, les palettes et même les habitations préfabriquées. De plus en plus, les producteurs scandinaves de bois d'oeuvre ont tendance à installer des ateliers en aval à proximité de leurs scieries. Étant donné que la plus grande partie du bois d'oeuvre scandinave est utilisée ou exportée sous forme de bois sec non fini,

nous n'avons pas noté d'aboutage de bois corroyé au cours de notre visite. Ici encore les méthodes étaient différentes à l'usine de St. Regis où la matière première des installations d'aboutage consistait en pièces de sept pieds et en débits rabotés plus courts et séchés au four, produits normalement par leurs scieries.

Étant donné le coût élevé et la faible productivité de l'équipement et des systèmes d'aboutage utilisés en Scandinavie et considérant qu'au Canada on dispose encore de bois de charpente longs en quantité raisonnable et à des prix bien inférieurs au coût indiqué de l'aboutage et notant aussi que les techniques scandinaves ne semblent pas se prêter à l'utilisation de bois corroyé, la mission a conclu qu'à l'heure actuelle, on pouvait douter de l'utilité d'installer un tel équipement au Canada.

Toutefois, la courte visite effectuée fin janvier 1977 par trois membres de la mission à l'usine d'aboutage de la société St. Regis à Libby, au Montana, nous a permis de voir que les États-Unis disposent de l'équipement et de la technique nécessaires à la production de bois de charpente aboutés de bonne qualité avec une productivité élevée et en utilisant du bois court et corroyé.

Les membres de la mission ont convenu qu'il fallait encore beaucoup de recherches et de réflexion avant de pouvoir tirer des conclusions plus définitives sur l'intérêt que pourraient avoir les producteurs de bois d'oeuvre canadiens à fabriquer du bois de charpente abouté. De nombreuses questions demeurent encore sans réponse: la réceptivité du marché, les normes sur le produit et les codes de construction, la viabilité économique globale, la diversité d'opinion quant aux types de colles et au séchage, au degré d'humidité maximum acceptable, à la chaleur exigée et à la solidité à long terme de l'aboutage.

## Deuxième partie

### A. Évolution de l'aboutage dans les pays nordiques

#### 1. Histoire

L'aboutage a été mis au point, semble-t-il, en Allemagne pendant la seconde guerre mondiale. On en attribue généralement l'invention à M. Egner, qui a aussi dirigé à Stuttgart une bonne partie de la recherche de base.<sup>(2)</sup> La norme allemande DIN 68140 publiée en 1960 et modifiée en octobre 1971 constitue la base des normes généralement adoptées dans la plupart des pays européens.

La Norvège a été l'un des premiers nordiques à autoriser l'aboutage pour les bois de charpente. Les premiers essais effectués par l'Institut technique norvégien ayant réussi, le gouvernement décidait d'autoriser l'aboutage avec toutefois un contrôle organisé. L'aboutage du bois de charpente, soumis à ce programme de contrôle, a démarré en 1966.

En Finlande, il n'y avait que cinq producteurs de bois d'oeuvre abouté en 1970 totalisant 19 millions de pieds planche. Au cours des six années suivantes le nombre des producteurs a été multiplié par sept mais la production de bois d'oeuvre abouté a seulement doublé au cours de cette période. Les 35 millions de pieds planche produits en 1975 représentent seulement 1.6 % de la

---

(2) Otto-Graff Institut, Technische Hochschule, Stuttgart (Allemagne)

production totale de bois d'oeuvre de la Finlande. À l'heure actuelle, environ la moitié du bois abouté en Finlande est utilisée dans le pays par les scieries pour des produits comme les poutres lamellées et les produits de menuiserie. Cinq pour cent seulement de la production nationale d'aboutage est exportée comme bois de charpente; les 45 % restant sont vendus sur le marché intérieur surtout pour la fabrication d'éléments d'habitation manufacturés, d'éléments de fermes de toit, de palettes, de portes, de cadres de fenêtres et de parements muraux.

La courbe de croissance et la production actuelle des fabricants de bois abouté est similaire en Suède. Il y a actuellement dans ce pays 37 fabricants dont la production de bois abouté représente environ 2 % de la production totale de bois d'oeuvre.

L'aboutage a été lancé en Scandinavie principalement pour fournir des éléments de longueur pour l'industrie des poutres lamellées. Après des essais concluants en laboratoire et après avoir instauré un système de contrôle auprès des producteurs, la production de bois d'oeuvre abouté pour les charpentes a été lancée. Toutefois, le principal usage reste celui des poutres lamellées et l'utilisation de ce bois pour les charpentes reste inférieur à 1 % de la production totale de bois d'oeuvre.

## 2. Raisons de la pratique de l'aboutage

Les raisons pour lesquelles on pratique l'aboutage dans les pays scandinaves sont assez différentes de celles pour lesquelles on s'intéresse au procédé au Canada. Pour comprendre cette divergence, il est nécessaire d'étudier les principales différences qui existent dans les caractéristiques du bois, les exigences du marché et la conception des scieries.

### a) Les différences dans les caractéristiques du bois

Dans les pays scandinaves, les billes de sciage sont d'une bien meilleure qualité que la moyenne canadienne, excepté pour la région côtière de la Colombie-Britannique. Cela est peut-être dû en partie au fait qu'au Canada, on exploite presque uniquement des peuplements naturels alors qu'en Scandinavie on exploite surtout des peuplements cultivés. Toutefois on peut attribuer la bonne qualité des billes de sciage des pays scandinaves principalement au fait que l'industrie de la pâte utilise plus de la moitié des grumes produites. Il en résulte que le reste des billes de sciage est constitué par les grumes de plus grande dimension et de meilleure qualité et le bois d'oeuvre produit contient donc un pourcentage de bois de moins bonne qualité bien moindre que celui des scieries canadiennes. Ainsi, l'aboutage en Scandinavie est basé plutôt sur la production de bois de grande longueur ou du volume requis de longueur donnée plutôt

que sur l'élimination des défauts et l'amélioration de la qualité, comme ce serait le cas au Canada.

Soixante-sept pour cent de la forêt en Finlande, 80 pour cent en Norvège, et 50 pour cent en Suède sont la propriété privée de particuliers qui traitent la plupart du temps avec les industries du bois par l'intermédiaire de coopératives. Il résulte de ce type de régime foncier que le prix des billes de sciage est presque le double que le prix moyen au Canada. Les prix pour le bois rond livré oscillent actuellement en Finlande entre 150 et 165 marks par mètre cube (soit approximativement \$112 à \$123 par cunit). En Suède, les prix sont en moyenne de 20 % plus élevés qu'en Finlande, la Norvège ayant les prix les plus bas. Les prix du bois sont maintenant tellement élevés en Suède que les grumes sont importées de régions aussi éloignées que le Maine aux États-Unis. En Suède le problème de l'approvisionnement en billes de sciage a été aggravé par l'accroissement de la production de pâte, qui est passée de 4 millions de tonnes en 1955 à 8 millions de tonnes en 1975; de plus, pour aggraver encore la pénurie de bois de sciage, la production ligneuse du pays a connu en 1975 une chute de 30 pour cent, résultat de la surestimation faite par le passé. À cause de ces prix extrêmement élevés du bois, il y a en Scandinavie un besoin urgent de rentabiliser au maximum l'utilisation des usines de transformation et

d'accroître la récupération du produit. Il en résulte que l'aboutage et de nombreuses formes de produits de transformation sont introduits dans les usines; cette évolution ne semble pas encore réalisable à grande échelle au Canada.

En Scandinavie on découpe d'habitude les grumes dans la forêt en tronçons assez courts, suivant la qualité et la catégorie du bois. Les grumes de catégorie inférieure sont ensuite dirigées vers les usines de pâte. Celles que reçoivent les scieries ont une longueur moyenne de 14 pieds et seulement un faible pourcentage atteint 20 pieds. En Suède par exemple, seulement un pour cent de la production totale des grumes est constitué de rondins longs, alors que ce pourcentage est relativement élevé dans de nombreux endroits au Canada. Il est difficile de comprendre pourquoi cette pratique est maintenue. Cela vient très certainement en partie des possibilités de transport limitées et du manque d'espace dans les vieilles usines. Il semble cependant que la tradition en est la raison principale.

Selon les renseignements obtenus lors de notre visite dans les trois pays, et si l'on calcule en dollars américains par milliers de pieds planche de bois d'oeuvre produit, le coût moyen des billes de sciage livrées aux scieries est approximativement de \$243 en Finlande, de plus de \$300 en Suède et de \$173 en Norvège.

Toutefois, étant donné le nombre relativement faible de scieries visitées dans chaque pays et les nombreuses variables locales à considérer, ces coûts ne devraient être pris que comme une indication générale des niveaux existants. Ces coûts sont considérablement plus élevés que ceux du Canada et, en essayant de trouver la raison de ce phénomène, la mission a été informée que la part dans ce coût qui revient aux propriétaires de forêts privées représente 65 % ou plus du total. Etant donné que 50 à 75 % des forêts de ces pays sont entre les mains de propriétaires qui négocient les prix du bois par l'intermédiaire de leurs très puissantes coopératives ou associations, il nous a paru évident que le régime foncier des forêts et la coalition des prix qui en est résulté entre les propriétaires-fermiers étaient les causes principales du niveau élevé des prix payés par les sociétés.

b) Différences des exigences du marché

Dans les pays scandinaves, la classification et l'inspection des catégories n'est pas contrôlée comme en Amérique du Nord par les associations de scieries et les organismes de classification. La vente se fait principalement suivant la marque de fabrique et chaque usine produit des catégories différentes. Contrairement au Canada, où le bois produit est classifié selon une norme nationale et constitue un bien distribué à une variété de consommateurs, la tradition en Scandinavie est de vendre selon la marque de fabrique aux mêmes clients qui connaissent la qualité

et la catégorie de bois vendu par telle ou telle usine. Une forte proportion de ce bois d'oeuvre est vendue sous forme brute, séché et prêt à être transformé par le client, en menuiserie ou en d'autres produits finis ou semi-finis.

Alors que les usines canadiennes se spécialisent souvent dans le produit qu'elles fabriquent et en limitent leur production (longueur, largeur, épaisseur, catégories) à un petit nombre pour une scierie, et à peut-être 150 articles pour une installation plus diversifiée, une scierie moyenne en Scandinavie produit jusqu'à 1 000 articles ou plus. Alors que la scierie moyenne au Canada vend au volume, le gros de ses produits étant fourni comme un bien de base en lots équivalents au chargement d'un wagon, une scierie moyenne en Scandinavie est plutôt orientée vers la production sur commande et traite des commandes moins volumineuses de produits moins ordinaires qu'elle vend à tout le continent européen et au Royaume-Uni, avec les variétés de goûts, de styles de construction, de codes et de règlements.

Les entreprises de sciage qui sont assez importantes pour se permettre d'exporter, ont généralement des accords exclusifs avec des agents dans chacun des principaux pays importateurs. L'agent négocie les ventes selon les instructions du vendeur. Les scieries elles-mêmes ont peu de contact avec l'acheteur final, et elles

connaissent donc très peu l'utilisation finale de leurs produits. Cependant, depuis peu, des entreprises nordiques moins importantes ont établi leurs propres agences de vente dans les principales régions du marché Européen, et notamment en Grande-Bretagne.

Dans les pays scandinaves la tradition est de vendre le bois d'oeuvre en bloc selon la catégorie, la largeur et l'épaisseur mais non selon la longueur. Ce n'est que récemment que quelques usines ont commencé à sélectionner le bois selon la longueur et la tendance est maintenant de vendre le bois en lots de longueurs assorties. Bien sûr, en Amérique du Nord, la plupart du bois d'oeuvre est vendu en lots assortis selon la longueur en multiples de 2 pieds ou débité avec précision à des longueurs données. Quand il est vendu en longueurs irrégulières et meilleur marché, le vendeur et l'acheteur s'entendent généralement sur les longueurs incluses, les lots étant souvent constitués d'un nombre minimum de longueurs préférées et un pourcentage maximum de longueurs moins demandées.

c) Les différences dans la conception des scieries

Dans la plupart des usines canadiennes, sauf dans les fabriques de poteaux, les billes de sciage sont tronçonnées en multiples de 2 pieds avec une marge pour le retrait du bois et le trait de scie. Les scieries canadiennes sont généralement limitées quant à la longueur maximum de bois d'oeuvre qu'elles peuvent produire, mais

la plupart d'entre elles ont des installations qui leur permettent de sélectionner le bois à certaines longueurs spécifiées.

Dans les scieries scandinaves, les grumes sont sélectionnées suivant l'essence, la catégorie et le diamètre, ce qui permet aux scieries de travailler plus longtemps sur un même diamètre. Cela permet aussi de régler les nombreuses scies à cadre en vue d'un rendement maximum pendant tout le temps que sont traitées les pièces d'un certain diamètre. Il n'y a généralement pas d'installations pour classer d'après la longueur, et le produit fini est expédié en lots classés suivant la catégorie et toutes les dimensions sauf la longueur. Une usine de ce type ne peut satisfaire des commandes portant sur des longueurs précises que d'une manière: l'aboutage.

Les Scandinaves ont fait un travail remarquable dans la mise au point de l'aboutage et ils ont réussi à faire du bois abouté par collage un produit entièrement reconnu. En établissant des normes et de bonnes méthodes de contrôle de la qualité, ils ont effacé tous les préjugés envers les produits en bois abouté. Cela fait qu'il n'y a ni pénalité de prix, ni réduction non plus d'ailleurs, pour l'aboutage. Au contraire des réductions sont offertes lorsqu'il y a fourniture de longueur particulières. En règle générale le coût de l'aboutage équivaut aux réductions pour les longueurs

particulières et la première justification de l'aboutage est son aptitude à rester concurrentiel dans un marché dont la demande pour certaines longueurs ne pourrait être satisfaite autrement, étant donné les longueurs de grumes disponibles.

## B. Bois servant à l'aboutage

### 1. Essences

Dans les trois pays on pratique l'aboutage du pin et de l'épinette, cette dernière essence étant la plus utilisée, probablement à cause de sa plus grande disponibilité et de son coût moins élevé. Dans chaque pays toutefois les deux essences sont traitées séparément.

### 2. Dimensions

Les dimensions principales du bois de construction dans les pays scandinaves obéissent à des normes établies par accord international, les dimensions transversales étant données en millimètres, les longueurs en mètres et les volumes en mètres cubes. Les dimensions standards sont les suivantes:

#### Épaisseur, Largeurs

mm

19 x	75	100,	125	et	150				
22 x	100,	125,	150,	175,	200,	225			
25 x	100,	125,	150,	175,	200,	225			
32 x	100,	115,	125,	175,	175,	200,	225,	250,	275
38 x	100,	115,	125,	175,	175	200,	225,	250,	275
44 x	100,	115,	125,	175,	175				
50 x	100,	115,	125,	175,	175	200,	225,	250,	275
63 x	100,	115,	125,	175,	175	200,	225,	250,	275
75 x	100,	115,	125,	175,	175	200,	225,	250,	275

Les trois dimensions principales de bois d'oeuvre sont:

50 mm x 100 mm (approx. 2" x 4")  
 25 mm x 100 mm (approx. 1" x 4")  
 25 mm x 125 mm (approx. 1" x 5")

Les dimensions communes secondaires

sont: 50 mm x 200 mm (approx. 2" x 8")  
 et: 50 mm x 75 mm (approx. 2" x 3")

Une étude effectuée en Suède en 1975-76

indiquait que plus de 45 % du bois d'oeuvre consommé chaque année par l'industrie suédoise du bâtiment était en dimensions combinées de 25 mm x 100 mm et de 50 mm x 100 mm. Les machines à abouter installées dans les usines visitées permettaient l'aboutage d'éléments ayant au maximum 4 pouces d'épaisseur et 10 pouces de largeur. La longueur minimum acceptée par les machines variait de 1 mètre à 1.3 mètre.

Les éléments courants aboutés font 2" x 6" et 2" x 7". Les limites de dimension minimum pour l'aboutage ne sont pas imposées par la machine mais par des considérations économiques. Les dimensions minimum de bois abouté étaient en général de 2" x 4" et il semble que la longueur minimum économiquement acceptable était environ de 8 pieds. Les chiffres fournis par l'Institut suédois de recherche du bois montrent qu'on pratique l'aboutage d'éléments faisant en moyenne trois mètres (9.8 pieds) de longueur pour obtenir des éléments faisant en moyenne 10 mètres (19.7 pieds). Un cadre d'une usine finlandaise nous a déclaré que 40 pour cent de la production

de son usine est maintenant triée suivant la longueur. Selon lui les exigences de longueur sont très variables, la Hollande demandant du bois trié selon la longueur et le Danemark ne voulant pas de bois trié de cette façon.

### 3. Les catégories

Il n'y a pas de règles de classification communes qui servent de norme pour tous les pays scandinaves. La seule règle de classification commune est celle utilisée pour le bois lamellé.

La classification du bois d'oeuvre d'après l'aspect est la méthode généralement adoptée par les scieries en Suède et en Finlande où les normes définissent les défauts admissibles suivant les catégories. Les trois groupes de qualité principaux sont "mêlangés" (catégories I-IV combinées), "Cinquième" et "Sixième". Ces catégories sont reconnues à la fois pour l'exportation et les ventes intérieures. Cette norme a été publiée pour la première fois en Suède en 1958 et un manuel révisé a paru en mai 1976. Elle a été mise au point par le comité suédois de la classification du bois en collaboration étroite avec un comité finlandais correspondant. En général, la production de bois par catégorie des scieries scandinaves est la suivante: "Mêlangés" - 35 %; "Cinquième" - 50 %; "Sixième" - 15 %.

Dans tous les pays scandinaves, chaque scierie a le droit d'adapter les normes de classement du

bois à ses propres conditions. Quelques uns des grands exportateurs suédois ont commencé à utiliser leurs propres normes de classification, notamment pour le bois rouge et pour adapter leur production aux besoins spécifiques de la menuiserie et des constructions en bois. Toutefois le nom de marque du producteur lui-même est considéré avant la catégorie sur le marché européen.

L'intérêt des Scandinaves pour le classement selon la résistance mécanique (classement mécanique) des bois s'est accru depuis que le gouvernement britannique a stipulé que tout le bois utilisé dans le bâtiment devrait être classé, selon la résistance mécanique, dans les catégories précisées par le B.S. Code of Practice 112. Des règles spéciales ont été élaborées en 1973 en Angleterre pour le classement mécanique effectué à la machine et visuellement (B.S. 4978:1973).

Les opinions diffèrent au sujet des mérites respectifs du classement à la machine et du classement visuel. Le classement à la machine est maintenant utilisé par les importateurs de bois et d'autres consommateurs du Royaume-Uni pour revaloriser leurs importations. Toutefois en Suède, où, des 3 pays visités, l'idée du classement mécanique à la machine paraissait être la plus répandue, 20 machines sont en service, mais elles sont utilisées surtout pour classer le bois destiné à la consommation intérieure comme les éléments pour les poutres lamellées et les fermes de toit.

En général, et plus particulièrement en Norvège, nous avons eu l'impression que le classement visuel est préférable au classement à la machine. Les machines ont seulement été introduites vers la fin des années soixante. Elles coûtent cher, leur durabilité est mise en doute et des essais effectués en laboratoire en Finlande montrent qu'il n'y a qu'une différence de 2 pour cent entre les deux modes de classement.

Le classement à la machine était utilisé pour sélectionner le bois avant l'aboutage d'éléments utilisés dans la fabrication de poutres lamellées. On justifiait le classement à la machine pour cet usage en disant qu'il

acceptait plus de bois que le classement mécanique visuel. Toutefois il s'agissait là d'un procédé coûteux, avec 5 personnes employées à la machine. De plus, il est toujours nécessaire d'effectuer un classement visuel pour éliminer les différents défauts d'apparence qui se produisent normalement dans la fabrication du bois, mais qui ne sont pas perçus par la machine.

On a constaté que le bois abouté destiné à la fabrication d'éléments porteurs est soit de la catégorie "Mélangés", soit classé en fonction des caractéristiques mécaniques, que ce soit par la machine ou visuellement.

En général, il n'existe pas de normes précises pour déterminer les catégories de bois à abouter. Il suffit de faire homologuer par des essais de contrôle le bois de charpente abouté. En Finlande, l'Association des ingénieurs du bâtiment possède un code qui définit les règles d'utilisation du bois abouté dans la construction. Ce code permet l'utilisation du bois abouté pour des éléments travaillant en compression, mais pour les éléments travaillant en tension il exige un contrôle du comité directeur de l'aboutage pour les catégories de résistance mécanique T20 et T30. Il interdit l'utilisation de la catégorie T40, sauf permission spéciale du comité directeur.

La plupart des usines visitées avaient des licences pour l'aboutage jusqu'à la catégorie mécanique T20. La production de la catégorie T30 est rare en Scandinavie et la demande en est faible. En général les architectes préconisent l'utilisation d'éléments plus forts de la catégorie T20 plutôt que ceux de la catégorie T30, plus coûteux. Toutefois on prévoit que l'utilisation plus répandue du classement selon la résistance mécanique effectuée à la machine permettra d'accroître l'usage des catégories T30.

Les instructions pour l'aboutage exigent qu'il n'y ait aucun défaut dans la région de l'enture. Par exemple en Finlande et en Norvège, les règlements exigent que la distance du noeud le plus proche de l'enture soit égale à trois fois le plus petit le diamètre du noeud. Il ne doit aussi y avoir aucune flache, aucun dérangement des fibres, aucune déviation de fil ni aucun autre défaut à proximité du joint.

#### 4. Teneur en humidité et températures de fabrication

Alors que les renseignements reçus des autorités compétentes sur les exigences de la teneur en humidité du bois destiné à l'aboutage concordent plus ou moins, nous avons noté d'un fabricant à l'autre une différence considérable dans le degré de tolérance. Étant donné que

toutes les installations visitées obtiennent des produits acceptables et qu'en règle générale, elles dépassent les exigences d'essai, il est évident que l'aboutage tolère un certain degré d'humidité, dans la mesure où l'opération s'effectue d'une manière cohérente et contrôlée.

En 1966, la Norvège a appliqué à l'aboutage le maximum de 15 % d'humidité déjà en vigueur pour les éléments des poutres lamellées. Toutefois cela revenait trop cher, et après des essais poussés, le maximum permis a été porté à 23 %, à la condition que la différence entre les deux pièces à abouter ne dépasse pas 5 %. Les installations visitées en Norvège fonctionnent largement entre ces limites et ne signalent aucun problème. Dans la plupart des installations norvégiennes le bois est préchauffé à l'aide d'appareils à haute fréquence.

En Finlande, l'Institut d'état de la recherche recommande un maximum d'humidité de 15 %, la différence entre les deux pièces à abouter ne devant pas dépasser 7 %. Au cours de nos visites cependant, nous avons remarqué que les fabricants s'imposaient une gamme de normes, allant de 16 % à 23 %.

En Suède on opère en général dans les mêmes limites qu'en Norvège et en Finlande et la majorité des systèmes que nous avons vus comportaient un préchauffage à haute fréquence.

Au cours de nos visites et lors de réunions avec les scientifiques et techniciens des instituts de recherches, nous avons pu noter que l'on accordait une grande importance au séchage du bois à abouter. Nous avons entendu plusieurs réflexions du genre: "de bons séchoirs et un séchage minutieux sont le secret d'un aboutage réussi". Il est certain que les Scandinaves s'appliquent beaucoup (comme il font à chaque étape de fabrication) pour sécher le bois lentement et régulièrement. Le bois est séché suivant le cycle humide et sec à des températures allant de 35 à 40 °C (95 à 105 °F) avec pour objectif de sécher 66 % du chargement d'un four à 18 % MC ( $\pm$  2 %). Il semble que l'on obtienne très peu de bois qui dépasse 20 % d'humidité avec un tel cycle. Dans ces conditions, il faut 5 à 6 jours pour sécher du bois épais de 2 pouces et 6 à 7 jours pour du bois de 3 pouces.

L'importance d'avoir du bois séché uniformément pour l'aboutage tient à la régularité du retrait et à l'absorption de colle. Une extrémité plus sèche aurait

tendance à absorber plus de colle, empêchant ainsi une bonne prise. La même chose s'applique si une extrémité contient trop de résine. On nous a signalé en Finlande que le pin de Laponie, qui comporte une surface importante de bois de coeur et un petit anneau d'aubier, ne se prête pas très bien à l'encollage aux extrémités.

C'est là une question que de nombreux producteurs canadiens de bois d'épinette, pin et sapin auront à étudier s'ils envisagent l'aboutage. La différence de densité de ces trois essences exigera peut être qu'on les sépare pour le séchage et l'aboutage.

En plus du séchage au four, les Scandinaves utilisent un certain nombre de méthodes pour préparer comme il se doit le bois avant l'aboutage. Par exemple, l'entreposage du bois 12 à 36 heures dans un atelier d'aboutage chauffé (15 à 22 °C) est une pratique courante mais coûteuse.

De plus en plus d'installations utilisent aujourd'hui un équipement à haute fréquence (ou radio fréquence) qui chauffe dans un écoulement continu un minimum de 3 pouces à l'extrémité de chaque pièce de bois, jusqu'à 80 °C et souvent jusqu'à 100 °. Cela est suffisant, même en hiver,

pour uniformiser la température dans les extrémités à abouter et l'on considère que la chaleur emmagasinée est suffisante pour permettre la prise de la colle, même si le bois est placé à l'extérieur dans les 8 minutes qui suivent l'application de la colle et le pressage. Ces 8 minutes suffisent aussi pour permettre la poursuite de l'usinage, comme le rabotage de la pièce aboutée.

### C. Le procédé de l'aboutage

L'aboutage comprend 7 ou 8 étapes précises. Dans l'ordre chronologique ces étapes sont les suivantes:

1. entrée du bois
2. suppression des défauts et équerissage des extrémités
3. pré-chauffage
4. découpe des profils d'aboutage
5. application de la colle
6. pressage et prise
7. coupe à la longueur désirée
8. sortie du bois

Une variété d'équipement et de systèmes, y compris la manutention, sont utilisés au stade de l'entrée, et dans chaque cas les éléments devant être aboutés sont amenés à la première scie rogneuse où le bois est examiné par l'opérateur. Tout défaut placé à moins de 4 pouces de

l'extrémité d'une pièce quelconque est enlevé à la scie et les extrémités de chaque pièce sont taillées parfaitement d'équerre pour assurer un profilage exact des doigts ou entures et un assemblage de précision.

Le préchauffage des extrémités du bois destiné à l'aboutage ne nous a pas semblé être considéré comme une partie essentielle du processus de fabrication en Scandinavie. Alors qu'il était assez utilisé en Suède et en Norvège, il n'était pas aussi répandu en Finlande où l'usage consistait à placer pendant 24 heures dans un bâtiment chauffé les pièces destinées à l'aboutage et à les y garder pendant 12 à 18 heures après l'aboutage.

Quand le préchauffage est utilisé, environ 3 pouces à l'extrémité de chaque pièce passent dans des appareils à haute fréquence pendant environ 30 secondes. Cela porte la température des extrémités à 80 °C ou plus et accélère grandement la prise de la colle quand elle est appliquée au bois et que les extrémités profilées sont pressées l'une contre l'autre. Avec le préchauffage, la prise de la colle est semble-t-il assez bonne après 4 minutes et suffisante après 8 minutes pour permettre la suite de l'usinage, comme le rabotage. On peut comparer ces résultats avec ceux d'une usine qui n'employait

pas le préchauffage mais qui possédait une très grande surface d'entreposage où la température était maintenue à 15 °C ou plus. Dans ce cas, on comptait 5 heures pour le temps de prise initial et 12 heures avant de pouvoir soumettre la pièce aboutée à un essai de résistance. Cette usine produit du bois de charpente et sa production constitue environ la moitié des exportations de bois de charpente abouté de la Finlande.

Les différences de pratique entre les usines en ce qui concerne le préchauffage et le séchage de la colle semblent venir des différentes conditions existant dans chaque installation. Le préchauffage est nécessaire par exemple dans les usines qui pratiquent l'aboutage de bois gelé ou dont le bâtiment où s'effectue le séchage est exposée à des températures très basses. Le préchauffage est aussi généralement pratiqué quand la suite de l'usinage est effectuée peu de temps après l'aboutage. Toutefois, malgré les grandes différences de procédés d'une usine à l'autre pour le préchauffage et le séchage, les essais sur la qualité des joints ont donné semble-t-il, d'excellents résultats.

Le découpage, ou profilage, des extrémités du bois pour la réalisation des entures est effectué par des couteaux circulaires qui fonctionnent à une très grande

vitesse. Sur certaines machines le couteau profile les deux extrémités à coller en même temps. Sur d'autres, deux couteaux sont utilisés, chacun profilant seulement une extrémité de la pièce. D'autres machines encore possèdent un couteau qui profile jusqu'à 10 extrémités en un seul passage.

Le profil des entures apparaît soit sur plat (figure 1) soit sur chant (figure 2), et les entures sont taillées parallèlement à deux faces opposées du bois, comme c'était généralement le cas en Scandinavie. Les joints à entures diagonales (figure 3) ont été expérimentés mais ne sont pas encore répandus.



ILLUSTRATION 1



ILLUSTRATION 2



ILLUSTRATION 3

Le personnel de recherche et de laboratoire à Helsinki et Oslo, qui a effectué un grand nombre d'essais destructifs, n'accorde pas au vu des résultats de leurs essais, une importance particulière au sens des doigts, mais il souligne l'importance d'avoir des outils de coupe aiguisés, des dispositifs de serrage bien entretenus et un bon alignement.

On nous a mentionné deux facteurs qui théoriquement, joueraient en faveur du type d'enture de la figure 1. Si une erreur est commise ou si par exemple une dent est mal découpée, cela concernera une surface de contact plus petite que dans la figure 2. En règle générale, les doigts extérieurs ne sont pas aussi forts que ceux du centre. En conséquence, le type d'enture de la figure 1 diminue le pourcentage de surface de joints extérieurs par rapport à la surface totale.

Il y a certains rapports à observer en ce qui concerne la longueur, la forme, la largeur de la pointe et la profondeur de la dent, et l'on peut suivre certaines indications en ce qui concerne la largeur minimum de la bande de colle à appliquer par rapport à la section de la pièce. On utilise généralement des rapports de 1:10 et de 1:7,5 entre la section et la surface de collage.

La longueur des doigts par exemple, est fonction de la pression exigée pour la presse d'encollage. Des doigts plus courts demandent une poussée plus forte. Selon deux spécialistes, une augmentation de la longueur des doigts entraînerait une augmentation de la différence admissible du taux d'humidité entre les deux pièces à abouter.

L'angle du doigt ainsi que la largeur de la pointe peuvent avoir un effet sur la résistance du joint à la traction, mais les meilleures conditions de résistance causent des problèmes d'ordre pratique pour l'usinage et le pressage des extrémités.

L'idéal est que l'usinage se fasse juste avant l'encollage. Le délai maximum admissible entre ces deux opérations est de 24 heures dans de bonnes conditions d'entreposage pour éviter la poussière, la saleté et la déformation des doigts, qui nuisent à l'ajustage et à la qualité de l'adhérence.

Alors que le code britannique exige une distance minimum de 1 mètre (3.3 pieds) entre les joints, il n'existe pas de code semblable dans les pays scandinaves. Toutefois les Scandinaves considèrent que 3 joints sur une longueur de 16 pieds est une limite pratique et économique et

pensent que cela deviendra la norme internationale à l'avenir.

Trois types de colle très connus sont utilisés pour l'aboutage en Scandinavie: l'urée formol, la résorcine phénol et l'acétate de polyvinyle. Les urées formol conviennent généralement pour l'utilisation en intérieur et pour certaines menuiseries d'extérieur comme les cadres de fenêtres protégés par la peinture. Les acétates de polyvinyle conviennent pour les utilisations hors charpente et la menuiserie lorsque les produits ne sont pas exposés à l'humidité. Les colles en résorcine phénol conviennent à la fois pour l'intérieur et pour l'extérieur. Nous avons pu observer au cours de notre tournée que c'était de loin le type de colle le plus commun et qu'il était utilisé presque exclusivement pour l'aboutage de bois de charpente.

Les colles sont généralement préparées dans une pièce séparée et fraîche située près de l'atelier d'aboutage. Nous avons remarqué que les récipients à colle placés près des machines à abouter étaient aussi quelquefois réfrigérés pour éviter que la colle ne devienne trop visqueuse.

On a observé trois méthodes d'application de la colle sur les entures: à la main, par des rouleaux et au pistolet. La première méthode effectuée généralement à l'aide d'une simple brosse, n'est pas propre et entraîne du gaspillage. Elle n'est généralement employée que lorsque le mécanisme d'application mécanique de la colle est en cours de nettoyage ou en panne. Les rouleaux mécaniques, de la forme des doigts, appliquent la colle aux doigts de l'une des deux pièces à abouter. Toutefois, il est généralement reconnu que le système relativement nouveau qui consiste à appliquer la colle sur les doigts au pistolet est plus efficace que les autres méthodes. Dans une usine type utilisant des colles résorcines phénol et des rouleaux mécaniques, la consommation de colle était en moyenne d'un litre par mètre cube de bois abouté. Cela équivaut approximativement à  $\frac{1}{2}$  gallon impérial pour mille pieds planche.

Le joint est terminé quand les deux extrémités usinées et encollées sont pressées l'une contre l'autre et que la colle a pris. La pression exercée aux extrémités au cours du pressage dépend de facteurs comme la longueur et la forme des doigts, la force de serrage et le degré d'accélération de la prise dû au chauffage. On nous a déclaré qu'il est courant en Scandinavie d'avoir

une pression de serrage aux extrémités d'environ 450 livres par pouce carré.

En ce qui concerne le séchage de la colle sans préchauffage, le bois à abouter doit être à une température d'au moins 18 °C (64 °F) quand la colle est appliquée et il doit rester à cette température jusqu'à ce que la colle ait pris ce qui, selon certains fabricants de ces pays, demande 30 heures. Toutefois, si le bois abouté peut être exposé à 30 °C (86 °F) pendant 12 heures, on nous a expliqué que cela était suffisant pour obtenir une bonne prise.

L'usage le plus répandu aujourd'hui est de chauffer par haute fréquence les extrémités du bois jusqu'à environ 90 °C (194 °F) avant l'application de la colle, ce qui fait que la chaleur emmagasinée permet la prise de la colle, qui s'effectue en 5 à 8 minutes. Dans des installations où une raboteuse est utilisée après une presse d'encollage, un intervalle de 8 minutes est généralement programmé entre ces deux opérations.

Un des experts du Norsk Treteknisk Institutt d'Oslo, nous a ainsi décrit le perfectionnement des méthodes de prise des colles. Il nous a expliqué que la résorcine

phénol, étant un adhésif à deux composants, nécessitait de la chaleur pour que puisse se produire le processus de prise de la colle, de façon à ce qu'elle devienne entièrement résistante à l'eau.

#### Première méthode

Des plaques chauffantes sont utilisées au joint, mais ne chauffent le bois qu'en surface. La colle ne prend donc que superficiellement.

#### Deuxième méthode

Le chauffage par haute fréquence est utilisé au joint, ce qui produit la pénétration de chaleur et la prise de la colle nécessaires. Mais cette méthode prend trop de temps et rend la production trop lente et trop coûteuse.

#### Troisième méthode

Préchauffage par haute fréquence. C'est la méthode la plus utilisée aujourd'hui et nous la décrivons ailleurs dans le présent rapport. Le préchauffage répond à deux objectifs: il permet d'égaliser la température dans les extrémités à assembler et d'emmagasiner de la chaleur au joint pour obtenir une prise rapide de la colle.

#### Quatrième méthode

Le traitement par haute fréquence se fait après l'application de la colle.

La quatrième méthode n'a été utilisée jusqu'à présent que sur une petite échelle, mais on la considère comme la plus avancée. Les essais ont montré qu'une fois l'eau évaporée et la colle sèche, le joint obtenu est solide mais résiste moins à l'eau que lorsque la prise de la colle est obtenue par l'application de fortes températures.

Une colle qui n'est pas exposée à de hautes températures a tendance à fluer de nouveau quand on lui applique de la chaleur quelques jours plus tard, mais étant donné que ce phénomène est limité, la méthode la plus sûre consiste à appliquer la chaleur (80 à 100 °C) immédiatement après l'application de la colle et le pressage.

Après le pressage et les premiers stades de la prise de la colle, le bois abouté est coupé à la longueur désirée par une scie fixe ou mobile. Les pièces aboutées coupées à longueur sont ensuite arrangées par lots manuellement ou mécaniquement puis empilées, prêtes à l'expédition.

## D. Matériel pour l'aboutage

### 1. Les modèles

En Finlande et en Suède uniquement, il y a plus de 80 installations d'aboutage contrôlées qui utilisent l'équipement produit par sept fabricants différents. Les marques que nous avons remarquées le plus souvent au cours de notre mission étaient la marque suédoise Sunfab (6), la marque Ouest-allemande Dimter (4) et la marque britannique Cook Bolinders (3). Les autres machines que nous avons remarquées étaient la Sauter et la Hombok, toutes les deux fabriquées en Allemagne de l'Ouest.

Les installations d'aboutage que nous avons visitées avaient été construites entre la fin des années 60 et 1976 et recouvraient une gamme étendue de marques et de modèles. Quand nous avons eu la possibilité d'étudier le modèle le plus ancien et le plus récent d'un même fabricant, il était évident que des progrès importants avaient été accomplis, surtout en ce qui concernait le caractère compact des machines, la vitesse de travail et l'application de la colle.

Les machines Sunfab, qui sont fabriquées par Sundinos Fabriker AB, existent depuis de nombreuses années et les différents modèles ont suivi l'évolution de la technique. Nous avons vu un des systèmes les plus récents à l'usine AB Geiger & Soner à Langasjo, en Suède. Cette firme a acheté à Sunfab un système global qui comprend un palan d'alimentation inclinable, deux préchauffeurs, une profileuse, un applicateur de colle indépendant à rouleaux, une presse indépendante, une scie, des griffes de rejet automatique suspendues et une empileuse de type élévateur. Ce système ne demande que deux opérateurs.

La firme britannique Cook Bolinders Ltd., vient de lancer sur le marché une nouvelle machine à abouter (modèle FJ-AM) qui à elle seule effectue la découpe des entures, le collage et l'assemblage, opérations qui auparavant étaient effectuées par trois machines. D'après le fabricant cette nouvelle machine aura une production de  $7\frac{1}{2}$  joints par minute, ce qui équivaut à une production moyenne de 30 mètres ou 100 pieds par minute. On nous a signalé 45 autres machines plus anciennes actuellement en usage.

Deux des machines Dimter que nous avons vues au cours de notre visite sont conçues comme la Sunfab, à

savoir que les trois fonctions principales sont effectuées séparément et que les pièces passent une à une à chaque stade de la fabrication. À l'une des installations, à Vierumaen Teollisuus Oy à Vierumaki, en Finlande, le concept est différent. Après la rectification et l'équarissage des extrémités, les pièces sont posées sur chant et placées de front par lot de cinq. Ce lot se déplace vers l'avant puis revient sur des couteaux qui usinent sur une extrémité les cinq pièces en même temps. Les pièces se déplacent ensuite vers une deuxième profileuse qui découpe l'autre extrémité. La colle est appliquée en même temps que sont découpées les entures. Les pièces sont ensuite remises automatiquement sur plat et acheminées de la façon habituelle à travers la presse.

Une des usines où nous avons remarqué le plus d'originalité est celle de Moelven Limtre A.S., à Moelv, en Norvège, où le matériel traditionnel est combiné avec du matériel de leur propre conception. L'entrée des pièces se fait de la façon traditionnelle, et une fois taillées, celles-ci sont posées sur chant et placées en lot de huit ou neuf. Ce lot avance ensuite sur un plateau tournant qui reste fixe pendant que les pièces se déplacent vers le profileuse. Quand l'une des extrémités est découpée, le plateau tourne de 180 ° et l'autre extrémité est profilée. Le lot est ensuite débloqué, les

pièces retombent sur le plat et sont introduites dans une presse continue. Cette presse est un modèle particulier à cette usine et diffère entièrement des autres que nous avons pu voir. La pression est obtenue par la différence de sens de rotation et de vitesse des rouleaux d'entrée et des rouleaux de sortie. La force des rouleaux d'entrée est compensée par une force opposée un peu moins grande qu'exercent les rouleaux de sortie. L'effet recherché est d'obtenir la pression requise pour un bon joint pendant que les pièces continuent à se déplacer. Cela augmente la longueur en pieds linéaires qui peut être traitée dans un laps de temps donné. La scie à débiter mobile est montée sur un chariot suspendu. Elle suit la pièce qui sort de la presse et la met à longueur. Cela permet d'accroître encore la longueur linéaire pouvant être produite.

#### Exigences pour les installations

La plupart des machines nécessaires pour l'aboutage peuvent s'installer facilement sur un sol en béton ou sur des cales. La machine la plus lourde semble être l'abouteuse Cook Bolinders FJ-AM qui pèse environ 10 tonnes. Seule une alimentation en courant électrique est nécessaire. Les éléments de préchauffage par haute fréquence

sont refroidis à l'eau par un échangeur de chaleur en circuit fermé. Sur certains modèles le contrôle des dispositifs de serrage et le mouvement des têtes porte-couteaux s'effectuent hydrauliquement.

### Entretien

Il semblerait que les compétences existantes et la précision requise pour faire fonctionner et entretenir un groupe canadien type avec raboteuse moderne à haute vitesse et à contrôle par mémoire programmée, suffiraient pour permettre l'exploitation et l'entretien d'une usine d'aboutage. Les abouteuses Cook Bolinders et Dimter, qui effectuent trois fonctions en une seule opération, sont plus difficiles à dépanner que les machines plus décomposées du système Sunfab.

E. L'aspect économique de l'aboutage en Scandinavie

1. Les coûts d'investissement et d'exploitation des usines d'aboutage

Étant donné la grande variété d'équipement et de machines d'aboutage observé dans les différentes usines visitées au cours de notre tournée, étant donné aussi les variations d'une installation à l'autre et la question de savoir si tel nouveau bâtiment a été construit dans le but de recevoir tel équipement, il nous a été difficile de déterminer un coût d'investissement significatif pour une installation d'aboutage. Quand nous avons traité de cette question avec le directeur de la société Cook Bolinders Ltd. en Angleterre, il nous a fait savoir le coût de leur nouveau système FJ-AM, avec le préchauffage à haute fréquence, la ventilation, le refroidissement, l'équipement d'essai, les installations d'entrée et de sortie, mais à l'exclusion des murs, serait environ de \$300 000 installé. En Suède, le propriétaire d'une usine d'aboutage qui a acheté le système Sunfab complet au cours des deux dernières années avec un équipement comparable à celui de la société Cook Bolinders, estimait le coût de remplacement actuel à \$200 000 ou plus.

L'information la plus complète sur les coûts d'investissement et d'exploitation pour une nouvelle installation d'aboutage est certainement celle que nous trouvons

dans ce rapport publié en 1976 par le comité d'aboutage de l'association des exportateurs de bois suédois. Le résumé suivant présente les données les plus significatives contenues dans ce rapport. Les valeurs sont données en couronnes suédoises.

a) Les bâtiments et le terrain

le terrain, y compris l'aménagement	100 000
les bâtiments	350 000
les installations électriques	<u>50 000</u>
	500 000

b) Les machines

Une aboteuse complète avec chauffage par HF, matériel de découpe, bandes transporteuses, empileuses, y compris les frais d'installation	1 075 000
Equipement d'essai	25 000
Poste de sectionnement et branchement électrique	100 000
Dispositif d'aspiration de la sciure	50 000
Frais d'experts, etc.	<u>50 000</u>
	1 300 000

c) Coûts d'investissement:

Temps d'amortissement:

- bâtiments 15 ans
- machines 7 ans

Intérêts - 10 %

Facteur d'annuité à 10 % d'intérêt:

- bâtiments - 15 ans @ 0.13147 x 500 000 - 66 000/an
- machines - 7 ans 0.20541 x 1 300 000 - 267 000/ an

d) Main-d'oeuvre et administration

Un préposé au dispositif d'alimentation  
et un opérateur de machine

@ 65 000/ an = 130 000/ an

Contremaître et administration

75 000/ an

e) Autres coûts d'exploitation fixes annuels

Électricité	20 000
Outils, affûtage	25 000
Entretien et service	20 000
Assurance	10 000
Chauffage	15 000
Inspection de contrôle de la qualité	5 000
Divers	<u>5 000</u>
	100 000/ an

f) Coûts d'exploitation variables

Découpe = 18 couronnes par m<sup>3</sup> abouté

Colle = 10 couronnes par m<sup>3</sup> abouté

Manutention et transferts = 6 couronnes par m<sup>3</sup>  
abouté

g) Risque, profit et part pour l'Administration centrale  
et la gestion

15 % de 1 800 000 couronnes = 270 000 couronnes

h) Coût total par joint

En se basant sur les coûts mentionnés de 1 à 7  
ci-dessus, sur une année de travail de 200 jours, sur une  
longueur moyenne de 4 mètres pour le bois avant l'aboutage,  
et 1 100 joints par jour, le coût total du bois abouté de  
50 mm x 150 mm (2" x 6"), revient à 5.09 couronnes suédoises  
par joint.

i) Coût de l'aboutage par mètre cube

Ces coûts sont basés sur une longueur moyenne de  
4 mètres pour le bois à l'entrée, de 6 mètres pour le bois  
à la sortie, des dimensions de 50 mm x 150 mm, 1 100 joints  
par jour, 3 changements de section par jour et 5 change-  
ments de longueur par jour. Les coûts calculés présentés  
dans le rapport pour certaines dimensions sont résumés  
ci-dessous.

<u>Section en mm</u>	<u>Mètres cubes par jour</u>	<u>Colle, découpe et transfert</u>	<u>Coût fixe, risque, profit</u>	<u>Coût total par mètre cube</u>
38 x 100	16.8	39	272	311
x 150	24.6	36	184	220
x 200	32.1	34	142	176
44 x 100	19.1	38	238	276
x 150	27.9	35	163	198
50 x 100	21.7	37	210	247
x 150	31.8	34	143	177
x 200	41.4	33	110	143
75 x 150	46.1	32	99	131
x 200	60.0	32	76	108

Une autre estimation des coûts de production d'aboutage nous a été fournie par la société Technicus Engineering AB, la branche d'experts-conseils de la Saab-tement AB, qui à son tour fait partie de la Saab Scania de Suède. D'après les calculs de cette société, chaque joint revient à 1.14 couronne suédoise sans compter les bâtiments. Par exemple, l'aboutage de pièces de 2" x 4" avec une machine Cook Bolinder ou une machine équivalente, revient à environ 93 couronnes suédoises par mètre cube, soit approximativement \$52 pour mille pieds planche. Selon d'autres sociétés, les coûts de production varient de 100 couronnes à plus de 150 couronnes par mètre cube, la moyenne se trouvant probablement autour de 125 couronnes par mètres cube, soit 70.20 dollars pour mille pieds planche, en se basant sur une production estimée de 3 joints à la minute.

## 2. Prix de vente du bois abouté

D'après ce que nous avons pu retenir de nos discussions au cours de notre tournée, de nombreux producteurs de bois d'oeuvre des pays nordiques qui vendent leurs produits sur le marché intérieur et à l'exportation, considèrent l'aboutage simplement comme une étape supplémentaire de la production, étape nécessaire pour satisfaire la demande croissante de la part de leurs clients pour des éléments plus longs ou d'une longueur particulière, qu'il n'est pas possible de produire avec les longueurs des grumes existantes et le

matériel actuel des scieries. De plus si une usine peut fournir du bois plus long ou de longueur particulière elle est souvent amenée à vendre un volume important de bois de diverses longueurs.

Alors que le coût élevé de l'aboutage semble être facilement récupéré à la vente, il ne nous a pas semblé que la prime de \$57 à \$85 par milliers de pieds planche obtenue par l'aboutage, dépassait de beaucoup le coup de production.

On estime que plus de 90 pour cent du bois d'oeuvre abouté produit en Finlande, Suède et Norvège, est consommé à l'intérieur du pays de fabrication. Le faible volume d'exportation serait dirigé principalement vers d'autres pays nordiques et vers la Grande-Bretagne.

F. Contrôle de la qualité, normes et codes du bâtiment

1. Contrôle de la qualité

Dans les trois pays nordiques visités, les organismes de contrôle de la qualité de l'aboutage doivent approuver le procédé, l'équipement et le produit de tout fabricant ou futur fabricant de bois de charpente abouté, avant que la société ne puisse appliquer le label de contrôle officiel à l'un quelconque de ses produits. Ces organismes de contrôle, appelés encore Comités directeurs de l'aboutage, sont généralement composés d'experts dans le domaine, venant des universités, des instituts de

recherche technique, des associations de l'industrie du bois et des producteurs de bois d'oeuvre abouté.

Le Comité de contrôle exige d'abord que les entures soient conformes à la norme allemande DIN 68140. Cependant, ils approuveront des variations dans la mesure où elles satisfont aux exigences d'essais spéciaux.

Il semble qu'il y a en Europe deux méthodes principales pour déterminer la qualité des joints. La norme britannique, BS 5291:1976, détermine l'efficacité des joints en comparant la résistance du bois abouté à la résistance de bois sans défaut non abouté de la même essence ou du même groupe d'essences. Dans les pays scandinaves, la qualité des joints est établie au moyen d'échantillonnages et d'essais de résistance, mais au lieu de déterminer l'efficacité des joints en comparant les pièces aboutées aux pièces non aboutées sans défauts, on doit effectuer pour chaque type d'enture, un certain classement minimum de contraintes avant rupture mesurées en kilopascals par centimètre carré. Dans le cas des catégories de résistance mécanique T20, T30 et T40, le bois abouté doit satisfaire au moins aux exigences de résistance de ces classes. La catégorie T20 (à peu près équivalente à 1200f) regroupe de loin le plus gros volume quant à la production et à l'utilisation. La demande est faible pour la catégorie T30 et pratiquement nulle

pour la catégorie T40. Dans la plupart des cas une permission spéciale est nécessaire pour produire et fournir les deux dernières catégories.

Dans un pays nordique, quand le comité directeur de l'aboutage reçoit une demande d'autorisation pour fabriquer du bois abouté, il procède à une inspection de l'usine du demandeur pour s'assurer que l'équipement, les procédés, les conditions de fonctionnement et d'autres facteurs pertinents sont conformes aux règles de contrôle nécessaires. Si le comité est satisfait de l'inspection, des échantillons sont prélevés et soumis à des essais poussés au laboratoire de l'institut de recherche. Si les essais donnent satisfaction, le demandeur, reçoit alors l'autorisation de produire et de vendre du bois abouté avec le label de contrôle officiel.

Dans chaque pays nordique, les agences de contrôle exigent que chaque producteur établisse un système de contrôle régulier de la qualité, de manière à garantir que la production de joints satisfaisants est maintenue. Un nombre minimum d'échantillons est prélevé pour essais sur chaque tranche de production et les résultats sont enregistrés. Ces résultats sont transmis régulièrement à l'institut de recherche qui les étudie. S'il y remarque un problème quelconque, il en avise le fabricant. Si aucune amélioration n'est remarquée au cours des essais suivants, l'usine est généralement inspectée par les

membres du comité directeur de l'aboutage pour déterminer le problème, et le producteur reçoit un avertissement. Si une telle mesure ne suffit toujours pas à ramener le produit dans les normes exigées, l'organisme de contrôle peut retirer à la société le droit d'utiliser le label de contrôle jusqu'à ce que le problème soit éliminé.

Dans le système de contrôle, il est prévu que les membres du comité visitent et inspectent à l'improviste chaque installation d'aboutage deux fois par mois.

## 2. Codes du bâtiment et normes des produits

À l'origine, chaque pays visité avait mis au point ces propres guides, normes et codes pour l'utilisation à l'intérieur du bois abouté, en se basant principalement sur son utilisation dans la fabrication des poutres lamellées. Cependant, au fil des ans, le lien étroit qui s'est établi entre l'institut de recherche et les industries de ces pays ajouté aux intérêts de commerce mutuels, a amené la création d'un comité nordique pour l'établissement de règlements de construction. Sous contrôle de ce comité, les normes pour le bois abouté utilisé en charpente, sont assez semblables en Finlande, Suède, Norvège, au Danemark et en Irlande et le transport de ce produit entre ces pays présente peu de difficultés.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, la Grande-Bretagne et l'Allemagne de l'Ouest ont leur propre norme pour le bois de charpente abouté utilisé dans la construction.

Cependant, sous les auspices de la Commission économique pour le Comité européen du bois, un groupe d'experts des pays scandinaves, d'autres pays européens et du Canada, s'efforcent depuis un ou deux ans d'élaborer une norme pour le bois de charpente abouté qui soit commune aux pays européens et qui remplacerait celles qui sont actuellement en vigueur dans les différents pays.

G. Visite des installations d'aboutage de la société St. Regis Paper Company à Libby, Montana

Ayant entendu parler d'une installation d'aboutage de bois de charpente de grande production à la scierie St. Regis Paper Co., à Libby, Montana, l'auteur et trois membres de la mission ont visité cette usine à la fin de janvier 1977. La visite de ces installations nous a permis d'établir une comparaison entre ce que nous avons constaté en Scandinavie et l'équipement, le système et les matières premières utilisés à une usine relativement nouvelle (décembre 1972) des Etats-Unis.

La matière première pour l'aboutage, à Libby, consiste en éléments corroyés de 7 pieds et moins, provenant de la fabrique de poteaux. On prend bien soin que le stock soit de bonnes dimensions et que son degré d'humidité ne dépasse pas 19%. Une grande variété d'essences de conifères est utilisée pour l'aboutage. La différence entre les techniques d'aboutage est que les Américains

utilisent comme matière première des éléments courts de bois corroyé séchés au four aux dimensions standards ALS, alors que, dans tous les pays nordiques, on pratique l'aboutage de bois séché non fini qui est ensuite corroyé ou soumis à un autre traitement.

L'équipement utilisé à Libby pour l'aboutage est fabriqué par la société Industrial Woodworking Machine Co. Inc., de Garland, Texas, et par la société Mann Russell Electronics Inc., de Tacoma, Washington.

Après en avoir contrôlé la tension, les pièces aboutées passent à travers la dresseuse de précision, puis sont acheminées vers une machine classeuse qui élimine toute pièce hors catégorie, appose l'estampille de la catégorie sur les pièces conformes et place les étiquettes entre les rangées appropriées à mesure que le matériau passe dans l'empileuse automatique Moore. Ces lots sont ensuite cerclés en vue de l'expédition par rail et route.

Au terme de la visite, il était clair pour le groupe que, compte tenu des conditions et des exigences en Amérique du Nord, l'équipement et le système utilisés à Libby étaient de beaucoup supérieurs à ceux qu'il avait pu constater lors de l'étude antérieure des installations d'aboutage dans les pays nordiques. De plus, les dirigeants de St. Regis sont extrêmement satisfaits de leur exploitation d'aboutage qui a relevé une partie sensible de leur production, contribué au revenu de l'usine, créé de nouveaux emplois et su se révéler économiquement rentable.

H. Visite au laboratoire des produits forestiers de l'Ouest à Vancouver, C.-B.

Pour en savoir davantage sur la nouvelle technique de l'aboutage de bois vert qu'a étudiée et mise au point le Laboratoire des produits forestiers de l'Ouest, les trois membres de la mission mentionnés dans la section précédente ainsi que l'auteur ont visité le laboratoire le 1<sup>er</sup> février 1977.

Le procédé mis au point par ce laboratoire, qui utilise des colles de type extérieur apparemment bien moins chères que celles exigées pour le système de séchage par haute fréquence, consiste à sécher rapidement les entures des pièces à abouter sans sécher le reste de la pièce de bois. Pendant le court laps de temps que demande le séchage des doigts, l'humidité qui se trouve dans le reste de la pièce agit à la manière d'un dissipateur thermique et absorbe l'excès de chaleur des entures pendant le séchage. Cette chaleur est ensuite retransmise aux entures pour accélérer la prise de la colle après la fabrication du joint. Il est possible aussi d'appliquer au cours du pressage une plaque chauffante aux surfaces des pièces assemblées, pour accélérer la prise de la colle près de la surface, ce qui permet de manipuler le produit immédiatement et sans risque.

Les spécialistes du laboratoire nous ont indiqué que la teneur en humidité du bois à abouter est un facteur d'importance majeure pour la qualité des joints. Ils ont établi qu'avec du bois d'humidité élevée et variable, la chaleur appliquée pour la prise de la colle est absorbée à la place par l'eau, ce qui entraîne une mauvaise qualité des joints et un usage inefficace du courant. Une humidité élevée aura tendance aussi à diluer la colle, ce qui entraîne une qualité inégale des joints. En outre, dans le cas du séchage par haute fréquence, une teneur en humidité supérieure à 14% peut provoquer des étincelles, des cloques ou peut même brûler le bois. En conséquence, les experts du laboratoire sont d'avis que la plupart des installations d'aboutage en Amérique du Nord qui utilisent des circuits HF ne sont pas en mesure d'effectuer l'aboutage de bois vert et s'exposent certainement à des problèmes en se servant d'un bois qui a été séché au four jusqu'à un pourcentage maximum d'humidité de 19%, comme l'autorisent les règlements NLGA en vigueur.

Des essais en laboratoire ont été effectués sur plusieurs centaines de pièces de bois de construction d'essences variées avec une teneur en humidité atteignant 150%. Avec la technique du Laboratoire des produits forestiers de l'Ouest, on a obtenu du bois de construction

abouté d'une résistance égale à celle des catégories "Select Structural" et n° 1, même en utilisant comme matière première du bois de la catégorie poteaux. On nous a déclaré que les joints produits ont toujours été de haute qualité.

Le Laboratoire des produits forestiers de l'Ouest a obtenu des brevets pour son procédé au Canada et aux Etats-Unis par l'intermédiaire de la Société canadienne des brevets d'exploitation limitée, société de la Couronne qui se trouve à Ottawa et qui est chargée d'obtenir des brevets pour les inventions mises au point par des organismes du gouvernement canadien.

M. James Dobie, du Laboratoire des produits forestiers de l'Ouest, lors d'une entrevue que nous avons eue avec lui, a parlé du rapport qu'il a publié récemment et qui s'intitule "Economic Analysis of Finger-Jointing by WFPL Method" (rapport d'information VP-X-160). Dans son rapport, M. Dobie indique qu'avec le procédé d'aboutage de bois vert mis au point par le laboratoire, les prix pouvant être appliqués au produit étaient suffisamment élevés au moment de l'enquête pour procurer un profit sur les investissements de plus de 50% pour des dépenses en capital de l'ordre d'un demi à un million de dollars.

Nous suggérons que toute entreprise canadienne qui envisagerait l'installation d'un équipement d'aboutage contacte le Laboratoire des produits forestiers de l'Ouest pour tous conseils d'ordre technique.

I. Conclusions et recommandations

1. L'aboutage de bois de charpente résineux en Finlande, Suède et Norvège a commencé vers 1965 et, depuis cette époque, cette technique connaît une croissance régulière, aussi bien en volume produit que dans le nombre des exploitations qui ont installé un équipement d'aboutage. Malgré cette croissance, le bois d'aboutage ne constitue actuellement que 2% de la production totale de bois et le procédé n'en est encore qu'à ses premiers balbutiements. En élaborant des normes appropriées à ce produit et en instaurant des méthodes efficaces de contrôle de la qualité, les Scandinaves ont réussi à faire du bois abouté un produit largement reconnu.

2. L'aboutage de bois corroyé est pratiquement inexistant en Scandinavie, cela parce que la plus grande partie du bois est utilisé à l'intérieur du pays ou exportée en débits séchés non finis, et aussi à cause de la difficulté que semblent éprouver les Scandinaves avec la technique et l'équipement qu'ils possèdent actuellement pour aligner les pièces correctement durant l'aboutage afin d'éviter un mauvais raccord ou un décalage aux joints.

3. Dans l'industrie canadienne du bois de sciage, l'application principale de l'aboutage serait le raccordement de débits courts dressés pour produire des éléments longs de bonne qualité. Il semble que cela ne soit pas réalisable avec les systèmes que nous avons pu observer au cours de notre mission. Cependant, notre visite à l'installation d'aboutage de la Société St. Regis Paper Co., à Libby, Montana, indique qu'il existe aux Etats-Unis la technique et l'équipement permettant d'atteindre un haut niveau de production de bois de charpenté abouté acceptable à partir de débits courts dressés.

4. La raison principale de l'aboutage dans les trois pays nordiques que nous avons visités est de satisfaire la demande croissante d'éléments longs fabriqués à partir des grumes relativement courtes qui sont disponibles et de fournir aux consommateurs les longueurs particulières qu'ils demandent. Ces raisons sont moins valables au Canada où, jusqu'à un certain point, la longueur de bois désirée est déterminée lors du tronçonnage des grumes.

5. La pratique de l'aboutage de bois d'épinette et de pin dans les pays scandinaves est très répandue et effectuée avec succès sur le plan technique. Malgré les grandes variations de la teneur en humidité du bois et malgré l'utilisation d'équipements et de techniques très différents, les joints respectent les normes techniques établies par les organismes de contrôle de chaque pays.

6. Il existe en Finlande, Suède et Norvège, 92 producteurs de bois abouté, mais malgré cela, le bois abouté ne représente qu'environ 2 % de la production totale de bois d'oeuvre.

À l'heure actuelle, un pourcentage élevé de ce produit est utilisé à l'intérieur du pays pour des produits de transformation comme la menuiserie, les poutres lamellées,

les palettes et les habitations préfabriquées. Un nombre croissant de producteurs de bois d'oeuvre installent des ateliers d'aboutage à proximité de leurs scieries.

7. En Scandinavie le coût de production du bois abouté est élevé et varie beaucoup suivant le type d'équipement utilisé et la grosseur du bois. Le coût moyen était estimé à environ \$70.00 par millier de pieds planche et il semble que ces frais soient facilement récupérables à la vente, ou simplement considérés comme dépense effectuée par la société pour fournir la matière première nécessaire aux produits de transformation.

8. Étant donné qu'au Canada l'on dispose actuellement d'éléments longs en quantité raisonnable, le coût élevé de l'aboutage constaté en Scandinavie ne pourrait pas être récupéré par des opérations similaires.

9. Le coût des grumes dans les scieries scandinaves est bien plus élevé qu'au Canada. En considérant la production de bois, on a estimé que ces coûts étaient deux à trois fois plus élevés que dans la plupart des provinces canadiennes. Cela est dû, dans une large mesure, à la proportion élevée de propriétaires de forêts privées qui existe dans ces pays et à l'action d'associations puissantes qui négocient les prix au nom de ces propriétaires avec les industries de pâte, de sciage et de contreplaqué.

10. Dans les trois pays visités, le rôle des organismes de contrôle est d'approuver les procédés et l'équipement d'aboutage des fabricants, mais aussi d'exiger que chaque type d'enture soit testé et approuvé de façon convenable. Ils exigent aussi que soient pratiqués de façon continue l'échantillonnage et l'essai des joints dans la production ordinaire de bois abouté.

11. Dans ces mêmes pays, les codes d'homologation et les exigences de contrôle de la qualité pour les producteurs de bois de charpente abouté sont considérablement moins stricts et astreignants que ceux imposés par la norme canadienne CSA 0268-1976. Les normes scandinaves, dont l'objectif principal est de maintenir à un niveau satisfaisant les résultats des essais de résistance à la flexion du bois abouté, stimulent plus les investissements pour l'aboutage que la norme canadienne plus exigeante.

12. Il semble justifié d'entreprendre une étude plus approfondie de la technique et de la mise en marché de l'aboutage aux États-Unis.

13. Quant à la possibilité pour les producteurs canadiens de bois d'oeuvre de mettre sur pied des installations d'aboutage dans leurs usines, les membres

de l'enquête ont conclu qu'il fallait d'abord étudier plus en détail et clarifier les points suivants:

a) Les types d'adhésifs et les problèmes de prise de la colle, notamment le maximum d'humidité et les exigences thermiques maximales, et la solidité des joints à long terme.

b) L'attitude de la clientèle vis-à-vis du bois de charpente abouté au Canada et aux États-Unis.

c) Les normes sur le produit et les codes du bâtiment, en relation avec l'aboutage du bois de charpente.

d) La viabilité économique.

14. Nous suggérons que les sociétés canadiennes qui désirent obtenir des renseignements supplémentaires sur l'aboutage de bois de charpente en Europe et aux États-Unis, écrivent aux sociétés et organismes énumérés ci-dessous.

a) Technical Research Centre of Finland  
Timber Laboratory  
02150 Otaniemi, Finland

- Mr. Urho Saarelainen, Research Engineer,

b) Swedish Forest Products Research Laboratory  
Wood Products Department  
Drottning Kristinas Vag 65  
Box 5604, 11486 Stockholm  
Sweden

- Mr. Roland Palm

- c) Norsk Treteknisk Institutt  
Forskningsveien 3B  
Blindern, Oslo  
Norway
- Mr. Halvor Skjelmerud, Director
- d) The British Standards Institution  
2 Park Street  
London W1A 2B5, England
- e) The Otto-Graff Institut  
Technische Hochschule  
stuttgart, République fédérale d'Allemagne
- f) American Institute of Timber Construction  
333 West Hampden Avenue, Englewood,  
Colorado 80110, U.S.A.
- g) American Society for Testing & Materials  
1916 Race Street  
Philadelphia, Penn. 19103  
U.S.A.
- h) University Forest Research Laboratory  
Oregon State University  
Corvallis, Oregon, 97331  
U.S.A.
- i) U.S. Department of Agriculture Forest  
Products Laboratory  
P.O. Box 5130  
Madison, Wisconsin 53705  
U.S.A.

En ce qui concerne la littérature canadienne sur l'aboutage, les sociétés peuvent se procurer la norme CSA 0268-1974 et d'autres publications pertinentes en écrivant à l'Association canadienne de normalisation, 178 Boulevard Rexdale, Rexdale, Ontario, M9W 1R3, ou au Western Forest Products Laboratory, 6620 N.W. Marine Drive, Vancouver, B.C., V6T 1X2.

Annexe 1Liste des installations d'aboutage visitées

1. Laivateollisuus Oy, Turku, Finlande
2. Rauma-Repola Oy, Lahti Works, Lahti, Finlande
3. Vierumaen Teollisuus Oy, Vierumaki, Finlande
4. Oy Kaukas Ab, Lappeenranta, Finlande
5. Oy Hackmann Ab, Joutseno, Finlande
6. AB Johannebergs Ladfabrik, Upplands Vasby, Suède
7. Valasens Sawmill, Karlskoga, Suède
8. Boxholms AB, Boxholm, Suède
9. AB Geijer & Soner, Langasjo, Suède
10. AB Angsagen i Vislanda, Vislanda, Suède
11. Mathiesen - Eidsvold Vaerk, Bøn, Norvège
12. Berger Langmoen A/S, Brumunddal, Norvège
13. Moelven Limtre A/S, Moelv, Norvège
14. Moelven Brug, Moelv, Norvège
15. St. Regis Paper Co., Libby, Montana, É.U.

Annexe 2Liste des membres de la mission

Mr. Glen A. Patterson  
Vice-President, Northern Operations  
Canadian Forest Products Ltd.  
15th Floor  
505 Burrard Street  
Vancouver, B.C. V6C 2G9

Mr. Horst Sander  
Vice-President  
Northwood Pulp & Timber Ltd.  
P. O. Box 7500  
Prince George, B.C. V2N 2K2

Mr. Peter J. Hall  
Vice-President  
Balfour Guthrie (Canada) Ltd.  
740 Nicola Street  
Vancouver, B.C. V6G 2C2

Mr. J. G. Morrison  
Operations Manager, Lumber & Pulp  
Abitibi Paper Co. Ltd.  
Toronto-Dominion Centre  
Toronto, Ontario M5K 1B3

Mr. M. D. Giles  
General Manager  
Grant Lumber Co. Ltd.  
P. O. Drawer 9  
Elk Lake, Ontario P0J 1G0

Mr. Gilbert Tardif  
Vice-président, Operations  
Maibec Industries Inc.  
660, rue Lenoir  
Sainte-Foy (Québec) G1X 3W3

M. Y. V. Bélanger  
Directeur des ventes  
Les Matériaux Blanchet Inc.  
Suite 101  
832, chemin Chambly  
Longueuil (Québec) G0R 3K1

Mr. H. T. Boyles  
Special Projects Manager  
J. D. Irving Lumber Co.  
284 Union Street  
Saint John, N.B. E2L 1B7

Mr. George Richards  
General Manager  
Babine Forest Products Ltd.  
Burns Lake, B.C. V0J 1B0

M. T. A. Charles  
Chef adjoint  
Division des produits primaires  
du bois  
Direction de la transformation  
des richesses naturelles (52)  
Ministère de l'Industrie et du  
Commerce  
240, rue Sparks  
Ottawa (Ontario) K1A 0H5

Annexe 3Liste des instituts de recherches techniques, des associations industrielles et des fabricants de machines d'aboutage visités

1. The Finish Sawmill Owners Association  
Fabianinkatu 29C  
00100 Helsinki 10, Finlande
  
2. Technical Research Centre of Finland  
Timber Laboratory  
02150 Otaniemi, Finlande
  
3. Swedish Forest Products Research Laboratory  
Wood Products Department  
Drottning Kristinas Vag 65  
Box 5604, 11486 Stockholm  
Suède
  
4. Swedish Wood Exporters and Sawmill Association  
Villagaten  
S-11432 Stockholm  
Suède
  
5. Teknicus Engineering AB  
Box 121  
S-123 al Farsta  
Suède

6. Norwegian Institute of Wood Working & Wood Technology  
Forskningsvein 3B  
Blinder, Oslo  
Norvège
  
7. Norwegian Timber Trade Federation  
Norges Trelastforbund  
Storgt. 14, Oslo 1  
Norvège
  
8. Cook Bolinders Ltd.  
Commerce Way  
Leighton Buzzard  
Bedfordshire, England
  
9. Laboratoire des produits forestiers de l'Ouest  
Ministère des Pêches et de l'Environnement  
Vancouver. (Colombie-Britannique)  
Canada

## ANNEXE 4

Règles définissant le système de contrôle pour les sociétés qui fabriquent les matériaux collés et aboutés servant comme éléments porteurs.

## 1. Définition et objectif

- 1.1. Les matériaux collés et aboutés sont définis dans ce document comme étant des pièces de bois de dimensions utilisées dans la construction et qui sont assemblées au moyen de colle dans le sens longitudinal de sorte que la pièce aboutée respecte les critères de résistance donnés.
- 1.2. L'objectif de ce système de contrôle est d'assurer que la production est effectuée par les fabricants avec un contrôle efficace et en accord avec les exigences techniques nécessaires pour obtenir des joints solides.

## 2. Organisation

- 2.1. Le contrôle se fait sous la direction de l'organisme norvégien, le Norwegian Gluelam Control. Le Norwegian Institute of Wood Working and Wood Technology est le secrétariat du comité.

- 2.2. Le Norwegian Gluelam Control a pleine autorité en ce qui concerne l'autorisation à donner aux sociétés qui fabriquent des éléments collés et aboutés servant comme éléments porteurs dans les constructions en bois.
- 2.3. Avant de décider d'accorder une autorisation ou d'infliger une suspension, le Norwegian Institute of Wood Working and Wood Technology devra toujours effectuer une évaluation technique. Le Norwegian Gluelam Control peut aussi demander à l'institut d'effectuer une inspection des sociétés autorisées.
- 2.4. L'évaluation technique sera effectuée en fonction des règles en vigueur.
- 2.5. Le Norwegian Gluelam Control ne peut exiger des fabricants qu'ils lui accordent l'accès à leurs locaux et il ne peut exiger non plus du Norwegian Institute of Wood Working and Wood Technology des renseignements concernant la production et que la société aimerait garder confidentiels. Les sociétés peuvent exiger de l'inspecteur qu'il s'engage à ne pas divulguer de renseignements sur certains détails.
- 2.6. Les sociétés autorisées payeront une somme forfaitaire annuelle pour couvrir les frais d'administration du secrétariat, les indemnités de réunion et les frais de voyage pour les membres du comité, etc.

### 3. Conditions pour obtenir l'autorisation

3.1. Toute société qui fabrique, conformément à ce règlement, des pièces aboutées collées utilisées comme éléments porteurs peut, si elle en fait la demande, recevoir une autorisation de l'organisme norvégien Gluelam Control.

3.2. Les sociétés autorisées ont le droit d'utiliser avec leur marque de fabrique, la marque de qualité suivante:

"Autorisé pour l'aboutage par le Norwegian Gluelam Control",

et l'estampille agréée "F".

3.3. Quand la société dépose une demande d'autorisation, elle doit y inclure une description

- a) de ses bâtiments;
- b) de son équipement de production;
- c) de son système de production;
- d) du contrôle de la qualité.

Le demandeur doit aussi joindre des exemplaires des instructions mentionnées au paragraphe 6.5. Tous les documents doivent être fournis en trois exemplaires.

- 3.4. Le Norwegian Institute of Wood Working doit être autorisé par le fabricant à effectuer un contrôle dans ses locaux avant que l'autorisation ou le renouvellement d'une autorisation ne soit accordé. L'Institut doit aussi être autorisé à visiter une usine si l'organisme de contrôle Norwegian Gluelam Control l'estime nécessaire. Le coût de cette inspection et de ce contrôle sera assumé par la société.
- 3.5. Le fabricant doit obtenir une autorisation pour chaque chaîne de production, même si certains éléments d'une chaîne comportent un équipement déjà approuvé. Toute autorisation d'une chaîne de production doit spécifier la section maximum du bois abouté. Ces spécifications peuvent aussi concerner le classement suivant la résistance mécanique.
- 3.6. Une autorisation peut être retirée avec effet immédiat si le Norwegian Gluelam Control constate qu'une société ne répond pas, sur l'un ou plusieurs des points mentionnés au paragraphe 3.3, aux exigences nécessaires pour garantir une fabrication sûre.
- 3.7. Les sociétés qui se sont vues retirer l'autorisation, cesseront immédiatement d'utiliser la marque de qualité mentionnée au par. 3.2.

#### 4. Bâtiments

4.1. La production doit s'effectuer dans des locaux isothermes pourvus d'installations de chauffage.

#### 5. Équipement de production

5.1. La société doit disposer de l'équipement nécessaire au profilage précis et régulier des entures ainsi que d'un équipement permettant d'obtenir une pression et une température suffisantes durant le processus de prise de la colle.

Les bonnes températures de prise de la colle peuvent être obtenues selon les méthodes suivantes:

- a) préchauffage du bois à environ 90 °C;
- b) prise de la colle par haute fréquence dans la presse;
- c) séchage ultérieur du matériau empilé à une température minimale de 30 °C pendant 12 heures.

5.2. Le Norwegian Gluelam Control doit être informé par écrit de toute modification apportée à l'équipement de production.

5.3. La société doit posséder l'équipement nécessaire pour effectuer le contrôle régulier de la teneur en humidité du bois.

## 6. Technique de production

6.1. Il ne faut utiliser pour la production que du bois séché, conditionné avant l'aboutage.

L'humidité maximale admissible du matériau est 23 % de la densité à sec.

6.2. Les entures doivent être effectuées au plus tôt 24 heures avant l'application de la colle.

6.3. Il faut tenir un journal de production qui doit indiquer, entre autres, des renseignements sur la quantité, les dimensions, la qualité, la teneur en humidité du matériau, type de colle, etc.

6.4. La production doit être planifiée de façon à ne pas dépasser les limites imposées en ce qui concerne le temps écoulé entre l'application de la colle et l'obtention du degré optimum de pressage, ainsi que

le temps pendant lequel une colle déjà mélangée peut être gardée avant utilisation.

6.5. La société doit préparer des instructions pour la méthode d'entreposage, de mélange et d'application de la colle et pour l'organisation de la production selon les modalités du paragraphe 6.4. ainsi que pour le pressage, le temps de séchage, le contrôle de la qualité, l'entreposage du produit fini et d'autres détails importants afin de garantir un produit satisfaisant (coupe du matériau, remplacement de la fraise, etc.).

6.6. Le bois de construction abouté doit porter un numéro donnant la résistance caractéristique du joint ou la résistance du matériau, selon la plus petite des deux valeurs. En outre, le matériau doit porter les initiales de la société et de l'estampille agréée pour le bois abouté.

## 7. Contrôle de la qualité

7.1 La société doit disposer de l'équipement nécessaire pour déterminer la résistance à la flexion du matériau abouté.

7.2. La société doit soumettre à des essais de résistance un minimum de 1 % ou de trois spécimens du matériau abouté, en prélevant sur chaque tranche et sur chaque chaîne de production. Le Norwegian Gluelam Control peut exiger un échantillonnage plus fréquent. Les essais seront effectués en conformité avec les instructions du Norwegian Gluelam Control.

7.3. Les sociétés affiliées qui fabriquent pendant un certain temps des éléments non utilisés en charpente, doivent néanmoins prélever, tester et déclarer un minimum de cinq joints toutes les deux semaines.

7.4. Les fabricants doivent tenir un journal de tous les essais et leurs résultats. Le Norwegian Institute of Wood Working and Wood Technology visitera les entreprises au moins deux fois par an.

Au cours de ces visites le journal doit être vérifié et le cas échéant, des échantillons de la production doivent être prélevés pour être contrôlés dans des laboratoires indépendants. L'Institut peut exiger que des échantillons de la production lui soient envoyés.

## 8. Exigences particulières

8.1. Il faut utiliser des colles du type résorcine ou d'autres colles ayant une résistance et des propriétés

de vieillissement satisfaisantes. Le mélange et les conditions de prise de la colle doivent être conformes aux instructions du fabricant.

La colle et le durcisseur doivent être approuvés par le Norwegian Institute of Wood Working and Wood Technology.

8.2. La distance minimale entre un joint et un noeud ne doit pas être inférieure à trois fois le diamètre du noeud mais doit être suffisante pour permettre que la déviation du fil autour du noeud se redresse avant le joint. Le bois dans la zone immédiate du joint ou dans le joint lui-même doit être exempt de tout autre dérangement de fibres, ou de tout autre défaut.

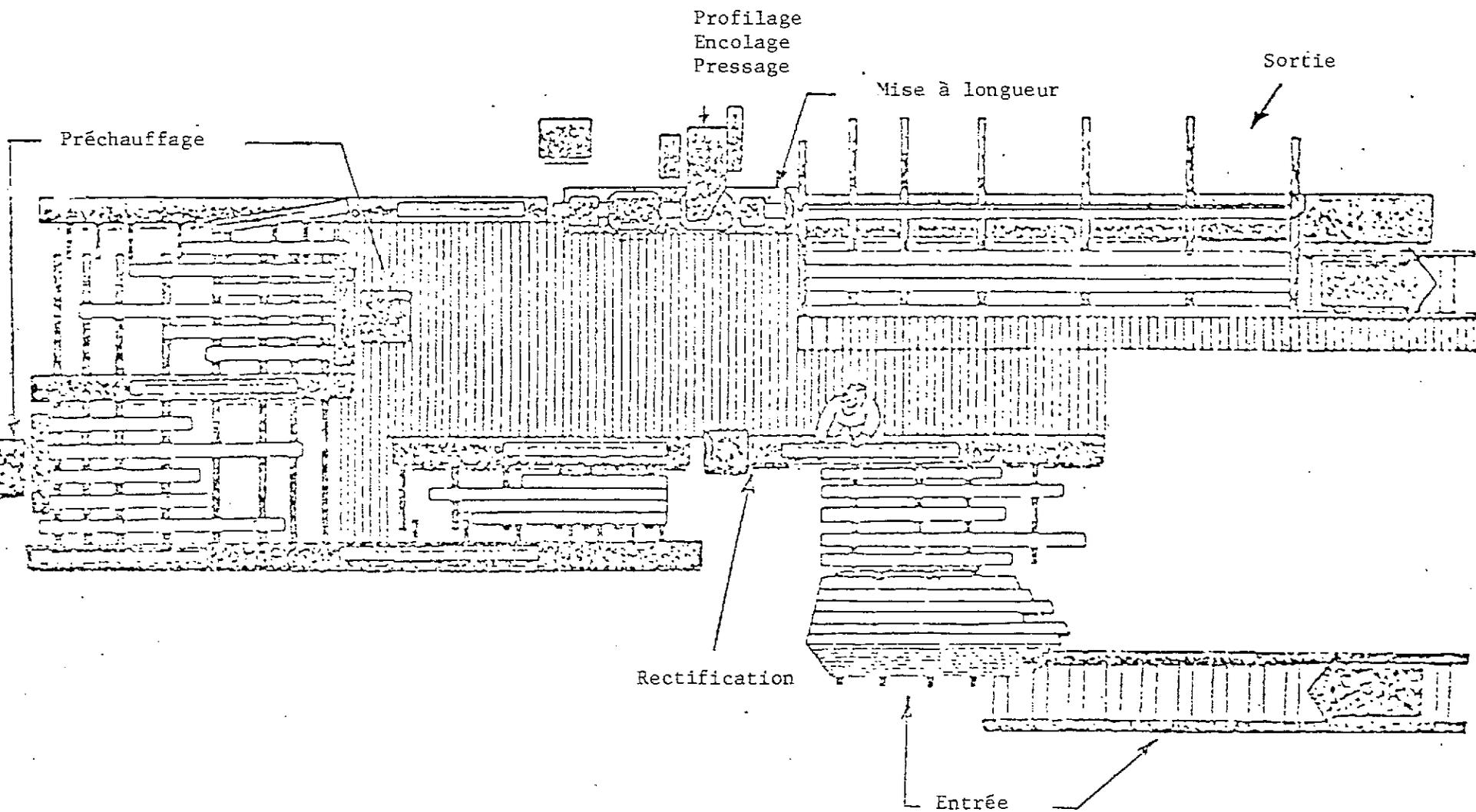
8.3. Aucune flache importante ne doit exister dans le joint.

8.4 La résistance minimale à la rupture calculée comme valeur moyenne moins  $K^X$  fois l'écart moyen de certaines pièces, doit avoir au moins les valeurs suivantes pour les différentes catégories de résistance mécanique:

Catégorie F 20	- 20	MPa
Catégorie F 30	- 30	MPa
Catégorie F 40	- 40	MPa

Nombre de pièces testées	4	5	6	7	8	9	10	11	25
$K^X$	2,7	2,5	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1.	2,0 1,9

SCHEMA D'UNE INSTALLATION D'ABOUTAGE



APPENDIX 5

PRIX DE SCIERIE INDIQUES POUR LES GRUMES EN FINLANDE EN 1975  
(marks finlandais par mètre cube)

	Bois à pâte d'é- pinette	Bois à pâte de pin	Bois à pâte de bouleau	Grume d'épi- nette	Grume de pin
Prix du bois sur pied	62.74	58.45	53.71	110.01	115.52
Abattage	25.07	23.32	18.41	9.14	6.78
Débardage	10.61	10.92	11.32	9.14	9.42
Coûts d'entreposage et de transport (distance normale et longue)	30.98	34.54	30.54	18.34	20.65
Frais indirects	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50
Prix usine	148.90	140.73	217.48	160.13	165.87
Part proportionnelle en pourcentage					
Prix du bois sur pied	42.1	41.5	42.1	68.7	69.6
Abattage	16.9	16.6	14.4	5.7	4.1
Débardage	7.1	7.8	8.9	5.7	4.1
Coûts d'entreposage et de transport (distance normale et longue)	24.8	24.5	24.0	11.5	12.5
Frais indirects	9.1	9.6	10.6	8.4	8.1
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

ANNEXE 7

FACTEURS DE CONVERSION ET TAUX DE CHANGE MONÉTAIRE  
EN VIGUEUR AU COURS DE LA TOURNÉE

1 mètre cube de bois scié	424 fbm
1 000 pieds planche	2.36 mètres cubes
1 mètre cube de bois rond (écorcé)	35.3 pieds cubes
1 cunit de bois plein	2.83 mètres cubes
1 mètre cube de copeaux (en vrac)	0.5 mètre cube de bois plein
1 mètre	3.28 pieds ou 39.37 pouces
1 millimètre	0.039 pouce
1 hectare	2.5 acres
1 kilogramme	2.205 livres
1 litre	0.220 gallon
1 ton (courte)	2 000 livres
1 tonne métrique	2 204 livres
1 ton (longue)	2 240 livres
Finlande	\$1.00 U.S. = 3.8 marks finlandais (Fmk)
Suède	\$1.00 U.S. = 4.2 couronnes suédoises (skr)
Norvège	\$1.00 U.S. = 5.2 couronnes norvégiennes (Nkr)
Angleterre	\$1.00 U.S. = 0.55 livres sterling

