



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

09256-F

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

(Rev.1)

**LES INDUSTRIES
DU MEUBLE
ET DE
LA MENUISERIE
POUR LES PAYS
EN
DEVELOPPEMENT**

00151



NATIONS UNIES

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL
Vienne

**LES INDUSTRIES
DU MEUBLE
ET DE LA MENUISERIE
POUR LES PAYS
EN DEVELOPPEMENT**



NATIONS UNIES
New York, 1981

Les appellations employées dans cette publication ainsi que la présentation des données n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique de tel ou tel pays ou territoire ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières.

La mention dans le texte de la raison sociale ou des produits d'une société n'implique aucune prise de position en leur faveur de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI).

La reproduction, en tout ou en partie, du texte de la présente publication est autorisée. L'Organisation souhaiterait qu'en pareil cas il soit fait mention de la source et que lui soit communiqué un exemplaire de l'ouvrage où sera reproduit l'extrait cité.

NOTES EXPLICATIVES

Sauf indication contraire, le terme "dollar" s'entend du dollar des Etats-Unis.

L'unité monétaire de la Finlande est le mark finlandais (mk). Pendant la période considérée (1971-1975) dans la présente étude, la valeur moyenne du mark finlandais par rapport au dollar des Etats-Unis était la suivante : 1 dollar = 3,88 marks.

Dans les tableaux :

Les points de suspension (...) signifient que les données ne sont pas disponibles ou ne font pas l'objet d'un rapport séparé.

Un tiret (-) représente un montant nul ou négligeable.

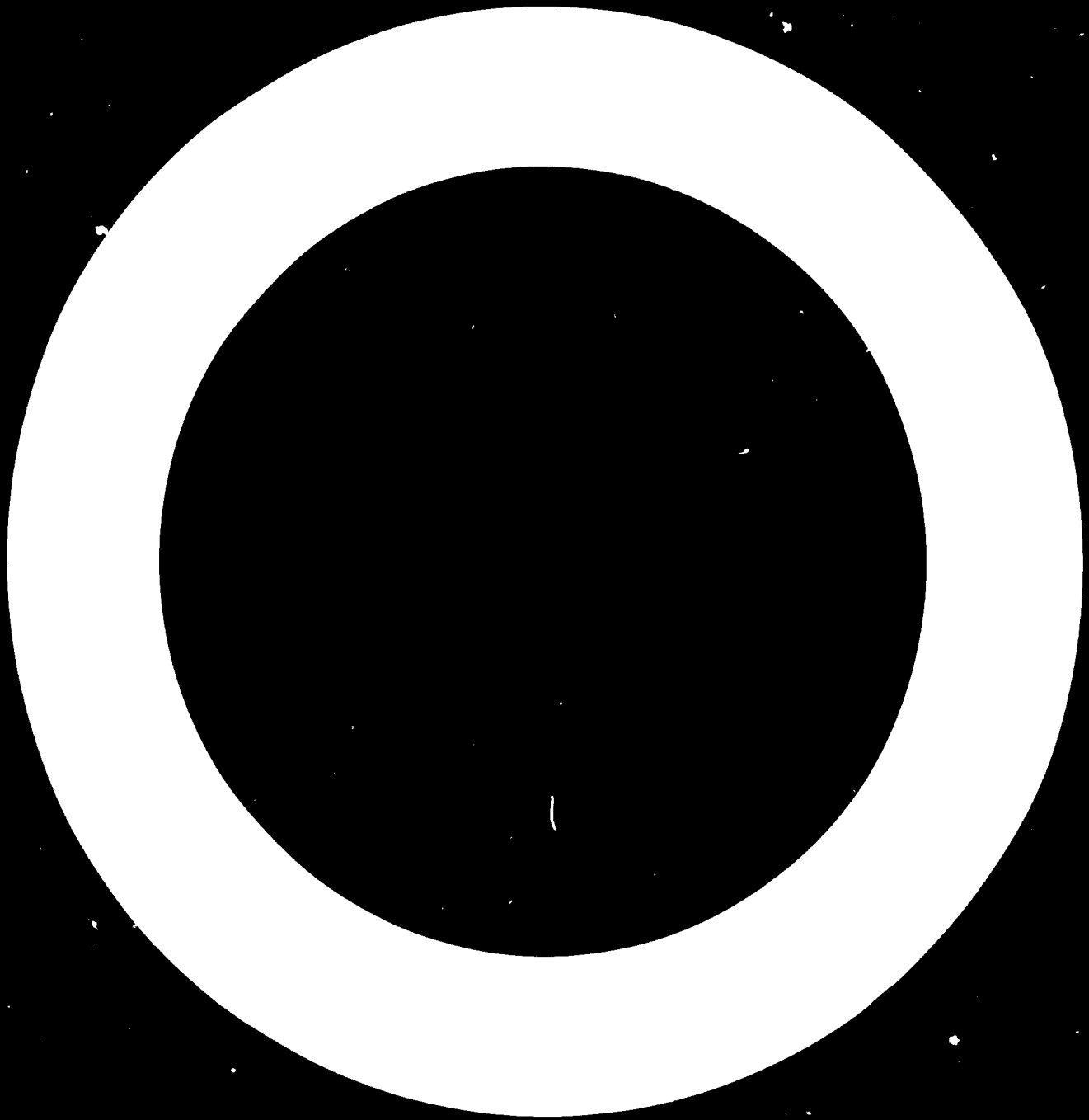
Un blanc indique que la donnée ne s'applique pas en l'espèce.

La présente publication comporte les abréviations techniques suivantes :

ACPV	acétate de polyvinyle
c.a.f.	coût, assurance, fret
cP	centipoise
CPV	chlorure de polyvinyle
dB	décibel
f.a.s.	franco le long du navire
f.o.b.	franco à bord
ha	hectare
h.r.	humidité relative
kcal	kilocalorie
kN	kilonewton
kp	kilopond (kilolivre)
mc	mètre courant
N	newton (100 000 dynes)
µm	micron (10 ⁻⁶ m)

Les sigles suivants désignent des instituts de normalisation et divers autres organismes :

ASTM	American Society for Testing Materials (Etats-Unis)
BS	British Standards (Royaume-Uni)
DIN	Deutsche Industrie-Norm (République fédérale d'Allemagne)
FEIC	Fédération européenne de l'industrie du contre-plaqué
FIRA	Furniture Industry Research Association (Royaume-Uni)
FPRL	Forest Products Research Laboratory (Royaume-Uni)
ISO	Organisation internationale de normalisation
NEMA	National Electric Manufacturers' Association of New York
NHLA	National Hardwood Lumber Association (Etats-Unis)
SIS	Sveriges Standardiseringskommission (Suède)



PREFACE

L'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) a, en coopération avec le Gouvernement finlandais, organisé cinq séminaires sur les industries du meuble et de la menuiserie. Le premier a eu lieu à Lahti et à Tuusula du 16 août au 11 septembre 1971; les quatre autres ont eu lieu à Lahti en 1972, 1973, 1974 et 1975^{1/}. Le succès de ces réunions a été dû pour une grande part à l'hospitalité et à la compréhension des autorités finlandaises et de l'industrie finlandaise du meuble, qui ont donné aux participants l'occasion inappréciable de se documenter directement auprès de spécialistes finlandais sur la conception, la production et la commercialisation des meubles.

Le but de ces séminaires était de faire connaître à des directeurs d'usines de pays en développement des installations, des équipements et des techniques de production modernes, de façon qu'ils puissent améliorer le fonctionnement de leurs établissements et se fixer un ordre de priorité pour y parvenir. Ces séminaires ont réuni au total 122 participants venus de pays en développement, pour la plupart des directeurs techniques et des responsables de la production dans des usines de transformation du bois.

La présente publication a été éditée à partir des communications présentées aux séminaires. Beaucoup de ces communications comportaient des illustrations qui n'ont pas pu être reproduites. Elles étaient complétées par des démonstrations, des discussions et des visites de moyennes et de petites usines de meubles ou de menuiserie, d'entreprises fabriquant du contre-plaqué, des panneaux lattés, des mousses de rembourrage, des peintures et des machines à bois, ainsi que des centres d'orientation et de formation technique.

Bien que ces diverses études forment un ensemble cohérent, elles ont été regroupées en trois parties^{2/}. La première partie se compose d'articles sur les matières premières employées dans l'industrie du meuble et de la menuiserie, notamment le bois assif, les divers types de panneaux composites, les matériaux de rembourrage, les agents adhésifs et les ferrures servant au montage et aux garnitures.

La deuxième partie traite des techniques de fabrication. On y trouve des articles sur la création des meubles, la mise au point des ouvrages, l'implantation des usines, les travaux de finition et l'automatisation des installations, ainsi que l'entretien des machines et des outils.

La troisième partie a trait aux problèmes de gestion et notamment au contrôle de la qualité, à la gestion de la production, au marketing et à l'exportation ainsi qu'à la sécurité du travail et aux risques professionnels.

^{1/} Les documents rédigés initialement pour les séminaires portaient les cotes suivantes : pour 1971, ID/WG.105/-; pour 1972, ID/WG.133/-; pour 1973, ID/WG.163/-; pour 1974, ID/WG.183/-; et pour 1975, ID/WG.209/-.

^{2/} La présente publication a été initialement éditée en trois fascicules. Pour sa présente édition révisée, les trois parties ont été réunies en un seul volume.

L'ONUDI espère que la publication de la documentation distribuée pendant ces séminaires contribuera à mieux faire connaître aux pays en développement les avantages que présente l'emploi de méthodes éprouvées et rationnelles pour la création d'industries du meuble et de la menuiserie. Elle espère aussi que cette documentation sera utile aux professeurs des instituts de formation des pays en développement.

Le lecteur devra se rappeler que les exemples cités et les descriptions données sont dans certains cas propres à la Finlande et qu'ils ne sont donc pas toujours transposables tels quels dans les pays en développement.

Les opinions exprimées sont celles des auteurs des documents et ne reflètent pas nécessairement les vues de l'ONUDI.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
INTRODUCTION.....	xi
 <u>Chapitres</u>	
<u>PREMIERE PARTIE</u>	
MATIERES PREMIERES	
I. Le bois massif, matière première des industries du meuble et de la menuiserie Pekka Paavola.....	3
II. Caractéristiques et emploi des panneaux dérivés du bois dans l'industrie du meuble Secrétariat de l'ONUDI.....	20
III. L'emploi des contre-plaqués et des panneaux lattés dans les industries du meuble et de la menuiserie Antti Vaajoensuu.....	27
IV. Les applications du panneau de particules dans les industries du meuble et de la menuiserie Secrétariat de l'ONUDI.....	33
V. L'emploi des panneaux de fibres de construction en menuiserie Anjal Kaila.....	50
VI. Les propriétés et l'emploi des stratifiés décoratifs à base de papier Heikki J. Ahonen.....	81
VII. L'emploi des colles et d'autres adhésifs dans les industries du meuble et de la menuiserie Jaakko Meriluoto.....	93
VIII. Les textiles de garnissage des meubles Eero Pellas.....	114
IX. Les mousses plastiques employées dans l'industrie du meuble Kristian Lindroos.....	118
X. L'emploi des cuirs artificiels pour le garnissage des meubles Gunnar Södermann.....	123
XI. Les ferrures et les éléments en métal Seppo Aho.....	128
 <u>DEUXIEME PARTIE</u>	
TECHNIQUES DE PRODUCTION	
XII. Comment faire face au besoin de modèles dans l'industrie du meuble des pays en développement Simo Peippo et Ahti Taskinen.....	135
XIII. Les conditions de travail des dessinateurs de meubles dans les pays scandinaves Ahti Taskinen.....	142

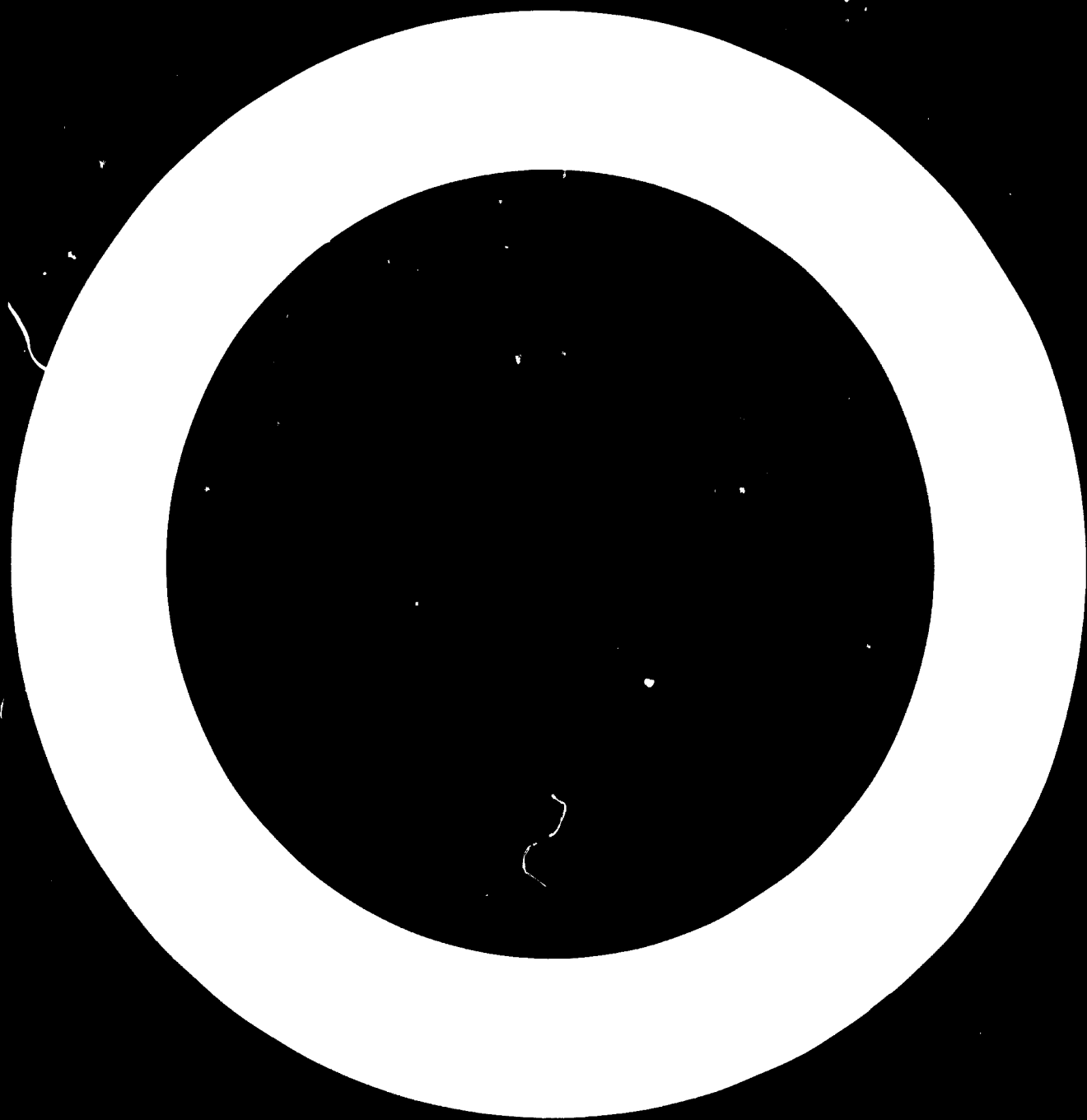
	<u>Page</u>
XIV. La création des modèles dans une grande usine de meubles Asko Karttunen.....	148
XV. La mise au point des ouvrages Pekka Paavola.....	151
XVI. La création d'une usine dans l'industrie du meuble et de la menuiserie Antero Liusvaara.....	174
XVII. L'implantation d'une usine Pekka Paavola.....	185
XVIII. Les techniques de l'industrie du meuble Pekka Paavola.....	196
XIX. Les techniques de fabrication en menuiserie Juhani Jantunen.....	217
XX. La finition de surface du bois et des ouvrages en bois P. Å. Biström.....	270
XXI. La finition de surface des meubles et des ouvrages de menuiserie dans les petites usines Kaarlo Ilonen.....	280
XXII. Les possibilités de l'automation à coût modéré dans les industries de transformation du bois Juha Haakana.....	311
XXIII. Les systèmes d'automation à coût modéré Osmo Moilanen.....	322
XXIV. L'entretien des machines et de l'équipement Ahti Akkanen.....	337
XXV. L'entretien des organes des machines Eino Marttinen.....	350
XXVI. Quelques machines-outils à travailler le bois Erik Winnlert.....	355
XXVII. Les outils des machines à bois et leur entretien Eino Marttinen.....	377
XXVIII. L'affûtage des outils à plaquettes en carbure pour le travail du bois et des plastiques Peter Wagner.....	392
XXIX. L'emballage des meubles pour l'exportation R. Koskenranta et O. Aaltonen.....	398

TROISIEME PARTIE

CONSIDERATIONS SUR LA GESTION

XXX. Le contrôle de la qualité Jaakko Meriluoto.....	415
XXXI. Le contrôle de la qualité dans l'industrie du meuble Pekka Paavola.....	418
<u>Annexe</u> Conditions de livraison techniques de mobiliers et d'aménagements intérieurs	439

	<u>Page</u>
XXXII. La gestion de la production Ervi Sirviö.....	445
XXXIII. Le marketing et l'exportation Markku Harjula.....	457
XXXIV. L'étude des marchés d'exportation Reino Routamo.....	473
XXXV. La sécurité du travail et les risques professionnels Kai Lindberg.....	478



INTRODUCTION

Beaucoup de pays en développement disposent d'importantes réserves de bois, mais tous doivent d'une façon ou d'une autre construire des habitations et fabriquer des meubles. Même si un de ces pays n'a pas de réserves de bois suffisantes pour couvrir ses besoins, il peut avoir intérêt à se doter d'une puissante industrie du bois. Cette industrie lui donnera probablement les moyens de faire face à ses besoins en logements et en meubles tout en créant des emplois, ce qui élèvera le niveau de vie de sa population.

Les pays en développement ont le quasi-monopole des bois tropicaux qui sont de plus en plus recherchés dans les pays développés pour faire de beaux meubles et de la belle menuiserie. Mais une partie de ces bois est encore exportée sous forme de grumes qui sont transformées dans les pays développés en placages, en sciages, en meubles et en ouvrages de menuiserie, sans grand profit pour l'économie des pays exportateurs.

Dans presque tous les pays en développement, les industries du meuble et de la menuiserie n'ont pas dépassé le stade du travail à la main ou de l'"artisanat mécanisé", ce qui revient à dire que la production industrielle en grande série y est encore inconnue. Mais le bois étant depuis des siècles une matière première employée de multiples façons, on trouve très souvent dans ces pays un noyau de charpentiers et de menuisiers habiles.

La fabrication des meubles n'exigeant ni techniques délicates ni programmes d'apprentissage compliqués, beaucoup d'entreprises artisanales pourraient se transformer en entreprises industrielles si on appliquait une planification judicieuse et fournissait une assistance dans les domaines suivants : planification de la production, contrôle de la qualité, création de modèles se prêtant à de grandes séries, choix du matériel nécessaire à la modernisation des ateliers et organisation du travail plus efficace.

Mais la fabrication des meubles et de leurs éléments se heurte à des contraintes beaucoup plus rigoureuses sur les marchés d'exportation que sur le marché intérieur. Il faut donc maîtriser les nouvelles techniques de séchage artificiel, de finition de surface et d'usinage de précision car les différences de climat, les goûts de la clientèle et l'expédition des meubles préalablement démontés supposent l'assemblage d'éléments interchangeables.

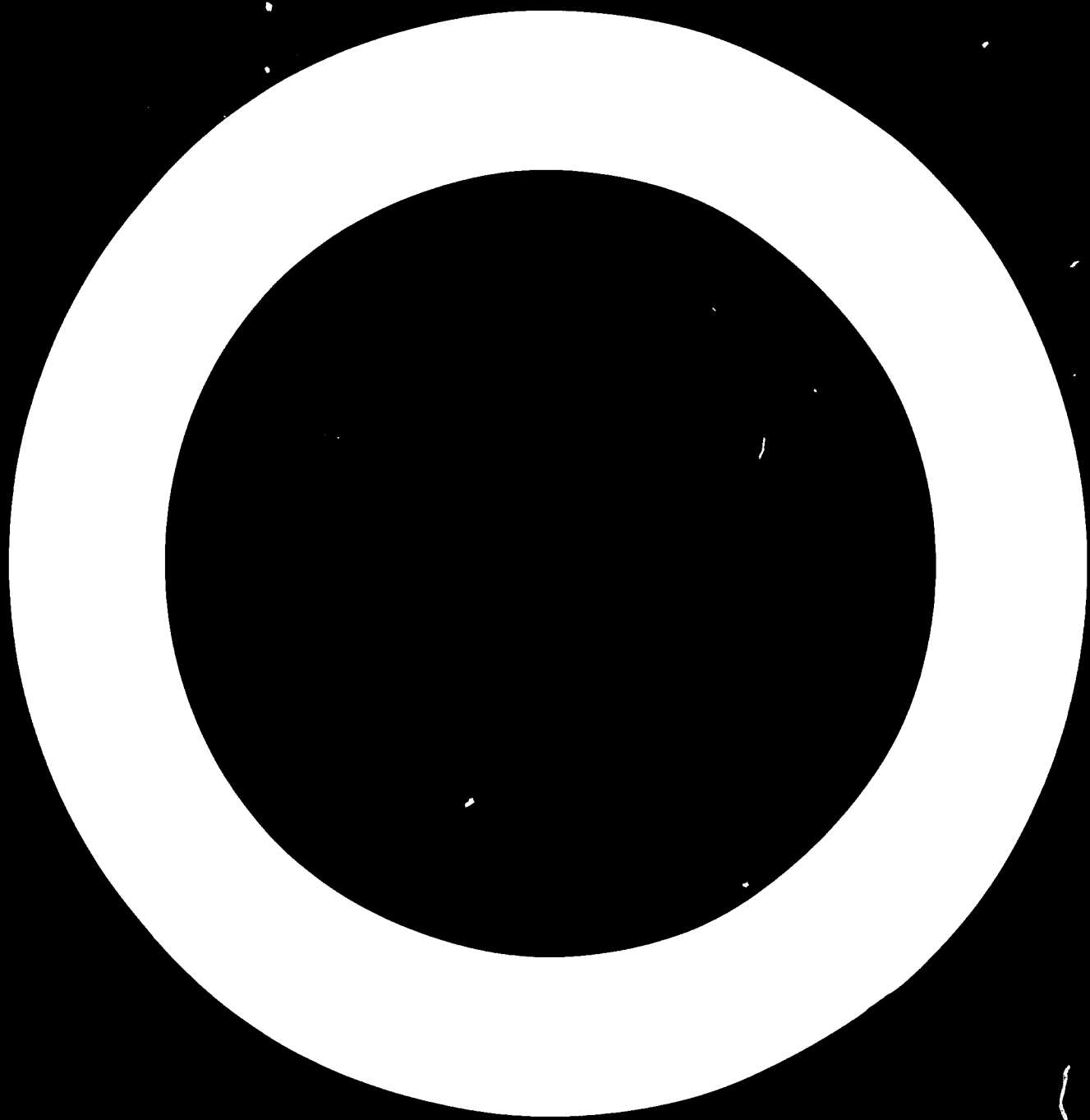
Certains pays en développement, riches en forêts, disposent de ressources en bois de grande valeur et renouvelables, mais ils possèdent aussi une main-d'oeuvre abondante. Comme les industries du meubles et de la menuiserie n'exigent que relativement peu de compétence technique et de capitaux, ces pays devraient s'efforcer de tirer parti de cette situation et d'exporter sur les marchés des pays développés.

Quant aux pays en développement qui n'ont pas de ressources forestières suffisantes, la création d'industries du meuble et de la menuiserie leur permettrait de réduire leurs importations d'ouvrages en bois et leurs besoins en matières premières, car ils pourraient alors utiliser plus rationnellement leurs ressources. Le jour où seront atteints les objectifs de la Déclaration et du Plan d'action de Lima^{1/}, les pays en développement pourront jouer un rôle de plus en plus important dans les industries du meuble et de la menuiserie.

^{1/} Adoptés par la deuxième Conférence générale de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONU/DI) à Lima (Pérou), 12-16 mars 1975 (résolution de l'Assemblée générale de l'ONU 3362 (S-VII)).

P R E M I E R E P A R T I E

M A T I E R E S P R E M I E R E S



I. LE BOIS MASSIF, MATIERE PREMIERE DES INDUSTRIES DU MEUBLE ET DE LA MENUISERIE*

Le bois massif ou bois d'oeuvre a toujours été la principale matière première des industries du meuble et de la menuiserie. Ce n'est plus vrai parce que des quantités de panneaux semi-manufacturés sont maintenant disponibles sur le marché et que ces matériaux, moins chers, remplacent souvent le bois massif dans la fabrication d'éléments de meubles. Ces panneaux sont faciles à plaquer, à laquer et à recouvrir de différentes plaques et feuilles de plastique. Aujourd'hui, le bois massif n'entre que pour une part dans la fabrication de beaucoup d'ouvrages dans lesquels il est associé à des panneaux de particules ou de matières analogues. Pour réduire le coût des matières premières, on recouvre souvent d'un placage en bois précieux des bois massifs peu coûteux. On utilise en menuiserie une nouvelle méthode très intéressante qui consiste à recouvrir de plastique les éléments de fenêtres.

De toute évidence, on emploiera à l'avenir beaucoup de nouveaux matériaux à la place du bois. En revanche, lorsqu'on aura besoin de produits de première qualité, il sera très difficile de remplacer le bel aspect du bois naturel. Le bois massif est encore indispensable pour la fabrication de la plupart des meubles et des ouvrages de menuiserie^{1/}.

LE BOIS D'OEUVRE EMPLOYE DANS LES INDUSTRIES DU MEUBLE ET DE LA MENUISERIE

Les propriétés que doit avoir le bois employé pour la fabrication des meubles et des ouvrages en bois varient beaucoup. Les divers éléments d'un article donné peuvent exiger des propriétés différentes. Le choix de matières premières appropriées est donc d'une importance primordiale. Les propriétés dont il faut tenir compte pour le choix du bois sont les suivantes :

Résistance et solidité, rigidité et dureté
Structure du grain, homogénéité, coloration et variations
Aptitude à sécher : risques de retrait, gonflement et gauchissement
Aptitude au collage
Aptitude à la finition
Résistance à la flexion (réaction à la vapeur et à l'ammoniaque)
Ouvrabilité
Résistance aux intempéries et à l'action des insectes
Densité

* Par Pekka Paavola, Institut technique de Lahti, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/22/Rev.1)

^{1/} Les exemples figurant dans le texte se réfèrent au bouleau finlandais, car l'étude des plus grandes essences tropicales aurait débordé le cadre du présent document. On trouvera en annexe une bibliographie qui aidera les lecteurs des pays en développement à adapter les renseignements qui leur sont fournis dans le présent document aux essences particulières à leur pays.

Les diverses essences ont des propriétés qui leur sont propres, et certaines conviennent mieux que d'autres à tel ou tel usage. Inversement, aucun bois ne convient de façon idéale à tous les emplois. Par exemple, la plupart des propriétés mécaniques du teck sont excellentes; il a à la fois un beau grain et une belle couleur, mais il émousse très rapidement les outils et n'est pas facile à coller à cause des huiles qu'il contient. L'okoumé convient très bien à l'âme des panneaux de meubles plaqués en raison de sa faible densité et de sa stabilité dimensionnelle, mais sa résistance n'est généralement pas suffisante pour des chaises et autres meubles qui doivent supporter des charges considérables. Par ailleurs, le kokrodoua africain, souvent utilisé à la place de teck, est facile à travailler et à sécher mais devient nettement plus foncé avec le temps.

Le bois employé dans l'industrie du meuble est scié avec une scie alternative (pour les petites grumes telles que celles que l'on obtient avec le bouleau finlandais) ou avec une scie à ruban (pour les grosses grumes, surtout celles des essences tropicales). On emploie aussi une scie circulaire, mais plus rarement car les pertes sont plus importantes. (L'épaisseur normalisée des planches de bouleau employées dans l'industrie finlandaise du meuble est donnée au tableau 1.) Alors qu'en Europe on utilise le plus souvent du bois non déligné, en Amérique du Nord, les grumes sont généralement équarries sur quatre faces et délignées de façon à obtenir un maximum de bois d'oeuvre classé selon les normes de la NHLA (National Hardwood Lumber Association). Une fois scié, le bois est généralement séché à l'air dans un parc de stockage, où les planches sont empilées sur des liteaux placés entre les couches de bois. Le séchage peut se faire à la scierie ou à la fabrique de meubles.

Tableau 1
Épaisseur normalisée des planches de bouleau employées dans
l'industrie finlandaise du meuble a/

Épaisseur brute		Après dégauchissage et rabotage Millimètres (moyenne)
Millimètres	Pouces	
19	3/4	14
25	1	20
32	1 1/4	26
38	1 1/2	32
50	2	44
63	2 1/2	56

a/ La longueur moyenne des planches est de 6 mètres.

Les premières phases de travail dans une fabrique de meubles sont le séchage artificiel, le tronçonnage et le délignage. La figure I montre le principe à suivre pour tronçonner et déligner une planche en éliminant les noeuds et autres défauts, afin d'obtenir des morceaux de bois sans défauts pour les parties visibles d'un ouvrage. Pour cette raison, le classement préalable des planches n'est généralement pas nécessaire. Mais dans de nombreux cas,

on peut dans une certaine mesure tolérer quelques défauts. Comme les meubles exigent des bois de première qualité, les déchets sont assez importants et représentent en général 40 à 60 % du volume du bois utilisé. On peut souvent réduire la consommation de matière première en collant côte à côte de petits morceaux pour obtenir des éléments plus larges. Dans la fabrication des meubles, on évalue généralement la consommation de matière première d'après la superficie nette des planches nécessaires pour un élément donné. Quand on multiplie cette superficie par l'épaisseur brute de la planche, on obtient ce qu'on appelle le volume net. Pour obtenir le volume brut, qui est la base même de la comptabilité analytique, on multiplie le volume net par le coefficient de perte (qui se situe en moyenne entre 1,6 et 1,8, selon l'essence, la dimension des éléments et la qualité souhaitée). On trouvera un exemple à la figure II.

FIGURE I. PRINCIPE DU TRONÇONNAGE ET DU DELIGNAGE DES PLANCHES DANS L'INDUSTRIE DU MEUBLE

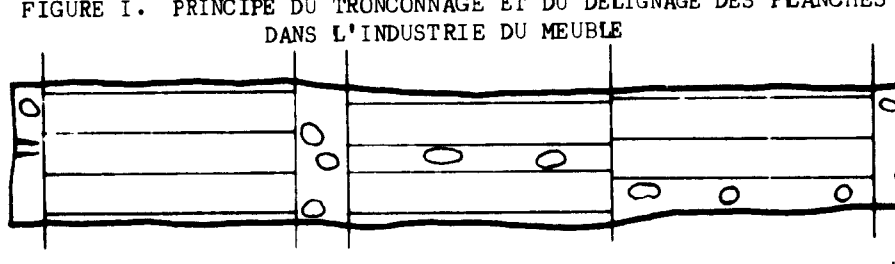
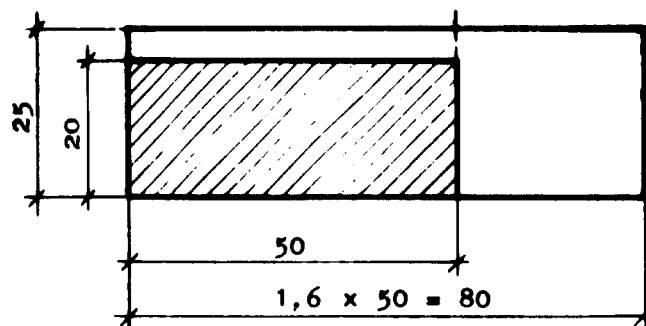


FIGURE II. ESTIMATION DE LA CONSOMMATION DE MATERIAU



Le bois employé en menuiserie est généralement déligné. Le classement opéré avant le tronçonnage a peu d'importance à cause du façonnage auquel est soumis le bois. Selon la méthode traditionnelle, le bois est d'abord séché artificiellement, puis tronçonné à la longueur voulue. Les endroits les plus atteints par des défauts sont éliminés (figure III). Les noeuds de moindre importance sont percés et rebouchés. Une nouvelle méthode consiste à tronçonner la planche à l'endroit du défaut (figure IV). Les morceaux sont ensuite assemblés par aboutage à entures multiples et collés de façon à former une pièce continue, qui est façonnée et découpée à la longueur voulue.

FIGURE III. PRINCIPE TRADITIONNEL DU TRONCONNAGE EN MENUISERIE

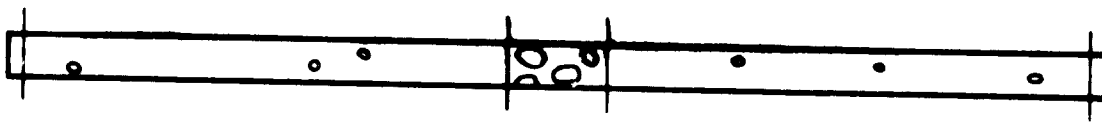
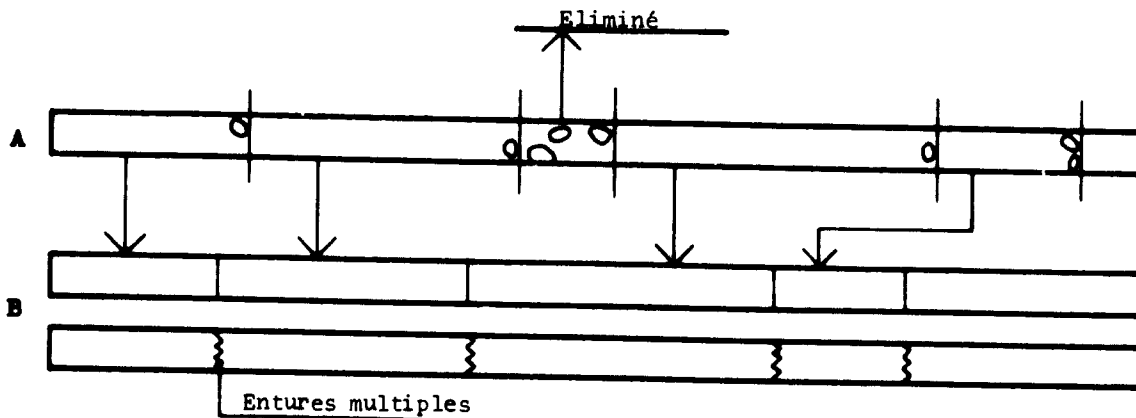


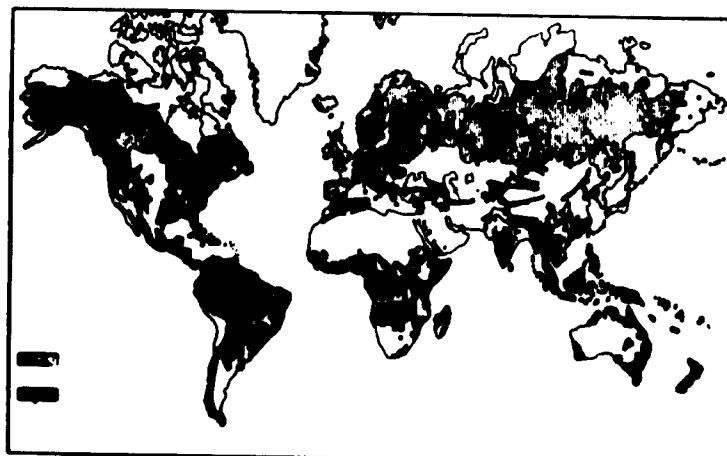
FIGURE IV. ABOUTAGE PAR ENTURES MULTIPLES EN MENUISERIE



BOIS FEUILLUS ET BOIS RESINEUX

Les essences sont classées en deux catégories : les bois feuillus, qui ont des feuilles larges, et les bois résineux ou conifères, qui ont des feuilles semblables à des écailles, comme le thuya, ou à des aiguilles, comme le pin. Cette classification ne divise pas les essences en bois durs et en bois tendres, mais la plupart des bois feuillus généralement employés sont plus durs que la plupart des bois résineux. La figure V indique la répartition des bois feuillus et des bois résineux dans le monde. Les propriétés fondamentales du bois sont à peu près les mêmes dans l'une et l'autre de ces deux catégories.

FIGURE V. REPARTITION DES BOIS FEUILLUS ET DES BOIS RESINEUX



Note : En grisé, bois feuillus et bois résineux des régions tempérées et septentrionales; en noir, bois feuillus tropicaux.

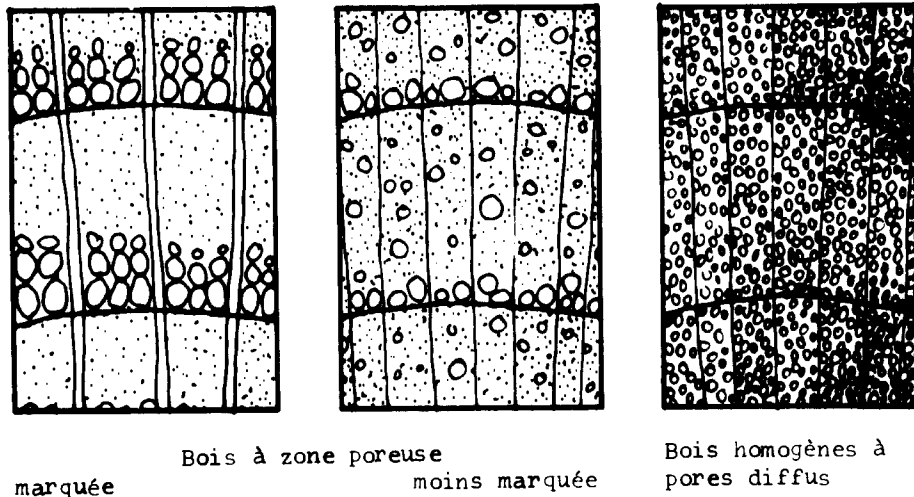
Les bois feuillus sont subdivisés en trois groupes :

- Hétérogènes, à zone poreuse marquée (frêne, chêne, etc.)
- Hétérogènes, à zone poreuse moins marquée (hickory, teck, etc.)
- Homogènes, à pores diffus (acajou, bois de rose, noyer, etc.)

Les pores sont les sections transversales des vaisseaux dans lesquels chemine l'eau; ils ont l'aspect de petits trous ronds ou ovales dans la masse du bois quand l'arbre est coupé en travers (figure VI). Dans les bois à zone poreuse marquée, les vaisseaux qui apparaissent au début de la saison de croissance sont gros et nettement visibles, alors que, dans les bois à zone poreuse moins marquée, les pores sont plus également répartis sur toute la zone d'accroissement. Dans les bois homogènes, les pores sont souvent très petits et régulièrement répartis. La plupart des bois feuillus appartiennent au groupe des bois homogènes.

Quand les vaisseaux du bois sont gros (comme dans le cas du chêne), ils forment des creux visibles à la surface de la planche et modifient donc l'aspect du bois, son grain, sa finition et d'autres propriétés.

FIGURE VI. LES TROIS PRINCIPAUX TYPES DE BOIS FEUILLUS



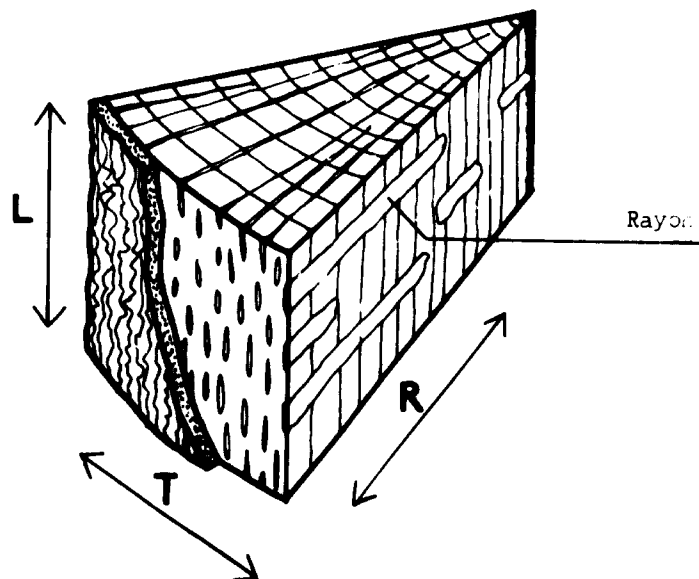
FACTEURS MODIFIANT LES PROPRIÉTÉS DU BOIS

La vie d'un arbre se divise en périodes de croissance et en périodes de repos. Chaque période de croissance donne lieu à la formation d'un nouveau cerne d'accroissement autour du précédent cerne. Entre deux périodes de repos dues à l'alternance des saisons (été et hiver, saison des pluies et saison sèche). Les cernes d'accroissement sont en général nettement visibles dans les bois résineux et les essences à zone poreuse, alors que, dans certaines essences homogènes, ils sont peu visibles. Dans certaines régions tropicales, la croissance est à peu près continue d'un bout à l'autre de l'année, sans qu'il se forme de cernes d'accroissement bien marqués. Dans les bois feuillus, la croissance rapide en

diamètre donne un bois plus lourd qui a une plus grande résistance, alors que les bois résineux ont en règle générale un taux de croissance "optimal" qui donne le meilleur bois.

Le grain à la surface d'une planche sciée dépend en grande partie du sens dans lequel le bois a été débité. Comme on le montre à la figure VII, le débitage se fait habituellement dans le sens longitudinal (L), radial (R) et tangentiel (T).

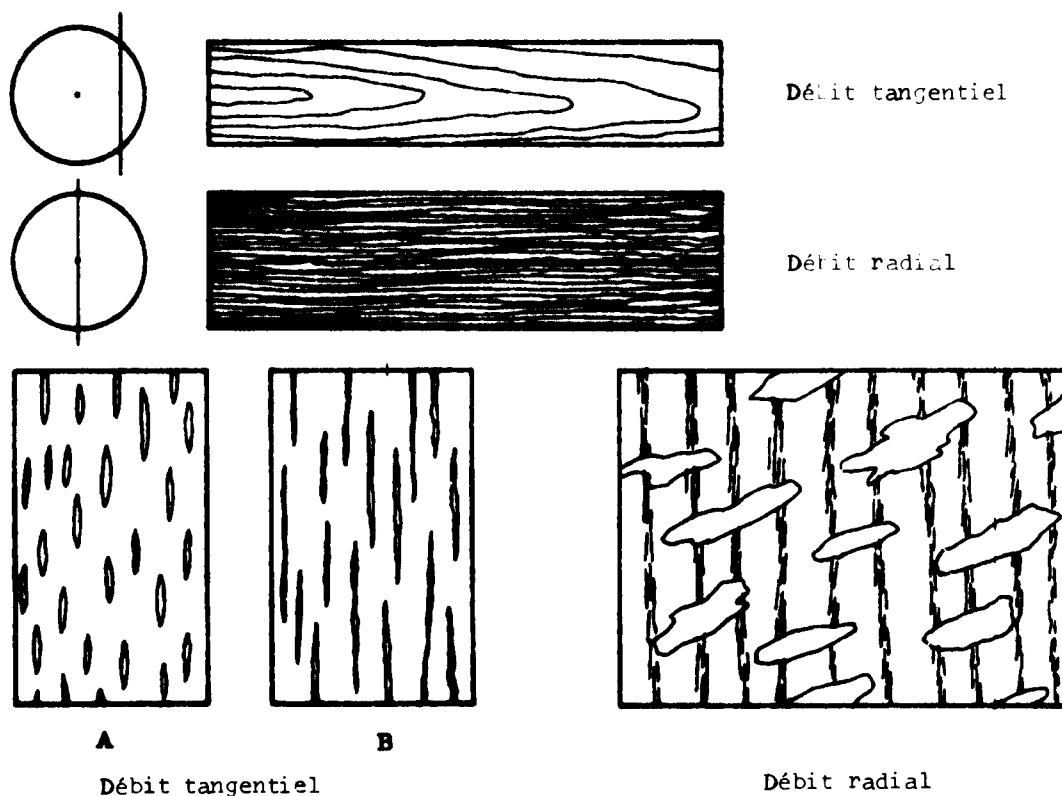
FIGURE VII. LES PRINCIPAUX SENS DE DEBITAGE DES GRUMES



Quand une grume est débitée dans le sens radial (débit sur quartier), on obtient un dessin à fines rayures. Si l'arbre a de gros rayons nettement délimités, ils seront tranchés longitudinalement et apparaîtront à la surface de la planche. Le débitage dans le sens tangentiel (débit sur dosse) donne un dessin plus irrégulier, mais les rayons ne sont visibles qu'en coupe transversale (figure VIII). Plus les cernes d'accroissement sont distincts, plus la structure du grain sera mise en évidence. C'est l'essence employée qui détermine le sens dans lequel il faut débiter le bois pour obtenir en surface le dessin le plus flatteur. Le plus souvent, le dessin visible à la surface d'une partie d'un meuble ne correspond à aucun des principaux sens de débit.

Les bois feuillus tropicaux en particulier ont souvent un bois de coeur coloré qui se distingue très nettement de l'aubier plus clair qui l'entoure; en général, on ne peut utiliser que le bois de coeur pour des meubles et des ouvrages de menuiserie. En revanche, l'aubier des résineux a parfois plus de valeur, en raison de sa couleur claire, que le bois de coeur plus foncé. Dans certaines essences, il n'y a pour ainsi dire pas de différence de couleur entre le bois de coeur et l'aubier.

FIGURE VIII. EFFET DU SENS DU DEBIT SUR LE DESSIN DU BOIS



La densité est généralement considérée comme le meilleur critère des caractéristiques générales d'un bois, car toutes les essences se composent d'une matière à peu près identique (densité $1,5 \text{ g/cm}^3$ environ), qui est répartie dans des proportions différentes pour chaque essence. La densité modifie les propriétés du bois comme suit :

- a) Un bois lourd est plus résistant qu'un bois léger;
- b) Un bois lourd est plus dur qu'un bois léger, et la finition de sa surface est généralement plus facile;
- c) L'emploi d'un bois lourd augmente le poids des ouvrages en bois car leurs dimensions, comme pour les meubles, dépendent surtout de l'aspect;
- d) Un bois lourd se rétracte et gonfle généralement plus qu'un bois léger, ce qui est un gros inconvénient pour la fabrication des meubles et des ouvrages de menuiserie.

EFFET DE L'HUMIDITE SUR LE BOIS

Le bois se compose de cellules hygroscopiques qui absorbent ou dégagent de l'eau selon l'humidité de l'air ambiant. Dans toutes les conditions d'utilisation, il contient plus ou moins d'humidité. La teneur du bois en eau s'exprime toujours en pourcentage de son poids anhydre. Pour déterminer le taux d'humidité, on prélève un échantillon de la grume et on procède comme suit :

Exemple :

L'échantillon non séché est pesé (m_u) $m_u = 48,6$ g

L'échantillon est séché à 100-105°C en étuve jusqu'à séchage complet

L'échantillon est ensuite pesé (m_o) $m_o = 36,2$ g

Le taux d'humidité (u) est calculé en appliquant la formule suivante :

$$u = \frac{m_u - m_o}{m_o} = \frac{48,6 - 36,2}{36,2} = \frac{12,4}{36,2} = 0,342 = 34,2 \%$$

Cette méthode donne un résultat assez précis quand on se sert d'une balance de laboratoire.

Pour mesurer rapidement le taux d'humidité du bois, il existe des hygromètres électriques qui donnent directement le résultat. S'ils ne sont pas aussi précis que la méthode de séchage décrite ci-dessus, ils donnent une estimation suffisamment précise quand le taux d'humidité est inférieur à 20 %.

L'eau qui se trouve dans le tronc d'un arbre vivant est généralement répartie de telle sorte que l'aubier a un taux d'humidité beaucoup plus élevé que le bois de coeur. Le taux d'humidité peut s'élever à 200 % et s'abaisser à 30 %. C'est dans les bois résineux que l'on observe les plus grands écarts. Les planches sciées dans du bois non séché commencent par sécher sans se rétracter, car toute l'eau libre remplissant les cellules s'évapore d'abord; dès que les parois des cellules commencent à sécher, le bois se rétracte. Quand le retrait s'amorce, on dit que le bois a atteint le point de saturation de la fibre; le taux d'humidité est alors de 30 % environ, quel que soit le genre de bois. Le taux d'humidité des meubles et ouvrages de menuiserie au cours de la fabrication et de leur utilisation est en général très inférieur au point de saturation de la fibre, et ses variations donnent donc lieu au retrait ou au gonflement du bois.

Tout morceau de bois absorbe ou perd de l'eau jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre son taux d'humidité et celui de l'atmosphère. A ce moment-là, le taux d'humidité du bois s'appelle le taux d'équilibre hygroscopique. En cours d'utilisation, le bois est exposé aux variations quotidiennes et saisonnières de l'humidité relative. Et comme le bois a tendance à rétablir l'équilibre avec l'humidité relative de l'air ambiant, son taux d'humidité subit toujours des variations, aussi petites soient-elles. Les meilleures méthodes de séchage, de manutention et de stockage ont toutes pour objet de réduire au minimum les variations du taux d'humidité du bois en cours d'utilisation; on s'efforce en effet d'entreposer et de travailler le bois à un taux d'humidité correspondant aux conditions atmosphériques moyennes auxquelles il sera exposé.

Le retrait et le gonflement du bois exposé à des variations d'humidité comptent parmi les plus gros inconvénients du bois. Le retrait et le gonflement étant des phénomènes contraires, on n'étudie habituellement que le retrait. Le bois se rétracte conformément aux principes suivants :

- a) Il n'y a retrait que si le taux d'humidité du bois est inférieur au point de saturation de la fibre (30 %);
- b) Le retrait en volume (V) d'un morceau du bois qui a un taux d'humidité compris entre 30 % et 0 % est équivalent à la quantité d'eau évaporée. Si par exemple 1 kg d'eau est évaporé, le retrait du bois en volume est égal à 1 dm³;
- c) Le retrait est plus grand dans le sens tangentiel (T) que dans le sens radial (R);
- d) Dans le sens longitudinal, le retrait est si faible qu'on peut dans la pratique le négliger;
- e) En général, le bois lourd se rétracte plus que le bois léger. Mais il y a des exceptions à cette règle, si le bois contient des matières supplémentaires comme c'est le cas du teck.

Il est possible de comparer la stabilité du taux d'humidité des différentes essences d'après leur retrait maximum (tableau 4).

Tableau 3
Taux d'équilibre hygroscopique du bois

Humidité relative de l'air (pourcentage)	Température (°C)	Taux d'équilibre hygro- scopique du bois (pourcentage)
40	20	7,6
	30	7,3
	40	7,0
50	20	9,1
	30	8,8
	40	8,4
60	20	10,8
	30	10,5
	40	10,0
70	20	13,0
	30	12,6
	40	12,1
80	20	16,1
	30	15,7
	40	15,0
90	20	20,8
	30	20,0
	40	19,3
100	20	Point de
	30	saturation de
	40	la fibre = 30 %

Tableau 4
Poids et retrait maximum du bois de quelques essences importantes

Essences	Densité à 0 % d'humidité (g/cm ³)	Retrait maximum ^{a/}			
		L	R	T	V
Douglas (ou pin d'Oregon) (<u>Pseudotsuga taxifolia</u>)	0,51	0,3	5,0	7,8	13,0
Chêne (européen) (<u>Quercus pedunculata</u>)	0,65	0,4	4,0	3,8	13,0
Noyer européen (<u>Juglans regia</u>)	0,64	0,5	5,4	7,5	13,9
Teck (<u>Tectona grandis</u>)	0,63	0,6	3,0	5,8	9,4
Acajou (américain) (<u>Swietenia mahogani</u>)	0,55	0,3	3,2	5,1	8,9
Okoumé (<u>Aucoumea klaineana</u>)	0,31	0,2	4,1	6,6	10,9

a/ L = longitudinal, R = radial, T = tangentiel, V = volume.

On peut calculer d'une manière assez simple les changements de dimensions qui résultent des variations du taux d'humidité d'un morceau de bois. On donne par exemple ci-après la réponse à la question suivante : De combien une planche d'acajou de 100 mm de large, coupée tangentiellement aux cernes d'accroissement, rétrécira-t-elle, si le taux d'humidité est réduit de 20 à 10 % ?

Retrait maximum T ^{2/}	= 5,1 %
Largeur initiale (20 % d'humidité)	= 100 mm
Variation du taux d'humidité (20 à 10 %)	= 10 %
Point de saturation de la fibre	= 30 %

$$\begin{aligned} \text{Retrait de la planche} &= 5,1 \% \times 100 \text{ mm} \times \frac{10 \%}{30 \%} \\ &= 0,051 \times 100 \times \frac{0,10}{0,30} \text{ mm} \\ &= 1,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

Le gonflement, dû à l'augmentation du taux d'humidité, se calcule de la même façon.

Le retrait et le gonflement du bois entraînent les inconvénients suivants :

- a) Les dimensions des pièces de bois subissent des variations;
- b) Il apparaît des déformations sur la section transversale du bois, car le retrait est nettement plus important dans le sens tangentiel que dans le sens radial (figure IX);

^{2/} Voir tableau 4.

- c) Si l'on empêche la déformation d'évoluer librement, il en résultera des tensions internes nuisibles dans les pièces de bois.

Dans la fabrication des meubles et des ouvrages de menuiserie, on applique deux principes opposés : on laisse les déformations évoluer librement (figure X) ou on fait tout pour les empêcher (figure XI).

FIGURE IX. DEFORMATIONS DUES AU RETRAIT, VUES EN COUPES

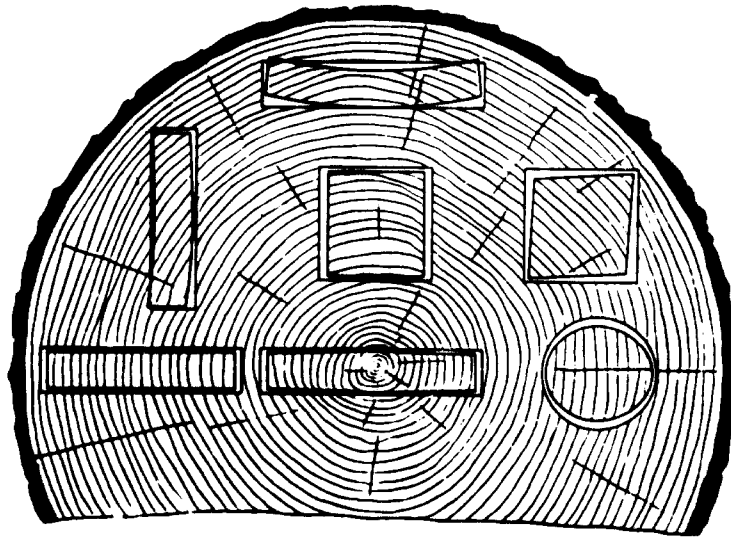


FIGURE X. MONTAGE PERMETTANT AUX DEFORMATIONS D'EVOLUER LIBREMENT

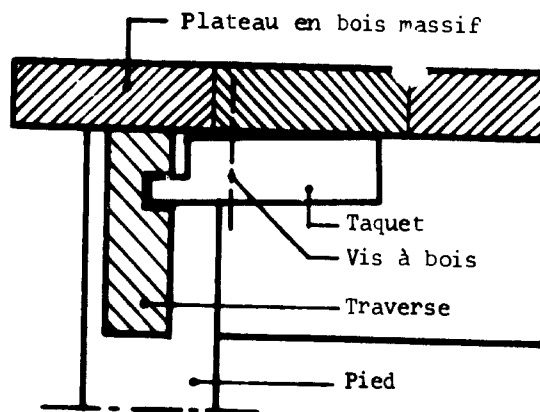
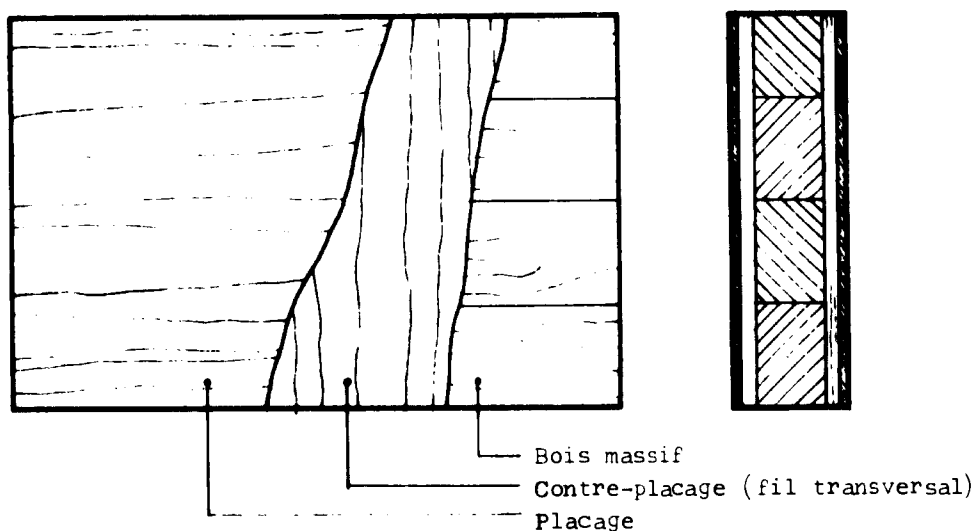


FIGURE XI. MONTAGE EMPECHANT L'APPARITION DE DEFORMATIONS



SECHAGE DU BOIS

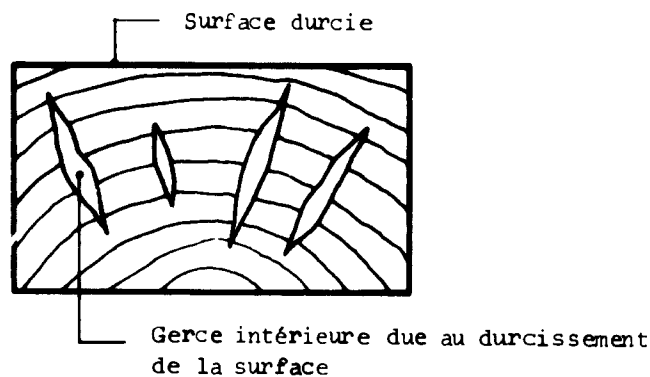
Pour ce qui est du séchage du bois, il faut tenir compte des considérations suivantes :

- a) Les grumes sont débitées humides et le taux d'humidité du bois est généralement au-dessus du point de saturation de la fibre;
- b) Le but du séchage est d'atteindre un taux d'humidité correspondant aux conditions auxquelles sera ultérieurement exposé le bois lorsqu'il sera utilisé;
- c) Dans le bois sec, l'humidité doit être répartie de façon égale et le bois exempt de tensions, ce qu'il n'est possible d'obtenir que si le bois est bien séché.

Le bois est séché à l'air libre ou artificiellement. Pour le séchage à l'air libre, les planches sont empilées sur des liteaux qui séparent les couches, comme on l'a fait remarquer plus haut. Les piles de bois doivent toujours être placées sous un toit. Les insectes et les champignons risquent de causer des dégâts importants, surtout dans les climats tropicaux. Le parc de stockage se compose normalement de piles de bois disposées en rangées rectilignes et séparées par d'étroites allées (de 1 à 2 m de large). Pour le transport, il faut prévoir des allées plus larges (de 8 à 10 m) entre les piles de bois. Normalement, le transport se fait à l'aide de chariots élévateurs ou de tracteurs avec remorques; on n'utilise plus les wagonnets roulant sur voie étroite. Les allées principales sont généralement disposées dans la direction du vent dominant. La surface du parc de stockage doit être plane et couverte de gravier pour être perméable à l'eau et suffisamment dure pour être carrossable. Les piles doivent de préférence être posées sur des blocs en ciment, ce qui facilite la circulation de l'air en dessous. La hauteur moyenne de ces blocs est de 60 à 80 cm.

Le principe du séchage artificiel est de réduire progressivement le taux d'humidité du bois par l'action de la chaleur. (L'air chaud absorbe plus d'eau que l'air froid.) L'air humide est éliminé du séchoir et remplacé par de l'air sec jusqu'à ce que le bois ait atteint le taux d'équilibre hygroscopique souhaité. Si l'on veut que le séchage se déroule de manière satisfaisante, il faut observer avec soin et surveiller de près toutes les phases de l'opération. Les bois feuillus, surtout les planches épaisses, sont particulièrement difficiles à sécher. Un séchage artificiel trop rapide durcira la surface et provoquera des fentes à l'intérieur (figure XII) et le voilement de la planche. Le lot de bois mis à sécher dans un séchoir peut devenir entièrement inutilisable, s'il n'est pas séché avec soin.

FIGURE XII. EFFET DU DURCISSEMENT DE LA SURFACE



D'une manière générale, le bois destiné aux meubles et à la menuiserie est séché artificiellement jusqu'à ce qu'il atteigne un taux d'humidité légèrement inférieur à celui qu'exigent les conditions d'utilisation, en tenant compte d'une augmentation modérée du taux d'humidité au cours du stockage et de la fabrication. Cette pratique a pour but d'obtenir une répartition uniforme de l'humidité entre les différentes pièces. Si le taux d'équilibre hygroscopique d'un bois utilisé à l'intérieur pendant une saison donnée est par exemple de 10 %, le taux d'humidité choisi pour le bois destiné à la fabrication de meubles peut être de 8 %.

On trouvera au tableau 5 un schéma de séchage qui convient à certains bois feuillus (acajou, azobé, chêne, hickory, makoré, palissandre, ramin, sapelli, teck, yang). Pendant l'opération de séchage, il faut maintenir l'humidité relative de l'air dans le séchoir à une valeur donnée (colonne 5) jusqu'à ce que l'humidité du bois soit tombée à la valeur donnée dans la colonne 1. On contrôle l'opération de séchage en prélevant fréquemment des éprouvettes dans le séchoir (par une petite ouverture) pour déterminer le taux d'humidité. Ces éprouvettes sont évidemment découpées dans le bois à sécher avant qu'il soit placé dans le séchoir.

Tableau 5
Schéma de séchage pour certains bois feuillus

Taux réel d'humidité du bois (pourcentage)	Lecture des températures dans le séchoir (°C)			Humidité relative de l'air (pourcentage)	Taux d'équilibre hygroscopique du bois (pourcentage)
	Thermomètre sec	Thermomètre humide	Ecart		
En bois vert jusqu'à 60 %	40	38	2	90	19,5
60 - 25	45	42	3	82	15,6
25 - 20	51	46	5	74	12,5
20 - 16	57	49	8	65	10,0
16 - 13	63	52	11	55	8,0
13 - 10	70	54	16	46	6,3
Jusqu'à 8 %	70	62	8	70	10,0

NORMES DE QUALITE POUR SCIAGES DESTINES A LA FABRICATION DES MEUBLES^{3/}

Il n'existe pas de normes internationales de qualité pour les sciages destinés à servir de matière première pour la fabrication des meubles, bien qu'il y en ait pour les sciages de résineux destinés à la construction. En Amérique du Nord, il est courant de classer le bois selon les normes de la NHLA, alors qu'en Europe on adopte de plus en plus les normes de classement s'appliquant aux exportations malaisiennes de sciages de feuillus, lorsqu'il s'agit d'essences du Sud-Est asiatique. Comme on l'a déjà fait remarquer, le classement des planches destinées à la fabrication de meubles n'a pas le même intérêt. Chaque fabricant de meubles établit ses propres normes de classement qui définissent la qualité du bois dont il a besoin pour chaque partie d'un ouvrage. Les normes comprennent généralement de trois à cinq catégories selon le genre de produits fabriqués. Ces catégories se réfèrent à la qualité de chaque pièce ou élément découpés et non pas à la qualité de planches entières aux dimensions brutes. La taille et le nombre des défauts admis dans chaque catégorie doivent être spécifiés avec précision. La catégorie nécessaire pour chaque pièce doit être indiquée dans la liste des pièces. Dans une classification à quatre catégories, on peut définir les différentes catégories comme suit :

- Catégorie I - Parties toujours visibles (dessus de tables, façade de tiroirs et pieds de chaises)
- Catégorie II - Parties temporairement visibles (côtés et bout de tiroirs)
- Catégorie III - Parties non visibles (éléments de fixation et parties à peindre)
- Catégorie IV - Armes (parties à plaquer)

^{3/} Voir aussi deuxième partie, chapitre XV, "La conception technique des produits".

La brochure "Technical Protocol", publiée par un organisme commandité par les fabricants de meubles danois et l'Institut technologique de Copenhague, définit comme suit les normes applicables au bois massif employé pour la fabrication de meubles de première qualité :

Bois : Tous les matériaux doivent être de bonne qualité.

Bois résineux : Tous les bois résineux utilisés doivent être sains et exempts d'atteinte par des champignons ou par des insectes. Les bois résineux doivent être dépourvus d'écorces, de poches de résine, de gerces, de gélivures ou de noeuds morts (noirs ou flottants).

On peut tolérer ici ou là des noeuds sains à condition qu'ils ne réduisent pas la stabilité du meuble ou de certaines de ses parties, comme dans les assemblages de construction. Les noeuds sains ne doivent toutefois pas occuper plus d'un quart de la largeur de la pièce et ne jamais avoir un diamètre supérieur à 20 mm.

Bois feuillus : Tous les bois feuillus utilisés doivent être sains et exempts de défauts dus aux champignons ou aux insectes et de noeuds, qui ne sont généralement pas tolérés.

En ce qui concerne les bois feuillus caractérisés par la formation de bois de coeur, comme le chêne, le teck, l'acajou et le palissandre, l'aubier n'est pas utilisé, mais il peut l'être dans le cas du noyer français ou italien, ou d'autres noyers européens.

Pour la fabrication des meubles, notamment des tables et des chaises, qui par leur dessin et construction exigent des bois très solides, il ne faut pas que les bois à couches d'accroissement, tels que le frêne, le chêne et le teck, soient trop "tendres", c'est-à-dire que leur croissance ait été trop lente. Si l'on fabrique des meubles à partir de bois à couches d'accroissement, la largeur des accroissements annuels, c'est-à-dire les zones de croissance du bois, ne doit généralement pas être inférieure à 2,5 ou 3 mm.

Bibliographie

- Armstrong, F. H. Mechanical and physical properties of some Brazilian timbers. Londres, 1945.
- Balan Menon, P. K. Uses of Malayan timbers. Kuala Lumpur, 1955.
- Bayly, D. R. Important commercial timbers of Sarawak. Melbourne, 1955.
- Beekman, W. Boerhave. Elsevier's wood dictionary in seven languages. Amsterdam, Elsevier, 1964-1968. 3 v.
- Bellosillo, S. B. et R. J. Miciano. Progress report of mechanical properties of Philippine woods. Manille, 1959.
- Bolza, E. et N. H. Kloot. The mechanical properties of 81 New Guinea timbers. Melbourne, 1966.
- Brough, J. C. S. Timbers for woodwork. Londres, 1964.
- Brown, H. P., A. J. Panshin et C. C. Forsath. Textbook of wood technology. New York, McGraw-Hill, 1949 et 1952. 2 v.
- Brush, W. D. Teak. Washington, D.C., 1945.

- Burgess, H. J. Malayan timber for flooring. Kuala Lumpur, 1956.
- _____ Strength groupings of Malayan timbers. Kuala Lumpur, 1956.
- Dadswell, H. E. Timbers of the New Guinea region. Melbourne, 1945.
- Dadswell, H. E. et A. M. Eckerley. Some timber species of Papua and New Guinea with descriptive notes on properties and uses and means of identification. Melbourne, 1943.
- Desch, H. E. Timber, its structure and properties. Londres, Macmillan, 1968.
- Desch, H. E. et A. V. Thomas. Timber utilization in Malaya. Kuala Lumpur, F. M. S. Government, 1940 (Malayan Forestry Records, No 13).
- Edwards, J. P. Malayan timbers for export. Kuala Lumpur, 1947.
- Forest products : their sources, products and utilization. Par A. H. Panshin et al. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1950.
- Henderson, F. Y. Timber, its properties, pests and preservation. Londres, Lockwood, 1946.
- Jackson, F. W. Durability of Malayan timbers. Kuala Lumpur, 1957.
- Kloot, N. H. et E. Bolza. Properties of timbers imported into Australia. Melbourne, 1961.
- Limaye, V. D. et L. N. Seaman. Physical and mechanical properties of woods grown in India. Dehra Dun, 1933.
- Longwood, Franklin R. Present and potential timbers of the Caribbean with special reference to the West Indies, the Guianas and British Honduras. Washington, D.C., 1962.
- Menon, K. D. Susceptibility of commercial species of Malayan timbers to powderpost beetle attack. Kuala Lumpur, 1957.
- _____ Uses of Malayan timbers. Kuala Lumpur, 1958.
- Menon, K. D. et H. J. Burgess. Malayan timbers for furniture. Kuala Lumpur, 1957.
- Orman, H. R. Strength properties of some kauris of the South West Pacific, with special reference to Fijian kauri. Wellington, 1949.
- Solid wood. Par F. F. Killman et al. New York, Springer-Verlag, 1968. (Principles of wood science and technology, v. 1)
- Stevens, W. C. et C. H. Pratt. Kiln operator's handbook : a guide to the kiln drying of timber. Londres, Her Majesty's Stationary Office, 1969, 153 p.
- Tamesis, F. et L. Ag. Important commercial timbers of the Philippines, their properties and uses. Manille, 1951.
- Thomas, A. V. Malayan timbers, Bintangor, Geronggang and Terentang. Kuala Lumpur, 1950.
- _____ White and yellow meranti timber. Kuala Lumpur, 1950.
- _____ Malayan timbers : Mengkulang, Mersawa and Punah. Kuala Lumpur, 1950.
- _____ Malayan timbers : Jelutong and Nyatoh. Kuala Lumpur, 1950.
- Titmuss, F. H. Commercial timbers of the world. Londres, Technical Press, 1965. 277 p.
- Twenty West African timber trees. Par L. Chalk et al. Oxford, Clarendon Press, 1933.
- Wallis, N. K. Australian timber handbook. Sydney, 1963.
- Wyatt-Smith, J. Standard timber names of Indonesia, Malaya, North Borneo, and Sarawak. Kuala Lumpur, 1958.

II. CARACTERISTIQUES ET EMPLOI DES PANNEAUX DERIVES DU BOIS DANS L'INDUSTRIE DU MEUBLE*

Le présent chapitre traite de certains emplois des divers panneaux dans l'industrie du meuble. Peut-être faut-il signaler qu'il n'y a en ce domaine aucun produit parfait. Il convient donc dans chaque cas particulier de mettre en balance les avantages et les inconvénients, tant techniques qu'économiques, avant de décider l'emploi de tel ou tel produit. Le choix doit se faire en fonction des besoins, et il ne sera pas le même dans tous les pays.

TENDANCES

La demande de panneaux dérivés du bois existe depuis que l'industrie du bois a besoin de surfaces planes. Ces panneaux sont par leur nature adaptés à presque tous les meubles d'appartement, de bureau, etc.

Des améliorations techniques ont permis de fabriquer des panneaux à surfaces planes, qui répondent en outre à beaucoup d'exigences de l'industrie du meuble telles que la stabilité et la précision dimensionnelles, jointes à la qualité des surfaces et à la résistance. Le bois massif et les panneaux en bois massif collé ont certes des caractéristiques satisfaisantes, mais les panneaux dérivés du bois ont fait tant de progrès qu'ils remplacent aujourd'hui le bois corroyé dans beaucoup de ses applications. En résumé, les méthodes de fabrication ont été améliorées et spécialisées par le recours aux techniques industrielles de la grande série.

Ce sont les besoins de l'industrie du meuble qui ont dans beaucoup de cas facilité l'amélioration des panneaux et la diversification des produits. Les caractéristiques recherchées dans le bâtiment et l'emballage sont en général la rigidité, la résistance à la dégradation et aux chocs, la durabilité, la résistance au feu, aux insectes et à l'humidité. Mais l'industrie du meuble a surtout besoin des caractéristiques suivantes : précision et stabilité dimensionnelles, résistance à la traction transversale et à l'arrachement des vis, qualités de surface autorisant dans les meilleures conditions l'application de revêtements, de pellicules et de stratifiés. Toutes ces améliorations sont allées de pair avec les besoins de ces grandes industries utilisatrices.

La consommation de tous les types de panneaux a tendance à augmenter de façon satisfaisante, mais cette tendance varie pour chaque type dans l'industrie du meuble. Dans beaucoup de pays, le panneau de particules est devenu la grande matière première de la plupart des meubles, mais le panneau de fibres a conservé une position avantageuse pour des emplois très particuliers. Le contre-plaqué, qui était considéré comme un produit relativement

* Document d'information rédigé par le Secrétariat de l'ONUDI pour la Consultation mondiale sur les panneaux dérivés du bois, réunie par la FAO à New Delhi (Inde), du 6 au 16 février 1975. Publié comme document de la FAO sous la cote FO/WCWP/75, Doc No 130, et comme document de l'ONUDI sous la cote ID/WG.209/1. Des extraits de ce texte figurent également aux chapitres III, IV et V.

bon marché pour les meubles, a perdu cet avantage dans les pays qui se sont dotés d'une industrie du panneau de particules. Il conserve toutefois son rôle de matière adaptée aux ouvrages modernes et de conception hardie. Si le panneau de particules connaît un succès grandissant c'est en partie parce que ses grandes dimensions réduisent les chutes dans la production en série.

Une des raisons de la généralisation de l'emploi des panneaux dans l'industrie du meuble est la hausse du prix des sciages de bois massif, la hausse du coût de la main-d'oeuvre et la baisse de la qualité des sciages. Le travail en série des panneaux plats a été facilité par la mise au point de chaînes automatiques à grand rendement pour leur usinage et le revêtement de leurs surfaces.

La pénurie générale de bois massifs de bonne qualité et l'amélioration de l'utilisation des résidus ont largement favorisé l'emploi des panneaux dans l'industrie du meuble. Toutefois, cette influence a été moins marquée dans les pays en développement à cause du prix généralement élevé des résines et, jusqu'à un certain point, par les grosses dépenses d'équipement qu'exigent la création des usines et la haute technicité des procédés de fabrication.

S'il est difficile de préciser la nature des relations entre les économies d'échelle, la faiblesse de la demande locale et la cherté des transports, on peut affirmer que la production souffre trop souvent de l'étroitesse des marchés locaux qu'elle pourrait normalement alimenter. Un des grands obstacles à la diffusion des panneaux a souvent été l'irrégularité pendant les premières phases de la production. Les petites usines locales ne peuvent pas fabriquer toute la gamme des panneaux, qu'il s'agisse de l'épaisseur et de la densité, mais aussi des qualités poncées ou non poncées, de l'emploi des diverses colles, etc. Cet état de choses restreint d'autant plus la demande que les panneaux sont employés au petit bonheur, ce qui fait naître la méfiance chez les consommateurs.

LES PRIX

L'amélioration des normes de qualité ayant permis de fabriquer des panneaux faciles à surfacer, à revêtir ou à plaquer, l'industrie du meuble a fait de grosses économies de matières premières quand elle a pu disposer de panneaux de grandes dimensions, coupés à la demande. C'est ainsi que les fabricants de panneaux ont pu investir dans des proportions inaccessibles aux petites entreprises. L'emploi des panneaux coupés à la demande a aussi diminué les déchets dus à la mise à dimensions et à la mise en oeuvre des bois massifs défectueux.

Le fléchissement de la demande de bois séchés artificiellement ou à l'air libre a eu lui aussi une influence bénéfique sur les coûts, bien que les installations de séchage aient dû être conservées pour le traitement de moindres quantités de bois massifs. Le stockage dans des conditions d'humidité rigoureuses étant plus important pour la matière première des panneaux que pour le bois massif, l'emploi des panneaux ne se justifie que si le coût du stockage est largement compensé par des économies de matières et de main-d'oeuvre.

La tendance qu'ont les industriels à se spécialiser dans la construction de certains types de meubles et à devenir des assembleurs plutôt que des véritables fabricants a été renforcée par la généralisation de l'emploi des panneaux et l'amélioration de leur qualité. Cet état de choses suscite et encourage l'activité des producteurs d'éléments spéciaux, tout en augmentant les rendements et en réduisant les coûts unitaires. Une fois encore, la production en grande série de côtés de tiroirs, de pièces tournées et de pièces plates pour satisfaire les commandes régulières des constructeurs de meubles facilite l'établissement de programmes concernant l'emploi des machines et de la main-d'oeuvre, ce qui réduit les coûts.

A long terme, l'inflation rend plus coûteuse l'exploitation forestière quand on néglige d'employer rationnellement les déchets des scieries, les déchets des usines de placage ou les sous-produits de fabrication. La rentabilité des plantations et celle des forêts aménagées sont très sensibles aux moindres variations du taux d'intérêt, et il en résulte que plus on veut rentabiliser les produits forestiers plus on doit employer les déchets de bois pour fabriquer des panneaux.

Cette contrainte ne manquera certainement pas de favoriser la multiplication des entreprises de transformation du bois. L'évolution des prix du bois massif et des produits composites subira sans doute moins l'influence de l'offre et de la demande que celle des prix de revient de chaque entreprise. En outre, il faut espérer que se constitueront des ensembles industriels dans lesquels certaines entreprises pourront utiliser les déchets des autres de façon à économiser les matières premières et l'énergie, à réduire le coût des transports intérieurs et celui des matières premières, tout en diminuant le volume des effluents nuisibles à la biomasse.

PRINCIPAUX EMPLOIS DES PANNEAUX DANS LES MEUBLES

La demande de surfaces bon marché, planes, homogènes et faciles à décorer a été largement responsable de la multiplication des applications des panneaux dans l'industrie du meuble. Rigoureuse planéité, stabilité dimensionnelle, homogénéité de la résistance dans les deux axes et solidité sont autant de qualités qui justifient l'emploi des panneaux pour la fabrication des plateaux de tables et de bureaux, des côtés de buffets, de bahuts et de commodes, ainsi que des dessus, des côtés et des étagères de bibliothèques. Les panneaux de fibres sont surtout employés en "remplissage" dans tous les cas où leur rigidité et leur légèreté contribuent à la solidité des bureaux, des placards encastrés et des éléments de cuisine, des bahuts, des commodes et autres meubles de rangement. Les fonds de tiroirs sont eux aussi très souvent faits de panneaux de fibres; mais les tiroirs en plastique moulé les remplacent jusqu'à un certain point dans les meubles à bas prix et à prix moyen.

Si l'emploi du contre-plaqué dans les meubles semble diminuer, son rôle est en pleine évolution. Alors qu'on le considérait surtout comme un bois d'ossature bon marché et qu'on l'employait aux endroits dissimulés des meubles capitonnés, il joue maintenant un rôle de

premier plan grâce à une finition claire ou vivement colorée, sans aucune tentative pour dissimuler ses plis. Ce genre d'emploi exige des bois feuillus et des contre-plaqués de première qualité.

Les avantages des panneaux de particules et des panneaux de fibres sont très nettement mis en valeur par le placage dans l'usine du fabricant ou dans celle de l'utilisateur. En fait, la plupart des panneaux de particules sont livrés avec un revêtement aux fabricants de meubles, qui se chargent de plaquer les chants après mise à dimensions.

Il devient de plus en plus évident que les conseils techniques et les services après-vente sont nécessaires pour tirer tout le parti possible de ces panneaux, notamment pour les usiner correctement et poser comme il faut les ferrures. Dans le cas contraire, les consommateurs reviendront après des essais décevants à l'emploi du bois massif et des techniques traditionnelles. Le service aux utilisateurs porte également sur l'entretien des outils de coupe à plaquettes de carbure, qui sont particulièrement recommandés aux petits industriels employant des panneaux de particules, et sur le stockage de la quincaillerie appropriée à ces panneaux.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET EMPLOI DES PANNEAUX DANS L'INDUSTRIE DU MEUBLE

L'industrie du meuble a des exigences très strictes en ce qui concerne les panneaux. Les spécifications de l'industrie du bâtiment portent sur les caractéristiques suivantes : résistance aux intempéries, durabilité, résistance au feu, aux insectes et à la moisissure, résistance à la dégradation, rigidité et résistance aux chocs (surtout pour les portes et les cloisons). En revanche, les panneaux destinés aux meubles doivent avoir les propriétés suivantes : précision et stabilité dimensionnelles, surface plane dont les propriétés autorisent l'application d'enduits, de stratifiés et de pellicules de grande qualité, bonne résistance perpendiculaire à la surface, chants appropriés aux besoins, résistance à l'arrachement des vis et diverses autres caractéristiques particulières. La densité ne suffit pas à donner une bonne idée de la qualité d'un panneau de particules.

Les qualités requises des contre-plaqués et des panneaux lattés sont moins strictes que pour les panneaux de particules car ces matériaux sont plus couramment employés pour des ouvrages non visibles ou des ossatures. Les panneaux de fibres sont habituellement enduits ou recouverts à l'usine, et le plus gros problème des utilisateurs porte sur les machines qui, faute d'une très grande attention, risquent de déchiqueter les chants.

Le panneau de particules est le seul panneau qui peut être facilement revêtu ou plaqué à l'usine de meubles ou qui peut être acheté préfini. Mais pour tous les panneaux, il est difficile de dire d'une façon générale s'il vaut mieux a) fabriquer ses panneaux ou les acheter tout prêts ou b) s'il vaut mieux acheter des panneaux non finis, quitte à les recouvrir ou à les plaquer, ou acheter des panneaux préfinis. La décision dépend entre autres choses du volume des achats, de l'ampleur de la série, des disponibilités, du coût

des services locaux, etc. C'est à la récente amélioration de la qualité des panneaux de particules que l'on doit la modernisation de la construction des meubles, surtout de leur montage et de leur finition.

Les éléments de cuisines encastrés sont un exemple de l'engouement des consommateurs; les panneaux de particules et les panneaux de fibres sont le matériau idéal pour ce type de construction. La normalisation des dimensions et des styles est sans doute possible dans les pays en développement où les logements de type occidental sont courants.

Le contre-plaqué semble devenir trop coûteux sauf pour les meubles "design" (souvent moulés), en Europe tout au moins, et son emploi ne se répandra dans les pays en développement que si l'industrie locale en produit diverses qualités, en quantités et à des prix au moins comparables à ceux des autres panneaux dérivés du bois. Sa production consomme relativement peu d'énergie : la Fédération européenne de l'industrie du contre-plaqué (FEIC) a calculé qu'il faut 916 200 kcal par m³. La consommation d'énergie se répartit comme suit :

Energie électrique	15 %	160 kWh/m ³
Fuel lourd	75 %	0,070 tonne/m ³
Déchets de bois	10 %	0,030 tonne/m ³

Cet aspect de la question prendra de plus en plus d'importance car l'énergie coûtera sans doute toujours plus cher, et les pays en développement qui importent de l'énergie devront à l'avenir tenir un plus grand compte de ce facteur.

L'emploi de grandes quantités de panneaux de tous types dans l'industrie du meuble exige de nouveaux investissements pour acquérir du matériel de manutention et de transformation. Cette règle s'applique d'un bout à l'autre de la chaîne de production : augmentation ou amélioration des installations de stockage pour la réception des panneaux, modification des moyens de transport intérieur (et peut-être élargissement des intervalles entre les machines), acquisition de scies pour couper les panneaux à dimensions, de machines à plaquer les chants, de presses à plaquer les surfaces, de ponceuses à large bande, de machines à vernir en rideau et de séchoirs. Les tenonneuses doubles en tandem sont courantes dans les grandes usines modernes. Ces exigences modifient quelque peu les décisions que prendront dans les pays en développement les industriels du meuble qui veulent employer des panneaux. Ils ne pourront plus se contenter d'acquérir des raboteuses, des machines à percer, des scies à ruban de meilleure qualité ou d'autres machines à bois classiques; ils devront réorganiser leurs méthodes de production et adopter à cet effet des techniques modernes de fabrication en série. Tout entrepreneur désireux de construire des meubles en tirant parti de l'amélioration constante des panneaux (surtout des panneaux de particules) doit envisager de réorganiser entièrement son usine ou d'en construire une nouvelle.

Entre autres modifications, il faudra renforcer le poste de collage car l'emploi des panneaux dans les meubles exige des assemblages collés. La conception des meubles devra être adaptée aux nouveaux matériaux, et les ouvriers habitués à travailler le bois massif devront se familiariser avec les avantages et les inconvénients des panneaux. Par exemple,

ils devront éviter de faire des assemblages risquant de provoquer la séparation des couches (due à la faible résistance transversale, surtout dans les panneaux de particules)^{1/}.

Une estimation faite dernièrement au Royaume-Uni indique que "près de 90 % des meubles d'appartement et une forte proportion des meubles de bureau et des meubles fabriqués sous contrat sont déjà construits avec des panneaux de particules"^{2/} et conclut que toute augmentation de la demande (de panneaux de particules) serait due à une augmentation de la production de meubles plutôt qu'à une augmentation de l'emploi des matériaux dans chaque meuble. Ces chiffres peuvent servir d'objectif aux pays en développement et ils peuvent être considérés comme des exemples du volume des panneaux de particules pouvant entrer dans la construction des meubles. On peut voir au tableau 1 les pourcentages des panneaux dans les meubles. Bien que les chiffres soient déjà anciens, ils soulignent les variations d'un pays à l'autre tout en indiquant que les panneaux sont dans l'ensemble largement employés par l'industrie du meuble. Le tableau 2 donne pour une date assez récente (1972) la ventilation du marché des panneaux de particules en Australie^{3/}. La consommation totale était en 1972 de 14 millions de m² (base 20 mm), et la prévision pour 1980 était de plus de 35 millions de m².

L'utilisation finale des panneaux continuera de varier beaucoup dans les pays en développement car les influences géographiques et historiques jouent un rôle important pour l'emploi de tel ou tel panneau dans la fabrication des divers produits. A titre d'exemple, on peut indiquer que le Nigéria a commencé à employer du contre-plaqué parce que des usines de contre-plaqué s'étaient installées dans le pays et avaient accaparé le marché. Cet article est plaqué localement, mais souvent avec des placages importés parce que les placages locaux se vendent très cher à l'exportation. La production des panneaux de particules de 6 mm est destinée à la pose de plafonds, mais la production de panneaux plus épais (destinés à être plaqués par l'industrie du meuble) a été envisagée et elle prendra certainement une part appréciable du marché du meuble. Les panneaux de fibres sont peu employés car ils ne sont pas fabriqués localement.

L'examen des divers facteurs montre que l'emploi des panneaux est moins lié aux caractéristiques ou à la nature des panneaux qu'à leur vente à des prix raisonnables. Les utilisateurs locaux (construction de meubles) adapteront probablement leurs modèles aux matériaux disponibles, à condition bien entendu que leur qualité soit suffisante. L'emploi des panneaux se développera certainement grâce à la fourniture d'une aide technique appropriée à la découpe, à l'usinage, à la pose des ferrures et des pièces de fixation.

^{1/} Pour des articles sur la transformation des panneaux de particules, voir Particle Board Manufacture and Application, pub. par Leo Mitlin (Ivy Hatch, Sevenoaks, Kent, Pressmedia, 1968), chap. I-III, pp. 121-137.

^{2/} T. Sparkes, "Chipboard in furniture", Marketing Chipboard in the 70's, Timber Trades Journal, CPA Conference Report (supplément du Timber Trades Journal and Woodworking Machinery), 4 mai 1974, pp. 12-13.

^{3/} Communiqué par écrit par Pyneboard Pty. Limited, Sydney (Australie).

Tableau 1
Pourcentage des panneaux employés dans l'industrie du meuble (1964-1965)

	Autriche	Belgique	Canada	Chili	Etats-Unis	France	Inde	Japon	Nigéria	Pologne	Rép. féd. d'Allemagne	Royaume-Uni	Suède	Yougoslavie
Contre-plaqué	60	30	5	30	42	35	3	28	20	72	55	...	48	83
Panneau latté	86	20	...	75	...	...	67	...	30	88	62	...	90	88
Panneau dur	62	15	15	42	18	15	...	11	15	36	56	5	41	77
Panneau de particules														
pressé à plat	71	70	60	26	44	56	39	46	...	99	68	52	61	93
extrudé	...	...	25	45	90	...	28	...	...	68	...	...	...	16

Source : Sources diverses, notamment archives du FEIC et du Secrétariat de l'ONUDI.

Tableau 2
Ventilation du marché des panneaux de particules en Australie, 1972

Meubles et aménagements

Meubles d'appartement	31
Agencements d'appartement	17
Meubles et agencements de magasin	10
	—
Total	58

Eléments

Armoires	8
Cloisons	4
Véhicules et autres industries	8
Détail (bricolage)	6
	—
Total	26

Bâtiment

Planchers	4
Coffrages	2
Aménagements	9
	—
Total	15

Total partiel 99

Administrations

1

Total du marché 100

Source : T. Sparkes, "Chipboard in furniture", Marketing Chipboard in the 70's, Timber Trades Journal, CPA Conference Report (supplément du Timber Trade Journal and Woodworking Machinery), 4 mai 1974, pp. 12-13.

III. L'EMPLOI DES CONTRE-PLAQUES ET DES PANNEAUX LATTES DANS LES INDUSTRIES DU MEUBLE ET DE LA MENUISERIE*

Les panneaux dérivés du bois comptent parmi les principales matières premières des industries du meuble et de la menuiserie depuis qu'elles se sont modernisées. La progression de leur emploi a suivi l'accroissement de la demande de meubles à surfaces uniformes et planes et aux lignes sobres et droites : placards, commodes, rayonnage, bahuts et autres meubles de rangement notamment. La construction des meubles s'est donc adaptée pour employer ces panneaux. Simultanément, l'emploi des panneaux s'est diversifié.

Les bois plaqués, les contre-plaqués et les panneaux lattés sont les plus anciens types de panneaux dérivés du bois; ils représentent une phase intermédiaire dans l'évolution conduisant du bois massif aux panneaux modernes.

Dans les pays industriels, les contre-plaqués et les panneaux lattés ont surtout trouvé des applications comme matériaux de construction, mais les produits contre-plaqués sont aussi largement employés de multiples façons dans les industries du meuble et de la menuiserie. Dans les pays en développement, ces produits sont encore plus appréciés comme matière première des meubles parce que leur fabrication ne soulève pas de difficulté et que leur emploi est simple tout en étant plus proche des méthodes traditionnelles du travail du bois que l'emploi des panneaux de fibres et des panneaux de particules.

LES PRODUITS ET LEUR EMPLOI

Les produits contre-plaqués sont nombreux. Le présent chapitre traite surtout de l'emploi des panneaux de contre-plaqué et des panneaux lattés. Mais il faut mentionner que les placages sont employés de beaucoup de façons dans la fabrication des meubles, notamment pour le revêtement de divers panneaux et le revêtement de divers éléments en bois. Les placages sont aussi employés dans la fabrication des meubles pour diverses pièces galbées : dessus, dossiers et bras de sièges, etc.

On trouvera dans le tableau suivant les principaux éléments pour lesquels les industries du meuble et de la menuiserie ont employé au Royaume-Uni, en 1970, des contre-plaqués et des panneaux lattés.

Dans différents pays, l'emploi des contre-plaqués et d'autres panneaux a naturellement subi l'influence de facteurs tels que l'offre, les traditions, la concurrence, le niveau de vie, etc. Le Canada et les Etats-Unis sont les plus gros consommateurs de contre-plaqués; les contre-plaqués de feuillus et de résineux sont largement employés dans les industries du meuble de ces deux pays. Aux Etats-Unis, 25 % environ des contre-plaqués de feuillus sont absorbés par l'industrie du meuble et à peu près la même proportion de contre-plaqué de

* Par Antti Vaajoensuu, Jaakko Pöyry and Co., Helsinki (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.209/2.) Le présent chapitre contient en outre des extraits de "The requirements and use of wood-based panels in furniture manufacture" (ID/WG.209/1).

résineux est absorbée pour divers meubles d'appartement, surtout pour être montés par des bricoleurs.

Consommation de contre-plaqué et de panneaux lattés
au Royaume-Uni, 1970

Elément	Part de la consommation totale de panneaux (pourcentage)	
	Contre-plaqué	Latté
Meubles d'appartement et de bureau	15,8	18,0
Carcasses de meubles capitonnés		
Plateaux de tables		
Panneaux latéraux, surfaces planes, étagères		
Panneaux de derrière		
Côtés et fonds de tiroirs, etc.		
Portes		
Meubles de radio et de télévision	0,7	0,1
Meubles encastrés	12,0	37,9
Côtés, extrémités, étagères, dos de placards		
Portes		
Portes planes, portes extérieures	3,9	1,5
Part des industries du meuble dans la consommation totale	31,6	57,5

Ailleurs, les contre-plaqué et les lattés sont moins employés comme matières premières des meubles. Dans les pays industriels, l'ameublement emploie moins de contre-plaqué depuis l'introduction des panneaux de particules. Si le contre-plaqué fut à un moment le panneau le plus employé dans tous les éléments, on l'emploie surtout aujourd'hui dans tous les ouvrages exigeant beaucoup de résistance et de durabilité.

Pour quelques emplois, notamment pour les panneaux dorsaux, les côtés de placards et les surfaces planes, le contre-plaqué est souvent de trop bonne qualité et d'un prix trop élevé. Naguère, quand on le considérait encore comme un matériau bon marché, il servait couramment à la fabrication des carcasses de meubles capitonnés, c'est-à-dire des éléments invisibles. Aujourd'hui, cet emploi ne reste important qu'aux Etats-Unis, où le contre-plaqué de résineux est relativement bon marché. Ailleurs, on constate une certaine évolution de l'emploi du contre-plaqué, qui est devenu un produit de luxe employé pour des éléments visibles, avec finition au vernis incolore ne dissimulant pas sa structure feuilletée.

Les panneaux lattés ont eux aussi souffert de la concurrence des panneaux de particules et d'autres panneaux. Mais, comme ils ont plusieurs des avantages techniques du contre-plaqué et qu'ils sont moins chers, ils conservent une position plus avantageuse.

Les panneaux lattés sont particulièrement adaptés à la fabrication des meubles encastrés, des placards et des rayonnages. Du fait de leur rigidité et de leur stabilité dimensionnelle, ils sont aussi employés pour la fabrication d'éléments exigeant résistance, rigidité et solidité, comme les plateaux de tables et de bureaux, les étagères de placards, etc.

EMPLOIS DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT

Comme indiqué plus haut, la situation pourrait être entièrement différente dans les pays en développement qui sont en mesure de fabriquer des contre-plaqués, mais surtout dans ceux qui ont des bois appropriés et une industrie suffisamment développée. Dans la mesure où des placages, des contre-plaqués et des panneaux lattés pourraient être fabriqués dans de bonnes conditions de rentabilité en proposant une gamme de produits diversifiés et d'assez bonne qualité, ces matériaux pourraient servir de matières premières, au même titre que le bois massif. Dans beaucoup de pays en développement, le bois est une matière première traditionnelle et son travail bénéficie d'une technique éprouvée. Dans ces pays, les contre-plaqués et les lattés pourraient être plus facilement adoptés que les autres panneaux dérivés du bois, qui se prêtent moins bien aux techniques traditionnelles du travail du bois.

Dans les pays en développement, les contre-plaqués et les lattés pourraient jouer un rôle de premier plan dans la fabrication de la plupart des meubles. Des techniques simples suffiraient pour construire des meubles à ossature légère et résistante, parfaitement adaptés à la plupart des besoins locaux. La zone tropicale et les zones subtropicales étant riches en bois feuillus à l'aspect décoratif, les contre-plaqués fabriqués avec ces essences bénéficieraient de cet avantage tout en se prêtant à des emplois exigeant une très bonne qualité. La finition des surfaces serait en outre plus facile.

Les panneaux lattés ont les mêmes possibilités. Le latté a en outre l'avantage d'une âme en bois de qualité inférieure, seul le placage des surfaces exigeant un bois de bonne qualité, susceptible d'être déroulé ou tranché. Aussi la fabrication des lattés peut-elle compléter rentablement la production d'une usine de contre-plaqués, voire celle d'une scierie ou d'une installation comparable. En pareil cas, la matière première des âmes pourrait être des bois qui ne seraient autrement que des déchets. La méthode de fabrication des panneaux lattés étant plus simple et faisant appel à une main-d'oeuvre plus abondante, cette production est adaptée à la situation des pays en développement.

Le panneau latté ressemble beaucoup au contre-plaqué par ses propriétés et son aspect, mais il est nettement moins cher. Avantage supplémentaire, il diffère moins du bois massif que le contre-plaqué et ne soulève donc aucune difficulté particulière à l'emploi. C'est pourquoi il convient aussi à la fabrication en petite série et à des procédés de fabrication moins exigeants.

Dans les pays en développement, le panneau latté pourrait donc devenir, tout comme le contre-plaqué, la principale matière première pour la fabrication de meubles encastrés, de buffets, de placards, de rayonnages et de panneaux de meubles, c'est-à-dire pour tous les

meubles pouvant être montés avec des panneaux en bois. L'ossature peut être faite en latté ou en contre-plaqué épais, tandis que le contre-plaqué plus mince peut servir aux dessus et aux panneaux dorsaux, aux fonds de tiroirs, aux châlits, etc.

CARACTERISTIQUES ET PROPRIETES

Caractéristiques exigées par les industries du meuble et de l'agencement

Comme indiqué plus haut, le contre-plaqué est un matériau très employé dans le bâtiment. Mais beaucoup des exigences de l'industrie du bâtiment ne sont guère applicables à l'industrie du meuble, qui a besoin d'autres types de panneaux pour des emplois différents.

Certaines des caractéristiques exigées pour les meubles sont les suivantes :

- a) Stabilité dimensionnelle;
- b) Surface unie et de qualité permettant une finition impeccable, un revêtement par pellicules, stratifiés, etc.;
- c) Minimum de résistance et de rigidité, en particulier résistance à la traction transversale;
- d) Bonne fixation des vis, facilité de collage, etc.;
- e) Bonne qualité des chants;
- f) Bonne ouvrabilité et résistance à l'usage;
- g) Propriétés particulières diverses.

En outre, les pays industriels ont souvent des exigences particulières telles que l'adaptabilité à la production en série, la normalisation des dimensions et de la qualité, l'homogénéité de la qualité, etc.

En revanche, les pays en développement s'intéressent davantage à des produits simples et d'emploi peu coûteux qui se prêtent à une fabrication en petite série, mais sans exiger ni matériel ni outils spéciaux.

Propriétés des contre-plaqués et des panneaux lattés

Dans l'industrie du meuble, le contre-plaqué le plus courant est un panneau mince à trois ou cinq plis, sauf bien entendu pour les ossatures, les plateaux de table, etc., qui exigent des panneaux plus épais. Pour les panneaux lattés, l'épaisseur la plus courante est 18-19 mm, mais les panneaux plus minces, 15-16 mm, ou plus épais, 22-25 mm, sont couramment employés. On fabrique aussi des panneaux plus épais ou moins épais.

Les propriétés des contre-plaqués et des lattés sont en général adaptées aux besoins de l'industrie du meuble. Le contre-plaqué est particulièrement résistant et durable. Il a une bonne rigidité et une bonne résistance aux chocs, ce qui convient à la fabrication d'ouvrages

légers mais robustes. La tenue des vis est excellente dans le sens perpendiculaire au panneau et n'exige aucun accessoire particulier.

Le contre-plaqué se travaille facilement; seule la colle peut émousser les lames et les outils. On peut le travailler dans la masse aussi bien que sur les chants. En outre, les chants ont de bonnes propriétés.

Le contre-plaqué a de plus une meilleure stabilité dimensionnelle et une meilleure résistance à l'humidité que les autres panneaux dérivés du bois. Les panneaux minces peuvent se déformer, mais cet inconvénient peut être éliminé par l'emploi d'une ossature appropriée.

La surface du contre-plaqué de feuillus répond à des besoins assez rigoureux, tout en se prêtant à divers types de finitions et de revêtements. Comme pour tous les placages, la surface est habituellement passée au vernis incolore ou mise en teinte. Mais rien n'empêche de la peindre. Ce mode de finition est relativement facile et donne généralement de bons résultats, bien qu'il y ait des différences notables entre les diverses essences.

Malheureusement, les surfaces de contre-plaqué faites en bois déroulé résistent assez mal à l'usage aux variations d'humidité. Des gerces peuvent alors altérer les surfaces en formant des fentes qui nuisent à leur aspect.

Ce que l'on vient de dire du contre-plaqué s'applique largement au panneau latté. Le latté a les bonnes propriétés du bois : légèreté, durabilité et ouvrabilité. Mais il a aussi les propriétés du placage : surface de qualité, rigidité et stabilité dimensionnelle. C'est donc un matériau excellent pour les meubles et les ouvrages exigeant de bonnes qualités de résistance, de rigidité et de durabilité.

Un des inconvénients du latté, comme du contre-plaqué d'ailleurs, est que ses propriétés varient selon l'axe considéré, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas les mêmes dans le sens des fibres du placage et dans le sens perpendiculaire à ces fibres. Dans le latté, la résistance et la rigidité dépendent aussi de l'orientation des lattes de l'âme par rapport au placage de la surface. Mais il suffit de tenir compte de ces différences et d'employer convenablement le panneau pour réduire les risques.

En ce qui concerne les divers emplois dans les pays développés, le contre-plaqué est largement employé pour les caravanes, les rayonnages et le bricolage. En 1972, l'industrie du meuble a absorbé aux Etats-Unis 25 % de la production de contre-plaqué de feuillus. Quelque 20 % - 42 millions de m² - du total de la production de contre-plaqué de feuillus ont été employés par les particuliers pour faire des rayonnages (bien que ce matériau ne soit pas parfaitement adapté à ce travail), des bancs et des établis, mais 90 % ont été employés par des bricoleurs. En tout, plus de 6 millions de familles de bricoleurs se sont servis de contre-plaqué, surtout de panneaux poncés et affinés. Toujours en 1972, les ventes se sont élevées à 45 millions de m² (base 9,5 mm) pour la construction des meubles, soit une augmentation de 69 % depuis 1969, surtout due à l'accroissement des ventes de sièges capitonnés. Au Royaume-Uni, la fabrication des meubles a absorbé 112 000 tonnes (estimation) de contre-plaqué, soit 14 % environ des matières premières dérivées du bois

employées par cette industrie. Au Japon, selon une estimation faite en juillet 1971 pour la FAO par la Tuolumne Corporation, les meubles n'ont représenté en 1964 que 13 % de la consommation de contre-plaqué, contre 45 % dans le bâtiment et 28 % dans la menuiserie.

CONCLUSION

L'emploi des panneaux en grande série dans la fabrication des meubles et des agencements exige des ossatures adaptées aux panneaux et des méthodes de travail particulières. Des machines et des équipements spéciaux sont nécessaires pour le façonnage des panneaux, la finition des surfaces et diverses autres phases de la fabrication, ainsi que pour la manutention et le stockage entre les diverses phases. La plupart des panneaux exigent des techniques spéciales d'encollage et de finition qui, pour une production en grande série, nécessitent parfois l'installation d'un matériel, de machines et de chaînes de fabrication coûteux.

Ces installations sont rarement envisageables dans les pays en développement où la fabrication des meubles et des agencements reste tributaire de techniques traditionnelles du travail du bois. C'est pourquoi les propriétés du contre-plaqué et du latté font que ces matériaux sont plus faciles à employer dans ces pays que les autres panneaux dérivés du bois.

La fabrication des meubles et des agencements pourrait absorber beaucoup plus de contre-plaqué dans les pays en développement qui disposent d'essences indigènes ou importées se prêtant à la production de ce matériau. En effet, le contre-plaqué a l'avantage d'être facile à travailler et à manipuler, d'être résistant et de n'exiger que des techniques de façonnage simples, toutes choses parfaitement adaptées à une petite industrie employant une abondante main-d'oeuvre.

Si le panneau latté est de moins en moins employé dans les pays développés, on doit sérieusement envisager de s'en servir dans les régions où les conditions se prêtent naturellement à sa fabrication. Bien que le latté puisse se comparer au bois massif, son emploi n'exige rien d'exceptionnel en ce qui concerne les techniques, les outils et les accessoires. C'est pourquoi la fabrication et l'emploi de ce type de panneau sont une phase normale dans l'évolution que représente pour la fabrication des meubles en bois le passage de l'industrie traditionnelle à l'industrie moderne.

IV. LES APPLICATIONS DU PANNEAU DE PARTICULES DANS LES INDUSTRIES DU MEUBLE ET DE LA MENUISERIE

Le panneau de particules a été dans les pays développés l'"enfant prodige" des industries fabriquant des panneaux dérivés du bois. La consommation par habitant a dépassé 40 kg par an dans certains pays d'Europe. Ce panneau a remplacé le bois de sciage et les autres panneaux dérivés du bois (panneau de fibres, contre-plaqué et panneau latté) dans beaucoup de leurs applications traditionnelles. Mais la diffusion du panneau de particules a été beaucoup moins spectaculaire dans les pays en développement, pour diverses raisons dont la plus importante est la suivante : ces pays ne disposent pas des renseignements techniques indispensables à l'emploi des panneaux de particules dans les industries du meuble et de la menuiserie, qu'il s'agisse du stockage dans de bonnes conditions, de l'usinage, de l'assemblage et de la finition des surfaces.

L'objet du présent chapitre est de fournir certains renseignements aux utilisateurs éventuels des pays en développement pour les aider à créer une industrie du meuble rentable. Beaucoup de ces renseignements ont été tirés de brochures et de publications de la Chipboard Promotion Association (CPA) et de la Timber Research and Development Association (TRADA) du Royaume-Uni, de la National Particleboard Association (NPA) et de l'Association finlandaise des panneaux de particules.

DEFINITION

Le panneau de particules est un produit industriel relativement récent; il a fait son apparition voilà une trentaine d'années en République fédérale d'Allemagne et en Suisse. C'est un matériau en feuille que l'on fabrique avec des petits fragments de bois ou d'autres matières ligno-cellulosiques (telles que copeaux, éclats, bûchettes, fibres, éclisses et déchets végétaux) agglomérés par un liant organique sous l'action d'un ou de plusieurs agents : chaleur, pression, humidité et un catalyseur notamment.

Les panneaux à base de laine de bois, d'éclats de bois ou de matières comparables ne sont pas considérés comme des panneaux de particules quand ils sont agglomérés par un liant non organique, ciment par exemple.

MATIERES PREMIERES

Les fragments de bois forment 90 % de la masse d'un panneau de particules. Dans les pays développés, ils proviennent généralement de résineux et plus rarement de feuillus. Le choix de l'essence dépend du type de copeaux nécessaire, des disponibilités, de la continuité des approvisionnements et du prix. Les deux principales sources de matières premières sont :

* Par le Secrétariat de l'ONUDI. (Publié initialement sous la cote ID/WG.209/25.) Le présent chapitre contient en outre des extraits de "The requirements and use of wood based panels in furniture manufacture" (ID/WG.209/1).

- a) Les bois d'éclaircie;
- b) Les déchets de bois d'oeuvre tels que les chutes de tronçonnage et de délignage, les copeaux de rabotage ou les éclats provenant d'autres procédés de transformation du bois.

LIANTS

Le liant (adhésif) joue un rôle essentiel pour la stabilité du panneau et il augmente jusqu'à un certain point la résistance des particules aux champignons, aux termites et aux perce-bois, etc. Les colles les plus courantes sont des résines synthétiques qui, du fait de leur origine, sont multiples et ont l'avantage d'avoir divers temps de séchage. En outre, étant thermodurcissables, elles sèchent rapidement et de façon irréversible sous l'effet de la chaleur.

On peut traiter les particules de bois ou mélanger la colle avec des additifs pour améliorer les qualités particulières de ces panneaux. L'additif le plus courant est la paraffine que l'on ajoute en petites quantités pour réduire le gonflement des panneaux. Des matières ignifuges, des insecticides et des fongicides chimiques peuvent être ajoutés en petites proportions.

PROPRIETES

Le panneau de particules a une masse volumique très proche de celle du bois de sciage de la même essence, mais il est plus homogène. Il n'a ni fil (bien qu'il ait le "sens de la machine", c'est-à-dire la direction dans laquelle se déplace le matériau en cours de fabrication), ni noeuds, ni aucun autre défaut de croissance. Sous l'action de l'humidité, son gonflement est le même dans les deux directions, mais il reste inférieur à celui du bois de sciage et à son propre gonflement en épaisseur. Le panneau de particules a deux inconvénients : il manque de rigidité et résiste mal à la traction perpendiculaire à sa surface. Sans additif de protection, il a tendance à gonfler en épaisseur.

On trouvera au tableau ci-dessous les limites de résistance du panneau de particules comparées à celle du bouleau (Betula spp).

Résistance d'un panneau de particules finlandais type^{a/},
pressé à plat, et du bois massif
(Bouleau finlandais - Betula SPP)

Caractéristique	Valeurs	
	Panneau de particules	Bois massif
	(kp/cm ²)	
Résistance à la flexion	190-250	1 300-1 600
Résistance à la traction (direction du plan) (direction du fil)	80-120	1 200-1 500
Résistance à la traction (perpendiculaire au plan)	3-8	60-80
	(kp/mm)	
Résistance à l'arrachement des vis en surface	6-10	
Résistance à l'arrachement des vis sur les chants	4-7	

a/ Masse volumique = 650 kg/m³.

Pour les applications où la résistance à la flexion est nécessaire (rayonnage par exemple), les surfaces plaquées ou stratifiées augmentent beaucoup la résistance du panneau.

La surface du panneau étant poreuse et irrégulière, il faut d'abord l'enduire avant de la peindre ou de la vernir. Si la surface n'est pas convenablement préparée, ses irrégularités risquent d'apparaître et les particules de faire saillie. Mais on veillera à ne pas trop poncer la surface car on pourrait nuire à la stabilité dimensionnelle du panneau, surtout s'il s'agit d'un multicouche.

Des panneaux multicouches ont été mis au point, et on peut même fabriquer des panneaux à chants plus denses, ce qui améliore la tenue des vis et le placage des chants, tout en réduisant les arrachements et les éclats en cours d'usinage. Le panneau le plus courant est le trois couches. Les panneaux pressés à plat sont de loin les plus appréciés dans l'industrie du meuble, tandis que les panneaux extrudés sont surtout employés dans le bâtiment.

L'emploi des panneaux de particules dans la construction des meubles traditionnels en bois exige de nouvelles méthodes de fabrication. Au lieu de construire les meubles de rangement ou les armoires en assemblant par joints collés-cloués ou collés-vissés une ossature en bois massif sur laquelle on pose un habillage de contre-plaqué ou de panneau de fibres, éventuellement revêtus d'une façon ou d'une autre, on peut faire le même travail en découpant avec précision des panneaux de particules, à surface plaquée ou autrement revêtue, et en les assemblant presque exclusivement avec des joints de colle, ce qui limite l'emploi des clous et des chevilles au maintien de l'assemblage pendant la prise de la colle. L'adoption de nouvelles méthodes d'assemblage ne suffit pas, car il faut aussi disposer de moyens permettant de couper les éléments avec précision.

FABRICATION DES PANNEAUX

Les particules sont soigneusement enrobées d'une quantité régulière de liant dans une encolleuse à pulvérisation continue ou discontinue, pendant que les particules tombent dans des tambours verticaux. Dans tous les cas, le taux d'humidité doit être abaissé et maintenu à 10 % environ. Les particules encollées sont mises en panneau par pressage entre des plateaux d'acier (pressage à plat) ou par forçage dans une matrice (extrusion), tandis que la prise du liant a lieu sous l'effet de la chaleur.

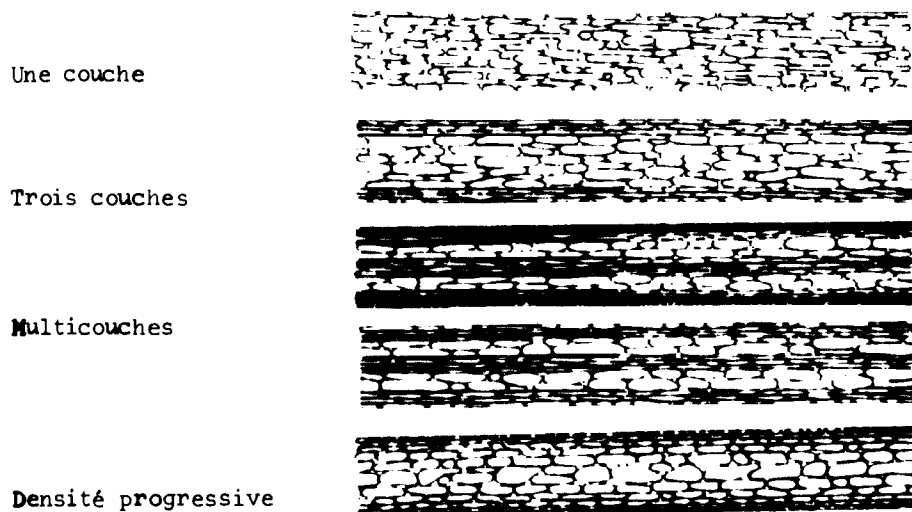
Panneaux pressés à plat

Les panneaux de particules sont presque tous fabriqués par pressage à plat, dont diverses variantes portent sur l'étalement, la conformation des couches et le pressage. La densité des panneaux dépend de nombreux facteurs dont le type de particules et la pression appliquée. Le panneau pressé à plat peut se définir par sa structure, résultant de la méthode employée pour étaler les particules. Le retrait et le gonflement longitudinaux de ce type de panneau sont approximativement égaux au 1/20 de ceux du bois massif perpendiculairement au fil. Les quatre principaux types de panneaux, représentés à la figure I, sont :

- a) Le panneau une couche est formé de particules ayant la même taille ou d'un mélange de plusieurs tailles, de telle sorte que la densité soit constante dans toute son épaisseur;
- b) Le panneau trois couches est une conformation sandwich se composant habituellement de surfaces relativement denses, entre 1 et 3 mm d'épaisseur, et constituées de particules longues et minces, avec une âme de particules plus grosses;
- c) Le panneau multicouches ne se distingue du trois couches que par l'augmentation du nombre des couches. Mais on peut y ménager une âme à forte densité pour améliorer sa résistance à la flexion et, très souvent, une couche superficielle de meilleure qualité;
- d) Le panneau à densité progressive est obtenu par une méthode d'étalement des particules qui permet de les employer sans classement préalable; ce panneau se caractérise par des surfaces lisses et à forte densité qui encadrent une âme à faible densité, mais sans variation brusque de la taille des particules. Ce panneau possède à la fois certaines propriétés du panneau une couche et du trois couches.

Le gâteau de particules encollées, obtenu par l'une ou l'autre des méthodes ci-dessus, peut subir un prépressage à froid pour réduire son épaisseur. Le pressage proprement dit est une opération délicate exigeant une surveillance attentive de la chaleur, de la pression et de la durée. Le pressage en discontinu de plusieurs panneaux se fait en général simultanément dans une presse à plusieurs étages. Mais on peut passer les panneaux un à un dans une presse à un étage. On peut aussi employer une presse mobile à un étage pour fabriquer un panneau continu.

FIGURE I. TYPES DE PANNEAUX DE PARTICULES PRESSES A PLAT



Panneaux minces "Mende" fabriqués par calendrage

Cette méthode toute nouvelle permet de fabriquer des panneaux de particules minces par passage en continu entre des cylindres chauffés. On obtient ainsi un panneau continu une couche qui peut être tronçonné à diverses longueurs, ce qui supprime ou réduit les chutes.

Panneaux extrudés

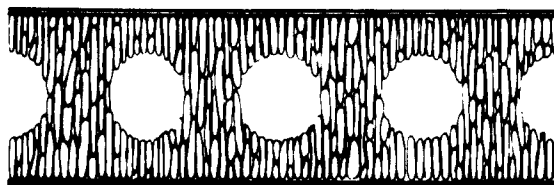
Cette méthode permet elle aussi de fabriquer des panneaux d'une longueur quasi illimitée, ce qui supprime ou réduit les chutes à l'emploi. Elle permet aussi de conformer des panneaux plus épais qu'on ne peut le faire actuellement de façon rentable avec le pressage à plat. Les particules sont introduites dans une presse à extrusion verticale dans laquelle elles sont poussées à force à travers une matrice formée de deux plateaux parallèles et chauffés, qui peuvent être réglés pour faire varier l'épaisseur du panneau. Pour les panneaux plus épais, des tubes chauffés peuvent être disposés à l'intérieur de la matrice de telle sorte qu'on obtient un panneau à âme creuse. L'orientation des particules est perpendiculaire aux faces du panneau, ce qui donne des panneaux qui, en l'absence de revêtement plaqué ou stratifié des surfaces, ont l'inconvénient de se gonfler très sensiblement dans le plan principal et de mal tenir les vis, sauf dans les chants (voir figure II). Ces panneaux ne sont pas employés couramment dans la fabrication des meubles et ils servent surtout dans le bâtiment.

FIGURE II. PANNEAUX DE PARTICULES EXTRUDES

Panneau à surfaces stratifiées



Panneau (évidé) à surfaces stratifiées



CHOIX DES DIMENSIONS DES PANNEAUX

L'emploi des panneaux de particules augmentant chaque année, surtout dans les pays développés et dans les endroits disposant d'usines à grande capacité de production, les dimensions des panneaux, qui étaient à l'origine 1,22 x 2,44 m, sont aujourd'hui supérieures. Dans les pays en développement, la production se limite couramment aux panneaux de 1,22 x 2,44 m. Si on fabrique des panneaux plus grands, c'est pour réduire les chutes au moment de la mise à dimensions pour les meubles.

DIFFICULTES D'EMPLOI

L'industrie des pays en développement doit maîtriser beaucoup de difficultés techniques. Ces difficultés ont un effet sur la qualité des produits, ce qui ne facilite pas l'adoption de ces panneaux par les industries du meuble et de la menuiserie de ces pays. Ces difficultés sont les suivantes :

- a) Pénurie de cadres et d'ouvriers convenablement formés pour faire marcher des usines qui, dans beaucoup de cas, sont considérées comme trop perfectionnées pour ces pays;
- b) L'absence ou l'insuffisance du contrôle de la fabrication et de la qualité rend la production aléatoire, surtout quand les usines ont été installées sans laboratoire ou avec un laboratoire rudimentaire ne disposant que d'un personnel mal formé;
- c) Du fait de l'exiguité du marché et de l'absence de cadres compétents, les usines se contentent de fabriquer des petites séries de chaque type de panneaux. La constante modification des paramètres de fabrication se répercute sur la qualité des panneaux;
- d) Les usines se heurtent peut-être à des difficultés particulières et inconnues dans l'industrie des pays développés; ces difficultés peuvent résulter de l'emploi simultané d'essences tropicales et de déchets agricoles pour lesquels, faute d'une technique appropriée, les usines en question doivent mettre au point des procédés nouveaux et des techniques nouvelles.

L'absence de normes et de labels de qualité établis par des organismes reconnus ne favorise pas l'emploi des panneaux de particules fabriqués dans les pays en développement, car ces panneaux se prêtent mal à des emplois plus raffinés et ne correspondent pas aux spécifications des administrations ou des autres grands utilisateurs des pays en développement ou des pays voisins vers lesquels l'exportation pourrait être envisagée. En outre, du fait de la faiblesse de leur revenu par habitant et de l'absence d'un appareil industriel suffisant, peu de pays en développement ont jusqu'à maintenant employé de façon notable le panneau de particules.

Emplois dans le bâtiment

Le bâtiment fait une grosse consommation de panneaux pour le revêtement des portes, des plafonds et des murs. Le panneau extrudé se prête à ce genre d'application. Mais il n'est que rarement employé parce que ce procédé de fabrication n'étant pas courant, les panneaux pressés à plat lui sont souvent préférés. Dans les pays développés, on emploie des panneaux spéciaux pressés à plat (à haute densité) pour poser des planchers recouverts de carreaux en plastique ou de moquette. Ce type de panneau n'aurait pas de gros débouchés dans les pays en développement.

On peut normalement penser que dans les pays en développement les emplois finals sont comparables à ce qu'ils sont dans les pays développés et qu'il en va de même des exigences techniques, à ceci près qu'il faut dans certains pays en développement une plus grande résistance à la décomposition due à l'humidité, aux champignons et aux insectes. Des traitements de protection peuvent être appliqués quand la matière première n'est pas naturellement assez durable. Des méthodes de traitement ont été mises au point pour adapter le panneau de particules à différents risques. Des colles très résistantes à l'humidité sont aussi disponibles. Quoiqu'il en soit, les panneaux de particules ne se vendent pas couramment.

En règle générale, les murs de refend, les plafonds et les meubles encastrés n'ont pas à souffrir de l'humidité. Mais il arrive que dans certains pays en développement de la zone tropicale les panneaux risquent de se détériorer parce qu'ils retiennent un excès d'humidité, car les maisons sont largement ouvertes et que l'on a l'habitude de laver souvent les surfaces intérieures.

Pour les toitures et les planchers en particulier, tout comme pour les murs et les plafonds, il est nécessaire de prévoir une ventilation rationnelle pour éviter l'accumulation de l'humidité. Il faut donc que les utilisateurs, les architectes notamment, connaissent les méthodes d'installation qui mettront les panneaux à l'abri de la détérioration due aux champignons.

Emplois dans les industries du meuble et de la menuiserie

Le panneau de particules semble se prêter à des emplois illimités dans les industries du meuble et de la menuiserie, surtout à cause des caractéristiques techniques suivantes :

Bonne ouvrabilité, densité relativement faible et uniforme
Résistance perpendiculaire à la surface satisfaisante
Tenue des vis satisfaisante
Tendance minimale à la mise en saillie des particules
Faible tendance au gonflement
Épaisseur uniforme
Absence de gauchissement, bonne stabilité
Résistance et dilatation identiques dans les deux sens
Disponibilité en grandes dimensions, dispensant de fabriquer des panneaux en bois massif collé
Facilité de finition des surfaces par peinture, placage ou stratifiés à haute ou basse pression

Les constructeurs de meubles d'appartement et de bureau, etc., ont trouvé dans le panneau de particules la réponse à leurs besoins. Ils emploient le panneau pressé à plat pour construire des articles tels que meubles de bureau, meubles de cuisine, rayonnages, meubles de rangement, tiroirs et bibliothèques. Ce panneau a l'avantage de ne pas se limiter à un seul style ou à un seul modèle. C'est un matériau qui se prête avec un minimum de chutes à toutes sortes de mises à dimensions correspondant aux besoins des industries du meuble et de la transformation du bois.

Les fournisseurs de panneaux de particules devraient faire ce qu'il faut pour donner des conseils techniques aux utilisateurs et entretenir dans certaines régions des stocks de quincaillerie appropriée. Différents modèles de charnières, glissières, fixations démontables doivent être disponibles, ainsi que des vis à filetage profond et prolongé jusqu'à la tête. La pose de certaines charnières, par exemple, exige des perceuses ou des mortaiseuses spéciales. Les fournisseurs de panneaux devraient donc envisager de proposer à l'industrie du meuble les services suivants, aussi longtemps au moins qu'elle n'aura pas acquis la maîtrise de ce matériau :

Débitage précis aux dimensions voulues
Surfaçage avec feuilles imprégnées de mélamine, bois de placage et autres revêtements
Bordage des chants
Entretien des outils de coupe à plaquettes en carbure
Assistance pour la conception technique

Malgré ses qualités évidentes, le panneau de particules n'a pas encore été adopté par l'industrie du meuble dans beaucoup de pays en développement, à cause des raisons suivantes :

- a) Il coûte parfois plus cher que le bois massif;
- b) Les meubles sont encore construits par des artisans qui ne sont pas équipés pour plaquer les surfaces et les chants des panneaux, et les panneaux plaqués ne sont pas commercialisés;
- c) La qualité, mauvaise ou incertaine, des panneaux fabriqués localement a suscité la méfiance des consommateurs à l'égard de ce produit "artificiel";
- d) Les utilisateurs des pays en développement n'ont pas compris que, si le panneau de particules peut remplacer le bois de sciage, ce n'est pas du bois de sciage car ses propriétés ne sont pas comparables à celles de ce bois. Du fait de cette ignorance, les panneaux ont été employés comme du bois de sciage et ils

n'ont pas donné les résultats attendus, ce qui a rendu l'utilisateur méfiant. Les panneaux avaient été employés sans apporter aux ouvrages les modifications indispensables;

- e) Des accessoires inadaptés (charnières surtout) se sont détachés, ce qui a conduit l'utilisateur final à déclarer que les panneaux laissaient à désirer;
- f) De mauvaises méthodes de construction (pose de panneaux minces notamment sur une ossature de bois massif, comme on le fait habituellement avec le contre-plaqué) ont fait monter les prix sans raison et ont fait perdre au panneau de particules l'avantage qu'il aurait eu si l'ouvrage avait été conçu pour son emploi.

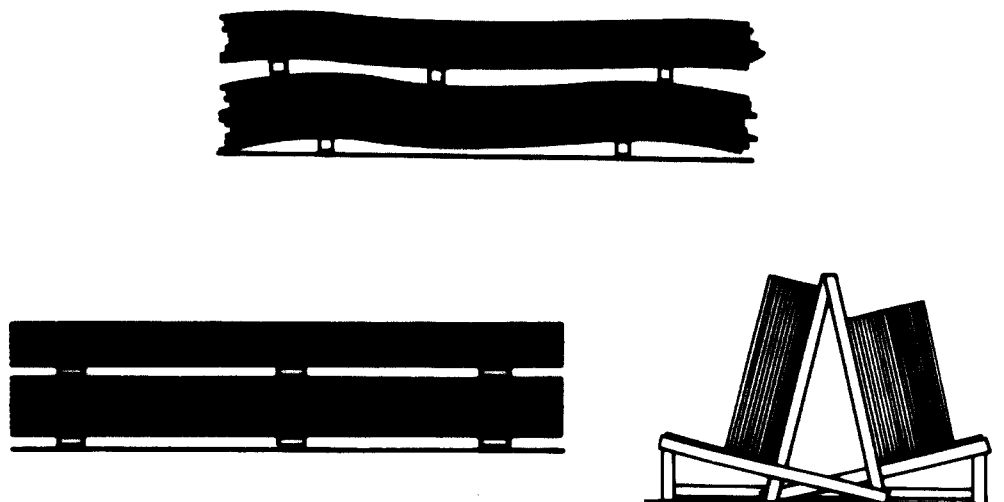
Autres emplois finals

Le panneau de particules a beaucoup d'autres débouchés dans l'industrie automobile, la construction de caravanes, les chemins de fer (aménagements intérieurs) et les conteneurs, mais certains pays ont adopté une réglementation interdisant l'emballage des produits alimentaires dans des conteneurs faits avec ces panneaux. Toutefois, ce type de conteneur est autorisé pour l'emballage du tabac.

STOCKAGE DES PANNEAUX DE PARTICULES

Il est important de suivre quelques principes simples pour stocker convenablement les panneaux de particules. Ces panneaux ne doivent être stockés ni sous des hangars à claire-voie, ni à l'air libre, ni dans des endroits trop humides. Il est préférable de les poser à plat sur une surface plane. Si plusieurs lots sont empilés horizontalement, les liteaux de support doivent être les uns au-dessus des autres pour éviter gauchissements et courbures. On peut aussi stocker les panneaux de particules en position presque verticale, à condition de les placer sur des chevalets spéciaux, comme indiqué à la figure III.

FIGURE III. STOCKAGE DES PANNEAUX DE PARTICULES : MAUVAISE METHODE EN HAUT ET BONNES METHODES EN BAS



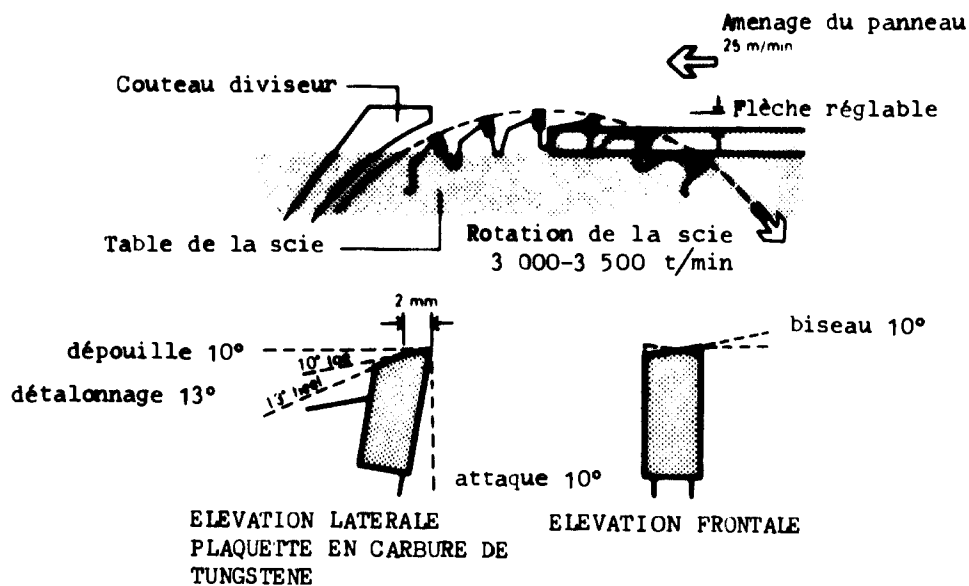
USINAGE

Les panneaux de particules peuvent être sciés, défoncés, toupillés, rabotés ou percés. La vitesse d'amenage doit en général être inférieure à celle du bois de sciage, et les tranchants d'outils doivent être parfaitement affûtés. C'est surtout important dans le cas de panneaux revêtus de stratifiés.

Découpe de panneaux de particules bruts

Pour la production en grande série, toutes les machines servant habituellement à couper le bois de sciage conviennent aux panneaux. La vitesse de coupe (tangentielle) des lames de scie doit être de 3 000 à 3 500 t/min. Les angles des dents ont eux aussi beaucoup d'importance : l'angle d'attaque doit nécessairement être positif. La figure IV fait voir les caractéristiques recommandées pour les scies circulaires.

FIGURE IV. METHODE DE COUPE DES PANNEAUX DE PARTICULES



La lame de la scie doit tourner dans la direction opposée à l'amenage. On adapte un couteau diviseur pour ouvrir la coupe. Le panneau doit être maintenu pendant l'usinage : il doit être soutenu convenablement et appuyé fermement sur la table de coupe et contre les guides pour éviter les vibrations. La flèche de la scie au-dessus du panneau a une influence directe sur la netteté de la coupe. La surface supérieure se désagrège ou forme des éclats quand la flèche est trop petite, et c'est la surface inférieure qui se dégrade quand la flèche est trop grande. Dans les deux cas, il faut régler la flèche pour faire disparaître cet inconvénient. Si la défektivité persiste, la vitesse de la scie doit être augmentée ou la vitesse d'amenage réduite. S'il est conseillé d'employer des scies à plaquettes en carbure de tungstène, d'autres types de scies peuvent faire le même travail à condition de les affûter souvent. La vitesse d'amenage ne doit pas dépasser 15 m/min. L'amenage

automatique est la meilleure solution; pour l'amenage manuel, la régularité du mouvement est préférable à la vitesse nominale. La flèche de la scie au-dessus de la pièce doit être de 8 à 20 cm.

Toupillage et défonçage

Le panneau de particules n'ayant pas de fil, les rainures, les feuillures et les logements sont faciles à exécuter avec précision; ces travaux sont mieux exécutés avec une défonceuse munie de mèches à plaquettes en carbure de tungstène. S'il est impossible d'entrer dans les détails, on peut préciser que d'une façon générale la vitesse d'amenage doit être plus lente que pour le bois de sciage et qu'il faut choisir le plus grand nombre possible de tranchants. Quelques indications sont données ci-dessous :

Toupie

Vitesse	4 000-6 000 t/min
Outil de coupe	4 couteaux au moins
Couteaux	dépouille 42°, détalonnage 45°
Amenage	4-5 m/min

Défonceuse

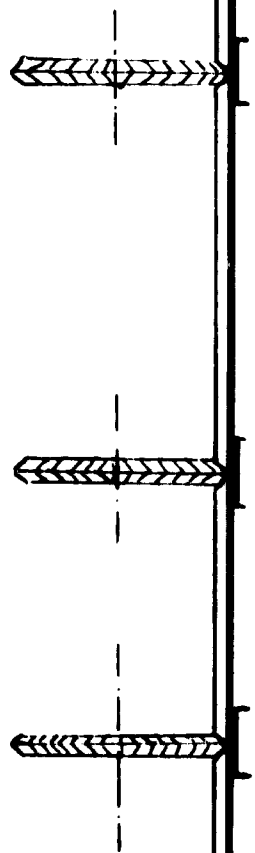
Vitesse	18 000-24 000 t/min
Outil de coupe	mèche à deux tranchants de 25 mm au moins, affûtés à 53°
Amenage	4-5 m/min

Rainurage en V et pliage en V

Le rainurage en V peut paraître trop délicat pour être exécuté dans la plupart des pays en développement, mais l'industrie du meuble de certains de ces pays pourrait avoir avantage à l'employer. Ce travail suppose l'emploi d'un panneau de particules à surface revêtue d'une pellicule ou d'un stratifié souple. La méthode la plus simple est de se servir d'un outil de coupe circulaire à tranchant de 90° en V pour faire simultanément deux onglets de 45° à travers toute l'épaisseur du panneau de particules, mais sans entailler la base constituée par son revêtement. En se servant du revêtement comme d'une charnière, le panneau est plié et collé pour obtenir un parfait assemblage à 90°. La figure V représente le principe de l'usinage et du pliage des côtés et d'un dessus de meuble. On peut se servir de machines de type classique - comme des tenonneuses doubles, préalablement modifiées et munies de dispositifs appropriés - pour exécuter ce travail relativement simple et exécuter des coupes plus complexes pour obtenir des ouvrages à rainures en V tels que des dessus de meubles de cuisine usinés, pliés et collés de telle sorte que le revêtement soit replié sous la partie débordante du panneau. Cette méthode peut aussi être employée pour usiner et plier des polygones non rectangulaires. L'exécution de ce travail suppose que l'on emploie une machine très précise et des outils de coupe à plaquettes en carbure de tungstène. On trouvera à la figure VI une méthode de rainurage en V plus raffinée et plus complexe pour le pliage et le rembordage des bords.

FIGURE V. USINAGE ET ASSEMBLAGE DE PANNEAUX RAINURES EN V POUR DES MEUBLES DE RANGEMENT

Outils pour rainures en V

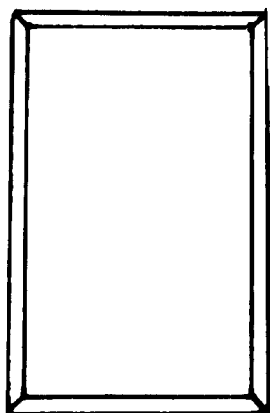


Panneau de particules

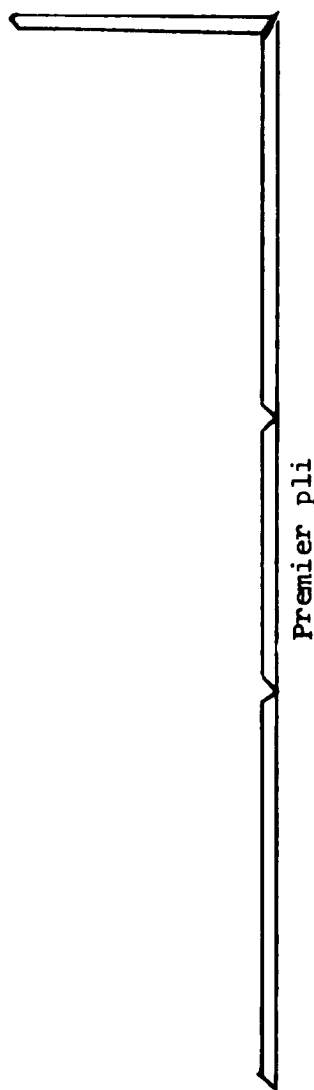


Scie à onglet

Scie à onglet

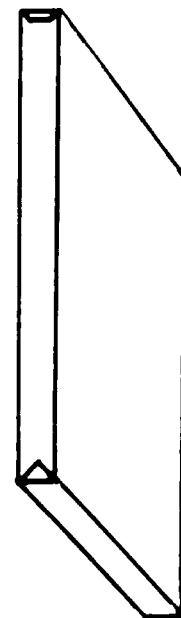
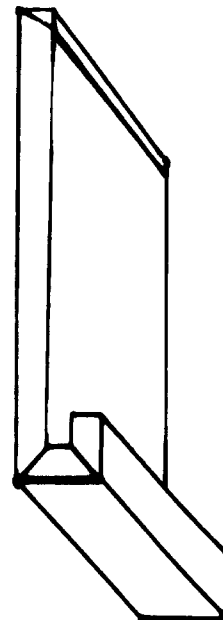
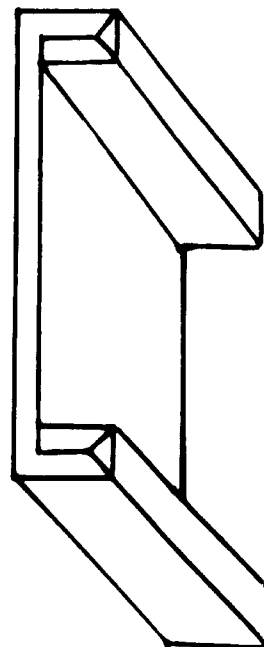


Ouvrage terminé



Premier pli

FIGURE VI. RAINURAGE EN V POUR REMBORDAGES



Assemblages

Deux des caractéristiques avantageuses du panneau de particules sont l'absence de fil et la facilité des collages. On peut débiter un panneau de la façon la plus commode et la plus économique sans se soucier de l'orientation des morceaux. En outre, les particules étant disposées au hasard, on peut obtenir dans tous les cas une bonne surface d'encollage en découpant le panneau sans se préoccuper de la direction et de l'angle de la coupe. Dans la majorité des cas, les assemblages collés sont les plus pratiques et les plus économiques. Ces assemblages sont parfaitement adaptés aux caractéristiques du matériau et rendent superflue l'exécution de découpes plus compliquées. Plusieurs méthodes se prêtent à l'assemblage de deux panneaux. Le choix de la méthode dépend largement de l'aspect à donner à l'ouvrage, ainsi que du matériel et des installations disponibles. Si les panneaux doivent être peints, plaqués ou recouverts de stratifié, on se contente en général d'un assemblage à plat-joint ordinaire. Aucun rabotage n'est nécessaire quand les coupes sont faites avec soin. Les deux bords doivent être largement encollés et pressés l'un contre l'autre jusqu'à la prise de l'adhésif.

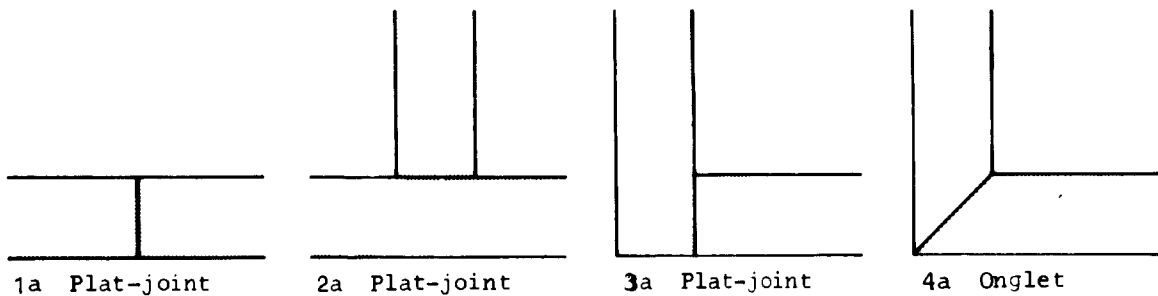
Pour peu que les assemblages soient judicieusement choisis et soigneusement préparés, le panneau de particules se prête très bien à la construction d'ossatures. Les joints collés ordinaires, parfaitement adaptés à ce matériau et à ce travail, sont si avantageux que l'industrie du meuble fait largement appel aux panneaux de particules pour ses fabrications en grande série. Ces panneaux se prêtent si bien au collage qu'il faut profiter de cet avantage pour préparer les assemblages. Pourvu que les bords soient coupés avec soin, l'assemblage à plat-joint ordinaire est économique et assez résistant dans la plupart des cas. Dans les angles verticaux, l'assemblage à onglet ordinaire donne toute satisfaction. Certaines méthodes permettent la mise en place rigoureuse des éléments et sont souvent avantageuses pour exécuter les assemblages; par exemple, une fausse languette peut améliorer un assemblage à onglet. D'autres méthodes se prêtent à l'emploi de ce genre de procédé, comme on le voit à la figure VII.

Placage et bordage des chants

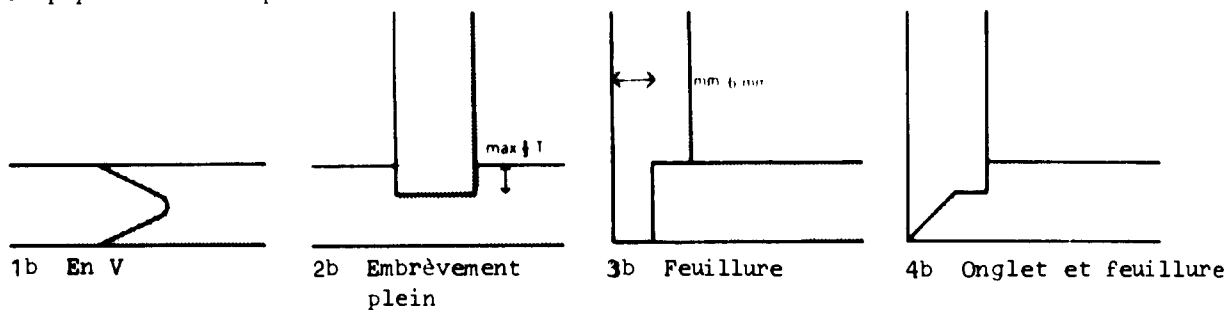
Les chants des panneaux de particules peuvent être plaqués ou bordés de diverses façons (figure VIII). Le placage permet d'harmoniser facilement le chant et la surface du panneau. Aucun façonnage n'est nécessaire pour un chant coupé avec soin à la scie. Les placages peuvent être appliqués à la main ou à la machine, et l'emploi d'une colle urée-formol convient dans la plupart des cas. On peut aussi border les chants avec une bordure en plastique, munie d'une languette à sa face intérieure, que l'on fait entrer par pression dans une étroite rainure. Des alaises en bois massif, de toutes les largeurs appropriées, peuvent être collées directement à plat-joint sur un chant découpé avec soin. S'il est possible d'employer l'assemblage à languette et rainure, ce procédé ne sert qu'à faciliter la mise en place; la rainure doit toujours être pratiquée dans le chant du panneau de particules.

FIGURE VII. ASSEMBLAGES D'OSSATURES

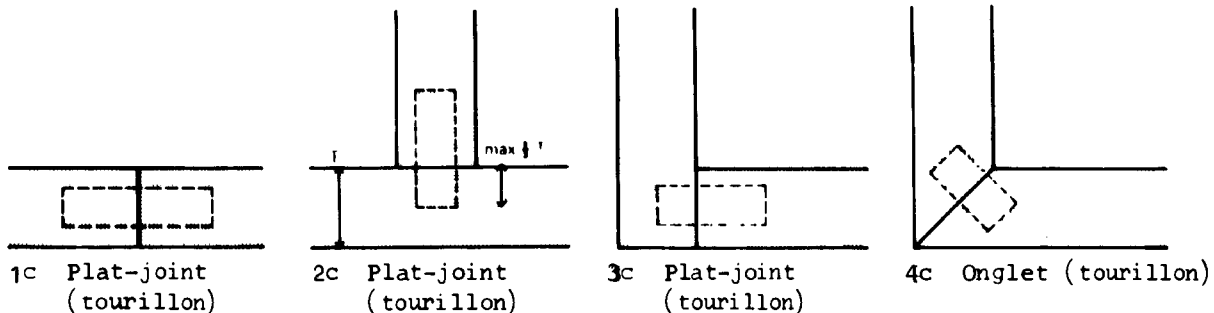
Usinage précis des chants; adhésif épais; serrage pendant la prise de l'adhésif.



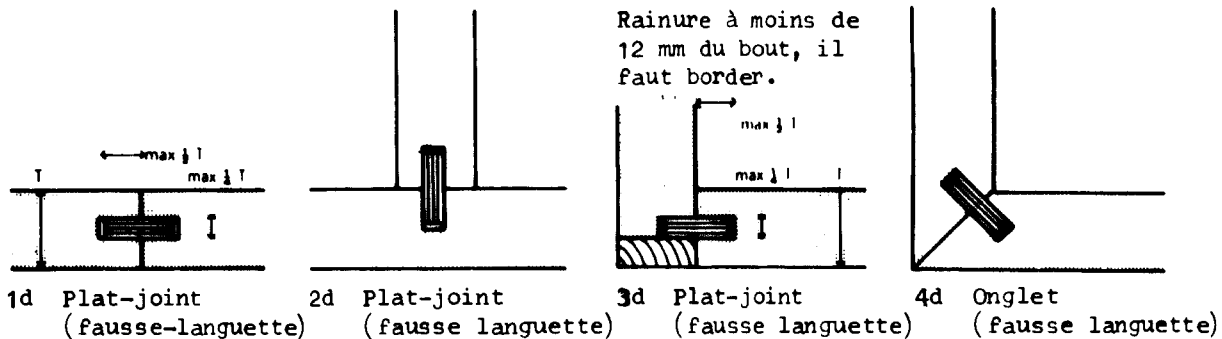
L'accroissement des surfaces de contact renforce l'assemblage, mais les feuillures trop profondes risquent de l'affaiblir.



Des tourillons de 100 à 200 mm facilitent la mise en place des pièces.



La languette assure la bonne mise en place des pièces.



Rainure à moins de 12 mm du bout, il faut border.

La rainure doit être à une distance minimale du bord du panneau.

Variante de 2b : rainure réduite.

Variante de 3b : feuillure réduite.

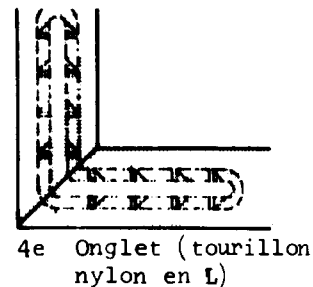
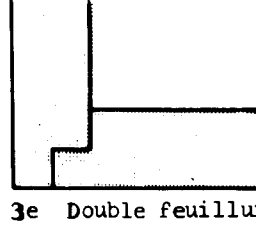
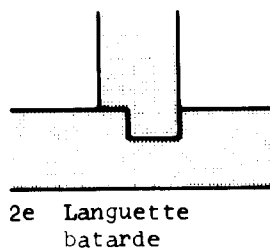
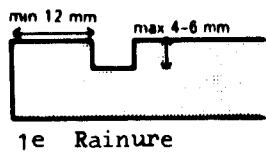
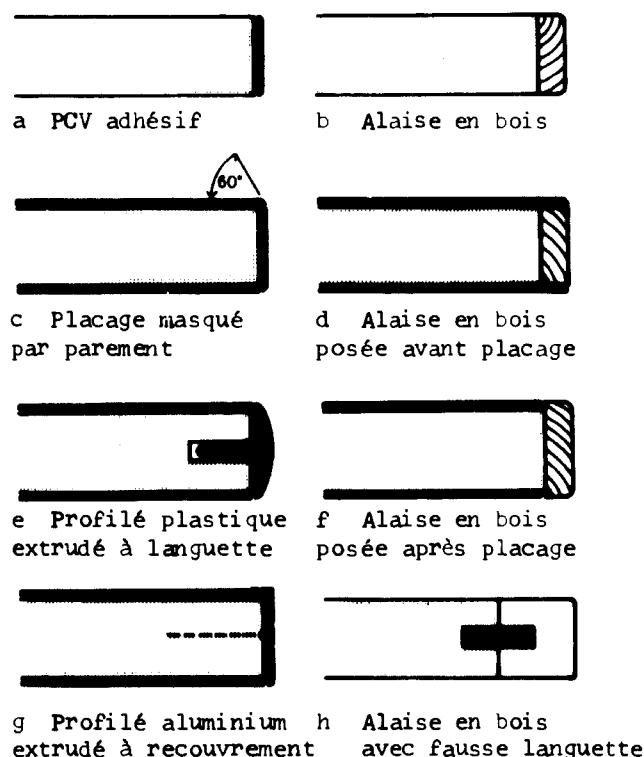


FIGURE VIII. PLACAGE ET BORDAGE DES CHANTS



Emploi des clous, des vis et des accessoires

Les clous et les vis peuvent être employés avec les panneaux de particules, mais il faut éviter de planter des clous dans les chants. On peut se procurer des vis spéciales qui ont un filetage plus profond que les vis à bois ordinaires. Ces vis exigent le perçage d'un trou. Le diamètre du trou doit être à peu près égal au "diamètre intérieur" de la vis (mesuré à partir du fond du filetage). Le trempage des vis dans de la colle d'acétate de polyvinyle (ACPV) avant le vissage améliore leur résistance à l'arrachement (voir figure IX). En outre, il est recommandé de se servir d'accessoires appropriés aux panneaux de particules en suivant les indications de la figure X. Pour les charnières, le modèle le plus moderne exige le creusement d'un trou dans le panneau de porte, ce qui est très pratique parce que les trous sont les travaux d'usinage les plus faciles à faire. L'autre partie de la charnière se visse directement sur la face intérieure du panneau latéral du meuble. Seuls les accessoires à demeure doivent être fixés directement dans le panneau. Quand il convient de prévoir le démontage et le remontage, il est conseillé de poser des fixations amovibles, qui peuvent être dissimulées, appliquées ou affleurantes (figure X).

FIGURE IX. VIS A PANNEAU DE PARTICULES

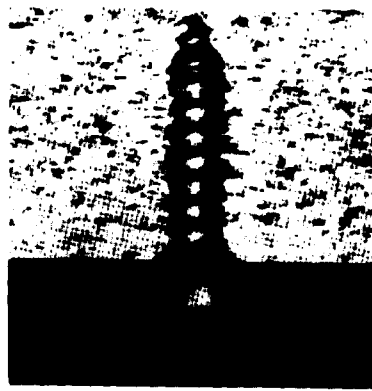
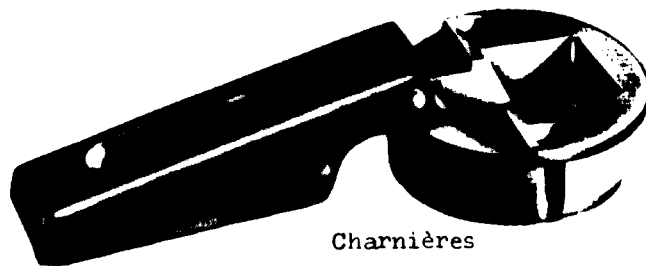
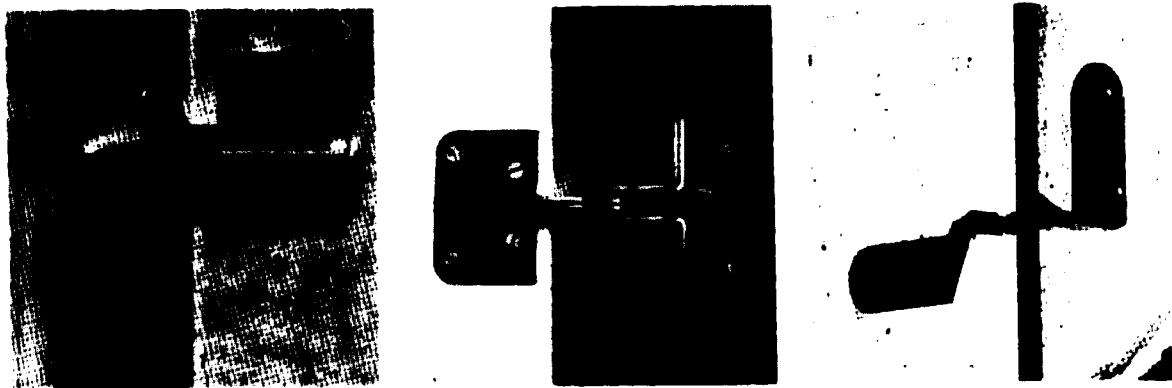
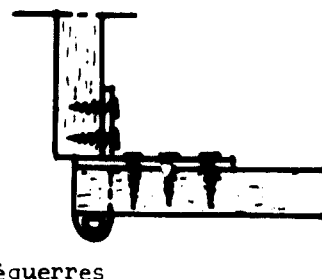
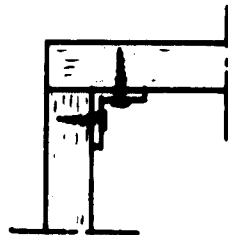


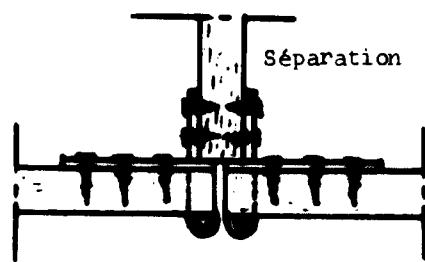
FIGURE X. QUELQUES FERRURES ADAPTEES AU PANNEAU DE PARTICULES



Charnières

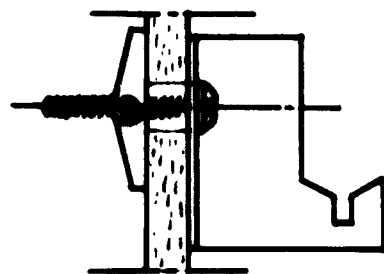


Assemblages par équerres



Séparation

Montage d'une séparation



Segments à ressort

Traitement de surface des panneaux de particules

Le panneau de particules peut être peint ou verni de la façon habituelle. Mais sa surface poreuse doit d'abord être bouchée avec un enduit approprié. Le revêtement avec du bois de placage ou des feuilles de plastique est courant car le panneau de particules fait une âme excellente. L'emploi très répandu des panneaux de particules plaqués dans l'industrie du meuble indique parfaitement que le placage est un procédé pratique et peu coûteux. Le placage ne présente aucune difficulté quand la surface du panneau est lisse. On obtient une surface très résistante à l'usure, à l'épreuve des éraflures et facile à laver en posant sur le panneau des stratifiés à base de mélamine; le procédé est très employé dans l'industrie du meuble, surtout pour les éléments de cuisine et les surfaces de travail. Des revêtements de feuilles de plastique souples sont aussi employés dans l'industrie du meuble car ils se posent sans peine sur le panneau de particules; ces revêtements sont moins chers que les stratifiés à base de mélamine, mais ils font une surface résistante à l'usure et facile à nettoyer.

Bibliographie

- Chipboard Promotion Association. Data sheets. Esher, Surrey, 1975. 40 p.
- Cooper, R. J. et G. K. Elliott. Utilization of wood-based panel products in the United Kingdom. Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1975. 12 p. (FAO/FOWCWB/75)
- Mitlin, L. Particle board manufacture and application. Ivy Hatch, Sevenoaks, Kent, Pressmedia, 1968. 222 p.
- National Particle Board Association. Using particle board. Chicago, Wood and Wood Products, 1972. 84 p.
- Organisation des Nations Unies pour le développement industriel. Particle board production for developing countries. [Rédigé par D. S. Latta et P. E. Tack pour les Journées d'études sur la transformation du bois pour les pays en développement, Vienne, 3-7 novembre 1975/ 5 décembre 1975. 32 p. dont un appendice. (ID/WG.200/13)]
Distribution limitée.
- Particle boards. [Rédigé par J. Meriluoto pour le Séminaire sur les industries du meuble et les autres industries de transformation du bois, Finlande, 16 août-11 septembre 1971/ 6 juillet 1972. 14 p. (ID/WG.105/24/Rev.1)]
Distribution limitée.
- Timber Research and Development Association. Particle board in building. High Wycombe, Bucks, 1971. 43 p.

V. L'EMPLOI DES PANNEAUX DE FIBRES DE CONSTRUCTION EN MENUISERIE*

Dans tous les pays, il faut construire de nouvelles habitations, mais aussi entretenir et moderniser les anciennes. Déterminer les conditions à respecter pour la construction des bâtiments et des meubles est une question de normalisation qui sort du cadre des frontières nationales. La normalisation s'applique aux bâtiments de même qu'aux dimensions, au choix et à l'utilisation convenable des matériaux. Les industries de la menuiserie et du meuble constituent une partie importante de cet ensemble et sont devenues des branches de production automatisées.

Dans presque tout le monde, le bois reste un matériau essentiel pour la construction des logements et des meubles. C'est un des plus anciens matériaux traditionnels, mais son utilité et son emploi ne cessent de se développer en raison de sa compatibilité avec les matières plastiques. En fait, le bois est un matériau si recherché qu'il sert souvent de modèle pour la conception de matières plastiques nouvelles. Tout en continuant à être couramment employé sous sa forme naturelle (bois massif), le bois est désormais très souvent décomposé et reconstitué sous de nouvelles formes, dont l'une des plus intéressantes est le panneau de fibres de construction, fabriqué à partir de matériaux fibreux comme la pâte à bois et les vieux papiers. Ce type de panneau est très largement employé en menuiserie.

TYPES DE PANNEAUX DE FIBRES DE CONSTRUCTION

Les différents types de panneaux de fibres de construction sont classés selon le procédé de fabrication, le mode et les conditions d'emploi, la masse volumique exprimée en kg/m^3 . La masse volumique constitue la base de la classification internationale actuelle des panneaux de fibres de construction. Le système de classification de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) est le suivant :

Type de panneau	Masse volumique (kg/m^3)	Epaisseur (mm)
Panneau dur	> 800	2 - 8
Panneau demi-dur	350 - 800	6 - 30
Panneau mou	< 350	8 - 32

Cette échelle de densités est assez étendue pour donner aux panneaux de fibres de construction de multiples applications et elle permet de choisir pour chaque emploi le type de panneau approprié. En menuiserie, on emploie surtout le panneau dur et le panneau demi-dur, c'est-à-dire des panneaux d'une densité de 0,65 à 1,20. Les panneaux mous sont utilisés dans l'industrie du bâtiment comme panneaux de décoration et d'isolation. Imprégnés de bitume, ils sont particulièrement utiles dans les endroits humides.

* Par Anjal Kaila, Heinolan Faneritehdas Zachariassen and Co., Finlande. (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/25/Rev.1.) Le présent chapitre contient en outre des extraits de "The requirements and use of wood-based panels in furniture manufacture" (ID/WG.209/1).

La résistance et les propriétés mécaniques de certains panneaux de fibres de construction sont présentées au tableau 1.

Tableau 1
Propriétés mécaniques de certains panneaux de fibres^{a/}

Propriété	Unité	Panneau isolant de construction	Panneau demi-dur ^{b/}	Panneau demi-dur densifié ^{c/}	Panneau dur à forte densité ^{c/}	Panneau dur trempé	Panneau dur densifié
Masse volumique	kg/m ³	160-480	529-800	810-848	800-1 280	960-1 280	1 360-1 440
Densité		0,16-0,48	0,53-0,80	0,81-0,85	0,80-1,28	0,96-1,28	1,36-1,44
Module d'élasticité (flexion)	10 ³ N/mm ²	0,18-0,89	2,28-3,94	3,10-4,26	2,81-5,62	4,57-7,73	8,79
Module de rupture	N/mm ²	1,40-5,62	13,36-33,75	28-42	21,1-49,2	29,4-70,3	70,3-87,9
Résistance à la traction parallèle aux faces	N/mm ²	1,40	10,0-15,0	18,0-23,0	21,1-42,2	25,3-54,8	55,0
Résist. traction perpendiculaire	N/mm ²	0,07-0,18	0,3-0,6	0,5-0,8	0,7-2,5	1,12-3,16	3,51
Résistance compression parallèle	N/mm ²		10,0-12,0	14,0-16,0	12,7-42,2	26,0-42,2	186,3
Résist. cisail. (plan du panneau)	N/mm ²			-		3,0-5,9	
Résist. cisail. (perpendiculaire au panneau)	N/mm ²			-		19,7-23,9	
Absorp. d'eau en 24 h	% en volume	1-10		-			
Absorp. d'eau en 24 h	% en poids		9-14	7,5-10	3-30	3-20	0,3-1,2
Gonflement en épaisseur (immers. 24 h)	%		2-5	5-6	10-25	8-15	
Expansion lin. (humid. relat. 50-90 %) ^{d/}	%	0,2-0,5	0,2-0,4	0,20-0,30	0,15-0,45	0,15-0,45	
Conduc. cal. à 24°C (moy.)	Joule cm/cm ² /h/°C	1,40-2,39	2,80-3,89	3,0-4,0	3,89-7,27	3,89-7,78	9,60

Source : Forest Products Laboratory, Madison (Wisconsin), Etats-Unis d'Amérique (1967).

^{a/} Les données présentées sont des valeurs globales arrondies, provenant de différentes sources. Pour obtenir des chiffres plus précis sur des produits donnés, il faut consulter les différents fabricants ou procéder à des essais. Les valeurs indiquées se réfèrent aux conditions expérimentales courantes de température et d'humidité.

^{b/} Panneaux demi-durs spécialement fabriqués pour les coffrages et donc très résistants à l'humidité.

^{c/} Panneaux demi-durs destinés aux emplois extérieurs.

^{d/} Mesures effectuées sur le matériau dans les conditions d'équilibre hygroscopique, à la température de l'air ambiant.

L'INDUSTRIE MONDIALE DES PANNEAUX DE FIBRES DE CONSTRUCTION

Au début, les usines de panneaux de fibres de construction ont été créées pour utiliser les déchets des scieries et des papeteries ou encore des matières premières de qualité inférieure. Cette nouvelle industrie s'est d'abord implantée aux Etats-Unis et dans les pays scandinaves. La production de panneaux mous s'est développée rapidement aux Etats-Unis, mais, pour ce qui est des panneaux durs et demi-durs, le brevet Mason en a limité pendant longtemps la production dans les autres pays. En Europe, la fabrication de panneaux durs et demi-durs a progressé rapidement après l'introduction du nouveau procédé de fabrication Asplund en Suède. Depuis lors, la production de ces panneaux n'a pas cessé de se développer dans le monde entier. La production de panneaux durs et demi-durs a été tout récemment marquée par l'apparition du procédé de fabrication à sec, qui est particulièrement répandu dans les endroits où les eaux résiduelles provenant de la fabrication de panneaux de fibres posent un grave problème de pollution.

En 1957, les panneaux durs représentaient 77 % de la production finlandaise totale de panneaux de fibres de construction. Les qualités des panneaux demi-durs, leur vaste gamme d'épaisseurs et de densités, ainsi que leur aptitude à concurrencer les panneaux de particules et les contre-plaqués pour les emplois intérieurs et extérieurs, expliquent que la production de ce type de panneaux ait augmenté.

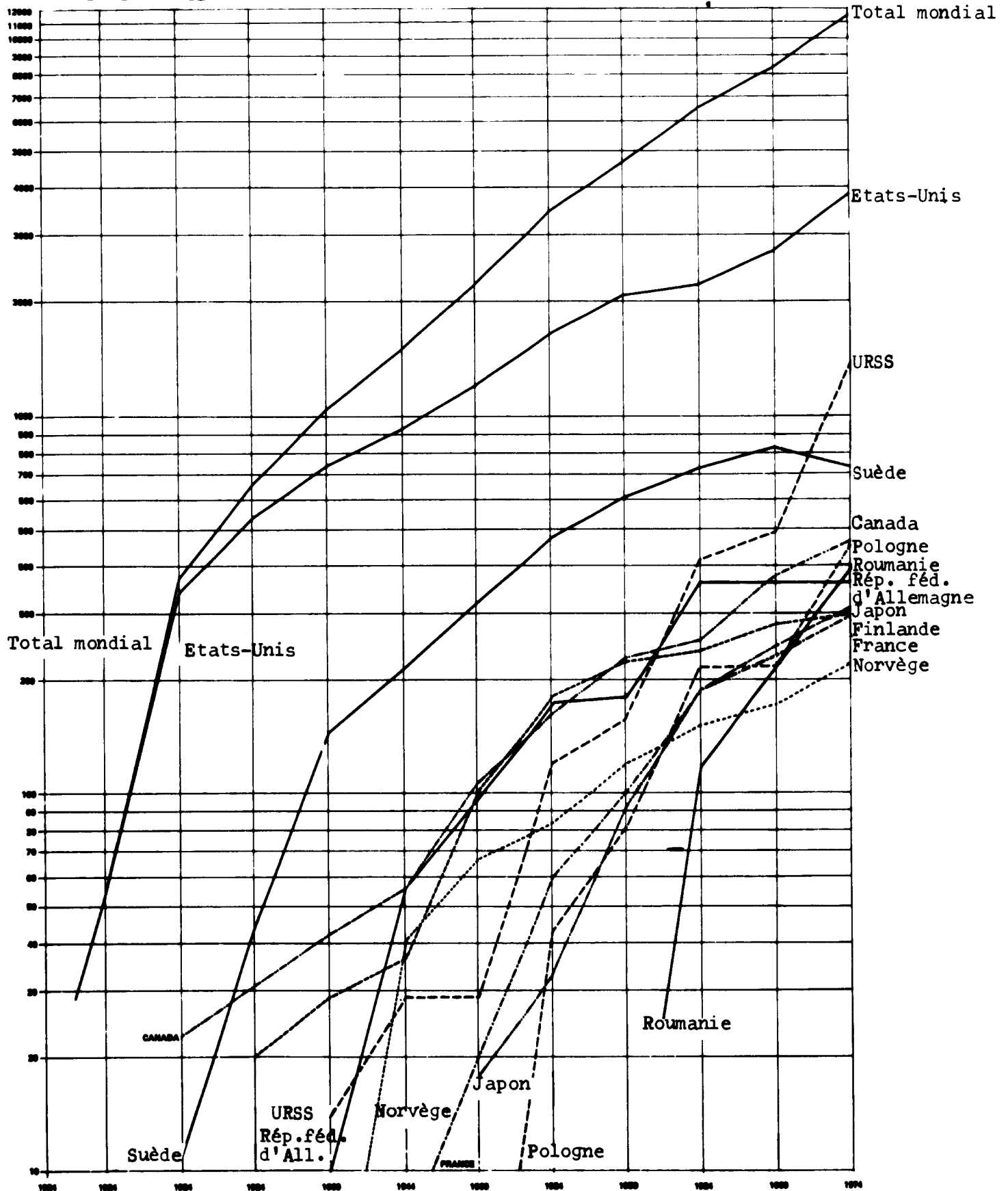
CAPACITE DE PRODUCTION MONDIALE

En 1971, la capacité de production mondiale était de 9 millions de tonnes environ et l'on prévoit un accroissement de 5,2 % par an pour la période 1970-1980. La capacité de production de différents pays est présentée à la figure I, et l'évolution régionale de la capacité de production de l'industrie de panneaux de fibres entre 1934 et 1974 à la figure II.

A l'heure actuelle, en Europe et aux Etats-Unis d'Amérique, la capacité de production des installations existantes n'est pas pleinement employée, ce qui ralentit l'expansion de cette industrie. Ce ralentissement est dû au manque de matières premières bon marché. Par contre, dans les pays en développement, l'industrie des panneaux de fibres de construction n'est pas encore développée et il est probable que la production augmentera dans ceux de ces pays qui disposent de débouchés, de ressources en matières premières et du potentiel industriel nécessaire. La pénurie de devises est un des principaux obstacles au développement des industries du bois produisant pour le marché intérieur ou pour l'exportation. Dans les régions où il y a surproduction, l'industrie devra se concentrer sur des produits et des procédés de transformation spéciaux.

FIGURE I. CAPACITE DE PRODUCTION DE L'INDUSTRIE DES PANNEAUX DE FIBRES
DANS LE MONDE ET DANS CERTAINS PAYS, 1922-1974

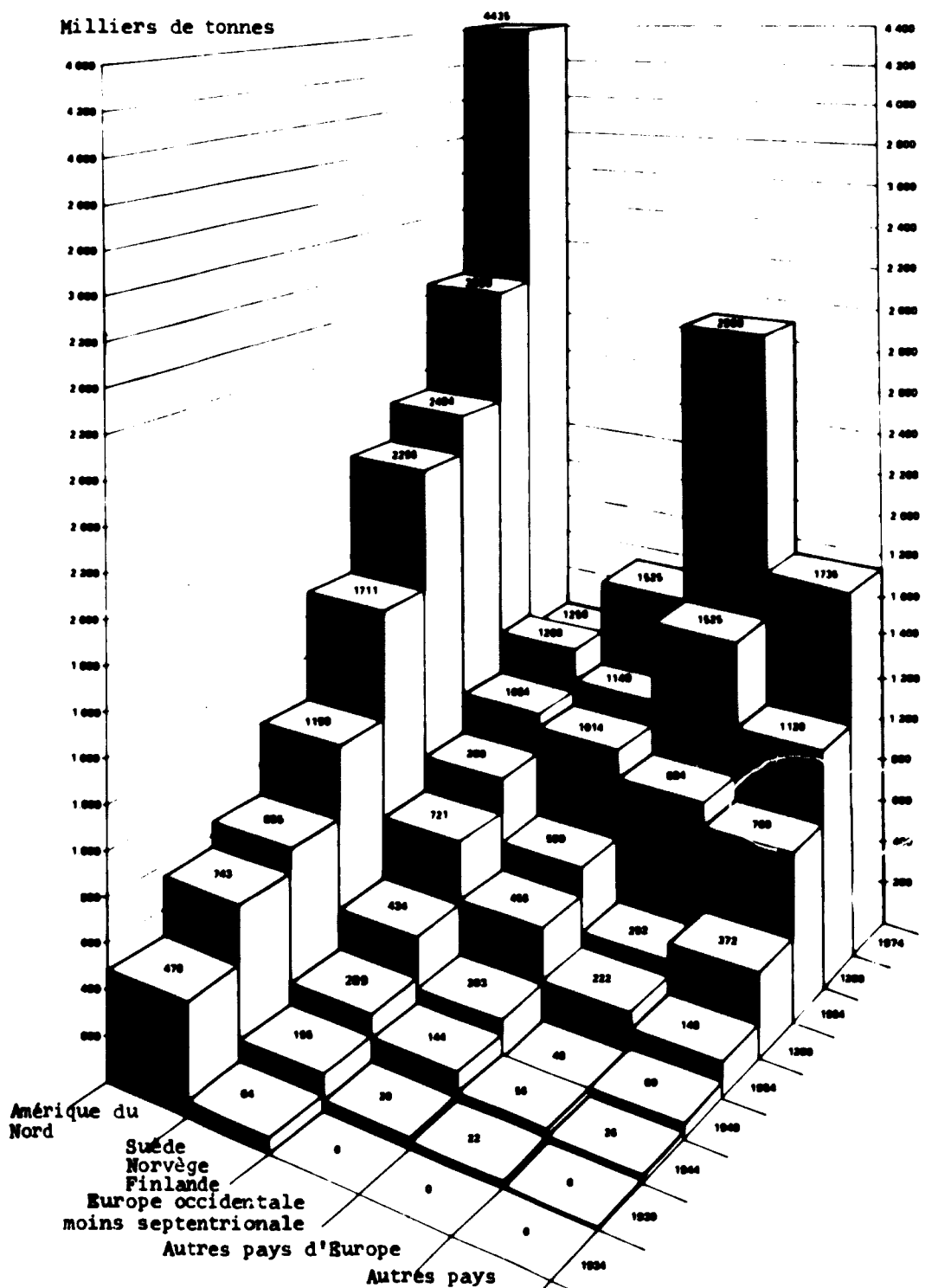
Milliers de tonnes



Source : Fibreboard Industry and Trade. 13e éd. rev. Stockholm, novembre 1974.
Copyright Defribator, 1974. 57 p.

Note : Les capacités de production à la fin de chaque période quinquennale sont portées sur une échelle logarithmique. Des intervalles égaux indiquent des variations égales de pourcentage.

FIGURE II. EVOLUTION PAR REGIONS DE LA CAPACITE DE PRODUCTION DE L'INDUSTRIE DES PANNEAUX DE FIBRES, 1934-1974



Amérique du Nord
Canada
Cuba
Etats-Unis
Mexique

Europe occidentale
Autriche
Belgique
Danemark
Espagne
France
Irlande
Italie
Pays-Bas
Portugal
Rép. féd. d'Allemagne
Royaume-Uni
Suisse
Yougoslavie

Autres pays d'Europe
Hongrie
Pologne
Rép. dém. allemande
Roumanie
Tchécoslovaquie
URSS

Autres pays en
Afrique
Amérique latine
Asie
et
Australie
Nouvelle-Zélande

Note : Capacité de production à la fin de chaque période quinquennale.

Dans l'ensemble, les progrès réalisés par les industries du bois dans les pays en développement n'ont pas tout à fait répondu aux espérances. En 1967, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a publié une étude des investissements nécessaires dans le monde entier à la sylviculture et aux industries du bois pour la période 1961-1975. Selon cette étude, il aurait fallu 39 milliards de dollars pour assurer l'expansion des industries du bois, dont 3,3 milliards pour l'industrie des panneaux dérivés du bois; la part des pays en développement était de 22 %, soit 750 millions de dollars.

Beaucoup de facteurs divers influent sur la compétitivité des industries du bois des pays en développement. Jusqu'à maintenant, ces pays n'ont guère réussi à exporter les produits de leurs industries du bois vers les pays industriels qui disposent de matières premières équivalentes. La situation évolue toutefois dans la mesure où les ressources en matières premières appropriées diminuent dans les pays industriels. Et pourtant, indépendamment de la matière première employée, l'emploi et la mise en valeur des ressources forestières se heurtent dans les pays en développement à de nombreux obstacles :

- Besoin de capitaux supplémentaires pour les investissements (25 à 50 % de plus)
- Nécessité de planification et d'études techniques
- Difficultés de construction, d'installation et d'entretien
- Hausse des frais de transport
- Faible productivité
- Approvisionnement en adjuvants
- Difficultés d'alimentation en énergie
- Inefficacité de la commercialisation
- Étroitesse du marché intérieur et insuffisance des circuits de distribution intérieurs
- Taux d'intérêt élevés

En 1967, la part des pays en développement était de 5 % environ dans la production mondiale de panneaux de fibres (voir tableau 2). Il est très probable que les panneaux de fibres ont plus d'importance dans les pays en développement ne disposant que de ressources limitées en grumes pour sciages et contre-plaqués. L'inaptitude à assurer des débouchés suffisants pour justifier une production en grand a entravé la fabrication des panneaux de fibres et des panneaux de particules dans la quasi-totalité des pays en développement. On est sans doute encore loin de trouver une solution à ce problème; les renseignements sur les ressources disponibles et les projets bien conçus font toujours défaut. Pour ce qui est des produits des industries du bois, les pays en développement parviendront probablement à couvrir leurs besoins dans les années 80, au moment où ils commenceront à exporter vers les pays industrialisés.

CONSOMMATION DE PANNEAUX DE FIBRES PAR HABITANT

La consommation de panneaux de fibres dépend en premier lieu des conditions locales, du climat, du niveau des revenus, de l'état des techniques, de la concurrence d'autres produits, des services à la clientèle, de l'état du marché et des activités de recherche. En ce qui concerne la consommation de panneaux de fibres de construction, les pays nordiques

viennent au premier rang, mais, pendant un certain temps, le marché de ce matériau a été saturé, surtout du fait de la consommation élevée de produits concurrents. La figure III donne pour quelques pays et pour la période 1965-1971 la consommation de panneaux de fibres par habitant et le PNB par habitant. On trouvera à la figure IV la consommation de panneaux de fibres pour 1950-1970 et l'estimation des besoins pour 1975, par régions.

Le secteur du logement est dans les pays nordiques un des gros consommateurs de panneaux de fibres, et il est probable qu'une corrélation analogue existe dans d'autres pays entre la construction de logements et la consommation de panneaux.

EMPLOI DES PANNEAUX DE FIBRES DANS L'INDUSTRIE DU MEUBLE

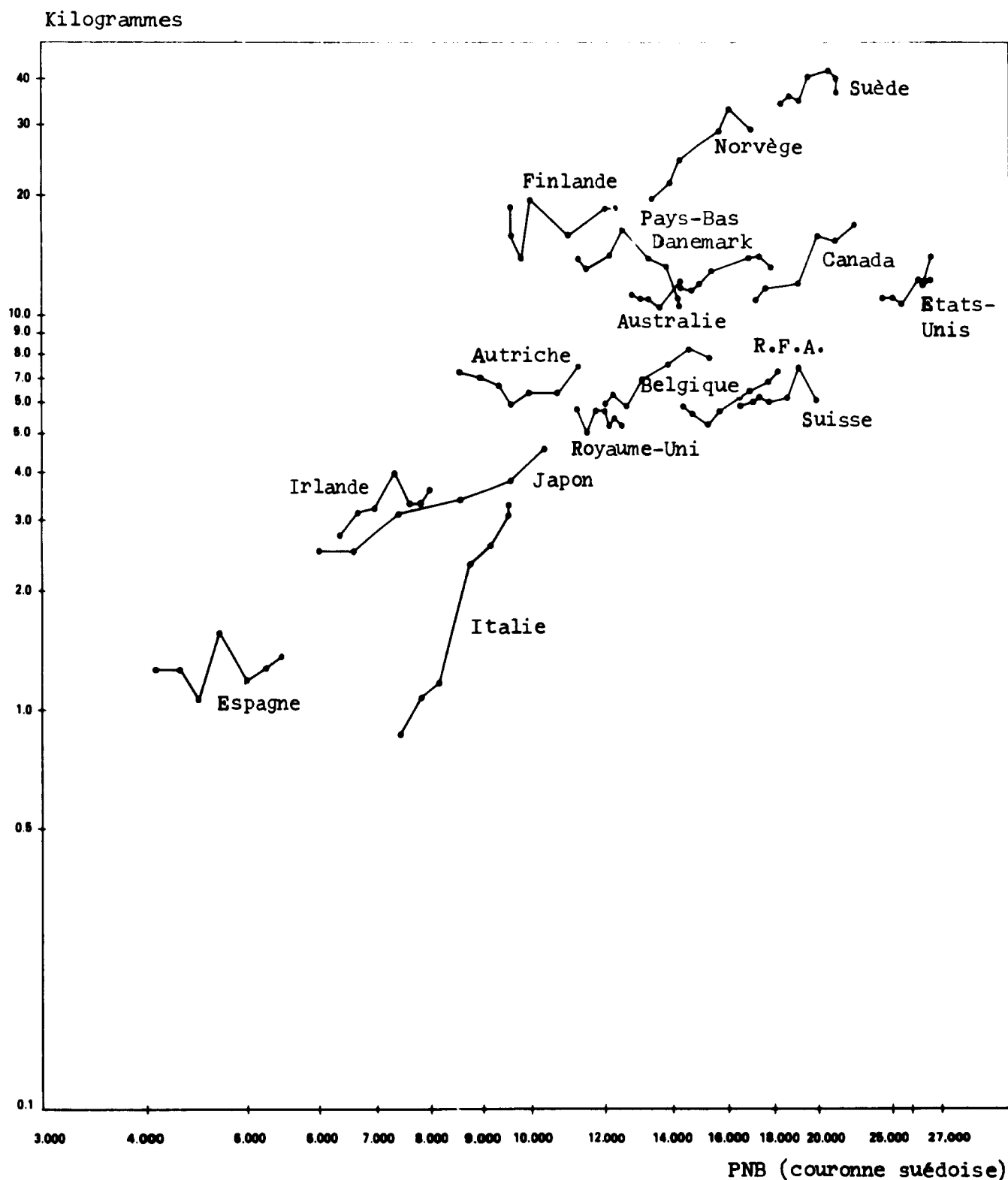
L'industrie du meuble emploie surtout des panneaux de fibres demi-durs et durs, c'est-à-dire des panneaux dont la densité varie de 0,65 à 1,20. La plus forte demande est celle des métiers du bâtiment; parmi les emplois les plus importants, on peut mentionner les placards de cuisine, les dos et les fonds de meubles, les fonds de tiroirs. Les panneaux durs et demi-durs découpés à la presse et perforés sont très employés par les industries du meuble, de la radio et de la télévision, en particulier pour les encadrements d'écrans de télévision et les grilles de hauts-parleurs.

Depuis peu de temps, on se sert de plus en plus de panneaux durs collés de part et d'autre de cadres en bois massif, avec remplissage en carton (comme dans les portes planes), pour la construction de meubles et en particulier pour les meubles de cuisine, les éléments encastrés et les portes de grandes penderies.

Tableau 2
Production, exportations et importations de panneaux de fibres, 1957-1967

	Production (millions de tonnes)			Exportations (millions de tonnes)			Importations (millions de tonnes)		
	1957	1967	Accroissement (%) 1957-1967	1957	1967	Accroissement (%) 1957-1967	1957	1967	Accroissement (%) 1957-1967
Total mondial	3,42	6,18	6,1	0,62	1,15	16,3	0,53	1,16	8,1
Pays scandinaves	0,74	1,02	3,2	0,44	0,58	2,9	0,00	0,00	-
Pays en développement	0,10	0,29	10,9	0,00	0,03	20,0	0,07	0,12	5,5
Part du total mondial (%)	3,0	4,7		0,8	2,7		13,2	10,3	

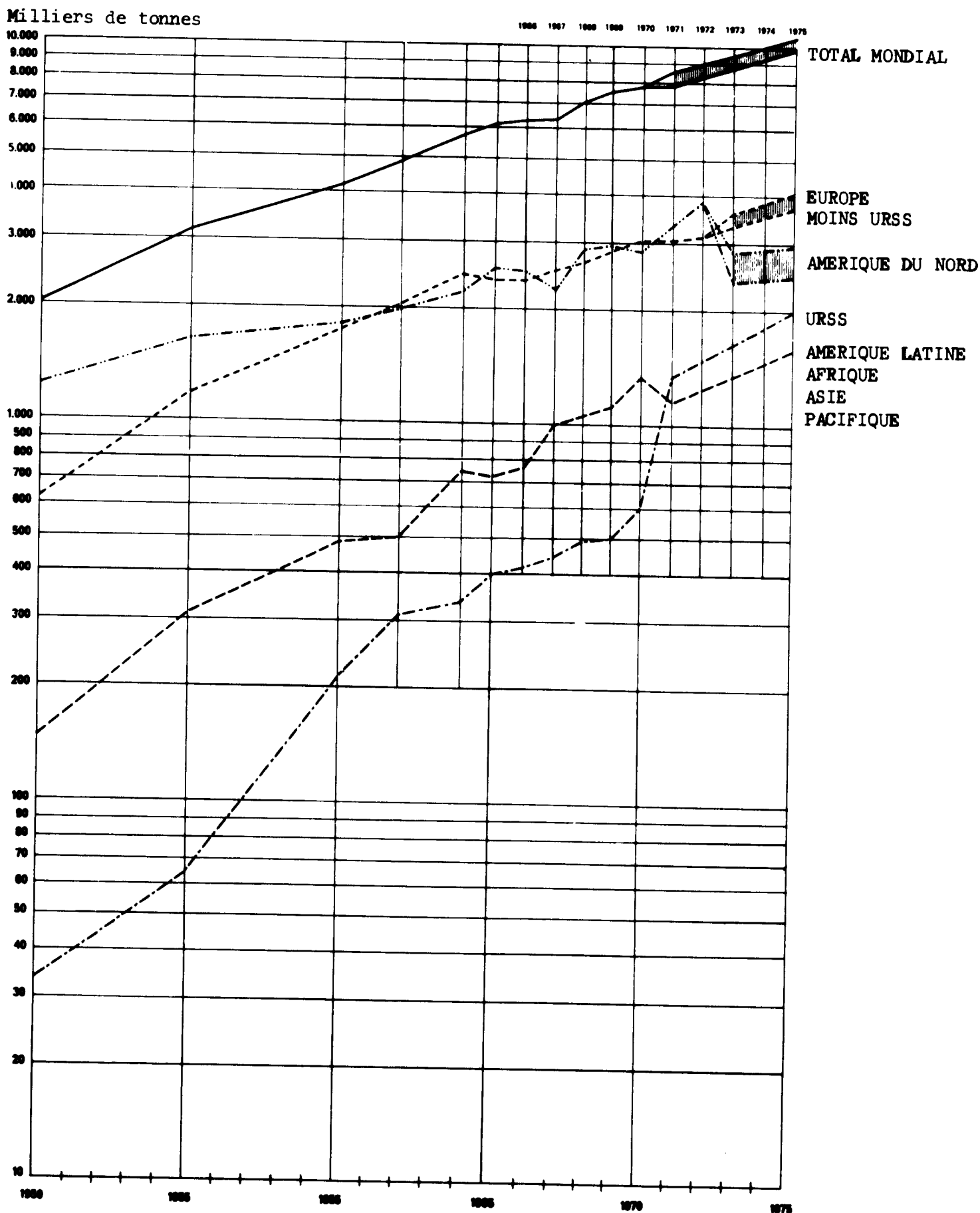
FIGURE III. CONSOMMATION DE PANNEAUX DE FIBRES PAR HABITANT
ET PNB PAR HABITANT DANS CERTAINS PAYS, 1965-1971



Source : FAO, CEE, Timber Bulletin for Europe; FAO, Production Yearbook, 1969; FAO, Production Yearbook, 1971; OCDE, Principaux indicateurs économiques (octobre 1973).

Note : PNB par habitant aux prix de 1971.

FIGURE IV. CONSOMMATION DE PENNEAUX DE FIBRES, 1950-1972
ESTIMATION DES BESOINS POUR 1975



Source : FAO.

Note : Les estimations fortes et faibles sont indiquées par les lignes délimitant les parties hachurées. Des distances verticales égales indiquent une même évolution en pourcentage.

On peut fabriquer des panneaux de fibres avec incorporation de fines particules en surface pour les rendre plus compacts et obtenir un fini très lisse par ponçage. Ce matériau travaille peu parallèlement aux faces quand il est imprégné de colle ou d'huile siccative. Après ponçage fin et peinture, ce matériau fait d'excellents panneaux de portes planes. Il peut être facilement :

- a) Enduit à la pâte de bois "ivoire";
- b) Apprêté (mastic ou bouche-pores);
- c) Peint ou verni;
- d) Imprimé (au rouleau ou à l'écran de soie);
- e) Imprégné de monomères et séché par rayonnement;
- f) Stratifié avec de la mélamine, de l'urée, du phénol, du polyester, du placage plastique ou du chlorure de polyvinyle (CPV), souples, durs ou demi-durs.

Les types a) et d) sont couramment employés pour les dos de buffets, les fonds de tiroirs, les plans de couchage de lits, les piétements de buffets et de placards, les dos de bureaux, de commodes et de bahuts. Leurs tolérances sont très réduites ($\pm 0,2$ mm est courant), critère très important pour les constructeurs de meubles qui commandent des panneaux de mesure.

MATIERES PREMIERES DES PANNEAUX DE FIBRES DE CONSTRUCTION

Les matières premières nécessaires à l'industrie des panneaux de fibres de construction posent des problèmes d'ordre quantitatif et de rentabilité plutôt que des problèmes techniques. Les recherches pourraient aboutir à la mise au point de procédés techniques permettant d'utiliser n'importe quelle matière première, qu'il s'agisse de bois, de fibres végétales ou d'écorces d'arbre. Les résines peuvent servir à augmenter la résistance des panneaux, et certains additifs les rendent résistants à l'eau. Lorsque l'on utilise des fibres de bois, le prix de la matière première est en Europe de 20 à 40 % du prix de revient, selon l'importance de l'usine et le procédé de fabrication. Les facteurs qui influent le plus sur l'implantation de fabriques de panneaux de fibres sont les suivants : coût de la main-d'oeuvre, des transports, de la manutention et du stockage des matières premières, ainsi que les dépenses de commercialisation du produit final.

Pour ce qui est des matières premières, la plantation d'essences à croissance rapide offre des perspectives intéressantes. L'eucalyptus par exemple, qui constitue une très bonne matière première pour les panneaux de fibres durs et demi-durs, peut être exploité par révolutions de 6 à 15 ans. L'accroissement annuel est de 10 à 60 m³ par hectare. On trouve un taux d'accroissement analogue chez le peuplier, le saule et nombre de feuillus tropicaux et de pins dont les fibres ont les qualités voulues. Ces essences donnent du bois à fibres par révolutions de 12 à 20 ans, le taux de croissance annuelle étant de 10 à 40 m³ par hectare. La concentration des plantations a l'avantage de fournir de la pâte de bois et des panneaux de qualité uniforme. Ces faits confirment les possibilités que les industries forestières offrent aux pays en développement.

PROCEDES DE FABRICATION DES PANNEAUX DE FIBRES DE CONSTRUCTION

Les panneaux de fibres de construction sont classés en deux grandes catégories : les panneaux comprimés et les panneaux non comprimés. Dans la fabrication des panneaux comprimés, les fibres sont transportées dans l'eau (procédé humide; procédé humide et à sec), ou entraînées par l'air (procédé à sec et demi-sec). Tous les panneaux non comprimés sont fabriqués par voie humide, ce qui implique le transport des fibres dans l'eau. Dans le procédé humide, on utilise de l'eau pour former le matelas humide. Mais lorsqu'on ne dispose pas d'eau en quantité suffisante ou que les eaux résiduelles risquent de polluer les environs, il faut avoir recours au procédé à sec. Ces procédés permettent de fabriquer des panneaux durs et des panneaux demi-durs de 2 à 30 mm d'épaisseur et d'une masse volumique variant de 600 à 1 200 kg/m³.

Les panneaux non comprimés sont fabriqués par procédé humide, au cours duquel le matelas humide est traité dans une installation de séchage. On obtient ainsi des panneaux mous d'une épaisseur de 9 à 32 mm et d'une masse volumique de 250 à 350 kg/m³. Ces panneaux sont essentiellement employés comme panneaux isolants.

Le choix du procédé dépend du produit à fabriquer. Le panneau peut être lisse sur une face ou sur les deux, mince ou épais, léger ou lourd. Pour fabriquer un panneau épais (> 8 mm) et léger, le procédé le plus rentable est la voie sèche, alors que pour obtenir un panneau mince (< 8 mm) et lourd, il est préférable de recourir à la voie humide. Ces deux types de panneaux sont depuis longtemps employés en menuiserie.

Pour obtenir un panneau dur ou demi-dur ayant une bonne stabilité dimensionnelle, on ajoute, selon la qualité souhaitée, diverses résines et paraffines, avant que le panneau soit comprimé et séché. Si le panneau est destiné à être utilisé dans un milieu exceptionnellement humide, il est saturé d'une huile siccative à laquelle on peut ajouter des produits de protection contre les champignons et les termites.

PROPRIETES DES PANNEAUX DE FIBRES DE CONSTRUCTION

Les panneaux durs doivent être considérés essentiellement comme matériaux de revêtement pour emplois intérieurs, alors que les panneaux demi-durs sont des matériaux de menuiserie et de revêtement qu'on peut employer avec succès dans des endroits humides ainsi qu'à l'extérieur. L'industrie des panneaux de fibres produit à la fois des panneaux spéciaux et des panneaux pour usages courants. L'Organisation internationale de normalisation (ISO) a déjà établi un certain nombre de normes concernant la production des panneaux de fibres de construction. En voici quelques-unes :

- Recommandation R 766 - Détermination des dimensions des éprouvettes
- Recommandation R 767 - Détermination du taux d'humidité
- Recommandation R 768 - Détermination de la résistance à la flexion
- Recommandation R 769 - Détermination de l'absorption d'eau
- Recommandation R 818 - Définition - Classification

La fabrication de panneaux présentant des propriétés particulières prend une importance de plus en plus grande, notamment celle des variétés suivantes :

- a) Panneaux durs et demi-durs pour la construction présentant des qualités particulières telles que aptitude au façonnage, résistance mécanique, stabilité dimensionnelle et résistance au feu;
- b) Panneaux revêtus de peinture, de matière plastique, etc.;
- c) Panneaux convenant à la fabrication de certains éléments et installations;
- d) Panneaux de dimensions normalisées en millimètres ou modules de base ($M = 100$ mm).

EMPLOI DES PANNEAUX DURS ET DEMI-DURS EN MENUISERIE^{1/}

Malgré sa rationalisation croissante, la menuiserie reste une industrie de main-d'oeuvre. Son rendement dépend de l'importance des séries de production, et la fabrication de grandes séries suppose l'uniformité des matières premières et la régularité de la qualité.

En raison de leur homogénéité et de leurs propriétés particulières, les panneaux durs et demi-durs se prêtent bien à l'emploi en menuiserie. Ces deux types de panneaux ont des propriétés communes, notamment les caractéristiques de la surface, l'ouvrabilité, les faibles tolérances, les propriétés de la résistance, la stabilité de forme et de dimensions, la résistance au choc. Les panneaux demi-durs ont en outre des propriétés particulières, notamment la résistance à l'arrachement des vis, certaines propriétés d'isolation thermique et acoustique, la résistance à l'humidité. Ces caractéristiques sont examinées séparément ci-dessous.

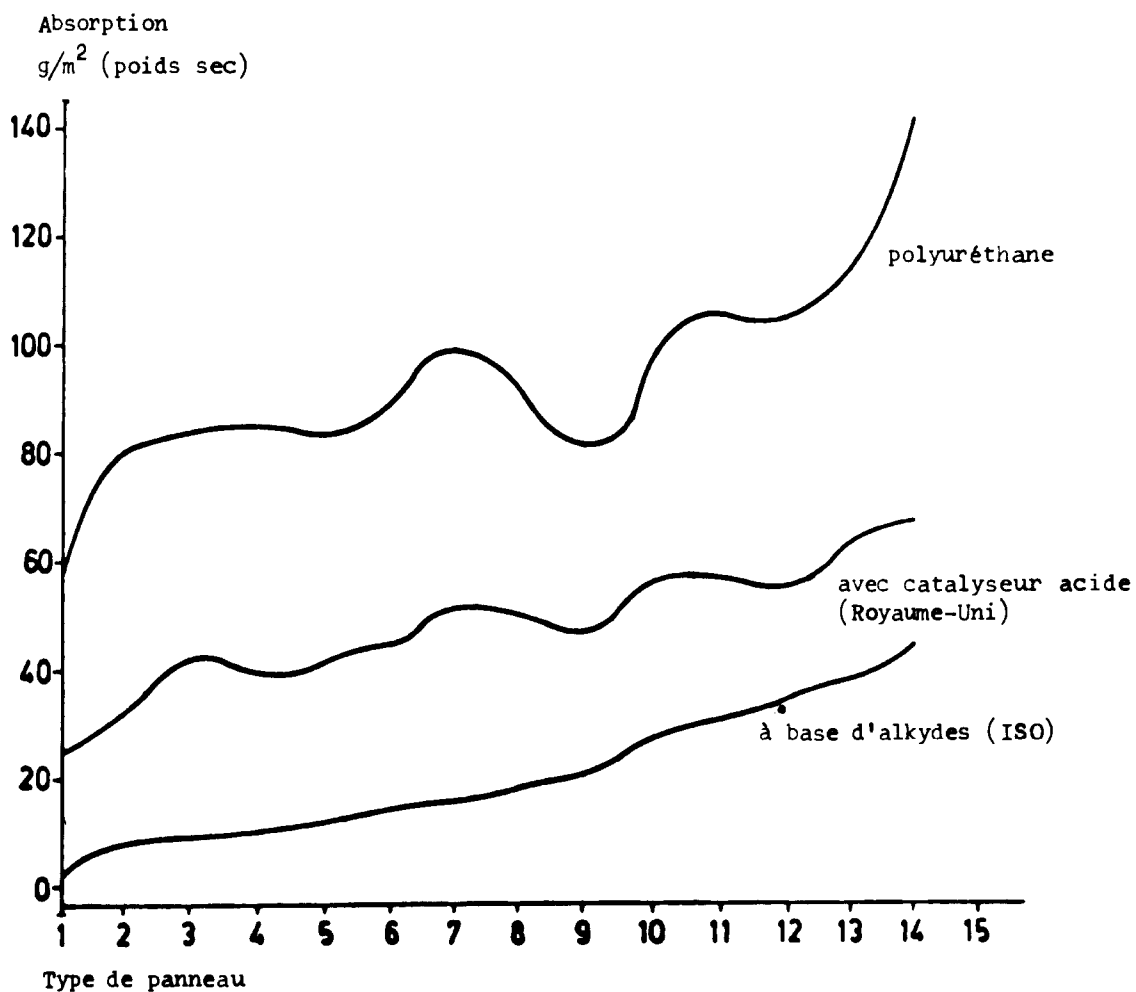
Caractéristiques de la surface^{2/}

En général, la surface d'un panneau est constituée de fibres finement broyées et bien collées; elle est donc compacte, facile à poncer et adhère bien aux fibres sous-jacentes. La surface du panneau de fibres doit être lisse et constituée de fibres homogènes. La peinture doit bien adhérer et il n'en faut pas une grande quantité (une peinture alkyde doit donner une surface brillante si elle est pulvérisée à raison de 22 g de peinture par m^2 (voir figure V); ou une peinture à deux composants et catalyseur acide, appliquée par la technique du rideau, doit donner une surface brillante avec 60 à 80 g de peinture par m^2 . Pour poncer la surface, la couche superficielle doit avoir 0,5 mm d'épaisseur. La surface, doit satisfaire aux essais de résistance à l'humidité (une humidité relative de 30 à 65 % et de 65 à 90 %) sans que les fibres se soulèvent ou que l'on voie la base. Les fibres de surface ne doivent pas provoquer de tension à l'intérieur du panneau.

^{1/} Voir aussi deuxième partie, chapitre XIX, "Les techniques de fabrication en menuiserie".

^{2/} Voir aussi chapitre VI, "Les propriétés et l'emploi des stratifiés décoratifs à base de papier", et deuxième partie, chapitre XX, "La finition de surface du bois et des ouvrages en bois".

FIGURE V. RESULTATS D'ESSAIS EFFECTUES SUR LE POUVOIR COUVRANT DE TROIS TYPES DE PEINTURE APPLIQUEES SUR 15 ECHANTILLONS REPRESENTATIFS DE PANNEAUX DURS PROVENANT D'USINES DIFFERENTES



On peut obtenir une surface de qualité particulière par imprégnation avec de la colle ou de l'huile siccative; ces panneaux peuvent être ensuite poncés à l'usine. Ils n'absorbent pas beaucoup de peinture, et leur surface unie de même que leur qualité constante en font un matériau très recherché pour la fabrication des portes.

Ouvrabilité

Les plus importantes propriétés des panneaux de fibres employées en menuiserie ne peuvent guère s'exprimer en chiffres, mais elles n'en sont pas moins intéressantes. En premier lieu, le panneau doit avoir des chants et des surfaces de bonne qualité, il doit être légèrement cassant tout en étant résistant; bref, il doit être facile à travailler avec des outils ordinaires. On a essayé d'exprimer quantitativement toutes ces propriétés, mais jusqu'à présent sans succès. Elles ne sont pas directement proportionnelles à la densité mais plutôt aux variations de qualité dues aux changements des caractéristiques de la matière première pendant le raffinage de la pâte, l'encollage et le traitement thermique. D'autre part, si la densité est faible, le panneau a une meilleure stabilité dimensionnelle, c'est-à-dire qu'il se voile moins facilement.

Les panneaux durs et les panneaux demi-durs sont faciles à travailler. On peut les scier, les raboter, les percer, les perforer, les fraiser et les couper. Un bon panneau ne se craquelle pas et ne s'effrite pas, ses fibres ne se détachent pas quand on le travaille dans des conditions normales avec des outils métalliques tranchants. Ces panneaux ont une surface lisse et des arêtes nettes même après avoir été travaillés, propriétés qui sont particulièrement appréciées en menuiserie.

Tolérances réduites

Tous les panneaux demi-durs sont désormais calibrés et, sur demande de l'acheteur, les panneaux durs sont calibrés avec une précision de $\pm 0,2$ mm. La marge de tolérance, en ce qui concerne la longueur et la largeur, la rectitude des bords et la forme carrée des panneaux, a été normalisée. Les panneaux peuvent aussi être fabriqués avec la précision souhaitée par l'acheteur.

Résistance

La résistance, commune aux panneaux durs et aux panneaux demi-durs, est en général satisfaisante pour la menuiserie. La rigidité du panneau augmente avec l'épaisseur. Il convient toutefois de faire remarquer que le panneau de fibres est un matériau visco-élastique (figure VI), qui s'étire quand il est longtemps soumis à une charge (figure VII). Le Forest Products Research Laboratory (FPRL)^{3/} a signalé que, pour un panneau dur de 4,8 mm, la résistance normale à la flexion est généralement comparable à celle du contre-plaqué mais que le module d'élasticité du panneau dur est inférieur (de la moitié aux deux tiers) à celui du contre-plaqué.

Lorsque les panneaux sont recouverts de revêtements durs qui se contractent, il faut tenir compte de la résistance à la traction perpendiculaire aux faces, car cette résistance peut devenir critique si le panneau est recouvert sur une seule face d'un revêtement plastique qui se contracte; il faut alors appliquer sur l'autre face une autre couche pour rétablir l'équilibre. Pour un panneau dur, la résistance à la traction perpendiculaire aux faces doit être d'au moins $0,8 \text{ N/mm}^2$. Si la résistance à la traction est trop faible, le revêtement peut se craqueler et se fendiller comme dans le cas présenté à la figure VIII.

^{3/} Ce organisme s'appelle désormais Princes Risborough Laboratory, Building Research Establishment et a pour adresse : Princes Risborough, Bucks, Royaume-Uni.

FIGURE VI. RESISTANCE A LA TRACTION DE QUATRE PANNEAUX DURS DE 3,2 mm EN FONCTION DU TEMPS SOUS CHARGE. HUMIDITE RELATIVE : 73 %. LES EXTRAPOLATIONS LINEAIRES SONT INDIQUEES EN POINTILLE

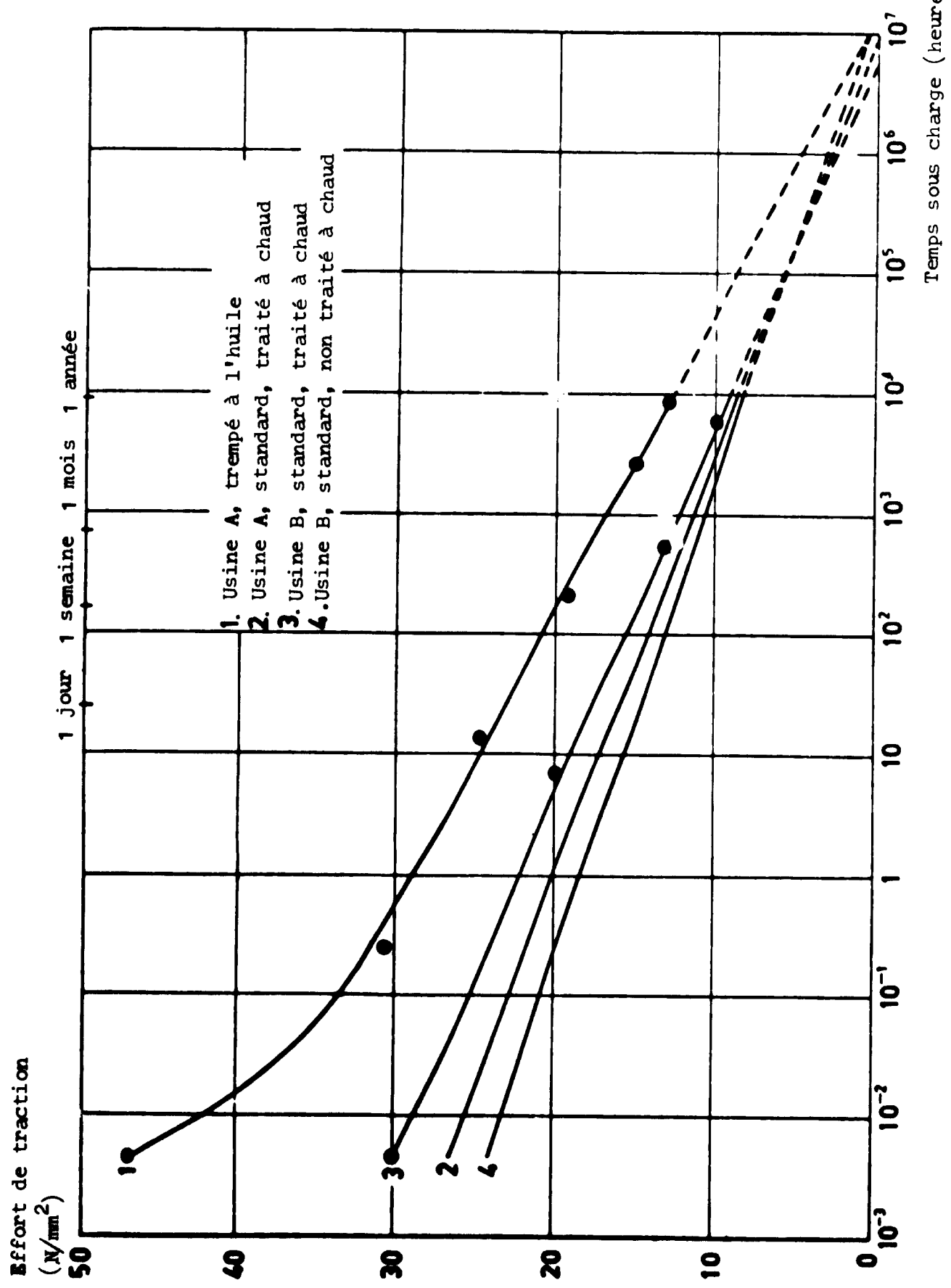


FIGURE VII. ALLONGEMENT D'UN PANNEAU ASPLUND DEMI-DUR, NON TREMPÉ ET DE QUALITE MOYENNE (SECHE A L'AIR A 165°C), ET D'UN PANNEAU ASPLUND DEMI-DUR TRAITÉ A LA CHALEUR (SECHE A LA VAPEUR, 205°C) EN FONCTION DU TEMPS DE CHARGEMENT

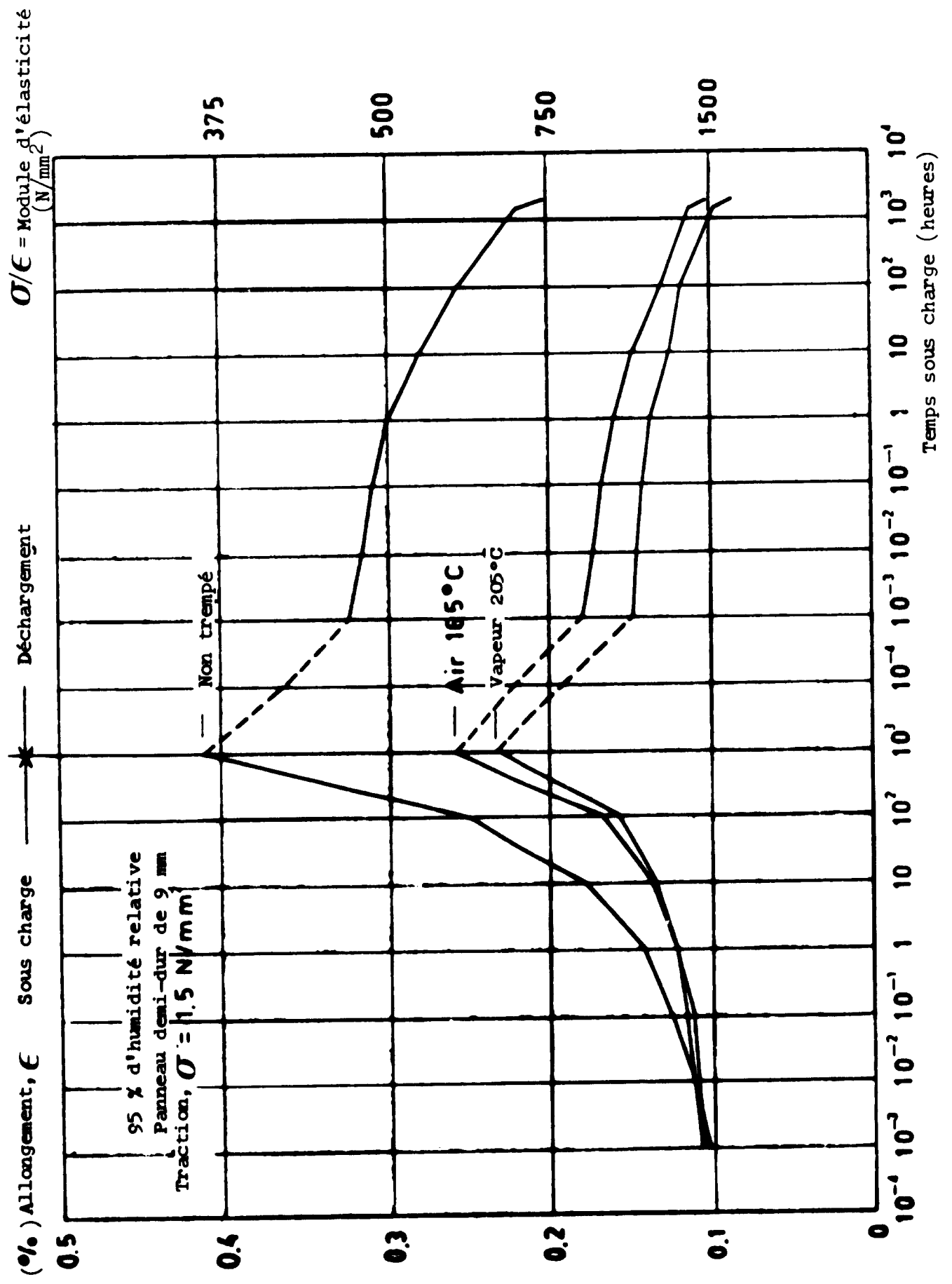
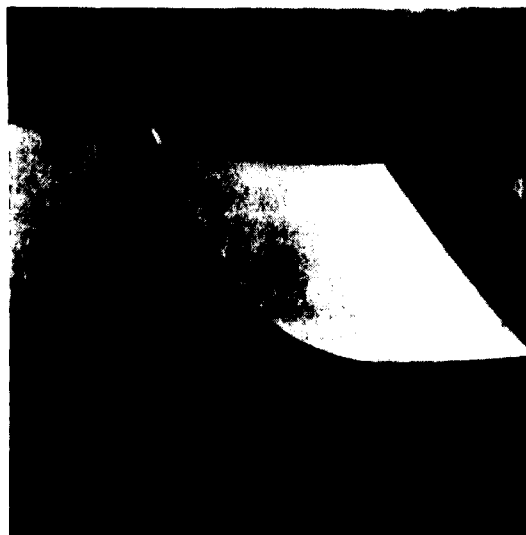


FIGURE VIII. RUPTURE D'UN REVETEMENT EN RESINE UREE-MELAMINE ET DECOLLEMENT DE SON SUPPORT EN PANNEAU DUR PAR SUITE DE SA MAUVAISE RESISTANCE A LA TRACTION ($0,4 \text{ N/mm}^2$) PERPENDICULAIRE AUX FACES



STABILITE DES FORMES ET DES DIMENSIONS

Tous les bois "travaillent" en fonction de l'humidité relative de l'air ambiant. Dans une certaine mesure, les panneaux de fibres travaillent longitudinalement et transversalement, mais les variations d'épaisseur sont les plus sensibles, aux endroits où se libèrent les tensions dues à la compression. Cette déformation est permanente ou variable selon que l'humidité relative de l'endroit où le panneau est employé est constante ou variable (figure IX). Plus le taux d'équilibre hygroscopique d'un panneau est faible, moins le panneau travaille.

La stabilité des formes n'est que la résistance aux tensions qui tendent à plier le panneau lorsque l'humidité relative est très élevée, c'est-à-dire aux alentours de 90 %. Si le panneau est fixé ou maintenu sur ses bords les plus longs, une forte humidité provoquera un gonflement sans relations avec l'épaisseur du panneau. Inversement, une faible humidité peut entraîner la rupture du panneau par contraction.

Un panneau de fibres qui a été correctement traité à la chaleur et humidifié se déforme si peu qu'il convient parfaitement aux travaux de menuiserie, mais, dans l'industrie du bâtiment, qui utilise des panneaux de fibres à l'extérieur, les déformations sont prévues dans les procédés de construction (figure X).

FIGURE IX. MESURE DES DEFORMATIONS PERMANENTES EN EPAISSEUR ET EN LONGUEUR
(EQUILIBRE DES DEFORMATIONS DIMENSIONNELLES PERMANENTES) POUR
SIX TYPES DE PANNEAUX DE FIBRES APRES TROIS CYCLES DE TRAITEMENT
PAR VOIE HUMIDE ET A SEC, L'HUMIDITE RELATIVE VARIANT DE 32 A 90 %.
LES PANNEAUX DURS SONT TRAITES A LA CHALEUR

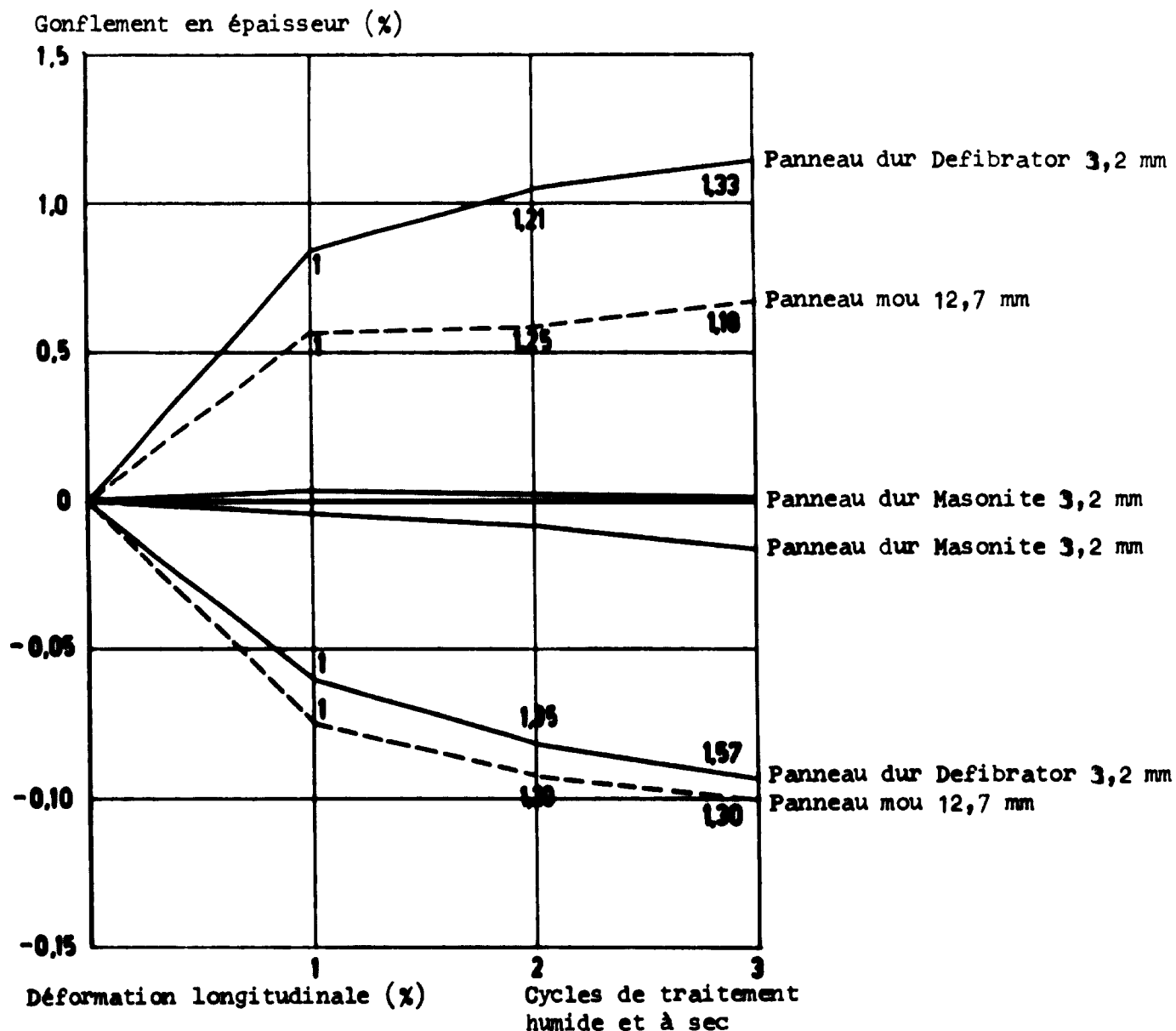
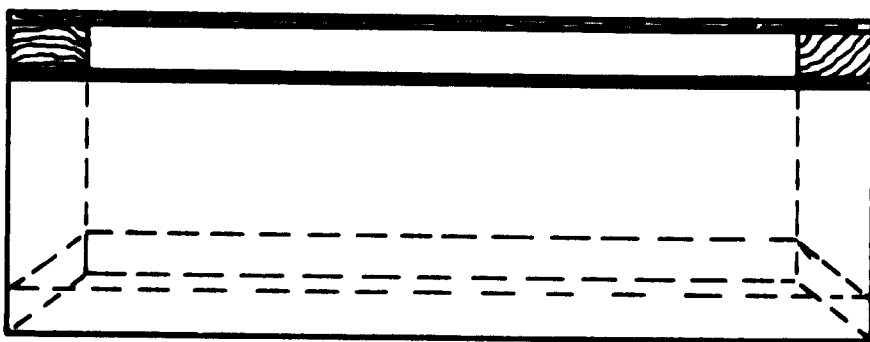
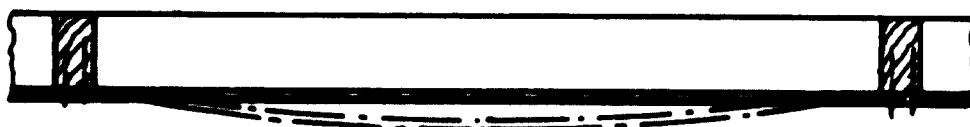


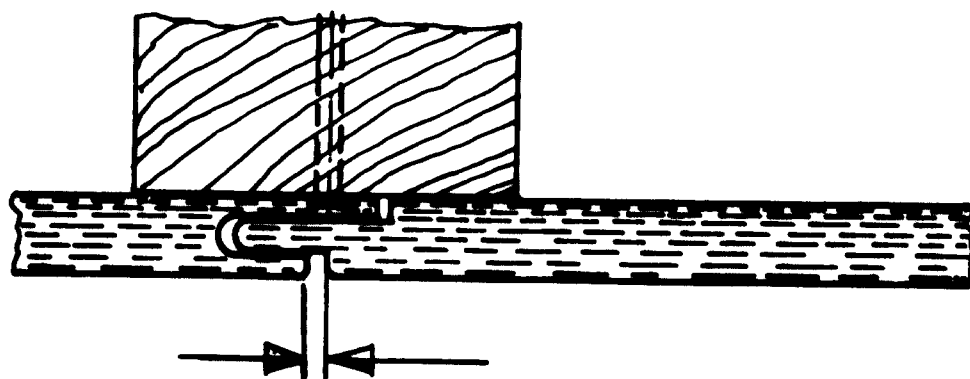
FIGURE X. DETAILS DE CONSTRUCTION POUR RENFORCER DES ELEMENTS
EN PANNEAUX DE FIBRES



(a) Bâti de porte



(b) Renforts latéraux



Espace prévu pour la dilatation

(c) Assemblage de construction

Résistance au choc

Pour certains usages, comme la fabrication de portes planes à nid d'abeilles, les panneaux de fibres résistent bien au choc. La surface du panneau utilisé à cette fin doit résister à une tension dynamique tout au long de son utilisation. Pour un essai de choc avec un corps dur, le panneau est maintenu en position horizontale par des liteaux de 15 mm de large, le long des deux bords de 900 mm et du bord inférieur de 600 mm. Le bord supérieur n'est pas maintenu. On lâche ensuite une bille d'acier de 50 mm de diamètre, qui pèse 520 g, d'un point se trouvant à 735 mm au-dessus de la surface du panneau; son énergie au moment du choc est de 3,75 joules, comme l'exige le projet de norme (figure XI). Immédiatement après le choc, on mesure la profondeur de l'empreinte à l'aide d'un comparateur à cadran (figure XII).

FIGURE XI. EFFET DE L'ENERGIE D'UN CHOC SUR LA PROFONDEUR DE L'EMPREINTE SUR UN PANNEAU COMPOSITE DE 52 mm A SURFACE EN PANNEAU DUR ET A AME RETICULAIRE EN CARTON DE TYPE E (38 mm)

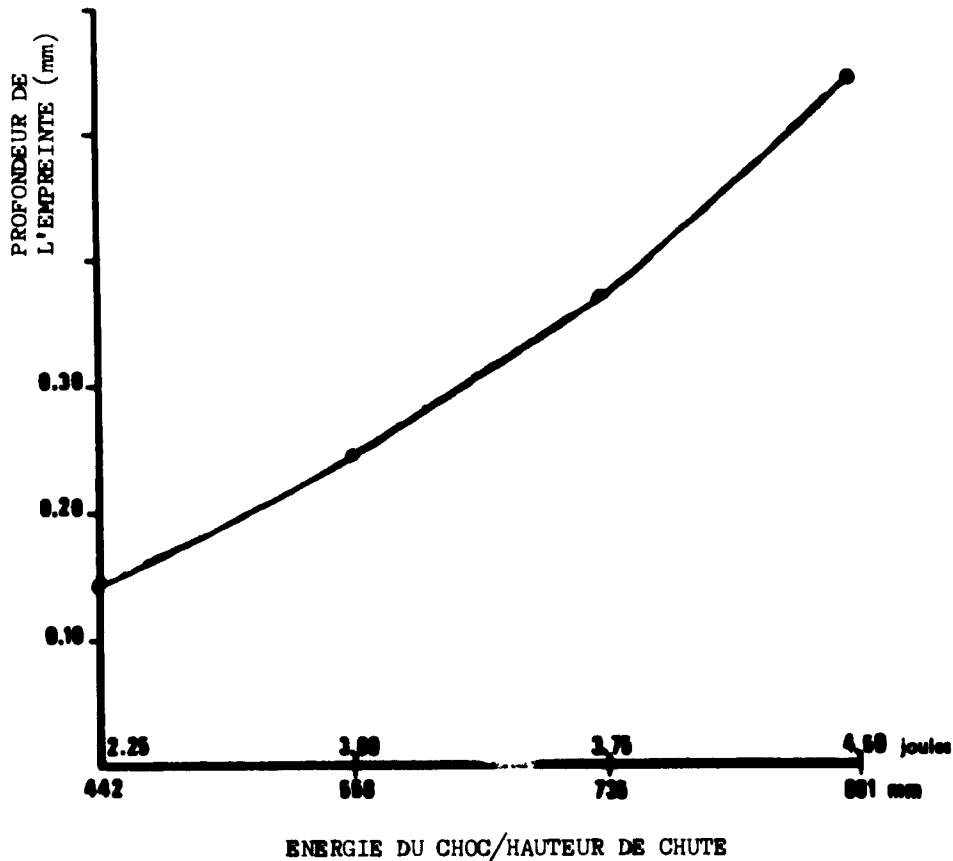
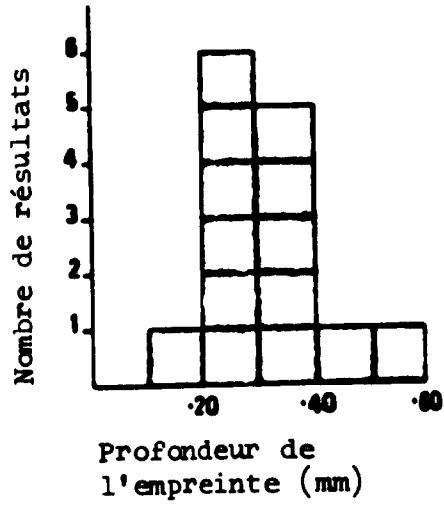
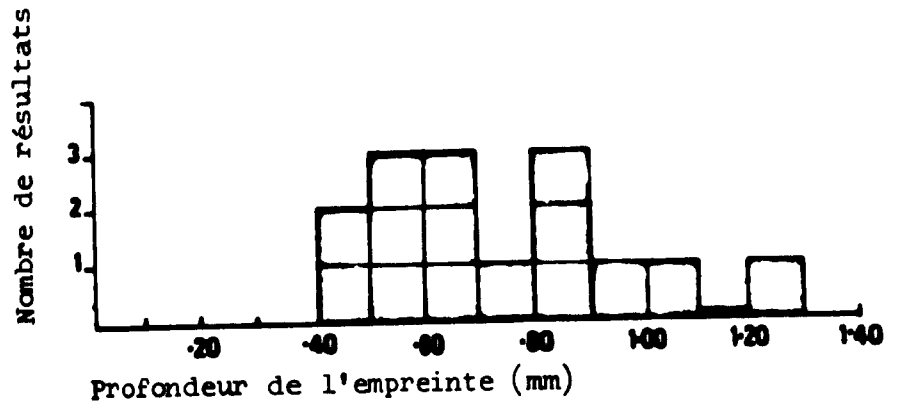


FIGURE XII. PROFONDEUR DE L'EMPREINTE SUR QUATRE PANNEAUX
COMPOSITES A SURFACE EN PANNEAU DUR

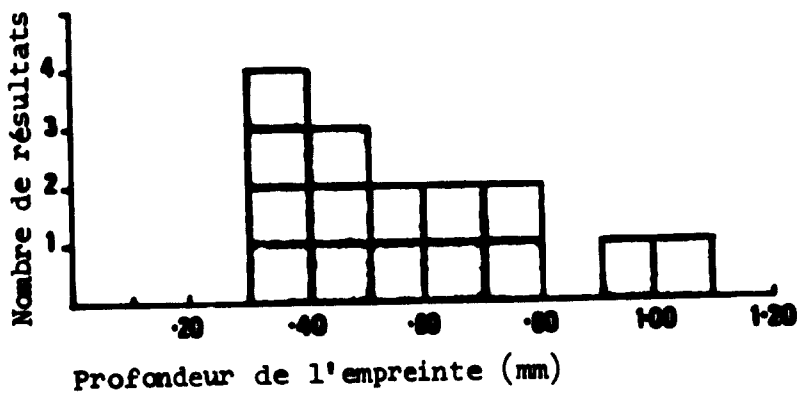
AME RETICULAIRE EN CARTON
DE 38 mm DE TYPE E



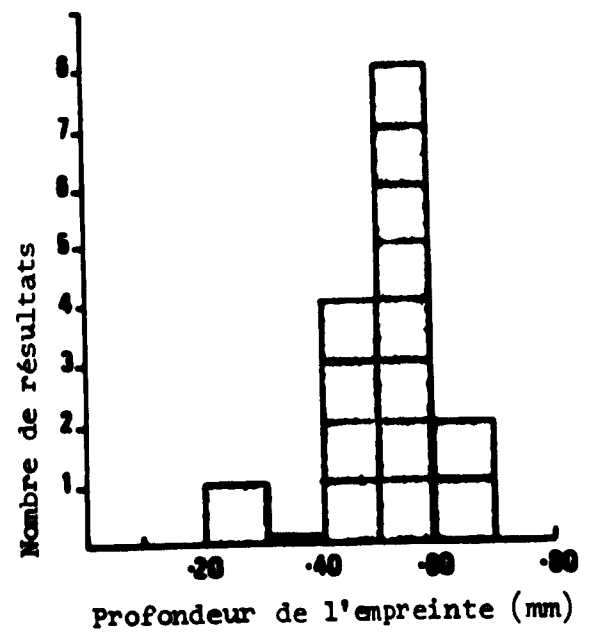
AME RETICULAIRE EN CARTON DE 25 mm DE TYPE D



AME RETICULAIRE EN PAPIER KRAFT
DE 12 mm DE TYPE B



AME RETICULAIRE EN PAPIER
KRAFT DE 25 mm DE TYPE D



Résistance à l'arrachement des vis

Il n'est pas recommandé d'enfoncer des vis dans le bord d'un panneau demi-dur, même s'il est épais. On utilise généralement un bâti latéral pour fixer des charnières à la surface du panneau (voir figure X).

Isolation thermique et acoustique

On peut utiliser des panneaux demi-durs dans des constructions où l'on a besoin d'une certaine isolation thermique et acoustique. Les panneaux mous satisfont à cet égard aux normes les plus rigoureuses.

Résistance à l'humidité

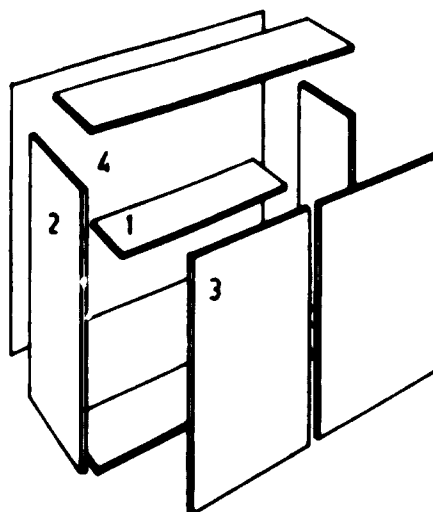
Les panneaux de fibres ne contiennent aucun additif soluble à l'eau. Quand ils sont fabriqués à des températures supérieures à 200°C, toutes les fibres et le panneau tout entier sont dans une certaine mesure à l'abri des déformations dues à l'humidité. Dans l'industrie des panneaux de fibres de construction, on utilise des additifs chimiques pour compenser les différences qui existent entre les matières premières et entre les procédés de fabrication, tout en donnant au produit certaines propriétés recherchées. Le taux d'humidité des panneaux s'adaptera à l'état de l'air ambiant. La teneur en humidité des panneaux joue un rôle important lorsque ces panneaux sont soumis à différentes tensions de plus ou moins longue durée; cet inconvénient peut être atténué par un traitement thermique, qui abaisse l'équilibre hygroscopique et réduit les variations dimensionnelles du panneau. Du fait de sa porosité, le panneau demi-dur peut absorber de l'humidité et en perdre sans modification notable de ses dimensions.

ELEMENTS DE BASE DE LA MENUISERIE

De manière générale, les ouvrages de menuiserie se composent de quatre éléments principaux (figure XIII) :

- a) Les éléments portants (plafonds, planchers, fonds et étagères), qui exigent une grande résistance à la flexion et un module d'élasticité élevé, tout au moins pour les surfaces extérieures de la construction;
- b) Les éléments de support (parois latérales), qui doivent avoir une résistance suffisante à la torsion et à la flexion;
- c) Les éléments indépendants (cloisons légères, portes), qui exigent une très grande stabilité de forme et de dimensions et doivent pouvoir être montés par les bords. Une résistance élevée au choc et une faible densité sont également souhaitables;
- d) Les éléments de couverture (revêtements des parois intérieures et extérieures, feuilles peintes ou imprimées, paroi du dos), qui doivent être minces tout en ayant une densité suffisante pour présenter une résistance élevée à la flexion.

FIGURE XIII. PRINCIPAUX ELEMENTS D'UN BATIMENT ET D'UN MEUBLE



- Légende :
- 1) Elément portant
 - 2) Elément de support
 - 3) Elément indépendant
 - 4) Elément de couverture

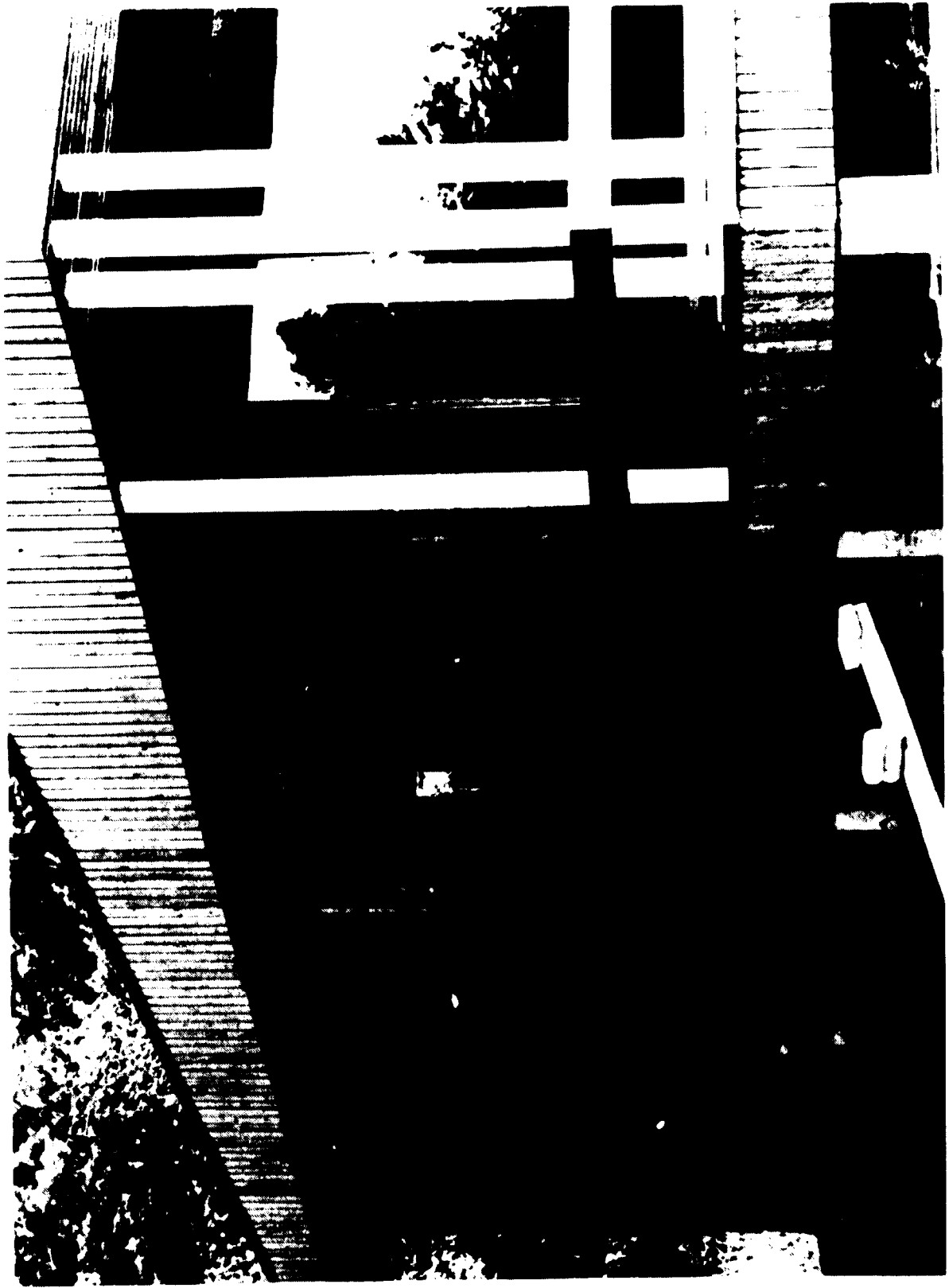
Les panneaux durs conviennent aux éléments c) et d) quand il s'agit d'un ouvrage, une porte par exemple, construit en nid d'abeilles. On peut employer des panneaux demi-durs, épais et lourds, lisses sur une face ou deux, dans le bâtiment pour les éléments a) b) c), sous forme de revêtements intérieurs ou extérieurs, peints ou traités d'une autre façon. Des panneaux verticaux ou horizontaux de 10 à 12 mm d'épaisseur conviennent particulièrement aux emplois extérieurs (figure XIV). Dans l'industrie du bâtiment, les panneaux mous se prêtent aux éléments d).

Il est possible de déterminer scientifiquement les propriétés physiques et mécaniques des éléments mentionnés ci-dessus, et de fabriquer des panneaux répondant aux exigences techniques particulières qu'implique leur emploi final. On peut ainsi trouver la solution la plus rentable et éviter l'emploi de panneaux de trop bonne ou de trop mauvaise qualité, ce qui permet de réduire la diversité du stock de panneaux.

SURFACE ET ASPECT DE L'OUVRAGE DE MENUISERIE

Les ouvrages de menuiserie doivent avoir deux caractéristiques essentielles : un aspect agréable - surface et couleur - ce qui est souvent une question de goût; une qualité de surface correspondant aux caractéristiques physico-chimiques de l'ouvrage et à l'usage auquel il est destiné. Ces exigences sont les suivantes :

FIGURE XIV. PANNEAUX DEMI-DURS DE 10 mm 5800 kg/m³ A L'EXTERIEUR D'UNE MAISON MODERNE



- a) La surface extérieure des éléments portants doit être agréable d'aspect et capable de résister à une forte usure mécanique et chimique;
- b) La surface extérieure des éléments de support doit être agréable d'aspect, stable à la lumière et, dans une certaine mesure, lavable et résistante à l'humidité;
- c) La surface des éléments indépendants doit être de première qualité en ce qui concerne la stabilité à la lumière et l'aspect;
- d) La surface des éléments de couverture doit être bien adaptée au milieu dans lequel ces éléments seront utilisés;
- e) En général, les ouvrages de menuiserie doivent avoir une surface dure, qui soit résistante à l'usure, au choc, à la chaleur et à la lumière, tout en donnant une impression générale de propreté.

EMPLOI EN MENUISERIE DES PANNEAUX DURS ET DEMI-DURS TRAITES

Les panneaux durs ordinaires sont un matériau bon marché, et, si on ne peut pas les traiter à peu de frais, il est plus rentable de recourir à des matériaux plus coûteux.

La surface des panneaux de fibres est unie, compacte et lisse, et elle travaille peu parallèlement aux faces. En outre, on dispose de beaucoup de techniques modernes pour les recouvrir, par exemple :

- Enduit à la pâte de bois "ivoire"
- Apprêt (mastic ou bouche-pores)
- Peinture et vernis
- Impression au rouleau ou à l'écran de soie

Revêtement stratifié (à des fins architecturales, pour la construction et les usages industriels)

- Revêtement par extrusion
- Moulage à la presse
- Découpage à la presse
- Revêtement radio-chimique (le panneau est imprégné de monomères, puis durci par rayonnement)

On peut tirer un meilleur parti des ressources en bois en améliorant la surface de matériaux qui, tout en ayant une structure appropriée, ont un aspect peu attrayant et posent des problèmes de finition; on obtient de cette façon des matériaux qui conviennent à la fabrication d'ouvrages de première qualité. A cette fin, on peut recouvrir ces matériaux d'une couche de finition ou de décoration. Toutefois, l'application de ce genre de revêtement ne doit pas coûter trop cher pour être rentable. Ces revêtements ont ouvert de nouveaux débouchés pour les panneaux de fibres qui peuvent être adaptés de diverses façons à leur usage final. Les améliorations du matériel de production portent notamment sur la détection et la correction automatique des défauts survenant au cours d'opérations continues.

Les panneaux durs à surface ivoire sont le plus couramment utilisés en menuiserie pour faire le dos de placards, les fonds de tiroirs et les plans de couchage de lits.

Les panneaux apprêtés sont faciles à peindre en obtenant des surfaces très lisses. Ils peuvent être facilement employés pour les piétements de buffet et de placards.

Les panneaux durs et demi-durs recouverts de peinture polyester ou de peinture alkydique sont un produit commercial couramment utilisé en menuiserie, et servent surtout à la fabrication de divers meubles et au revêtement des murs. Les panneaux durs imprimés et peints sont souvent employés pour les cloisons et les parties arrières des meubles et des éléments encastrés. Les motifs, de type classique, fantaisie ou façon bois, peuvent être variés sans accroissement notable du coût. Ils peuvent être appliqués sans beaucoup de frais à l'aide des techniques modernes de la sérigraphie.

Pour la stratification des surfaces employées en architecture et en construction, on a recours à différents produits (mélamine thermodurcissable, urée, phénol, polyester, feuilles de plastique ou pellicules de CPV, qui sont souples (plastifiés), durs ou demi-durs (non plastifiés). Il existe trois groupes de revêtements à base de résines : les revêtements de forte densité ou de densité moyenne et les revêtements spéciaux.

Les panneaux intérieurs demi-durs, qui sont recouverts à l'usine d'une pellicule de CPV souple ou de tissu plastifié, sont un matériau utile pour recouvrir les murs intérieurs. On emploie du plastique dur de 0,5 mm d'épaisseur pour les surfaces verticales des pièces et des meubles, et du plastique dur de 0,7 mm d'épaisseur pour les meubles de cuisine et les tiroirs, qui exigent plus de résistance au choc. Dans les cas où la surface des panneaux durs et demi-durs est exposée à une forte usure, à des chocs ou à un traitement brutal, on utilise un revêtement plastique de 1,5 mm d'épaisseur.

La stratification en usine peut augmenter la solidité, la rigidité et la résistance à l'usure, au choc et aux conditions atmosphériques. Le revêtement peut être en plastique renforcé par de la fibre de verre ou en métal. Le procédé d'application le plus courant est le procédé par voie humide pour le panneau composite recouvert de plastique renforcé par de la fibre de verre, et l'utilisation d'adhésifs à chaud ou à froid pour le panneau à revêtement de métal. Les colles à froid ont l'avantage d'éviter la plupart des problèmes de stabilité dimensionnelle que pose le pressage à chaud de matériaux qui n'ont pas les mêmes propriétés de dilatation thermique.

Les panneaux demi-durs et les bâtis faits avec ces panneaux sont recouverts par extrusion et, dans ce cas, les panneaux sont revêtus de thermoplastiques durs. Les tiroirs et autres éléments de meubles peuvent être recouverts de cette façon d'une pellicule de CPV de 0,5 à 0,7 mm d'épaisseur. Cet ensemble panneau-pellicule plastique est notamment moins cher que si les éléments correspondants étaient fabriqués en hêtre massif ou en CPV préformé. Le revêtement plastique assure une bonne isolation contre l'humidité et augmente d'environ 30 % la résistance de l'âme à la flexion. La République fédérale d'Allemagne consomme de grosses quantités de panneaux de fibres revêtus; en 1969, la production de panneaux durs revêtus y a été de 6 millions de m², dont la plus grande partie a été employée en menuiserie et pour la fabrication de téléviseurs.

Les panneaux durs (d'une épaisseur de 2 à 3,5 mm) peuvent être pressés à chaud, par voie humide ou à sec, pour leur donner différentes formes s'ils sont d'abord chauffés pendant 5 secondes à près de 400°C puis refroidis rapidement à la température normale. Ce traitement n'entraîne aucune diminution sensible de leur résistance. Aux Etats-Unis, on utilise diverses méthodes de moulage à la presse et on y fabrique chaque année 50 000 tonnes de ces panneaux destinés aux industries du meuble et de l'automobile, où ils sont surtout employés comme âme dans les sièges et parois de voitures.

Les panneaux durs et demi-durs découpés à la presse et perforés sont couramment utilisés dans l'industrie de la radion, de la télévision et du meuble. Les panneaux épais demi-durs, traités à sec et d'une densité de 0,6 sont faciles à fraiser, et les produits ainsi obtenus sont de bonne qualité.

Les panneaux de fibres peuvent être imprégnés de produits chimiques et ensuite durcis par rayonnement. Cette technique est encore en pleine évolution, mais on prévoit qu'elle aura de nouvelles applications en menuiserie.

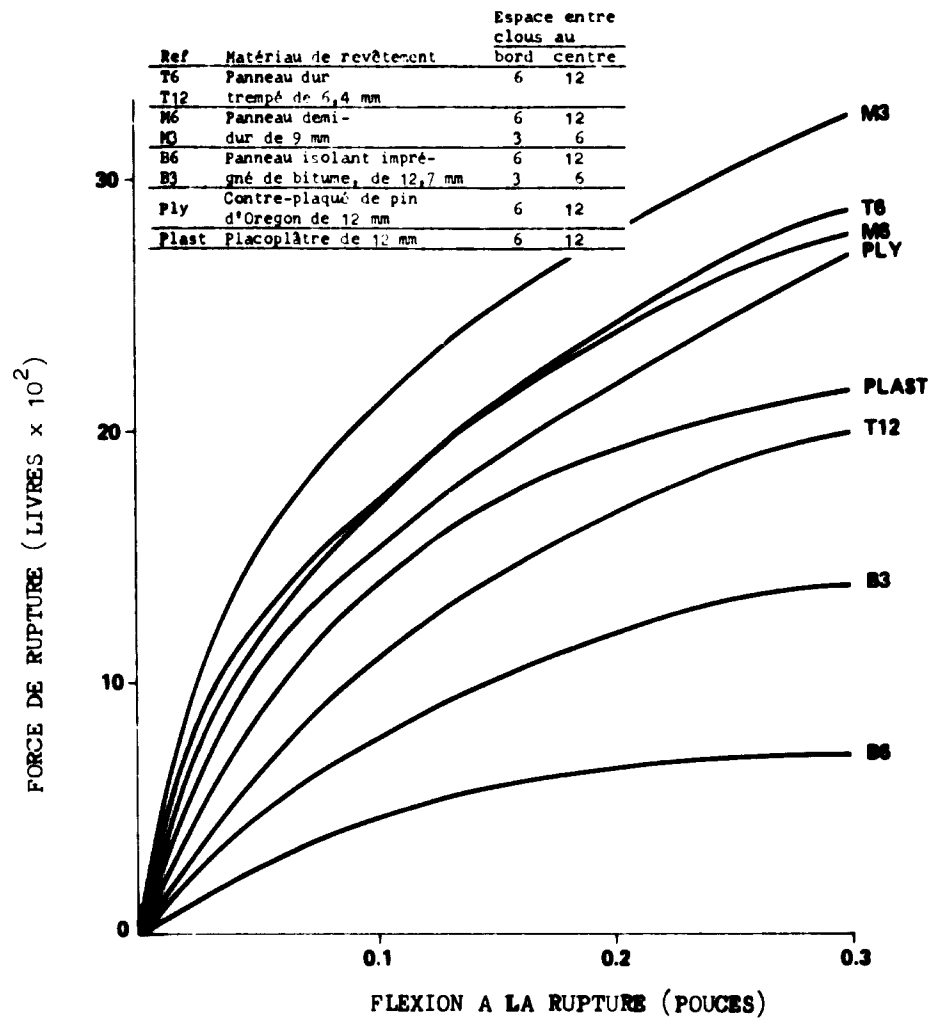
L'emploi des panneaux durs et demi-durs en menuiserie peut à l'heure actuelle se résumer comme suit :

- a) Les placards et les éléments de cuisine sont très largement normalisés, de sorte que les dimensions extérieures sont les mêmes quel que soit le fabricant. Ces dimensions sont telles que l'on peut découper les différents éléments de l'installation dans des panneaux normalisés, avec un minimum de pertes. Les entreprises de menuiserie peuvent aussi commander des panneaux de dimensions normalisées, ce qui est plus avantageux du point de vue prix;
- b) Pour la fabrication des meubles de cuisine, on n'observe aucune tendance à substituer les matières plastiques aux panneaux de fibres. Au contraire, on constate un retour à la bonne vieille cuisine où l'on se sent à l'aise;
- c) En menuiserie, on pratique la fabrication en grande série et on accorde normalement une attention particulière au prix de revient. En ce qui concerne l'apprêtage, malgré les bons résultats couramment obtenus avec un seul revêtement, il faut employer des panneaux durs à surface dense;
- d) Les recherches que le FPRL^{4/} a faites au Royaume-Uni sur les panneaux composites ont révélé, lors de l'essai sur la résistance des portes au choc avec un corps dur, la supériorité de l'âme à nid d'abeilles en papier;
- e) Le FRL a terminé ses travaux sur les propriétés de la structure des panneaux durs. On peut désormais raisonnablement affirmer que les panneaux durs trempés de 4,8 mm peuvent être employés pour des constructions qui exigent une bonne résistance au cisaillement et à la flexion. A cet égard, ils sont comparables au contre-plaqué de 6,4 mm. Mais leur emploi est peut-être limité dans une certaine mesure par leur faible module d'élasticité, surtout dans les conditions de déformation par flexion (plancher porteur).
- f) Selon un rapport du FPRL sur la résistance à la rupture du bois utilisé pour des éléments de parois, des résultats légèrement meilleurs ont été obtenus avec une plaque analogue faite en contre-plaqué de pin d'Orégon de 12 mm pour revêtements extérieurs (figure XV);

^{4/} Voir note 3.

- g) Les panneaux demi-durs et épais (6 à 20 mm), d'une masse volumique de 600 à 800 kg/m³, conviennent très bien aux travaux de menuiserie et peuvent être spécialement fabriqués pour les emplois extérieurs dans l'industrie du bâtiment. Le procédé de fabrication le plus rapide est le procédé à sec. Les panneaux durs et minces (3,2 mm) pour portes et placards sont généralement obtenus par le procédé humide. La figure XVI donne une idée générale du coût des différents procédés et de la capacité de production quand on utilise une presse de 1,20 m sur 7,30 m. En fin de compte, c'est le nombre d'espaces entre plateaux qui détermine la capacité de production.

FIGURE XV. COMPARAISON DES FORCES DE RUPTURE ET DE LA FLEXION CORRESPONDANTE POUR DIFFERENTS MATERIAUX DE REVETEMENT SOUS UNE CHARGE VERTICALE DE 22,3 kN



Le tableau 3 donne une description d'une nouvelle qualité (K) de panneaux de construction durs courants, de panneaux trempés à l'huile et de panneaux demi-durs. Les chiffres sont séparés en deux groupes, selon les exigences de deux milieux différents.

FIGURE XVI. INVESTISSEMENTS NECESSAIRES POUR LA FABRICATION DE PANNEAUX DEMI-DURS DE 12 mm SELON TROIS PROCEDES DIFFERENTS :
1, VOIE HUMIDE, 27 000 TONNES/AN; 2, VOIE SECHE, COLLAGE AU PHENOL, 50 000 TONNES/AN; 3, VOIE SECHE, COLLAGE A L'UREE, 90 000 TONNES/AN

Millions de marks
finlandais

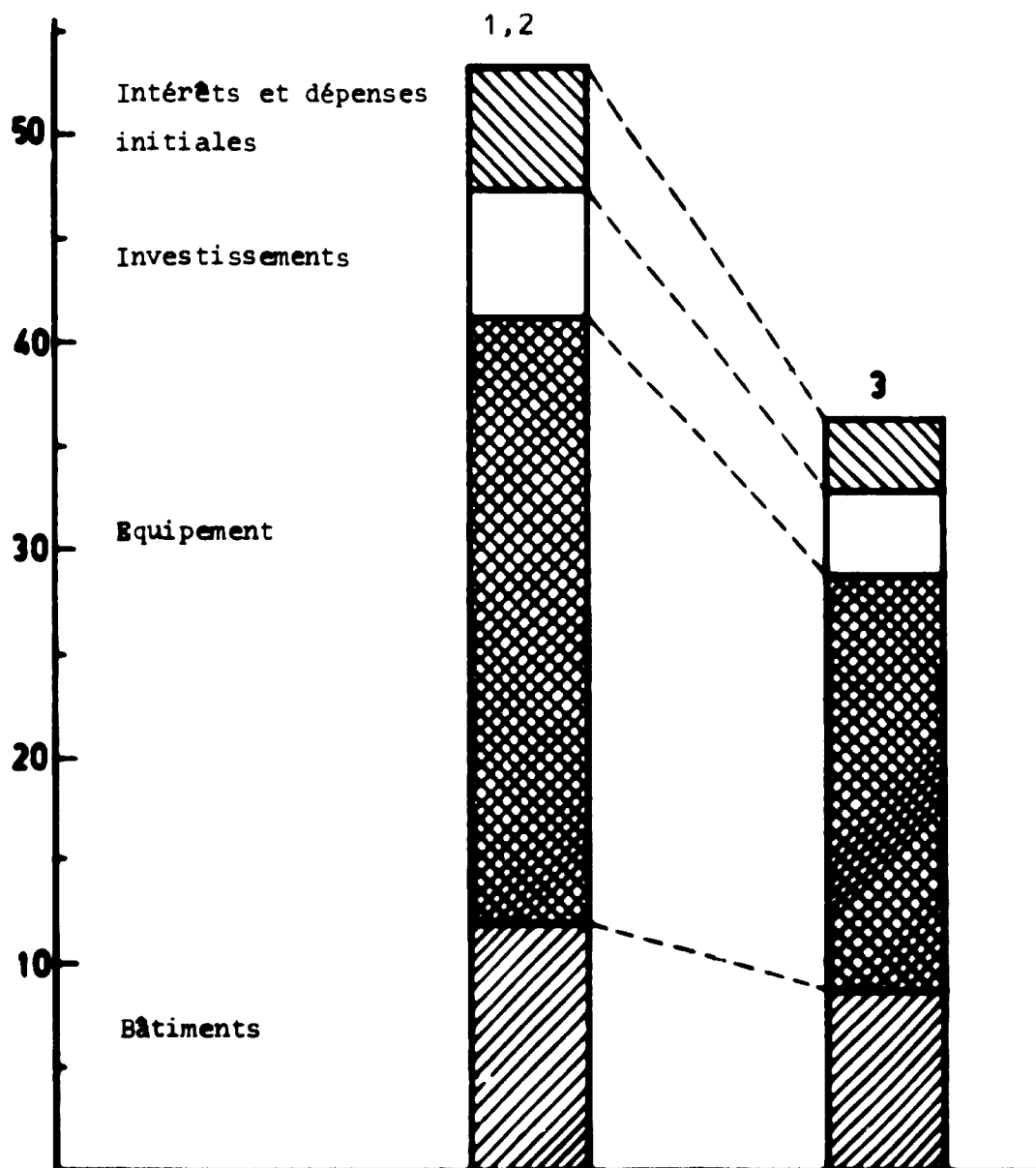


Tableau 3
Contraintes admissibles pour trois variétés d'une nouvelle
qualité (K) de panneau dur normal de construction,
dans deux groupes I et IIa/3e milieu
(N/mm²)

Type de panneau	Type de contrainte							Module E (//)	Module G (cisail- lement du panneau)
	Flexion (//)	Traction		Compression		Cisaillement			
		(//)	(⊥)	(//)	(⊥)	(couche)	(panneau)		
Groupe I									
Trempé à l'huile	11	6	0,2	6	5	0,4	4	3 500	1 800
Standard	7	5	0,15	4	5	0,3	3	1 700	830
Qualité moyenne	3	1		1	1	0,05	1	880	440
Groupe II									
Trempé à l'huile	5	3	0,08	2	5	0,3	2	1 800	880
Standard	3	2	0,05	1	5	0,2	1,3	880	440
Qualité moyenne	1	0,8		0,4	0,5	0,4	0,6	340	200

Source : A. Lundgren, Träskivor som byggnadsmaterial, Nyköping, 1967.

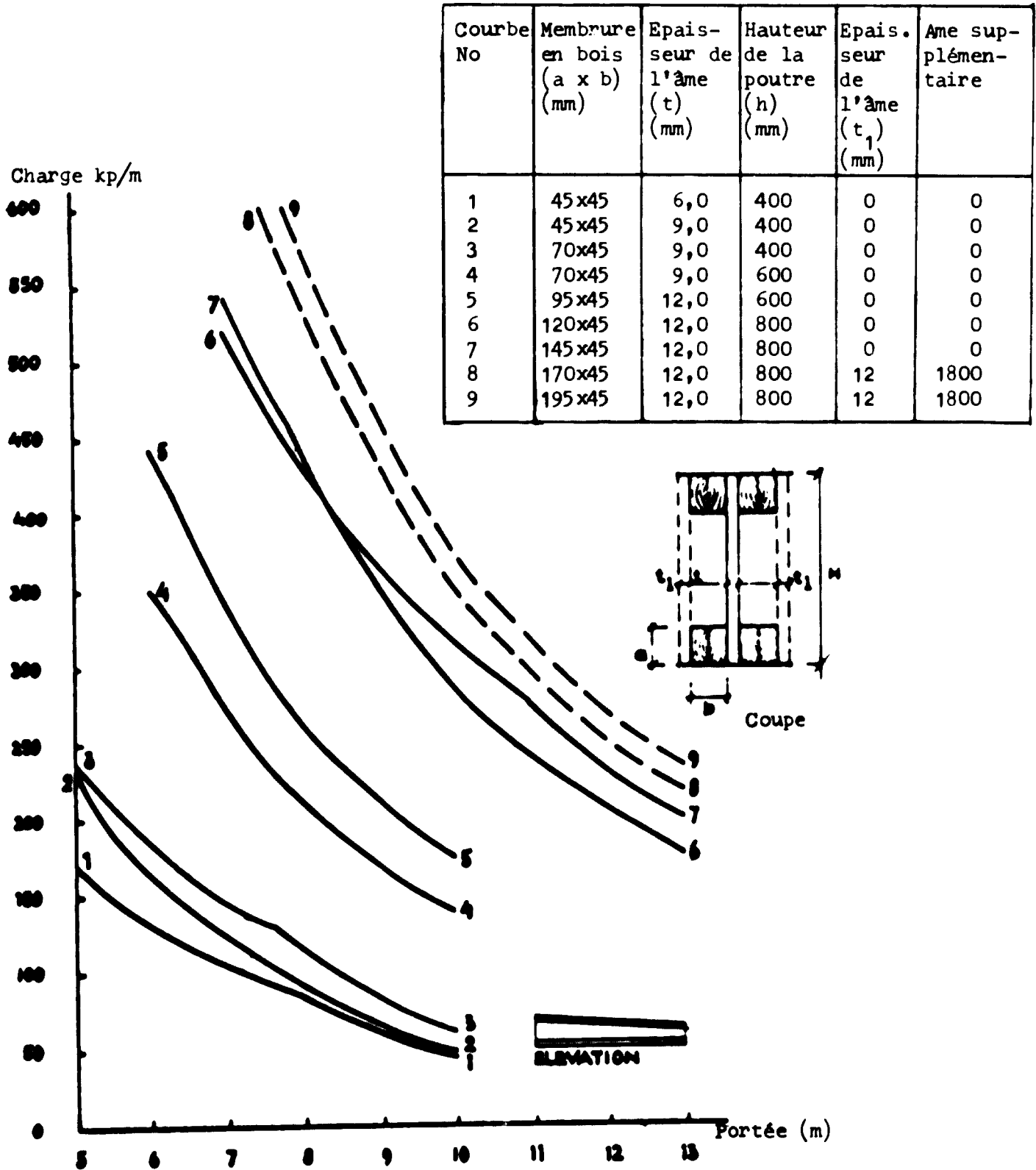
a/ Groupe I, la plupart des éléments dans des bâtiments chauffés, avec une humidité relative inférieure à 75 %. Groupe II, la plupart des éléments dans des bâtiments temporairement chauffés et aérés, avec une humidité relative s'élevant à 95 %. Symboles : // = parallèle au fil de la face; ⊥ = perpendiculaire au fil de la face.

On calcule les principales contraintes en appliquant un facteur de sécurité aux valeurs minimales, comme indiqué au tableau 3, pour tenir compte de facteurs tels que la fréquence et la durée de la charge, la surcharge accidentelle, la taille et la forme de l'éprouvette. Dans le cas du bois de construction et du contre-plaqué, une valeur de 2,25 est désormais jugée acceptable en ce qui concerne la flexion et le cisaillement. Pour ce qui est des panneaux durs, le FPRL a globalement recommandé un facteur de sécurité de 3. En Suède, Lundgren a proposé l'adoption d'une valeur de 2,66 pour les règles de construction. La figure XVII indique la charge et la portée admissibles pour neuf types différents de poutres en panneau dur et bois, avec une en panneau dur trempé à l'huile.

La situation des matériaux à base de panneaux de fibres de construction s'améliorerait dans son ensemble si ces matériaux étaient considérés comme des éléments résistants. De toute évidence, les panneaux durs, les panneaux demi-durs et les panneaux isolants se prêtent dans la construction à toute une gamme d'applications nouvelles.

L'emploi du panneau de fibres est la manière la plus rationnelle et la plus compétitive d'utiliser le bois sous forme de plaques. Il fournit également aux entreprises de transformation du bois des matériaux de bonne qualité et bon marché pour les industries de la construction, de la menuiserie et du meuble.

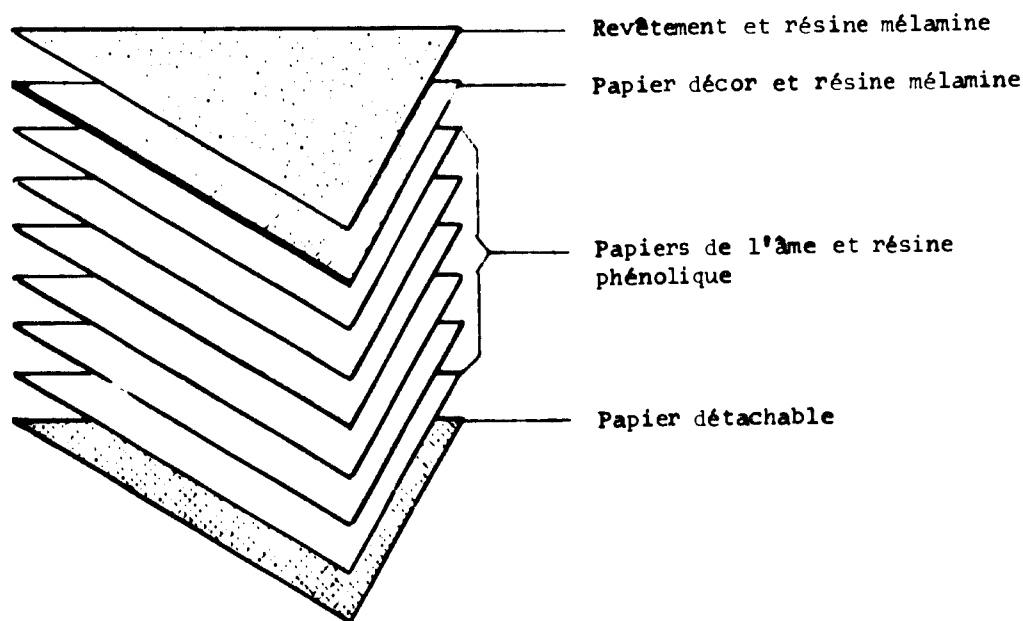
FIGURE XVII. CHARGE ET PORTEE ADMISSIBLES POUR NEUF POUTRES EN BOIS
ET PANNEAU, AVEC AME EN PANNEAU DUR TREMPE A L'HUILE.
MILIEU CORRESPONDANT AU GROUPE II



VI. LES PROPRIETES ET L'EMPLOI DES STRATIFIES DECORATIFS A BASE DE PAPIER*

Beaucoup de matières plastiques, comme le similibuc, les textiles plastifiés, les pellicules de plastique et, dans une large mesure, les stratifiés, sont à l'heure actuelle employés comme revêtements intérieurs. Les stratifiés ou stratifiés décoratifs sont fabriqués avec du papier et du plastique. Des feuilles de papier, imprégnées de plastique, sont comprimées à une température élevée (100 kp/cm^2) entre des plateaux d'acier et transformées en un panneau homogène. Le stratifié décoratif se compose de deux sortes de plastique et de trois types de papier. L'âme est formée de papier kraft et de résine phénol-formol, tandis que la surface visible est faite de papier décoratif (papier décor) uni ou à motifs et d'une pellicule de revêtement transparente. Ces deux papiers ont été imprégnés de résine mélamine-formol, matière dure, transparente et extrêmement résistante à la chaleur (figure I).

FIGURE I. STRUCTURE DU STRATIFIE



Dans plusieurs pays, les stratifiés décoratifs à surface de résine mélamine sont fabriqués industriellement depuis les années 40. Les marques les plus connues sont "Formica" aux Etats-Unis et au Royaume-Uni, "Resopal" en République fédérale d'Allemagne, "Perstorp" et "panneau IKI" en Finlande. La production mondiale dépasse 200 millions de m^2 .

Les principaux pays producteurs sont par ordre d'importance décroissante les Etats-Unis, l'Italie, le Japon, la République fédérale d'Allemagne, la France, le Royaume-Uni et la Suède. Les plus grandes usines fabriquent plus de 10 millions de m^2 de stratifiés par an, et les usines moyennes de 2 à 3 millions. La taille minimale que doit avoir une usine de

* Par Heikki J. Ahonen, G. A. Serlachius Oy, Kolho (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.163/28.)

stratifiés pour être rentable dépend des conditions locales, mais 1 million de m² par an est dans bien des cas la production minimale. Cette production est assurée par une seule chaîne de fabrication.

Selon les statistiques européennes, les stratifiés décoratifs sont surtout employés pour les meubles de cuisine (environ 42 %); 35 % pour les autres meubles; 7 % pour les véhicules de transport en commun, comme les bateaux, les cars et les autobus, les trains; 12 % pour les portes et les revêtements de murs et 4 % pour les autres usages. Les chiffres varient sensiblement d'un pays à l'autre; en Scandinavie, par exemple, la proportion des stratifiés employés dans les véhicules est de 17 %. L'emploi le plus courant et le plus ancien des stratifiés reste le revêtement des tables dans les cuisines, les magasins et les cafés; cet emploi s'est depuis étendu aux surfaces verticales des meubles de cuisine, aux portes, aux salles de bain, à l'aménagement intérieur des hôtels, aux meubles et aux parois des cabines de paquebots, aux autobus et aux trains. Il faut par exemple dans les 50 000 m² de stratifiés décoratifs pour un seul navire de croisière de luxe. Des stratifiés décoratifs pour revêtement extérieur de murs ont été dernièrement mis sur le marché, mais on ne dispose pas encore d'observations suffisantes pour dire s'ils conviennent réellement à cet emploi. Dans ce cas, le stratifié doit avoir une très grande résistance à la lumière. Les stratifiés pour revêtement extérieur ont habituellement de grands motifs et 3 mm d'épaisseur.

Les stratifiés se prêtent à quelques modifications, dont les trois suivantes :

- Stratifiés postmoulés
- Stratifiés ignifugés
- Stratifiés à basse pression, c'est-à-dire des panneaux de particules directement stratifiés

En principe, les stratifiés postmoulés sont fabriqués de la même façon que les stratifiés ordinaires. La résine est modifiée pour la ramollir de façon à courber les plaques selon deux dimensions. On peut obtenir ainsi des coins incurvés. Pour faire ce travail, l'utilisateur doit être équipé pour porter le panneau à la température de 160°C et le courber comme il le souhaite.

Les stratifiés ignifugés sont employés dans les bateaux. Certaines substances sont ajoutées à la résine ou au papier pour les empêcher de brûler. On peut rendre le stratifié auto-extinguible et l'empêcher de brûler complètement. Toutefois, le stratifié se carbonisera plus ou moins selon les circonstances de l'incendie. Les panneaux directement stratifiés sont très différents des stratifiés ordinaires. On les fabrique directement en usine en pressant le papier décoratif sur la surface d'un panneau de particules. Mais la pression ne doit pas dépasser 15 kp/cm² si l'on veut éviter de comprimer le panneau.

Les panneaux de particules directement stratifiés sont employés pour les surfaces intérieures des meubles de cuisine, mais pas pour les dessus de table. Ils sont évidemment moins solides que les stratifiés véritables, mais ils coûtent moins chers parce qu'il n'y a pas lieu de les coller ultérieurement sur un panneau de particules, puisque la stratification et le collage ont été effectués simultanément. L'emploi des stratifiés n'a pas cessé de progresser dans le monde entier : en Europe occidentale, il a augmenté de 10 % par an environ, surtout que ce matériau a des surfaces durables, hygiéniques et d'un bel aspect.

L'aspect des stratifiés dépend du papier décor et de la finition de la surface. Comme on l'a mentionné plus haut, le papier peut être décoré, imprimé ou uni. Les motifs imprimés se divisent en trois grands groupes : imitations de bois, imitations de textiles et motifs fantaisie. Les cylindres d'impression sont gravés par photogravure; c'est ainsi que l'on peut reproduire exactement le grain du bois.

Toutefois, le diamètre du cylindre n'étant généralement que d'une trentaine de centimètres, le motif se répète par intervalles de 1 m. Les plus grandes usines ont leurs propres machines à imprimer et leurs collections de motifs; les petites et les moyennes entreprises achètent leurs papiers imprimés chez les mêmes sous-traitants. C'est pourquoi les mêmes motifs se retrouvent dans les collections de plusieurs fabricants. Mais un fabricant peut acheter l'exclusivité d'un cylindre et obtenir ainsi un motif original pour sa collection.

Les papiers décor unis sont déjà colorés par leur fabricant. Il n'est donc pas rentable de fabriquer en petites quantités des papiers d'une couleur ne figurant pas dans une gamme.

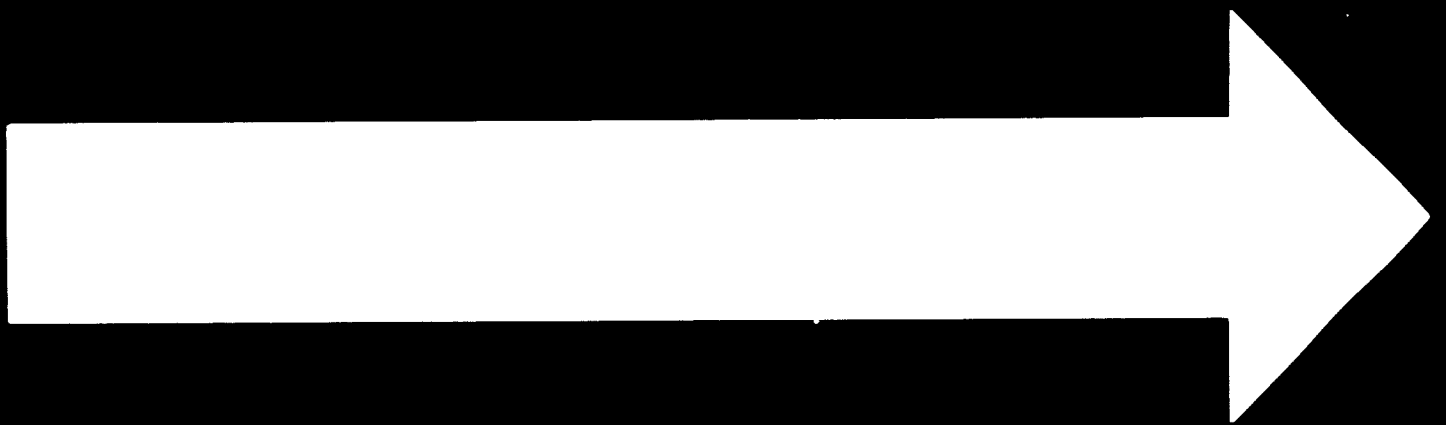
On devra faire comprendre aux architectes qu'il est plus facile d'assortir les peintures à un stratifié que de trouver un stratifié en harmonie avec une nuance de peinture.

On peut d'ailleurs obtenir un aspect différent en jouant sur la finition de la surface, qui est normalement brillante, semi-mate ou mate. Des surfaces dites tridimensionnelles sont en vente depuis peu. La plus appréciée est peut-être celle qui imite le grain du bois grâce à un fini poreux, qui donne un aspect proche de celui du bois. La troisième dimension sert également à imiter les textiles en donnant à la surface un aspect texturé.

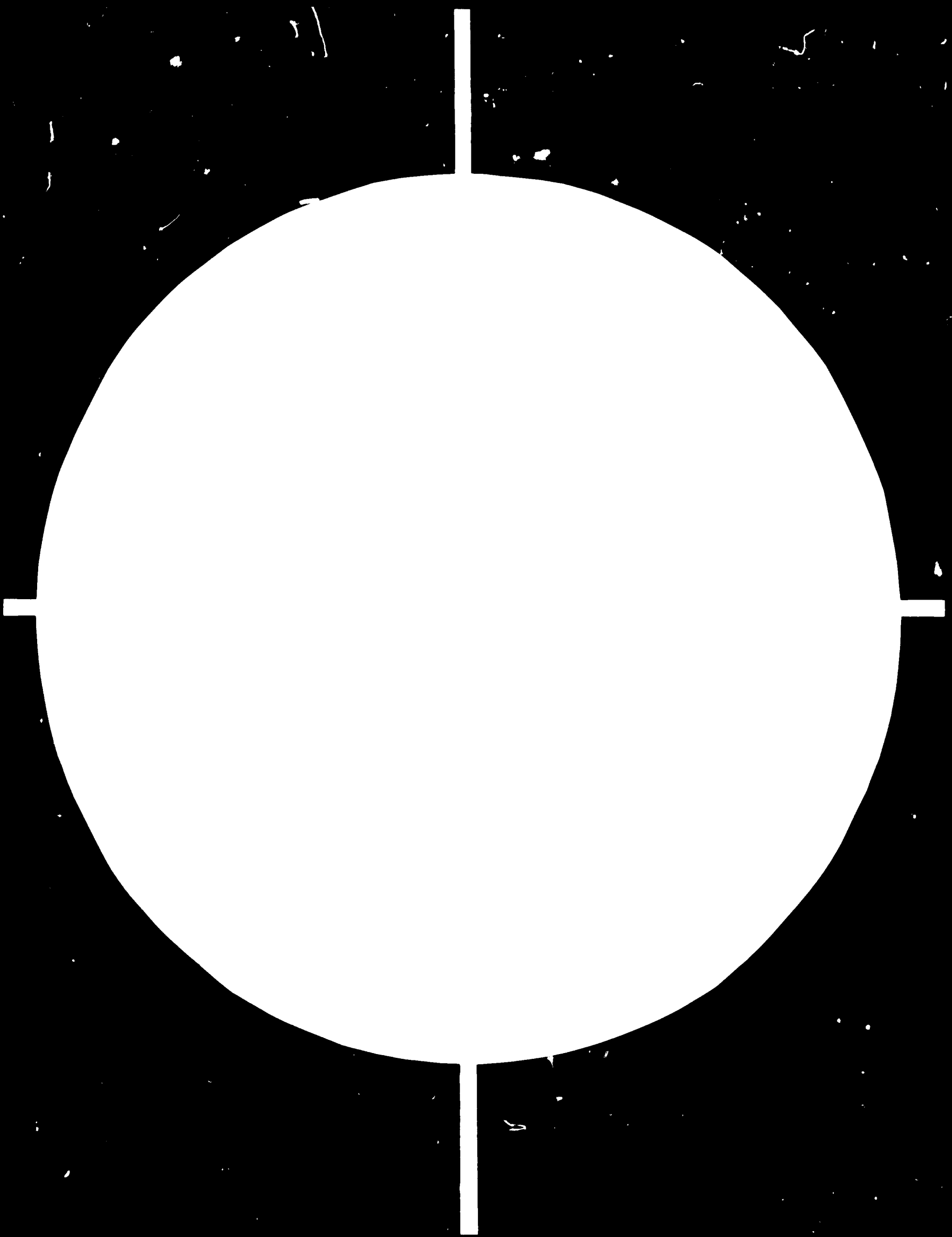
Quand le stratifié ne comprend ni papier décor ni revêtement de surface, on l'appelle stratifié industriel ou technique. Ce produit est surtout employé pour des éléments de machines et de meubles, par exemple sur le dessous des plateaux de tables pour donner plus d'homogénéité à la construction.

On peut faire varier l'épaisseur du stratifié en modifiant la quantité de papier employé pour l'âme. A titre de curiosité, on pourrait fabriquer des stratifiés de 50 mm d'épaisseur. Le stratifié le plus mince proposé dans le commerce n'a que 0,5 mm d'épaisseur. Les épaisseurs les plus courantes sont 0,7, 0,8, 1, 1,4 et 1,6 mm. En règle générale, les fabricants préfèrent les épaisseurs de 1 à 1,6 mm, car il est difficile de manier des plaques plus minces et de grandes dimensions; ces plaques ayant tendance à se rompre, il n'est en définitive pas plus cher d'acheter des stratifiés plus épais. Les épaisseurs de 1 à 1,6 mm sont employées pour les surfaces horizontales. Les plus minces (0,7 à 1 mm) sont employées pour les surfaces verticales; ces stratifiés n'exigeant pas une résistance particulièrement élevée à l'abrasion, on peut donc se passer de revêtement de surface, surtout s'ils sont unis. Dans ce cas, si la plaque est moins dure, elle est aussi moins fragile. La tolérance d'épaisseur est généralement de $\pm 10\%$. Les dimensions des stratifiés varient beaucoup selon les fabricants. La longueur est normalement comprise entre 245 et 360 cm, et la largeur entre 125 et 180 cm; les dimensions courantes sont 125 x 245 cm et 125 x 305 cm. La largeur de loin la plus courante se situe entre 122 et 127 cm, car on peut en tirer deux largeurs de table de cuisine. Comme le produit est vendu découpé à certaines dimensions et qu'il n'est pas commercialisé sous forme de rouleaux par exemple, il en résulte des pertes en longueur et en largeur.

B-657



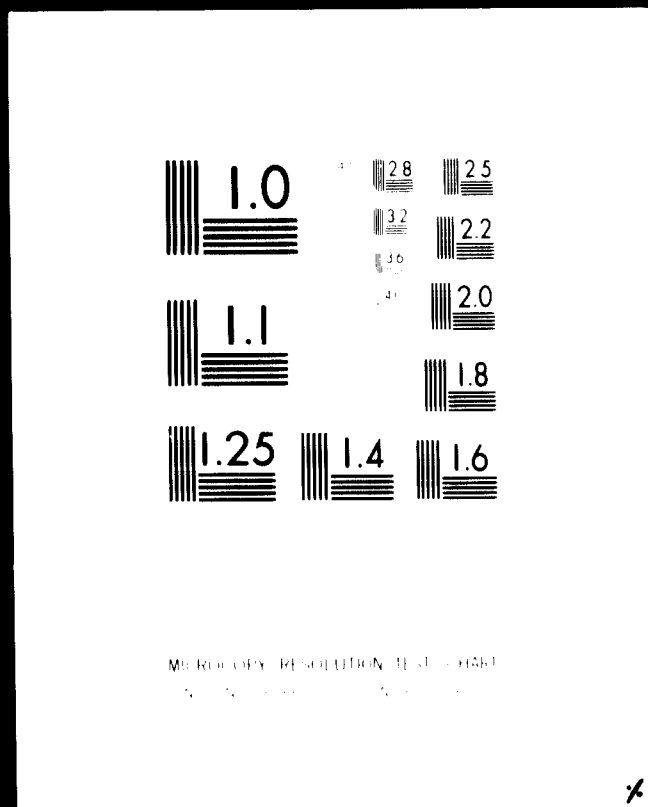
81.11.26



2 OF 6

09256

F



24x

D

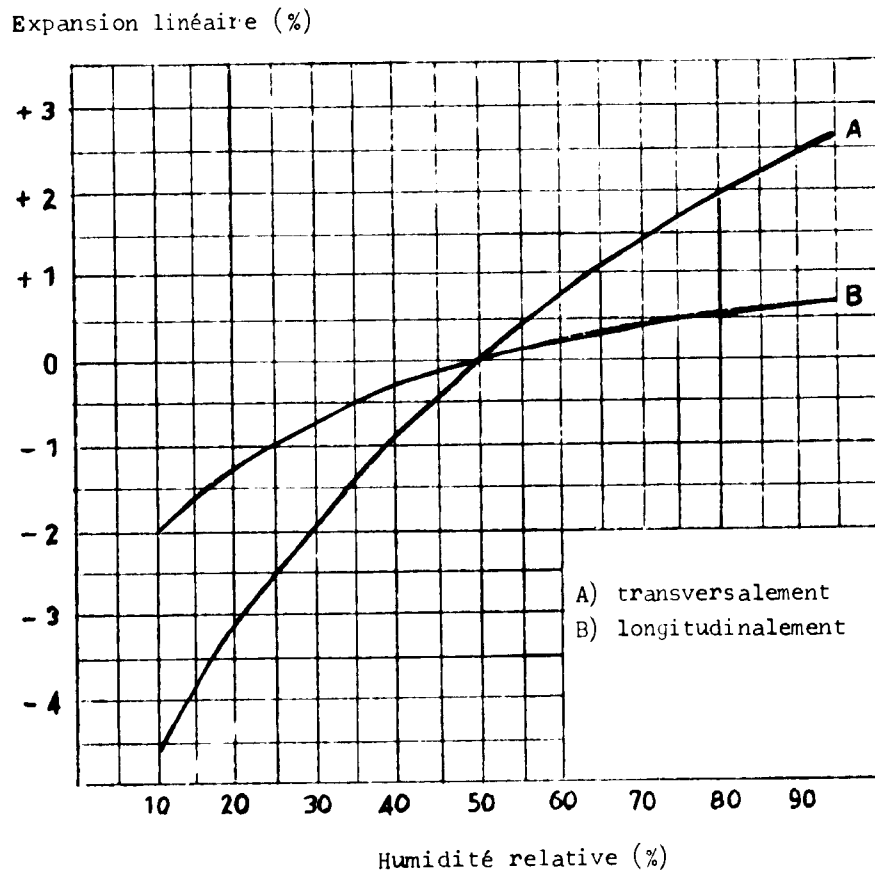
LES STRATIFIES LES PLUS COURANTS ET LEURS PROPRIETES

Le stratifié décoratif est très résistant à l'usure et à l'abrasion. Il a aussi l'avantage non négligeable de supporter des températures supérieures à 100°C. On peut sans crainte poser une bouilloire d'eau bouillante sur un stratifié, et une cigarette allumée peut même rester deux minutes sur sa surface sans l'abîmer. Ces propriétés avantageuses sont surtout dues à la résine de mélamine, qui est dure et transparente. Dans les stratifiés destinés aux surfaces horizontales, cette propriété est renforcée par un revêtement ayant une teneur particulièrement élevée en résine.

Les stratifiés décoratifs ont aussi des inconvénients car ils sont composés de trois matières différentes : le papier, la résine phénolique et la résine de mélamine. Toutes ces matières ont des caractéristiques physiques et chimiques différentes. Quand elles sont stratifiées, l'âme et la surface ne se comportent pas de la même façon. Les variations de température et d'humidité sont à l'origine de tensions entre les couches, ce qui peut entraîner un décollement entre couches et le voilement de la plaque. Les caractéristiques du papier sont la cause de la plupart de ces inconvénients, que les résines ne peuvent pas supprimer complètement, car 60 % du stratifié se composent de papier. Les fibres du papier ont tendance à absorber l'humidité de l'air et à se gonfler; en milieu sec, elles perdent de leur humidité et se contractent. Les dimensions de la plaque changent donc quelque peu selon l'humidité relative de l'air (figure II). Par exemple, quand un stratifié qui a séjourné dans un entrepôt humide et froid est collé sur un panneau de particules et qu'il se trouve par la suite en milieu sec, il se contracte; mais il s'allonge au moment du collage en provoquant de fortes tensions. Si le panneau de particules n'est pas solidement fixé, il se courbera, et, dans ces conditions extrêmes, le stratifié se rompra. Ce risque peut être évité en collant le stratifié dans des conditions atmosphériques normales, en milieu ni trop humide ni trop sec. Ces inconvénients sont alors en partie supprimés. La résistance du stratifié dépend aussi du papier, tout comme les variations dimensionnelles mentionnées plus haut, qui se manifestent transversalement et longitudinalement. Les fibres du papier étant surtout orientées dans le sens longitudinal, cette caractéristique se retrouve aussi dans le stratifié. C'est pourquoi le stratifié se gonfle et se contracte plus dans le sens transversal que dans le sens longitudinal. Le gonflement par passage de la sécheresse absolue à l'humidité tropicale peut être de 0,8 % dans le sens transversal et de 0,3 % dans le sens longitudinal. Toute entrave à ces variations entraîne une tension correspondante. On relève la même différence en ce qui concerne la résistance à la traction et le module d'élasticité, qui sont plus grands dans le sens longitudinal que dans le sens transversal. Bien que le papier soit responsable de ces inconvénients, c'est lui qui augmente la résistance du stratifié. On peut aussi imprimer facilement divers motifs sur le papier.

Les normes de la National Electric Manufacturers' Association de New York (NEMA) sont les plus souvent employées pour le contrôle de la qualité des stratifiés. Mais il y en a d'autres, notamment les Deutsche Industrie-Norm (DIN) en République fédérale d'Allemagne, les British Standards (BS) au Royaume-Uni et les normes suédoises de la Sveriges Standardiseringskommission (SIS) en Scandinavie

FIGURE II. STABILITE DIMENSIONNELLE DU STRATIFIE



Leurs références et les propriétés soumises aux essais sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Liste comparative des normes relatives aux stratifiés décoratifs à base de plastique

Objet de l'essai	NEMA	SIS	DIN	BS
Résistance à l'abrasion	LD 1-2.01			
Résistance à l'eau bouillante	LD 1-2.02	R 70 50 02	53799	3794
Résistance aux températures élevées	LD 1-2.03	34 58 03	53799	
Résistance aux cigarettes allumées	LD 1-2.04	-	53799	
Résistance aux taches	LD 1-2.05	24 58 05	53799	
Résistance à la lumière	LD 1-2.06	24 58 05	53799	
Résistance à l'eau	LD 1-2.07	24 58 01		2782
Stabilité dimensionnelle	LD 1-2.08	24 58 06	53799	
Résistance à la flexion	LD 1-2.09			3794
Module d'élasticité	LD 1-2.09			3794
Flexion à la rupture	LD 1-2.09			3794
Contrôle de l'aspect	LD 1-2.10		53455	3794
Résistance à la traction	LD 1-2.14			
Résistance au choc	LD 1-2.15			
Résistance aux rayures par crayon	-	18 41 87		
Transmission de la vapeur d'eau	-		53122	
Dilatation thermique	-			
Conductibilité thermique	-			

La plupart des stratifiés sont employés pour le revêtement des meubles et des murs qui sont exposés à l'usure et se salissent facilement, surtout dans les bâtiments publics.

Les stratifiés décoratifs normaux, à surface de mélamine, sont employés pour ce travail. Pour faire des dessus de table, il faut fixer sur la surface inférieure un "contre-panneau" (panneau technique sans revêtement de mélamine) qui s'oppose au voilement du stratifié posé sur la surface supérieure. Les contre-panneaux représentent normalement 30 % des stratifiés décoratifs. Dans le cas de plaques de grande longueur, on ne pourra s'opposer au voilement qu'en collant sur les deux côtés des stratifiés identiques, à surface de mélamine.

On peut enfin mentionner les stratifiés "postmoulés". Ces stratifiés peuvent être courbés de façon permanente à chaud (135-140°C) en les appliquant rapidement contre un moule. Après refroidissement, le rayon de courbure reste permanent. Les stratifiés postmoulés représentent généralement 5 à 20 % du total des stratifiés décoratifs normaux. Les caractéristiques techniques ci-dessous sont propres aux stratifiés décoratifs.

Résistance à la flexion (longitudinale)	1 800 kp/cm ²	environ
Résistance à la flexion (transversale)	1 300 kp/cm ²	environ
Résistance à la traction (longitudinale)	800 kp/cm ²	environ
Résistance à la traction (transversale)	600 kp/cm ²	environ
Module d'élasticité (longitudinal)	143 000 kp/cm ²	environ
Module d'élasticité (transversal)	95 000 kp/cm ²	environ
Dilatation thermique (longitudinale)	0,11 x 10 ⁻⁴ /°C	
Dilatation thermique (transversale)	0,14 x 10 ⁻⁴ /°C	
Conductibilité thermique	0,208 W/m°C sec	

Les contre-panneaux ont des caractéristiques mécaniques quelque peu différentes en ce qui concerne le module d'élasticité, mais ils ont à tous autres égards les mêmes propriétés que les stratifiés décoratifs.

Les stratifiés normaux de 1 à 1,4 mm d'épaisseur peuvent supporter sans dommage une courbure de 30 à 40 cm de rayon pendant un long moment. Quand on se sert de stratifiés postformés, les meilleures qualités peuvent supporter une courbure de 4 à 5 cm de rayon; un rayon de 10 cm environ peut habituellement être obtenu sans difficulté.

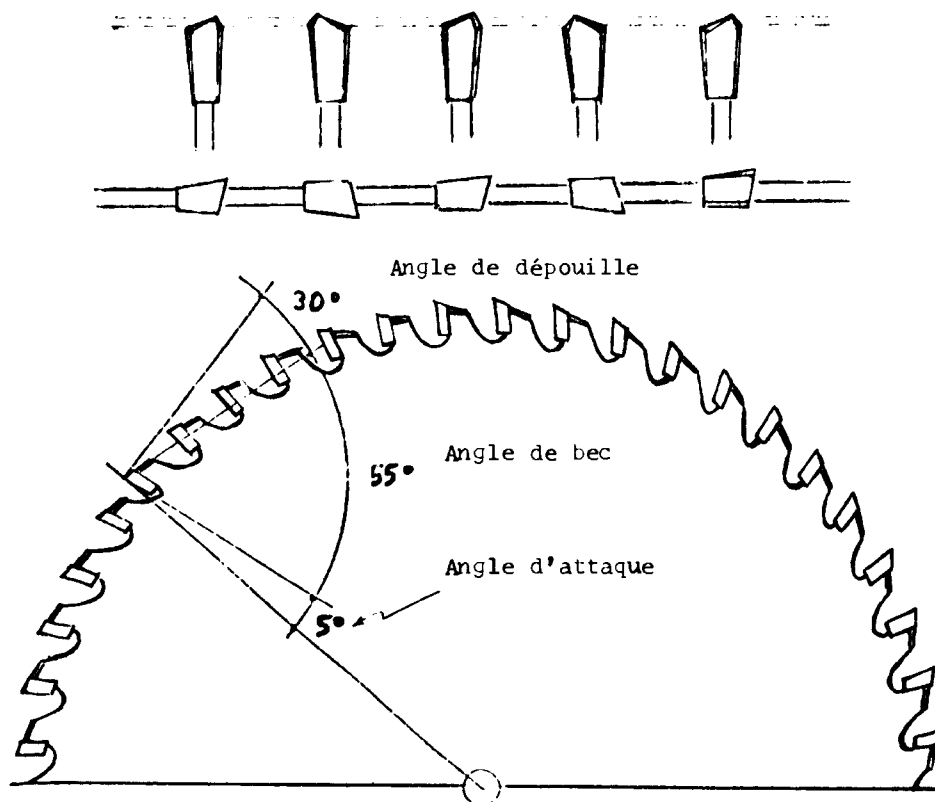
Les plastiques à la mélamine sont très résistants à tous les produits chimiques, et la surface des stratifiés résiste en général à tous les produits chimiques employés à la maison, dans les hôpitaux et autres établissements, mais pas à certains colorants organiques puissants qui peuvent laisser à la surface des taches difficiles à enlever.

USINAGE ET COLLAGE DES STRATIFIES DANS L'INDUSTRIE DU MEUBLE

En général, la majorité des machines employées en menuiserie conviennent à l'usinage des stratifiés. Mais si l'on s'en sert constamment, il est recommandé de monter sur ces machines des outils à plaquettes en carbure de tungstène, car la longue durée de leur affûtage améliore la finition des arêtes et accélère les procédés de fabrication. Quand on débite un stratifié selon des dimensions correspondant à celles du matériau à recouvrir, on place la plaque contre la lame de scie de telle sorte que l'outil coupe en premier le côté décoratif.

En usine, les découpes rectilignes sont faites à la scie circulaire et les courbes à la scie à ruban (voir figure III).

FIGURE III. LAME RECOMMANDÉE POUR COUPER DES STRATIFIÉS

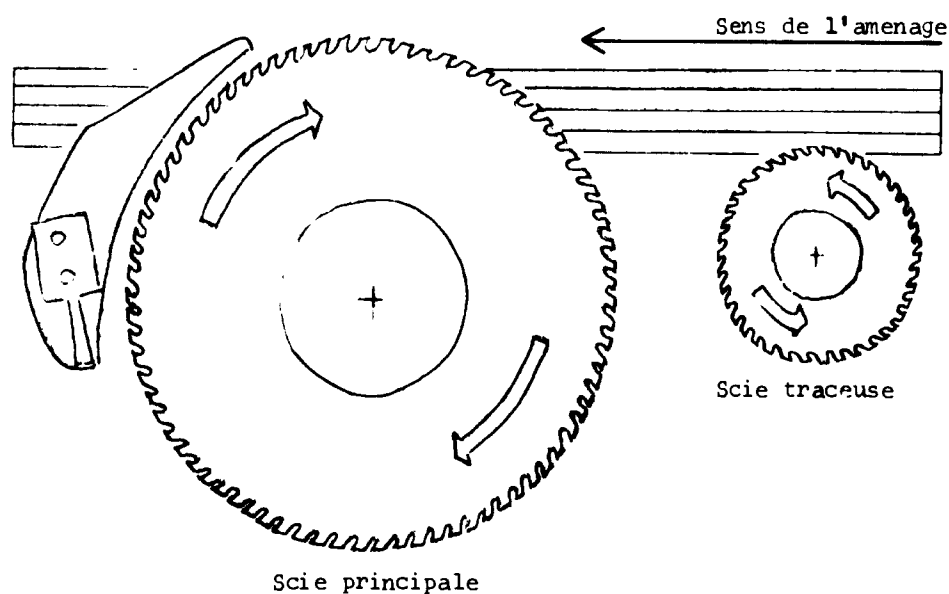


L'usinage des stratifiés avant collage a généralement pour but de les couper à la taille voulue pour le collage et la pose. On emploie des plaquettes en carbure de tungstène, avec une vitesse au tranchant de 50 à 60 m/sec et une vitesse d'amenage de 0,2 à 0,3 m/sec. Les stratifiés peuvent aussi se couper comme le verre en incisant le côté décoré avec une pointe très tranchante et en courbant vivement contre une arête vive : le stratifié se casse, mais son âme se fendille avec une tolérance de 0,2 mm environ. Cette façon de procéder s'emploie surtout quand le stratifié doit servir de revêtement mural et qu'il est posé avec des profilés masquant ses bords. On se sert souvent d'une cisaïlle à guillotine normale pour couper les plaques de stratifié.

Quand le stratifié doit être collé sur un support, panneau de particules par exemple, la finition doit être impeccable si l'on veut éviter des frais supplémentaires; c'est pourquoi il faut obtenir une coupe parfaite. Quand on se sert d'une scie normale, on coupe les stratifiés avec une surcote de 5 à 10 mm, puis on les rabote et on fignote les arêtes. On se sert d'une scie circulaire à grande vitesse de rotation (15 à 18 000 t/min) et à vitesse au tranchant de 80 m/sec environ. Pour couper directement un stratifié aux cotes définitives - méthode de plus en plus employée - on se sert d'une scie très rapide avec plaquettes en carbure de tungstène et dents très rapprochées. Le meilleur pas de la denture est 10 à 12 mm, avec une vitesse au tranchant pouvant atteindre 100 m/sec. Dans ce cas, chaque dent coupe approximativement 20 à 50 μ m de matière.

Quand un stratifié décoratif est collé sur chaque côté d'un support (panneau de particules par exemple) et qu'il faut figoler les deux arêtes, celle du haut et celle du bas, la partie du bas est entaillée avec une lame de scie traceuse avant la coupe proprement dite. Cette méthode est représentée à la figure IV. Pour scier plusieurs stratifiés à la fois - trois à cinq plaques - seule la plaque inférieure est entaillée à la lame traceuse, mais il faut exercer une forte pression pour maintenir les plaques étroitement solidaires pendant la coupe.

FIGURE IV. COUPE D'UN PANNEAU STRATIFIE SUR DEUX FACES, AVEC SCIE TRACEUSE



Les arêtes des panneaux stratifiés sont façonnées comme indiqué à la figure V pour éviter toute fissuration. Ce travail se fait avec un outil de coupe ou à la lime, après placage ou bordage du chant.

On peut couper 500 à 1 000 mètres courants de stratifiés avant de réaffûter les plaquettes en carture de tungstène actuellement disponibles. La figure III donne le profil d'une denture dont la durée est certaine.

Collage des stratifiés

Les stratifiés sont fixés par collage sur leurs supports qui sont habituellement des panneaux dérivés du bois, tels que des panneaux de particules, des panneaux lattés, des panneaux lamellés et des contre-plaqués. On peut même envisager l'emploi de supports en métal ou en pierre (figures VI et VII).

FIGURE V. LES CHANFREINS DES STRATIFIES SE FONT A LA MACHINE OU SE LIMENT A LA MAIN

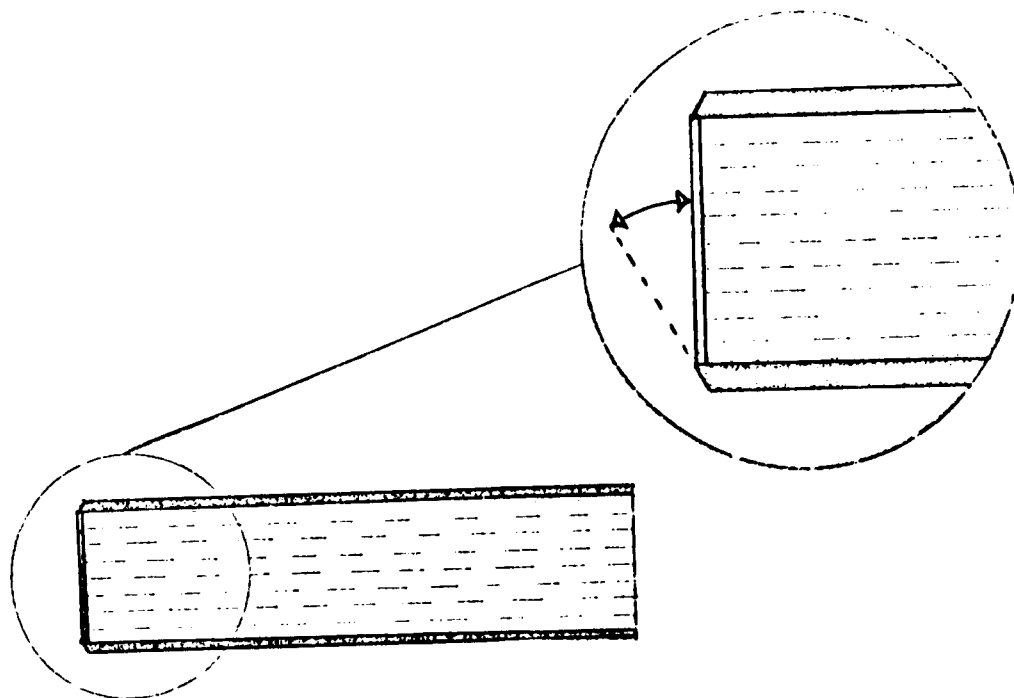
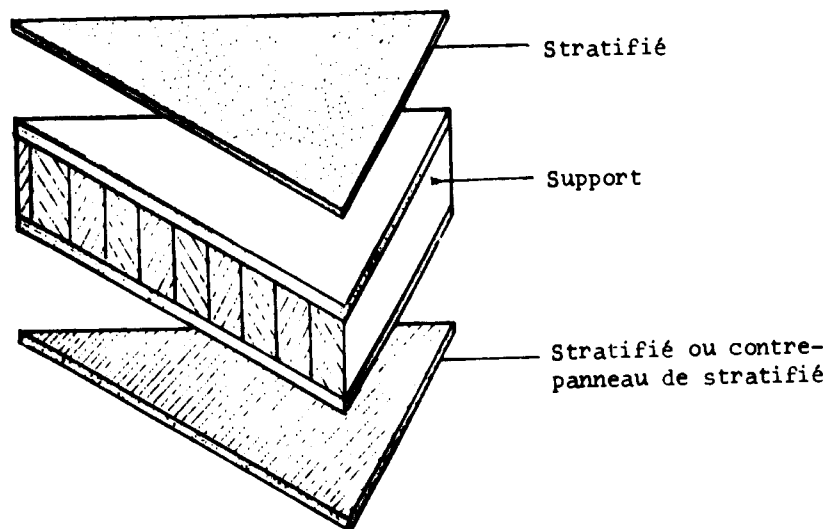
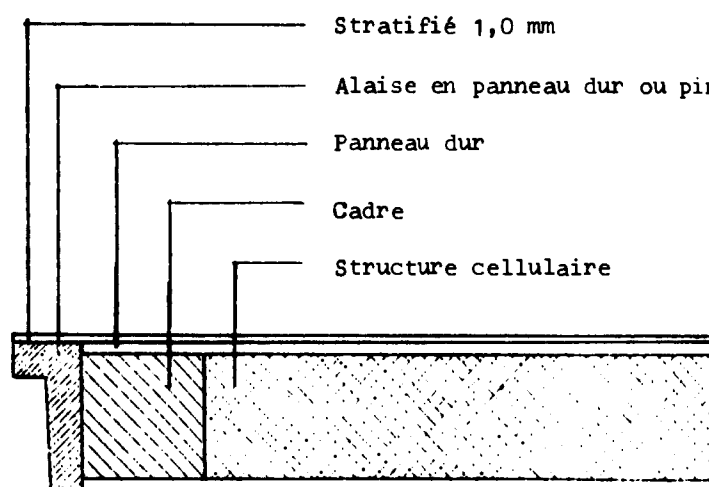


FIGURE VI. CONTRE-PANNEAU DE STRATIFIE



Quand un panneau de particules ou un panneau latté, du contre-plaqué, un cadre de porte et des ouvrages analogues sont recouverts de stratifié, il faut toujours employer un contre-panneau.

FIGURE VII. COUPE D'UNE PORTE



Certaines règles générales doivent être respectées pour l'application des colles à bois telles que les colles urée-formol, les colles à l'acétate de polyvinyle, les colles phénoliques, les adhésifs de contact et les colles thermofusibles. Les règles suivantes sont appliquées selon les cas particuliers et les moyens de serrage :

- a) Employer une colle à l'acétate de polyvinyle en dispersion (durcissage à froid) quand une bonne résistance à la chaleur et à l'humidité n'est pas indispensable;
- b) Employer des colles durcissant à froid quand on dispose de presses assez fortes et qu'on ne recherche aucune résistance particulière à l'humidité;
- c) Employer une colle à l'urée durcissant à chaud quand le matériau du support est assez robuste pour prévenir les effets des tensions dues à la dilatation thermique;
- d) Employer des colles phénoliques ou à la résorcine quand il faut une résistance particulière à l'humidité;
- e) Employer des adhésifs de contact quand on ne dispose pas de presse ou que la presse est difficile à employer;
- f) Employer des colles époxydes ou des adhésifs de contact à deux composants pour fixer des stratifiés sur des surfaces métalliques;
- g) Employer des colles thermofusibles pour plaquer les chants des plateaux de table et les chants d'autres panneaux.

Dans tous les cas, il faut se conformer pour le collage au mode d'emploi fourni par le fabricant.

En général, la colle s'applique simultanément sur les deux faces du support, panneau de particules par exemple, à raison de 120 à 140 g/m² approximativement. Si le support a une surface lisse, bois raboté par exemple, il suffit d'appliquer un peu moins de colle. La colle est appliquée par des cylindres entre lesquels sont poussés les panneaux. La quantité de colle est réglée en jouant sur l'écart entre les raclettes et les cylindres.

Les panneaux de particules, les panneaux lamellés et les panneaux de fibres sont considérés comme les meilleurs supports pour le collage. Le contre-plaqué et le bois se prêtent moins bien au collage car les variations de la teneur en humidité de leur surface sont la cause d'irrégularités.

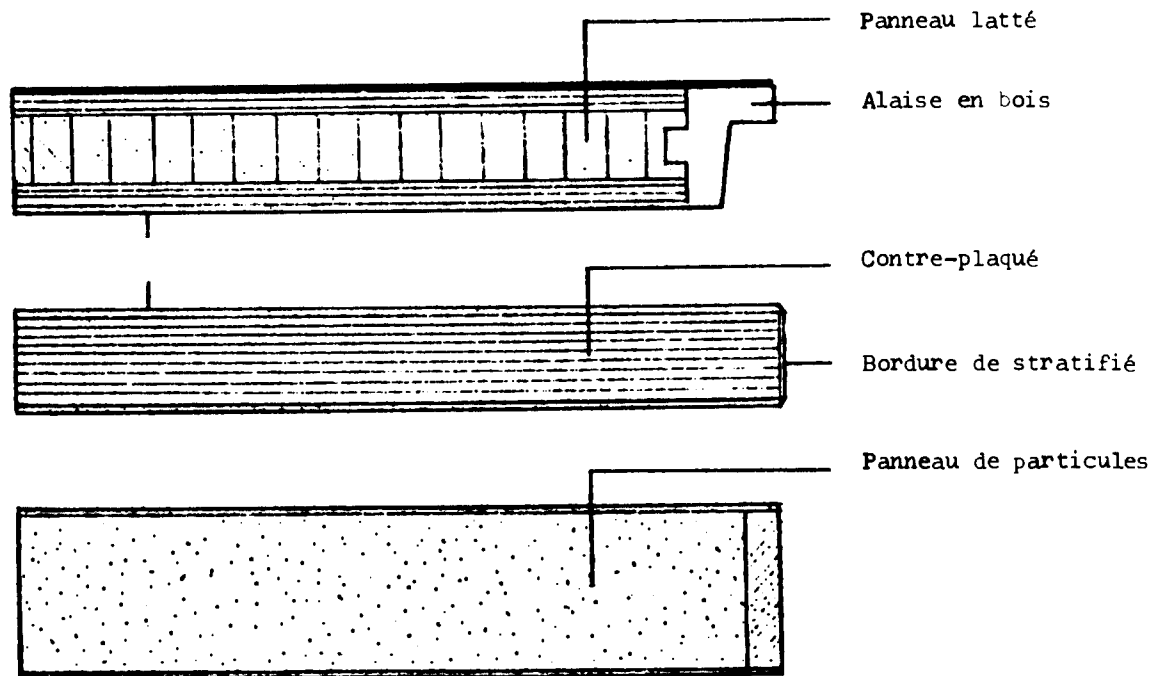
Après encollage, les stratifiés sont posés sur le support et mis sous presse. On peut en général mettre simultanément 50 panneaux sous presse. Mais il faut veiller à maintenir une pression de 3 à 4 kp/cm^2 pour prévenir tout voilement, etc. Il suffit de laisser les panneaux sous presse pendant une quinzaine de minutes. Cette méthode convient à l'emploi de colles à l'acétate et polyvinyle et des colles urée-formol durcissant à froid.

Quand on emploie des colles durcissant à chaud, telle qu'une colle urée-formol ou une colle phénolique, il est recommandé de ne pas dépasser une température de 70°C . Le temps de pressage est généralement de 5 à 15 minutes.

Les matériaux adaptés au placage des chants sont le bois, le métal et le plastique.

Les bordures en bois et en plastique doivent être collées. Les bordures en métal sont solidement fixées au support par des vis suffisamment rapprochées (figures VIII et V).

FIGURE VIII. MATERIAUX DE L'AME ET FORMES DES CHANTS



On peut facilement se servir d'une bande de stratifié pour faire une bordure en la collant sur le support et en arrondissant ou en chanfreinant les arêtes des joints.

Sur les surfaces verticales, on peut aussi fixer les stratifiés avec des profilés. Ces profilés d'encadrement ou de raccordement sont en aluminium, en plastique ou en bois. Outre la pose des profilés, on peut employer une colle souple à la partie centrale du panneau. Cette méthode de pose s'emploie notamment dans les cuisines pour recouvrir les murs entre les placards, dans les salles de bain, dans les bateaux et les trains.

Pendant la manipulation des stratifiés, les erreurs les plus courantes sont dues à la méconnaissance de leur teneur en humidité. La figure II fait voir que les variations dimensionnelles du stratifié sont une fonction de l'humidité relative de l'air. Quand on colle un stratifié trop humide sur un support, il risque de se fissurer en cours de séchage. Cela se produit parce que la matière du support ne peut pas sécher et se rétracter de la même façon que le stratifié, car ce dernier sert d'écran au support. Il faudrait donc garder les stratifiés pendant deux semaines environ dans un milieu où l'humidité relative serait de 50 % ou une douzaine d'heures dans un séchoir à 50°C, où l'humidité relative est très basse.

En cours d'usinage, la défaillance la plus courante des stratifiés est la fissuration, qui gagne à partir des bords ou des trous. Il faut donc toujours faire un trou dans un angle avant de découper de grandes ouvertures. De la même façon, on perce des trous assez gros avant d'enfoncer des clous ou des vis.

En règle générale, l'emploi des stratifiés est recommandé dans tous les cas où l'on veut avoir des surfaces de grande qualité, résistantes à l'usure et aux produits chimiques, notamment pour recouvrir des murs dans les cuisines, les hôpitaux et les bâtiments publics, ainsi que dans les théâtres, les écoles, les bateaux et les cars.

VII. L'EMPLOI DES COLLES ET D'AUTRES ADHESIFS DANS LES INDUSTRIES DU MEUBLE ET DE LA MENUISERIE*

HISTORIQUE

L'emploi des colles et des autres adhésifs est une technique ancienne, qui remonte au début même de l'ère historique. On a retrouvé des témoins en Egypte (2 000 av. J. C. environ) et d'autres à Thèbes, dans l'ancienne Grèce (1 500 av. J. C. environ), c'est-à-dire 3 500 à 4 000 ans avant l'époque actuelle. Dans son Historia naturalis, l'historien latin Pline l'Ancien (23 à 74 apr. J. C.) donne des instructions précises pour les opérations de collage.

Aux XVIIème et XVIIIème siècles, le collage était une méthode de travail assez courante dans diverses régions du monde. C'est au XIXème siècle qu'ont commencé les premières recherches systématiques à ce sujet. Toutes les colles employées jusqu'à la fin de XIXème siècle étaient des produits naturels. Ces colles, dites véritables, étaient tirées de divers résidus d'origine animale et de la caséine, des sécrétions gommeuses de certains arbres et d'autres matières premières d'origine végétale.

Les adhésifs synthétiques ont fait leur apparition au début du XXème siècle. Entre 1902 et 1909, le Belge L. H. Baekeland découvrit la bakélite, à base de phénol, qui marqua le début de l'essor fantastique des matières plastiques et des adhésifs à base de plastique. Les années 30 ont vu apparaître plusieurs colles synthétiques, dont l'urée (carbamide). Depuis, et surtout pendant la Seconde Guerre mondiale, les techniques de collage ont fait des progrès substantiels. Les progrès rapides réalisés dans le domaine du collage, et plus particulièrement de l'utilisation de colles à base de plastique, continuent sur leur lancée.

COLLAGE ET AUTRES METHODES D'ASSEMBLAGE

Le collage ne se substitue pas à d'autres méthodes d'assemblage mais les complète plutôt de manière remarquable. Certains de ses avantages et de ses inconvénients sont énumérés ci-après.

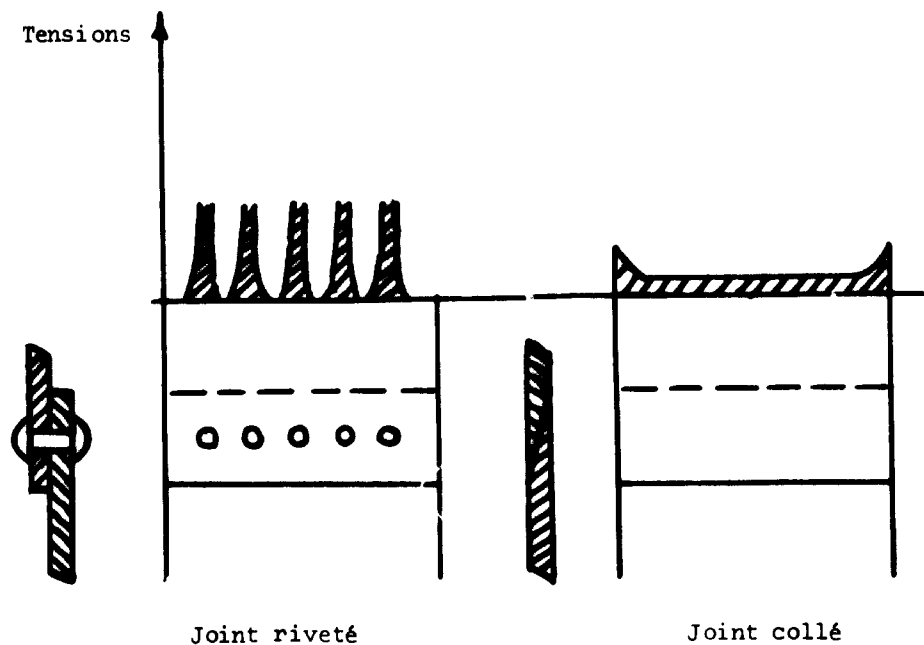
Avantages

- a) Les joints collés ont le grand avantage de répartir la tension d'une façon à peu près uniforme. Cette répartition dépend toutefois dans une certaine mesure de la structure des joints. Les avantages des joints collés sur les joints rivetés, où la répartition de la tension est très inégale, sont démontrés à la figure I.
- b) La colle peut être employée pour assembler des matières très différentes, impossibles à souder ou difficiles à travailler avec des moyens mécaniques. A titre d'exemples, on peut mentionner les métaux durs, la céramique, les matériaux à base de ciment et d'autres substances minérales. Quand les matériaux à assembler ont des coefficients de dilatation thermique très différents, le seul moyen de les assembler est peut-être de les coller, à condition de choisir la colle appropriée;

* Par Jaakko Meriluoto, Institut technique de Lahti, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/26/Rev.1.)

- c) La répartition uniforme de la tension permet l'emploi de pièces minces, ce qui réduit le poids et le prix de revient. Le collage est donc très avantageux en présence de contraintes dynamiques telles que les vibrations et les trépidations;
- d) Les colles peuvent être employées dans des constructions sandwich et quand il s'agit de matières isolantes légères, comme des mousses durcies, et qu'il est pratiquement impossible d'employer d'autres méthodes d'assemblage;
- e) Certaines colles appropriées masquent les pores et les autres irrégularités de la surface. Par ailleurs, la couche de colle résiste à des variations de pression;
- f) La couche de colle peut amortir les vibrations;
- g) La surface des éléments collés est lisse, ce qui n'est pas le cas des joints vissés, rivetés ou soudés;
- h) En raison de ses qualités isolantes, le joint collé empêche toute corrosion galvanique des pièces métalliques.

FIGURE I. COMPARAISON DE LA REPARTITION DES TENSIONS
DANS UN JOINT RIVETE ET UN JOINT COLLE



Inconvénients

- a) Tous les joints collés ont une marge relativement étroite de résistance à la chaleur. Si la température descend au-dessous ou, surtout, monte au-dessus d'une certaine limite, la résistance et la capacité à supporter des charges diverses s'affaiblissent. A cet égard, il faut considérer la température de 250°C comme l'extrême limite;
- b) Une contrainte statique de très longue durée peut provoquer une fatigue (tensions) dans le joint collé. Dans certains cas, il se craquelle progressivement, ce qui accroît considérablement sa sensibilité au choc. La présence continue d'eau, de solvants et d'autres produits chimiques augmente les effets du vieillissement;

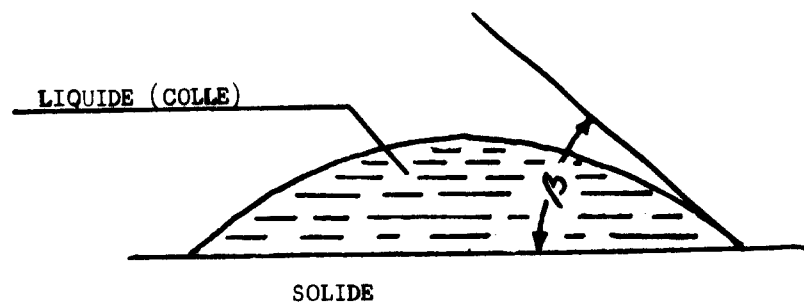
- c) Beaucoup de colles durcissent lentement. En attendant le durcissement, il faut souvent recourir à du matériel très coûteux;
- d) Les surfaces à coller doivent être soigneusement préparées, ce qui est particulièrement difficile pour le collage des métaux;
- e) Le collage exige une grande attention tout au long de l'opération et une surveillance continue (proportion adéquate des éléments de la colle, viscosité et acidité des composants et du mélange; proportion de matières sèches dans le mélange; quantité de colle à étaler pour obtenir une couche lisse; temps d'exposition avant l'assemblage ou temps ouvert; pression et durée de pressage; température; temps de durcissement).

Les techniques de collage et la chimie des colles font des progrès si rapides qu'elles réduisent constamment le nombre de ces inconvénients, qu'une grande compétence professionnelle et une surveillance méticuleuse permettent d'éviter. En aucun cas, ces inconvénients ne nuisent sensiblement aux avantages du collage comme méthode d'assemblage dans les industries du meuble et de la menuiserie.

FACTEURS QUI INFLUENT SUR LE COLLAGE

Le phénomène du collage lui-même met en jeu l'action de forces moléculaires d'attraction. Le rayon d'action d'une seule molécule est très petit (3×10^{-8} cm); les corps solides ne peuvent être mis en contact à cette distance. C'est pourquoi on étale une couche liquide (la colle) entre les corps pour combler la distance. C'est ainsi que l'adhérence due à la colle maintient les pièces en contact. La réussite du collage dépend en grande partie de la façon dont la colle liquide est étalée sur la surface. La figure II présente certaines particularités du collage.

FIGURE II. APPLICATION DE LA COLLE : L'OBJECTIF EST DE REDUIRE AU MINIMUM L'ANGLE DE CONTACT



= Angle de contact; peut varier entre 0 et 180°
(valeurs extrêmes théoriques)

= 0° répartition complète

= 180° répartition nulle

Objetif de l'opération : réduire au minimum l'angle

COLLAGE DU BOIS

Les caractères propres à chaque matériau ont une influence sur le collage. S'agissant du bois, les facteurs influant sur le collage sont attribuables au bois, à la colle et au procédé employé.

Facteurs attribuables au bois

Les diverses essences de bois sont très différentes, et chaque essence présente même des différences de structure, de densité, de porosité, de teneur en huile et en résines, d'acidité, de caractéristiques hygroscopiques, des différences entre le bois de printemps et le bois d'été, entre le bois de coeur et le bois d'aubier, etc. En outre, l'état du bois peut varier (son taux d'humidité notamment).

Les bois légers et poreux absorbent trop les colles liquides; il faut donc employer pour ces bois des colles plus épaisses. Les résines et les huiles rendent l'adhérence de la colle plus difficile, comme c'est le cas du teck. La colle adhère moins bien sur le bois d'été que sur le bois de printemps. De même, la structure cellulaire serrée et la teneur plus élevée en résine du bois de coeur compliquent l'opération.

Le sens des fibres des pièces à coller joue un rôle important à cause des différences de retrait. En outre, dans les assemblages bout à bout, les surfaces à coller sont si réduites que le sens des fibres doit être le même dans les deux pièces.

Il faut éviter d'assembler par collage du bois lourd et du bois léger. Le taux d'humidité du bois est important : à chaque genre de colle correspond un taux d'humidité optimal. Le taux d'humidité approprié se situe généralement entre 10 et 15 %. Dans le cas de colles à pellicule sèche, il est plus faible (8 à 10 %) et varie aussi dans des limites plus étroites. La surface du bois doit être lisse. Dans certains cas, il convient d'appliquer un traitement préalable pour éliminer l'huile et la résine. En outre, les produits de conservation du bois peuvent avoir un effet nuisible sur de nombreuses colles.

Facteurs attribuables à la colle

La quantité de matière sèche contenue dans la colle influence considérablement le résultat du collage. Le solvant est généralement de l'eau; cette eau est éliminée du joint, qui se rétracte. L'ampleur du retrait est inversement proportionnelle à la quantité de matière sèche, mais elle dépend aussi de l'épaisseur du joint. Le retrait provoque des tensions à l'intérieur du joint. Pour ces raisons, on obtient de meilleurs résultats en augmentant la quantité de matière sèche dans la colle.

La quantité de matière sèche et d'une charge éventuelle modifie la viscosité de la colle, qui varie beaucoup : de 100 à 15 000 centipoises (cP). La viscosité est déterminée en fonction de la pression. Lorsque la pression est élevée, le bois absorbe trop les colles

liquides et il faut mieux employer une colle plus épaisse. Le choix de la viscosité dépend en outre de la densité relative et du taux d'humidité du bois : les bois légers et humides exigent une colle épaisse, les bois lourds et secs une colle plus fluide.

L'acidité de la colle est un facteur important, car des acides et des bases concentrés compromettent la solidité du joint. Il faut également tenir compte de la réaction du bois lui-même, qui est généralement acide. Les catalyseurs employés comme durcisseurs étant eux aussi généralement acides, le joint risque de s'affaiblir et le bois situé en bordure du joint risque d'être légèrement hydrolysé (ramolli). Des joints épais aggravent encore la situation à cet égard.

Facteurs attribuables au procédé employé

L'une des phases les plus importantes de l'opération de collage est l'application de la pression sur les pièces. Pour le collage des bois résineux, la pression doit être plus faible (15 kp/cm^2) que pour les bois feuillus de densité moyenne (20 kp/cm^2). Dans le cas des bois finlandais tout au moins, ces valeurs ne causent aucun retrait du bois.

Les bois feuillus très lourds peuvent évidemment supporter des pressions plus élevées, qui ne conviennent pas pour les bois légers car la colle pénètre dans le bois sous l'effet de la pression et le joint perd sa continuité. Une pression inégale donne le même résultat, et une pression trop faible risque de ne pas combler le joint.

La température du lieu de travail, celle des pièces à coller et de la presse doivent correspondre aux exigences du procédé. Il est facile de commettre des erreurs à cet égard, surtout en milieu froid.

TYPES DE COLLES

Classification générale

On peut classer les colles de différentes manières. La classification la plus courante est fondée sur l'aptitude à résister aux conditions ambiantes. Les colles sont divisées en colles pour emploi à l'intérieur et colles pour emploi à l'extérieur. C'est la distinction généralement adoptée en technologie.

Souvent, les colles sont aussi classées selon leur origine. Les deux principaux groupes sont les colles naturelles et les colles plastiques. Les colles naturelles se subdivisent en deux sous-groupes : les colles végétales et les colles protéiques. Les colles plastiques se subdivisent en trois groupes : les colles thermodurcissables, les colles thermoplastiques et les élastomères.

Colles naturelles

Même si cette ancienne catégorie de colles a perdu de son importance depuis 20 ou 30 ans, certaines colles naturelles jouent toujours un rôle non négligeable, qu'elles soient employées seules ou en combinaison avec des colles plastiques.

Colles végétales : Ce groupe se compose de colles contenant des hydrates de carbone macromoléculaires et des protéines végétales. Ces colles contiennent de la lignine et elles sont solubles à l'eau. On les emploie pour des applications simples et sans grandes exigences. La matière première peut être la pomme de terre, le blé, le riz, le maïs, etc. Mais il faut aussi mentionner l'amidon du tapioca, tiré des racines du manioc.

Colles de dextrines : Ce groupe est très proche des colles végétales. On obtient des dextrines par hydrolyse de l'amidon. Leur emploi ne convient pas au collage du papier (cigarettes, blocs de papier, carton, etc.). Les acétates de polyvinyle peuvent dans beaucoup de cas remplacer la colle de dextrines.

Colles de cellulose : Ces colles se subdivisent en deux grandes catégories : les éthers cellulosiques (méthycellulose) et les glycolates cellulosiques (carboxyméthylcellulose - CMC). Les unes et les autres sont à base de cellulose au sodium, et elles s'emploient surtout pour le collage des papiers peints. Elles peuvent aussi être employées sur le bois, le cuir, les métaux et presque n'importe quelle matière.

Colles d'hydrates de carbone : La gomme arabique, produit le plus important de ce groupe, est utilisée pour les timbres et les enveloppes.

Colles protéiques (gluten) : Les colles de ce groupe (les vraies colles) sont généralement tirées de résidus d'origine animale (cuirs, peau, os, déchets de poisson). Les protéines (collagène) contenues dans ces résidus sont hydrolysées et transformées en colle par extraction aqueuse. Cette colle se dissout facilement dans l'eau chaude et se gélifie. La colle de collagène convient aux emplois intérieurs et plus particulièrement à la fabrication de meubles. Le joint collé est incolore, élastique, chimiquement inactif et à tous égards excellent pour les usages intérieurs. La colle prend très rapidement, est facile à appliquer et ne nécessite qu'un matériel simple. En revanche, elle doit être protégée contre les micro-organismes. On peut lui donner plus de résistance à l'humidité par l'adjonction de formaldéhyde ou d'acide oxalique dans le cas où l'humidité relative ambiante est élevée.

Colles de caséine : Ces adhésifs sont eux aussi utilisés depuis longtemps. La caséine est une protéine obtenue par précipitation du petit lait au moyen d'enzymes ou d'acides. C'est cette dernière - la caséine acide - qui constitue la matière première de ce type de colles. La caséine est dissoute dans l'eau alcaline. La base couramment utilisée à cette fin est l'hydroxyde de calcium ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). La durabilité de cette colle est faible, mais elle peut être améliorée par certains additifs tels que les phosphates ou les fluorures.

Les colles de caséine ont plusieurs avantages :

- a) La poudre de caséine peut être stockée pendant de nombreuses années dans des emballages étanches à l'air;
- b) Son emploi est simple (il suffit de la mélanger à l'eau froide);
- c) Le joint peut être assez épais sans inconvénient grave (collage des sciages);
- d) La résistance est bonne;
- e) La colle supporte d'être exposée à l'eau;
- f) La résistance à la température est très bonne;
- g) Cette colle convient pour coller des bois résineux ou huileux.

Les colles de caséine ont les inconvénients suivants :

- a) Maculage des bois contenant de l'acide tannique, chêne et acajou notamment;
- b) Les éléments minéraux (calcium) contenus dans la colle abîment les outils. Les colles de caséine continuent d'être employées, surtout pour les pièces de grandes dimensions (charpentes collées).

Colles d'albumine : L'albumine est un élément constitutif du sang. La colle d'albumine était autrefois couramment utilisée dans l'industrie des contre-plaqués, mais on ne s'en sert plus que dans certaines combinaisons, avec du phénol notamment (colles FENALB).

Colles de soja : Certaines graines oléagineuses donnent un résidu d'extraction contenant des protéines qui peuvent être utilisées pour fabriquer des colles. Le plus connu de ces oléagineux est le soja. La colle de soja est très employée au Japon et aux Etats-Unis. Ses propriétés sont comparables à celles de la colle de caséine et de la colle d'albumine.

Toutes les colles protéiques peuvent être combinées en proportions variables et elles peuvent aussi être mélangées avec certaines colles plastiques (phénol, urée).

Colles plastiques

Ces colles ont des propriétés si avantageuses qu'elles constituent le groupe le plus important :

- a) Bonne résistance à l'eau, même à l'eau bouillante;
- b) Bonne résistance aux produits chimiques et aux micro-organismes;
- c) Durcissement rapide.

Les colles plastiques ont rendu possible de nombreuses applications nouvelles, et les progrès sont en ce domaine toujours aussi rapides.

Les colles plastiques employées pour coller le bois se répartissent en résines thermo-durcissables, qui sont irréversibles et ne peuvent servir qu'une seule fois, et en résines thermoplastiques, qui sont réversibles et peuvent être utilisées plusieurs fois. C'est là une division physique. Du point de vue chimique, la division est la suivante : les polycondensats,

les polymères et les polyadditifs. Aux fins du présent document, on examinera uniquement les plus importantes des colles plastiques utilisées dans l'industrie de transformation du bois.

Polycondensats : Lorsque des monomères plastiques s'associent pour former des polymères, une petite molécule se détache du point d'union des molécules adjacentes; c'est généralement de l'eau (polycondensation). Dans la fabrication des colles, la réaction est interrompue à la moitié. Lors du collage, la réaction se poursuit jusqu'à la fin et il se forme un groupe durci et irréversible de macromolécules, le joint de colle. Le groupe des polycondensats se compose de quatre colles plastiques importantes qui ont en commun la réaction avec le formaldéhyde. Ce sont les deux résines phénoliques (phénol-formol et résorcine) et les deux amino-résines (urée et mélamine).

Le phénol s'obtient par distillation du goudron de houille ou par synthèse à partir du benzène. Il se dissout facilement dans l'eau chaude (65°C) et réagit immédiatement avec le formaldéhyde. La réaction comprend trois phases et est interrompue à un moment donné. On fait évaporer le solvant ou on fait absorber la solution par du papier, qui est séché à son tour. Dans le premier cas, on obtient une poudre, dans le second, une pellicule sèche.

On peut employer les résines phénoliques pour des collages à froid, mais à cet égard leur champ d'application est limité par leur forte acidité (pH proche de 1). Elles sont donc surtout utilisées à chaud. On fait dissoudre la poudre dans l'eau et on obtient une colle contenant 40 à 50 % de matières solides. La colle prend en présence d'un durcisseur, sous pression et sous l'action de la chaleur. Parmi les durcisseurs appropriés, citons la résorcine, le paraformaldéhyde et l'hexaméthylène tétramine. Les conditions d'emploi sont approximativement les suivantes :

Pression = 18 kp/cm² pour les bois feuillus
Température = 120 à 160°C.

Les joints des résines phénoliques sont très foncés. Ils sont résistants à l'eau, même bouillante, et sont plus résistants à la chaleur que le bois.

L'emploi de la pellicule phénolique est très simple. Le taux d'humidité du bois doit être très uniforme (entre 5 et 10 %). La colle phénolique convient à l'assemblage du bois et du métal, mais elle ne permet pas de coller du métal sur du métal sans adaptation du mode d'emploi.

La résorcine s'apparente au phénol. On l'obtient elle aussi à partir du benzène, imprégné d'acide sulfurique. Étant donné que la résorcine réagit facilement avec le formaldéhyde, certaines précautions s'imposent. La colle de résorcine ressemble par bien des points à la colle phénolique (matière sèche, durcisseurs, etc.); les joints collés à la résorcine durcissent à la température ambiante. Le prix de cette colle est élevé car sa fabrication coûte cher, mais elle est largement employée pour des travaux exigeant une grande résistance, comme pour la construction d'avions, de bateaux et de charpentes collées.

L'urée (carbamide) est un composé aminé. On l'obtient facilement à partir du gaz carbonique ou de l'ammoniac, ce qui explique la relative modicité de son prix. Comme la résorcine, l'urée réagit avec le formaldéhyde pour former une résine thermodurcissable. Les résines à base d'urée sont des substances blanches, cristallines et solubles à l'eau. La proportion de matière sèche dans une colle prête à l'emploi est de 50 à 60 %; cette colle durcit sous l'effet de la chaleur ou en présence de durcisseurs acides (acides libres ou leurs sels d'ammonium, chlorure d'ammonium notamment).

On peut utiliser les résines à base d'urée pour le collage à chaud ou à froid. Dans le premier cas, le durcisseur doit agir rapidement. A sec, les joints ont une bonne résistance (comparable à celle que l'on obtient avec des colles phénoliques), mais leur résistance est très inférieure quand ils sont humides (moins de moitié après une immersion prolongée). L'alternance du mouillage et du séchage est dangereuse car elle a vite fait de craqueler les joints. Les résines à base d'urée ont l'inconvénient de se craqueler au bout d'un certain temps, ce que l'on pourra éviter en utilisant des additifs appropriés tels que le kaolin, des poudres végétales, de la sciure et certains alcools. Le joint doit être très mince. Les résines à base d'urée peuvent être transformées mécaniquement ou chimiquement en mousse, ce qui permet de les étaler en couche fine et uniforme. On peut améliorer considérablement les propriétés de la colle à base d'urée en y ajoutant de la mélamine, ce qui augmente son prix. Les résines à base d'urée sont largement utilisées, par exemple pour la fabrication de panneaux composites.

La mélamine est aussi un composé aminé, que l'on obtient à partir du calcaire, du carbone et de l'azote selon un procédé en plusieurs phases; son prix de revient est donc élevé. La mélamine se présente aussi sous forme de poudre cristalline incolore. Condensée avec du formaldéhyde, elle donne un plastique thermodurcissable; il faut donc utiliser la méthode de collage à chaud. Cette solution contient entre 40 et 50 % de matière sèche. Les conditions d'emploi sont les suivantes :

Pression = 8 à 20 kp/cm²
Température = 110 à 120°C

La pression à appliquer varie beaucoup selon la densité du bois.

Les joints de mélamine sont incolores, solides, élastiques et résistants à l'eau. Cette colle convient tout particulièrement au collage par haute fréquence. Avantage appréciable, on peut laisser sécher les surfaces après encollage, ce qui simplifie beaucoup le travail.

Polymères : Lors de la polymérisation, aucun résidu de molécules de monomère n'est éliminé comme c'est le cas pour la polycondensation. Les colles les plus importantes de ce groupe sont les acétates de polyvinyle (ACPV), qui appartiennent au groupe des plastiques vinyliques. On les obtient à partir d'acétylène et d'acide acétique. La polymérisation est facile et son prix peu élevé. Pour coller du bois, on se sert d'eau comme solvant. Pour coller d'autres matériaux, on se sert d'autres solvants qui ont une température d'ébullition peu élevée, comme les alcools, les esters et les cétones. Le durcissement de la colle à base d'acétates de polyvinyle est un phénomène purement physique, le solvant étant absorbé

par le bois. Le joint est incolore. Le plus grand avantage de cette colle est son emploi facile; elle n'exige aucun durcisseur; elle est facile à étaler et à nettoyer; elle durcit rapidement et sous une faible pression. Le joint est très élastique et peut être épais. On se sert de cette colle pour l'assemblage des meubles. En milieu sec, sa résistance est bonne, mais une charge continue et prolongée provoque le "fluage". En milieu humide, sa résistance est médiocre. Cette colle est surtout employée à froid. Le collage à chaud est possible, mais il faut alors refroidir la colle, sous pression, à une température inférieure à 50°C.

Les conditions d'emploi sont les suivantes :

Pression = 1 à 3 kp/cm²
Température = 20°C

La colle à base d'acétates de polyvinyle commence à se ramollir à une température supérieure à 60°C. Si l'humidité relative de l'air est élevée, le joint devient légèrement plus résistant à la chaleur.

Les autres polymères que l'on peut employer comme colles sont :

- a) Les colles polyacryliques : ce sont des substances solubles à l'eau dont on peut faire un genre de colle de pâte et que l'on utilise de la même façon que les acétates de polyvinyle;
- b) Les colles à base de polyéthylène, qui sont employées dans l'industrie du bois comme éléments de colles fusibles; la composition de la colle fusible est la suivante : 1/3 acétate de polyvinyle plus polyéthylène, 1/3 paraffine plus cire, 1/3 résine. La température d'application de la colle est d'environ 180°C (application au rouleau). Le pressage se fait immédiatement après l'application de la colle au moyen d'un rouleau froid. Le temps de durcissement est de 2 à 3 secondes. Les colles fusibles sont notamment utilisées dans l'industrie du meuble, par exemple pour poser des bordures sur les chants;
- c) Les polyisobutylènes (caoutchouc de butylène);
- d) Les colles de polystyrène (caoutchouc Buna S). Ces deux colles donnent un joint solide et durable;
- e) Les colles de chlorure de polyvinyle, qui sont résistantes à l'huile et donc intéressantes pour l'industrie automobile.

Les trois derniers groupes de colles mentionnés sont par leur nature des élastomères.

Résines de polyaddition : La polyaddition est une variante de la polymérisation.

Lorsque des monomères s'unissent, certaines liaisons deviennent libres et de nouveaux groupes d'atomes s'ajoutent à la chaîne. Dans ce groupe, deux excellentes colles sont à mentionner, les polyuréthanes et les époxydes.

On obtient les polyuréthanes à partir d'un isocyanate et d'un alcool bivalent. Le joint a une grande force de cohésion et adhère bien à diverses matières. Les polyuréthanes sont très élastiques et tout à fait résistants à l'eau bouillante, aux agents chimiques, aux huiles et aux micro-organismes. Le joint ne se rétracte pas et peut donc être épais. La colle de polyuréthane commence à durcir à la température ambiante. Le chlorure d'urée ou

d'ammonium peut servir de durcisseur. S'il est vrai que l'on peut accélérer le durcissement en augmentant la température, on ne doit pas dépasser 60°C car au-delà de cette limite il se dégage des vapeurs toxiques. Le taux d'humidité du bois ne doit pas être supérieur à 10 %. Les conditions d'emploi sont les suivantes :

Pression = 3 à 8 kp/cm²
Température = 10 à 60°C

La colle de polyuréthane a de nombreuses applications pour les travaux difficiles.

La fabrication de la colle époxyde est un procédé compliqué. Il faut du phénol, de l'acétone, des composés à base de chlore, de l'acide chlorhydrique et de l'hydroxyde de sodium, et le prix de revient est par conséquent élevé.

La colle époxyde a des qualités remarquables; elle a tous les avantages de la colle de polyuréthane et permet de coller n'importe quelle matière, même du verre lisse. Dans le collage à froid, on utilise du triéthylène tétramine comme durcisseur. Dans ce cas, le temps de prise est long (12 heures). Quant au collage à chaud, on l'effectue en présence d'anhydride phtalique par exemple. Si l'on porte la température à plus de 22°C, le temps de prise est réduit à moins de 10 minutes.

Elastomères

Les principaux élastomères sont les caoutchoucs synthétiques, dont la substance de base est le polyéthylène. Les plus importants sont le butadiène, l'isoprène et le chloroprène (néoprène ou Perbuna C). Ces caoutchoucs synthétiques peuvent être mélangés facilement dans des proportions variables.

On utilise également beaucoup les matières suivantes : le butadiène-styrène, résine, charge et plastifiant. En général, on utilise les résines phénoliques (indène, coumarone, terpènes); l'oxyde de zinc et l'oxyde de magnésium servent de charge, les amines et les huiles minérales de plastifiants.

Il existe deux grandes catégories de colles de contact; les colles permanentes comme celles qui sont utilisées pour les rubans adhésifs (plasticité permanente) et les colles durcissantes qui donnent un assemblage très solide.

Les colles de contact au néoprène sont des substances à base de caoutchouc auxquelles on ajoute des cétones comme solvants. On peut aussi utiliser une émulsion de caoutchouc dans l'eau. La première solution est toutefois préférable. L'application de pression n'est pas absolument nécessaire, mais une pression de 5 kp/cm² par exemple augmente la résistance de six à huit fois. Il suffit pour cela de rouleaux, car il n'y a pas besoin de pression de longue durée. Après avoir étalé la colle, on la laisse sécher avant de joindre les surfaces à coller, ce qui est surtout nécessaire pour le collage de matériaux non poreux tels que des métaux. Les colles de contact au néoprène résistent bien à l'eau.

Tableau 1 (suite)

B. Colles plastiques - polycondensats I	Phénol-formol à chaud e/	Phénol-formol à froid e/, f/	Phénol en pellicule e/, g/
<u>Propriétés générales</u>			
Présentation commerciale	Poudre, solution	Solution	Pellicule
Durée de stockage	2 - 4	2 - 3	6 - 10
Couleur	Marron	Marron rougeâtre	Jaunâtre
Salubrité	Irritation de la peau et des voies respiratoires	Irritation de la peau et des voies respiratoires	Inoffensif
<u>Propriétés techniques</u>			
Taux d'humidité du bois (%)	3 - 8	6 - 14	5 - 10
Teneur en extrait sec de la colle (%)	40 - 50	60 - 80	90 - 100
Vie en pot (heures)	24	1 - 3	-
Application (grammes de solution/m ²)	100 - 150	150 - 300 (2 couches)	40 - 60
Temps ouvert (heures)	40 - 50	60 - 600	-
Temps de pressage : à froid (heures) à chaud (minutes)	3 + 1,25/mm (125°C)	1/2 - 10	6 + 1/mm ^{c/} (140°C)
Pression (kp/cm ²)	12 - 20	2 - 10	10 - 20
Température (°C)	120 - 180	10 - 60	135 - 150
Temps de maturation (heures)	12		
<u>Propriétés du joint^{d/}</u>			
Résistance à l'eau	1	1	1
Résistance aux conditions climatiques - tempérées	1	1	1
tropicales	1	1 - 2	1
Tenue à la chaleur	1	1	1
Résistance aux micro- organismes	1	1	1
Résistance aux solutions organiques	1	1	1
Acidité (pH)	10 - 13	1 - 3	7 - 9
Vices de coloration	En cas de pénétration	Assez marqué	-
Usure des lames	Forte	Forte	Assez forte

Tableau 1 (suite)

C. Colles plastiques - polycondensats II	Résorcine-formol	Urée-formol ^{h/}	Mélatamine-formol
<u>Propriétés générales</u>			
Présentation commerciale	Solution	Solution, poudre	Solution, poudre
Durée de stockage	3	3 (solution) 12 (poudre)	6 (solution) 12 (poudre)
Couleur	Marron foncé	Incolore	Incolore
Salubrité	Irritation de la peau et des voies respiratoires	Irritation de la peau lors de tra- vaux prolongés	Irritation de la peau lors de travaux prolongés
<u>Propriétés techniques</u>			
Taux d'humidité du bois (%)	8 - 14	4 - 12	4 - 12
Teneur en extrait sec de la colle (%)	45 - 60	50 - 70	40 - 70
Vie en pot (heures)	2 - 3	6 - 8	4 - 6
Application (grammes de solution/m ²)	200 - 300	100 - 200	100 - 150
Temps ouvert (heures)	10 - 40	10 - 15	24
Temps de pressage : à froid (heures)	10		8 (avec durcisseur)
à chaud (minutes)	5 (80°C)	11/2 + 1/2/mm	4 + 1/mm c/ (120°C)
Pression (kp/cm ²)	2 - 10	6 - 18	5 - 20
Température (°C)	20 - 80	110 - 140	90 - 140
Temps de maturation (heures)	24	48 - 72	
<u>Propriétés du joint</u>			
Résistance à l'eau	1	2 - 3	1
Résistance aux conditions climatiques - tempérées	1	2	1
tropicales	1	2	1
Tenue à la chaleur	1	2	2
Résistance aux micro- organismes	1	1	1
Résistance aux solutions organiques	1	1	1
Acidité (pH)	11 - 12	6 - 8	3 - 6
Vices de coloration	Seulement s'il y a pénétration	Légers	Aucun
Usure des lames	Assez forte	Normale	Faible

Tableau 1 (suite)

D. Colles plastiques - polymères ^{i/}	ACPV ^{j/}	Adhésifs thermo-fusibles (ACPV + polyéthylène)	Colle de contact (permanente)	Colle de contact (durcissante) ^{k/}
<u>Propriétés générales</u>				
Présentation commerciale	Emulsion liquide	Aspect pâteux	Ruban	Aspect pâteux
Durée de stockage	6 - 12	6	12	3
Couleur	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore
Salubrité	Inoffensif	Inoffensif	Inoffensif	Inoffensif
<u>Propriétés techniques</u>				
Taux d'humidité du bois (%)	5 - 12	8 - 10		5 - 12
Teneur en extrait sec de la colle (%)	40 - 60		20 - 40	
Vie en pot (heures)	11/2 - 24			1/4
Application (grammes de solution/m ²)	150 - 200			100 - 200
Temps ouvert (heures)	5 - 15	-		5 - 30
Temps de pressage : à froid (heures)	1/2 - 2			
à chaud (minutes)	3 - 7 (50°C)	1 à 3 secondes		
Pression (kp/cm ²)			1/5 - 1/2	1/2
Température (°C)	20 - 80	80 - 95 (rouleau froid)		
Temps de maturation	2 mois			6 mois à 1 an
<u>Propriétés du joint^{d/}</u>				
Résistance à l'eau	3	1	1	1
Résistance aux conditions climatiques - tempérées	3	1	1	1
tropicales	2	1		1
Tenue à la chaleur	3	4	4	4
Résistance aux micro-organismes	1	1	1	1
Résistance aux solutions organiques	2	2		2
Acidité (pH)	5 - 7	5 - 7		
Vices de coloration	Aucun	Aucun		Aucun
Usure des lames	Faible	Faible	Faible	Faible

Tableau 1 (suite)

E. Colles plastiques - produits de polyaddition ^{i/}	Epoxyde ^{l/}	Polyuréthane ^{m/}
<u>Propriétés générales</u>		
Présentation commerciale	Mélange de liquides, pâteux	Mélange de liquides, en grumeaux
Durée de stockage (mois)	12	6 - 9
Couleur	Brunâtre	Marron foncé
Salubrité	Inoffensif	Dangereux au-dessus de 60°C
<u>Propriétés techniques</u>		
Taux d'humidité du bois (%)	6 - 12	10 (maximum)
Teneur en extrait sec de la colle (%)		20 - 90
Vie en pot (heures)	1/2	24
Application (grammes de solution/m ²)	150 - 250	200 - 250
Temps ouvert (minutes)	30 - 240	30 - 60
Temps de pressage : à froid (heures) à chaud (minutes)	12 - 18 30 (200°C)	
Pression (kp/cm ²)	2 - 12	3 - 8
Température (°C)	20 - 280	10 - 60 (maximum)
<u>Propriétés du joint^{d/}</u>		
Résistance à l'eau	1	1
Résistance aux conditions climatiques - tempérées	1	1
tropicales	1	1
Tenue à la chaleur	2	3
Résistance aux micro-organismes	1	1
Résistance aux solutions organiques	1	1
Vices de coloration	Aucun	Aucun
Usure des lames	Assez forte	Faible

Légende :

Résistance à l'eau

1. Résistant à l'eau bouillante
2. Résistant à l'eau
3. Résistant à l'humidité
4. Résistant à la sécheresse

Résistance aux conditions climatiques
(tempérées)

1. Conditions extrêmes (permanentes)
2. Conditions extrêmes (temporaires)
3. Conditions normales
4. Sous abri

(tropicales)

1. Durable
2. Non durable

Autres résistances

- Température, micro-organismes, solutions organiques
1. Extraordinaire
 2. Bonne
 3. Acceptable
 4. Mauvaise

Notes du tableau 1

- a/ Température recommandée pour le bois et la pièce, 25°C.
- b/ Utilisable dans des cas particuliers comme colle à chaud (70 à 100°C).
- c/ Temps de base + 1 min/mm (distance entre la surface et le joint médian du contre-plaqué.
- d/ L'explication des valeurs numériques des différentes résistances est donnée à la dernière page du présent tableau.
- e/ La lumière du soleil peut altérer le phénol.
- f/ A froid, le phénol peut hydrolyser le bois près du joint. Il faut aussi utiliser un solvant organique (alcool).
- g/ Les rouleaux de pellicules sont stockés en position verticale.
- h/ Les colles à base d'urée sont utilisées pour le prépressage et elles peuvent être transformées en mousse. Les joints assemblés avec cette colle doivent être minces, car ils sont sensibles aux conditions atmosphériques. (Il est utile d'ajouter de la mélamine.)
- i/ Toutes les colles de ce groupe exigent des solvants organiques.
- j/ Les joints d'acétate de polyvinyle doivent refroidir sous pression, une charge prolongée provoque le fluage. La température du bois et celle de l'air ambiant doivent être d'au moins 18°C lorsqu'on fait ce genre d'assemblage.
- k/ La résistance des colles de contact durcissantes varie entre 20 et 40 kp/cm², et elle augmente si on emploie des pressions de 5 à 10 kp/cm².
- l/ Les colles époxydes perdent près de 10 % de leur résistance si elles sont exposées à une charge continue pendant plus d'un an.
- m/ Le polyuréthane a une très grande résistance aux huiles et aux graisses. En revanche, il dégage des vapeurs toxiques à des températures supérieures à 60°C.

Tableau 2
Colles utilisées en Finlande (1972)

Groupe de colles	Part de la consommation totale (%)	Prix par rapport à l'urée (poids)
Protéine	3	1,5
Urée	60	1,0
Phénol	20	1,5
Résorcine	2	12 - 15
Mélamine	2	5 - 8
ACPV	10	5 - 10
Colles de contact	2	15 - 20
Autres colles plastiques	1	

L'OPERATION DE COLLAGE

Le fabricant fournit généralement le mode d'emploi de ses produits. Ses directives doivent être suivies attentivement. A la commande d'une colle, il faut indiquer clairement tous les facteurs qui interviennent en cours de collage (machines, outils, méthode de travail) de même que les conditions d'emploi de l'ouvrage collé. A l'endroit où se déroule l'opération

de collage, le stockage est d'une importance primordiale. Il est plus facile de conserver les colles en poudre que les colles liquides, mais toutes doivent être tenues à l'abri de la chaleur et de l'oxydation (stockage à l'abri de l'air).

Pour préparer la colle, il faut mesurer ou peser avec précision tous ses éléments pour que les proportions soient exactes. Il faut également respecter l'ordre prescrit pour le mélange des éléments et la durée du brassage progressif. On surveillera constamment la viscosité et l'acidité. Il faut en outre calculer le temps nécessaire au collage et la quantité de colle nécessaire, de façon à déterminer la quantité de pièces à traiter par lot.

La durée de vie en pot, indiquée par le fabricant de colle, suppose une température ambiante de 20°C et diminue très vite quand la température s'élève. Les exemples de deux colles à base d'urée présentés ci-dessous donnent une idée de ce phénomène :

Température (°C)	Durée de vie en pot	
	Colle A (minutes)	Colle B (heures)
15	70	40
20	40	24
25	25	15
30	15	10

La colle A s'emploie à froid, et la colle B à chaud.

L'encollage se fait d'une manière appropriée à la colle, au genre de joint et à la méthode de travail (application à la main, au rouleau, par pulvérisation ou à la racle, etc.). Il est souhaitable d'étaler la colle en une couche uniforme fine. Le bois doit avoir le taux d'humidité optimal et être à la température ambiante. Les surfaces à coller doivent être propres et lisses. Pour obtenir une application uniforme, il ne faut pas laisser la colle trop longtemps exposée à l'air.

Pour chaque opération de collage, il faut établir un programme échelonnant dans le temps les changements de pression et de température au cours des différentes phases de prise, de refroidissement et de durcissement de l'adhésif, tout en tenant compte des délais à respecter avant de manipuler et de travailler l'objet collé. Si l'on emploie une presse à plateaux multiples, tous ses étages doivent se refermer simultanément.

Il est important que la température et la pression soient uniformes dans tout le lieu de travail. Les opérations de collage continues doivent faire l'objet d'une surveillance constante. Les opérations et les instruments sont les suivants :

- a) Mesurer le taux d'humidité avant et après le collage. Il faut pour cela des balances et une armoire de séchage. Les instruments électriques ne sont pas assez sûrs;
- b) Mesurer la viscosité et l'acidité de la colle. Il faut à cette fin un viscomètre et un pH-mètre;

- c) Mesurer la résistance du joint avec des échantillons standard. Il faut pour cela une machine permettant de vérifier la résistance au cisaillement, à la traction, à la compression et à la flexion;
- d) Surveiller la structure du joint et l'absorption de la colle par le bois, ce qui demande l'utilisation d'un microtome et d'un microscope;
- e) Effectuer des vérifications par points pour contrôler l'adhérence par essais au couteau. Comme instrument, on utilise un couteau.

Ce matériel suffit à effectuer les opérations essentielles de contrôle des joints collés.

EFFETS DES PRODUITS DE CONSERVATION DU BOIS SUR LE COLLAGE

L'utilisation de produits de conservation du bois peut influencer considérablement sur l'opération de collage. Si l'on utilise comme produits de conservation des substances huileuses comme la créosote, le collage peut être très difficile. On peut améliorer les propriétés mouillantes de la colle en ajoutant du formaldéhyde à la solution à raison de 2 à 4 % de son poids. La colle est également plus facile à appliquer si elle a une faible viscosité.

Les produits de conservation du bois tendent à ralentir le durcissement. Avec du bois traité, il est donc recommandé de prévoir une température de collage supérieure à 10°C environ à celle qui convient au bois non traité. Les produits de conservation du bois qui ont le moins d'effets sur le collage sont les produits qui contiennent du bore.

Annexe

LES COLLES DE RESINES SYNTHETIQUES DANS L'INDUSTRIE DE LA MENUISERIE*

Les colles les plus importantes dans l'industrie de la menuiserie sont les acétates de polyvinyle thermoplastiques et les colles thermodurcissables à base d'urée, de mélamine, de phénol, de résorcine et de résines époxydes. Les colles sensibles à la pression et les colles thermofusibles ont pris de l'importance au cours des dernières années.

Les acétates de polyvinyle sont utilisés en dispersion aqueuse de 50 à 60 % de blanc de Meudon et d'additifs plastifiants. La formation du joint résulte d'un phénomène physique : le bois absorbe l'eau contenue dans la colle étalée et les petites boules de colle adhèrent les unes aux autres. Le taux d'humidité du bois ne doit pas dépasser 12 %. La colle joue un rôle de colmatage. La dose à appliquer varie de 160 à 200 g/m². Le temps ouvert peut être de 30 minutes pour les placages, mais de quelques minutes seulement pour les travaux d'assemblage. La pression à appliquer se situe entre 0 et 15 kp/m², et la durée pendant laquelle

* Par Harri Kilpeläinen, Institut d'Etat pour l'essai de matériaux, Helsinki (Finlande).

cette pression est nécessaire varie elle aussi considérablement. Pour les placages, la température de pressage ne doit pas dépasser 60°C ni tomber au-dessous de 15°C. A sec, la résistance du joint est remarquable, mais elle diminue en milieu humide. Le joint étant élastique, cette colle convient parfaitement à l'assemblage de meubles. Comme les colorants ne prennent pas sur le joint de colle, il faut teinter la colle avant l'emploi.

Les colles à base d'urée sont commercialisées sous forme de liquide, de poudre ou de pellicules. La colle peut être allongée avec de l'amidon, de la farine de blé ou de l'eau. La proportion d'urée doit être d'au moins 20 à 30 %. On utilise souvent le kaolin et la poudre de bois comme charge qui, dans le collage à froid, peut atteindre une proportion de 50 %. On peut prolonger la durée de vie en pot en la congelant ou en y ajoutant un peu d'alcool. Quant au durcisseur, il suffit de l'appliquer sur l'une des deux surfaces encollées. Il est impossible d'accélérer le durcissement et la prise en ajoutant davantage de durcisseur; il est alors préférable de changer la composition de la colle.

Le taux maximum d'humidité admissible est de 15 %. On obtient les meilleurs résultats avec une humidité se situant entre 8 et 14 %. La dose à appliquer est de 100 à 200 g/m². La durée d'encollage maximum est de 30 minutes pour les colles à froid; elle ne dépasse pas 24 heures pour les colles durcissant à chaud. La pression nécessaire varie entre 2 et 16 kp/m² pour les colles en pellicules. Le temps de prise est de 30 minutes à 4 heures pour les colles durcissant à froid, de 3 minutes pour les colles durcissant à chaud (à une température de 105°C à 115°C) et il peut être réduit jusqu'à 15 secondes au moyen de radiations à haute fréquence. Si la colle apparaît à travers le placage, la raison peut être la suivante : la feuille de placage est trop mince ou humide, la colle est trop liquide ou bien le durcisseur agit trop lentement. S'il y a des taches noires, il se peut qu'elles soient causées par la présence de fer dans les tonneaux de colle ou dans les récipients servant à préparer le mélange. Dans certains cas, l'acide contenu dans le durcisseur pénètre dans le placage et dissout le fer des plateaux de la presse.

Les colles à base de mélamine réagissent plus vite que les colles à base d'urée. A des températures de plus de 100°C, il n'y a plus besoin de durcisseur, car c'est la chaleur qui fait prendre la colle. Les colles à base de mélamine sont supérieures aux colles à base d'urée, mais elles coûtent assez cher. C'est dans la finition des surfaces et la production de stratifiés à base de papier qu'elles trouvent leur utilisation la plus importante.

Les colles phénoliques se divisent en deux groupes; celles qui durcissent à chaud et celles qui s'appliquent à la température ambiante. Les premières se vendent en solutions alcalines contenant 40 à 50 % d'eau. Avant l'emploi, ces colles sont mélangées avec des charges (craie, farine de céréales) et avec des durcisseurs (quebracho, paraformaldéhyde). Les colles qui prennent à la température ambiante sont des solutions alcoolisées; le durcissement est obtenu à l'aide d'acides concentrés. Le bois risque d'être abîmé si le pH tombe au-dessous de 3. Ce genre de colle est utilisé pour les assemblages dans l'industrie du meuble. La durée de vie en pot est de 1 à 2 heures et le taux d'humidité du bois ne doit pas dépasser 15 %. La dose à appliquer varie de 150 à 300 g/m² et le temps ouvert de

30 à 40 minutes. Il faut une pression de 10 kp/m^2 au maximum, le pressage pouvant durer jusqu'à 10 heures. Le joint de colle résiste très bien aux variations climatiques, aux micro-organismes, aux agents chimiques, aux huiles et aux solvants organiques.

Si l'on utilise la colle sous forme de pellicule, l'opération de collage s'effectue à la température de 135°C à 150°C et à une pression de 20 kp/m^2 . Le taux d'humidité doit se situer dans la marge étroite de 8 à 10 %.

Les colles à base de résorcine ressemblent par bien des points aux colles phénoliques, mais, par suite de leur aptitude remarquable à réagir, elles prennent facilement à la température ambiante. Le durcissement est tout à fait neutre du point de vue chimique. La colle est vendue en solution aqueuse de 50 à 60 % et l'on utilise du paraformaldéhyde préalablement mélangé avec de la poudre de bois comme durcisseur. Le temps ouvert est de 2 à 6 heures et le temps de pressage de 2 à 6 heures également. Le taux d'humidité peut dépasser 20 %. La température minimale de pressage diminue en proportion. Pour coller les bois lourds, la température au pressage doit être de 30 à 40°C .

Si le durcisseur n'est pas stocké dans un emballage hermétique, il peut en résulter de graves défauts. Si le paraformaldéhyde du durcisseur s'est évaporé, la colle ne prendra pas, elle ne fera que sécher. Si le joint de colle est mouillé par la suite, la colle se dissoudra. La colle à base de résorcine est essentiellement utilisée pour les travaux qui exigent une grande résistance, comme dans la construction de bateaux et d'éléments porteurs. En raison de son prix de revient élevé, on utilise parfois un mélange de colle à base de résorcine et de colle phénolique contenant au maximum 30 % de colle phénolique.

Les colles époxydes servent en particulier à assembler du bois sur du métal. Ce sont à l'heure actuelle les colles les plus résistantes et les plus faciles à appliquer. Le prix en est toutefois très élevé.

Les colles sensibles à la pression sont généralement des solutions de caoutchouc de néoprène. On peut les étaler à la spatule, à la brosse, au rouleau ou même par pulvérisation. Les surfaces encollées peuvent être jointes par pression dès que la colle est sèche. Pour des travaux qui exigent une plus grande résistance, il est recommandé d'appliquer une pression de 5 kp/m^2 . Si l'on utilise des presses à chaud, la température doit être d'au moins 60°C . La température ambiante ne doit pas dépasser 60 à 70°C .

Les colles thermofusibles sont de plus en plus utilisées pour les revêtements et depuis peu pour le placage. Ces colles, qui sont des mélanges de polyamides, de résines époxydes, de polyéthylène, etc., sont fondues à 200°C avant d'être appliquées. La colle refroidit rapidement et le joint parvient à une résistance maximale en quelques minutes. Le taux d'humidité du bois doit être de 7 à 9 %. La dose à appliquer est de 250 g/m^2 . Le temps ouvert n'est que de quelques secondes. La température ambiante admissible est de 70°C ; l'exposition à une température de 120°C est toutefois possible pendant un temps très bref, comme pour le vernissage.

VIII. LES TEXTILES DE GARNISSAGE DES MEUBLES*

Les textiles sont traditionnellement employés pour le garnissage des meubles. Ils ont dans ce domaine de nombreux avantages sur d'autres matières, car on peut en modifier presque indéfiniment les motifs et la couleur. Les textiles non enduits sont perméables à l'air et à l'humidité, et ils transmettent la chaleur. Normalement, la surface des tissus est agréable au toucher et à la vue. Les textiles sont élastiques, c'est-à-dire qu'ils ont tendance à reprendre leur longueur originale après avoir été étirés, propriété importante pour les tissus de garnissage.

En revanche, beaucoup de textiles présentent une résistance au frottement moins grande que le cuir artificiel ou d'autres matières; mais ils se salissent davantage et sont plus difficiles à nettoyer que le cuir artificiel. Souvent, les textiles tissés ne conviennent pas à la production rationnelle et en grande série d'articles de tapisserie, car ils ne sont pas homogènes dans tous les sens.

Le prix est généralement le facteur déterminant du choix des tissus. La fabrication des tissus passe par la filature, le tissage, la teinture et la finition, chacune de ces opérations comprenant plusieurs phases. Le prix élevé de la production explique que les textiles soient relativement plus chers que les autres matières, qui sont généralement fabriquées en une ou deux opérations. Comme ils sont lourds et faits de fils grossiers, les textiles tissés à la main conviennent à la tapisserie. Dans l'industrie textile, la part faite aux textiles tricotés et non tissés est actuellement en augmentation. A l'avenir, le prix des tissus de garnissage fabriqués selon ces méthodes diminuera.

Les fibres employées pour la fabrication des tissus de garnissage ont changé depuis 20 ou 30 ans. La laine, qui était autrefois la principale matière première, n'est désormais utilisée que pour les tissus coûteux. A l'heure actuelle, on mélange le plus souvent la laine à d'autres fibres et particulièrement avec des fibres cellulosiques régénérées (rayonne), généralement dans une proportion de 50 % de laine et 50 % de fibres cellulosiques. Si l'on ajoute 10 à 15 % de fibres synthétiques, en général des polyamides, aux mélanges de laine et de rayonne, on en augmente la solidité. Ces mélanges sont faciles à teindre, sous forme de pièces ou de fils, et on peut obtenir des couleurs grand teint. En Scandinavie, les mélanges de laine et de rayonne sont maintenant les principales matières premières employées pour le garnissage des meubles. Ces mélanges conservent en partie les qualités de la laine, à savoir sa douceur et sa résistance au frottement et à la saleté. L'élément cellulosique fait baisser le prix de la matière première car il ne coûte que 30 % environ du prix de la laine. La laine et les fibres cellulosiques absorbent l'humidité, ce qui donne des propriétés anti-statiques aux tissus faits avec ces matières. D'autre part, les fibres cellulosiques se salissent plus facilement que la laine ou les fibres synthétiques. On peut soumettre les mélanges de laine et de rayonne à un traitement d'apprêt qui en améliore les propriétés. On peut aussi les soumettre à un traitement qui les rende moins salissants, imperméables à l'eau

* Par Eero Pellas, Hyvilla Oy, Hyvinkää (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/29/Rev.1.)

ignifugés et antiseptiques, ce qui n'est généralement demandé que pour des tissus de garnissage destinés à des emplois particuliers (par exemple bureaux, hôpitaux, bateaux, etc.).

On utilise fréquemment le coton et les mélanges de coton avec des fibres synthétiques pour en faire des tissus de garnissage. Le prix des tissus dépend du prix de la matière première et du poids du tissu. Le coton ne coûte que 30 % environ du prix de la laine, alors que les fibres synthétiques coûtent entre 60 et 70 % de ce prix. Les tissus de coton sont en général teints à la pièce ou imprimés. Pour augmenter leur résistance à l'usure, les tissus d'ameublement en coton sont souvent imprégnés de résine ou enduits d'un apprêt.

L'utilisation des fibres synthétiques n'a pas cessé de se développer dans toutes les branches de l'industrie textile. En 1969, la consommation de fibres synthétiques représentait 21 % de la production mondiale totale de fibres textiles et d'après les prévisions cette proportion devrait atteindre 39 % en 1980.

Les principales fibres synthétiques employées pour garnir les meubles sont les polyamides, les polyacryliques, les polyester et les polypropylènes. Les fibres polyamides les plus connues sont le nylon, l'Antron et le Perlon qui, comme les autres polyamides, se caractérisent par une bonne résistance au frottement, sont faciles à teindre et ne déteignent pas aisément. L'Antron, fibre filamenteuse polyamide texturée, est largement utilisée dans les tissus de garnissage. Le mélange de polyamides réagissant différemment à la teinture permet d'obtenir des effets multicolores par teinture en pièces.

Le Dralon, l'Orlon et l'Exlan sont des fibres polyacryliques très utilisées en Europe. Ces polyacryliques sont doux au toucher mais moins résistants au frottement que les polyamides. Ils sont employés de nos jours comme tissus de garnissage ayant l'aspect du velours et des qualités d'élasticité. Avec les polyacryliques, on peut obtenir des couleurs vives grand teint. On trouve actuellement des fibres polyacryliques anioniques et cationiques se prêtant à la teinture, ce qui permet d'obtenir des effets bicolores avec un seul bain.

A l'heure actuelle, les polyester ne sont pas très employés pour garnir les meubles, malgré leur bonne résistance à l'usure. Il est difficile de les teindre, et il faut les enduire d'un apprêt thermo-durcissable. Mais à l'avenir, les fils texturés de polyester seront probablement une des matières premières couramment utilisée pour le tricotage des tissus de garnissage.

On emploie de plus en plus des fibres de polypropylènes, également appelées "oléfines", comme matières premières des tissus de garnissage. Ces fibres sont beaucoup employées pour la fabrication des tapis. Elles ont une bonne résistance au frottement et une charge de rupture élevée; elles sont douces au toucher et moins chères que les autres fibres synthétiques. Mais les difficultés de teinture ont limité presque exclusivement leur emploi à la fabrication des tapis. Pendant des années, les oléfines colorées n'étaient disponibles que teintées en grandes quantités. Aujourd'hui, elles représentent 2 à 4 % des tissus de garnissage, mais les prévisions donnent à penser que cette proportion augmentera beaucoup dans un proche avenir.

Les propriétés que l'on exige en premier lieu des tissus de garnissage sont une bonne résistance au frottement et au boulochage, ainsi qu'une bonne résistance des couleurs à la lumière. La charge de rupture donne une assez bonne idée de la résistance à l'usure. Le tissage doit être suffisamment serré pour empêcher les fils de s'effiloche aux coutures. La couleur doit aussi résister à la friction, à la transpiration, à l'eau et au nettoyage. En outre, le tissu doit être assez extensible et élastique pour se prêter au garnissage.

Dans les usines modernes de textiles, tous les tissus sont soumis à des essais avant d'en lancer la production pour s'assurer qu'ils remplissent les conditions requises d'un tissu destiné à garnir des meubles.

Les méthodes normalisées que l'on emploie pour vérifier les propriétés des textiles (résistance à l'usure et stabilité des couleurs) ont été publiées par l'"American Society for Testing Materials" (ASTM).

Les appareils servant à déterminer la résistance au frottement sont nombreux. Le principe est le même pour tous : on frotte un échantillon préalablement chargé contre un morceau de papier de verre, et on note le nombre des cycles de frottement jusqu'à usure de l'échantillon. Des essais effectués avec l'appareil "Stoll" montrent que la marge minimale applicable aux tissus d'ameublement est de 1 200 à 1 500 cycles. Pour ces essais, on utilise une charge d'un kilogramme et un papier de verre No zéro. Quant aux fibres synthétiques, elles ont une résistance au frottement de 4 000 à 5 000 cycles et les textiles enduits de 12 000 à 14 000 cycles.

La stabilité des couleurs est vérifiée selon une méthode normalisée, avec les appareils "Zenotester" ou "Fadometer". L'échantillon est exposé à la lumière pendant 200 heures. On compare alors le résultat avec une gamme de huit étalons normalisés et on indique le No de l'étalon qui présente une altération de couleur analogue à celle de l'échantillon soumis à l'essai. Les tissus de garnissage doivent avoir une stabilité de couleur correspondant au No 6 de cette échelle.

A l'état mouillé, la stabilité de la couleur doit correspondre au No 4 de l'échelle normalisée; autrement dit, on admet une légère coloration d'un tissu blanc soumis à l'essai. La valeur minimale de la résistance à la rupture d'un échantillon de 200 mm de long sur 50 mm de large est de 45 kg.

La résistance au boulochage est un bon indice des propriétés de la résistance à l'usure des tissus de garnissage. L'essai est réalisé avec une boîte rotative dans laquelle quatre échantillons de tissu sont enroulés sur des tubes de caoutchouc qui tournent et frottent les uns contre les autres pendant 10 heures. On indique alors le nombre de petites boules de fibres ou bouloches formées à la surface du tissu. Les bouloches s'observent sur des tissus qui sont des mélanges de fibres ayant une faible résistance à la rupture et de fibres ayant une résistance élevée, comme c'est le cas des mélanges de rayonne ou de laine avec des fibres synthétiques.

Le contrôle de la qualité des nouveaux produits et de leur production est très important dans la fabrication des textiles, surtout quand le produit est composé de plusieurs matières ayant de nombreuses couleurs et des textures différentes.

Les fibres de verre, largement employées pour les tentures, font l'objet d'essais en vue de leur utilisation pour les tissus de garnissage. Etant donné que ces fibres résistent bien au frottement et sont ininflammables, elles se prêtent certainement au garnissage des meubles.

On trouve dans le commerce des tissus élastiques pour garnissage, et leur part du marché augmentera vraisemblablement. Aux Etats-Unis, ces tissus constituent à présent 10 à 15 % au moins de la production de tissus de garnissage.

Une des modifications les plus évidentes dans la fabrication des textiles est le progrès de la maille. La fabrication des tissus est de 10 à 20 fois plus rapide par tricotage que par tissage. L'augmentation de la production des tissus à mailles permettra de garnir les meubles avec des produits nouveaux et meilleur marché. Grâce à l'application d'enduits et au gaufrage, il est possible de donner aux textiles à mailles les qualités nécessaires à leur emploi pour le garnissage des meubles. On prévoit également un usage plus répandu des techniques de matelassage et de capitonnage.

La fabrication des textiles non tissés a fait de grands progrès. Les techniques employées permettent une vitesse de production élevée, qui peut être comparée à celle de la production du cuir artificiel. Les textiles non tissés ont l'aspect et la douceur des textiles traditionnels, et ils se prêtent à l'impression de motifs. Si la matière première est le nylon biconjugué, on peut obtenir un textile non tissé résistant bien à l'usure, sans aucune matière de liaison. Le fil de nylon biconjugué a une âme de nylon 6 et une surface de fibres en nylon 66. Lors du traitement thermique, la couche superficielle de nylon 66 fond et agglutine les fibres. Les textiles non tissés se prêtent à la production de grandes séries dans le garnissage des meubles; ils sont faciles à couper et ne s'effilochent pas.

IX. LES MOUSSES PLASTIQUES EMPLOYEES DANS L'INDUSTRIE DU MEUBLE*

Depuis la découverte du moulage de polymères à l'état plastique, ce secteur s'est développé rapidement et on a mis au point une grande variété de nouveaux plastiques. C'est vers la fin des années 30 que l'on a commencé à pratiquer l'expansion des polymères par des gaz. Bien que cette technique permette de transformer en mousse presque tous les polymères, seuls quelques-uns ont acquis une importance commerciale.

S'il est possible de faire mousser les polymères en les battant à l'air et en durcissant la mousse, ces plastiques sont généralement transformés en mousse à l'aide de gaz inertes. On se sert aussi du gaz carbonique ou de peroxyde d'azote, obtenus par réaction chimique ou par décomposition de composés chimiques appropriés. Pour obtenir les gaz nécessaires, on utilise aussi des solvants à basse température d'ébullition. Les polymères moussés peuvent être durcis sous forme de cellules fermées (intactes) ou de cellules ouvertes (brisées). En règle générale, les mousses à cellules fermées sont rigides et celles qui sont à cellules ouvertes sont souples. Il existe toutefois certaines exceptions mineures à cette règle.

MOUSSES SOUPLES

Les mousses souples (à cellules ouvertes) ont déjà un marché bien établi. Dans les pays industriels, la consommation annuelle de ce produit est de 1 à 1,2 kg par habitant, et elle augmente à raison de 8 à 14 % par an. L'industrie du meuble consomme 40 à 50 % de la production totale de ce produit employé pour le rembourrage (literie exceptée).

Du point de vue commercial, les mousses souples les plus importantes sont les mousses de polyuréthane, de CPV et de latex. En Finlande, la mousse de polyuréthane représente 90 % de toutes les mousses souples. Elle se compose essentiellement de deux éléments : un polyol et un isocyanate, qui donnent une résine thermodurcissable en se transformant en mousse. Selon le polyol choisi, le plastique obtenu est appelé mousse de polyéther, de polyester ou de polyuréthane à grande élasticité.

Etant des résines thermodurcissables, les mousses de polyuréthane sont employées à des températures très variables. Les mousses de polyéther et les mousses à grande élasticité sont peu sujettes aux attaques des agents chimiques ou des oxydants, mais elles se gonflent dans beaucoup de solvants, qui ne les altèrent toutefois pas. Les mousses de polyester résistent bien au nettoyage à sec mais peuvent se décomposer par hydrolyse dans une atmosphère humide et chaude. Toutes les mousses de polyuréthane sont faciles à coller.

La mousse de CPV est thermoplastique. Pour le rembourrage des meubles, elle est inférieure aux mousses de polyuréthane et de latex, mais elle est facile à souder par rayonnement à haute fréquence. Elle présente donc un certain intérêt, surtout quand elle est employée avec une pellicule de CPV, impossible à coller.

* Par Kristian Lindroos, Espe Oy, Kouvola (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/43.)

La mousse de latex est un bon matériau de rembourrage quand elle est suffisamment protégée de l'oxydation. Mais sa part du marché a rapidement diminué, tant pour des raisons commerciales que parce qu'elle n'est pas auto-extinguible.

Normes

En général, les mousses font l'objet d'essais conformes à des normes nationales telles que les ASTM, DIN, BS et SIS. Les techniques d'essai se ressemblent, mais les résultats obtenus ne sont pas toujours comparables. On trouvera ci-dessous la description de certains essais types.

Densité. La masse volumique d'une mousse est proportionnelle à la quantité de matière qui supportera la charge. Pour le polyuréthane, la masse volumique peut être donnée comme densité de l'ensemble, y compris la couche superficielle, ou comme densité de la partie intérieure. Dans le cas de plaques, la masse volumique de l'intérieur de la mousse de polyuréthane est inférieure d'environ 2 kg/m^3 à celle de l'ensemble. On admet généralement une tolérance de $\pm 1,5 \text{ kg/m}^3$ pour la masse volumique de la partie intérieure.

Résistance à la charge. La résistance à l'affaissement donne la mesure du comportement d'une mousse sous la charge. Le Comité technique 45 de l'Organisation internationale de normalisation (ISO/TC 45) a formulé les recommandations H 19 et H 56 pour caractériser la flexion sous charge. L'essai se fait avec un matériel spécial pour différentes déformations : on indique en général les charges susceptibles de provoquer des déformations de 25, 40 et 65 % (voir figure I). La dureté ne dépend pour ainsi dire pas de la densité, et elle n'a que très peu d'influence sur la durabilité du produit.

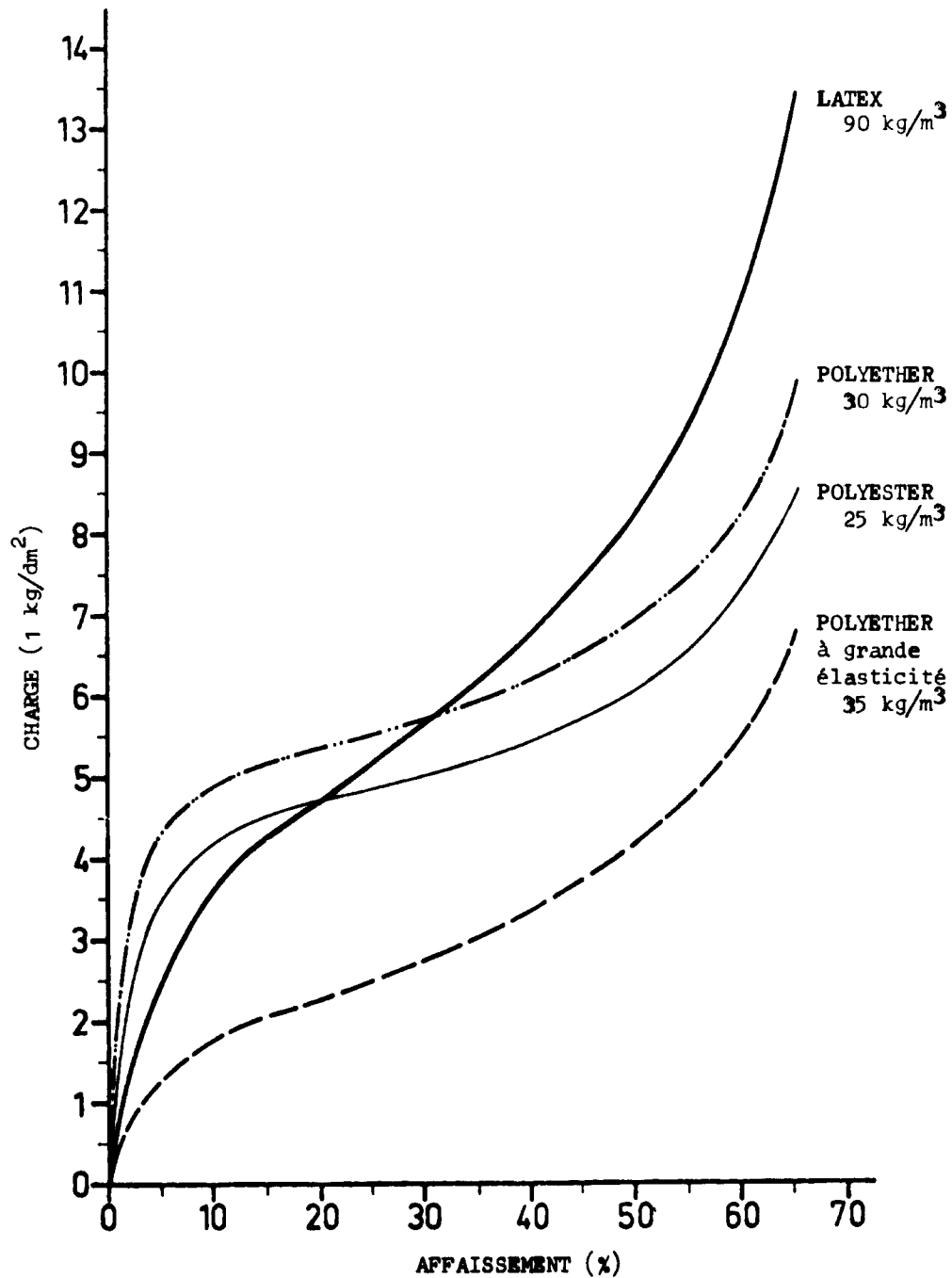
Un chiffre utile pour comparer des mousses est le rapport des charges provoquant des affaissements de 65 et 25 % respectivement. Ce chiffre donne une idée du confort que donne la mousse, car les utilisateurs veulent une mousse qui soit à la fois souple et capable de supporter des charges élevées, c'est-à-dire une dureté qui diminue rapidement pour des déformations inférieures à 30 % mais qui augmente au-dessus de cette proportion.

Déformation permanente. D'une manière simple, la déformation permanente fournit une donnée importante pour évaluer la véritable qualité d'une mousse, c'est-à-dire son degré de dureté. L'essai est décrit en détail dans la recommandation H 81 du Comité technique 45 de l'ISO. Il suffit de comprimer un échantillon à 50, 70 ou 90 % pendant 22 heures à 70°C et de mesurer la diminution permanente d'épaisseur. Avec une compression de 70 %, une mousse de bonne qualité ne doit pas perdre (de façon permanente) plus de 10 %, mais une perte de 15 % est admissible dans certains cas.

La résistance à la traction et l'allongement à la rupture sont mesurés selon la norme ASTM D1564

La résistance au déchirement peut être déterminée selon la norme ASTM D1564.

FIGURE I. DURETE DE CERTAINES MOUSSES PLASTIQUES



Le vieillissement causé par la vapeur, qui révèle l'altération en atmosphère humide, peut être mesuré selon la norme ASTM D1564.

L'essai de flexion se fait généralement jusqu'à 250 000 cycles (ASTM D1564). La perte de dureté causée par la flexion révèle une des principales faiblesses de la mousse de polyuréthane.

L'essai de perméabilité (DIN 52213) indique la quantité de cellules fermées dans une mousse souple. Pour être confortable, la mousse doit présenter une grande perméabilité.

L'essai d'auto-extinction (ASTM D1692) est nécessaire dans les cas où il faut une certaine résistance au feu.

L'essai de rebondissement (ASTM D1564) indique l'élasticité de la mousse.

MOUSSES RIGIDES

Les mousses rigides sont employées pour l'isolation thermique, les éléments composites et l'emballage. Les mousses employées pour l'isolation et l'emballage ont une masse volumique de 12 à 40 kg/m³. Les mousses rigides les plus courantes sont les suivantes :

Mousse rigide de polyuréthane
Polystyrène expansé
Mousse de polyuréthane de type duromère
Polystyrène à structure et plastiques comparables
Polyoléfinés à structure

Toutes les mousses rigides ont des cellules fermées. Parmi les différents genres de mousses mentionnés ci-dessus, seul le polyuréthane est une résine thermodurcissable; les autres sont thermoplastiques. Les mousses rigides de polyuréthane et le polystyrène expansé ont une masse volumique de 40 à 80 kg/m³ pour l'industrie du meuble. En raison de la faible densité de ces matières, il faut prévoir des parois relativement épaisses de même que des dispositifs spéciaux pour fixer les boulons, les vis et les clous. Le collage du polyuréthane ne présente pas de difficulté, mais le polystyrène exige des colles judicieusement choisies.

Les duromères sont employés en décoration et pour la construction. Ils ont une couche superficielle étanche, la partie intérieure étant soufflée. La masse volumique moyenne des duromères est de 200 à 600 kg/m³.

Depuis peu, on emploie sous forme de structures certaines résines thermoplastiques connues depuis longtemps, après les avoir exposées à une légère expansion par des gaz. Les avantages qu'offrent les mousses de polystyrène et de polyoléfinés à structure sont dus à la technique de production, qui permet de fabriquer en grande série des objets de grande taille tels que des sièges et des éléments de meuble.

MATERIEL

Les mousses plastiques sont fabriquées selon des procédés continus ou moulées en discontinu. Les mousses obtenues par procédé continu doivent être ensuite découpées aux dimensions voulues; les articles fabriqués en discontinu ont d'emblée la forme définitive qui leur est donnée par le moule.

Pour obtenir des polyuréthanes, on mélange deux ou plusieurs éléments dans un malaxeur. (Pour les essais, les éléments peuvent être mélangés à la main.) Pour le moulage, on utilise des malaxeurs d'une capacité minimale de 60 kg/min. Le temps nécessaire pour remplir le moule ne doit pas dépasser 5 à 10 secondes, selon la composition du mélange. La mousse la plus souple est produite sous forme de plaques selon un procédé continu pour être ensuite découpée à l'aide de lames sans fin ou, moins souvent, de lames à oscillations.

Le polystyrène expansé est également transformé en mousse de façon continue à l'aide de machines à extrusion ou moulé avec des machines spéciales. Les polystyrènes et les polyoléfinés à structure, plus denses, sont moulés à l'aide de machines spéciales pour le moulage par injection.

Bibliographie

A new generation of structural foam polymers. Par R. L. Grieve et al. Journal of cellular plastics 6 (Westport, Connecticut) 4, 1970.

Buist, J. M. et H. Gudgeon, Advances in polyurethane technology. Londres, Maclaren, 1968, 311 p.

Homann, D. Kunststoff-Schaumstoffe. Munich, 1966.

Polyurethane. Munich, 1966 (Kunststoff-Handbuch Band VII).

X. L'EMPLOI DES CUIRS ARTIFICIELS POUR LE GARNISSAGE DES MEUBLES*

A l'heure actuelle, les cuirs artificiels les plus importants se composent de tissus revêtus de CPV ou de polyuréthane. En général, le tissu de support est un textile de coton tissé ou maille dont le No du fil, la densité, etc., varient selon l'emploi final du produit. On emploie le plus souvent des cuirs artificiels fabriqués à partir de tissu revêtu de CPV, bien que les tissus revêtus de polyuréthane soient très compétitifs et que leur emploi se répande. Pour les cuirs artificiels en polyuréthane, le tissu de support est toujours plus ou moins gratté. Il existe également des feuilles de plastique qui ne sont guère plus employées. Ces feuilles de CPV (0,5 mm d'épaisseur au moins) sont dépourvues de tissu de support. Elles résistent mal à la déchirure et, quand leur épaisseur dépasse le minimum requis, elles sont désagréables au toucher. Ces feuilles ne sont employées que pour des sièges durs et bon marché.

On fabrique les cuirs artificiels en CPV et en polyuréthane en enduisant le textile de support d'une pâte plastique que l'on chauffe. Ce procédé est représenté à la figure 1. La plupart des revêtements dits compacts sont appliqués de cette façon. Depuis quelques années, la méthode dite de transfert a gagné du terrain. Selon cette méthode, la couche supérieure (plastique) du produit final est étalée sur un papier spécial traité aux silicones et séché dans un four. La couche principale est alors étalée sur la couche supérieure, et ensuite le tissu est appliqué sur l'ensemble des deux couches. Cette opération est suivie d'un traitement à la chaleur, puis le produit final est séparé du papier, le tissu plastifié et le papier étant enroulés séparément. La figure II représente ce procédé et la machine appelée machine à induction en tandem. Ce procédé est utilisé pour la fabrication des cuirs artificiels à base de CPV expansé et de la plupart des cuirs artificiels compacts en polyuréthane.

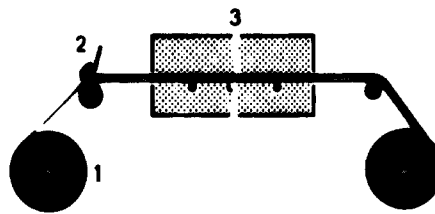
Il existe également des machines à imprimer, à vernir et à gaufrer, que l'on utilise pour augmenter la ressemblance du cuir artificiel avec le cuir véritable. (Il est entendu que les cuirs artificiels ne peuvent pas remplacer les cuirs véritables et qu'ils ne sont qu'une matière complémentaire.)

Certaines des caractéristiques les plus importantes des cuirs artificiels destinées au garnissage des meubles sont étudiées ci-après.

Les couleurs des cuirs artificiels doivent être résistantes à la lumière : elles doivent être à peu près insensibles à la lumière du soleil. Dans la classification internationale (ISO), la valeur 6 signifie "bon" et la valeur 8 "excellent". Il ne doit pas non plus y avoir de migration de pigments, c'est-à-dire que ces derniers ne doivent pas apparaître à la surface. On peut se rendre compte de la migration en passant sur la surface un chiffon blanc, qui mettra en évidence toute particule libérée. Le "bronzage" se décèle de la même façon. Dans ce cas, la surface plastique prend, comme le nom l'indique, un aspect métallique bronzé. On peut vérifier la stabilité de la couleur à l'humidité en frottant la surface avec un chiffon mouillé.

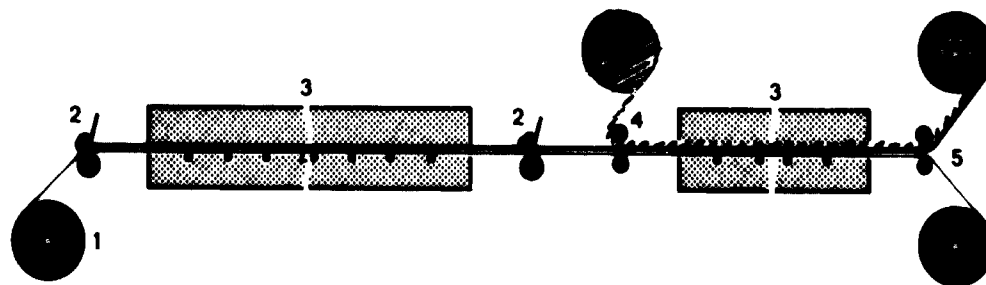
* Par Gunnar Södermann, Oy Finlayson-Forssa Ab Plastics Works, Forssa (Finlande).
(Publié initialement sous la cote ID/WG.105/27/Rev.1.)

FIGURE I. MACHINE A ENDUCTION DIRECTE DU REVETEMENT



- Légende : 1) Tissu de support
2) Etalement du plastique
3) Four

FIGURE II. MACHINE A ENDUCTION EN TANDEM POUR REVETEMENT PAR TRANSFERT



- Légende : 1) Papier
2) Etalement du plastique
3) Four
4) Application du tissu
5) Séparation

Les cuirs artificiels résistent à la plupart des produits chimiques courants. Mais l'effet des adhésifs présente beaucoup d'intérêt pour l'industrie du meuble. Bien que les colles fassent l'objet d'un exposé détaillé dans un autre chapitre de la présente publication^{1/}, il convient de mentionner ici les faits suivants.

Après séchage, les colles à bois n'ont aucun effet sur les cuirs artificiels. Cependant, lorsqu'elles sont mouillées, les colles très acides ou contenant des solvants concentrés à base d'acétates de polyvinyle ou de soufre peuvent les décolorer. En revanche, une des colles les plus connues, l'acétate de polyvinyle en dispersion, peut même servir sans danger à coller directement le cuir artificiel sur le bois. Le CPV réagit aux solvants concentrés tels que les diluants. L'essence, les huiles et les graisses altèrent toutes les CPV. Le polyuréthane résiste beaucoup mieux aux produits chimiques.

^{1/} Voir aussi le chapitre VII, "L'emploi des colles et d'autres adhésifs dans les industries du meuble et de la menuiserie".

Dans les pays froids, il faut accorder une attention particulière à la souplesse à basses températures. En l'occurrence, le CPV devient rigide et se rompt à environ -40°C . A cet égard, le comportement du polyuréthane est meilleur.

Dans les pays chauds, où l'humidité de l'air est relativement élevée, il faut tenir compte de la propriété de certains plastiques à se décomposer par hydrolyse. A cette fin, on effectue un essai en laboratoire à une température de 70°C et à un taux d'humidité de 100 %. Cet essai dure sept jours. Le plastique en aucun cas ne doit se rompre. Après l'essai d'hydrolyse, l'échantillon est soumis à un essai d'abrasion. Au bout de 3 000 tours, sa surface sera altérée et terne, mais la matière ne devra pas être rompue. Cet essai est généralement réalisé selon la technique d'essai de la Polyurethan-Gesellschaft Lemförde mbH & Co, Osnabrück (République fédérale d'Allemagne).

Avec les produits en CPV employés pour les garnitures intérieures des automobiles, il se produit un phénomène de "vaporisation", quand les plastifiants s'évaporent à des températures élevées (même dans les pays nordiques, la température à l'intérieur d'une voiture peut s'élever jusqu'à 60°C , quand celle-ci est restée longtemps au soleil) et se condensent sur le pare-brise et sur les glaces. Il est très difficile d'éliminer cette fine pellicule de condensation qui réduit la visibilité.

Les propriétés ci-dessus sont les caractéristiques chimiques les plus importantes des cuirs artificiels en CPV et tissu, et ce sont celles du plastique lui-même. Dans certains cas, il faut imprégner le tissu de support pour qu'il résiste aux moisissures et aux bactéries.

Une des caractéristiques mécaniques les plus importantes des produits en CPV est la sensation au toucher, qui est liée à la rigidité ou à la souplesse. S'il est difficile de quantifier cette propriété, il est évident que ces matières doivent être agréables au toucher et à l'oeil, tout en étant souples. D'une façon générale, il vaut mieux employer un cuir artificiel dur pour un siège dur et une matière plus souple pour un siège mou.

Etant donné que le cuir artificiel en CPV est normalement imperméable à l'air, beaucoup de gens n'aiment pas rester longtemps assis sur un siège recouvert de cette matière. On s'est efforcé de remédier à cet inconvénient, notamment en perforant le plastique ou en ajoutant à la pâte certains produits chimiques, qui se dissolvent par la suite en formant de petits pores et des canaux dans le plastique. On obtient ainsi des matières "poromériques". Malheureusement, ces efforts n'ont pas encore été couronnés de succès.

On obtient une matière de meilleure qualité avec du CPV expansé, c'est-à-dire avec du CPV sous forme de mousse recouverte d'une fine couche superficielle compacte. Lorsque cette couche superficielle est perforée, on obtient un cuir de meilleure qualité et de meilleur aspect. Il est tout à fait agréable de rester assis sur un siège recouvert de ce genre de cuir artificiel. En outre, le tissu de support est généralement un textile maillé, ce qui rend le contact plus agréable. Le tableau ci-dessous indique les propriétés requises du tissu de support et des cuirs artificiels finis.

Certains cuirs artificiels en polyuréthane sont poreux et d'autres ne le sont pas. Avec de la fumée de cigarette, on peut facilement vérifier la porosité de la manière suivante. On aspire de la fumée, puis on tend l'échantillon à vérifier sur les lèvres. Si la fumée est rejetée à travers l'échantillon, cela prouve que l'échantillon est poreux ou perforé.

La résistance des cuirs artificiels à la traction est très importante. On ne peut donner ici de valeurs globales car les différents types de chaises, de fauteuils et de canapés exigent une résistance différente. En outre, la manière dont le cuir artificiel est monté a une certaine influence. Il faut aussi tenir compte de l'allongement, surtout quand on recouvre des meubles mous ou semi-mous avec du cuir artificiel. Plus l'allongement est grand, plus le patron doit être petit au moment de la coupe. L'idéal serait que la chaîne et la trame aient les mêmes propriétés d'allongement, mais c'est rarement le cas. Quand l'allongement est convenable, la matière peut être bien tendue sur les bords arrondis. Mais l'allongement ne doit pas être ni trop faible ni trop grand, sinon il se formera des plis.

A l'usine Oy Finlayson-Forssa Ab, les spécifications retenues pour l'allongement sont les suivantes : dans le sens de la chaîne 35 à 70 %, dans le sens de la trame 50 à 100 %. Comme le montre le tableau, la qualité NV est la meilleure pour le garnissage.

Propriétés requises du tissu de support et des cuirs artificiels finis^{a/}

Qualité	HK 45	TK 60	L	NL	NV
			<u>Gratté</u>	<u>Gratté</u>	<u>Gratté</u>
<u>Tissu de support</u>					
No du fil/fibres/cm					
chaîne	38/25	coton	28/27	28/26	nylon
trame	38/24	maillé	52/31	52/21	maillé
Poids g/cm ²	210	135	250	185	125
Largeur cm	135	140	145	130	145
Résistance à la traction, chaîne/ trame, kp/5 cm	70/45	16/8	58/88	49/51	25/56
Allongement, chaîne/trame, %	12/21	76/170	7/27	7/26	80/70
Résistance à la déchirure, chaîne/ trame, kp	1,8/1,6	1,1/-	1,8/2,0	3,4/2,9	1,9/1,9
<u>Revêtement</u>					
	CPV comprimé	CPV expansé	PU	PU	PU
Poids g/cm ²	430	600	80	80 - 90	100
Epaisseur totale, mm	0,7	1,4	0,85	0,7	0,7
Résistance à la traction, chaîne/ trame, kp/5 cm	82/62	35/17	45/83	45/42	29/59
Allongement, chaîne/trame, %	12/44	32/190	7/28	6,5/30	70/82
Résistance à la déchirure, chaîne/ trame, kp	1,9/1,8	1,8/2,4	2,1/2,0	3,4/2,9	1,7/2,0
Souplesse à basses températures, °C	-42	-33			
Abrasion, nombre de tours	5 000	8 000	3 000	3 000	5 000

^{a/} HK 45, TK 60, etc., sont les références des matières de garnissage produites par Oy Finlayson-Forssa Ab, Forssa (Finlande).

Le plastique doit avoir une bonne résistance à l'abrasion. Pour les essais faits avec l'appareil d'abrasion Taber, la norme est d'au moins 3 000 tours pour les matières destinées au garnissage des meubles.

La résistance du cuir artificiel à la déchirure joue aussi un rôle important. La matière est généralement cousue avant d'être montée. Il ne semble pas y avoir de normes généralement appliquées; les différents fabricants de meubles ont leurs propres méthodes d'essai. On obtient toutefois de meilleurs résultats en faisant de grands points et en ne tirant pas trop le fil.

La Furniture Industry Research Association (FIRA), Stevenage, Herts (Royaume-Uni), a fait des essais très poussés de toutes les matières de garnissage, notamment les suivants :

- Composition
- Structure/épaisseur
- Résistance à la traction au moment de la rupture
- Résistance à la déchirure
- Résistance des coutures
- Résistance à l'usure
- Résistance aux éraflures
- Rupture par flexion
- Adhérence du revêtement
- Poids du revêtement
- Tenue à la traction/résistance superficielle
- Stabilité des couleurs à la friction
- Stabilité des couleurs à la lumière
- Résistance à l'altération par la lumière
- Thermoplasticité et résistance aux solvants
- Hydrolyse

On demande souvent comment il faut nettoyer les cuirs artificiels. Le meilleur moyen, et le plus simple, est d'utiliser l'eau, du savon ou du détergent avec une brosse douce ou un chiffon. Si cela ne suffit pas, il est recommandé de demander conseil au fabricant.

Les différents types de plastiques offrent des possibilités diverses. Le CPV compact peut être employé pour garnir des meubles très bon marché dans des bâtiments publics tels que les hôpitaux et les gares. En Finlande, 10 % environ des meubles fabriqués sont recouverts de ce matériau.

On peut employer le CPV expansé pour des meubles de meilleure qualité destiné aux bâtiments publics et également pour les meubles d'appartement. Sa part du marché est de 80 % environ.

La part du cuir artificiel à base de polyuréthane sur le marché n'est à l'heure actuelle que de 10 % environ, mais elle doit normalement augmenter. Cette matière ayant un aspect très proche de celui du cuir, elle sera probablement largement employée dans un proche avenir pour le garnissage des meubles d'appartement.

Les prix varient constamment, mais, si l'on donne arbitrairement au CPV compact un prix égal à 1, le prix du CPV expansé se situera entre 1,5 et 2 environ et celui du polyuréthane entre 2,5 et 3.

XI. LES FERRURES ET LES ELEMENTS EN METAL*

Le bois est depuis toujours la principale matière première utilisée dans l'industrie du meuble. Bien que le fer et la pierre aient été employés pour faire des objets tels que des bancs et des sièges, l'emploi combiné du métal et du bois est assez récent. Les premiers essais sérieux ont été faits en Angleterre dans les années 1850. On peut recommander à ceux qui s'intéressent à l'évolution historique de la fabrication de meubles de lire le livre de Helena Hayward intitulé "World Furniture"^{1/}.

L'essor de la métallurgie a contribué à l'heureuse combinaison du bois et de l'acier. C'est l'école d'architecture connue sous le nom de "fonctionnalisme" qui a donné une nouvelle impulsion à cette tendance, de sorte que l'emploi du métal et du bois dans un même meuble n'a pas cessé de se répandre depuis les années 20.

Dans le présent chapitre, nous étudierons séparément les ferrures et les éléments en métal. L'étude des ferrures porte séparément sur les ferrures employées dans la fabrication des meubles et les ferrures employées dans l'industrie de la menuiserie.

FERRURES

Selon l'usage finlandais, on classe sous le nom de ferrures, et surtout de ferrures destinées au bâtiment, une vaste gamme de produits tels que loqueteaux, manettes, poignées de portes, serrures, charnières, sonnettes, espagnolettes, butoirs de portes et supports de tringles à rideaux.

Matières

Le laiton est très courant dans les ferrures, sous forme de plaques, de profilés et de pièces moulées sous pression. En général, le laiton se compose de 63 % de cuivre et de 37 % de zinc.

Il existe un autre alliage de zinc important, le "Zamak" ou "Mazak", qui a la composition suivante : 3,5 à 4 % d'aluminium, 0,5 à 1 % de cuivre, 0,3 à 0,8 % de magnésium et au maximum 0,1 % de manganèse, de fer, de plomb, de cadmium et d'étain respectivement, le reste étant du zinc. Cet alliage est employé pour mouler des objets sous pression et il est très apprécié parce qu'il ne coûte que les deux tiers environ du prix du laiton. Dans de bonnes conditions, il s'emploie de la même façon que le laiton. Cet alliage est toujours chromé.

Avant l'apparition de cet alliage, l'aluminium était largement employé à cause de son prix de revient relativement faible. Mais, à l'heure actuelle, il sert de moins en moins à

* Par Seppo Aho, Joutjärvi Oy, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/36/Rev.1.)

^{1/} Hamlyn Londres, 1969.

la fabrication des ferrures, sauf pour les articles bon marché. On continue toutefois de l'employer en plaques, en profilés et en pièces moulées sous pression.

L'acier est surtout employé en plaques qui servent à la fabrication de certains articles.

Finition

La finition est une phase essentielle de la fabrication des ferrures car c'est elle qui donne à l'article son aspect final et qui protège de la corrosion et de l'usure la matière dont il est fait. On distingue les opérations mécaniques (peinture, polissage), électrochimiques (chromage ou nickelage) et chimiques (anodisation et oxydation).

Polissage. On polit la plupart des ferrures avant la dernière finition afin d'éliminer les éraflures dues aux phases de travail antérieures, mais le polissage peut aussi être la dernière finition, comme c'est le cas pour les articles en cuivre et en aluminium. Le polissage se fait avec des brosses dures qui donnent à l'article une surface mate.

Peinture. On applique généralement la peinture par procédé électrostatique, surtout pour assurer une finition décorative car la résistance à la corrosion et la durabilité de ces revêtements ne sont pas satisfaisantes. Mais on continue d'employer les peintures car elles sont faciles à employer, offrent de nombreuses possibilités d'application, sont faciles à retoucher et bénéficient de la mise au point de nouvelles peintures plastiques.

Chromage. Le chromage est la finition galvanoplastique la plus courante. Il donne une bonne résistance à la corrosion et à l'usure mécanique, tout en offrant la possibilité de choisir entre plusieurs surfaces différentes, dont trois - brillante, satinée et noire - sont employées en Finlande. Les métaux le plus souvent chromés sont l'acier, le Zamak et le laiton.

Conformément aux normes adoptées dans la quincaillerie finlandaise, on applique deux couches de cuivre, une ou deux de nickel et, pour finir, une couche de chrome, l'épaisseur des différentes couches étant respectivement de 8 à 10 μm pour le cuivre, de 16 μm pour le nickel et de 0,2 μm pour le chrome. Si l'on souhaite un revêtement de chrome noir, on applique une couche noire supplémentaire.

Le nickelage et le cuivrage se font de la même façon, c'est-à-dire par procédé électrolytique mais sans les couches de chrome.

Anodisation. L'aluminium se traite électrolytiquement pour rendre la surface poreuse par oxydation. Certains pigments pénètrent dans les pores, qui se bouchent en donnant une surface colorée et décorative pouvant être employée dans les cas de faible usure mécanique.

Oxydation. On peut oxyder le laiton de différentes façons pour lui donner un aspect foncé et décoratif.

Immersion dans du métal fondu. Les pièces en acier se recouvrent mécaniquement en les immergeant dans du métal fondu, qui les enrobe d'une couche épaisse et résistant bien à la corrosion. On emploie le plus souvent du zinc et de l'aluminium, mais on peut aussi utiliser du cuivre et du laiton.

Qualités requises des matières et des finitions

Quand on choisit des ferrures, plusieurs aspects de la question doivent être examinés. Par exemple, à l'extérieur et dans une zone industrielle ou près de la mer, il faut employer des pièces en laiton; dans une atmosphère non polluée et à l'intérieur, on peut employer du Zamak et de l'acier. De même, pour les articles très exposés à l'usure, comme les poignées de portes, il est préférable de choisir des ferrures chromées et de réserver les ferrures peintes ou zinguées aux endroits moins exposés, serrures mortaisées et espagnolettes par exemple.

Le milieu ambiant impose parfois certaines finitions; en Finlande par exemple, il est d'usage de combiner le laiton poli ou bruni avec certains bois colorés tels que le teck et l'acajou.

ELEMENTS EN METAL

La question des éléments en métal sera étudiée du point de vue de l'industrie du meuble, car le secteur du bâtiment a en règle générale des exigences particulières. Les articles les plus importants sont donc les pieds, les accoudoirs et les dossiers des sièges, les tables et les pieds de tables, ainsi que les carcasses de fauteuils et de canapés.

Matières

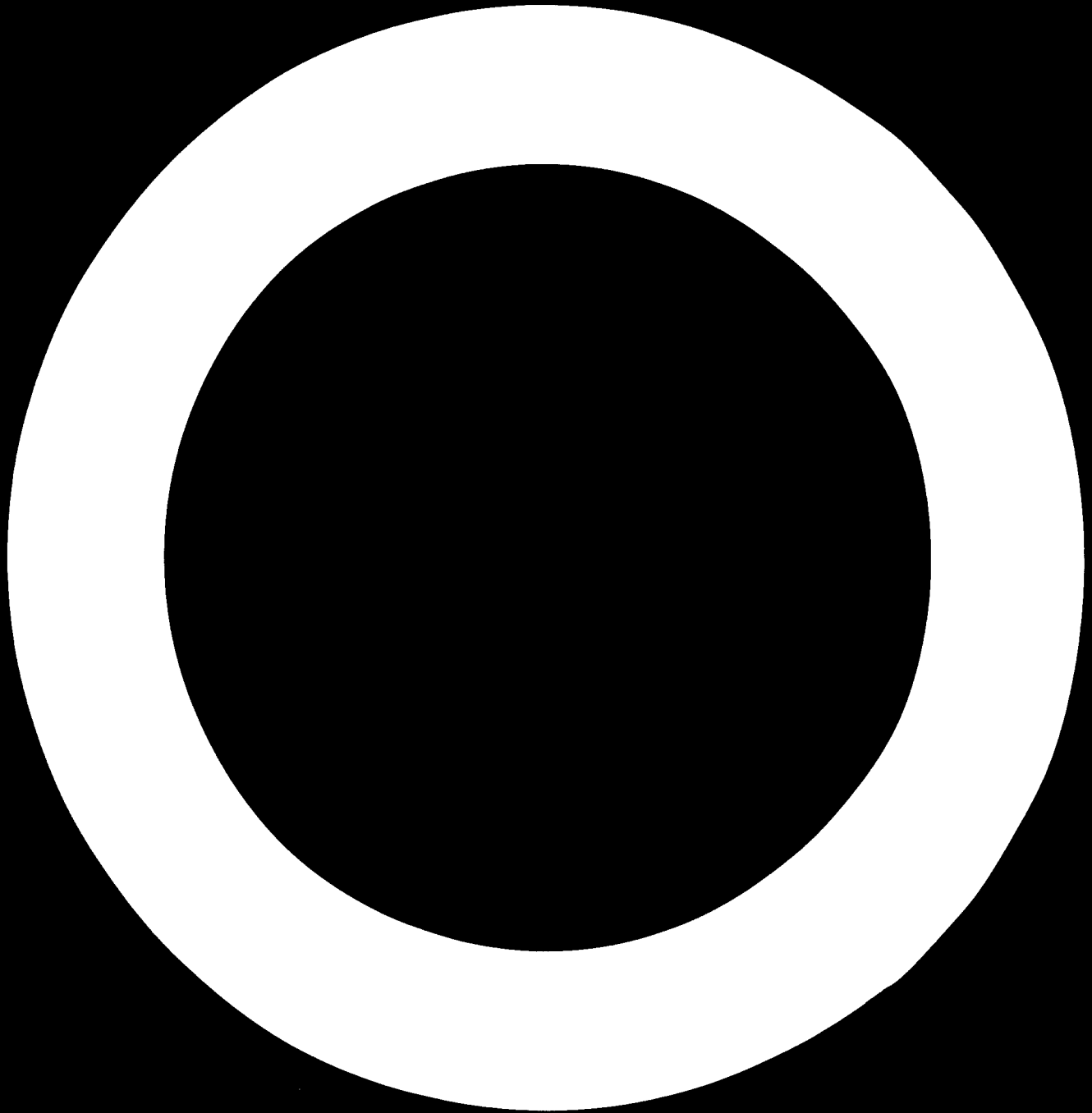
La matière la plus employée dans l'industrie du meuble est l'acier tubulaire, dont le profil peut être rond, carré, ovale, plat ou une combinaison de ces différentes formes. L'aluminium et le laiton sont utilisés sous forme de tubes et de profilés. On utilise également des éléments pressés ou moulés dans des plaques d'aluminium, de laiton ou d'acier. On utilise aussi dans une certaine mesure d'autres alliages.

Finition

La finition des éléments en métal est au moins aussi importante que celle des ferrures et, du fait de leur caractère décoratif, peut-être davantage. Le chromage, brillant ou satiné est la finition la plus courante, mais la peinture l'est presque autant car les peintures et les méthodes nouvelles permettent aujourd'hui d'obtenir des surfaces plus résistantes.

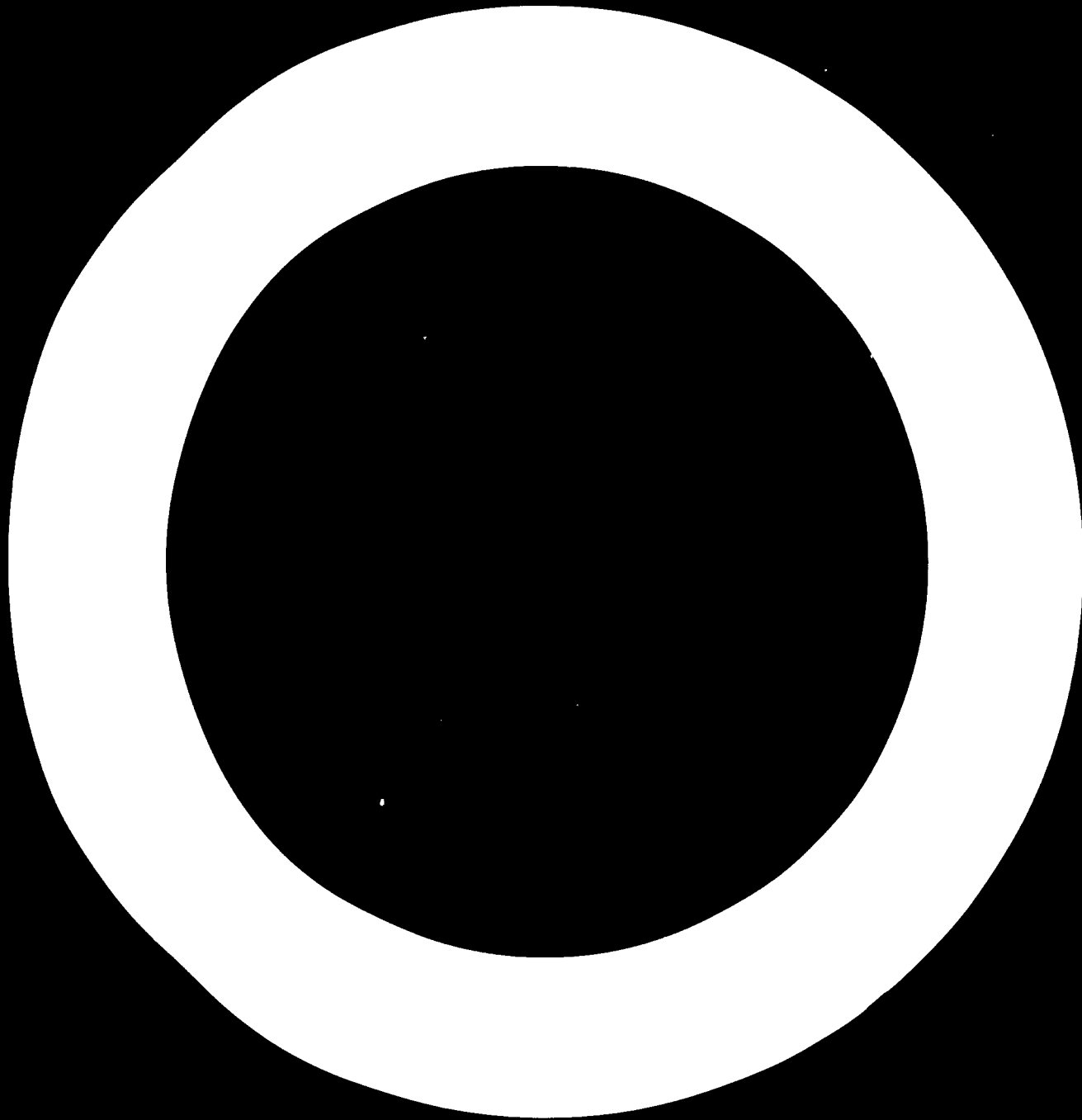
PERSPECTIVES D'AVENIR

De nouvelles matières premières sont constamment essayées. A l'heure actuelle, ce sont la fibre de verre et les différents plastiques qui offrent les meilleures possibilités. Les plastiques ont fait leur apparition dans l'industrie des ferrures sous forme de loqueteaux et de poignées de portes, de charnières légères, de boutons de portes et d'autres articles du même genre; et l'on emploie la fibre de verre et les plastiques pour les carcasses et le garnissage des meubles. Une nouvelle matière première prometteuse est l'amiante-ciment, déjà employée pour faire des sièges et des bancs.



DEUXIEME PARTIE

TECHNIQUES DE PRODUCTION



XII. COMMENT FAIRE FACE AU BESOIN DE MODELES DANS L'INDUSTRIE DU MEUBLE
DES PAYS EN DEVELOPPEMENT*

La naissance d'une industrie dans un pays sans traditions industrielles suscite toujours des besoins nouveaux. Plus une branche d'activité industrielle est développée et plus ses produits se vendent auprès des divers consommateurs, plus il est nécessaire de créer de bons modèles. Plus l'industrie est appelée à travailler pour les marchés d'exportation, plus le rôle de la création est important.

L'accroissement de la demande des consommateurs impose des contraintes nouvelles à l'industrie. Dans de nombreux pays en développement, les producteurs s'intéressent beaucoup à la création de modèles de qualité, mais il leur est difficile de s'assurer le concours de dessinateurs capables de créer. Non seulement ces gens sont peu nombreux, mais il est peu rentable de les rémunérer convenablement parce que des concurrents risquent de copier leurs modèles.

La production en grande série serait un moyen d'amortir les dépenses liées à la création de modèles nouveaux mais, malheureusement, dans de nombreux pays en développement, les consommateurs locaux sont très individualistes et n'aiment pas acheter des meubles en série. Un autre obstacle vient de ce que les fabriques actuelles de meubles manquent souvent d'espace pour entreposer leur production.

Le mobilier de série coûte toujours moins cher que les meubles faits sur commande, mais on fabrique encore les meubles un par un dans la plupart des pays en développement. Cependant, la population locale accepterait probablement des meubles produits en série tout comme elle accepte les automobiles, les postes de radio et les autres articles usuels dont elle sait fort bien qu'ils sont produits en série.

Que les meubles soient fabriqués en grande série ou selon le désir du client, une place très importante revient à la création des modèles et aux dessinateurs eux-mêmes dans les progrès de l'industrie du meuble de tout pays en développement. L'étude qui suit décrit les différentes façons de faire face aux besoins dans le domaine de la création, et elle précise pour chacune les avantages et les inconvénients.

FORMATION DE DESSINATEURS SUR PLACE

Presque tous les pays industriels ont leur propre système national pour former des dessinateurs. Dans plusieurs d'entre eux, cette tradition remonte au siècle dernier. Les instituts de formation travaillent habituellement pour plusieurs branches d'activité industrielle en formant des dessinateurs de tous genres. Dans de nombreux pays, l'industrie elle-même participe de façon remarquable à cette formation, souvent sous l'égide du Ministère de

* Par Simo Peippo et Ahti Taskinen, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote DI/WG.105/31/Rev.1.)

l'industrie ou du commerce plutôt que sous le patronage du Ministère de l'éducation. Les dons artistiques et l'imagination créatrice sont les principaux critères de sélection des candidats, qui doivent au moins avoir fait des études secondaires. Une session spéciale d'une durée de deux semaines est habituellement organisée pour la sélection des candidats.

Avantages

Tout pays en développement qui possède son propre système de formation de dessinateurs de meubles est assuré de pourvoir aux besoins futurs de son industrie. La concurrence toujours plus vive qui joue sur les marchés mondiaux oblige à concevoir des modèles de plus en plus parfaits et, si les produits ont le charme exotique que seuls des dessinateurs connaissant bien la tradition peuvent leur donner, il est fort possible qu'ils aient plus facilement accès aux marchés étrangers. Les consommateurs ont de plus en plus des idées bien arrêtées sur le modèle qu'ils désirent lorsqu'ils achètent un article.

Quand un pays en développement crée un institut de formation de dessinateurs, cet organisme devrait si possible aider d'autres pays de la région ou de la sous-région.

Inconvénients

Bien que les bons dessinateurs de meubles soient rares à l'heure actuelle et que l'on doive s'attendre à avoir de plus en plus besoin d'eux dans un proche avenir, un nouvel institut pourrait en former trop au bout d'un certain temps. Si l'industrie n'est pas en mesure de procurer assez de travail aux nouveaux dessinateurs en les rémunérant convenablement, ceux qui ont du talent s'en iront peut-être dans d'autres pays où leurs modèles pourront être plus appréciés. Dans ce cas, l'argent dépensé pour les former serait en grande partie perdu. Ce phénomène n'est pas nouveau dans certains pays d'Europe; c'est ce que l'on a appelé "l'exode des élites".

Une des grandes difficultés à surmonter pour créer un tel système serait la découverte de professeurs compétents et avertis. Des conditions locales peu familières, une mauvaise connaissance du pays et, le cas échéant, la situation politique peuvent être autant d'obstacles au recrutement des professeurs, même bien rémunérés.

L'organisation et le fonctionnement d'un tel institut de formation coûteraient cher, et il faudrait des années avant que l'oeuvre entreprise porte ses fruits.

FORMATION A L'ETRANGER

Tout bien considéré, il vaudrait mieux envoyer des jeunes gens doués à l'étranger pour qu'ils y reçoivent une formation. Tous les pays industriels, en particulier les Etats-Unis et les pays d'Europe les plus industrialisés, ont d'excellents établissements pour la formation des dessinateurs. L'enseignement est souvent donné en anglais aussi bien que dans la langue du pays. Les candidats à cette formation pourraient être choisis par concours et après une session de sélection de deux semaines, comme indiqué plus haut.

Avantages

De même que la formation locale, la formation à l'étranger peut assurer à l'avenir le recrutement des dessinateurs s'il y a assez d'élèves capables d'en profiter. Il n'y aurait aucun risque d'en former trop puisqu'il serait facile de limiter le nombre de dessinateurs formés en fonction des besoins de l'industrie locale.

La compétence des dessinateurs formés à l'étranger serait nettement supérieure à celle des jeunes gens formés localement dans des instituts nouvellement créés, car l'enseignement est meilleur dans des écoles créées de longue date. Il est très important que les dessinateurs se tiennent au courant de tout ce qui est nouveau dans l'industrie et qu'ils aient des contacts sur les marchés internationaux pour voir de près la concurrence qui s'y livre. Pendant leurs vacances, les futurs dessinateurs devront même acquérir de l'expérience en travaillant dans des entreprises modernes.

A la fin de leurs études à l'étranger, les élèves pourront faire profiter de leur expérience et de leurs connaissances les dessinateurs locaux, ce qui sera très avantageux pour l'industrie de leur pays.

Inconvénients

Si la formation à l'étranger est financée par le gouvernement, comme c'est habituellement le cas, le dessinateur s'engage normalement à rester pendant un certain temps au service de l'Etat. Malheureusement, l'Etat peut rarement offrir du travail en rapport avec la formation acquise à l'étranger par des gens qui risquent de devenir des fonctionnaires et non des dessinateurs à l'esprit créateur. Tout dessinateur doit travailler dans l'industrie dès la fin de ses études; les résultats de son travail et son succès sur le marché seront son plus bel encouragement.

Si l'industrie locale ne peut pas employer ces nouveaux dessinateurs, ils risquent, à moins que l'Etat n'exige leur retour au pays, de rester dans le pays où ils ont acquis leur formation, surtout s'ils ont la possibilité d'être mieux payés. Leurs connaissances et leur compétence seraient alors perdues pour leur propre pays.

La formation est aussi longue à l'étranger que dans le pays de l'élève. Dans un cas comme dans l'autre, il faut plusieurs années pour obtenir des résultats tangibles. Mais il ne faut pas oublier que la formation à l'étranger coûte très cher, car elle exige un long séjour, de trois à quatre ans en moyenne.

ENGAGEMENT DE DESSINATEURS ETRANGERS

L'expatriation des dessinateurs n'est pas nouvelle. Une des raisons de ce phénomène est l'internationalisation des produits, qui perdent leurs caractéristiques nationales parce que la rentabilité exige la production en grandes séries.

Quand des entreprises sont disposées à collaborer avec des dessinateurs étrangers, les résultats sont en général avantageux. Par exemple, la collaboration d'une entreprise européenne de meubles et d'un dessinateur thaïlandais est un événement international très important pour l'avenir.

Avantages

L'engagement de dessinateurs étrangers permet de créer en un temps relativement court des collections nouvelles et faciles à vendre. Pour tirer le meilleur parti de ces nouveaux modèles, il faut moderniser les usines et les méthodes de production; en d'autres termes, accroître le savoir-faire. Ce système peut renseigner l'industrie locale sur les exigences des marchés modernes en ce qui concerne la qualité.

Inconvénients

Tout dessinateur venu d'un pays industriel aura, pour commencer, du mal à comprendre les méthodes locales de travail. Peut-être lui faudra-t-il beaucoup de temps pour se familiariser avec ces méthodes, ce qui risque de le détourner des possibilités locales de création. En outre, si les salaires locaux sont sensiblement plus bas que dans son propre pays, cela peut l'inciter à rentrer rapidement chez lui.

Quand le dessinateur étranger est rémunéré au pourcentage, l'entreprise doit fabriquer de très grandes séries pour lui faire gagner autant d'argent que dans son propre pays, car les prix des usines locales sont beaucoup plus bas que ceux des usines des pays industriels. Si son contrat ne dure que quelques années, sa rémunération risque d'être à peine suffisante pour payer ses voyages, rentrer dans son pays et recommencer sa carrière. En outre, comme il perd contact pendant plusieurs années avec les grandes tendances de la création, la qualité de son travail risque de diminuer. L'existence dans un climat différent et la rupture avec le milieu social familier peuvent accélérer cette baisse de la capacité du travail. En somme, il est difficile de faire venir de l'étranger des dessinateurs compétents et, lorsque la chose est possible, leur utilité tend à la longue à s'amoinrir.

IMPORTATION DE PLANS ET DE MODELES

Il est très courant de travailler sur des plans et des modèles importés. On les obtient en s'adressant à des dessinateurs déjà connus de l'entreprise ou à des dessinateurs de réputation internationale.

Avantages

L'importation de plans et de modèles permet de produire dans un temps raisonnablement court une collection facile à vendre, à condition que l'on ait obtenu des renseignements sur les possibilités de production et qu'on se soit entendu sur les modalités de paiement. Les techniques de l'industrie locale s'améliorent à la mesure des exigences d'une nouvelle clientèle et de la réduction des écarts entre les modèles étrangers et les modèles locaux.

Inconvénients

La valeur des plans et des modèles importés risque de diminuer quand l'éloignement et l'absence de contacts personnels amènent le dessinateur à se désintéresser de sa tâche, en particulier lorsque les conditions de sa rémunération n'ont pas été établies avec précision. Ce défaut de coordination peut être la cause de résultats médiocres et mettre fin aux relations d'affaires.

FABRICATION SOUS LICENCE

La fabrication sous licence est chose très courante, et elle ne cessera pas de prendre de l'importance dans le monde entier. Cette méthode est une façon relativement peu coûteuse de fabriquer des produits bien connus et d'acquérir une meilleure compétence industrielle.

Avantages

La fabrication sous licence permet de produire à partir de modèles bien connus. Etant donné que les produits choisis se vendent déjà bien sur d'autres marchés, on a toutes les chances de les vendre sur le marché local. Cette méthode facilite la modernisation et la rationalisation de la production, et elle encourage l'achat de nouvelles machines propres à accroître sensiblement la capacité de production. Elle offre de nouvelles possibilités d'exportation vers les pays où la licence n'a pas encore été attribuée. Bref, la fabrication sous licence est une façon rentable d'obtenir des modèles de qualité quand les deux parties font preuve de bonne foi et de loyauté en affaires.

Inconvénients

Toute entreprise devrait avoir son propre objectif en matière de création de modèles. Quand la fabrication sous licence fait le succès des grandes séries, le détenteur de la licence risque de renoncer à la longue à ses projets de création, à son indépendance et à son originalité. En outre, si le détenteur de la licence n'a pas de programme de création et si le donneur de la licence cesse sa collaboration, la continuité de la production sera compromise.

Toute entreprise locale a l'obligation vis-à-vis de son propre pays de ne pas fabriquer un trop grand nombre de ses produits sous licence étrangère. Elle doit au bout d'un certain temps donner du travail à ses propres dessinateurs, ce qu'elle ne pourra pas faire en produisant uniquement sous licence.

Faute de garanties concernant un volume de production suffisamment important, la collaboration entre donneur et preneur de licence est difficile à réaliser. En outre, le donneur de licence ne peut pas contrôler la qualité des articles produits localement et risque de ne pas être satisfait.

FABRICATION DE MODELES FOURNIS PAR DES CLIENTS ETRANGERS

En Finlande, plusieurs grandes chaînes de magasins de meubles et plusieurs entreprises de décoration ont leurs propres dessinateurs. Elles achètent leurs collections aux usines qui leur fournissent des produits aux meilleures conditions. Les nouvelles industries des pays en développement pourraient travailler avec succès pour ce marché, bien que le coût du transport soit un inconvénient difficile à compenser par des coûts de production comparables et une qualité satisfaisante. En outre, les bureaux d'études ont parfois de la peine à satisfaire leurs clients avec des modèles pourtant conçus pour livraison rapide. Les grandes usines planifient leur production des années à l'avance, et les petites, si la livraison doit être faite rapidement, demandent des prix excessifs. Les usines des pays en développement pourraient donc remédier à cette situation si la qualité de leurs produits était satisfaisante.

Avantages

La fabrication à partir de modèles fournis par des clients étrangers amène l'industrie locale du meuble à produire des articles conformes à des normes internationales de qualité. En outre, cela supprime tout investissement en pays étranger pour écouler sa propre production. L'industrie des pays en développement trouve ainsi un marché tout prêt et elle améliore ses méthodes de production. Elle peut être amenée aussi à acheter des machines nouvelles pour remplacer les anciennes.

Inconvénients

Si les livraisons doivent être faites dans un délai convenu, le propre programme de l'usine peut s'en trouver perturbé. De plus, les clients ne connaissent pas toujours les possibilités locales de production et il se peut qu'une commande ne puisse être exécutée qu'en partie seulement dans une seule usine locale. Dans ce cas, les clients annulent habituellement toute la commande pour la placer ailleurs.

CONCOURS INTERNATIONAUX DE MODELES DE MEUBLES ORIGINAUX

Pour acquérir une nouvelle collection de modèles, en particulier quand une usine a besoin d'idées neuves, on a souvent recours à la méthode qui consiste à organiser un concours international de dessinateurs. Dans ce cas, le jury doit être composé de personnes ayant une réputation internationale. Le concours peut porter sur plusieurs types de meubles : meubles d'appartement, mobilier d'hôtel, etc. Les règlements du concours doivent contenir une description des possibilités locales de production et des matériaux qui peuvent être utilisés.

Avantages

Les résultats du concours devraient être connus et publiés dans un temps relativement court. Si ce concours a suscité un vif intérêt parmi les dessinateurs compétents, la collection devrait être originale et adaptée aux marchés internationaux. Le concours peut aussi inciter à moderniser les méthodes de production car il fera connaître les nouvelles tendances aux producteurs locaux.

Inconvénients

Un des inconvénients du concours international de dessinateurs est de coûter relativement cher, non seulement à cause des frais d'organisation, mais aussi parce que son influence sur la production est généralement de courte durée. Si les prix offerts aux lauréats sont inférieurs à ce que l'on fait habituellement dans le monde, le concours suscitera peu d'intérêt, et on y soumettra de vieux dessins qui n'ont pas eu de succès auprès d'autres usines.

Quand on ne précise pas clairement les possibilités locales de production, les résultats risquent d'être peu satisfaisants car les concurrents ne connaissent pas l'industrie locale.

CONCLUSIONS

La formation des dessinateurs locaux à l'étranger est probablement la meilleure solution pour une industrie qui entend ménager son avenir et a grand besoin de dessinateurs réellement compétents. L'évolution rapide des méthodes modernes et des marchés oblige l'industrie locale à suivre ce qui se passe ailleurs. Il ne suffit pas qu'une usine donne du travail à ses dessinateurs, elle doit aussi maintenir leur compétence au même niveau que celle de leurs collègues des autres pays. Pour cela il faut les envoyer régulièrement suivre les manifestations internationales - expositions, foires, congrès de dessinateurs, etc. - qui concernent l'industrie en question. Il est très important aussi de maintenir constamment des contacts internationaux si l'on veut que la production soit compétitive sur des marchés déjà difficiles. Les échanges de vues et les contacts avec les acheteurs sont toujours utiles aux dessinateurs. A court terme, la fabrication sous licence est probablement la solution la plus utile et la plus efficace pour une industrie locale incapable de proposer des meubles de sa création. En outre, la fabrication sous licence est un arrangement équitable et son coût est raisonnable.

XIII. LES CONDITIONS DE TRAVAIL DES DESSINATEURS DE MEUBLES
DANS LES PAYS SCANDINAVES*

En Scandinavie, et surtout en Finlande, les dessinateurs de meubles se classent en trois catégories, selon leurs conditions de travail : les dessinateurs indépendants qui travaillent entièrement au pourcentage; les dessinateurs qui reçoivent à la fois des appointements et un pourcentage sur la vente des produits fabriqués à partir de leurs modèles; les dessinateurs qui perçoivent des appointements (et bénéficient peut-être d'avantages complémentaires, comme un logement ou l'usage d'une automobile). Certains dessinateurs sont difficiles à ranger dans l'une ou l'autre de ces trois catégories; par exemple, un décorateur peut à l'occasion dessiner des meubles, mais on ne saurait considérer cela comme sa véritable profession.

En outre, en Finlande au moins, la mobilité des dessinateurs de meubles est si grande que leur répartition entre ces trois catégories change constamment. Mais il faut aussi se demander qui peut être considéré comme dessinateur professionnel à temps complet. Il n'y a peut-être en Finlande que 40 dessinateurs de meubles à temps complet, bien que ce nombre ne représente qu'environ 23 % des adhérents à la Société des dessinateurs d'intérieurs (SIO).

APPOINTEMENTS ET HONORAIRES

Dessinateurs indépendants

Les dessinateurs indépendants sont rémunérés de différentes manières :

Pourcentage, avec éventuellement une avance initiale
Honoraires relativement importants et pourcentage relativement faible
Honoraires relativement faibles et pourcentage relativement important
Somme forfaitaire pour chaque modèle accepté
Appointements pendant une durée déterminée (deux années par exemple),
avec obligation de produire un nombre déterminé de modèles (trois
fauteuils par exemple)

Du point de vue du dessinateur, le premier arrangement a l'important avantage de lui laisser son indépendance; s'il perçoit une avance sur son pourcentage, il peut consacrer beaucoup de temps à un modèle donné. En outre, s'il travaille avec plusieurs entreprises, l'arrêt de toute relation de travail avec l'une d'elles ne sera pas catastrophique; il n'aura perdu qu'une part de son revenu et sera entièrement libre d'établir de nouvelles relations de travail. L'inconvénient est qu'il doit prendre à sa charge tous les frais de mise au point et supporter tous les risques avant que son modèle ne soit vendu, s'il l'est jamais. En outre, les dessinateurs ont généralement le sentiment qu'avec ce système leur part des bénéfices est trop réduite.

* Par Ahti Taskinen, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote DI/WG.150/47.)

Avec le deuxième système, qui consiste à recevoir des honoraires relativement importants et un pourcentage relativement peu élevé, le dessinateur conserve beaucoup d'indépendance et l'entreprise qui l'emploie paie une partie des frais de mise au point. D'un autre côté, comme la part totale du dessinateur est encore jugée trop petite, ce dernier considère qu'il supporte une partie trop importante du risque.

Dans le troisième système, où le pourcentage est plus élevé et les honoraires plus faibles, le dessinateur conserve encore une grande partie de son indépendance. Un bon équilibre de la rémunération peut être avantageux pour les deux parties. La difficulté est de fixer les parts à la satisfaction des deux parties; les négociations peuvent dégénérer en marchandage assez déplaisant.

Dans le quatrième système, en vertu duquel le dessinateur reçoit une somme forfaitaire pour chacun de ses modèles acceptés, l'avantage du dessinateur est d'être payé immédiatement. En revanche, il doit supporter tous les frais de mise au point. En outre, il faut discuter du montant de la somme forfaitaire, ce qui peut aboutir au même type de marchandage déplaisant que dans le cas du troisième système. Un autre inconvénient, pour les deux parties, est que le travail est discontinu.

Enfin, dans le cinquième système, si le dessinateur indépendant signe un contrat de durée déterminée pour produire dans un temps donné une quantité de modèles convenue à l'avance, contre une rémunération fixe, il renonce à son indépendance pour la durée du contrat. Cet inconvénient peut être compensé, cependant, par la possibilité de faire des recherches sans soucis financiers immédiats.

Dessinateurs percevant des appointements et un pourcentage

Jusqu'à maintenant, aucun dessinateur n'a travaillé en Finlande pour des producteurs de meubles en percevant à la fois des appointements et un pourcentage. Néanmoins, étant donné que les arrangements de ce genre peuvent être très avantageux à la fois pour les dessinateurs et pour les producteurs, ils auront probablement cours d'ici quelque temps; en fait, on a déjà fait quelques expériences en ce sens. Ces arrangements sont généralement de deux sortes : a) versement d'un fixe complété par un pourcentage sur les nouveaux meubles conçus en cours de contrat; et b) fixe plus pourcentage normal. Dans le dernier cas, les appointements sont considérés comme une avance à déduire du pourcentage, mais cela n'est pas rigoureusement exact car le dessinateur a dans ce cas d'autres obligations, notamment celle de participer à des expositions.

Dans le premier système, c'est-à-dire le fixe complété par un pourcentage sur les nouveaux meubles conçus pendant la durée du contrat, le principal avantage pour le dessinateur est la continuité du revenu. Même s'il change d'employeur ou devient dessinateur indépendant, il continue de percevoir un revenu sur ses travaux antérieurs. Il peut aussi faire prévaloir ses propres idées sur celles de son employeur, ce qui peut être considéré par l'employeur comme un inconvénient.

La situation est à peu près la même avec le second système, dans lequel le fixe est complété par un pourcentage normal. Le principal inconvénient, du point de vue du dessinateur, est que le fixe peut être trop faible.

Dessinateurs percevant uniquement des appointements

Quand un dessinateur reçoit des appointements et bénéficie peut-être de quelques avantages tels qu'un logement ou la possibilité d'utiliser une automobile appartenant à l'entreprise, sans percevoir ni pourcentage ni rémunération complémentaire, ses appointements sont en général assez élevés. Tant que dure cette relation, la situation du dessinateur est satisfaisante. Quand elle prend fin, cependant, il ne conserve aucun droit sur ses travaux antérieurs et n'en tire aucun revenu.

LIEU ET TEMPS DE TRAVAIL

Dessinateurs indépendants

Le dessinateur indépendant travaille normalement dans son propre studio et à son rythme. Toutefois, son revenu varie selon sa productivité, l'état du marché, les caprices de la mode, etc. Il peut aussi avoir des difficultés à rester en contact avec ses clients et il court le risque de perdre de vue leurs méthodes de production. Autre point à considérer, des difficultés peuvent surgir quand le rythme de travail du dessinateur et celui du producteur diffèrent beaucoup.

Dessinateurs percevant des appointements

Les dessinateurs qui perçoivent des appointements, avec ou sans pourcentage, travaillent normalement à l'usine et sont astreints aux heures de travail normales. Ils ont l'avantage d'être en contact étroit avec tous les autres membres du personnel, qui peuvent les aider dans leur tâche. Ils sont également au courant des méthodes de production et des ressources mécaniques et autres du producteur. En revanche, certains dessinateurs trouvent que le climat qui règne dans une usine est déprimant. Ils estiment parfois qu'ils perdent contact avec le monde extérieur et ne sont plus capables de retrouver dans leur travail le sens de la vie.

Les heures de travail fixes sont particulièrement désagréables pour les gens à l'esprit créateur que sont les dessinateurs. Avec un système de contrôle des temps pendant les heures de travail normales, le dessinateur doit prendre sur ses loisirs le temps nécessaire à l'épanouissement de sa personnalité et à la recherche de l'inspiration. Il y a bien encore les visites des expositions de meubles, mais elles sont souvent brèves et très absorbantes.

RELATIONS DE TRAVAIL ET COMMANDES

Dessinateurs indépendants

Normalement, le dessinateur indépendant reçoit ses commandes directement d'un producteur. Il conserve son indépendance et n'a pas besoin de se limiter à certains types de meubles. A mesure que ces relations se développent, la confiance mutuelle tend à s'accroître et les échanges d'informations à devenir plus libres et plus ouverts. Les risques sont partagés entre les deux parties. En outre, lorsqu'un dessinateur indépendant accepte de travailler pour plusieurs producteurs, il lui est plus facile de proposer des solutions adaptées à la situation générale de l'industrie sans donner de renseignements sur un fournisseur à un de ses concurrents. En revanche, si de telles relations à long terme ne prennent pas corps, les contacts que le dessinateur aura avec les donneurs de commandes seront aléatoires et peu durables, et il sera obligé de prendre lui-même tous les risques.

Le dessinateur indépendant doit donc s'efforcer de travailler pour un petit nombre de producteurs, au risque de dépendre d'eux jusqu'à un certain point. Il doit souvent deviner les véritables besoins d'un client, car ce dernier peut hésiter à lui donner des renseignements qui pourraient être utiles à un concurrent. Son principal désavantage est peut-être qu'il ne participe pas à la prise des décisions; l'acceptation ou le rejet de ses modèles dépend entièrement du client. Pour des raisons de coût également, le producteur hésite souvent à accepter d'un dessinateur indépendant un modèle qui pourrait se vendre très vite; les honoraires et, le cas échéant, le pourcentage seraient trop élevés. Les travaux de ce genre sont souvent confiés à un dessinateur appointé.

Dessinateurs percevant des appointements

Le dessinateur qui perçoit des appointements, avec ou sans pourcentage, travaille normalement aux ordres de son patron. Mais il fait habituellement partie de l'équipe constituée par le producteur pour la mise au point de ses produits, et il participe à toutes les décisions quand on décide de produire un article, y compris aux décisions concernant l'achat des matériaux nouveaux, des peintures et des accessoires. L'employeur supporte normalement tous les risques et fournit des renseignements précis sur les besoins et les possibilités de son usine. Dans ce cas, le dessinateur bénéficie de l'appui de toute l'entreprise et il a d'excellentes possibilités de travailler en équipe, de faire des recherches et de se spécialiser.

Inversement, ce système de travail en équipe est rarement une réussite, et les relations d'employeur à employé sont souvent désagréables pour l'individu à l'esprit créateur qu'est le dessinateur. Il doit suivre le programme de travail de son employeur et il peut fort bien se trouver affecté à des tâches routinières ou à des travaux déplaisants, qu'il aura de la peine à refuser, par exemple la modification de modèles appartenant à des entreprises concurrentes.

Trop souvent, quand un dessinateur appointé a une idée nouvelle et originale, cette idée est rejetée automatiquement par ceux qui sont chargés de prendre les décisions, car ils ont tendance à sous-estimer la compétence de leurs propres employés. Quand cela se produit, le dessinateur ne peut pas offrir son idée ailleurs.

On peut dire que les relations d'employeur à employé ont tendance à rabaisser le dessinateur. Il est en contact et travaille avec les mêmes gens pendant des années, et il finit par leur ressembler, car il connaît à l'avance leurs opinions, leurs attitudes et leurs réactions. Il court en outre le risque de se trouver mêlé aux diverses intrigues qui ont cours dans la plupart des grandes entreprises.

RELATIONS AVEC LES CONSOMMATEURS, LES DETAILLANTS ET LES REPRESENTANTS DE L'USINE

Dessinateurs indépendants

Quand un dessinateur indépendant est en rapport avec plusieurs fabricants, il a accès à une large gamme d'informations. Il peut ainsi voir les choses sous une perspective plus large qu'un dessinateur attaché à une entreprise, et il peut essayer de comprendre le point de vue du consommateur.

En revanche, ses contacts avec les consommateurs sont habituellement assez superficiels et les informations qu'il reçoit sont généralement dépassées. Comme il ne peut pas faire d'enquêtes auprès des consommateurs, des détaillants ou des représentants de commerce, il ne peut pas être constamment au courant de ce qui se vend, ni savoir où et pourquoi cela se vend.

Dessinateurs percevant des appointements

Les dessinateurs qui font partie du personnel d'une entreprise ont d'excellentes possibilités d'entrer en contact avec les consommateurs. En outre, ils peuvent recueillir directement des renseignements sur l'état du marché. Toutefois, certains de ces renseignements sont sujets à caution car ils perdent de leur précision et mettent du temps à passer du consommateur au vendeur et à un détaillant, puis au représentant de l'usine et au directeur des ventes et, enfin, au dessinateur. C'est pourquoi une bonne partie des renseignements ainsi accumulés n'ont aucune utilité pour l'usine.

RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

Dans l'industrie du meuble, la méthode classique a toujours été et reste encore le tâtonnement. Les travaux de recherche et développement n'ont eu jusqu'à maintenant qu'une place insignifiante. Ces travaux ont cependant leur importance.

Dessinateurs indépendants

Quand un dessinateur indépendant effectue pour son propre compte des travaux de recherche et développement, il peut créer des modèles à partir de ses travaux et les offrir à l'entreprise qu'il juge la plus capable d'en faire bon usage. Si son offre est rejetée, il peut proposer les mêmes idées à d'autres entreprises. Dans la pratique, cependant, le dessinateur indépendant n'a pas les ressources nécessaires pour faire des recherches de cette nature.

Dessinateurs percevant des appointements

Le dessinateur qui perçoit des appointements, avec ou sans pourcentage, dispose de tous les renseignements relatifs aux matériaux nouveaux et tous autres renseignements concernant l'industrie du meuble, car ces données sont d'abord communiquées aux producteurs. En revanche, il reste vrai que la plupart des entreprises fabriquant des meubles s'intéressent peu aux travaux de recherche et développement. Mais il n'est pas impossible que l'évolution en cours amène l'industrie du meuble à porter autant d'intérêt à ces travaux que les nombreuses autres branches industrielles.

CONCLUSION

Toute étude des conditions de travail des dessinateurs de meubles doit tenir compte des intérêts des fabricants. Les intérêts des deux parties sont plus convergents que divergents. L'une et l'autre s'efforcent de produire à des prix raisonnables des meubles esthétiques et pratiques, pour le plus grand bien de tout le monde.

XIV. LA CREATION DES MODELES DANS UNE GRANDE USINE DE MEUBLES*

On s'imagine d'ordinaire que la création des modèles est axée sur le marché. Mais dans la pratique, on se préoccupe surtout des possibilités de production. La direction d'une entreprise ne demande habituellement pas à son bureau d'études d'imaginer tel ou tel article demandé par le consommateur. Elle demande plutôt si ses installations existantes permettent de fabriquer l'article en question; si ce n'est pas possible, elle essaie de convaincre le consommateur qu'il aimerait mieux acheter un autre meuble, un meuble que l'entreprise peut produire.

Il serait donc plus exact de dire que la création des modèles est axée sur le "design". En Finlande et dans les autres pays scandinaves, ce mot a presque une valeur mystique, qui évoque les arts en général et la sculpture en particulier. Quand un Finlandais entend ce mot, il sait qu'on lui parle simultanément d'esthétique et de technique. Dans le présent chapitre, nous donnons au mot "design" le sens élargi qu'il a pris dans le langage des gens du marketing et de la publicité, sans nous limiter à son acception technique.

A l'usine de l'Asko Ltd., en Finlande, par exemple, la création est aussi axée sur l'emploi des matériaux, c'est-à-dire sur le bouleau finlandais, qui abonde dans le pays et qui est la première matière première de l'entreprise. Quand nous utilisons des métaux, de la fibre de verre ou des plastiques, nous nous écartons de notre travail normal qui est l'emploi du bouleau; même la peinture et le garnissage des meubles se rattachent à l'emploi du bouleau. En revanche, la création des modèles est d'autant plus axée sur les matériaux que nous expérimentons ceux qui apparaissent sur le marché pour savoir si leur emploi serait avantageux pour la production des meubles.

Chez Asko Ltd., la création des modèles fait intervenir les quatre facteurs mentionnés plus haut : marketing, "design", matériaux de production. Des représentants de toutes ces branches de l'entreprise font partie de ce que nous appelons le Comité pour la création des modèles. Ce comité se réunit une fois par semaine et compte aussi parmi ses membres des représentants de la division de la production et de la division des ventes, ainsi que des responsables de la vente au détail et de l'exportation. Le directeur de notre usine préside les réunions du comité et il veille à sa permanence. Il est aussi responsable des décisions prises.

L'activité du comité se répartit entre deux groupes : l'un s'occupe des meubles d'appartement et l'autre du mobilier fabriqué sous contrat (pour les bureaux, les collectivités, etc.). Les personnes qui ont des responsabilités dans ces deux domaines participent aux réunions des deux groupes. Le secrétaire exécutif du groupe des meubles d'appartement s'occupe à temps complet de la création de ces meubles. Le chef du marketing est responsable du financement des travaux du comité. Le président exerce son autorité sur les travaux de l'ensemble du comité.

* Par Asko Karttunen, Asko Ltd., Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/44.)

Au fur et à mesure de l'expansion de l'entreprise, le comité s'est élargi pour faire face aux nouveaux besoins et tirer parti des compétences du personnel. Ce n'est pas en cherchant dans des manuels que nous avons eu l'idée de le créer; cette idée fut plutôt le fruit de plusieurs années d'expériences et elle reste sujette à modifications. Le comité peut être modifié à tout moment, surtout si une situation nouvelle exige une organisation différente. Son fonctionnement reste très souple, et différentes personnes qui lui sont étrangères ont pris part à ses travaux, par exemple des gens qui connaissaient le marché américain, le marché finlandais, etc. Ces gens ont participé avec le comité à la création de nouveaux produits.

Le comité ne fait pas lui-même du "design"; il se contente d'examiner les dessins et les prototypes qui lui sont soumis. Nous faisons largement appel aux dessinateurs de meubles indépendants, car nous n'avons pour ainsi dire dans notre personnel aucun dessinateur auquel le comité pourrait demander d'imaginer un modèle. Les dessinateurs sont rigoureusement indépendants de l'Asko. C'est important car nous pouvons ainsi obtenir des modèles auxquels les gens du marketing ou de la production n'auraient jamais pensé. Ces gens-là sont des spécialistes, mais ils ne sont pas nécessairement des spécialistes de la création de modèles et ils ne sont pas non plus au courant des tendances du "design".

Notre entreprise fait parfois savoir à ses dessinateurs que les gens du marketing (ou des ventes) aimeraient avoir un fauteuil de telle forme et de telles dimensions, pour un prix donné. Le dessinateur s'efforce alors de résoudre le problème. Il se sent entièrement libre d'imaginer tous les modèles qui, selon lui, devraient se vendre, et il peut présenter librement ses dessins au comité.

La plupart des modèles de notre collection, que la photographie et la publicité ont fait connaître dans le monde entier, sont en fait des modèles qui nous ont été apportés par un dessinateur persuadé que son idée était adaptée à notre collection.

Toutefois, la liberté de création du dessinateur doit être tempérée par les faits que révèlent les analyses de produits, que nous faisons maintenant avec un ordinateur traitant nos réalisations antérieures et nos projets d'avenir, en les replaçant dans le cadre de notre activité quotidienne. Dans ces conditions, quand nous disons à un dessinateur : "Imaginez donc quelque chose", nos données informatiques nous indiquent si le fruit de son imagination est réalisable. Ce dualisme complique la tâche du comité, car il faut établir un équilibre entre les considérations pratiques et le libre jeu de l'imagination créatrice.

Les gens du marketing et les techniciens peuvent alors se fier aux chiffres et dire que $2 + 2 = 4$, mais, si le dessinateur affirme que $2 + 2 = 5$, son avis doit être pris en considération. Cette façon de travailler est difficile à expliquer et l'explication ne se trouve certainement pas dans les manuels. Ça ne fait peut-être pas très sérieux, mais c'est une attitude typiquement finlandaise et une attitude qui assure la progression constante des industries d'exportation de la Finlande.

Les études de marché portent essentiellement sur le comportement des consommateurs à l'égard des meubles et non sur la somme qu'ils sont prêts à dépenser pour les acquérir. Le Comité pour la création des modèles a besoin des études de marché pour s'acquitter de sa tâche. Ces études nous aident à connaître l'attitude des consommateurs : Quelle idée se font-ils des meubles ? Ont-ils besoin de modèles particuliers ? Préfèrent-ils acheter une nouvelle voiture ou passer leurs vacances aux Canaries plutôt que d'acheter des meubles ? Ce genre de sondage d'opinion nous permet de savoir quels sont les meubles qui plaisent aux consommateurs.

La perfection fonctionnelle est belle en soi et elle est considérée comme un attrait supplémentaire du meuble. Mais les problèmes de création esthétique doivent souvent être résolus par des solutions techniques, malgré les difficultés que cela peut soulever. En général c'est l'esthétique qui prévaut ou, plus souvent peut-être, la forme imaginée par le dessinateur et approuvée par le Comité pour la création des produits. C'est le comité qui a le dernier mot quand le service de planification technique déclare que quelque chose n'est pas possible. C'est cela qui nous permet de dire que nous pensons plus au marketing et au "design" qu'à la production.

Nos dessinateurs sont rémunérés au pourcentage : ils perçoivent un certain pourcentage des recettes brutes pour les articles qu'ils ont dessinés. Nous ne leur versons ni acompte, ni avance sur pourcentage, ni indemnité sous quelque forme que ce soit. Le dessinateur partage donc nos risques. Dans d'autres pays d'Europe, notamment en France et en Italie, la coutume veut que le dessinateur reçoive un acompte quand il se met au travail et un pourcentage par la suite. A l'Asko Ltd., nous n'avons pas adopté ce système car nous ne voulons pas influencer le dessinateur.

XV. LA MISE AU POINT DES OUVRAGES*

La mise au point d'un ouvrage consiste à établir les plans et à déterminer les caractéristiques techniques de l'ouvrage et de ses différentes parties de telle manière que sa production en série soit aussi rationnelle que possible, c'est-à-dire qu'elle puisse se faire aux moindres frais. La qualité de l'ouvrage doit être ni trop bonne ni trop mauvaise; elle doit correspondre à ce que l'on attend habituellement de l'ouvrage considéré. La production en série est fondée sur des procédés techniques permettant de fabriquer en un seul lot un grand nombre d'exemplaires d'un même ouvrage, tout en effectuant en une seule phase toutes les opérations de chaque élément de la série. Le nombre d'articles à fabriquer en un seul lot dépend beaucoup de la nature de l'ouvrage et, par conséquent, de la demande. Par exemple, les chaises de cuisine bon marché peuvent se fabriquer à 5 000 exemplaires, alors que des fauteuils coûteux pour bureaux de direction ne se fabriquent que par lots de 50 à la fois. C'est en fonction des stocks de l'usine qu'on déterminera s'il faut recommencer à produire un article donné.

Mais il n'y a pas de mise au point d'un ouvrage sans une idée préalable. L'idée peut être celle d'un dessinateur de meubles indépendant, qui perçoit habituellement un pourcentage en fonction du nombre d'articles fabriqués. Pour adapter l'idée de ce créateur à la production en série, il faut des dessinateurs techniques très compétents et très au courant des matières premières, des procédés de construction, de l'usinage, de la finition de surface, etc. Il est particulièrement important que les dessinateurs industriels soient très au fait des dimensions et des prix des matières premières, des produits semi-finis et des fournitures disponibles sur le marché.

LES RAISONS D'ÊTRE DE LA MISE AU POINT DES OUVRAGES

Parmi les principales raisons qui justifient la mise au point des ouvrages dans l'industrie du meuble et de la menuiserie, il faut mentionner les suivantes :

La nécessité de conserver une position compétitive sur le marché;

L'apparition de nombreuses matières nouvelles qui exigent la mise en oeuvre de procédés de fabrication appropriés;

L'incidence de nouvelles méthodes de production et de machines spéciales qui entraînent une réduction de main-d'oeuvre;

L'importance croissante de l'automatisation;

L'augmentation sensible du commerce d'exportation, en particulier à partir des pays de l'Europe septentrionale.

Même les plus petites usines s'efforcent aujourd'hui de mettre systématiquement au point leurs ouvrages en examinant tous les détails des plans techniques et des procédés de fabrication.

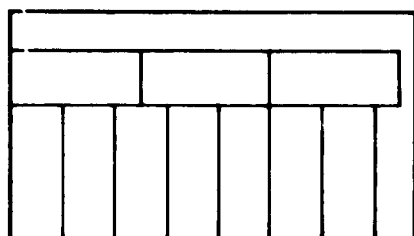
* Par Pekka Paavola, Institut technique de Lahti, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/30/Rev.1.)

CARACTERISTIQUES EXIGEES D'UN OUVRAGE FABRIQUE EN SERIE

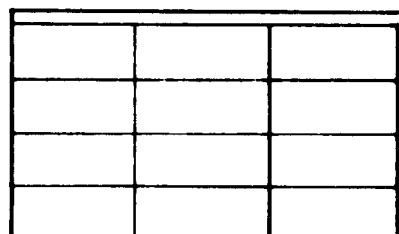
Les techniques modernes de fabrication en série exigent habituellement qu'un ouvrage ait les caractéristiques suivantes :

- a) L'ouvrage doit se prêter aux procédés de fabrication de l'usine considérée, et notamment à l'emploi efficace de machines combinées (tenonneuses doubles, machines à plaquer les chants, etc.);
- b) Aucun travail manuel ne doit être nécessaire; le montage doit se faire sans aucun ajustage à la main;
- c) La finition de surface des éléments doit se faire si possible avant le montage (par exemple au moyen d'une machine à vernir ou à peindre en rideau ou par immersion);
- d) Dans les pays où le bois et la main-d'oeuvre coûtent cher, le bois massif doit être si possible remplacé par divers types de matériaux semi-finis qui peuvent être plaqués, recouverts de matières plastiques en feuille ou peints. Le degré de modernisation de l'industrie et son automatisation sont d'autres facteurs à prendre en considération dans le choix des matériaux;
- e) Les ouvrages doivent si possible être démontables, de manière à réduire les dépenses d'entreposage et de transport, surtout dans le cas du commerce d'exportation;
- f) Les mêmes pièces doivent se retrouver dans un aussi grand nombre possible d'ouvrages et d'éléments d'ouvrages;
- g) Les dimensions, les assemblages, les accessoires métalliques, etc., doivent être normalisés dans toute la mesure possible. Les moulures, les arrondis, etc., doivent être normalisés en fonction des machines-outils dont dispose l'usine;
- h) Les dimensions des ouvrages doivent être calculées de telle manière que les produits semi-finis disponibles sur le marché soient employés avec un minimum de chutes (figure I);
- i) Les formes d'un ouvrage et les assemblages doivent être conçus de telle manière que chaque élément puisse être fabriqué sur des machines travaillant en continu (figure II). Il est en outre avantageux que plusieurs opérations à la machine puissent se faire simultanément, par exemple avec une moulurière quatre faces (figure III).

FIGURE I. DECOUPAGE D'UN PANNEAU DE PARTICULES DE DIMENSIONS NORMALISEES
POUR EVITER LES CHUTES



Mauvaise méthode (10 pièces)



Bonne méthode (12 pièces)

FIGURE II. RAINURE EXECUTEE EN CONTINU SUR MACHINE :

- a) POSSIBLE SUR MACHINE COURANTE
- b) IMPOSSIBLE SUR MACHINE COURANTE

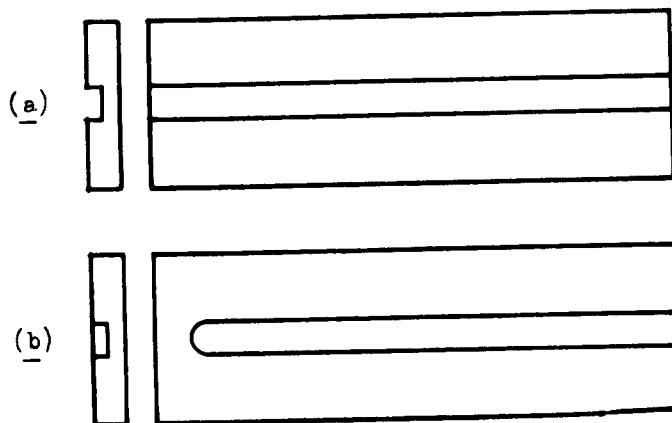
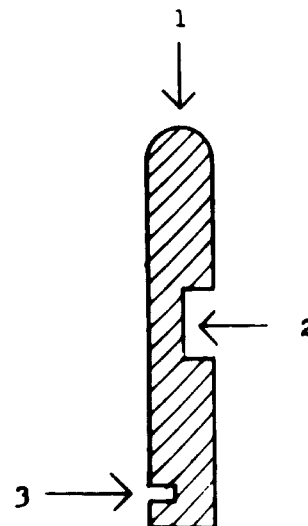


FIGURE III. USINAGE OBTENU EN UNE SEULE OPERATION AVEC UNE MOULURIERE QUATRE FACES



MATIERES PREMIERES POUR DIFFERENTS OUVRAGES

Avec l'apparition des panneaux de particules et de nombreux autres demi-produits, beaucoup de méthodes traditionnelles de fabrication ont été abandonnées. Les matières premières que l'on emploie aujourd'hui pour les meubles à grandes surfaces planes, placards et bibliothèques notamment, sont souvent des panneaux de particules et divers panneaux composites; le bois massif sert surtout pour les chaises et les fauteuils, les tiroirs, les éléments d'ossature et les socles de meubles. Pour l'exportation, les meubles en bois massif fabriqués avec des bois tropicaux peuvent se vendre à meilleur prix et répondre à une demande différente.

Voici quelques indications concernant les diverses matières premières utilisées pour différents ouvrages, ainsi que leurs caractéristiques :

- a) Les pièces d'ossature des meubles, coupées dans un seul morceau de bois massif ont rarement plus de 100 mm de largeur. C'est le cas des pieds et des traverses de tables, de chaises ou de fauteuils, des éléments de tiroirs et des autres pièces étroites;
- b) Pour réduire le prix de revient, on a souvent recours au placage. Le bois qui sert de support peut être de qualité inférieure, pourvu qu'il soit assez résistant. Si les pièces de cette nature sont étroites, elles sont d'abord collées pour former un panneau qui est ensuite raboté et plaqué. Le panneau plaqué est ensuite découpé aux dimensions voulues et ses chants sont plaqués, comme l'indique la figure IV.

- c) La structure alvéolaire (figure V) est couramment employée pour certains ouvrages de menuiserie (portes, meubles de cuisine); toutefois, pour les portes, on emploie aussi le système de panneaux montés sur cadre. Pour une structure alvéolaire, on agrafe les angles du cadre (sans faire de joints) pour les maintenir ensemble pendant la fabrication. Le cadre est ensuite rempli de carton nid d'abeilles et recouvert de panneaux de fibres au moyen d'une presse encolleuse hydraulique;
- d) Les panneaux les plus couramment employés dans la fabrication des meubles sont le panneau en bois massif, le panneau en bois massif plaqué, le panneau de particules plaqué et le panneau sur cadre (voir figure VI). Le panneau en bois massif prend du retrait ou gonfle perpendiculairement au fil et doit donc être monté, par exemple pour une ceinture de table, de manière qu'il puisse "travailler". Il n'y a pas de retrait dans le cas des deux types de panneaux plaqués et les dimensions extérieures du cadre, dans le cas du panneau sur cadre, sont elles aussi pratiquement constantes;
- e) Le dos de placards et les fonds de tiroirs sont habituellement faits de panneaux de fibres durs ou semi-durs, qui sont ensuite peints ou vernis. Le contre-plaqué coûte beaucoup plus cher.

FIGURE IV. ELEMENTS EN BOIS MASSIF PLAQUE

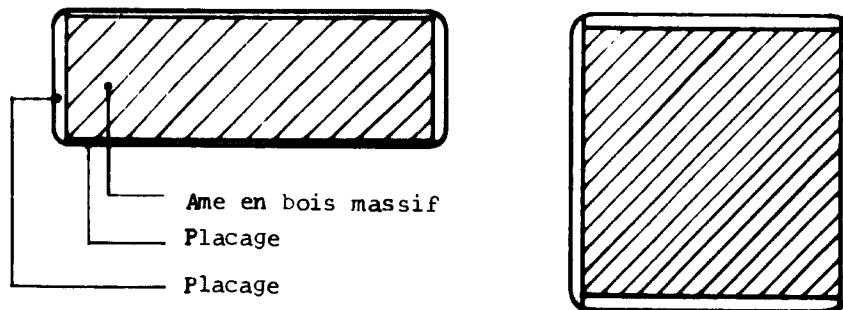


FIGURE V. STRUCTURE ALVEOLAIRE COURAMMENT EMPLOYEE POUR LES PORTES PLANES ET LES MEUBLES DE CUISINE

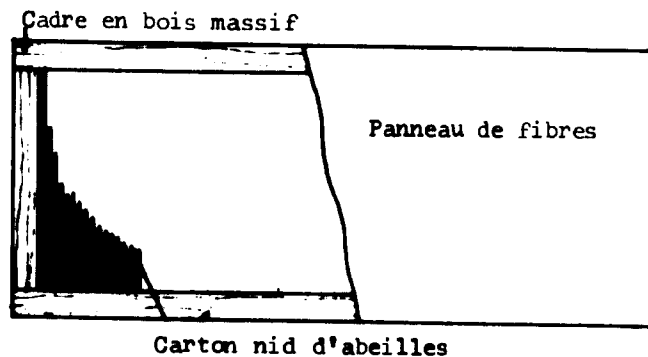
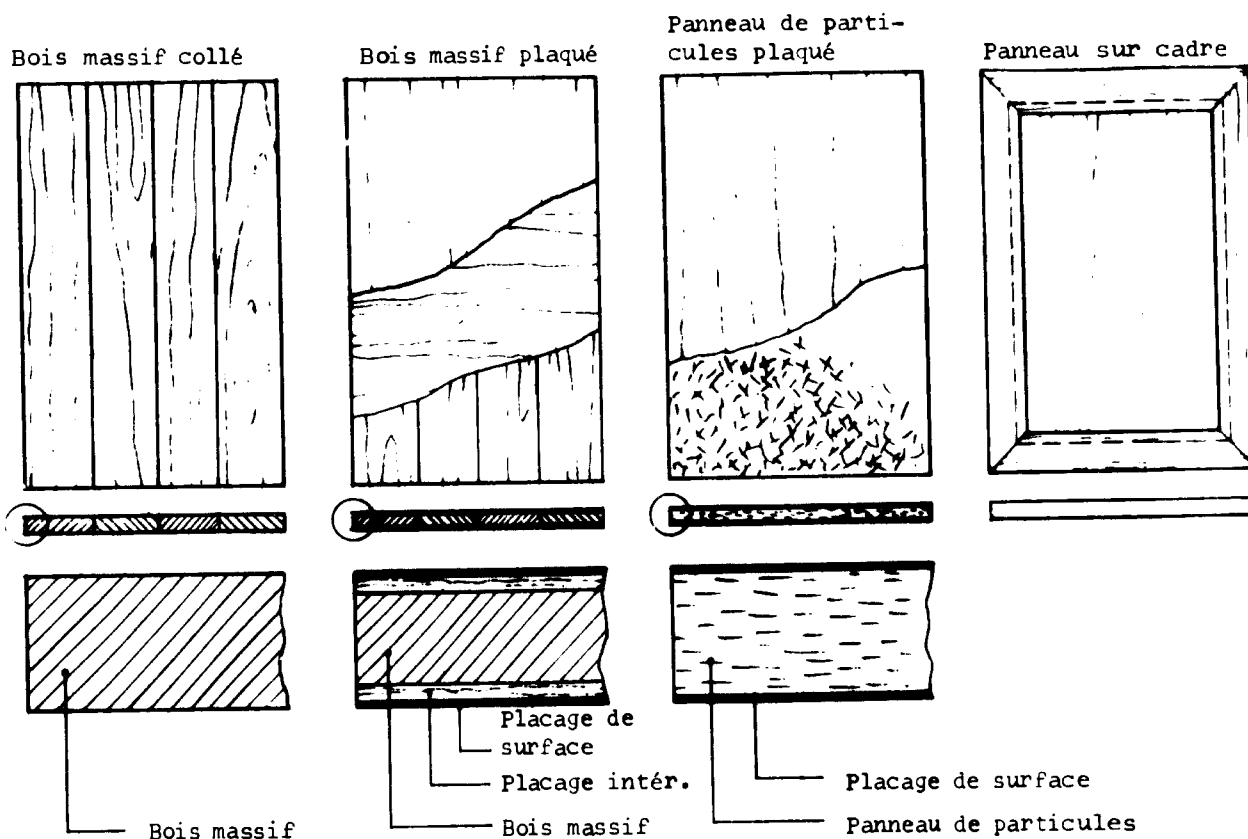


FIGURE VI. QUATRE TYPES DE PANNEAUX COURAMMENT EMPLOYES POUR LA FABRICATION DES MEUBLES

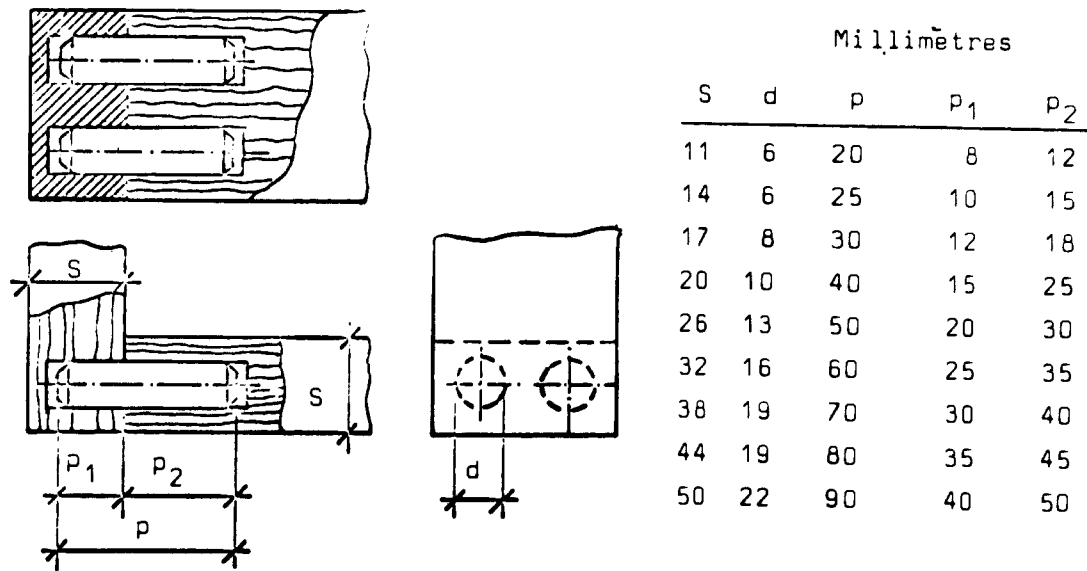


ASSEMBLAGES

L'assemblage à tourillons (figure VII) est une méthode générale d'assemblage des éléments de meubles qui a gagné rapidement du terrain. Ses principaux avantages sont les suivants :

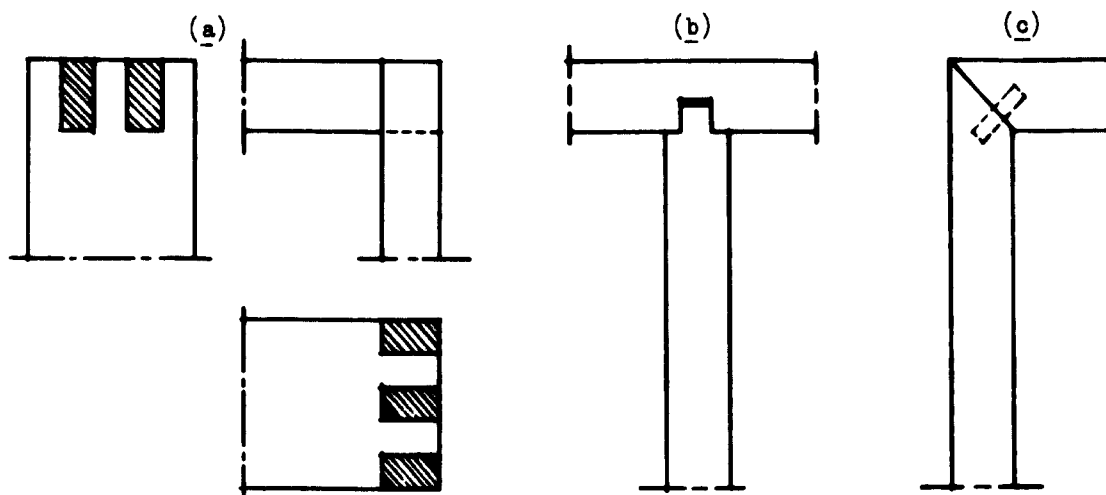
- L'usinage est simple et précis lorsqu'on utilise une perceuse multibroches; les deux pièces de l'assemblage s'adaptent toujours bien;
- La mise en place des tourillons se fait rapidement à l'aide d'un instrument spécial;
- L'assemblage proprement dit est facile;
- Le bois est à peine affaibli par le perçage des trous parce que les fibres ne sont coupées que sur une très petite section;
- La finition de surface peut être faite avec une machine à vernir à rideau après le perçage mais avant l'assemblage, car le vernis qui coule dans les trous ne gêne pas le collage (à moins, bien entendu, qu'il n'y ait de gros vides dans les surfaces à coller);
- La consommation de matières premières est réduite car les chutes de bois servent à faire les tourillons;
- L'assemblage à tourillons se prête à la rationalisation ainsi qu'à l'automatisation;
- L'assemblage à tourillons est le mieux adapté à l'emploi des panneaux de particules.

FIGURE VII. DIMENSIONS A RESPECTER POUR UN ASSEMBLAGE D'ANGLE A TOURILLONS



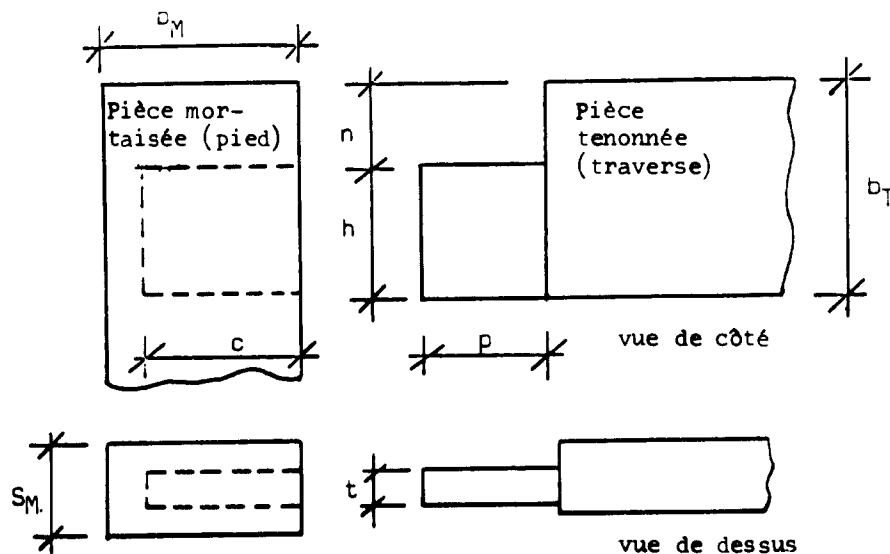
Parmi les assemblages traditionnels, les suivants se prêtent très bien aux procédés modernes de fabrication : l'assemblage d'angle à queues droites, l'assemblage à rainure et languette et l'assemblage à onglet (voir figure VIII).

FIGURE VIII. TROIS ASSEMBLAGES TRADITIONNELS ADAPTES AUX PROCÉDES MODERNES DE FABRICATION DE MEUBLES : a) D'ANGLE A QUEUES DROITES; b) A RAINURE ET LANGUETTE; c) A ONGLET



L'assemblage à tenon couvert (figure IX) est de tradition dans la fabrication des meubles, mais on l'emploie moins à l'heure actuelle parce que son usinage est long et que, la mortaiseuse à bédane creux laissant des surfaces intérieures rugueuses, l'assemblage collé est moins résistant. On substitue aux assemblages collés divers types de fixations métalliques (figures X et XI). On a alors l'avantage de pouvoir expédier au client des meubles démontés et de les emballer sans perte de place. A la réception, le client peut assembler les éléments sans être particulièrement adroit. Un autre avantage est que la finition de surface peut se faire sur des éléments non assemblés. Le type de fixation A de la figure XI, qui comporte un écrou cylindrique en acier noyé dans le bois (dans la traverse), est particulièrement résistant et convient donc bien pour assembler aux traverses les pieds de sièges ou de tables. La mise en place de la traverse est guidée par deux tourillons. Le type de fixation B, qui comporte des écrous ordinaires, n'est pas tout à fait aussi résistant. Le type C, avec un écrou en nylon, ne convient que pour les faibles charges. Le type D est couramment employé pour les pieds de table (aucun guidage n'est nécessaire).

FIGURE IX. DIMENSIONS D'UN ASSEMBLAGE A TENON COUVERT. LE TENON DOIT ETRE AUSSI LONG QUE POSSIBLE ET AVOIR 0,2 mm ENVIRON D'ÉPAISSEUR DE PLUS QUE LA MORTAISE



Millimètres		Millimètres		
S_M	t	b_T	h	n
6	3	14	8	6
8	4	17	10	7
11	5	20	12	8
14	6	26	16	10
17	8	32	20	12
20	8	38	22	16
26	10	44	26	18
32	14	50	30	20
38	16	56	34	22
44	20	60	36	24
50	23	70	42	28
56	26	80	48	32
		100	60	40
		120	72	48

$c = p + (2 \text{ à } 5) \text{ mm}$

FIGURE X. QUELQUES SYSTEMES DE FIXATION EMPLOYES DANS LA FABRICATION DES MEUBLES : ECRU CYLINDRIQUE EN ACIER, NOYE DANS LE BOIS; ECRUS ORDINAIRES; ECRU EN NYLON; DISPOSITIF COURAMMENT EMPLOYE POUR LES PIEDS DE TABLE (AUCUN GUIDAGE NECESSAIRE)

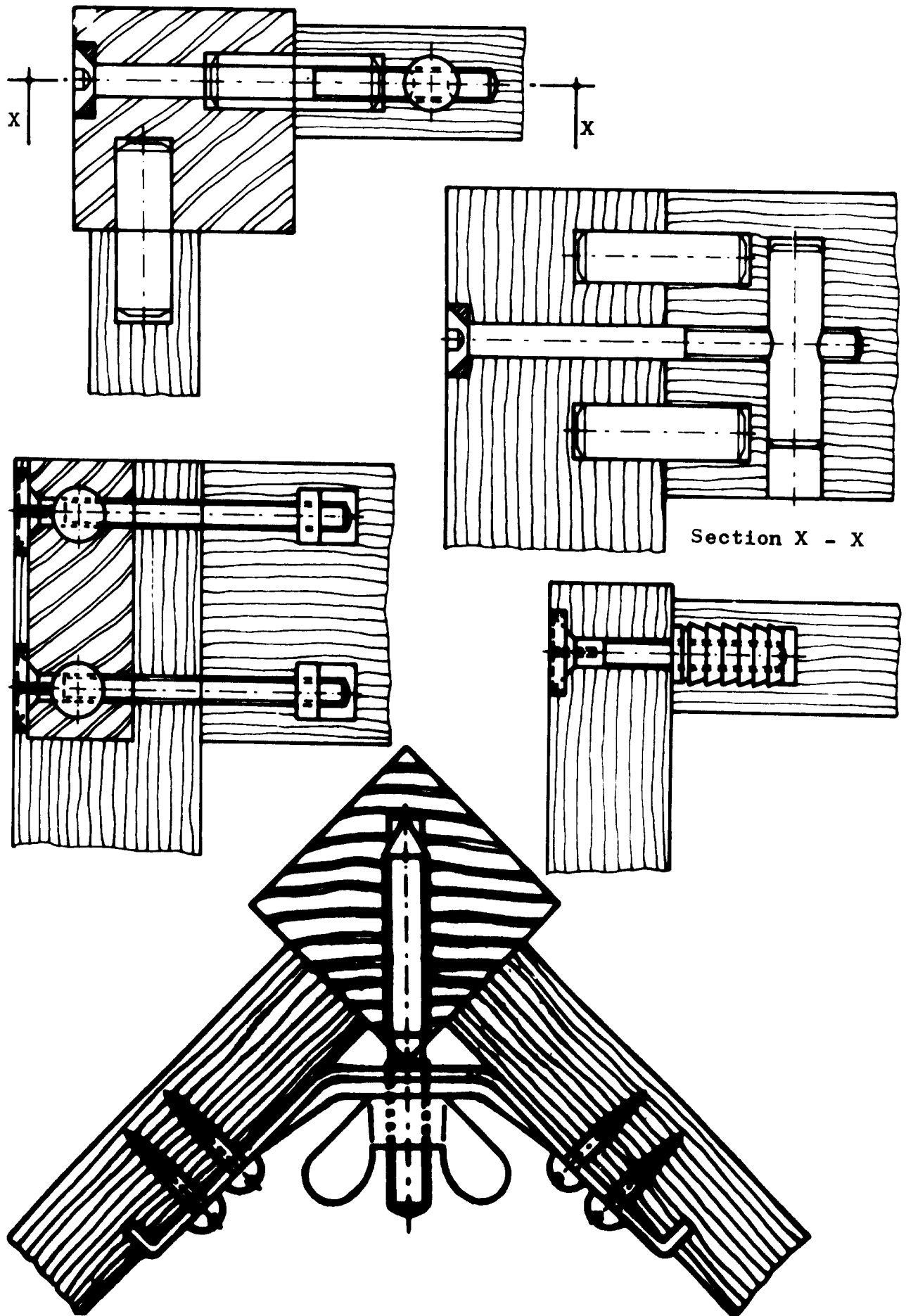
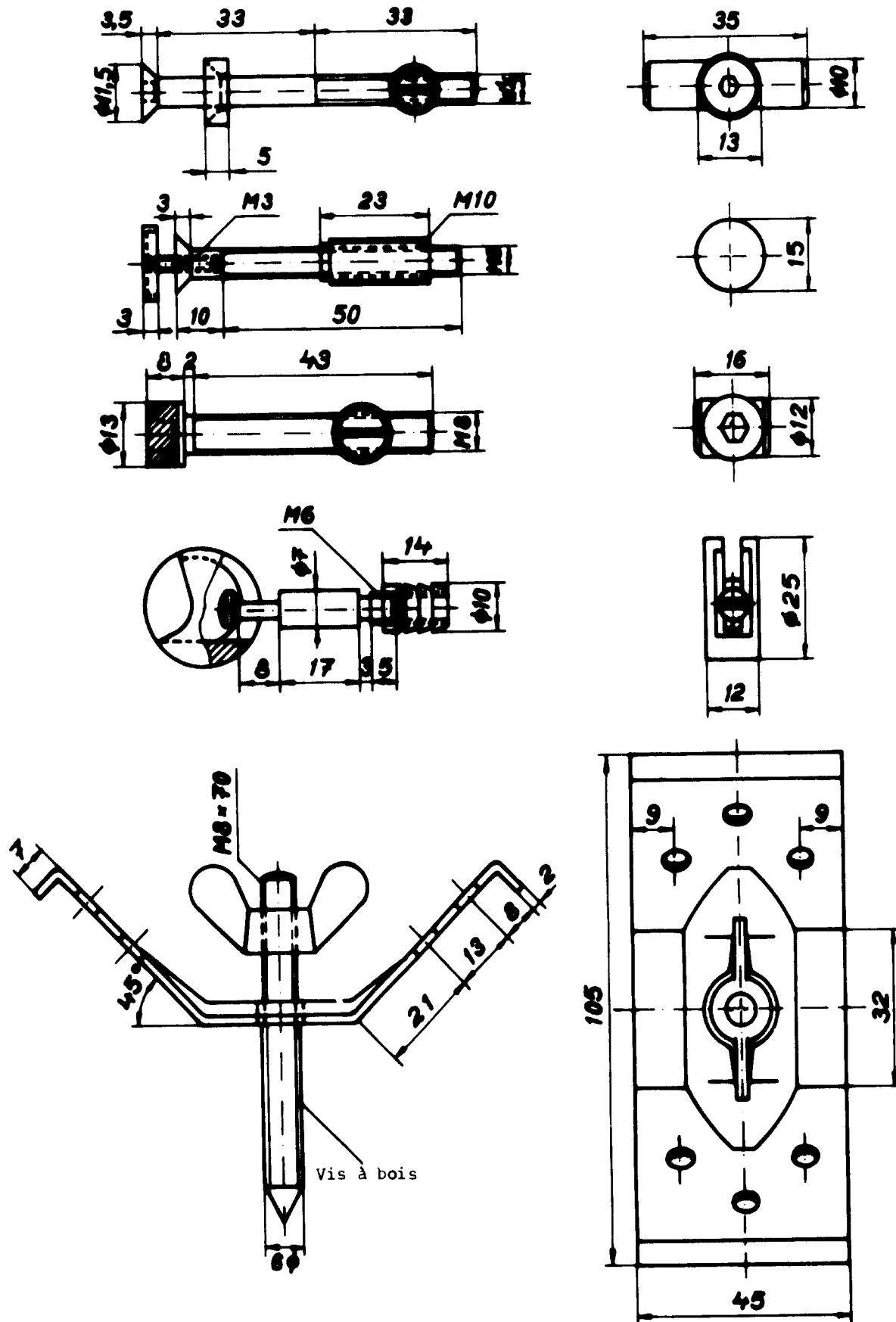


FIGURE XI. COTES DE QUELQUES FIXATIONS METALLIQUES EMPLOYEES DANS LA FABRICATION DES MEUBLES
(M3, M6, etc., désignent des pas de vis métriques normalisés)



Pour simplifier l'établissement des plans et la fabrication, il conviendrait de normaliser les assemblages en les limitant à quelques types seulement. Les cotes d'usinage des assemblages retenus devraient aussi être normalisées. Dans la pratique, les tolérances recommandées pour les assemblages à tenon et mortaise sont indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1
Limites inférieure et supérieure des cotes des tenons et mortaises
(pour une dimension théorique de 8 mm)

Dureté du bois	Trou ou mortaise (en mm)	Tourillon ou tenon (en mm)
Bois tendre (pin, sapin)	+0,05	+0,3
	-0,0	+0,2
Bois demi-dur (bouleau, hêtre)	+0,05	+0,2
	-0,0	+0,1
Bois dur (chêne, teck)	+0,05	+0,1
	-0,0	+0,0
Bois très dur (palissandre, cormier)	+0,05	+0,0
	-0,0	-0,1

LE PRINCIPE DE LA COORDINATION MODULAIRE DES DIMENSIONS ET LA FABRICATION DE MEUBLES PAR ELEMENTS

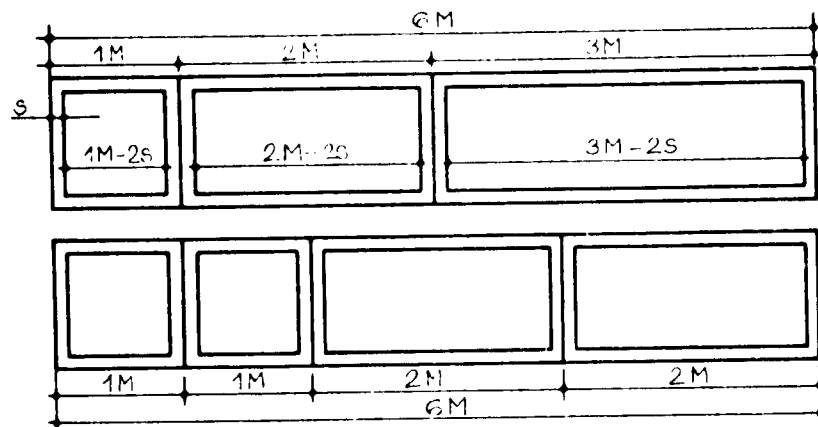
Un module est une unité de mesure servant à calculer des dimensions plus grandes, qui en sont des multiples entiers (figure XII). Aujourd'hui, beaucoup de meubles d'appartement, de bureau et de cuisine, fixes ou déplaçables, sont fabriqués selon le principe de la coordination modulaire. Ces meubles, appelés meubles en éléments, peuvent être combinés par le client pour former des ensembles plus importants, selon ses besoins et ses goûts personnels. Beaucoup de ces meubles se prêtent à de multiples combinaisons.

COMMENT DISSIMULER LES DIFFERENCES DE DIMENSIONS AU STADE DE LA FABRICATION

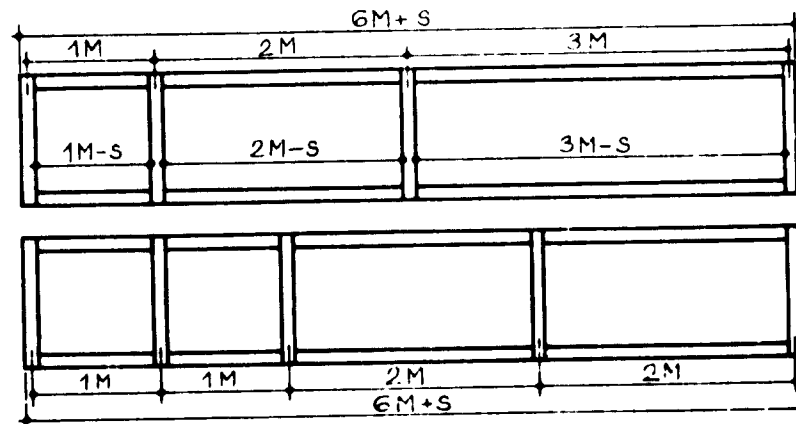
Quand des pièces s'adaptent mal du fait de variations dans les dimensions des matières premières, par exemple dans l'épaisseur des panneaux de particules ou dans les dimensions de pièces préparées à la machine, on peut dissimuler ces défauts et les rendre à peu près invisibles à l'oeil nu en modifiant légèrement les plans techniques. Cela permet en même temps d'éviter les ajustages à la main au cours du montage. Quelques-uns des procédés employés consistent par exemple à faire chevaucher un élément sur l'autre ou à ménager une feuillure ou un chanfrein le long de l'assemblage (figure XIII).

FIGURE XII. QUELQUES METHODES COURAMMENT EMPLOYEES POUR REPRESENTER DES COMBINAISONS DE LARGEURS, QUI FONT RESSORTIR L'INCLUSION OU L'EXCLUSION DE LA PIECE LATERALE DANS LE CALCUL DE L'ESPACE NECESSAIRE

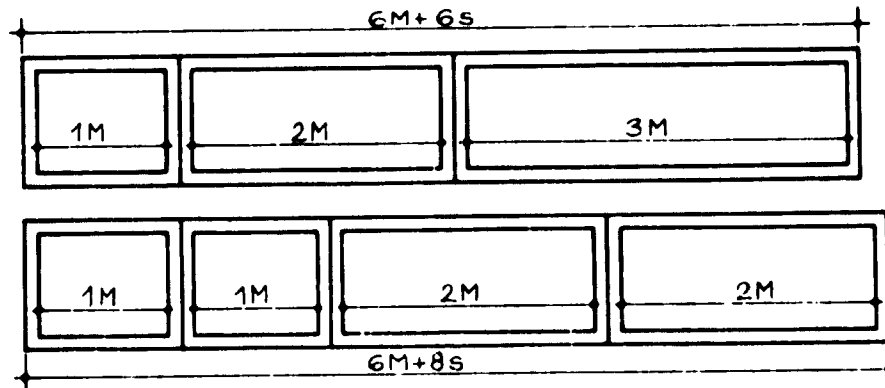
a) Coordination modulaire des dimensions hors-tout



b) Coordination modulaire des dimensions de centre à centre



c) Coordination modulaire des dimensions intérieures (éléments aboutés)



d) Coordination modulaire des dimensions intérieures (un seul élément)

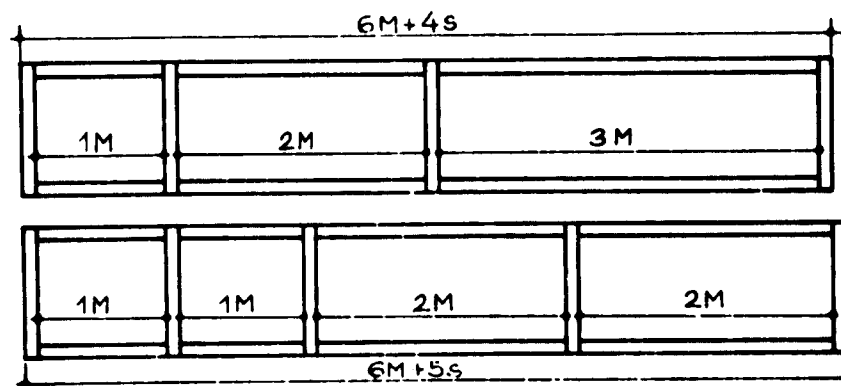
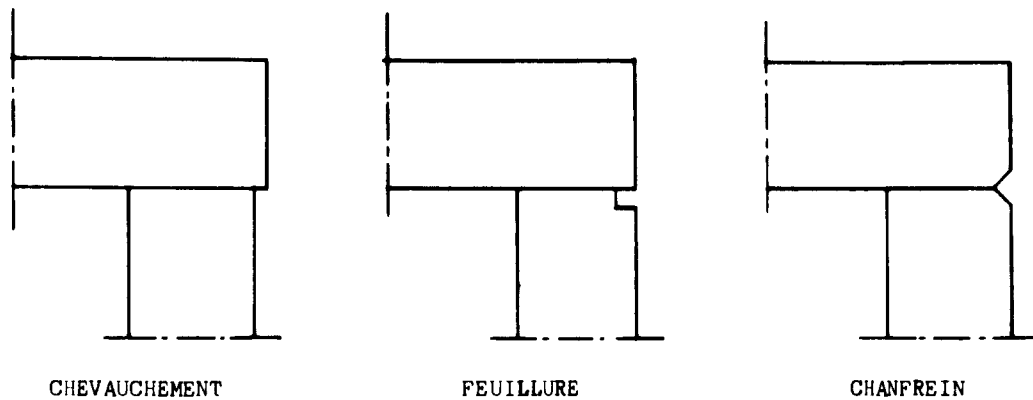


FIGURE XIII. COMMENT DISSIMULER LES DIFFERENCES DE DIMENSIONS



Si l'on emploie des panneaux de particules plaqués, on ne peut recourir qu'au chevauchement des éléments à cause de la faible épaisseur du placage, alors que la feuillure ou le chanfrein convient particulièrement bien pour les articles en bois massif.

Dessins et dimensions

Les dessins employés dans l'industrie du meuble et la menuiserie sont essentiellement de deux types : dessins en vraie grandeur et dessins en dimensions réduites. Leurs caractéristiques, avantages et inconvénients sont décrits ci-dessous.


Dessins en vraie grandeur (échelle 1 : 1)

- a) Les dimensions de la pièce sont relevées sur le dessin au moment où on prépare la machine pour l'usinage;
- b) Aucune cote n'est indiquée sur le dessin;
- c) La précision de l'usinage est médiocre;
- d) Les dessins à l'échelle 1 : 1 ne conviennent généralement pas pour la production moderne en série. Ils sont cependant utiles pour montrer les dimensions de certains détails courbes et compliqués de pieds de chaises, de moulures particulières, etc.

Dessins en dimensions réduites

- a) Pour chaque élément de l'ouvrage, on établit un dessin complet à une échelle donnée (1 : 2,5; 1 : 5; 1 : 10; détails 1 : 1);
- b) La représentation des détails en coupe (échelle 1 : 1) est souvent très instructive et utile;

- c) La méthode la plus élaborée consiste à dessiner chaque élément sur une feuille distincte de format normalisé (A4) qu'il est facile de classer et de copier avec les moyens modernes de reproduction. Des copies sont alors envoyées aux différents postes de l'usine;
- d) Les cotes indiquées sur les dessins doivent être respectées, et non les dimensions obtenues en mesurant à la règle graduée sur le dessin;
- e) Il suffit de corriger les cotes pour modifier les dimensions;
- f) On établit un dessin de montage de l'ouvrage complet pour indiquer la position des différents éléments;
- g) Les types d'assemblages peuvent être indiqués sur les dessins par des abréviations et des symboles appropriés.

La figure XIV est la reproduction de plusieurs dessins établis pour un ouvrage simple, dont un dessin de l'ouvrage assemblé et quatre dessins partiels (un pour chaque élément). Sur ces dessins sont également portés la qualité du placage (II, IV) et le sens du fil (.

PROTOTYPES

Avant de commencer à produire en série un ouvrage quelconque, il faut faire un prototype pour éviter des erreurs coûteuses en cours de fabrication. Le prototype répond à un double but :

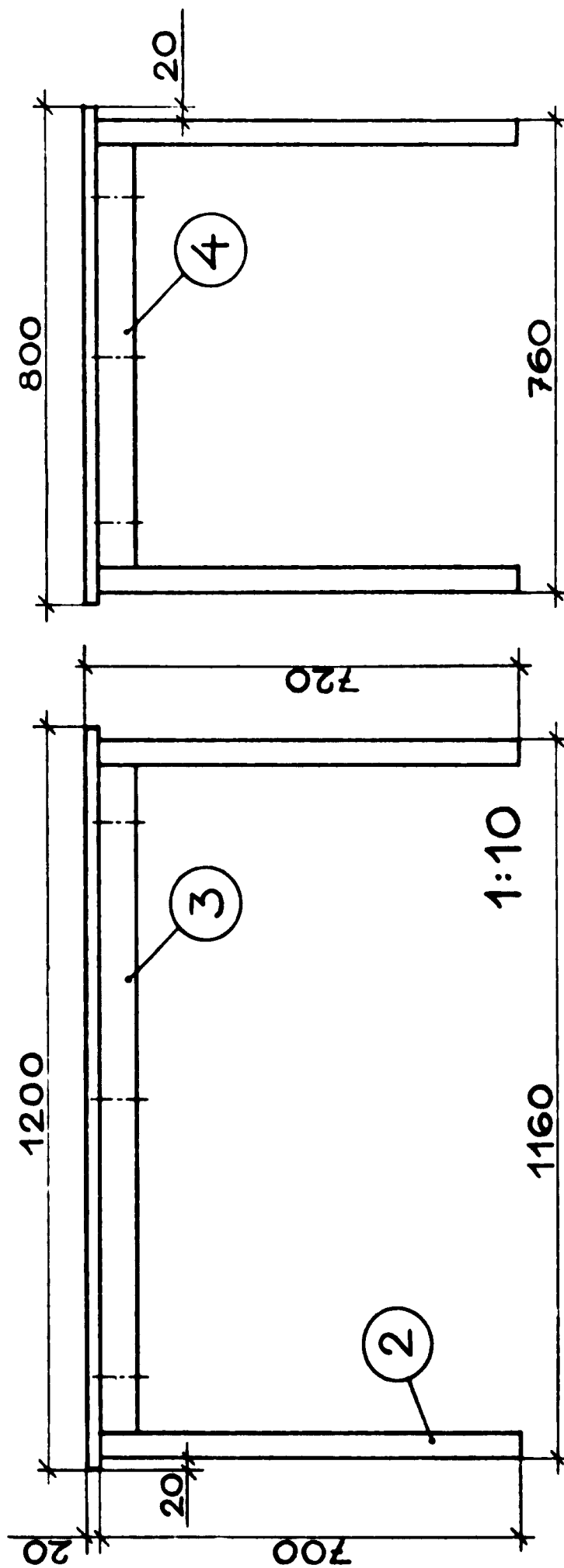
- a) Le prototype doit être analogue à tous égards (assemblages, etc.) à l'ouvrage qu'on a l'intention de fabriquer en série, car c'est le meilleur moyen de faire ressortir tout défaut de fabrication ou de montage;
- b) Le prototype sert à examiner et à vérifier les caractéristiques - dimensions, résistance, rigidité, aspect extérieur - de l'ouvrage dans des conditions normales d'utilisation.

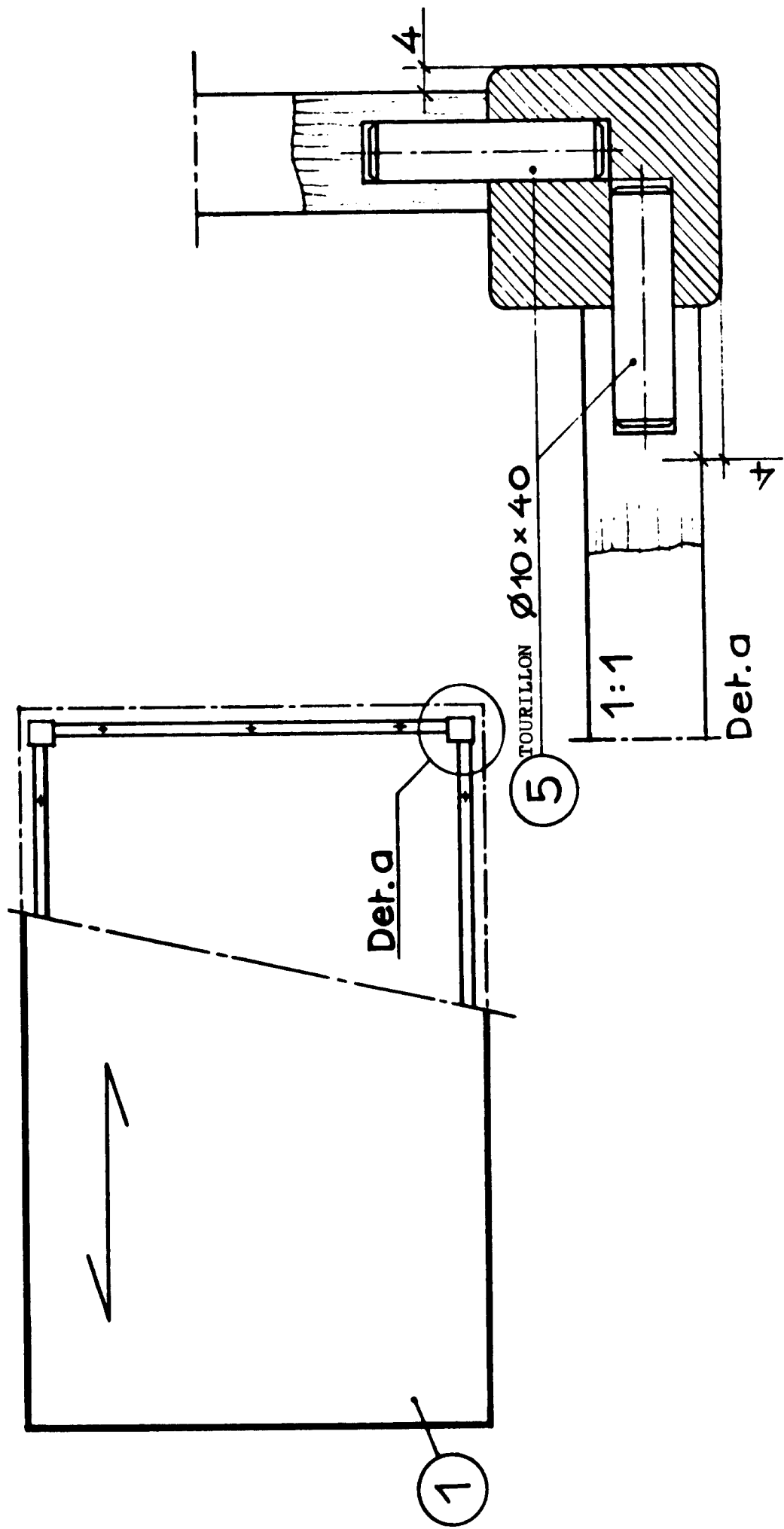
Mise au point technique d'un ouvrage

Le dessinateur de meubles, créateur spécialisé dans les arts appliqués, est en général chargé de trouver une idée et de la soumettre à une entreprise. Le personnel compétent de l'usine met au point les dessins techniques de l'ouvrage et fabrique un prototype, qui est ensuite soumis à un examen critique et modifié jusqu'à ce qu'il soit jugé prêt pour la production, ou bien rejeté. La figure XV représente de façon schématique les phases de la mise au point d'un produit, depuis sa conception jusqu'à sa fabrication.

La mise au point d'un ouvrage est plus efficace quand le travail est effectué en équipe. Elle est beaucoup plus facile si on tient compte des divers aspects de la production pendant toute la phase de préparation.

FIGURE XIV. DESSIN DE MONTAGE D'UNE TABLE ORDINAIRE

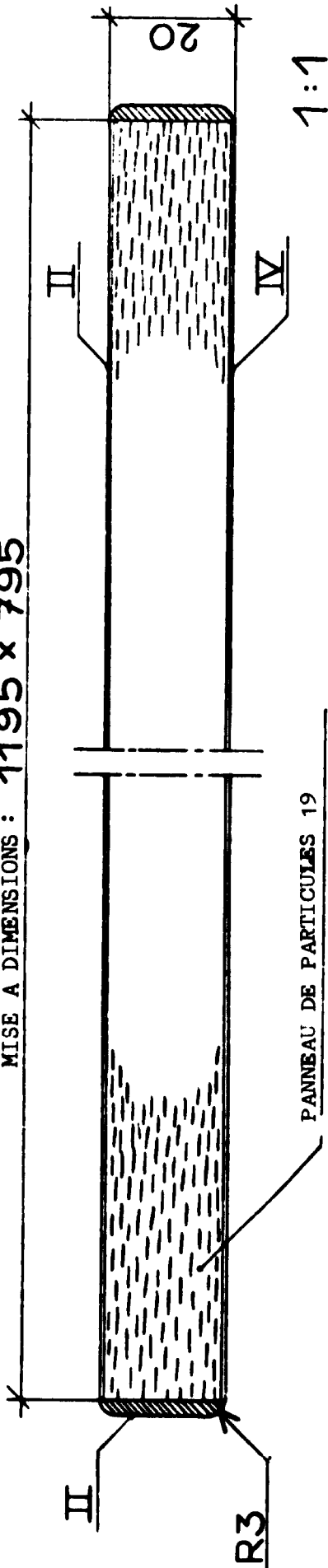




OUVRAGE :	TABLE
ELEMENT :	DESSIN D'ASSEMBLAGE
ECHELLE :	1 : 10
DATE :	1 : 1
NO DU DESSIN :	ETABLI PAR :
OBSERVATIONS :	MODIFIE PAR :

a) Dessin partiel I

MISE A DIMENSIONS : 1195 x 795



PANNEAU DE PARTICULES 19

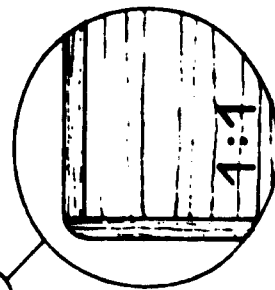
1200

800

1:10

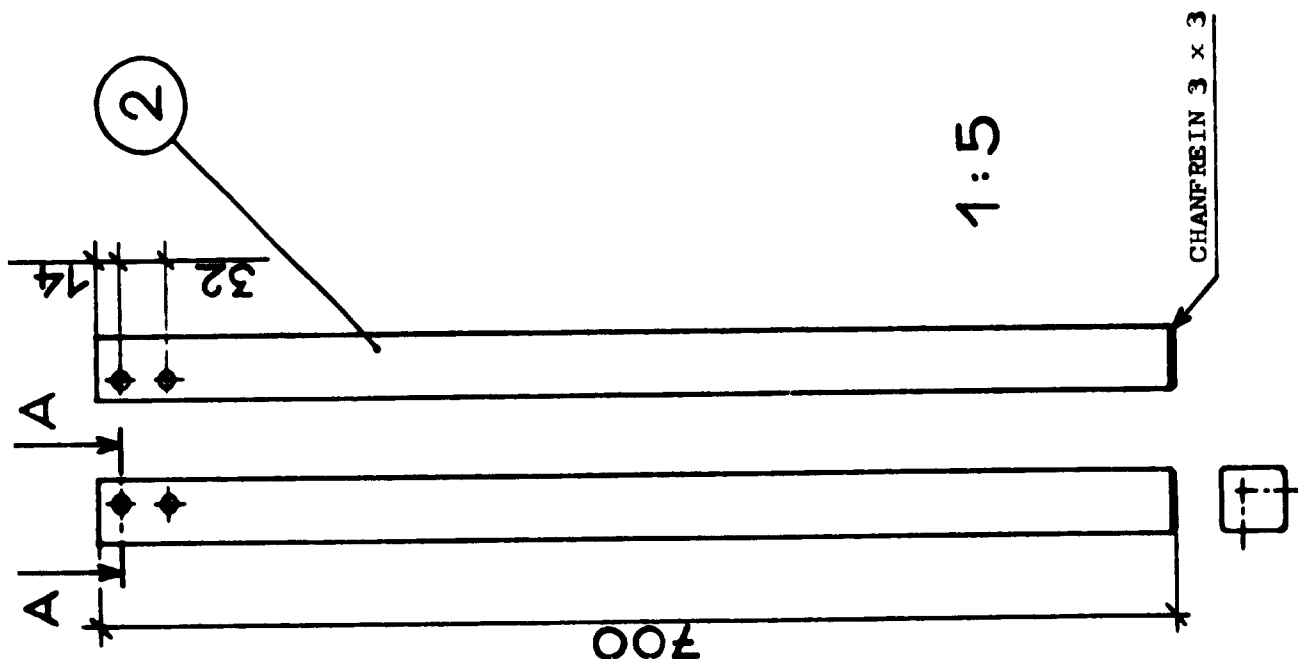
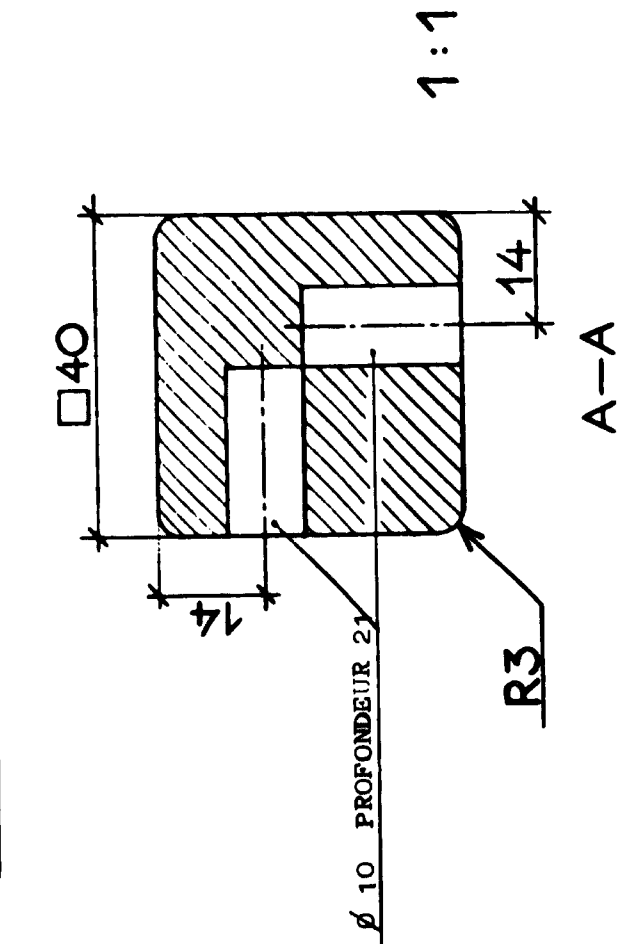
Placage	Epaisseur	
	Brute	Après ponçage
Surface	0,7	0,5
Chants	2,8	2,5

1



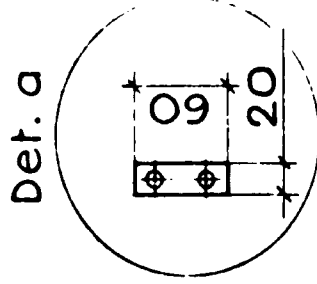
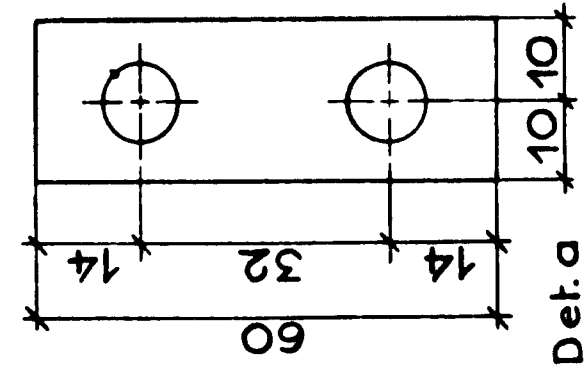
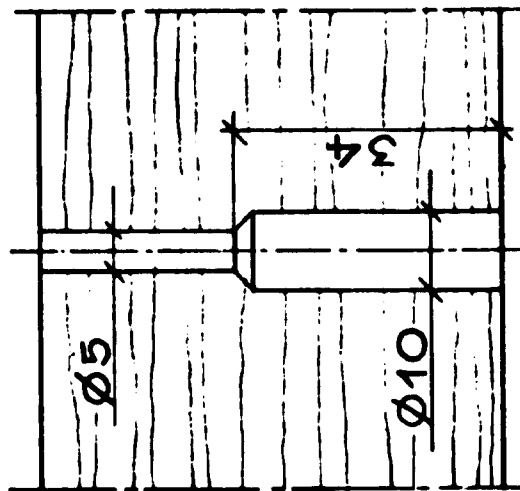
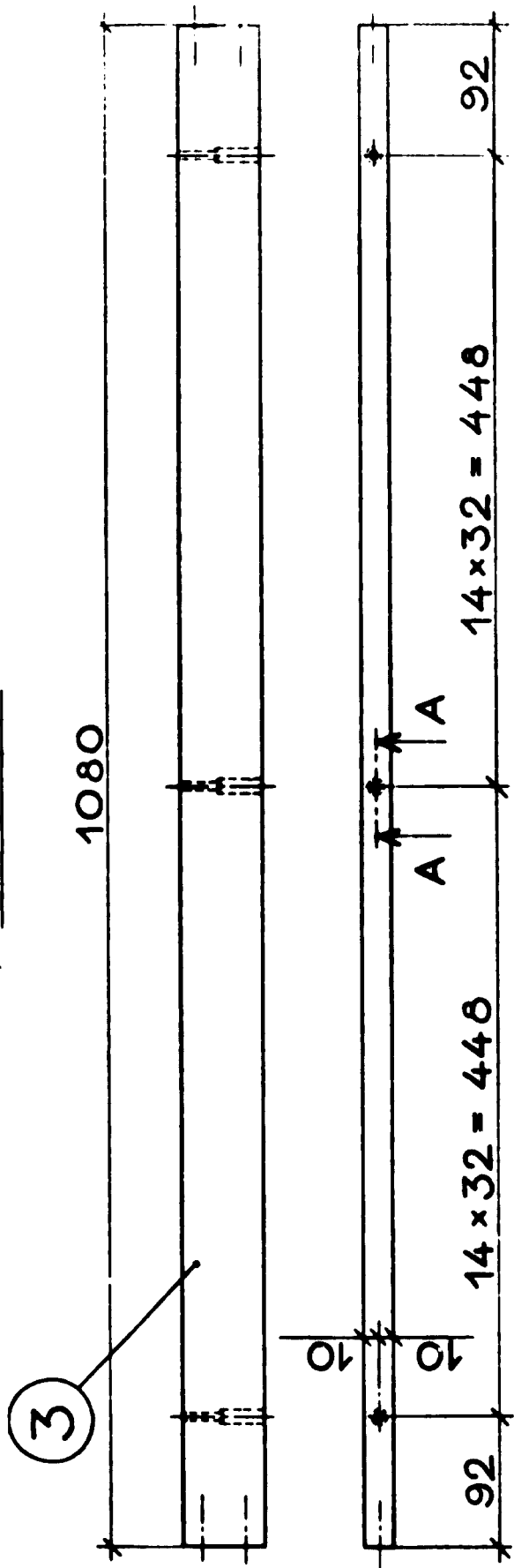
OUVRAGE : TABLE
 ELEMENT : PLATEAU (1)
 ECHELLE : 1 : 10 1 : 1
 No DU DESSIN : ETABLI PAR :
 OBSERVATIONS :
 DATE :

b) Dessin partiel 2



OUVRAGE : TABLE	DATE :
ELEMENT : PIED	MODIFIE PAR :
ECHELLE : 1 : 5	1 : 1
NO DU DESSIN :	ETABLI PAR :
OBSERVATIONS :	

c) Dessin partiel 3



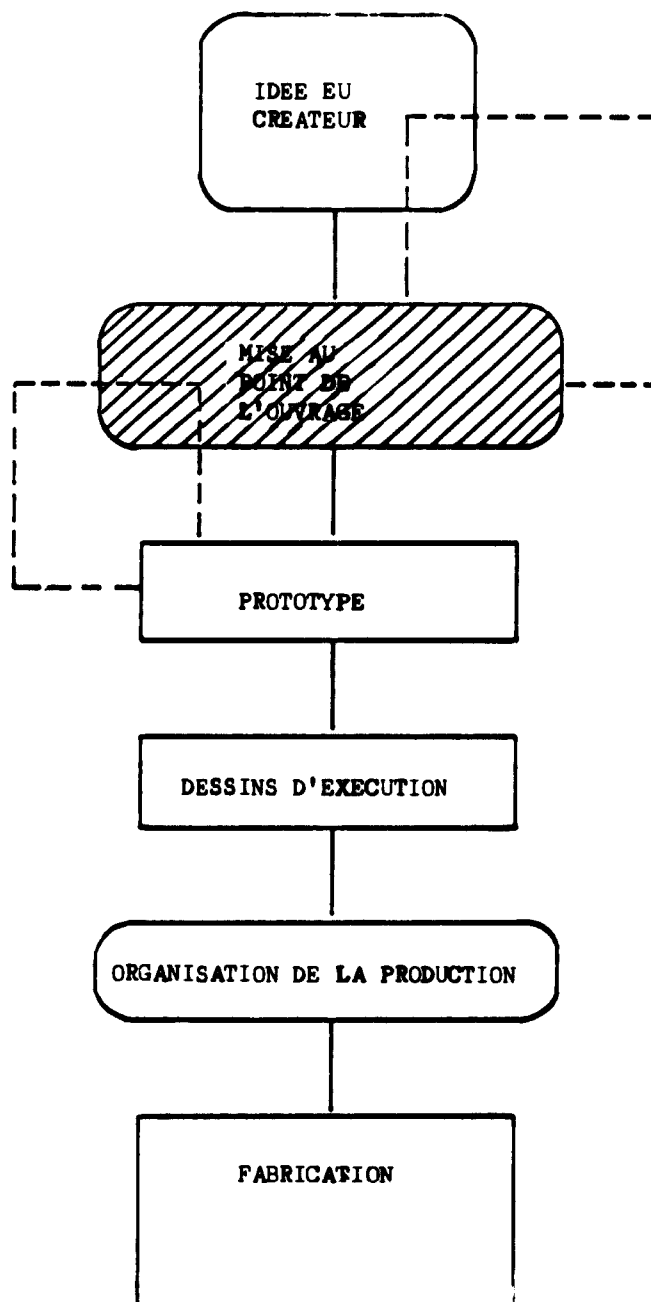
Ø 10 PROFONDEUR 21

1:5

OUVRAGE : TABLE
 ELEMENT : TRAVERSE LONGUE (3)
 ECHELLE : 1 : 5 1 : 1
 NO DU DESSIN : ETABLI PAR :
 OBSERVATIONS :

DATE :
 MODIFIE PAR :

FIGURE XV. REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES PHASES DE LA MISE AU POINT D'UN OUVRAGE



ORGANISATION DE LA PRODUCTION

L'organisation de la production est un des travaux à faire avant de mettre en route la fabrication. Une organisation rigoureuse permet d'employer de manière économique les matières premières et de tirer parti avec la plus grande efficacité possible de la capacité de production de l'usine. L'essentiel de ce travail consiste à établir deux types de listes :

a) des listes de toutes les matières premières et fournitures indispensables, des dimensions et du nombre de pièces nécessaires (listes des pièces à tronçonner et à délimiter, à découper

dans du bois de placage et des panneaux de particules, etc.); et b) des listes d'opérations (listes séparées pour chaque phase du travail) pour l'usinage, l'assemblage, la finition, etc. Ces listes suivent, sous forme de cartes, toutes les phases de fabrication du lot en cours de production. Les listes d'opérations donnent les renseignements ci-dessous :

- a) Les machines et tous autres équipements à employer dans l'ordre requis pour l'exécution du travail; ces machines et ces équipements sont désignés par des numéros de code. Le tableau 2 indique la capacité des principales machines à bois couramment utilisées;
- b) Des détails sur chaque phase de fabrication (outils spéciaux, granulation des bandes de ponceuses);
- c) Les phases achevées et non achevées du travail. Chaque phase est marquée sur la carte quand elle est achevée.

Tableau 2
Capacité moyenne des principales machines à bois^{a/}

Machine	Capacité (m ³ par an)
Tronçonneuse	2 300
Déligneuse, alimentation continue	2 300
Dégauchisseuse	1 400
Raboteuse	4,7 par mm de largeur
Moulurière quatre faces	2 300 à 4 700
Scie à ruban	1 400 à 1 900
	2 800 à 3 700
Scie à ruban	2 300 à 4 700
Toupie	700 à 1 400
Défonceuse	2 300
Mortaiseuses à bédane creux	1 400 à 1 900
Ponceuse à bande horizontale	1 900 à 2 800

^{a/} Ces chiffres s'appliquent à la production moyenne de meubles, pour la fabrication de différents types de meubles en bois massif.

Le contrôle de la production porte en outre sur le calendrier de production, de manière que chaque lot soit terminé au moment prévu. Cela a une très grande importance du point de vue de l'aptitude de l'usine à soutenir la concurrence. Pour tout ce qui concerne la capacité de production, il y a lieu de prendre en considération les points ci-après :

- a) La capacité de production d'une usine de meubles qui emploie une chaîne composée de machines et d'équipements divers est déterminée par ce qu'on appelle le "goulot d'étranglement" (figure XVI);
- b) La capacité de production des machines ne peut être augmentée que par paliers correspondant à des multiples de la production des diverses machines (figure XVII).

FIGURE XVI. REPRESENTATION GRAPHIQUE DE LA FORMATION D'UN GOULOT D'ETRANGLEMENT DANS UNE CHAINE DE FABRICATION

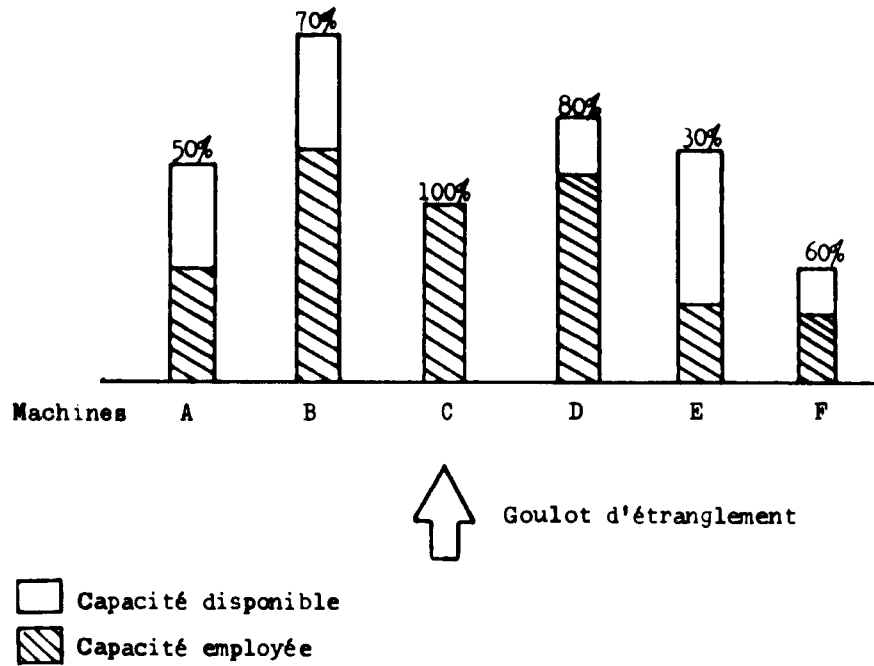
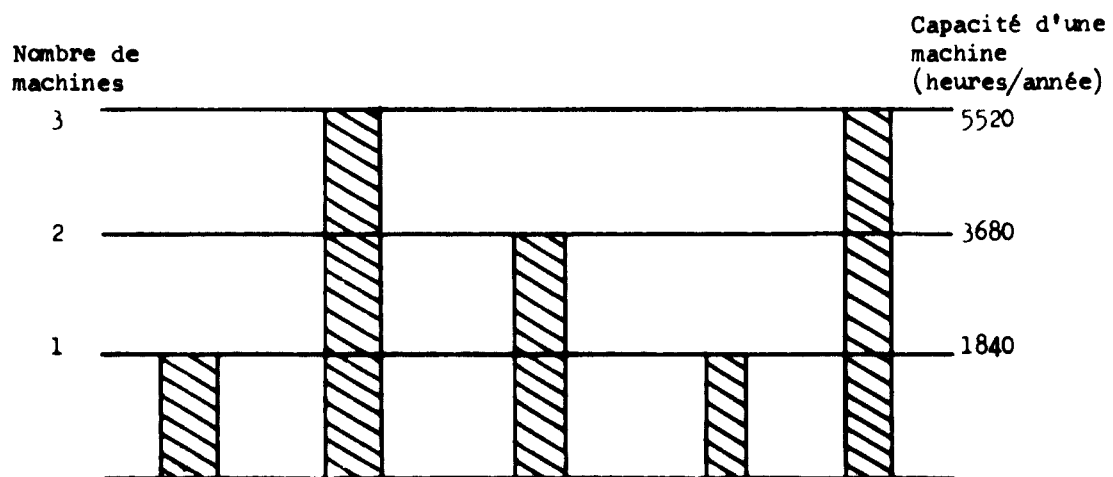


FIGURE XVII. REPRESENTATION GRAPHIQUE MONTRANT QUE LA CAPACITE D'UNE CHAINE DE MACHINES NE PEUT ETRE AUGMENTEE QUE PAR PALIERS CORRESPONDANT A UN MULTIPLE DE L'UNE DES MACHINES



Les moyens suivants sont employés pour éliminer les goulots d'étranglement ralentissant la production :

- Achat de machines supplémentaires
- Achat de machines à plus grand rendement
- Embauche de personnel plus compétent
- Heures supplémentaires
- Travail par postes
- Sous-traitance d'une partie du travail

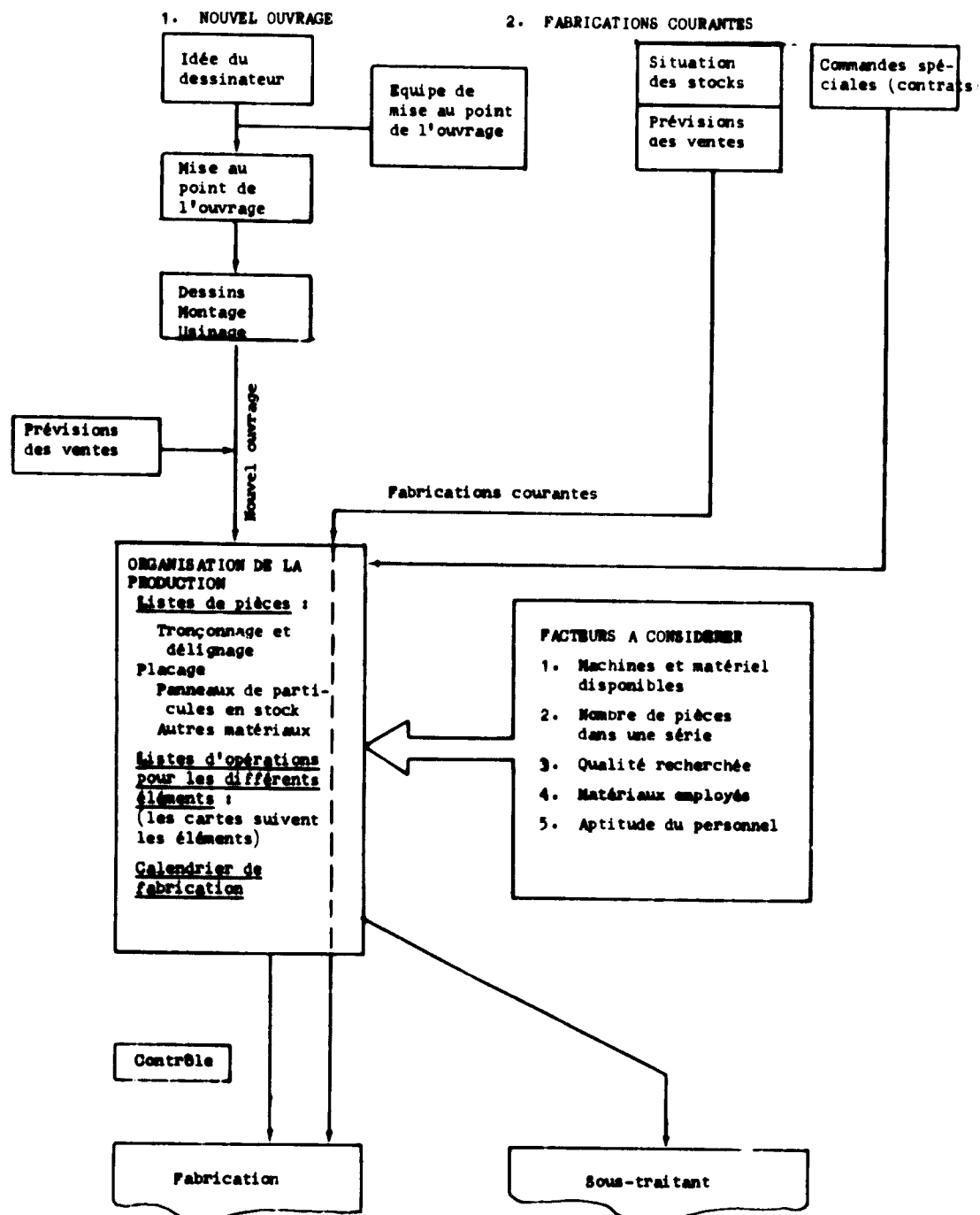
FACTEURS INFLUANT SUR L'ORGANISATION DE LA PRODUCTION

Les facteurs les plus importants qui influent sur l'organisation de la production sont :

- Machines et équipement disponibles
- Importance du lot à produire
- Qualité recherchée
- Matières premières et autres moyens de production disponibles
- Aptitude professionnelle du personnel

La figure XVIII indique le rôle de l'organisation de la production dans la fabrication des meubles.

FIGURE XVIII. REPRESENTATION SCHEMATIQUE DU ROLE DE L'ORGANISATION DE LA PRODUCTION DANS LA FABRICATION DES MEUBLES



XVI. LA CREATION D'UNE USINE DANS L'INDUSTRIE DU MEUBLE ET DE
LA MENUISERIE*

PRINCIPES GENERAUX DES ETUDES D'INVESTISSEMENT

La décision d'investir résulte généralement d'une suite d'enquêtes comportant de nombreuses études et décisions à des niveaux différents. Au départ, il semble généralement y avoir plusieurs possibilités aussi prometteuses les unes que les autres. Avant de déterminer celle qui est la plus intéressante et de faire des enquêtes plus détaillées, il faut trouver le moyen d'éliminer le plus tôt possible les projets les moins satisfaisants. La figure I expose le principe d'une chaîne d'enquêtes permettant d'éliminer ces projets. Cette chaîne se compose de trois phases : l'identification des projets, l'étude de pré faisabilité et l'étude de faisabilité. A la suite de chacune d'elles, on prend la décision d'arrêter les recherches ou de les poursuivre.

Le but d'une telle série d'enquêtes est d'orienter les recherches vers les objectifs qui auraient une influence directe sur la faisabilité des divers projets envisagés. Cette méthode fait économiser de l'argent et des ressources, tout en permettant de choisir le meilleur projet pour le soumettre à plus ample examen. Dans le cas d'une grande entreprise appelée à travailler pour l'exportation, comme une fabrique de pâte à papier et de papier, une étude approfondie est nécessaire.

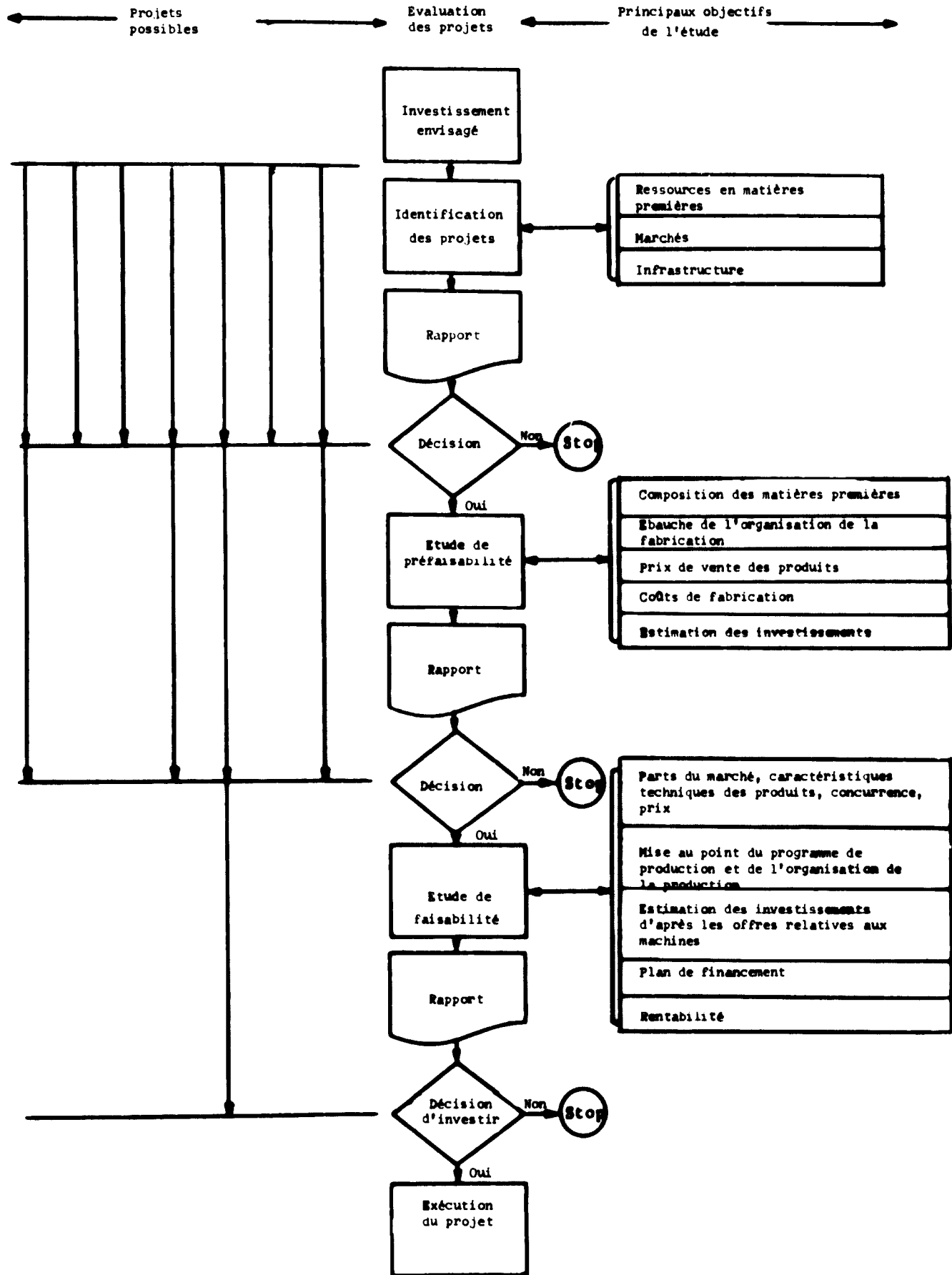
Le présent chapitre a trait à l'établissement des projets, c'est-à-dire aux études à faire au moment où les enquêtes antérieures montrent que les industries du meuble et de la menuiserie se prêtent à plusieurs projets intéressants pour la création d'une usine.

ETUDE DE PREFAISABILITE

L'objet de l'étude de pré faisabilité est de rassembler les données techniques et économiques identifiées au cours d'études précédentes par l'industrie du meuble et de la menuiserie. Le contenu d'une étude type de cette nature figure en annexe au présent chapitre. L'évaluation économique des différents projets envisagés est fondée sur l'étude détaillée du marché, l'inventaire raisonnablement complet des matières premières, la description du programme de production et des procédés de fabrication. Les calculs économiques permettent de fixer l'ordre de priorité des différentes solutions retenues pour la construction de l'usine envisagée et de fournir des indications approximatives sur leur rentabilité. Les risques économiques que comporte l'exécution des projets sont indiqués par des analyses de sensibilité.

* Par Antero Liusvaara, Jaakko Pöyry et Cie., Ingénieurs-conseils, Helsinki (Finlande).
(Publié initialement sous la cote ID/WG.105/40.)

FIGURE I. REPRESENTATION SCHEMATIQUE DU CHOIX ENTRE DIVERS PROJETS
PENDANT LES ETUDES D'INVESTISSEMENT



Etude de marché

L'étude de marché devrait comprendre une description de l'évolution, dans le temps, de la production, du commerce et de la consommation dans les industries du meuble et de la menuiserie. Sur la base de ces renseignements, on établit une projection de la demande intérieure, de la production et du commerce extérieur. Selon la situation de l'offre et de la demande, on étend cette étude à certains marchés d'exportation. L'analyse porte sur des facteurs tels que les prix, les quantités et les qualités, ainsi que les éléments qui favorisent ou entravent le commerce extérieur. L'évaluation de la compétitivité du projet est la partie la plus critique de l'enquête. Cette enquête devrait donner un aperçu complet des marchés auxquels l'usine envisagée pourrait avoir accès, et indiquer pour chaque région les ventes totales, le prix de vente, la part de marché et la position vis-à-vis des concurrents. L'apport de l'usine à l'économie nationale devrait être chiffré (recettes d'exportation/substitution de productions locales aux importations), étant donné que cette considération sera décisive quand il faudra trouver des moyens de financement.

Ressources en matières premières

S'il est fait convenablement, l'inventaire des ressources sera raisonnablement complet; le volume global des ressources nécessaires ne sera, en tout cas, pas sujet à modification. Il arrive souvent que l'on puisse avoir accès également aux résultats d'enquêtes spéciales sur les disponibilités en matières premières (par exemple sur la consommation au moment considéré). De même, il faut déterminer soigneusement les disponibilités en bois de placage et panneaux dérivés du bois (il faut prêter attention à la possibilité d'employer des pièces de bois plus petites et plus courtes). Les résultats de cet inventaire serviront à prendre des décisions en ce qui concerne les diverses possibilités d'emploi des matières premières et l'emplacement éventuel des installations industrielles envisagées. Les principaux facteurs qui déterminent ou qui limitent les approvisionnements en matières premières doivent être présentés et évalués de façon assez détaillée.

Description technique

Etude de l'emplacement des installations. Il vaut mieux se limiter à deux ou trois emplacements possibles pour l'implantation des installations. A cet égard, tous les éléments de décision doivent faire l'objet d'un examen plus poussé que dans les études préliminaires. L'objectif de l'étude est de faciliter la comparaison technique et économique des lieux d'implantation possibles. Cette comparaison nécessite une estimation du coût unitaire des matières premières, de l'énergie et des services. L'incidence du transport des matières premières sur le choix de l'emplacement définitif est à prendre en considération. Pour calculer les coûts unitaires des transports, on évalue les charges et capacités maximales des moyens de communication, notamment le réseau routier, les ports et l'équipement existant. En outre, il est nécessaire de faire des propositions sur la façon dont l'entreprise et le gouvernement devraient se partager les dépenses d'investissement au titre de l'infrastructure, par exemple pour la construction de routes et le développement communautaire.

Programme de production et organisation de la fabrication. Cette partie de l'étude consiste à recueillir tous les renseignements techniques nécessaires pour fixer l'ordre de priorité des projets envisagés, et elle servira pour mener à bien l'étude de faisabilité. Il s'agit de faire la synthèse rationnelle des renseignements disponibles. Des précisions sont données sur les types d'installations, les produits finals et les capacités. On y présente des schémas fonctionnels, des schémas des opérations consécutives, des listes d'équipement essentiel et des plans d'agencement d'ensemble et par ateliers. Une brève description permet de relier les divers éléments et de donner au lecteur, qui peut être un investisseur, une idée claire de l'organisation de la fabrication et des chaînes de production. L'organisation de la fabrication n'est étudiée que dans ses grandes lignes, comme il convient à une analyse économique comparative. Le programme de production devrait définir, outre la part des produits intermédiaires et finals (avec leurs spécifications), les taux d'activité des diverses chaînes de production pendant les premières années d'exploitation. A titre d'exemple, la figure II représente schématiquement les diverses phases de la fabrication dans une usine d'articles de menuiserie.

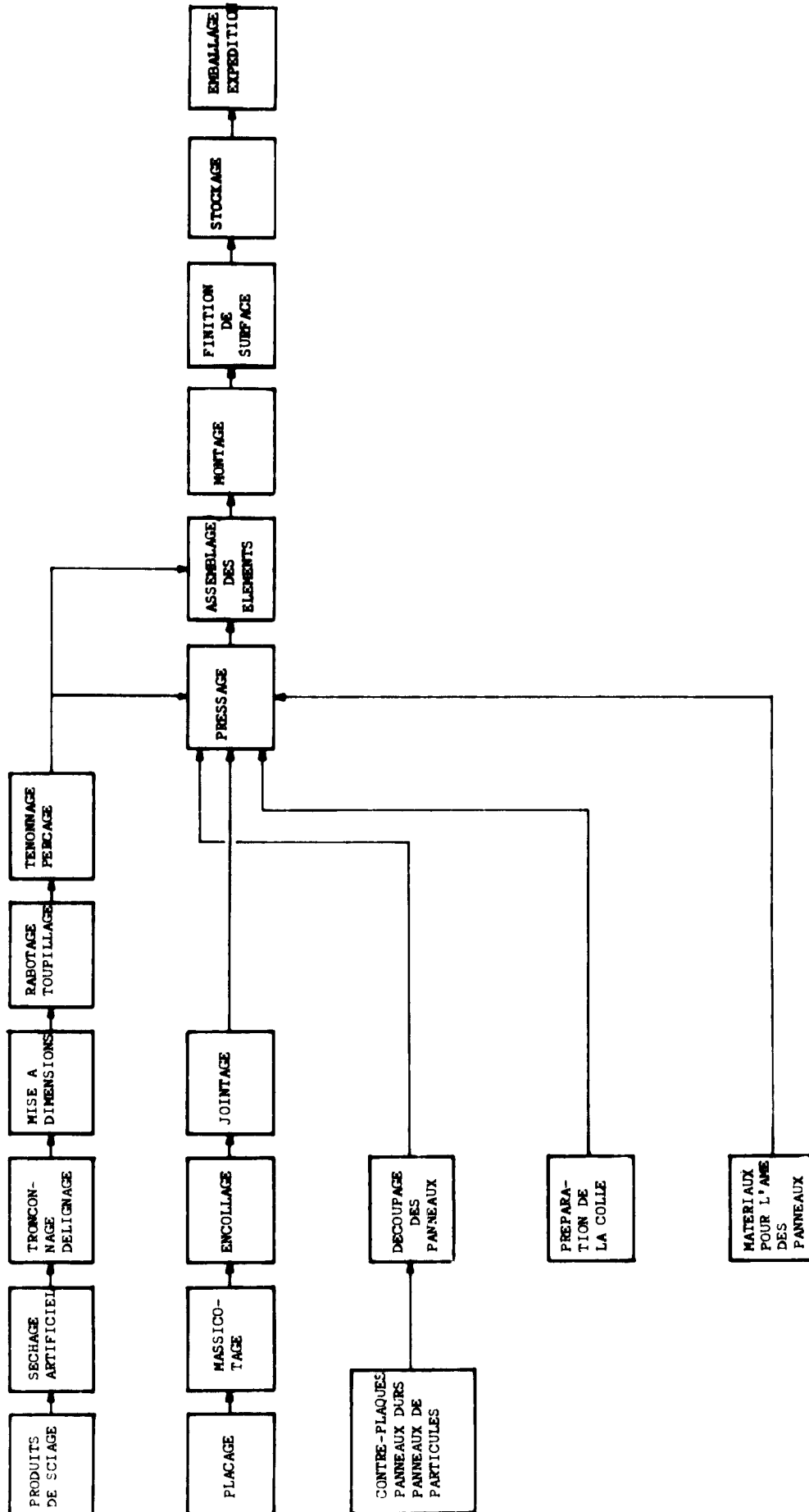
Calculs économiques

Investissements nécessaires. A partir de la description technique, on détermine les investissements nécessaires à chaque service ou fonction de l'entreprise, compte tenu des facteurs régionaux (coefficients ou données rassemblés en vue du projet). L'estimation des investissements est habituellement fondée sur des coûts connus, et on peut parfois préciser les spécifications concernant les principales machines. L'objet de l'estimation est de déterminer le total des investissements destinés à l'usine pour des coûts donnés. S'il le faut, on répartit les investissements nécessaires sur un certain nombre de périodes ou on les divise en différents groupes pour le calcul de l'amortissement. En outre, on prend en considération les diverses possibilités de financement.

Coûts de production. Les coûts annuels de production sont calculés d'après le programme de production et l'organisation de la fabrication envisagés. Les coûts des matières premières, des emballages, de l'énergie et du combustible sont alors considérés comme des variables; les rémunérations, l'entretien et les frais d'administration sont traités comme des coûts fixes.

Calcul de la rentabilité et états financiers. On calcule la rentabilité par actualisation des recettes nettes d'exploitation (marge brute d'autofinancement). On considère habituellement que la durée économique du projet est de 15 années et on calcule les recettes annuelles pour cette période. Le taux d'actualisation des recettes est déterminé avant et après imposition, tant pour le capital total à investir que pour le capital social. On effectue une analyse de sensibilité pour évaluer les éléments les plus déterminants de la rentabilité.

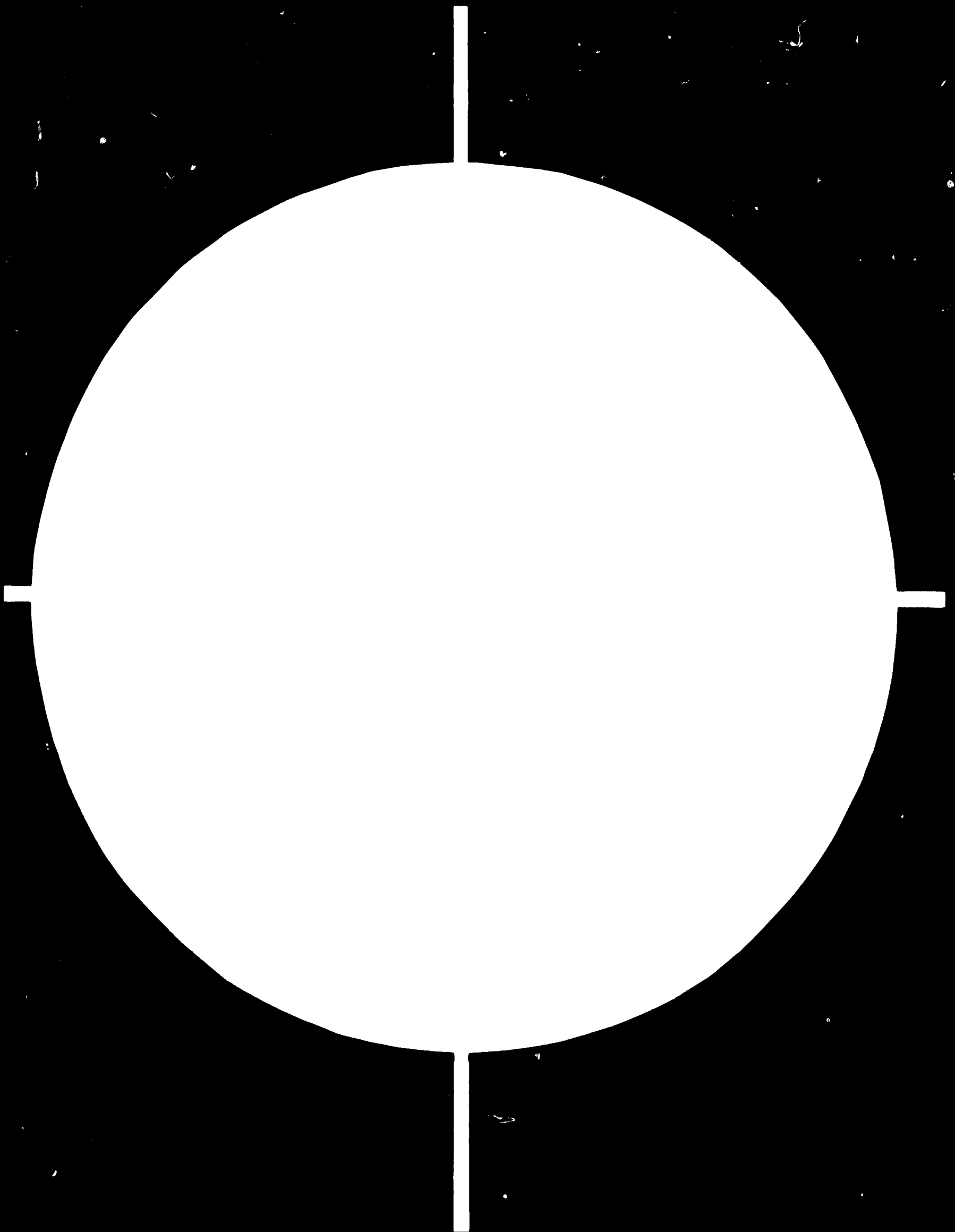
FIGURE II. SCHEMA DES PHASES DE LA FABRICATION DANS UNE USINE DE MENUISERIE



B-657



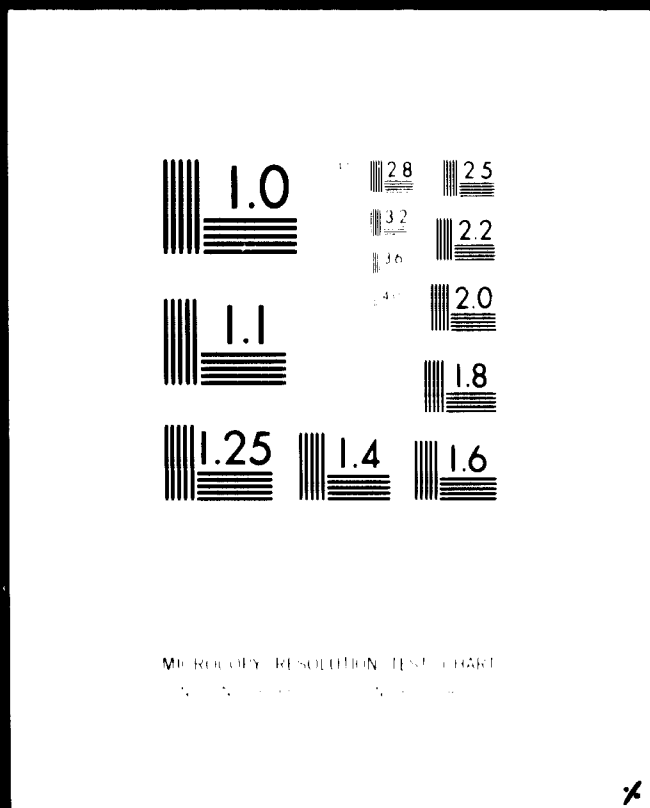
81.11.26



3 OF 6

09256

F



24x
D

Plan de financement du projet

Le plan de financement fait partie intégrante de l'évaluation économique d'un projet. Il doit être achevé avant de prendre la décision d'investir, mais il faut d'abord disposer du calendrier d'exécution du projet. L'estimation des investissements indique le montant des ressources nécessaires, tandis que le plan de financement indique où on pourra les trouver. Le plan de financement revêt deux aspects : l'aspect quantitatif et la répartition dans le temps. Par exemple, un projet qui promet d'être rentable peut fort bien, au début, se traduire par une absence de recettes; en d'autres termes, la liquidité n'est pas garantie et on risque d'aller à l'échec. Il faut être assuré d'avoir des liquidités suffisantes dans toutes les situations, et c'est pourquoi on doit accorder beaucoup d'attention à l'établissement de ce plan.

L'expérience joue un grand rôle. Il convient de peser soigneusement tous les facteurs qui influent sur le financement. L'expérience montre qu'un optimisme excessif - qui est un grand danger pour les pays en développement - peut mener à des situations telles que les ressources soient épuisées alors que le projet est à moitié exécuté ou que l'on manque de trésorerie dès l'achèvement du projet. Les projets industriels retenus pour les régions en développement ne doivent pas seulement être techniquement rationnels, il faut aussi qu'ils soient économiquement sains. En outre, il faut qu'ils soient assez vite rentables, tant pour l'investisseur que pour l'économie du pays.

ETUDE DE FAISABILITE

L'étude de faisabilité devrait contenir tous les renseignements nécessaires à la décision d'investir. Par conséquent, le rapport établi à la suite de cette étude doit convaincre les investisseurs éventuels que le projet est techniquement, économiquement et financièrement viable et, si nécessaire, que le climat régnant dans le pays en matière d'investissements est de nature à satisfaire les participants étrangers éventuels.

A ce stade, on a déjà comparé les différentes possibilités, et il ne reste qu'à proposer une seule solution. On procède à l'étude de faisabilité en pensant à des investisseurs déterminés, de sorte qu'il faut y prendre en considération leurs propres conceptions. En principe, cette étude suit le plan de l'étude de pré-faisabilité, mais elle est beaucoup plus détaillée. En conséquence, les deux rapports contiennent les mêmes éléments.

EXECUTION DU PROJET

A partir des renseignements figurant dans l'étude de faisabilité, on décide ou non d'investir, après quoi on peut commencer à établir les plans d'exécution du projet. Cette phase commence généralement par l'énumération des travaux nécessaires à l'exécution du projet. Soulignons que pour l'exécution du projet, il faut que la description des différentes phases de travail soit aussi précise que possible. A partir de cette description, on établit un

calendrier d'exécution pour l'ensemble du projet, dans lequel les divers groupes de travaux sont programmés dans l'ordre chronologique. L'ensemble de ce calendrier est par la suite divisé en sections d'après le schéma fonctionnel de l'usine, et ces sections sont à leur tour divisées et subdivisées en sous-sections et tâches de plus en plus réduites. Plus le calendrier est détaillé au départ, plus le contrôle de l'exécution du projet sera facile et moins il y aura de retards coûteux. Pour établir le calendrier d'exécution d'un projet aussi important que, par exemple, l'installation d'une usine de meubles ou d'un grand atelier de menuiserie, il y a lieu de recourir à la méthode PERT (méthode d'ordonnement des opérations et du personnel).

Dès les premières phases de l'établissement du projet, on aura examiné avec attention ce que l'on appelle les temps critiques, c'est-à-dire les délais nécessaires à l'exécution des diverses parties du travail, car si les temps sont supérieurs à ceux prévus dans le calendrier, l'ensemble de l'exécution risque d'être en retard. La figure III représente un modèle type concernant l'exécution d'un projet.

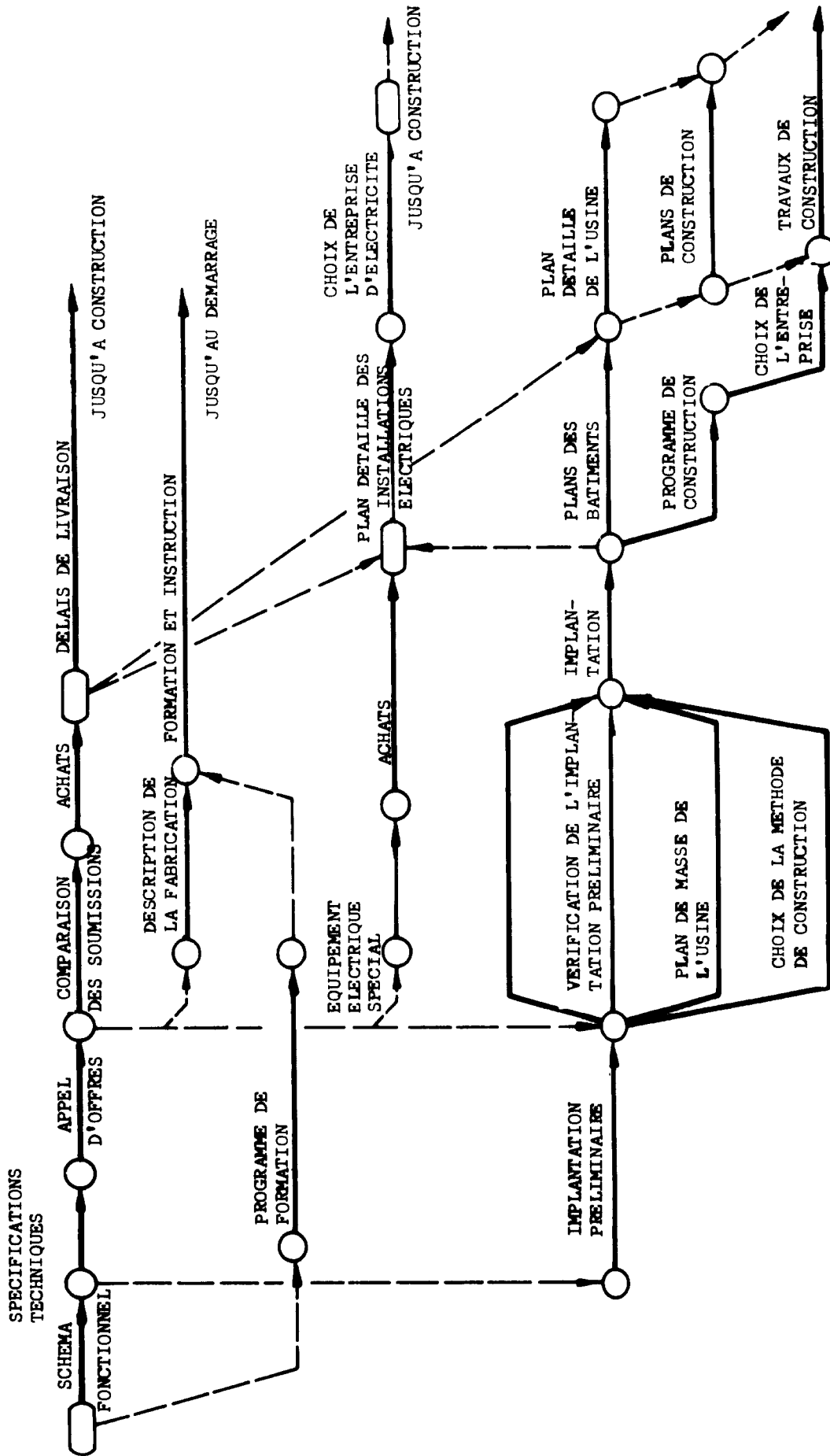
Pour l'achat des machines, l'investisseur peut recourir à diverses méthodes, selon les compétences disponibles. Normalement, le plus simple est de commander à un seul fournisseur toutes les machines nécessaires, mais le plus simple n'est pas toujours le plus rationnel, ni sur le plan économique ni sur le plan technique. Si l'investisseur a des connaissances techniques et économiques suffisantes, il peut acheter les machines une par une en s'adressant à divers fournisseurs pour obtenir les machines les meilleures et les plus appropriées; sinon, il peut s'assurer les services d'un consultant.

Pour l'établissement des plans, l'achat des machines, etc., il y a lieu de subdiviser l'usine en services, selon le type de production. Dans une fabrique de meubles ou un grand atelier de menuiserie, il faut prévoir par exemple les services suivants :

- Terrains de l'usine
- Réception et stockage intermédiaire des produits sciés
- Séchage des produits sciés
- Usinage
- Pressage
- Assemblage et montage
- Traitement de surface
- Stockage des ouvrages et expédition
- Production d'énergie
- Installation électrique et appareillage
- Chauffage, eau, climatisation et air comprimé
- Services sociaux
- Ateliers d'affûtage et d'entretien

Si l'on examine les divers travaux nécessaires à l'exécution du projet, on constate que les diverses phases peuvent être réparties selon un ordre chronologique, encore que certains travaux soient simultanés et que leur durée puisse varier. C'est ce que l'on a fait en établissant la liste ci-après, qui s'inspire des renseignements essentiels figurant dans une étude de faisabilité :

FIGURE III. MODELE TYPE D'UN PROJET. LES TRAITIS PLEINS REPRESENTENT LES TRAVAUX A EXECUTER; LES TIRETS INDIQUENT LEUR INTERDEPENDANCE



Analyses du sol
Spécifications techniques des machines et de l'équipement nécessaires
Préparation des appels d'offres et envoi aux fournisseurs
Diagrammes fonctionnels préliminaires
Etablissement du plan de masse définitif
Adoption des méthodes de construction des bâtiments de l'usine
Comparaison des soumissions faites pour les machines et l'équipement et négociation des détails techniques et commerciaux avec les soumissionnaires
Début des plans de l'installation électrique et de l'appareillage
Budget préliminaire d'investissement
Mise au point définitive des diagrammes fonctionnels et préparation du devis de construction
Achat des principales machines et de l'équipement essentiel
Description des phases de la fabrication et préparation de l'implantation des divers services
Préparation des spécifications pour les contrats de sous-traitance concernant la construction
Vérification des devis de construction
Démarrage de la construction

Après cela, on vérifie les détails techniques au cours de la phase de construction.

Outre l'organisation purement technique, il faut établir dès les premières phases du projet un programme d'embauche du personnel et, si besoin, un programme de formation. La période de formation devrait prendre fin au début de la mise en place des machines, afin que le personnel y participe avec les représentants des fournisseurs. Le personnel peut ainsi acquérir rapidement et dans les meilleures conditions les connaissances particulières dont il aura besoin pour travailler sur les machines quand l'usine commencera à fonctionner.

Dès que les bâtiments sont achevés, on commence à mettre en place les machines et à installer l'électricité, l'eau, le chauffage et le système de climatisation. On installe aussi les compresseurs et l'équipement de protection contre l'incendie. Quand la mise en place des machines est presque achevée, on peut commencer à installer les circuits électriques et les canalisations d'air comprimé pour l'alimentation des machines, ainsi que les systèmes d'aspiration des copeaux et de la sciure.

Quand la mise en place est terminée, on procède à l'essai mécanique et au réglage des machines et de l'équipement. Après des essais effectués avec les matières premières, la production effective peut commencer progressivement.

Annexe

CONTENU D'UNE ETUDE TYPIQUE DE PREFAISABILITE

1. OBJECTIFS ET PORTEE DE L'ETUDE

- 1.1 Exposé des motifs
- 1.2 Justification du projet

2. DESCRIPTION SOMMAIRE

2.1 Conclusions

- 2.1.1 Observations concernant les ressources en matières premières fibreuses
- 2.1.2 Proposition d'un programme de production et d'une organisation de la fabrication
- 2.1.3 Aspects économiques (marchés et commercialisation, investissements nécessaires et rentabilité, analyse des risques)

2.2 Recommandations

2.3 Calendrier d'exécution du projet (Mini-PERT)

3. CONSIDERATIONS CULTURELLES, POLITIQUES ET ECONOMIQUES

3.1 Géographie, climat, population

3.2 Enseignement, services sociaux

3.3 Système politique

3.4 Economie

3.4.1 Structure et croissance

3.4.2 Commerce extérieur

3.4.3 Intégration économique

3.4.4 Politiques et tendances en matière de développement

4. MARCHES

4.1 Projections de la demande intérieure et de la structure du marché

4.1.1 Quantités, qualités, prix

4.1.2 Etude de la concurrence et structure du marché

4.1.3 Remplacement des produits d'importation

4.2 Marchés d'exportation

4.2.1 Quantités, qualités, prix

4.2.2 Encouragements et entraves

4.2.3 Recettes d'exportation

5. RESSOURCES EN MATIERES PREMIERES

5.1 Ressources forestières

5.1.1 Forêts naturelles

5.1.2 Plantations

5.2 Autres matières premières

5.3 Abattage et transport du bois

6. DESCRIPTION TECHNIQUE

6.1 Terrains industriels

6.2 Programme de production et organisation de la fabrication

6.2.1 Programme

6.2.2 Description de l'usine

6.2.3 Manutention des matériaux à l'usine

6.2.4 Chaleur et énergie, eau et évacuation des effluents

6.2.5 Personnel nécessaire et formation

7. CALCULS ECONOMIQUES

7.1 Investissements nécessaires

7.2 Coûts de production

7.3 Analyse de rentabilité et de sensibilité, flux actualisé des recettes nettes d'exploitation

7.4 Budget de financement et Bilans théoriques

7.5 Evaluation économique

8. ASPECTS JURIDIQUES

XVII. L'IMPLANTATION D'UNE USINE*

Par implantation d'une usine, on entend l'organisation générale de la production et la disposition des machines, de l'équipement et des postes de travail, ainsi que la préparation des plans des transports intérieurs et du bâtiment de l'usine lui-même, de façon à assurer la fabrication dans les meilleures conditions.

L'implantation d'une installation industrielle est plus ou moins complexe selon l'ampleur de la tâche à effectuer :

- Installation complète d'une usine nouvelle
- Modifications de l'implantation quand l'entreprise s'installe dans une usine existante
- Réaménagement d'une usine dans le cadre d'un plan d'ensemble
- Modifications mineures de certaines parties d'une usine

Les principes d'implantation exposés ci-après sont indépendants de la branche d'activité et sont en général applicables à tous les types d'installations ou d'établissements (station-service, exploitation agricole, cuisine, laboratoire de photographie, etc.). L'implantation ne doit pas être considérée comme un travail exécuté une fois pour toutes, mais comme une activité continue et nécessaire à toute entreprise qui veut rester compétitive.

PRINCIPAUX ASPECTS DE L'IMPLANTATION

Les principaux aspects de l'implantation d'une usine sont les suivants :

- Méthodes et postes de travail
- Disposition des postes dans la chaîne de fabrication
- Répartition des groupes et sections de machines
- Installation des différentes sections aux endroits appropriés
- Organisation des bâtiments et des locaux en fonction des machines et des phases de fabrication
- Conception des installations électriques et des réseaux de canalisations (eau, chauffage, vapeur, évacuation des eaux usées, air comprimé, aspiration des copeaux et de la sciure, etc.)
- Installation d'un groupe électrogène (ou connexion au réseau)
- Plans concernant la manutention et le traitement des déchets
- Plan de masse des terrains de l'usine

RENSEIGNEMENTS NECESSAIRES

Les renseignements nécessaires à l'implantation de l'usine sont les suivants :

- Programme de production, actuel et envisagé
- Type de produits, procédés de fabrication et matières premières
- Qualité envisagée
- Capacité de production envisagée

* Par Pekka Paavola, Institut technique de Lahti, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.133/27.)

CARACTERISTIQUES PARTICULIERES DE LA PRODUCTION DANS LES INDUSTRIES DU MEUBLE ET DE LA MENUISERIE

Les principales caractéristiques de l'industrie du meuble qui influent sur l'implantation sont les suivantes :

- a) La gamme des produits est habituellement étendue;
- b) Les séries de fabrication sont en général peu importantes;
- c) La plupart des modèles passent vite de mode;
- d) La fabrication d'un modèle donné est rarement continue;
- e) Outre le bois massif, on emploie comme matières premières beaucoup de produits semi-finis dérivés du bois, comme les contre-plaqués, ainsi que des matières plastiques et des métaux.

Dans l'industrie de la menuiserie, la gamme des produits est beaucoup plus restreinte que dans l'industrie du meuble. Bien que leurs dimensions soient variables, notamment pour les fenêtres et les portes, de nombreux ouvrages sont normalisés - du moins en Finlande - de sorte qu'on peut souvent les fabriquer de façon continue. C'est pourquoi il est souvent plus facile d'organiser un atelier de menuiserie qu'une usine de meubles. Les produits fabriqués (portes planes notamment) durent longtemps, et la principale matière première employée est le bois massif.

ORGANISATION DE LA PRODUCTION

La production peut être organisée de différentes manières :

Postes de travail fixes, comme pour la fabrication des accessoires (figure I)

Disposition en fonction de la méthode de fabrication; par exemple, pour les principales machines à bois employées dans l'industrie du meuble (figure II)

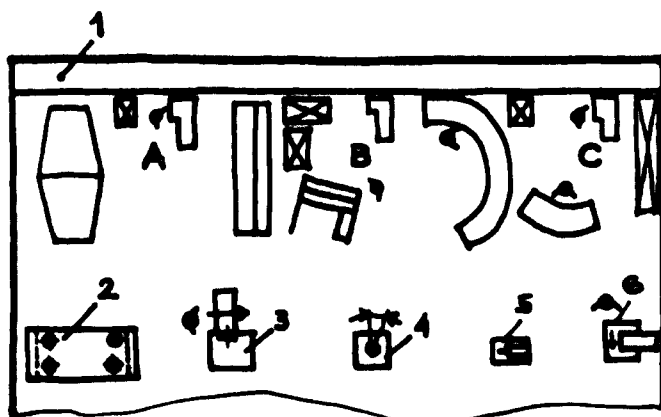
Chaînes de production (figure III) : a) postes de travail séparés (machines par exemple) et disposés selon les phases successives du travail; b) postes de travail disposés le long d'un convoyeur à bande, comme pour le montage des meubles; ou c) chaîne de production semi-automatisée ou automatisée. (L'automation séquentielle est courante dans les industries du meuble et de la menuiserie.)

CAPACITE DE PRODUCTION

Dans la production classique, où l'on utilise une série de machines et d'équipements séparés, la capacité d'usinage ou de fabrication de l'ensemble de la chaîne est déterminée par la production de l'unité la moins productive (c'est-à-dire le goulot d'étranglement). Cela veut dire qu'une machine peut fonctionner à plein rendement tandis qu'une partie ou la totalité des autres travaillent au-dessous de leur capacité. On ne peut éliminer ce goulot d'étranglement, ou ce "bouchon", qu'en ajoutant une autre machine à cet endroit critique.

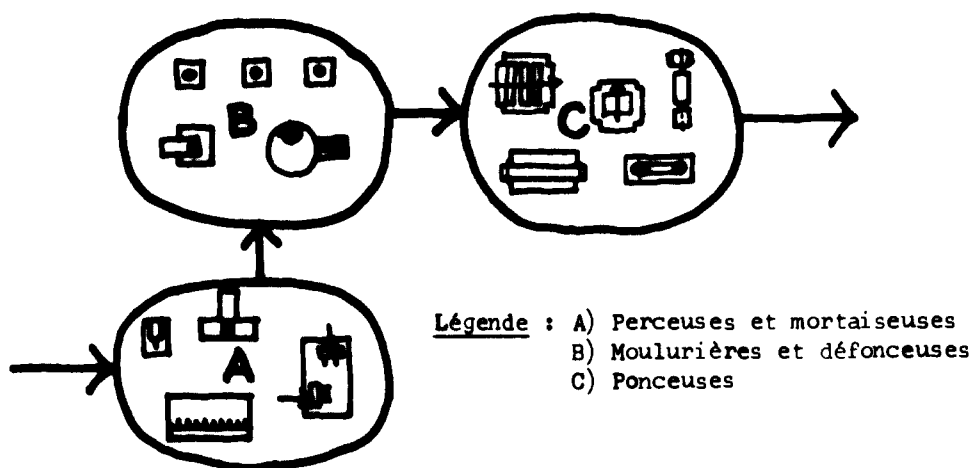
Deux conséquences sont possibles : la capacité globale de production sera accrue; le goulot d'étranglement ou le bouchon apparaîtra à un autre endroit de la chaîne. Dans les chaînes de production classiques, on ne peut donc accroître la capacité que par des multiples de la production de telle ou telle machine^{1/}.

FIGURE I. PRODUCTION AVEC POSTES DE TRAVAIL FIXES



- Légende :
- 1) Table à dessin
 - 2) Presse à un étage
 - 3) Scie circulaire avec table d'aménagement
 - 4) Toupie
 - 5) Perceuse horizontale
 - 6) Scie à ruban
 - A) Perceuse et mortaiseuse
 - B) Moulurières et défonceuses
 - C) Ponceuses

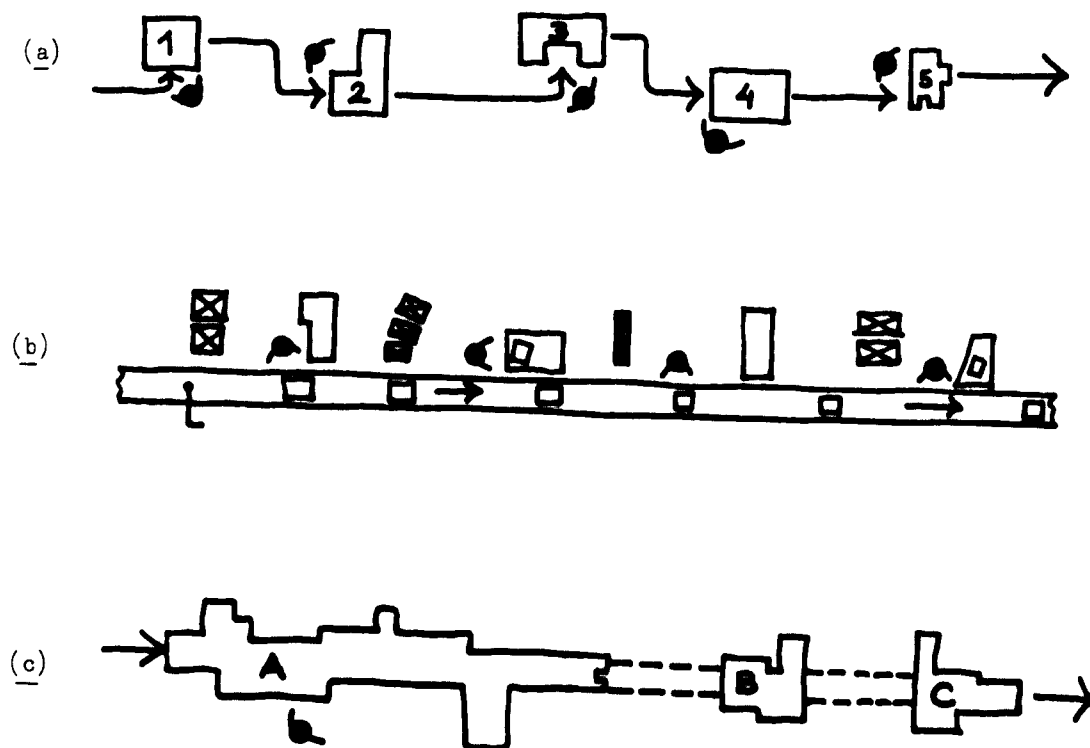
FIGURE II. PRODUCTION ORGANISEE EN FONCTION DE LA METHODE DE FABRICATION



- Légende :
- A) Perceuses et mortaiseuses
 - B) Moulurières et défonceuses
 - C) Ponceuses

^{1/} Voir à la fin du chapitre XV, "La mise au point des ouvrages", la partie consacrée à l'organisation de la production.

FIGURE III. CHAINES DE PRODUCTION



Légende : A) Postes de travail séparés (machines par exemple), disposés le long de la chaîne et selon les phases successives de l'usinage;
B) Postes de travail le long d'un convoyeur à bande ou d'une table latérale;
C) Chaîne de production automatisée ou semi-automatisée. Noter qu'un seul ouvrier fait marcher les machines A, B et C.

La capacité de production d'une chaîne de machines peut être évaluée à partir du nombre annuel d'heures d'utilisation de chaque machine, pour un programme donné de production, ou à partir de la capacité d'absorption (en m^3 de bois par an) des diverses machines (voir tableau 2, chapitre XV). En revanche, la capacité est la même d'un bout à l'autre d'une chaîne automatisée.

ORGANIGRAMME

En général, l'organigramme a une des cinq formes ci-après : en ligne droite, en zig-zag, en U, en anneau ou en ligne brisée (figure IV).

MOYENS ET METHODES D'IMPLANTATION

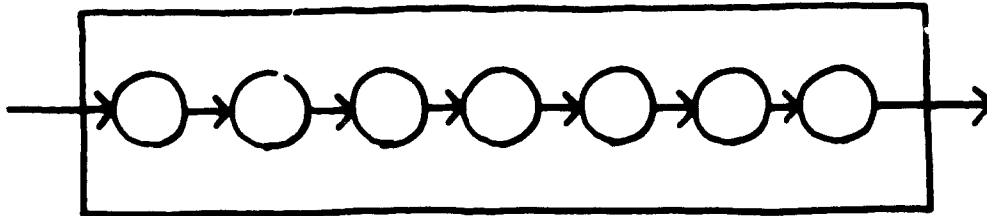
Les meilleurs moyens et méthodes d'implantation sont les suivants :

Normalisation internationale (des produits, des matières premières, des méthodes de travail, de certaines parties des bâtiments et d'équipements tels que les palettes de transport, les rayonnages d'entreposage, les tables de travail et les armoires à outils)

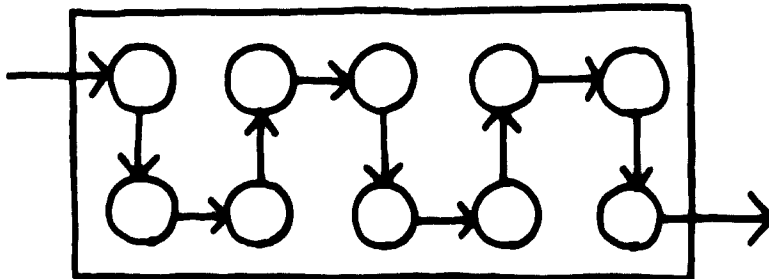
Diagrammes d'analyse des opérations, diagrammes des opérations sur machine, schémas et dessins (figures V et VI)

Modèles à échelle réduite (figure VII)

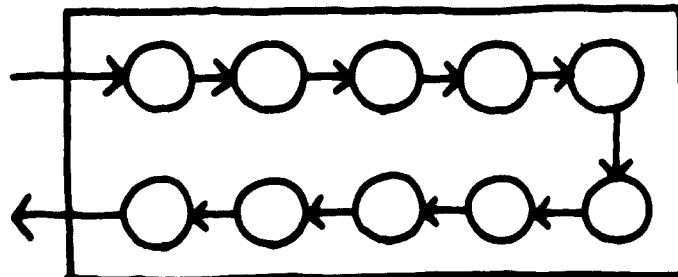
FIGURE IV. CINQ TYPES D'ORGANIGRAMMES



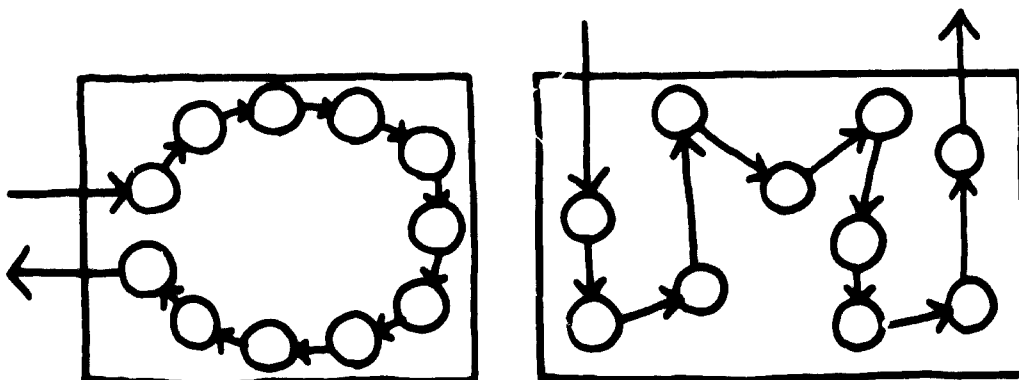
EN LIGNE DROITE



EN ZIG-ZAG



EN U



EN ANNEAU

EN LIGNE BRISEE

FIGURE V. TABLEAU TYPE D'OPERATIONS A LA MACHINE

(Les opérations se réfèrent à la fabrication de la table représentée à la figure XIV du chapitre XV)

MACHINES / DISPOSITIF		OPERATIONS A LA MACHINE			
Machines		PLATEAU ① Placage Ame en panneau de des de surface particules chants	PIED ②	TRAVERSE LONGUE ③	TRAVERSE COURTE ④
No					
1	Tronçonneuse		○	○	○
2	Déliconneuse		○	○	○
3	Scie à ruban		○	○	○
4	Dégauchisseuse		○	○	○
5	Raboteuse		○	○	○
11	Encolleuse		○	○	○
12	Presse à coller les panneaux en bois massif		○	○	○
13	Scie à placage	○	○	○	○
14	Jointeuse à placage	○	○	○	○
15	Scie à panneaux	○	○	○	○
16	Encolleuse	○	○	○	○
17	Presse hydraulique à plaquer	○	○	○	○
6.1	Scie circulaire monolame	○	○	○	○
6.2	Scie à format, à deux lames	○	○	○	○
18	Placage des chants	○	○	○	○
7	Toupie	○	○	○	○
8	Défonceuse	○	○	○	○
9.1	Perceuse multibroches	○	○	○	○
9.2	Perceuse monobroche	○	○	○	○
10.1	Ponceuse horizontale à bande	○	○	○	○
10.2	Ponceuse verticale à bande	○	○	○	○
10.3	Ponceuse à pièces de forme	○	○	○	○

FIGURE VI. SYMBOLES TYPES DES MACHINES D'UNE PETITE USINE DE MEUBLES
(Les numéros des machines sont ceux de la figure V)

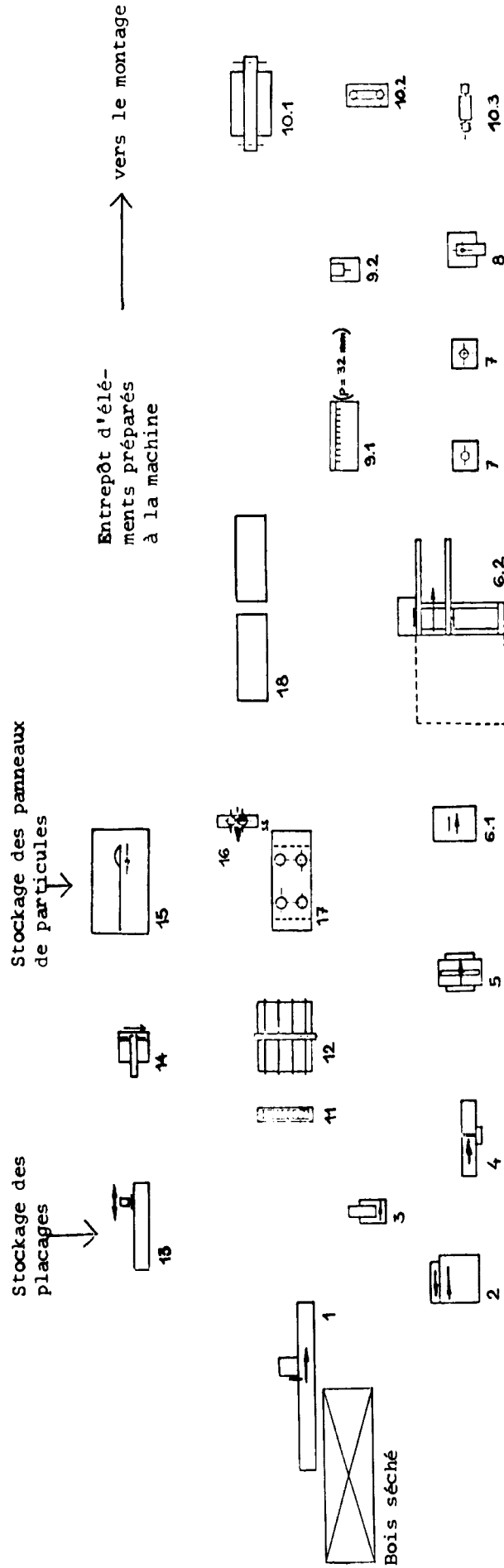
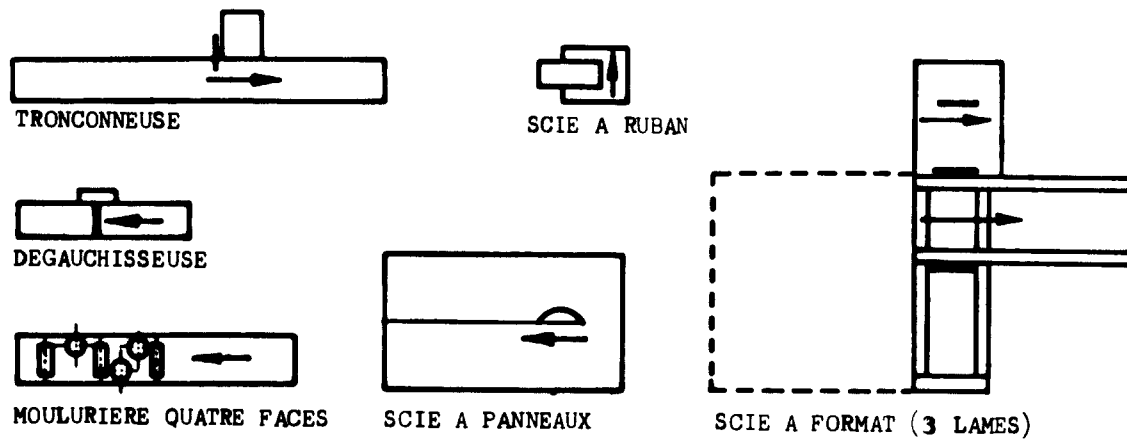


FIGURE VII. MODELES A ECHELLE REDUITE (1/100) DE QUELQUES MACHINES A BOIS



LA PRATIQUE DE L'IMPLANTATION

Il est conseillé de commencer à organiser l'implantation des installations en dessinant, sur papier millimétré, un plan du bâtiment d'usine en y indiquant les murs, piliers et autres éléments de construction qui limitent les possibilités (ces croquis sont habituellement établis à l'échelle 1 : 50. Puis on y figure l'emplacement des machines, de l'équipement, des convoyeurs, des couloirs, des zones d'entreposage, etc. La meilleure méthode est de faire des modèles à échelle réduite, découpés dans un panneau de fibres recouvert de papier millimétré ou dans du carton de couleur. Si besoin est, on peut découper des modèles à trois dimensions dans du bois tendre, balsa par exemple, ou dans de la mousse de polystyrène.

La production d'une usine peut souvent se subdiviser en deux parties ou chaînes distinctes :

Transformation du bois massif (sièges, pieds de table ou de sièges, traverses, tiroirs, etc.)

Transformation des panneaux (éléments de placards, plateaux de table, etc., éléments fabriqués dans des panneaux semi-finis)

Une pratique courante, qui s'est révélée avantageuse, consiste à grouper comme suit les machines effectuant des travaux analogues (fonctionnant selon le même principe) :

Tronçonneuse et déligneuse
Dégauchisseuse et raboteuse
Tenonneuses
Mortaiseuses et perceuses
Toupies et défonceuses
Ponceuses
Machines à plaquer

Dans l'industrie du meuble, les transports intérieurs sont surtout assurés par palettes et chariots élévateurs actionnés manuellement. Ce système est très souple et bien adapté à la fabrication des meubles. On utilise aussi en menuiserie des transporteurs à rouleaux et des chariots élévateurs à fourche actionnés par des moteurs. Les convoyeurs utilisés dans les ateliers de finition de surface sont habituellement d'un type particulier et ne conviennent donc pas aux autres phases de la production. La tendance actuelle, en particulier dans l'industrie du meuble, est de faire la finition de surface avant le montage.

Le transport des charges (sur palettes) doit toujours s'effectuer dans le même sens dans les couloirs de l'usine. Il faut éviter la circulation en sens opposés et les croisements (figure VIII).

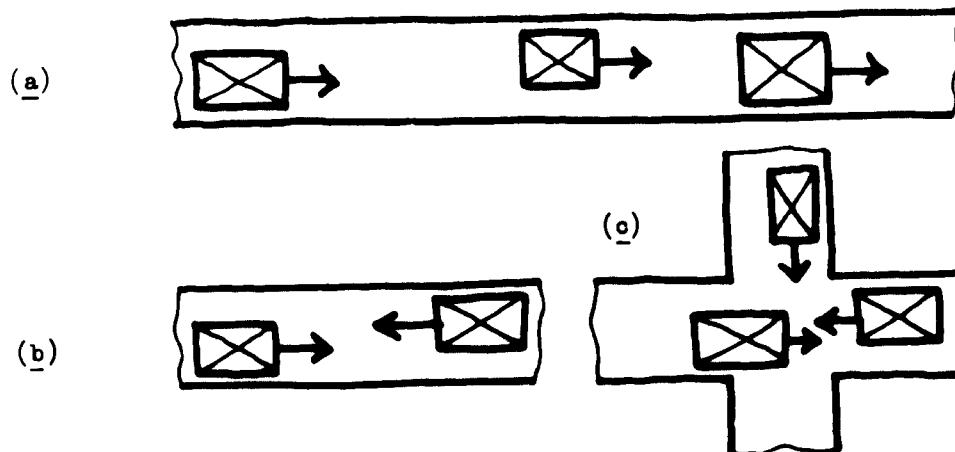
Les superficies nécessaires aux divers types d'entreposage sont toujours assez importantes dans l'industrie du meuble et les ateliers de menuiserie : très souvent, la moitié environ de la superficie totale des installations. Deux types d'entreposage sont nécessaires pour les éléments et ouvrages en cours de fabrication :

Stockage intermédiaire entre les différentes phases d'usinage (espace libre entre machines ou autres postes de travail)
Zones de stockage entre les principales phases de la fabrication (pièces usinées, éléments assemblés, pièces finies et ouvrages finis)

Il faut en outre d'autres possibilités de stockage pour les articles suivants :

Bois séché artificiellement
Bois de placage
Panneaux semi-finis, contre-plaqués, feuilles de matières plastiques, etc.
Colles
Ferrures et éléments en métal, matériel de ponçage, etc.
Matériaux d'emballage

FIGURE VIII. TRANSPORT PAR PALETTES DANS LES COULOIRS D'UNE USINE



Légende : a) Circulation dans un seul sens
b) Circulation en sens opposés
c) Circulation croisée

Les zones de stockage doivent être aussi facilement accessibles aux ouvriers de l'usine qu'aux camions ou aux wagons de chemin de fer. Lorsque ces zones sont trop au centre de l'usine, cela peut entraîner des pertes de temps à cause des longues distances qui les séparent des postes de travail les plus éloignés. Il est donc plus rationnel de les placer à proximité des postes où les matériaux seront nécessaires (figure IX).

Les canalisations électriques et les tuyauteries sont généralement installées dans le plafond et la charpente du bâtiment de l'usine, au-dessus des machines et de l'équipement, afin de faciliter les modifications ultérieures. Il faut prendre en considération les questions de sécurité dans les moindres détails d'implantation de l'usine.

LES BATIMENTS DE L'USINE

Les principales caractéristiques des bâtiments d'une usine moderne, dans les industries du meuble et de la menuiserie, sont les suivantes :

- a) Les bâtiments sont tous de plein-pied. La suppression de toute manutention verticale réduit le coût des fondations et facilite les agrandissements ultérieurs;
- b) Les bâtiments sont de forme rectangulaire. Dans les bâtiments de grandes dimensions, on peut assurer l'éclairage naturel en aménageant des châssis vitrés dans le toit. Dans la pratique, cependant, l'éclairage électrique a une importance décisive;
- c) On évite d'installer des murs de refend et des cloisons entre les diverses sections de l'usine (sauf pour l'atelier de finition de surface). Ce type d'aménagement se prête en particulier à l'installation d'extincteurs brouillard;
- d) On évite les piliers dans toute la mesure du possible;
- e) Le nombre des recoins doit être limité au strict minimum;
- f) Les agrandissements ultérieurs sont pris en considération dès le début.

TERRAINS DE L'USINE

Le plan de masse est établi en tenant compte des points suivants :

- a) L'emplacement du bâtiment de l'usine doit faciliter les agrandissements ultérieurs. Il est avantageux de laisser au même endroit le point de départ de la production quels que soient les agrandissements ultérieurs;
- b) L'emplacement du parc à bois et des entrepôts extérieurs doit réduire au minimum les problèmes de manutention;
- c) L'organisation d'un schéma de circulation à l'intérieur des terrains pour les déplacements du personnel et la manutention des matières premières, des produits finis, etc.;
- d) Les bureaux sont installés dans l'usine même ou dans un bâtiment séparé.

La figure X représente un plan de masse bien conçu.

FIGURE IX. EMBLACEMENT DES ZONES DE STOCKAGE. LE STOCKAGE DISPERSÉ (EN HAUT) EST PRÉFÉRABLE AU STOCKAGE CENTRAL (EN BAS)

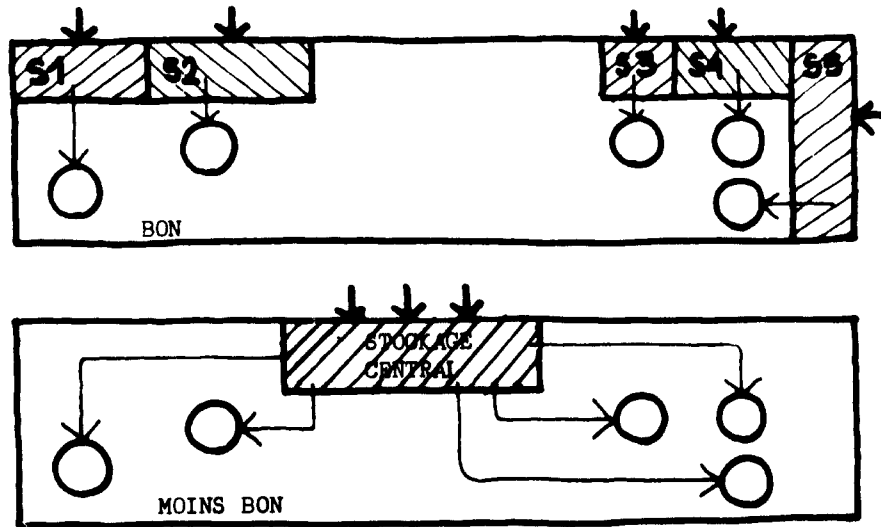
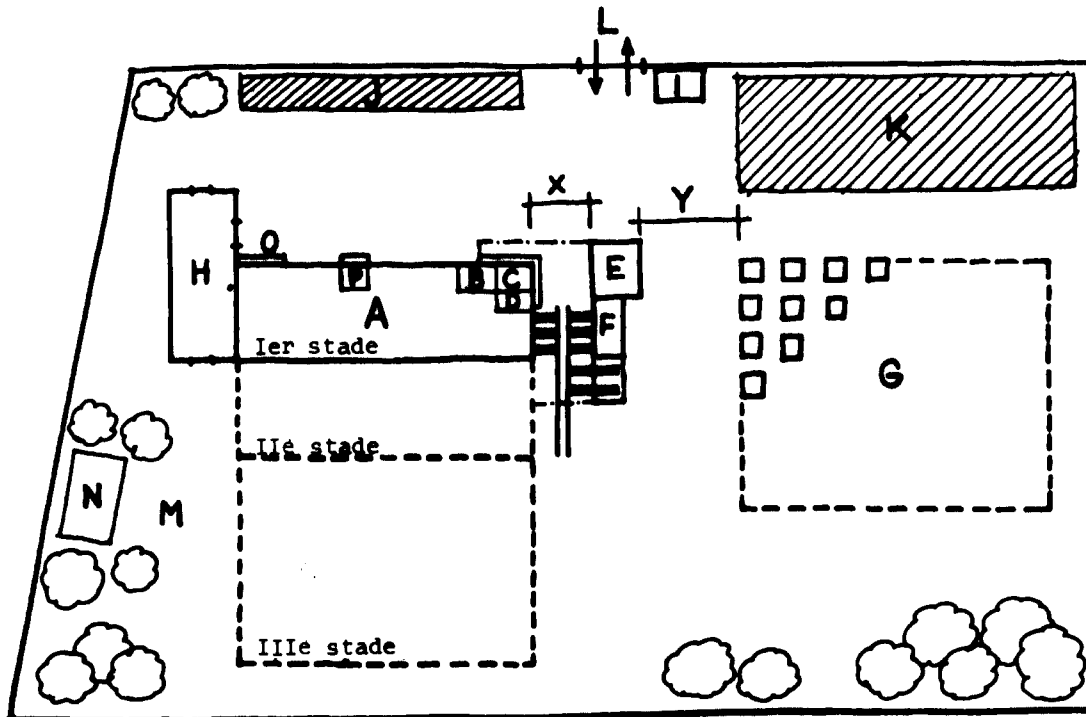


FIGURE X. PLAN DE MASSE BIEN CONÇU



- Légende :**
- | | |
|---|--|
| A) Bâtiment de l'usine | L) Entrée de l'usine |
| B) Entreposage des panneaux | M) Pelouse |
| C) Entreposage des bois de placage | N) Terrain de jeu |
| D) Entreposage des bois séchés | O) Quai de chargement des produits finis |
| E) Chauffage | P) Magasin d'accessoires, ferrures, etc. |
| F) Séchage artificiel | X) Distance admissible entre la chaufferie et l'usine |
| G) Parc à bois | Y) Distance admissible entre la chaufferie et le parc à bois |
| H) Bâtiment des bureaux | Ier stade, bâtiment initial |
| I) Loge du gardien | IIe et IIIe stades, emplacement réservé aux |
| J) Parc à voitures pour les employés de bureau et les visiteurs | agrandissements successifs de l'usine |
| K) Parc à voitures pour les ouvriers | |

XVIII. LES TECHNIQUES DE L'INDUSTRIE DU MEUBLE*

CARACTERISTIQUES PARTICULIERES DE L'INDUSTRIE DU MEUBLE

Les produits de l'industrie du meuble sont des ouvrages poussés au plus haut degré de finition si on les compare à ceux des autres industries secondaires de transformation du bois. La principale caractéristique des ouvrages fabriqués par cette industrie est que leur aspect extérieur a un effet décisif sur leur compétitivité. Dans les conditions climatiques de l'Europe septentrionale, la demande de meubles est saisonnière. En outre, les ventes de meubles sont très sujettes à l'influence de la mode, ce qui veut dire que la durée d'un modèle donné est très souvent passagère. Il est rare que les meubles puissent être réellement produits en grande série, parce que les consommateurs veulent donner à leur intérieur un cachet personnel. Cela explique le grand nombre d'espèces ou de variétés de bois que l'on emploie pour le placage ou la fabrication d'éléments en bois massif. Dans de nombreux cas, ces ouvrages sont vernis en couleur naturelle ou teints en différents coloris. Pour le moment, les meubles peints en couleurs vives sont très appréciés.

Mais le plus grand problème de production qui se pose à la plupart des usines de meubles est la multiplicité des articles à fabriquer. Dans de nombreux cas, on a des centaines ou même des milliers de pièces différentes à usiner aux diverses phases de la fabrication.

Une solution à ce problème est la spécialisation, qui amène à limiter d'une manière ou d'une autre le programme de production. On peut se spécialiser dans les domaines suivants :

- Un type d'ouvrage (une usine peut se spécialiser uniquement dans la fabrication de sièges)
- Un groupe d'ouvrages ou l'emploi final des ouvrages (meubles d'appartement, de bureau, etc.)
- Une matière première et un type de fabrication (bois massif, panneaux de particules, etc.)
- Une méthode de fabrication (machines ou techniques particulières)

Une autre méthode très pratique consiste à recourir à des sous-traitants, auxquels un fabricant peut commander les pièces ou éléments qui ne se prêtent pas à son programme de production. Dans ce cas, les usines de meubles ne font plus que du montage.

MODE DE PRODUCTION

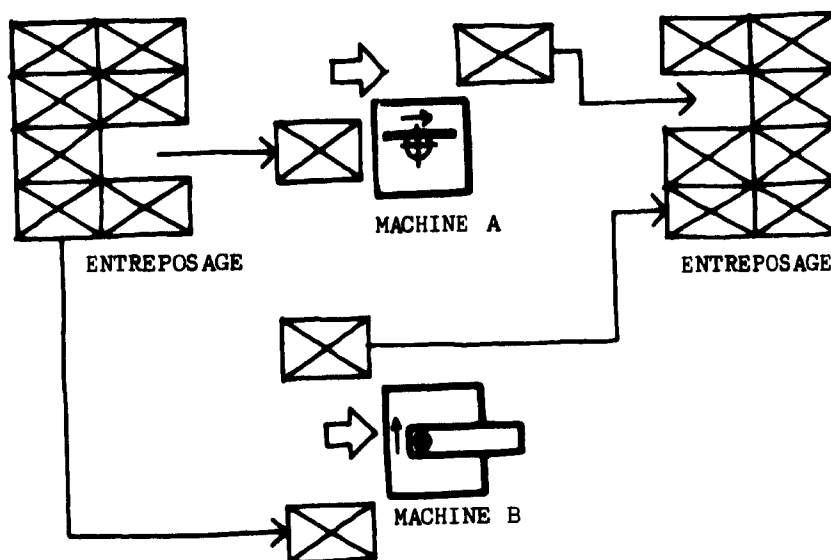
A de rares exceptions près, les meubles sont en général fabriqués en série. Le nombre de pièces fabriquées simultanément varie habituellement de quelques centaines à quelques milliers, selon le type d'ouvrage. Les principales caractéristiques de la fabrication des meubles en série sont les suivantes :

* Par Pekka Paavola, Institut technique de Lahti, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/35/Rev.1.)

- a) Des zones d'entreposage ou de stockage doivent être prévues entre les différentes phases de la fabrication (figure I);
- b) Les dépenses de manutention représentent une part importante des prix de revient;
- c) Les éléments sont habituellement transportés sur des palettes au moyen de chariots élévateurs hydrauliques actionnés à la main. Cette méthode de manutention est la plus souple dans la production en série;
- d) L'emploi des transporteurs à bande et des autres types de convoyeurs est limité (assemblage, finition de surface), à cause de la grande diversité des pièces produites habituellement.

La fabrication de meubles en continu est en principe possible à condition de disposer d'une chaîne de production fixe, sans zones d'entreposage. Mais cette technique suppose un élargissement très sensible du marché. En tout cas, on a pu noter ces dernières années une tendance marquée à recourir de plus en plus à des chaînes de machines et à l'automatisation de la production.

FIGURE I. ZONES D'ENTREPOSAGE ENTRE LES DIFFERENTES PHASES DE FABRICATION



PRECISION DE LA FABRICATION

La précision des machines à bois est au maximum de $\pm 0,05$ mm quand les paliers et roulements sont neufs. La précision effective des outils est dans la pratique de $\pm 0,1$ à $0,3$ mm, compte tenu des variations de dimensions dues aux fluctuations du degré d'humidité en cours de fabrication.

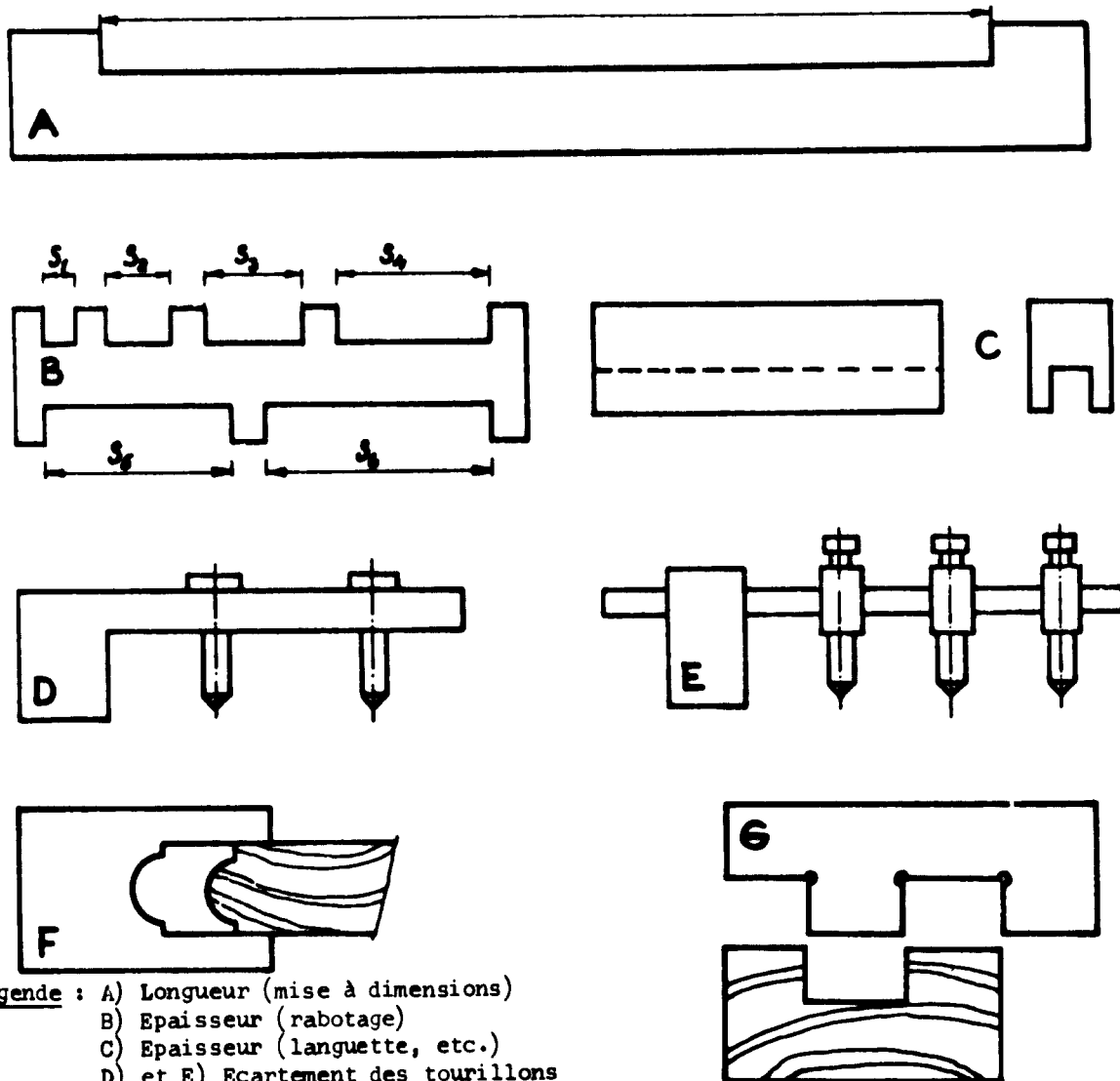
La précision de la fabrication a les avantages suivants :

- a) Les pièces fabriquées dans des séries différentes sont interchangeables;
- b) Les pièces à assembler s'emboîtent sans ajustage à la main;
- c) Les joints sont solides et faciles à assembler;
- d) La fabrication en grande série est possible.

Pour obtenir une grande précision de fabrication, on prend les mesures suivantes :

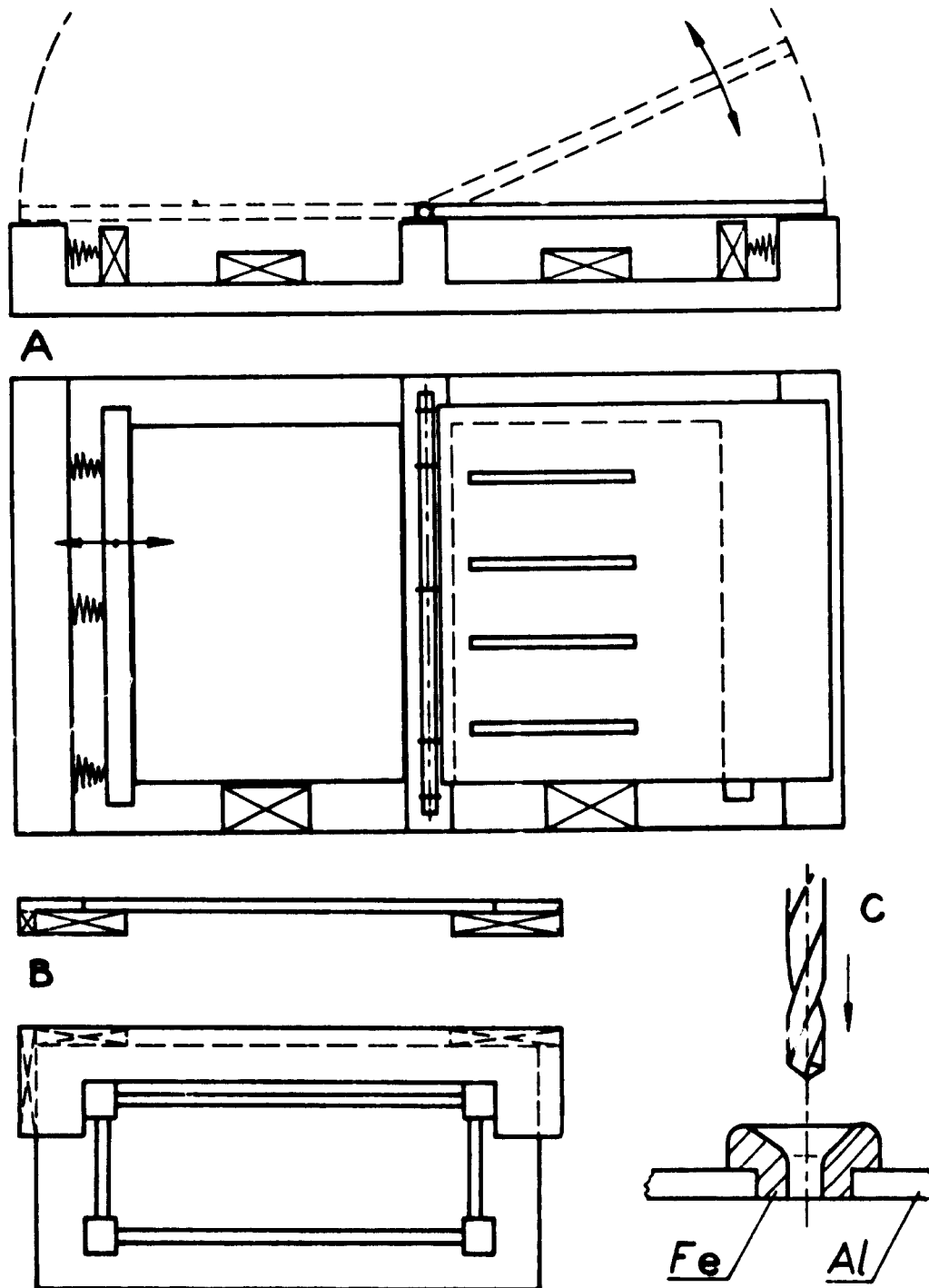
- a) Les machines sont régulièrement entretenues conformément aux instructions relatives à leur emploi;
- b) Des croquis cotés sont employés d'un bout à l'autre des opérations. Les cotes indiquent les dimensions nominales à obtenir;
- c) Des calibres et des gabarits servent à vérifier les dimensions en cours d'usinage (figure II);
- d) Des gabarits d'usinage et de montage sont employés dans toute la mesure du possible (figure III).

FIGURE II. CALIBRES ET GABARITS DE MESURE



Légende : A) Longueur (mise à dimensions)
B) Epaisseur (rabotage)
C) Epaisseur (languette, etc.)
D) et E) Ecartement des tourillons
F) et G) Moulures

FIGURE III. TROIS GABARITS D'USINAGE ET DE MONTAGE DE MEUBLES



Légende : A) Gabarit d'agrafage des tasseaux de coulissement sur les faces intérieures des panneaux gauche et droit du logement d'un tiroir
B) Gabarit de montage d'un socle de placard
C) Détail d'un gabarit de perçage

SECHAGE DU BOIS

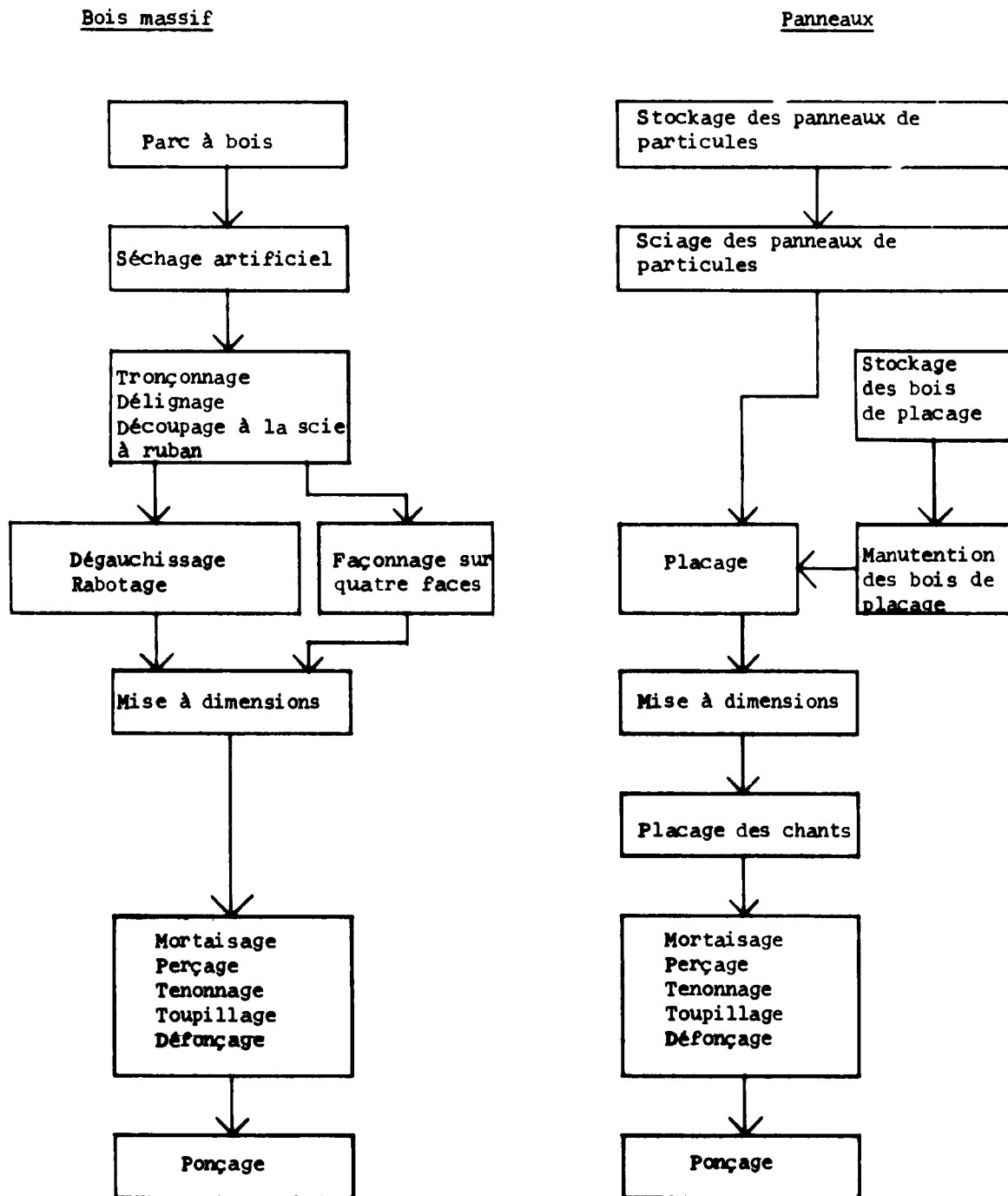
A l'heure actuelle, on sèche habituellement le bois en laissant aux sciages toute leur longueur, avant de les tronçonner à dimension, ce qui réduit au minimum les pertes de matériau dues au fait que les planches ou les plateaux se fendent à leurs extrémités. Les séchoirs se

trouvent dans un bâtiment séparé ou rattaché au bâtiment de l'usine lui-même. Le bois qui est amené au séchoir ou qui en sort est habituellement transporté au moyen de wagonnets sur rails.

SEQUENCE DES OPERATIONS D'USINAGE

L'ordre des opérations d'usinage des différentes pièces composant les meubles est en général celui qui est indiqué à la figure IV.

FIGURE IV. SUCCESSION DES OPERATIONS D'USINAGE DANS UNE USINE DE MEUBLES



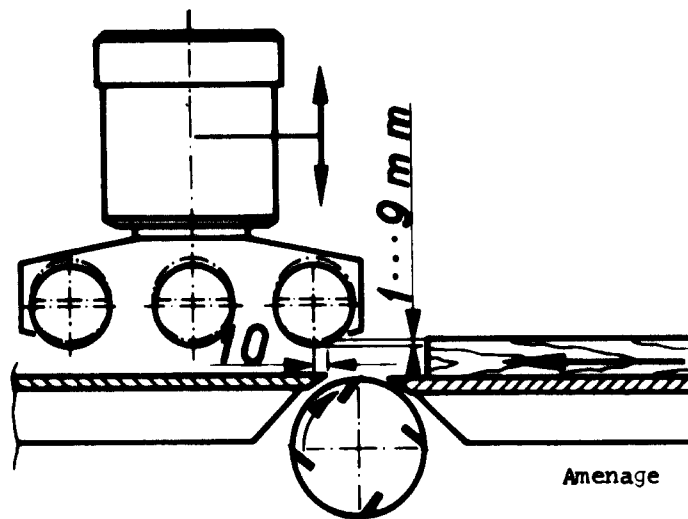
Principes généraux

Pendant l'usinage, il faut veiller tout particulièrement aux points suivants :

- a) L'usinage doit se faire si possible avec aménage continu. Il faut en tenir compte au moment de l'établissement des plans;
- b) Les dispositifs de protection doivent toujours être employés;
- c) Un système d'aspiration des copeaux et de la sciure est indispensable;
- d) Il est avantageux d'utiliser des outils à plaquettes en carbure de tungstène, surtout pour les panneaux de particules et les bois très durs. L'entretien convenable des outils a une importance primordiale;
- e) Le choix de la vitesse d'aménage influe sur la qualité de la finition;
- f) Les dispositifs d'aménage automatique (figure V) augmentent la capacité de la machine tout en améliorant la qualité de la finition et la sécurité;
- g) Les machines combinées (moulurières quatre faces et tenonneuses doubles, etc.) sont avantageuses dans la production en grande série. Pour la production en petite série, les coûts des opérations de réglage sont trop élevés.

Certaines des phases les plus importantes de l'usinage et leurs caractéristiques particulières sont brièvement étudiées ci-après.

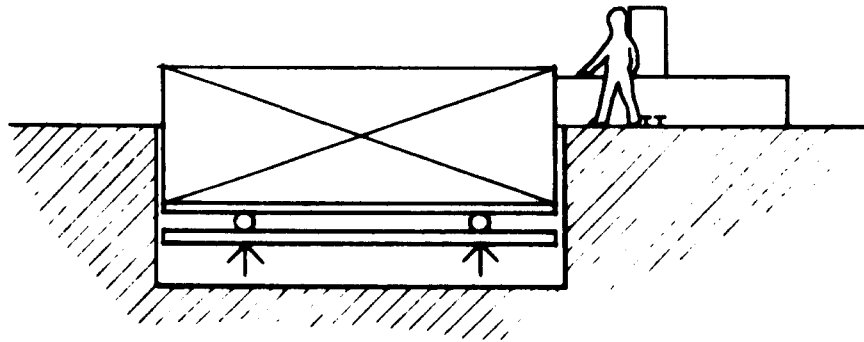
FIGURE V. DISPOSITIF D'AMENAGE AUTOMATIQUE (ENTRAINEUR) POUR UNE DEGAUCHISEUSE



Tronçonnage et délignage

Le tronçonnage se fait habituellement avec une machine munie d'une scie circulaire à déplacement horizontal. Le bois à couper est généralement chargé sur un wagonnet qui peut être soulevé par un dispositif pneumatique ou hydraulique (figure VI). L'opérateur doit être compétent pour réduire les chutes (habituellement de 5 à 20 %). La marge de coupe varie entre 10 et 50 mm selon la longueur des pièces.

FIGURE VI. WAGONNET A BOIS SUR TABLE DE LEVAGE PNEUMATIQUE OU HYDRAULIQUE



Le bois tronçonné est habituellement transporté sur palettes pour être déigné, mais on peut utiliser une table de tri circulaire rotative ou d'autres méthodes (figure VII). La déligneuse coupe habituellement d'en haut; elle est munie d'un aménagement à chaîne et d'un convoyeur à bande pour le renvoi des pièces. La position de la lame est rendue visible sur la surface de la planche par projection d'un trait d'ombre (figure VIII). Le tronçonnage et le déigné se font d'après une liste de pièces; d'autres matières premières nécessaires peuvent également figurer sur la même liste (figure IX).

FIGURE VII. TABLE DE TRI CIRCULAIRE ROTATIVE PLACÉE ENTRE UNE TRONÇONNEUSE ET UNE DELIGNEUSE

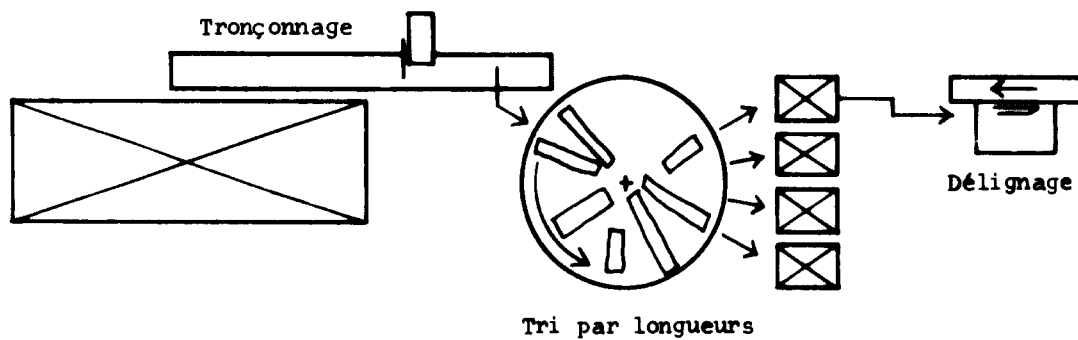
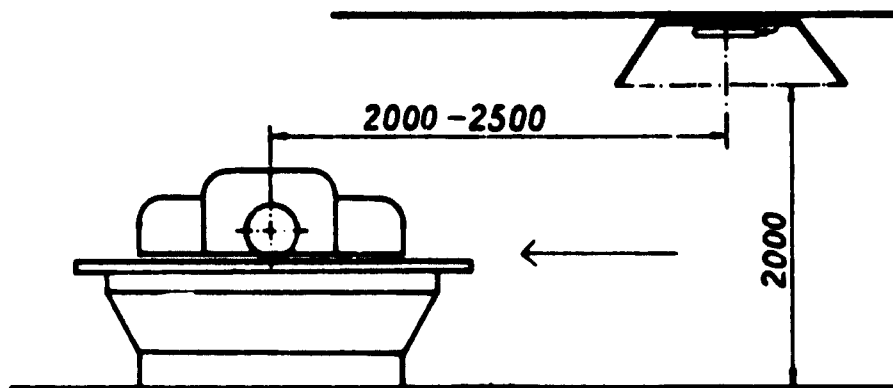


FIGURE VIII. DELIGNAGE AVEC DISPOSITIF A TRAIT D'OMBRE



Découpage à la scie à ruban

Le découpage à la scie à ruban s'impose pour la fabrication de tous les éléments courbes tels que plateaux de tables rondes et éléments de chaises ou de fauteuils. Le découpage se fait le long d'une ligne tracée avec un gabarit ou au moyen d'un gabarit de reproduction.

Dégauchissage, rabotage et moulurage

En règle générale, les pièces coupées à la longueur et à la largeur voulues passent d'abord à la dégauchisseuse, puis à la raboteuse. Elles sortent de ces machines avec une section transversale rectangulaire. La dégauchisseuse peut être munie d'un système d'aménagement automatique, installé sur la table arrière (voir figure V).

Lorsqu'on doit obtenir des profils plus compliqués, la moulurière quatre faces est une machine efficace, à condition que l'échelle de production soit suffisamment importante. Dans l'industrie du meuble, ce type de machine est muni d'une longue table avant pour raboter le dessous des planches.

Mise à dimensions définitives

Dans une usine de meubles, la mise à dimensions définitives se fait avec une des machines suivantes : une scie circulaire monolame fixe (souvent avec table coulissante), une scie à format monolame ou à deux lames, ou encore une tenonneuse double.

Pour les petites et moyennes séries, la scie à format à deux lames (figure X) est très efficace et permet d'effectuer des opérations très variées si elle est munie de lames inclinables. Cette machine convient particulièrement au découpage des panneaux. La tenonneuse double est utile aussi pour cette opération et pour de nombreux autres travaux, tenonnage et moulurage notamment.

Mortaisage et perçage

Les mortaises nécessaires aux assemblages des meubles se font avec des mortaiseuses à bédane creux, à chaîne, à mèche ou à outil oscillant, ou au moyen d'une machine à percer des trous de tourillons (figure XI).

La mortaiseuse à bédane creux est la machine classique qui sert à faire les mortaises. L'aménagement se faisant à la main, son efficacité est assez réduite; elle se prête donc assez mal à la production moderne.

La mortaiseuse à chaîne sert surtout en menuiserie pour faire des mortaises profondes. La mortaiseuse à mèche fait une mortaise arrondie aux extrémités. Les tenons doivent donc être exécutés au moyen d'une machine spéciale pour avoir la forme correspondante. C'est pourquoi les mortaiseuses de ce type ne sont pas très couramment utilisées.

FIGURE X. VUE DE COTE ET DE DESSUS D'UNE SCIE A FORMAT A DEUX LAMES INCLINABLES

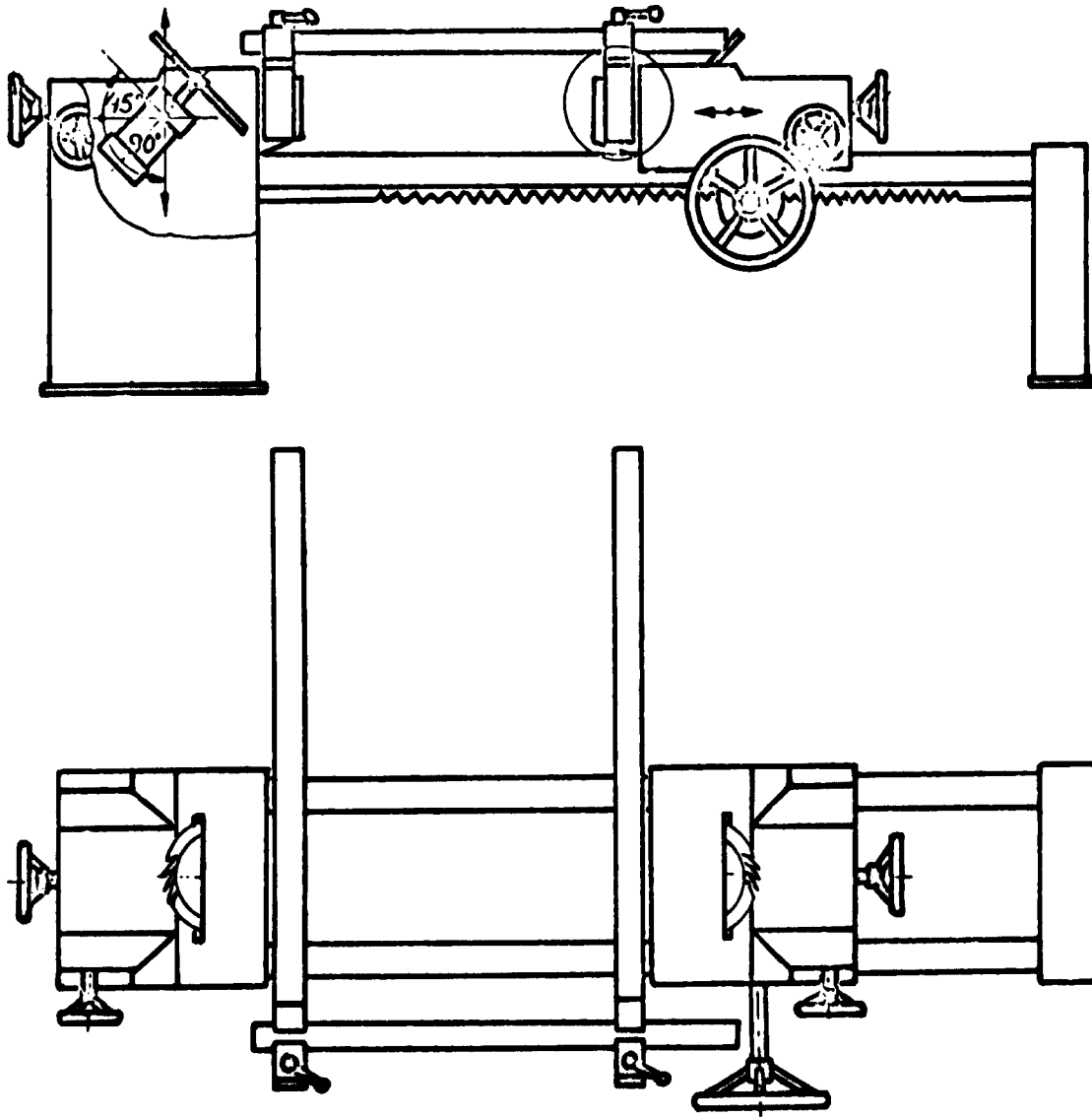
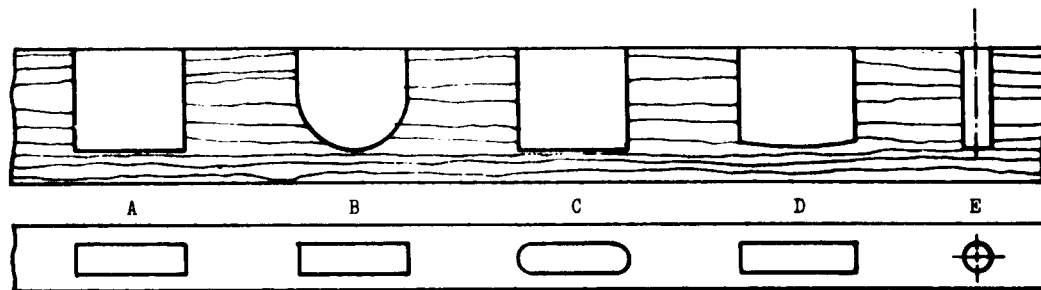


FIGURE XI. QUATRE MORTAISES ET UN TROU DE TOURILLON



- Légende :**
- A) Mortaiseuse à bédane creux
 - B) Mortaiseuse à chaîne
 - C) Mortaiseuse à mèche
 - D) Mortaiseuse à outil oscillant
 - E) Perceuse de trous de tourillons

Les mortaiseuses à outil oscillant font des trous rectangulaires, comme la mortaiseuse à bédane creux. En combinant plusieurs machines de ce genre, on peut augmenter sensiblement la capacité de production.

L'assemblage à tourillon est aujourd'hui un des plus couramment employés dans la fabrication des meubles. Il s'exécute habituellement avec une perceuse multibroches, l'écartement type des broches étant en général de 32 mm (figure XII). Pour le perçage de pièces étroites entrant dans la fabrication des sièges, tiroirs, etc., on utilise des porte-broches spéciaux dans lesquels le centre des broches est fixe ou réglable (figure XIII).

FIGURE XII. PERCEUSE MULTIBROCHES. LE CROQUIS DETAILLE REPRESENTE UN PORTE-BROCHES A ECARTEMENT NORMAL DES BROCHES

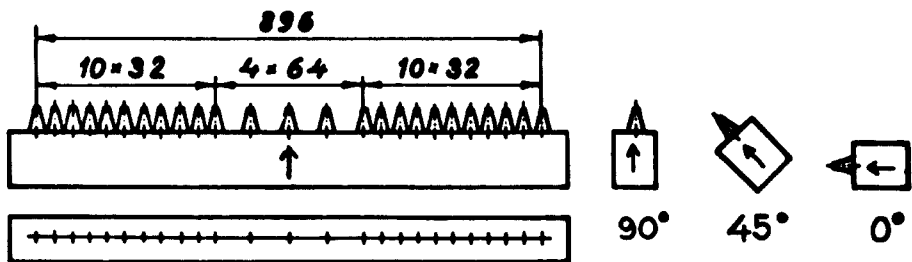
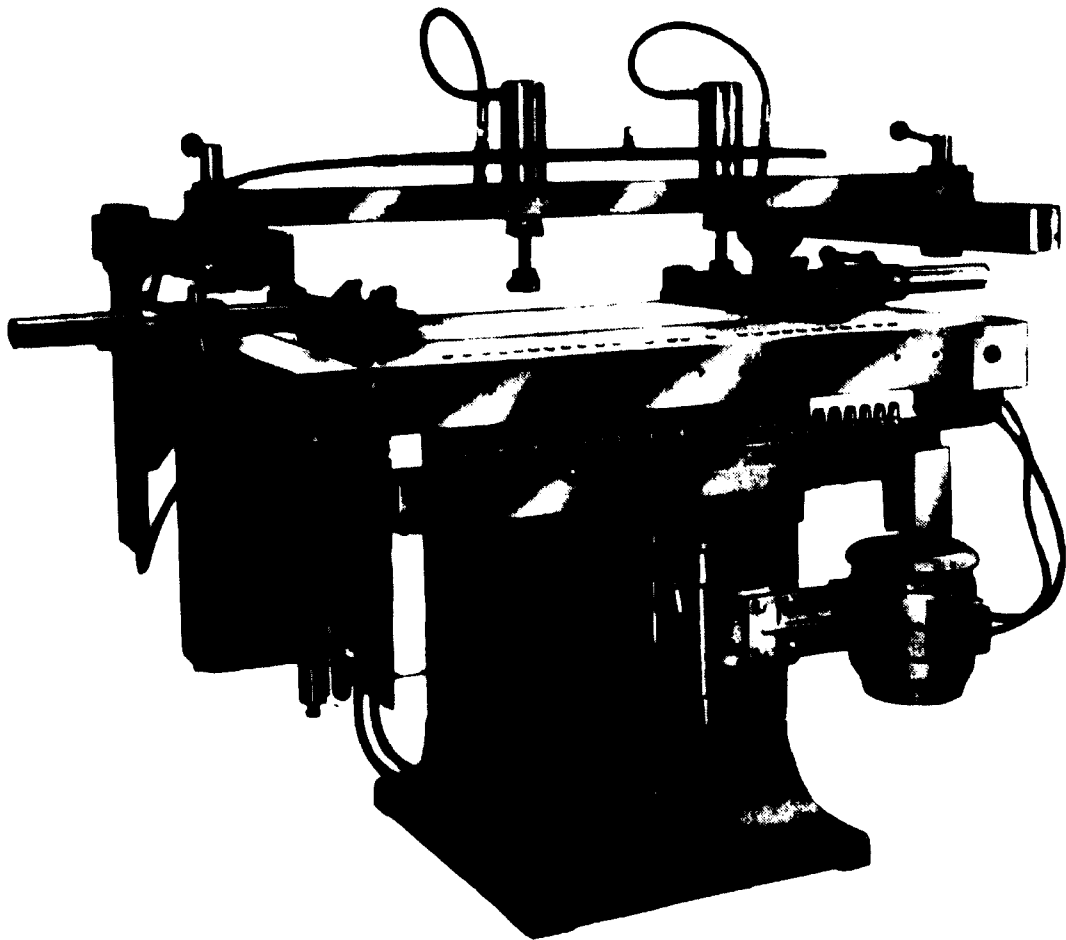
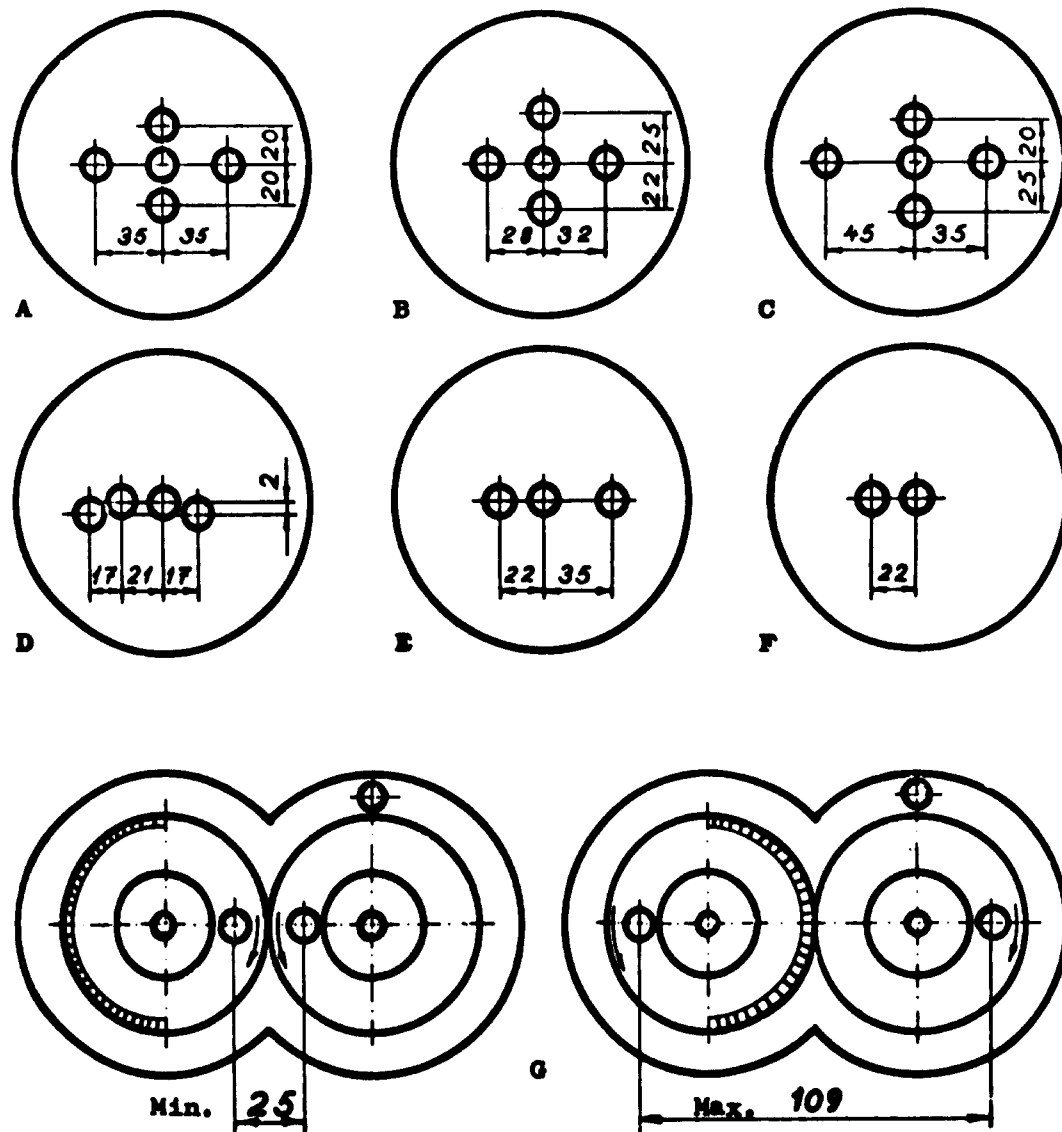


FIGURE XIII. PORTE-BROCHES POUR PERCAGE DE PIÈCES ÉTROITES

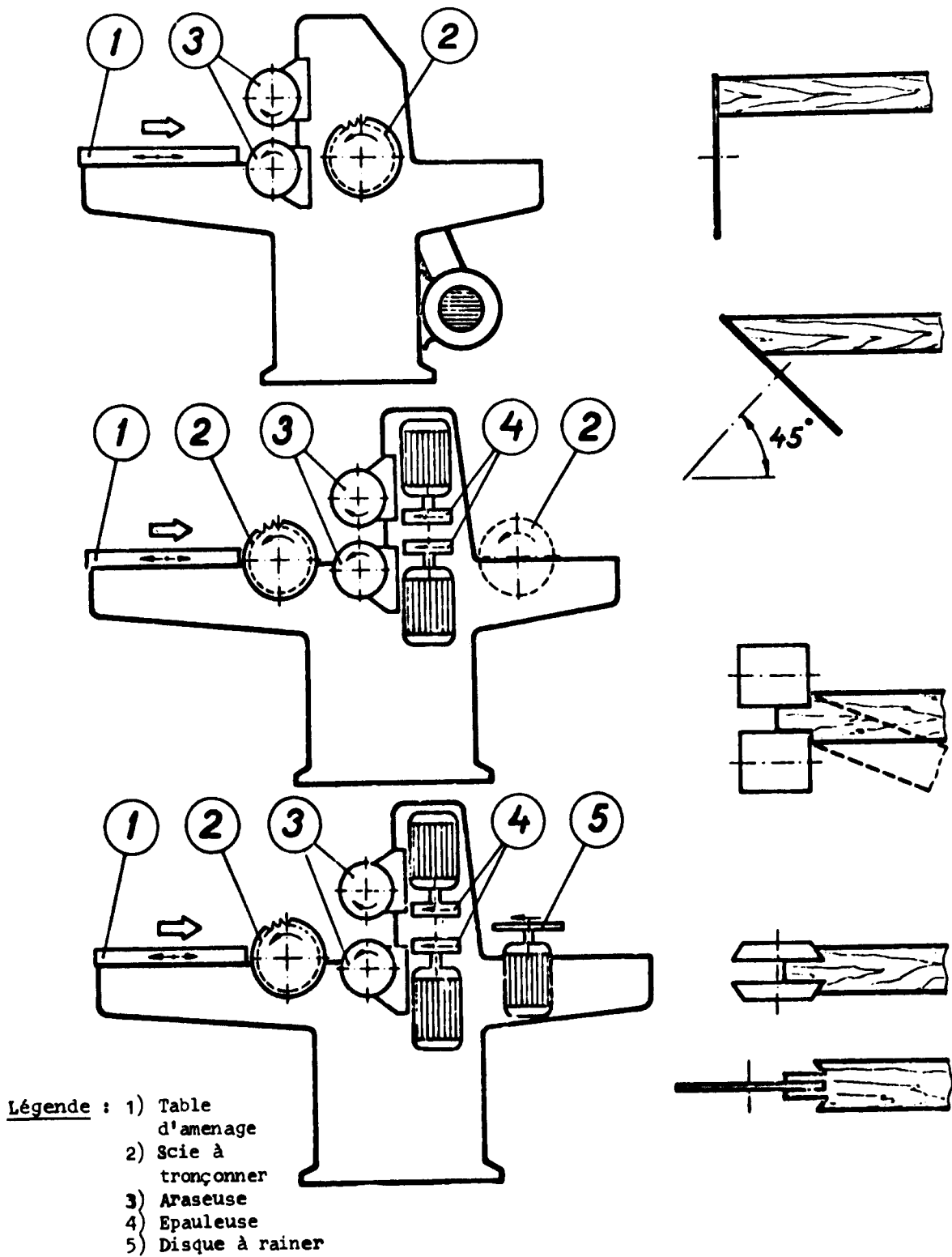


Légende : A à F à centres fixes
G à centres réglables

Tenonnage

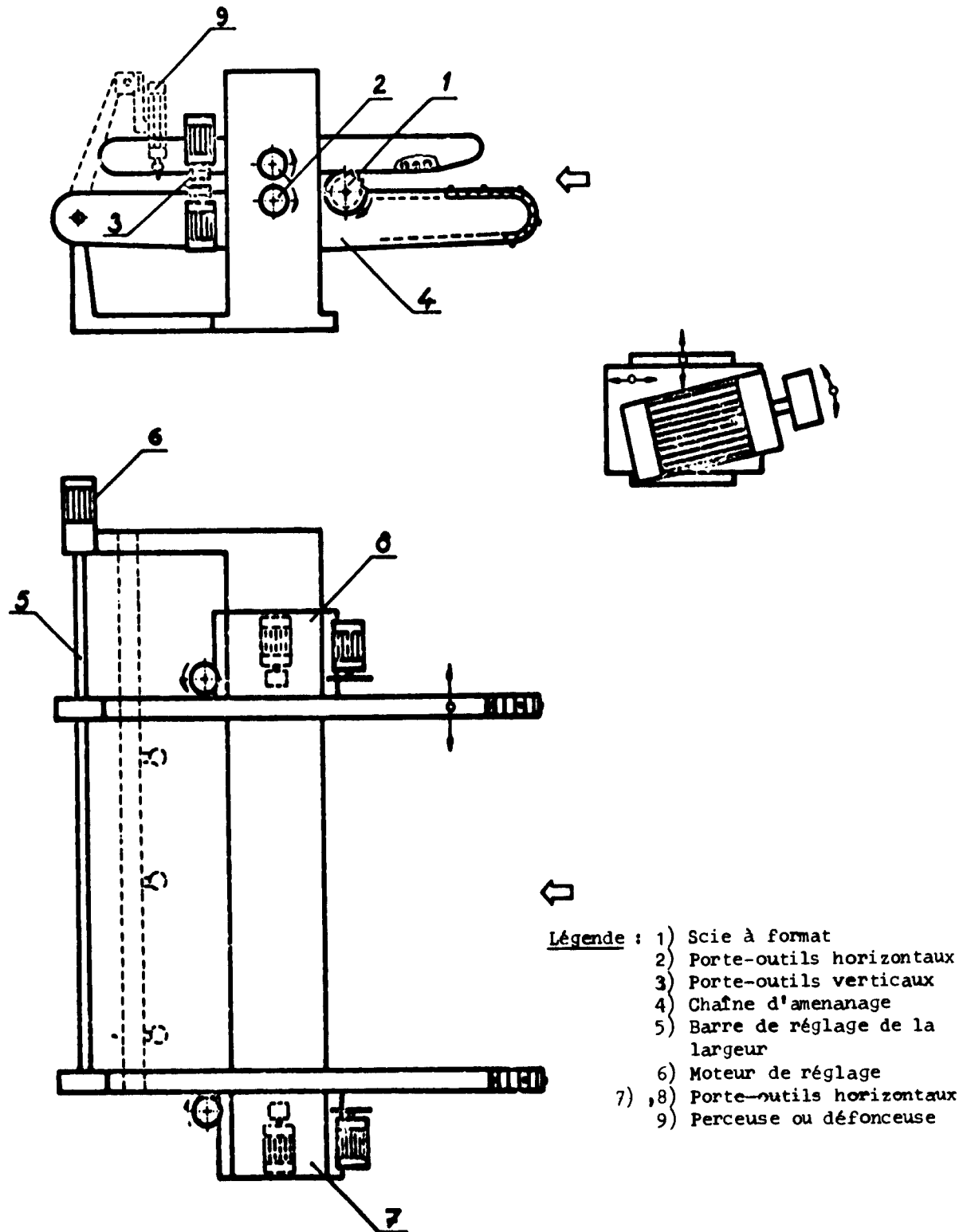
Pour préparer les assemblages à enfourchement, à rainure et languette ou à tenon couvert, on peut employer l'une quelconque des machines ci-après : une toupie à dispositif spécial, une tenonneuse simple ou une tenonneuse double. Les tenonneuses sont pourvues de nombreux porte-outils, et elles sont en outre toujours munies de lames de scie circulaire pour couper à longueur la pièce à tenonner (figures XIV et XV).

FIGURE XIV. TROIS MODELES DE TENONNEUSES SIMPLES



Il existe sur le marché de nombreux modèles de tenonneuses doubles. En plus des porte-outils travaillant horizontalement et verticalement, elles comportent des dispositifs de défonçage pour faire des rainures à mesure que la pièce avance dans la machine. La machine peut être programmée pour faire diverses découpes et autres opérations complexes.

FIGURE XV. TENONNEUSE DOUBLE

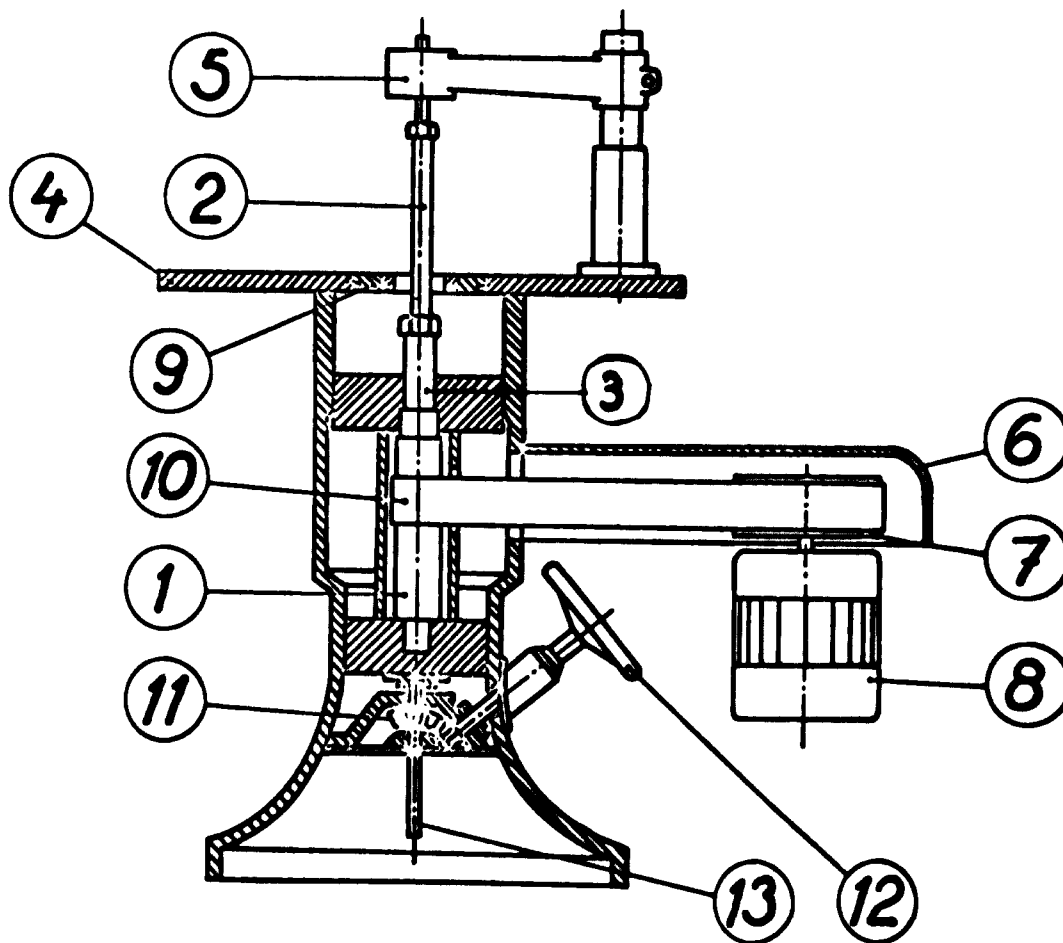


Toupillage

La toupie (figure XVI) est une des machines qui peuvent faire le plus grand nombre d'opérations dans l'industrie du meuble. On s'en sert très couramment pour faire des rainures et des languettes, des arrondis et des moulures plus compliquées, des tenons et des

fentes, ainsi que des moulures à l'aide d'un gabarit. Quand on utilise un dispositif d'amenage automatique, on peut accroître considérablement la capacité de la machine, améliorer la qualité du produit fini et diminuer le risque d'accidents. (Une forte proportion des accidents qui se produisent dans les fabriques de meubles sont dus à ce que l'on utilise la toupie sans précautions.)

FIGURE XVI. TOUPIE



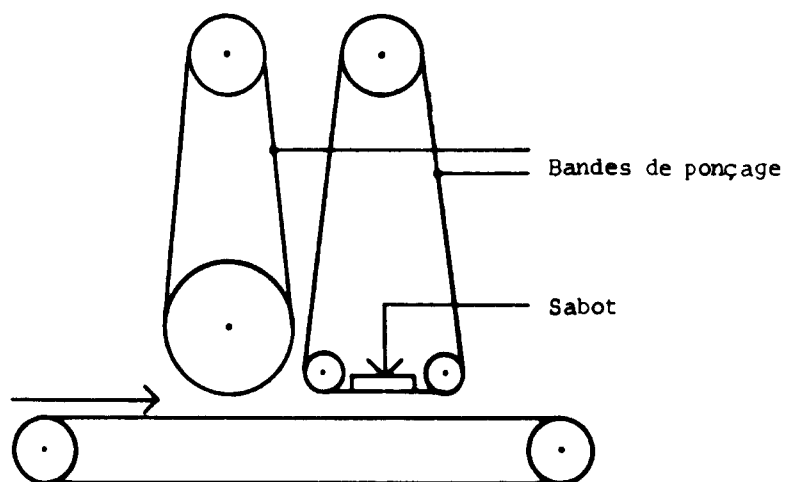
- Légende :
- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1) Arbre d'entraînement (avec poulie) | 7) Poulie d'entraînement |
| 2) Allonge d'arbre | 8) Moteur |
| 3) Arbre porte-outils | 9) Bague amovible |
| 4) Table | 10) Courroie d'entraînement |
| 5) Contre-palier | 11) Réglage vertical de l'arbre |
| 6) Capot de protection | 12) Volant de réglage |
| | 13) Axe fileté pour réglage vertical de l'arbre |

Ponçage

Le ponçage est la dernière opération avant l'assemblage ou la finition de surface. La qualité de la finition d'une pièce dépend en grande partie de la qualité du ponçage. A l'heure actuelle, les ponceuses les plus courantes sont les ponceuses à bande verticale ou horizontale étroite, les ponceuses à larges bandes et les ponceuses spéciales pour moulures et pièces de formes.

Les ponceuses à bande verticale étroite sont surtout employées pour poncer les chants et les côtés des tiroirs après assemblage. Les machines à bande horizontale servent surtout à poncer les panneaux plaqués. Le type de ponceuse le plus récent est la ponceuse à larges bandes, qui a rapidement pris la première place dans l'industrie du meuble parce qu'elle peut servir à de multiples usages et qu'elle donne un fini de bonne qualité. Cette machine convient pour poncer aussi bien des éléments en bois plein que des panneaux plaqués. La figure XVII représente schématiquement le fonctionnement d'une machine de ce genre.

FIGURE XVII. SCHEMA DE FONCTIONNEMENT D'UNE PONCEUSE A LARGES BANDES



Parmi les abrasifs des bandes à poncer, l'oxyde d'aluminium est le plus employé. Le carbure de silicium, cependant, convient mieux pour le ponçage des bois durs. Pour le ponçage des bois tendres (bois résineux), on utilise des bandes abrasives à grain espacé. Les bandes sont en papier ou en tissu (pour le dégrossissage).

La meilleure méthode est le ponçage en deux temps au moins, mais parfois un troisième ponçage est nécessaire. La grosseur du grain est habituellement choisie comme suit :

	<u>Numéro du grain</u>
Premier ponçage	50 à 70
Deuxième ponçage	80 à 100
Troisième ponçage	120 à 140

On court un grand risque d'aller trop loin en ponçant des panneaux revêtus d'une mince feuille de placage (0,7 mm); dans ce cas, éviter l'emploi des bandes des numéros 50 à 70.

PLACAGE

Pour les meubles plaqués, on se sert en général de feuilles de placage de 0,7 mm d'épaisseur environ. Pour le placage des chants ou le placage non visible (placage transversal), on emploie des épaisseurs de 1,5 à 3 mm. Les feuilles sont coupées avec des scies à placage ou des massicots à placage. Les feuilles employées pour le placage des grandes surfaces sont habituellement disposées comme l'indique la figure XVIII. Les pièces sont jointes au moyen d'un ruban adhésif ou à l'aide d'une jointeuse en zig-zag. Le ruban doit être éliminé par ponçage après placage, mais le fil de matière plastique employé dans la jointeuse zig-zag disparaît, sauf sous le placage.

On emploie de la colle à base d'urée, et le pressage se fait à température élevée (100 à 120°C) avec une presse hydraulique à plusieurs étages. Le type de presse reproduit à la figure XIX est devenu plus courant ces derniers temps. Les panneaux sont amenés à la presse au moyen d'un convoyeur à bande métallique. Pour le placage des chants, on se sert de dispositifs à vérins pneumatiques ou à boyaux d'air comprimé (figures XX et XXI). La pression de l'air comprimé disponible dans le réseau d'une usine est habituellement de 6 à 8 kp/cm². Dans les grandes usines, on utilise déjà très couramment des machines à plaquer les chants comme celle de la figure XXII. Certaines de ces machines comportent plusieurs dispositifs permettant des travaux supplémentaires. Les petites usines se servent de machines portatives, comme celle de la figure XXIII.

FIGURE XVIII. MANIERE DE POSER LES FEUILLES DE PLACAGE

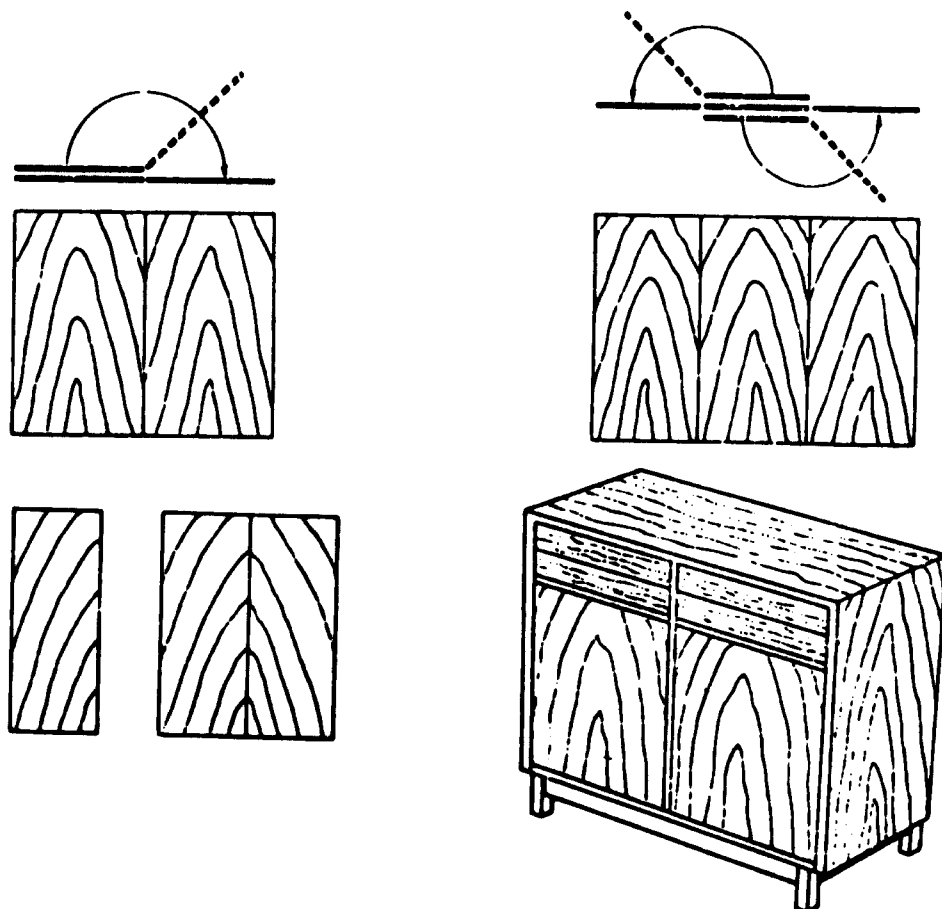


FIGURE XIX. PRESSE HYDRAULIQUE A PLAQUER AVEC ALIMENTATION PAR CONVOYEUR A BANDE METALLIQUE

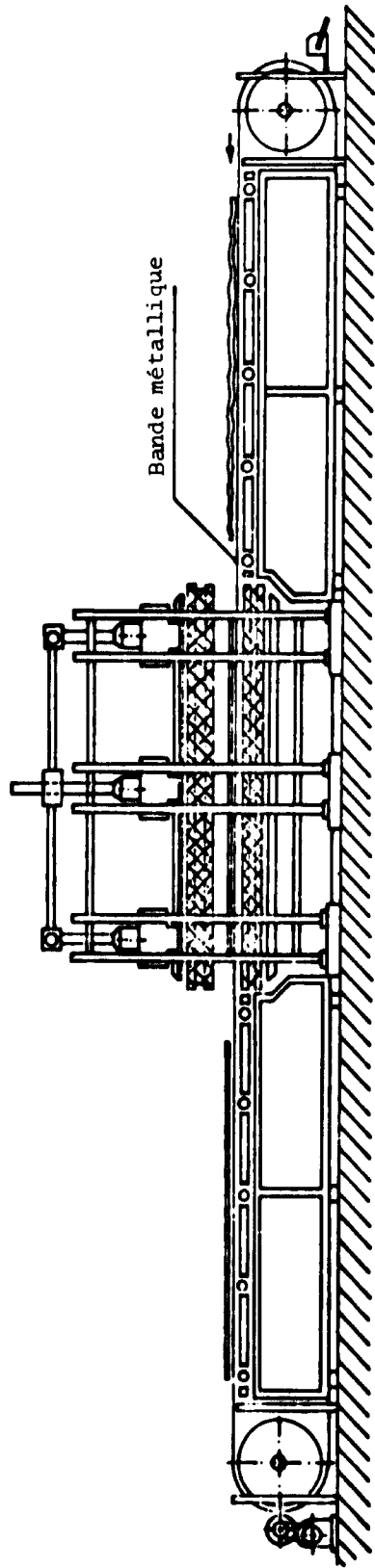


FIGURE XX. PRINCIPE DU SYSTEME DE COMPRESSION PAR BOYAU

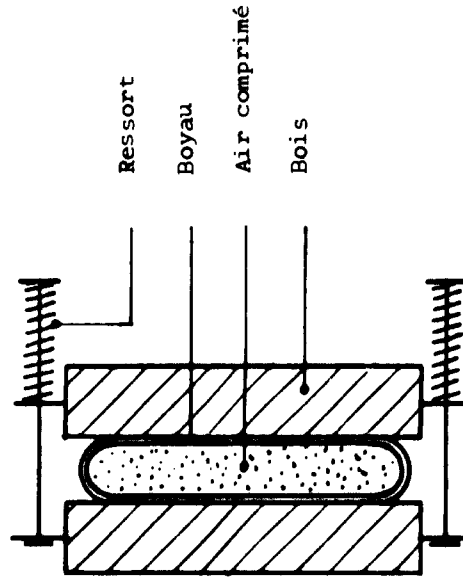


FIGURE XXI. DISPOSITIF POUR LE PLACAGE DES CHANTS PAR BOYAU D'AIR COMPRIME

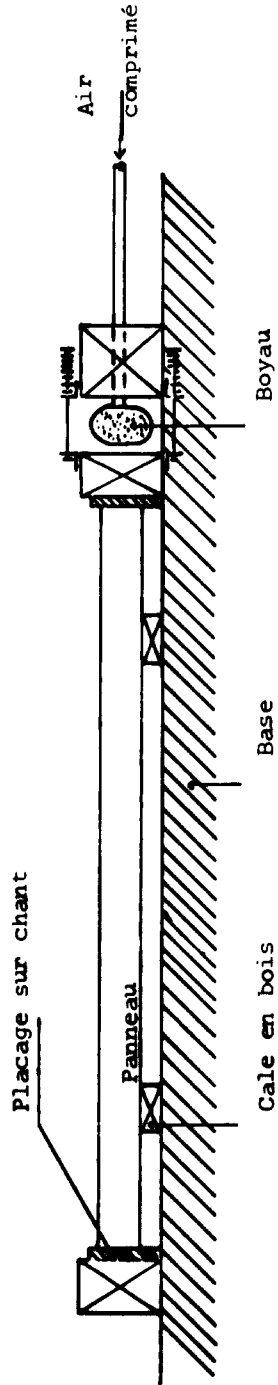


FIGURE XXII. PRINCIPE D'UNE MACHINE AUTOMATIQUE A PLAQUER AVEC DISPOSITIFS COMPLEMENTAIRES (VUE DE DESSUS). LA MACHINE EMPLOIE DE LA COLLE THERMOPLASTIQUE

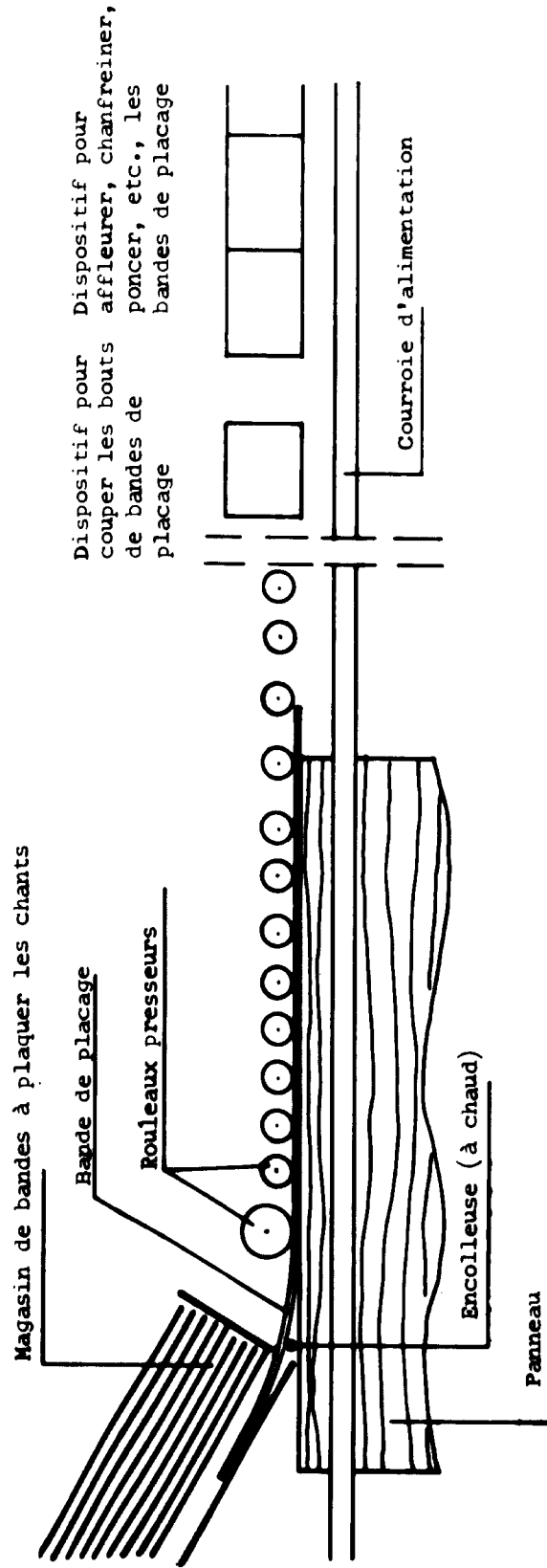
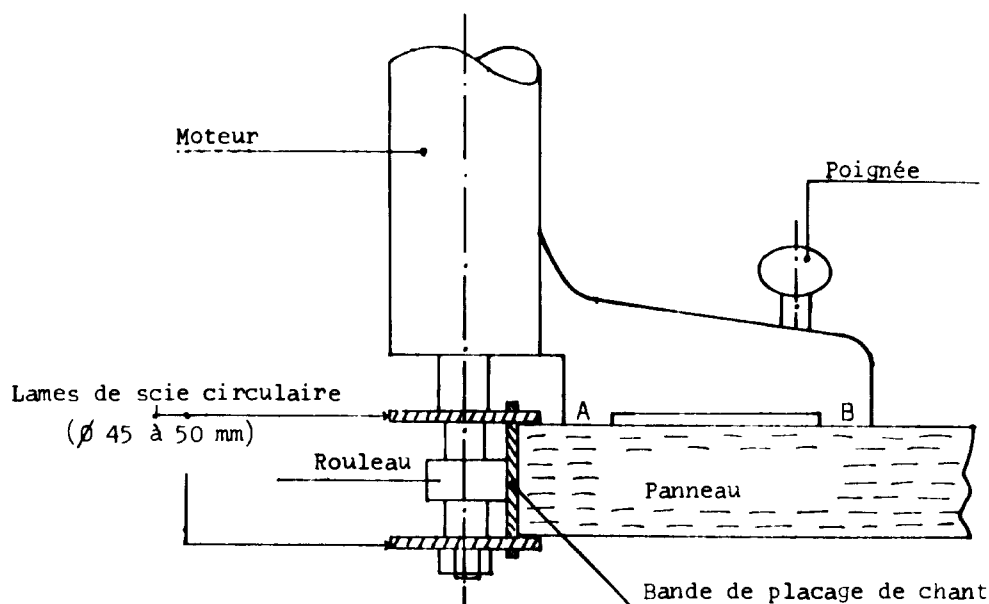


FIGURE XXIII. MACHINES A MAIN POUR AFFLEURER LES BORDS DES CHANTS PLAQUES;
A ET B SONT LES POINTS D'APPUI



Aujourd'hui, on s'efforce de terminer la finition de surface avant de passer au montage. A cet égard, on peut employer avantageusement les vernisseuses à rideau. Les principales phases du montage sont l'assemblage partiel (tiroirs, cadres, piètements, etc.) et l'assemblage final (les cadres et bâtis de placards, d'armoires, etc., sont montés à l'aide des éléments provenant de l'assemblage partiel). Pour le montage, on se sert couramment de colle à l'acétate de polyvinyle, qui est forte et qui sèche rapidement.

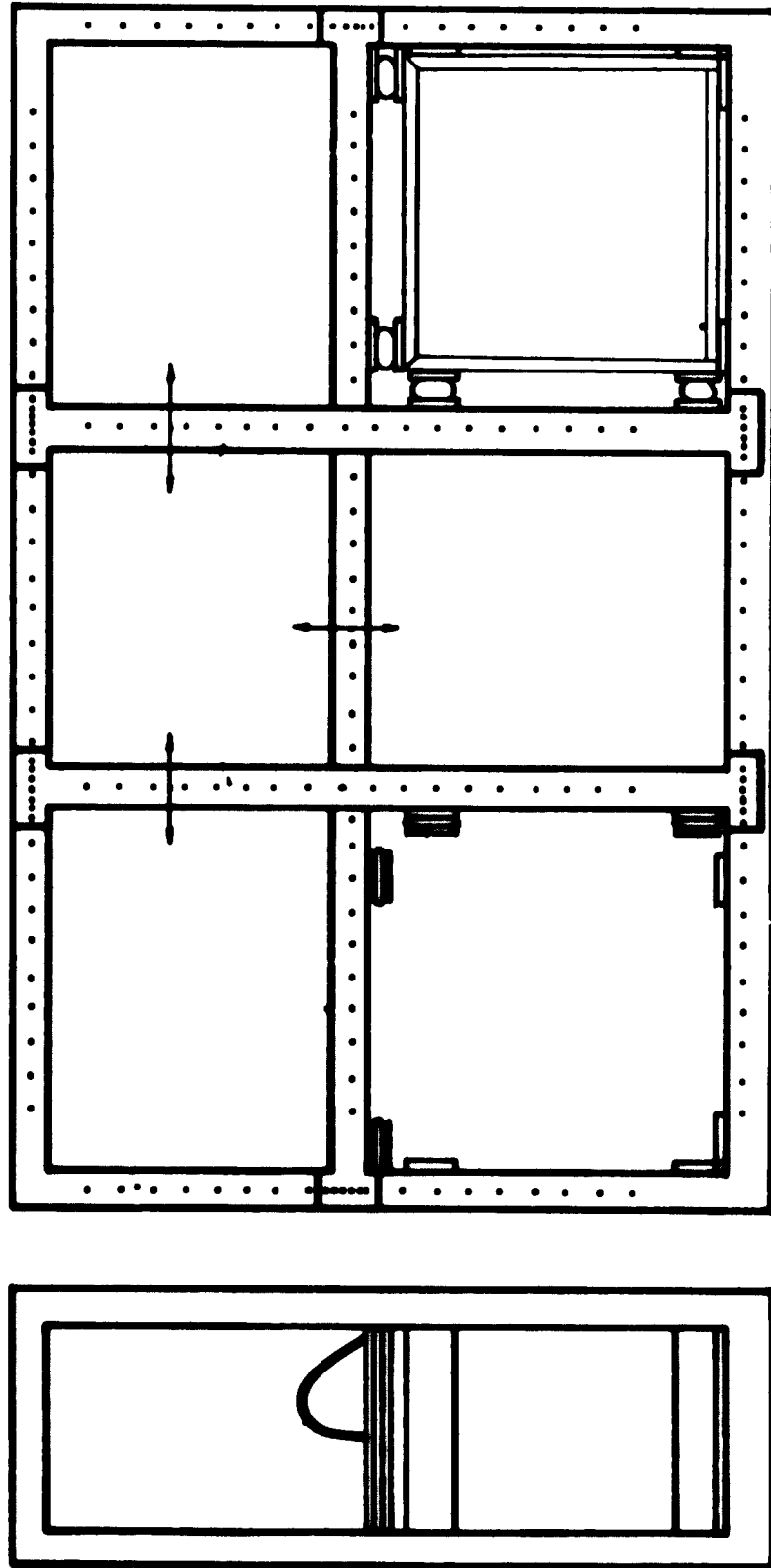
Les principaux outils et équipements utilisés pour le montage sont les suivants :

- Encolleurs (flacons en matière plastique souple ou pompes à main)
- Machines à poser les tourillons
- Agrafeuses
- Tournevis mécaniques
- Gabarits de montage (voir figure III)
- Serre-joints pour cadres et bâtis (figure XXIV)

Comme on l'a signalé plus haut, mieux vaut éviter tout ajustage à la main lors du montage.

A cause du manque d'espace pour l'entreposage, on ne peut habituellement pas monter des séries aussi importantes que celles qui sortent de l'usinage. C'est pourquoi le montage se fait par lots moins nombreux, en fonction des commandes reçues. Il est cependant possible de stocker les produits sous forme d'éléments prêts au montage, même lorsqu'il s'agit de production en très grande série. Cette façon de faire permet d'améliorer la compétitivité de l'usine en abrégant les délais de livraison.

FIGURE XXIV. PRESSE A BOYAUX D'AIR COMPRIME OU BATIS. CE DISPOSITIF
PERMET DE MONTER SIMULTANEMENT DEUX ELEMENTS



XIX. LES TECHNIQUES DE FABRICATION EN MENUISERIE*

DIMENSIONNEMENT MODULAIRE DES OUVRAGES DE MENUISERIE

En 1960, le Service de la coordination modulaire du Comité nordique de la réglementation du bâtiment (NKB)^{1/} a élaboré un système de normes appelé Système de coordination modulaire pour l'industrie du bâtiment. L'Organisation internationale de normalisation (ISO) a pris ces normes pour base d'un ensemble de recommandations internationales. La Commission finlandaise de normalisation (Suomen Standardisoimislautakunta), à Helsinki, a mis au point ce système pour les ouvrages de menuiserie.

Le principe de la coordination modulaire des dimensions pour les ouvrages de menuiserie est que les dimensions après assemblage doivent être compatibles avec le système de dimensions applicable à l'industrie du bâtiment. Le module de base (M) de ce système de dimensionnement est $M = 1\text{dm} = 100\text{ mm}$. Les dimensions des produits après assemblage sont des multiples entiers du module de base, soit $n \times M$, où $n = 3$.

Le présent chapitre se limite aux trois principaux ouvrages de menuiserie : portes, fenêtres, meubles et placards de cuisine. Diverses entreprises de menuiserie fabriquent depuis longtemps ces ouvrages dans une gamme de dimensions normalisées. Les dernières normes finlandaises seront examinées séparément à propos de chacun de ces groupes d'ouvrages, et elles sont reproduites en annexe au présent chapitre. La réglementation relative à la qualité et les normes de construction seront examinées en même temps que la question des dimensions normalisées.

STRUCTURE DES PORTES

Les normes finlandaises concernant plusieurs types de portes, aussi bien planes (sans feuillure) qu'à feuillure, sont reproduites en annexe au présent chapitre. Les prescriptions relatives à la construction des portes planes figurent dans la norme RT 210.82. Les éléments qui composent ces portes sont le cadre, les matériaux de remplissage et les panneaux de surface.

Le principal objet des panneaux de surface est de donner à la porte l'aspect voulu, mais ils ont aussi, comme le matériau de remplissage, une influence décisive sur la rigidité de l'ensemble. Pour que la porte ne se déforme pas, sa structure doit être symétrique; cette exigence impose des conditions rigoureuses pour les panneaux de surface, qui doivent être

* Par Juhani Jantunen, Enso-Gutzeit Oy, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/34.)

^{1/} Le Comité nordique de la réglementation du bâtiment (NKB) est l'organisation de normalisation commune aux pays scandinaves. Les questions qui en relèvent sont réglées par les bureaux et organismes gouvernementaux ci-après : Danemark, Boligministeriet; Finlande, Sisäasiainministeriö; Norvège, Kommunalog Arbeidsdepartementet; Suède, Statens Planverk.

homogènes tant en épaisseur qu'en qualité. D'une manière générale, les panneaux de surface sont en fibres dures ou en contre-plaqué, qui se comportent très bien à cet égard. Les portes qui doivent répondre à des normes qualitatives plus strictes sont souvent plaquées de chêne, d'okoumé, de teck ou de pin.

Le matériau de remplissage et le cadre de la porte forment la base sur laquelle sont collés les panneaux de surface. Le cadre peut être soit en bois massif, soit constitué de feuilles ou pièces minces collées ensemble. Les pièces sont habituellement aboutées avec des machines automatiques qui font des assemblages à entures multiples. Dans ce cas, on peut utiliser du bois de qualité très médiocre, en éliminant les morceaux qui ont des défauts et en aboutant les pièces qui conviennent. Naguère, les éléments de cadre avaient 10 cm de large et les coins étaient renforcés au moyen d'assemblages à enfourchement ou à tourillon. Peu à peu, le cadre est devenu plus étroit et il n'a plus maintenant que 10 à 50 mm de large. A l'heure actuelle, les éléments du cadre sont simplement agrafés, ce qui facilite le montage. Le cadre ayant perdu de sa largeur, il a fallu prévoir des pièces supplémentaires pour la pose de la serrure et des paumelles afin que les vis de fixation puissent être enfoncées dans le bois plein.

Le matériau de remplissage des portes planes était autrefois du bois massif, mais le remplissage à l'aide de lattes est devenu plus courant. La distance entre les lattes varie beaucoup, selon qu'il est nécessaire d'avoir une surface plus ou moins régulière. Les lattes peuvent être en bois massif, en contre-plaqué, ou tirées de panneaux de fibres poreux ou durs. On peut aussi les disposer en grille de manière à avoir un meilleur remplissage qu'avec des lattes placées toutes dans un seul sens. A l'heure actuelle on utilise presque exclusivement, comme matériau de remplissage, du carton nid d'abeilles, les systèmes Dufolite et Wellite étant à cet égard les plus employés.

Le carton nid d'abeilles se présente sous forme de sections. On peut modifier la résistance de ce matériau à la compression en changeant les dimensions des sections et l'épaisseur du carton. Ce matériau est peu coûteux et il donne à l'ouvrage une surface régulière, une bonne résistance à la flexion et des formes rectilignes pour un poids peu élevé.

Une catégorie distincte de portes planes comprend les portes à l'épreuve du feu et les portes à isolation phonique. Elles ne diffèrent des portes planes ordinaires que par le matériau de remplissage. Les portes en bois pour habitations appartiennent aux groupes C 15 et C 30 pour ce qui est de leur résistance au feu (les nombres 15 et 30 indiquent en minutes la durée de résistance au feu). L'essai de résistance se fait en laboratoire dans un four vertical selon une courbe de référence en élevant la température à 730°C au bout des 15 premières minutes suivant l'allumage du four et à 850°C au bout de 30 minutes. La porte doit résister à cette chaleur sans brûler de part en part. On observe également la formation de fumées et la température de la face non exposée.

Quand le remplissage des portes ignifugées se fait d'éléments en bois massif, une porte de 40 mm d'épaisseur résiste à la combustion pendant 15 minutes. On peut obtenir le même résultat avec des éléments découpés dans des panneaux de particules ou en utilisant du liège

expansé. Dans le groupe C 30, le remplissage doit être plus résistant. On obtient la résistance voulue au feu en utilisant de l'amiante ou quelque autre matériau spécial.

L'isolation phonique est surtout nécessaire pour les portes des chambres d'hôtel, des chambres de malades et des salles d'examen dans les hôpitaux, ainsi que pour les portes des salles de classe dans les écoles et les portes extérieures des logements.

En matière d'isolation phonique les prescriptions consistent à limiter le bruit à 25 ou 30 décibels (dB), selon l'usage prévu. On obtient ce degré d'isolation en augmentant le poids de la porte par l'emploi de panneaux extérieurs plus épais ou d'une construction en plusieurs couches dont l'intérieur est souvent composé de matériaux mous et très isolants. Il faut alors prêter une attention particulière au joint d'étanchéité entre la porte et son encadrement (ce qui est aussi vrai des portes résistant au feu).

FENETRES ET PORTES VITREES

Le manque de place ne permet pas de faire ici un exposé détaillé sur la fabrication des fenêtres et des portes vitrées, mais cette question est traitée en détail dans certaines des normes finlandaises reproduites en annexe (voir en particulier la norme RT 210.81).

MEUBLES DE CUISINE

Les meubles de cuisine se répartissent en trois catégories :

- a) Meubles muraux, dont les largeurs normalisées sont 400 mm, 500 mm ou des multiples entiers de ces dimensions. Leur profondeur est de 290 mm, et leur hauteur de 1 160 mm, 680 mm ou 480 mm;
- b) Meubles de plancher, dont la largeur est de 400 mm ou de 500 mm, ou un multiple entier de ces chiffres; leur profondeur est de 590 mm et leur hauteur de 820 mm, ce qui, avec le dessus (30 mm), donne une hauteur totale de 850 mm;
- c) Placards, dont la largeur est de 500 ou 600 mm, la profondeur de 590 mm et la hauteur de 2 380 ou 1 900 mm, plus un casier supérieur séparé (480 mm).

Les principales matières premières des meubles de cuisine sont les panneaux de particules, le contre-plaqué, les panneaux de fibres dures ou semi-dures et le pin massif pour les assemblages et l'ossature. On fabrique souvent des panneaux d'ossature en employant le système nid d'abeilles dont il a été question plus haut à propos des portes planes; les règlements concernant la qualité sont essentiellement les mêmes que pour les portes.

PRINCIPALES MATIERES PREMIERES EMPLOYEES POUR LA FABRICATION DES FENETRES, DES PORTES ET DES MEUBLES

Le bois employé en Finlande est généralement le pin, qui convient très bien à la fabrication des ouvrages de menuiserie. Pour les surfaces apparentes, on emploie en général du

bois de première qualité, non trié, ou du bois de qualité exportation. Les défauts autorisés dans le bois sont indiqués par les normes RT 210.81 et RT 210.82.

L'emploi du sapin a fait dernièrement l'objet d'études, et on s'est servi de ce bois dans une certaine mesure, notamment pour fabriquer des cadres de portes. Quelques fabricants emploient également du bouleau pour certains éléments de meubles de cuisine.

Parmi les autres matières premières, on peut mentionner les panneaux de fibres durs et semi-durs, le contre-plaqué, les panneaux durs, les panneaux lattés et diverses essences de feuillus importés.

La fabrication exige divers autres articles : colles, peintures, accessoires et vis.

CARACTERISTIQUES DE FABRICATION PROPRES A LA MENUISERIE

Aboutage par entures multiples

La menuiserie emploie de plus en plus des pièces de bois aboutées par entures multiples. Ce procédé permet en effet de réduire les chutes et d'employer des bois de moindre qualité. On l'applique habituellement à du bois séché artificiellement, qui est tronçonné et déliné avant de passer éventuellement à la dégauchisseuse et d'arriver enfin à la machine à abouter par entures multiples. Après aboutage, les pièces de bois sont à nouveau coupées aux longueurs voulues. La résistance de l'assemblage est déterminée par la longueur des entures, de sorte que l'on peut appliquer ce procédé à du bois servant à presque tous les usages.

Parallèlement au succès de cette technique d'allongement des pièces de bois, le collage longitudinal sur chants a également pris de l'importance; en fait, ce procédé est même nécessaire pour certains ouvrages. Le bois collé sur chants ne se voile pas aussi facilement que les pièces en bois plein, ce qui est important pour la fabrication des ossatures, notamment pour les cadres de portes. En général, les cadres de portes d'une largeur supérieure à 6,15 cm doivent être fabriqués avec des pièces de bois collées sur chants. En effet, les pièces plus larges, quand elles sont découpées dans les arbres de petit diamètre actuellement disponibles, ont un fil à la fois radial et tangentiel, ce qui peut causer des différences de retrait.

Chaînes de production automatisées

La hausse constante des prix de revient a accru l'importance des économies de matières premières et de la productivité de la main-d'oeuvre. On s'oriente donc vers une production en plus grande série et plus rationalisée. Cette tendance a également accéléré la mise en service de machines et de chaînes de machines automatiques. Mentionnons à titre d'exemple la chaîne de fabrication automatique de portes qu'un producteur finlandais a mise en place. Dans cette chaîne, la porte passe automatiquement de la presse à la tenonneuse double, au ponçage des chants et à la pose des accessoires. Les portes sont ensuite empilées et, si

nécessaire, acheminées vers une autre chaîne automatique où tous les travaux de finition de surface sont effectués automatiquement : peinture d'apprêt, ponçage et finition des deux faces. On trouve des exemples analogues dans les usines de fenêtres et de meubles.

La fabrication des meubles est plus complexe car la gamme des ouvrages est plus vaste. Toutefois, les usines de meubles les plus récentes ont elles aussi fait d'énormes progrès dans le domaine du montage. On emploie couramment des presses de montage, d'où les éléments de meubles partent vers un convoyeur où sont posés les portes et les accessoires intérieurs. Les éléments de meubles sont peints avant le montage car il est plus facile de peindre des éléments séparés qu'un meuble tout monté. En outre, l'emploi des presses de montage exige la modification des assemblages, l'assemblage à tourillon étant le mieux adapté à cette technique.

Les matériaux et la finition

La finition de surface étant étudiée plus loin^{2/}, on se bornera ici à l'examen de quelques aspects de la question. Les exigences en matière de finition dépendent du décor environnant, des goûts personnels et d'autres questions liées à la destination de l'ouvrage.

Les surfaces à finir peuvent être en bois massif, en bois de placage, en contre-plaqué, en panneaux durs ou en panneaux de particules. L'aspect final dépend de la qualité du bois ou du panneau employé; on ne peut obtenir de bons résultats sur une matière médiocre. Si le matériau de base est rugueux, il faut le poncer et le mastiquer avant la finition.

Les éléments de meubles et les portes sont habituellement peints avec des machines à rideau, qui se composent de fours de chauffage et de séchage puis d'une zone de refroidissement. Les chaînes les plus récentes sont munies de ponceuses à brosses et d'un rail pour le retour des pièces, avec dispositif de retournement.

Les fenêtres se peignent au pistolet avant ou après assemblage. La température des fours de séchage est assez basse pour que la résine des conifères ne sorte pas du bois en se liquéfiant et en tachant les surfaces peintes. Les peintures employées pour les fenêtres ne sont pas les mêmes que pour les portes et les meubles car elles doivent être assez résistantes aux intempéries. Ces peintures sont habituellement à base de résine alkyde, de résine aminée ou de résine d'urée, qui en constituent le liant. Les vernis les plus courants sont à base de résine de nitrocellulose, d'uréthane ou de polyester. Toutes ces peintures et tous ces vernis étant très inflammables, le matériel employé doit être conçu pour assurer le maximum de sécurité.

Il y a lieu de mentionner à cet égard qu'on remplace souvent la peinture par des feuilles de matière plastique pour revêtir les cadres de portes et les fenêtres. La peinture étant inutile, on peut employer du bois de moindre qualité sous ces revêtements de matière plastique.

^{2/} Voir chapitre XX, "La finition de surface du bois et des ouvrages en bois".

COMMERCIALISATION DES OUVRAGES DE MENUISERIE

Les ouvrages de menuiserie ont en Finlande deux grands débouchés : les ventes par soumissions adressées aux entreprises de construction et les ventes aux petits consommateurs par l'intermédiaire des détaillants.

Le premier de ces débouchés est de loin le plus important. Les entreprises de construction envoient à plusieurs fabricants un questionnaire concernant l'ouvrage de menuiserie recherché et décident d'acheter après examen comparatif rigoureux des prix et de la qualité. Certains fabricants travaillent uniquement pour ce débouché et ne constituent aucun stock de produits. Ils sont mieux placés pour soutenir la concurrence, à cause de leurs facultés d'adaptation et des prix qu'ils offrent quand le client désire un ouvrage particulier, c'est-à-dire un produit de dimensions, de finition ou de présentation non normalisées. En outre, ils n'ont pas de dépenses à supporter au titre des stocks ou de l'intérêt. En revanche, ils ne bénéficient pas toujours des avantages que donnent les grandes séries de fabrication d'ouvrages normalisés.

Les détaillants les mieux placés sont les grands magasins de matériaux de construction, qui ont fait leur apparition ces dernières années. Ils ont le grand avantage de disposer d'un personnel spécialisé et de stocks. Les grandes quincailleries vendent traditionnellement des articles de menuiserie au détail. Elles n'ont cependant pas d'articles en stock, mais jouent le rôle d'agents des fabricants et perçoivent une commission sur leurs ventes. Les grosses sociétés finlandaises ont aussi dans tout le pays des agents locaux qui vendent généralement sur catalogue et perçoivent une commission.

Jadis, les fabricants travaillaient seuls avec leur propre service de vente, mais l'intensification de la concurrence les a obligés à rationaliser leur production, tout en les contraignant à former des organismes de vente regroupant plusieurs entreprises. On peut mentionner à titre d'exemple en Finlande la Sovi Oy, qui est l'organisme de vente de trois fabriques de portes. Elle partage ses commandes selon une formule convenue à l'avance, de sorte que chaque société membre fabrique les produits qui conviennent le mieux à ses possibilités de production.

Le degré de finition des produits de menuiserie a considérablement changé ces dernières années. Les meubles de cuisine sont livrés presque entièrement finis et parfois fixés aux murs, du moins dans les constructions neuves. Les portes et les fenêtres sont de plus en plus souvent peintes, munies de leurs accessoires et de leurs vitres. Les entreprises de construction ont constaté que cela diminue les frais et que, dans le cas des ouvrages préfabriqués, la qualité est meilleure qu'elle ne le serait si le travail était fait sur place dans des conditions médiocres, avec des machines et de l'équipement en mauvais état. Les délais d'achèvement des constructions ont ainsi été réduits, tout comme l'intérêt du capital et les dépenses de main-d'oeuvre.

Annexe

NORMES REPRESENTATIVES DE MENUISERIE APPLICABLES EN FINLANDE^{a/}

RT 210.81	Fenêtres et portes extérieures en bois, qualité
RT 210.82	Portes planes en bois, qualité
RT 860.22	Fenêtres, bois, installation
RT 860.23	Fenêtres, bois, ferrures
RT 861.42	Fenêtres, bois, ouverture vers l'intérieur, châssis double
RT 861.46	Fenêtres, bois, ouverture vers l'intérieur, châssis accouplés
RT 862.46	Portes vitrées, bois, ouverture vers l'intérieur, vantaux accouplés
RT 870.22	Portes, bois, fixation et ferrures
RT 871.05	Portes d'intérieur, dimensions standard
RT 871.21	Portes d'intérieur en bois, à vantail sans feuillure
RT 871.22	Portes d'intérieur en bois, à vantail avec feuillure

^{a/} Droits réservés (1968, 1969) par Suomen Standardisoimislautakunta (Commission finlandaise de normalisation), Helsinki (Finlande). Reproduit par autorisation spéciale.

RT 210.81e

Suomen Standardisoimislautakunta Finlands Standardiseringskommission



FENETRES ET PORTES EXTERIEURES EN BOIS,
qualité

SFS 2455

SfB A
UDK 674.21

Défauts du bois	RT 210.7
Portes planes en bois, qualité	RT 210.82 SFS 2456
Éléments en bois pour stockage, qualité	RT 210.83 SFS 2457
Panneaux planchés, choix du type et qualité	RT 216.01
Finition industrielle des produits de menuiserie	RT 148.032

1 CONTENU

11 La présente norme fixe les critères de qualité des fenêtres et des portes vitrées, ainsi que des portes extérieures et autres portes à panneaux.

12 La présente norme comprend des dispositions concernant les matériaux utilisés dans la construction des fenêtres et des portes vitrées, ainsi que des portes extérieures et autres portes à panneaux, leur fabrication, l'exactitude de leur forme et l'aspect des surfaces à l'état brut.

2 NOTATION

Notation : Degré de finition du produit et sa qualité (type de bois), et numéro RT de la présente norme.

Exemple : brut, pin de qualité 1, RT 210.81
Exemple : peint, qualité 2, RT 210.81

3 CLASSEMENT SELON LA QUALITE

Les produits sont classés de la façon suivante : qualité spéciale, qualité "à vernir" et qualité "à peindre". La classification se fait d'après la "face principale". Cela signifie que les surfaces autres que celles de la face principale (c'est-à-dire celles qu'on ne voit qu'occasionnellement) peuvent, dans le cas des produits de qualité spéciale et de la qualité "à vernir", être de la qualité immédiatement inférieure, sauf spécification contraire.

31 Qualité spéciale, désignée par la lettre E

Cette classe comprend les produits qui satisfont à des critères rigoureux et pour lesquels le bois a été choisi avec un soin particulier. En général, ces produits sont destinés à être vernis. Le type de bois doit être spécifié dans la commande.

Dans la classe de qualité E, les bâtis et dormants sont de la qualité 1.

32 Qualité "à vernir", désignée par le chiffre 1

Il s'agit de la qualité normale des produits destinés à être vernis. Le type de bois doit être spécifié dans la commande.

33 Qualité "à peindre", désignée par le chiffre 2

Cette classe comprend les produits en bois résineux destinés à être peints.

4 PRESCRIPTIONS APPLICABLES AUX MATERIAUX

41 Bois

.1 Qualité

La base du classement des bois résineux est la qualité standard indiquée dans les règles de classement du bois d'exportation, compte tenu des limitations spécifiées ultérieurement.

Pour les bois feuillus étrangers, les dispositions de l'appendice 2 sont applicables.

.2 Aboutages

Les aboutages doivent être à entures multiples ou à mi-bois. La longueur d'un assemblage à mi-bois peut au plus être égale au tiers de la largeur de la pièce rallongée, sans cependant dépasser 50 mm. Pour les produits de qualité spéciale et de la qualité "à vernir", les aboutages visibles ne sont pas admis.

.3 Défauts. Bouchage

Dans les surfaces visibles aucune flache n'est permise. Les noeuds doivent être répartis uniformément et ne sont pas admis aux endroits où ils pourraient nuire à la résistance du bois. Les bouchons doivent être en bois de la même essence et leur fil dans le même sens que le bois adjacent, dans lequel ils doivent être solidement fixés. Les bouchons sont considérés comme des noeuds sains, et leurs dimensions doivent être prises en considération pour la détermination de la qualité.

Dans les produits utilisés en milieu humide, l'emploi de bouchons doit être évité.

42 Contre-plaqué

Le contre-plaqué doit satisfaire, en ce qui concerne sa qualité, ses dimensions et ses propriétés, aux prescriptions des normes de la SFS.

43 Panneaux lattés et lamellés

La qualité et la structure des panneaux lattés et panneaux lamellés doivent être appropriées à l'usage qui en est fait.

Les panneaux à utiliser comme faces principales doivent comporter des deux côtés 1 + 1 placages collés à angle droit l'un par rapport à l'autre et de telle façon que la direction du fil du placage adhérent à l'âme du panneau soit perpendiculaire au fil du bois qui constitue l'âme.

Les panneaux munis d'un seul placage ou de deux placages à surfaces parallèles dont la direction du fil est perpendiculaire à celle du bois qui constitue l'âme du panneau ne peuvent être utilisés pour les faces principales que s'ils sont recouverts d'un placage collé en travers, d'une feuille de matière plastique lamellée, d'une toile plastifiée, etc.

44 Panneaux de particules

Les panneaux de particules doivent être du type LA/A et satisfaire aux prescriptions de la norme SFS O.IV.2.

45 Panneaux en fibres de bois

- .1 Les panneaux durs doivent avoir une masse volumique au moins égale à 850 kg/m³.
- .2 Les panneaux demi-durs doivent avoir une masse volumique au moins égale à 700 kg/m³.

46 Placage de surface

Les placages utilisés en surface doivent être obtenus par tranchage, sauf en ce qui concerne le bouleau, qui peut être déroulé.

Le placage tranché doit satisfaire aux prescriptions de l'appendice 2. Le placage déroulé doit satisfaire aux prescriptions des normes de la SFS.

47 Feuilles de plastique lamellées

Les feuilles de plastique lamellées doivent satisfaire aux prescriptions de l'appendice 3.

48 Ferrures

Le fabricant doit indiquer dans son offre quel type de ferrures il a utilisé.

49 Siccité

Le bois doit avoir été séché artificiellement. Le taux d'humidité calculé d'après le poids du bois sec ne doit pas dépasser 12 % en cours de fabrication et lors de la livraison.

Le taux d'humidité sert aussi à apprécier l'exactitude des dimensions et de la forme.

5 SPECIFICATIONS RELATIVES AUX PRODUITS

51 Prescriptions générales

Les produits et leurs différents éléments doivent être fabriqués et assemblés avec soin et par du personnel compétent. Sont admis tous les joints qui sont considérés comme bons en menuiserie et dont l'aspect est conforme aux prescriptions valant pour la qualité en question.

Dans les panneaux, les joints ne sont pas admis. Dans les placages, les joints au travers du fil ne sont pas admis.

Les adhésifs doivent répondre aux conditions d'utilisation du produit et résister à l'humidité et aux micro-organismes.

52 Exactitude de la forme

Pour les méthodes de contrôle de la forme, voir l'appendice 1. Les dispositions relatives à l'exactitude de la forme valent pour la date de livraison, pour l'inspection effectuée pendant la période de garantie et pour des bois contenant de 10 à 12 % d'humidité.

La préservation des caractéristiques des produits implique que ceux-ci doivent être stockés et manutentionnés sur le chantier conformément aux spécifications générales RYL 1960 et RT 140.1/B, §§ B.671 et B.673, relatives aux travaux de construction.

- .1 Exactitude des angles (équerrage)

à la livraison	lors de l'inspection effectuée pendant la période de garantie
1 mm	1 mm

.2 Planéité des surfaces (cintre et/ ou gauchissement)		Qualité spéciale	Qualité "à vernir"	Qualité "à peindre"
à la livraison 4 mm	lors de l'inspection effectuée pendant la période de garantie 5 mm	Gerces	Non admises	Non admises
Ces chiffres impliquent que les températures et les conditions d'humidité soient les mêmes des deux côtés de la porte.		Bleuissement	Non admis	Non admis
.3 Régularité des surfaces				
à la livraison	lors de l'inspection effectuée pendant la période de garantie			
avec une règle de 200 mm	0,2 mm	0,3 mm		
53 <u>Panneaux</u> (< 0,5 m ²) ^{1/}		.2 Meneaux et barreaux de vantaux	Noeuds sains ou bouchons	nombre par m
Qualité et épaisseur minimale		Qualité spéciale	Qualité "à vernir"	Qualité "à peindre"
Contre-plaqué, placage de surface obtenu par déroulage		9 mm A1 (A)	9 mm I (B)	9 mm II (S)
Bois		15 mm	15 mm	15 mm
Panneau dur		Non admis	Non admis	2 ou 3 couches, collées, 9 mm au total
		.3 Vantaux de portes vitrées (42mm x 104mm) ^{1/}	Noeuds sains ou bouchons	nombre par m
		1/ Si la surface du panneau est supérieure à 0,5 m ² , l'épaisseur doit être augmentée en conséquence.	1 de 20 2 de 10 mm et petits noeuds sains	2 de 30 mm 3 de 20 mm et petits noeuds sains
54 <u>Panneaux bouvetés</u>		Gerces	Non admises	Non admises
Selon RT 216.0.		Bleuissement	Non admis	Non admis
55 <u>Défauts admis dans les surfaces visibles</u>				
.1 Châssis de fenêtres (42 mm x 42 mm) ^{1/}		Qualité spéciale	Qualité "à vernir"	Qualité "à peindre"
Noeuds sains ou bouchons		Non admis	2 de 10 mm 3 petits noeuds sains	2 de 20 mm 2 de 15 mm et petits noeuds sains
nombre par m		Non admis	2 de 10 mm 3 petits noeuds sains	2 de 20 mm 2 de 15 mm et petits noeuds sains
		.4 Montants et traverses de portes extérieures et de portes à panneaux (40mm x 93mm) ^{1/}	Noeuds sains ou bouchons	nombre par m
		1/ Si la surface du panneau est supérieure à 0,5 m ² , l'épaisseur doit être augmentée en conséquence.	1 de 20 2 de 10 mm et petits noeuds sains	2 de 30 mm 3 de 20 mm et petits noeuds sains

	Qualité spéciale	Qualité "à vernir"	Qualité "à peindre"
Gerces	Non admis	Non admis	Les petites fissures rebouchées sont admis
Bleuissement	Non admis	Non admis	Admis en tant que défaut de coloration

.5 Bâti et
dormants
(42mm x 118mm)^{1/}
Noeuds sains
ou bouchons
nombre par m

1 de 20 mm	2 de 35 mm
3 de 15 mm	3 de 25 mm
et petits noeuds sains	et petits noeuds sains

Gerces	Non admis	Les petites fissures rebouchées sont admis
Bleuissement	Non admis	Admis en tant que défaut de coloration

^{1/} Pour des dimensions inférieures ou supérieures à celles qui sont indiquées ci-dessus, le nombre de noeuds admis augmente ou diminue en conséquence.

56 Finition des surfaces "brutes"

.1 Dans le cas des produits de qualité spéciale, toutes les faces principales doivent être très soigneusement finies. Il ne doit pas y avoir d'accumulations de colle pouvant rendre la finition difficile ou provoquer des défauts de coloration. Les défauts de fabrication ne doivent pas être visibles.

.2 Dans le cas des produits de la qualité "à vernir", les faces principales doivent être soigneusement finies. Il ne doit pas y avoir d'accumulations de colle pouvant rendre la finition difficile ou provoquer des défauts de coloration. Les défauts de fabrication mineurs sont admis uniquement aux endroits qui ne se prêtent pas bien au ponçage à la machine, comme les surfaces qui ne sont que peu ou occasionnellement visibles.

.3 Dans le cas des produits de la qualité "à peindre", les faces principales doivent être finies. Les accumulations de colle pouvant rendre la finition de surface difficile ne sont pas admises. Les défauts de fabrication mineurs sont admis uniquement sur les surfaces qui ne sont que peu ou occasionnellement visibles.

6 DEGRE DE FINITION

Les fenêtres, les portes vitrées, les portes extérieures et autres portes à panneaux sont livrées brutes, vernies ou peintes.

Le vernissage et la peinture doivent être effectués selon la norme RT 148.032.

Si les produits doivent être finis de quelque autre façon, cela doit être indiqué séparément, de même que les matériaux et les méthodes utilisés.

APPENDICE 1

Méthodes de contrôle de la forme

1 Exactitude des angles (équerrage)

L'équerrage est vérifié au moyen d'une équerre en deux points diagonalement opposés. Les points de contrôle doivent se trouver à 500 mm des coins ou à une distance correspondant à la largeur, si cette dernière est inférieure à 500 mm. Le hors-équerre est indiqué en millimètres avec une précision de 0,1 mm.

2 Planéité des surfaces (cintre et/ou gauchissement)

Le cintre d'une surface est mesuré du côté concave à l'aide d'une règle de longueur au moins égale à celle de la surface, le long des diagonales et de tous les bords. Le creux maximum ainsi mesuré est décisif. Il est indiqué en millimètres avec une précision de 1 mm. Le gauchissement se mesure en plaçant la surface sur un plan uni, de façon que trois coins s'appuient sur le plan. La distance du quatrième coin au plan donne la mesure du gauchissement.

Le gauchissement est indiqué en millimètres avec une précision de 1 mm.

3 Régularité des surfaces

La régularité d'une surface se mesure à l'aide d'une règle de 200 mm de longueur que l'on place dans des directions arbitraires sur la surface à contrôler, et d'un dispositif spécial pour mesurer les gerces. Le défaut de régularité est indiqué en millimètres avec une précision de 0,1 mm.

APPENDICE 2

Prescriptions qualitatives concernant les surfaces en bois feuillus étrangers

1 Prescriptions générales

Les bois feuillus étrangers sont des espèces importées (par exemple, chêne, teck, acajou, etc.).

Les présentes dispositions d'appliquent également aux placages tirés d'essences locales.

Ces dispositions valent pour les produits de qualité spéciale et de la qualité "à vernir".

2 Placage

Le placage doit être tranché et avoir une épaisseur d'au moins 0,6 mm. Les joints doivent être parfaits et les feuilles de placage doivent être placées de façon à former un motif uniforme caractéristique du bois de placage en question.

.1 Qualité spéciale

Le placage doit être caractéristique de l'essence en question, exempt de défauts, et avoir une coloration et une structure homogènes. Les pièces rapportées ne sont pas admises.

.2 Qualité "à vernir"

Le placage doit être caractéristique de l'essence en question. De légers défauts de coloration et certaines autres imperfections qui ne nuisent pas à l'aspect général sont admis. Une petite quantité de noeuds de moins de 5 mm (oeils de perdrix) est permise. Les défauts que les placages présentent quelquefois, tels que différences de coloration en surface, boursouflures, points de putréfaction, etc., ne sont pas admis. Sont autorisées les petites retouches, comme les pièces rapportées avec soin et ayant la même couleur et la même structure que le placage adjacent.

3 Bois débité et préparé

L'épaisseur des planches utilisées pour des panneaux de revêtement ne doit pas être inférieure à 5 mm.

.1 Qualité spéciale

Le bois doit être caractéristique de l'espèce en question et les panneaux doivent être exempts de défauts et avoir une coloration et une structure homogènes. Les pièces rapportées ne sont pas admises.

.2 Qualité "à vernir"

Le bois doit être caractéristique de l'espèce en question. De légers défauts sont admis sur la face principale. Les noeuds de moins de 7 mm sont admis dans une certaine mesure. Les différences de coloration et autres imperfections que les bois présentent parfois en surface ne sont pas admises. Les bouchons isolés exécutés avec soin, dont la couleur s'allie à celle du bois et qui ont moins de 15 mm sont admis. Les bouchons doivent être en bois de la même essence et leur fil dans le même sens que le bois adjacent, dans lequel ils doivent être solidement fixés.

APPENDICE 3

Prescriptions qualitatives concernant les feuilles de plastique lamellées

1 Revêtement des bureaux

Les feuilles de plastique lamellées utilisées pour le revêtement des bureaux doivent être sur support en papier, avoir une épaisseur d'au moins $1,4 \pm 0,1$ mm, et satisfaire aux normes suivantes :

Résistance à l'usure : NEMA LD 1-3.03/64 A

Résistance à l'impact : NEMA LD 1-3.03/64 K

Aspect : NEMA LD 1-3.03/64 J

Altérations dues à l'humidité : NEMA LD 1-3.03/64 H

Résistance à la chaleur : SIS 245803 (NEMA LD 1-2.03/64); à l'essai aucune trace n'est admise sur une surface mate; une surface brillante peut perdre un peu de son éclat.

Durabilité dans l'eau bouillante : SIS R 705002 (NEMA LD 1-2.02/64); aucune trace n'est admise sur la surface.

Influence des substances chimiques : SIS 245805 (NEMA LD 1-2.05/64); la classe 3 est obligatoire (il y a trois classes, 1, 2 et 3, la classe 3 étant la meilleure).

Résistance à la lumière : SIS 245804 (NEMA LD 1-2.06/64); le matériau doit être au moins de la classe 5 (il y a huit classes, 1 à 8, la classe 8 étant la meilleure).

Absorption d'eau : SIS 245801 (NEMA LD 1-2.07/64); l'absorption ne doit pas dépasser un maximum de 500 mg/25 cm² pour les feuilles de 1,4 mm d'épaisseur. Pour les feuilles plus épaisses, le maximum est de 10 % de la masse.

2 Revêtement des surfaces verticales

Les feuilles de plastique lamellées utilisées pour le revêtement des surfaces verticales, telles que les vantaux de porte, doivent être sur support papier, avoir une épaisseur d'au moins $0,8 \pm 0,1$ mm, et satisfaire aux normes suivantes :

Résistance à l'usure : NEMA LD 1-4.03/64 A

Résistance à l'impact : NEMA LD 1-4.03/64 G

Aspect : NEMA LD 1-4.03/64 E

Altérations dues à l'humidité : NEMA LD 1-4.03/64 D

Influence des substances chimiques : SIS 245805 (NEMA LD 1-2.05/64); la classe 3 est obligatoire (il y a trois classes, 1, 2 et 3, la classe 3 étant la meilleure).

Résistance à la lumière : SIS 245804 (NEMA LD 1-2.06/64). Le matériau doit être au moins de la classe 5 (il y a huit classes, 1 à 8, la classe 8 étant la meilleure).

Absorption d'eau : SIS 245801 (NEMA LD 1-2.07/64); pour les feuilles de 0,8 mm d'épaisseur, l'absorption maximale peut aller jusqu'à 350 mg/25 cm², et pour les feuilles plus épaisses jusqu'à 12 % de la masse.

3 Revêtement des rayons et étagères

L'épaisseur des feuilles de plastique lamellées utilisées pour le revêtement des rayons et étagères doit être d'au moins $0,8 \pm 0,1$ mm, et le revêtement doit satisfaire aux normes suivantes :

Résistance à l'usure : NEMA LD 1-4.03/64 A

Résistance à l'impact : NEMA LD 1-4.03/64 G

Influence des substances chimiques : SIS 245805 (NEMA LD 1-2.05/64); la classe 3 est obligatoire (il y a trois classes, 1, 2 et 3, la classe 3 étant la meilleure).

4 Autres feuilles de plastique lamellées

On peut utiliser aussi des feuilles de plastique lamellées à support en toile ou en une autre matière, à condition qu'elles répondent à toutes les prescriptions des normes SIS et NEMA mentionnées ci-dessus. Le producteur doit indiquer dans son offre l'épaisseur et le type des feuilles de plastique lamellées qu'il utilise.



PORTES PLANES EN BOIS,
qualité

SFS 2456
SFB A
UDK 674.21

Défauts du bois	RT 210.7
Fenêtres et portes extérieures en bois, qualité	RT 210.81 SFS 2455
Eléments en bois pour stockage, qualité	RT 210.83 SFS 2457
Panneaux planchés, choix du type et qualité	RT 216.01
Finition industrielle des produits de menuiserie	RT 148.032

1 CONTENU

11 La présente norme fixe les critères de qualité des portes planes.

12 La présente norme comprend des dispositions concernant les matériaux utilisés, la construction et la fabrication des portes, ainsi que l'exactitude de la forme et l'aspect des surfaces à l'état brut.

2 NOTATION

Notation : Degré de finition du produit et sa qualité (type de bois), et numéro RT de la présente norme.

Exemple : brut, pin de qualité 1, RT 210.82.
Exemple : peint, qualité 2, RT 210.82.

3 CLASSEMENT SELON LA QUALITE

Les produits sont classés de la façon suivante : qualité spéciale, qualité "à vernir" et qualité "à peindre". La classification se fait d'après la "face principale". Cela signifie que les surfaces autres que celles de la face principale (c'est-à-dire les surfaces qu'on ne voit qu'occasionnellement) peuvent, dans le cas des produits de qualité spéciale et de la qualité "à vernir", être de la qualité immédiatement inférieure sauf spécification contraire.

31 Qualité spéciale, désignée par la lettre E

Cette classe comprend les produits qui satisfont à des critères rigoureux et pour lesquels le bois a été choisi avec un soin particulier. En général, ces produits sont destinés à être vernis.

Dans la classe de qualité E les bâtis sont de la qualité 1.

32 Qualité "à vernir", désignée par le chiffre 1

Il s'agit de la qualité normale des produits destinés à être vernis.

Le type de bois à utiliser pour le bâti, les alaises du vantail de porte et le placage de surface doit être spécifié dans la commande.

33 Qualité "à peindre", désignée par le chiffre 2

Cette classe comprend les produits destinés à être peints.

4 PRESCRIPTIONS APPLICABLES AUX MATERIAUX

41 Bois

.1 Qualité

La base de classement des bois résineux est la qualité standard indiquée dans les règles de classement du bois d'exportation, compte tenu des limitations spécifiées ultérieurement.

Pour les bois feuillus étrangers les dispositions de l'appendice 2 sont applicables.

.2 Aboutages

Les aboutages doivent être à entures multiples ou à mi-bois. La longueur d'un assemblage à mi-bois peut au plus être égale au tiers de la largeur de la pièce rallongée, sans cependant dépasser 50 mm. Pour les produits de qualité spéciale et de la qualité "à vernir", les aboutages visibles ne sont pas admis.

.3 Défauts. Bouchage

Dans les surfaces visibles aucune flache n'est permise. Les noeuds doivent être répartis uniformément et ne sont pas admis aux endroits où ils pourraient nuire à la résistance du bois. Les bouchons doivent être en bois de la même essence et leur fil dans le même sens que le bois adjacent, dans lequel ils doivent être solidement fixés. Les bouchons sont considérés comme des noeuds sains, et leurs dimensions doivent être prises en considération pour la détermination de la qualité.

Dans les produits utilisés en milieu humide, l'emploi de bouchons doit être évité.

42 Contre-plaqué

Le contre-plaqué doit satisfaire, en ce qui concerne sa qualité, ses dimensions et ses propriétés, aux prescriptions des normes de la SFS.

43. Panneaux lattés et lamellés

La qualité et la structure des panneaux lattés et panneaux lamellés doivent être appropriées à l'usage qui en est fait.

Les panneaux à utiliser comme faces principales doivent comporter des deux côtés 1 + 1 placages collés à angle droit l'un par rapport à l'autre et de telle façon que la direction du fil du placage adhérent à l'âme du panneau soit perpendiculaire au fil du bois qui constitue l'âme.

Les panneaux munis d'un seul placage ou de deux placages à surfaces parallèles dont la direction du fil est perpendiculaire à celle du bois qui constitue l'âme du panneau ne peuvent être utilisés pour les faces principales que s'ils sont recouverts d'un placage collé en travers, d'une feuille de matière plastique lamellée, d'une toile plastifiée, etc.

44 Panneaux de particules

Les panneaux de particules doivent être du type LA/A et satisfaire aux prescriptions de la norme SFS O.IV.2.

45 Panneaux en fibres de bois

.1 Les panneaux durs doivent avoir une masse volumique au moins égale à 850 kg/m^3 .

.2 Les panneaux demi-durs doivent avoir une masse volumique au moins égale à 700 kg/m^3 .

46 Placage de surface

Les placages utilisés en surface doivent être obtenus par tranchage, sauf en ce qui concerne le bouleau, qui peut être déroulé.

Le placage tranché doit satisfaire aux prescriptions de l'appendice 2.

Le placage déroulé doit satisfaire aux prescriptions des normes de la SFS.

47 Feuilles de plastique lamellées

Les feuilles de plastique lamellées doivent satisfaire aux prescriptions de l'appendice 3.

48 Ferrures

Le fabricant doit indiquer dans son offre quel type de ferrures il a utilisé.

49 Siccité

Le bois doit avoir été séché artificiellement. Le taux d'humidité calculé d'après le poids du bois sec ne doit pas dépasser 10 % en cours de fabrication et lors de la livraison.

Le taux d'humidité sert aussi à apprécier l'exactitude des dimensions et de la forme.

5 SPECIFICATIONS RELATIVES AUX PRODUITS

51 Prescriptions générales

Les produits et leurs différents éléments doivent être fabriqués et assemblés avec soin et par du personnel compétent. Sont admis tous les joints qui sont considérés comme bons en menuiserie et dont l'aspect est conforme aux prescriptions valant pour la qualité en question.

Les faces doivent être en contre-plaqué d'une épaisseur au moins égale à 2,7 mm, en panneaux durs d'une épaisseur au moins égale à 3,2 mm, ou bien en autres panneaux d'une épaisseur correspondante. Les panneaux de face doivent être fixés à l'âme par collage.

Dans les panneaux, les joints ne sont pas admis. Dans les placages, les joints au travers du fil ne sont pas admis.

Si la structure intérieure ne convient pas pour la fixation des ferrures, des lattes intérieures en bois doivent être prévues ou "les montants" doivent être dimensionnés en fonction des ferrures.

Les adhésifs doivent répondre aux conditions d'utilisation du produit et résister à l'humidité et aux micro-organismes.

Si les produits sont placés dans des endroits constamment humides, ceci doit être spécifié dans la commande.

52 Exactitude de la forme

Pour les méthodes de contrôle de la forme, voir l'appendice 1. Les prescriptions relatives à l'exactitude de la forme valent pour la date de livraison, pour l'inspection effectuée pendant la période de garantie et pour des bois contenant de 8 à 10 % d'humidité.

La préservation des caractéristiques des produits implique que ceux-ci doivent être stockés et manutentionnés sur le chantier conformément aux spécifications générales RYL 1960 et RT 140.1/B, §§ B.671 et B.673, relatives aux travaux de construction.

.1 Exactitude des angles (équerrage)

à la livraison	lors de l'inspection effectuée
1 mm	pendant la période de garantie
	1 mm

.2 Planéité des surfaces (cintre et/ou gauchissement)

à la livraison	lors de l'inspection effectuée
3 mm	pendant la période de garantie
	4 mm

Ces chiffres impliquent que les températures et les conditions d'humidité soient les mêmes des deux côtés de la porte.

.3 Régularité des surfaces

à la livraison	lors de l'inspection effectuée pendant la période de garantie	
avec une règle de 200 mm	0,2 mm	0,3 mm

53 Placage de face

	Qualité spéciale	Qualité "à vernir"	Qualité "à peindre"
Déroulé	A1(A)	I(B)	II(S)

Tranché, voir l'appendice 2

54 Défauts admis dans les surfaces visibles

	Qualité spéciale	Qualité "à vernir"	Qualité "à peindre"
1. Epaisseur des parties visibles du cadre et des alaises du vantail = 40 mm	Non admis	1 de 10 mm et petits noeuds sains	2 de 20 mm et petits noeuds sains
Noeuds sains ou bouchons nombre par m			
Gerces	Non admises	Non admises	Les petites fissures rebouchées sont admises
Bleuissement	Non admis	Non admis	Admis en tant que défaut de coloration
2. Bâti (42mm x 93mm) 1/			
Noeuds sains ou bouchons nombre par m		1 de 20 mm et petits noeuds sains	2 de 30 mm et petits noeuds sains
Gerces		Non admises	Les petites fissures rebouchées sont admises
Bleuissement		Non admis	Admis en tant que défaut de coloration

1/ Pour des dimensions inférieures ou supérieures à celles qui sont indiquées ci-dessus, le nombre de noeuds admis augmente ou diminue en conséquence.

55 Finition des surfaces "brutes"

.1 Dans le cas des produits de qualité spéciale, toutes les faces principales doivent être très soigneusement finies. Il ne doit pas y avoir d'accumulations de colle pouvant rendre la finition difficile ou provoquer des défauts de coloration. Les défauts de fabrication ne doivent pas être visibles.

.2 Dans le cas des produits de la qualité "à vernir", les faces principales doivent être soigneusement finies. Il ne doit pas y avoir d'accumulations de colle pouvant rendre la finition difficile ou provoquer des défauts de coloration. Les défauts de fabrication mineurs sont admis uniquement aux endroits qui ne se prêtent pas bien au ponçage à la machine, comme les surfaces qui ne sont que peu ou occasionnellement visibles.

.3 Dans le cas des produits de la qualité "à peindre", les faces principales doivent être finies. Les accumulations de colle pouvant rendre la finition de surface difficile ne sont pas admises. Les défauts de fabrication mineurs sont admis uniquement sur les surfaces qui ne sont que peu ou occasionnellement visibles.

6 DEGRE DE FINITION

Les portes sont livrées brutes, vernies ou peintes. Les vernissage et la peinture doivent être effectués selon la norme RT 148.032.

Si les produits doivent être finis de quelque autre façon, cela doit être indiqué séparément, de même que les matériaux et les méthodes à utiliser.

APPENDICE 1

Méthodes de contrôle de la forme

1 Exactitude des angles (équerrage)

L'équerrage est vérifié au moyen d'une équerre en deux points diagonalement opposés. Les points de contrôle doivent se trouver à 500 mm des coins ou à une distance correspondant à la largeur, si cette dernière est inférieure à 500 mm. Le hors-équerre est indiqué en millimètres avec une précision de 0,1 mm

2 Planéité des surfaces (cintre et/ou gauchissement)

Le cintre d'une surface est mesuré du côté concave à l'aide d'une règle de longueur au moins égale à celle de la surface, le long des diagonales et de tous les bords. Le creux maximum mesuré est décisif. Il est indiqué en millimètres avec une précision de 1 mm. Le gauchissement se mesure en plaçant la surface sur un plan uni, de façon que trois coins s'appuient sur le plan. La distance du quatrième coin au plan donne le gauchissement de la surface à contrôler.

Le gauchissement est indiqué en millimètres avec une précision de 1 mm.

3 Régularité de surface

La régularité d'une surface se mesure à l'aide d'une règle de 200 mm de longueur que l'on place dans des directions arbitraires sur la surface à contrôler, et d'un dispositif spécial pour mesurer les gerces.

Le défaut de régularité est indiqué en millimètres avec une précision de 0,1 mm.

APPENDICE 2

Prescriptions qualitatives concernant les surfaces en bois feuillus étrangers

Les bois feuillus étrangers sont des espèces importées (par exemple, chêne, teck, acajou, etc.).

Les présentes dispositions s'appliquent également aux placages tirés d'essences locales.

Ces dispositions valent pour les produits de qualité spéciale et de la qualité "à vernir".

2 Placage

Le placage doit être tranché et avoir une épaisseur d'au moins 0,6 mm. Les joints doivent être parfaits et les feuilles de placage doivent être placées de façon à former un motif uniforme caractéristique du bois de placage en question.

.1 Qualité spéciale

Le placage doit être caractéristique de l'essence en question, exempt de défauts, et avoir une coloration et une structure homogènes. Les pièces rapportées ne sont pas admises.

.2 Qualité "à vernir"

Le placage doit être caractéristique de l'essence en question. De légers défauts de coloration et certaines autres imperfections qui ne nuisent pas à l'aspect général sont admis. Une petite quantité de noeuds de moins de 5 mm (oeils de perdrix) est permise. Les défauts que les placages présentent quelquefois, tels que différences de coloration en surface, boursoufflures, points de putréfaction, etc., ne sont pas admis. Sont autorisées les petites retouches, comme les pièces rapportées avec soin et ayant la même couleur et la même structure que le placage adjacent.

3. Bois débité et préparé

L'épaisseur des planches utilisées pour des panneaux de revêtement ne doit pas être inférieure à 5 mm.

.1 Qualité spéciale

Le bois doit être caractéristique de l'essence en question et les panneaux doivent être exempts de défauts et avoir une coloration et une structure homogènes. Les pièces rapportées ne sont pas admises.

.2 Qualité "à vernir"

Le bois doit être caractéristique de l'essence en question. De légers défauts sont admis sur la face principale. Les noeuds de moins de 7 mm sont admis dans une certaine mesure. Les différences de coloration et autres imperfections que les bois présentent parfois sur surface ne sont pas admises. Les bouchons isolés exécutés avec soin, dont la couleur s'allie à celle du bois et qui ont moins de 15 mm sont admis. Les bouchons doivent être en bois de la même essence et leur fil dans le même sens que le bois adjacent, dans lequel ils doivent être solidement fixés.

APPENDICE 3

Prescriptions qualitatives concernant les feuilles de plastique lamellées

1 Revêtement des bureaux

Les feuilles de plastique lamellées utilisées pour le revêtement des bureaux doivent être sur support en papier, avoir une épaisseur d'au moins $1,4 \pm 0,1$ mm et satisfaire aux normes suivantes :

Résistance à l'usure : NEMA LD 1-3.03/64 A

Résistance à l'impact : NEMA LD 1-3.03/64 K

Aspect : NEMA LD 1-3.03/64 J

Altérations dues à l'humidité : NEMA LD 1-3.03/64 H

Résistance à la chaleur : SIS 245803 (NEMA LD 1-2.03/64); à l'essai, aucune trace n'est admise sur une surface mate; une surface brillante peut perdre un peu de son éclat.

Durabilité dans l'eau bouillante : SIS R 705002 (NEMA LD 1-2.02/64); aucune trace n'est admise sur la surface.

Influence des substances chimiques : SIS 245805 (NEMA LD 1-2.05/64), la classe 3 est obligatoire (il y a trois classes, 1 à 3, la classe 3 étant la meilleure).

Résistance à la lumière : SIS 245804 (NEMA LD 1-2.06/64); le matériau doit être au moins de la classe 5 (il y a huit classes, 1 à 8, la classe 8 étant la meilleure).

Absorption d'eau : SIS 245801 (NEMA LD 1-2.07/64), l'absorption ne doit pas dépasser un maximum de 500 mg/25 cm² pour les feuilles de 1,4 mm d'épaisseur; pour les feuilles plus épaisses, le maximum est de 10 % de la masse.

2 Revêtement des surfaces verticales

Les feuilles de plastique lamellées utilisées pour le revêtement des surfaces verticales, telles que les vantaux de porte, doivent être sur support papier, avoir une épaisseur d'au moins $0,8 \pm 0,1$ mm et satisfaire aux normes suivantes :

Résistance à l'usure : NEMA LD 1-4.03/64 A

Résistance à l'impact : NEMA LD 1-4.03/64 G

Aspect : NEMA LD 1-4.03/64 E

Altérations dues à l'humidité : NEMA LD 1-4.03/64 D

Influence des substances chimiques : SIS 245805 (NEMA LD 1-2.05/64); la classe 3 est obligatoire (il y a trois classes, 1, 2 et 3, la classe 3 étant la meilleure).

Résistance à la lumière : SIS 245804 (NEMA LD 1-2.06/64). Le matériau doit être au moins de la classe 5 (il y a huit classes, 1 à 8, la classe 8 étant la meilleure).

Absorption d'eau : SIS 245801 (NEMA LD 1-2.07/64); pour les feuilles de 0,8 mm d'épaisseur, l'absorption maximale peut aller jusqu'au 350 mg/25 cm², et pour les feuilles plus épaisses jusqu'à 12 % de la masse.

3 Revêtement des rayons et étagères

L'épaisseur des feuilles de plastique lamellées utilisées pour le revêtement des rayons et étagères doit être d'au moins $0,8 \pm 0,1$ mm, et le revêtement doit satisfaire aux normes suivantes :

Résistance à l'usure : NEMA LD 1-4.03/64 A
Résistance à l'impact : NEMA LD 1-4.03/64 G
Influence des substances chimiques : SIS 245805 (NEMA LD 1-2.05/64); la classe 3 est obligatoire (il y a trois classes 1, 2 et 3, la classe 3 étant la meilleure).

4 Autres feuilles de plastique lamellées

On peut utiliser aussi des feuilles de plastique lamellées à support en toile ou en une autre matière, à condition qu'elles répondent à toutes les prescriptions des normes SIS et NEMA mentionnées ci-dessus. Le producteur doit indiquer dans son offre l'épaisseur et le type de feuilles de plastique lamellées qu'il utilise.

0 GENERALITES

01 La présente norme indique le nombre et l'emplacement des points de fixation des dormants des fenêtres en bois.

02 Le dormant de la fenêtre est toujours fixé aux jambages. Les dormants dont la largeur minimale est ≥ 12 dm sont aussi fixés par leur traverse haute et leur pièce d'appui. Voir le point 12

1 NOMBRE ET EMPLACEMENT DES POINTS DE FIXATION

11 Nombre et emplacement des points de fixation aux jambages, fig. 2 à 5.

Les distances sont mesurées à partir de l'angle des feuillures du dormant, fig. 1.

Fig. 1

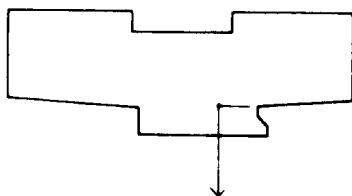


Fig. 2

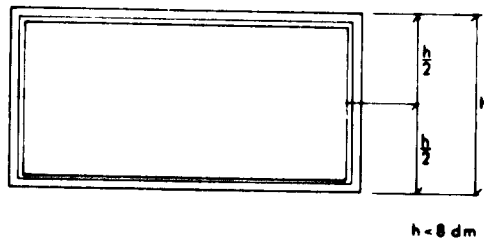


Fig. 3

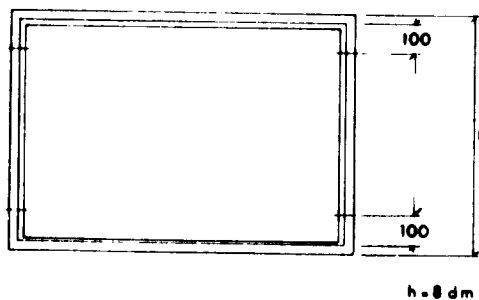


Fig. 4

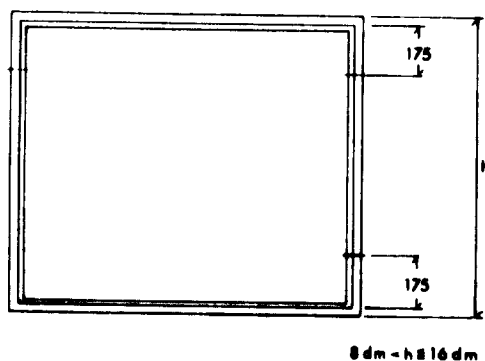
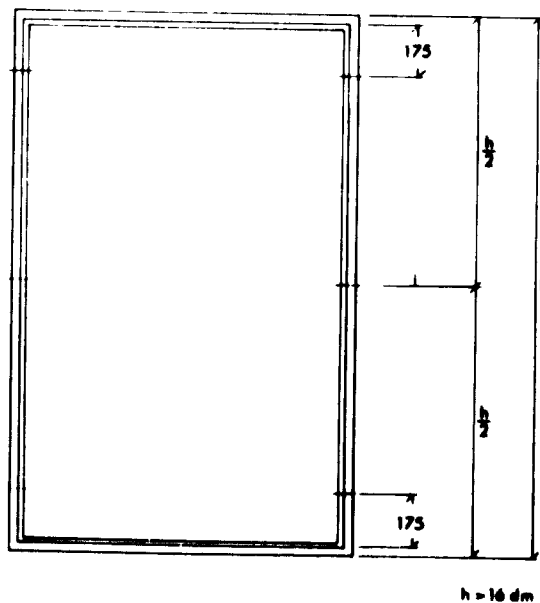


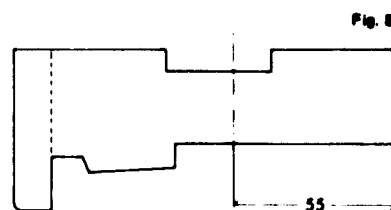
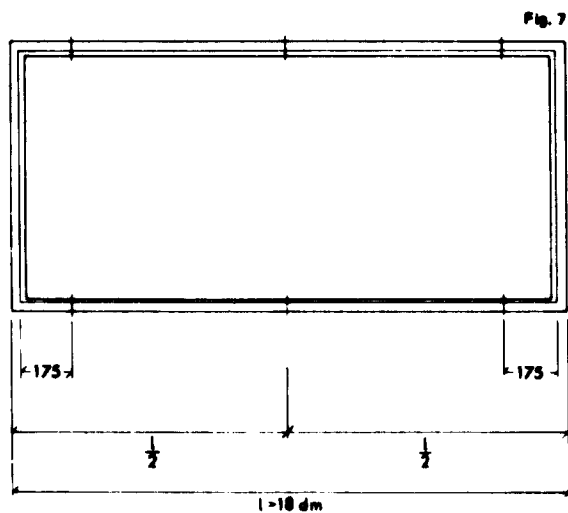
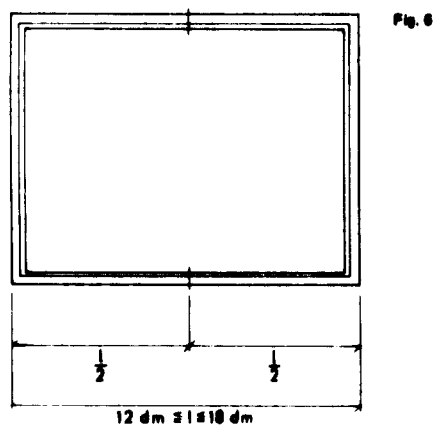
Fig. 5



12 Nombre et emplacement des points de fixation dans la traverse haute et la pièce d'appui du dormant, fig. 6 et 7. Les distances sont mesurées à l'intérieur des feuillures.

Quand la largeur nominale du dormant est inférieure à 12 dm, la fixation par la traverse haute et la pièce d'appui n'est pas nécessaire.

13 L'emplacement des points de fixation dans le sens de l'épaisseur est indiqué sur la figure 8.



Fenêtres	groupe	RT 861...
Fenêtre, bois, installation		RT 860.22

0 GENERALITES

La présente norme porte sur l'emplacement des paumelles ainsi que le nombre et l'emplacement des ferrures de fermeture et d'accouplement dans les fenêtres en bois.

1 POSITION DES PAUMELLES

L'emplacement du milieu des paumelles est mesuré à partir de l'angle du châssis intérieur, voir fig. 1

Nombre de paumelles, voir groupe RT 861 ...

Paumelles des fenêtres accouplées

Les paumelles d'accouplement doivent être placées près des paumelles de suspension. La résistance mécanique du châssis ne doit pas être affaiblie. Entre les châssis accouplés, il faut prévoir un jeu de 1 mm.

11 Paumelles des fenêtres à suspension latérale

111 Fenêtres à suspension latérale avec deux paumelles, fig. 2 et 3.

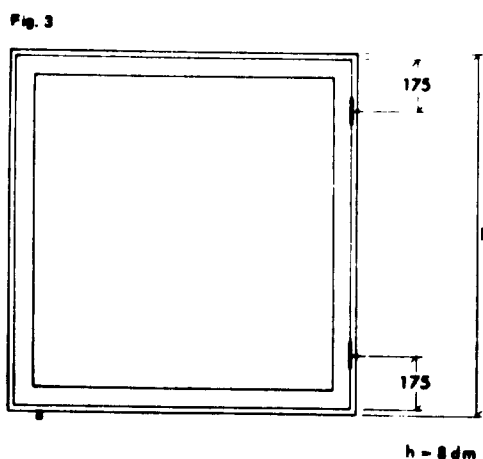
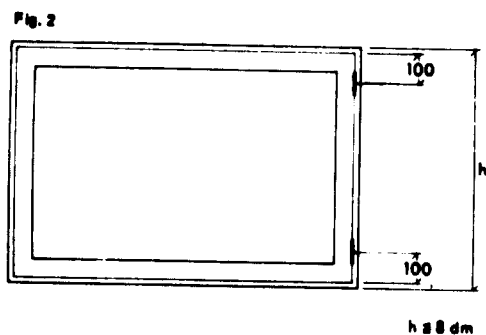
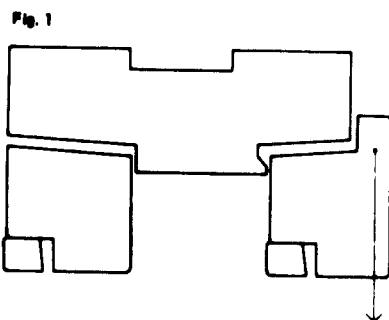
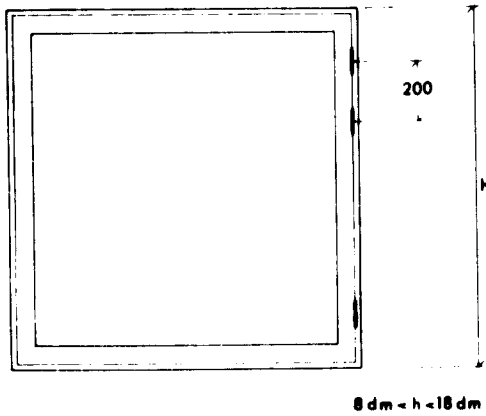


Fig. 4



112 Fenêtres à suspension latérale avec trois paumelles, fig. 4 et 5.

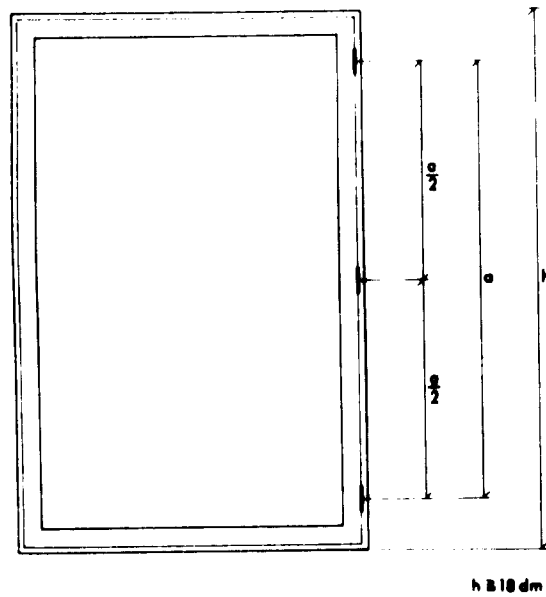
12 Paumelles des fenêtres suspendues par le haut

121 Fenêtres suspendues par le haut avec deux paumelles, fig. 6 et 7.

122 Fenêtres suspendues par le haut avec trois paumelles, fig. 8.

13 Paumelles des fenêtres suspendues par le bas

Fig. 5



Les paumelles des fenêtres suspendues par le bas sont fixées à la traverse du bas à des endroits correspondant à l'emplacement des paumelles des fenêtres suspendues par le haut.

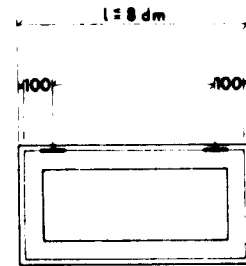


Fig. 6

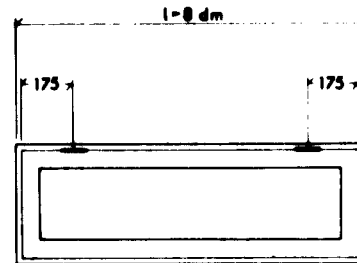


Fig. 7

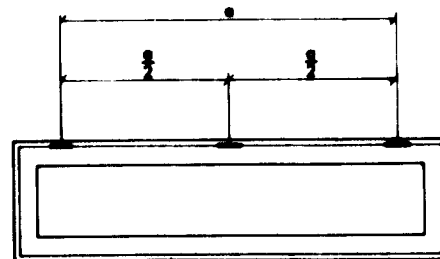
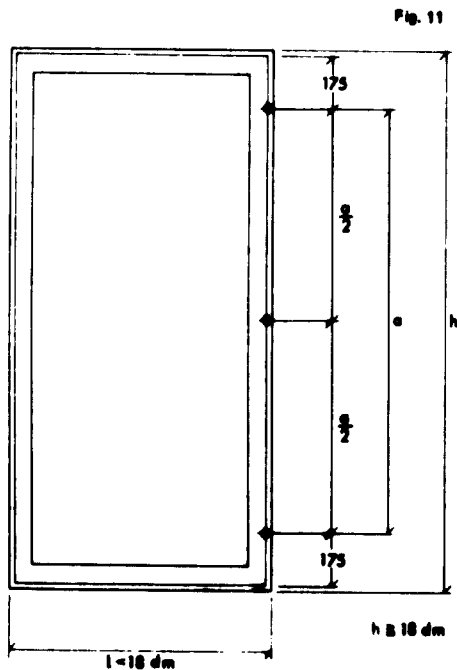
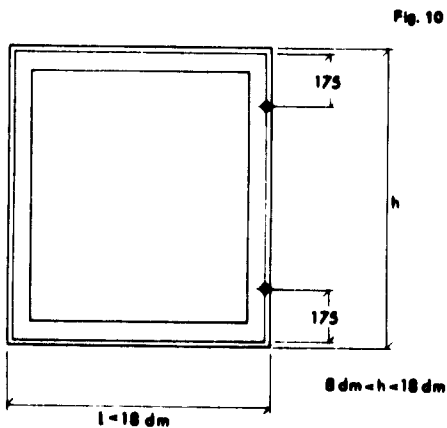
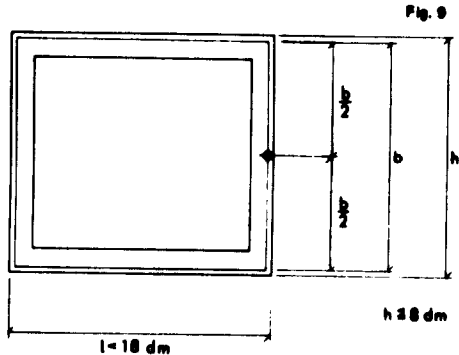


Fig. 8

2 NOMBRE ET EMPLACEMENT DES LOQUETEAUX ET ESPAGNOLETTES



L'emplacement du centre du trou prévu pour recevoir la poignée du loqueteau ou de la crémonne est mesuré à partir de l'angle du châssis intérieur, voir fig. 1.

21 Loqueteaux des fenêtres à suspension latérale, figures 9, 10 et 11

Si la largeur nominale de la fenêtre à suspension latérale est $\geq 18 \text{ dm}$, il doit y avoir en plus des loqueteaux du montant, un loqueteau au milieu de chacune des traverses du haut et du bas.

211 Battants de meneau

Les battants de meneau doivent être munis d'espagnolettes ou de crémonnes avec condamnations aussi bien latérales qu'en bout.

Le nombre et l'emplacement des dispositifs de condamnation latérale des crémonnes ou espagnolettes sont identiques à ceux des loqueteaux séparés montés sur les fenêtres de hauteur correspondante.

La poignée de la crémonne ou de l'espagnolette se trouve au centre du battant quand la hauteur nominale de la fenêtre est $\leq 14 \text{ dm}$, et à 600 mm de l'angle inférieur du châssis quand la hauteur nominale est supérieure à 14 dm .

212 Oculus à châssis d'aération.

Pour les oculus à châssis d'aération dont la hauteur nominale est $\leq 8 \text{ dm}$, il suffit d'un loqueteau à poignée permanente.

Si la hauteur nominale est supérieure à 8 dm , on doit utiliser des crémonnes ou des espagnolettes. Les crémonnes ou espagnolettes doivent comporter des dispositifs de condamnation latérale. Pour le nombre et l'emplacement de ces dispositifs et l'emplacement des poignées, voir sous 211.

22 Loqueteaux des fenêtres suspendues par le haut, figures 12, 13 et 14

23 Loqueteaux des fenêtres suspendues par le bas

Les loqueteaux des fenêtres suspendues par le bas sont fixés à la traverse haute à des endroits correspondant à l'emplacement des loqueteaux des fenêtres suspendues par le haut.

Fig. 12

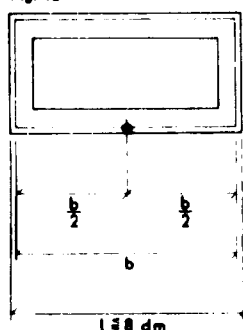


Fig. 13

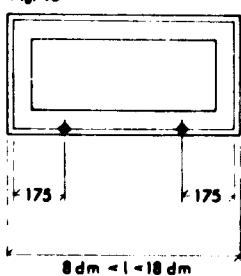
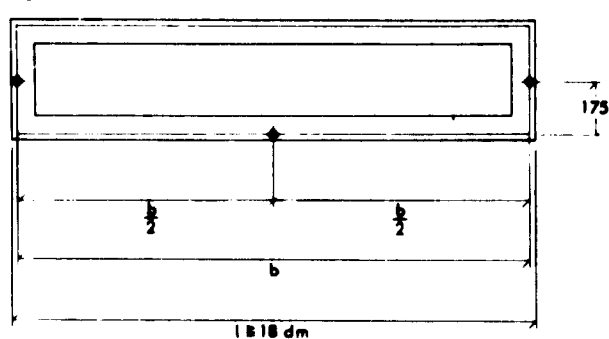


Fig. 14



3 NOMBRE ET EMPLACEMENT DES FERRURES D'ACCOUPLLEMENT

Dans les fenêtres à châssis accouplés, le nombre de ferrures d'accouplement doit être égal à celui des loqueteaux mais pas inférieur à 2. Les ferrures d'accouplement sont placées près des loqueteaux. La résistance mécanique du châssis doit rester la même. Entre les châssis accouplés doit être prévu un jeu de 1 mm.



FENETRES, BOIS, OUVERTURE VERS L'INTERIEUR,
CHASSIS DOUBLE

SFS/RT 861.42E

SFB X(31)
UDK 69 028 21 674

Fenêtres, nomenclature SFS/RT 860.00
Fenêtres et portes extérieures en bois, qualité SFS/RT 210.81

1 Contenu

11 La présente norme SFS/RT concerne les fenêtres modulaires en bois avec châssis doubles ouvrant vers l'intérieur.

12 Cette norme donne les dimensions extérieures du dormant, les dimensions des éléments du dormant et du châssis et les jeux ainsi que les dimensions standard, dimensions des feuillures pour vitrage, dimensions des vitres et nombre de paumelles des fenêtres à un seul vantail fabriquées selon un module horizontal de 3M.

2 Notation

Les dimensions nominales des fenêtres standard sont données en dm, largeur x hauteur.

Notation : désignation de la fenêtre, dimension nominale et numéro de la présente norme.

Exemple : Fenêtre à un seul vantail 15 x 12 SFS/RT 861.42. Dans la commande doivent être mentionnés le degré de finition et la classe de qualité selon la norme SFS/RT 210.81.

3 Base d'établissement des dimensions

Module de base $M = 1 \text{ dm} = 100 \text{ mm}$.

Les dimensions coordonnées des fenêtres sont des dimensions modulaires dont la valeur est un multiple du module de base. Pour l'établissement des dimensions, il est considéré que le taux d'humidité du bois, calculé par rapport au poids sec, est $\leq 12 \%$.

4 Etablissement des dimensions

Le principe de l'établissement des dimensions est illustré par la fig. 1.

41 Les dimensions extérieures des dormants sont inférieures de $10 \pm 2 \text{ mm}$ aux dimensions coordonnées correspondantes des baies. Fig. 1.

42 Les dimensions des feuillures pour vitrage des fenêtres à un seul vantail sont inférieures de $156 \pm 1 \text{ mm}$ aux dimensions coordonnées correspondantes des baies. Fig. 1.

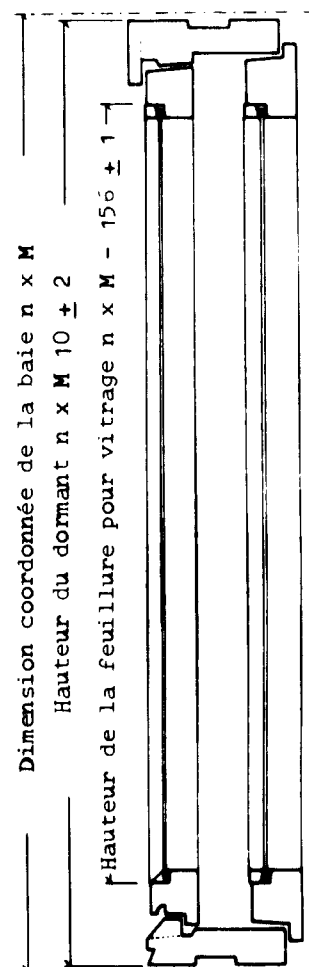
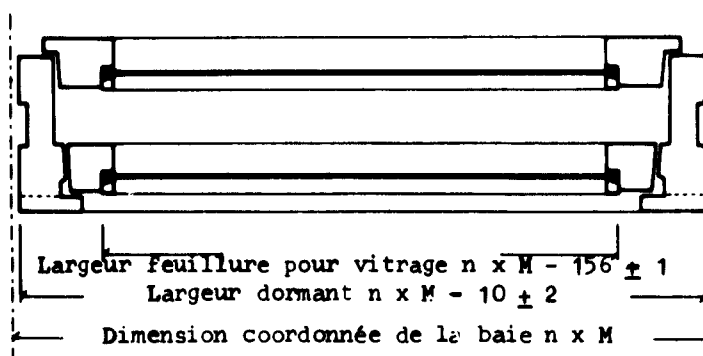


Fig. 1
 $M = 100 \text{ mm}$
 n est un nombre entier ≥ 3



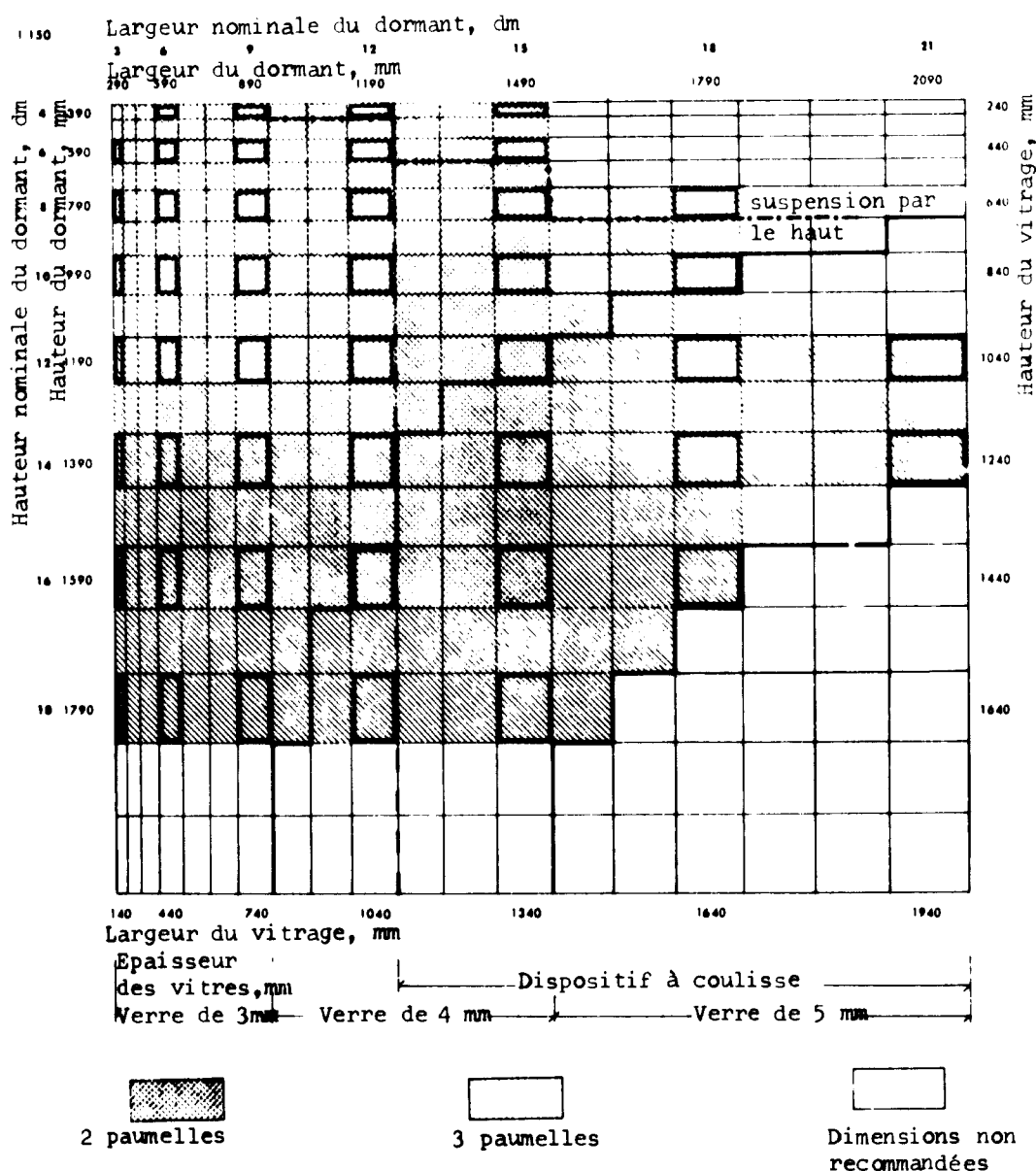
43 Les dimensions de base du vitrage des fenêtres à un seul vantail sont inférieures de 160 mm aux dimensions coordonnées correspondantes des baies.

45 Les jeux indiqués valent pour les fenêtres non finies, munies de leurs ferrures.

Jeu	Châssis extérieur	Châssis intérieur
au battant de noix	2 mm	2 mm
au montant de meneau	3 4 mm	3 4 mm
à la traverse haute	2,5 3,5 mm	2,5 3,5 mm
à la traverse basse	3,5 4,5 mm	3 4 mm

5 Dimensions standard des fenêtres à un seul vantail

Dans le tableau, la zone hachurée comprend les dimensions recommandées pour les fenêtres à un seul vantail. Les fenêtres standard dont la largeur est basée sur le module 3M sont représentées par des rectangles encadrés. Les dimensions nominales des fenêtres standard ainsi que leurs dimensions réelles hors-tout sont indiquées le long des bords supérieur et gauche du tableau. Les dimensions correspondantes du vitrage sont indiquées le long des bords inférieur et droit. L'épaisseur du verre est indiquée au bas du tableau et dans le tableau même, où elle est représentée par un trait de séparation plein. Le nombre de paumelles est désigné par des hachures différentes et les dimensions des fenêtres à suspendre par le haut sont celles indiquées au-dessus de la ligne en traits et pointillés. La ligne en traits discontinus délimite la zone à l'intérieur de laquelle les fenêtres à suspension latérale doivent être munies d'un dispositif à coulisse.



6 Fenêtres combinées

On peut former des fenêtres à deux vantaux ou davantage en combinant des fenêtres à un seul vantail. Ces types de fenêtres et de portes vitrées sont assemblés comme indiqué sur la figure 2.

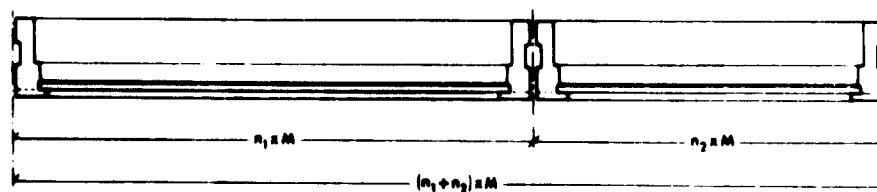
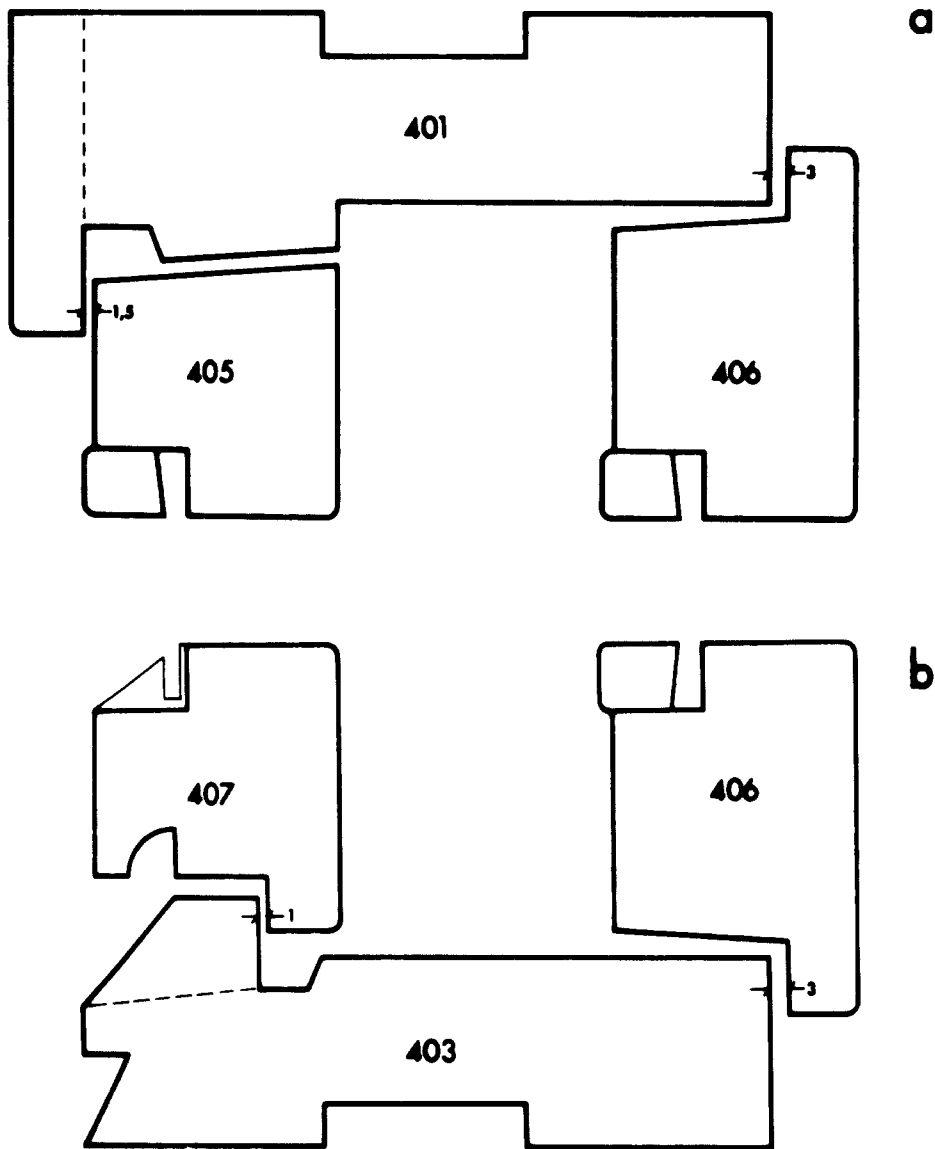
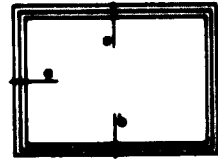
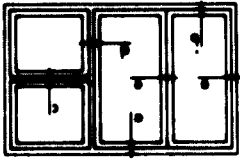


Fig. 2
Assemblage modulaire de fenêtres

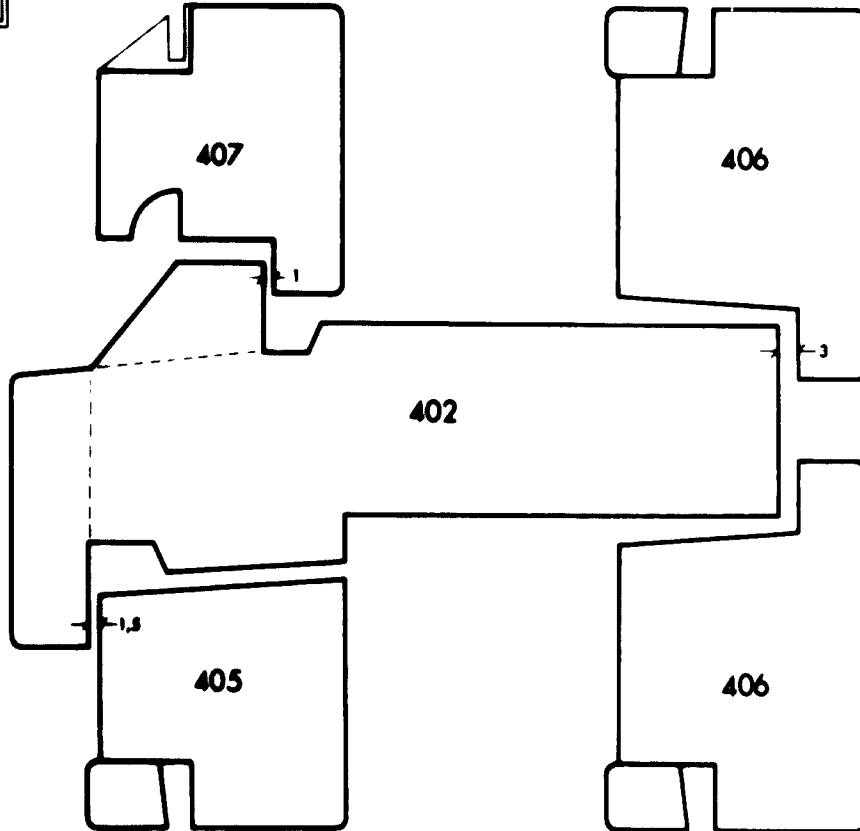
Ajustage des éléments du châssis aux éléments du dormant pour les fenêtres à un seul vantail



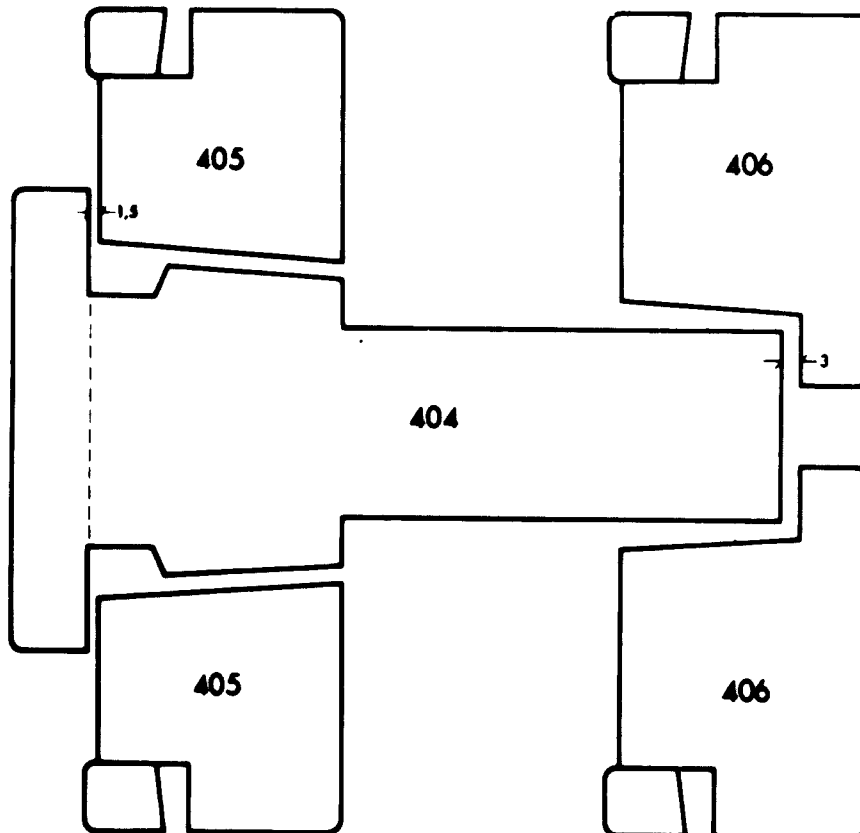
Ajustage des battants de meneau et des traverses du châssis
aux meneaux et traverses du dormant

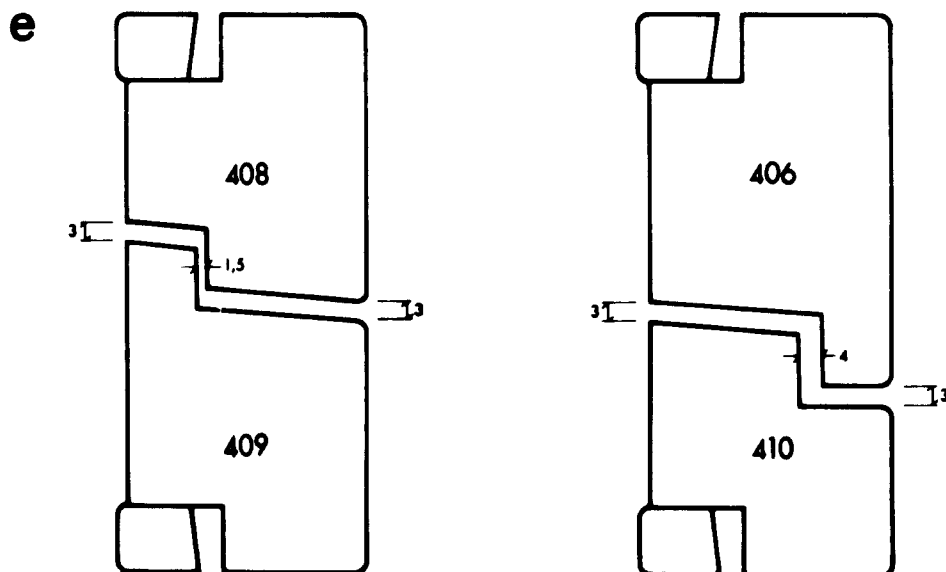


c



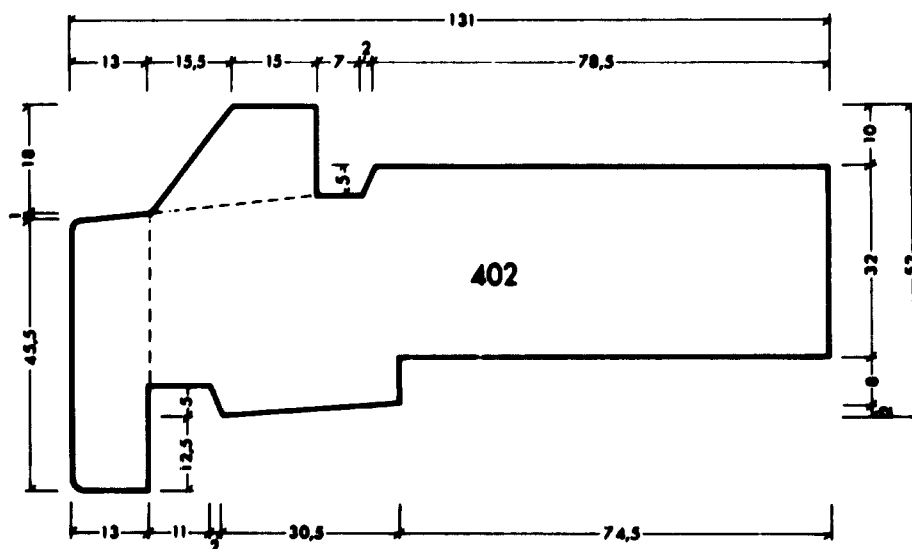
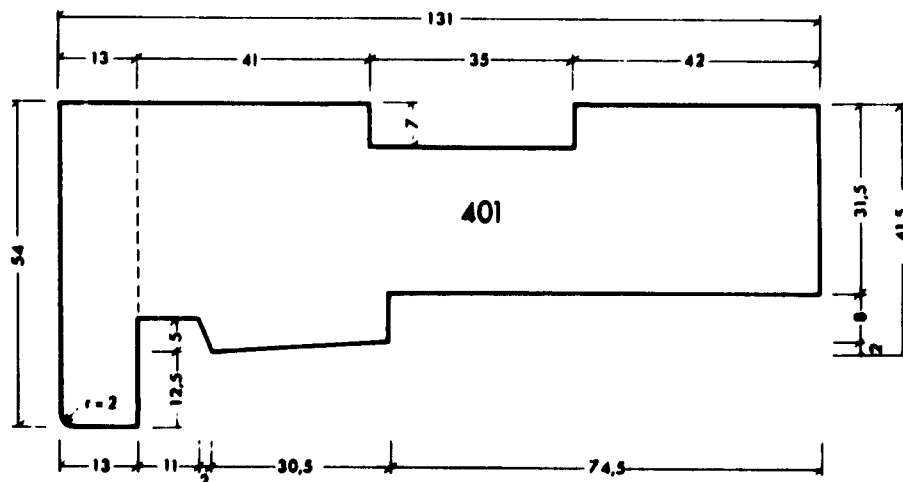
d

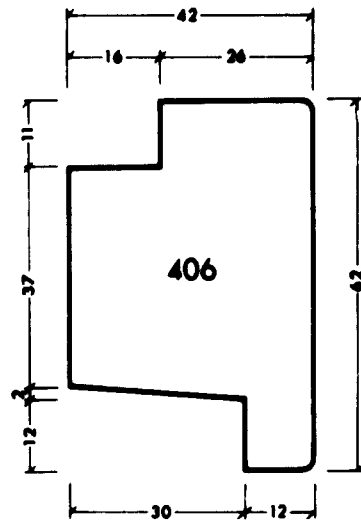
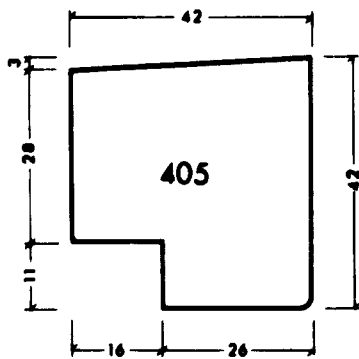
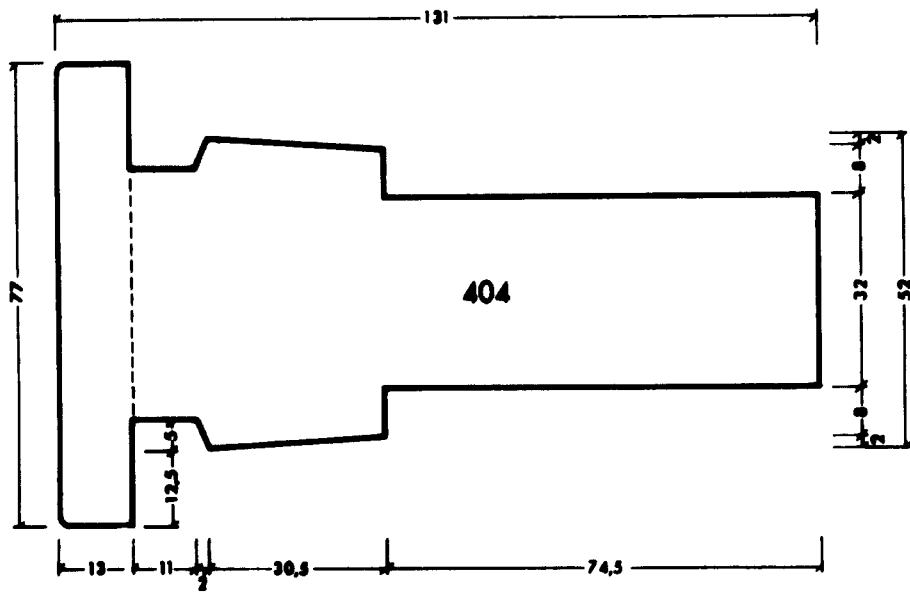
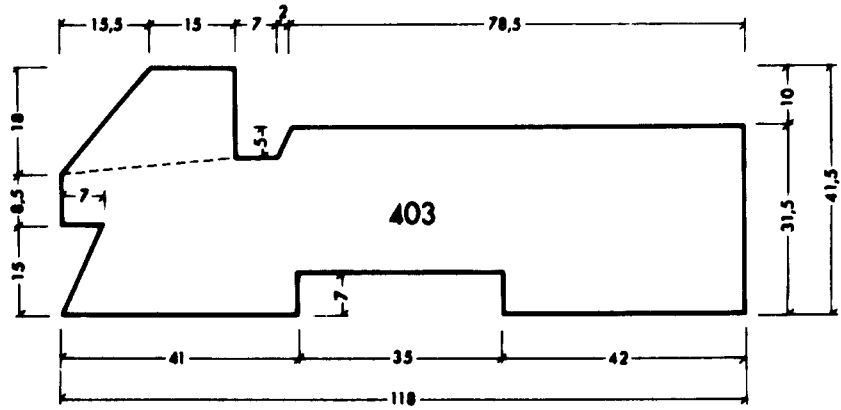


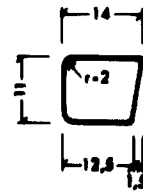
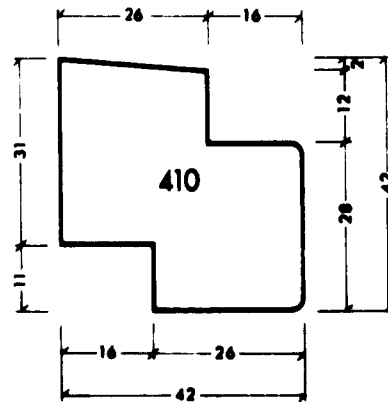
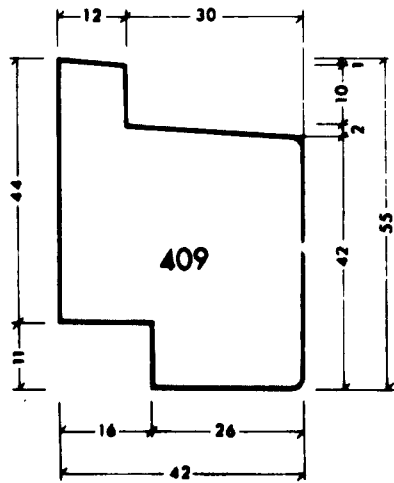
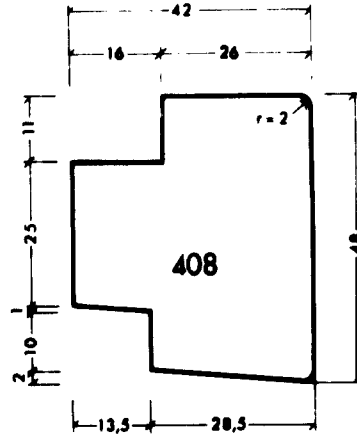
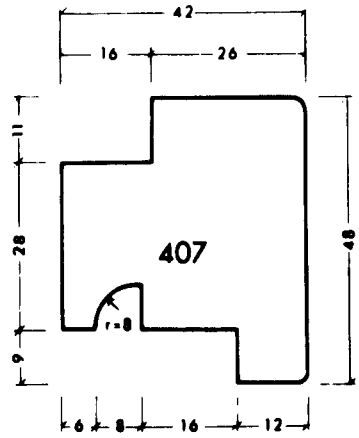


Dimensions de base des éléments du dormant et du châssis

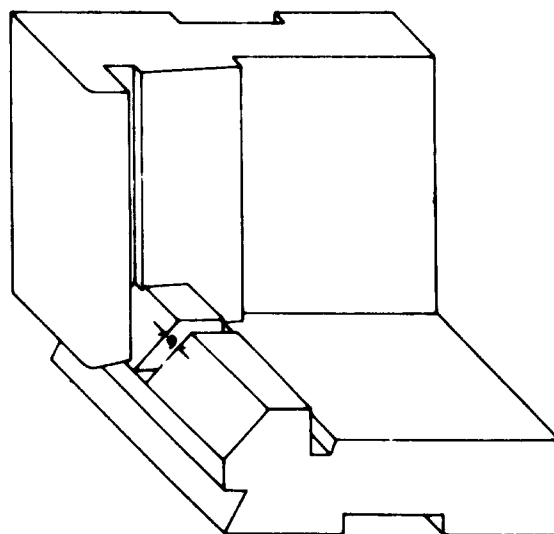
Les tolérances pour les cotes principales des éléments sont de ± 1 mm.







Système d'évacuation d'eau



FENÊTRES, BOIS, OUVERTURE VERS L'INTERIEUR,
CHASSIS ACCOUPLES

1968 **RT 861.46E**
SFB X(31)
UDK 69.028.21 674

Fenêtres, nomenclature	SFS/RT 860.00
Fenêtres	groupe RT 861...
Fenêtres et portes extérieures en bois, qualité	SFS/RT 210.81

0 Généralités

01 La présente norme RT concerne les fenêtres modulaires en bois avec châssis accouplés ouvrant vers l'intérieur.

02 Cette norme donne les dimensions extérieures du dormant, les dimensions des éléments du dormant et du châssis et les jeux ainsi que les dimensions standard, dimensions des feuillures pour vitrage, dimensions des vitres et nombre de paumelles des fenêtres à un seul vantail fabriquées selon un module horizontal de 3M.

1 Notation

Les dimensions nominales des fenêtres standard sont données en dm, largeur x hauteur.

Notation : désignation de la fenêtre, dimension nominale et numéro de la présente feuille RT.

Exemple : Fenêtre à un seul vantail 15 x 12 RT 861.46.

Dans la commande doivent être mentionnés le degré de finition et la classe de qualité selon la norme SFS/RT 210.81.

2 Base d'établissement des dimensions

Module de base M = 1 dm = 100 mm.

Les dimensions coordonnées des fenêtres sont des dimensions modulaires dont la valeur est un multiple du module de base. Pour l'établissement des dimensions, il est considéré que le taux d'humidité du bois, calculé par rapport au poids sec est $\leq 12\%$.

3 Etablissement des dimensions

Le principe de l'établissement des dimensions est illustré par la fig. 1.

31 Les dimensions extérieures des dormants sont inférieures de 10 ± 2 mm aux dimensions coordonnées correspondantes des baies. Figure 1.

32 Les dimensions des feuillures pour vitrage des fenêtres à un seul vantail sont inférieures aux dimensions coordonnées correspondantes des baies de 156 ± 1 mm horizontalement et de 166 ± 1 mm verticalement. Fig. 1.

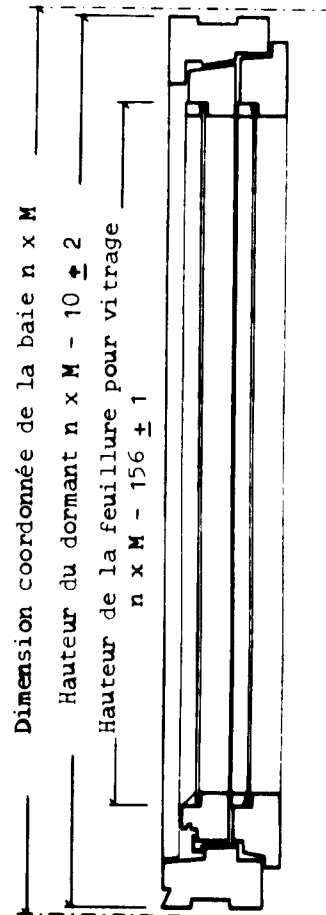
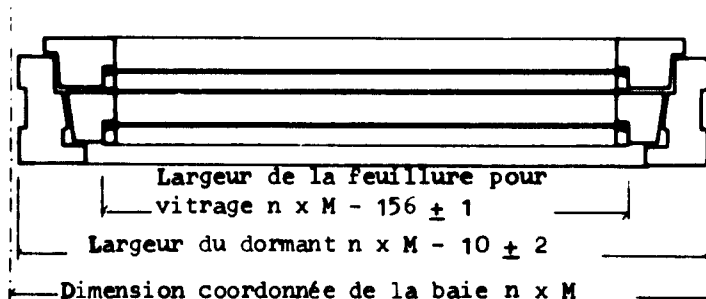


Fig. 1
M = 100 mm
n est un nombre entier ≥ 3



33 Les dimensions de base du vitrage des fenêtres à un seul vantail sont inférieures aux dimensions coordonnées correspondantes des baies de 160 mm horizontalement et de 170 mm verticalement.

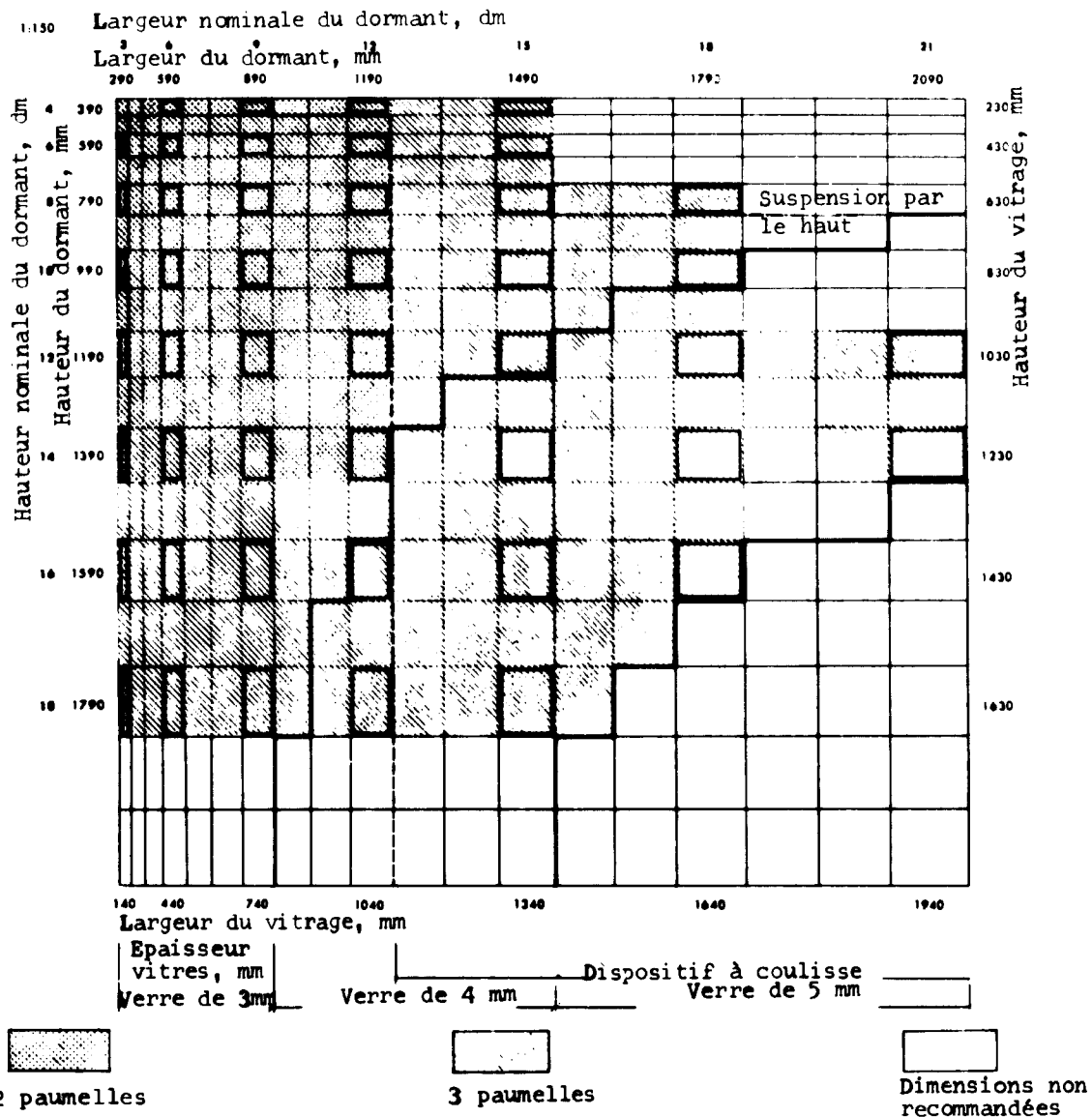
34 Dimensions des sections transversales, voir les figures.

35 Les jeux indiqués valent pour les fenêtres non finies munies de leurs ferrures.

Jeu	Châssis extérieur et intérieur	
au battant de noix	2	mm
au battant de meneau	3 ... 4	mm
à la traverse haute	2,5 ... 3,5	mm
à la traverse basse	3 ... 4	mm

4 Dimensions standard des fenêtres à un seul vantail

Dans le tableau, la zone hachurée comprend les dimensions recommandées pour les fenêtres à un seul vantail. Les fenêtres standard dont la largeur est basée sur le module 3M sont représentées par des rectangles encadrés. Les dimensions nominales des fenêtres standard ainsi que leurs dimensions réelles hors-tout sont indiquées le long des bords supérieur et gauche du tableau. Les dimensions correspondantes du vitrage sont indiquées le long des bords inférieur et droit. L'épaisseur du verre est indiquée au bas du tableau et dans le tableau même, où elle est représentée par un trait de séparation plein. Le nombre de paumelles est désigné par des hachures différentes et les dimensions des fenêtres à suspendre par le haut sont celles indiquées au-dessus de la ligne en traits et pointillés. La ligne en traits discontinus délimite la zone à l'intérieur de laquelle les fenêtres à suspension latérale doivent être munies d'un dispositif à coulisse.



5 Fenêtres combinées

On peut former des fenêtres à deux vantaux ou davantage en combinant des fenêtres à un seul vantail. Ces types de fenêtres et de portes vitrées sont assemblés comme indiqué sur la figure 2.

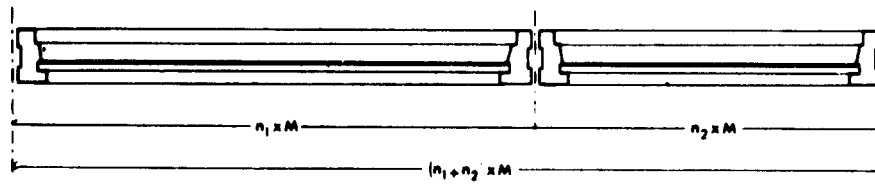
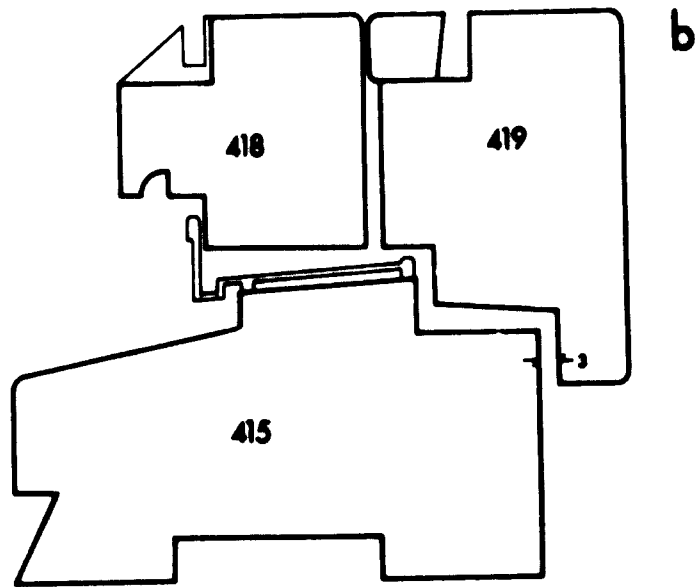
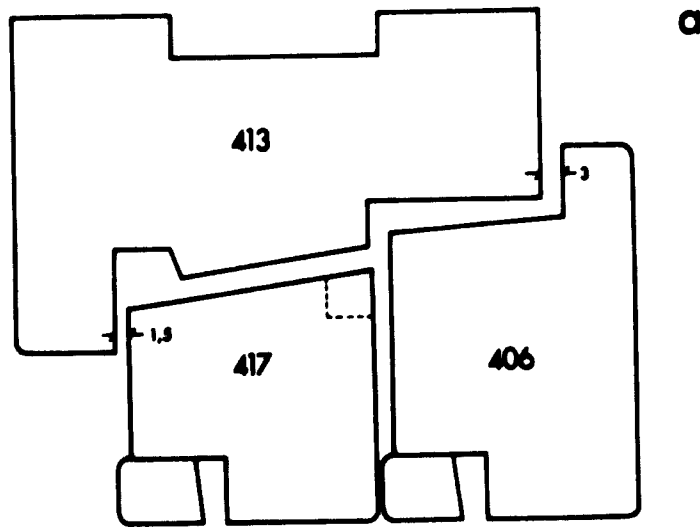
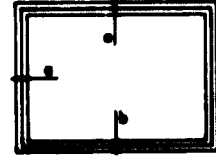
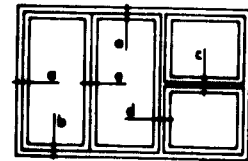
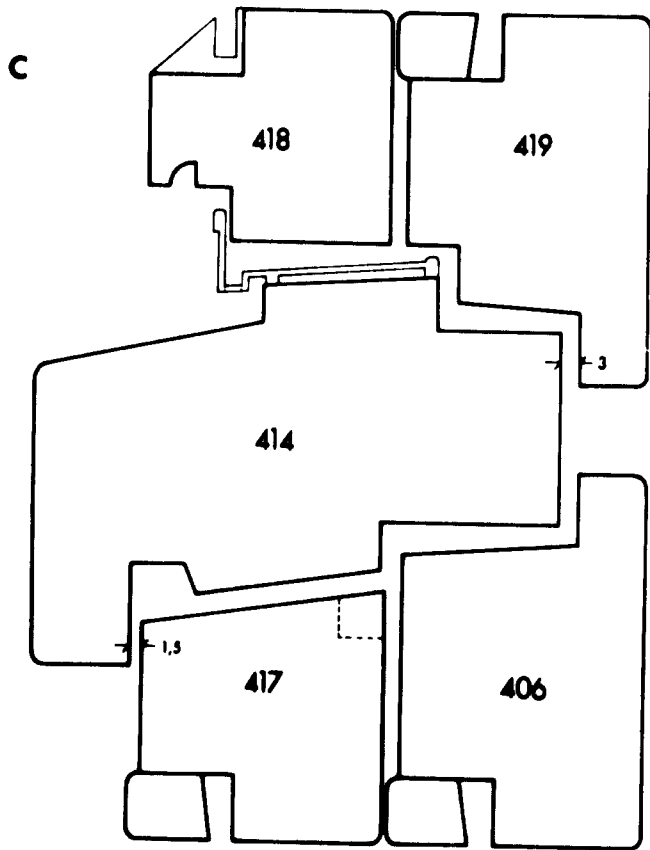


Fig. 2
Assemblage modulaire de fenêtres

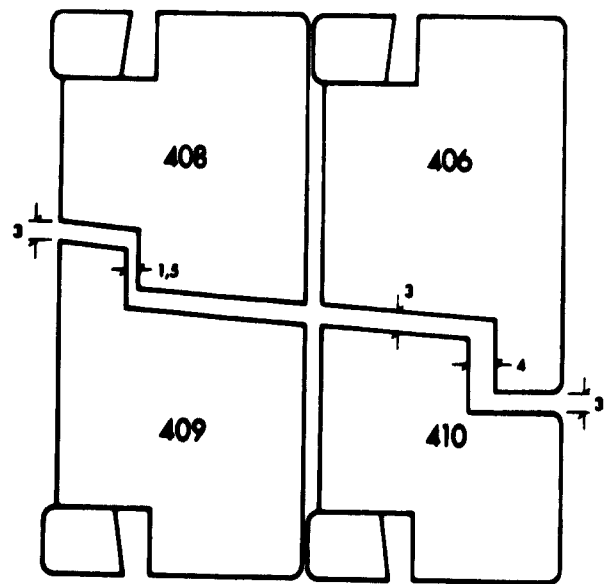
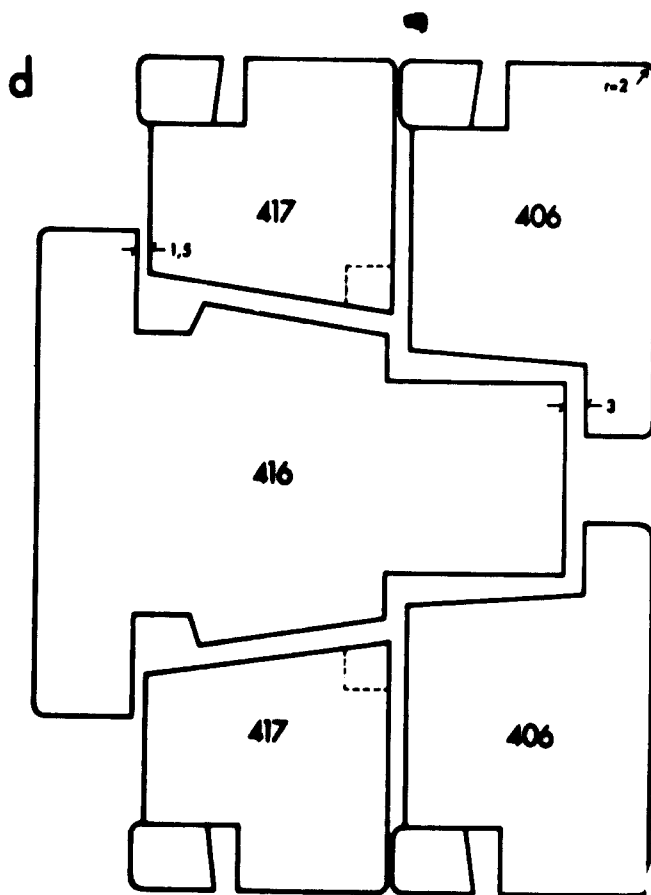
Ajustage des éléments du châssis aux éléments du dormant pour les fenêtres à un seul vantail



Ajustage des battants de meneau et des traverses du châssis aux meneaux et traverses du dormant

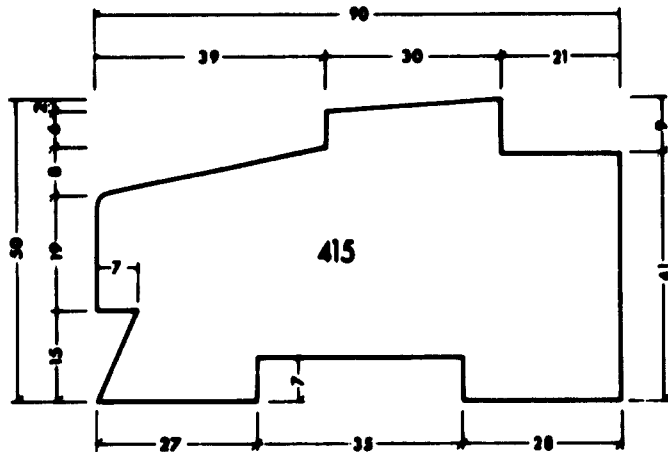
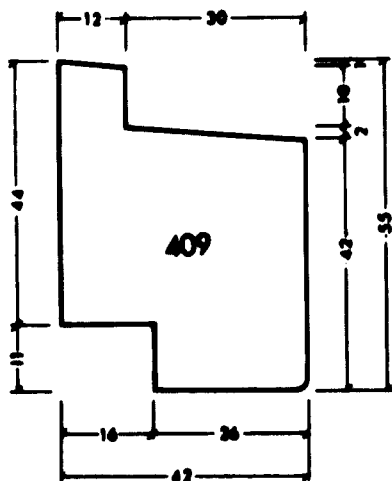
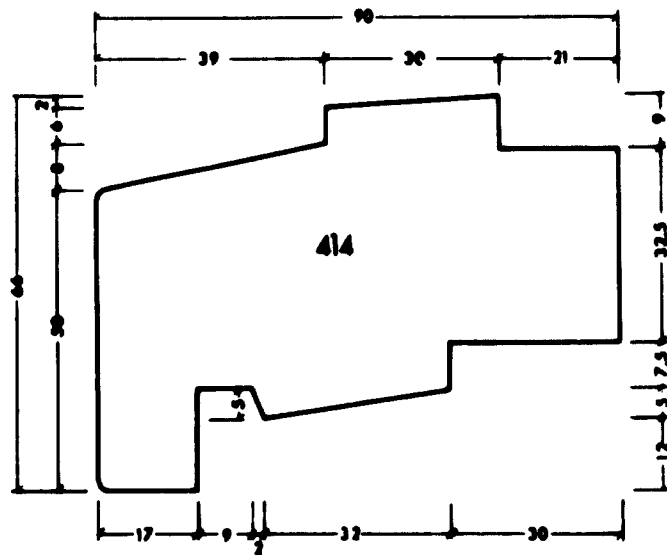
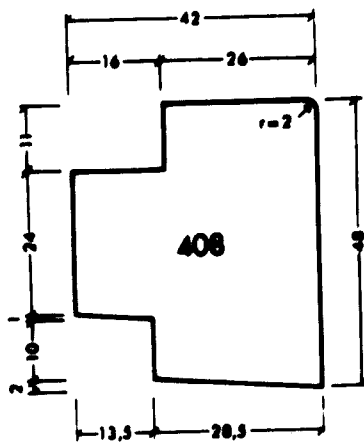
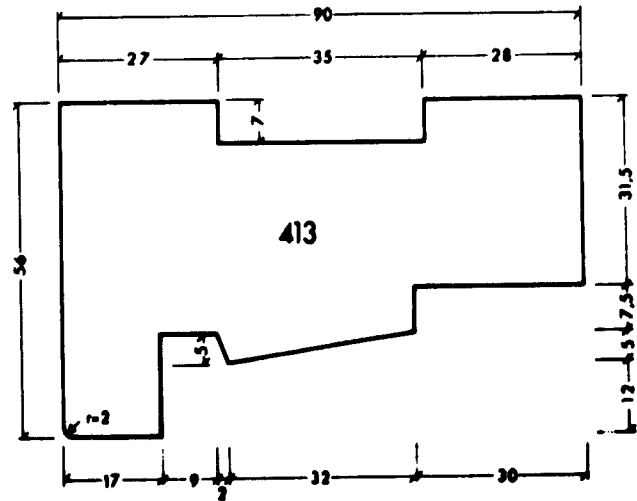
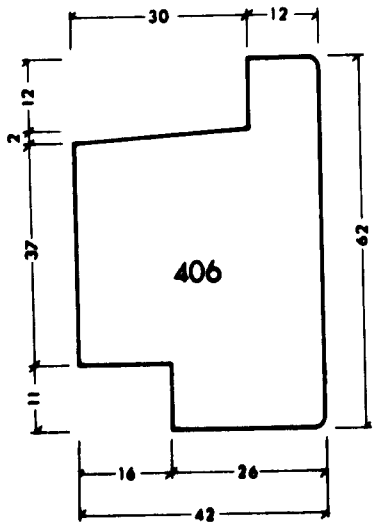


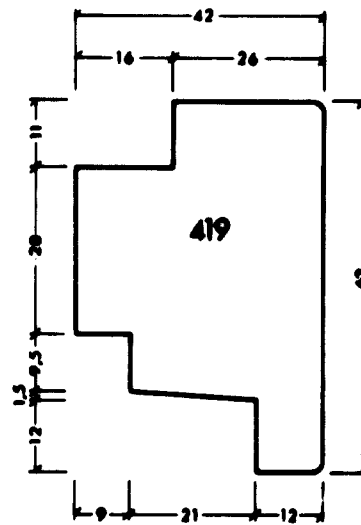
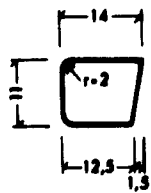
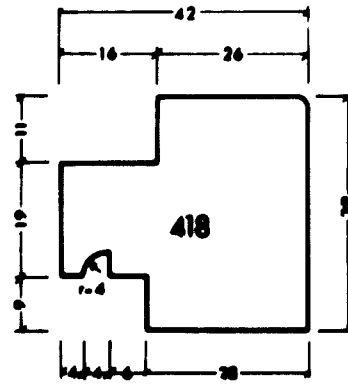
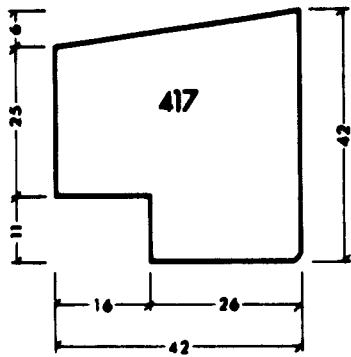
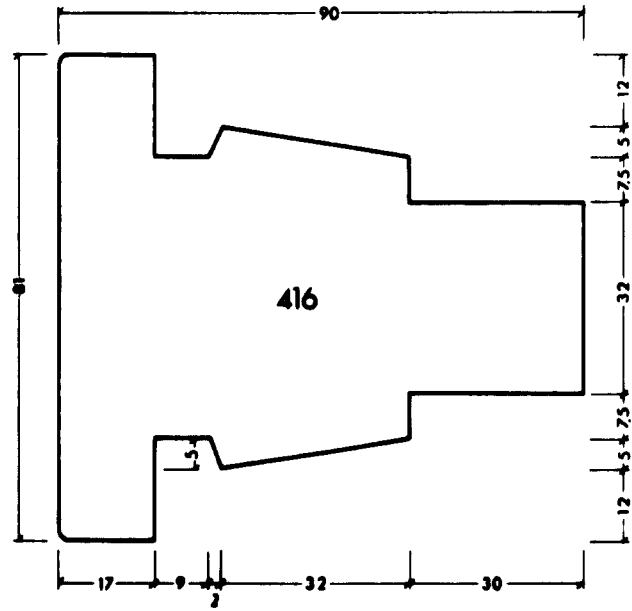
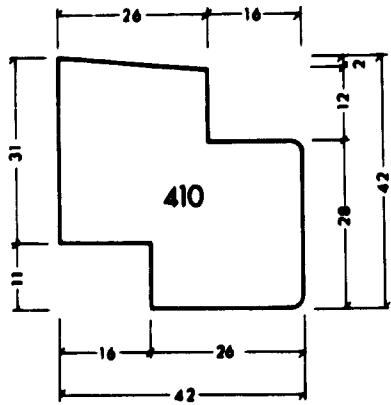
e



Dimensions de base des éléments du dormant et du châssis

Les tolérances pour les cotes principales des éléments sont de ± 1 mm.





PORTES VITRÉES, BOIS, OUVERTURE VERS L'INTERIEUR,
VANTAUX ACCOUPLES

1968 RT 862.46E
SFB X(31)
UDK 69.028.23.674

Portes vitrées, nomenclature		RT 862.00
Portes vitrées	groupe	RT 862...
Fenêtres et portes extérieures en bois, qualité	SFS/RT	210.81
La fenêtre pour cette porte est		RT 861.46

01 La présente norme RT décrit des portes en bois vitrées, avec châssis accouplés, ouvrant vers l'intérieur.

02 Cette norme donne les dimensions de fabrication du bâti (largeur), des éléments du bâti et des vantaux et les jeux des vantaux.

1 ETABLISSEMENT DES DIMENSIONS

Pour l'établissement des dimensions, il est considéré que le taux d'humidité du bois, calculé par rapport au poids sec, ne dépasse pas 12 %.

11 La dimension coordonnée du bâti des portes vitrées est, en largeur, une dimension modulaire de $9 \times M = 900$ mm. La dimension de fabrication du bâti est, en largeur, de $9PM - 10 \pm 2$ mm = 890 ± 2 mm. Figure 2.

12 Une porte vitrée et une fenêtre adjacentes doivent avoir des dimensions verticales telles que les traverses hautes de leurs bâtis se trouvent au même niveau. Pour la dimension de fabrication, en hauteur, une déviation de ± 2 mm est admise.

13 Dimensions des sections transversales, voir les figures. Les tolérances normales admises pour les principales dimensions de fabrication des éléments du bâti et des vantaux sont de ± 1 mm.

14 Les jeux indiqués valent pour les portes assemblées munies de leurs ferrures mais sans traitement de surface.

Jeu

au montant de suspension	2 mm
au montant de fermeture	3 ... 4 mm
à la traverse haute	2 ... 3 mm
à la traverse basse (châssis intérieur)	4 ... 5 mm

15 L'épaisseur des vitres utilisées dans les portes vitrées est de 5 mm au moins.

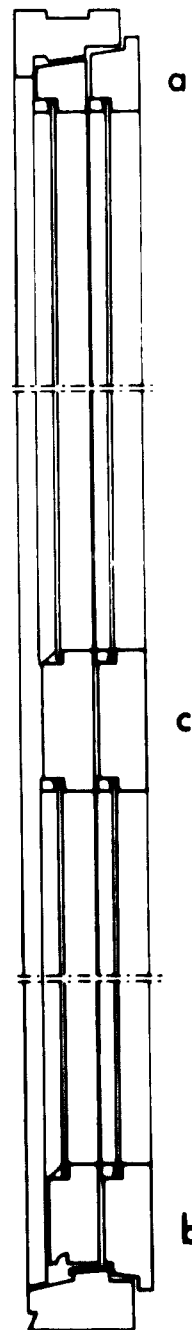
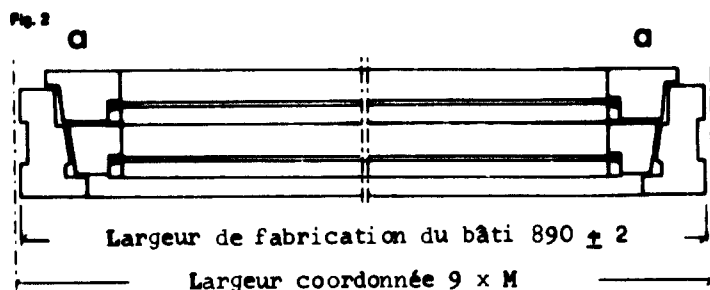


Fig. 1
M = 100 mm
n est un nombre entier > 3

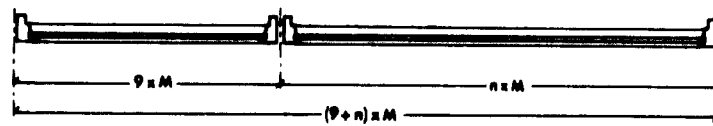
2 COMBINAISONS DE PORTES VITREES ET DE FENETRES

Ces portes vitrées et les fenêtres conçues pour être installées en combinaison avec elles doivent être assemblées conformément à la figure 3.

3 ASPECT DE LA PORTE

Les sections des éléments représentés sur la présente feuille RT sont conçues pour les panneaux vitrés seulement.

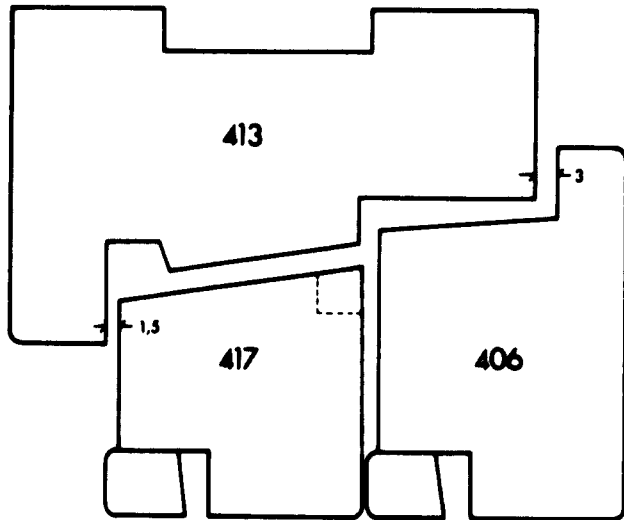
Fig. 3
Assemblage modulaire d'une porte vitrée et d'une fenêtre



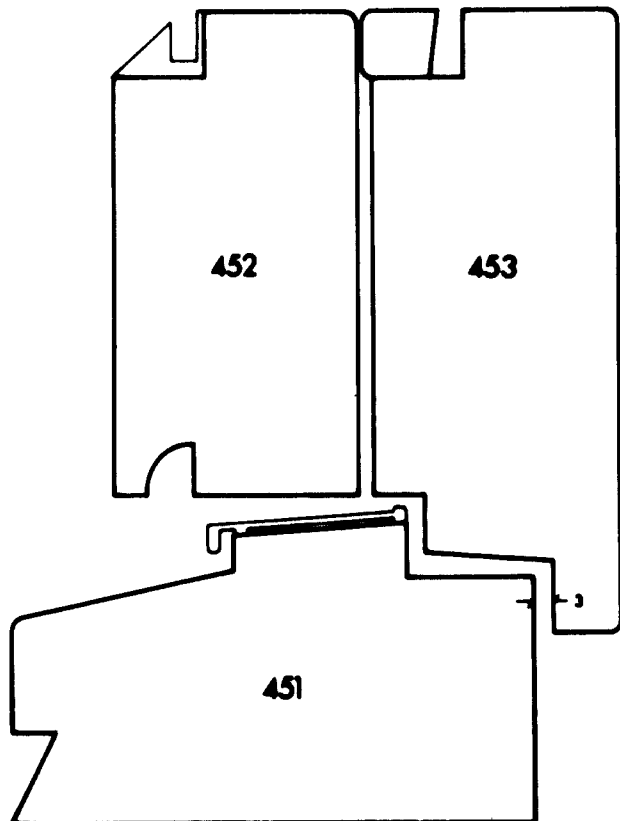
Ajustage des éléments du bâti et des vantaux

Le seuil doit être pourvu d'un profilé de protection en métal, du type représenté sur la figure.

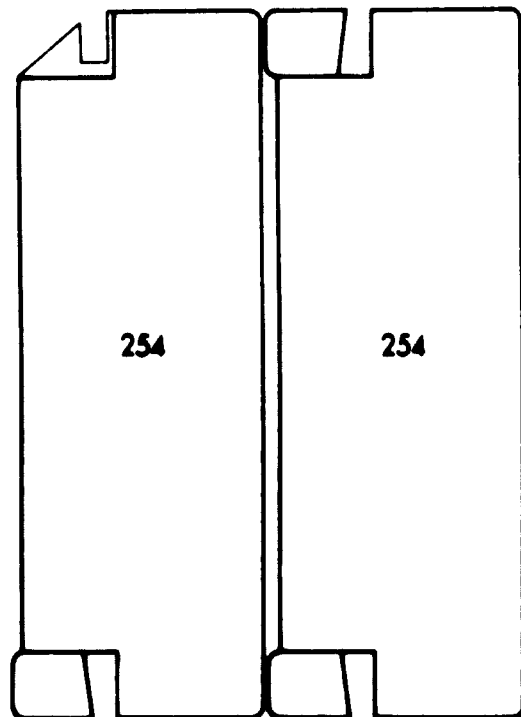
a



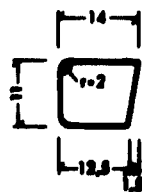
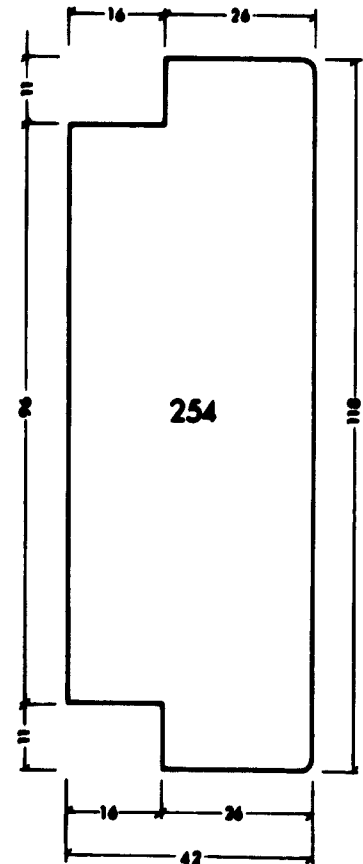
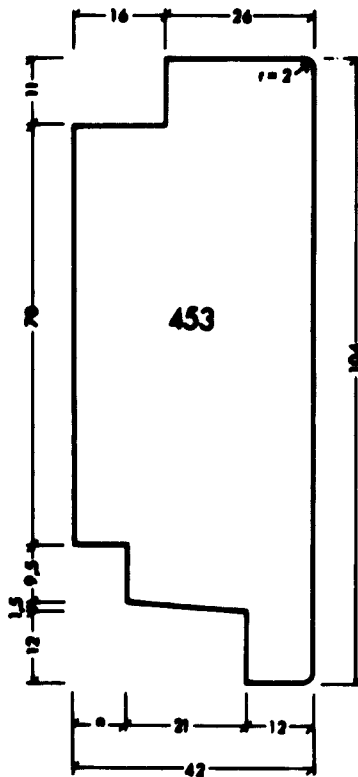
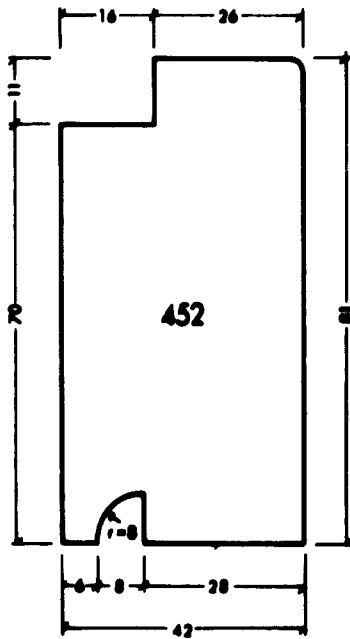
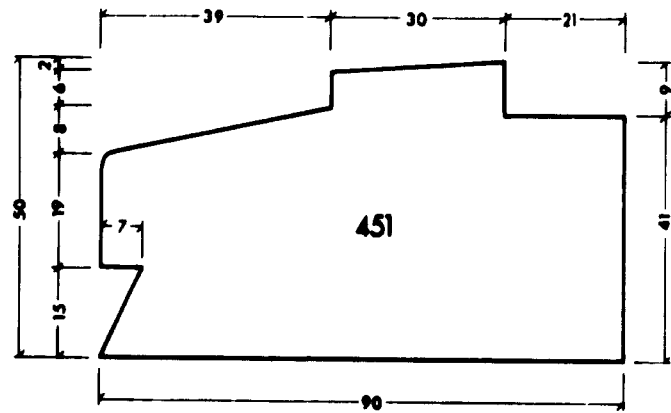
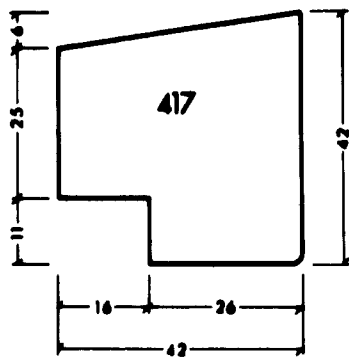
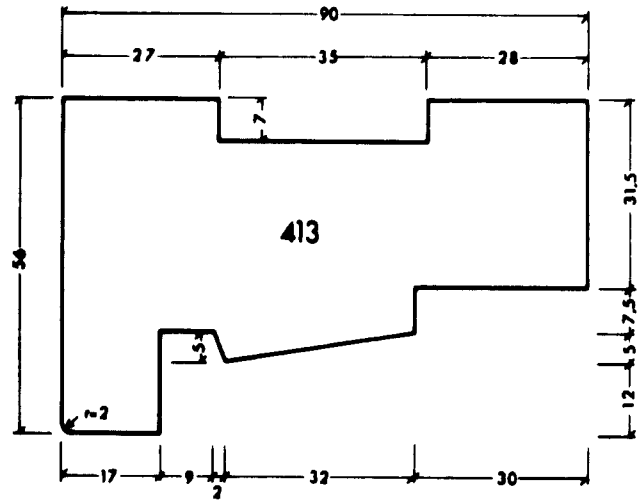
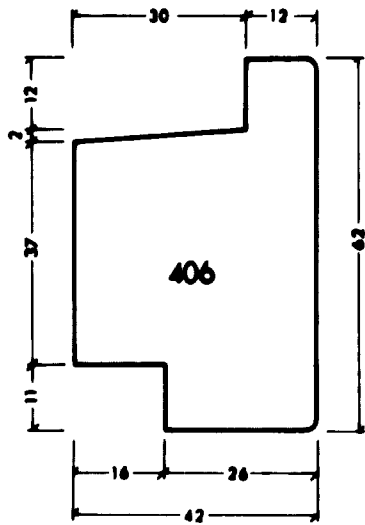
b



c



Cotes de façonnage du bâti





Coordination modulaire pour l'industrie du bâtiment	RT 038.960
Coordination modulaire, principe d'application	RT 038.961
Nomenclature des portes	RT 870.00
Portes	groupe RT 87....

1 Contenu

La présente norme concerne les dimensions nominales standardisées des portes modulaires pour habitations, bureaux, etc.

2 Dimensions coordonnées. Notations pour les dimensions des portes

Par "portes" il faut entendre le bloc-porte, c'est-à-dire le bâti et le vantail. Les dimensions coordonnées de la porte déterminent le type de raccordement de la porte au mur. La hauteur de la porte est mesurée à partir du sol fini.

Les dimensions coordonnées d'une porte modulaire sont des dimensions modulaires constituant un multiple entier du module de base. Le module de base est $M = 1 \text{ dm} = 100 \text{ mm}$.

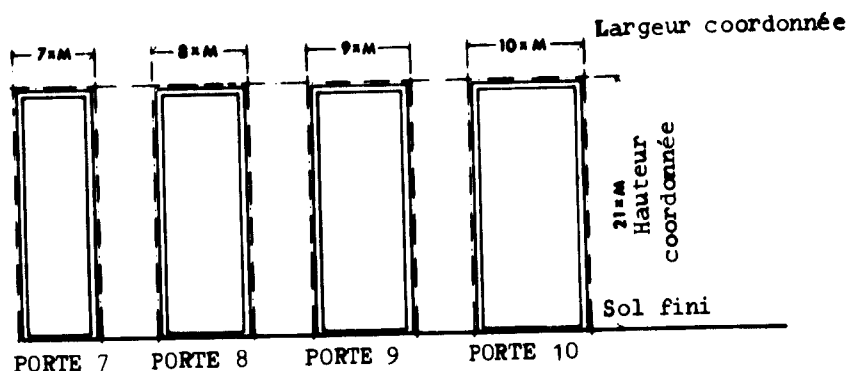
22 Pour spécifier les dimensions des portes, on utilise leurs dimensions coordonnées (largeur et, en cas de nécessité, hauteur). Pour spécifier les dimensions des portes standard d'intérieur (maisons, bureaux, etc.), on emploie le chiffre correspondant à la largeur coordonnée, exprimée en décimètres; par exemple porte 9.

Une notation complète contient en général plusieurs éléments de code exprimant les diverses qualités d'une porte.

3 Dimensions de base des portes standard

Les dimensions de base des portes d'intérieur sont $n \times M$, où n est égal à :

Largeur	Hauteur
7	21
8	
9	
10	



PORTES D'INTERIEUR EN BOIS, A VANTAIL SANS FEUILLURE

1969 RT 871.21
SIB X(32)
UDK 69.028.11.024

Nomenclature des portes	RT 870.00
Portes d'intérieur, dimensions standard	RT 871.05
Portes groupe	RT 87....
Fenêtres et portes extérieures en bois, qualité	RT 210.81
Portes planes en bois, qualité	RT 210.82

1 CONTENU

11 La présente norme RT décrit les portes en bois de dimensions standard, sans feuillure sur les bords, pour habitations, bureaux, etc.

12 Elle donne les dimensions extérieures du bâti, les dimensions des éléments du bâti, les dimensions des vantaux et les jeux à prévoir.

2 NOTATION

21 Système de notation pour les portes

Désignation de la porte, dimension de la porte (voir RT 871.05), profondeur du bâti (en mm), indication mentionnant que le seuil n'est pas exigé, numéro de la présente norme RT.

Exemple : porte plane 9/92 RT 871.21
porte à panneaux 8/92 sans seuil RT 871.21

La classe de qualité selon la norme RT 210.81 ou RT 210.82 et le degré de finition doivent être mentionnés dans la commande.

22 Système de notation pour les bâtis et les vantaux de porte commandés séparément

Notation pour le bâti : bâti de porte, dimension de la porte, profondeur du bâti; si le seuil n'est pas exigé, mention correspondante; numéro de la présente norme RT.

Exemple : bâti de porte 9/92 sans seuil RT 871.21
bâti de porte 7/68 RT 871.21

La classe de qualité selon la norme RT 210.81 ou RT 210.82 et le degré de finition doivent être mentionnés dans la commande.

Notation pour le vantail de porte : vantail de porte, dimension de la porte, numéro de la présente norme RT.

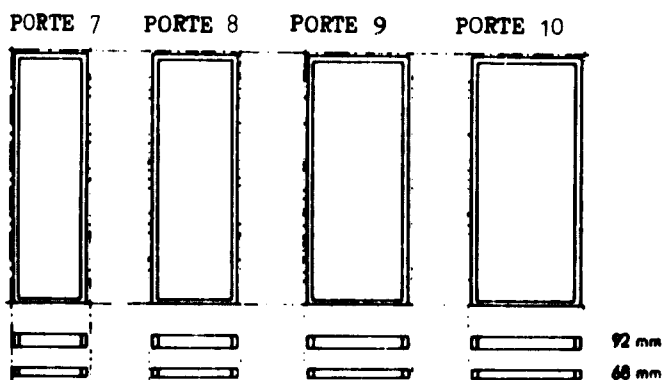
Exemple : vantail de porte plane 9/RT 871.21
vantail de porte à panneaux 8/RT 871.21

La classe de qualité selon la norme RT 210.81 ou RT 210.82 et le degré de finition doivent être mentionnés dans la commande.

3 ETABLISSEMENT DES DIMENSIONS

Pour les dimensions coordonnées des portes, voir RT 871.05.

31 Les dimensions de fabrication des bâtis de portes sont inférieures de 10 ± 2 mm à la dimension coordonnée correspondante.



Porte 7/92
Bâti 7/92
Vantail de porte 7

32 Pour les dimensions des éléments du bâti, voir les figures.

33 Pour les dimensions de fabrication des vantaux de porte, voir les figures.

34 Les jeux indiqués pour les portes valent pour les portes assemblées munies de leurs ferrures, mais sans traitement de surface.

Jeu

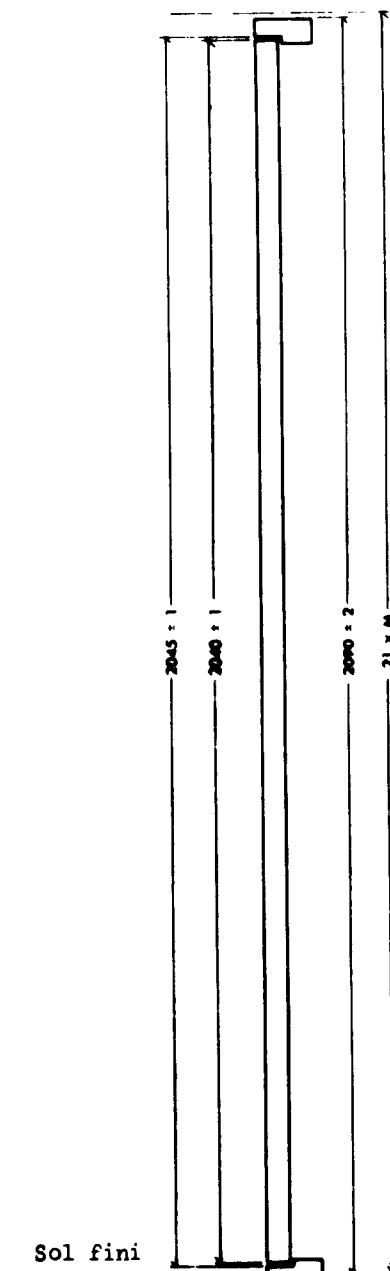
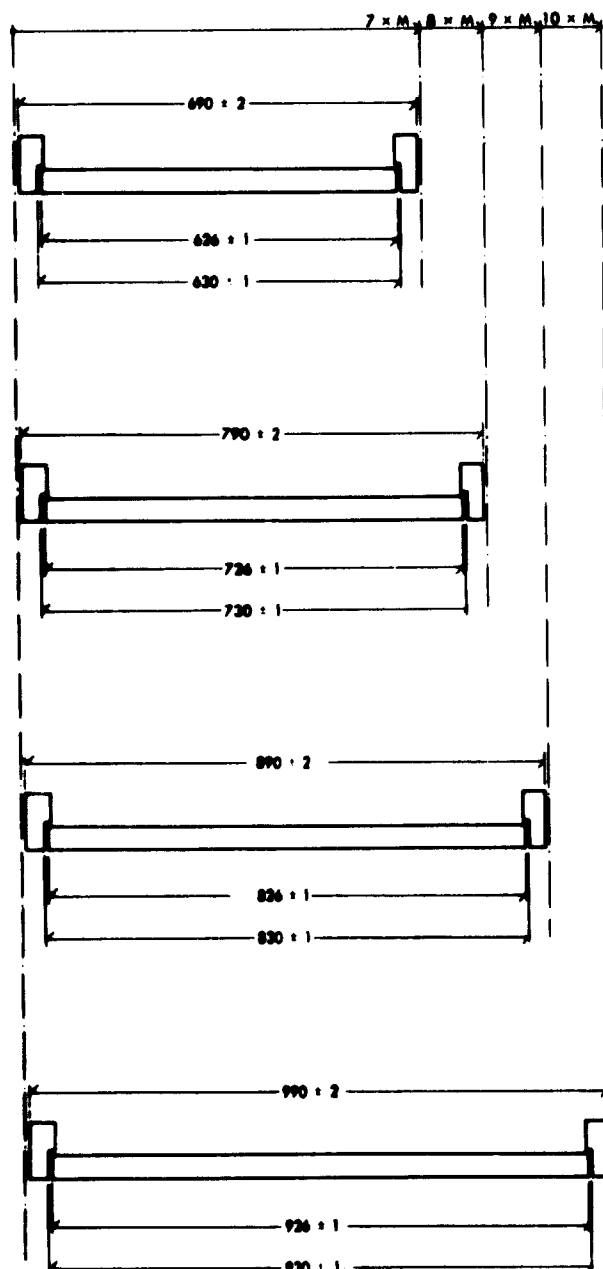
aux jambages, total 2 à 6 mm
au linteau 1 à 3 mm
au seuil 2 à 4 mm

35 Pour l'établissement des dimensions, il est considéré que le taux d'humidité du bois, calculé par rapport au poids sec, est $\leq 10\%$ pour les portes planes et $\leq 12\%$ pour les portes à panneaux.

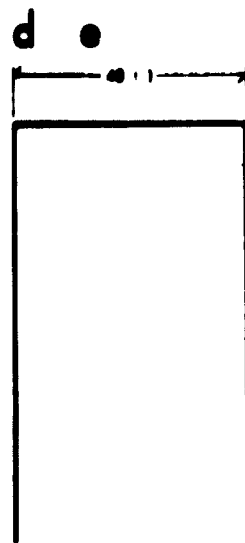
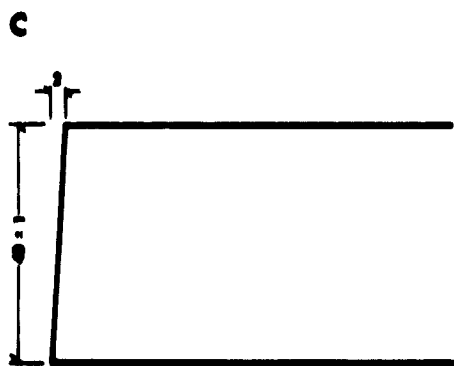
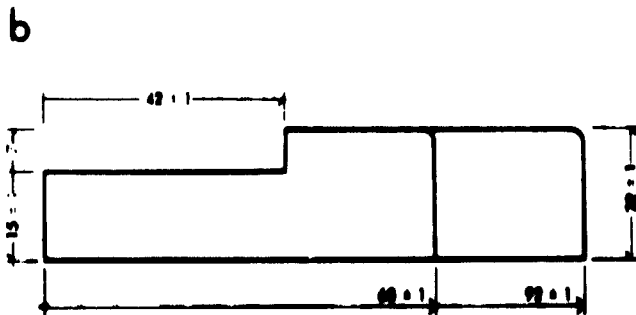
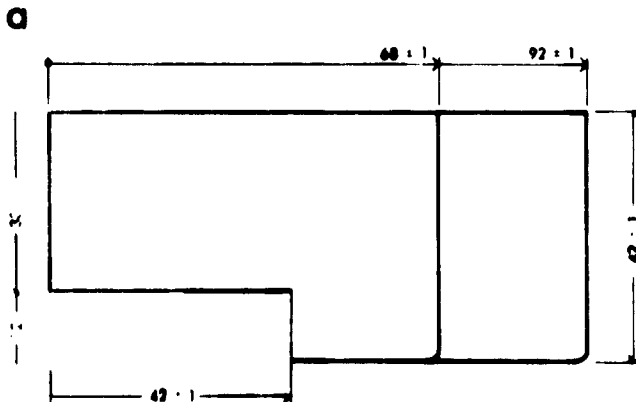
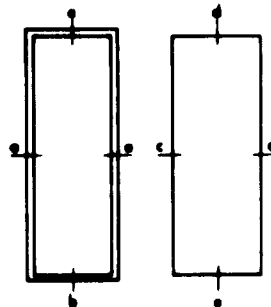
4 SEUIL

Le seuil pour portes standard n'est pas fixé au bâti. Il peut aussi ne pas être livré, ce qui doit être mentionné dans la commande.

Dimensions de fabrication des portes



Dimensions des éléments du bâti et
épaisseur des vantaux



Portes d'intérieur, dimensions standard

RT 871.05

0 GENERALITES

01 La présente norme RT indique le nombre et l'emplacement des points de fixation des bâtis de portes ainsi que l'emplacement des ferrures.

1 NOMBRE ET EMBLACEMENT DES POINTS DE FIXATION

11 Emplacement des points de fixation aux jambages, fig. 1

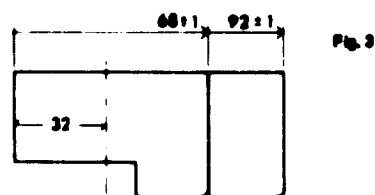
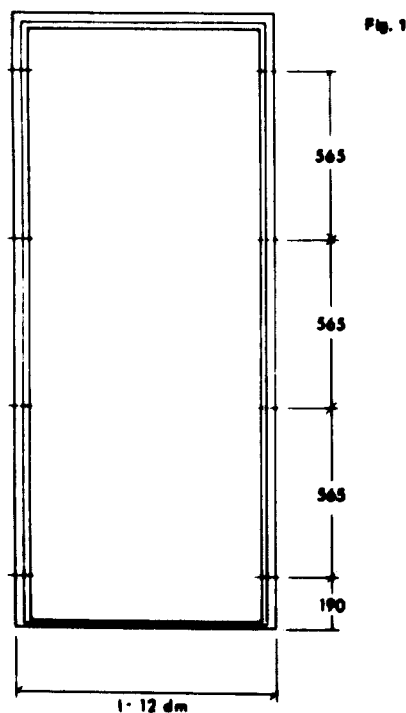
L'emplacement des points de fixation est déterminé à partir du sol. Le bâti d'une porte munie de deux paumelles doit être fixé au point de fixation le plus bas et aux deux points les plus hauts, et celui d'une porte à trois paumelles à chacun des points des jambages qui sont indiqués.

12 Emplacement des points de fixation au linteau

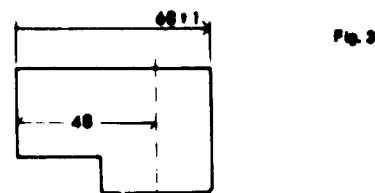
Si la largeur nominale du bâti dépasse 12 dm, un point de fixation sera prévu au milieu du linteau.

13 Emplacement des points de fixation dans le sens de la profondeur du bâti, voir fig. 2, 3 et 4

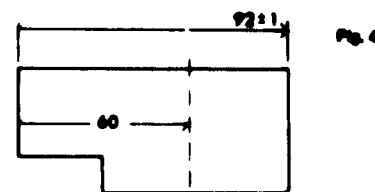
Pour tous les bâtis dont la profondeur est > 118 mm, les points de fixation se trouvent au milieu.



Bâti de porte sans feuillure



Bâti de porte à feuillure



Bâti de porte à feuillure

2 NOMBRE ET POSITION DES FERRURES

Nombre de paumelles, voir RT 140.1/X,
§ X(32)i.15.

21 Emplacement des paumelles, voir fig. 5

22 Emplacement de la serrure

La serrure doit être positionnée de façon que le centre du trou pour l'axe de la poignée se trouve à 1 020 mm du bord inférieur du vantail de porte, voir la fig. 5.

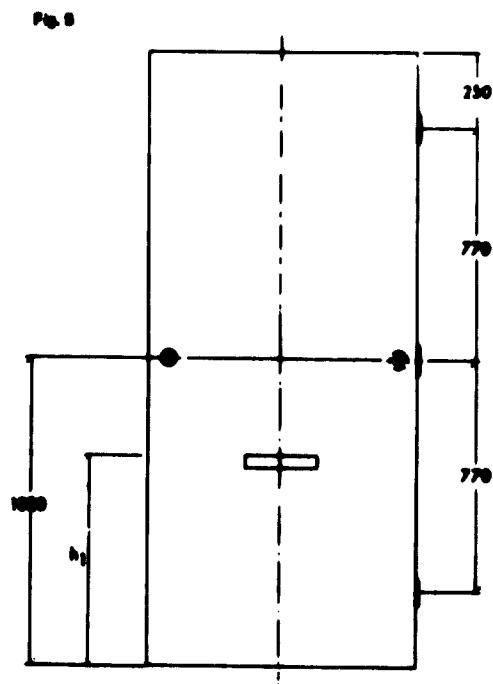
Si l'axe de la poignée et le trou de la serrure sont symétriques par rapport à la ligne horizontale centrale du bloc-serrure, la serrure peut être positionnée de façon que cette ligne centrale se trouve à 1 020 mm du bord inférieur du vantail de porte.

23 Position de l'entrée de boîte aux lettres, fig. 5

24 Position de la sonnette

La sonnette doit être placée symétriquement par rapport à la serrure.

$$400 \text{ mm} \leq h_1 \leq 600 \text{ mm}$$



PORTES D'INTERIEUR EN BOIS, VANTAIL AVEC FEUILLURE

1969 RT 871.22E
SIR X(32)
UDK 69 028 11 671

Nomenclature des portes	RT 870.00
Portes d'intérieur, dimensions standard	RT 871.05
Portes	groupe RT 87....
Fenêtres et portes extérieures en bois, qualité	RT 210.81
Portes planes en bois, qualité	RT 210.82

1 CONTENU

11 La présente norme RT décrit les portes en bois de dimensions standard pour habitations, bureaux, etc., avec vantail à feuillure.

12 Elle donne les dimensions extérieures du bâti, les dimensions des éléments du bâti, les dimensions des vantaux et les jeux à prévoir.

2 NOTATION

21 Système de notation pour les portes

Désignation de la porte, dimension de la porte (voir RT 871.05), profondeur du bâti (en mm), indication mentionnant que le seuil n'est pas exigé, numéro de la présente norme RT.
Exemple : Porte plane 9/92 RT 871.22

Porte à panneaux 8/92 sans seuil RT 871.22
La classe de qualité selon la norme RT 210.81 ou RT 210.82 et le degré de finition doivent être mentionnés dans la commande.

22 Système de notation pour les bâtis et les vantaux de porte commandés séparément

Notation pour le bâti : bâti de porte, dimension de la porte, profondeur du bâti; si le seuil n'est pas exigé, mention correspondante; numéro de la présente norme RT.
Exemple : Bâti de porte 9/92 sans seuil RT 871.22

Bâti de porte 7/68 RT 871.22
La classe de qualité selon la norme RT 210.81 ou RT 210.82 et le degré de finition doivent être mentionnés dans la commande.

Notation pour le vantail de porte : vantail de porte, dimension de la porte, numéro de la présente norme RT.

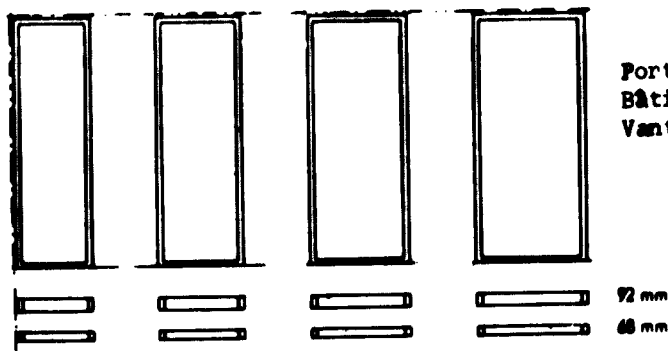
Exemple : Vantail de porte plane 9/RT 871.22
Vantail de porte à panneaux 8/RT 871.22
La classe de qualité selon la norme RT 210.81 ou RT 210.82 et le degré de finition doivent être mentionnés dans la commande.

3 ETABLISSEMENT DES DIMENSIONS

Pour les dimensions coordonnées des portes, voir RT 871.05.

31 Les dimensions de fabrication des bâtis de portes sont inférieures de 10 ± 2 mm à la dimension coordonnée correspondante.

PORTE 7 PORTE 8 PORTE 9 PORTE 10



Porte 7/92
Bâti 7/92
Vantail de porte 7

32 Pour les dimensions des éléments du bâti, voir les figures.

33 Pour les dimensions de fabrication des vantaux de porte, voir les figures.

34 Les jeux indiqués pour les portes valent pour les portes assemblées munies de leurs ferrures, mais sans traitement de surface.

Jeu

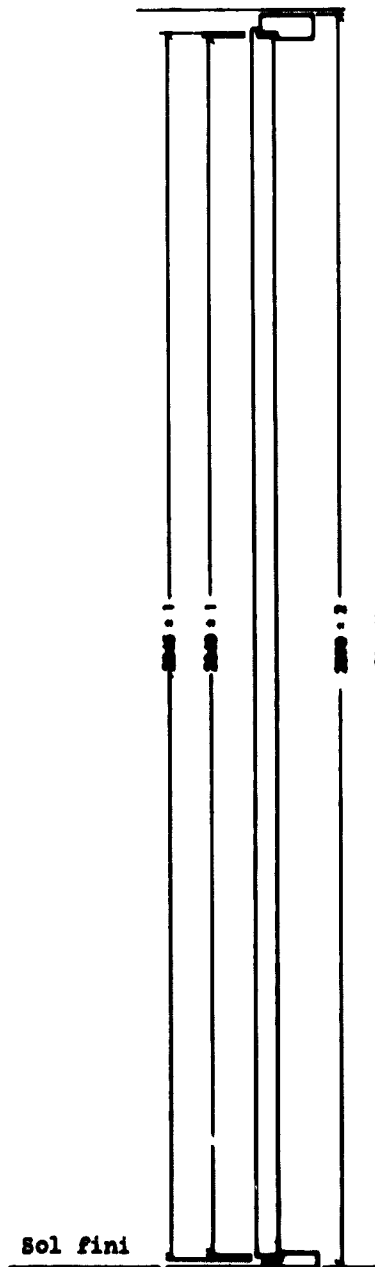
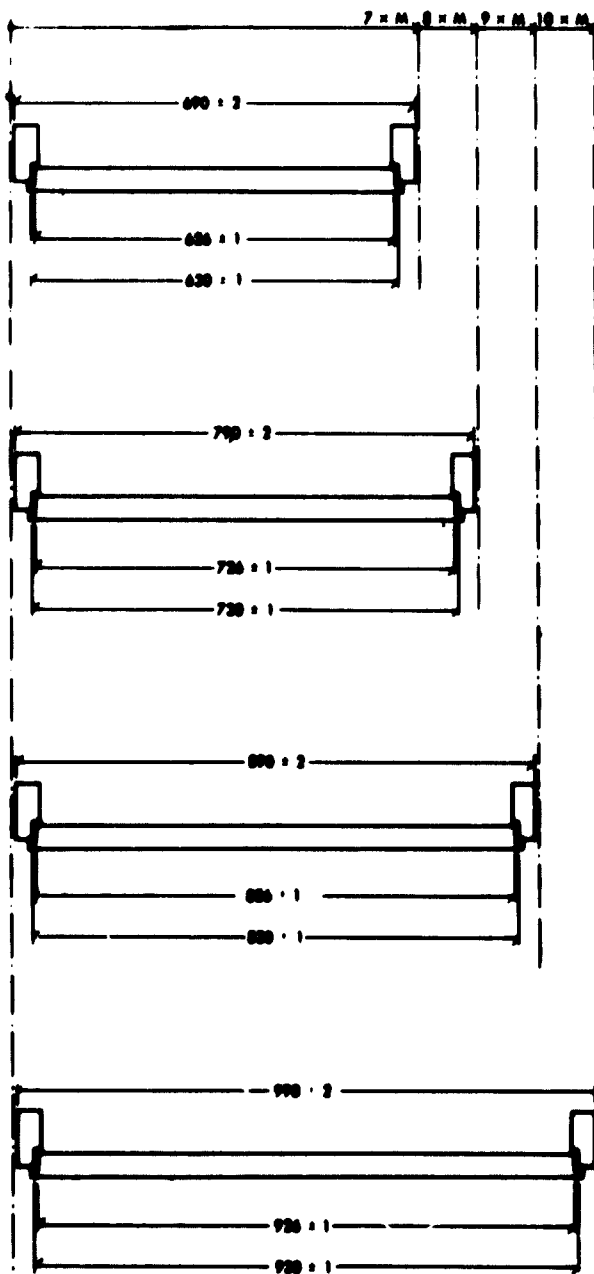
aux jambages, total	2 à 6 mm
au linteau	1 à 3 mm
au seuil	2 à 4 mm

35 Pour l'établissement des dimensions, il est considéré que le taux d'humidité du bois, calculé par rapport au poids sec, est $\leq 10\%$ pour les portes planes et $\leq 12\%$ pour les portes à panneaux.

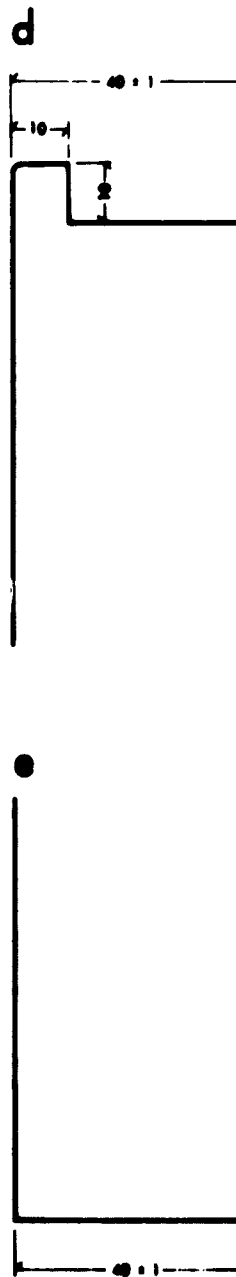
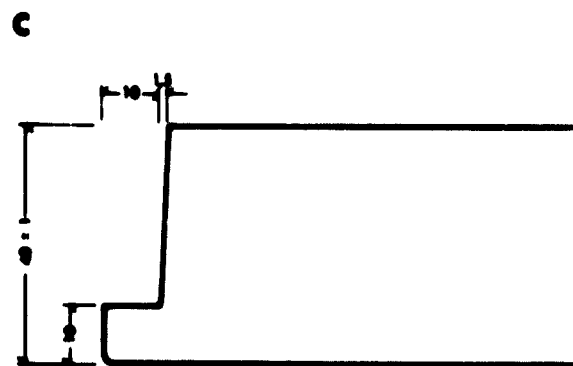
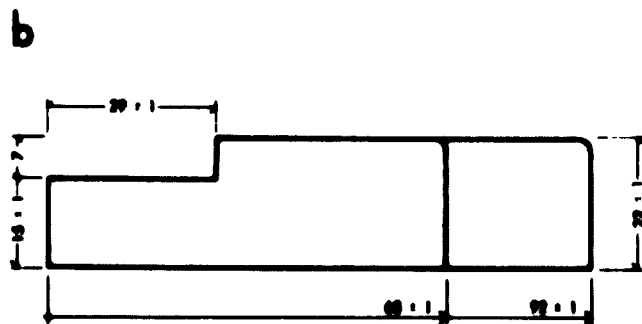
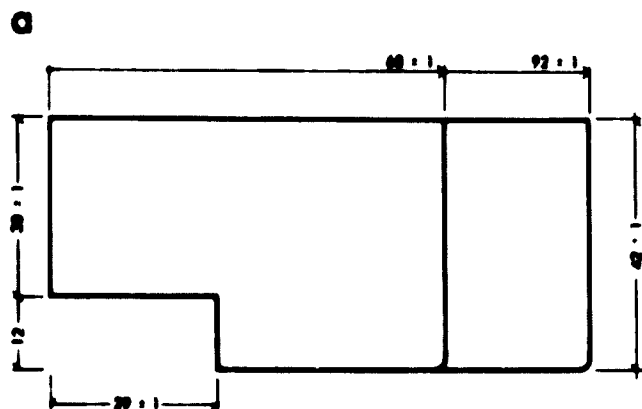
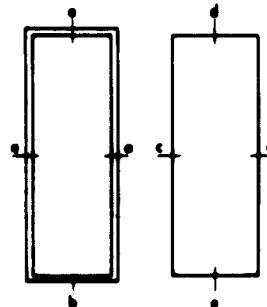
4 SEUIL

Le seuil pour portes standard n'est pas fixé au bâti. Il peut ne pas être livré, ce qui doit être mentionné dans la commande.

Dimensions de fabrication des portes



Dimensions des éléments du bâti et
épaisseur des vantaux



XX. LA FINITION DE SURFACE DU BOIS ET DES OUVRAGES EN BOIS*

On dispose actuellement d'une multiplicité de produits pour la finition de surface du bois, ainsi qu'une grande variété de méthodes pour les appliquer. En outre, les espèces de bois sont si nombreuses que la finition pose un problème complexe. Nul n'ignore que la beauté de toute surface en bois dépend de sa finition, et qu'il faut du temps et de la patience pour obtenir une belle finition. Les produits et les méthodes employés doivent être choisis en fonction du bois. Certaines espèces sont très poreuses, d'autres ont des pores plus serrés. On choisit parfois le bois poreux pour obtenir certains effets.

Avant de traiter une surface, il faut savoir à quoi servira l'ouvrage en question. Sinon, il sera difficile, voire impossible, de choisir le produit de finition approprié. En cas de doute, il faut consulter les fournisseurs.

La peinture est un mélange qui se compose d'un véhicule ou liant, de pigments blancs ou colorés, de solvants et de divers additifs. Dans les peintures qui sèchent à l'air, les additifs peuvent être des dérivés du plomb, du cobalt ou du manganèse. Le véhicule le plus important était autrefois l'huile de lin, mais elle a cédé la place aux alkydes, dits "liants synthétiques". Les autres liants sont les acétates de polyvinyle et les acrylates, qui sont employés dans les peintures à dispersion dans l'eau, et les polyuréthanes, les polyesters, les résines époxydes et des combinaisons de résines diverses dans les peintures les plus classiques. A l'heure actuelle, le pigment blanc le plus utilisé est le bioxyde de titane. On se sert encore beaucoup du white spirit comme solvant, mais on emploie dans beaucoup de peintures modernes des solvants plus efficaces comme le xylène, le toluène, les acétates, les cétones et les alcools.

PREPARATION DE LA SURFACE AVANT FINITION

La préparation convenable de la surface a une grande importance pour la finition du bois. Toutefois, la couche de finition ne cachera pas les défauts; elle les fera au contraire ressortir. Avant de commencer le travail de finition, il faut s'assurer que la surface est propre et lisse. Les rugosités des angles, des chants et des faces doivent être aplanies par rabotage, ponçage, etc. En outre, le bois doit avoir le degré d'humidité qui convient. Les effets de l'humidité sur le travail du bois sont examinés plus en détail dans une autre partie de la présente publication^{1/}.

La plupart des bois sont vulnérables aux attaques des bactéries et des champignons. Parfois il n'en résulte qu'un changement de couleur, comme le bleuissement, mais il arrive aussi que le bois pourrisse. Les bactéries n'attaquent pas seulement le bois mais aussi le

* Par P. Å. Biström, Tikkurilan Värktehtaat, Tikkurila (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/32/Rev.1.)

^{1/} Voir première partie, chapitre I, "Le bois massif, matière première des industries du meuble et de la menuiserie".

feuil de peinture. On a constaté que des micro-organismes vivant entre le feuil de peinture et la surface du bois peuvent être nuisibles à l'adhérence de la peinture. La beauté d'une surface peinte peut être souvent détruite par des moisissures, alors même que la couche de peinture est parfaitement intacte.

Les ateliers de menuiserie finlandais emploient diverses essences de bois, dont les plus importantes sont le pin, le sapin, le chêne et le bouleau. Mais il emploient aussi beaucoup d'essences tropicales, comme l'acajou et le teck. Rares sont parmi ces espèces celles qui résistent aux intempéries sans une finition de surface; seul fait exception le teck, dont les propriétés mécaniques ne sont pas altérées par les intempéries, bien que sa surface devienne grise en peu de temps et perde sa belle couleur sous l'influence de la pluie et du soleil.

On doit protéger le pin et le sapin contre les bactéries en appliquant des produits de conservation par brossage ou trempage. Le chêne ou l'acajou n'ont pas besoin de cette préparation. Certaines essences tropicales comme le teck contiennent des agents qui rendent difficile la finition de surface. Ces agents peuvent notamment s'opposer au séchage des vernis plastiques. Et même quand le vernis finit par sécher, il reste peu adhérent et ne tarde pas à se souffler et à peler.

Avant la finition de ces bois, il faut laver la surface avec un solvant tel que le xylène ou un diluant pour vernis nitrocellulosique; ce traitement assure un bon séchage et une bonne adhérence. Mais les agents nocifs restent à l'intérieur du bois, d'où ils peuvent remonter à la surface et attaquer la peinture. Des recherches prolongées montrent que l'on peut obtenir les meilleurs résultats en appliquant un apprêt qui empêche ces agents d'entrer en contact avec la peinture ou le vernis. Sont utilisés à cette fin les produits aux polyuréthanes à deux composants et certains vernis spéciaux catalysés à l'acide. Après cette couche d'apprêt, on peut terminer la finition en utilisant des vernis à base d'uréthane ou d'alkydes.

Ponçage

Le ponçage est très important pour la préparation du bois avant finition. Il faut poncer pour éliminer les défauts de la surface et la rendre lisse afin que les propriétés réfléchissantes des produits de finition fassent ressortir toute la beauté du grain du bois. Si le ponçage est exécuté convenablement et sans hâte, selon des méthodes correctes et avec des abrasifs de grosseur appropriée, on peut obtenir une finition d'aspect et de qualité parfaits. Il faut noter que, lorsqu'on utilise des produits de finition brillante, en particulier dans les teintes foncées, les défauts les plus minuscules de la surface se voient très facilement. On doit toujours utiliser pour le dernier ponçage un papier de verre fin (No 150 à 240); le travail est un peu plus long mais le résultat sera meilleur et le coût des produits de finition sera en définitive moins élevé. Il faut se souvenir que le dernier ponçage doit toujours se faire dans le sens du fil.

Bouchage

Avant d'appliquer une couche de finition quelconque, il faut boucher tous les trous de clous, fentes de joints, oeils de perdrix, etc., avec une pâte de bois qui ne se contracte pas au séchage. On doit mettre un peu plus de pâte qu'il n'en faut pour remplir le trou, puis égaliser la surface par ponçage une fois que la pâte a séché. Si l'on ne trouve pas de pâte de bois dans le commerce, on peut en préparer de la manière suivante : prendre un morceau de bois de la même espèce que la pièce à finir et le gratter de manière à obtenir une poudre aussi fine que possible, puis mélanger cette poudre à un liant tel qu'un vernis nitro-cellulosique. Si la surface doit être finie avec un produit pigmenté, on peut utiliser n'importe quel type de pâte, à condition qu'elle résiste aux solvants de finition. En Finlande, on emploie à cette fin des mastics à base de polyesters, qui sont plus doux, ainsi que des mastics très pigmentés à un seul composant. Après application de la couche d'apprêt, il est bon de jeter un nouveau coup d'oeil et de rajouter si besoin est un peu de mastic.

Blanchiment et mise en teinte

Bien que le bois soit dans certains pays blanchi par des procédés chimiques, cette méthode n'est pas employée en Finlande car elle ne permet pas d'obtenir des résultats uniformes. On emploie plutôt des vernis spéciaux pour apprêt, qui ne mouillent pas trop la surface. On emploie parfois en petites quantités un produit fait avec le même type de liant et contenant des pigments blancs (0,5 %), ce qui donne l'impression d'avoir un bois plus blanc.

La mise en teinte se fait normalement avec des produits solubles à l'eau, mais une méthode plus moderne consiste à mélanger une solution colorée au vernis d'apprêt et, par conséquent, à appliquer la teinture et la couche d'apprêt en une seule opération. Cette solution colorée doit bien entendu ne pas "passer" facilement au soleil ou à la lumière.

PEINTURE ET VERNISSAGE A L'ECHELLE INDUSTRIELLE

Dans l'industrie finlandaise du meuble, les travaux de peinture et de vernissage se font depuis longtemps à l'échelle industrielle. C'est aussi vrai des ouvrages de menuiserie tels que les équipements de cuisine, portes et bâtis de fenêtres.

Ces dernières années, beaucoup d'usines ont investi de fortes sommes dans l'achat d'équipement de finition. Quelques usines se servent encore de pinceaux et de rouleaux, mais les plus modernes emploient des techniques de pulvérisation au pistolet, avec ou sans air comprimé, et de machines à vernir ou à peindre en rideau. Du fait de la multiplication des machines dans les entreprises industrielles, les fabricants de peintures et vernis ont dû répondre à des exigences de plus en plus rigoureuses. Par exemple, on a pu accélérer à tel point le séchage des produits de finition que les ouvrages peints ou vernis peuvent être immédiatement empilés ou emballés pour être acheminés jusqu'à l'entrepôt ou expédiés au

client. Malgré la rapidité du séchage, la finition doit être de qualité parfaite, et il faut y parvenir avec un nombre de couches aussi limité que possible.

Les fabricants de panneaux, panneaux durs et panneaux lattés notamment, font de plus en plus la finition des surfaces. Les panneaux lattés sont mastiqués sur des machines à rouleau avec des produits normalement à base de résines alkydes. Ces mastics contiennent des solvants volatiles, et il faut habituellement deux applications au moins.

La tendance à l'heure actuelle est à l'emploi de mastics à base de polyesters. Ces mastics ne contiennent pas de solvants, et les panneaux qui en reçoivent une seule couche sont parfaitement lisses et ont des surfaces compactes. Le séchage est accéléré par rayons ultraviolets : le temps de séchage dans des fours spéciaux n'est que de 15 à 30 secondes. On peut obtenir une excellente finition avec l'application d'une seule couche sur ces surfaces. On emploie normalement des peintures catalysées à l'acide.

Les panneaux durs peuvent être également apprêtés avec des mastics de polyesters séchés par rayons ultraviolets, mais on a de plus en plus tendance à appliquer d'abord une couche d'apprêt catalysé à l'acide, puis une couche de peinture de finition également catalysée à l'acide. Il suffit souvent d'une seule couche de peinture de finition. L'application se fait au pistolet ou avec des machines à peindre en rideau.

FINITION AVEC DES PRODUITS PIGMENTES

Nous décrivons ci-après quelques-unes des méthodes employées pour peindre des meubles, des meubles de cuisine en bouleau, des portes et des panneaux durs ou des panneaux lattés.

Peintures catalysées à l'acide

Le travail se décompose comme suit :

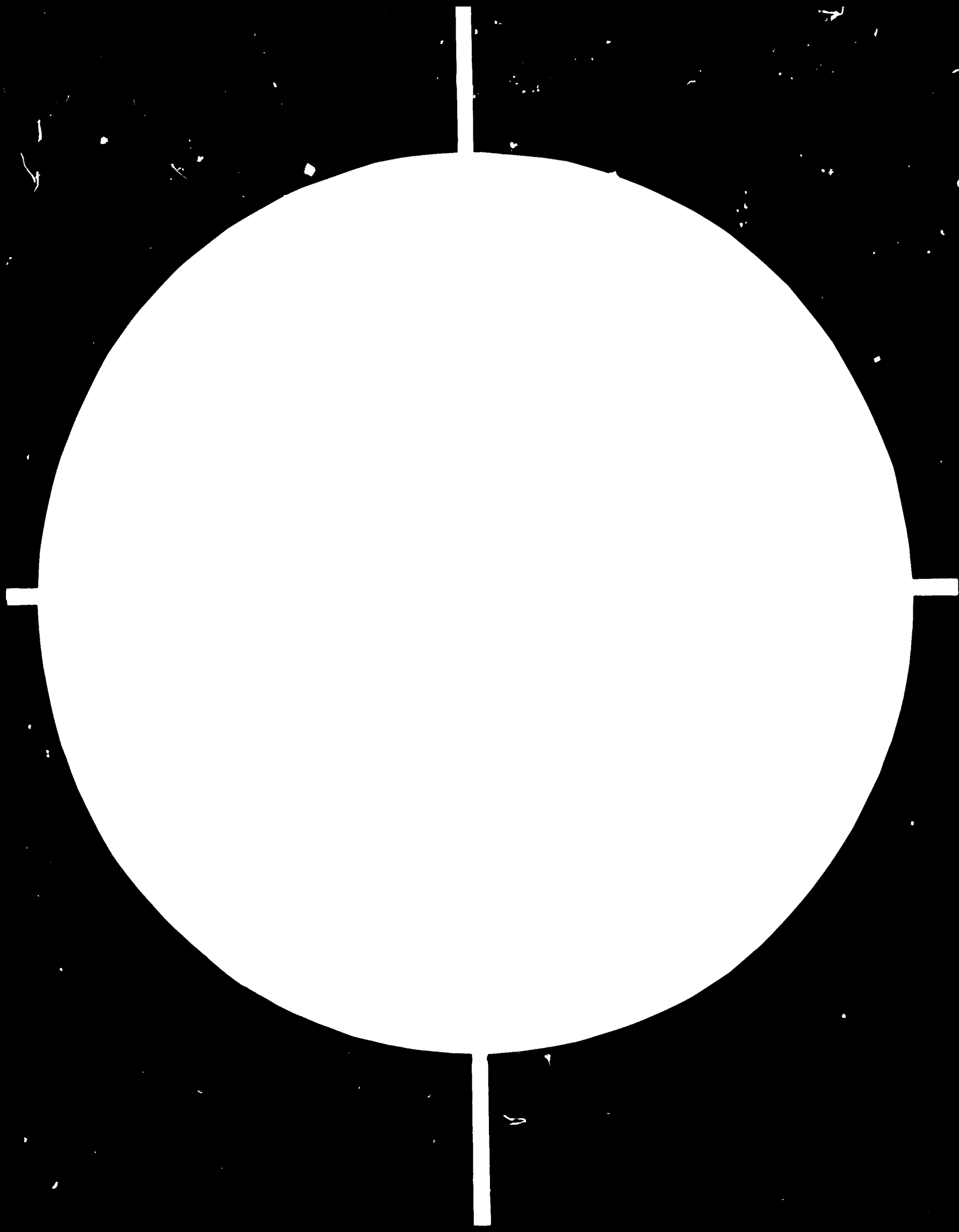
Bouchage au mastic alkyde. Couche d'apprêt avec une peinture catalysée à l'acide (80 à 120 g/m²)
Ponçage
Lissage au mastic alkyde
Ponçage
Dernière couche avec une peinture de finition catalysée à l'acide, 80 à 120 g/m²

La couche d'apprêt est appliquée au pistolet ou avec une machine à peindre en rideau. Après séchage à la température ambiante pendant au moins deux heures (ou moins longtemps si la température est plus élevée), les surfaces sont poncées à la machine. Si des défauts subsistent après ponçage, on applique à la main du mastic alkyde. Ce mastic sèche vite quand on l'applique en couches minces, ce qui permet de poncer dans les minutes qui suivent. La dernière couche est appliquée avec une machine à peindre en rideau ou un pistolet.

B-657



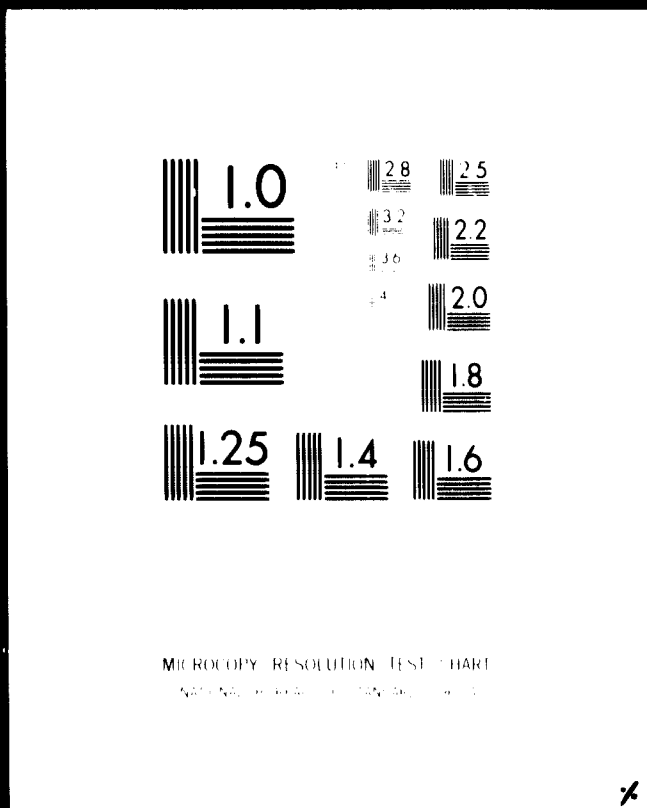
81.11.26



4 OF 6

09256

F



24x

D

Les meubles de cuisine sont peints au pistolet, avec ou sans air comprimé, après assemblage. Normalement on ne mastique pas les surfaces intérieures et les rayonnages, ni les surfaces extérieures qui ne sont pas visibles. On peut appliquer sur les surfaces intérieures une seule couche d'apprêt ou, ce qui est mieux, de la peinture de finition.

Mêmes peintures, finition plus poussée

Pour obtenir un fini d'excellente qualité sur les meubles et les portes de meubles de cuisine, on peut lisser à nouveau la surface avec du mastic et appliquer une seconde couche de finition.

Mastic séché aux ultraviolets et peintures catalysées à l'acide

Cette méthode se décompose en trois phases : application de mastic aux polyesters séché aux ultraviolets (80 à 120 g/m², selon la qualité du panneau), ponçage et application d'une couche de peinture catalysée à l'acide (80 à 120 g/m²). Il y a lieu de noter qu'on ne peut utiliser du mastic séché aux ultraviolets que sur des panneaux dérivés du bois.

Peintures polyesters

Il s'agit également d'une méthode en trois phases : application d'un mastic aux polyesters séché aux ultraviolets (80 à 120 g/m², selon la qualité du panneau), ponçage et application d'une couche de peinture à base de polyesters.

Immersion des petites pièces

Une méthode facile à employer pour la finition d'éléments de meubles tels que les pieds d'armoires et de bahuts consiste à les tremper dans des peintures à base de nitrocellulose, d'alkyde ou de mélamine alkyde (catalysée à l'acide). Avec ce dernier type de peinture, il faut se rappeler que la peinture prête à l'emploi n'est utilisable que pendant 8 à 12 heures, de sorte que le lot de pièces à peindre par immersion doit être assez important pour justifier la préparation d'un bain de peinture.

FINITION AVEC DES PRODUITS NON PIGMENTES

Nous décrivons ci-après quelques-unes des méthodes employées pour vernir des meubles, des placards de cuisine, des portes, etc.

Vernis pour bois clairs

Avec des bois clairs, il est conseillé d'utiliser la méthode suivante si on veut garder la surface aussi claire que possible. Appliquer d'abord un vernis d'apprêt qui conserve au bois sa couleur claire, ne mouille pas trop la surface et contient un produit préservant le bois des effets des rayons ultraviolets. Poncer ensuite légèrement. Pour la couche de finition, appliquer le même vernis ou un vernis normal catalysé à l'acide (mat ou brillant).

Vernis pour bois foncés

Les bois foncés et les bois clairs teintes doivent être revêtus d'un vernis d'apprêt catalysé à l'acide, poncés et recouverts d'une dernière couche de vernis catalysé à l'acide. Bien qu'on utilise encore des teintes à l'eau, la pratique actuelle consiste à employer une solution colorée mélangée au vernis d'apprêt avant application; de cette manière, le bois est teinté et reçoit sa couche d'apprêt en une seule opération. Le colorant est dissous dans un solvant qui résiste bien à la lumière.

Teck

Le teck doit recevoir deux couches d'un vernis catalysé à l'acide et dilué.

Palissandre

Ce bois doit recevoir une première couche d'un vernis d'apprêt spécial, car les vernis normaux prennent habituellement une coloration verdâtre. La dernière couche doit être une couche de vernis catalysé à l'acide.

BÂTIS DE FENÊTRES EN BOIS RESINEUX

Traitement de conservation

Le bois est traité au moyen d'un produit de conservation clair à base d'huile de lin. La meilleure méthode d'application est l'immersion. On peut appliquer ensuite une ou deux couches de produit de conservation coloré.

Peintures alkydes

Le prétraitement est le même que ci-dessus. Le bouchage se fait au mastic alkyde (on ne mastique pas l'extérieur des bâtis). On applique d'abord une couche d'apprêt alkyde séchant rapidement. On lisse à nouveau avec un mastic alkyde avant de poncer. On applique

une sous-couche de peinture alkyde qui sèche vite et on ponce à nouveau. Pour la dernière couche on applique au pistolet, avec ou sans air comprimé, une peinture alkyde à séchage rapide.

Peintures catalysées à l'acide

On commence aussi par appliquer un produit de conservation. Ensuite, les trous sont bouchés au mastic alkyde. Une première couche est appliquée avec un apprêt catalysé à l'acide, et la pièce est lissée avec un mastic alkyde, puis poncée et recouverte d'une couche de peinture de finition catalysée à l'acide. Les peintures catalysées à l'acide doivent être d'une qualité spéciale afin de pouvoir résister au "travail" des bâtis. Les peintures catalysées à l'acide que l'on emploie normalement pour l'intérieur des meubles de cuisine sont trop dures pour cet emploi.

Peintures aux polyuréthanes

Le traitement commence par l'application d'un produit de conservation du bois ou d'un vernis spécial d'apprêt. Les trous sont ensuite bouchés au mastic alkyde et on applique une couche d'apprêt aux polyuréthanes. Après ponçage, l'ouvrage reçoit une dernière couche de finition à base de polyuréthanes.

QUELQUES OBSERVATIONS SUR LES PEINTURES

Peintures alkydes

Les résines alkydes employées pour la fabrication des peintures alkydes s'obtiennent en chauffant des mélanges d'alcools supérieurs, comme la glycérine et la pentaérythrite, avec des acides dicarboxyliques, comme l'anhydride d'acide phtalique, et des acides gras d'huiles siccatives ou non siccatives. Les propriétés des résines ainsi obtenues dépendent de la manière dont le chauffage a été effectué et des matières premières employées.

Nitrocellulose

La nitrocellulose est encore très largement employée comme produit de finition du bois parce qu'elle sèche rapidement. Les produits nitrocellulosiques sèchent par évaporation de leurs solvants. A la température ambiante ou à température plus élevée, le séchage peut être accéléré par une bonne ventilation. Les produits nitrocellulosiques ayant des points d'éclair très bas, il faut prendre des précautions contre l'incendie et l'électricité statique. En outre, ces produits ont une si faible teneur en matières solides qu'il faut appliquer plusieurs couches (3 à 6) avant d'expédier les ouvrages pour la vente.

Peintures catalysées à l'acide

C'est le groupe le plus important des produits employés en Finlande pour la finition du bois par procédés industriels. Les produits de traitement à l'acide sont normalement à base de mélanges d'urée-formol, de mélamine et d'alkyd. L'alkyd est d'un type non siccatif. En présence de l'acide catalytique qui est mélangé à la peinture avant l'emploi, la résine d'urée réagit avec l'alkyd pour former un feuil assez dur. Ce feuil résiste fort bien à l'abrasion et à l'alcool, ainsi qu'aux produits chimiques de ménage.

La dernière couche de peinture catalysée à l'acide ne doit pas être appliquée sur une couche d'apprêt à base d'huile de lin ou d'alkyd. Normalement, cette couche d'apprêt est trop tendre pour la couche de finition et il se produit très rapidement des craquelures. En outre, le feuil de peinture catalysée à l'acide est plus dur quand l'humidité relative de l'air est faible au moment du séchage. Plus l'humidité relative augmente, plus le feuil de peinture risque de se craqueler. Certaines peintures modernes peuvent résister sans se craqueler à des variations d'humidité relative de 20 à 80 %. Ne pas appliquer plus de deux couches le même jour à moins d'avoir recours à un séchage au four.

Les produits catalysés à l'acide peuvent supporter une chaleur sèche de 100°C. Comme ils ne brûlent pas facilement, les chantiers navals emploient des panneaux finis avec ces produits pour l'intérieur des navires. Les surfaces en métal peuvent être finies au moyen de peintures catalysées à l'acide, mais il faut d'abord les traiter avec un produit anticorrosion.

Polyuréthanes

On peut employer des polyuréthanes avec ou sans pigments sur les meubles de jardin. On s'en sert peu en Finlande actuellement, mais ces peintures sont des produits très complexes que l'on est encore en train de mettre au point. Les peintures aux polyuréthanes résistent très bien aux produits chimiques et à l'humidité. Elles se composent normalement d'un composant isocyanate et d'un composant à deux groupes hydroxyles ou au contraire. Quand ces deux composants sont mélangés, une réaction chimique s'amorce et le feuil se forme par liaisons transversales. Le composant isocyanate est très sensible à l'eau ou à l'humidité; si le récipient n'est pas fermé hermétiquement, il se formera rapidement une gelée car l'isocyanate réagit avec les groupes hydroxyles dans l'eau.

Polyesters

Il a été question plus haut de ces produits de finition à propos de la finition de surface des meubles d'intérieur. Ces produits sont peu utilisés en Finlande, et ils ne le sont en général que pour certaines fabrications en petite série : tables et ébénisteries de récepteurs de télévision par exemple. Ils se composent également de deux composants et il faut les mélanger avant l'emploi. Les produits habituels à base de polyesters que l'on

applique au pistolet à air comprimé ne sont utilisables que pendant quelques minutes, de sorte qu'ils sont difficiles à employer. Avec un séchage forcé, on peut les utiliser dans une machine à rideau, en y ajoutant d'autres éléments durcissants pour prolonger le temps d'utilisation du mélange. On trouve également sur le marché du matériel spécial pour la pulvérisation à l'air comprimé; les composants se mélangent immédiatement dans le pistolet avant que la peinture en sorte.

MATERIEL D'APPLICATION ET VENTILATION DE L'ATELIER

L'équipement moderne employé pour la peinture est très varié : pinceaux, brosses, rouleaux, machines à rideau, bacs d'immersion, machines à rouleaux et pistolets de pulvérisation. Le choix du meilleur matériel ou de la meilleure méthode dépend de l'objet à peindre et de la manière la plus économique de faire le travail.

Dans la projection à l'air comprimé, le produit de finition qui se trouve dans un récipient sous pression (0,5 à 1,5 kp/cm²) est amené par un tuyau jusqu'au pistolet et vaporisé par de l'air à une pression de 2,5 à 4 kp/cm². Dans le système de projection sans air, la peinture ou le vernis passe par une pompe hydraulique (rapport de la pression de l'air à la pression hydraulique = 1 : 25 à 1 : 40), et la vaporisation se fait lorsque la peinture passe dans la buse du pistolet. Il existe différentes buses qui projettent des quantités variables de peinture par unité de temps, à pression constante et sous des angles différents. On a généralement recours à la projection par pistolet à air comprimé pour peindre de petits objets ou pour obtenir une surface très lisse. La pratique normale est d'employer une peinture ou un vernis bien dilués et de les projeter sous une pression aussi faible que possible. Le système de projection sans air est employé pour des surfaces planes plus grandes et pour des articles tels que les intérieurs de placards et d'armoires. Dans ce dernier cas, la projection à l'air comprimé entraîne un accroissement considérable de la consommation parce que la peinture "rebondit".

On peut aussi appliquer des peintures et des vernis sur du bois avec du matériel de projection électrostatique. Les peintures et vernis doivent avoir un point d'éclair supérieur à 23°C. La teneur en humidité du bois doit se situer entre 8 et 10 %, et les contacts de mise à la terre ne doivent pas être trop éloignés l'un de l'autre (50 à 60 cm). Cette technique a des avantages pour les petits objets, quand les autres méthodes donnent un brouillard trop fin dont les particules se perdent dans l'air. Mais il faut toujours se renseigner sur les possibilités qu'offre cette technique de projection avant d'effectuer les investissements nécessaires.

Quand on envisage d'investir dans l'achat d'un matériel pour l'application ou le séchage de la peinture, il faut consulter plusieurs fabricants avant de prendre une décision.

Dans beaucoup d'usines, on accélère le séchage des produits de finition, comme les peintures catalysées à l'acide, dans des fours à haute température. Avec l'équipement moderne, le temps de séchage peut être abaissé à 40 ou 60 secondes. Mais il faut s'assurer que les colles employées résisteront à ces hautes températures. La peinture appliquée sur des bois de conifères est difficile à sécher à haute température parce que la chaleur fait ressortir la résine. Pour ces essences, des températures de séchage de 50 à 60°C suffisent.

Les machines à rideau et à rouleaux ont sur les autres procédés de peinture l'avantage de se prêter facilement au réglage de l'épaisseur du feuil, ce qui simplifie le calcul du prix de revient.

La climatisation et la ventilation de l'atelier de peinture sont nécessaires pour éviter que les vapeurs de solvants et les particules de peinture vaporisées dans l'air n'atteignent une concentration dangereuse. Une mauvaise ventilation accroît les risques pour la santé et les risques d'incendie, et elle a des effets néfastes sur la qualité de la finition. Quand il y a excès de vapeurs de solvants dans l'air, on approche des limites d'explosion. Ces limites varient selon le solvant; certaines d'entre elles sont indiquées dans le tableau qui suit :

Points d'éclair, limites d'explosion et concentration maximale dans l'air de certains solvants importants

Solvant	Point d'éclair (°C)	Limites d'explosion (vol. %)	CMA ^a (cm ³ /m ³)
Acétate de butyle	20	1,4- 7,6	200
Acétate d'éthyle	-3	3-19	1 000
White spirit	30	0,7- 4	500
Xylène	23	1- 6	200
Toluène	6-10	1,3- 6,7	200
Trichloréthylène	-	-	100
Térébenthine	39	-	100
Acétone	-10	2,1-13	-

a/ CMA = concentration maximale dans l'air.

Le degré de ventilation dépend des dimensions de l'atelier de peinture et de la méthode employée pour peindre. En Finlande, la loi exige que l'air soit renouvelé 30 fois par heure dans un atelier de peinture au pistolet. L'efficacité de la ventilation dépend non seulement du nombre de m³ d'air qui entrent ou qui sortent, mais aussi de l'emplacement du ventilateur.

La ventilation générale de l'atelier de peinture ne suffit pas. Aux endroits où s'évaporent beaucoup de solvants, comme dans les cabines de pistolage et au voisinage des bacs d'immersion, il faut prévoir une ventilation locale. Lorsqu'on établit les plans du système de ventilation, on doit se rappeler que les vapeurs de solvants sont plus lourdes que l'air.

XXI. LA FINITION DE SURFACE DES MEUBLES ET DES OUVRAGES DE MENUISERIE
DANS LES PETITES USINES*

PROTECTION DU BOIS

Avant de se servir des objets en bois, il faut leur donner une finition car leurs surfaces poreuses et délicates retiennent les impuretés. Nettoyer ces surfaces est une tâche laborieuse. La finition de surface a en outre pour but la protection du bois contre l'usure, les micro-organismes et les insectes.

CONSIDERATIONS ESTHETIQUES ET COMMERCIALES

On peut si nécessaire profiter de la finition de surface pour modifier la teinte naturelle du bois, en fonçant un bois clair et même en éclaircissant un bois foncé. L'emploi de différents produits et de différentes méthodes donne un aspect plus ou moins lustré : brillant, semi-brillant, semi-mat et mat.

Le choix de la méthode appropriée donne un aspect plus agréable au bois et attire davantage l'acheteur.

MASTICS

Les mastics se font avec divers liants et diverses charges, notamment avec les produits énumérés ci-après, qui se prêtent à la finition des surfaces à peindre ou à vernir.

Mastic à la farine de bois

La méthode de préparation est la suivante :

- a) La farine de bois s'obtient en raclant ou en ponçant l'extrémité d'un morceau de bois. Racler le bois dans une autre direction donnerait une farine moins fine. Cette farine est mélangée à de la colle ou à du vernis pour former un produit pâteux;
- b) Il est recommandé d'employer un bois de la même essence que celle du bois à traiter;
- c) Le liant peut être de la nitrocellulose ou du carbanide-alkyde (formol), qui séchent assez vite. Mais d'autres vernis peuvent aussi être employés;
- d) Presque toutes les colles conviennent.

* Par Kaarlo Ilonen, Ecole pour la petite industrie et la formation de professeurs, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.209/26.)

Propriétés et emploi :

- a) Le mastic se rétracte habituellement en séchant. Des creux peuvent aussi se former, et le mastic peut se craqueler. Il faut donc faire légèrement dépasser le produit au-dessus de la surface;
- b) Si le mastic est trop souple et trop dilué, des traces de liant forment après égalisation et ponçage une auréole autour des endroits bouchés;
- c) Si la couleur n'adhère pas très bien, les parties traitées restent apparentes;
- d) L'adhérence peut être améliorée en alternant ponçage et masticage;
- e) Le mastic à la farine de bois ne s'applique généralement que sur des objets de qualité ordinaire.

Mastic à la gomme laque

Pour préparer un mastic à la gomme laque, on chauffe des particules de gomme laque en formant un cylindre à paroi mince (autour d'un bâtonnet par exemple). Pour le bouchage, on laisse la laque chaude s'écouler dans les trous et on la bourre aussitôt vers une raclette humide. La laque sèche immédiatement.

Propriétés et emploi :

- a) Ni retrait ni craquelure;
- b) Bonne adhérence au bois;
- c) Préparation rapide juste avant l'emploi;
- d) Ne colore pas le bois, mais la couleur foncée du mastic ressort sur les bois clairs;
- e) Les teintures à l'alcool dissolvent la laque;
- f) Les teintures ordinaires à l'eau ne prennent pas sur la laque;
- g) Ce mastic sert surtout à boucher les trous dans des bois très foncés et à boucher les noeuds foncés dans des bois clairs.

Bouche-pores

La poudre à employer peut être de la farine de bois, de la craie, du gypse, de l'argile, du talc, etc. Le liant est un vernis à l'huile ou un vernis alkyde. Les bouche-pores sont généralement fabriqués industriellement et ils sont teintés pour s'harmoniser avec la couleur de diverses essences : acajou, chêne clair, chêne foncé. Certains sont incolores, d'autres noirs. On peut aussi les teinter avec des pigments dissous dans de la térébenthine.

Ce dernier type de bouche-pores est employé quand on veut polir ou vernir du bois à gros vaisseaux; l'emploi d'un bouche-pores réduit le nombre de couches et accélère le travail.

TEINTES

Teintes à l'eau

La plus courante des teintes à l'eau est l'aniline, soluble dans l'eau. Elle est disponible dans les tons de plusieurs essences, sous forme de granules ou de poudre.

La teinte se prépare en faisant dissoudre les pigments dans de l'eau distillée ou de l'eau de pluie, à la température de 60 à 80°C. La concentration habituelle de cette solution de base est de 50 g/litre. La teinte désirée est obtenue en diluant la solution de base dans un certain volume d'eau. Pour tout emploi prolongé, il faut noter la formule du mélange au dos d'un échantillon teinté, afin de retrouver plus tard la teinte.

Avant l'emploi, on peut ajouter un peu d'ammoniac à la solution froide pour la faire mieux pénétrer dans le bois. La solution de base peut être diluée avec de l'alcool (pigments non acides), qui améliore la pénétration et l'adhérence de la teinte pour des surfaces à retraiter.

Propriétés et emploi :

- a) La teinte désirée s'obtient facilement;
- b) La teinte est facile à appliquer;
- c) Elle est bon marché;
- d) La teinte ne résiste pas à l'eau;
- e) Certaines ne résistent pas à la lumière;
- f) Elles ne résistent pas au frottement;
- g) La mise en teinte modifie l'aspect naturel du bois dont elle donne un négatif.

Teintes à l'alcool

Pour préparer une teinte à l'alcool, on fait dissoudre approximativement 4 % de pigments dans 96 % d'alcool, en ajoutant un volume comparable de gomme laque.

Propriétés et emploi :

- a) Séchage rapide en surface;
- b) La teinte adhère bien à la surface;
- c) Elle résiste assez bien à l'eau;
- d) Les grandes surfaces sont difficiles à traiter car la teinte sèche vite;
- e) Elle ne résiste habituellement pas très bien à la lumière;

- f) Elle donne un négatif de l'aspect du bois;
- g) Elle coûte cher.

Teintes industrielles à solvant organique

C'est le dernier type de teinte mis sur le marché. Le pigment (aniline) est dissous dans un solvant organique (éthyle-glycol). Les solutions concentrées sont allongées avec des diluants organiques pour obtenir la tonalité de la teinte voulue.

Propriétés et emploi :

- a) Séchage très rapide en surface;
- b) Bonne pénétration et bonne adhérence, même sur les surfaces à reteinter;
- c) Elles résistent partiellement à l'eau;
- d) Le séchage est si rapide que le traitement de grandes surfaces exige de l'habileté;
- e) Formation d'un négatif de l'aspect du bois;
- f) Prix élevé;
- g) Mise en teinte rapide des meubles et autres objets en bois.

VERNIS

Vernis à l'alcool

La composition du vernis à l'alcool est la suivante :

- a) Gomme laque (secrétion d'un insecte vivant sur certains arbres de l'Inde) et 96 % d'alcool, plus divers additifs;
- b) Diluant contenant 96 % d'alcool (généralement pas nécessaire).

S'applique par pulvérisation ou à la brosse.

Aucune précaution sanitaire particulière.

Le temps de séchage à température moyenne (20°C) est :

Sec au toucher	10 minutes
Sec pour manutention	1 heure
Intervalles entre couches	3 heures

Propriétés et emploi :

- a) Son fini brillant sèche par évaporation;
- b) Résistance à l'eau satisfaisante;
- c) Résistance au frottement satisfaisante;
- d) Assez satisfaisant pour le rebouchage;

- e) Résistance satisfaisante aux solvants, térébenthine et benzine (pas à l'alcool);
- f) Convient à la finition de surface des instruments de musique (violons, guitares);
- f) Convient à la restauration des vieux meubles dont les surfaces ont déjà été traitées avec ce produit;
- h) Convient à la finition de surface des meubles neufs dans les régions où les matières premières de ce vernis sont à bas prix, surtout quand on ne peut pas se procurer des produits de finition plus élaborés.

Vernis nitrocellulosique

Les vernis nitrocellulosiques se composent de nitrate de cellulose avec adjonction d'additifs plastifiants et d'un solvant organique, plus un diluant composé d'un mélange de solvants organiques.

L'application se fait par pulvérisation, à la brosse, à la vernisseuse à rideau, par immersion et à la vernisseuse à rouleaux. Pour la pulvérisation, il est recommandé de travailler à une viscosité de 18 à 20 secondes au viscosimètre DIN No 4, à température de 20°C. Selon la méthode d'application, la surface couverte est de 7 à 10 m²/litre.

Si la ventilation n'est pas suffisante, le port de masques respiratoires est indispensable.

L'inflammabilité est de la classe I, et le point d'éclair inférieur à 30°C.

Temps de séchage à 20°C :

Sec au toucher	10 minutes
Sec pour manutention	1 heure
Intervalle entre couches	1 heure

Principales propriétés :

- a) Brillant ou mat;
- b) Séchage par évaporation;
- c) Bouchage imparfait par défaut de matières solides;
- d) Résistance aux solvants peu actifs, à la térébenthine et à la benzine;
- e) Résistance à l'eau satisfaisante;
- f) Dissolution de la couche sous-jacente due aux solvants très actifs qu'il contient.

Principaux emplois :

- a) Vernissage des ouvrages neufs pour emploi intérieur;
- b) S'emploie comme première couche quand il faut un vernis à séchage rapide ou quand un vernis catalysé réagit mal avec le bois ou avec la teinte qu'il contient.

Vernis alkyde

Les éléments des vernis alkydes sont une résine alkyde (synthétique) et l'huile de lin. Le diluant peut être la térébenthine tirée du bois ou la térébenthine minérale.

L'application se fait par pulvérisation, à la brosse, par immersion ou à la vernisseuse à rouleaux. La pulvérisation se fait à une viscosité de 18 à 20 secondes DIN 4 à 20°C; pour la brosse, la viscosité doit être de 24 secondes DIN 4 à 20°C.

Selon la méthode d'application, la surface couverte est de 15 à 20 m²/litre.

L'inflammabilité est de la classe II, le point d'éclair supérieur à 30°C.

Temps de séchage à 20°C :

Sec au toucher	3 heures
Sec pour manutention	8 heures
Intervalles entre couches	16 heures

Principales propriétés :

- a) Brillant ou mat;
- b) Séchage par évaporation et oxydation;
- c) Bonne propriété de bouchage due à la forte proportion de matières solides (45 % environ);
- d) Résistant aux solvants peu actifs tels que la térébenthine et la benzine; lavable à l'eau;
- e) Bonne résistance au frottement.

Principaux emplois :

- a) Vernissages intérieurs et extérieurs;
- b) Revernissages d'ouvrages anciens (ne dissout pas la couche sous-jacente);
- c) S'emploie surtout quand on peut laisser sécher assez longtemps.

Vernis alkyde-carbamide (vernissages à deux composants, catalysés à l'acide)

Les éléments des vernis alkyde-carbamide sont une résine alkyde et une résine carbamide (urée-formol), mélangées à d'autres produits, et un durcisseur qui est un acide. Le diluant est un mélange spécial de solvants organiques appropriés à ce type de vernis.

L'application se fait par pulvérisation, à la brosse, à la vernisseuse à rideau et par immersion. La viscosité de pulvérisation doit être de 18 à 20 secondes DIN 4 à 20° C. Selon la méthode d'application, la surface couverte est de 12 à 15 m²/litre. Si la ventilation n'est pas suffisante, le port du masque respiratoire est indispensable.

L'inflammabilité est de la classe I, et le point d'éclair inférieur à 30°C.

Principales propriétés :

- a) Fini brillant ou mat;
- b) Le séchage est dû à une réaction chimique qui est déclenchée par le durcisseur et s'accompagne de l'évaporation du solvant;
- c) Résiste aux solvants peu actifs tels que la térébenthine, la benzine et l'alcool;
- d) Quand elle est durcie, la surface peut être nettoyée avec des solvants actifs;
- e) Bonne résistance à la chaleur (80 à 120°C);
- f) Bonne résistance à l'eau;
- g) Bonne résistance au frottement;
- h) Décoloration du bois de certaines essences.

Principaux emplois :

Du fait des propriétés ci-dessus, ces vernis sont très employés dans l'industrie pour la finition de surface des meubles, mais on peut aussi s'en servir pour divers autres emplois.

Vernis alkyde-carbamide précatalysés (verniss à un composant)

Les vernis catalysés à un composant contiennent un durcisseur. La réaction de séchage commence après l'évaporation du solvant. Ces vernis sont généralement moins concentrés que ceux à deux composants. Ils servent surtout à l'application de la première et de la dernière couche. Ces vernis sont aussi disponibles à deux composants.

Pour l'application d'une première couche sur les bois à teinte claire, on se sert souvent d'un vernis donnant à la surface un aspect non fini (il ne mouille pas la surface). La teinte claire du bois peut aussi être accentuée en mélangeant au vernis une petite quantité (1 à 2 %) de peinture blanche de même nature ou de pigment blanc mélangé à du vernis dilué.

GENERALITES SUR D'AUTRES TYPES DE VERNIS

Vernis aux polyesters

A l'origine, on se servait des résines polyesters, renforcées par de la fibre de verre, pour construire des carrosseries de voitures, des coques de bateaux, etc. Plus tard, elles sont devenues d'importantes matières premières pour la fabrication des vernis. Comme les vernis aux polyesters ne contiennent aucun élément volatil, ils ont de bonnes propriétés de bouchage. Grâce aux méthodes mécaniques de polissage, on peut obtenir des surfaces vernies de très bonne qualité.

Les vernis aux polyesters sont à deux composants (comme les vernis alkyde-carbamide). Un durcisseur est indispensable pour déclencher la réaction de séchage. Jusqu'à maintenant, ces vernis ont été moins employés dans la petite et la moyenne industrie que les vernis nitro-cellulosiques et les vernis à deux composants alkyde-carbamide.

Vernis aux polyuréthanes

Les vernis aux polyuréthanes séchent comme les vernis alkyde-carbamide; on peut leur ajouter un durcisseur quand il n'en contiennent pas. Le revêtement obtenu avec ces vernis résiste aux produits chimiques et au frottement. Ces vernis sont surtout employés pour les meubles de cuisine et de salles de bain, ainsi que pour les bateaux.

Le choix du vernis dépend des critères suivants :

- Le bois employé pour la construction de l'ouvrage
- Résultats attendus du vernis
- Produits de finition disponibles
- Matériel disponible
- Méthode de finition de surface
- Conditions de finition de surface
- Habilité et expérience de la main-d'oeuvre

CHOIX DE LA METHODE DE FINITION

Le choix de la méthode de finition dépend des critères suivants :

- Destination de l'ouvrage
- Matériaux employés pour la fabrication de l'ouvrage
- Matériel de finition disponible
- Produits de finition disponibles
- Conditions d'exécution de la finition
- Conditions d'emploi de l'ouvrage
- Habilité de la main-d'oeuvre

PREPARATION DU TRAITEMENT DE SURFACE

Nettoyage de l'excès de colle

A l'assemblage des ouvrages, il faut veiller à ne pas appliquer de colle à côté des joints. Si cela se produit, il faut immédiatement enlever la colle (un chiffon humide convient pour presque toutes les colles). En usine, les gouttes de colle séchée sont habituellement enlevées avec un ciseau ou un grattoir spécial sans endommager la surface. Comme les taches et les gouttes de colle apparaissent sous les vernis, l'encollage doit être fait avec soin.

Ponçage intermédiaire

Les traces laissées à l'usinage par les outils de coupe doivent disparaître partout où elles restent visibles; les bords et les angles doivent être convenablement arrondis. Le dernier ponçage se fait au papier de verre fin, dans la direction du fil pour obtenir une surface régulièrement lisse.

Réparations

Tout enfoncement de la surface se comble par humidification. Dans le bois massif, les trous sont chevillés ou bouchés avec du mastic de bois (vernis et farine de bois), du mastic à la gomme laque ou tout autre produit approprié. Aux angles et sur les bords des surfaces plaquées, les arrachements sont bouchés par des raccords de placage (en veillant à ce que le fil du bouchage et celui de la surface soient dans le même sens). Le choix du placage et le bouchage doivent être faits avec soin. Les raccords sont figiolés et poncés pour les affleurer à la surface. Les déchets de ponçage sont époussetés.

Humidification

L'humidification sert à faire dresser les bords des pores qui ont été comprimés par le ponçage. L'addition à l'eau de 2 à 3 cm³/litre d'un sel de chrome rend les fibres plus raides et plus faciles à poncer. L'effet de l'humidification d'une surface de bois massif est représenté à la figure I.

Dernier ponçage

Le dernier ponçage se fait dans le sens du fil avec un papier de verre fin et dur, mais seulement quand la surface est parfaitement sèche.

MISE EN TEINTE AVEC DES COULEURS A L'ANILINE

On prépare pour chaque teinte nécessaire une solution normalement concentrée et on la dilue par la suite selon des proportions établies à l'avance. Cette façon de procéder permet de reproduire les teintes plus tard selon les besoins.

L'adjonction de 10 % d'ammoniac facilite la pénétration de la teinte dans le bois. La teinte est appliquée généreusement sur la surface à la brosse ou à l'éponge. Toute la surface est poncée avant séchage. Les ouvrages de petites dimensions peuvent être traités par immersion dans la teinte.

FIGURE I. EFFET DE L'HUMIDIFICATION DU BOIS MASSIF AVANT VERNISSAGE

Vernissage sans humidification

Les pores (très grossis) se sont affaissés en perdant leur forme arrondie. Leur partie supérieure s'est rompue et s'est enfoncée.

A l'application de la couche d'apprêt à la brosse, au pistolet ou avec tout autre procédé, les bords des pores s'enfoncent davantage et s'opposent à la pénétration du vernis dans les pores. Même quand on emploie un bouche-pores - comme sur la figure - ce produit n'atteint pas le fond.

Le vernis recouvre la surface sans pénétrer dans les pores.

Comme le bois "travaille", les pores ont tendance à reprendre leur forme arrondie. Des contractions se produisent dans la couche de vernis et forment des craquelures longitudinales.

Vernissage après humidification

La surface du bois a été mouillée à l'eau chaude (60 à 70°) avec une éponge. La surface gonfle vite et les pores reprennent leur forme arrondie. Les pores s'ouvrent, et la surface devient rugueuse.

Après ponçage de la surface mouillée, les pores sont ouverts. On s'est servi d'une ponceuse rotative à disque semi-dur avec papier de verre No 220. La poussière de ponçage a été soigneusement retirée des pores, dans le sens longitudinal.

Au vernissage, les pores se remplissent jusqu'au fond. Le vernis durera longtemps.

Bois sec



Bois avec couche d'apprêt et bouche-pores



Bois verni



Bois craquelé



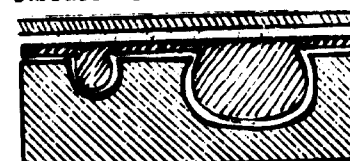
Surface humide



Surface poncée



Surface vernie



Si le bois est résineux ou gras, les teintures solubles ne prendront pas bien. Il faut commencer par enlever la résine ou le gras. Les surfaces teintées à l'eau restent sensibles à l'eau tant qu'elles ne sont pas vernies. Des mains humides, des gouttes d'eau ou de solution teintée peuvent y laisser des traces difficiles à enlever. Il faut donc faire sécher les ouvrages dans un endroit où ils seront à l'abri de ces risques.

VERNISSAGE

L'atelier de vernissage doit être;

Sans poussière
Bien ventilé
Bien éclairé
Equippé de tables de travail appropriées
Muni d'installations de séchage et d'entreposage

Matériel

La brosse à vernir doit avoir des bords assez résistants (10 à 15 mm d'épaisseur) et une base large, mais elle doit s'amincir vers le bout des poils (figure II). On préférera les soies aux crins parce qu'elles s'affinent vers l'extrémité, ce qui donne la forme et la souplesse voulues. Les soies de porc les plus couramment employées sont les soies noires de Tchong-king et les soies blanches. Le récipient à vernis peut être un pot ou un poêlon. Pour les vernis celluloseux, les récipients et les brosses resteront en meilleur état si on les range dans une boîte métallique (figure III) qui se ferme hermétiquement par un couvercle et contient du diluant, dans le fond ou dans un autre récipient. Les poils des brosses resteront droits si on accroche les brosses à un gros fil de fer passant dans un trou aménagé dans le manche. Le matériel se compose en outre d'un racloir à bord spécial (voir figure IV) pour égaliser la surface vernie, d'une brosse à poussière et d'une peau de chamois, ou de quelque chose de comparable, pour épousseter la surface.

Instructions pour l'application du vernis

La meilleure façon d'appliquer les vernis celluloseux et les vernis catalysés est la pulvérisation au pistolet, mais on peut aussi se servir d'une brosse. Comme ces vernis sèchent vite, surtout sur les grandes surfaces, leur application exige beaucoup d'expérience et d'habileté. La meilleure façon de procéder est la suivante :

- a) La surface à vernir sera de préférence placée horizontalement pour qu'elle réfléchisse la lumière (voir figure V);
- b) L'application doit commencer par le bord le plus éloigné de l'ouvrier;
- c) Le vernis est appliqué du milieu vers le côté;

- d) Aussitôt après application, le vernis est égalisé à grands coups de brosse à travers toute la surface, en commençant d'un bord et en allongeant les coups de brosse à l'approche de l'autre bord;
- e) La brosse doit être tenue à un angle de 60° environ avec la surface (voir figure V);
- f) La vitesse et la pression de la brosse doivent être appropriées;
- g) Le vernis qui coule sur les bords doit être aussitôt essuyé, avant que la couche sous-jacente se ramollisse;
- h) A chaque coup de brosse, il faut examiner la surface à contre-jour;
- i) Il est conseillé d'appliquer sur les surfaces horizontales une couche assez épaisse pour que sa surface s'égalise d'elle-même;
- j) Pour les surfaces verticales, passer la brosse de bas en haut;
- k) Le vernissage de chaque ouvrage doit être prévu de sorte que tout l'ouvrage puisse être traité si possible en une seule fois;
- l) Les surfaces doivent être assez sèches avant de les retourner sur leur support, à moins que l'on se serve d'un socle spécial à pointes pour le vernissage et le séchage (voir figure VI);
- m) Entre chaque couche, la surface doit être légèrement poncée ou raclée pour supprimer les irrégularités;
- n) Les vernis celluloseux dissolvent la couche de vernis sous-jacente, mais ce n'est pas le cas des vernis catalysés.

Pour le vernissage à la brosse, la viscosité du vernis n'a pas beaucoup d'importance. Pour la première couche, les vernis celluloseux et les vernis catalysés sont dilués de 10 à 30 %, selon la température ambiante, pour obtenir une meilleure adhérence. Le durcisseur est ajouté aux vernis catalysés dans la proportion de 1/10 du volume versé dans le récipient. A la fin du travail, le vernis contenant un durcisseur ne doit pas être mélangé avec le reste du vernis. Si le vernis catalysé modifie la teinte normale du bois, la première couche peut se faire avec du vernis celluloseux.

Entretien du matériel

Après dégorgeage du vernis, les brosses sont suspendues dans une boîte spéciale. Les récipients à vernis peuvent aussi être rangés dans la même boîte (voir figure III). Les brosses et les récipients se nettoient au diluant après l'application des vernis catalysés. Les brosses sont suspendues après avoir pressé les poils pour bien aplatir leur extrémité. Les brosses convenablement entretenues donneront toute satisfaction à l'emploi.

FIGURE II. BROSSE A VERNIR

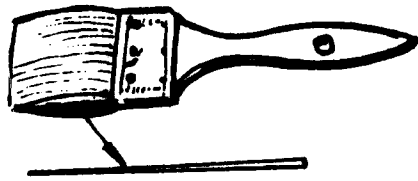


FIGURE III. BOITE POUR LE RANGEMENT
DES BROSSES

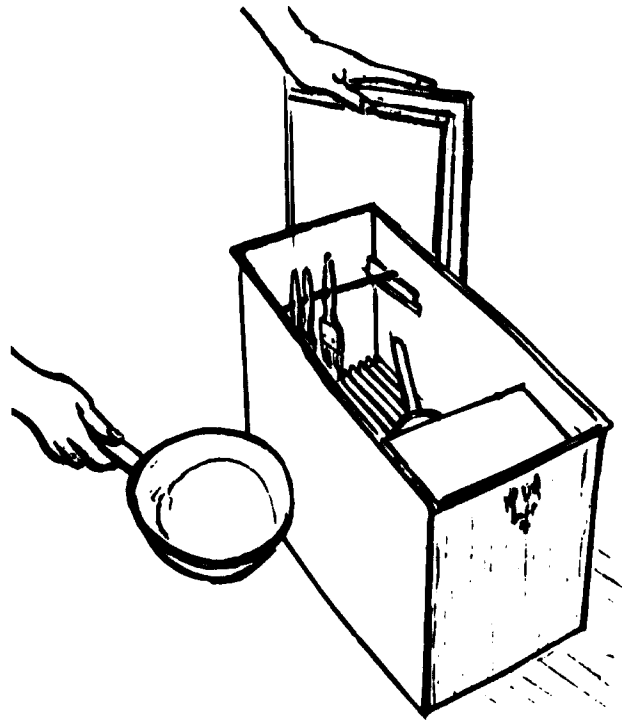


FIGURE IV. RACLOIR

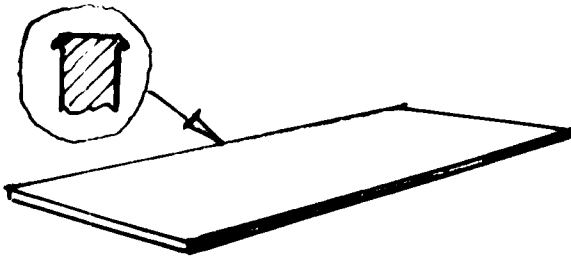


FIGURE V. REFLECTION DE LA LUMIERE SUR LA SURFACE
VERNIE ET MANIERE DE TENIR LA BROSSE

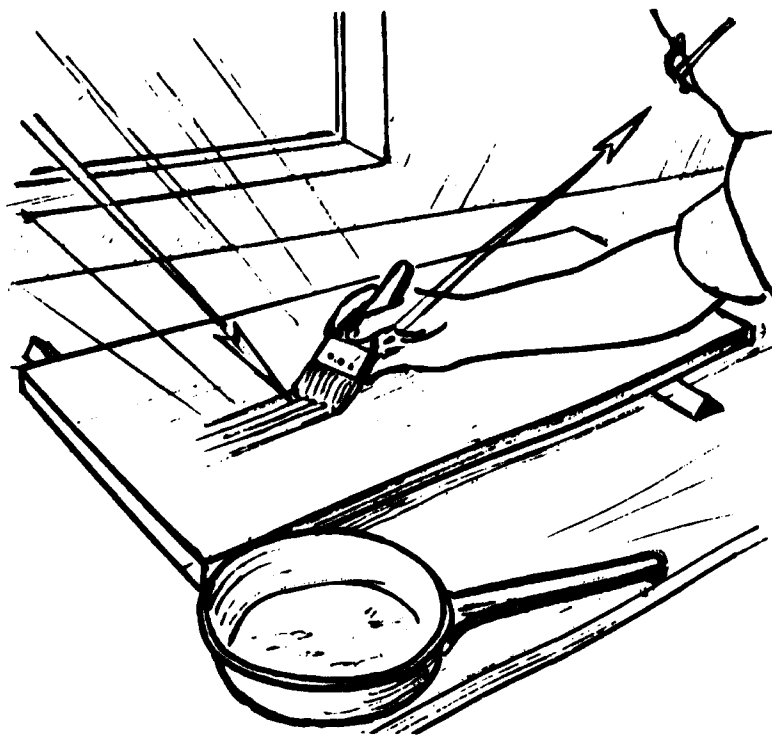
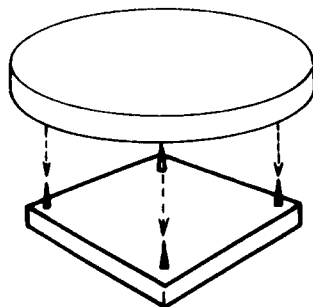


FIGURE VI. SOCLE A POINTES POUR VERNISSAGE ET SECHAGE



VERNISSAGE PAR PULVERISATION

L'installation de vernissage se compose d'une cabine munie de ventilateurs et spécialement conçue pour résister au feu, surtout dans le cas de la pulvérisation (voir figures VII et VIII). Cette installation empêche la projection des particules et des vapeurs de vernis dans les autres ateliers, tout en assurant la propreté de l'atelier de vernissage, ce qui réduit les risques d'incendie et les risques sanitaires. La propreté de l'atelier de vernissage améliore la qualité du travail.

Matériel de pulvérisation

Pistolet électrique. Le pistolet électrique (voir figure IX) est un appareil de pulvérisation à haute pression sans compresseur, qui convient à la projection de tous les liquides. Son fonctionnement est assuré par une pompe à haute pression actionnée par un électro-aimant. Le liquide à pulvériser est aspiré par création d'un vide et vibrations; il est éjecté à haute pression (100 impulsions par seconde sur courant alternatif de 50 périodes).

Caractéristiques techniques

Poids : 1 kg environ
Capacité : 170 à 320 g de produit à la minute
Puissance : 35 à 60 W (consommation)

Ce type de pistolet se prête à la production en petite série, aux ateliers de réparation, etc. Ces pistolets ne doivent pas être employés dans des endroits où il y a risque d'explosion.

Pistolet pneumatique. L'air comprimé est amené directement au pistolet ou à travers un réservoir, avant de passer par un filtre à air et un manodétendeur. L'aspiration de l'air à travers la tête, ou la pression créée dans le godet à produit, fait monter le vernis jusqu'à la buse pendant que l'air comprimé sort de la tête en vaporisant le vernis selon l'angle voulu.

FIGURE VII. CABINE DE PISTOLAGE AVEC FILTRE A SEC

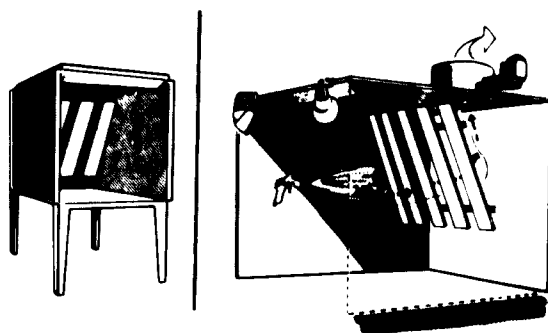


FIGURE VIII. CABINE DE PISTOLAGE A RIDEAU D'EAU

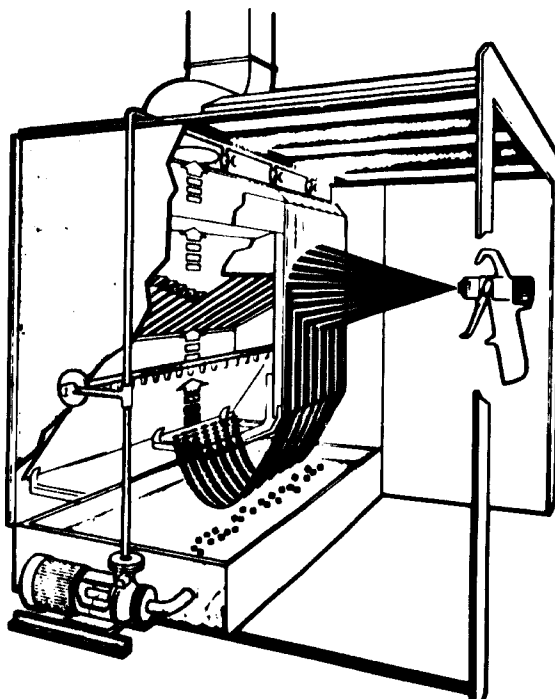
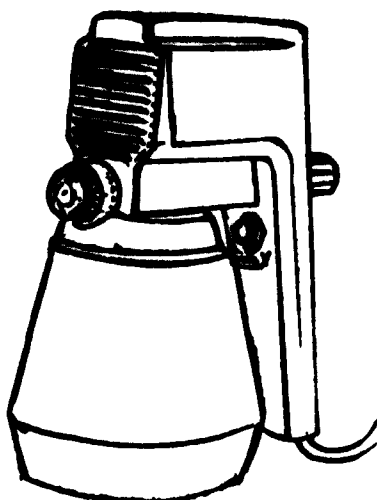


FIGURE IX. PISTOLET ELECTRIQUE



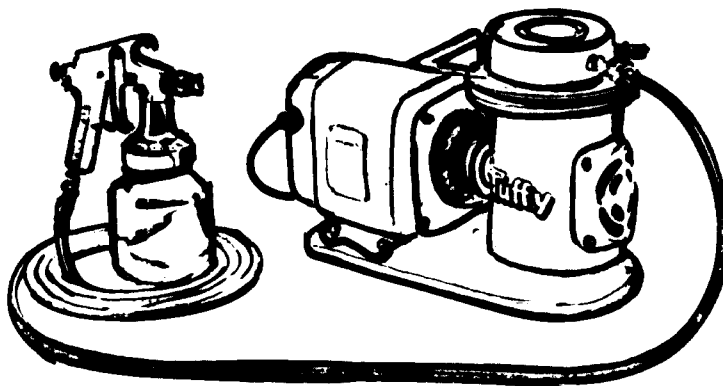
Petit ensemble de pulvérisation pneumatique. Le compresseur est un petit modèle à membrane ou à piston (voir figure X). Le pistolet est généralement alimenté à basse pression, que ce soit par aspiration ou sous pression. Le godet à produit est fixé au projecteur ou séparé et relié à lui par des tuyaux. La pulvérisation est aussi uniforme qu'avec les gros appareils. Du fait de sa conception, ce modèle ne peut pas servir à pulvériser des produits exigeant une forte pression.

Caractéristiques techniques

Poids (compresseur compris) : 15 à 30 kg
Compresseur avec moteur électrique monophasé 0,5 kW
Pression en fonctionnement continu : 2 à 2,8 kg/cm²
Débit : 8 litres d'air libre par minute à 2 kg/cm² de pression

Cet ensemble de pulvérisation pneumatique se prête à la production en petite série, aux ateliers de réparation, etc., qui n'ont pas de compresseur autonome et n'ont pas besoin d'un pistolet à grand débit.

FIGURE X. PETIT ENSEMBLE DE PULVERISATION PORTATIF



Ensemble de pulvérisation fixe. Ces installations (voir figure XI) ont souvent beaucoup plus d'accessoires que les petites et elles se prêtent à de plus nombreuses applications. Les principaux éléments de ces ensembles sont :

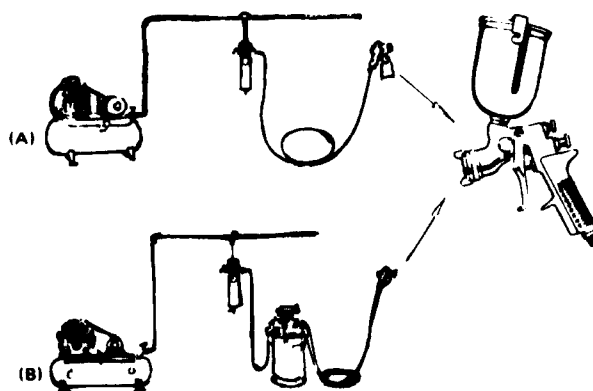
Pistolet
Compresseur
Réservoir d'air
Godet sous pression pour le produit
Tuyaux d'air
Tuyaux d'amenée du produit
Détendeur avec purgeur d'eau, filtre à air et manomètre

Caractéristiques techniques

Le débit du compresseur doit correspondre à la consommation d'air, tant en volume qu'en pression

La quantité d'air nécessaire à un pistolet est de 100 à 600 litres par minute, selon le produit à pulvériser, la pression de fonctionnement et la buse employée. Le poids des pistolets est de 300 à 1 000 grammes.

FIGURE XI. ENSEMBLE DE PULVERISATION FIXE



Instructions pour la pulvérisation

Différents modèles de buses (buse et pointeau) sont disponibles pour chaque pistolet (figure XII). Le choix dépend du modèle de pistolet, du produit à pulvériser et de la pression de fonctionnement. Les règles générales à suivre sont les suivantes :

- a) Plus le produit à pulvériser est liquide, plus la pression est basse et la taille de la buse petite;
- b) Les buses appropriées aux vernis ont un diamètre de 0,4 à 0,5 mm pour les pistolets électriques et de 1 à 1,4 mm pour les pistolets à fonctionnement par aspiration ou sous pression (voir tableau);
- c) Avec le fonctionnement par aspiration, les pistolets à mélange externe sont recommandés pour les vernis cellulosiques et les vernis catalysés à séchage rapide (voir figure XIII).

Détermination de la viscosité du vernis

La qualité du travail dépend surtout de la viscosité du vernis. Cette propriété se détermine de diverses façons. La méthode la plus simple est de mesurer le temps que met un vernis à s'écouler d'un viscosimètre normalisé (voir figure XIV). La viscosité se mesure 1 secondes. Les meilleurs viscosimètres ont des coupes DIN et Ford, et les unités de mesure portent ces noms. La viscosité d'un vernis peut être augmentée en y ajoutant du diluant ou en le réchauffant. Le vernis réchauffé donne une couche plus résistante en une seule pulvérisation car il contient un produit volatil. Les vernis cellulosiques et les vernis catalysés ont à peu près la même viscosité : 18 à 20 secondes avec la coupe DIN No 4.

FIGURE XII. PIÈCES DU PROJECTEUR

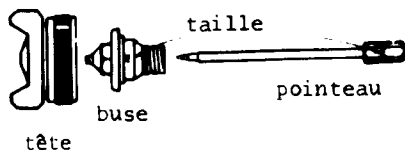


FIGURE XIII. PISTOLET A MELANGE EXTERNE

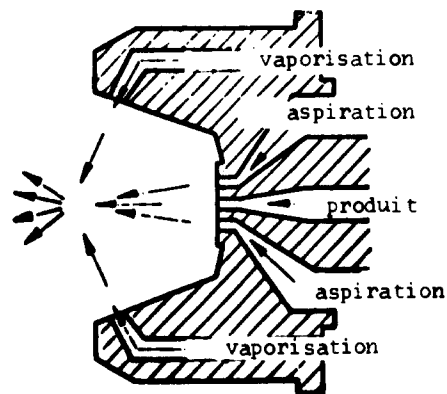
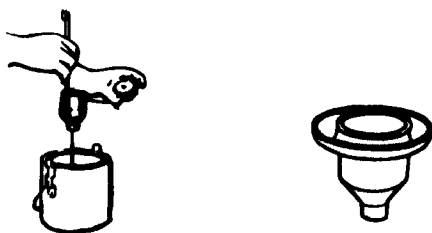


FIGURE XIV. MESURE DE LA VISCOSITE



Réglage de la pression

Avec un pistolet électrique, aucun réglage de la pression n'est possible. Avec les pistolets fonctionnant par aspiration et les pistolets fonctionnant sous pression, le vernis se vaporise à 200 - 400 kN/m², selon sa viscosité.

Techniques de pistolage

Il est très important d'apprendre la bonne technique de pistolage pour accélérer le travail et améliorer sa qualité, tout en tirant le meilleur parti du produit pulvérisé. Outre cette technique, le pistoleur doit aussi se familiariser avec le réglage de son appareil, c'est-à-dire qu'il doit pouvoir reconnaître tout défaut de fonctionnement, en trouver la cause et y porter remède. Certains détails techniques concernant la bonne exécution du pistolage sont expliqués aux figures XV à XXI.

Caractéristiques des buses^{a/}

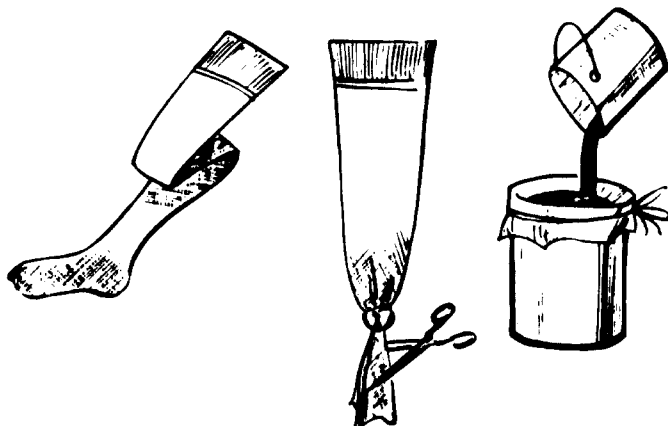
Produit à pulvériser	Appareil ^{b/}	Buse (ensemble) ^{b/}	Alimen- tation	Taille de la buse (mm) (1/mm) (pression kg/cm ²)			
						Abrasion d'air	
Liquide : Eau Peintes Solvant Diluant Fixatif		74-FX	P	1,07	285-3,5	330-4,2	395-5,3
	P-MBC-510	704-FX	P	1,07	285-2,1	350-2,8	420-3,5
	P-JGA-502	705-FX	P	1,07	205-1,4	230-1,8	260-2,1
	P-AGA-502	2-FX	P	1,07	225-2,1	275-2,8	330-3,5
	P-AGB-501	203-FX	P	1,07	200-2,1	240-2,8	285-3,5
	P-AGA-517	38-FX	P	1,07	190-2,1	235-2,8	285-3,5
	P-AGA-504	58-FX	P & I	1,07	145-2,1	180-2,8	215-3,5
	P-AGB-504	58-FF	P & I	1,40	145-2,1	180-2,8	215-3,5
		110-FX	P	1,07	95-2,1	120-2,8	140-3,5
		P-CM-501					
	P-AGA-504	37-FX	I	1,07	160-2,1	200-2,8	230-3,5
	P-AGA-505	29-F	P	1,04	140-2,1	170-2,8	205-3,5
	P-AGA-571	100-F	P & I	1,04	90-2,1	100-2,8	120-3,5
	P-WDA-502						
	P-CMF-501	F-49-F	P	1,04	85-2,1	105-2,8	125-3,5
	P-TGA-501	944-F	P	1,04	135-2,1	165-2,8	190-3,5
		90-F	I	1,04	100-2,1	125-2,8	150-3,5
	P-EGA-502	392-H	P & I	0,48	40-2,1	-	-
		128-H	P & I	0,48	20-2,1	-	-
	P-CGA Kaikki mahti	84-FF	P & I	1,40	90-2,1	110-2,8	130-3,5
OQA-501	84-F	P & I	1,04	90-2,1	110-2,8	130-3,5	
Semi-pâteux : Laques Peinture cellu- losique Peinture synthé- tique Vernis Colle fluide Produits de roulage		160-FF	P	1,40	540-3,5	615-4,2	695-4,9
		160-FZ	P	1,18	540-3,5	615-4,2	695-4,9
		181-FF	P	1,40	465-3,5	540-4,2	610-4,9
		181-FZ	P	1,18	465-3,5	540-4,2	610-4,9
		785-FF	P	1,40	415-3,5	545-4,9	675-6,3
	P-MBC-510	785-FX	P	1,07	415-3,5	545-4,9	675-6,3
	P-JGA-502	74-FF	P	1,40	285-3,5	330-4,2	395-5,3
	P-AGA-502	74-FX	P	1,07	285-3,5	330-4,2	395-5,3
	P-AGB-501	704-FF	P	1,40	285-2,1	350-2,8	420-3,5
	P-AGA-517	704-FX	P	1,07	285-2,1	350-2,8	420-3,5
	P-AGB-504	43-FF	I	1,40	245-2,1	295-2,8	345-3,5
		43-EX	I	1,78	245-2,1	295-2,8	345-3,5
		38-EX	I	1,78	210-2,1	255-2,8	300-3,5
		788-FF	P	1,40	205-1,4	230-1,8	260-2,1
		788-FX	P	1,07	205-1,4	230-1,8	260-2,1
		461-D	P	2,18	180-2,1	220-2,8	260-3,5
		38-EX	I	1,78	190-2,1	235-2,8	285-3,5
		84-FX	P	1,07	165-2,1	205-2,8	240-3,8
		88-FF	P & I	1,40	145-2,1	180-2,8	215-3,8
		88-FX	P & I	1,07	145-2,1	180-2,8	215-3,5
		68-FF	P & I	1,78	100-2,1	125-2,8	140-3,5
		68-E	P & I	1,40	100-2,1	125-2,8	140-3,5
		110-FF	P	1,40	95-2,1	120-2,8	140-3,5
		468-FF	P	1,40	100-2,8	-	-
	P-AGA-509	Z-19	P	4,38	585-4,2	-	-
		78-FF	P	1,40	505-3,5	615-4,2	670-4,9
		78-FX	P	1,07	505-3,5	615-4,2	670-4,9
	P-JGA-502-A	78-FZ	P	1,18	505-3,5	615-4,2	670-4,9
	P-AGA-502	778-FZ	P	1,18	480-3,5	580-4,2	635-4,9
	P-AGB-501	778-FF	P	1,40	490-3,5	585-4,2	640-4,9
		778-FZ	P	1,18	490-3,5	585-4,2	640-4,9
	P-CM-501	37-E	I	1,78	180-2,1	200-2,8	230-3,5
	P-AGA-504	37-FF	P	1,40	180-2,1	200-2,8	230-3,5
	P-AGA-505	29-F	P	1,04	140-2,1	170-2,8	205-3,5
	P-AGA-571	100-F	P & I	1,04	90-2,1	100-2,8	120-3,5
	P-CMF-501	Z-47-FF	P	1,40	90-2,1	115-2,8	140-3,5
	P-CM-502	Z-47-FF	P	1,40	90-2,1	115-2,8	140-3,5
	P-TGA-501	944-F	P	1,04	135-2,1	165-2,8	190-3,5
		82-E	I	1,78	120-2,1	150-2,8	180-3,5
	P-EGA-502	395-E	P & I	1,78	70-2,1	-	-
		390-F	P & I	1,04	65-2,1	-	-
		124-F	P & I	1,04	40-2,1	-	-
	P-CGA Kaikki mahti	84-FF	P & I	1,40	90-2,1	110-2,8	125-3,5
		Z-46-FF	P	1,40	80-2,1	75-2,8	90-3,5
	OQA-501	84-F	P	1,40	90-2,1	110-2,8	125-3,5
		Z-46-F	P	1,40	90-2,1	75-2,8	90-3,5

Source : DeVilbiss Company, Toledo, Ohio (Etats-Unis).

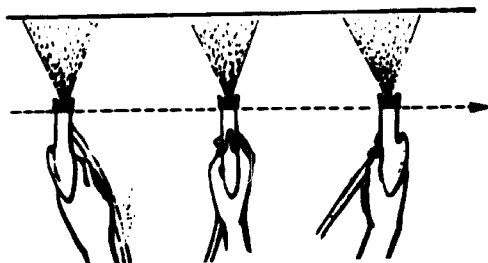
^{a/} Tableau reproduit pour donner une idée de la gamme des produits disponibles.

^{b/} Références des produits DeVilbiss.

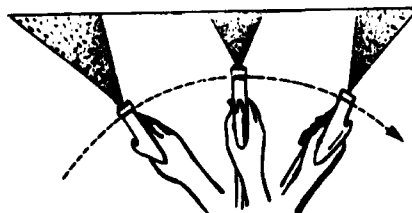
FIGURE XV. TECHNIQUES DE PISTOLAGE



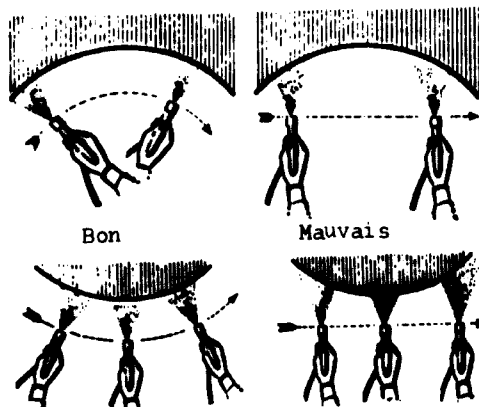
a) Tamisage de la peinture dans un bas nylon



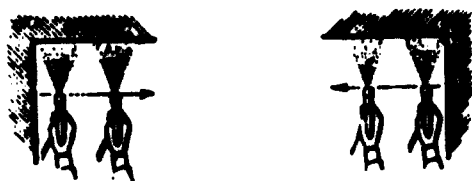
b) Bonne position du pistolet pour les surfaces planes



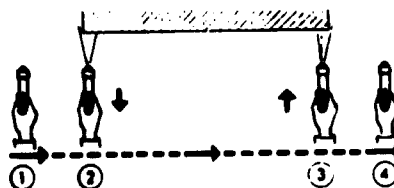
c) Mauvaise position du pistolet : application inégale et vaporisation de la peinture



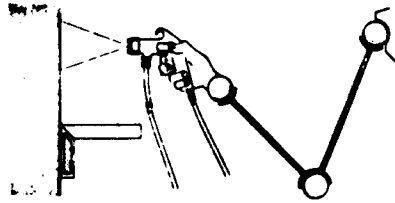
d) Application sur les surfaces courbes.



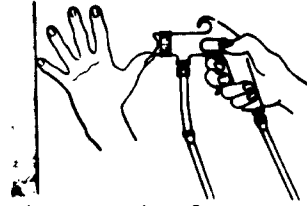
e) Bonne position du pistolet dans les angles.



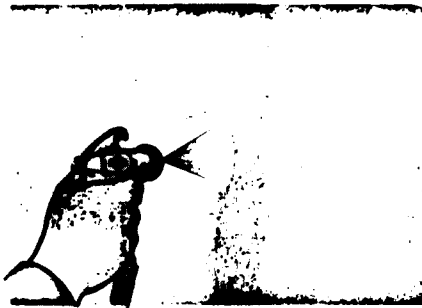
f) La pulvérisation commence et se termine à l'extérieur de la surface.



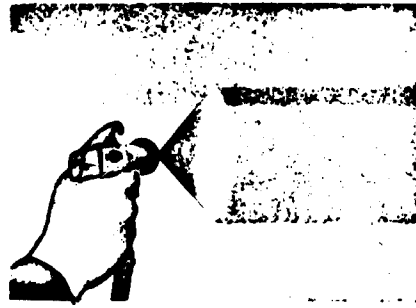
g) Les articulations travaillent pour que le pistolet soit droit.



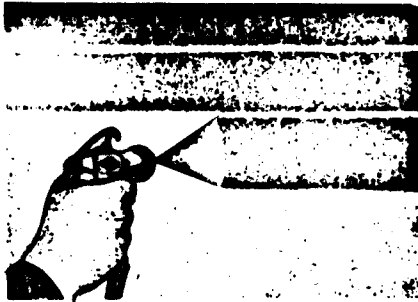
h) La distance pistolet - surface doit toujours être la même : 15 - 25 cm.



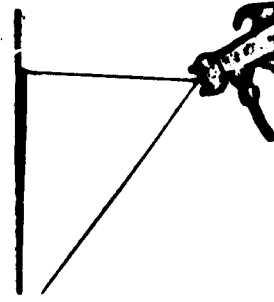
i) La direction du mouvement ne doit pas changer pendant la pulvérisation.



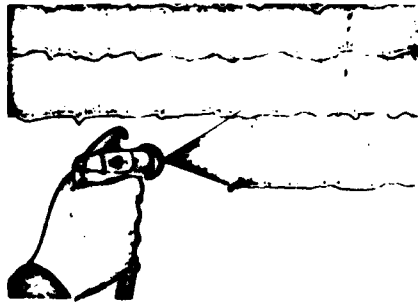
j) Les passes successives ne doivent pas trop se recouvrir.



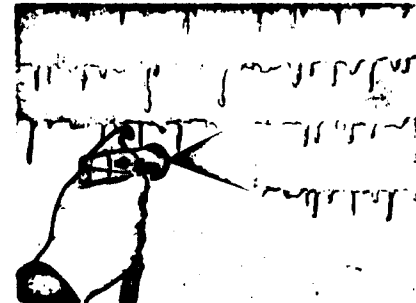
k) Si les passes ne se recouvrent pas, on obtient des bandes.



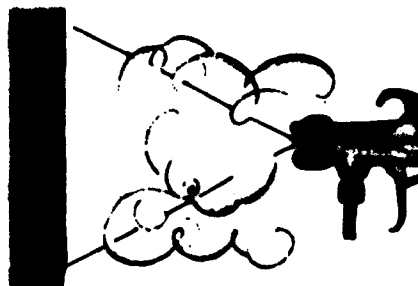
l) Si le pistolet est incliné, l'épaisseur est inégale.



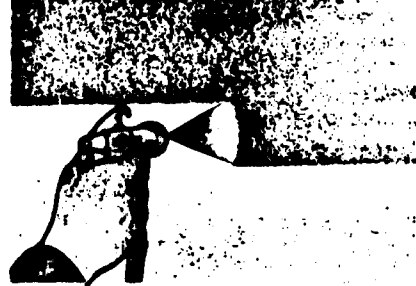
m) Un excès de peinture trop épaisse forme des vagues.



n) Un excès de peinture trop liquide forme des coulures.

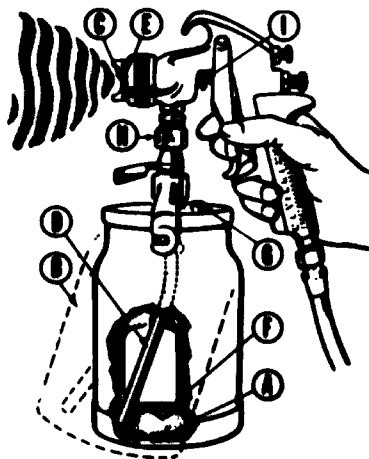


o) Si la pression est trop forte, la surface est granuleuse.



p) Si la distance est trop grande, la peinture a le temps de sécher.

FIGURE XVI. CAUSES POSSIBLES D'UNE PULVERISATION INEGALE



Si l'application est irrégulière, la cause peut être une des suivantes :

- A) Trop de produit dans le godet
- B) Godet tenu trop incliné
- C) Tuyau d'aspiration bouché
- D) Tuyau d'aspiration mal serré ou endommagé
- E) Joint mal serré ou endommagé

Quand on emploie un godet à aspiration, la cause peut être :

- F) Produit trop épais
- G) Trou du couvercle du godet bouché
- H) Tuyau d'air ou raccord endommagé
- I) Joint de pointeau desserré ou endommagé

Des ennuis peuvent aussi se produire quand le tube d'aspiration touche le fond du godet.

Source : DeVilbiss Company, Toledo, Ohio (Etats-Unis).

FIGURE XVII. MAUVAISE IMAGE DE LA FORME DU JET



- a) Si l'image s'amincit vers le haut ou vers le bas, la cause peut être : évents latéraux de la buse bouchés; buse en partie bouchée; ou impuretés dans la tête de la buse.



- b) Si l'image est en haricot vers la gauche ou vers la droite, la cause peut être : un évent, gauche ou droite, de la buse bouchée; ou buse en partie bouchée.



- c) Si l'image est ovalisée, la cause peut être : jet trop étroit; pression trop faible ou produit trop épais; tête trop petite pour la pression ou buse trop grosse.



- d) Si l'image est étranglée au milieu, la cause peut être un mauvais réglage de la pression. Rétrécir le jet ou augmenter la pression. Le réglage de la pression augmentant la quantité de produit projeté, le mouvement doit être accéléré.

Source : DeVilbiss Company, Toledo, Ohio (Etats-Unis).

Trouver l'anomalie des points a) et b). Tourner la tête d'un demi-tour et pistoler. Si l'image a elle aussi tourné d'un demi-tour, c'est la tête qui est responsable. Toutefois, si la buse est bouchée, il faut commencer par la déboucher.

Trouver l'anomalie des points c) et d). Si la pression de l'air de vaporisation ou la pression du produit est mal réglée, il faut modifier la pression ou la largeur du jet jusqu'au moment où on obtient la bonne image de la forme du jet. La bonne image est représentée à la figure XVIII.

FIGURE XVIII. BONNE IMAGE DE LA FORME DU JET



FIGURE XIX. ECOULEMENT DE PEINTURE PAR LA TETE

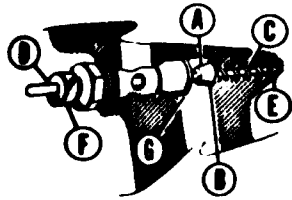
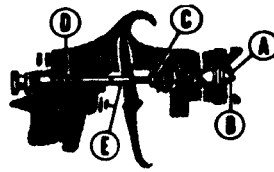


FIGURE XX. ECOULEMENT DE PEINTURE PAR LE JOINT DU POINTEAU



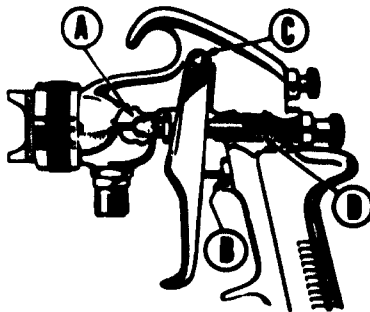
Les causes de cet écoulement par la tête peuvent être :

- A) Impuretés sur les surfaces d'obturation de la soupape d'admission d'air
- B) Cône ou gaine du pointeau usé ou endommagé
- C) Ressort trop faible
- D) Graissage déficient
- E) Pointeau tordu
- F) Joint trop serré
- G) Joint endommagé ou défectueux

Si la peinture s'écoule par l'écrou de blocage du pointeau, la cause peut être :

- A) Pointeau ou buse usé ou endommagé
- B) Impuretés dans la buse
- C) Joint de pointeau trop serré
- D) Ressort trop faible
- E) Pointeau et buse de taille différente

FIGURE XXI. GRAISSAGE DU PISTOLET



Les organes suivants doivent être graissés régulièrement :

- A) Joint du pointeau
- B) Joint de la soupape d'admission d'air
- C) Boulon de serrage de la détente
- D) Ressorts du pointeau

Source : DeVilbiss Company, Toledo, Ohio (Etats-Unis).

Pulvérisation des vernis cellulosiques et des vernis catalysés

Comme ils séchent très vite, les vernis cellulosiques et les vernis catalysés se prêtent très bien à la pulvérisation car leur temps de séchage à la température ambiante est relativement court entre chaque couche. Du fait de la formation rapide du feuil, ces vernis s'égalisent très bien. Les vernis catalysés donnent une surface plus durable que les vernis cellulosiques, car ils résistent mieux au frottement, aux produits chimiques et aux autres agents de détérioration.

Les vernis catalysés peuvent modifier la teinte du bois de certaines essences. Dans ce cas, on passera la première couche au vernis cellulosique. Les surfaces à vernir doivent être sèches, sans poussière ni autres impuretés.

Prévention des accidents

La pulvérisation des vernis est dangereuse parce que ces produits sont très inflammables. Il faut donc une ventilation convenable pour disperser les particules en suspension dans l'air. Les règles suivantes doivent être respectées :

- a) Interdiction de fumer;
- b) Le pistelage ne doit pas se faire à proximité d'un feu nu ou d'une autre source de chaleur, notamment à proximité d'appareils produisant des étincelles, comme les moteurs électriques ou autres;
- c) Pour tout travail exécuté à l'intérieur, l'atelier doit être convenablement ventilé afin d'éliminer les causes d'explosion. La ventilation d'une cabine de pulvérisation bien conçue est représentée à la figure XXII;
- d) Des masques protecteurs, comme ceux qui sont représentés à la figure XXIII, doivent être portés pour toute pulvérisation à l'intérieur.

FIGURE XXII. CABINE DE PULVERISATION CONVENABLEMENT VENTILEE

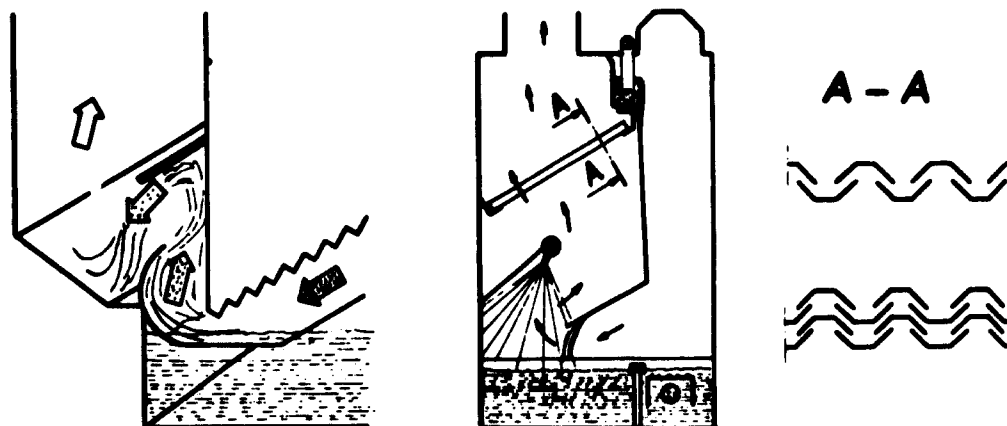


FIGURE XXIII. MASQUES DE PROTECTION



Nettoyage du pistolet

Pour obtenir une bonne aspiration du vernis et une bonne projection, il faut veiller à la propreté des évents du projecteur. Les déboucher avec un bâtonnet pointu. Un fil de fer risquerait d'endommager les orifices (voir figure XXIV).

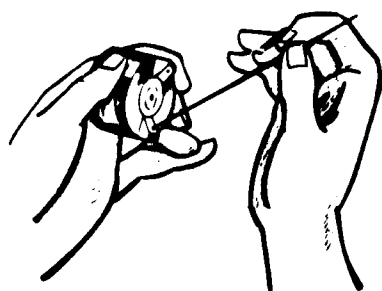
En cas d'interruption du travail, il faut empêcher le vernis de sécher dans le projecteur en enveloppant cet organe avec un chiffon humecté de diluant et en recouvrant le tout d'une feuille de plastique. Le projecteur peut aussi être mis à tremper dans du diluant. A la fin du travail, le pistolet doit être nettoyé avec soin. Pour un pistolet fonctionnant par aspiration, retirer le godet, boucher le projecteur en y appliquant un chiffon et appuyer sur la détente. La pression renvoie le produit vers le godet. Pulvériser ensuite du diluant dans le godet. Pour finir, démonter le projecteur, le rincer et le sécher, puis nettoyer l'extérieur du pistolet avec un chiffon.

Le nettoyage d'un pistolet fonctionnant sous pression se fait de la même façon, mais il faut s'opposer à la mise en pression de la chambre de compression et éliminer toute pression du godet avant de l'ouvrir.

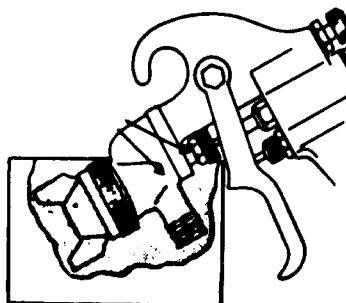
Les règles à suivre sont les suivantes :

- a) Le pistolet ne doit pas être entièrement plongé dans du diluant;
- b) N'employer ni lessive ni liquide alcalin pour le nettoyage, car ces produits endommagent les pièces métalliques;
- c) Les joints, les filetages et les garnitures doivent être huilés ou graissés après nettoyage.

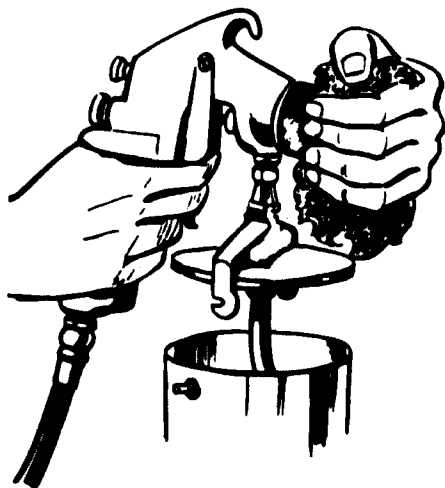
FIGURE XXIV. NETTOYAGE DU PISTOLET



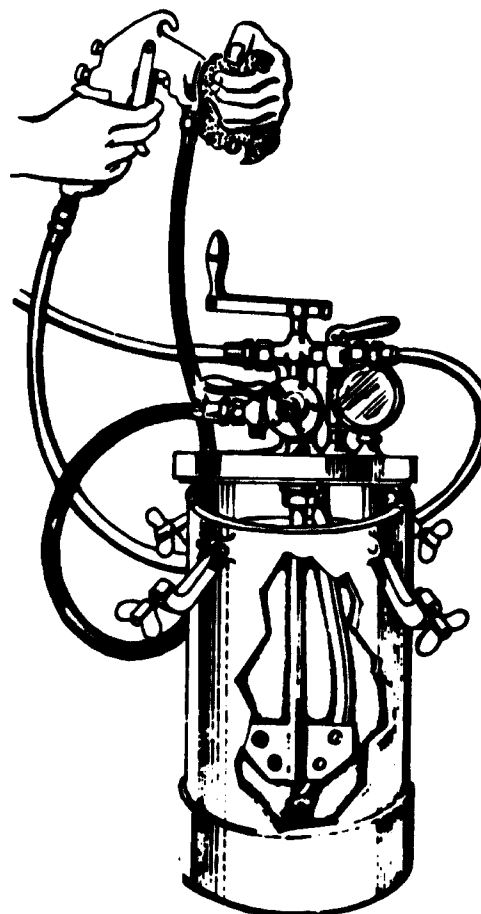
a) Débouchage des événements latéraux



b) Le diluant ne doit pas atteindre le joint



c) Nettoyage d'un pistolet à godet d'aspiration



d) Nettoyage des organes pneumatiques

VERNISSAGE PAR IMMERSION

Si le vernissage se fait uniquement par immersion, la finition de surface exige un équipement spécial pour régler la sortie des pièces à une vitesse de 2,5 à 10 cm/min. Il faut veiller soigneusement à la viscosité et à la température du vernis. Le simple

vernissage de protection par vernis dilué se fait à la main en plongeant les objets un par un, ou plusieurs à la fois. Les petits objets peuvent être plongés dans le vernis à l'aide d'un grand panier en fil de fer. Les objets plongés un par un sont suspendus et ceux qui sont plongés dans un panier (voir figure XXV) sont retournés sur un grillage en fil de fer pour les faire sécher. On obtient des résultats très satisfaisants en combinant le travail à la brosse et l'immersion, avant de suspendre les objets pour les faire sécher convenablement. Les objets doivent avoir des formes telles que le vernis s'égoutte quand ils sont suspendus et que le séchage se fasse normalement quand ils sont placés sur un grillage ou accrochés à un support approprié; ces objets sont les baguettes, les chevilles, les manches d'outils, les pièces de jouets, les patères et les perles. Le vernis cellulosique convient à ce genre d'application puisqu'il ne durcit pas en pot et qu'il durcit et sèche rapidement par évaporation de son diluant.

VERNISSAGE AU TAMBOUR

Pour le vernissage de menus objets tels que perles, boutons et manches de petits outils, on peut travailler au tambour. Le tambour dans lequel les objets sont mis à tourner est de section ronde ou octogonale et il peut être incliné à 45° pendant sa rotation (voir figure XXVI).

Il y a deux façons de vernir au tambour :

- a) On remplit le tambour aux deux tiers environ, on ajoute un volume déterminé de vernis (1/150ème du volume des objets par exemple) et on fait tourner jusqu'à ce que tous les objets soient revêtus de vernis; les objets sont ensuite déversés sur un grillage en fil de fer pour les faire sécher;
- b) Pendant que les objets se déplacent dans le tambour en rotation, on pulvérise le vernis jusqu'à ce qu'ils soient tous revêtus; ils sont ensuite déversés sur un grillage pour les faire sécher.

Le pistolet électrique se prête bien à ce genre de travail, car son système de contre-pression projette moins de vernis que les pistolets fonctionnant par aspiration ou sous pression. Le vernis cellulosique est lui aussi approprié à ce type de vernissage puisque le vernis séché dans le tambour peut être enlevé avec un diluant.

TECHNIQUES DE SECHAGE

Le séchage du vernis cellulosique est dû à l'évaporation de son diluant. Le séchage du vernis catalysé se fait par réaction chimique. Le temps de séchage est à peu près le même pour l'un et pour l'autre. A température ambiante de 20°C, les temps de séchage sont :

Sec au toucher en 10 minutes environ
Sec pour manutention en une heure environ
Sec pour emballage en 24 heures environ
(A température plus élevée, le séchage est plus rapide)

FIGURE XXV. GRAND PANIER EN FIL DE FER

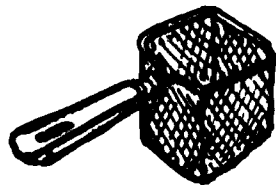
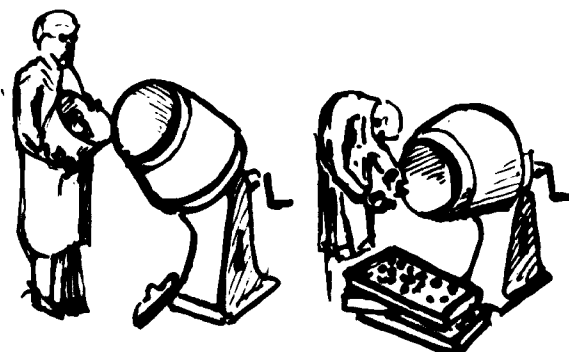


FIGURE XXVI. TAMBOURS DE VERNISSAGE



Le séchage du vernis cellulosique dépend de l'épaisseur de l'application ou de la pulvérisation, ainsi que de l'épaisseur totale du feuil, puisque ce vernis fait dissoudre en partie les couches sous-jacentes.

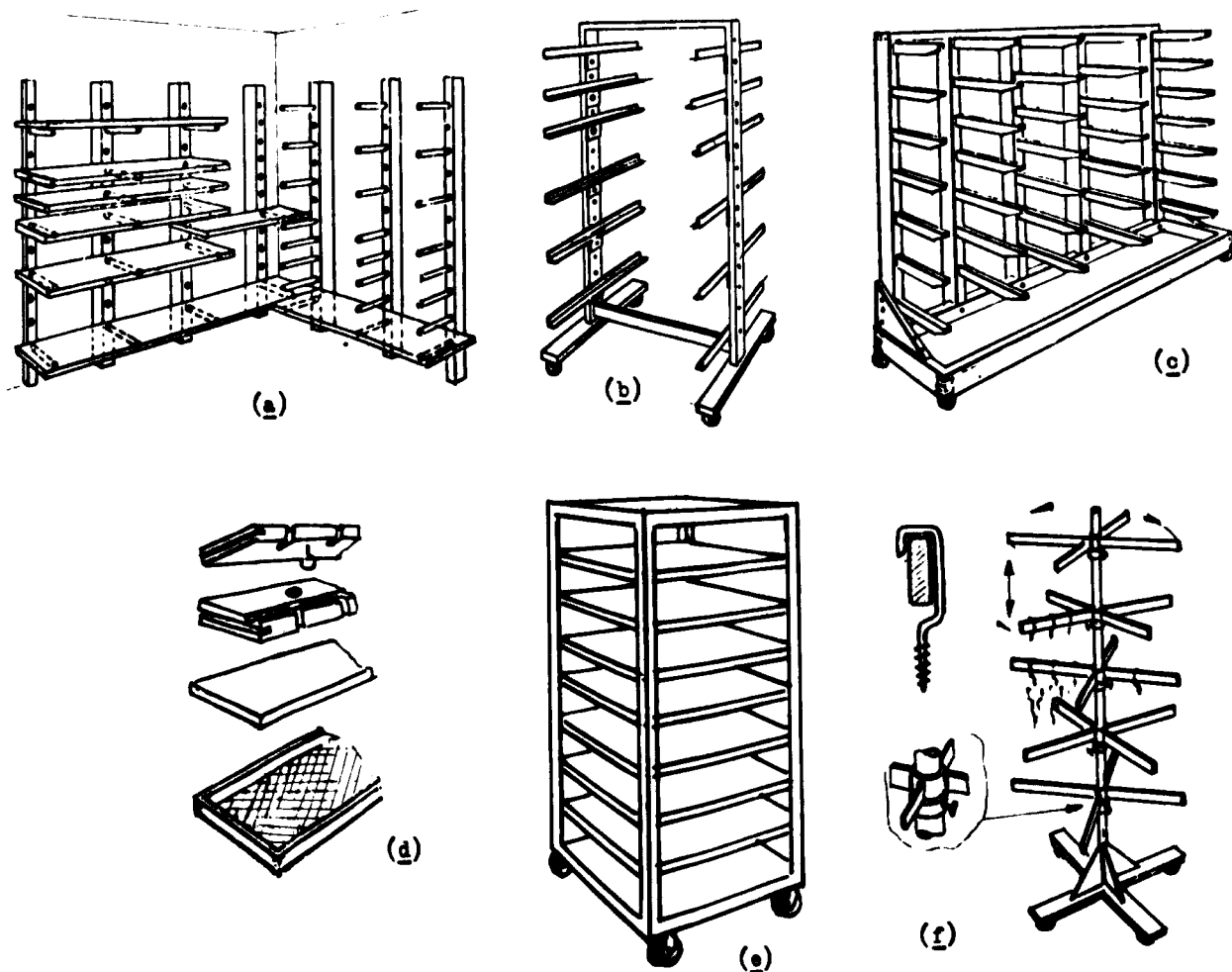
Séchoirs

Pour la production en petite et moyenne série, les objets sont habituellement séchés à température ambiante dans des locaux bien ventilés. On peut les faire sécher sur des rayonnages ou des casiers disposés le long des murs de l'atelier de vernissage (voir figure XXVII a)). Pour la pulvérisation, il est recommandé de se servir de casiers roulants quand la zone de pistolage est séparée de la zone de séchage. De cette façon, les objets peuvent être déplacés et séchés sur le même casier. Le modèle de casier est fonction des besoins. Les besoins changeant souvent, il vaut mieux construire les casiers de façon à pouvoir les adapter au plus grand nombre possible d'emplois. Les casiers peuvent être en bois ou en métal. Pour les objets à surfaces planes, ils sont généralement du type b) (petits objets) ou c) (grands panneaux). Les rayonnages de la figure d) sont parfois disposés sur des supports horizontaux. Un modèle moins courant est représenté en e). Les objets vernis par immersion ou au tambour sont souvent mis à sécher sur des séchoirs à pied, comme celui de la figure f).

FINITIONS PARTICULIERES

S'il faut une surface mate, on peut l'obtenir en employant un vernis mat ou en matant la surface d'un vernis brillant. Le matage à sec s'obtient en frottant la surface avec de la laine d'acier fine (No 000) et une cale à poncer dans le sens du fil ou en la saupoudrant de poudre de ponce, avant de la brosser toujours dans le sens du fil. Au lieu d'une brosse, on peut se servir d'une cale à poncer entourée de laine d'acier fine. Pour mater à l'eau, il faut mélanger la poudre de ponce à de la térébenthine, de l'huile ou de la vaseline et frotter avec une cale à poncer entourée d'un chiffon, toujours dans le sens du fil. Après ponçage, la surface doit être nettoyée avec du vernis, de l'essence ou tout autre solvant qui enlève la graisse sans dissoudre le vernis.

FIGURE XXVII. SECHOIRS A RAYONNAGES ET A PIED



Pour les bois à grain grossier, le vernis mat donne une surface plus agréable à l'oeil car le fond des pores devient lui aussi mat. Au contraire, ils restent brillants quand la surface est matée avec de la laine d'acier ou de la poudre de ponce.

L'encausticage donne un aspect satiné aux surfaces vernies. On étale l'encaustique sur la surface et on frotte vigoureusement dans le sens du fil avec un chiffon de laine. Ces surfaces sont moins durables que les surfaces vernies. Si la surface doit être vernie par la suite, l'encaustique doit être enlevé avec soin car il risquerait autrement d'empêcher le séchage du vernis.

RETOUCHE DES SURFACES VERNIES

Excès de vernis

Laisser sécher la surface, puis l'égaliser avec un racloir bien affûté ou du papier de verre fixé sur une cale à poncer. Pour la dernière couche, ou quand une couche a laissé des pores ouverts, il faut éviter l'excès de vernis car les endroits raclés ou poncés resteraient apparents.

Rebouchage après ponçage

Quand un excès de ponçage a enlevé du vernis, il faut revermir au pistolet, à la brosse ou au doigt avant d'appliquer la couche suivante. Si la surface du bois a été mise en teinte avant le vernissage, la partie endommagée doit être reteintée en choisissant une teinte soluble à l'ammoniac ou à l'alcool, plutôt qu'une teinte ordinaire soluble à l'eau. L'adhérence de la teinte peut être améliorée par un ponçage léger.

Retouche sur vieux vernis

Avant de faire la finition de surface, enlever la graisse et les autres impuretés avec un produit ne dissolvant pas le vernis : solution de cristaux de soude, alcool, etc. Poncer ensuite dans le sens du fil. Si la teinte a été enlevée sur les angles et les bords, reteinter comme ci-dessus. Pour les surfaces traitées au vernis cellulosique, il faut passer les deux premières couches avec un diluant presque pur, ce qui fait disparaître les craquelures et égalise la surface. Après chaque couche, poncer ou gratter légèrement. Quand on se sert de vernis catalysés, la première couche ne doit pas être plus diluée que d'habitude, car le diluant ne dissout pas la couche sous-jacente.

Décapage des vieux vernis

Une couche de vernis cellulosique peut être enlevée mécaniquement avec un racloir, un grattoir ou du papier de verre. Au préalable, on peut ramollir le vernis avec un décapant spécial. On peut aussi mouiller un tissu ou une feuille de papier avec un diluant et l'appliquer sur la surface; on réduit l'évaporation en recouvrant d'une feuille de plastique. Quand le vernis est ramolli, il suffit de gratter pour l'enlever.

Poncer avant de vernir. Si on emploie un décapant spécial, nettoyer la surface (en suivant le mode d'emploi) pour ne pas nuire au séchage du vernis ou à l'adhérence d'une nouvelle couche. Pour les surfaces teintées ou sculptées, enlever le vernis avec un décapant spécial et un grattoir sans abîmer ni la teinte ni la surface du bois. Un grattoir en bois massif, en plastique ou en os peut faire l'affaire. Un racloir émoussé peut aussi être employé. Les vernis catalysés sont décapés mécaniquement. Avant l'application du vernis, on ponce les surfaces et retouche les endroits abîmés par frottement ou décoloration.

XXII. LES POSSIBILITES DE L'AUTOMATION A COUT MODERE DANS LES INDUSTRIES DE TRANSFORMATION DU BOIS*

Etant donné que la notion d'automatisme à coût modéré est nouvelle dans de nombreux pays en développement, l'objet du présent chapitre est de fournir quelques indications générales sur les raisons et la façon d'automatiser. Par "automatisme à coût modéré", on entend deux choses : a) l'automatisme visant à abaisser les prix de revient et b) l'automatisme réalisée à coût modéré.

POURQUOI AUTOMATISER ?

Avant d'examiner l'automatisme des opérations, il faut d'abord déterminer pourquoi et dans quels cas il peut être souhaitable d'automatiser.

Dans l'industrie du meuble et l'industrie du bois, tout fabricant se heurte à un moment ou à un autre à des difficultés de production. Il les résout d'une manière ou d'une autre, mais pas toujours d'une façon économique ou entièrement satisfaisante. S'il dispose d'un personnel assez nombreux et très qualifié, il peut fabriquer des pièces de formes ou de sections compliquées. Un menuisier ou un tapissier adroit peut arriver, éventuellement après quelques essais, à mettre au point une méthode donnant le résultat recherché du point de vue de la forme et de la précision, mais sa méthode nécessite trop souvent une très grande habileté, une certaine aptitude à se concentrer et surtout un nombre d'heures de travail beaucoup trop élevé.

Il est difficile de trouver des menuisiers qualifiés en nombre suffisant pour la production industrielle, et leurs salaires sont plus élevés que ceux des bons travailleurs sans spécialité. C'est pourquoi, il faut dans l'industrie du meuble et de la transformation du bois, automatiser les machines et les méthodes dans une certaine mesure à la fois pour employer de la main-d'oeuvre non spécialisée et produire des articles de bonne qualité.

Quand on établit des plans pour automatiser à coût modéré l'assemblage d'ouvrages composés de plusieurs pièces, il est indispensable que chaque pièce soit fabriquée avec la précision voulue pour éliminer tout ajustage au moment du montage. Inversement, l'absence d'automatisme ne permet pas d'obtenir certaines formes complexes quand toutes les pièces doivent être identiques et répondre ainsi aux exigences de l'assemblage selon des méthodes de production en grande série.

Un des avantages de l'automatisme est d'éviter les conséquences de l'erreur humaine; quel que soit le soin qu'il apporte à son travail, l'ouvrier ne peut pas toujours se concentrer pour ne faire aucune erreur. Cela se traduit par un nombre excessif de pièces défectueuses, avec les difficultés qui en résultent au stade de l'assemblage.

* Par Juha Haakana, Enve Oy, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/45.)

Peut-être est-il encore plus important de savoir que l'automatisation réduit le nombre d'accidents, ce qui se traduit par une diminution du nombre de blessés et des dommages causés aux outils et aux machines. L'asservissement des outils et des matériaux prolonge la durée des outils en régularisant le régime des machines et il permet aussi de faire toujours un travail de même qualité. L'amenage rapide et régulier des matériaux, dans un système automatisé, assure une production maximale.

L'amenage des matériaux commence souvent assez loin de la machine, auquel cas le matériau doit être amené rapidement près de la machine et y subir les différentes opérations sans réduction de la vitesse d'usinage. Avec l'automatisation, cette vitesse peut être fixée de façon idéale, et tous les mouvements peuvent être programmés de manière à s'effectuer dans l'ordre approprié.

Si la pièce à usiner peut souvent être introduite et fixée à la main dans la machine, la fixation par des moyens automatiques est cependant plus efficace car elle fait gagner du temps et réduit le travail exigé de l'opérateur.

Une question particulièrement importante a trait à la manière dont l'opérateur reçoit le matériau. S'il doit saisir une par une les pièces à usiner ou quitter son poste pour aller chercher de nouveaux lots à une certaine distance, il faut alors envisager d'automatiser à coût modéré l'opération. Desservir deux machines ou plus par des convoyeurs mécaniques est la méthode qui convient pour gagner de l'espace dans l'atelier en éliminant les stockages intermédiaires inutiles. Ce couplage exige normalement que la production des machines en question soit à peu près la même, mais on peut aussi coupler deux machines lentes avec une machine dont la vitesse est à peu près double.

L'enlèvement de la pièce de la machine ou du dispositif de fixation peut souvent se faire avantageusement selon un procédé automatique peu coûteux. Là encore, le gain de temps et la sécurité de l'opérateur sont des considérations essentielles.

Etant donné l'influence de la qualité des éléments usinés sur celle du produit final, sur son attrait pour le client et sur son prix de vente, il faut automatiser la production de telle manière que l'opérateur ait le temps de contrôler la qualité et, si besoin est, d'éliminer les pièces défectueuses. Le nombre de pièces acceptables sera suffisant sans exiger la constitution d'un gros stock de réserve, et l'espace disponible pour le stockage intermédiaire ne sera pas encombré par des pièces défectueuses. Si l'opérateur a le temps de contrôler constamment les cotes des pièces usinées, il pourra se rendre compte à temps que les outils ont besoin d'être réaffûtés ou réglés, ce qui éliminera les variations de la qualité et de la précision. S'il n'y a pas de convoyeur automatique, on peut également réduire les frais de main-d'oeuvre en laissant à l'opérateur le temps nécessaire pour placer les pièces usinées sur des palettes.

DEGRE D'AUTOMATION

Il faut dans tous les cas déterminer avec soin le degré d'automatisme qui convient. Quand on connaît le coût de l'achat, du montage et de l'emploi du dispositif automatique et que l'on a estimé l'économie réalisable sur les frais de main-d'oeuvre, on peut calculer si l'investissement sera rentable. Il y a incontestablement de nombreux arguments en faveur de l'automatisme, comme la possibilité d'obtenir des pièces usinées de qualité uniforme et supérieure, de réduire le coût des outils et de la main-d'oeuvre qualifiée, tout en évitant les accidents. Ces considérations sont difficiles à chiffrer, mais elles influent beaucoup sur la décision.

D'un autre côté, la prudence s'impose toujours; il faut différer l'automatisme totale jusqu'à ce que tous les résultats favorables et défavorables aient été soigneusement analysés. Il faut commencer par des opérations se prêtant à une réduction du prix de revient ou à toute autre économie.

L'effet de l'automatisme sur les travailleurs est une autre considération importante. Si l'usinage d'une pièce est automatisé au point que l'opérateur n'a plus qu'à veiller à son déroulement normal, sa tâche l'ennuiera très vite et il n'en tirera aucune satisfaction. Les gens de métier qui ont des années d'expérience peuvent avoir du mal à s'habituer à voir les choses sous l'optique "industrielle". Par exemple, le menuisier qui ferme les fenêtres et les portes d'un bâtiment en construction peut se montrer très fier de doubler son rendement, même si l'automatisme lui permettrait d'en faire dix fois plus sans de gros efforts. Il est donc très important d'amener les travailleurs et leurs contremaîtres à envisager favorablement l'automatisme.

COMMENT AUTOMATISER

Les règles de l'automatisme à coût modéré sont les suivantes :

- a) Les machines doivent être d'un type courant et peu coûteux, simples et faciles à installer et à entretenir;
- b) Il doit être facile d'organiser un système automatisé autour d'une machine et, par la suite, de modifier ce système sans perdre de temps ni d'argent.

Les opérations automatiques les plus courantes sont les suivantes :

- a) Amener les matériaux à la machine;
- b) Assujettir la pièce sur la machine;
- c) Alimenter la machine;
- d) Sortir les pièces de la machine;
- e) Entreposer les pièces qui sortent de la machine;
- f) Ramener les pièces à l'opérateur pour réalimentation de la machine.

Dans de nombreux cas, on peut organiser des opérations en circuit fermé pour être sûr que tous les mouvements interviennent au bon moment et dans l'ordre qui convient. Il faut toujours se rappeler que les dispositifs automatiques doivent être bien entretenus si l'on veut obtenir les résultats prévus.

De nombreux types d'éléments et de systèmes automatiques expérimentaux sont disponibles. Certaines machines sont dotées au départ de commandes automatiques, tandis que d'autres doivent en être équipées par la suite. Certaines machines, comme les tenonneuses doubles, ont des broches ou des porte-outils multiples. Le prix de ces machines et les frais de réglage sont trop élevés pour la production en petite série. Si l'on veut se renseigner sur les possibilités d'automation à coût modéré et sur l'équipement standard disponible, le moyen le plus simple et le moins coûteux peut être de consulter les fabricants ou les vendeurs, qui sont souvent prêts à donner des conseils techniques. Toutefois, pour tirer le plus grand parti de la souplesse d'utilisation de ces éléments automatiques, il est très avantageux d'avoir parmi les membres du personnel quelqu'un qui a acquis une connaissance théorique étendue et une bonne connaissance pratique des systèmes hydrauliques, électriques et pneumatiques, parce que l'équipement utilisé pour l'automation peut être réparti entre ces trois catégories ou des combinaisons de l'une et d'une autre.

Les éléments les plus courants de l'équipement pneumatique sont les suivants :

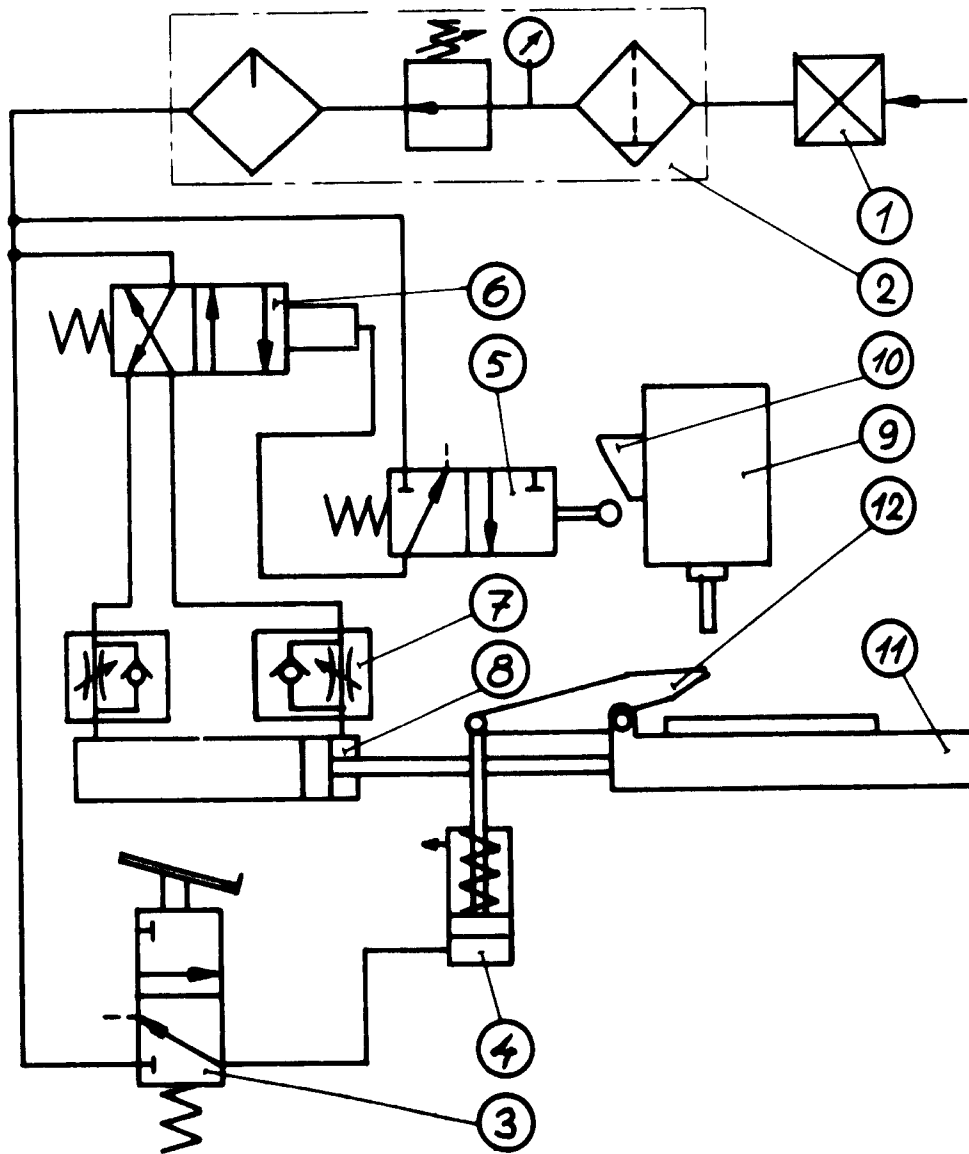
- Des vérins pour les mouvements dans une même direction (pousser, tirer, presser, etc.), selon les mécanismes prévus
- Des vérins rotatifs effectuant des mouvements de torsion
- Des soupapes et divers dispositifs pour la commande des éléments ci-dessus

En principe, on utilise les mêmes types d'éléments dans les systèmes hydrauliques que dans les systèmes pneumatiques. Mais pour un vérin de petite taille, il est plus facile d'obtenir des vitesses très précises et une plus grande énergie par des moyens hydrauliques que par des moyens pneumatiques. Toutefois, le système hydraulique est souvent plus coûteux que le système pneumatique, surtout si l'on dispose déjà d'air comprimé.

Un exemple typique d'équipement pneumatique installé pour faire fonctionner une défonceuse est représenté à la figure I, où se trouve le schéma d'un circuit complet. L'air comprimé de la canalisation principale arrive par un robinet d'arrêt (1) à un groupe comprenant filtre, détendeur et lubrificateur (2). Quand la pédale reliée à la soupape (3) est en haut, le porte-outil de défonceuse (9) est en position haute et le serre-pièce (12) est relevé par le ressort du vérin (4). Le vérin (8) qui assure le déplacement de la table a son piston maintenu en bout de course par la soupape à ressort de rappel (6). Quand l'opérateur appuie sur la pédale, le vérin (4) abaisse le serre-pièce pour qu'il tienne la pièce en position sur la table (11) tandis que descend le porte-outil de la défonceuse.

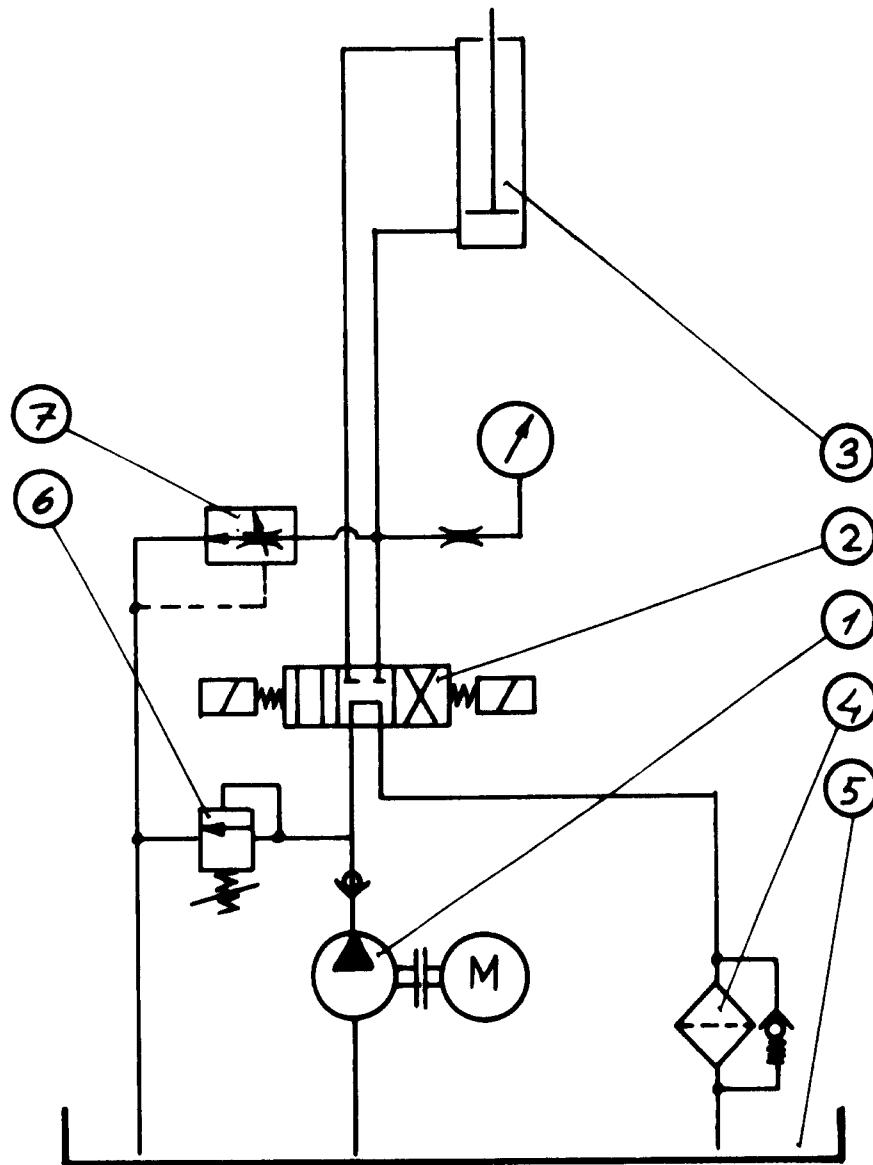
Lorsque le mandrin est à la hauteur voulue, sa came réglable (10) fait pivoter le galet actionnant la soupape à ressort de rappel (5), qui envoie à la canalisation principale le signal d'inverser la soupape (6). Le vérin à double effet (8) fait passer devant l'outil la table qui porte la pièce bloquée sur place. La vitesse de déplacement de la table est déterminée par les étrangleurs unidirectionnels (7). L'avancement de la table est limité par des butées réglables.

FIGURE I. SCHEMA D'UN CIRCUIT PNEUMATIQUE POUR UNE DEFONCEUSE



La figure II représente le schéma d'un circuit assurant le fonctionnement d'un vérin hydraulique. Dans ce système, la pression est fournie à une pompe (1) par un moteur (M). Quand la soupape (2) est en position gauche, le vérin (3) opère une traction à pleine vitesse, selon la puissance de la pompe. L'huile de retour s'écoule librement par le filtre (4) jusqu'au réservoir d'huile (5). La soupape de sûreté (6) protège la pompe des contre-pressions trop élevées. Quand la soupape (2) est en position droite, le vérin (3) exerce une poussée modérée par l'étrangleur réglable (7).

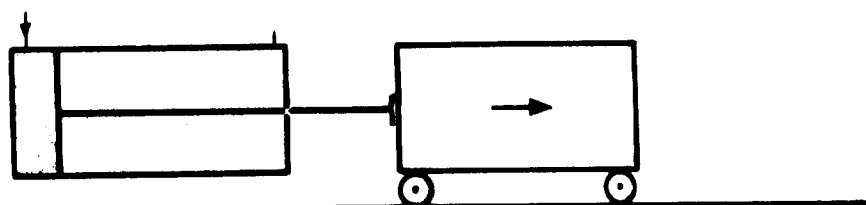
FIGURE II. SCHEMA D'UN CIRCUIT HYDRAULIQUE ASSURANT LE FONCTIONNEMENT D'UN VERIN



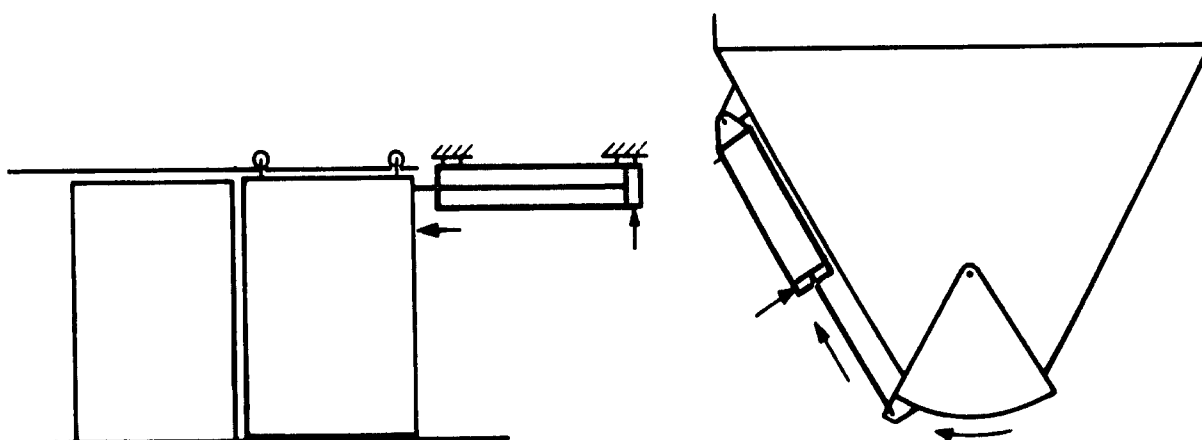
L'annexe I représente certaines applications des circuits pneumatiques. L'annexe II représente certains symboles simplifiés employés pour les circuits hydrauliques et pneumatiques, et l'annexe III certains symboles employés pour les mécanismes de commande.

Annexe I

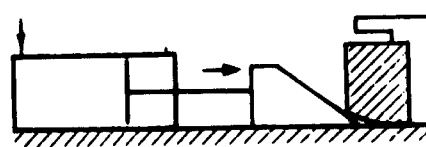
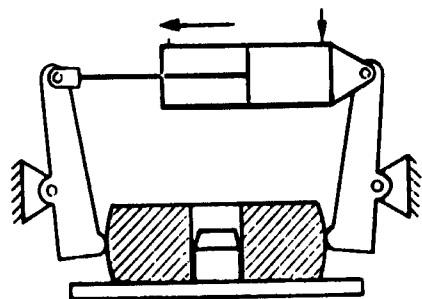
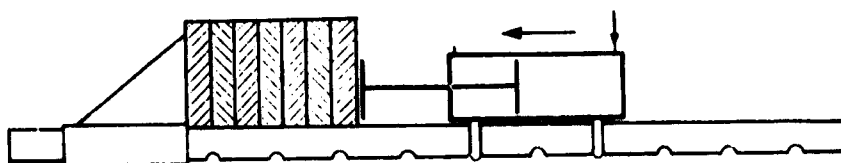
QUELQUES APPLICATIONS DES CIRCUITS PNEUMATIQUES



Poussage

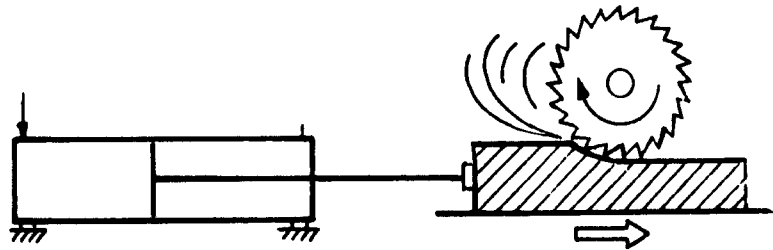
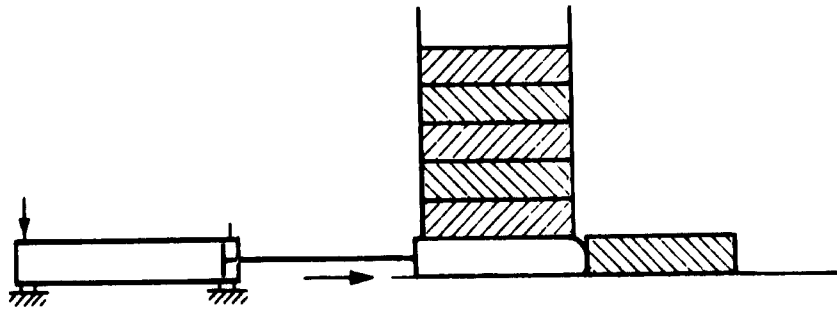


Ouverture et fermeture (portes, obturateurs, etc.)

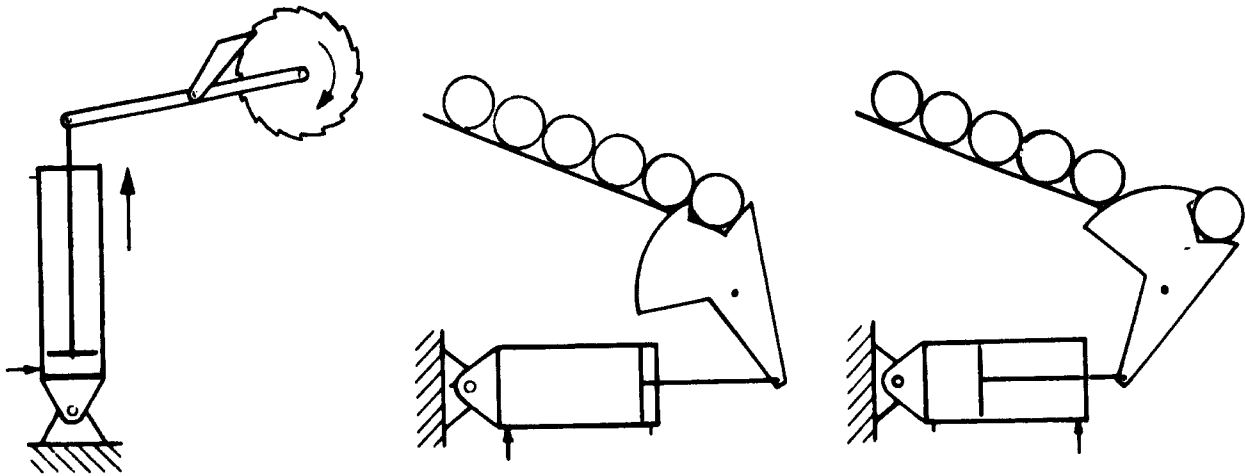


Serrage

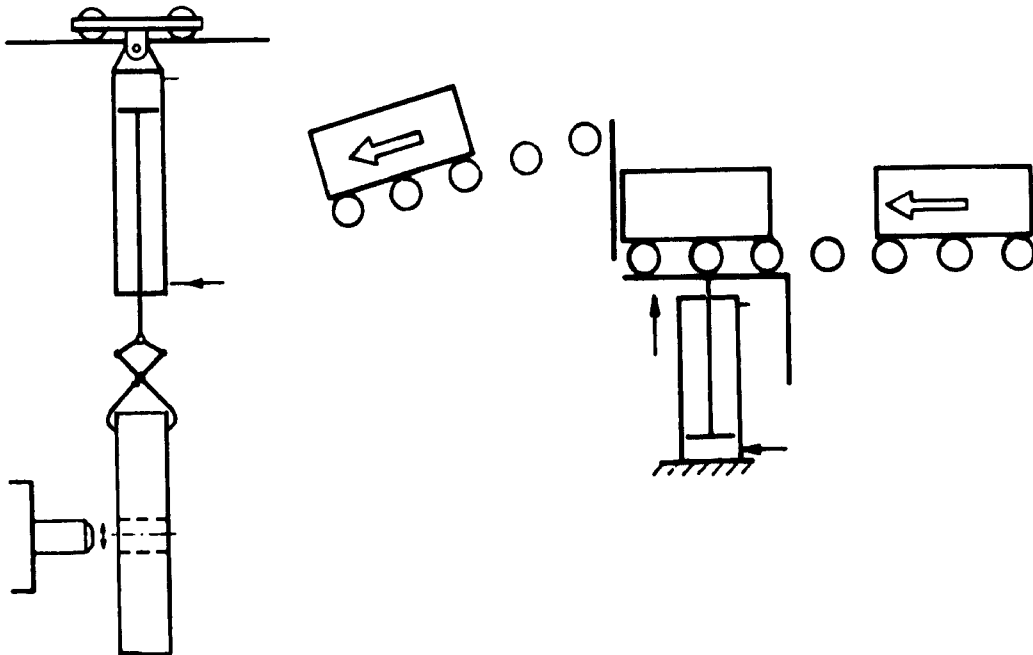
Annexe I (suite)



Amenage



Régulation par index



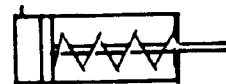
Levage

Annexe II

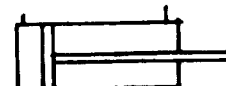
QUELQUES SYMBOLES SIMPLIFIES DES CIRCUITS HYDRAULIQUES ET PNEUMATIQUES^{a/}

Vérins

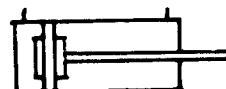
Vérin à simple effet
(inversion de course par ressort de rappel)



Vérin à double effet
(le piston travaille dans les deux sens)



Vérin à amortissement

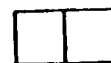


Soupapes régulatrices

Distributeurs

Plusieurs positions de fonctionnement
indiquées chacune par un carré

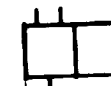
à deux positions



à trois positions



Conduites d'écoulement vers l'extérieur
Conduites d'écoulement à l'intérieur



1 voie



2 orifices fermés



2 voies



2 voies, 1 orifice fermé



Distributeur 2/2



Distributeur 3/2



Distributeur 5/2



^{a/} Recommandation provisoire RP 3 du CETOP (Comité européen des transmissions oléo-hydrauliques et pneumatiques), Francfort-sur-le-Main, République fédérale d'Allemagne.

Annexe III

QUELQUES SYMBOLES SIMPLIFIES RELATIFS AUX MECANISMES DE COMMANDE^{a/}

Commande manuelle

Sans indication de la méthode



Par bouton-poussoir



Par levier



Par pédale



Commande mécanique

Par plongeur



Par ressort



Par galet pivotant



Par galet escanotable



Commande électrique

Par électro-aimant

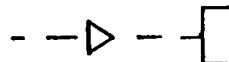


Par moteur

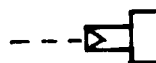


Régulation de la pression

Régulation directe

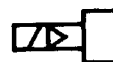


Régulation indirecte



Commande combinée

Par électro-aimant et soupape de commande

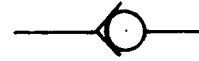


^{a/} Voir annexe II, note a/.

Annexe III (suite)

Clapet de non-retour

Sans contre-pression

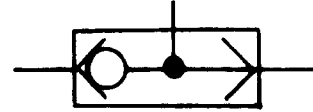


Avec contre-pression



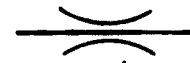
Sélecteur de circuit

L'orifice d'entrée sous pression est relié à l'orifice de sortie, et l'autre orifice d'entrée est fermé



Régulateur de débit

Non réglable

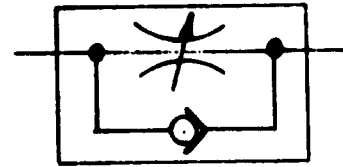


A réglage manuel

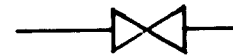


Etrangleur unidirectionnel

Laisse passer l'air ou le fluide librement dans un sens et en partie seulement dans l'autre sens



Robinet d'arrêt



Tuyauteries

Conduites principales et de retour



Conduite de pilotage



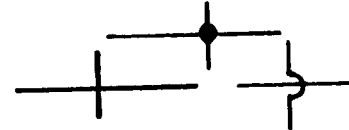
Conduite de vidange



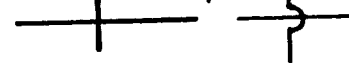
Conduite souple



Raccordement de conduites



Croisement de conduites (non raccordées)



Filtre ou crépine



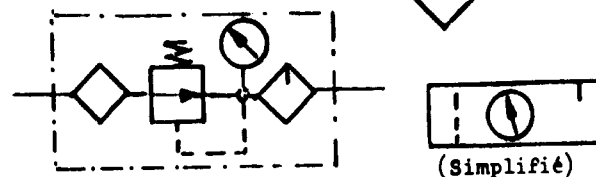
Purgeur d'eau



Lubrificateur



Groupe de service



XXIII. LES SYSTEMES D'AUTOMATION A COUT MODERE*

DEFINITIONS^{1/}

Le travail manuel est le premier stade de la production, dans lequel on se sert de divers outils à la main.

La mécanisation est un stade de production dans lequel la majeure partie des travaux se font à la machine. C'est aussi le premier stade d'une évolution ultérieure dans laquelle la machine remplace les mouvements les plus simples de l'ouvrier.

L'automation est un stade de production plus évolué dans lequel beaucoup des mouvements de l'ouvrier sont remplacés par des appareils et des dispositifs spéciaux.

L'automation à coût modéré fait simultanément appel à la mécanisation et à l'automation. On peut alors parler d'un "certain degré d'automation" en donnant à entendre qu'il s'agit d'un degré inférieur.

Par impulsion on entend le signal ou l'ordre qui déclenche une opération.

L'expression système de rétroaction désigne l'évaluation des résultats et, éventuellement, la modification de l'ordre donné à la machine après analyse des résultats.

SIGNIFICATION DE L'AUTOMATION

Le recours à l'automation suppose que l'on s'est posé une grande question d'ordre humain et économique : n'est-il pas vain de se servir d'un homme comme d'une machine pour faire un travail simple, pénible ou rapide quand une machine pourrait le faire de façon plus rentable ?

L'automation a plusieurs avantages :

- a) Le travail devient moins pénible;
- b) La précision du travail est plus grande;
- c) La qualité du travail est améliorée;
- d) Les machines durent plus longtemps;
- e) Les outils s'usent moins vite;
- f) La vitesse de travail est plus grande;
- g) La monotonie du travail est atténuée;
- h) L'ouvrier peut s'intéresser davantage à ce qu'il fait.

* Par Osmo Moilanen, Institut technique de Lahti, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.163/27).

^{1/} Pour de plus amples détails et les symboles normalisés, voir "L'automation à coût modéré dans l'industrie du meuble et de la menuiserie" publiée par l'ONUDI (ID/154), avril 1976.

Beaucoup de ces avantages peuvent être obtenus même avec une automatisation peu poussée. Il faut bien comprendre que l'automatisation ne suppose pas uniquement des installations perfectionnées et coûteuses, car il suffit souvent de machines simples pour bénéficier de ces avantages.

La machine ne se fatigue pas et elle marche avec beaucoup de précision, même au-delà du moment où l'homme succombe à la lassitude.

METHODES D'AUTOMATION

Les dispositifs mécaniques comptent parmi les plus anciennes méthodes d'automatisation. Par exemple, la vitesse des machines à vapeur a été longtemps maîtrisée par la force centrifuge; les leviers servent depuis longtemps à déplacer des charges. Mais les dispositifs mécaniques perdent constamment de leur importance à cause de leur inconvénient et de leur usure, de leur encombrement et de quelques autres raisons.

Les dispositifs électriques ont été employés depuis l'invention de l'électricité, et on fait de plus en plus appel à eux, surtout pour l'automatisation très poussée.

L'électronique a rendu possible l'automatisation d'appareillages complexes.

Les dispositifs pneumatiques, peu coûteux et appropriés au degré inférieur ou moyen d'automatisation, sont actuellement très largement répandus dans l'industrie. Le présent chapitre est presque entièrement consacré à la commande pneumatique.

Les dispositifs hydrauliques agissent selon le même principe que les dispositifs pneumatiques, mais le fluide employé autorise de plus fortes pressions et donc une puissance supérieure, avec des installations moins encombrantes. Comme le fluide résiste à la compression, on obtient des mouvements plus précis. Cette caractéristique a souvent beaucoup d'importance pour le travail et l'usinage du bois.

COMMANDE PNEUMATIQUE

L'air comprimé est souvent employé en automatisation, pour les raisons suivantes :

- a) Il se prête facilement à l'exécution de mouvements rotatifs et linéaires;
- b) Le réglage de la vitesse est simple;
- c) L'emploi de l'air est sans danger;
- d) L'air supporte les hautes températures;
- e) L'air ne craint ni les produits chimiques ni l'humidité;
- f) Les fuites ne sont ni dommageables ni dangereuses;

- g) Les dispositifs pneumatiques sont simples, souvent peu coûteux et ils peuvent être fabriqués sur place;
- h) Le principe de fonctionnement n'est pas difficile à comprendre;
- i) Il n'exige pas l'emploi continu d'une main-d'oeuvre très coûteuse et très spécialisée, souvent difficile à recruter;
- j) La puissance des dispositifs pneumatiques est suffisante;
- k) L'air comprimé est élastique et ne détériore donc pas les dispositifs employés;
- l) Il peut servir aussi bien aux travaux délicats qu'aux travaux simples.

Compresseurs

Le compresseur est un appareil qui comprime l'air à la pression voulue.

Dans les petits compresseurs, l'air est comprimé en une seule phase. Dans les compresseurs de taille moyenne - généralement employés dans l'industrie - l'air est comprimé en deux phases, avec une phase intermédiaire de refroidissement pour donner plus d'efficacité à l'appareil.

La pression la plus couramment employée varie de 6 à 10 bars^{2/}.

La température de l'air s'élève à 200°C environ pour la compression en une seule phase et à 100°C pour la compression en deux phases.

Pendant la compression, l'humidité de l'air se comprime elle aussi et, par refroidissement, se condense en eau. Cette condensation étant une source de difficultés, il faut prévoir la purge continue de l'eau de condensation qui se trouve dans le circuit d'air comprimé.

Sous les climats chauds à forte humidité, la compression de l'air engendre une condensation excessive. L'eau est une cause de mauvais fonctionnement, de corrosion et d'usure.

Compresseurs à palettes. Ces compresseurs sont munis d'un rotor à axe excentrique. Le rotor est pourvu de palettes glissant librement dans leur logement. C'est la variation du volume d'air contenu entre les palettes qui assure la compression. Le rendement est satisfaisant. Cette machine ne vibre pas, et elle est de plus en plus recherchée. Elle fournit une pression de 10 bars environ.

Compresseurs à vis. C'est le modèle le plus récent, encore assez peu employé. L'air est comprimé entre deux vis. La machine ne vibre pas et produit de l'air sans pulsation. La pression est de 10 bars environ. Ce principe convient seulement aux gros et moyens compresseurs, de préférence au-dessus de 2 m³/min.

^{2/} Une atmosphère = 0,98679 bars.

Centrale pneumatique

Le bon fonctionnement d'une centrale pneumatique exige l'observation des règles suivantes :

- a) Elle doit être installée au centre des postes consommateurs d'air comprimé, à un endroit assez spacieux où l'air est propre et où la surveillance et l'entretien sont faciles;
- b) Les compresseurs à piston doivent être installés à même le sol; les autres n'ont pas d'exigences particulières;
- c) L'aspiration d'air doit se faire dans un endroit sans poussière, et la prise doit être à l'abri de la pluie et des poussières;
- d) L'air est filtré avant son arrivée au compresseur;
- e) L'air est refroidi pour en retirer l'eau, ce qui permet de refroidir de l'air ou de l'eau;
- f) Les réservoirs d'air doivent être en acier et capables de résister à de fortes pressions; leur volume doit être égal au cinquième environ du volume produit en une minute par le compresseur. Ils seront de préférence installés à l'extérieur et à l'ombre;
- g) L'air doit être très sec s'il est destiné à des appareils à basse pression;
- h) Un filtre à huile est indispensable si le compresseur consomme beaucoup d'huile;
- i) Un purgeur d'eau est indispensable pour n'envoyer qu'un minimum d'eau dans les conduites.

Tuyauterie

La disposition linéaire n'est adaptée qu'à une consommation réduite quand la conduite principale est courte.

La disposition circulaire est la plus courante, et c'est celle qu'il convient d'employer. Les plus grandes installations sont subdivisées en plusieurs cercles.

Etant donné qu'il est difficile de donner des cotes exactes, on se sert de schémas qui ont fait leurs preuves.

L'installation se monte avec des tubes d'acier soudés et des tubes de cuivre brasés.

L'ensemble de l'installation doit avoir une pente de 1 % dans le sens de l'admission d'air, pour faciliter la purge de l'eau.

Les purgeurs d'eau sont espacés de 30 à 50 m.

L'air aspiré doit être sec et propre, mais il faut y ajouter un peu d'huile pour éviter l'usure des appareils. L'humidité et les poussières que contient l'installation sont une cause de corrosion. Les précautions suivantes doivent donc être prises pour l'aspiration de l'air :

- a) Les branchements doivent être placés sur le dessus de la conduite principale;
- b) L'air doit être traité dans un groupe de service.

Le groupe de service se compose habituellement de quatre organes :

- a) Un filtre à air qui est souvent un filtre à éléments frittés;
- b) Un détendeur pour ramener la pression du circuit à la pression nécessaire au fonctionnement des appareils;
- c) Un manomètre pour surveiller la pression;
- d) Un lubrificateur qui mélange un peu d'huile à l'air.

Vérins

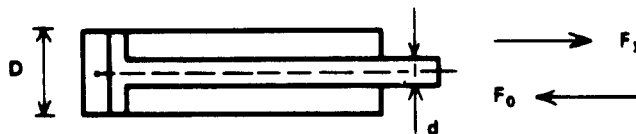
Les vérins sont les muscles qui effectuent un travail automatique. Les vérins sont construits de la façon suivante :

Extrémités : aluminium ou laiton, avec ou sans amortissement
Corps : aluminium, cuivre ou laiton
Piston : joint, tige de piston
Dimensions : diamètre : 300 à 500 mm
longueur : 400 à 4 000 mm

Leur fonctionnement peut être :

- a) A simple effet : l'air n'agit que dans une direction, et la course de retour est due à un ressort de rappel;
- b) A double effet : l'air agit dans les deux directions; c'est le type de vérin le plus courant.

La puissance obtenue avec un vérin se calcule à partir des équations suivantes :



$$F_1 = 0,8 \times 3,14 \times \frac{D^2}{4} \times P$$
$$F_0 = 0,8 \times 3,14 \times \frac{D^2 - d^2}{4} \times P$$

dans lesquelles :

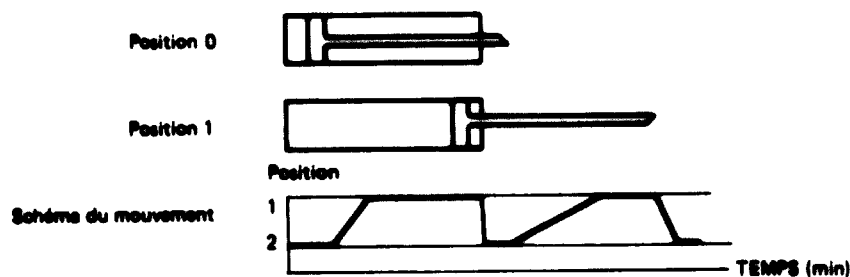
F_1 = puissance en position 1
 F_0 = puissance en position 0
 D = diamètre du piston
 d = diamètre de la tige du piston
 P = pression

Le vérin est alimenté par l'air du circuit.

$$V = K \times n \times A \times s \times P/P_0$$

$K = 1$ pour les vérins à simple effet
 $K = 2$ pour les vérins à double effet
 $n =$ nombre de courses par minute
 $A =$ surface du vérin $= 3,14 \times D^2/4$
 $S =$ longueur de la course
 $P =$ pression du circuit
 $P_0 =$ pression de l'air extérieur ≈ 1 bar

Les positions du piston sont représentées ci-dessous :



Exemples

Sept schémas de circuits pneumatiques (figures I à VII) sont représentés dans les pages suivantes, avec une description détaillée de leur fonctionnement^{3/}. La figure VIII donne l'échelle de la baisse de pression dans une conduite.

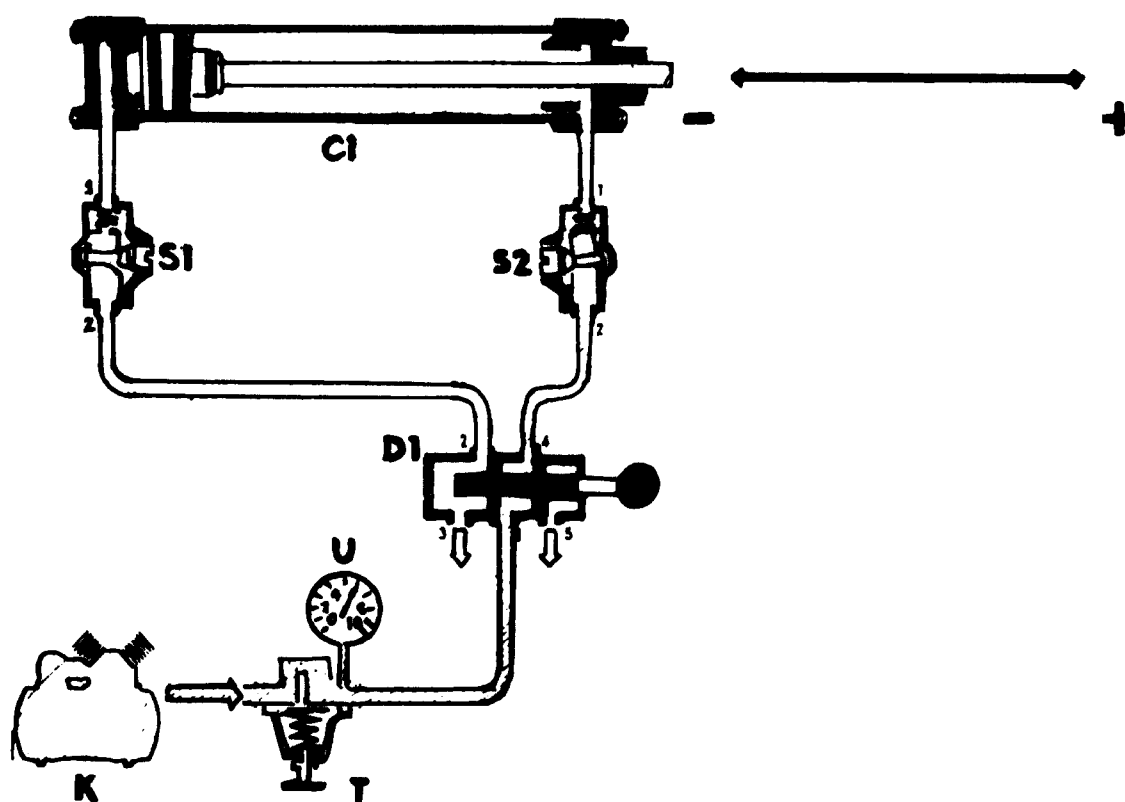
Fonction (figure I)

La figure I représente les trois principales façons d'agir sur un vérin pneumatique :

- La direction de la course du piston, commandée par le distributeur D1;
- La vitesse du piston, commandée par les étranglements unidirectionnels S1 et S2;
- La force du piston, réglée par le détendeur T.

^{3/} Pour les symboles normalisés des circuits hydrauliques et pneumatiques, voir chapitre XXII, annexes I, II et III. Voir aussi "L'automation à coût modéré dans l'industrie du meuble et de la menuiserie" publiée par l'ONUUDI (ID/154), annexe I.

FIGURE 1. CIRCUIT PNEUMATIQUE 1



- Légende :**
- C1 Vérin à double effet, avec amortissement à chaque extrémité
 - D1 Distributeur 5/2, commande manuelle, fonction bistable (Dist. 5/2 = 5 orifices/2 positions)
 - S1, S2 Etrangleurs unidirectionnels
 - T Détendeur
 - U Manomètre
 - K Compresseur

L'air comprimé est fourni par le compresseur K, dont la pression varie habituellement autour de 7 bars. Le détendeur T est réglé pour maintenir l'air comprimé à la pression voulue pour le vérin, 6 bars comme l'indique dans le cas présent la manomètre U. A la position initiale, le vérin reçoit donc une pression de 6 bars du côté de la tige du piston, c'est-à-dire de la chambre "moins". Quand on déplace le tiroir du distributeur D1, la liaison s'établit entre l'admission et la sortie 2, ainsi qu'entre la sortie 4 et l'échappement 5. La chambre "plus" du vérin C1 est alors sous pression; simultanément, l'air comprimé de la chambre "moins" s'échappe dans l'atmosphère avec un débit réglé par l'étrangleur unidirectionnel S2. Le piston et sa tige se déplacent dans le vérin C1, à une vitesse réglée elle aussi par S2. Quand on ramène le tiroir du distributeur D1 à la position initiale, la liaison s'établit entre l'admission et la sortie 4, ainsi qu'entre la sortie 2 et l'échappement 3, ce qui ramène le piston vers la chambre "moins" du vérin C1, à une vitesse réglée par l'étrangleur unidirectionnel S1.

La vitesse du piston dans un vérin est en fait la conséquence des trois facteurs suivants :

1. La pression motrice. Il s'agit de la pression qui déplace le piston vers l'avant. La pression motrice est réglée en partie par le détendeur T et en partie par la dimension des soupapes et des conduites. Elle est toujours inférieure à la pression statique relevée au manomètre U quand le piston est au repos en fin de course. Cette différence de pression s'appelle délestage, et il convient d'en tenir compte pour la transmission de l'énergie du fluide.
2. La contre-pression. Il s'agit de la pression amenée devant le piston. Elle se règle en bridant l'air d'échappement, dans le cas présent au moyen des étrangleurs unidirectionnels S1 et S2. Leur soupape incorporée, sans dispositif de retour, laisse passer librement l'air dans la direction opposée. La pression motrice peut alors pénétrer sans restriction dans le vérin.
3. La charge. La charge désigne le travail effectif que doit accomplir le vérin, déduction faite des pertes dues au frottement dans les guides et les joints.

La plupart des vérins à double effet sont livrés avec un dispositif d'amortissement à chacune de leurs extrémités, ce qui revient à dire que la vitesse du piston est efficacement réduite pendant sa fin de course et que le choc du piston contre les extrémités du vérin est atténué. L'amortissement se règle habituellement de l'extérieur.

Fonction (figure II)

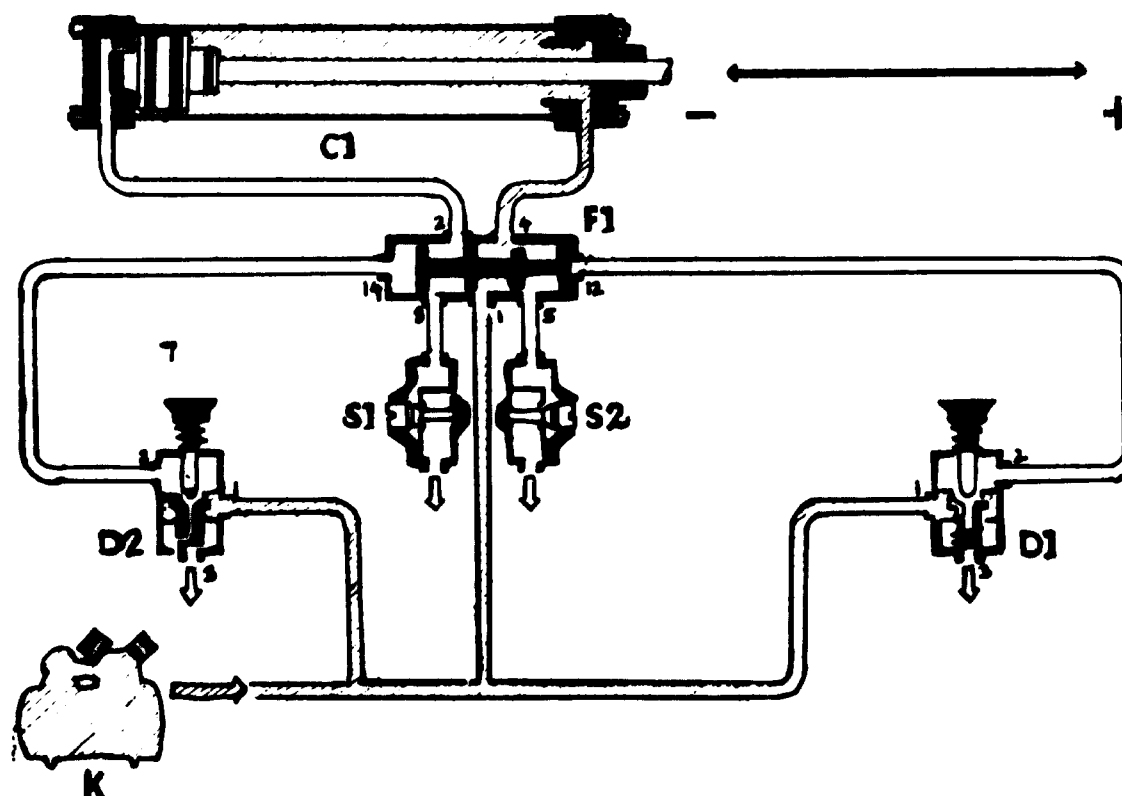
A la position initiale, les soupapes D1, D2 et le distributeur F1 sont alimentés en air par leurs orifices d'admission. Comme la liaison est établie entre l'admission 1 et la sortie 4 du distributeur F1, la chambre "moins" du vérin C1 est sous pression.

Quand on enfonce le bouton-poussoir de la soupape D1, la liaison s'établit entre ses orifices 1 et 2, l'orifice de commande 12 du distributeur F1 est sous pression et le tiroir du distributeur se déplace. La liaison s'établit alors entre l'admission 1 et la sortie 2, ainsi qu'entre la sortie 4 et l'échappement 5. Le piston du vérin C1 se déplace vers "plus" à une vitesse réglée par l'étrangleur S2.

Dès que le tiroir de F1 s'est déplacé, le bouton-poussoir de D1 peut être relâché et l'air de commande entre F1 et D1 s'échappe par l'orifice 3 de la soupape D1. Le distributeur F1 étant bistable, son tiroir reste à sa nouvelle position et le piston poursuit sa course dans C1, dans lequel il s'arrête à la position "plus". Quand on enfonce le bouton-poussoir de la soupape D2, le tiroir du distributeur F1 revient à la position initiale et le piston de C1 retourne à la position "moins", à une vitesse réglée par l'étrangleur S1.

Pour ramener à la position initiale le tiroir de F1 en enfonçant le bouton-poussoir de D2, il faut relâcher simultanément le bouton-poussoir de D1; dans le cas contraire, le signal venu de D1 bloquerait le déplacement du tiroir. Inversement, il faut relâcher le bouton-poussoir de D2 pour que le tiroir de F1 se déplace selon un signal venu de D1.

FIGURE II. CIRCUIT PNEUMATIQUE 2



- Légende :
- C1 Vérin à double effet
 - D1, D2 Soupapes 3/2, commande par bouton-poussoir, monostable
 - F1 Distributeur 5/2, commande pneumatique, bistable
 - S1, S2 Etrangleurs
 - K Compresseur

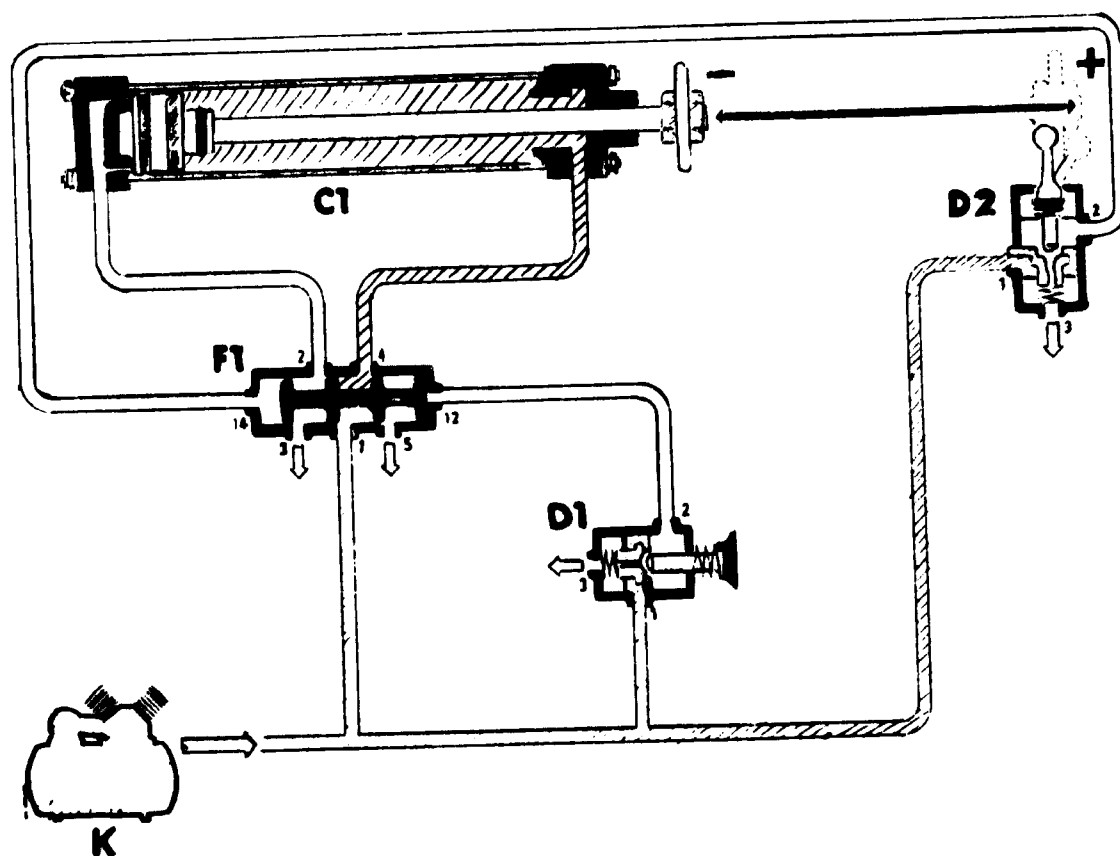
Note : La soupape D1 peut être fournie avec un ressort de rappel et se caractérise dans ce cas par une fonction monostable. En outre, cette soupape peut être munie de diverses commandes manuelles ou mécaniques telles que levier, pédale, plongeur, galet, etc.

Dans le cas présent, la vitesse du piston est réglée par les étrangleurs montés sur les orifices d'échappement du distributeur F1. Pour régler la vitesse du piston dans ses deux courses, il faut que le distributeur soit muni de deux orifices d'échappement.

Fonction (figure III)

Quand on enfonce le bouton-poussoir de la soupape D1, le tiroir du distributeur F1 se déplace et le piston du vérin C1 commence sa course vers "plus". Quand l'extrémité de la tige du piston atteint et actionne la soupape D2, le tiroir de F1 reprend sa position initiale et le piston de C1 repart vers "moins". Pour que la soupape D2 ramène le tiroir de F1, il faut relâcher auparavant le bouton-poussoir de la soupape D1. Habituellement, la soupape D2 est placée de telle sorte qu'elle n'est commandée qu'au moment où le piston du vérin arrive en fin de course; si nécessaire, la longueur de la course peut être raccourcie en rapprochant du vérin la soupape D2.

FIGURE III. CIRCUIT PNEUMATIQUE 3



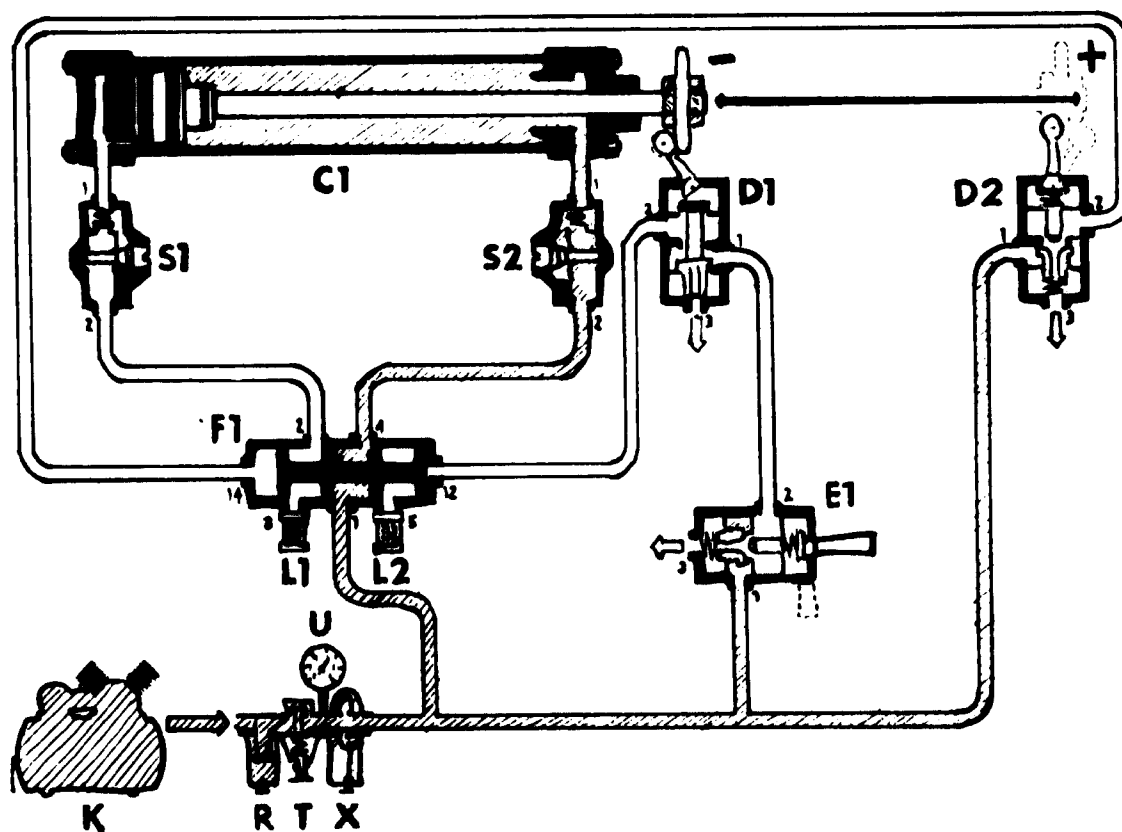
- Légende :** C1 Vérin à double effet
D1 Soupape 3/2, commande par bouton-poussoir, monostable
D2 Soupape 3/2, commande par galet pivotant, monostable
F1 Distributeur 5/2, commande pneumatique, bistable
K Compresseur

Fonction (figure IV)

A la position initiale, le distributeur F1 et les soupapes D2 et E1 sont alimentés en air comprimé; le chambre "moins" du vérin est donc sous pression. Quand on actionne la soupape E1, l'air passe par D1 en déplaçant le tiroir de F1 et en repoussant le piston vers "plus", à une vitesse réglée par l'étrangleur unidirectionnel S2.

Quand la tige du piston actionne la soupape D2, le tiroir de F1 revient à la position initiale et le piston se déplace vers "moins", à une vitesse réglée par S1. A la position "moins", la tige agit sur D1, ce qui ramène le piston vers "plus"; puis D2 renvoie le piston vers "moins" et ainsi de suite.

FIGURE IV. CIRCUIT PNEUMATIQUE 4



- Légende :**
- C1 Vérin à double effet
 - D1, D2 Soupapes 3/2, commande par galet pivotant, monostable
 - E1 Soupape 3/2, commande par levier, bistable
 - F1 Distributeur 5/2, commande pneumatique, bistable
 - L1, L2 Silencieux
 - S1, S2 Etrangleurs unidirectionnels
 - R Filtre à air
 - T Détendeur
 - U Manomètre
 - X Lubrificateur
 - K Compresseur

Le piston du vérin C1 se déplace donc sans s'arrêter dans un sens puis dans l'autre aussi longtemps que la soupape E1 reste à la "position initiale" et que l'alimentation en air est suffisante. Si la soupape E1 est remise à la "position d'arrêt", le piston termine le cycle commencé et s'arrête à la position "moins". On peut aussi bien faire de la position "plus" la position initiale, à condition de monter la soupape E1 sur la conduite d'alimentation de D2 et non sur celle de D1.

Les deux silencieux L1 et L2 sont destinés à atténuer le bruit de l'air d'échappement.

Le détendeur T maintient constante la pression de l'air, qui se lit sur le manomètre U.

Le lubrificateur X vaporise de l'huile dans l'air comprimé, qui assure la lubrification des organes de l'installation.

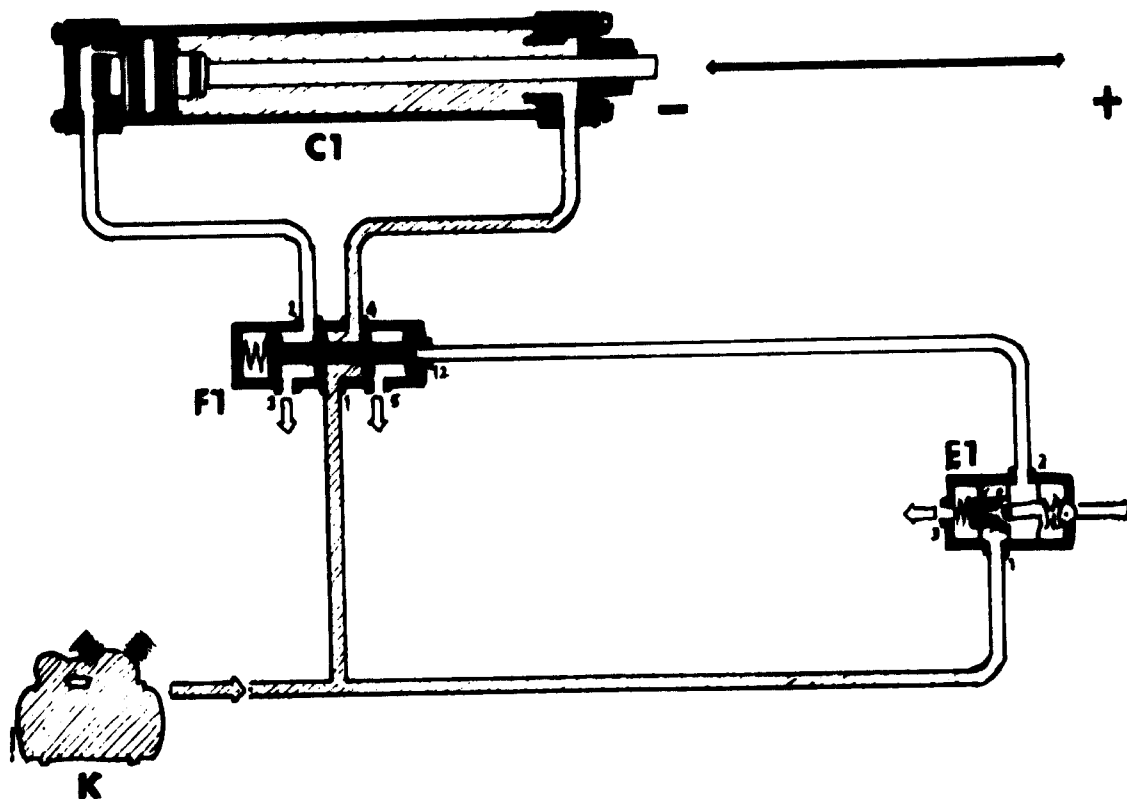
Fonction (figure V)

Quand on actionne la soupape E1, le tiroir du distributeur F1 se déplace en recevant l'air de commande et le piston du vérin C1 va vers "plus". Dès que E1 est relâché, la chambre de commande de F1 se vide, le tiroir est ramené à la position initiale par un ressort et le piston de C1 va vers "moins". Dans ce cas, il faut continuer d'agir sur E1 aussi longtemps que le piston doit rester en "plus".

Si on veut faire de la position "plus" la position initiale, il faut intervertir les conduites entre le cylindre et F1. Le distributeur F1 peut être commandé dans les deux cas par une soupape bistable 3/2.

Si on veut faire du vérin un vérin à simple effet, on peut l'alimenter directement par une soupape 3/2 ou obturer un des orifices de sortie du distributeur 5/2.

FIGURE V. CIRCUIT PNEUMATIQUE 5



- Légende :
- C1 Vérin à double effet
 - E1 Soupape 3/2, commande par levier, monostable
 - F1 Distributeur 5/2, commande pneumatique, monostable
 - K Compresseur

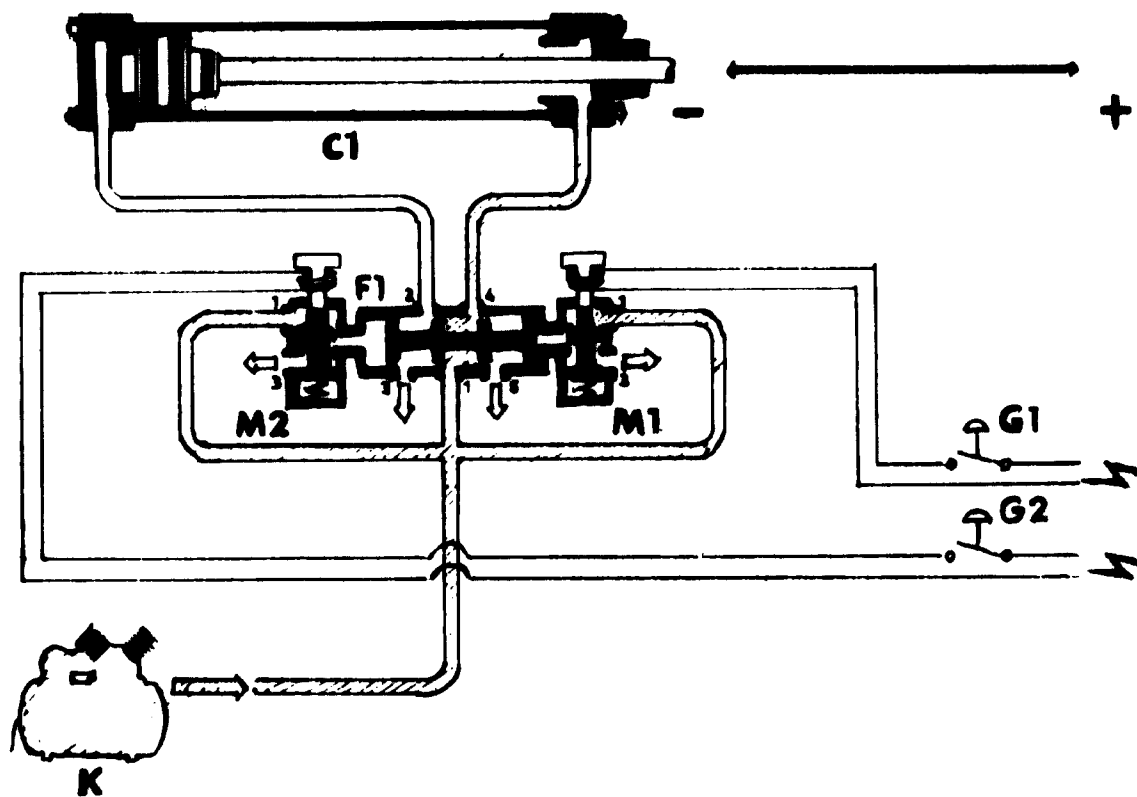
Fonction (figure VI)

Quand on appuie sur le bouton-poussoir de l'interrupteur G1, la soupape à électro-aimant M1 s'ouvre, ce qui revient à dire que l'air comprimé déplace le distributeur F1 et que le piston du vérin C1 va vers "plus". Dès qu'on relâche G1, la soupape M1 reprend sa place.

Quand on appuie sur le bouton-poussoir de l'interrupteur G2, c'est M2 qui s'ouvre, ce qui revient à dire que le tiroir de F1 reprend sa place et que le piston de C1 va vers "moins". M2 reprend sa place quand on relâche G2.

Le distributeur F1 et les soupapes M1 et M2 constituent souvent un ensemble muni d'une seule admission sur le distributeur, qui envoie l'air comprimé aux soupapes à électro-aimant.

FIGURE VI. CIRCUIT PNEUMATIQUE 6



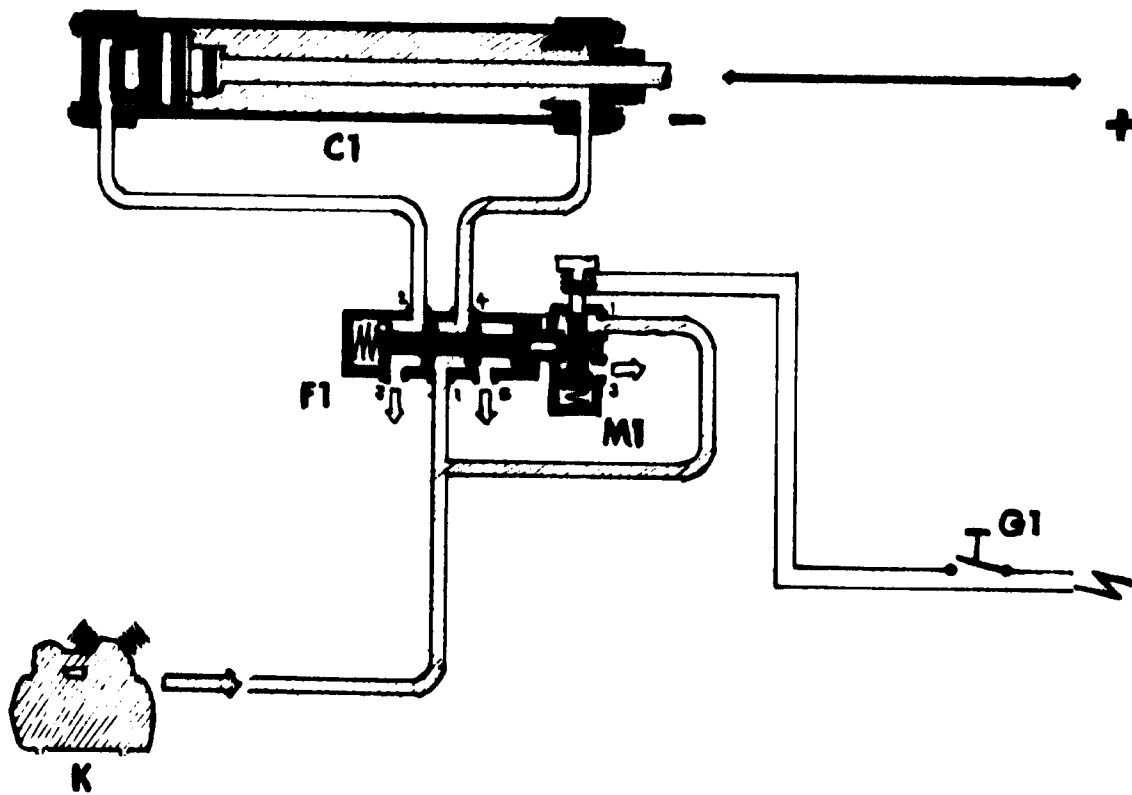
- Légende :
- C1 Vérin à double effet
 - F1 Distributeur 5/2, commande pneumatique, bistable
 - M1, M2 Soupapes 3/2, commande par électro-aimant, monostable
 - G1, G2 Interrupteurs électriques à bouton-poussoir
 - K Compresseur

Fonction (figure VII)

Quand on appuie sur le bouton-poussoir de l'interrupteur G1, la soupape à électro-aimant M1 s'ouvre et laisse passer l'air de commande jusqu'au distributeur F1. Le tiroir de F1 se déplace alors et le piston du vérin C1 va vers "plus".

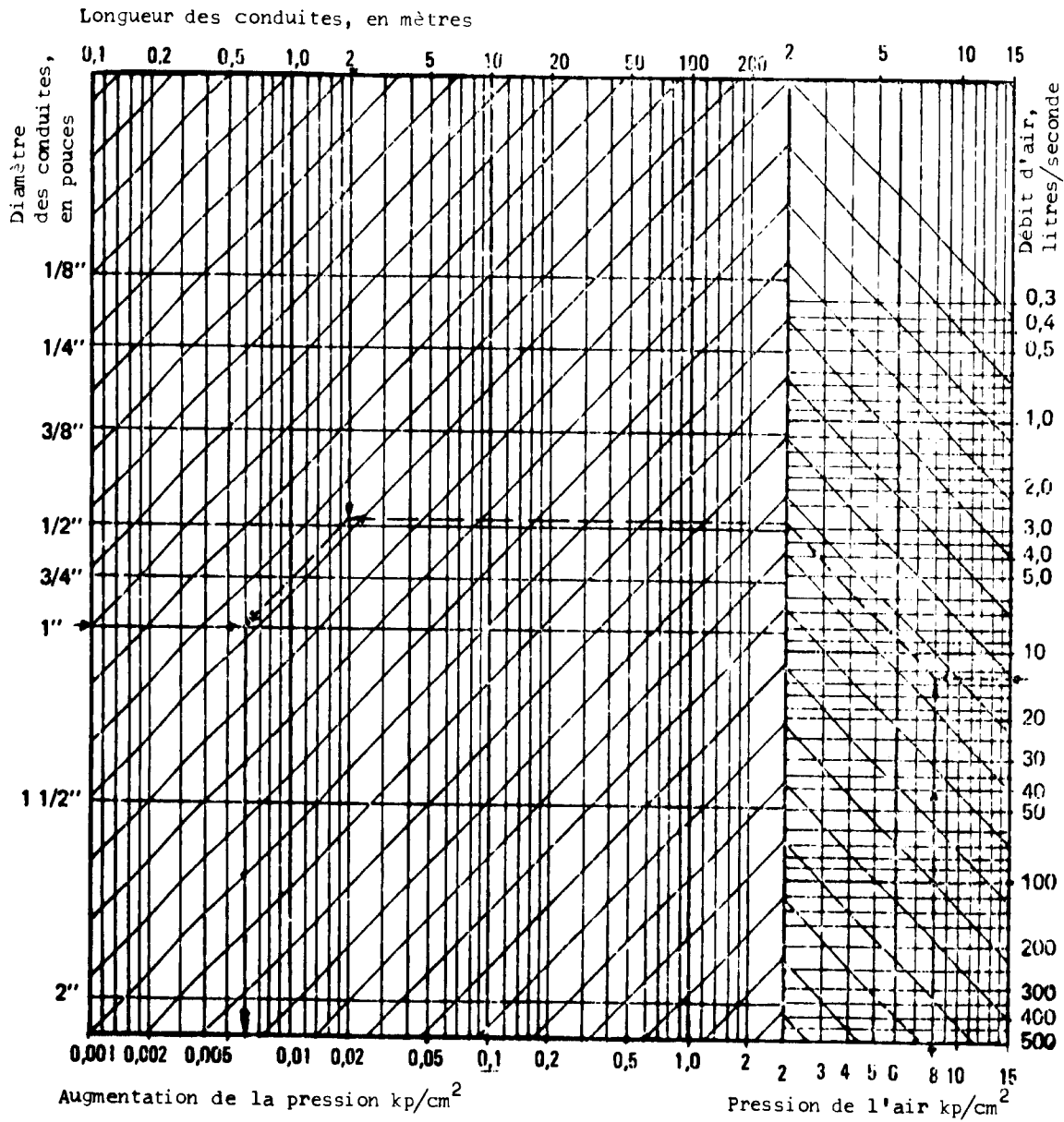
Quand on relâche G1, M1 n'est plus sous tension et reprend sa place, l'air de commande s'échappe de F1 dont le tiroir reprend lui aussi sa place, ce qui ramène le piston en "moins", position initiale. Le distributeur F1 et la soupape M1 constituent souvent un ensemble muni d'une seule admission sur le distributeur.

FIGURE VII. CIRCUIT PNEUMATIQUE 7



- Légende :
- C1 Vérin à double effet
 - F1 Distributeur 5/2, commande pneumatique, monostable
 - M1 Soupape 3/2, commande par électro-aimant, monostable
 - G1 Interrupteur électrique à bouton-poussoir
 - K Compresseur

FIGURE VIII. BAISSÉ DE PRESSION DANS LES CONDUITES



Les débits d'air sont donnés à la pression atmosphérique et à la température de 20°C
 Le total de la baisse de pression dans les conduites ne doit pas être supérieur à $0,1 \text{ kp/cm}^2$

Exemple (pointillé du graphique)

Données du problème : Pression de l'air : 8 kg/cm^2
 Débit d'air : 13 l/s
 Longueur des conduites : 2 m

Question : Baisse de la pression par pouce de conduite

Réponse : Le graphique donne $0,006 \text{ kp/cm}^2$

XXIV. L'ENTRETIEN DES MACHINES ET DE L'EQUIPEMENT*

Le présent chapitre se limite à l'entretien des machines et de l'équipement qui servent à des opérations essentielles dans les moyennes et petites usines. L'entretien englobe les fonctions suivantes :

Entretien des machines et des outils
Préparation et graissage des machines
Mise en place des machines et de l'équipement neufs
Modifications de divers types
Production et distribution d'électricité, de vapeur, d'air comprimé, etc.

Les tâches dites secondaires des travaux d'entretien sont les suivantes :

Nettoyage
Elimination des déchets, des rebuts, etc.
Travaux expérimentaux, construction de machines et d'équipement nouveaux
Certains travaux de stockage
Sécurité dans l'usine et protection contre l'incendie

Ces tâches secondaires doivent être confiées à un service central d'entretien dans une usine d'une certaine importance qui comprend plusieurs ateliers ou qui travaille dans plusieurs domaines se rattachant à l'industrie du bois, au lieu de se limiter à la menuiserie.

Les travaux d'entretien prennent une place de plus en plus importante dans l'industrie, et cette tendance ne peut que se poursuivre. A l'heure actuelle, l'effectif du personnel d'entretien, dans l'industrie de transformation mécanique du bois, représente 10 à 15 % de l'effectif total, et cette proportion est encore plus élevée dans l'industrie productrice de panneaux de particules.

L'accroissement continu des travaux d'entretien est dû aux circonstances suivantes :

- a) Le développement rapide et continu de la mécanisation, de l'automation et de l'industrie en général, qui a fortement réduit le nombre de travailleurs effectivement attachés à la production dans l'industrie;
- b) L'accroissement considérable de l'équipement et de l'outillage à entretenir;
- c) La diminution de l'absentéisme et l'importance accrue que l'on attache au temps d'arrêt des machines;
- d) L'importance croissante du capital dans les entreprises, qui doivent travailler de façon continue, c'est-à-dire avec deux ou trois équipes par jour;
- e) L'augmentation des vitesses, pressions, températures et capacité des machines, qui cause une usure plus rapide;
- f) Les goûts des consommateurs exigeant des machines plus précises et des produits de meilleure qualité;

* Par Ahti Akkanen, Lahden Rautateollisuus Oy, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.133/25).

- g) La nécessité de modifier parfois les machines et l'équipement;
- h) La sécurité du travail, la climatisation et l'hygiène industrielle;
- i) La prise de conscience accrue des problèmes sociaux et économiques liés au traitement et à l'évacuation des déchets industriels.

Cet accroissement des travaux d'entretien a entraîné une augmentation de la demande de personnel apte à effectuer de tels travaux, surtout depuis l'essor des instruments de précision et de l'automation. L'emploi et la manipulation de matières nouvelles, comme les matières plastiques, contribuent à renforcer cette tendance. Naguère - et à l'heure actuelle encore dans une certaine mesure - entretenir signifiait simplement réparer ce qui tombait en panne. A l'heure actuelle cependant, on note une forte tendance à s'orienter vers l'entretien préventif, qui doit être considéré comme une forme d'entretien assez poussé.

L'équipement devient si complexe et son entretien et sa réparation exigent des travailleurs si compétents que quelques grandes entreprises industrielles seulement peuvent se permettre de les employer. Les autres entreprises doivent se contenter de commander des pièces de rechange. Les pièces endommagées sont envoyées pour réparation dans une usine ou un atelier spécialisés. Les importateurs ou les fabricants sous licence donnent des renseignements au sujet de ces ateliers spécialisés de réparation. En passant des accords à long terme, on peut avoir l'assurance que l'atelier de réparation aura toujours des pièces détachées ou des machines disponibles pour le client.

En général, cette aide extérieure pour les travaux de réparation deviendra de plus en plus courante, et d'autant plus qu'elle permettra d'obtenir des services spécialisés pour des tâches que les petites entreprises ne peuvent pas assurer elles-mêmes. Le moteur Diesel des camions ou d'autres machines offre à cet égard un bon exemple d'échange standard. On l'envoie en général dans un atelier de réparation spécialisé, où un nouveau moteur est prêt à être posé en cas d'avarie. Ce type d'arrangement convient très bien pour les entrepôts de bois. A l'achat des machines, on doit veiller à ce que leurs moteurs soient du même type ou qu'ils aient au moins été fabriqués par la même maison.

ORGANISATION DE L'ENTRETIEN

L'organisation de l'entretien a beaucoup changé avec les années. Autrefois, un seul homme effectuait tous les travaux de réparation, mais une forme moderne d'organisation s'est peu à peu instaurée. Le rôle du service d'entretien dans une entreprise a également beaucoup changé : naguère subordonné à la production, il est devenu son égal et relève directement de la direction de l'usine.

Pour la réorganisation de l'entretien et l'organisation en général, on prendra en considération ce qui suit :

- a) Si les tâches à assurer se diversifient, les questions techniques et économiques prennent de plus en plus d'importance dans l'entretien. En général, quand le volume du travail augmente, on augmente également le nombre des ajusteurs et des autres ouvriers, mais pas le nombre des ingénieurs et des techniciens. Si le nombre des employés de bureau est insuffisant, le personnel chargé de la gestion de l'entretien est souvent accaparé par les tâches quotidiennes, au détriment de l'organisation proprement dite de l'entretien, etc. On oublie souvent que l'accroissement des effectifs et du volume de travail exige toujours du personnel supplémentaire pour la gestion, la surveillance et les travaux courants. Si l'on manque de techniciens, on peut désigner des contremaîtres dans certains domaines et laisser au personnel de gestion la responsabilité de groupes plus importants.
- b) Il faut éviter d'employer de nombreux travailleurs non qualifiés; l'effectif de ces travailleurs auxiliaires ne devrait pas dépasser 20 % du nombre des ouvriers qualifiés. Le service de l'entretien ne doit cependant pas recueillir uniquement des personnes à l'âge de la retraite, et l'atelier de réparation ne doit pas davantage devenir un musée de vieilles machines à travailler le bois. Pour avoir une main-d'oeuvre nouvelle et qualifiée, il faut la former; mais former du personnel ne veut pas dire qu'un jeune homme doit passer des années à aider un ouvrier qualifié plus ancien. Cette formation doit être confiée à des instructeurs compétents.
- c) D'autre part, il ne faut pas oublier en établissant les budgets et les plans d'avenir que le service d'entretien prendra de plus en plus d'importance et se chargera de tâches entièrement nouvelles telles que l'entretien préventif, la mise au rebut et les réparations, les matières plastiques, les instruments de précision et les systèmes d'automation (électroniques éventuellement).

En général, le service d'entretien peut être décentralisé ou centralisé. Dans le premier cas, le personnel chargé de l'entretien est réparti en petits groupes dans toute l'usine, et il est souvent subordonné de quelque manière aux responsables de chaque phase de la production, tandis que dans le second cas le travail est dirigé et surveillé par l'organe central. Les deux systèmes ont leurs avantages et leurs inconvénients. Il faut choisir celui qui convient à chaque cas particulier, compte tenu de circonstances telles que la nature des procédés de fabrication, le coût des temps morts par minute, le nombre des interruptions du travail, le degré de mécanisation et d'automation, l'accroissement général des travaux d'entretien.

En règle générale, les petites entreprises devraient s'efforcer de centraliser l'entretien. Par contre, lorsque la superficie de l'usine est telle que les déplacements (qui prennent beaucoup de temps) deviennent un élément de coût considérable, il est conseillé d'envisager une décentralisation au moins partielle du service d'entretien. Mais il vaut mieux conserver un organe directeur central. Cela vaut également dans le cas d'une entreprise automatisée ou d'une entreprise qui emploie des machines très coûteuses et à grande capacité (par exemple une machine à fabriquer du papier ou, dans une entreprise de menuiserie, une chaîne de machines à peindre). Il faut alors disposer d'un personnel d'entretien pour surveiller le fonctionnement et l'état de cet équipement.

Il conviendrait cependant de centraliser les tâches suivantes :

- Organisation du travail
- Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur, d'air comprimé, etc. aux postes de fabrication
- Entretien des élévateurs, chariots, camions, etc.
- Entretien du système d'extinction automatique des incendies, des convoyeurs pneumatiques et du système de climatisation

Travaux d'usinage
Majeure partie des installations productrices de panneaux dérivés du bois
Ateliers de construction et de réparation
Réseau téléphonique intérieur
Affectation de la main-d'oeuvre auxiliaire

En principe, chaque équipe devrait être dirigée par un contremaître appartenant au service considéré. Il est peu conseillé, par exemple, de placer des ouvriers chargés de l'entretien sous l'autorité de cadres affectés à la production. Il serait bon, en revanche, que les groupes décentralisés affectés à l'entretien soient placés directement sous l'autorité du service d'entretien, mais sous celle du service de la production pour l'exécution de leurs tâches.

FICHIERS D'ENTRETIEN

Il n'est pas possible d'organiser convenablement l'entretien sans établir un fichier. Il est même presque impossible de commencer l'entretien préventif sans disposer pour chaque machine de statistiques de réparations effectuées sur plusieurs mois, et de préférence plusieurs années. Il est très facile de consigner sur une fiche consacrée à chaque machine des données telles que le nombre de roulements, à l'occasion d'un démontage, le nombre de courroies avant qu'elles ne soient usées, et le poids de la machine quand il est indiqué sur le bordereau d'expédition.

L'équipement pour lequel il convient d'établir des fiches de ce genre est à peu près le même dans les diverses installations industrielles. Il faut toutefois déterminer pour quel matériel on fera des fiches et pour lequel on s'en dispensera. En menuiserie par exemple, il faut établir des fiches pour les machines à travailler le bois, les presses, les convoyeurs et certains outils à main tels que les ponceuses, etc.

Les fiches machines servent également pour l'assurance contre l'incendie et les autres types d'assurances. Si elles contiennent des renseignements suffisants sur les courroies, les roulements, les lubrifiants, etc., elles constituent un excellent point de départ pour la normalisation des travaux d'entretien. On a parfois établi des fiches d'un type différent pour chaque type de machine, mais une telle différenciation n'est guère utile en menuiserie. Dans la pratique, ce sont les données communes aux différentes machines qui sont le plus souvent nécessaires. C'est ainsi qu'un imprimé unique contenant beaucoup de place pour des observations particulières est en général considéré comme tout à fait suffisant.

On peut mentionner à titre d'exception la fiche établie pour les moteurs électriques. Elle peut être de petit format et devrait normalement être tenue à jour par le service chargé des réparations électriques. Seules sont inscrites sur la fiche les données électro-techniques essentielles telles que le type de moteur, le numéro de la série et le nombre de tours par minute. Pour des raisons pratiques, les renseignements concernant les réparations et l'entretien sont inscrits sur une autre fiche qui doit accompagner la fiche machine. Les

renseignements concernant les réparations s'accroissent si rapidement que les colonnes de la fiche machine seraient trop vite pleines. Il est également difficile de laisser sur la fiche machine assez d'espace pour une description détaillée des travaux effectués, pour des renseignements sur les pièces détachées utilisées, etc. La fiche machine et la fiche réparations peuvent, en tant que telles, être utilisées également pour le contrôle des temps d'utilisation (inspections du service de prévention, services de graissage, etc.).

La numérotation des machines pour l'établissement du fichier peut se faire de diverses manières, mais le plus souvent il s'agit de numéros qui se suivent selon l'ordre d'achat ou d'arrivée, ou d'une série de numéros pour chaque type de machine. Une troisième possibilité est d'avoir une série distincte de numéros pour les machines de chaque service.

ENTRETIEN PREVENTIF

S'il est bien conçu, l'entretien préventif doit porter sur l'usine entière, y compris ses bâtiments, ses chaînes de transport et ses conduites et canalisations, et pas simplement sur les machines et l'équipement.

En général, l'entretien conserve encore un caractère passif, en ce sens que le travail d'entretien ne commence normalement que si la machine tombe en panne. Il devrait pourtant avoir un caractère actif et consister en inspections périodiques, graissages réguliers et observation constante de l'état de la machine; les grosses réparations, soigneusement préparées, devraient être effectuées au moment le plus approprié à la production.

L'entretien préventif n'est pas une idée nouvelle. Dans certains domaines, par exemple pour les ascenseurs, les avions, les chemins de fer et les chambres de compression, l'inspection périodique est de règle depuis des dizaines d'années. Il s'agit d'une tâche très variée, comprenant les éléments suivants :

- a) Inspection des machines et des divers dispositifs;
- b) Réparations mineures, réglages, nettoyage, etc., effectués au cours des inspections;
- c) Revision complète organisée à l'avance et travaux effectués pendant les périodes d'arrêt;
- d) Graissage;
- e) Etude et sélection des pièces et matières premières nouvelles;
- f) Enquêtes, comparaisons et recommandations sur les divers dispositifs et revêtements de protection.

L'entretien préventif entraînant naturellement des frais, il faut étudier soigneusement son domaine d'application. Dans l'industrie de la menuiserie, l'entretien doit être étendu au matériel de peinture et de placage, aux roulements des arbres à rotation rapide, aux courroies d'entraînement, aux chaînes et aux roues dentées.

Quand on veut entreprendre un programme étendu d'entretien, le personnel responsable ne doit avoir que ce travail à faire et rien d'autre. Les documents et renseignements ci-après seront alors indispensables :

- Fiches concernant toutes les machines et tous les dispositifs
- Tous documents, instructions, etc., concernant chaque machine
- Dessins et croquis de machines et dispositifs, surtout pour les grosses machines
- Statistiques des pannes
- Données sur les réparations
- Schémas de toutes les canalisations
- Organisation d'un service bien conçu de pièces détachées

En outre, il importe que le groupe chargé du service préventif soit composé de gens actifs aimant leur travail.

Les travaux d'inspection sont de deux sortes : inspections et entretien courants et inspections selon le programme arrêté pour chaque machine. Dans la menuiserie et les autres industries, la première catégorie de travaux doit s'appliquer au matériel ci-après :

- Moteurs électriques
- Dispositifs de transmission mécanique
- Tuyauteries, soupapes et pompes
- Matériel de transport, élévateurs et tables de levage
- Dispositifs de ventilation, de climatisation et d'aspiration des poussières
- Eclairage
- Machines de bureau
- Instruments et dispositifs d'automation

Quant aux inspections périodiques, elles pourraient se décomposer comme suit :

- a) Inspection hebdomadaire des balances, du matériel de refroidissement, des cellules photo-électriques, de l'outillage actionné par des moteurs électriques ou à l'air comprimé, ainsi que du matériel de pulvérisation, de ventilation et de climatisation dans les ateliers de peinture;
- b) Inspection tous les 15 jours des courroies, raccords, démarreurs et moteurs électriques, des instruments et des dispositifs de commande électrique, des compresseurs d'air, des pompes et de l'équipement de ventilation et de climatisation;
- c) Inspection mensuelle des ventilateurs et des convoyeurs à bande, des convoyeurs pneumatiques et hydrauliques, des installations pour le traitement des eaux, des dispositifs de levage et des élévateurs;
- d) Inspection trimestrielle des chargeurs de batteries, des chaudières et de l'éclairage, des postes de soudage et des transformateurs;
- e) Inspection semestrielle du matériel de lutte contre l'incendie, des réservoirs à eau et de leurs accessoires, des tuyauteries, des lignes d'alimentation électrique et des appareils de chauffage;
- f) Inspection annuelle des petits ventilateurs électriques et des roulements fonctionnant normalement.

Un excellent exemple d'entretien préventif est l'inspection du roulement d'un arbre porte-outils tournant à plus de 9 000 tours/minute, comme c'est le cas pour une toupie travaillant à grande vitesse. Un roulement cassé peut mettre toute la machine en panne. L'inspection périodique permet de déterminer le moment où il faudra le remplacer et d'éviter ainsi d'endommager la machine.

Les listes ci-dessus ne sont données qu'à titre d'exemple, parce que certaines machines peuvent nécessiter des inspections périodiques à intervalles différents, comme un nettoyage journalier, un réglage hebdomadaire, une inspection mensuelle du fonctionnement et une révision annuelle. Pour qu'un programme d'entretien préventif donne de bons résultats, il faut que la périodicité des inspections soit déterminée correctement. Des inspections trop fréquentes sont une perte de temps et d'argent; si les inspections sont trop espacées, les machines courent des risques. La périodicité des inspections doit être modifiée pour l'adapter à de nouvelles circonstances.

Les inspections peuvent avoir lieu soit lorsque les machines tournent, soit quand elles sont arrêtées. Dans le premier cas, on inspecte la machine s'il se produit des vibrations anormales ou une usure excessive, si le graissage se fait mal (fuites d'huile), si la machine chauffe trop, si certaines pièces sont mal serrées, si les arbres ont du jeu, etc. Il faut cependant noter à cet égard que, dans l'industrie de la menuiserie, un outil en mauvais état peut causer certaines de ces anomalies, si bien qu'il faut respecter rigoureusement les délais fixés pour le remplacement des outils des machines à bois.

Lorsque les machines ne tournent pas, les possibilités d'inspection sont naturellement beaucoup plus grande. L'expérience a montré qu'au moins une inspection sur trois devrait être effectuée dans ces conditions, car il est alors possible de vérifier et de mesurer les arbres, les roulements, les engrenages, les surfaces de glissement, les courroies, brides et flasques, ainsi que les tensions. Les machines qui produisent beaucoup de sciure et de copeaux doivent en particulier être inspectées à l'arrêt, parce qu'on peut alors vérifier les pièces qui ne sont pas normalement visibles. Pour l'inspection, il faut enlever des machines la poussière, la sciure et les copeaux. Dans les régions tropicales, on doit vérifier en même temps l'épaisseur et l'efficacité des couches de graisse.

Prévention mécanique

La prévention mécanique est l'étude et la sélection des matières premières et des divers dispositifs de protection qui permettront de supprimer les réparations ou d'en réduire le nombre. Pendant l'exécution d'un programme d'entretien préventif, on découvre des causes de panne qui exigent des réparations et sont dues dans de nombreux cas à des défauts de construction, à des matières premières défectueuses ou à des dispositifs de protection insuffisants. Il y a beaucoup à faire dans ce domaine.

Il faut d'abord étudier les statistiques des réparations et analyser les travaux de réparation les plus indispensables et les plus fréquents. Il faut ensuite déterminer si des changements de construction, de matière première ou de dispositif de protection amélioreraient la situation.

Entretien par graissage

Le but essentiel du graissage est de réduire les effets du frottement. Un bon graissage a les avantages suivants :

- a) Les machines restent en bon état;
- b) Les machines durent plus longtemps lorsque l'usure est réduite;
- c) L'efficacité des machines est accrue;
- d) Les risques d'accidents sont réduits.

Pour que le graissage procure ces avantages, il est indispensable d'utiliser le lubrifiant qui convient, à l'endroit et au moment appropriés.

- a) Les types de graisses à conserver en stock doivent être aussi peu nombreux que possible;
- b) Les lubrifiants choisis doivent figurer dans la liste préconisée par le fabricant et être marqués du même signe que celui qui figure aux différents points de graissage et sur les appareils de graissage;
- c) Tous les points de graissage doivent être lubrifiés correctement, c'est-à-dire que le graissage doit se faire selon un plan établi par un spécialiste. Les compagnies pétrolières distribuent de tels plans gratuitement;
- d) Le graissage doit se faire au bon moment, mais il faut éviter les graissages inutiles. On a constaté que le graissage excessif est plus courant que le manque de graissage, en particulier lorsqu'il s'agit de roulements à billes. En général, un roulement de petite taille ou de taille moyenne fonctionnant dans des conditions normales et à des vitesses de rotation courantes n'a besoin d'être lubrifié qu'une fois par an.

La quantité de graisse à appliquer en une seule fois peut être calculée de manière approximative à l'aide de la formule suivante :

$$G = \frac{D \times B}{200}$$

dans laquelle :

G = quantité de graisse nécessaire (en grammes)
D = grand diamètre du roulement (en mm)
B = largeur du roulement (en mm)

Pour réduire les dépenses sans nuire à la qualité du graissage, quelques grandes entreprises, en particulier des scieries et des usines de contre-plaqué, ont installé des systèmes de graissage automatique, dans lesquels des pompes hydrauliques envoient la graisse par pression jusqu'aux points de lubrification, selon la quantité nécessaire. Pour chaque point de graissage, cette quantité peut être modifiée par réglage. Cette façon de lubrifier se généralise, par exemple pour les surfaces de glissement des convoyeurs et dans l'industrie de la reproduction photomécanique. En menuiserie cependant, il n'y a pas beaucoup de points qui puissent être lubrifiés de cette manière.

Il n'y a pas lieu de jeter les huiles qui ont servi une fois ou même plusieurs fois; il faut s'efforcer de les purifier. En général, l'huile de vidange est envoyée dans des installations spéciales de purification. Si cela n'est pas possible, on peut facilement installer un système de filtrage avec des déchets de laine.

PREVENTION DE LA CORROSION

C'est la corrosion qui détériore le plus les machines et le matériel industriel. Cette détérioration est omniprésente, mais elle est plus grave en milieu chaud et humide. Par exemple la vitesse d'oxydation de l'acier est directement proportionnelle à la température. Le plus souvent la corrosion est causée par l'eau ou l'oxygène. L'oxygène pose un problème particulièrement délicat, parce que pour des raisons de résistance du métal sa présence est parfois indispensable, du fait qu'il contribue à la formation d'une pellicule protectrice d'oxyde à la surface du métal; quelquefois, cependant, il contribue beaucoup à la corrosion.

En principe, il est assez simple de prévenir la corrosion. En protégeant les surfaces en acier, par exemple, on réduit la vitesse de corrosion, soit en empêchant mécaniquement la surface en acier d'entrer en contact avec l'oxygène ou l'humidité, soit en empêchant le processus d'oxydation. Dans la pratique, on emploie les méthodes ci-après pour empêcher la corrosion :

- a) Procédés de construction mettant les matières oxydables à l'abri de l'air, de la chaleur et de l'humidité;
- b) Modification des conditions ambiantes;
- c) Revêtement des parties vulnérables par des matières résistant à la corrosion (peintures, matières plastiques, caoutchouc, matières céramiques), vitrification ou protection au moyen de matériaux réfractaires ou d'un revêtement métallique;
- d) Protection cathodique;
- e) Emploi d'inhibiteurs de certaines réactions corrosives;
- f) Emploi de matières résistant à la corrosion dans certaines conditions.

Cette liste montre que dans de très nombreux cas les méthodes de prévention de la corrosion nécessitent de solides connaissances en chimie. On peut voir également que les mesures du point a) peuvent rarement être prises sur place; elles relèvent habituellement du fabricant. Lorsqu'il commande des machines, cependant, l'acheteur peut exposer ses désirs et essayer d'obtenir du constructeur une solution appropriée aux conditions d'utilisation.

En revanche, on peut agir comme indiqué au point b). On peut nettoyer et assécher l'air de l'usine et réduire sa teneur en gaz carbonique. S'il s'agit des tuyauteries ou des conduites, on peut réduire leur débit. On peut améliorer la ventilation.

Les mesures de protection du point c) sont les plus courantes, et l'on y a recours depuis très longtemps. Si l'on peint les surfaces à protéger, il faut nettoyer ces surfaces à fond, appliquer une première couche anticorrosion, puis une couche de peinture étanche et très couvrante. Deux excellents produits d'apprêt utilisés depuis toujours pour prévenir la corrosion sont le minium et le chromate de zinc. Parmi les peintures à employer comme deuxième couche, il faut mentionner les peintures au goudron, les peintures et vernis à réaction chimique et les peintures à base de résines aux silicones.

Parmi les revêtements plastiques, on trouve une large gamme de peintures, vernis, pâtes et solutions. On s'en sert beaucoup à l'heure actuelle, et ces matériaux ont prouvé leur valeur dans la protection contre la corrosion et l'usure.

La protection par le caoutchouc peut être envisagée pour les réservoirs, tuyauteries, rouleaux de convoyeurs, rouleaux à encoller et machines à coller en général. Il ne faut confier ce travail qu'à un spécialiste de la vulcanisation si l'on veut que le caoutchouc adhère fermement à la surface à protéger.

On ne doit utiliser les matériaux réfractaires ou recourir à la vitrification et au revêtement en matières céramiques que dans les endroits exposés à de très hautes températures.

Le revêtement métallique ne vise pas toujours à protéger contre la corrosion, mais on y a parfois recours pour protéger les surfaces contre l'usure ou leur donner un certain brillant. Les méthodes les plus courantes sont l'immersion à chaud, la pulvérisation et l'électrolyse. Les métaux utilisés pour ce type de revêtement sont le zinc, le chrome, le nickel, l'aluminium, l'étain et le plomb.

Les autres méthodes indiquées dans la liste ci-dessus ne sont guère utilisées en menuiserie, sauf dans les installations où l'on emploie des éléments de meubles en métal. Dans ce dernier cas, il faut s'assurer le concours d'un expert, de manière que ces éléments de meubles soient traités correctement et avec les matières appropriées.

Enfin, il faut mentionner la protection dite provisoire, qui consiste à utiliser des matériaux influençant l'air ambiant ou des pellicules protectrices. Ces pellicules sont des feuilles de CPV que l'on peut ensuite arracher. Elles sont d'abord fondues, après quoi l'objet à protéger est plongé dans la masse en fusion (température 185°C). Les produits chimiques qui influent sur l'air ambiant sont des inhibiteurs de corrosion gazeux (VPI), qui forment une couche protectrice de gaz autour des objets.

STOCKS A CONSTITUER POUR L'ENTRETIEN

Les articles qu'il faut avoir en stock pour assurer l'entretien sont essentiellement les suivants :

Articles d'emploi courant : tuyaux, écrous, boulons et goujons, plombs et fusibles, roulements, etc.
Pièces pour différentes machines : roulements spéciaux, pièces détachées, etc.
Éléments complets de rechange, moteurs, pompes, condenseurs, raccords et dispositifs de couplage, etc.
Fournitures générales : matériaux d'emballage, lubrifiants, peintures, etc.
Outils de machines : fers, forets, meules, etc.
Outils à main : clefs, calibres et jauges, outils à air comprimé, outils électriques, etc.

Le développement constant de la mécanisation et de l'automation ont également contribué à accroître la valeur des stocks à constituer pour assurer l'entretien; le coût croissant des temps d'arrêt de la production a eu le même effet. Il faut donc effectuer les réparations aussi vite que possible et, pour cela, on doit avoir en stock une gamme suffisante de pièces détachées.

Il y a à cet égard deux considérations qui jouent en sens opposé. D'un côté, il faut, pour accélérer les réparations et réduire les temps d'arrêt, avoir en stock un nombre toujours croissant de pièces détachées et d'accessoires pour les machines les plus essentielles. D'un autre côté, au contraire, lorsque l'on considère les dépenses, il faut réduire les stocks dans toute la mesure possible. En général, il faut adopter une solution de compromis.

Si l'usine se trouve loin du pays où ses machines ont été construites, comme c'est le cas dans la plupart des pays en développement, son stock de pièces détachées doit être assez important pour qu'elle puisse tourner sans interruption. Toutefois, c'est au moment de la commande de la machine qu'il faut prendre note des pièces détachées qui seront probablement nécessaires, qu'il faut commander toutes les pièces détachées pour assurer le fonctionnement de la machine pendant deux ans ou plus. En outre, il est bon de consulter d'autres utilisateurs de la machine pour déterminer si telle ou telle pièce détachée doit être en stock, surtout quand ces pièces coûtent cher.

Il faut également se préoccuper de la normalisation; par exemple, les cotes de toutes les machines et de toutes leurs pièces, des filetages, trous, roulements, etc., doivent être exprimées en unités du système métrique; éviter les mesures en pouces.

Il est facile de maintenir les stocks à leur niveau normal si ces stocks et les fiches sont bien tenus. La "cote d'alerte", c'est-à-dire la date à laquelle il faut passer commande, doit être indiquée sur un aussi grand nombre de fiches que possible, afin que les commandes puissent être envoyées dès que la quantité de pièces détachées en stock tombe au-dessous de cette limite. Il est bon à cet égard d'utiliser une fiche "marchandise" ou "pièces détachées". Pour les petites machines, on n'inscrit sur fiche que les pièces détachées les plus indispensables. S'il s'agit de pièces détachées normalisées et employées pour beaucoup de machines, on doit établir un bordereau récapitulatif pour les différents services et pour l'ensemble de l'usine, de manière à connaître le nombre total de pièces à commander, notamment quand il s'agit des courroies, chaînes, moteurs et roulements. Cette liste récapitulative est utilisée pour l'achat, le stockage et la normalisation interne. Dans toutes les listes de ce genre, les pièces détachées sont habituellement identifiées par un numéro ou un code alphabétique. Les listes de pièces détachées et les registres correspondants doivent être tenus à jour avec soin afin que l'on puisse trouver les pièces nécessaires sans perdre un temps précieux.

A mesure que les services d'entretien s'organisent pour faire face à de nouveaux besoins, les réparations peuvent être effectuées de plus en plus vite. D'un autre côté, elles entraînent des frais et il y a inévitablement une limite qu'il n'est pas bon, du point de vue de la rentabilité, de dépasser. Il est donc conseillé de calculer à l'avance

les sommes à immobiliser pour l'achat de pièces détachées destinées aux machines essentielles; le coût des diverses méthodes possibles doit être évalué avec soin. L'exemple donné ci-après porte sur un gros moteur électrique jouant un rôle essentiel dans une installation qui fonctionne avec trois équipes. Le coût d'un arrêt du moteur a été évalué à 200 marks finlandais l'heure. Quand le moment est venu d'effectuer l'entretien périodique de ce moteur, le travail peut se faire de quatre manières. a) révision complète sans remplacement de pièces; b) rebobinage complet, etc.; c) remplacement du rotor; d) remplacement du moteur. Le tableau qui suit indique le coût de chacune de ces quatre méthodes. Il montre que la troisième, le remplacement du rotor, est la meilleure et qu'il est donc plus économique d'avoir en réserve un rotor complet.

Coût comparé de quatre méthodes de révision périodique d'un gros moteur électrique

Type de révision	Durée de la réparation (heures)	Coûts (marks finlandais)			
		Temps d'arrêt	Pièces détachées	Main-d'oeuvre	Total
Revision complète	240	48 000	-	6 000	54 000
Rebobinage, etc., du rotor	144	28 000	1 000	2 900	32 700
Remplacement du rotor	7	1 400	8 000	300	9 700
Remplacement du moteur	3	600	16 000	100	16 700

MONTAGE DES MACHINES

Chaque machine doit être montée avec grand soin car un montage incorrect ou défectueux peut causer des dommages irréparables en cours de fonctionnement. Avant de commencer le montage, il faut étudier soigneusement les instructions qui sont normalement jointes à la machine au moment de sa livraison. En fait, lorsque cela est possible, on devrait commander ces instructions de manière à les recevoir avant la livraison de la machine. Même si les méthodes de montage des machines à bois les plus courantes ne diffèrent pas beaucoup, il est bon de relever, dans les instructions concernant chaque machine particulière, les outils et dispositifs qui seront nécessaires. Cela est important même si la machine est d'un type que l'on connaît bien, parce que les caractéristiques des machines et leurs accessoires changent souvent.

Certaines machines les plus lourdes, comme les ponceuses à bande large, les dégauchisseuses et les raboteuses à large table, peuvent être montées en place sans être fixées au sol. Dans ce cas, il faut poser la machine sur une plaque de caoutchouc antivibratoire. Mais il faut pour cela que le sol soit parfaitement plat et uni.

Dans tous les cas et quelle que soit la machine, on peut l'assujettir au sol avec des boulons d'ancrage. Une fois que l'emplacement des machines a été déterminé, les évidements nécessaires peuvent être préparés à l'avance. Ces trous ou ces cavités doivent absolument être conformes aux cotes indiquées par le fabricant; en aucun cas, le trou destiné à recevoir le boulon ne doit être plus petit que ne l'indique le dessin du fabricant, sinon le boulon d'ancrage se desserrera quand on mettra la machine en route.

Lors de l'installation, la machine est mise exactement à sa place et les boulons d'ancrage sont insérés dans les trous du bâti de la machine, d'où ils s'enfoncent dans les cavités ménagées dans le sol. On soulève ensuite la machine de 20 à 25 mm au moyen de coins en métal, de plaques de plomb ou d'accessoires analogues placés entre le bâti et le sol. Ces coins doivent être mis aussi près que possible des trous de fixation (il y a alors lieu d'utiliser un niveau d'eau pour vérifier que la machine est parfaitement horizontale). Le logement des boulons d'ancrage est alors rempli de ciment liquide. Une fois que le ciment a durci, on serre les boulons. A ce stade, il faut prendre garde de ne pas exercer de contraintes sur la machine : les boulons ne doivent ni cintrer ni tordre le bâti, ce qui peut arriver si la machine n'est pas posée d'aplomb. La torsion et le cintrage sont nuisibles au bon fonctionnement des organes en mouvement, et le bâti peut même être endommagé.

Quand on prépare la mise en place de la machine, il faut prévoir le passage des câbles électriques, tuyauteries d'air comprimé, tuyauteries hydrauliques et conduits d'évacuation de la sciure.

L'évacuation de la sciure et des copeaux de bois a une importance capitale. Si elle n'est pas bien faite, l'efficacité ainsi que la santé et la sécurité des ouvriers s'en ressentiront. En outre, l'entretien d'une machine sale est souvent négligé. Cela accroît aussi les risques d'incendie, car les moteurs d'entraînement noyés dans des copeaux de bois chauffent souvent et leur bobinage brûle, ce qui risque de les endommager gravement. Enfin, il faut souligner qu'un atelier propre produit davantage et mieux, en un temps plus réduit et avec un minimum de frais d'entretien.

La meilleure façon d'évacuer les copeaux et la sciure consiste à les enlever par des moyens pneumatiques à l'endroit où ils se forment, c'est-à-dire à proximité du porte-outils. Le système d'aspiration pneumatique des copeaux doit être étendu à l'ensemble de l'atelier et à chaque machine en service. Les avantages d'un tel système centralisé ne concernent pas que la sécurité et la propreté; les déchets ainsi recueillis peuvent être utilisés par la suite dans les usines de panneaux de particules ou de cellulose.

La mise en place des conduites d'évacuation des déchets de bois dans les anciens bâtiments d'usine peut présenter des difficultés et entraîner des frais supplémentaires, qui ne sont généralement pas hors de proportion. Dans de tels cas, la seule solution consiste à poser des conduites qui descendent du plafond. Dans les usines nouvelles en cours de préparation ou de construction, on peut pratiquer des saignées dans le sol pour ce réseau d'aspiration; les copeaux sont alors rassemblés dans des cavités d'où on peut les évacuer.

XXV. L'ENTRETIEN DES ORGANES DES MACHINES*

CONSIDERATIONS GENERALES

Les machines représentent pour une entreprise un investissement considérable. On doit donc se convaincre de l'importance de l'entretien des machines. Convenablement exécuté, l'entretien prolonge très largement la durée du matériel tout en abaissant le coût des immobilisations.

L'usure progressive et le vieillissement diminuent la valeur des machines. La durée d'une machine à bois est de 4 à 20 ans, selon la qualité de la construction et les conditions de travail.

Avant de décider l'achat d'une nouvelle machine, il faut se demander s'il y aura assez de travail pour l'alimenter, ce qui dépend de la taille de l'entreprise et du volume de ses commandes.

La capacité d'une machine est fonction de sa taille et de sa qualité, deux éléments de décision qui doivent être correctement équilibrés. Plus une machine coûte cher, plus son rendement doit être élevé. Dans ces conditions, on se gardera d'acheter une machine coûteuse et à grand rendement pour ne la faire travailler qu'une partie du temps.

RECEPTION D'UNE NOUVELLE MACHINE A BOIS

Dès que la machine arrive à l'usine, il faut vérifier qu'elle n'a pas été endommagée pendant le transport. Les arbres porte-outils et les rotors des moteurs électriques doivent tourner librement et sans bruit quand on les fait tourner à la main.

Il faut ensuite vérifier que les indications figurant sur la plaque de la machine sont exactes et conformes à la commande. Vérifier en particulier le voltage des moteurs électriques et s'assurer si le couplage est en étoile ou en triangle.

Au moment du montage et du premier essai, il est très important de s'assurer que les moteurs électriques tournent dans le bon sens, si l'on veut éviter de mettre immédiatement la machine hors d'usage.

Débrancher le moteur pendant toute la durée de la mise en place. Avant de mettre la machine en marche, vérifier le sens de la rotation par une brève impulsion de démarrage, suivie immédiatement par une impulsion d'arrêt.

* Par Eino Marttinen, Institut technique de Lahti, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.163/29.)

L'acheteur doit toujours demander au constructeur de la machine de lui fournir, dans une langue convenue à l'avance, toutes les notices et les schémas d'installation, d'entretien et de sécurité. Toutes ces instructions doivent être suivies scrupuleusement.

En général, le constructeur graisse les roulements de sa machine avant de la livrer. La température et l'humidité relative sont parfois si élevées dans les pays en développement qu'il faut raccourcir très sensiblement l'intervalle entre chaque intervention d'entretien. Il faudra donc protéger les roulements en les graissant plus souvent que dans les pays où le climat est plus sec et plus frais.

On ne se servira que de produits de très bonne qualité pour graisser les organes d'une machine en employant de préférence les produits recommandés par le constructeur. Si un produit d'une marque différente est employé, retirer tout le produit employé antérieurement car le mélange des deux risque de les épaissir et de leur faire perdre en totalité leur pouvoir lubrifiant, ce qui détériore les roulements.

Pour nettoyer des roulements à billes ou à rouleaux, employer de préférence du white spirit, de la bonne huile soluble (ou huile blanche), du pétrole ou de la benzine. Les deux derniers produits étant inflammables doivent être manipulés avec beaucoup de précautions.

Après nettoyage, ne pas laisser sécher les roulements; graisser immédiatement. Quand on graisse un roulement, il faut le faire tourner pour que l'huile ou la graisse pénètre dans les endroits essentiels et les empêche de rouiller. C'est particulièrement important quand on graisse les roulements d'une machine qui doit rester longtemps sans marcher.

Tr/min	Graissage
1 000	après 2 400 heures de marche
1 500	après 1 200 heures de marche
3 000	après 200 heures de marche
Plus de 24 000	tous les jours

ENTRETIEN DES ORGANES ELECTRIQUES

Les moteurs électriques ne doivent jamais être ni recouverts ni encastrés. Il est recommandé d'en enlever tous les jours la poussière ou de la souffler avec un ventilateur électrique. Les moteurs électriques encastrés sont munis à l'extérieur d'un ventilateur de refroidissement. La prise d'air du ventilateur ne doit être ni contre un mur ni dans un endroit mal aéré. Si un moteur est placé à un endroit où il risque de recevoir de la colle, de la peinture, du vernis ou de la graisse, il faut le nettoyer tous les jours. Une fine couche de graisse à sa surface empêche la colle ou la peinture de s'accrocher.

INSPECTION DU DISPOSITIF DE MISE EN MARCHÉ

Le dispositif de mise en marche est inspecté à l'occasion de l'entretien annuel. S'il s'agit d'un dispositif simple à bouton-poussoir arrêt-marche ou d'un interrupteur à trois positions, les surfaces de contact doivent être nettoyées avec du papier de verre No 400 ou 600, enroulé autour d'un petit bout de bois ou de plastique. Ce travail doit être confié à un électricien.

Les modèles plus perfectionnés - et plus coûteux - sont munis d'un disjoncteur thermique. En cas de surcharge, notamment quand la lame d'une scie circulaire se coince dans la pièce à couper, le courant est coupé automatiquement et la machine ne peut repartir qu'après refroidissement de la bilame de protection. L'entretien se fait comme celui de l'appareil décrit plus haut, à la différence près qu'il faut aussi vérifier l'état de la bilame. La bilame et ses pièces de fixation sont normalisées et faciles à remplacer.

Certains interrupteurs peuvent être bloqués avec une clé. En général, les machines spéciales sont munies de ce blocage pour les mettre à l'abri des personnes incompetentes. Le courant d'alimentation générale peut aussi être coupé au moyen d'une clé, de façon à interdire la mise en marche de toutes les machines. On veillera à conserver un double de la clé.

Les interrupteurs de mise en marche des moteurs électriques sont des interrupteurs à disjoncteur thermique et des interrupteurs à contacteur, qui sont fournis avec des mécanismes de déclenchement automatique; s'il y a surcharge ou si la lame se coince dans la pièce, le dispositif de protection thermique arrête le moteur. Le moteur ne peut repartir que si ce dispositif est remis en position "marche". Dans certains types de machines, le bouton de mise en marche enclenche le dispositif de protection.

Le contacteur est d'un emploi très sûr car il coupe le courant à la moindre perturbation survenant dans le circuit d'alimentation et interdit toute remise en marche de la machine, même après rétablissement du courant. C'est ce que l'on appelle un interrupteur à mémoire.

ENTRETIEN D'UN INTERRUPTEUR A CONTACTEUR

Les contacteurs, les disjoncteurs thermiques et les bobines sont des organes normalisés et faciles à remplacer. La bobine du contacteur peut être à 220 ou à 380 V, le dernier étant réservé à l'usage industriel.

Pour les courants à voltage élevé, on se sert de contacteurs à bain d'huile. Les surfaces de contact doivent être vérifiées tous les ans et remplacées si nécessaire. L'huile doit être remplacée dès qu'elle est trouble ou qu'elle contient des matières risquant de lui faire perdre ses propriétés isolantes.

Les câbles souples (mobiles) doivent être soigneusement inspectés. L'isolation de ces câbles a pu être usée, rompue ou endommagée de toute autre façon; ces câbles sont dangereux et peuvent même être la cause d'un incendie. Tout équipement électrique défectueux doit être immédiatement remplacé.

INSPECTION ET ENTRETIEN DES ROULEMENTS A BILLES ET A ROULEAUX

Ecouter tourner les roulements à billes et à rouleaux est une façon de vérifier si ces organes fonctionnent normalement. On peut écouter en plaçant l'extrémité d'une baguette dans l'oreille et l'autre sur la cage du roulement. Si le roulement est en bon état, on entend un bourdonnement à peine perceptible. Si le mouvement devient brusque ou qu'un roulement fasse plus de bruit que les autres, ce roulement est défectueux. Tout roulement défectueux fait entendre un cliquetis. Si le roulement est défectueux, la cage s'échauffe anormalement peu après la mise en marche. Tout roulement défectueux doit être immédiatement remplacé. On aura soin de conserver un stock de roulements de rechange.

Remplacement d'un roulement

Avant de remplacer un roulement, retirer les fusibles du circuit d'alimentation du moteur et accrocher une pancarte "en réparation". Seule la personne qui a accroché la pancarte doit être autorisée à l'enlever.

Ne confier qu'à un mécanicien confirmé le remplacement d'un roulement de moteur électrique. La plupart des constructeurs de moteurs fournissent les outils appropriés. Les instructions de la notice d'entretien doivent être suivies attentivement.

En cas de rupture d'un roulement pendant la marche, des particules de métal et de la graisse sont projetées dans le bobinage du moteur. N'employer que des détergents sans risque pour le vernis et le bobinage.

L'intervalle entre graissages des roulements d'un moteur électrique doit être :

Tr/min	Graissage
Moins de 1 000	après 2 400 heures de marche
1 500	après 1 200 heures de marche
3 000	après 200 heures de marche
24 000	tous les jours

Quand le moteur est placé dans un endroit où un excès d'humidité, de poussière, d'agents corrosifs, etc., peut pénétrer dans la cage des roulements, le graissage doit être plus fréquent que dans un endroit plus propre. N'employer que de la très bonne graisse à roulement, de préférence celle qui est recommandée par le fabricant, notamment :

Mobil Oil	Mobilux grease No 2
Shell	Alvania grease 2
Esso	Beacon 2
Gulf	Precision grease No 2

Quand on passe d'une graisse à une autre, nettoyer soigneusement ce qui reste de la première graisse; le mélange de ces produits épaissit et perd presque entièrement ses propriétés lubrifiantes.

Si un moteur électrique est débranché, marquer les câbles d'alimentation avec des rubans adhésifs pour rétablir le sens de rotation voulu au moment du rebranchement.

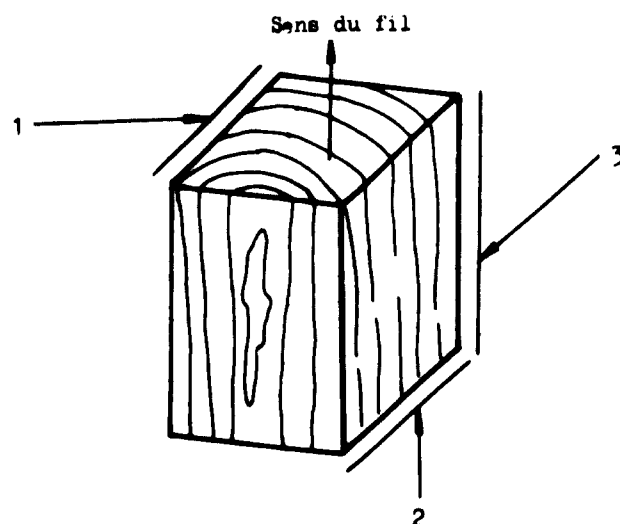
Si le moteur est mouillé, notamment après une inondation, ne pas essayer de le faire démarrer. Il faut le débrancher et le démonter. Le bobinage doit être soigneusement séché. Mettre en marche un moteur mouillé, c'est endommager son bobinage.

XXVI. QUELQUES MACHINES-OUTILS A TRAVAILLER LE BOIS*

Quand on envisage de fabriquer des meubles et des ouvrages de menuiserie à l'échelle industrielle, il faut bien connaître les machines-outils qui servent à travailler le bois et savoir comment les entretenir convenablement. Ces machines sont à la fois complexes et coûteuses, et leur choix, leur utilisation et leur entretien sont des éléments vitaux du succès de l'entreprise. C'est pour ces raisons que nous examinerons en détail ci-après la nature, le mode de fonctionnement et les méthodes appropriées d'entretien de certains des principaux types de machines à travailler le bois.

Quelques machines-outils sont représentées dans les figures suivantes. Comme l'indique la figure I, les grumes et le bois d'oeuvre peuvent être sciés de trois manières : 1) perpendiculairement au fil (coupe transversale); 2) parallèlement au fil (coupe longitudinale) et 3) parallèlement au fil, mais avec déplacement transversal. Les outils employés pour ces opérations doivent être conçus en conséquence.

FIGURE I. SENS DE LA COUPE PAR RAPPORT AU FIL DU BOIS



- Légende : 1) Surface de coupe perpendiculaire au fil
2) Surface de coupe et déplacement de la scie parallèle au fil
3) Surface de coupe parallèle au fil, mais avec déplacement transversal de la scie

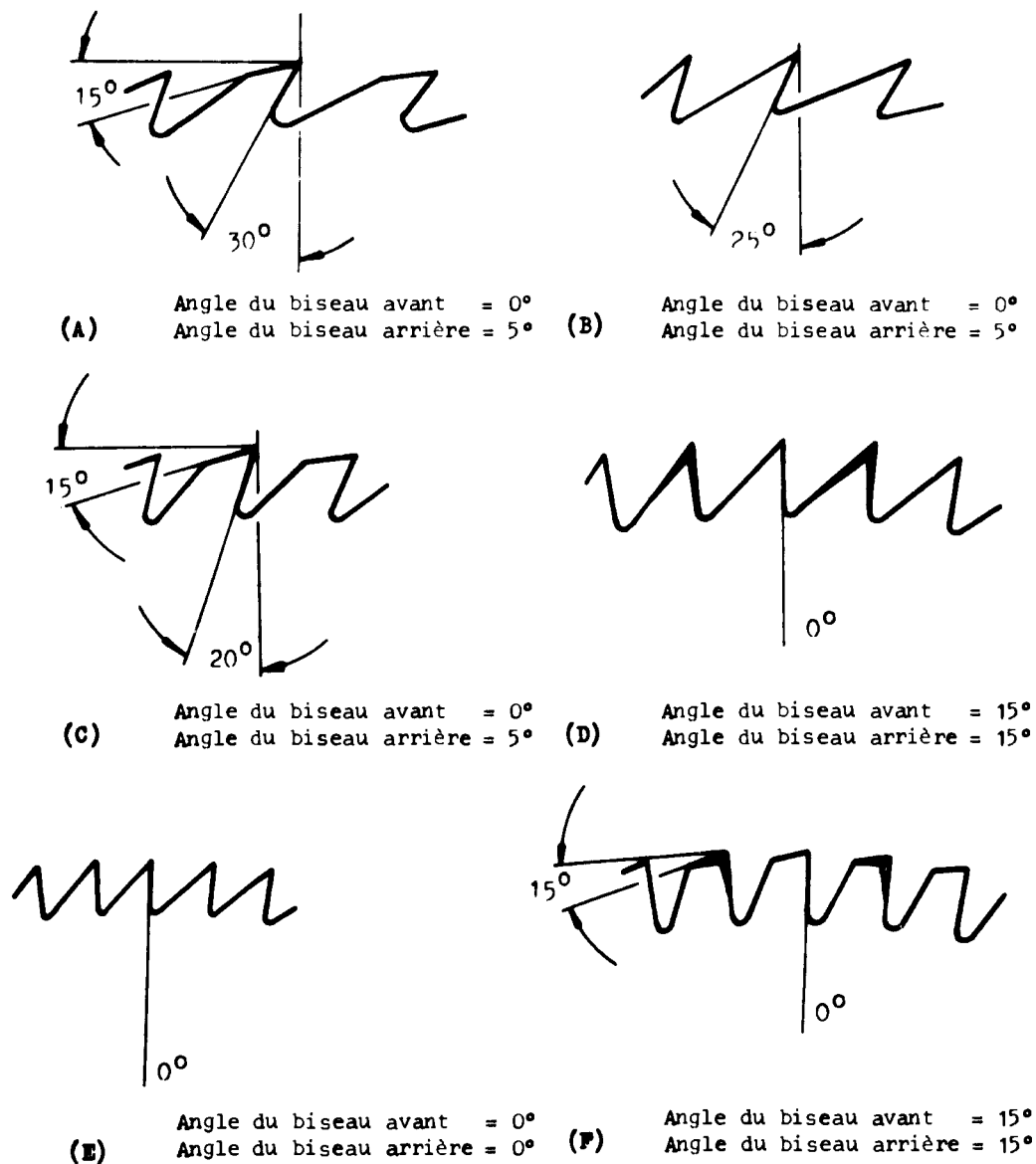
LAMES DE SCIES CIRCULAIRES

On trouve des scies circulaires dont les dents ont une forme convenant soit à la coupe longitudinale, soit à la coupe transversale. La figure II indique la forme de différentes dents de scies standards, avec les angles correspondants. La scie doit être bien équilibrée

* Par Erik Winnlert, Sandviken Jernverks AB, Sandviken (Suède). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/33/Rev.1.)

lorsqu'elle tourne et, pour obtenir une rotation satisfaisante et régulière, il faut que la partie centrale de la lame soit martelée à l'avance (prétensionnage) afin qu'elle subisse une extension correspondant à celle qui se produit sur le pourtour de la lame quand elle tourne à pleine vitesse.

FIGURE II. FORMES ET ANGLES TYPES DE DENTS DE SCIES CIRCULAIRES



Les lames de scie sont équilibrées et tensionnées correctement quand elles sont livrées par le fabricant, mais les conditions d'utilisation peuvent les amener à perdre cette tension, qui doit être rétablie par du personnel expérimenté.

Normalement, la vitesse à la périphérie est d'environ 50 m/seconde. Des vitesses supérieures ou inférieures à la normale nécessitent une rectification de la tension; les vitesses supérieures exigent une tension moins forte, et vice-versa.

Il est très important que les lames soient absolument plates lorsqu'elles tournent et qu'elles ne s'écartent pas de plus de deux ou trois dixièmes de millimètre du plan médian; d'où l'intérêt de leur donner de la tension.

Les aciers utilisés pour la fabrication des lames de scie ont habituellement une dureté uniforme de 46 R_C, sans écarts sensibles par rapport à ce chiffre. Pour que les lames de scie fassent du bon travail, il est nécessaire qu'elles soient affûtées et avoyées correctement et que l'affûteur leur conserve la forme voulue, avec les angles appropriés.

La lame de scie est montée sur un arbre dont le diamètre correspond exactement au trou central (alésage) de la lame. L'arbre est habituellement entraîné par l'intermédiaire d'une poulie, mais sur certaines machines plus petites, il est parfois directement entraîné par l'arbre du moteur.

Lors du sciage, la grume est amenée vers la lame de scie sur une table indépendante ou un chariot d'amenage. L'amenage manuel se pratique encore dans les anciennes scieries.

Dans les ateliers de menuiserie et les petites usines comparables, l'amenage manuel est courant, mais on emploie aussi des rouleaux ou des bandes transporteuses. Le sciage des grumes à la scie circulaire ne coûte pas cher pour l'entretien des machines, mais la coupe manque souvent de précision car il est difficile de supporter mécaniquement la lame de scie. Il est très important de donner à la lame de scie la tension correcte et de bien l'aligner.

Il n'est pas besoin de trier le bois à scier, sauf pour en retirer les grumes de trop grand diamètre. Dans certains pays, on utilise pour le sciage des grosses grumes des scies "jumelées". Il s'agit de scies à deux lames dont l'une est placée au-dessus de l'autre de telle manière que les deux traits de scie se rejoignent.

Les scies circulaires ne sont pas économiques du fait qu'une grande quantité de bois est perdue sous forme de sciure. C'est pourquoi ces machines sont de moins en moins utilisées, en particulier pour le sciage des grumes. Les scies à ruban et les scies circulaires à plaquettes en carbure vont de ce fait conquérir progressivement la part du marché qui revient actuellement aux scies circulaires classiques de plus petite dimension.

SCIES CIRCULAIRES A PLAQUETTES EN CARBURE

Les lames de scies circulaires à plaquettes en carbure de tungstène sont de plus en plus recherchées. La mise en service de machines plus stables, conçues spécialement pour ces lames, et une meilleure connaissance de l'emploi et de l'entretien des lames se sont traduites par des économies de plus en plus sensibles.

En Suède, l'industrie de transformation du bois a connu une réorganisation complète ces dernières années, et des méthodes favorables à l'amélioration du rendement ont été largement adoptées. La concurrence toujours plus vive a forcé de nombreuses entreprises à concentrer leurs efforts sur une gamme limitée de produits fabriqués en grande série. Dans cette évolution, les machines universelles que l'on utilisait précédemment ont perdu du terrain en faveur des machines spécialisées ayant beaucoup de précision et une grande capacité.

Quand on acquiert ces machines spécialisées souvent très coûteuses, il faut veiller à ce que les outils de coupe permettent d'en exploiter au maximum les possibilités. A cet égard, les lames de scies circulaires à plaquettes en carbure jouent un rôle important. Le fait qu'elles durent longtemps a permis d'accroître la production et de réduire les coûts unitaires. Toutefois, ces lames ne peuvent donner tout leur rendement que dans des conditions de fonctionnement précises.

Vitesse de coupe

En général, les machines d'un type un peu ancien qui sont encore en service dans l'industrie de transformation du bois ne peuvent pas être modifiées pour tourner à des vitesses différentes. Elles ont souvent un régime qui, avec des lames ordinaires, donne une vitesse de coupe d'environ 40 m/seconde (voir figure III). Quand on passe aux lames à plaquettes en carbure, on peut en employer d'un plus petit diamètre parce qu'elles ne perdront pas plus de 15 mm de diamètre avant de devenir inutilisables. En d'autres termes, elles s'useront beaucoup moins qu'une lame ordinaire. Dans ces conditions, une lame à plaquettes en carbure montée sur une machine ancienne aura une vitesse de coupe très inférieure à celle de la lame ordinaire, ce qui signifie que dans de nombreux cas on ne peut pas l'utiliser de la manière la plus économique.

Le tableau 1 indique les vitesses de coupe recommandées pour divers types de matériaux. Pour chaque groupe, la vitesse de coupe ne peut être indiquée qu'avec des tolérances relativement importantes, à cause des différences d'ouvrabilité qui existent entre les diverses essences et les divers panneaux dérivés du bois. Aux limites supérieures, il est nécessaire que la machine soit assez stable pour que la lame tourne sans vibrer. Si la vitesse d'amenage par dent est trop faible, la dent ne mord pas bien, son tranchant ne fait qu'user le matériau à la manière d'un abrasif et il en résulte une usure excessive. Pour réduire l'usure, il vaut mieux employer une plus grande vitesse d'amenage par dent, étant donné que l'usure du tranchant est surtout due à la progression de la dent à travers le bois. Si la vitesse d'amenage est excessive, l'effort imposé au tranchant peut devenir si grand que le carbure fritté risque de se casser. L'aspect final de la coupe obtenue doit toujours être un facteur important dans le choix de la vitesse d'amenage.

FIGURE III. VITESSE DE COUPE (M/SEC) EN FONCTION DE LA VITESSE DE LA LAME (TR/MIN)

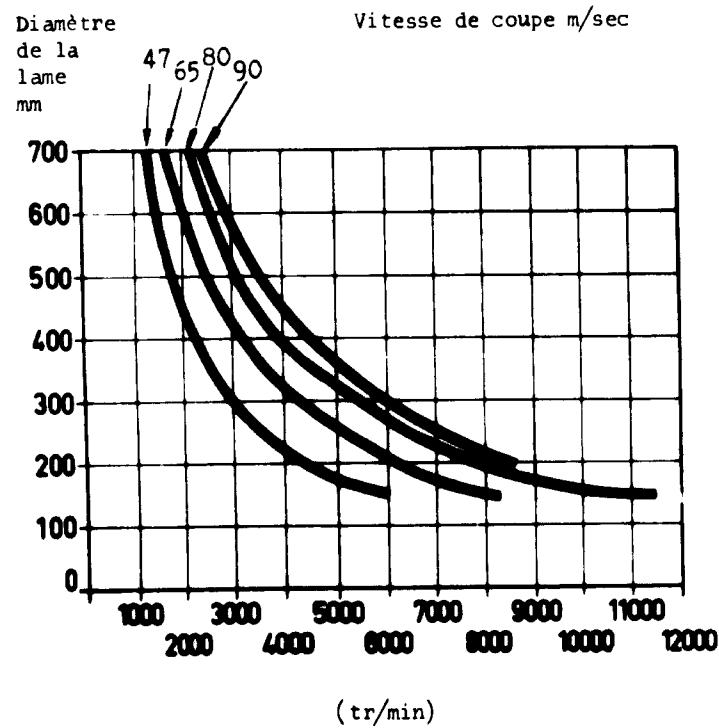


Tableau 1
Vitesse de coupe des scies circulaires à plaquettes en carbure
pour le sciage de différents matériaux

Matériau	Vitesse de coupe (m/sec)
Bois résineux	60 - 90
Bois feuillus	50 - 70
Contre-plaqués	60 - 80
Panneaux durs	70 - 90
Panneaux de particules	60 - 80
Panneaux plaqués	60 - 90

Vitesse d'amenage

La vitesse d'amenage par dent doit se situer entre 0,05 et 0,30 mm, selon le matériau à couper et le type de finition recherché. On peut la calculer au moyen de la formule suivante :

$$F = \frac{s \times 1\,000}{n \times z}$$

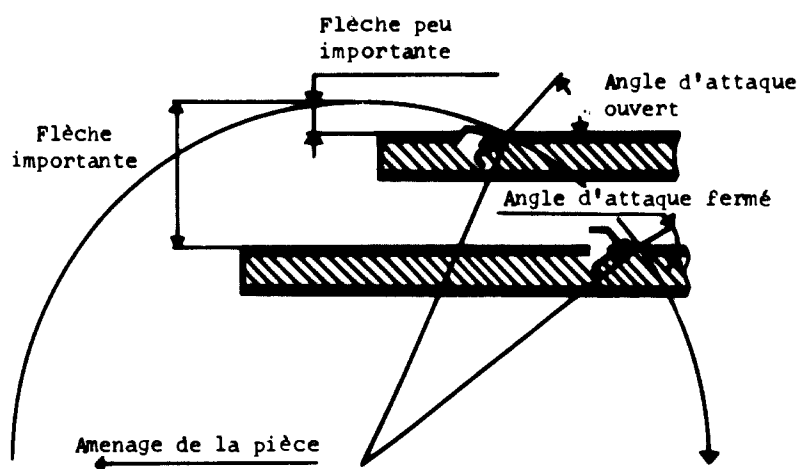
dans laquelle :

- F = Vitesse d'amenage par dent, en mm
- s = Vitesse totale d'amenage, en m/min
- n = Nombre de tours par minute
- z = Nombre de dents travaillant sur la section en question

Hauteur de la lame au-dessus de la pièce

L'angle d'attaque des lames de scies à plaquettes en carbure qui sont couramment vendues sur catalogue est habituellement calculé pour que la hauteur (flèche) de la lame au-dessus de la pièce soit de 10 à 15 mm. La figure IV montre comment l'angle d'attaque de la dent sur la pièce à scier varie quand on modifie la flèche de la lame. En d'autres termes, il est possible d'obtenir une coupe plus ou moins nette en modifiant la flèche de la lame. Cela s'applique surtout aux matériaux recouverts de stratifiés ou de bois de placage. La flèche optimale de la lame doit être déterminée dans chaque cas par tâtonnement. D'une manière générale, plus la lame déborde au-dessus de la pièce et moins la coupe est nette sur la face inférieure, tandis qu'elle est plus nette sur la face supérieure. Si, au contraire, on réduit la flèche, la coupe est moins nette au-dessus et bonne au-dessous. Dans le premier cas, les dents ont moins de distance à parcourir à travers le matériau, ce qui signifie que la résistance à l'avancement est moindre et, en théorie, que l'usure des dents s'en trouve réduite. Dans le second cas, cependant, la rotation de la lame est plus régulière et on obtient par conséquent une coupe de meilleur aspect.

FIGURE IV. VARIATION DE L'ANGLE D'ATTAQUE DE LA DENT CONTRE LE MATERIAU



L'angle de dépouille est de l'ordre de 10 à 12° (figure V). Des études approfondies ont montré qu'un angle plus grand ne réduit pas l'effort de coupe mais risque d'affaiblir le tranchant. L'angle de bec ne doit pas être inférieur à 45° pour des raisons de résistance. L'inclinaison de la dent est déterminée par les caractéristiques particulières de la pièce à scier : ouvrabilité et dureté. Les valeurs normales se situent entre 0 et 30°, les lames à dents très inclinées étant employées pour le sciage des bois résineux en coupe longitudinale, et les lames à dents peu inclinées pour les coupes transversales et les coupes de finition.

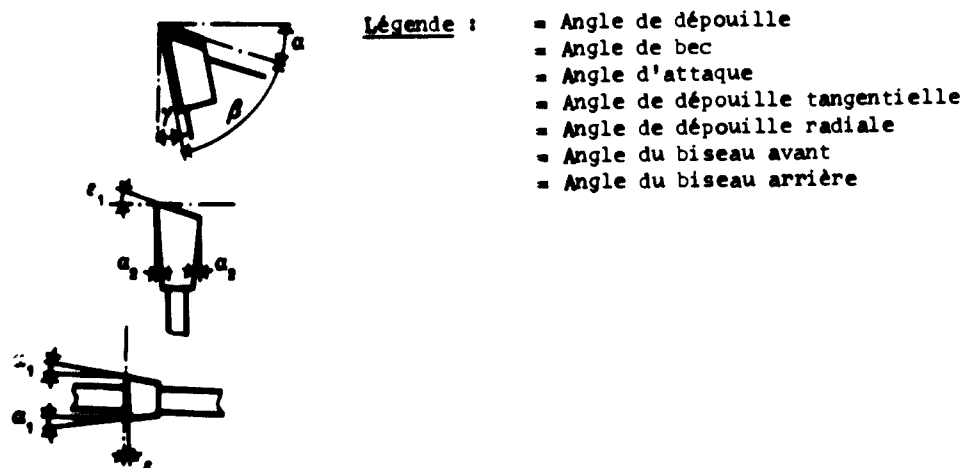
Dans une coupe longitudinale, le bois a tendance à s'ouvrir en avant de la scie, ce qui réduit l'effort de coupe. On peut donc augmenter l'angle d'attaque sans risquer de surcharger leur tranchant. Plus les dents sont inclinées, moins il y a de résistance à l'aménagement.

L'angle de dépouille tangentielle se situe normalement entre 3 et 4° et l'angle de dépouille radiale entre 1,5 et 2°. Si la lame a tendance à bourrer, il faut porter ce dernier à 3°.

Un biseau de 15° environ est ménagé sur la face avant des dents des lames ordinaires en acier au carbone dont les dents ont la forme D ou F (voir figure II). Les lames à plaquettes en carbure que l'on emploie pour des coupes d'onglet, et aussi pour acier des contre-plaqués ou des panneaux plaqués quand on veut obtenir une coupe franche, ont, à l'avant des dents, un biseau qui ne dépasse jamais 5°, pour ne pas affaiblir le tranchant. La plupart des lames à plaquettes en carbure ont actuellement un biseau à l'arrière des dents. Comparée à une lame à dents droites, une lame avec biseaux à l'arrière des dents absorbe moins d'énergie et offre moins de résistance à l'avancement. L'angle de ce biseau est de 5 à 15°.

En règle générale, les biseaux avant et arrière sont à droite pour une dent et à gauche pour la dent suivante. De cette manière, la lame tourne plus régulièrement que si toutes les dents avaient leur biseau du même côté, encore que cette dernière façon de faire soit parfois souhaitable si l'on veut obtenir une coupe nette.

FIGURE V. DESIGNATIONS USUELLES EN SUEDE POUR LES ANGLES DES LAMES DE SCIES CIRCULAIRES A PLAQUETTES EN CARBURE



Dimensions

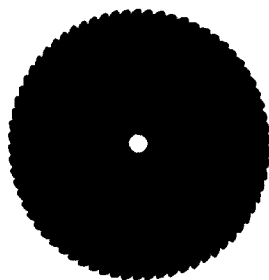
Des normes ont été dernièrement établies en Suède (SIS) pour les dimensions des lames de scies circulaires à plaquettes en carbure. La norme suédoise 2370 contient un tableau de dimensions comprenant plusieurs séries de diamètres, trois séries de largeurs de dents et des séries concernant le nombre de dents pour des pas de 75, 49, 30, 19, 14 et 10 mm. La norme 2371 s'applique aux lames de scies circulaires pour coupe transversale et la norme 2372 aux lames pour coupe longitudinale.

L'épaisseur de la lame elle-même n'a pas été normalisée. En principe, elle est inférieure de 1 mm environ à la largeur du tranchant (voie). En d'autres termes, la lame a un jeu d'environ 0,5 mm de chaque côté.

Il existe des lames très étroites dont le jeu n'est que de 0,3 mm. Il convient donc de faire très attention lors du montage et du réglage de ces lames et de prendre des précautions particulières lors du sciage. Les lames à plaquettes en carbure sont habituellement plus épaisses que les lames ordinaires en acier au carbone, ce qui leur assure une rotation régulière et facilite le brasage des plaquettes.

Pour atténuer les contraintes qui s'exercent à la périphérie de la lame et qui sont dues essentiellement à la chaleur produite par le sciage, les lames à plaquettes en carbure comportent des fentes et des trous de dilatation, comme l'indique la figure VI. Ces fentes sont ménagées en particulier sur toutes les lames à pas rapproché et sur celles que l'on emploie en sciage continu.

FIGURE VI. FENTES ET TROUS DE DILATATION DES LAMES DE SCIES A PLAQUETTES EN CARBURE



Différentes qualités de carbures frittés

Depuis 1959, les carbures frittés ont des appellations adoptées par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) en ce qui concerne les opérations effectuées sur machines travaillant par enlèvement de copeaux. Il y en a trois grands groupes, comme le montre la figure VII. Les flèches indiquent dans quel sens la durabilité et la ténacité s'accroissent respectivement. Dans le travail du bois, les carbures frittés s'usent par abrasion de la manière indiquée à la figure VIII.

FIGURE VII. DESIGNATIONS DES CARBURES FRITES ADOPTÉES PAR L'ISO

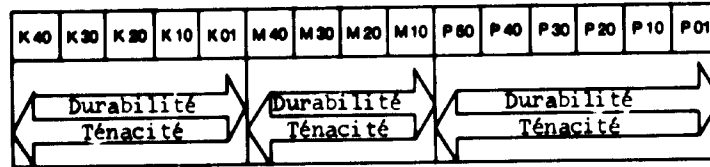


FIGURE VIII. USURE TYPIQUE PAR ABRASION D'UN OUTIL DE MACHINE A BOIS EN CARBURE FRITTE



Les carbures frittés du groupe k (voir figure VII) résistent particulièrement bien à cette usure latérale par abrasion et sont par conséquent employés pour les lames de scies circulaires. La qualité employée dépend de la forme de la lame elle-même et du matériau à travailler. Il importe que le carbure fritté soit suffisamment tenace pour que le tranchant ne casse pas au cours du sciage. La ténacité et la durabilité dépendent essentiellement du type de carbure utilisé, de la teneur en cobalt et de la structure du grain. C'est ainsi qu'un accroissement de la teneur en cobalt et un grain moins fin augmentent la ténacité mais diminuent la durabilité.

Résumé

Les lames à plaquettes en carbure sont de plus en plus employées. La mise en service de machines plus stables, spécialement conçues pour l'utilisation de ces lames, et une meilleure connaissance de l'emploi et de l'entretien des lames se sont traduites par des économies croissantes. De nouveaux types et de nouvelles qualités de carbures frittés, dont la composition est déterminée en fonction de diverses conditions de sciage, augmenteront encore les possibilités des lames à plaquettes en carbure. Il est naturellement souhaitable que les normes dimensionnelles soient respectées et appliquées dans toute la mesure du possible.

LAMES DE SCIES A RUBAN

Les lames de scies à ruban ont normalement des dents d'un seul côté, mais certaines en ont des deux côtés. La distance entre les pointes de deux dents successives (pas) varie selon la dimension de la lame et l'usage qu'on en fait. Le pas dépend aussi du type de matériau à couper et de son épaisseur. Les scies à ruban servent exclusivement pour des coupes longitudinales. On utilise des lames plus larges dans les scieries et des lames plus étroites dans les ateliers de menuiserie et d'ouvrages en bois comparables.

En général, les lames de scie ayant jusqu'à 70 mm de largeur sont considérées comme des lames étroites; au-dessus de 70 mm, elles sont considérées comme des lames larges. Les lames de scies à ruban utilisées pour scier des grumes ont habituellement plus de 150 mm de largeur.

La scie à ruban fonctionne normalement en position verticale, mais on voit maintenant davantage de scies horizontales, en particulier dans les petites scieries. La machine se compose de deux volants, montés sur un bâti rigide, autour desquels passe la lame, qui est un ruban métallique sans fin munie de dents. Le volant du bas est actionné par un moteur et le volant du haut par la lame de scie, qui joue le rôle d'une courroie de transmission. Dans une scie à ruban verticale, la lame travaille toujours dans le sens descendant, et toutes les dents coupent la pièce à scier.

La lame est maintenue sous tension en son milieu par un galet, de manière qu'elle adhère bien aux volants sur toute sa largeur en cours de sciage, que la friction et l'échauffement de la lame soient normaux et que la contrainte exercée sur la machine reste dans des limites appropriées. Il est très important aussi que le bord denté de la lame soit suffisamment tendu au cours du sciage, sinon la lame ne coupera pas droit. Cette tension de la lame s'obtient en remontant le volant supérieur; il ne faut pas la confondre avec la tension donnée à la lame de scie par le galet central.

Les lames de scies à ruban s'achètent normalement en rouleaux, que l'on coupe à dimension pour raccorder ensuite les deux bouts, de préférence par soudage, encore que cela se fasse par brasage dans certaines scieries. On se sert d'un chariot à grumes pour les scies à refendre, mais il y a d'autres systèmes courants qui assurent l'avancement de la grume, par exemple des machines à table d'amenage avec guides de lame au-dessus et au-dessous de la pièce à scier. Le guide supérieur peut être remonté ou descendu aussi près que possible de la pièce de bois, ce qui permet d'obtenir plus facilement une coupe bien droite.

La jante des volants est convexe pour maintenir la lame, à condition que le galet de tension soit bien réglé. Les grosses scies à larges lames, par exemple aux Etats-Unis d'Amérique, ont des volants plats car on considère que la surface de contact est assez importante pour assurer une bonne adhérence sans autre dispositif.

La scie à ruban est celle qui fait le moins de sciure, et il n'est pas nécessaire de trier les grumes d'après leur diamètre. Les scies à ruban de types divers sont considérées comme les machines les plus économiques lorsqu'il s'agit de refendre des grumes et de les

déligner. Cela est dû à ce qu'elles ont une lame de faible épaisseur et que les grumes peuvent être sciées aux dimensions et selon la qualité voulues sans qu'il y ait de perte de temps en manutention. Les scies à ruban sont de plus en plus appréciées dans le monde entier.

L'entretien des lames de scies à ruban est plus compliqué que celui de toute autre lame actionnée par une machine. La nécessité d'avoir de bonnes machines pour l'entretien se fait sentir davantage dans les scieries qui utilisent des scies à ruban que dans les autres industries de transformation du bois.

OUTILS DE MACHINES DIVERSES

La plupart des outils (couteaux, lames, fers, etc.) de machines travaillent par rotation ou par mouvement alternatif et sont montés sur des disques, des tambours, des arbres, etc.; les autres sont fixés et c'est la pièce de bois à travailler qui effectue la rotation ou le mouvement alternatif nécessaire. Il y a en outre des machines à un seul outil et des machines à plusieurs outils travaillant simultanément.

On peut classer les outils des machines à bois comme suit, d'après la façon dont ils travaillent : outils rotatifs, comme les fers montés sur arbre ou plateau tournant ou les couteaux de fragmenteuse, et les outils fixes, comme ceux des trancheuses pour placage et des lisseuses.

Outils rotatifs

Sous sa forme la plus simple, l'outil rotatif travaille essentiellement le long de sa face (arête coupante). Il sert à enlever du bois d'une surface, plane ou courbe, plutôt qu'à réduire un grand panneau en pièces plus petites, ce qui est la fonction de la scie. La figure IX montre comment fonctionne cet outil.

FIGURE IX. COMMENT TRAVAILLE UN OUTIL ROTATIF

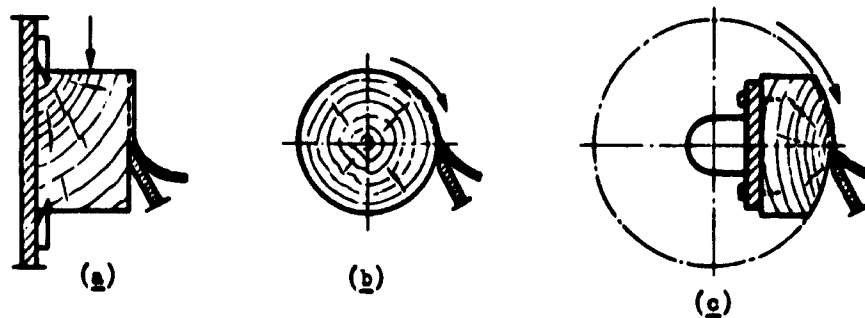


Outils fixes

Dans de nombreux cas, les outils employés pour couper le bois sont fixés par rapport au bois. Le bois tourne contre un couteau, comme dans le cas d'une dérouleuse de placage, ou effectue un mouvement de va-et-vient perpendiculairement à l'outil, comme dans le cas

d'une trancheuse de placage. Un autre exemple est celui de la lisseuse, où le bois passe sous une lame rigide dont le tranchant légèrement en biais enlève un copeau de faible épaisseur (0,15 mm environ). La figure X montre quelques cas de ce genre.

FIGURE X. DECOUPAGE DE FEUILLES DE PLACAGE AVEC DES COUTEAUX FIXES : a) TRANCHAGE DU PLACAGE DANS UNE QUARTELLE; b) DEROULAGE DU PLACAGE PAR ROTATION D'UNE GRUME OU D'UNE BILLE; c) TRANCHAGE DU PLACAGE DANS UNE QUARTELLE AU MOYEN D'UN TOUR

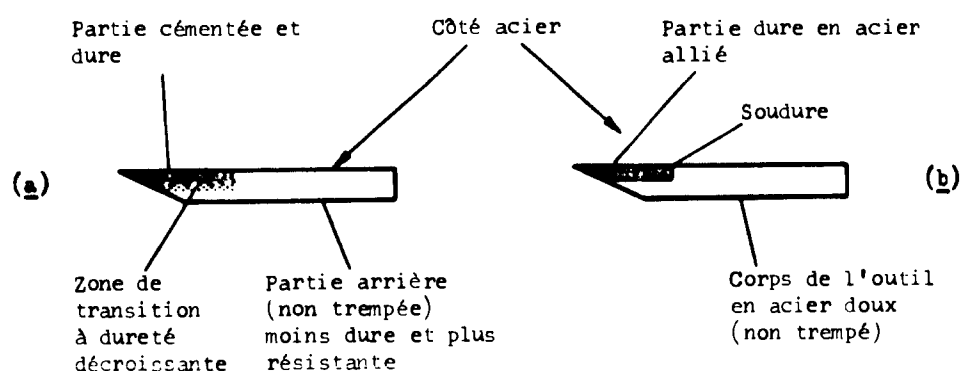


COUTEAUX DE FRAGMENTEUSE

Les copeaux de fragmenteuse sont de deux types : à pointe rapportée et à pointe cémentée (figure XI). Certaines sociétés emploient des copeaux à pointe cémentée. La matière première (acier) ne contient pas assez de carbone (environ 0,10 %) pour être trempée directement. La teneur en carbone de la partie de l'outil qui doit être trempée est portée à un pourcentage approprié par cémentation, procédé qui diffuse le carbone à la profondeur voulue. Au cours du trempage qui suit, seule la section cémentée se trempe parfaitement. La ténacité de l'acier à faible teneur en carbone subsiste dans le corps de l'outil. La transition entre l'acier dur et l'acier doux est progressive, sans qu'il y ait de limites précises risquant de donner naissance à des contraintes dans certaines conditions.

L'acier à forte teneur en chrome est recommandé pour les copeaux des fragmenteuses modernes, car ces machines travaillent à des vitesses très élevées et à grand rendement, et que la température du tranchant peut s'élever à 450°C. Pour ces machines, il est donc nécessaire d'avoir des outils qui ne se détrempe qu'à haute température. Les outils de faible épaisseur sont entièrement trempés, mais les outils plus épais sont trempés par traitement à haute fréquence. Du point de vue de la dureté, la configuration est pratiquement identique à celle que l'on obtient par cémentation.

FIGURE XI. COUTEAUX DE FRAGMENTEUSE, a) A POINTE CEMENTEE; b) A POINTE RAPPORTEE



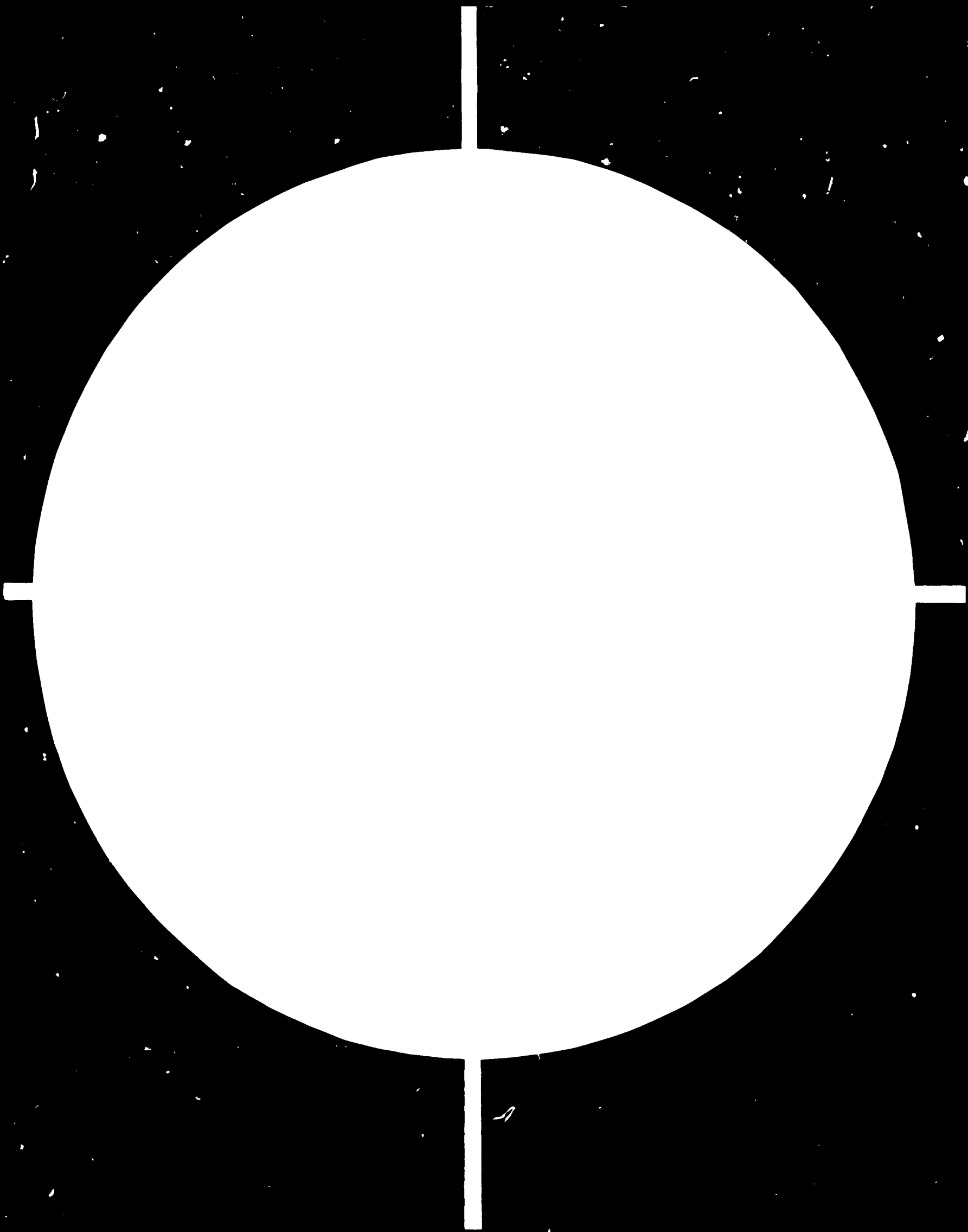
COUTEAUX DE DECHIQUETEUSE

Les déchiqueteuses servent essentiellement à réduire les déchets de bois et l'écorce en morceaux de petites dimensions convenant pour l'alimentation des chaudières, et elles sont employées à cette fin par presque toutes les fabriques de placages et par beaucoup d'usines où l'on travaille le bois. Les déchiqueteuses servent à transformer l'écorce en combustible dans de nombreuses scieries qui ont une écorceuse et des chaudières à vapeur, ainsi que dans un certain nombre d'usines de pâte à papier. Elles servent aussi à traiter les souches de certains pins pour la production de térébenthine, à déchiqueter le bois de chêne pour l'extraction du tanin et à préparer des engrais pour plantes en pots. Il existe à l'heure actuelle une large gamme de modèles construits par une vingtaine de fabricants ou plus. Chaque machine est normalement équipée d'un jeu de 10 à 36 couteaux. D'autres machines de ce type général, comme les "broyeurs à marteau" et les "pulvérisatrices", n'ont pas de couteaux.

Comme il n'y a guère de normes de qualité pour les produits sortant de la plupart des déchiqueteuses et que l'évacuation des déchets dans les usines laisse souvent passer des corps métalliques et d'autres corps étrangers dans la machine, les couteaux souffrent beaucoup plus que ceux des autres machines et sont moins bien entretenus. On considère donc généralement que les couteaux les moins chers suffisent pour faire ce travail et qu'ils sont à la longue les plus économiques.

Cette théorie ne vaut que dans certaines limites. Il est évident que les outils qui durent plus longtemps avant d'être réaffûtés et résistent aussi bien ou mieux aux dommages causés par des corps métalliques étrangers sont nécessairement plus avantageux car ils réduisent les frais de remplacement et d'entretien.

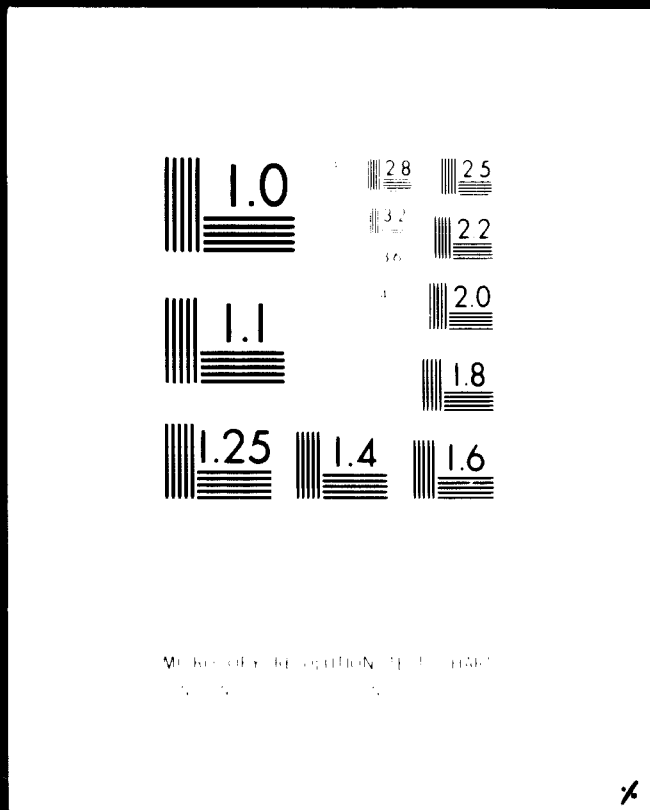
Certains outils de déchiqueteuses sont en acier faiblement allié ayant une teneur en carbone qui leur donne une dureté de l'ordre de 47 à 54 HRC (échelle de Rockwell). On emploie des qualités ordinaires d'acier commercial pour maintenir les prix aussi bas que possible,



5 OF 6

09256

F



24x

D

résultats satisfaisants. Elle se lustre et s'encrasse rapidement, si bien qu'il faudra la redresser très souvent. Une meule lustrée et sans mordant a tendance à brûler et à endommager l'outil que l'on affûte.

La qualité de la meule doit être choisie en fonction de la composition et de la dureté du métal de l'outil à affûter. Le type d'affûteuse employé, son état, la forme et la vitesse de rotation de la meule, ainsi que le système d'arrosage, sont également très importants. Il est préférable d'essayer d'abord une meule plutôt douce et de passer progressivement à une meule plus dure et plus économique.

Le grain. Les meules fines sont de plus en plus utilisées pour l'affûtage des outils de machines. Dans certains cas, on emploie des meules dont le grain est compris entre les numéros 60 et 80, qui sont plus douces que les meules à grain plus gros. Les meules à grain fin, qui sont plus petites et mordent mieux, entament plus facilement la surface de l'outil que les meules à grain plus gros. Une meule plus fine exige donc moins de pression; les risques de brûlage s'en trouvent réduits, et la surface obtenue n'en est que meilleure.

Recommandations concernant le choix de la meule

Les règles générales applicables au choix de la dureté et de la grosseur de grain des meules sont les suivantes :

Meules dures. On utilise des meules dures dans les cas suivants : matières tendres, surfaces de contact de petites dimensions, grosse épaisseur de matière à enlever, affûteuses qui ne sont pas absolument rigides.

Meules douces. On choisit des meules plus douces dans les cas suivants : matières dures, surfaces de contact plus grandes, peu de matière à enlever et machines très stables.

Dégrossissage et finition. Pour le dégrossissage, on emploie des meules à gros grain; pour la finition, on emploie des meules à grain fin.

Symboles normalisés. Le système de symboles utilisé pour les meules est normalisé sur le plan international; la référence des meules indique tous les renseignements concernant sa qualité.

Meules pour outils de machines. Pour l'affûtage des outils en acier trempé, en acier allié à forte teneur en chrome ou en acier rapide, on utilise en général des meules vitrifiées en Alundum. En principe, le liant utilisé pour la fabrication des meules qui servent à affûter les outils de machines est toujours un liant vitrifié. Le tableau 2 indique la grosseur de grain, le degré de dureté et la structure des meules utilisées pour l'affûtage des outils de machines.

Les combinaisons présentées dans le tableau ne s'appliquent qu'aux affûteuses stables et exemptes de vibrations; pour les machines moins rigides, il faut choisir des meules ayant un ou deux degrés de dureté en plus. De même, si la vitesse périphérique est moindre, il faut des meules plus dures que celles qui sont recommandées, et pour des vitesses supérieures il faut des meules plus douces.

Tableau 2
Caractéristiques optimales des meules servant à l'affûtage
des outils de machines

Type d'outils	Grosseur de grain	Dureté	Structure	Forme	Vitesse périphérique (m/sec)
Couteaux à placage	46	H	8	Assiette	18 - 23
Couteaux de fragmenteuse	46	H	8	Assiette	18 - 23
Lames de raboteuse (acier rapide)	60	J	8	Assiette	20 - 23

Meules à segments. Lorsqu'on peut utiliser une meule à segments au lieu d'une meule pleine (en particulier dans les grandes dimensions), il faut le faire parce que l'air qui circule autour des segments pendant que la meule tourne contribue à accélérer le refroidissement et l'affûtage. En outre, la poussière de métal s'évacue mieux et la capacité de travail est plus grande qu'avec une meule pleine.

Rectification et riblage de la meule. Si la meule a tendance à brûler l'outil, il faut la ribler immédiatement. Il faut toujours rectifier une meule neuve pour que la rotation de la surface abrasive se fasse dans des conditions parfaites. Il faut également ribler (décaper) la meule de temps en temps pour que la surface abrasive reste propre et mordante, ce qui réduit le risque de brûler l'arête de l'outil à affûter.

Il est recommandé d'employer pour le dressage et le riblage manuels de la meule un dégrasse-meules spécial qui s'appuie contre la table et qui est maintenu par la plaque de blocage. On peut aussi employer un outil diamanté, mais non une pierre abrasive (comme un morceau de meule) parce qu'il est difficile de la maintenir avec suffisamment de fermeté. Une pierre abrasive a en outre l'inconvénient de lustrer la surface au lieu de la nettoyer et de lui rendre son mordant.

LA METHODE D'AFFUTAGE

Outils partiellement trempés. L'affûtage des outils de machine partiellement trempés (par exemple les outils trempés par traitement à haute fréquence ou les outils à mise rapportée) doit être considéré comme un travail très délicat, car la meule travaille à la fois sur un matériau tendre et un matériau dur. Le métal tendre a tendance à coller facilement à la meule, qui risque de se lustrer et de brûler la pièce à affûter.

Assujettissement de l'outil à affûter. L'outil doit être fermement assujéti au moyen d'un mandrin magnétique ou fixé mécaniquement à la table. Il ne faut jamais le tenir à la main. Il est très important que les surfaces en contact soient à l'abri des projections de limaille, de poussière, etc. Le mandrin doit être orientable de manière que l'on puisse procéder à l'affûtage selon des angles différents, déterminés par le type d'outil. Lorsqu'il n'y a pas de dispositif approprié d'assujettissement, il faut placer l'outil sur une table réglable avec une butée contre le bord arrière de l'outil.

Sens de rotation de la meule. Les meules doivent toujours tourner en direction du tranchant à affûter. La meule conserve ainsi son mordant et le tranchant risque moins d'être surchauffé. Si la meule tourne dans l'autre sens, elle entraîne le matériau tendre du biseau vers le tranchant, ce qui contribue à lustrer la meule et à lui faire perdre son mordant.

Il arrive cependant que l'on affûte un outil contre la tranche d'une meule cylindrique. On obtient alors un biseau en creux, ce qui peut être un avantage dans certains cas. Il est conseillé d'utiliser dans ce cas une meule dont le diamètre ne soit pas trop petit, car le creux obtenu serait trop prononcé et le tranchant affaibli. Avant de commencer l'affûtage, il faut faire couler le liquide d'arrosage, après quoi on met la meule en mouvement en laissant couler le liquide lentement.

Finition de l'affûtage. L'affûtage se termine par une dernière passe au cours de laquelle on laisse la meule faire son travail, sans avancement de l'outil à affûter, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus aucune étincelle. On obtient ainsi un biseau plus lisse, et la finition à la pierre à huile s'en trouve simplifiée.

Vitesse d'affûtage. La vitesse prescrite pour chaque meule doit être scrupuleusement observée, car c'est celle qui donne le meilleur résultat. Si la meule tourne trop lentement, elle s'use de manière excessive, tandis que si elle tourne trop vite on risque de brûler et donc d'endommager l'outil à affûter. Ainsi qu'il a été mentionné plus haut, on peut remédier à une vitesse périphérique incorrecte en choisissant une meule d'une dureté appropriée.

Vitesse maximale. Pour des raisons de sécurité, on ne doit pas dépasser la vitesse maximale indiquée pour chaque meule. En général, la vitesse de la table d'avance doit être de 18 à 24 m/min.

Avance. L'avance doit être faible et ne doit pas dépasser 0,05 mm par passe; cela vaut également pour le dégrossissage. Si l'avance et la vitesse de la table sont trop élevées, les pièces à affûter risquent d'être endommagées. On obtient les meilleurs résultats avec une passe légère et une vitesse modérée de la table.

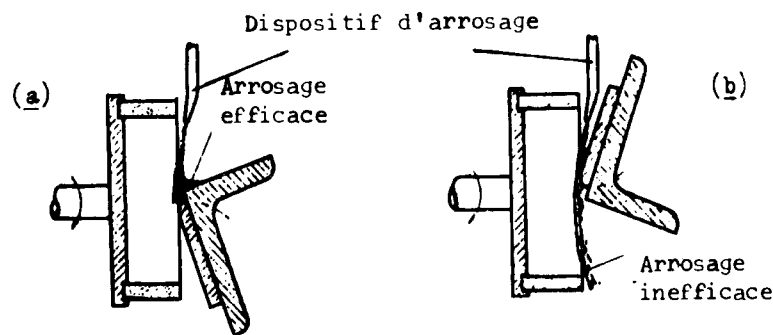
Echauffement préjudiciable à l'outil que l'on affûte. L'échauffement au point de contact de la meule et de l'outil que l'on affûte peut avoir des effets nuisibles sur les propriétés de l'acier. Si la température de trempe est dépassée, l'acier se recuit et perd sa dureté. A partir d'une certaine température, le tranchant devient cassant et inutilisable.

Le signe indubitable d'un échauffement préjudiciable à l'outil que l'on affûte est l'apparition des couleurs de trempe. Aussi longtemps que ces couleurs ne sont pas visibles, l'acier n'a subi aucune transformation. Les couleurs commencent par le jaune paille à 250-300°C, qui passe au bleu à 300-350°C, puis au gris-bleu et au gris à 350-400°C. A la dernière de ces températures, le tranchant ne vaut plus rien, de sorte que la partie endommagée doit être entièrement enlevée à la meule.

Affûtage sous arrosage. Les outils de tous types doivent de préférence être affûtés sous arrosage. Le liquide doit être dirigé vers le point de contact de la meule et du couteau à affûter, ou un peu au-dessus de ce point, si l'on veut éviter de brûler l'outil. Cela contribue en même temps à nettoyer la meule dans une certaine mesure (figure XII). Le réservoir du dispositif d'arrosage doit être assez grand pour assurer une circulation d'eau pendant 10 minutes au minimum, ce qui nécessite une capacité de 200 litres. Il est bon que le système d'arrosage soit muni d'un filtre qui empêche la limaille et les particules se détachant de la meule de venir se loger au point d'affûtage, où des impuretés de ce genre peuvent causer des bavures sur le biseau ou le tranchant de l'outil.

Un arrosage insuffisant ou intermittent est pire que l'absence d'arrosage. Diriger le jet de liquide contre l'outil à affûter au moment où il devient très chaud est le plus sûr moyen de l'endommager ou même de le rendre inutilisable.

FIGURE XII. MONTAGE ET ARROSAGE CORRECTS (a) ET INCORRECTS (b)
POUR L'AFFUTAGE DES OUTILS DE MACHINES



Liquide d'arrosage. On peut employer de l'eau claire comme liquide d'arrosage, à condition d'en faire couler au moins 20 litres par minute.

Arrosage par liquide antirouille. Le liquide d'arrosage ne doit faire rouiller ni l'outil que l'on affûte ni la machine. Si l'on utilise de l'eau, il convient d'y ajouter un agent antirouille. Ce peut être du carbonate de sodium, dans la proportion de 4 kg pour 100 litres; il existe également sur le marché un grand nombre d'émulsions à base d'huile qui conviennent parfaitement comme liquides d'arrosage car elles possèdent en général l'excellente propriété de faciliter l'obtention d'une surface parfaite.

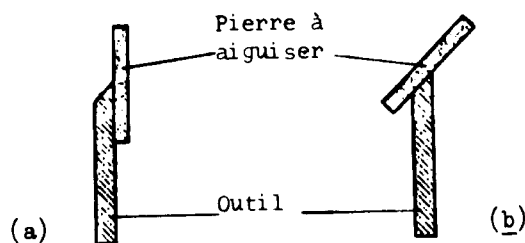
Affilage. L'affûtage terminé, le tranchant doit être passé à la pierre pour que le couteau soit prêt à l'emploi. Même les meilleures meules ne peuvent donner une surface assez lisse pour que le tranchant donne entière satisfaction. Il se forme toujours de légères bavures donnant un tranchant dentelé et inégal qui s'émoussera vite parce que les dentelures s'useront rapidement.

Pour que le tranchant reste longtemps bien affilé et que le couteau remplisse convenablement son rôle, il faut enlever à la pierre tout le morfil que la meule laisse invariablement sur l'acier. L'affilage à la pierre influe directement sur la longévité de l'outil, sur la qualité de sa coupe et sur son coût d'utilisation.

Il convient de suivre les recommandations suivantes pour affiler le tranchant des couteaux de machine :

- a) Assujettir l'outil dans un étau ou sur un établi à hauteur convenable de telle manière que le tranchant soit bien éclairé;
- b) La pierre à aiguiser doit être parfaitement plane et appliquée avec une légère pression sur l'ensemble du biseau et sur le dos de l'outil de manière à empêcher la formation d'un tranchant arrondi (voir figure XIII);
- c) Cesser de passer la pierre sur le los de l'outil dès que le morfil a disparu ou a été redressé;
- d) Ne pas forcer et passer la pierre le long du biseau selon un mouvement quasi rotatif. La méthode la plus rapide et la meilleure consiste à affiler d'abord le biseau avec une pierre à gros grain. Mettre un peu d'huile de machine fine sur la pierre et réduire la pression progressivement;
- e) Poursuivre l'affilage de la même manière avec une pierre plus fine;
- f) Finir avec une pierre dure et très fine des deux côtés du tranchant, en relevant légèrement la pierre (environ 2 mm) au-dessus du talon du biseau;
- g) Examiner le tranchant à la loupe (grossissement 10 par exemple) pour s'assurer qu'il n'y a plus ni bavures ni dentelures.

FIGURE XIII. APPLICATION CORRECTE DE LA PIERRE A AIGUISER SUR LE COTE CEMENTE (a) ET SUR LE BISEAU (b) D'UN OUTIL DE MACHINE



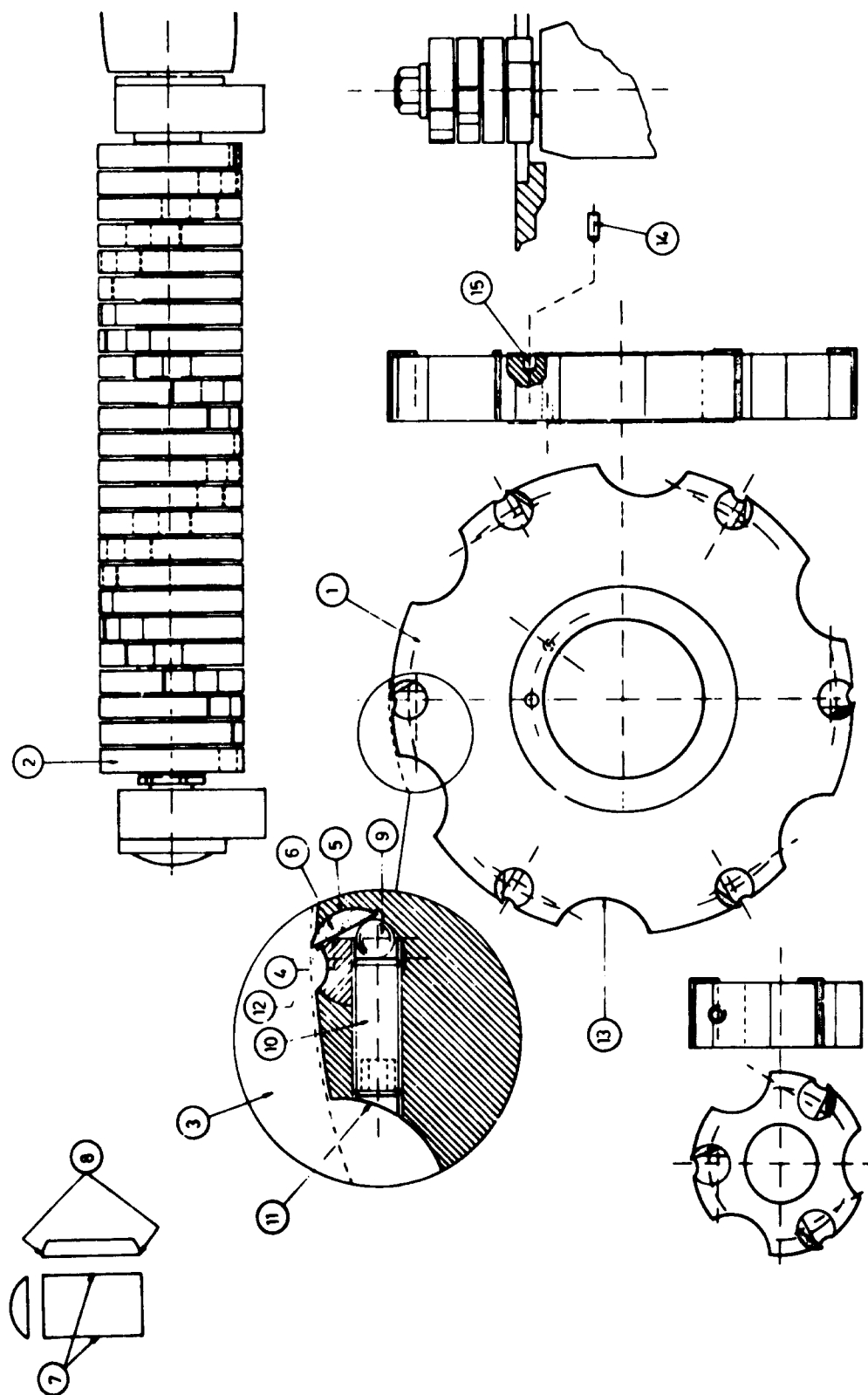
Une façon de voir si le couteau a été convenablement affilé est de passer un morceau de papier sur le tranchant. Le tranchant doit couper facilement le papier, et la moindre inégalité causera inévitablement des vibrations légères mais nettement perceptibles du papier. Il faut repérer ces légères dentelures pour parfaire l'affilage, après quoi l'outil doit être soigneusement essuyé et séché.

FRAISE A PLAQUETTES PERDUES

La fraise à plaquettes perdues est un nouvel outil conçu pour le rabotage et le fraisage. Elle est dérivée d'anciens modèles utilisés dans l'industrie du bois, mais on a tiré parti pour la mettre au point de la technique moderne appliquée dans l'industrie des métaux pour le blocage mécanique des plaquettes.

Ce nouvel outil est fondé sur le principe de l'interchangeabilité des plaquettes, l'objectif étant de remplacer les plaquettes quand elles sont usées, au lieu de les réaffûter (voir figure XIV). La fraise (porte-outils) a une épaisseur de 25 mm (1) et à l'heure actuelle on la trouve dans les cinq séries de dimensions normalisées suivantes :

FIGURE XIV. FRAISE A PLAQUETTES PERDUES



<u>Diamètre extérieur (en mm)</u>	<u>Alésage (en mm)</u>	<u>Nombre de plaquettes</u>
100	48	3
120	60	4
140	60	4
160	60	4
180	60	6

Cette fraise peut être employée sur tous les types de machines à coupes multiples, de toupies et de tenonneuses. Dans le premier cas, on peut assembler plusieurs fraises pour obtenir un porte-outils de grande largeur (2), tandis que dans les deux autres cas on peut se servir d'une seule fraise ou de plusieurs (1 et 2).

Le système de blocage (3) permet de mettre les plaquettes à leur place et de les y maintenir fermement. Il se compose d'une surface portante plane (4) et d'un siège cylindrique (5). La plaquette est en forme de croissant (6) avec des tranchants de 26 mm de long (7). Chacune a donc deux tranchants. On peut également se servir des extrémités des plaquettes (8) pour la confection de rainures et languettes.

Les plaquettes sont bloquées à leur place par une bille en acier (9) et une vis (10), perpendiculairement à leur plan. La bille appuie la plaquette contre son siège et l'y maintient fermement en place. Le brise-copeaux (12), est ménagé à l'avant de la plaquette, brise les copeaux et les écarte de la zone de coupe.

Les évidements (13) pratiqués sur le pourtour de la fraise facilitent le réglage et le changement des plaquettes quand on emploie un assemblage de plusieurs fraises (2). Pour changer les plaquettes de l'assemblage, les évidements de chaque fraise sont placés en face des plaquettes de la fraise voisine afin d'accéder au dispositif de blocage. La précision de la mise en place est assurée pour chaque fraise par un trou et une goupille. Un des avantages de ce système de montage est que les plaquettes sont disposées en spirale, ce qui peut être très utile à de nombreux points de vue. Pour éviter que l'assemblage de plusieurs fraises (2) ne forme des stries sur la pièce à travailler, les plaquettes ont un millimètre de plus, en longueur, que la largeur de la fraise. Cela crée le chevauchement nécessaire pour éviter cet inconvénient.

L'acier employé pour le corps de la fraise est de l'acier SIS 1672, sauf pour le brise-copeaux, qui est en acier SIS 2140 afin de réduire l'usure qu'entraîne l'évacuation des copeaux. On peut ainsi obtenir des fraises complètes sans recourir à des procédés spéciaux de trempe.

XXVII. LES OUTILS DES MACHINES A BOIS ET LEUR ENTRETIEN*

IMPORTANCE DE L'ENTRETIEN DES OUTILS

L'entretien des outils est important pour beaucoup de raisons. Toute surface usinée a un aspect brut quand elle a été travaillée avec une lame ou un couteau émoussé. Les outils émoussés font aussi vibrer dangereusement l'arbre et le porte-outils. En outre, l'outil émoussé ne coupe nettement que la partie tendre du bois; c'est en particulier le cas avec les résineux (et notamment avec le pin, dont la dureté diffère beaucoup entre le bois ancien et le bois de formation plus récente). Quand il travaille à contre-fil, l'outil émoussé a tendance à arracher les fibres du bois en produisant une surface de mauvaise qualité.

La précision de l'usinage est capitale pour les éléments des meubles, particulièrement pour les assemblages. Quand les pièces à assembler s'emboîtent parfaitement, le collage donne de meilleurs résultats. La régularité et la rigueur de l'usinage des lignes droites ou courbes font gagner beaucoup de temps au ponçage, car il suffit d'un ponçage léger; mais cette qualité de l'usinage procure surtout l'avantage de conserver exactement les cotes et les formes prévues à la conception du meuble. Cela n'est possible que si on se sert d'outils bien entretenus et bien affûtés.

Les risques d'accidents sont diminués par l'emploi d'outils bien entretenus. Par exemple, une dégauchisseuse dont les lames sont émoussées fait vibrer la pièce au point qu'elle s'échappe ou que la main risque de glisser sur l'arbre en pleine rotation. Avec une scie à ruban, une lame émoussée peut se coincer dans la pièce et se briser, ce qui est évidemment dangereux pour l'ouvrier.

Plus les outils sont émoussés, plus les machines consomment d'énergie; l'ouvrier doit pousser plus vigoureusement la pièce contre le porte-outils, qui se met à vibrer, et il se fatigue (voir figure I). Pour le délignage à la scie circulaire, par exemple, une lame émoussée risque de se coincer dans le trait de scie, ce qui augmente la consommation au point de faire sauter les fusibles ou de déclencher les relais de sécurité.

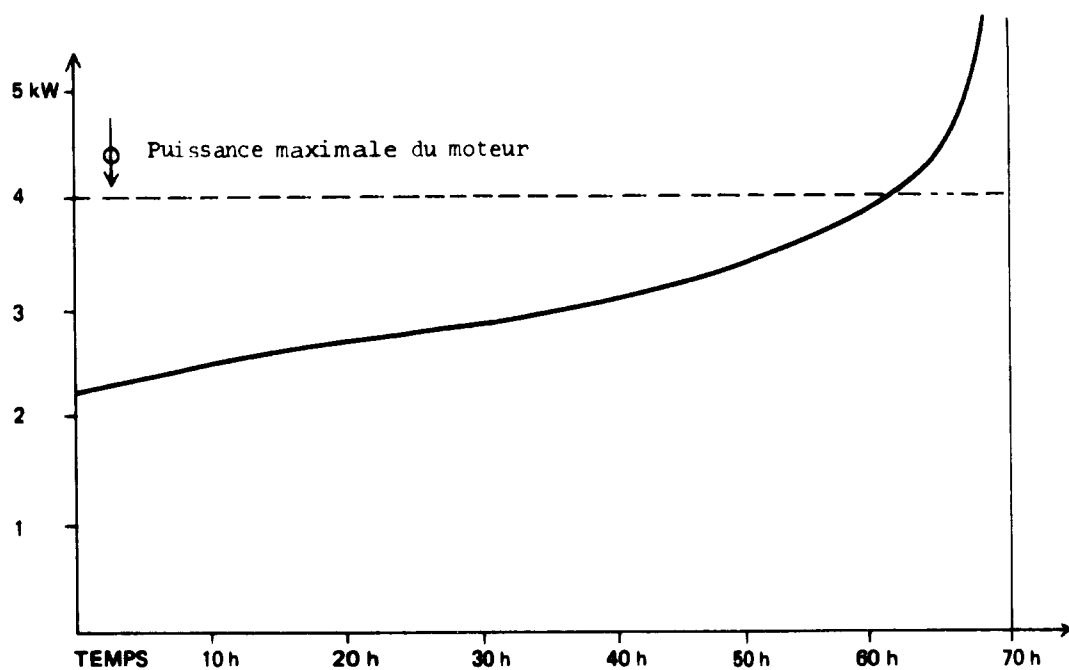
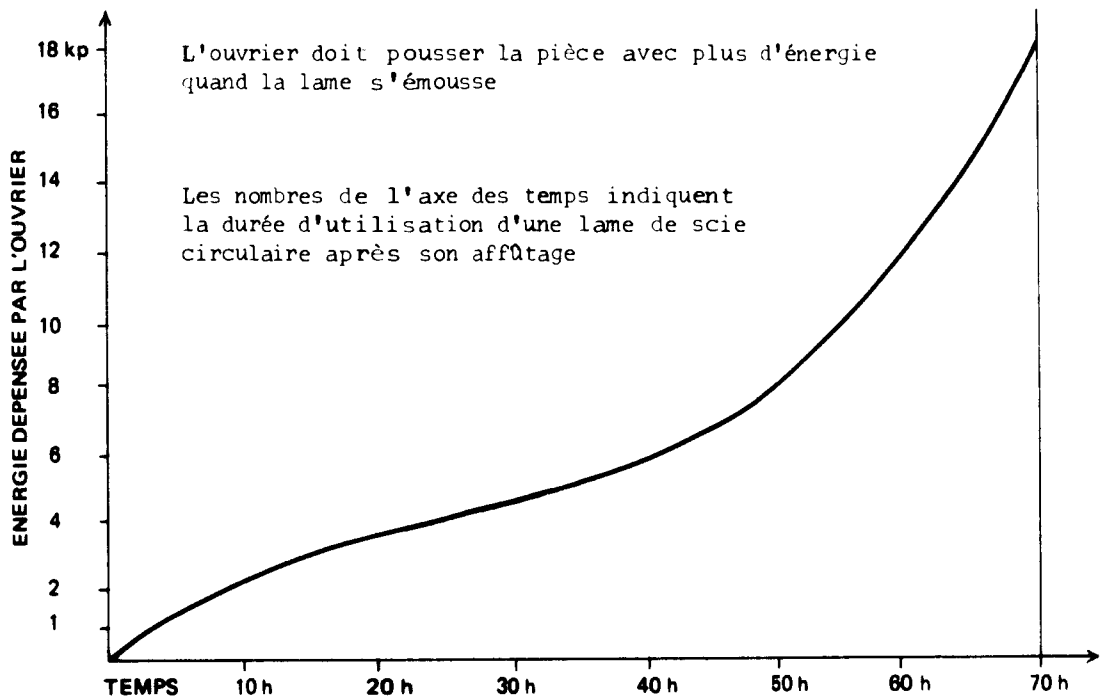
La durée d'un outil dépend de la dureté des matières à travailler et de celle de l'outil. Les outils doivent être réaffûtés avant qu'ils s'émoussent et arrachent des éclats à la pièce à usiner. L'affûtage d'une lame de scie très émoussée exige l'enlèvement de beaucoup de matière. En particulier, les coûteux outils à plaquettes en carbure de tungstène doivent être affûtés alors qu'ils travaillent encore correctement. Les outils émoussés durent moins longtemps et usent davantage les meules (voir figure II).

* Par Eino Marttinen, Institut technique de Lahti, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.163/26).

Pour toutes ces raisons, il faut respecter un intervalle convenable entre affûtages. Des affûtages réguliers et fréquents économisent les outils et réduisent le temps d'emploi d'une affûteuse spéciale. En règle générale, il vaut mieux affûter trop souvent que pas assez.

Les outils prêts à l'emploi doivent être rangés convenablement, chaque type dans sa boîte ou à son râtelier. Les outils spéciaux, fraises et autres outils à plaquettes en carbure notamment, doivent être rangés dans des boîtes séparées. On se servira de boîtes appropriées pour transporter les outils d'un endroit à l'autre.

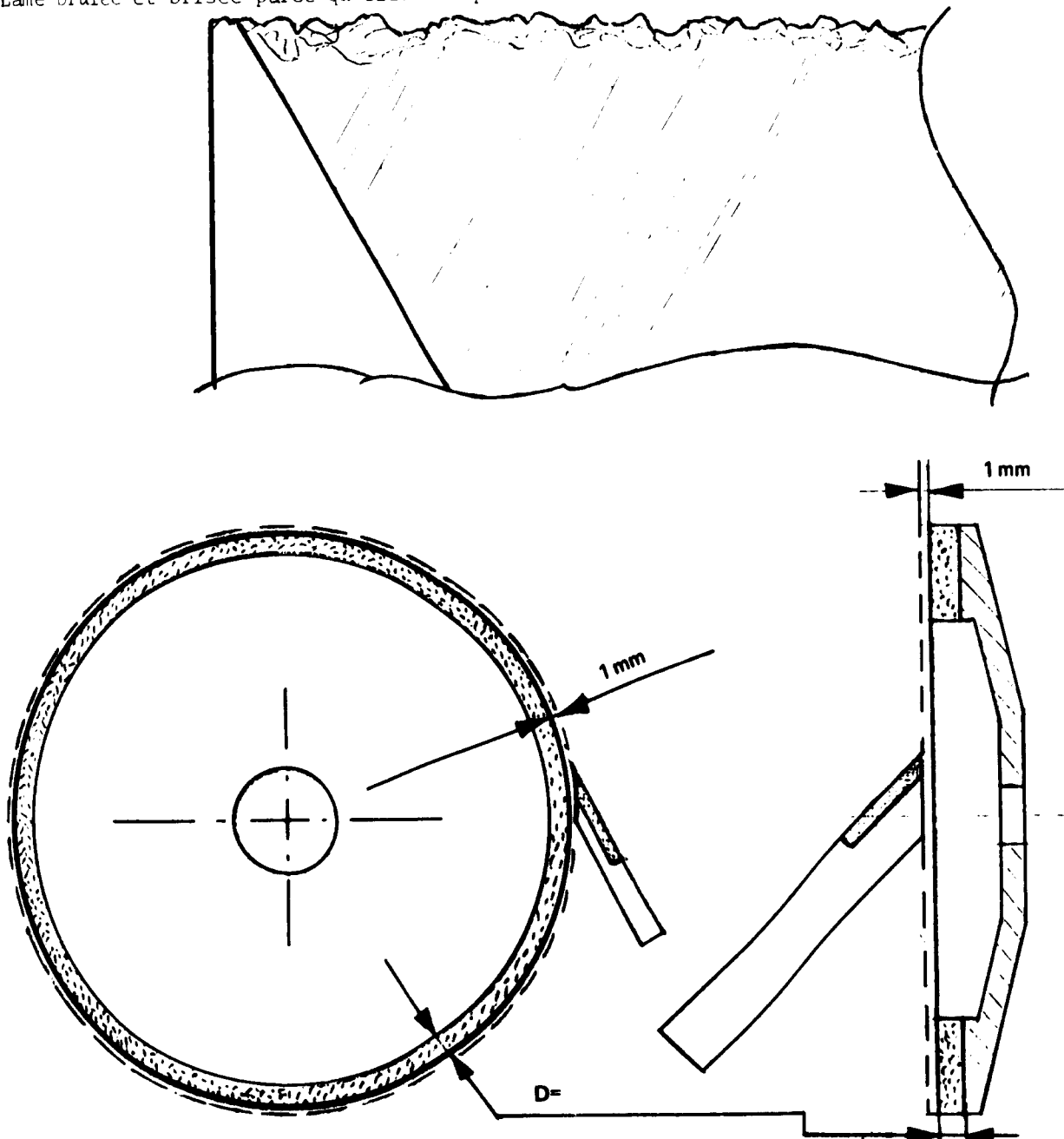
FIGURE I. LES OUTILS EMOUSSES EXIGENT PLUS D'ENERGIE



La puissance du moteur doit être augmentée quand la lame de la scie circulaire s'émousse. Quand la lame s'échauffe, elle se bloque dans la pièce et fait sauter les fusibles.

FIGURE II. LES AFFUTAGES FREQUENTS ET REGULIERS PRESERVENT LES OUTILS
ET REDUISENT L'USURE DES MEULES

Lame brûlée et brisée parce qu'elle n'a pas été affûtée à temps



Le bandeau diamanté de la meule coûte de 70 à 100 dollars par mm. L'épaisseur du bandeau diamanté détermine le prix de la meule. D = épaisseur du bandeau diamanté.

LES OUTILS LES PLUS COURANTS DANS L'INDUSTRIE DU MEUBLE

Comme aucune matière ne répond à toutes les exigences d'un bon outil, il faut souvent choisir les outils en fonction de la pièce à usiner (essence de bois massif, contre-plaqué, panneau de particules ou panneau de bois stratifié). Pour le travail en série, on se sert souvent d'outils en acier rapide. Pour l'usinage de bois d'essences si dures qu'elles usent

les outils, le teck par exemple, et l'usinage d'assemblages comportant des joints de colle, il faut recourir aux outils à plaquettes en carbure. Les outils en acier au carbone, peu coûteux, ne peuvent servir qu'à l'usinage des résineux.

Le choix des lames de scies circulaires doit se faire en fonction des matériaux à couper et du travail à faire, c'est-à-dire selon qu'il s'agit d'une coupe longitudinale ou transversale. Les résineux se coupent mieux avec une lame à pas allongé (voir figure III). Les matériaux minces se coupent avec une scie à pas rapproché (voir figure IV).

Pour l'usinage avec aménage à la main (toupillage ou mise à dimensions à la scie circulaire, etc.), on aura intérêt à se servir d'un fer ou d'une lame amortisseur de chocs incorporé et aux formes conçues pour réduire l'épaisseur des copeaux (voir figure V).

Pour couper longitudinalement des bois très coûteux à la scie circulaire, il faut se servir d'une lame conique. Cette lame exige l'aménage mécanique et l'emploi simultané d'un couteau diviseur.

FIGURE III. LAME DE SCIE CIRCULAIRE A PAS ALLONGE

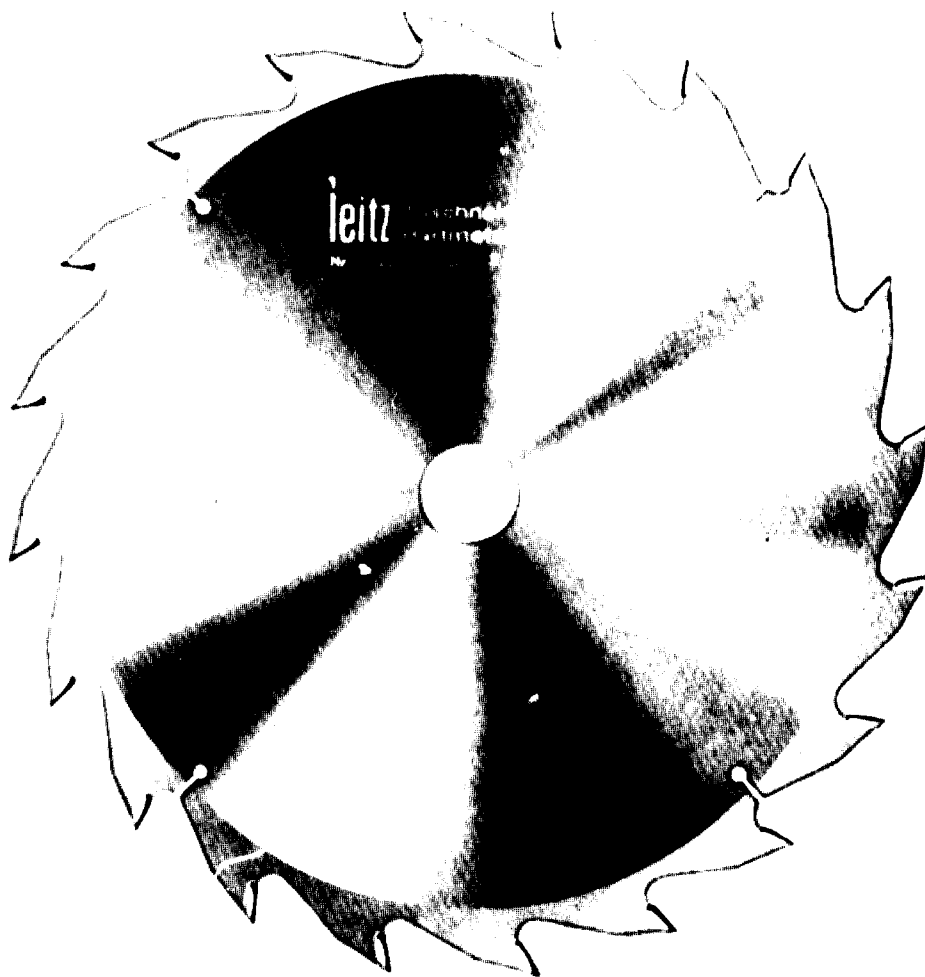


FIGURE IV. SCIE CIRCULAIRE A PAS RAPPROCHE POUR LA COUPE
DES MATERIAUX MINCES

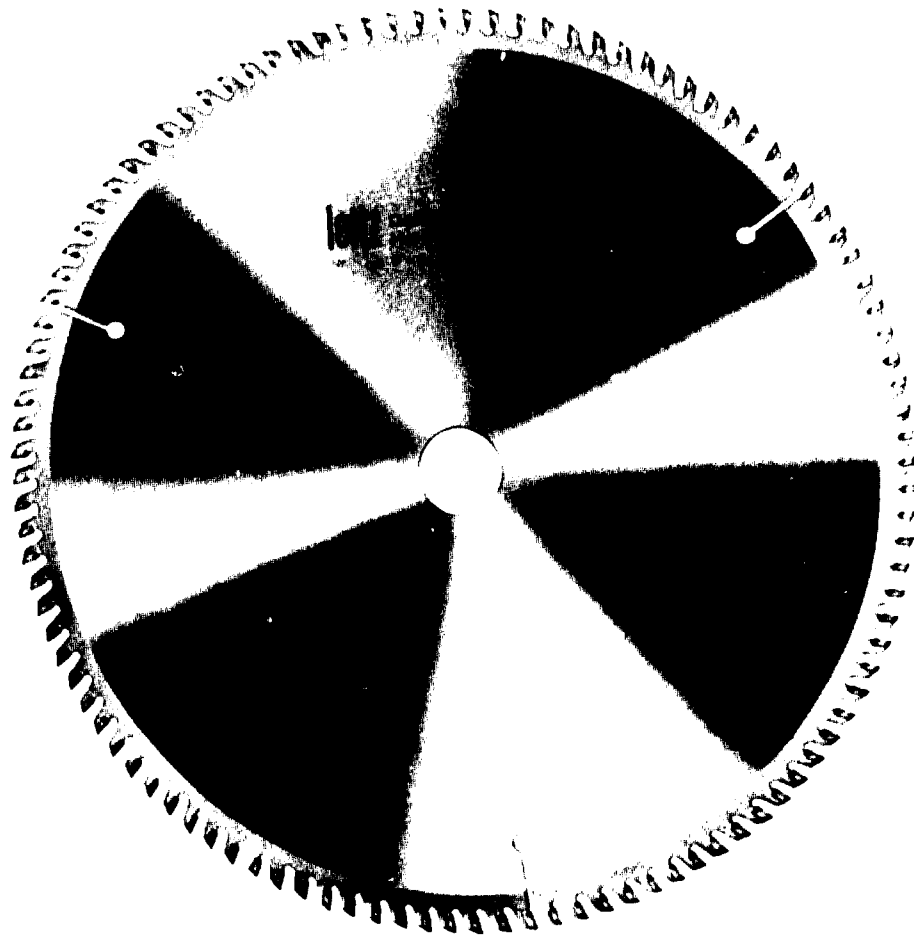
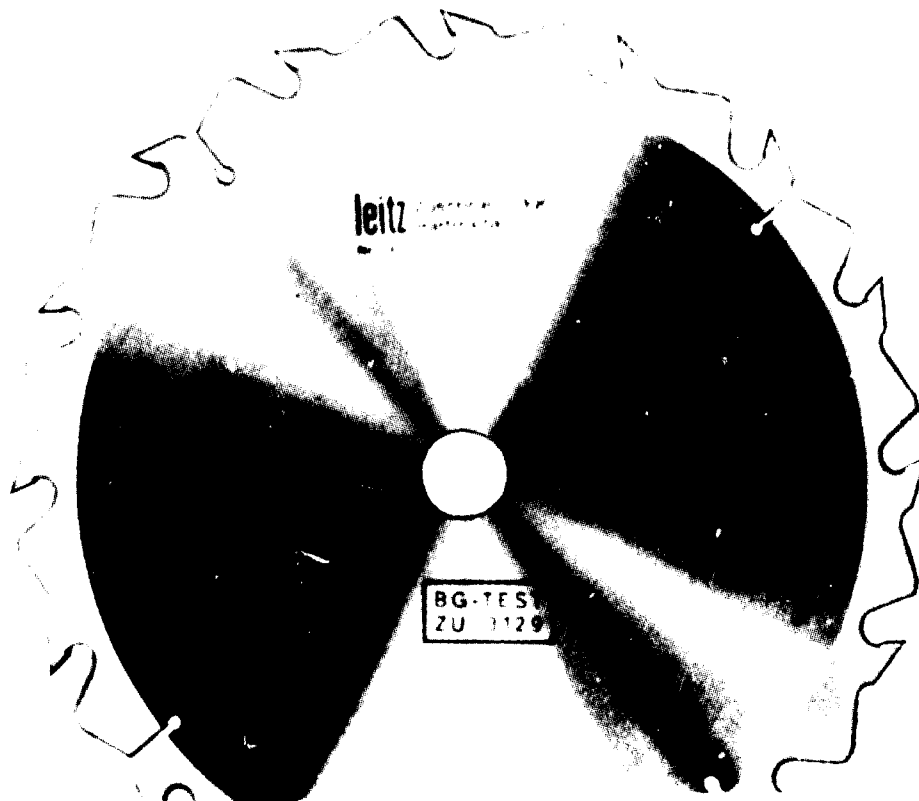


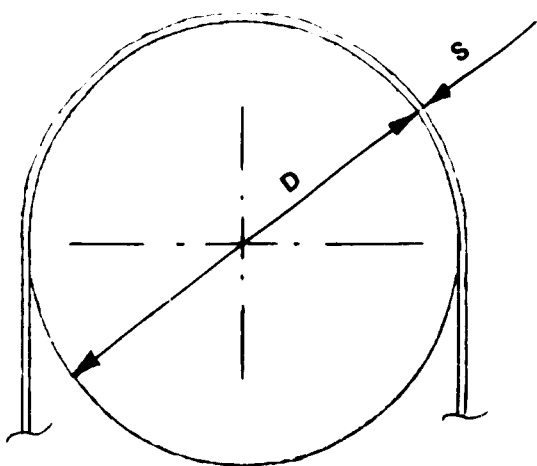
FIGURE V. LAME DE SCIE CIRCULAIRE A DENTURE CONÇUE POUR REDUIRE
L'ÉPAISSEUR DES COPEAUX



Les lames de scies à ruban sont choisies en fonction du diamètre des volants de la scie, l'épaisseur de la lame étant égale à un millième, ou moins, du diamètre de ces volants (voir figure VI).

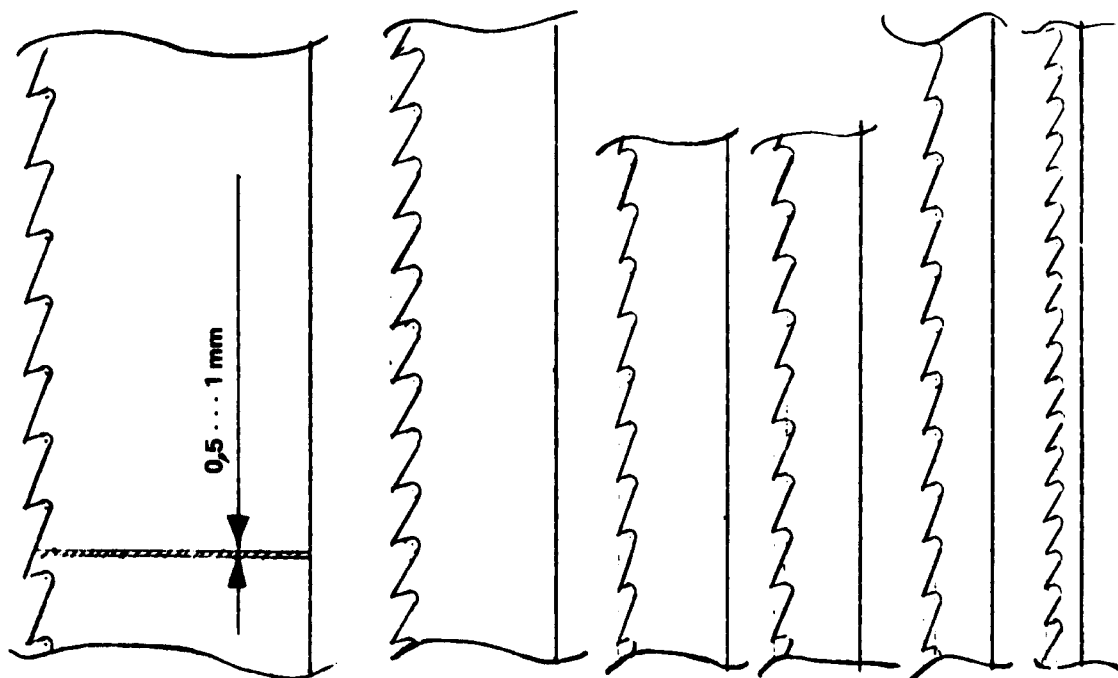
Dans l'industrie du meuble, la largeur de lames dépend du travail à faire. Pour les coupes droites, la lame peut être aussi large que le permet la construction de la scie à ruban. Le chantournage exige des lames plus étroites : 15, 12, 8 ou 6 mm. Avec des lames à voie large, on peut couper des courbes de moindre rayon que ne le permettrait autrement leur largeur, mais la coupe est plus lente.

FIGURE VI. LAMES DE SCIES A RUBAN



Les lames minces sont recommandées à cause de la courbure de la lame. Epaisseur des lames de scies à ruban : 0,5 - 1 mm

$$S \approx \frac{D}{1000}$$



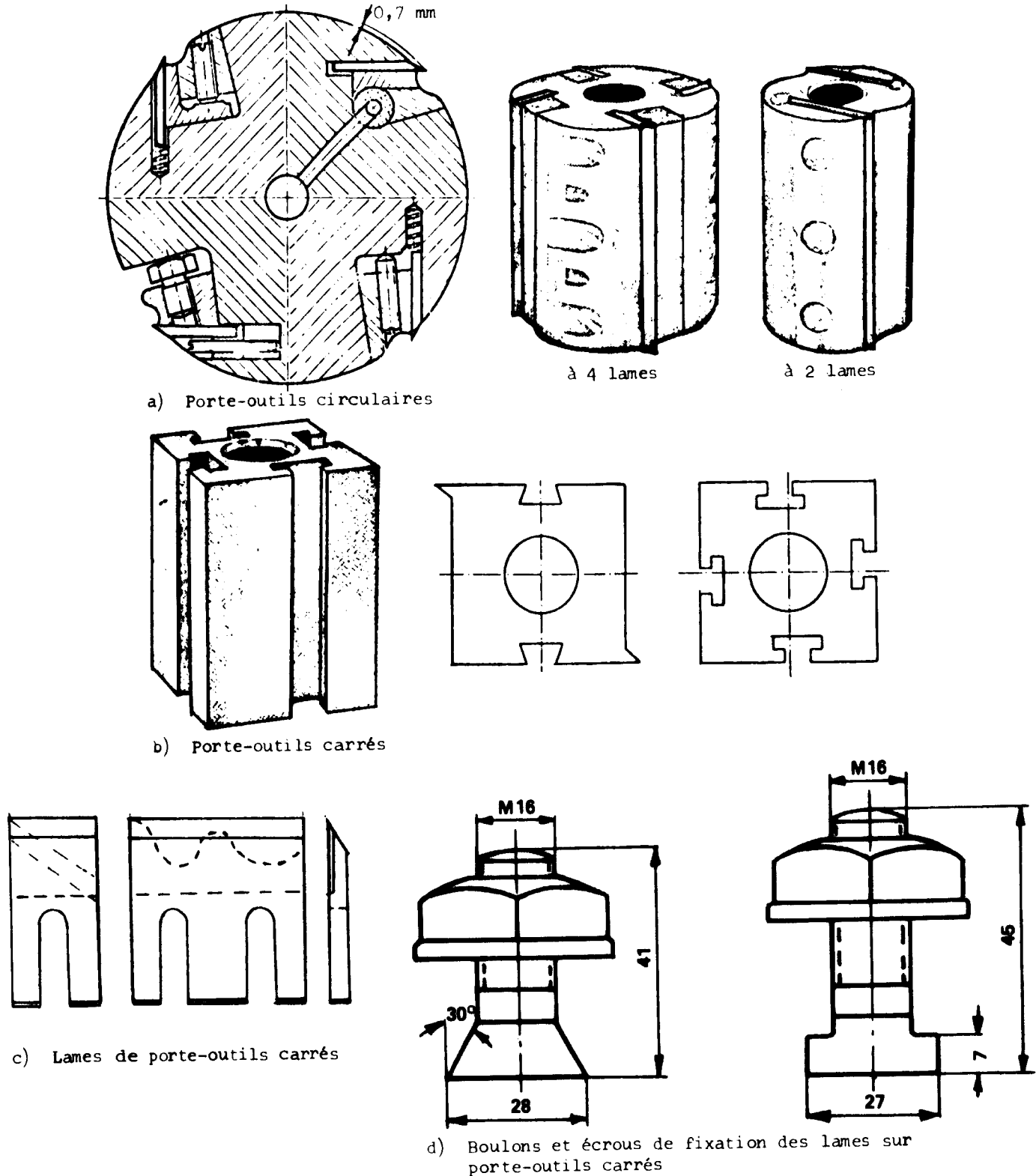
Echelle 1:1

Lames de scies à ruban employées pour la fabrication des meubles

Pour scier des bois feuillus, la lame doit être en acier allié, dur et tenace, ce qui revient à dire qu'elle coûte cher.

Les lames des dégauchisseuses et des raboteuses doivent être en acier rapide de très bonne qualité. Elles résistent bien à l'usure, même pour le travail de bois très durs. Selon le type de l'arbre, les lames ont 3 ou 4 mm d'épaisseur (voir figure VII). Les largeurs sont normalisées à 35 et 40 mm. Les longueurs varient de 40 à 1 050 mm.

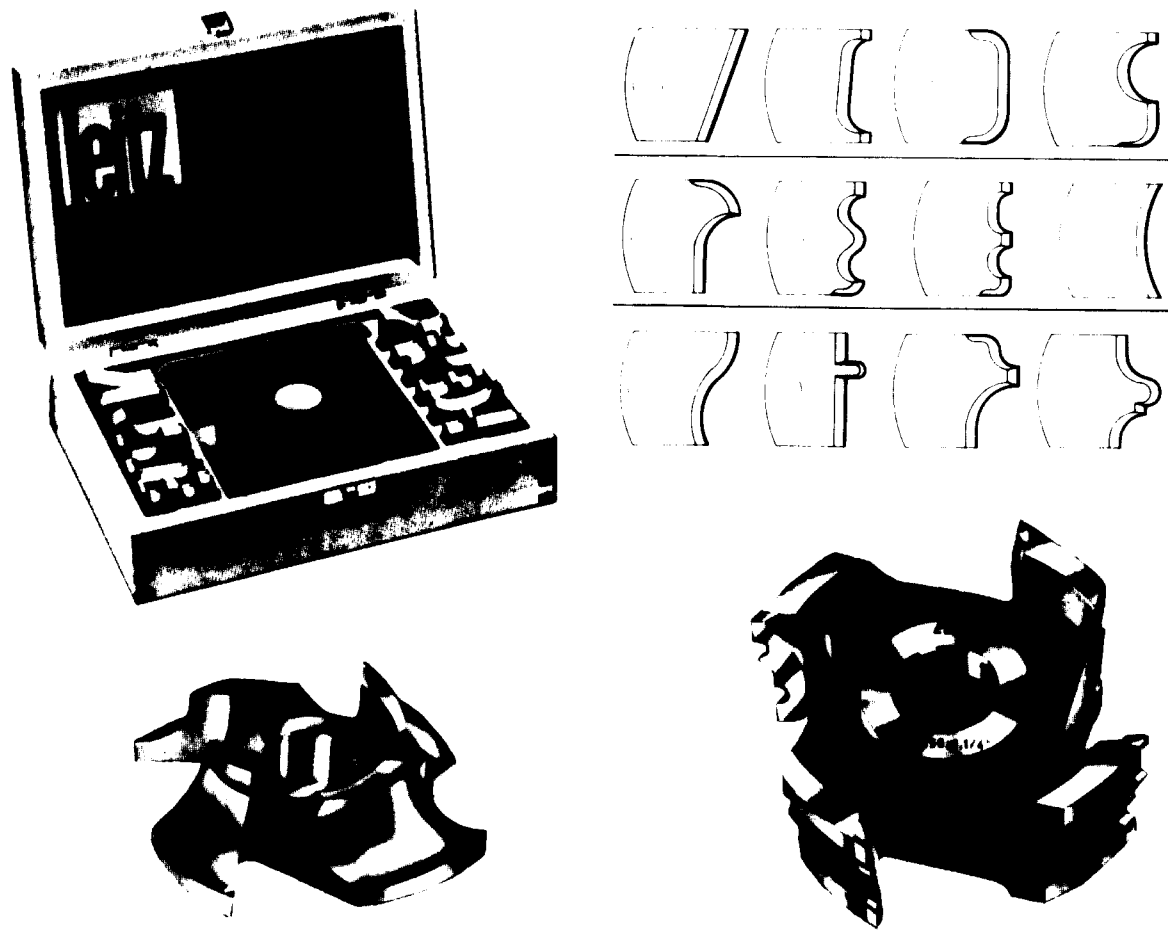
FIGURE VII. PORTE-OUTILS



Aujourd'hui, les lames à plaquettes en carbure pour dégauchisseuses et raboteuses coûtent encore très cher; leur affûtage et leur entretien sont longs et délicats. Leur fragilité a jusqu'à maintenant limité leur emploi.

Les outils montés sur les moulurières quatre faces sont choisis en fonction de leur emploi et de leur prix. Les outils employés pour des usinages de courte durée et des travaux de petite série sont toujours munis de couteaux amovibles en acier allié rapide (voir figure VIII).

FIGURE VIII. FRAISE AVEC SES COUTEAUX A MOULURER



Le prix d'achat des fraises monoblocs est élevé; on ne doit les acheter qu'après mûre réflexion et on doit veiller à leur entretien (voir figure IX). Il n'est pas nécessaire d'acheter une fraise particulière pour des moulures aux formes complexes car on peut faire ces travaux en employant une succession de plusieurs fraises différentes.

Les perceuses et les mortaiseuses sont indispensables à l'usinage des assemblages des meubles. Le très courant assemblage à tourillon se fait à la mèche torse (voir figure X). Une bonne mèche est en acier allié rapide et elle convient à l'usinage des bois feuillus et des résineux.

FIGURE IX. FRAISES A MOULURER MONOBLOCS

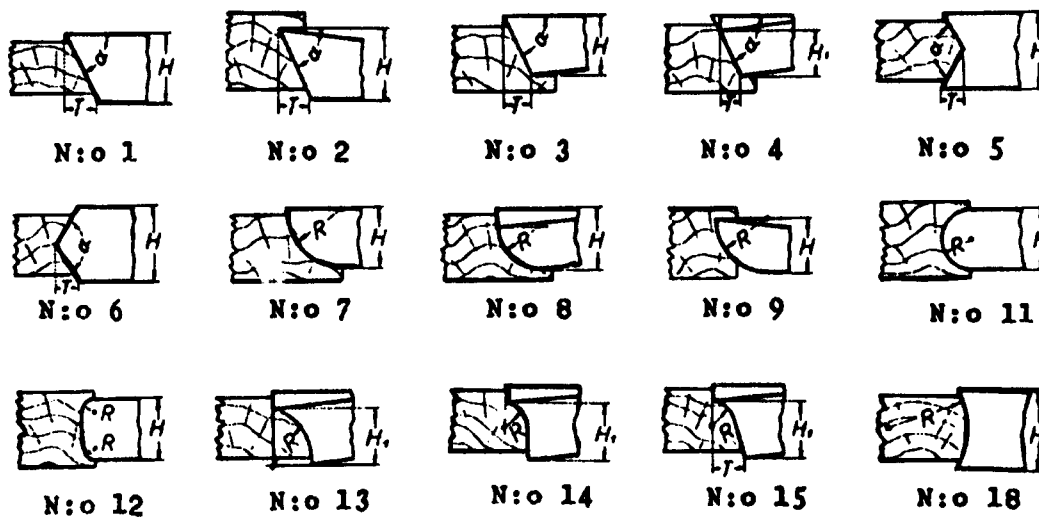
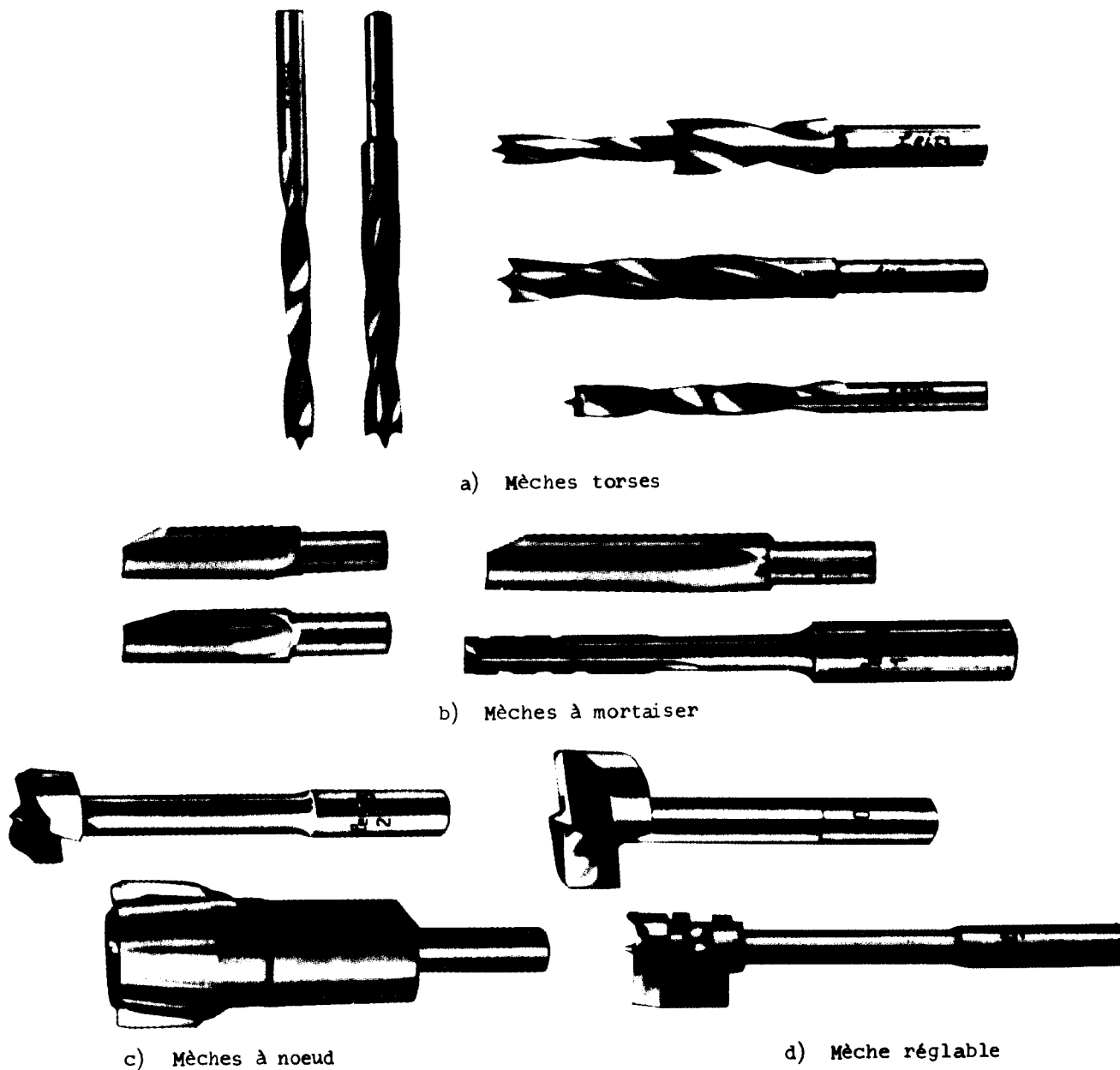


FIGURE X. MECHEs



La mèche à mortaiser est un véritable outil à défoncer car elle peut se déplacer aussi bien verticalement que radialement. La mèche à noeud permet de faire des trous à fond plat et à parois lisses. Cette mèche est également indispensable pour le bouchage des noeuds. Pour l'usinage des bois, on peut se servir de mèches oscillantes à mortaiser, qui donnent une finition régulière et lisse. Les bédanes creux ne peuvent servir qu'à l'usinage des bois résineux (voir figure XI).

Les mèches de défonceuses sont à petit diamètre. Le tranchant et la tige sont en acier allié rapide, mais certains de ces outils sont munis de plaquettes en carbure. Ces mèches peuvent être droites ou courbes et munies de 1, 2 ou 3 tranchants. Certaines mèches employées pour les queues d'aronde sont munies de couteaux réglables (voir figure XII).

D'autres types d'outils sont employés dans certains cas pour la construction des meubles. Les tourillons se font avec des machines spéciales, dont les diamètres de façonnage sont adaptés aux assemblages (voir figure XIII). Il faut encore mentionner les outils de tours à bois, qui sont employés dans l'industrie du meuble.

PRINCIPALES MACHINES A AFFUTER ET LEURS ACCESSOIRES

De toutes les machines courantes, les affûteuses universelles simples sont les mieux adaptées aux besoins des pays en développement. Mais ces machines sont peu puissantes et leur réglage prend du temps à cause de la simplicité de leur construction. Il faut faire très attention avant de passer d'un type d'outil à un autre; on risquerait autrement de faire des erreurs de meulage qui pourraient gravement endommager l'outil.

FIGURE XI. OUTILS A MORTAISER

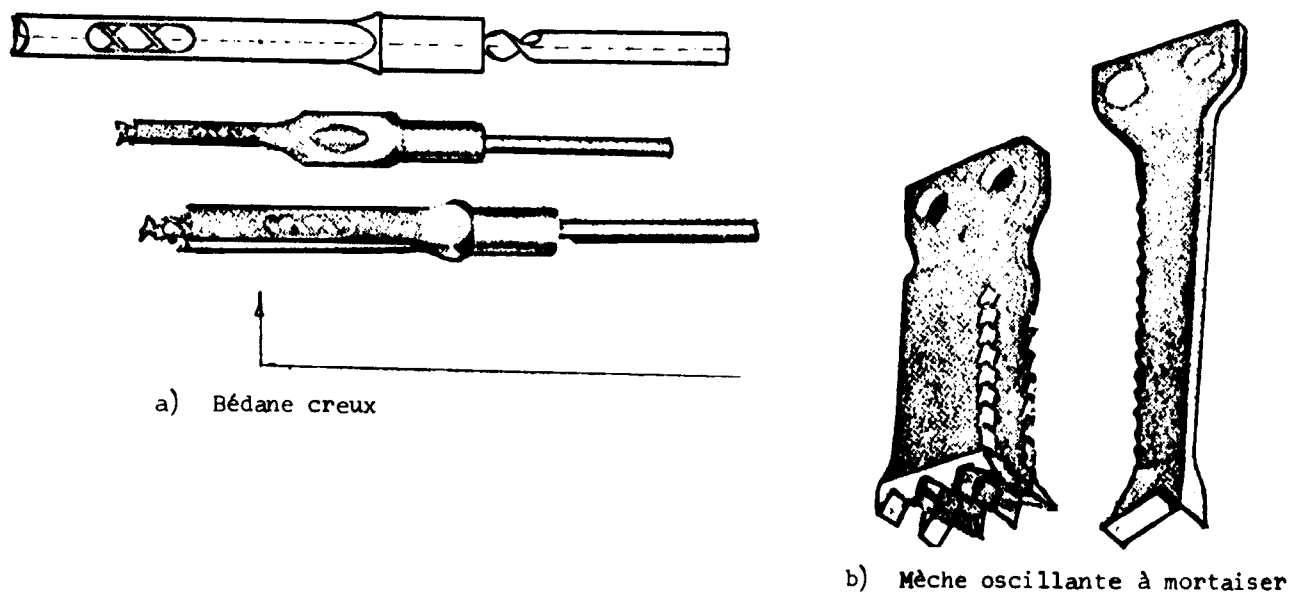


FIGURE XII. MECHE DE DEFONCEUSE

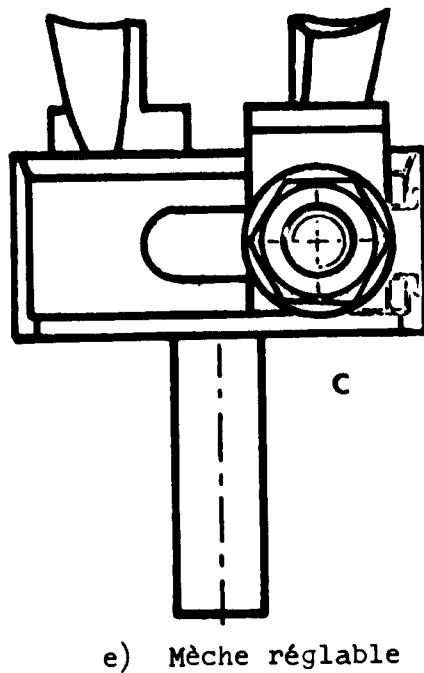
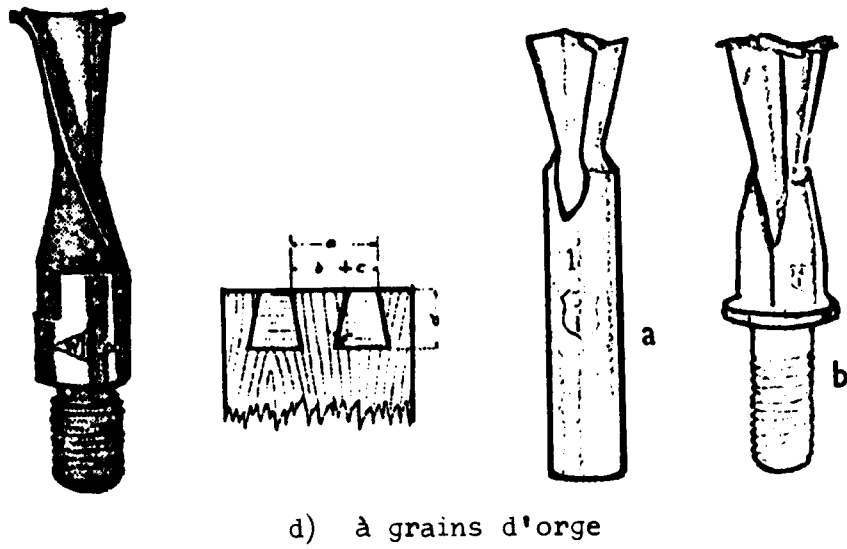
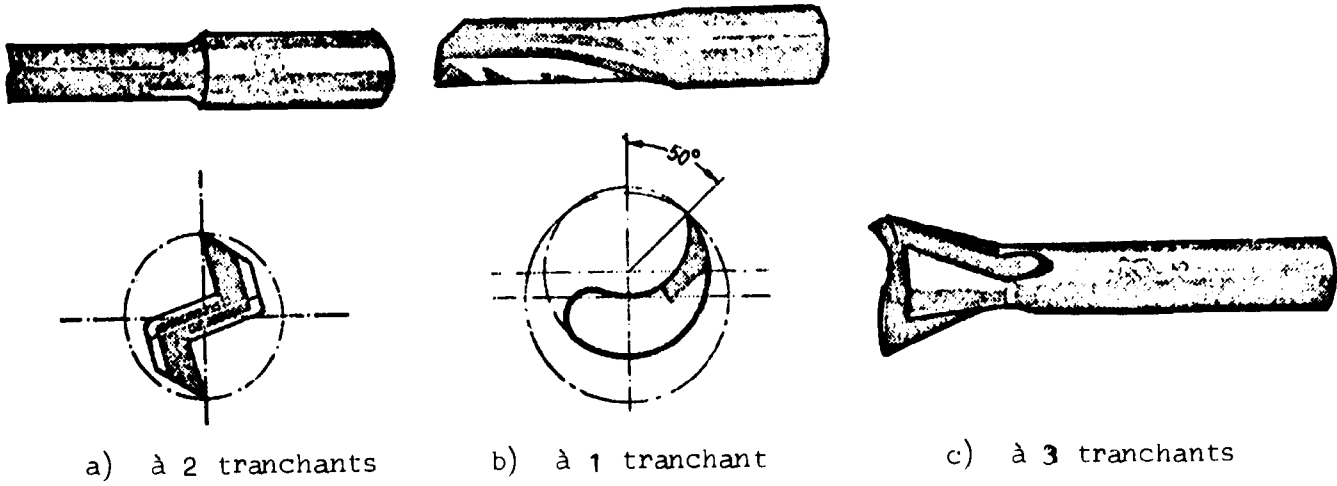
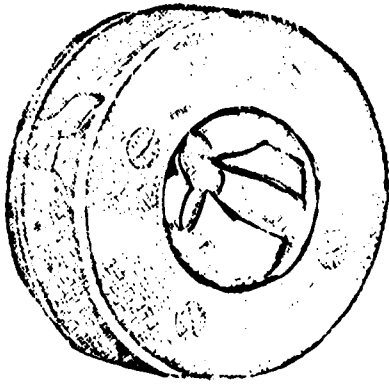
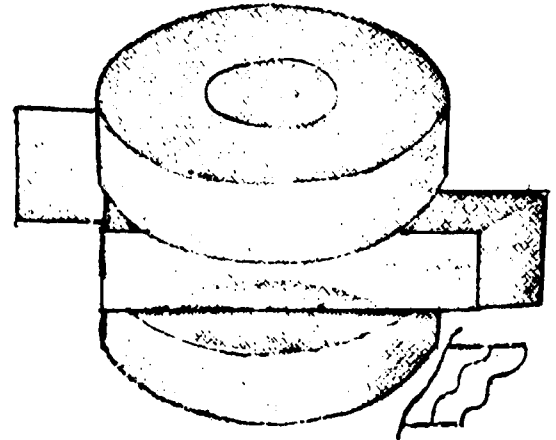
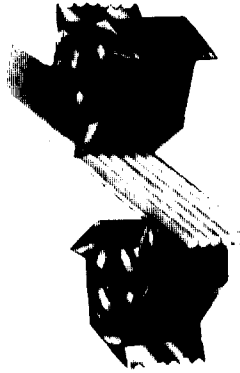


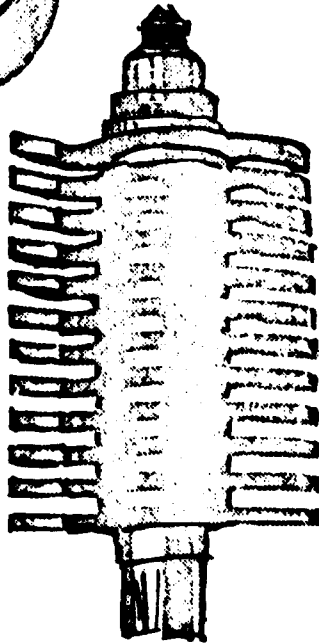
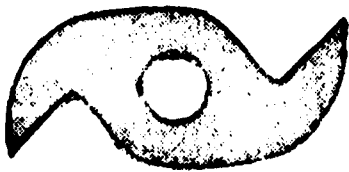
FIGURE XIII. OUTILS DIVERS



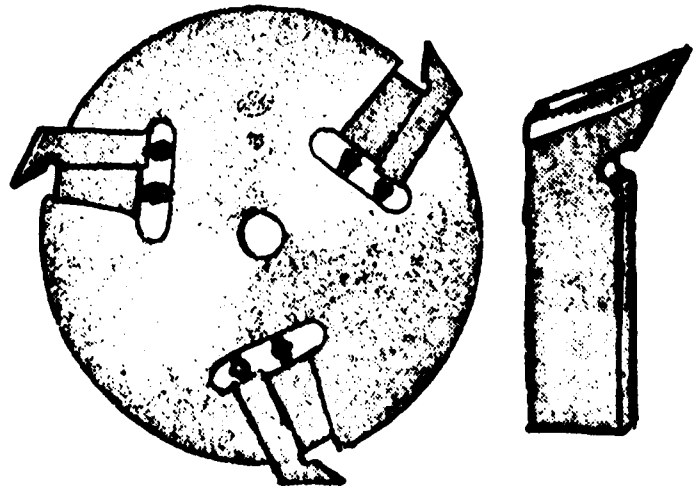
a) Outil à tourillons



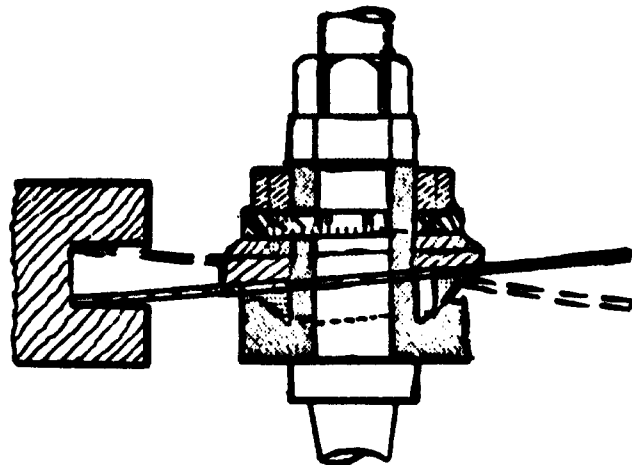
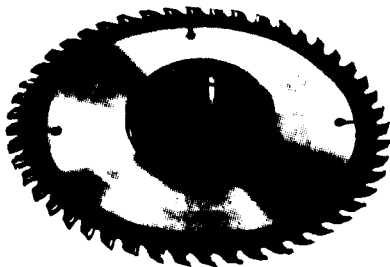
b) Ravageur (très dangereux)



c) Couteaux en S



d) Disque et un de ses couteaux



e) Scie circulaire oscillante

Choix de meules pour divers usages

Une meule différente doit être employée pour chaque type d'outil (voir figure XIV). La meule doit tourner sans échauffement excessif, et son liant doit être aussi tendre que possible. Si cette meule coûte plus cher, elle réduit en revanche les dépenses d'outils.

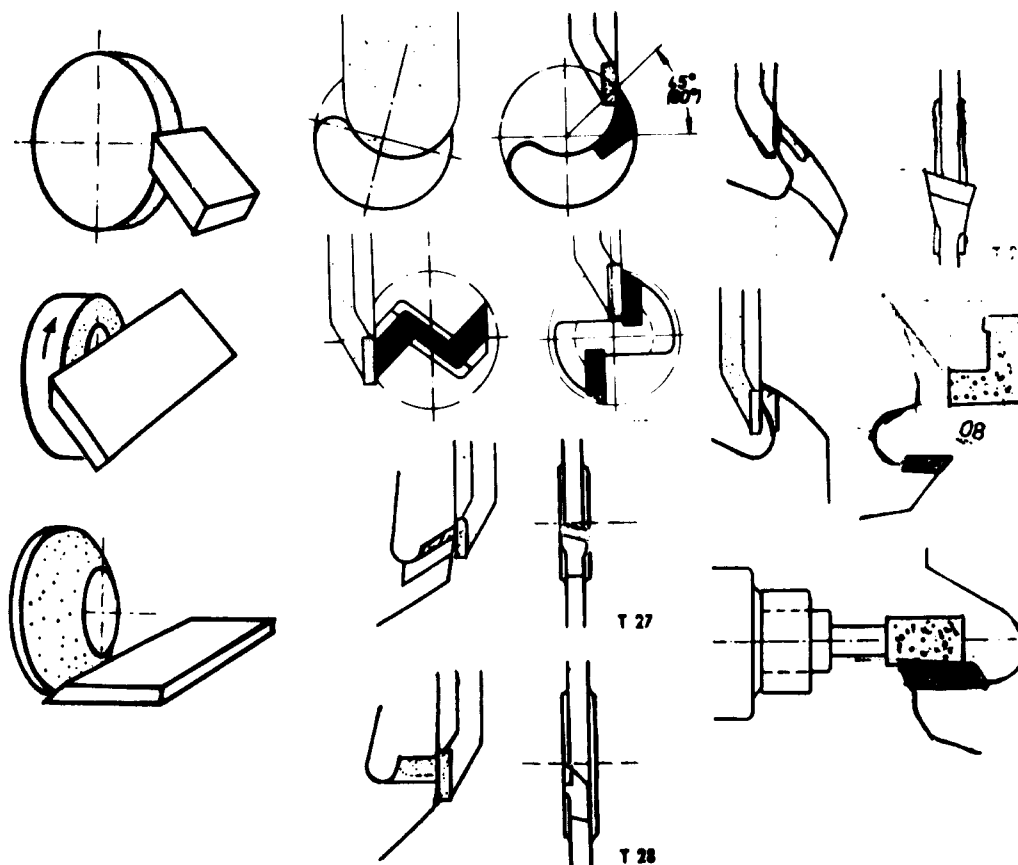
Pour affûter des outils en acier allié rapide, on emploie une meule en oxyde d'aluminium (Al_2O_3).

Le dégrossissage se fait avec une meule No 40-60 et la finition avec une meule No 100-150.

L'affûtage en deux phases donne une finition plus fine et un outil plus tranchant. Un meulage unique n'est possible que si on emploie une meule No 80 et si on n'enlève que peu de matière. L'arrosage doit être employé dans toute la mesure du possible.

Pour affûter un outil très usé à plaquettes en carbure, il faut trois meulages successifs : premier meulage avec une meule en carborundum (SiC); deuxième meulage avec une meule diamantée No 100-150; troisième meulage ou meulage de finition avec une meule diamantée No 220-400. Avant de monter une meule sur la machine, il faut s'assurer qu'elle n'est pas cassée et que le capot est bien en place.

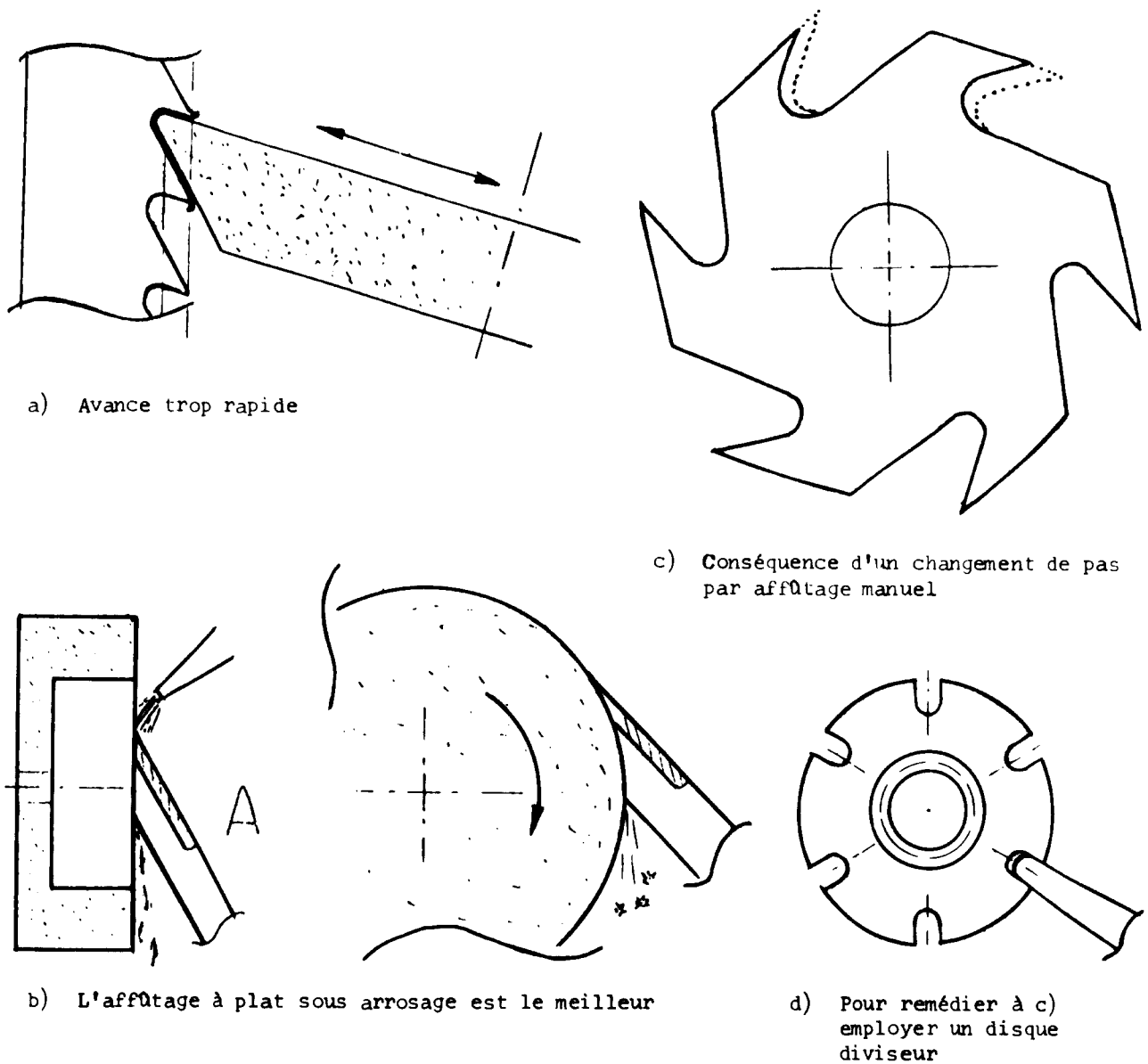
FIGURE XIV. UNE MEULE POUR CHAQUE TRANCHANT



Erreurs d'affûtages courantes

L'erreur la plus courante en cours d'affûtage est le brûlage du tranchant de l'outil par une seule passe trop rapide. C'est ce qui arrive souvent quand on meule à sec, notamment pour les lames de scies à ruban; ces lames se cassent facilement quand leurs tranchants s'échauffent trop (voir figure XV a)). Quand on essaie d'obtenir un tranchant trop acéré, on risque de trop réduire l'angle de meulage et de briser le tranchant. Le meulage à plat ne réduit pas trop l'angle de meulage. L'affûtage sous arrosage est le meilleur (voir figure XV b)).

FIGURE XV. BON ET MAUVAIS AFFUTAGE



Les angles de meulage recommandés pour différentes matières d'outils sont les suivants :

Acier au carbone	35°) pour usinage de résineux
Acier allié	37°	
Acier allié rapide	39°	
Stellite	42°	
Carbure de tungstène K 40	45°	
Carbure de tungstène K 30	55°	
Carbure de tungstène K 20	60°	

Il arrive souvent que l'affûtage d'une fraise à moulurer donne une forme différente à ses paires de couteaux. Par suite de la force centrifuge, ces deux couteaux risquent d'avoir des masses différentes et des vibrations différentes. Il arrive même qu'un couteau façonne à lui seul la moulure voulue. Dans ce cas, on obtiendra une finition plus régulière en réduisant la vitesse d'amenage.

Pour l'affûtage des fraises monoblocs, on se servira toujours d'un disque diviseur pour être sûr de conserver leur pas (voir figure XV d)). L'affûtage manuel modifie le pas sans qu'on s'en aperçoive : un seul tranchant coupera et l'arbre se mettra à vibrer (voir figure XV c)). Si les fraises à moulurer, les outils à percer et les outils à mortaiser sont affûtés trop rapidement, le meulage endommagera tout l'outil.

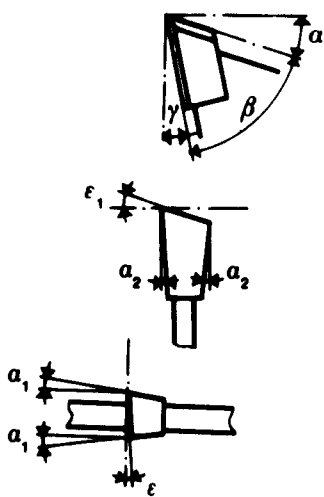
XXVIII. L'AFFUTAGE DES OUTILS A PLAQUETTES EN CARBURE POUR LE TRAVAIL
DU BOIS ET DES PLASTIQUES*

L'ENTRETIEN DES OUTILS A PLAQUETTES EN CARBURE

Le carbure est obtenu par frittage. Les outils à plaquettes en carbure craignent les chocs. Il ne faut jamais les poser sur la table d'une machine ni sur n'importe quelle autre surface métallique, mais sur des surfaces en bois, en caoutchouc ou en plastique. Cette précaution s'impose surtout pour le déplacement des outils et leur rangement. L'état d'un outil à plaquettes en carbure doit être constamment surveillé. Dès qu'apparaissent des signes d'usure, l'outil doit être traité et réparé sans délai. Si la partie usée prend trop d'ampleur, le travail exige plus d'efforts et d'énergie, les lames risquent de se briser et des fissures peuvent se former à l'intérieur. A ce moment-là, l'entretien devient trop coûteux: car le carbure et les meules diamantées s'usent très vite. Avant de traiter des outils à plaquettes en carbure, il faut les nettoyer soigneusement avec un solvant à résine ou une solution de cristaux de soude. Ne jamais employer ni brosses métalliques ni objets métalliques et tranchants.

Si les lames sont très endommagées, le souci bien compris de l'économie commande de remplacer des plaquettes en carbure plutôt que de les réparer. L'affûtage doit toujours se faire contre la lame de l'outil. L'avance se réduit à une simple contre-pression. Au début et à la fin de chaque passe, la meule ne doit jamais être présentée par le côté de la lame. Il faut au contraire l'avancer et la retirer perpendiculairement, sinon la lame se courbe. La forme initiale de la lame doit être autant que possible conservée pour ne pas modifier son pouvoir de coupe (voir figure I).

FIGURE I. AFFUTAGE DES SCIES CIRCULAIRES ET DES FRAISES A RAINER



- Légende :
- = angle de dépouille
 - = angle de bec
 - = angle d'attaque
 - 1 = angle de dépouille tangentielle
 - 2 = angle de dépouille radiale
 - = angle de biseau avant
 - 1 = angle de biseau arrière

* Par Peter Wagner, Ingénieur-conseil, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.209/19.)

Après affûtage, on doit laisser le carbure se refroidir progressivement à l'air. Ne jamais refroidir brusquement le carbure car on risquerait d'y faire des criques ou de l'endommager de quelque autre façon. Après chaque affûtage, vérifier que la lame n'est pas criquée, qu'elle coupe bien, conserve sa forme et tourne régulièrement.

Marche à suivre pour l'affûtage

1. Nettoyage de la lame de scie
2. Examen de son état général
3. Mise au rond de la lame
4. Affûtage de la face d'attaque, si nécessaire
5. Dégrossissage de la face de dépouille
6. Finition de la face de dépouille
7. Détalonnage méticuleux des contreforts de la lame

AFFUTAGE DES SCIES CIRCULAIRES

Employer une meule diamantée D70/C50 quand la lame est fissurée ou très endommagée. Employer une meule boisseau diamantée D30/C50 pour la finition de la mise au rond.

Monter la lame de scie à plaquettes en carbure sur son dispositif d'affûtage et la tourner à la main devant la meule (voir figure II). Les dents doivent toujours se présenter sur le tranchant en avant. Le méplat de mise au rond doit supprimer toutes traces d'usure. Si la partie usée n'est pas étendue, la mise au rond n'est pas nécessaire. On repère alors la dent la plus basse (face de coupe) au moyen d'un instrument de mesure et on affûte toutes les autres dents par rapport à elle. S'il y a de graves fissures dans une scie comptant beaucoup de dents, on peut faire abstraction des plus grosses à condition qu'elles ne se suivent pas immédiatement, ce qui dispense de réduire le diamètre et allonge la durée de la scie. Les plaquettes en carbure hors d'usage doivent être remplacées. Cette opération peut se faire chez le fabricant; il est recommandé de vérifier à cette occasion le tensionnage de la lame.

Affûtage de la face d'attaque

La scie à plaquettes en carbure, montée sur son dispositif d'affûtage, est présentée à l'affûteuse de telle sorte que sa face d'attaque soit rigoureusement en ligne avec la surface de la meule (voir figure III).

La face d'attaque est légèrement meulée et ne reçoit de finition qu'en cas de besoin. C'est la plaquette en carbure, quatre fois plus longue environ qu'épaisse, qui détermine le maximum d'affûtages possibles de la face d'attaque et de la face de dépouille. Ce maximum ne doit pas dépasser le quart du nombre des affûtages nécessaires pour la face de dépouille. Pour obtenir une rotation régulière de la scie, le meulage doit être identique sur toutes les dents. Si l'on veut réduire le coût de l'affûtage à la meule diamantée, le retrait de matière ne doit pas dépasser 2/100 mm. Pendant le meulage, il faut éviter de recouper la face d'attaque pour ne pas la creuser.

FIGURE II. AFFUTAGE DES SCIES CIRCULAIRES A PLAQUETTES EN CARBURE

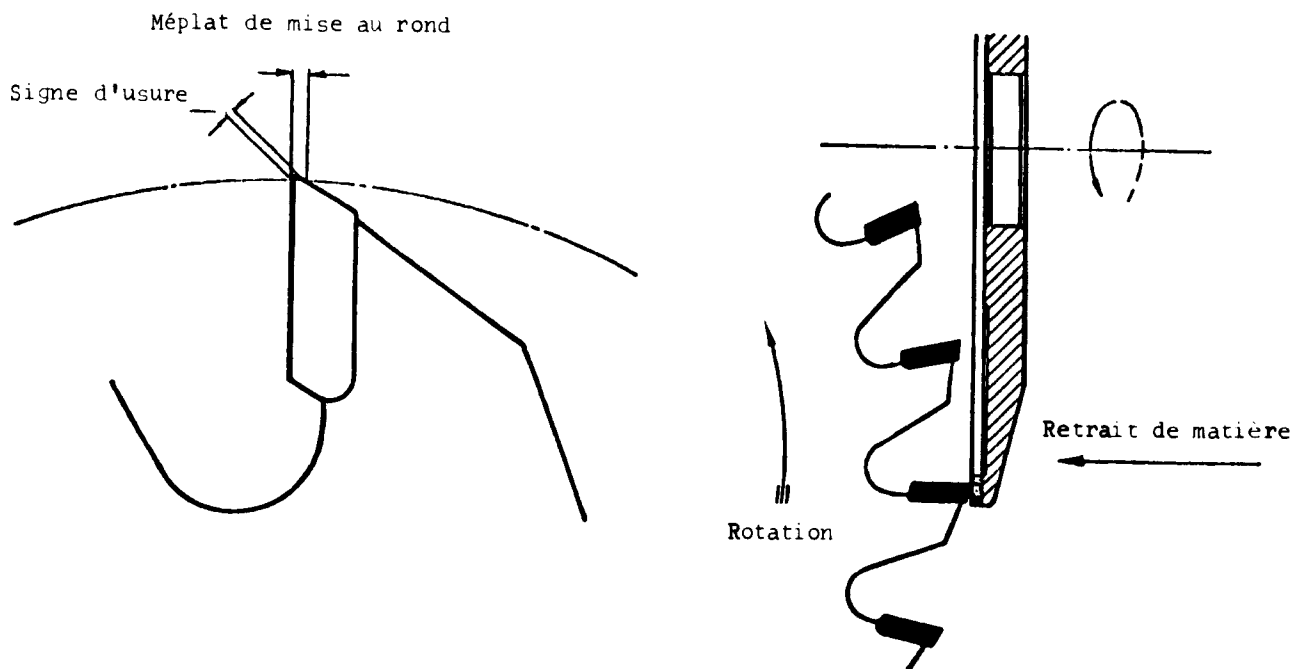
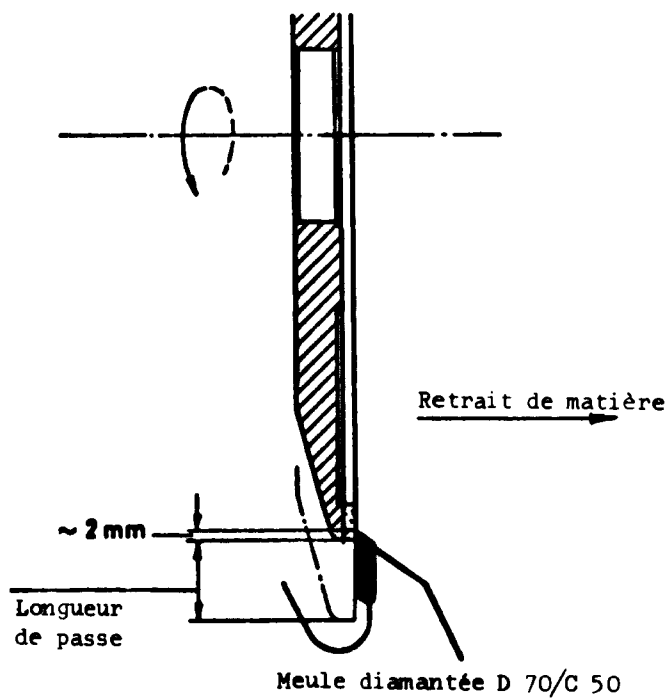


FIGURE III. MISE EN PLACE POUR L'AFFUTAGE DE LA FACE D'ATTAQUE



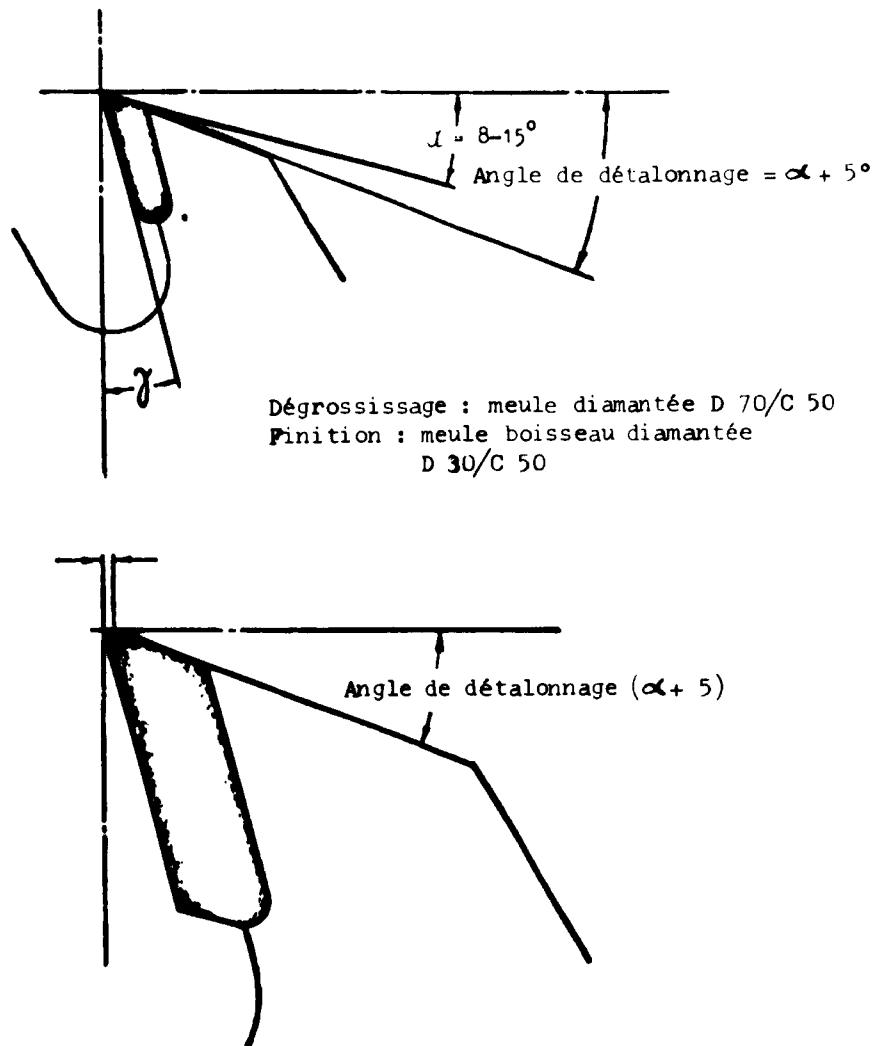
Affûtage de la face de dépouille

Pendant l'affûtage de l'angle de dépouille, le bandeau diamanté de la meule ne doit pas venir au contact du corps de la lame. Ceci n'est possible qu'en orientant la lame à plaquettes en carbure de telle sorte que l'angle de détalonnage soit supérieur de 5° à l'angle de dépouille de la plaquette (voir figure IV).

Le dégrossissage ne s'impose que si la dernière passe sur l'angle de dépouille (α) laisse un biseau de plus de 1 mm dans la matière de la lame elle-même.

L'angle de détalonnage doit être supérieur de 5° environ à l'angle de dépouille souhaité. Pour le dégrossissage, le méplat de mise au rond doit être ramené à 3/10 mm environ, de telle sorte que la finition de l'angle de dépouille à la meule diamantée se limite à la seule plaquette en carbure.

FIGURE IV. MISE EN PLACE POUR LE DETALONNAGE



La finition de l'angle de dépouille a une influence décisive sur l'efficacité de la scie. Elle doit être faite avec soin et précision. Le méplat de mise au rond est supprimé par meulage, mais sans dépasser la face d'attaque. Il faut donc veiller à la régularité de la rotation de la lame.

Pour des dents aux formes particulières - trapézoïdales, convexes, droites ou biaisées ou biaisées alternées ou droites et biaisées - l'affûtage se fait de la même façon. Il est important de régler les angles en respectant scrupuleusement les instructions du fabricant. Faute d'avoir ces instructions, il est recommandé de mesurer les angles sur une lame de scie neuve, prise pour modèle.

AFFÛTAGE DES FRAISES

Les directives de cette section s'appliquent à tous les modèles de fraises.

Avant d'affûter une fraise, il faut la nettoyer soigneusement et examiner chacun de ses couteaux. S'il y a des fissures dans les plaquettes en carbure, ces plaquettes doivent être remplacées pour éviter les accidents. Les plaquettes cassées doivent elles aussi être remplacées.

Pendant le meulage, le retrait de matière doit être régulier et équilibré. Si de grosses brèches s'y opposent, la fraise doit être rééquilibrée après affûtage.

Si les angles ne sont pas connus, il faut les déterminer pour faire le réglage convenable. Après affûtage, toutes les faces d'attaque doivent être réexaminées pour repérer les éventuelles fissures.

Mise au rond

Employer une meule diamantée D70/C50 si les faces d'attaque sont endommagées par des fissures ou si elles sont très usées. Employer une meule boisseau diamantée D30/C50 pour la finition. La fraise est fixée au dispositif de serrage de son alésage, si nécessaire avec des flasques concentriques, et montée sur le diviseur.

Le meulage doit toujours se faire vers les tranchants. La mise au rond est réglée sur le couteau le plus usé ou le plus abîmé par des fissures.

Affûtage de la face d'attaque

Employer une meule diamantée D70/C50 s'il faut commencer par un dégrossissage. Employer une meule boisseau diamantée D30/C50 pour la finition. La fraise, avec son dispositif de fixation, est mise en place et montée sur le diviseur. Le diviseur est tourné sur son axe vertical de telle sorte que le mouvement du chariot porte-outil amène avec précision la fraise contre la meule.

AFFUTAGE DES OUTILS A FRAGMENTER

Comme ces outils diffèrent selon les marques, il est recommandé de suivre la notice d'entretien du fabricant.

Les instructions générales données pour l'affûtage des scies à plaquettes en carbure s'appliquent également aux outils à fragmenter. Elles s'appliquent en général sans restriction aux scies circulaires à déligner qui peuvent être démontées de l'organe fragmenteur, et elles s'appliquent en partie aux segments de dents qui sont fixés sur l'organe fragmenteur.

XXIX. L'EMBALLAGE DES MEUBLES POUR L'EXPORTATION*

L'EMBALLAGE

Les méthodes d'emballage pour la protection et le transport des meubles ont beaucoup évolué au cours des dernières années. Dans les années 30, les revendeurs de meubles étaient souvent des artisans. A l'époque, l'industrie construisait des meubles, et les revendeurs les achetaient non finis pour les peindre, les vernir ou les recouvrir avant de les vendre à la clientèle. Aujourd'hui, les usines se chargent de tous les aspects de la fabrication. C'est pourquoi les meubles doivent être protégés avant le stockage et le transport. Les objets livrés au consommateur sont souvent emballés à l'usine. L'emballage est un des problèmes les plus délicats que pose l'exportation. Un emballage mal conçu et les détériorations qui en résultent peuvent être désastreux pour l'industrie du meuble. Tout meuble expédié à l'étranger doit être correctement emballé.

Détérioration des meubles

Les meubles sont des objets coûteux qui doivent être manipulés avec soin. Les réparations en dehors de l'usine sont délicates et parfois impossibles, mais elles sont surtout onéreuses à cause des différences de matériaux et de méthodes de finition. Plus les détériorations dues au transport donnent lieu à réclamations, plus sont élevés les coûts du transport et plus le fabricant répugne à expédier des meubles. Pour sa part, le revendeur n'aime pas se donner du tracas pour renvoyer les meubles détériorés, faire des réclamations, passer de nouvelles commandes et attendre de nouvelles livraisons. En fait, toute détérioration de meuble met en jeu les intérêts de trois personnes : le fabricant, le propriétaire de l'entreprise de transport et le revendeur. Chacun a ses propres difficultés et responsabilités, mais le fabricant est le grand perdant en cas de détérioration. Les entreprises de transport et les revendeurs ne s'occupent pas uniquement du transport ou de la vente des meubles, mais le fabricant ne fait que des meubles, et c'est pour cette raison qu'il est responsable de leur bon état à la livraison.

Causes de détérioration

Trois des nombreuses causes de détérioration sont étudiées ci-après. Ce sont les négligences de manutention, les erreurs d'emballage et le choix inconsidéré du mode de transport et des méthodes de stockage.

* Par R. Koskenranta et O. Aaltonen, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.209/28.)

Négligences de manutention

La plupart des détériorations de meubles sont dues aux négligences de manutention pendant le stockage et le transport. Habituellement, les chauffeurs de camions et le personnel des entrepôts n'ont jamais eu l'occasion d'apprendre à manipuler les meubles, et ils sont souvent incapables de le faire avec soin. Comme les meubles sont relativement légers pour leur encombrement, on a toujours tendance à en mettre le plus possible dans un camion ou un wagon de chemin de fer. Les emballages des meubles ont toujours été conçus pour les protéger dans leur position normale d'emploi. Le côté "haut" est souvent marqué sur les emballages. Tout comme les gens qui ont conçu les emballages, les emballeurs supposent que les objets seront manipulés conformément à cette inscription, mais ce n'est pas toujours le cas. En effet, on a trop souvent tendance à vouloir faire des économies en occupant au maximum l'espace disponible pour le stockage ou le transport.

Erreurs d'emballage

Un mauvais emballage est la cause de graves détériorations. Si l'emballage est trop grand, l'objet se déplace à l'intérieur et s'abîme par frottement ou autrement. L'emballage doit être assez ajusté pour que le meuble ne puisse pas se déplacer. Le résultat recherché est obtenu en comblant les vides. Un autre défaut des emballages est la trop grande légèreté des matériaux dont ils sont faits. Les matériaux employés pour les transports intérieurs ne sont en général pas assez solides pour l'exportation; il faut employer pour l'exportation des matériaux plus solides. La plupart des meubles étant manipulés à la main, tout emballage destiné au transport doit être conçu de manière à donner de bonnes prises pour le déplacer, notamment en pratiquant des ouvertures assez grandes pour y mettre les mains. Mais certains objets sont presque toujours chargés dans une position particulière pour perdre le moins de place possible. Un objet rectangulaire et long de plus de 140 cm est stocké ou chargé sur un de ses petits côtés; il faut donc le renforcer à ses deux extrémités. Mais il faut aussi prévoir les risques que les intempéries font courir aux emballages.

Choix inconsidéré du mode de transport et des méthodes de stockage

Le meilleur mode de transport n'est pas nécessairement le plus coûteux. Il est recommandé de choisir celui qui convient avant d'en calculer le prix. Les risques de détérioration étant moins grands pendant le transport qu'au chargement et au déchargement, il faut réduire au minimum le nombre des transbordements. Tout transbordement est un risque de mauvaise manipulation car il échappe à la surveillance des intéressés. On peut considérer qu'un conteneur livré directement à l'acheteur est aussi sûr qu'un wagon ou un camion complet. Quand diverses marchandises sont transportées dans le même véhicule et qu'il y a déchargement et rechargement, les risques sont plus grands. S'il n'est pas possible d'expédier un chargement complet au client, il est conseillé de le faire pour une ville ou au moins pour un pays, de façon à réduire considérablement les risques de détérioration. Dans les entrepôts, on évitera d'empiler les objets les uns sur les autres. Les variations climatiques étant

elles aussi des risques de détérioration, on évitera de soumettre les meubles à de gros écarts de température. Les entrepôts doivent être hors d'eau et sans humidité. Les meubles étant parfois endommagés dans l'entrepôt même du fabricant, cet entrepôt doit être surveillé attentivement. Dès qu'un emballage a l'air endommagé, il conviendra de vérifier son contenu avant de l'expédier. Beaucoup de revendeurs n'ont pas d'entrepôts assez vastes, et c'est souvent une nouvelle cause de détérioration.

Pourquoi emballer des meubles ?

L'emballage capable de protéger son contenu dans toutes les circonstances est trop coûteux à fabriquer et à employer. L'emballage doit avoir pour but la protection d'un objet pendant son stockage et son transport tout en le soustrayant raisonnablement aux efforts mécaniques et aux intempéries.

L'emballage doit protéger l'objet dans les conditions de stockage suivantes : en entrepôt ou à l'extérieur et sous un toit.

L'emballage doit faciliter la manutention et le transport. Il doit aussi faciliter la vente du produit en faisant connaître la nature du contenu et le nom du fabricant.

Conception des emballages destinés aux meubles

La conception d'un emballage doit être entreprise presque au même moment que celle de son contenu. C'est la meilleure façon de réduire les dépenses d'emballage, de stockage et de transport. La protection des objets dure plus longtemps quand leur emballage est correctement établi à des dimensions appropriées. Du reste, les dessinateurs de meubles exigent dans la plupart des cas que la conception de l'emballage soit adaptée à celle de leur création.

Pour obtenir un emballage répondant au but recherché, il faut connaître les conditions dans lesquelles se trouvera cet emballage pendant le stockage, le transport et diverses autres manipulations. Contrairement à ce qui se passe pour le transport à l'intérieur d'un pays, le transport à l'exportation exige que l'on tienne compte d'éléments de décision mal connus et assez complexes. On trouvera ci-dessous quelques-uns des points importants à considérer avant de concevoir des emballages pour l'exportation :

- Forme, taille, poids, structure, qualité et prix de l'objet
- Destination et itinéraire du transport
- Mode de transport
- Manipulations en entrepôt et en cours de transport
- Efforts mécaniques et intempéries
- Normes d'emballage
- Possibilités de réemploi (emploi secondaire)

Les paragraphes suivants traitent des différents modes de transport et de leurs conséquences pour les emballages.

TRANSPORT

Transport par chemin de fer

Les expéditions se font souvent par chemin de fer parce que c'est un mode de transport peu coûteux et sûr, mais la pratique démontre que les emballages doivent être faits avec soin. Le chargement des wagons exige une habileté et une attention particulières. Les objets fragiles ne doivent pas être placés sous des objets lourds. Le chargement doit être bien calé pour maintenir les objets à leur place pendant le transport. Tout transbordement doit être évité car cette opération se fait sans surveillance.

Transport par conteneur

Le transport par conteneur sert souvent à l'exportation des meubles. Il simplifie habituellement les emballages et en réduit le coût. La pratique démontre que cet avantage est réel, à condition d'observer les conditions particulières à ce mode de transport. Le conteneur fait surtout faire des économies d'emballage quand il est directement expédié du fabricant à l'acheteur, sans transbordement dans l'intervalle. S'il faut décharger un conteneur plein d'objets emballés plus légèrement qu'à l'accoutumée on risque toujours des détériorations. On peut sans hésiter choisir le transport par conteneur, à condition de savoir comment y charger les colis. Dans la cale d'un bateau, par exemple, le conteneur et son contenu étant soumis aux mêmes mouvements que le bateau, les emballages doivent être assez résistants.

Transport maritime

Pendant tout transport par mer, les emballages sont soumis à des efforts mécaniques et à des frottements intenses. Quand on choisit les matériaux destinés à l'intérieur et à l'extérieur d'un emballage, il faut tenir compte de la condensation dans la cale et de la pénétration de l'humidité.

Transport dans les camions du fabricant

La plupart des fabricants de meubles se servent de leurs camions pour faire la majeure partie de leurs transports à l'intérieur de leur propre pays. Les aires de chargement doivent être améliorées de façon à alléger les emballages. Si ce mode de transport n'est pas toujours rentable, c'est certainement le plus sûr.

MATERIAUX D'EMBALLAGE

Matériaux pour l'extérieur de l'emballage

Carton gaufré. Le carton gaufré est à l'heure actuelle le matériau le plus répandu pour faire l'extérieur des emballages de meubles. Il se compose de minces feuilles de carton, dont une au moins est gaufrée.

Les principaux types de carton gaufré sont :

- Le carton gaufré une face (figure I)
- Le carton gaufré double face (figure II)
- Le carton gaufré à double gaufrage (figure III)
- Le carton gaufré à triple gaufrage (figure IV).

FIGURE I. LE CARTON GAUFRE SERT DE PLUS EN PLUS A L'EMBALLAGE DES MEUBLES. LE CARTON GAUFRE UNE FACE EST ASSEZ SOUPLE POUR ENVELOPPER LES OBJETS



FIGURE II. LE CARTON GAUFRE DOUBLE FACE EST EMPLOYE POUR LES EMBALLAGES LEGERS

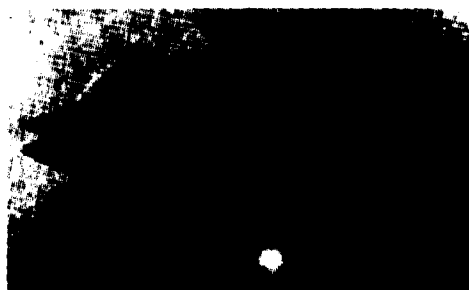
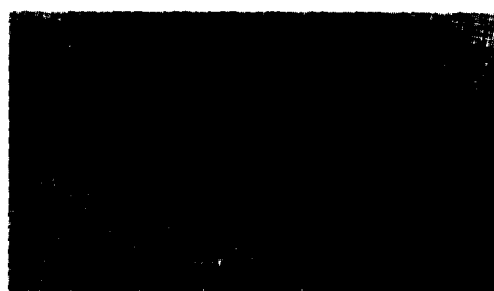


FIGURE III. LE CARTON GAUFRE DOUBLE SERT SURTOUT AUX EMBALLAGES DESTINES A L'EXPORTATION



FIGURE IV. LE CARTON GAUFRE TRIPLE SERT AUX EMBALLAGES TRES LOURDS



Le carton gaufré une face est livré en rouleau ou en feuille. Pour faciliter l'emballage, on peut le rainurer au dos. Il sert à envelopper les objets, à les protéger et à les isoler.

Les emballages en carton gaufré une face sont encore couramment employés pour les meubles, mais on prévoit qu'ils le seront de moins en moins. Ce matériau sert rarement à faire des emballages destinés à l'exportation car son aspect n'est pas satisfaisant. On l'emploie surtout pour caler les objets dans une boîte ou comme remplissage pour obtenir des emballages bien serrés.

Le carton gaufré double face sert surtout à la fabrication de boîtes d'emballage et de leurs éléments intérieurs (cloisonnement, etc.). Ces boîtes servent surtout à l'emballage des meubles destinés à l'exportation. Ce carton peut aussi servir à fabriquer des boîtes toutes prêtes ou, si le fabricant de meubles le désire, il peut être livré en feuilles à certaines dimensions pour faire à l'usine même des emballages destinés à l'exportation.

Le choix de la qualité d'un carton gaufré dépend de plusieurs facteurs, dont les plus importants sont les suivants :

- a) Le mode de transport employé par l'usine;
- b) La destination de l'envoi : transport intérieur ou exportation;
- c) La qualité et la structure de l'objet.

Quand on choisit une qualité de carton gaufré, il faut se demander si elle est suffisante pour protéger l'objet contre les chocs et les corps étrangers, ou si l'emballage pourra résister à la charge de colis placés dessus. En d'autres termes, il s'agit de déterminer si l'objet lui-même a une résistance suffisante ou si c'est l'emballage qui devra supporter les charges qu'on lui imposera, surtout en entrepôt. Une commode massive sera probablement assez résistante pour supporter de lourdes charges, mais une table de chevet sera facilement endommagée.

Autres matériaux d'emballage

Dans certains cas, l'emballage peut être fait en bois, en panneau de fibres ou en contre-plaqué. Ces matériaux servent surtout à l'exportation, notamment pour des colis acheminés séparément par mer. Ces trois matériaux peuvent si besoin est être combinés.

Matériaux pour l'intérieur de l'emballage

Les matériaux suivants peuvent être employés isolément ou simultanément à l'intérieur de l'emballage :

Carton gaufré une face
Papier paraffiné
Feuille de plastique
Papier synthétique
Papier kraft
Papier sulfurisé

Protection des angles et des bords

Ce genre de protection est destiné à atténuer les chocs dans les entrepôts et pendant le transport. Cette protection des points les plus fragiles se fait avec du polystyrène expansé (figure V), du carton gauffré (figures VI et VII) ou du plastique.

FIGURE V. LES ELEMENTS DE PROTECTION EN POLYSTYRENE EXPANSE SONT TRES EMPLOYES DANS L'INDUSTRIE DU MEUBLE. LEUR LONGUEUR ET LEURS FORMES SONT NORMALISEES, ET ILS SE COUPENT FACILEMENT A LA TAILLE VOULUE

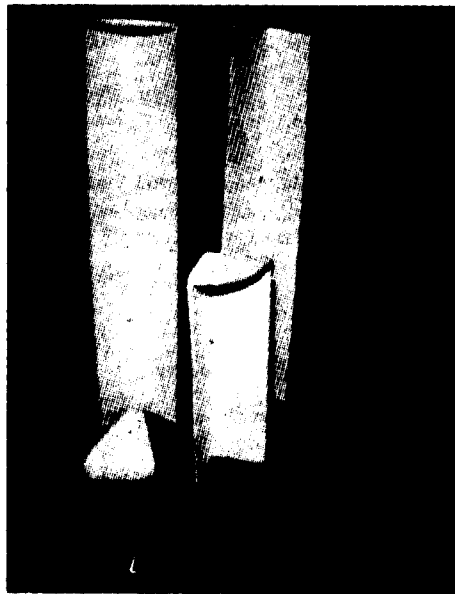


FIGURE VI. LE CARTON GAUFRE SE PRETE TRES BIEN AU CLOISONNEMENT DE TOUS LES TYPES D'EMBALLAGES DE MEUBLES

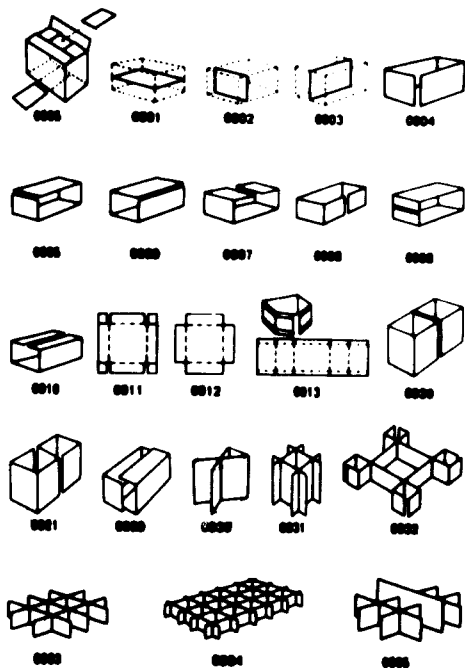
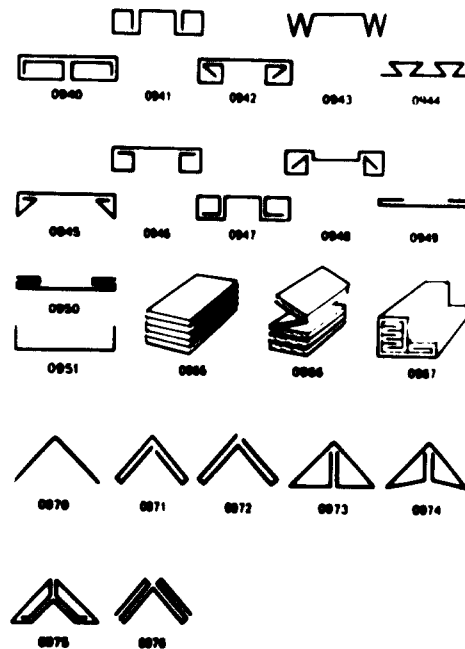


FIGURE VII. QUELQUES EMPLOIS DU CARTON GAUFRE POUR PROTEGER LES ANGLES ET LES BORDS, REMPLIR LES VIDES, ETC.



Matériaux de fermeture

Ces matériaux employés isolément ou simultanément pour la fermeture des emballages sont :

Ruban gommé
Ruban adhésif
Agrafes et ficelles
Cerclage au feillard de plastique
Cerclage au feillard d'acier
Colle

Fournitures et accessoires de marquage

Pour finir, les colis sont marqués; pour ce travail, on emploie des étiquettes, des inscriptions diverses, des marques à la plume ou à la craie, etc.

MISE EN BOITE DES MEUBLES

Les grands principes de l'emballage sont les suivants :

- a) Il faut quelque chose pour interdire tout frottement contre la surface de l'objet (figures VIII - XII);
- b) Les angles et les bords, toujours très exposés, doivent être protégés séparément (figures XIII - XV);
- c) Les parties démontables (pieds de table notamment) doivent être solidement fixés à l'intérieur de l'emballage pour éviter qu'elles se déplacent pendant l'entreposage et le transport (figures XVI - XVIII);
- d) L'objet doit être emballé de telle sorte qu'il ne puisse pas se déplacer dans sa boîte (figures XIX et XX);
- e) La boîte doit être choisie avec soin.

FIGURE VIII. CETTE TABLE EST ENVELOPPÉE DANS
DU PAPIER MATELASSE



FIGURE IX. LA SURFACE CIRÉE DE CE PETIT BAHUT
EST PROTÉGÉE PAR DU PAPIER MATELASSE



FIGURE X. POUR EMBALLER UNE PETITE CHAISE,
COMMENCER PAR PROTEGER LES SURFACES
AVEC DU PAPIER MATELASSE



FIGURE XI. UN CARTONNAGE GAUFRE VIDE
EST PLACE SUR LE SIEGE DE LA CHAISE



FIGURE XII. UNE AUTRE CHAISE EST
RETOURNEE SUR LA PREMIERE

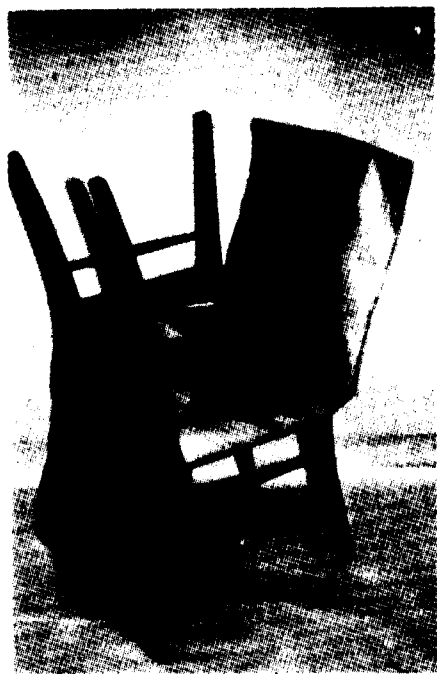


FIGURE XIII. COMMENT PROTEGER LES
ANGLES D'UN BAHUT

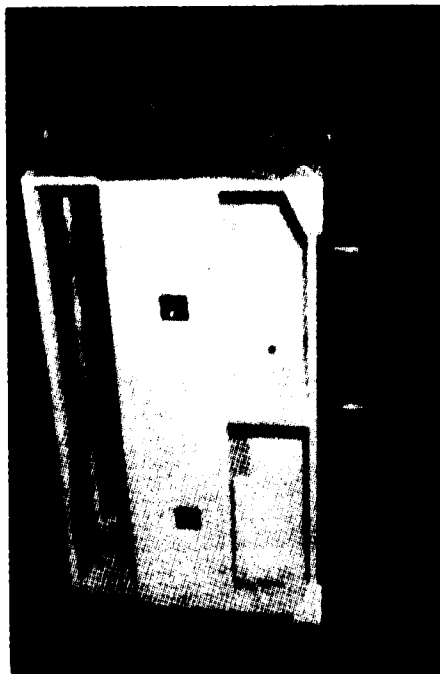


FIGURE XIV. CE BAHUT EST D'ABORD ENVELOPPE
DANS UNE FEUILLE DE PLASTIQUE. LES PROTEC-
TIONS SONT FIXEES AVEC DE LA FICELLE OU DU
RUBAN ADHESIF



FIGURE XV. LES PROTECTIONS DES ANGLES SONT
ENSUITE MISES EN PLACE

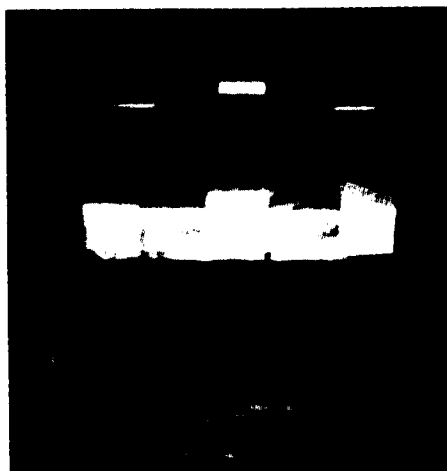


FIGURE XVI. LES PIEDS DE CETTE TABLE SONT
DEMONTES, ENVELOPPES ET FIXES SEPAREMENT
SOUS LE PLATEAU

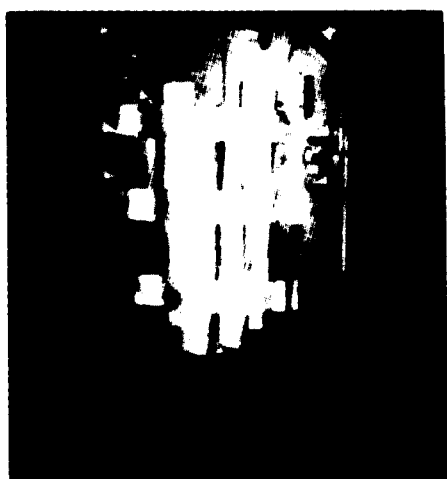


FIGURE XVII. DANS CETTE BOITE EN CARTON
GAUFRE, LES PIEDS DE DEUX CHAISES SONT
PROTEGES PAR DES CLOISONNEMENTS SPECIAUX
EN CARTON GAUFRE

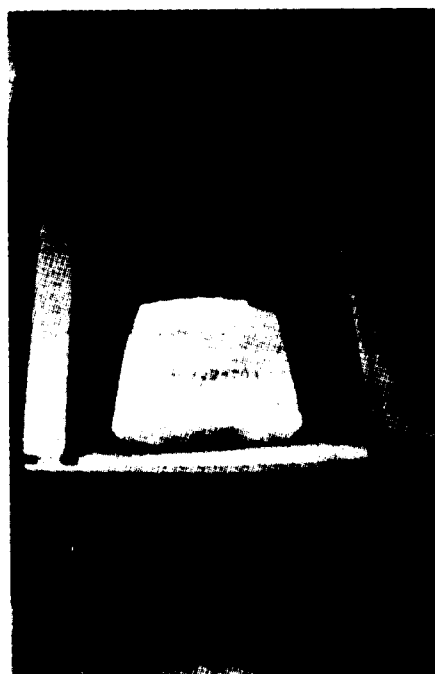
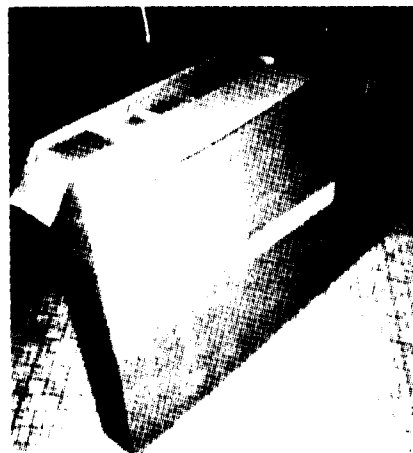


FIGURE XVIII. LES PIEDS DE CHAISES PEUVENT
ETRE ENGAGES DANS DES TROUS MENAGES DANS LES
RABATS INTERIEURS DE LA BOITE



FIGURE XIX. TABLE DANS SON EMBALLAGE TERMINE



Fermeture de la boîte

La résistance de l'emballage dépend aussi de la méthode employée pour le fermer. Il est vain de faire une boîte solide avec des matériaux de qualité si ses points de fermeture ne sont pas aussi résistants que les autres parties de l'emballage. S'il y a détérioration pendant le transport, c'est souvent parce que les points de fermeture ont cédé.

Les matériaux suivants peuvent être employés pour fermer les emballages de meubles :

- Ruban gommé
- Ruban adhésif
- Agrafes
- Feuillard (cerclage)
- Colle

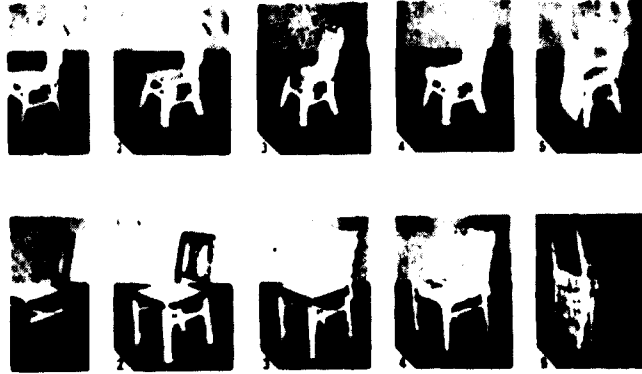
La fermeture par ruban gommé est satisfaisante. Elle est hermétique, elle a un bon aspect et, quand le travail est bien fait, elle augmente la résistance de la boîte. Mais cette méthode exige de l'attention et de l'habileté. Certains accessoires spécialement conçus pour ce type de fermeture doivent être employés.

La fermeture par ruban adhésif est comparable à la fermeture par ruban gommé. Ce ruban est plus cher, mais il est facile à employer; les accessoires sont simples. La pose de différents modèles de rubans donne des jointures très résistantes.

Les agrafes ont des inconvénients car elles risquent de pénétrer dans le meuble. Cette méthode est rapide et donne des jointures résistantes quand elle est bien appliquée. Les boîtes agrafées n'étant pas hermétiques, l'humidité et la poussière peuvent pénétrer à l'intérieur du meuble. Les agrafes risquent de frotter contre le meuble ou de déchirer leur tissu de garniture.

FIGURE XX. L'EMBALLAGE CORRECT D'UN MEUBLE EXIGE BEAUCOUP DE TEMPS

a) à e) MONTRENT COMMENT S'Y PRENDRE



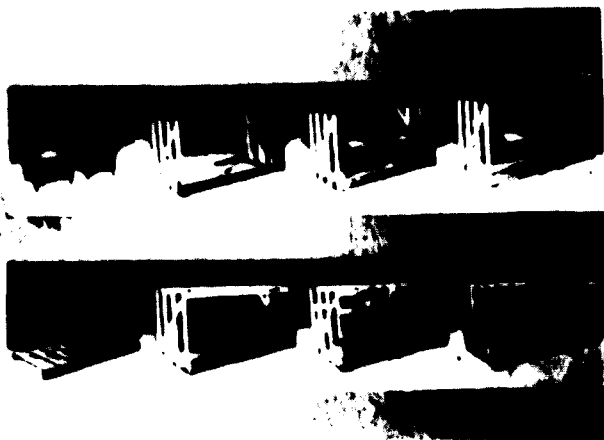
a) Phases de l'emballage de deux chaises



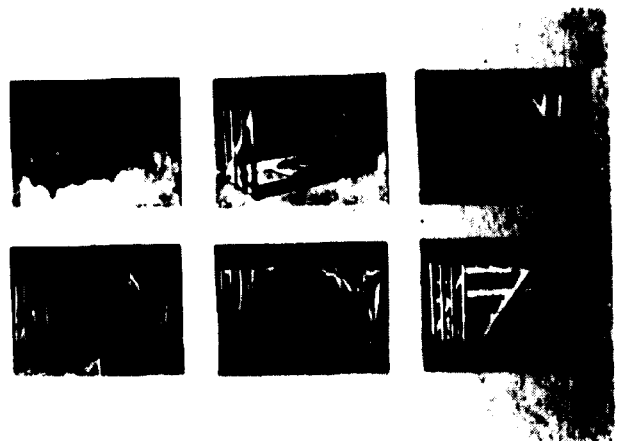
b) Emballage de deux fauteuils



c) Emballage d'un fauteuil club



d) Emballage de deux fauteuils



e) Emballage d'un grand canapé

Les emballages peuvent être renforcés par cerclage, mais ce n'est pas recommandé quand le contenant n'est pas exactement adapté à la forme du contenu.

Normalisation des boîtes

Quand l'industrie du meuble se sert d'emballages en carton gaufré, elle se heurte à une grosse difficulté : les séries produites par les usines sont trop petites et leurs gammes de produits sont trop étendues. C'est pourquoi les fabricants d'emballages estiment qu'on ne leur commande pas assez de boîtes de telle ou telle taille, ou de telle ou telle forme. Les usines devraient donc normaliser leurs emballages pour que la même boîte puisse servir à expédier beaucoup d'objets différents.

EMBALLAGE SOUS FILM PLASTIQUE RETRACTABLE

Il n'est pas nécessaire de traiter ici en détail l'emballage sous film plastique rétractable parce que cette technique exige un matériel trop coûteux pour les petites usines. Ce type d'emballage n'est pas recommandé pour l'exportation, sauf pour les emballages intérieurs auxquels il est particulièrement adapté. On peut supposer que la transparence du film incite à plus de précaution pendant la manipulation.

MARQUAGE DES EMBALLAGES

Les impressions sur les boîtes en carton gaufré peuvent être uniformes ou adaptées au contenu. Mieux vaut employer la seconde méthode car elle permet de donner au destinataire des renseignements utiles : désignation de l'objet, nature du bois, teinte, tissu, etc.

INSTRUCTIONS POUR LA MANUTENTION

Ces instructions sont elles aussi imprimées à l'avance. Les signes ont été conçus de telle sorte que les symboles indiquent les précautions à prendre et garantissent dans tous les cas une bonne manutention. Ces symboles ont été établis sur la base de recommandations de l'ISO. Les signes suivants sont ceux que l'on retrouve le plus souvent sur les emballages de meubles :



fragile



haut



craint l'humidité

En règle générale, ces signes sont placés de telle sorte que la personne chargée de déplacer les colis puisse les voir facilement.

Ces signes sont indispensables à tout emballage convenablement établi et ils contribuent dans une large mesure à prévenir les détériorations. Leur présence est la condition sine qua non de toute réclamation adressée au responsable des fautes de manutention qui ont été la cause des détériorations.

COUT DE L'EMBALLAGE

Le coût de l'emballage peut être ventilé entre les matériaux, la main-d'oeuvre, les machines et le stockage à l'usine.

La part des machines et du stockage est si faible dans l'industrie du meuble qu'elle se prête assez mal à des économies. La part la plus importante est celle des matériaux et de la main-d'oeuvre, dont les coûts sont élevés. La liste ci-dessous permet de comparer ce que coûte l'emballage à une usine finlandaise pour des expéditions à l'intérieur du pays et pour l'exportation. Les coûts sont indiqués en pourcentage du prix de vente des meubles.

Meuble	Coût de l'emballage en pourcentage du prix de vente	
	<u>Expédition intérieure</u>	<u>Exportation</u>
Chaise	0,7 à 3,0	2,7 à 10,0
Fauteuil	0,8 à 1,6	3,0 à 6,0
Table (démontée)	0,7 à 4,2	1,9 à 7,5
Bahut (grand)	0,7 à 1,1	1,8 à 3,0
Bahut (petit)	1,8 à 2,7	5,4 à 8,1
Canapé et deux fauteuils	0,3 à 1,5	0,8 à 3,7
Moyenne approximative	1,7 %	4,5 %

Comme on peut le voir, les emballages destinés à l'exportation coûtent cher. La variation du pourcentage est due au fait que des objets plus coûteux sont mis dans des emballages comparables à ceux des objets moins coûteux.

ROLE DE L'EMBALLAGE

La protection qu'apporte l'emballage aux meubles joue pleinement son rôle pendant le transport et les manipulations, car c'est à ce moment-là que l'emballage est soumis à rude épreuve. Un bon emballage est en outre une forme de service non négligeable. Il accélère la manipulation des colis et garantit que le destinataire les recevra en bon état; c'est aussi un signe prouvant que l'usine est digne de confiance.

BONNE METHODE D'EMBALLAGE POUR L'EXPORTATION

Aucune méthode d'emballage ne peut être considérée comme la bonne méthode. L'objet à emballer et les circonstances à l'intérieur de l'usine ne sont pas toujours identiques, sans parler de l'évolution des objets et des circonstances dans les différents pays et continents. Le principe demeure toutefois le même : l'emballage doit être adapté aux besoins. Au moment de le faire, il faut tenir compte des risques auxquels sera exposé le meuble à l'entrepôt et pendant le transport. La mise au point d'emballages adaptés aux différentes phases du transport exige l'étroite collaboration de l'usine et de tous ceux qui seront appelés à manipuler les colis pendant le transport et dans les entrepôts.

CONCLUSION

L'emballage des meubles, surtout quand ils sont destinés à l'exportation, est un des problèmes les plus difficiles à résoudre de tous ceux que pose la technique de l'emballage. Plusieurs raisons l'expliquent :

- a) Les meubles sont des objets coûteux;
- b) Les meubles sont très fragiles et les moindres dommages dus au transport les rendent difficiles à vendre;
- c) Les colis de meubles sont en général volumineux et ils ont des formes irrégulières.

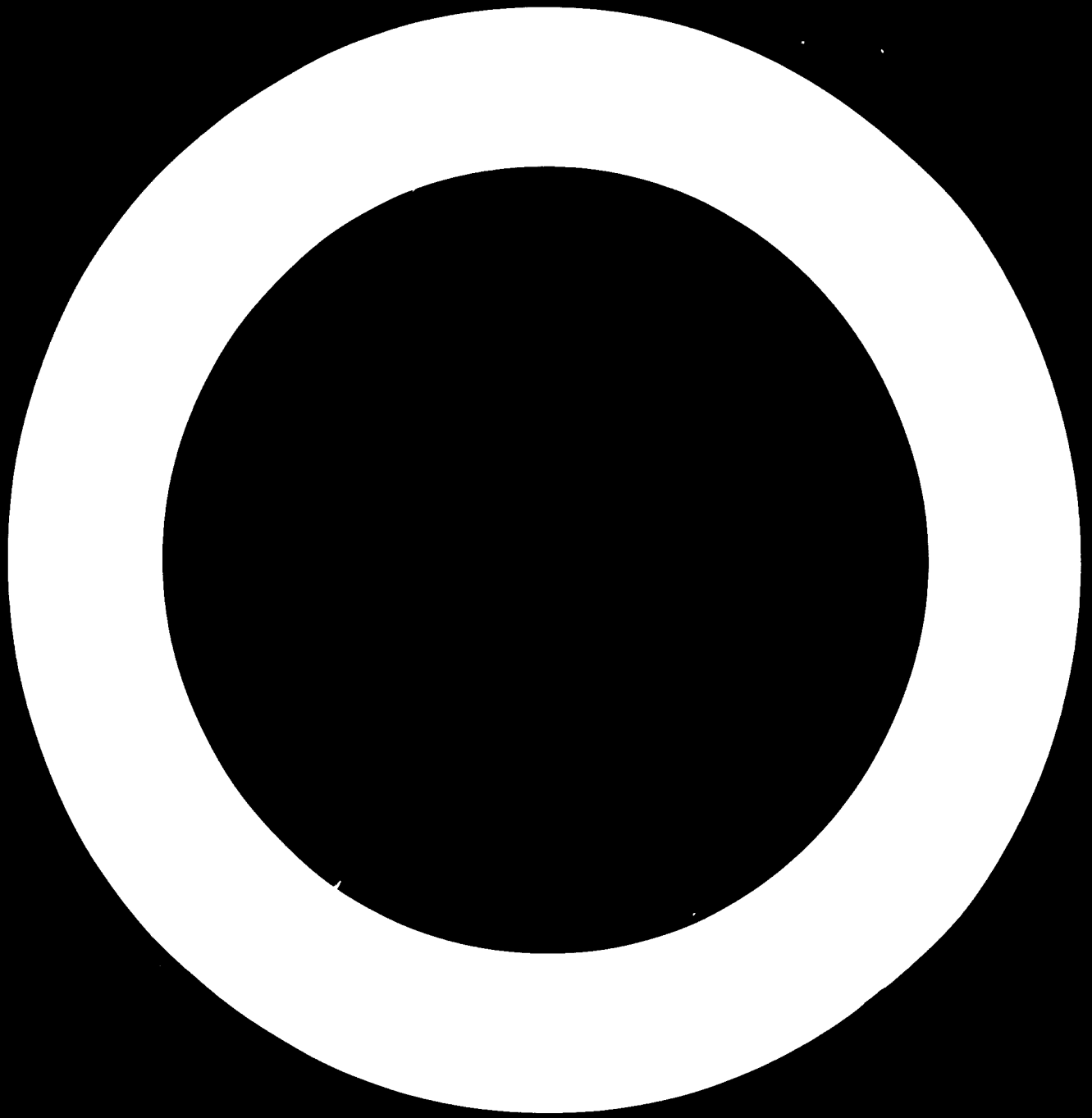
Une étude sur l'emballage des meubles a démontré que les principales causes de détérioration des meubles pendant le transport sont au nombre de trois : mauvaise manipulation, mauvais emballage et mauvaises installations de stockage.

Les grands principes à respecter pour l'emballage des meubles sont les suivants :

- a) Calage rigoureux des meubles à l'intérieur de l'emballage pour les empêcher de se déplacer;
- b) Protection contre les chocs par l'emploi de matériaux appropriés, surtout sur les bords et les angles;
- c) Protection contre les éraflures et les autres dégradations des surfaces peintes ou vernies;
- d) Protection contre la poussière et l'excès d'humidité.

TROISIEME PARTIE

CONSIDERATIONS SUR LA GESTION



XXX. LE CONTROLE DE LA QUALITE*^{1/}

L'utilité d'un produit est déterminée par sa qualité; à différents degrés de qualité correspondent différents emplois. La qualité d'un produit n'est généralement pas une notion absolue; c'est pourquoi nous ne parlerons que de qualité moyenne ou relative. Deux pièces ne sont jamais identiques car elles n'ont pas la même qualité. Ces différences de qualité sont souvent imputables aux matières premières et aux demi-produits, aux machines, aux outils et à l'habileté de l'ouvrier. Elles sont tout à fait normales et inévitables, même dans la production la plus soignée.

Les caractéristiques variables d'un produit de l'industrie du bois sont par exemple :

Les cotes (longueur, épaisseur, largeur)
L'état du bois (teneur en humidité, nombre et dimension des noeuds, densité, etc.)
La qualité du travail (régularité des surfaces, résistance des assemblages collés, jeu entre éléments, etc.)

Ces variations étant plus fréquentes dans l'industrie du bois que dans beaucoup d'autres branches industrielles, le contrôle de la qualité est relativement compliqué et difficile dans cette industrie. Comme la production comporte dans l'industrie du meuble et de la menuiserie beaucoup d'opérations secondaires, les erreurs risquent toujours de se multiplier à mesure que les pièces avancent le long de la chaîne de fabrication. Il ne suffit donc pas d'inspecter les produits finis : la qualité doit être contrôlée à tous les stades de la production. Cependant les contrôles les plus importants sont ceux que l'on fait dès le début de la fabrication car ils permettent d'éviter des pertes financières en empêchant la multiplication des erreurs.

Prenons par exemple une erreur de cote sur la longueur d'une pièce lors du tronçonnage initial. La pièce est séchée, délignée, dégauchie et rabotée. Si l'on s'aperçoit que la pièce est trop courte au moment du dressage des chants, elle est mise au rebut, renvoyée à une autre chaîne de production ou stockée pour usage ultérieur. Ce genre d'erreur fait faire des travaux inutiles et gaspille des matières premières, il oblige à agrandir les aires de stockage et suscite des difficultés dans la planification des travaux ou la réparation des produits, toutes choses qui diminuent la rentabilité.

Bref, l'absence de contrôle de la qualité est la cause de nombreuses difficultés. Parmi les plus importantes, on peut mentionner la baisse de qualité des produits qui entraîne leur refus par le consommateur ou par le vendeur, c'est-à-dire la mise au rebut, la réduction de la rentabilité et la dégradation du moral du personnel.

Les objectifs du contrôle de la qualité sont les suivants :

* Par Jaakko Meriluoto, Institut technique de Lahti, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.133/28.)

^{1/} Pour l'étude des mesures propres au contrôle de la qualité dans l'industrie du meuble, voir chapitre XXXI.

- a) Imposer des tolérances plus serrées;
- b) Détecter les variations dépassant les tolérances;
- c) Mettre au point un système permettant de surveiller les étapes successives de la production en évitant les difficultés imprévues.

Le coût du contrôle de la qualité doit cependant être proportionné aux autres coûts.

La nature de la production détermine généralement la méthode à employer pour le contrôle de la qualité. Dans la production à l'unité, il n'y a pas de grandes séries; beaucoup d'articles différents sont fabriqués en même temps, souvent sur commande. Dans ce cas, le volume de la production et la taille de l'usine étant souvent relativement restreints, le contrôle de la qualité ne coûte pas très cher. Le contrôle par sondage et vérification des cotes, effectué généralement par un contremaître, convient à ce genre de production. Ce contrôle doit être rigoureux malgré son caractère sporadique et doit se faire à chaque phase de la fabrication. La méthode la plus courante, le simple examen visuel, appartient à ce type de contrôle. Il importe en outre que les cotes soient mesurées avec des instruments appropriés, notamment :

- Un mètre pour les mesures de la longueur, de la largeur et de la hauteur, et les mesures transversales (équerrage)
- Un pied à coulisse pour la mesure de l'épaisseur et de la largeur
- Des calibres et une règle pour les mesures du jeu des portes, des tiroirs, etc., et pour la vérification de la régularité des surfaces (une puissante source lumineuse est également nécessaire)
- Des instruments pour vérifier la teneur en humidité du bois (soit par la méthode électrique, soit par la méthode de la pesée)
- Un psychromètre (appareil à un thermomètre sec et un thermomètre mouillé) et des courbes d'équilibre pour déterminer l'humidité de l'air ambiant

Les vérifications peuvent être faites à divers moments, à condition d'être quotidiennes. Quand elles sont faites par plusieurs contremaîtres, chacun d'eux doit avoir des tâches limitées et bien déterminées. Le mieux est cependant d'affecter un inspecteur chargé spécialement du contrôle de la qualité.

Dans tous les cas, les résultats doivent être consignés, de préférence sous forme de tableaux dans un registre spécial pour faciliter les vérifications. Les observations consignées permettent par exemple de déterminer ultérieurement de nouvelles conditions de fabrication, ce qui est très important au cas où on recevrait des réclamations concernant la qualité des produits. Les notes du registre peuvent être comparées avec les rapports que les entreprises font sur le calcul des coûts et elles présentent autant d'intérêt pour les dirigeants d'usine.

Dans la production en série, une gamme relativement limitée d'articles est fabriquée en grande série. Les installations de production sont généralement plus grandes que dans le cas de la fabrication à l'unité et l'automatisation est plus poussée.

Les coûts unitaires de la production en série étant relativement faibles, il est possible d'investir davantage pour obtenir une meilleure qualité. L'automatisation et la spécialisation de la main-d'oeuvre donnent une plus grande importance au contrôle de la qualité.

En effet, s'il n'y avait aucun contrôle de la production en série, les articles défectueux risqueraient de s'accumuler avant qu'on puisse les déceler.

Dans la production en série, on peut se contenter de contrôler par le type de sondage mentionné plus haut à propos des travaux sur commande. Mais le contrôle statistique (mathématique) de la qualité est nettement préférable. Cette tâche ne doit être confiée qu'à un spécialiste ou à un ouvrier très qualifié. L'objet et les moyens de contrôle sont les mêmes que dans le cas précédent. La différence réside dans le fait que les mesures des échantillons se font selon un programme rigoureux, qu'elles sont relativement fréquentes et que le traitement des données obtenues est mathématique (il s'agit essentiellement de l'analyse des résultats du contrôle). La place manque ici pour étudier comme il conviendrait le contrôle statistique de la qualité, mais il existe une documentation très riche sur le sujet. On trouvera dans la bibliographie ci-après quelques titres d'ouvrages représentatifs.

Bibliographie

- Arkin, H. et R.C. Colton. Tables for statisticians. New York, Barnes and Noble, 1957.
- Barnes, R. M. Motion and time study. New York, Wiley, 1949.
- Bowman, E. H. et R. B. Fetter. Analysis for production management, Homewood, III., Irwin, 1961.
- Cochran, W. G. et G. M. Cox. Experimental design, New York, Wiley, 1950.
- Ducan, A. J. Quality control and industrial statistics. Ed. rev. Homewood, III, Irwin, 1959.
- Fisher, E. A. The design of experiments. 7ème éd. New York, Hafner, 1960.
- Grant, E. L. Principles of engineering economy. New York, Ronald, 1946.
- Grant E. L. Statistical quality control. New York, McGraw-Hill, 1952.
- Snedecor, G. W. Statistical methods. 7ème éd. Ames, Iowa, Iowa State University Press, 1956.
- Spiegel, M. T. Theory and problems of statistics. New York, Schaum, 1961.
- Nations Unies. Organisation des Nations Unies pour le développement industriel. Sources d'information sur le contrôle de la qualité dans l'industrie. 1973. 58 p.
(UNIDO/LIB/SER.D/6)

XXXI. LE CONTROLE DE LA QUALITE DANS L'INDUSTRIE DU MEUBLE*

La compétitivité d'un produit dépend dans une large mesure de sa qualité. C'est pourquoi la publicité se sert beaucoup pour les produits industriels d'expressions telles que "produit de grande qualité", "qualité exportation", etc. Pour le consommateur, c'est la qualité d'un produit qui fait son utilité ou valeur d'usage.

Aucun procédé de fabrication ne garantit la constance de la qualité; certaines variations sont naturelles et inévitables. La meilleure qualité n'est possible, avec les moindres variations, que par la fabrication unitaire, qui permet de façonner et d'assembler séparément chaque pièce ou élément, seule façon d'obtenir la qualité souhaitée.

Si la production en série ne peut éviter certaines variations de qualité, on peut réduire ces variations au minimum. Pour un produit donné, comme pour ses éléments et ses matières premières, on établit des marges de tolérance puis on les vérifie au moyen d'un contrôle systématique de la qualité. En matière de qualité, il ne faut ni viser trop haut ni viser trop bas; dans un cas comme dans l'autre, le produit supporterait mal la concurrence. Si les normes de qualité d'un produit étaient fixées au-dessus de celles des autres produits de sa catégorie, les prix de revient seraient excessifs et le produit devrait être vendu trop cher.

Par comparaison avec d'autres branches industrielles, les causes des variations de la qualité sont multiples dans l'industrie du meuble en bois. Les variations types sont les suivantes :

- a) Caractéristiques et état du bois de sciage : teneur en humidité, nombre et taille des noeuds ainsi que divers autres défauts, densité, résistance à divers facteurs;
- b) Caractéristiques et état des autres matières premières et des produits semi-manufacturés : placages, panneaux dérivés du bois, éléments en plastique, accessoires;
- c) Précision des cotes des pièces usinées : épaisseur, largeur, longueur, assemblages, formes;
- d) Précision des cotes des ouvrages après montage : cotes extérieures et intérieures, jeu entre parties mobiles;
- e) Qualité de la finition de surface : régularité de la surface, nuances des teintes, brillant des surfaces vernies;
- f) Durabilité des ouvrages finis.

Le contrôle de la qualité se compose de la vérification des cotes et autres caractéristiques, qui doit être systématiquement répétée. Malgré l'abondance des variables, les normes de qualité des produits peuvent être largement améliorées par l'emploi d'un matériel approprié et simple. Comme une bonne partie de ce matériel peut être fabriquée dans l'usine même, les dépenses sont peu élevées.

* Par Pekka J. Paavola, Institut technique de Lahti, Lahti (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.209/24.)

CONTROLE DE LA QUALITE DES MATIERES PREMIERES

Le contrôle de la qualité doit commencer par l'inspection des matières premières à transformer ou à employer. Ce contrôle se fait :

- a) A l'achat ou à la commande des matières;
- b) A la réception des matières;
- c) Avant la transformation ou l'emploi des matières.

Le bois de sciage, par exemple, est habituellement acheté à l'extérieur dans des scieries et il doit être examiné dans le parc à bois de la scierie au moment de la commande du lot. Le même principe s'applique aux placages. La vérification s'impose habituellement à la réception à l'usine pour s'assurer que le lot choisi a été effectivement livré. Tous les produits semi-manufacturés et les autres matières doivent être vérifiés à la réception. Un des contrôles les plus importants avant la fabrication est le contrôle de l'humidité du bois, des placages et des panneaux dérivés du bois.

L'examen des principales matières porte habituellement sur les fournitures brièvement étudiées ci-dessous.

Bois de sciage ou bois massif

L'examen du bois de sciage porte sur les points suivants :

- a) Nature du bois (essence). L'examen est parfois difficile pour les essences tropicales. Des essais seront peut-être indispensables;
- b) Qualité : nombre, taille et répartition des noeuds; fentes en bout; pourriture et autres défauts; teinte et structure du grain si nécessaire;
- c) Dimensions : épaisseur et ses variations; largeur et longueur des planches si nécessaire;
- d) Teneur moyenne en humidité et répartition de l'humidité à l'intérieur des planches. Ce renseignement doit être connu avant le séchage (à l'air ou artificiel) et il exige le prélèvement d'éprouvettes. (Voir plus loin "Contrôle de la teneur en humidité du bois massif".)

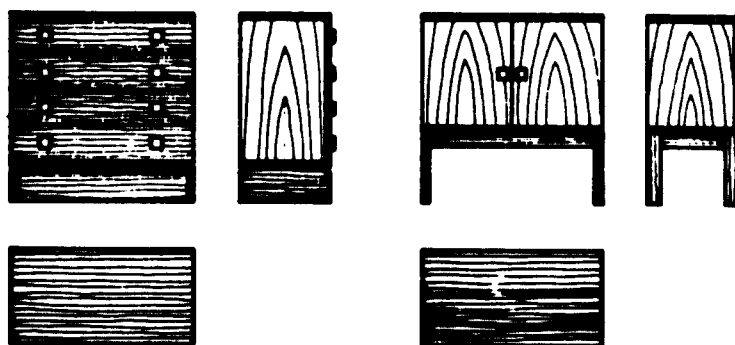
Placages

L'examen des placages doit déterminer les points suivants :

- a) Nature du placage (essence);
- b) Teinte et structure du grain;
 - i) L'examen doit se faire de préférence à la lumière du jour ou à la lumière de puissantes lampes à incandescence. Les tubes fluorescents ne sont pas recommandés à cause de leurs propriétés spectrales inadéquates;

- ii) L'uniformité de la qualité des divers lots est très importante, surtout pour la fabrication de meubles en éléments;
 - iii) L'examen peut se faire par comparaison avec un échantillon de référence, conservé en temps normal dans un endroit obscur;
 - iv) Les motifs en arceau sont habituellement acceptés jusqu'à un certain point pour les éléments où le sens du fil doit être vertical, notamment pour les portes de bahuts et les panneaux latéraux (figure I);
 - v) Les éléments dont le sens du fil doit être horizontal exigent des placages à motifs rectilignes et étroits, notamment pour les plateaux de tables et les dessus de bahuts, les faces de tiroirs, etc. (figure I);
- c) Epaisseur et ses variations : le micromètre est l'instrument de mesure le plus approprié;
- d) Régularité de la surface : la surface doit être plane et lisse;
- e) Teneur en humidité :
- i) La manipulation des placages exige un minimum de 10 à 12 % d'humidité pour éviter les fentes. Le placage trop sec est cassant;
 - ii) La teneur idéale au moment du placage dans une presse à chaud doit être inférieure de 2 % environ à celle du panneau ou du bois massif employé pour l'âme;
 - iii) Si le placage est trop humide au moment de l'encollage, il faut examiner sa surface dès que le panneau plaqué a atteint sa teneur d'équilibre en humidité.

FIGURE I. PLACAGE SELON LE SENS DU FIL



Panneaux dérivés du bois

Ce groupe se compose des panneaux de particules, des contre-plaqués, des panneaux lattés et des panneaux de fibres. L'examen a surtout pour objet de s'assurer des points suivants :

- a) Qualité de la surface : qualité à plaquer ou à peindre. Les colles urée-formol exigent des surfaces lisses pour faciliter l'adhérence;

- b) Epaisseur et ses variations : la tolérance est habituellement de $\pm 0,3$ mm, mais des variations plus importantes ne sont pas rares. Le pied à coulisse ou micro-mètre est l'instrument de mesure le plus approprié;
- c) Teneur en humidité : la teneur en humidité au moment du façonnage doit être à peu près la même que celle du bois massif, c'est-à-dire égale à la teneur d'équilibre prévue pour l'utilisation.

Colles, peintures et vernis

Le contrôle des colles se fait par des essais de collage. La viscosité des peintures et des vernis doit être déterminée avant l'emploi au moyen d'un viscosimètre normalisé, comme une coupe Ford No 4 (figure II) d'une contenance de 100 cm^3 . La viscosité est indiquée par le nombre de secondes que met la peinture ou le vernis pour s'écouler par le trou pratiqué à la base de la coupe. Le temps d'écoulement doit correspondre aux recommandations du fabricant de la peinture ou du vernis.

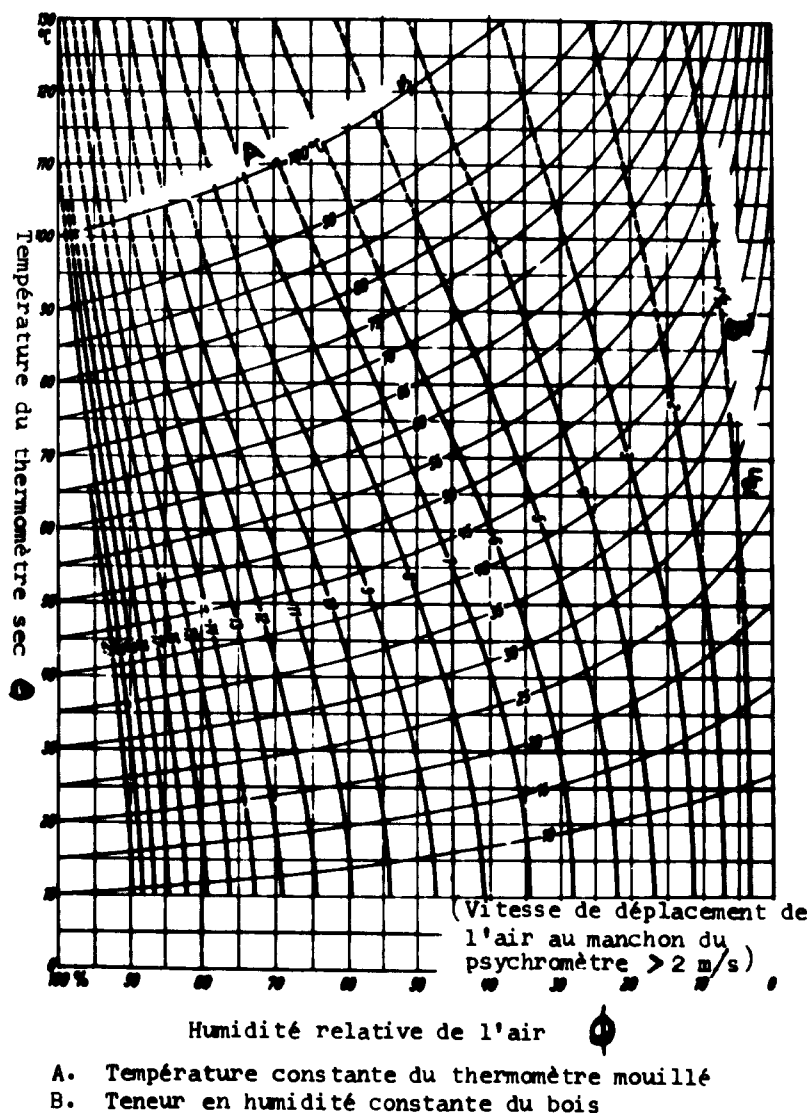
FIGURE II. DETERMINATION DE LA VISCOSITE AVEC UNE COUPE FORD



CONTROLE DE LA TENEUR EN HUMIDITE DU BOIS MASSIF

Toute fabrication de qualité exige un bois ayant une certaine teneur en humidité. Le bois est une matière hygroscopique dont la teneur en humidité s'équilibre normalement avec celle de l'air ambiant. Cette "teneur d'équilibre" varie selon l'humidité relative et la température de l'air ambiant. Si l'humidité relative a une influence décisive, l'effet de la température est moins sensible. Le graphique de la figure III démontre que la teneur d'équilibre moyenne varie en fonction de l'humidité relative et de la température de l'air. Les valeurs indiquées s'appliquent dans la pratique à toutes les essences.

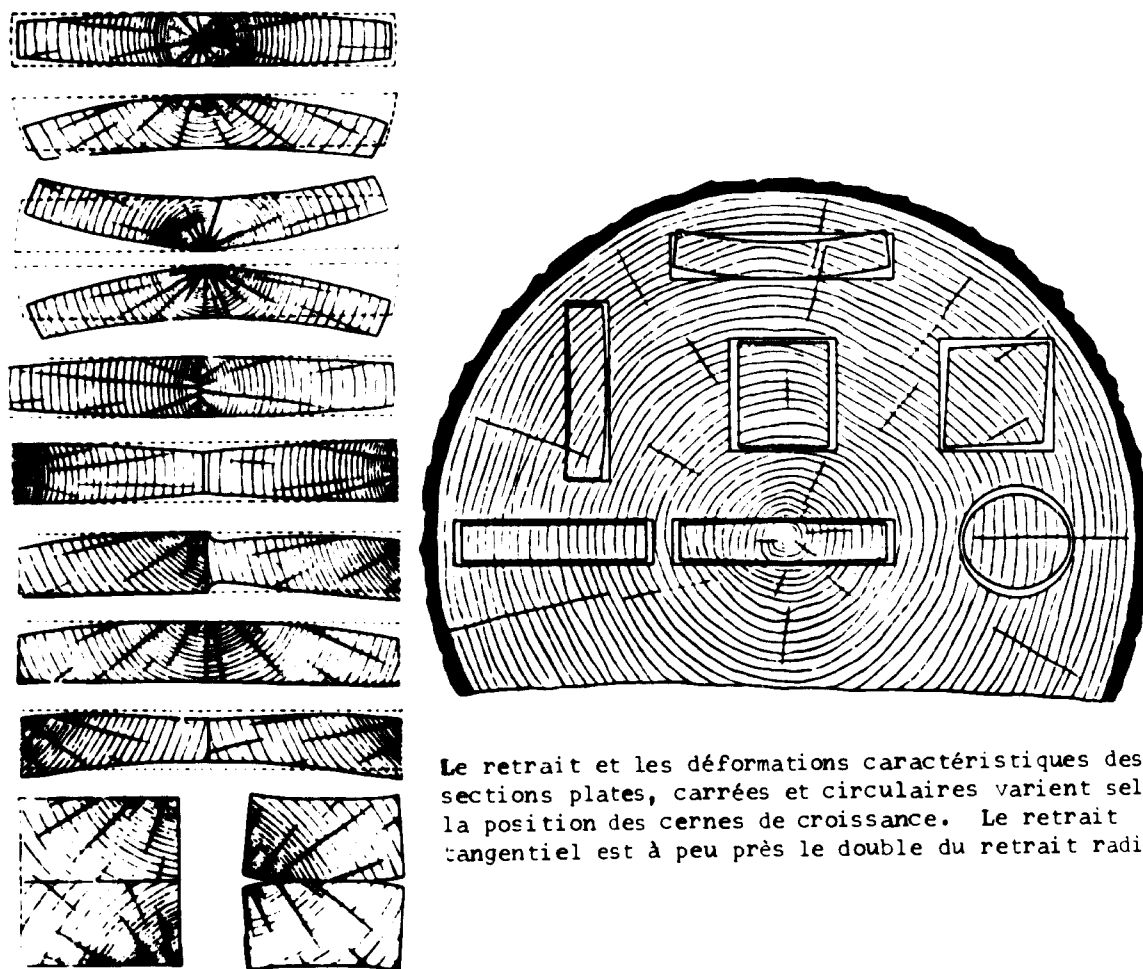
FIGURE III. DETERMINATION DE LA TENEUR D'EQUILIBRE EN HUMIDITE DU BOIS EN FONCTION DE L'HUMIDITE RELATIVE ET DE LA TEMPERATURE DE L'AIR



Source : R. Keylwerth et données chiffrées par le United States Products Laboratory, Madison, Wisconsin (Etats-Unis). (Exemple : pour une température au thermomètre sec (1) égale à 45°C, une humidité relative de l'air (2) égale à 55 % et une température au thermomètre mouillé (3) égale à 36°C, la teneur d'équilibre en humidité du bois est de 9 %.)

Le retrait et le gonflement dus aux variations de l'humidité sont parmi les caractéristiques les plus défavorables du bois massif. Outre les modifications des dimensions, des déformations apparaissent dans la section des pièces de bois parce que le retrait et le gonflement sont beaucoup plus sensibles dans le sens tangentiel (T) que dans le sens radial (R) (cernes de croissance). La figure IV montre les principales déformations d'une section transversale dues au retrait. Le tableau 1 indique en pourcentage les variations dimensionnelles moyennes de certaines essences soumises à une variation de 1 % de leur teneur en humidité. Par exemple, si l'on suppose que dans une usine de meubles le bois est soumis à une variation de ± 1 % en cours de fabrication, la largeur d'une pièce en chêne, ayant une cote nominale de 50 cm (sens T), variera de $\pm 0,16$ mm.

FIGURE IV. COUPES D'UNE PIECE DE BOIS MONTRANT LES DEFORMATIONS DUES AU RETRAIT



Le retrait et les déformations caractéristiques des sections plates, carrées et circulaires varient selon la position des cernes de croissance. Le retrait tangentiel est à peu près le double du retrait radial.

Tableau 1.
Retraits tangentiel et radial de diverses essences
pour un abaissement de 1 % de l'humidité du bois
(Pourcentage)

Essence	Tangentiel	Radial	Essence	Tangentiel	Radial
Pin de Parana	0,33	0,19	Karri	0,43	0,33
Sapin	0,33	0,19	Limba	0,22	0,17
Tsuga	0,25	0,13	Tilleul	0,30	0,23
Pin	0,32	0,19	Lavoa	0,26	0,17
Thuya	0,20	0,09	Acajou	0,20	0,15
Abachi	0,19	0,11	Makoré	0,27	0,22
Bahia	0,29	0,18	Niangon	0,36	0,19
Kokrodua	0,32	0,18	Noyer	0,30	0,20
Doussié	0,22	0,11	Okoumé	0,24	0,16
Tola	0,20	0,11	Ramin	0,39	0,19
Erable	0,30	0,20	Robinier	0,33	0,24
Satiné	0,25	0,16	Marronnier d'Inde	0,25	0,10
Bilinga	0,30	0,16	Hêtre	0,38	0,22
Azobé	0,40	0,31	Orme	0,29	0,20
Chêne	0,32	0,19	Sapelli	0,26	0,19
Frêne	0,38	0,21	Teck	0,26	0,16
Green heart	0,35	0,29	Sipo	0,25	0,20
Guarea	0,27	0,20	Saule	0,35	0,26
Iroko	0,28	0,19	Yang	0,41	0,25

En cours de façonnage du bois, la teneur en humidité idéale doit être la teneur d'équilibre de l'utilisation finale, ce qui revient à dire que l'atmosphère de l'usine doit avoir l'humidité relative et la température de cette utilisation. Comme les différentes phases de la fabrication en série des meubles en bois durent plusieurs semaines ou plusieurs mois, les diverses pièces des meubles atteindront vraisemblablement cet équilibre en cours de fabrication. C'est là un problème qui se pose surtout dans la zone tropicale humide, particulièrement quand on fabrique des meubles à exporter dans des pays à climat moins humide. Par exemple, si le marché envisagé exige 10 % de teneur en humidité et que la teneur d'équilibre soit de 16 % dans l'usine, l'usinage, la finition de surface et l'emballage sous plastique étanche à l'air doivent se faire immédiatement après le séchage artificiel. La solution idéale - et coûteuse - de ce problème serait de climatiser toute l'usine. La meilleure façon de mesurer l'humidité relative de l'air dans les entrepôts et les ateliers de l'usine est d'employer des hygromètres à lecture directe en pourcentage. Ces instruments doivent être placés dans un endroit central, sur un pilier par exemple.

Le contrôle de la teneur en humidité du bois doit se faire aux stades suivants :

- a) Chaque fois que possible à l'achat et à la commande d'un lot en scierie;
- b) A la réception du lot à l'usine de meubles;
- c) Avant séchage artificiel; le bois est habituellement livré séché à l'air;
- d) En cours de séchage artificiel, s'assurer que l'opération se déroule conformément aux exigences de l'essence et de l'épaisseur en question;
- e) Après séchage artificiel, contrôler la teneur finale en humidité;
- f) En cours d'usinage et pendant les autres stades de la fabrication;
- g) Avant l'emballage des ouvrages finals.

DETERMINATION DE LA TENEUR EN HUMIDITE

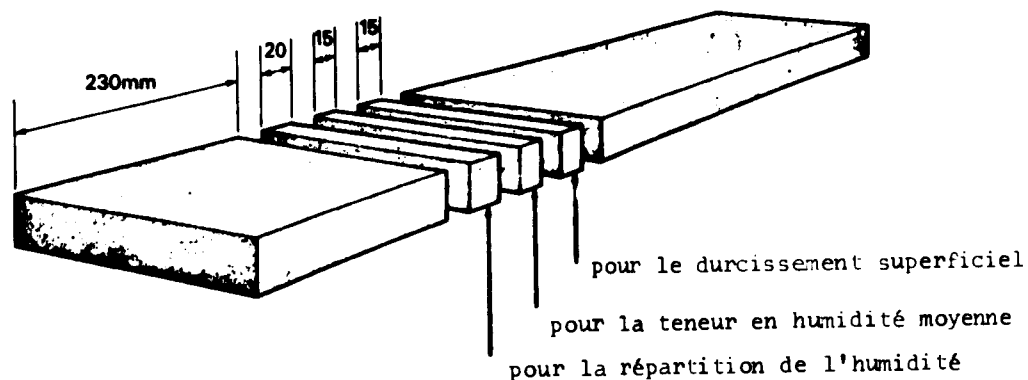
La teneur du bois en humidité se détermine habituellement avec un psychromètre (instrument composé d'un thermomètre sec et d'un thermomètre mouillé) ou avec un hygromètre électrique. Le psychromètre donne la mesure la plus précise, mais l'opération est longue et elle exige le prélèvement d'une éprouvette. Toutefois, cette méthode est si précise qu'on l'emploie couramment pour la mesure de la teneur en humidité pendant le séchage artificiel. Les éprouvettes doivent être sciées dans les planches comme indiqué à la figure V.

L'éprouvette est pesée, puis elle est placée dans une étuve de laboratoire chauffée à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; elle y est maintenue jusqu'au moment où son poids ne varie plus, c'est-à-dire jusqu'au moment où l'eau contenue dans le bois a entièrement disparu. La teneur en humidité est alors calculée à l'aide de la simple formule suivante :

$$\text{Teneur en humidité} = \frac{\text{poids initial ou humide} - \text{poids sec}}{\text{poids à sec}} \times 100 \%$$

Pour peser des éprouvettes ordinaires, on se sert de balances ayant une capacité de 200 g et une sensibilité de 0,1 g.

FIGURE V. DECOUPAGE D'ÉPROUVETTES POUR LA DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN HUMIDITÉ



Hygromètres électriques

Les hygromètres électriques sont moins précis, mais ils permettent de déterminer rapidement la teneur en humidité des bois et donnent toute satisfaction pour cette opération de contrôle. Si ces appareils sont entretenus et employés avec soin, et si les corrections nécessaires sont faites pour tenir compte de l'essence et de la température, on peut obtenir une précision de $\pm 1\%$ pour une variation de 7 à 25 % de la teneur en humidité. Les hygromètres à résistance (figure VI), munis d'électrodes à pointe ou à lame d'une dizaine de millimètres de longueur, donnent la teneur en humidité d'une planche de 25 mm d'épaisseur. Pour des pièces de bois plus épaisses, la répartition de l'humidité doit toujours être déterminée en enfonçant à diverses profondeurs des électrodes à pointe, ou en considérant que la valeur obtenue en enfonçant les pointes à un cinquième de l'épaisseur est représentative de la teneur moyenne en humidité de la pièce de bois considérée.

Les hygromètres électriques peuvent aussi servir à déterminer l'humidité des panneaux de particules et des panneaux de fibres, à condition de faire les corrections indispensables. Les tables de correction nécessaires sont habituellement fournies avec l'appareil. Pour les placages, il faut employer des électrodes à plaque.

Contrôle de l'humidité en cours de séchage artificiel

Le contrôle du séchage artificiel se fait en mesurant l'humidité relative de l'air dans les cellules de séchage. L'humidité relative est déterminée au moyen d'un psychromètre, instrument composé d'un thermomètre sec et d'un thermomètre mouillé (figure VII), ou avec des instruments électriques. Les séchoirs préfabriqués les plus modernes sont entièrement automatisés et fonctionnent selon des programmes établis à l'avance.

FIGURE VI. HYGROMETRES A RESISTANCE ELECTRIQUE

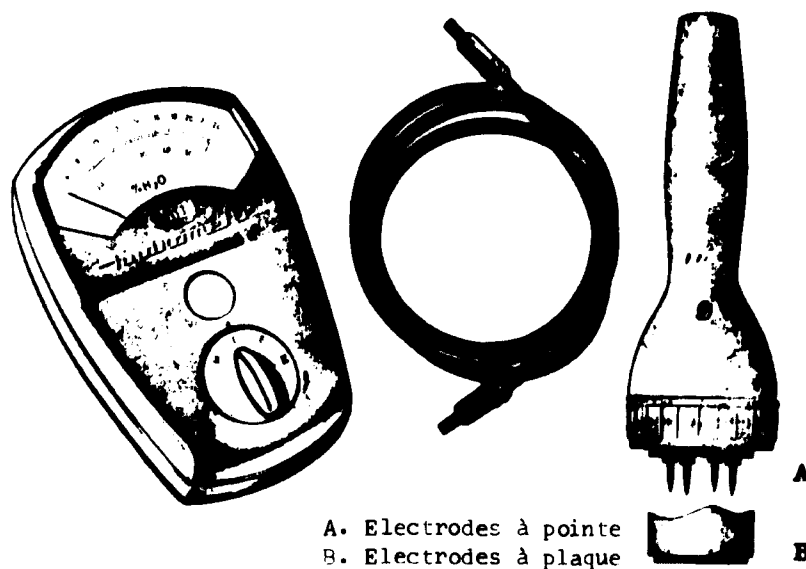
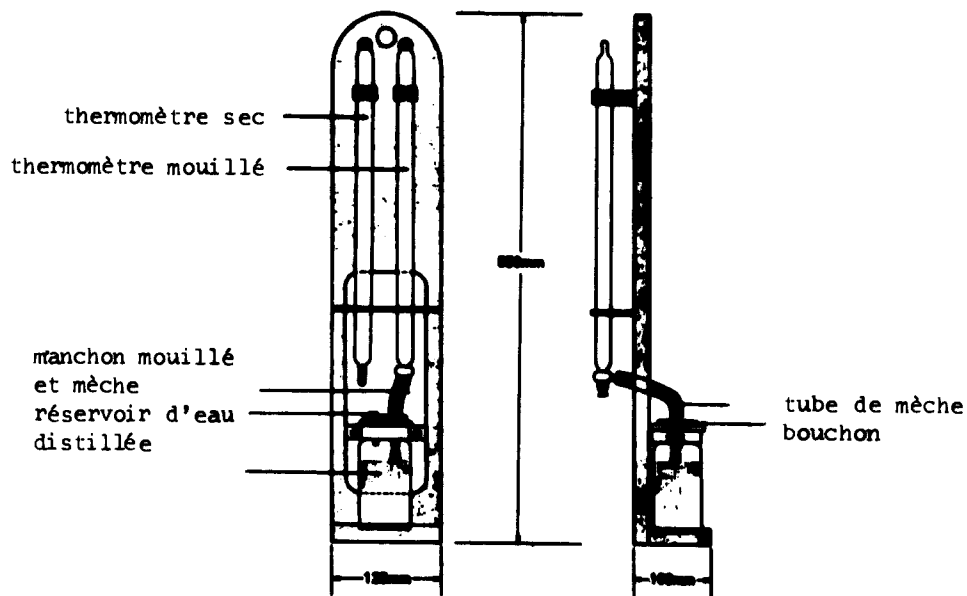


FIGURE VII. PSYCHROMETRE



CONTROLE DE LA PRECISION DE L'USINAGE

La précision des outils des machines à bois ne dépasse pas $\pm 0,05$ mm quand les roulements sont en bon état. Mais des études faites dans les industries du meuble et de la menuiserie ont montré que dans la pratique la précision maximale d'usinage des pièces ne dépasse pas $\pm 0,1$ à $\pm 0,3$ mm, compte tenu des variations dimensionnelles dues à l'évolution de la teneur

en humidité pendant la fabrication. La précision de certains travaux minutieux, comme les assemblages, est habituellement supérieure à celle de l'usinage des grosses pièces : si un trou de tourillon de 10 mm de diamètre peut normalement être percé avec une précision de $\pm 0,15$ mm, une traverse de table longue de 1 000 mm sera difficilement coupée à la scie avec une précision supérieure à $\pm 0,3$ mm. Ces chiffres se réfèrent à la précision en travail continu, c'est-à-dire qu'ils indiquent les limites extrêmes des variations obtenues dans la pratique. La précision de l'équerrage des panneaux est surtout importante pour la fabrication des meubles en éléments tels que bibliothèques, meubles de bureau et meubles de cuisine. L'équerrage peut varier de ± 1 mm pour des panneaux de moins de 0,50 m de large quand la mise au format se fait à la tenonneuse double.

Une des conditions de l'adoption de normes de qualité réalistes pour la précision de l'usinage est la connaissance de la précision de toutes les machines employées. On peut penser que la précision des machines à bois est effectivement inférieure à ce que l'on croit d'habitude, mais la précision de l'usinage est dans beaucoup de cas très inférieure à ce qu'elle devrait être. Cet état de choses est en général dû à la mauvaise utilisation des machines, au mauvais état des machines et de leurs outils, ou à l'emploi d'outils inadéquats.

Avantages d'une grande précision

Les avantages d'une grande précision (la plus grande possible dans des conditions données) et d'un contrôle rigoureux sont les suivants :

- a) Les pièces des différentes séries sont interchangeables;
- b) Les pièces coulissantes peuvent être usinées sans exiger un ajustage à la main avant le montage;
- c) Les assemblages sont faciles à mettre en place et ils sont résistants;
- d) La fabrication en grande série est possible;
- e) Le nombre des pièces et des ouvrages défectueux est réduit;
- f) La commercialisation est plus facile;
- g) Les réclamations des clients sont moins nombreuses;
- h) La rentabilité est meilleure.

Pour obtenir cette grande précision, il faut :

- a) Entretenir régulièrement les machines conformément à leur notice d'emploi;
- b) Employer des outils adéquats;
- c) Employer des outils bien entretenus;
- d) Régler les machines à l'aide de régleurs de précision à cadran et de calibres de réglage. Le réglage se vérifie dans les meilleures conditions par des passes d'essai et à l'aide de calibres de vérification des cotes nominales;
- e) Se servir constamment de dessins cotés indiquant les cotes nominales à obtenir;

- f) N'employer que des instruments de mesure de bonne qualité : mètre ruban en acier, pied à coulisse, rapporteur d'angles, etc. (figure VIII);
- g) Dissimuler les écarts de cotes inévitables par des adaptations structurelles et en incorporant ces adaptations à la conception des ouvrages (figure IX);
- h) Vérifier les cotes en cours d'usinage avec des calibres et des gabarits de cotes nominales (figure X);
- i) Employer chaque fois que possible des gabarits d'usinage et de montage (figure XI);
- j) Eclairer convenablement les ateliers d'usinage et de montage;
- k) Contrôler constamment la précision par des sondages.

Comme indiqué plus haut, l'emploi de dessins cotés indiquant les cotes nominales à obtenir est la condition même de la précision pour toute fabrication en série. Ces indications sont nécessaires pour les opérations suivantes :

- a) Réglage des machines et de l'équipement;
- b) Conception et fabrication de gabarits d'usinage et de montage;
- c) Contrôle des mesures à l'usinage et au montage.

Instruments de mesure usuels

Les instruments de mesure suivants doivent être employés pour les travaux mentionnés plus haut :

Mètre ruban gradué en millimètres
Mètre rigide gradué en millimètres
Pied à coulisse au 1/10ème ou au 1/20ème de millimètre
Equerres droites
Rapporteurs d'angles réglables

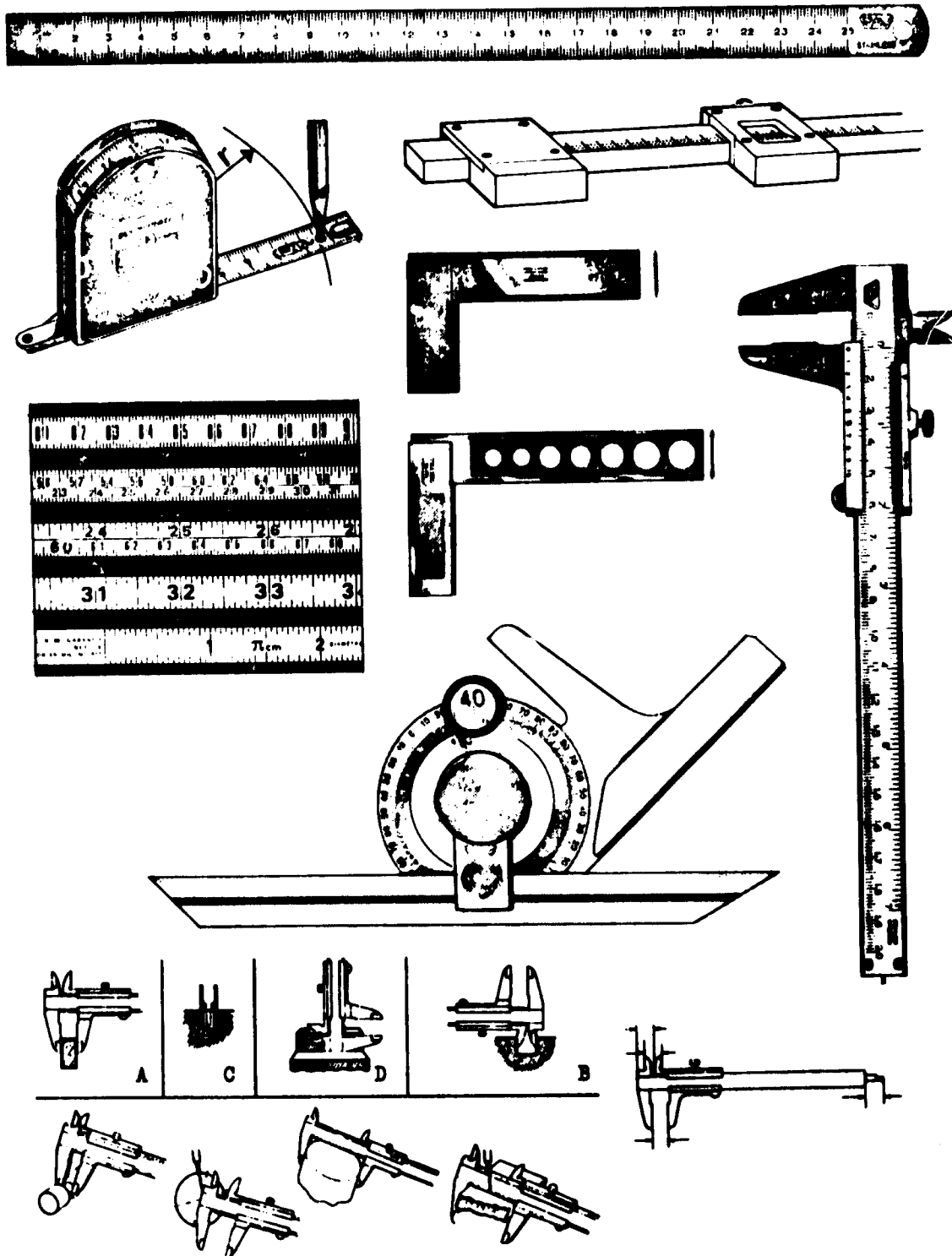
N'employer que des instruments de très bonne qualité. Veiller tout particulièrement à ce que tous les instruments de mesure soient employés et rangés convenablement. Mettre au rebut les mètres dont les divisions sont effacées, les pieds à coulisse dont les becs de mesure sont usés et tous autres instruments endommagés. Les instruments de mesure usuels les plus indispensables sont représentés à la figure VIII.

Calibres de cotes nominales

Le réglage des machines et le contrôle ultérieur des cotes d'usinage sont largement facilités par l'emploi de calibres de cotes nominales, spécialement fabriqués pour tel ou tel travail. Les types les plus courants sont :

Calibres de longueur et de largeur
Calibres d'épaisseur
Calibres de perçage
Calibres d'assemblage
Calibres ou gabarits de moulurage

FIGURE VIII. INSTRUMENTS DE MESURE USUELS



Source : Institut de technologie (Danemark), service de technologie du bois, "Measuring Instruments".

FIGURE IX. COMMENT DISSIMULER L'INEXACTITUDE DES COTES

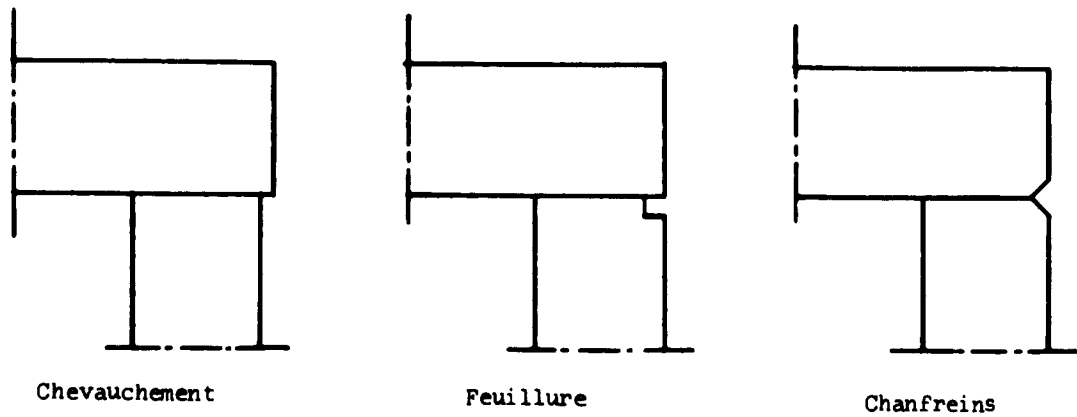
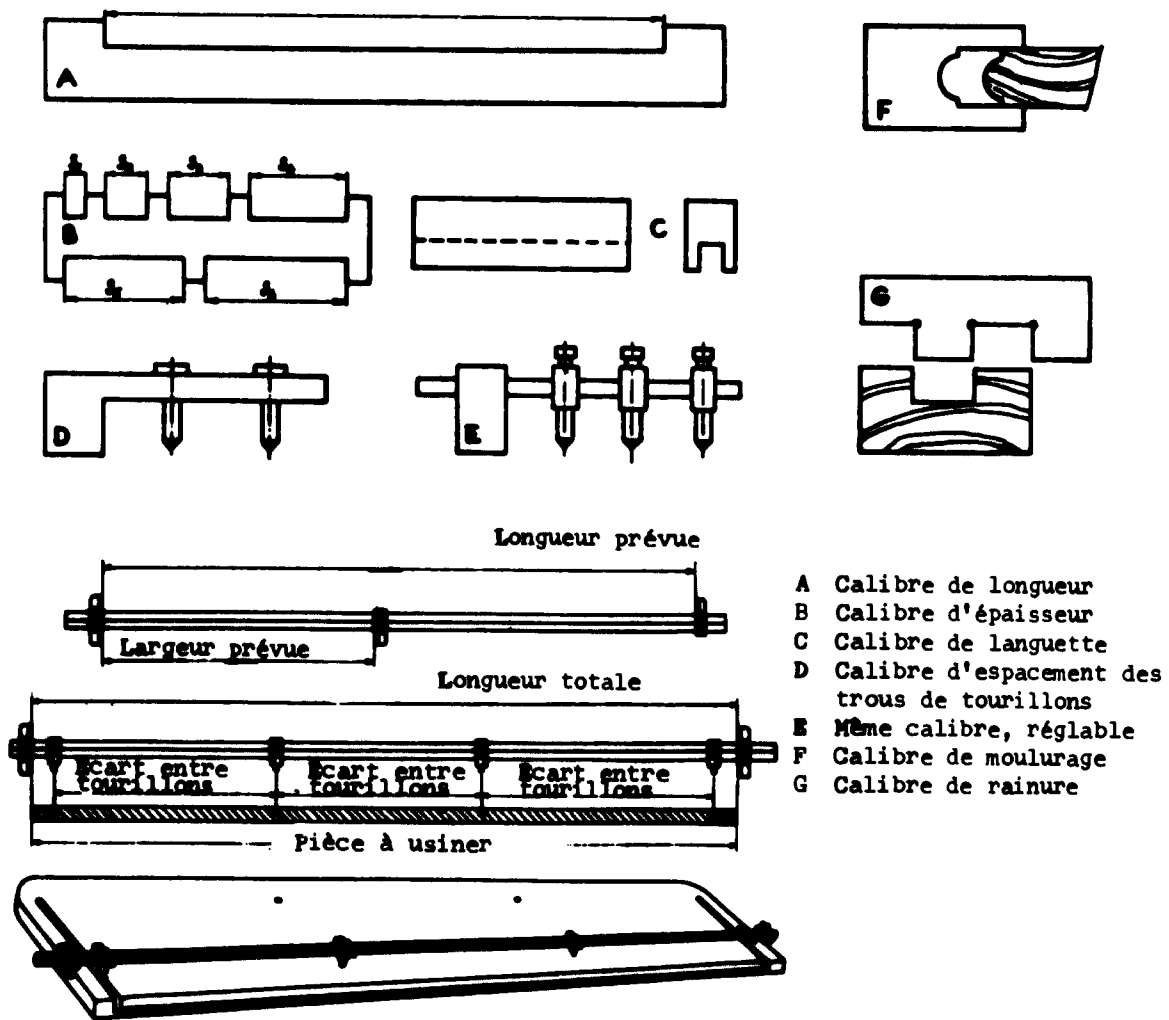
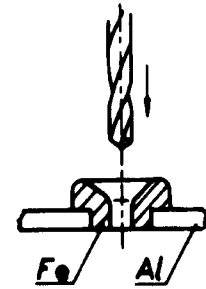
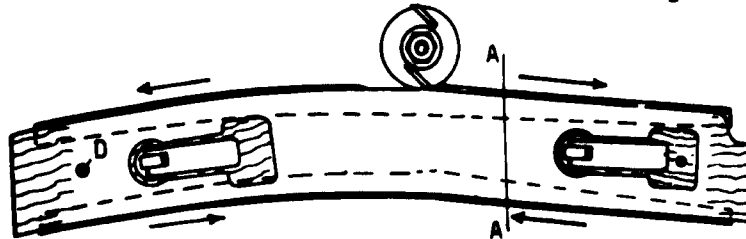
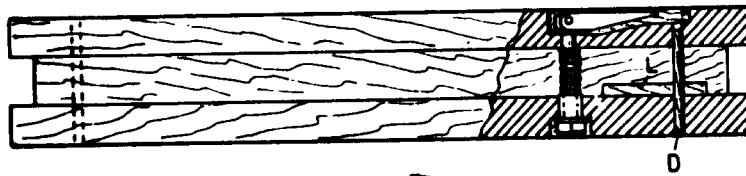
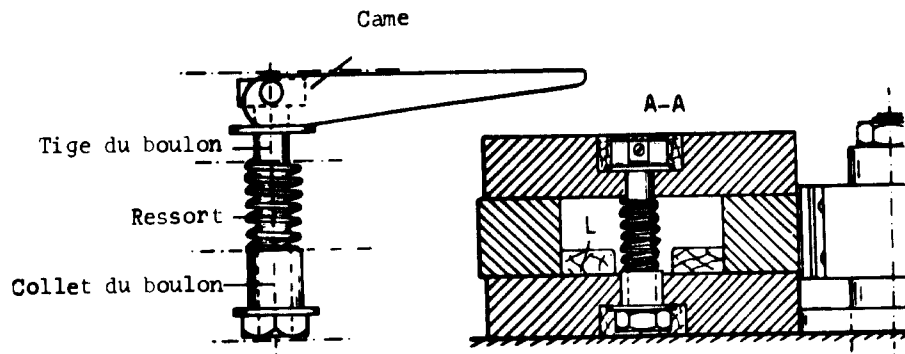


FIGURE X. CALIBRES DE COTES NOMINALES



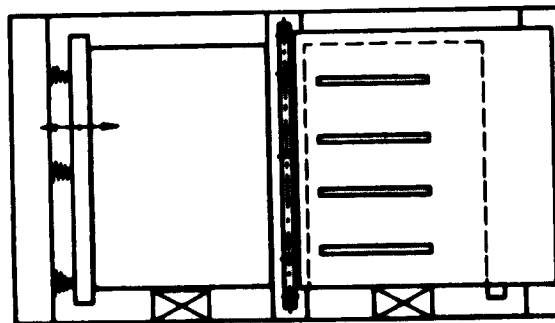
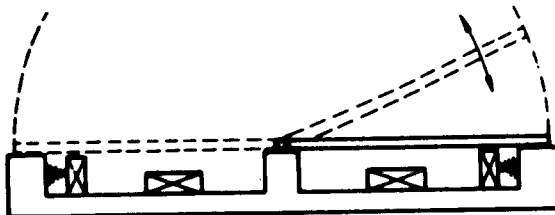
- A Calibre de longueur
- B Calibre d'épaisseur
- C Calibre de languette
- D Calibre d'espacement des trous de tourillons
- E Meme calibre, réglable
- F Calibre de moulurage
- G Calibre de rainure

FIGURE XI. GABARITS D'USINAGE ET DE MONTAGE

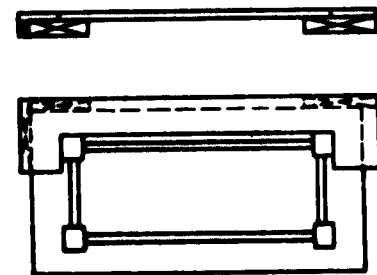


Gabarit pour le toupillage des côtés incurvés d'un pied de chaise galbé

Détail d'un gabarit de perçage pour une perceuse à main



Gabarit pour l'agrafage des liteaux de coulisse d'un tiroir



Gabarit pour le montage d'un piétement de bahut

Le principe de fabrication de ces divers calibres est représenté à la figure X. La meilleure matière est l'acier ou le duralumin. On peut dans certains cas se servir du bois, à condition que l'humidité relative varie peu à l'intérieur de l'usine. Le bois et le contre-plaqué ne doivent servir qu'à fabriquer le corps de l'instrument, le métal servant obligatoirement à faire les organes de mesure. Se rappeler qu'en pratique la longueur (sens du fil) d'une pièce de bois est la seule dimension que l'on puisse considérer comme constante dans la plupart des cas. Pour les instruments découpés dans de la tôle, comme les calibres d'épaisseur, les angles de la découpe doivent être évidés pour le passage des éclats et des bavures que l'usinage laisse sur les arêtes des pièces à vérifier.

Ces calibres sont souvent conçus pour plusieurs opérations de mesure : un calibre façonné dans une tringle peut donner la longueur et la largeur d'un panneau. Si le calibre est réglable, on peut l'adapter ultérieurement à la prise d'autres mesures. Les modèles réglables doivent être en acier. Le calibre d'épaisseur de la figure X est conçu pour vérifier l'épaisseur de rabotage. Ses diverses épaisseurs sont les plus couramment employées dans l'usine. Ces épaisseurs ont été établies d'après les épaisseurs normalisées des bois de sciage bruts : une épaisseur brute de 25 mm donne habituellement après rabotage 20 mm, 19 mm donnant 14 mm, etc.

Les pièces sont convenablement usinées quand le calibre s'y adapte en le poussant légèrement. Si le calibre s'enfonce sans aucun effort, la pièce est trop petite; s'il faut forcer beaucoup, la pièce est trop grosse. Le "sens de la tolérance" se trouve donc au bout des doigts. L'emploi des calibres de mesure nominale s'apprend sans peine. Les principaux avantages de ces instruments sont :

- a) Aucun risque d'erreur de lecture;
- b) Le réglage des machines et de l'équipement est plus précis et plus rapide qu'avec des instruments de mesure ordinaires;
- c) Le contrôle continu des cotes en cours d'usinage se fait par des sondages fréquents, faciles, sûrs et rapides;
- d) Le contrôle des cotes est rigoureux, même dans des ateliers mal éclairés.

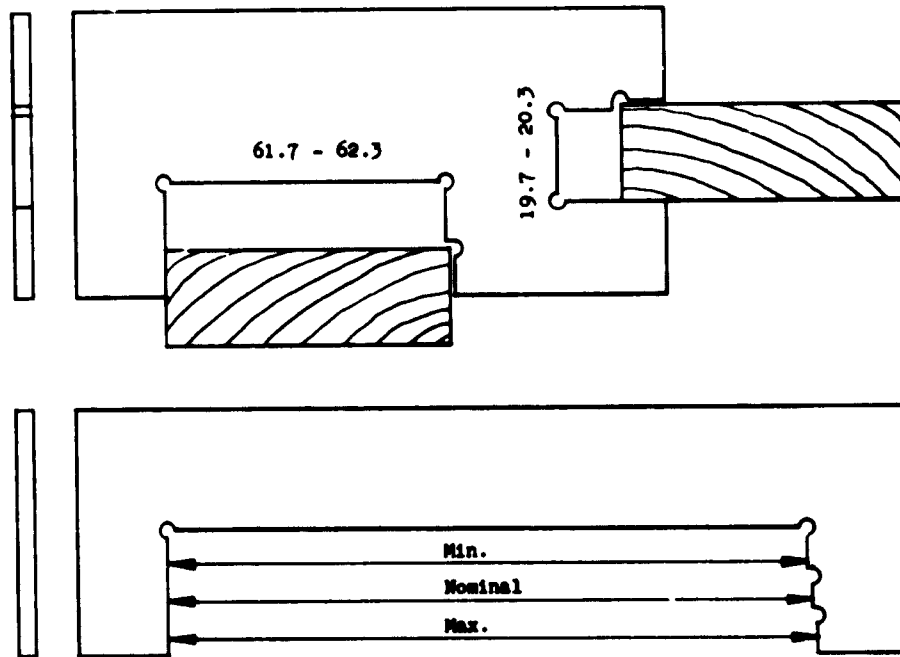
Calibres de tolérance

Les véritables calibres de tolérance, qui sont couramment employés en métallurgie pour le contrôle de la qualité, peuvent aussi servir dans l'industrie du meuble si on y apporte certaines modifications. Mais leur emploi exige une bonne connaissance de la précision qu'ont dans la pratique les machines à bois. Quand on connaît les possibilités des diverses machines, on peut alors fixer avec réalisme des tolérances.

Par tolérance, on entend l'écart à l'intérieur duquel peut varier la dimension effective de part et d'autre de la cote nominale. Par exemple, si la largeur d'un élément en bois massif doit être usinée avec une tolérance de $\pm 0,3$ mm alors que la cote nominale est 62 mm, on pourra accepter toutes les pièces d'un lot ayant une largeur comprise entre 61,7 et 62,3 mm;

l'écart de la tolérance est dans ce cas de 0,6 mm. On peut voir à la figure XII un modèle simple de calibre de tolérance, avec cote maximale et cote minimale. L'autre calibre de cette même figure indique aussi la cote nominale, entre le maximum et le minimum tolérés. La cote intermédiaire, ou nominale, sert en particulier au réglage des machines.

FIGURE XII. CALIBRES DE TOLERANCE DECOUPES DANS DE LA TOLE



Formule de tolérance pour le montage

Pour un meuble composé de plusieurs éléments, la tolérance se calcule à l'aide de la formule suivante :

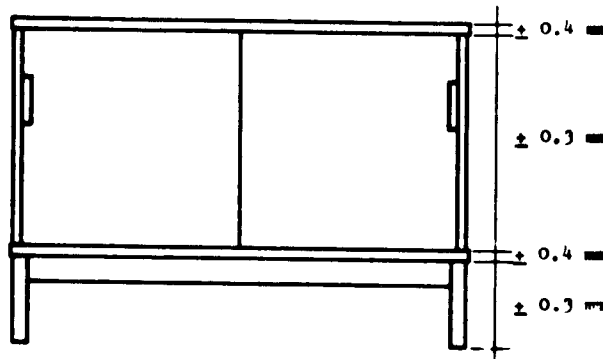
$$t = \sqrt{t_1^2 + t_2^2 + \dots + t_n^2}$$

dans laquelle $t_1, t_2 \dots t_n$ sont les tolérances des éléments

Par exemple, pour la hauteur du bahut de la figure XIII, la tolérance se calcule comme suit :

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{0,4^2 + 0,3^2 + 0,4^2 + 0,3^2} \text{ mm} \\ &= \sqrt{0,16 + 0,09 + 0,16 + 0,09} \text{ mm} \\ &= \sqrt{0,50} \text{ mm} \\ &= \pm \underline{\underline{0,7 \text{ mm}}} \end{aligned}$$

FIGURE XIII. TOLERANCES DES ELEMENTS D'UN BAHUT



L'application d'un programme complet de tolérances dans une usine de meubles procure beaucoup d'avantages. On peut alors éviter les ajustages et les retouches à la main en cours de montage parce que l'application des tolérances à tous les stades de la fabrication réduit le jeu des portes, des tiroirs et des traverses à coulisse, etc. Les tolérances doivent figurer sur tous les dessins d'exécution. Un exemple de tolérance directement applicable à l'usinage du bois est donné au tableau 2. Les valeurs ont été établies après des essais de résistance en laboratoire. On trouvera des tableaux analogues dans certains traités techniques sur le bois (par exemple Holztechnisches Taschenbuch de Blankenstein). La mise au point d'un système complet et réaliste de tolérances est une tâche complexe et délicate. C'est pourquoi l'emploi des tolérances n'est pas encore largement répandu dans l'industrie du meuble.

Dans la pratique, on se sert couramment des calibres pour faire en cours d'usinage des sondages sur des échantillons prélevés dans les divers lots de pièces. Le contrôle par calibres doit être confié au conducteur de la machine, au monteur de l'ouvrage ou à un vérificateur spécialisé.

Tableau 2
Limite inférieure et supérieure des cotes d'une mortaise et d'un tenon. La cote nominale de l'assemblage est 8 mm

<u>Dureté du bois</u>		
Bois tendre (pin, épicéa)	+0,05	+0,3
	-0,0	+0,2
Bois demi-dur (bouleau, hêtre)	+0,05	+0,2
	-0,0	+0,1
Bois dur (chêne, teck)	+0,05	+0,1
	-0,0	+0,0
Bois très dur (bois de rose, wengé)	+0,05	+0,0
	-0,0	-0,1

CONTROLE CONTINU DE LA QUALITE PAR LES OUVRIERS

Dans une usine de meubles, le contrôle de la qualité doit être considéré comme une activité continue et étendue à tous les stades de la fabrication. On évitera beaucoup de travaux inutiles en mettant au rebut toutes les pièces défectueuses, au stade même où le défaut est constaté. Par exemple, si on constate au rabotage qu'un gros noeud abaisse la qualité d'un pied de chaise, le pied en question doit être mis au rebut sans considération des autres stades de la production. On commet trop souvent l'erreur de faire des pièces défectueuses à tous les postes d'usinage, jusqu'au montage. Un montage effectué avec les pièces défectueuses est la cause de la mise au rebut d'un ouvrage complet ou de coûteuses réparations, alors même que les autres pièces seraient de bonne qualité.

Contrôle visuel pièce par pièce

Le contrôle visuel pièce par pièce est en premier lieu la responsabilité des ouvriers, notamment des conducteurs de machines. Les contremaîtres et les cadres doivent donc souligner l'importance de ce type de contrôle quand ils donnent leurs instructions à leurs subordonnés. Le contrôle est plus facile à appliquer quand l'exposé des buts et des raisons a fait clairement comprendre aux ouvriers de quoi il s'agit.

CONTROLE DE LA QUALITE AU MONTAGE

Le montage des meubles se subdivise habituellement en deux phases : montage des pièces et montage du meuble. Le montage des pièces consiste à assembler les tiroirs, les ossatures, les piètements, à agraffer les coulisses sur les côtés des tiroirs, etc.; le montage du meuble consiste à assembler tous les éléments d'un lit, d'une table, d'un siège, d'un bahut, etc. C'est à ce moment-là que les éléments résultant du montage des pièces sont incorporés au meuble. Le contrôle de la qualité doit donc se diviser en deux parties.

Principaux objectifs du contrôle

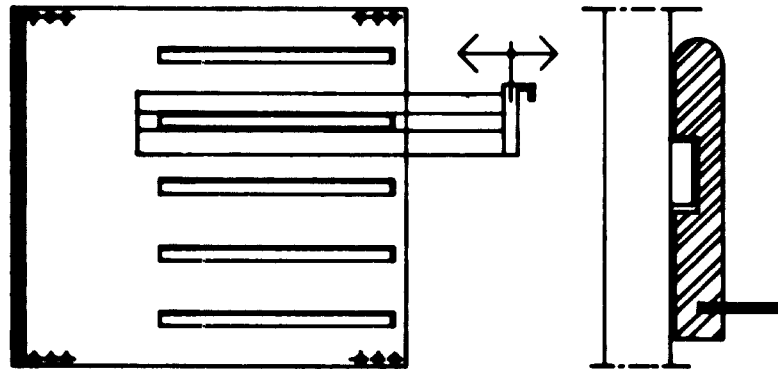
Les principaux objectifs du contrôle sont :

- Cotes principales
- Chevauchement des cotes secondaires
- Equerrage
- Autres angles
- Parallélisme des éléments (absence de voilure)
- Jeu et déplacement des parties mobiles
- Contrôle général

Gabarits de montage

Des gabarits doivent être employés chaque fois que possible pour obtenir un montage très précis. Les surfaces repères des gabarits doivent correspondre aux cotes essentielles de l'ouvrage. "Cote essentielle" s'entend d'une cote indispensable au bon fonctionnement d'un ouvrage ou d'une de ses parties. Par exemple, les tasseaux des coulisses d'un tiroir servant de support à la partie supérieure des rainures latérales; le gabarit d'agrafage doit donc être fabriqué en fonction de cette partie supérieure des rainures. La distance entre l'extrémité des tasseaux et le devant des panneaux latéraux est aussi une cote essentielle parce que c'est cette extrémité qui arrête le déplacement du tiroir. Les traits épais du dessin de la figure XIV font ressortir les points à contrôler au gabarit de montage.

FIGURE XIV. PANNEAU LATÉRAL D'UN LOGEMENT DE TIROIR AVEC SES LITEAUX DE COULISSE.
LES TRAITS ÉPAIS INDIQUENT LES BORDS QUI SONT GUIDÉS PAR LE GABARIT DE MONTAGE



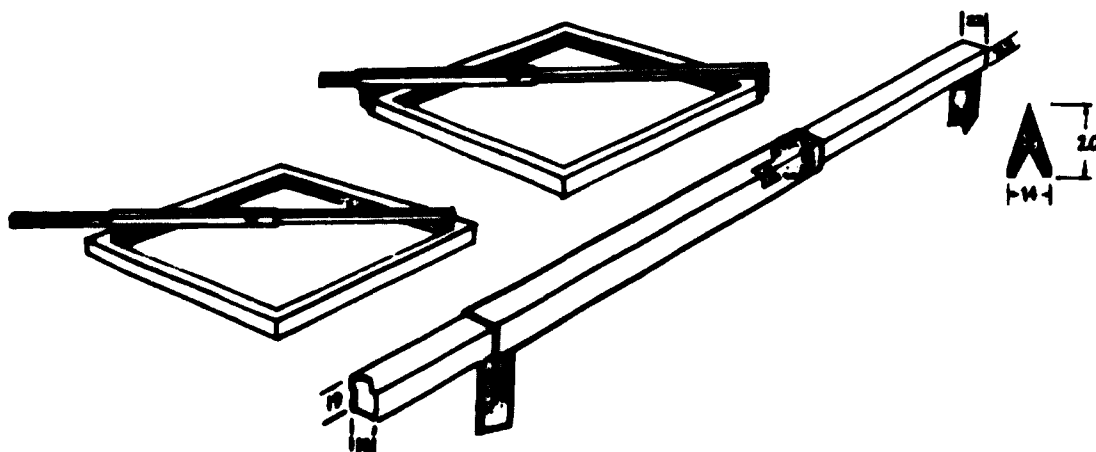
Contrôle de la précision du montage

Pour contrôler la précision d'un montage dans de bonnes conditions, il faut construire un calibre de cote nominale ou un calibre de tolérance quand un système de tolérances existe dans l'usine. L'équerrage est très important pour les meubles à panneaux, et il convient de le contrôler à l'aide de calibres de mesure diagonale (figure XV). Le parallélisme des éléments peut se contrôler avec des calibres ou dans certains cas à l'oeil nu.

CONTROLE DE LA QUALITE DE LA FINITION DE SURFACE ET ULTIME VERIFICATION

La finition de surface suit traditionnellement le montage. Mais la tendance actuelle est au vernissage et à la peinture préalables des éléments et au montage en dernière opération. Cette nouvelle façon de procéder exige un principe de construction particulier par fixations démontables. Le contrôle de qualité de la finition de surface est pour l'essentiel le même dans les deux cas. L'aspect d'une surface traitée a beaucoup d'importance pour la compétitivité de l'ouvrage à la vente parce que l'attrait d'un meuble est souvent dû à sa finition.

FIGURE XV. CALIBRE DE MESURE DIAGONALE POUR LE CONTROLE DE L'EQUERRAGE



Source : Institut de technologie (Danemark), service de technologie du bois, "Measuring Instruments".

Le contrôle se fait habituellement à l'oeil nu, sans aucun instrument.

Principaux objectifs de contrôle

Les principaux objectifs du contrôle sont les suivants :

- Régularité de la surface
- Brillant de la surface
- Nuances des teintes et régularité des vernis
- Remontées et traces de colle sous la couche superficielle
- Qualité des bords et des angles (l'excès de ponçage des placages n'apparaît parfois qu'après le vernissage)
- Qualité des surfaces près des assemblages

Ultime vérification

L'ultime vérification se fait toujours pour les ouvrages qui sont terminés et prêts à être emballés. Ce dernier contrôle porte notamment sur une vérification de l'ensemble de l'ouvrage. Ses diverses fonctions sont vérifiées : ouverture et fermeture des portes et des tiroirs, coulisses des plateaux de tables, etc. En cas de défaut, l'ouvrage est transféré à un atelier de réparation. Avant l'emballage, tout ouvrage considéré comme satisfaisant est muni de l'estampille du fabricant ou d'un autocollant.

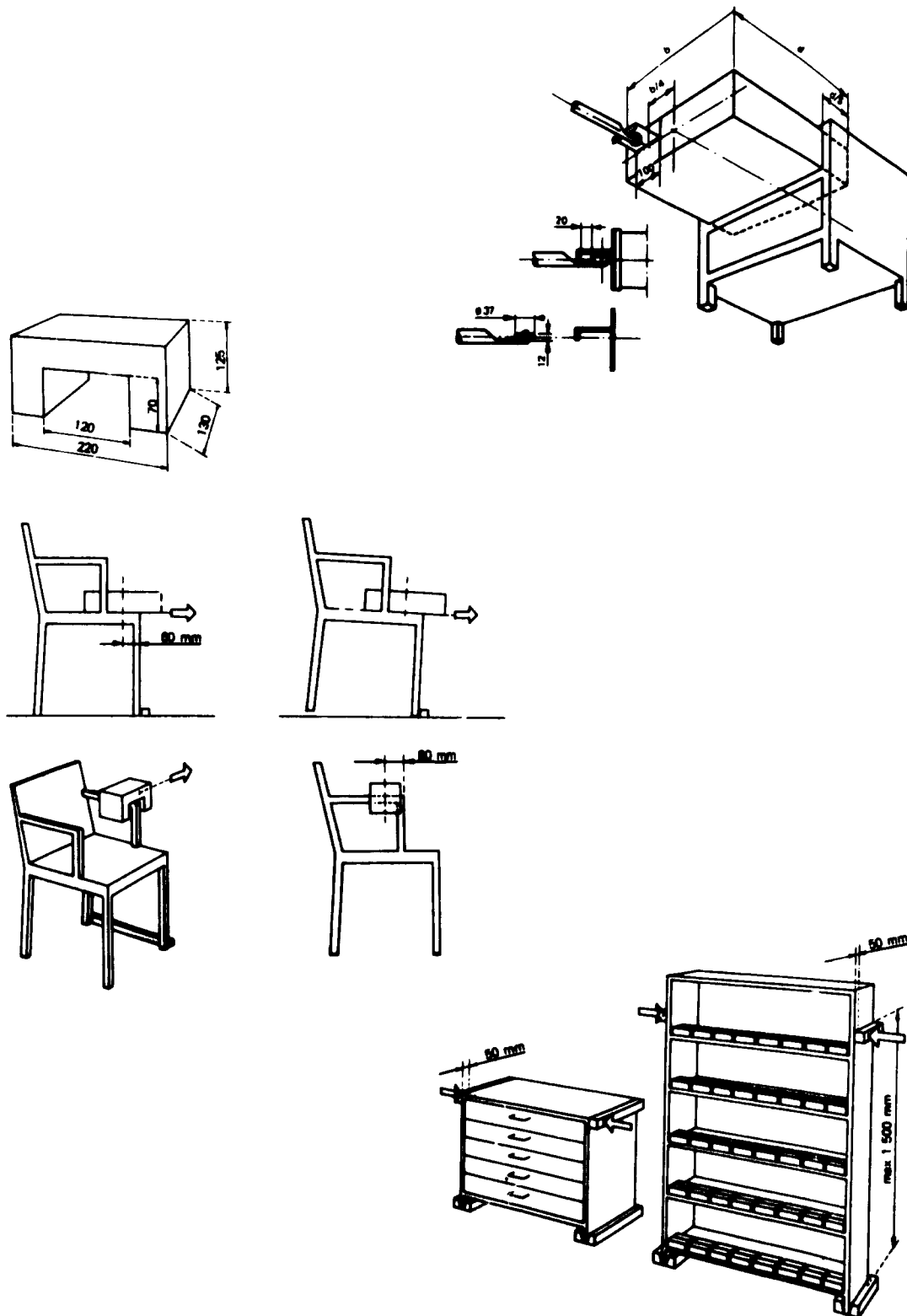
MISE A L'EPREUVE DES OUVRAGES FINIS

Ce travail exige un matériel particulier pour soumettre l'ouvrage à des charges, des contraintes ou toute autre méthode de mise à l'épreuve, notamment pour vérifier la résistance de la finition de surface aux produits chimiques. Le nombre des ouvrages mis à l'épreuve se limite naturellement à quelques sondages par lot.

Normes pour la mise à l'épreuve des meubles

Des normes particulières ont été mises au point dans quelques pays. Trois méthodes d'essai conformes aux normes suédoises sont représentées à la figure XVI.

FIGURE XVI. EXEMPLES DE DISPOSITIFS DE MISE A L'EPREUVE CONFORMES AUX NORMES EN VIGUEUR EN SUEDE POUR LES MEUBLES



ANNEXE

CONDITIONS DE LIVRAISON TECHNIQUES DE MOBILIERS ET
D'AMENAGEMENTS INTERIEURS*

A. Matériaux

1. Le bois

a) Qualité du bois

N'utiliser que du bois parfaitement sain.

b) Humidité du bois

N'utiliser que du bois parfaitement sec. La teneur en humidité du bois doit être comprise entre 8 et 12 %. (Si, dans d'autres pays membres de l'U.E.A., d'autres décisions sont valables, il importe de les respecter).

c) Bois apparent

Les bois apparents doivent être exempts de fentes, ne pas être tors, ne pas présenter de pourriture bleue, n'avoir ni vers, ni gros noeuds crevassés ou noirs. Des noeuds solidement imbriqués ou collés avec du bois taillé à contrefil jusqu'à 25 mm de diamètre sont admis pour des travaux de bois tendre destinés à l'intérieur, pour des parois de fond ainsi que pour tous les travaux destinés à être enduits à raison de 4 pièces au m². Un bois sain présentant une légère pourriture bleue est admis.

d) Contreplaqué

L'utilisation de contreplaqué est admise si celui-ci répond aux exigences imposées concernant le degré de siccité, les bois de bâtis, les plis extérieurs de placage et l'encollage. Pour le contreplaqué, la terminologie suivante est valable :

Par contreplaqué on entend tous les panneaux constitués par au moins trois feuilles de placage (plis) réunies entre elles par une pellicule de colle et dont les directions de fibres sont décalées les unes par rapport aux autres. Contreplaqué est donc un terme qui englobe différents genres de panneaux. On distingue :

Les panneaux de bois lamellé

Contreplaqué dans lequel tous les plis sont collés les uns sur les autres et croisés parallèlement au plan du panneau. Si le nombre de plis est pair, les deux plis les plus intérieurs sont disposés parallèlement aux fibres.

Le contreplaqué en étoile

Panneau de bois lamellé comportant au moins cinq plis collés les uns sur les autres de façon telle que la direction des fibres des plis se trouvant immédiatement en contact se croisent suivant un angle égal ou inférieur à 45°.

* Reproduit avec l'autorisation de l'Union européenne de l'Assemblement, 15, rue de l'Association, B-1000 Bruxelles (Belgique).

Les panneaux sandwich

Contreplaqué comportant au moins deux feuillets croisés et une couche centrale en listeaux placés les uns à côté des autres. La direction des fibres du pli central est transversale pour les panneaux sandwich comportant trois plis; pour les panneaux sandwich en comportant cinq, elle est parallèle aux feuillets croisés extérieurs. Tous les plis sont collés les uns sur les autres en étant croisés.

Suivant la nature du pli central, on distingue plusieurs sortes de panneaux sandwich, à savoir des panneaux sandwich comportant :

Un pli central en baguettes

Baguettes de bois collées les unes contre les autres en forme de panneau constituées par des plis déroulés jusqu'à 8 mm d'épaisseur et qui sont de chant par rapport au plan du panneau.

Un pli central en barres

Listeaux collés les uns aux autres en forme de panneau, se présentant, en règle générale, sous une largeur de 24 mm et de 30 mm au maximum.

Un pli central en bandes

Listeaux serrés les uns contre les autres mais non collés, en forme de panneau et qui présentent, en règle générale, une largeur d'environ 24 à 30 mm.

Pour les surfaces de contreplaqué apparentes, la prescription pour les "bois apparents" est valable (paragraphe A 1 c).

e) D'autres fabrications

D'autres fabrications de panneaux sont admises (par exemple constructions creuses, à nid d'abeille ou à cadre). Elles doivent convenir au but d'utilisation spécial recherché.

f) Feuillelet croisé

L'épaisseur du feuillelet croisé doit avoir environ 1/10 de l'épaisseur du bois de bâtis mais ne doit cependant pas excéder 3 mm. Les feuillelets croisés doivent, autant que possible, résister à la traction. La teneur en humidité des feuillelets croisés doit être, lors du traitement, de 6 à 8 %.

g) Panneau de copeaux agglomérés

Les panneaux de copeaux agglomérés doivent, dans la forme utilisée, répondre au but recherché dans le meuble.

Pour ces panneaux, la terminologie suivante est applicable :

Les panneaux de copeaux de bois agglomérés sont des matériaux réalisés avec des copeaux de bois ou des matières brutes lignifiées avec du plastique utilisé comme liant. Ils sont également livrés plaqués et/ou enduits.

On distingue les panneaux de copeaux de bois agglomérés en fonction de :

La position des copeaux

Panneaux comprimés à plat - les copeaux sont, de préférence, parallèles au plan du panneau.

Panneaux extrudés - les copeaux de bois sont, de préférence, perpendiculaires au plan du panneau.

La structure de la section transversale des panneaux (pour les panneaux comprimés à plat)

Panneaux à un pli - la même structure sur toute la section transversale

Panneaux à trois plis - structure composée de trois plis (pli central et 2 plis extérieurs)

Panneaux à plusieurs plis - structure composée de plus de trois plis

Panneaux dont la structure présente une transition graduelle (par exemple, panneaux traités sous vent ou sous jet).

La nature de la superficie des panneaux de copeaux agglomérés

Brute (décapée)

Polie

Plaquée

Enduite

h) Les surfaces extérieures ou les plis extérieurs en bois ou autres matériaux doivent répondre à un but d'utilisation normal.

2. Encollage et collage

a) L'encollage et le collage doivent être suffisamment résistants pour qu'ils ne présentent aucune altération en cas d'humidité normale et de changements normaux de température. L'encollage ne doit produire aucun changement de teinte de la surface du bois, aucune charge ne doit influencer le pouvoir adhésif de la colle.

b) Papier à joints - graisse

Les papiers à joints et les graisses ne doivent provoquer aucun résidu visible.

3. Les ferrures

La qualité des ferrures utilisées et leur mise en place doivent garantir la fonction envisagée; en cas d'entretien correct, leur aspect ne doit pas être altéré plus qu'il ne l'est en fonction des développements chimiques naturels et/ou de l'usage qu'on en fait.

4. Le matériau de surface

Le matériau de surface doit être de nature telle qu'en cas de traitement correct, il produise clairement les effets indiqués dans la désignation de la marchandise; il doit être fermement relié à la surface traitée pour une sollicitation normale.

B. Traitement

1. Le traitement doit être effectué suivant les règles générales de la profession. Les liaisons de bois doivent être adaptées proprement et nettement, être exécutées de façon telle qu'aucun marquage ne se produise et pour qu'en cas de charge habituelle, aucune modification durable (permanente) n'intervienne.

2. Pour les frises (cadres), utiliser du bois à fibres droites, détaché du coeur.

3. Les bordures apparentes doivent être traitées proprement ou être munies de baguettes de lisière ou de placages. Ils doivent, malgré tout, être disposés de façon impeccable, c'est à dire sans laisser apparaître d'inégalités.

Des bordures profilées ou pliées (à l'exception des bordures de parois de fond) doivent être travaillées de façon telle que le pli central n'apparaisse pas. En cas d'utilisation de panneaux de copeaux agglomérés, la qualité de ceux-ci doit être telle que la stabilité du pli ou du profil soit garantie par un pli central compact en conséquence. En cas d'alaises en bois massif collées ou embrevées, l'encollage et le collage doivent être exécutés de façon telle qu'après le placage des surfaces, les alaises collées ou embrevées ne marquent pas.

Les parties mobiles doivent être clouées de façon qu'elles soient ancrées dans un panneau de copeaux agglomérés en présentant une résistance correspondant à leur fonction. Dans le cas de plis centraux dont la qualité ne répond pas à ces exigences, des dispositions correspondantes doivent être prises pour obtenir le degré de résistance voulu (par exemple, alaises collées, baguettes rainurées).

4. Pour des liaisons de cadres plaquées, les joints doivent être parfaitement compacts et bien égalisés pour ne pas marquer.
5. Les surfaces de placage doivent être exemptes de bulles (fourrures).
6. Les placages madrés doivent être assurés contre la rupture. Là où le placage madré présente des vices plus importants, il faut insérer un placage convenable.
7. Les retouches n'influençant pas de façon apparente l'aspect et le but d'utilisation du meuble sont admises.
8. Les garnissages massifs doivent être montés de façon telle qu'ils puissent gonfler et rétrécir. Les garnissages, les corniches, les tablettes télescopiques, les parois de fond et les faux-fonds doivent avoir une épaisseur telle qu'ils puissent être considérés, suivant leur dimension, comme suffisamment résistants pour remplir leur fonction.
9. Portes et tiroirs doivent correctement fermer suivant la fonction envisagée et glisser convenablement. Les baguettes de roulement seront réalisées en matériau glissant facilement.
10. La construction des meubles doit être calculée de telle sorte qu'en cas de charge usuelle, aucune fléchissement ne se produise. Une tolérance de 3 % est admise.
11. Pour la réalisation de revêtements muraux, de travaux de montage et de portes, les prescriptions intéressant le travail des meubles sont valables de façon analogue. Pour obtenir une aération suffisante, les revêtements muraux, etc. doivent comporter des ouvertures d'aération ou des fentes. Les revêtements muraux doivent être protégés à l'arrière par un enduit ou un matériau isolant contre l'humidité éventuelle du mur.
12. Par ailleurs, les travaux de menuiserie en bâtiment qu'on rencontre dans l'aménagement intérieur, doivent être réalisées suivant les prescriptions techniques existant dans le bâtiment.

C. Travaux de finition

1. Généralités

Les surfaces ne doivent présenter ni déchirure, ni craquelure, ni pores gris ou stries.

2. Traitement de la surface

a) Décapage, blanchiment

L'agent de blanchiment ainsi que l'agent caustique doivent être répartis régulièrement sans laisser apparaître de stries ou de solutions de continuité. Des traces de dilatation, de raclage ou des stries claires ne doivent pas exister. Des pores de collage sombres, des taches d'huile, des pores non décapés clairs, etc. ne doivent pas apparaître.

b) Décapage de structure

L'agent caustique de structure (appliqué, soit à la main, soit à la machine), doit reproduire sur un fond préparé de façon bien régulière l'image de structure sans distorsion, ni décalage.

L'adhérence du matériau de surface sur la couche-support ne doit pas être influencée par l'agent caustique de structure utilisé.

c) Polissage

Pour les surfaces polies et les surfaces garnies de polyester, il faut respecter une siccité correspondant au matériau et à la porosité du bois utilisés. Une tache d'huile est considérée comme un défaut. Les pores doivent être absolument fermés.

Si l'on utilise du mastic bouche-pores, sa teinte doit rigoureusement correspondre à celle du bois; la surface ne doit laisser apparaître aucun résidu. Par ailleurs, la surface ne doit pas être voilée, ni présenter de reflet gris. Le plis ne doit laisser apparaître aucune trace de raclage. Les surfaces polies doivent se présenter sous forme d'un ensemble entièrement fermé. Une surface polie doit reproduire largement sans distorsion les objets en cas d'incidence de la lumière. Si cette dernière condition n'est pas remplie, la surface est alors considérée comme "d'un poli insuffisant" ou matée.

d) Pour les meubles vernis, la couche de vernis appliquée en dernier lieu doit l'être de façon telle qu'elle ne puisse être effacée.

e) Le matériau de surface doit être lié intimement au matériau support et aux différents plis intérieurs. On vérifie que cette condition est remplie au moyen d'essais de rayure ou de procédés similaires.

f) La surface ne doit présenter aucune fente apparente.

g) Le degré de brillant est évalué par des mesures photoélectriques. D'après celles-ci l'échelle suivante peut être établie :

Mat terne	0 % de réflexion de la lumière projetée
Mat	Jusqu'à 20 % de réflexion de la lumière projetée
Semi-mat	Jusqu'à 40 % de réflexion de la lumière projetée
Satiné mat	Jusqu'à 60 % de réflexion de la lumière projetée
Finition satinée (lustre)	Jusqu'à 80 % de réflexion de la lumière projetée
Poli spéculaire (grand lustre)	Jusqu'à 100 % de réflexion de la lumière projetée

L'angle de projection pour ces mesures doit être au moins de 20° et au maximum de 60°. Des mesures comparatives doivent être faites dans des conditions et angles de projection identiques. Comme référence, une surface complètement noire, à grand lustre et parfaitement plane doit être utilisée.

Les présentes définitions doivent être appliquées par chacun des pays membres suivant les désignations en usage dans leur territoire.

Bibliographie

- Forest Products Laboratory, Forest Service. United States Department of Agriculture. Wood Handbook : wood as an engineering material. Washington, D.C., Government Printing Office, 1974. (Agricultural Handbook 72)
- Gann Apparate-und Maschinenbau. Brochure publiée par le constructeur, Stuttgart.
- Hindley, H. R., comp. National and international standards relating to furniture, its components and its materials. Stevenage, Herts, Furniture Industry Research Association, 1975, 95 p.
- Kilndrying of sawn timber. Nürtingen (République fédérale d'Allemagne), Hildebrand Maschinenbau.
- Measuring instruments. Copenhague (Danemark), Teknologisk Institut, Dept. des techniques du bois.
- Organisation des Nations Unies pour le développement industriel. Contrôle de la qualité dans les industries du bois : méthodes et équipement (par E. Istodor-Berceanu et V. Platon pour la réunion technique sur le choix des machines dans l'industrie du bois, Vienne, 19-23 novembre 1973) 9 novembre 1973. 77p. (ID/WG.151/30). Distr. limitée. (Résumé en français).
- Pratt, G. H. Timber drying manual. Londres, Her Majesty's Stationery Office, 1974, 153 p.
- Sveriges Standardiseringskommission. Furniture standards : VDN 2502; SIS 83 9P 30, 83 91 11, 83 94 01-02-03 et 83 95 03-04. Stockholm.

XXXII. LA GESTION DE LA PRODUCTION*

FONCTION ET OBJECTIFS DE LA PRODUCTION

Par production, on entend une fabrication visant à créer des biens et des services. C'est généralement la fonction la plus complexe d'une entreprise. Les problèmes qu'elle pose ne sont pas seulement techniques; ils concernent également la rentabilité et l'organisation de l'entreprise.

La fonction essentielle de la production est de fabriquer et de livrer des biens correspondant à une demande, de le faire en temps voulu, avec la qualité et la quantité voulues, au coût le plus bas et avec des investissements aussi réduits que possible.

La qualité est la clé du succès des entreprises industrielles. Elle doit être ni trop basse de façon que le produit soit concurrentiel, ni trop élevée de façon qu'il ne soit pas trop coûteux.

Le deuxième objectif de la production est de fabriquer un produit en quantité voulue, mais cette quantité n'est pas toujours la même du point de vue de la production et de celui de la vente. La direction de l'entreprise doit donc décider s'il faut vendre ce qui est produit ou produire ce que l'on veut vendre.

Le troisième problème à résoudre est celui du choix du moment. Un produit fabriqué trop tôt peut entraîner un gonflement excessif des stocks. S'il est fabriqué trop tard, des débouchés peuvent être définitivement perdus et il se posera un problème d'écoulement. Il est donc souvent très difficile de produire la quantité voulue en temps voulu.

Le quatrième objectif est de limiter au minimum les immobilisations. L'efficacité de la production s'exprime généralement par la productivité, qui n'est autre que le quotient de la production par la capacité. On peut élever la productivité soit en produisant davantage avec la même capacité, soit en maintenant la production avec une capacité réduite.

COMPOSITION DES COÛTS DE L'ENTREPRISE

Pour développer et rationaliser la production, il faut connaître approximativement la composition des coûts de l'entreprise. Dans l'industrie finlandaise, cette composition s'établit en moyenne comme suit :

<u>Éléments des coûts</u>	<u>Pourcentage</u>
Matières premières	60
Traitements et salaires	20
Coût des immobilisations, coûts administratifs, etc.	20
	<hr/>
	100

* Par Ervi Sirviö, Oy Mec-Rastor Ab, Helsinki (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.133/24.)

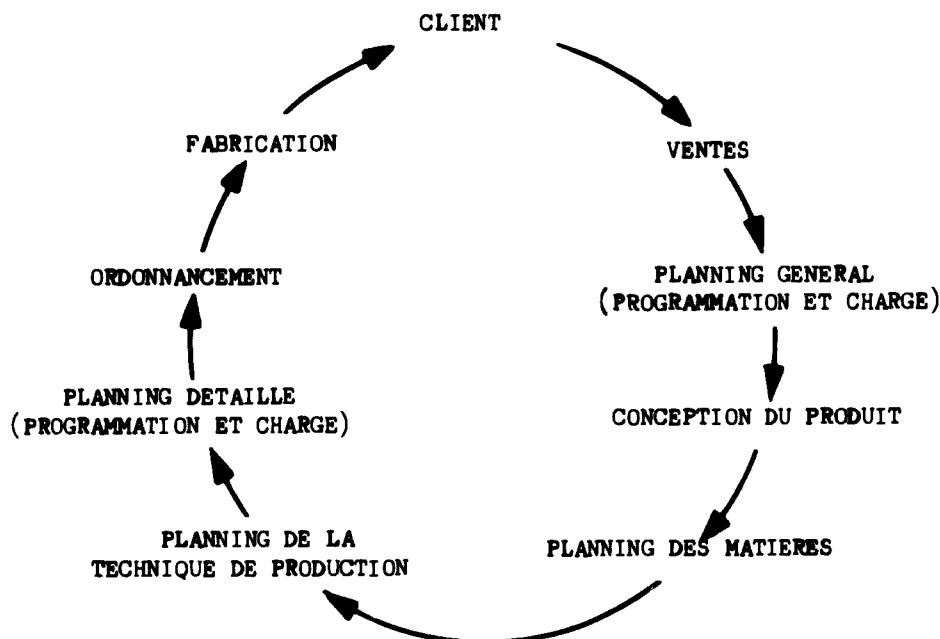
QU'ENTEND-ON PAR GESTION DE LA PRODUCTION ?

On peut définir la gestion de la production comme l'application des principes et des méthodes, techniques et administratifs, régissant le planning et le contrôle de la production. Le planning est le moyen employé pour atteindre les quatre objectifs de la production. C'est une fonction de plus en plus dynamique du fait de l'évolution rapide du monde moderne. Quelque chose fait toujours défaut : les capitaux, la capacité de production, le temps ou le savoir-faire, si bien qu'il faut tirer le meilleur parti possible des ressources disponibles. On trouvera à la figure I un schéma de planning établi en fonction des objectifs de la production. L'ordre normal des tâches de planning qu'il faut faire pour satisfaire la commande d'un client est donné à la figure II.

FIGURE I. PLANNING ETABLI EN FONCTION DES OBJECTIFS DE PRODUCTION

OBJECTIF DE PRODUCTION	PROBLEME	ELEMENTS DU PLANNING
Qualité	Comment l'obtenir ?	Technique de production Procédés, opérations successives Planning des méthodes
Economie	Réduction maximale des coûts Comment produire ? A quel endroit ?	Planning de l'organisation matérielle Conception de l'outillage Etude des tâches Mesure des tâches
Quantité	Taille des lots ?	Planning de fabrication Programmation (générale, détaillée) Charge (générale, détaillée)
Délais	Quand ?	Gestion des matières (contrôle des stocks) Ordonnancement Contrôle, rapports

FIGURE II. METHODE DE PLANNING POUR L'EXECUTION D'UNE COMMANDE DE CLIENT



CONDITIONS DU PLANNING

La production dépend de beaucoup d'autres fonctions de l'entreprise. La gestion de la production ne peut être efficace que si les conditions du planning sont remplies. Un élément clé est la nécessité de maintenir l'assortiment des produits dans des limites raisonnables car cet assortiment risque de croître en progression géométrique, élevant ainsi les prix de revient et rendant le planning plus difficile. Toute proposition d'un nouveau produit doit s'accompagner de l'abandon de deux fabrications en cours de production.

Le produit lui-même est le premier élément à considérer; la production ne peut pas être plus rationalisée que le produit. Ce produit doit être en conséquence conçu pour répondre aux besoins de la production. Ce souci doit se manifester dès la planche à dessin car c'est là que se détermine pour l'essentiel le prix de revient.

Le planning de la production ne peut pas être meilleur que le programme de vente dont il est le serviteur fidèle, ce qui revient à dire qu'il faut des programmes ou des prévisions de ventes à long terme, aussi détaillés que possible. A cet égard, les carnets de commande de beaucoup d'entreprises contiennent souvent des choses étonnantes. On voit parfois de grandes entreprises exécuter les mêmes fabrications depuis de très longues années, depuis le temps où elles étaient encore au stade artisanal. Les petits travaux faits pour de vieux clients sont la plupart du temps peu rentables et ils désorganisent la production. Pour éviter ce danger, il faudrait de temps en temps réviser la liste des produits fabriqués et la ligne de conduite de l'entreprise; la direction doit aussi décider si elle veut que l'entreprise demeure un atelier artisanal ou qu'elle accède au stade industriel.

PRATIQUE DE LA GESTION DE LA PRODUCTION

L'importance du planning et des méthodes à appliquer en la matière varient suivant les industries. La situation est particulièrement complexe dans les ateliers travaillant sur commande. Dans la fabrication en série des biens de consommation par exemple, la concurrence est souvent rude. Dans ce cas, l'étude des tâches et le contrôle des stocks sont très importants. Dans la production en grande série, telle qu'elle est pratiquée par les industries de transformation, l'ensemble même de la production peut avoir été planifié en détail avant même la construction de l'usine; dans ce cas, il n'est plus nécessaire de faire du planning à grande échelle.

Le planning de production a quatre grands objectifs :

- a) Maintenir la capacité de production à un niveau aussi élevé que possible. Cela signifie que les délais de livraison doivent être respectés et que les temps de fabrication doivent rester les plus courts possibles;
- b) Réduire au minimum les stocks et les ouvrages en cours d'exécution;
- c) Employer au maximum la capacité de production et éviter les fluctuations d'effectifs;

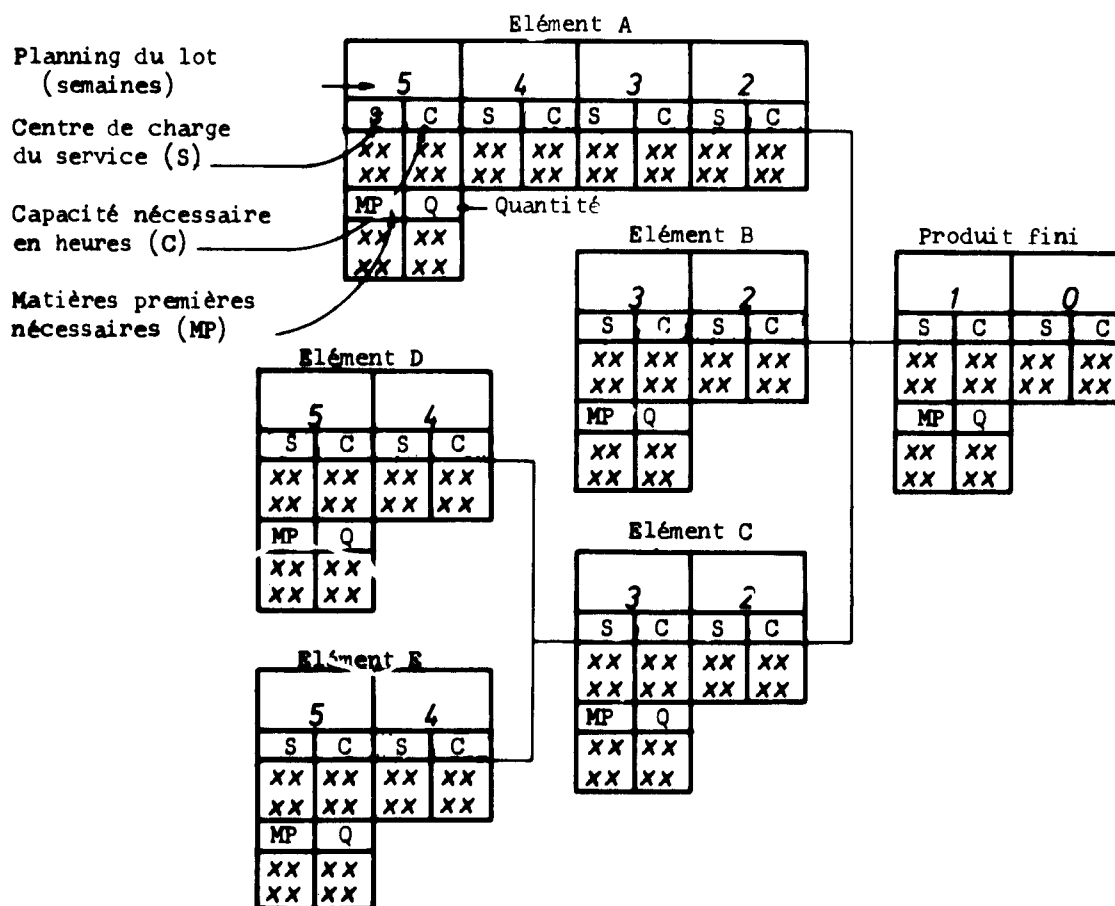
- d) Tenir les responsables de la gestion, des ventes, des achats et de la production au courant de l'état des livraisons et des réserves (charges) de capacité de façon à prendre rapidement les décisions et dispositions qui s'imposent.

Le planning général est établi en fonction des programmes de vente ou des commandes des clients. Il doit inclure toutes les opérations principales jusqu'au moment de la livraison. La réserve de capacité approximative (charge générale) est fixée au même moment.

On peut établir le planning des matières quand les dessins provisoires ou définitifs sont disponibles. Il faut passer les commandes ou les réservations de matières le plus rapidement possible et veiller soigneusement au respect des délais de livraison.

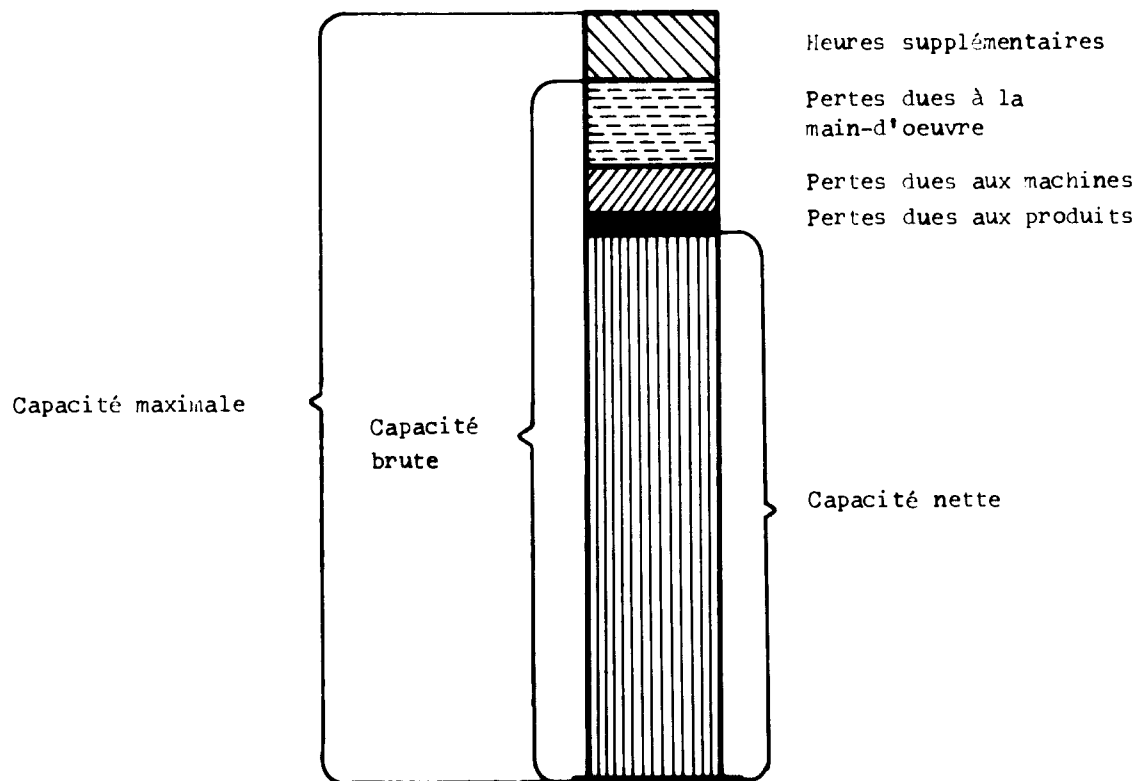
Le planning détaillé comporte la programmation et la fixation détaillée de la charge. Il est souvent utile d'établir des grilles de planning. La figure III présente schématiquement une grille de produit indiquant notamment la composition du produit, la programmation, les besoins en capacité et en matières par opération. La programmation est toujours difficile dans un atelier travaillant sur commande, car les temps d'attente y représentent environ les trois quarts du temps total de fabrication.

FIGURE III. MODELE SCHEMATIQUE DE GRILLE DE PLANNING POUR UN PRODUIT



Pour déterminer correctement la charge, il faut connaître exactement la réserve de capacité nette de l'entreprise et déduire toutes les pertes de capacité théorique brute (figure IV)^{1/}. Il n'y a pas ici de règle générale; chaque entreprise doit faire ses propres calculs.

FIGURE IV. REPRESENTATION GRAPHIQUE DU CALCUL DE LA CAPACITE D'UNE USINE



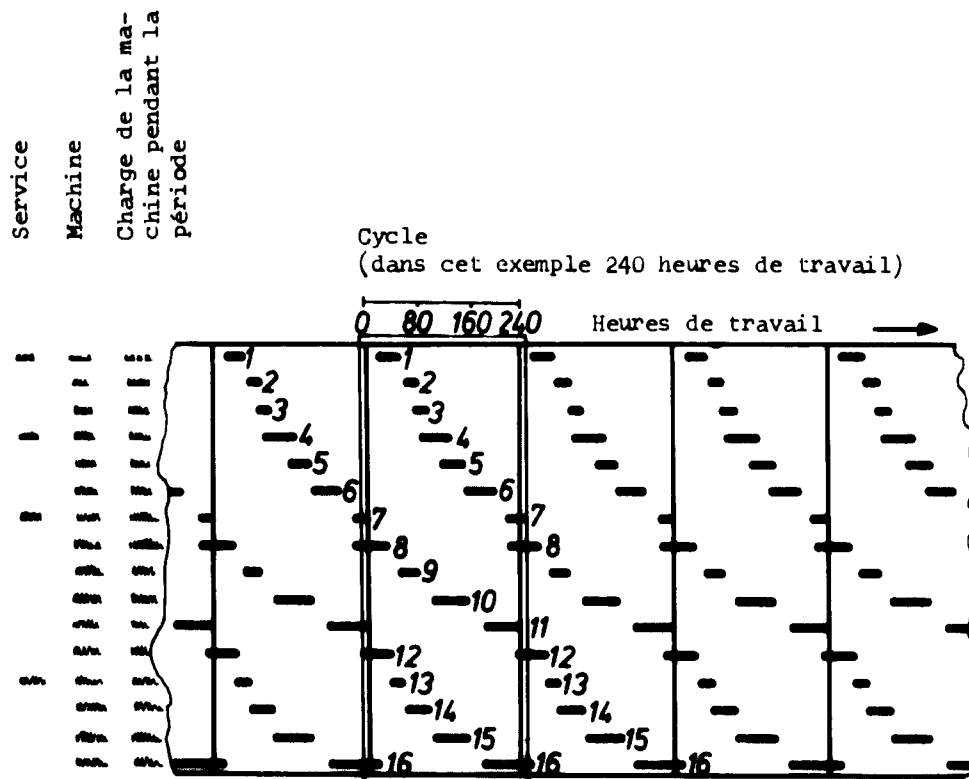
Lorsque des produits ou des pièces peuvent être fabriqués en série ou en lots, on peut appliquer des programmes cycliques. Les périodes de production (cycles) ne seront pas comptées en jours de calendrier mais en heures de travail. La fabrication d'un nouveau lot commence au début de chaque cycle (figure V). Des horaires cycliques analogues sont utilisés dans de nombreux autres domaines d'activité, comme les correspondances des moyens de transport et les écoles.

Le stade de l'ordonnancement est celui de la mise en oeuvre des plans. La progression du travail jusqu'à l'usine et à l'intérieur de celle-ci doit être réglée avec beaucoup de précision. Un contrôle rigoureux de l'avancement des commandes permet d'assurer la régularité et la rapidité de la production. Il y a dispersion et ralentissement du travail quand le service du planning de production distribue toutes les commandes aux contremaîtres dès qu'elles sont prêtes. Les tâches sont alors mal préparées, mais le personnel de l'atelier est satisfait car il a beaucoup de travail et peut choisir lui-même l'ordre des opérations à accomplir. Mais l'atelier sera bientôt encombré de travaux non terminés, et le service

^{1/} Voir également à la deuxième partie la figure II du chapitre XVII, "L'implantation d'une usine".

de montage manquera de certaines pièces. Le résultat sera l'allongement des temps de fabrication et la réduction de la production. La gamme des opérations est étroite et rapide quand le service du planning donne à l'atelier des travaux bien préparés, dans l'ordre voulu et en quantités telles que l'atelier puisse les exécuter. L'atelier est ainsi forcé d'exécuter ces travaux dans l'ordre prévu, d'où des temps de fabrication courts et une production aussi régulière qu'abondante.

FIGURE V. PROGRAMME CYCLIQUE DE PRODUCTION



D'une manière générale, il est inutile de donner un ordre si l'on ne vérifie pas son exécution; l'atelier doit toujours rendre des comptes. La figure VI indique les contrôles dont fait l'objet l'exécution de la commande d'un seul produit. Des contrôles doivent être faits à tous les stades. Les figures VII et VIII montrent comment la progression d'une commande isolée et de l'ensemble de la production peut être contrôlée de façon approximative par des courbes.

Techniques de production

La mise au point des techniques relatives à la transformation, au planning des méthodes, au planning de l'organisation matérielle des entreprises, à la conception des outils, à l'étude et à la mesure des tâches a été relativement lente. Ces techniques sont cependant étudiées et appliquées dans le monde entier ou presque. Cette évolution systématique a

surtout porté sur la division du travail, les chaînes de montage et l'étude très poussée des temps et des mouvements à partir de normes de temps telles que le MTM (méthodes de travail et tables de temps), le WF (système des facteurs de travail) et le MTA (normes de temps et de mouvements). On peut se demander si cette forme de rationalisation du travail n'est pas allée trop loin. Dans les pays industriels, certains signes donnent à penser que :

- a) L'instruction moyenne des jeunes a considérablement progressé;
- b) La main-d'oeuvre devient plus rare;
- c) Les jeunes ont tendance à préférer les entreprises de service au travail à la chaîne;
- d) L'instabilité de la main-d'oeuvre est très élevée dans certaines industries;
- e) De nombreux syndicats exigent des salaires mensuels réguliers à la place de salaires composés en partie de primes;
- f) Dans beaucoup d'entreprises, les travailleurs réclament la participation à la gestion et davantage de démocratie.

Tous ces symptômes sont autant de défis lancés aux responsables de la production.

Il semble que la tendance à la rationalisation du travail ait atteint son point extrême et qu'elle commence à s'inverser. La diversification et l'enrichissement des tâches, la participation, la motivation et l'ergonomie cessent d'être des slogans pour devenir des réalités dans un nombre croissant d'entreprises. Les techniques d'organisation industrielle sont maintenant plus nécessaires que jamais; la seule question est de savoir qui les utilisera et comment.

La sélectivité dans la gestion de la production

Il n'est pas toujours souhaitable de tout planifier avec la même précision; on a souvent intérêt à se rappeler la loi de Pareto suivant laquelle il y a, dans chaque groupe, une minorité qui contribue de manière disproportionnée aux résultats. Certaines applications de cette loi ont reçu des noms tels que la stratification, la valeur du volume, l'analyse ABC, la loi des 80/20 et le diagramme de Lorenz. En déterminant, grâce à cette méthode, les éléments les plus importants d'un ensemble, on peut planifier et contrôler sélectivement, ce qui fait économiser beaucoup de travail en s'occupant moins des questions secondaires. Il est souvent possible d'obtenir des résultats remarquables en accordant la priorité à certains produits et à certaines commandes. La figure IX montre une application de l'analyse ABC à un système de fabrication pour la constitution de stocks.

FIGURE VI. SCHEMA DU PLANNING ET DES CONTROLES DE LA FABRICATION
SUR COMMANDE D'UN PRODUIT

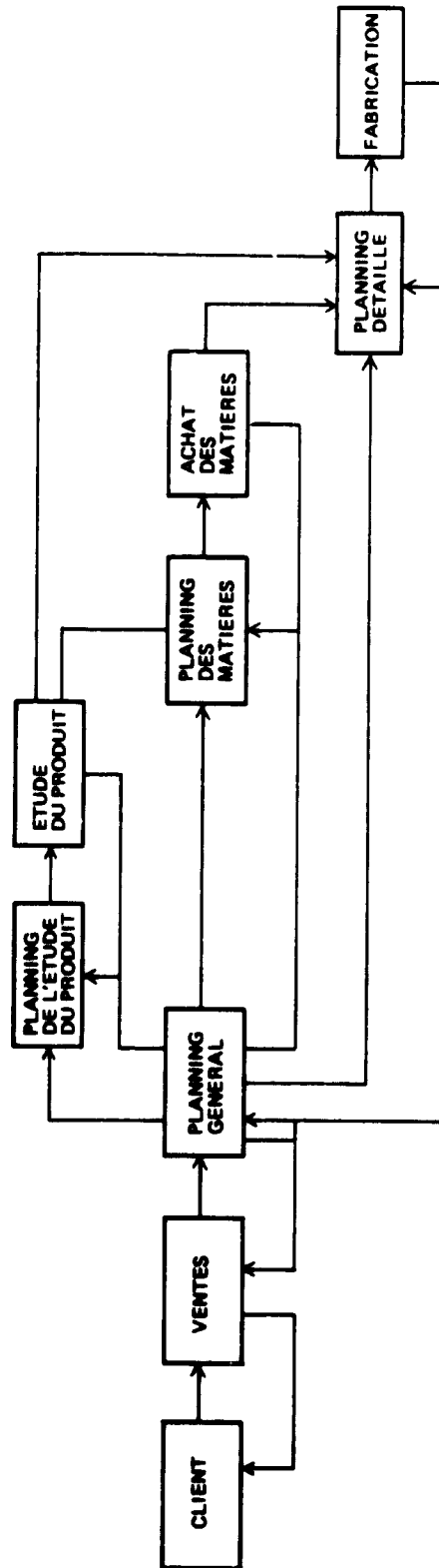


FIGURE VII. COURBE DE CONTROLE D'UN PRODUIT

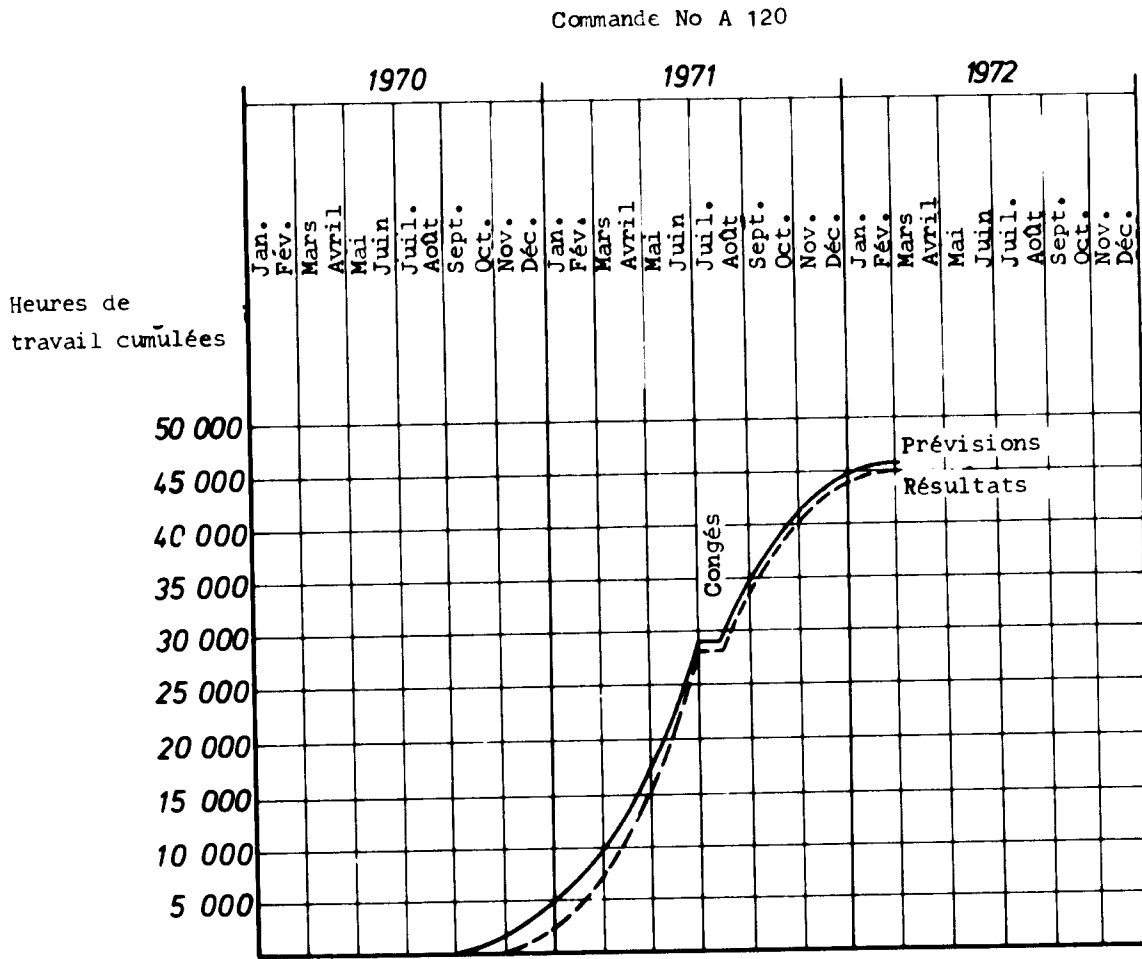


FIGURE VIII. CONTROLE DES PREVISIONS, DES VENTES ET DE LA PRODUCTION

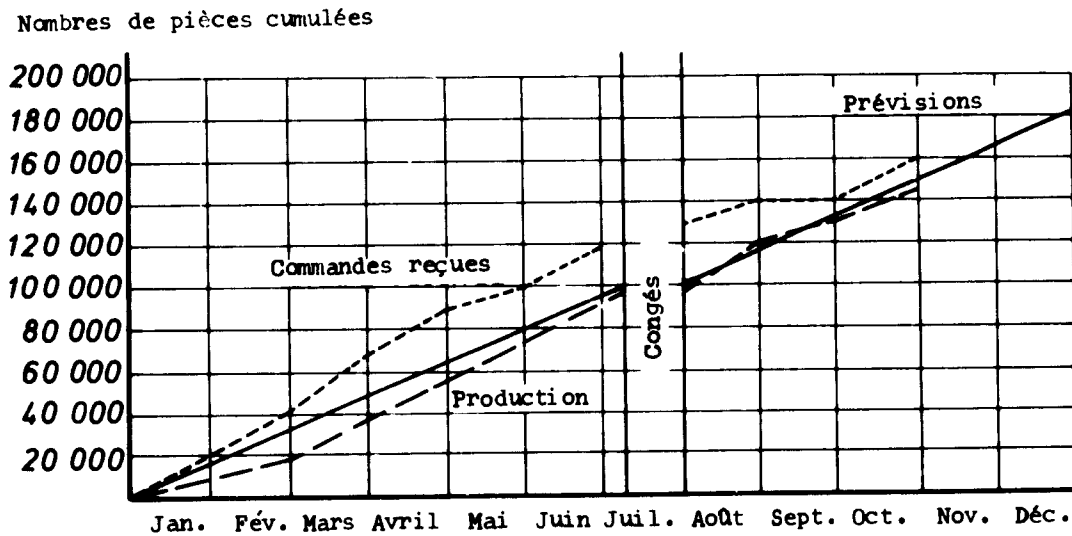


FIGURE IX. ANALYSE ABC D'UNE FABRICATION POUR LA CONSTITUTION DE STOCKS

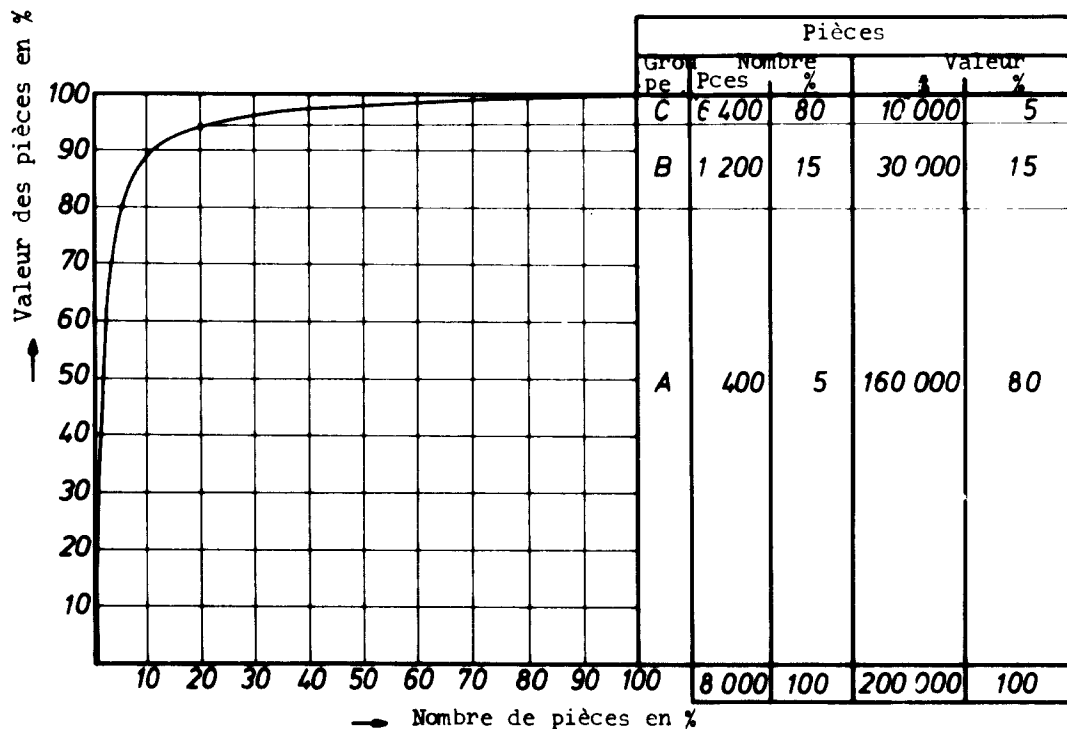
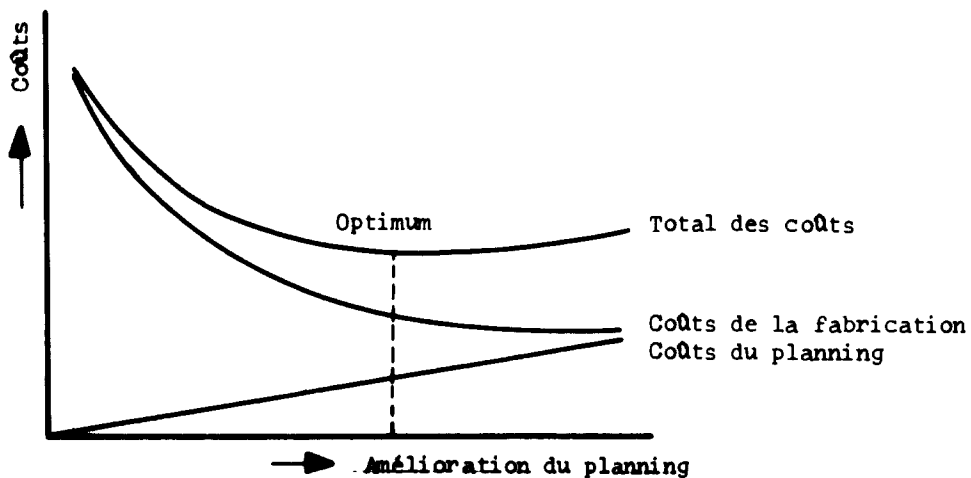


FIGURE X. PRESENTATION SCHEMATIQUE DE L'OPTIMISATION DES COÛTS DU PLANNING ET DE LA FABRICATION



EXPANSION DE LA PRODUCTION

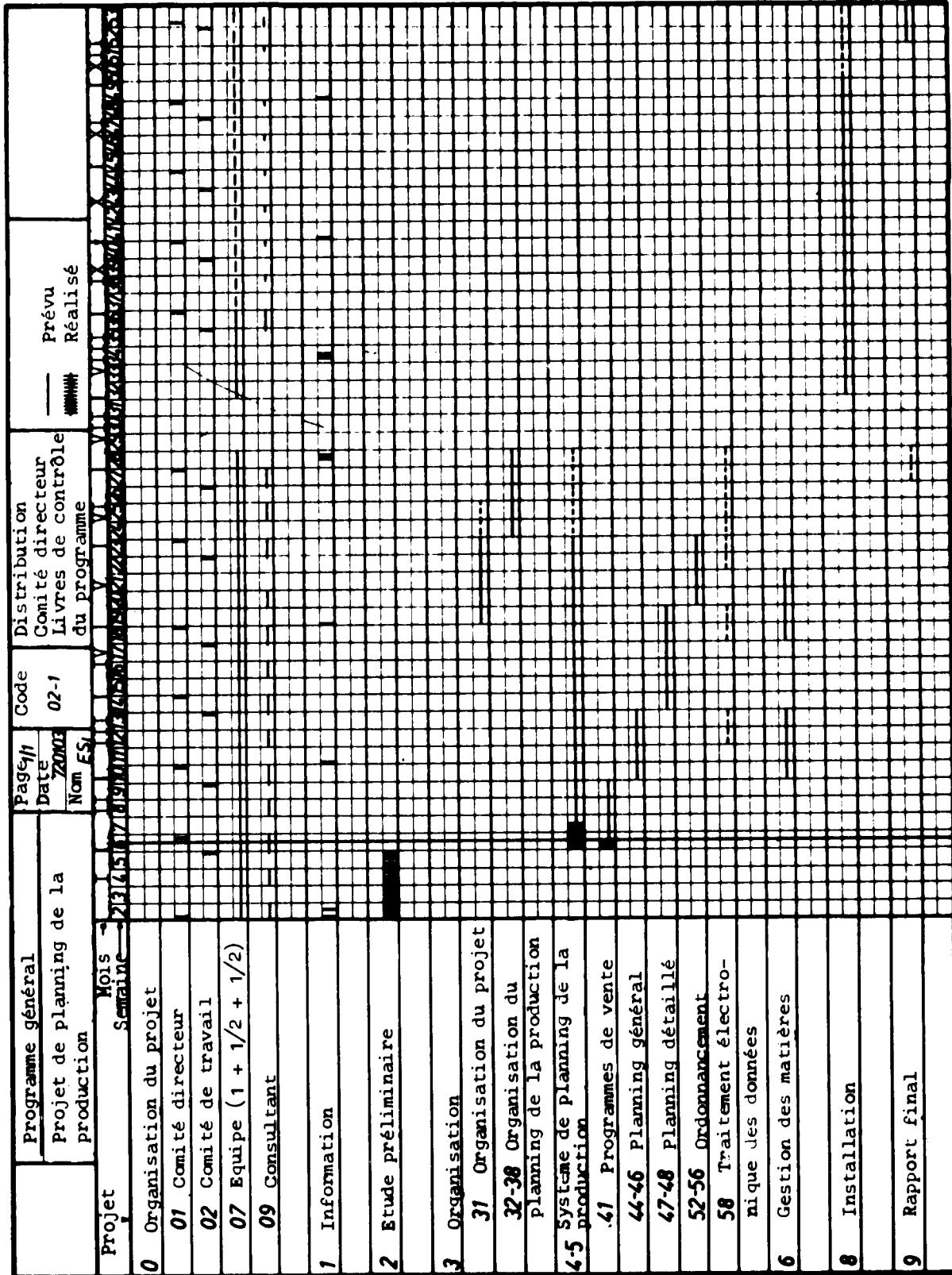
Le planning de production vise à réduire le coût total en temps et en argent. Mais le planning lui-même entraîne aussi des charges de cette nature. Le problème est donc de déterminer le point où les investissements dans ce genre de travail contribuent le plus efficacement à réduire les coûts de production. Cette notion est présentée graphiquement à la figure X.

L'expansion de la production n'a rien d'automatique; elle exige des efforts tenaces et bien coordonnés. Pour commencer, on doit déterminer le point de départ. Il n'est pas sans intérêt de le comparer avec celui d'une entreprise concurrente. De même, on peut souvent emprunter de bonnes idées à des entreprises analogues dans d'autres industries.

La deuxième phase consiste à fixer les objectifs de l'expansion. Ceux-ci doivent être chiffrés, du moins approximativement, et être aussi réalistes que possible. Ils peuvent être à court terme ou à long terme, et éventuellement divisés en phases successives.

La troisième et dernière étape consiste à déterminer quand et comment les objectifs doivent être atteints. Toute expansion de la production doit porter sur des projets bien structurés et comportant un calendrier précis. Ces projets nécessiteront des investissements, et il est important de calculer et de contrôler les délais d'amortissement. On trouvera à la figure XI un programme général pour un projet de planning de production.

FIGURE XI. PROGRAMME GENERAL POUR UN PROJET DE PLANNING DE PRODUCTION



XXXIII. LE MARKETING ET L'EXPORTATION*

LA NOTION DE MARKETING

On a souvent dit que les deux fonctions essentielles de toute entreprise étaient de fabriquer et de vendre, ce qui est en d'autres termes le rôle de la production et du marketing. L'efficacité d'une entreprise dépend pour une part de sa compétitivité, qui est fonction de son pouvoir de création, et pour une autre part de sa capacité à commercialiser un produit ou un service, étant entendu que ces deux conditions ne s'additionnent pas mais qu'elles sont complémentaires.

Le marketing consiste à créer des débouchés et à répondre aux besoins des consommateurs en distribuant des biens et des services. Il englobe tout ce qu'il faut faire pour mettre au point des biens et des services, puis pour les transférer de la production à la consommation. L'American Marketing Association a défini le marketing comme étant "l'ensemble des activités qui consistent à entretenir un courant de biens et de services entre le producteur et le consommateur ou utilisateur". On pourrait développer cette formule en rappelant les fonctions essentielles du marketing, qui serait alors défini comme "l'ensemble des activités nécessaires pour mettre au point, faire connaître et distribuer des produits et des services destinés à satisfaire la demande présente et potentielle des clients". De toute manière, quelle que soit celle des nombreuses définitions possibles que l'on retient, les principaux éléments du marketing demeurent l'identification des besoins du client ou leur création, et la distribution de biens et de services destinés à y répondre.

Il convient de souligner que si les techniques modernes du marketing ont été mises au point dans les pays industriellement avancés et qu'elles sont directement issues des difficultés dues à la concurrence, elles sont également applicables dans les pays en développement et y prendront pour plusieurs raisons une importance croissante. Premièrement, nombreux sont les pays en développement où la concurrence entre les diverses industries devient de plus en plus vive et où différents types de biens de consommation sont proposés à une clientèle au pouvoir d'achat limité. Deuxièmement, les entreprises locales doivent faire face à la concurrence des entreprises étrangères qui sont installées dans ces pays ou y vendent et qui appliquent les techniques modernes du marketing. Troisièmement, si le développement économique élargit le champ d'action des entreprises, il est tout aussi vrai, comme le pensent beaucoup de spécialistes du marketing, que ces techniques peuvent à leur tour apporter une contribution déterminante au développement économique et qu'il faut donc accorder toute l'attention voulue à leur mise au point et à leur mise en oeuvre.

* Par Markku Harjula, Ecole d'économie d'Helsinki, Helsinki (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.105/48.)

PRATIQUE DU MARKETING

Les activités du marketing ont été classées de diverses manières dans divers contextes. Nous avons choisi de suivre ici la classification adoptée dans "Création d'un marché", publication du Bureau international du Travail^{1/}. Certaines des divergences les plus courantes entre les diverses définitions sont indiquées à la fin du présent chapitre.

Etude de marché

On entend par étude de marché le rassemblement et l'analyse systématiques d'informations sur le marché. L'étude de marché comprend notamment : l'analyse du marché, qui porte sur ses dimensions, sa situation géographique et ses caractéristiques; l'analyse des ventes, qui repose surtout sur l'étude des données relative aux ventes; l'analyse des consommateurs, qui vise à déterminer les attitudes, les mobiles et les préférences de la clientèle.

Avant d'entreprendre la fabrication d'un nouveau produit, la direction d'une entreprise doit réunir des renseignements sur le marché potentiel (dimension et situation géographique), les concurrents possibles, la part du marché qu'elle pourrait s'assurer, le volume des ventes qu'elle pourrait réaliser, les besoins et les préférences des consommateurs, etc. Il en est de même quand il s'agit d'augmenter le volume des ventes ou la part du marché pour des produits déjà fabriqués. Certains renseignements essentiels concernant le marché peuvent être tirés de statistiques, d'études antérieures, de publications, de revues spécialisées, etc. Les renseignements concernant les besoins et les préférences des consommateurs et les concurrents possibles peuvent, jusqu'à un certain point, être réunis par les représentants travaillant pour la société. Les enquêtes auprès des consommateurs (entrevues, questionnaires adressés par voie postale, études de motivation, etc.) sont plus difficiles à faire sans l'aide d'un spécialiste. D'autres moyens pourraient être employés pour ce type d'enquête, par exemple les tests de produits, qui consistent à faire essayer des articles nouveaux par des consommateurs choisis à cet effet, ou les tests de vente, pour lesquels un produit nouveau est normalement mis en vente, mais en certains endroits seulement. C'est en s'adressant à des spécialistes des études de marché n'appartenant pas à l'entreprise que l'on obtient généralement les meilleurs résultats, mais il convient de souligner que cette méthode - qui du reste n'est pas toujours applicable - est très coûteuse et que même dans ce cas beaucoup de problèmes sont laissés de côté, qui doivent être résolus de façon subjective.

Etude commerciale des produits

On entend par étude commerciale des produits le travail qui consiste à mettre au point des produits nouveaux et à modifier les produits existants ou à en abandonner la production, pour répondre aux besoins du consommateur et utiliser entièrement les capacités de l'entreprise. Cette étude ayant pour objectif la mise au point d'un produit qui se vend, elle

^{1/} Ce document a été distribué aux participants au séminaire (voir la bibliographie à la fin du présent chapitre).

suppose, en plus des recherches et des études techniques, tout un travail de marketing. De fait, dans les entreprises qui font du marketing, cette étude commerciale repose en grande partie sur une analyse des exigences du marché et de son évolution probable. Il faut également tenir compte des effets que la technique et son évolution peuvent avoir sur la demande et sur les conditions dans lesquelles s'exerce la concurrence. Dans le cas de petites entreprises desservant des marchés peu étendus, la mise au point d'un produit nouveau dépend surtout de l'expérience acquise par l'entreprise en matière de technique et de marketing.

Par modification d'un produit on entend toute modification apportée au produit lui-même ou à sa présentation. Cette modification peut être rendue nécessaire par l'évolution des techniques, des conditions de la concurrence, de l'évolution des besoins et des préférences des consommateurs, etc. En matière de modification de produit, les stratégies les plus importantes portent sur l'amélioration de la qualité par l'emploi de meilleures matières et de techniques plus perfectionnées, sur l'amélioration des caractéristiques du produit, qui vise à accroître la satisfaction - réelle ou imaginaire - de l'utilisateur, et sur l'amélioration de sa présentation, qui vise à le rendre esthétiquement plus attrayant.

Si l'on accorde une certaine importance à la mise au point des produits nouveaux et à la modification des produits existants, on méconnaît souvent l'intérêt qu'il y aurait à abandonner la production de certains produits. C'est pourquoi des produits marginaux ou des produits fabriqués à perte absorbent des ressources considérables qui pourraient être employées de manière plus productive à d'autres fins; cet état de choses diminue la rentabilité de l'entreprise et sa capacité à tirer parti de nouvelles possibilités. Les entreprises éviteraient des pertes et des difficultés financières si elles examinaient périodiquement leurs produits, en particulier ceux dont la rentabilité est inférieure à la moyenne.

En matière d'étude commerciale des produits, le marketing offre deux stratégies : la différenciation du produit et la segmentation du marché. La première consiste à influencer sur la demande d'un produit en informant le consommateur, par la publicité ou la promotion, des différences réelles ou imaginaires qui distinguent ce produit de ceux d'entreprises concurrentes. Il s'agit avant tout d'une stratégie visant à établir la position d'une entreprise sur le marché et à neutraliser la concurrence par le jeu des prix, que cette concurrence soit effective ou potentielle; en fait, le prix d'un produit différencié est en général supérieur à la moyenne. En revanche, la segmentation du marché repose sur l'idée qu'un marché hétérogène est constitué par un certain nombre de marchés homogènes plus petits, ou segments de marché, qui diffèrent les uns des autres quant aux besoins et aux préférences à l'égard de tel ou tel produit. Cette stratégie fait elle aussi souvent appel aux techniques de la publicité et de la promotion des ventes pour informer les divers segments de marché qu'il existe des produits répondant à leurs besoins particuliers. Une bonne politique de marketing exige en général l'application judicieuse de ces deux stratégies.

Etablissement des prix

L'établissement du prix d'un produit se fait en tenant compte du type de produit, de la demande, des coûts, de la concurrence et des objectifs de l'entreprise. Dans la plupart des cas, le critère principal de la fixation d'un prix est le caractère du produit, c'est-à-dire

ses caractéristiques matérielles et marchandes, les particularités de sa production, son degré de différenciation et son ancienneté (produit nouveau ou produit déjà bien connu). Dans le cas des biens de consommation durables, il existe normalement une certaine marge à l'intérieur de laquelle s'établissent les prix des produits concurrents. Pour les produits usuels, le prix est surtout déterminé par la marque, ses caractéristiques particulières, sa présentation, etc., tandis que pour les produits achetés de façon exceptionnelle, le prix peut varier dans une très large mesure. Comme on l'a déjà dit, les prix sont souvent un peu plus élevés pour les produits différenciés. La différenciation du produit donne de meilleurs résultats quand le produit de l'entreprise considérée offre un net avantage sur les produits concurrents; dans le cas contraire, elle peut être appliquée à d'autres éléments de la vente tels que les conditions de livraison, le service après vente, les conditions de crédit, etc.

Le prix d'un produit nouveau ne se fixe pas de la même façon s'il s'agit d'un produit entièrement nouveau ou d'un produit ayant quelque analogie avec des produits existants. Dans le second cas, il est déterminé par l'éventail des prix des produits de remplacement existants; dans le premier cas, les deux méthodes le plus souvent utilisées sont l'écrémage du marché et la pénétration du marché. Avec la première méthode, l'entreprise fixe un prix élevé et dépense des sommes considérables pour la promotion au cours des phases suivantes; la deuxième méthode consiste à fixer un prix relativement bas pour stimuler la croissance de la demande; s'assurer dès le début une large part du marché.

En pratique, on distingue trois principes de fixation des prix, selon qu'ils ont pour critère les coûts, la demande ou la concurrence. Dans le premier cas, l'entreprise fixe ses prix en tenant uniquement ou principalement compte de ses coûts. Les méthodes les plus couramment employées à cet égard sont celles du coût majoré, où l'on détermine le prix en ajoutant un pourcentage fixe au coût unitaire, et celle du prix cible, où le prix est déterminé d'après un certain taux de rentabilité de l'investissement nécessaire à la fabrication du produit considéré. La fixation du prix d'après la demande repose sur les variations d'intensité de la demande, le prix étant élevé quand la demande est intense et bas quand la demande est faible, quel que soit le coût unitaire, qui peut être le même dans les deux cas. A cet égard, on a souvent recours à la méthode de la discrimination des prix, selon laquelle deux ou plusieurs prix différents sont appliqués à un seul et même produit. La discrimination des prix peut revêtir diverses formes, selon qu'elle a pour critère le consommateur, le type de produit, le lieu ou le moment. La fixation des prix d'après la concurrence consiste à déterminer les prix principalement d'après ceux des concurrents, quels que soient les coûts ou la demande. La méthode la plus couramment appliquée est celle du prix d'imitation; l'entreprise s'efforce de maintenir son prix à la moyenne pratiquée par l'ensemble du secteur. Une entreprise devrait, surtout dans le cas de marchés assez homogènes ou en présence de produits de remplacement très voisins, fixer ses prix en tenant surtout compte de ceux que pratiquent ses concurrents et en prenant ses coûts pour limite inférieure. Même quand il y a différenciation des produits, il faut qu'une relation réaliste existe entre le prix du produit différencié, qui sera probablement plus élevé, et celui des produits concurrents non différenciés.

Toute entreprise qui désire modifier ses prix doit tenir compte des réactions possibles de ses clients et de ses concurrents. La réaction des consommateurs peut s'exprimer par l'élasticité de la demande par rapport aux prix, tandis que celle des concurrents dépend dans une large mesure de la structure du marché et du degré d'homogénéité des produits. Quand un des concurrents modifie ses prix, l'entreprise doit s'efforcer de comprendre ses intentions et d'évaluer la durée possible pendant laquelle le nouveau prix restera en vigueur. D'une manière générale, il peut être assez dangereux pour une entreprise de se servir des prix comme d'une arme contre la concurrence, à moins d'avoir un avantage certain sur ses concurrents du point de vue des coûts. Dans bien des cas, il sera préférable de lutter contre la concurrence au moyen d'autres techniques commerciales, telles que la différenciation des produits, la publicité, la promotion des ventes, l'amélioration de la distribution, etc.

Publicité

La publicité peut être définie comme étant l'ensemble des activités financées par une entreprise pour promouvoir auprès du public ses idées, ses produits ou ses services par l'intermédiaire des grands moyens d'information (media), tels que journaux et revues, radio et télévision, films, affiches, enseignes et panneaux, prospectus distribués par voie postale, catalogues, brochures, etc. Son but est d'inciter les acheteurs potentiels à réserver un accueil plus favorable aux produits proposés par l'entreprise. On s'efforce d'y parvenir en fournissant des informations aux consommateurs, en éveillant leur intérêt, en cherchant à influencer leurs désirs et leurs décisions d'achat et en leur donnant des raisons objectives ou subjectives de préférer tel ou tel produit de telle ou telle entreprise. Pour cela, il faut généralement trouver divers points sur lesquels le produit considéré se distingue avantageusement des produits concurrents. Couronnés de succès, ces efforts mettent en partie le produit à l'abri de la concurrence directe par les prix. La marque est à cet égard un facteur important. L'entreprise devrait s'efforcer, en ayant recours à la publicité ou à d'autres méthodes de promotion, de créer chez le consommateur une préférence en faveur de sa marque et l'inciter à lui rester fidèle, c'est-à-dire au nom de l'entreprise plutôt qu'à un de ses produits.

Les principaux éléments à prendre en considération pour la préparation d'une campagne de publicité sont les suivants : volume du budget de publicité, choix des media, conception du message, calendrier de parution et contrôle de l'efficacité. Le volume du budget publicitaire peut se déterminer de plusieurs façons :

- a) Selon l'effort que l'entreprise veut faire;
- b) En pourcentage constant des ventes de l'entreprise;
- c) Par rapport aux dépenses publicitaires de la concurrence;
- d) En calculant le coût des objectifs assignés à certains messages, ce qui revient à évaluer les recettes marginales et le coût de projets publicitaires précis.

La sélection des media doit être fondée sur les facteurs suivants : disponibilité et rayonnement géographique des media, attitude du public (ou segment de population) à l'égard des media, nature du produit et coût des différents media. L'efficacité de la publicité dépend dans une large mesure du contenu et de la présentation du message, c'est-à-dire de la qualité de sa conception. Les particularismes locaux ayant une influence certaine, il convient de commencer par une étude de marché portant notamment sur les méthodes d'achat et sur les motivations, les attitudes et le comportement des acheteurs. Le calendrier d'une campagne publicitaire doit être déterminé d'après la nature du produit, le type de consommateur à atteindre, l'état de la concurrence, les circuits de distribution et divers aspects du marketing, etc. Une entreprise qui lance un nouveau produit peut essayer de créer une préférence en faveur de sa marque par une forte campagne publicitaire dont elle diminuera progressivement l'intensité; dans le cas d'un produit spécial, il pourrait être nécessaire de chercher à atteindre la plupart des personnes que ce produit pourrait intéresser, ce qui exige de maintenir l'effort publicitaire à peu près constant pendant un certain temps. Une des tâches les plus délicates en matière de publicité est de mesurer son efficacité. Les entreprises doivent néanmoins s'efforcer d'évaluer de façon continue l'effet possible des messages, c'est-à-dire l'influence que la publicité peut avoir sur l'information, les motivations et les décisions des acheteurs, ainsi que l'effet probable sur les ventes, c'est-à-dire l'influence des diverses annonces sur le chiffre des ventes.

Promotion des ventes

La promotion des ventes est l'ensemble des activités commerciales autres que la vente directe et la publicité (publicité proprement dite et publicité rédactionnelle), qui incitent le consommateur à acheter et augmentent l'efficacité du vendeur. Parmi les techniques les plus couramment employées figurent la présentation du produit, l'organisation d'expositions et de démonstrations, la distribution d'échantillons, l'octroi de primes, l'organisation de concours, la distribution de brochures et autres publications promotionnelles, ainsi que la fourniture de services spéciaux à la clientèle. Contrairement à la publicité, la promotion des ventes consiste en une série de communications isolées faites en général directement sur le point de vente. La promotion des ventes est avant tout un moyen d'influencer directement les consommateurs et elle peut de ce fait stimuler la demande plus rapidement que ne le fait la publicité. Il est en outre plus facile de l'appliquer à un segment particulier du marché.

Pour faire un choix judicieux entre les diverses méthodes de promotion des ventes, il faut étudier en permanence la situation du marché et l'état de la concurrence. Comme il n'existe pas de règles fixes en la matière, l'entreprise doit essayer diverses méthodes et les appliquer selon diverses combinaisons. La mesure dans laquelle l'entreprise aura recours à la promotion des ventes dépend de ses autres efforts promotionnels (publicité proprement dite, vente directe et publicité rédactionnelle). Par sa nature même, la promotion des ventes peut assez bien remplacer la publicité, et tout ce qui limite le recours à la publicité augmente normalement l'importance relative de la promotion des ventes.

Comme l'indique sa définition, la promotion des ventes consiste également à accroître l'efficacité des détaillants. On peut y arriver en partie à l'aide de certaines des techniques générales dont il vient d'être question, mais on peut aussi employer d'autres moyens tels que l'encouragement financier (octroi et renouvellement de crédit), formation, consultation, bonne coopération entre le fabricant et ses distributeurs, etc.

Distribution

La distribution est l'ensemble des activités commerciales qui acheminent les biens et les services du producteur au consommateur ou utilisateur. Le circuit de distribution est l'ensemble des intermédiaires - agents, grossistes et détaillants - qui assurent la commercialisation des biens et services.

Un fabricant peut mettre sur pied son propre circuit de distribution (intermédiaires et détaillants faisant partie de sa société) ou faire appel à des entreprises commerciales, ou encore combiner ces deux solutions. Son choix sera guidé par les facteurs suivants :

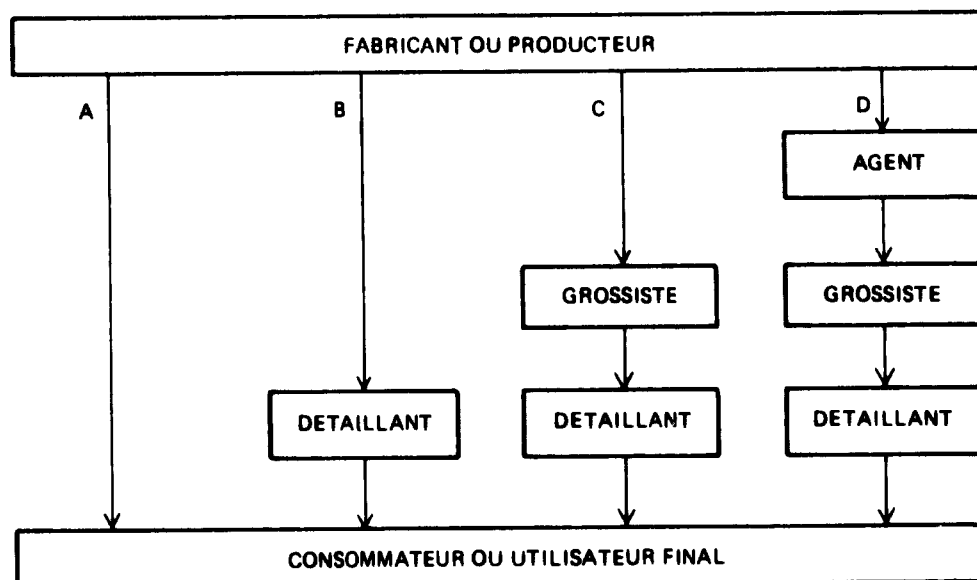
- Caractéristiques des consommateurs (nombre, répartition géographique, habitudes d'achat, attitude à l'égard des diverses méthodes de vente)
- Nature du produit (volume, degré de normalisation, service après vente requis, valeur unitaire)
- Caractéristiques des intermédiaires (efficacité et faiblesse relatives pour l'exécution de diverses tâches)
- Structure des circuits de distribution de la concurrence (exemple à suivre ou à éviter)
- Caractéristiques de l'entreprise elle-même (taille, moyens financiers, type de production, expérience et politique générale en matière commerciale)

Les principaux types de circuits de distribution parmi lesquels un fabricant peut choisir sont représentés à la figure I. Le type A correspond à la vente directe, qui peut être assurée soit aux points de vente au détail appartenant au fabricant, soit par des représentants, soit par des contacts directs avec les gros clients (administrations, organismes divers, etc.). Le type B est celui que choisit généralement le producteur qui peut vendre en grandes quantités aux grands magasins, aux magasins à succursales multiples ou aux maisons de vente par correspondance. Le type C est le plus fréquent pour les biens de grande consommation. Le type D fait intervenir un intermédiaire (agent de vente) au début des opérations de distribution.

Dans la pratique, le choix des circuits de distribution est plus compliqué. Il arrive souvent qu'un même fabricant emploie des circuits différents selon le moment, les produits et les marchés. Déterminer quel est le plus intéressant pour tel ou tel produit est une tâche délicate, qui exige que chaque cas soit analysé séparément. Après avoir étudié en détail les principales solutions possibles, il faut évaluer chacune d'elles par rapport à la rentabilité de l'entreprise (vente, coûts et bénéfices), l'incompatibilité possible entre divers circuits et la faculté d'adaptation de l'entreprise face à l'évolution de la concurrence et de la distribution. Après avoir déterminé un schéma général de distribution, l'entreprise doit choisir ses intermédiaires. En plus des relations commerciales qu'elle entretiendra avec ces derniers, elle doit accroître leurs motivations par des mesures spéciales d'encouragement et

superviser leur activité. Il lui faut également évaluer périodiquement l'efficacité de chaque intermédiaire en prenant pour critère les ventes qu'il a réalisées antérieurement, les ventes d'autres intermédiaires et peut-être même les quotas de vente.

FIGURE I. CIRCUITS DE DISTRIBUTION POSSIBLES POUR UN INDUSTRIEL



En matière de distribution, un rôle très important revient à la distribution matérielle, c'est-à-dire aux mouvements effectifs des produits. Ces tâches, qui comprennent le transport, l'entreposage, l'exécution des commandes et le contrôle des stocks, peuvent contribuer très sensiblement à stimuler la demande. Une société peut promouvoir ses ventes en offrant davantage de services que ses concurrents ou en diminuant ses prix parce que ses coûts de distribution matérielle sont peu élevés. Les tâches de la distribution matérielle étant étroitement liées les unes aux autres, il faut, avant de faire un choix en ce domaine, analyser le total des coûts de distribution correspondant aux diverses formules possibles. La meilleure décision est celle qui réduit les coûts tout en permettant d'offrir un certain service à la clientèle.

Vente directe

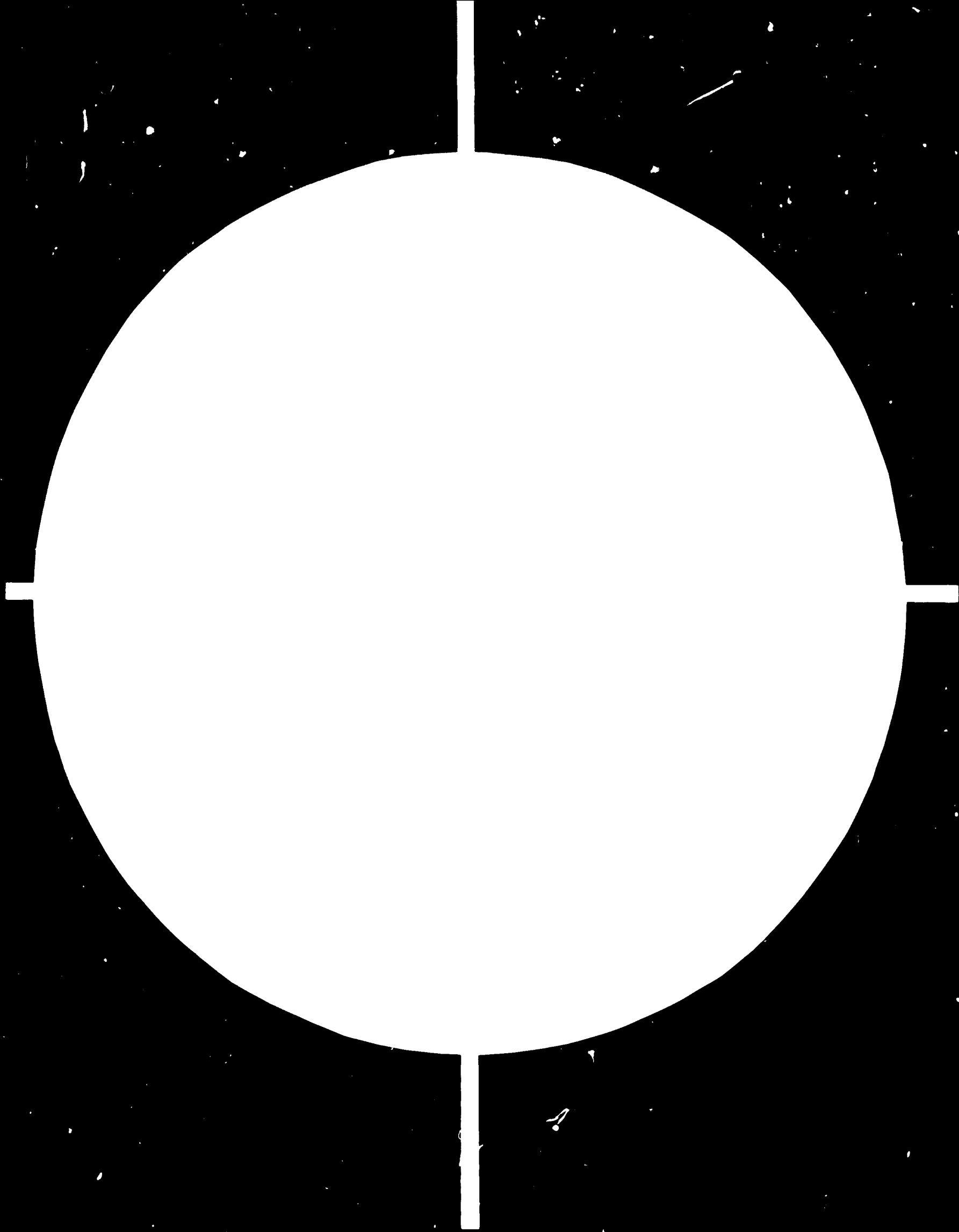
Cette méthode consiste à présenter personnellement le produit à un ou plusieurs clients éventuels dans le but de le vendre. Le représentant doit faire connaître le produit au client, lui expliquer les conditions de vente, le convaincre que le produit peut satisfaire ses besoins et le persuader de l'acheter.

Le rôle du représentant peut être capital. Pour employer ses représentants dans les meilleures conditions, l'entreprise doit donc déterminer exactement les objectifs qu'elle cherche à atteindre par la vente directe. Du point de vue stratégique, elle doit déterminer

B-657



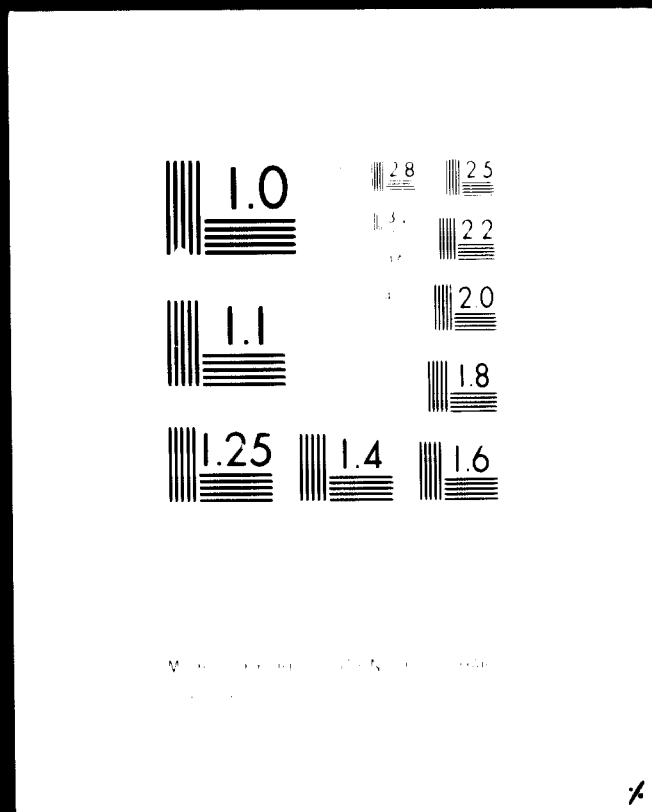
81.11.27



6 OF 6

09256

F



24x

D

l'effectif et la répartition de ses représentants, ce qui se fait souvent en calculant l'étendue de territoire dont peut s'occuper un représentant, c'est-à-dire la somme de travail qu'il peut accomplir. L'organisation des ventes est alors établie par territoires, par produits ou par nombre de clients. La vente directe suppose de la part des responsables les tâches suivantes : recruter et former les représentants, les encourager et suivre leur travail, les rémunérer et apprécier périodiquement leur efficacité.

Publicité rédactionnelle

Cette forme de publicité plus ou moins déguisée peut être définie comme la stimulation impersonnelle de la demande d'un produit ou d'un service par la diffusion gratuite de renseignements flatteurs pour l'entreprise ou sa production, la publication étant prise en charge par un média dans le cadre d'un programme ou d'une rubrique ayant pour but d'informer ou de distraire. La publicité rédactionnelle peut revêtir la forme de communiqués de presse, d'articles, de plaquettes d'information, de brochures, etc. Son importance est due au fait que le public est généralement plus influencé par les nouvelles et les informations qui ont l'air d'être publiées en toute indépendance que par la publicité proprement dite. Beaucoup de sociétés emploient donc assez largement cette forme de publicité pour compléter leurs efforts de publicité proprement dite et de promotion des ventes.

LA GESTION DU MARKETING

Principes

Premier et plus important de tous les principes, le marketing doit être axé sur le marché, c'est-à-dire sur le client, car le client est la clé de la survie et de la croissance de l'entreprise. Le deuxième est que l'entreprise tout entière doit être convaincue de l'importance du marketing et s'y consacre entièrement. Le troisième est que la fonction du marketing doit être intégrée, c'est-à-dire que toutes les décisions de l'entreprise, y compris celles qui concernent l'organisation, la production, les communications, le financement et la distribution doivent être prises en tenant compte de tous les éléments du marketing et de tous les facteurs qui peuvent l'influencer. Enfin, quatrième principe, l'effort de marketing doit être planifié et évalué en permanence.

Du point de vue de la gestion du marketing, les principales tâches sont l'évaluation de ses possibilités, la planification et la programmation des efforts à entreprendre, l'organisation des diverses activités et le contrôle de l'efficacité.

Evaluation des possibilités du marketing

Il s'agit d'identifier les buts et les objectifs de l'entreprise et d'analyser les bénéfices éventuels en vue de déterminer quels sont les marchés ou les objectifs qui pourront être atteints. En pratique, il faut surtout identifier les clients existants et potentiels.

L'évaluation des possibilités doit être permanente de façon à faciliter la production et le marketing lui-même, à identifier les nouveaux problèmes que la société devra résoudre et à tirer parti des débouchés que peut offrir l'évolution du marché.

L'évaluation des possibilités du marketing doit être le facteur déterminant des activités de l'entreprise. Elle sera fondée sur l'analyse de la position actuelle de l'entreprise sur le marché, de ses ressources, de ses caractéristiques et de ses capacités.

Planification et programmation des efforts à entreprendre

Planifier le marketing, c'est définir des objectifs, adopter des stratégies et élaborer des programmes concrets. Cette action revient pour l'essentiel à prévoir les problèmes qui peuvent se poser et à examiner les diverses solutions à y apporter.

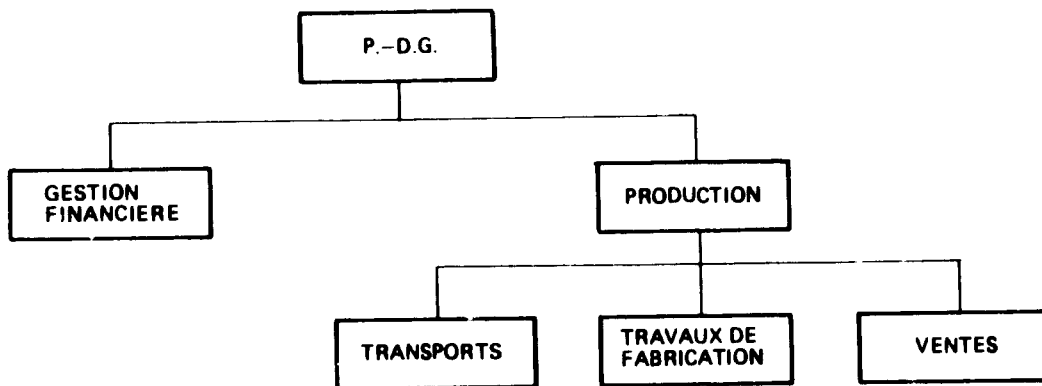
La planification du marketing se compose de quatre étapes. Au cours de la première, on identifie et analyse les problèmes et les possibilités de l'entreprise, c'est-à-dire sa situation actuelle : fabrications, marchés, organisation, circuits de distribution, concurrence, évolution technique et bénéfices. Au cours de la deuxième, on détermine des buts ou des objectifs précis, c'est-à-dire ce que l'entreprise voudrait faire : gamme de produits, moyens de marketing, part du marché et bénéfices ou rentabilité des investissements. La troisième étape est l'établissement des stratégies du marketing : on étudie un grand nombre de stratégies différentes et on choisit celles qui paraissent les plus prometteuses. La stratégie du marketing se compose de deux parties : la définition des objectifs commerciaux, notamment la clientèle que l'entreprise désire atteindre, et le dosage des moyens nécessaires en personnel ou autrement pour exécuter les programmes de marketing. Ces moyens sont l'étude commerciale des produits, l'établissement des prix, la politique de marque, la publicité, la promotion des ventes, les ventes directes, le stockage et le transport, les circuits de distribution et les services après vente. La dernière phase de la planification est l'évaluation des plans et leur adaptation, ce qui exige l'adoption de critères objectifs d'efficacité et d'un système de contrôle, qui permettront de faire les adaptations voulues.

Programmer l'effort du marketing, c'est établir un calendrier d'exécution pour chaque élément retenu et définir les méthodes à appliquer. Il convient de noter à cet égard que les plans et programmes fournissent eux-mêmes des moyens de contrôle pour peu qu'ils aient été minutieusement exécutés.

Organisation des activités du marketing

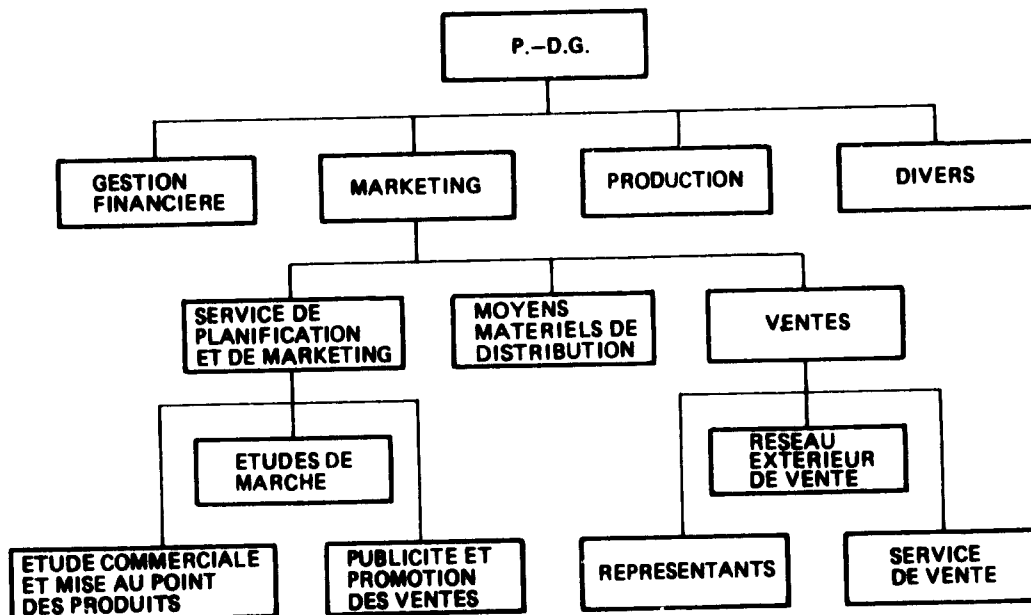
En principe, l'organisation et la planification dépendent des objectifs de l'entreprise. L'organisation traditionnelle est subordonnée à la production et au financement, comme le montre la figure II.

FIGURE II. MODELE D'ORGANISATION TRADITIONNELLE D'UNE ENTREPRISE INDUSTRIELLE



La stratégie du marketing prenant de plus en plus d'importance, les ventes ont été graduellement soustraites à la compétence du directeur de la production et elles sont devenues autonomes. Pour éviter les conflits qui peuvent toujours surgir entre ceux qui veulent satisfaire le client et ceux qui veulent abaisser les prix de revient, les entreprises acquises au marketing ont appliqué le principe qui consiste à confier la responsabilité de la totalité de cette nouvelle technique à une seule personne qui, comme le montre la figure III, met en place, dirige et coordonne tout ce qu'il faut faire pour atteindre les objectifs fixés.

FIGURE III. MODELE D'ORGANISATION D'UNE ENTREPRISE ACQUISE AU MARKETING



Il existe différentes opinions à ce sujet, mais, du point de vue d'une entreprise acquise aux techniques du marketing, il est évident que le responsable du marketing doit occuper un rang élevé dans l'organisation de façon à participer à l'élaboration de toutes les décisions concernant les objectifs commerciaux de l'entreprise.

Contrôle de l'efficacité du marketing

Dans la pratique, une entreprise peut employer différents types de contrôle pour s'assurer de la rentabilité de son effort de marketing. Les principales formes de contrôle sont le contrôle de la gestion, le contrôle financier et le contrôle du personnel d'encadrement. Le contrôle de la gestion se fait à partir des plans précis, des normes d'efficacité, des principes et des méthodes d'action établis par la direction. Le contrôle financier est souvent basé sur le calcul et l'analyse des coûts de distribution, par fonction et par produit. Toutefois, les techniques de prévision et les méthodes de fixation des quotas de vente les plus communément employés mettent simultanément en jeu le contrôle de la gestion et le contrôle financier. Le contrôle du personnel d'encadrement, qui l'emporte sur les deux autres formes de contrôle, se réfère à l'organisation et à la stimulation des individus et des groupes. Le but de ce type de contrôle est d'inciter les individus à atteindre et à dépasser les objectifs collectifs et individuels fixés à l'avance.

Les systèmes de contrôle ne sont efficaces que s'ils se composent de quatre éléments communs. Le premier est la définition de buts et de normes qui doivent être compris et acceptés par les intéressés et exprimés si possible de façon quantitative. Le deuxième est la mise au point d'un programme de réalisation de ces objectifs, c'est-à-dire d'un plan détaillé indiquant l'affectation des ressources disponibles pour une période donnée. Le troisième élément est l'évaluation des résultats, c'est-à-dire la comparaison des résultats obtenus et des objectifs fixés, à l'aide de différents types de renseignements, recueillis à l'intérieur ou à l'extérieur de l'entreprise. Selon les circonstances, ces comparaisons peuvent se faire en permanence au moyen de rapports quotidiens ou périodiquement au moyen de rapports trimestriels par exemple. Le quatrième élément d'un système de contrôle est l'adoption des objectifs ou des programmes, ou des deux à la fois, si les objectifs antérieurs n'ont pas été atteints.

PRINCIPES FONDAMENTAUX DU COMMERCE D'EXPORTATION

Aucun pays ne manque de bonnes raisons pour vouloir stimuler son commerce d'exportation, qu'il s'agisse de l'abondance de ses ressources naturelles, de la nécessité de payer ses importations, de l'équilibre de sa balance des paiements, du bien-être de sa population, des bénéfices tirés de ses exportations ou d'autres raisons. Du point de vue d'une entreprise, toutefois, ce sont de tout autres considérations qui justifient le commerce d'exportation.

Avantages du commerce d'exportation

L'exportation peut avoir des avantages directs ou indirects. Les avantages directs sont les suivants : création d'un marché plus étendu, augmentation de la production pouvant atteindre la grande série, spécialisation et concentration de la production, rotation plus rapide des stocks, accroissement des recettes à la vente, meilleures chances de compenser les variations saisonnières et possibilités de limiter les risques dus à des modifications de la demande intérieure. Les avantages indirects sont de diverses natures. Par exemple, l'augmentation des exportations peut amener une entreprise à améliorer ses méthodes de gestion et ses procédés techniques parce qu'elle y est poussée par la concurrence, des contacts ou d'autres raisons; toute entreprise exportatrice qui doit adopter des innovations techniques étrangères sera plus compétitive sur le marché intérieur. Les exigences de l'exportation peuvent aussi amener les entreprises d'un pays à coopérer pour mieux organiser leurs activités par la rationalisation, la spécialisation, etc. Autre avantage important, une entreprise qui obtient d'excellents résultats à l'exportation améliore sa réputation sur le marché intérieur et peut obtenir plus facilement des crédits à long terme, tant dans son propre pays qu'à l'étranger.

Evaluation du potentiel d'exportation

Pour évaluer le potentiel d'exportation, il faut d'abord étudier la position de l'entreprise sur le marché intérieur, les tendances générales de sa branche industrielle et, le cas échéant, ses exportations du moment. La position de l'entreprise doit être analysée en considérant sa part actuelle du marché, ses perspectives d'expansion, sa situation financière et ses ressources disponibles. La deuxième étape est l'étude de la production, c'est-à-dire celle des produits exportables, des brevets et autres moyens de protection, de la capacité de production et des moyens permettant d'apporter les modifications techniques indispensables.

L'étape suivante est l'établissement des prix. En général, le prix d'un produit est fixé par rapport aux prix pratiqués par les concurrents ou aux prix des produits de remplacement, mais il faut également calculer le prix de revient et le comparer avec le prix de vente envisagé. Pour les produits d'exportation, on peut normalement déduire la taxe à l'achat prélevée à l'intérieur du pays, ainsi que les taxes et droits payés sur les matières premières et les accessoires importés. Tous les frais de vente à l'intérieur du pays sont eux aussi déduits. L'analyse du seuil de rentabilité est une des méthodes les plus couramment employées pour déterminer le niveau le plus bas auquel peut être fixé le prix à l'exportation. Le prix doit couvrir tous les coûts variables et doit, si possible, couvrir une partie des coûts fixes. Mais les ventes à l'exportation entraînent certains frais particuliers : études de marché, publicité, adaptation des produits, amélioration des emballages, voyages du personnel, etc. La plupart du temps, ces frais ne peuvent être affectés à aucune vente en particulier, et il faut donc les étaler sur une période donnée.

La dernière étape de l'évaluation du potentiel d'exportation est le recensement des différents moyens de marketing dont dispose l'entreprise pour vendre à l'étranger. Dans l'ensemble, ces moyens sont les mêmes que ceux mentionnés plus haut à propos de l'analyse du

marketing, mais ils doivent être adaptés aux conditions qui prévalent dans les pays étrangers, ce qui accroîtra sensiblement les coûts. En outre, la concurrence sera probablement plus vive, et le candidat à l'exportation devra donc coopérer étroitement avec les représentants des sociétés locales ou étrangères, mais surtout avec d'autres exportateurs. Toute entreprise qui veut exporter doit se convaincre qu'il faut des années pour maîtriser les techniques de vente à l'exportation et que les bénéfices ne sont souvent pas immédiats. En outre, l'exportateur est tenu de se conformer scrupuleusement à des accords et à des engagements, mais il doit aussi connaître les réglementations et les méthodes particulières au commerce d'exportation.

PRATIQUE DE L'EXPORTATION

Il arrive parfois que des représentants ou des importateurs étrangers demandent des renseignements à une entreprise et que ces contacts aboutissent à des ventes. Mais c'est plus souvent le candidat à l'exportation qui doit prendre l'initiative. Dans ce cas, il doit entreprendre une étude de marché qui lui permettra de connaître les circuits de distribution possibles et leurs coûts. Toutefois, comme ces études coûtent souvent très cher et qu'elles peuvent aboutir à des conclusions qui ne sont que des conjectures, utiles seulement pour un temps très court, elles ne sont généralement effectuées que par de grandes entreprises. Une autre façon de prendre pied sur les marchés extérieurs est de participer à des foires ou à des expositions, qui facilitent les contacts et permettent de conclure des ventes. Mais ce moyen étant lui aussi assez coûteux, les petites entreprises ont intérêt à se grouper pour l'employer.

Pour une petite entreprise, la meilleure façon de se lancer dans l'exportation est probablement de se mettre en rapport avec des importateurs ou avec leurs intermédiaires, en leur écrivant ou en prenant contact avec leur représentant local. La solution retenue dépendra d'éléments tels que la nature du produit et son prix, la taille de l'entreprise et les habitudes d'achat du pays étranger.

Les circuits de distribution employés pour le commerce d'exportation peuvent être divisés en deux grands groupes : ceux du pays exportateur et ceux des pays importateurs. Dans le pays exportateur, les principaux intermédiaires sont les commissionnaires exportateurs et les sociétés d'exportation, mais il arrive que des grossistes et des grands magasins jouent aussi un rôle dans les ventes à l'exportation. La principale différence entre un commissionnaire exportateur et une société d'exportation est que le premier vend pour le compte du fabricant, alors que la seconde achète le produit et le vend pour son propre compte en prenant tous les risques.

Dans les pays importateurs, la distribution passe généralement par des commissionnaires exportateurs (résidant normalement dans des pays tiers), des commissionnaires importateurs, des grossistes, des grands magasins, des détaillants et des courtiers, tous participant généralement aux ventes. L'exportateur peut quelquefois vendre directement à des entreprises ou à des organismes, parfois même par l'intermédiaire d'un fabricant local dont les produits

sont complémentaires des siens. Etant donné son coût très élevé, la création d'un appareil de distribution n'est généralement accessible qu'à de grandes entreprises fabriquant des produits d'un excellent rapport ou à des groupements de petites entreprises travaillant en étroite coopération.

Les diverses activités de soutien du commerce d'exportation ont une importance capitale pour les petits exportateurs. On n'hésitera pas à solliciter l'appui d'un organisme public d'exportation ou l'aide financière de l'Etat. En outre, on pourra obtenir des renseignements ou des appuis précieux auprès des associations pour le commerce extérieur et des fédérations d'industries. Les chambres de commerce et les banques locales qui ont des activités internationales jouent elles aussi un rôle dans le développement des exportations, de même que les représentants commerciaux et les conseillers commerciaux des pays étrangers. Malheureusement, ces institutions et intermédiaires ne sont pas toujours très nombreux.

Les exportateurs peuvent toujours coopérer en créant des associations d'exportation et de vente, ou des groupements d'exportateurs. On peut créer des associations regroupant les exportateurs d'un même produit ou d'une même région; leur principale activité est souvent promotionnelle - contacts commerciaux, organisation d'expositions, campagne de publicité en commun - mais elles peuvent aussi s'occuper d'études de marché et même de ventes. Les groupements d'exportateurs, plus restreints que les associations, sont formés de petites entreprises qui fabriquent des produits différents mais complémentaires, mettent en commun leurs ressources pour se procurer des renseignements commerciaux, utilisent les mêmes circuits de distribution et emploient un personnel commun. Compte tenu de la vivacité de la concurrence sur les marchés internationaux, les petites entreprises doivent coopérer d'une façon ou d'une autre si elles veulent se lancer dans l'exportation ou développer leurs exportations du moment.

Renseignements indispensables

L'exportateur doit surtout être suffisamment averti des conditions de livraison et de paiement. S'il utilise les services d'un commissionnaire ou d'une société d'exportation, il n'aura pas à appliquer ses connaissances en la matière; mais, dans les autres cas, il devra se préoccuper des conditions de livraison (f.a.s., f.o.b. ou c.a.f., par exemple), ainsi que de leurs effets sur les prix et sur les modalités d'exportation elles-mêmes; et il devra être aussi au courant des diverses méthodes de paiement, notamment des lettres de crédit, des documents contre paiement ou contre acceptation et du paiement par anticipation. Il lui sera utile, en outre, même si ces questions ne le concernent pas directement, d'avoir quelque idée du contrôle des changes, des taux de change et des différents documents d'expédition tels que connaissements, certificats d'assurance, factures commerciales, factures consulaires et certificats d'origine.

Dans le commerce d'exportation, il est de plus en plus important d'obtenir des renseignements sur les possibilités de crédit avant de choisir un partenaire dans un pays étranger. Ces renseignements sont généralement fournis par les banques locales qui ont des activités

internationales. un exportateur doit aussi se renseigner sur les accords de commerce extérieur entre son pays et les pays vers lesquels il envisage d'exporter et être au courant, le cas échéant, de la réglementation applicable aux brevets et aux marques déposées. Enfin, et ce n'est pas le moins important, un exportateur doit savoir comment nouer des relations d'affaires à l'étranger. Il peut s'adresser aux organisations de soutien mentionnées plus haut, mais il dispose aussi de nombreuses autres sources d'information telles que les publications internationales spécialisées et les ouvrages de référence relatifs aux différentes activités commerciales ou industrielles, les annuaires publiés par les organismes du commerce extérieur et les revues professionnelles locales.

Il faut enfin souligner que le commerce d'exportation est une activité très difficile, exigeant beaucoup d'efforts et qui ne peut être envisagée que par une entreprise solidement établie sur le marché intérieur. Mais dès que cette entreprise sera en mesure de se lancer dans l'exportation, elle découvrira petit à petit que cette activité est passionnante, stimulante et rémunératrice.

Bibliographie

- Alderson, W. Marketing behavior and executive action. Homewood, III., Irwin, 1957.
- Bowmann, E. H. et R. B. Fetter. Analysis for production management. Homewood, III., Richard D. Irwin, 1957.
- Boyd, Harper W. et R. Westfall. Marketing research, Homewood, III., Irwin, Inc., 1964.
- Bureau international du Travail. Création d'un marché. Genève, Bureau international du Travail, 1969.
- Export and import procedures. New York, Morgan Guaranty Trust Company, 1968.
- Fayerweather, J. International marketing. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1965.
- Gatz, W. Export promotion for developing countries. Brême, Institut de recherches économiques, 1969.
- Hess, J. M. et P. R. Cateora. International marketing. Homewood, III., Irwin, 1966.
- Holloway, R. J. et R. S. Hancock. Marketing in a changing environment. New York, Wiley, 1968.
- Initiation au commerce d'exportation. Centre du commerce international CNUCED/GATT, 1970.
- Kelley, E. J. Marketing : strategy and functions. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1965.
- Kotler, P. Marketing management. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1967.
- Lazo, H. et A. Corbin. Management in marketing. New York, McGraw-Hill, 1961.
- Stanton, W. J. Fundamentals of marketing. New York, McGraw-Hill, 1964.
- Stern, M. E. Marketing planning. New York, McGraw-Hill, 1966.

XXXIV. L'ETUDE DES MARCHES D'EXPORTATION*

L'industriel qui veut se faire une place sur les marchés étrangers doit combler de nombreux handicaps : il n'a aucune expérience de ces marchés, n'est peut-être pas capable de parler la même langue que ses futurs clients et ne dispose peut-être pas d'une analyse de ses coûts pour établir convenablement un prix à l'exportation. L'exportation des meubles et des ouvrages de menuiserie se heurte à beaucoup de difficultés particulières telles que l'absence de traditions industrielles dans l'usine de l'exportateur et la méconnaissance de l'utilisation des meubles. Ces facteurs peuvent faire hésiter les importateurs à passer commande.

Le marketing est une stratégie de la présentation des produits. Sa raison d'être est la recherche des besoins du consommateur et des moyens de les satisfaire. Il suppose que ces moyens prendront la forme de produits et de services fournis à un prix rémunérateur et il porte tout à la fois sur la fabrication, la distribution, la présentation, la vente et la consommation des produits.

Les clients sont les gens qui vivent à l'intérieur du marché dont s'occupe un fabricant. Le marché peut être clairement délimité quand il s'agit d'un pays, mais il peut se subdiviser en plusieurs segments qu'il faut alors circonscrire. Le fabricant ne doit pas se contenter de penser à des chaises, il doit aussi savoir s'il veut fabriquer des chaises modernes ou des chaises rustiques (modernes ou rustiques pour ses clients éventuels). Il doit aussi déterminer si ses chaises seront rembourrées ou avec un siège en dur, pliantes ou non, bon marché ou vendues par douzaine à chaque client. Il doit s'efforcer de connaître les raisons de la commande ou de la décision d'achat et de prévoir l'achat assez longtemps à l'avance pour échelonner sans peine sa production jusqu'au moment de l'expédition. Le fabricant doit résoudre à l'avance toutes les questions possibles et tenir compte de leur solution en faisant sa proposition.

Quand l'étude de marché est générale, elle doit révéler au fabricant ce que les gens pensaient et faisaient quelques années auparavant; trop d'études de marché ne traitent que de la situation présente. Les renseignements à recueillir doivent faire connaître l'état présent, passé et futur du marché.

PRATIQUE DE L'ETUDE DE MARCHE

Le marketing repose sur quatre grands éléments : le produit, son prix, sa promotion et sa distribution. Mais il faut aussi faire figurer dans une étude de marché les éléments de décision complémentaires que sont la demande, la concurrence et les questions administratives (notamment la législation et les droits de douane). L'étude de marché peut être générale ou axée sur des besoins fixés à l'avance.

* Par Reino Routamo, spécialiste des études de marché, Helsinki (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.209/16.)

Proposition d'une table des matières

Délimitation du marché (surface, clientèle, etc.)
Réglementation administrative régissant l'importation
Autres réglementations
Concurrence, y compris les statistiques d'importation
Divers aspects de la concurrence
Demande, y compris la conception et la description du produit
Circuits de distribution
Systèmes de promotion
Etablissement du prix
Recommandations

Toute étude exécutée sur demande doit en outre préciser les objectifs recherchés; pour qui elle a été entreprise, par qui et comment elle a été exécutée; la date de l'étude et de sa rédaction. Elle doit en outre contenir en annexe des tableaux détaillés, la bibliographie des publications consultées et à consulter, un exposé détaillé des questions théoriques et de leur degré de précision, une liste des personnes interrogées (si possible) et divers renseignements originaux appropriés.

Rassemblement de la documentation

Avant de commencer à recueillir des renseignements, il est recommandé, pour économiser temps et argent, de tirer parti des informations disponibles en étudiant la correspondance commerciale de l'entreprise ou en interrogeant des amis. Les associations commerciales, les organismes officiels, les organismes internationaux, les revues et les journaux peuvent aussi fournir de précieux renseignements. La recherche de tous ces renseignements, qui n'est en fait que du travail de bureau, est indispensable au succès de l'enquête sur le terrain.

Outre les renseignements recueillis de vive voix ou dans des publications, il faut rassembler des données statistiques. Les statistiques des grandes tendances du commerce extérieur sont d'un accès facile dans les pays industriels, mais elles sont plus rudimentaires et moins sûres dans les pays où les services de statistiques sont moins bien organisés. Quand une entreprise compare ses propres objectifs à ces statistiques, elle peut être obligée de modifier ses objectifs et de se poser de nouvelles questions.

Pour se documenter de façon plus personnelle et plus détaillée, tout en échangeant un maximum de renseignements, les exportateurs finlandais ont fondé à Helsinki un club qui organise des déjeuners en toute simplicité pendant lesquels des spécialistes font des exposés sur telle ou telle question. La liste des membres, avec leur adresse, est fréquemment distribuée. Cette façon de voir les choses a permis de résoudre beaucoup de difficultés, tout en donnant à chacun la possibilité de mieux se documenter et d'échanger des renseignements.

On pourra utilement se servir des indications suivantes pour recueillir des renseignements et les mettre en forme :

- a) Faire un plan détaillé de l'étude, qui commencera par l'analyse de la situation du moment, préciser les difficultés et les moyens d'en venir à bout. Résumer les résultats et les comparer avec l'examen réaliste de ses propres possibilités. On peut alors décider de confier l'étude à un spécialiste de l'extérieur;

- b) Délimiter le marché. Si on propose des centrales nucléaires, le marché est très restreint, mais il est bien connu et géographiquement éparpillé à travers le monde. Si on veut fabriquer des tables ordinaires et bon marché, il faut se limiter à des zones géographiques peu étendues et étudier les goûts et les besoins, etc., de leurs utilisateurs;
- c) Le facteur temps est très important. Mais il y a le temps présent et le temps à venir. Le présent est transparent et facile à comprendre; l'avenir est plus difficile à saisir, mais c'est lui qui servira de cadre à l'activité de l'exportateur et le contraindra à s'adapter à la concurrence, tout en modifiant ses habitudes. Le présent ne deviendra pas l'avenir sans se modifier. L'étude de marché doit permettre de sérier les difficultés et de faire un choix.

Habituellement, les renseignements les plus indispensables à toute prise de décision ne sont pas disponibles sous forme de statistiques ou de documents écrits comparables. Normalement, on ne peut les trouver qu'en allant les chercher sur le terrain.

La façon la plus facile de se renseigner est de s'adresser aux gens qui savent. Si un fabricant veut vendre à un certain acheteur, il n'a qu'à lui demander son avis. Mais son produit peut avoir beaucoup d'acheteurs; s'il les connaît, il n'aura pas de peine à tous les consulter. Ce sera plus difficile si beaucoup de ces acheteurs éventuels sont inconnus; le vendeur doit alors recourir à d'autres méthodes de recherche.

Une façon très simple de rencontrer beaucoup d'acheteurs est de participer à une foire commerciale, où ils sont nombreux, et de mettre ainsi son produit à l'épreuve tout en se faisant une idée de la concurrence. Mais la participation aux foires est coûteuse - beaucoup plus qu'on ne le croit d'ordinaire - et il faut s'y préparer sérieusement. Avant d'y participer, il est utile d'aller voir comment se passe la foire envisagée. De toute façon, il vaut mieux participer à une foire en ayant trop d'objectifs que pas assez : essai de produits, ventes, choix d'un distributeur, etc. Peut-être n'obtiendra-t-on de résultats encourageants qu'après plusieurs tentatives.

Comment faire essayer un produit ?

S'il n'y a aucune foire commerciale appropriée, on peut employer trois méthodes différentes pour faire essayer un produit au public : l'enquête au hasard, l'enquête type Gallup et différents types d'enquête par groupes.

Pour l'enquête au hasard, on pose certaines questions à des gens rencontrés dans la rue, ou à des gens qu'on va voir fortuitement chez eux ou encore à des gens qu'on va interroger dans leur bureau. On considère que leurs réponses représentent l'opinion du public en général. Pour ce genre d'enquête, on ne pose que des questions simples telles que : "Laquelle de ces deux couleurs préférez-vous ?" Des questions de contrôle peuvent aussi être posées pour déterminer dans quelle mesure l'échantillon (le groupe des personnes interrogées) est représentatif de l'ensemble de la population. Si l'échantillon s'écarte beaucoup de la moyenne statistique et montre, par exemple, que 10 % seulement de travailleurs manuels ont été interrogés alors que la population en compte 35 % d'après les statistiques, il faut s'efforcer d'augmenter dans l'échantillon la part de ces travailleurs. L'enquête au hasard peut aussi se limiter à un seul groupe de gens, les commerçants par exemple, les visiteurs d'une foire, les étudiants ou les gens qu'on trouve dans un certain bureau de poste.

Avec l'enquête type Gallup, les gens qui composent l'échantillon sont individuellement choisis avant de les soumettre au questionnaire, de telle sorte que l'échantillon représente la moyenne statistique de la population d'un territoire donné. Mais il faut d'abord disposer de renseignements dignes de foi sur la population en question. Ce genre d'enquête n'est habituellement possible que si on s'adresse à un organisme spécialisé. Son principal mérite est de fournir des renseignements très représentatifs avec un échantillon relativement réduit. On peut en profiter pour poser d'autres questions plus compliquées car l'enquête se fait sur rendez-vous et au domicile des gens interrogés.

Pour les enquêtes par groupes, on sélectionne un échantillon de telle sorte que ses membres s'engagent à consigner avec précision leur comportement par rapport à certaines questions telles que les achats quotidiens des ménagères ou les travaux d'entretien d'une certaine machine.

Un industriel peut demander leur opinion à tous ses clients éventuels s'il vend des centrales nucléaires ou aux vingt grossistes qui vendent des meubles dans le territoire qui l'intéresse. Mais même si tout le monde est interrogé, les réponses peuvent être trompeuses car les questions peuvent avoir été plus ou moins mal comprises, et les déductions tirées des résultats sont alors erronées. Les gens sont imprévisibles, et ils sont souvent inconscients de leurs propres désirs et de leurs intérêts.

Outre ces questionnaires, il faut observer ce que l'on peut voir dans les foires et dans les rues des villes. Les études de ce genre sont rapides et peu coûteuses, mais elles sont subjectives et influencées par la formation et les préjugés des observateurs.

L'art de la prédiction

L'étude de marché ne fait guère plus qu'évoquer le passé sur lequel s'est modelé le présent. Il faut alors prendre une décision à partir d'une hypothèse concernant l'avenir.

La prévision se fait habituellement en extrapolant à partir de faits connus. Si trois années consécutives de statistiques indiquent que la population s'accroît tous les ans, on peut supposer que cet accroissement se poursuivra pendant la quatrième année. On peut étayer cette supposition en analysant les causes de l'évolution de la population, telles que les taux de natalité et de mortalité, le niveau de vie, l'état sanitaire et les guerres s'il y en a eu. Le piège le plus courant de la prévision statistique est de ne croire qu'aux chiffres; la tendance doit être confirmée par la logique et le bon sens.

Une des méthodes de prévision les plus fructueuses est de rechercher le "modèle" d'évolution du pays considéré, c'est-à-dire de chercher à savoir si ce pays subira la même évolution qu'un autre plus évolué, comme la Finlande qui a suivi le modèle de la Suède ou la République fédérale d'Allemagne, qui a suivi celui des Etats-Unis d'Amérique. On peut supposer sans trop s'avancer que le pays "imitateur" ressemblera à son modèle au bout de quelques années. Dans les deux cas mentionnés, l'évolution commerciale a pris de deux à cinq ans.

Pour évaluer ce que seront à l'avenir les ventes de meubles, on peut recueillir des données telles que les taux de natalité et de nuptialité, les statistiques du bâtiment et du niveau de vie, ainsi que les statistiques des ventes de meubles. Comme tous ces renseignements sont disponibles, on peut prévoir ce que seront les ventes de meubles pendant l'année suivante.

On emploie souvent dans beaucoup de pays développés une forme particulière de questionnaire pour déterminer les ventes futures de meubles; son but est de préciser les intentions d'achat de la population. On demande tous les ans à des gens ce qu'ils achèteraient s'ils disposaient d'un mois de revenu complémentaire. L'évolution des résultats obtenus donne une idée de la consommation future. Ce type de questionnaire peut rendre des services dans les pays moins développés, où il pourra faciliter tous les travaux de planification.

Quelques précautions à prendre

Enfin, il faut savoir déceler pourquoi certains renseignements sont erronés. Les causes d'erreur peuvent être la mauvaise préparation d'une enquête, l'interprétation tendancieuse ou trompeuse des résultats, des réponses sujettes à caution parce que les gens interrogés étaient mal disposés à l'égard de concurrents ou bien disposés à l'égard d'amis, et des réponses de gens qui veulent être agréables à l'enquêteur.

Certaines précautions doivent toujours être prises. On doit s'attendre à dépenser plus d'argent que prévu pour mener à bien les recherches et on doit également veiller à ce que les enquêteurs vérifient minutieusement les renseignements obtenus.

XXXV. LA SECURITE DU TRAVAIL ET LES RISQUES PROFESSIONNELS*

RENFORCEMENT DE LA SECURITE DANS LES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

Dans l'industrie, on distingue deux sortes de risques professionnels : les accidents du travail et les maladies professionnelles. Un accident du travail est un dommage corporel subi pendant le travail; les maladies professionnelles sont des affections dues à des causes chimiques ou physiques liées au travail, telles que le bruit, les poussières ou les produits chimiques. Les accidents du travail et les maladies professionnelles peuvent notamment avoir pour conséquences :

Une incapacité de travail temporaire ou permanente, partielle ou totale, de la personne atteinte
Des souffrances et une perte financière pour la personne atteinte et sa famille
Une gêne directe et indirecte pour le bon fonctionnement de l'entreprise

Dans la plupart des pays, l'employeur est légalement tenu d'assurer des conditions de travail propres à prévenir les accidents du travail et les maladies professionnelles. Une entreprise bien gérée ne se contentera pas d'observer ces exigences minimales mais elle s'efforcera en outre, par tous les moyens, de rendre les conditions de travail aussi sûres que possible. Cette prévention volontaire des accidents est de plus en plus fréquente car un nombre toujours croissant d'employeurs se rendent compte qu'elle est rentable mais qu'elle est aussi pour eux une obligation morale. On mentionne habituellement trois raisons, qui sont respectivement d'ordre moral, légal et économique, de renforcer volontairement la sécurité du travail.

Le degré de sécurité du travail dépend non seulement de la direction mais également du personnel d'encadrement à tous les échelons et des travailleurs eux-mêmes. Une entreprise industrielle dont le personnel est peu nombreux n'a pas besoin d'un service de sécurité, mais chacun de ses contremaîtres doit, en plus de ses autres attributions, veiller à la sécurité du travail. Une large coopération de la part du personnel et en particulier des ouvriers est en outre indispensable pour renforcer efficacement la sécurité. La création de comités de sécurité, composés des représentants de la direction, du personnel d'encadrement et des ouvriers, permet souvent de systématiser ce genre de coopération. Ces comités de sécurité recueillent et diffusent des renseignements sur les questions de sécurité, notamment en publiant des notices. Ils n'ont aucun pouvoir de décision et ne sont pas responsables de la sécurité sur les lieux de travail. Ces comités ont fait preuve de leur utilité dans des entreprises de toutes tailles.

En matière de sécurité, l'activité interne d'un établissement industriel est très variée. On n'évoquera ici que ses aspects les plus importants : a) statistiques et rapports internes sur les accidents; b) inspections de sécurité et c) formation et propagande pour la sécurité.

* Par Kai Lindberg, Institut d'hygiène du travail, service de la prévention des accidents, Helsinki (Finlande). (Publié initialement sous la cote ID/WG.133/26.)

Rapports internes et statistiques

Le rapport interne que le contremaître rédige après chaque accident a une triple utilité : il l'oblige à se préoccuper de chaque accident dont est victime un membre de son équipe, permet au chef de son service et à la direction de l'entreprise d'être informés de tous les accidents et constitue une bonne source de renseignements pour les statistiques les accidents. Ces statistiques fournissent des indications particulièrement utiles pour les mesures de sécurité à prendre et montrent quelles sont les tendances de la fréquence et de la gravité des accidents.

Inspections

Les inspections de sécurité que font les services officiels, les compagnies d'assurances et d'autres organismes extérieurs à l'entreprise ne suffisent pas; il faut que chaque établissement industriel ait son propre programme d'inspection en vue de supprimer les risques professionnels. Un rapport écrit doit être adressé à la direction après chaque inspection.

Formation et propagande

Il existe de très nombreuses méthodes propres à accroître l'efficacité des programmes de formation en matière de sécurité et à faire prendre conscience aux travailleurs de leur importance : réunions, expositions, films et démonstrations de secourisme, qui sont souvent organisés à l'occasion de campagnes ou de semaines de sécurité. Les concours de sécurité se sont également révélés utiles pour intéresser les travailleurs à la prévention des accidents. Même dans les plus petits ateliers, on emploie couramment des affiches et des brochures pour signaler aux ouvriers de bonnes méthodes de travail ou simplement pour attirer leur attention sur les questions de sécurité.

PREVENTION DES RISQUES PROFESSIONNELS DANS LES INDUSTRIES DU MEUBLE ET DE LA MENUISERIE

En Finlande, la fréquence des accidents par million d'heures de travail dans les diverses catégories professionnelles atteint son maximum parmi les dockers (205,0); viennent ensuite le bâtiment (109,4), les ateliers de mécanique (102,0), les scieries (95,8), les mines souterraines (94,1) et les travaux de menuiserie à la machine (89,6). Elle est bien moindre dans la menuiserie exécutée sans machines (58,8).

La mise en place de protections et la compétence des conducteurs de machines sont les deux éléments qui contribuent le plus à réduire les principaux risques professionnels dans les industries de la menuiserie, mais il ne faut pas négliger pour autant les risques dus à la sciure, aux peintures et aux vernis.

Machines

L'appréciation des risques dus aux machines et des dispositifs de sécurité nécessaires pour les minimiser doit tenir compte de l'inégalité de la prudence, de la compétence professionnelle, de l'intelligence, de la formation et du pouvoir d'attention des ouvriers qui travaillent sur des machines ou à proximité. Si ces ouvriers n'ont pas les qualités voulues, les accidents attribuables à ce qu'on appelle souvent le "facteur humain" augmenteront. Il n'en reste pas moins que les dangers présentés par les machines sont une cause fréquente d'accidents.

Les dispositifs de sécurité destinés aux machines ont pour but de minimiser les erreurs humaines (il est impossible de les supprimer complètement) qui sont à l'origine d'accidents. En conséquence, chaque machine (et chacun de ses organes) doit être conçue, montée et installée de façon à exposer les ouvriers qui les emploient ou qui travaillent à proximité au minimum de risques d'accident ou de maladie. Moins l'ouvrier est qualifié, plus cette règle a d'importance. Dans les petites entreprises où la formation et les qualifications des ouvriers sont très inégales, les machines doivent être particulièrement sûres.

Comme on l'a déjà indiqué, les machines à bois sont toujours dangereuses et ne devraient donc être employées que par des travailleurs qualifiés et expérimentés. En Finlande, il est interdit aux travailleurs de moins de 18 ans de s'en servir.

Dans le tableau ci-dessous, les accidents dans les industries de la menuiserie sont classés suivant leur cause. Les statistiques font apparaître que chaque ouvrier s'absente en moyenne 2,7 jours par an à cause d'un accident du travail. Sur ces 2,7 journées perdues, 1,1 est attribuable aux scies circulaires, aux raboteuses et aux toupies, 0,4 aux autres machines à bois et 1,2 à d'autres raisons. Il est donc évident qu'il faut accorder une attention particulière à ces trois types de machines à bois. Les risques inhérents à chacune de ces machines sont analysés dans les paragraphes suivants.

Accidents typiques et leurs conséquences dans l'industrie finlandaise du bois

Causes d'accidents	Accidents		Journées perdues		Nombre de cas d'incapacité partielle permanente	Nombre de journées perdues par accident
	Nombre	%	Nombre	%		
Scies circulaires	121	15,0	2 316	14,3	3	19,2
Raboteuses	103	12,8	2 252	13,8	3	21,8
Toupies	64	8,0	2 044	12,6	4	32,0
Total	228	35,8	6 612	40,7	10	23,0
Autres machines à bois	126	15,7	2 276	14,0	2	18,1
Total pour l'ensemble des machines à bois	414	51,5	8 888	54,7	12	21,4
Divers	390	48,5	7 400	45,3	8	19,0
Total pour l'ensemble des accidents	804	100	16 288	100	20	20,2

Source : Keskinäinen Yhtiö Teollisuusvakuutus (Compagnie d'assurance mutuelle industrielle), Helsinki (Finlande).

Considérations générales. Toutes les machines à bois doivent être munies de protections enveloppant complètement les organes de transmission et d'un interrupteur de sécurité pour couper le courant quand la tension s'abaisse brusquement. Cet interrupteur doit être conçu de façon que la machine ne se remette pas en marche quand la tension redevient normale. La plupart des machines à bois doivent en outre être pourvues d'un frein pour arrêter rapidement la lame ou tout autre organe en mouvement quand on coupe le courant.

Scies circulaires. On distingue deux sortes d'accidents dus aux scies circulaires suivant la façon dont ils se produisent, à savoir le contact avec la lame et le rejet de la pièce que l'on coupe. Les dispositifs de protection permettent le plus souvent de prévenir ces types d'accidents, mais il faut aussi employer de bonnes méthodes de travail.

Les accidents dus à un contact avec la lame se produisent le plus souvent quand la main de l'ouvrier glisse vers la lame soit qu'il la tenait trop près de celle-ci pendant le sciage, soit qu'il enlevait des copeaux à côté de la lame ou au-dessous; il arrive aussi que l'ouvrier tombe sur la lame après avoir trébuché à proximité. On peut habituellement prévenir la plupart de ces accidents en plaçant un protecteur au-dessous et au-dessus de la table. Cela ne présente en général aucun inconvénient pour la partie de la lame située au-dessous de celle-ci. On emploie habituellement un capot fixe qui doit être conçu de façon qu'on puisse l'enlever aisément, en partie ou en totalité, quand on veut changer la lame. Le protecteur supérieur doit de préférence être monté sur des charnières pour qu'on puisse changer la lame sans enlever tout le capot (figures I et II).

FIGURE I. PROTECTEURS D'UNE SCIE A REFENDRE MUNIE D'UN ENTRAINEUR

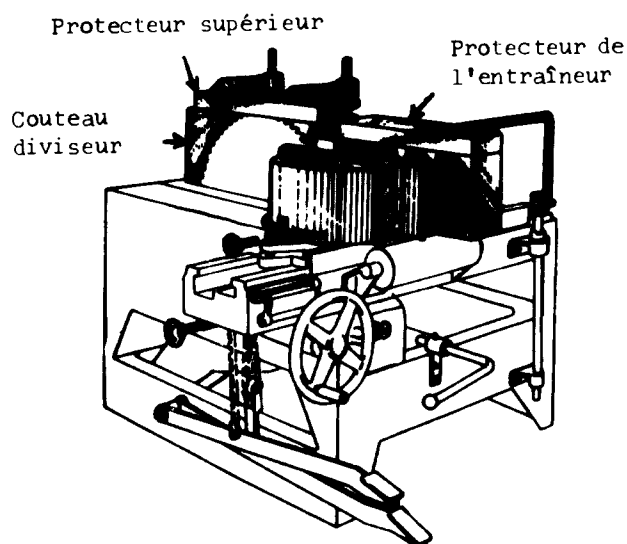
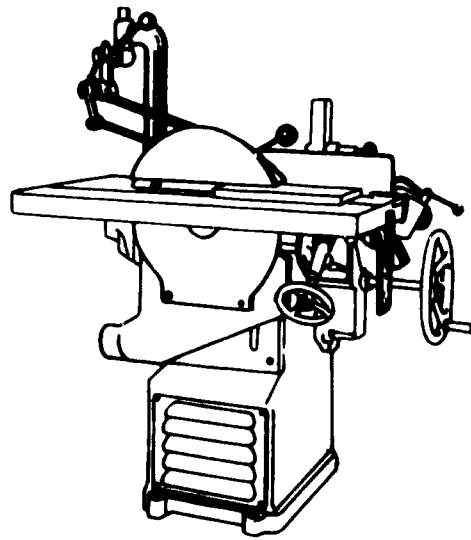


FIGURE II. PROTECTEURS D'UNE PETITE SCIE A REFENDRE



Le rejet est un danger constant quand on emploie des scies circulaires. Il peut provoquer des accidents graves, et l'on doit donc faire l'impossible pour le prévenir. Le rejet est dû aux contraintes qui se libèrent dans le bois pendant le sciage au point que la lame en mouvement se coince dans le trait de scie : la pièce monte alors vers le haut de la lame et elle est violemment projetée vers l'arrière, si rapidement que l'ouvrier n'a pas le temps de l'éviter. (Le même phénomène se produit quand une planche tombe sur la lame.) Pour éviter ces accidents, toutes les machines employées pour le sciage en long doivent être munies d'un couteau diviseur ou au moins d'un double dispositif anti-retour. Un protecteur supérieur de grandes dimensions, placé suffisamment bas, est également efficace.

Les couteaux diviseurs doivent être en acier, avoir une épaisseur suffisante pour remplir le trait de scie et être assez larges pour rester stables. La forme du tranchant du couteau diviseur doit être identique à celle de la lame. Le couteau diviseur doit être facile à régler tant verticalement qu'horizontalement, de façon qu'il ne soit pas à plus de 3 mm de la lame et de 5 mm du haut de la lame la plus grande (figure III).

Les scies à refendre doivent être munies d'un protecteur à leur partie supérieure de façon à éviter le contact des mains avec la lame, les accidents dus à la chute d'une pièce sur la lame et les rejets. La partie supérieure de la lame doit être couverte par le protecteur pendant le sciage. Le protecteur doit avoir une longueur supérieure au diamètre de la lame la plus grande.

Sur les petites scies à refendre dépourvues d'entraîneur, le protecteur supérieur et le couteau diviseur doivent couvrir entièrement la partie supérieure et l'arrière de la lame. Le protecteur supérieur doit être facile à régler en fonction de la hauteur de la pièce ou s'adapter à celle-ci durant le sciage (figures II et IV). Si la machine est munie d'un entraîneur, les protecteurs doivent être placés devant les rouleaux, ainsi que sur les côtés et au-dessus. Il doit y avoir une barre de sécurité devant les rouleaux de l'entraîneur afin de pouvoir les arrêter (figure I).

Sur les tronçonneuses à lame escamotable travaillant par en dessous, la lame ne doit pas pouvoir être relevée avec le pied. La manette de relevage doit être placée de telle façon que l'opérateur ne soit pas obligé de se tenir devant la lame et risque ainsi de la toucher de la main. Dans sa position la plus basse, la lame doit être complètement recouverte par un capot fermé. Ces tronçonneuses doivent être équilibrées de façon que, lorsque l'opérateur relâche la manette, la lame descende dans le capot de protection sans rebondir.

FIGURE III. COUTEAUX DIVISEURS POUR SCIES A REFENDRE DE DIVERSES TAILLES

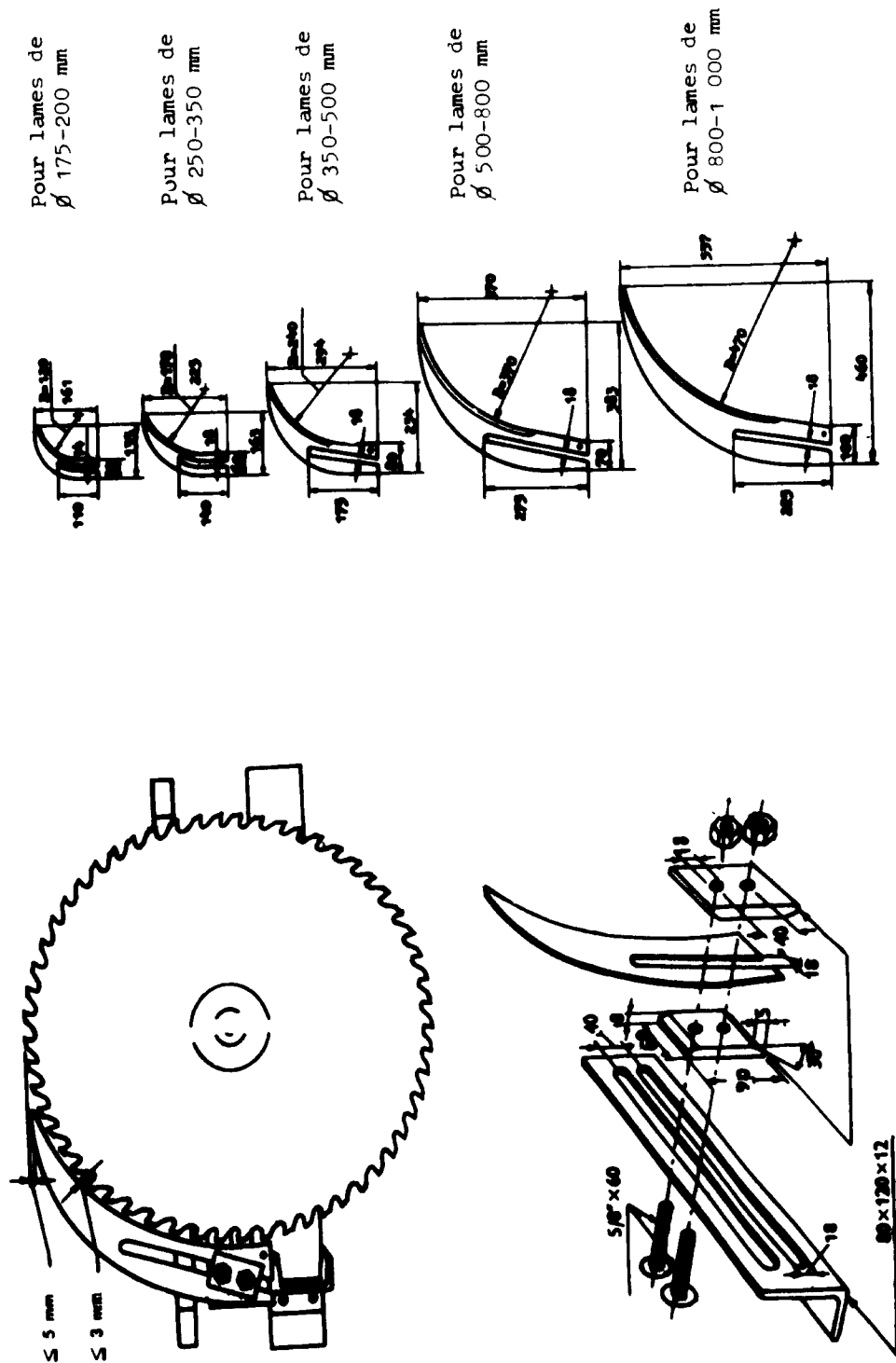
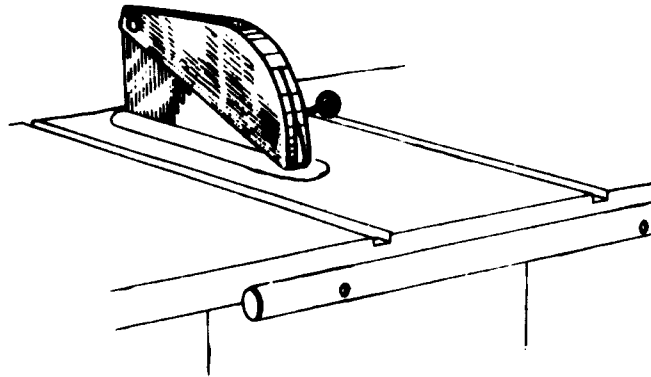
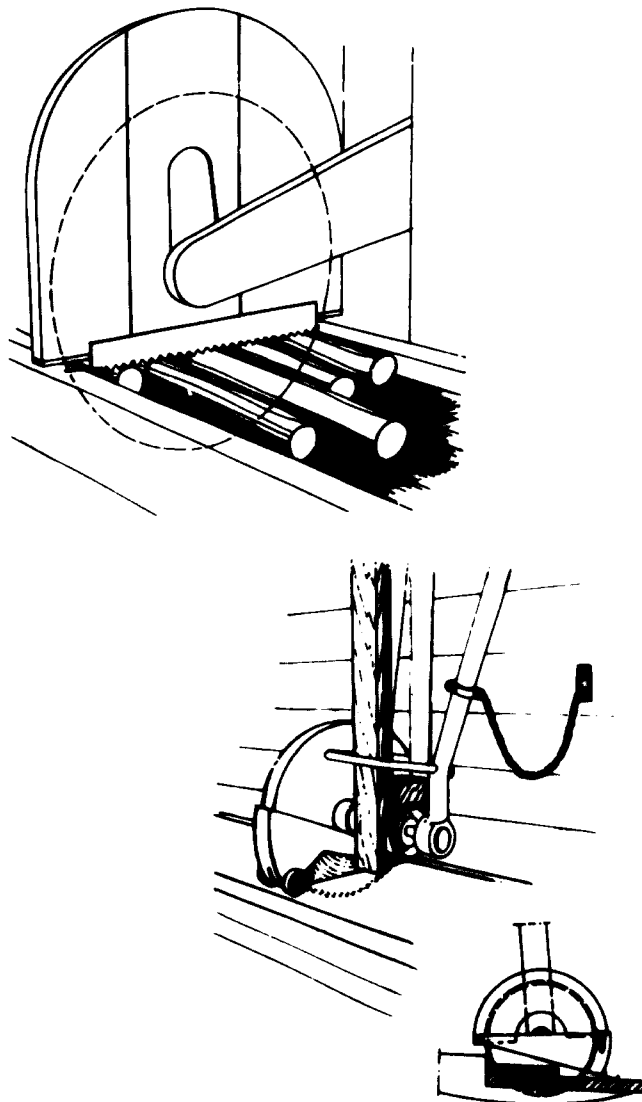


FIGURE IV. PROTECTEUR SUPERIEUR SUVA, DE FABRICATION SUISSE, POUR UNE PETITE SCIE A REFENDRE. IL PEUT ETRE BLOQUE DANS LA POSITION DESIREE



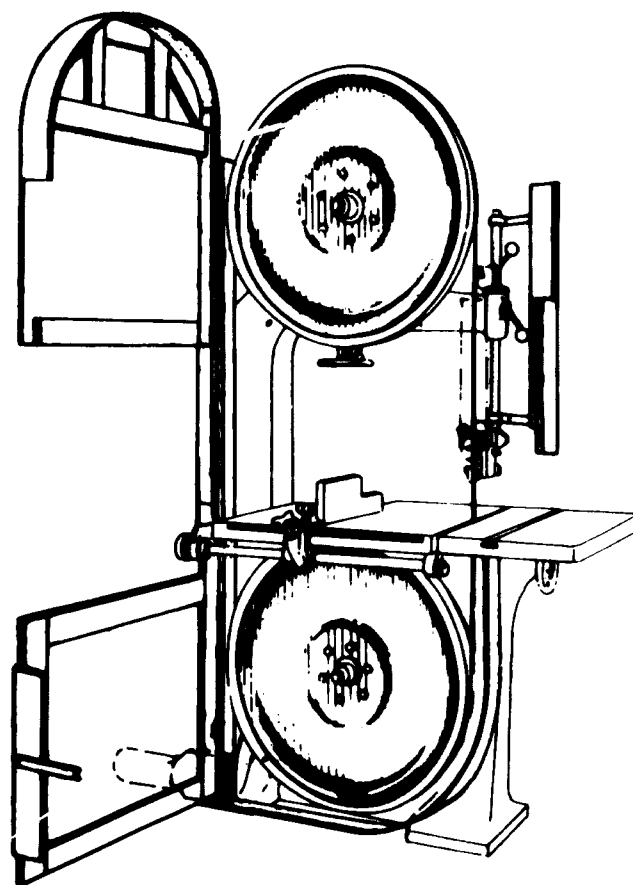
Les tronçonneuses qui coupent par en dessus doivent être munies d'un protecteur enveloppant la partie supérieure de la lame. A la partie antérieure de ce protecteur doit être fixé un autre dispositif de protection qui se lève et s'abaisse automatiquement selon l'épaisseur de la planche à couper (figure V).

FIGURE V. TROIS MODELES DE PROTECTEURS POUR SCIES A TRONCONNER



Scies à ruban. On peut considérer que les scies de ce type sont plus sûres que les scies circulaires car il n'y a pas de risque de rejet des pièces à travailler. Les principaux dangers présentés par leur utilisation sont le contact de la main ou d'une autre partie du corps avec la lame ou avec les organes de transmission, ainsi que la rupture de la lame. Tous les organes mobiles d'une scie à ruban doivent être recouverts par une protection. Les volants pleins sont habituellement considérés comme plus sûrs que les volants à rayons étant donné que des morceaux de bois ou de vêtements peuvent se prendre facilement dans les rayons et causer des accidents. Tous les volants, quels que soient les modèles, doivent être complètement recouverts de façon qu'une éventuelle rupture de la lame ne provoque pas d'accident (figure VI).

FIGURE VI. VOLANTS DE PROTECTION POUR UNE SCIE A RUBAN



La lame doit être complètement enveloppée sauf au point de coupe. Le brin montant doit être totalement recouvert sur toute sa longueur et le brin descendant muni, du volant supérieur au guide-lame, d'un protecteur qui recouvre au moins le devant et les côtés. Ce protecteur doit pouvoir être réglé de façon à recouvrir constamment toute la partie de la lame comprise entre le volant et le guide-lame, quelle que soit la hauteur de ce dernier. On peut fixer le protecteur au guide pour qu'il en soit solidaire.

Raboteuses. Les accidents survenant pendant le rabotage sont dus habituellement à un à-coup dans l'avance de la pièce, provoqué par un noeud ou toute autre partie dure du bois. Quand la résistance s'accroît brusquement, l'opérateur n'a pas le temps de réagir et sa main lâche sa prise et vient contre l'outil de coupe, tandis que la pièce est rejetée vers l'arrière. Une mauvaise tenue de la pièce constitue également une cause d'accident. Si l'opérateur ne maintient pas assez solidement la pièce, le moindre choc suffit à faire glisser sa main vers l'outil. De la même façon, si ses mains sont trop près de la surface de la table, l'opérateur risque de se couper le bout des doigts dès qu'elles atteindront l'outil.

Du point de vue de la sécurité, il importe que les raboteuses soient équipées de porte-lames circulaires dont les creux assurant l'évacuation des copeaux soient aussi étroits que possible (figure VII), ainsi que d'un protecteur d'outil commode. Les meilleurs protecteurs sont à cet égard ceux qui couvrent la lumière de la table même pendant le rabotage, la main de l'opérateur glissant par-dessus. L'opérateur évite ainsi de se blesser si la pièce est rejetée en arrière ou si la position de ses doigts sur celle-ci est mauvaise. La figure VIII montre un bon exemple de ce type d'appareil de protection.

Les dispositifs "boomerang" ne sont pas aussi efficaces que ceux qui ont été décrits plus haut, mais ils donnent néanmoins satisfaction et sont peut-être plus pratiques. Ce type de protecteur masque constamment la lumière de la table sauf pendant le rabotage, quand la pièce le repousse sur le côté. Même à ce moment-là, seule la partie de l'outil correspondant à la largeur de la pièce est découverte. Le protecteur est plaqué contre le guide par un contrepoids ou un ressort.

En outre, les raboteuses doivent toujours être munies d'un frein qui empêche l'outil de tourner plus de 10 à 20 secondes après la coupure du courant, ainsi que d'un protecteur couvrant la partie de l'outil située derrière le guide.

Les entraîneurs se sont de loin révélés les protecteurs les plus efficaces pour les raboteuses comme pour les autres machines à bois. Ils assurent une protection totale de l'ouvrier et ne gênent pas son travail.

FIGURE VII. PORTE-LAMES CIRCULAIRE. LES DIMENSIONS A, B ET C DOIVENT ETRE AUSSI REDUITES QUE POSSIBLE ET NE PAS DEPASSER RESPECTIVEMENT 10,3 mm, 3 mm ET 4 mm, LES MAXIMUMS ABSOLUS ETANT 13 mm, 4 mm ET 6 mm

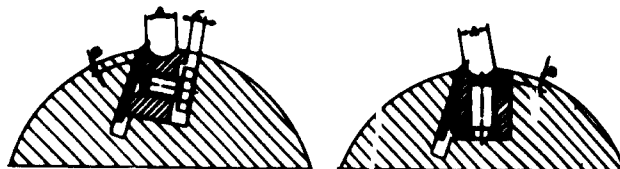
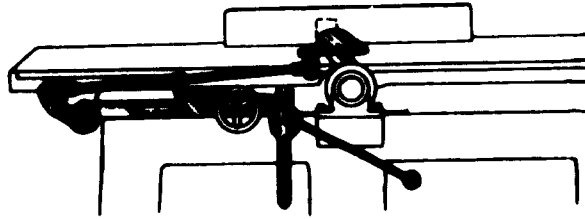
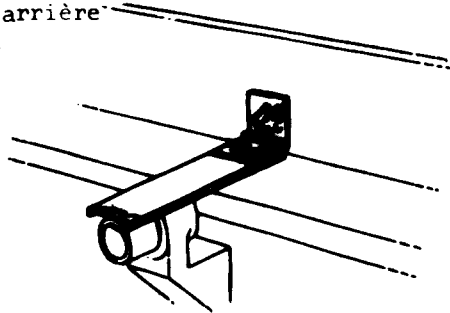


FIGURE VIII. PROTECTEUR DE FABRICATION SUISSE POUR RABOTEUSE

a) Bras du protecteur



b) Protection à la partie arrière de l'outil



Toupies. Ce sont les plus dangereuses machines employées en menuiserie. Les accidents qu'elles causent sont habituellement dus au rejet des pièces en arrière ou au glissement des doigts de l'opérateur. Les modes d'utilisation de ces machines étant très variés, il n'existe pas de protecteur universel. Il faut donc mettre au point un dispositif de protection adapté à chaque emploi. Les figures IX et X montrent des protecteurs pratiques et polyvalents qui peuvent servir pour presque tous les usages d'une toupie. Ils ont l'inconvénient d'obliger l'opérateur à modifier la position de l'appareil à chaque nouvelle phase de travail. C'est la raison pour laquelle ces protecteurs, par ailleurs excellents, sont peu employés en Finlande. L'expérience a montré que les appareils de protection les meilleurs et les plus pratiques pour les toupies sont les entraîneurs, comme du reste pour les autres machines à bois.

Sciure

La sciure produite par les machines à bois doit être éliminée non seulement en raison des risques d'explosion et d'incendie, mais aussi parce que celle de certains bois tropicaux tels que le teck et l'acajou peut être la cause de coryzas, de crises d'asthme et de dermatites chez les gens qui y sont allergiques. Pour éliminer la sciure, chaque scie doit être munie d'un aspirateur relié au système général d'évacuation. Très souvent, cet appareil pourra être solidaire des protecteurs, par exemple du protecteur inférieur dans le cas d'une scie à refendre. Le système d'évacuation doit être muni d'un séparateur à l'extérieur de l'usine.

FIGURE IX. PROTECTEUR ET ASPIRATEUR DE SCIURE,
DE FABRICATION SUISSE, POUR TOUPIES

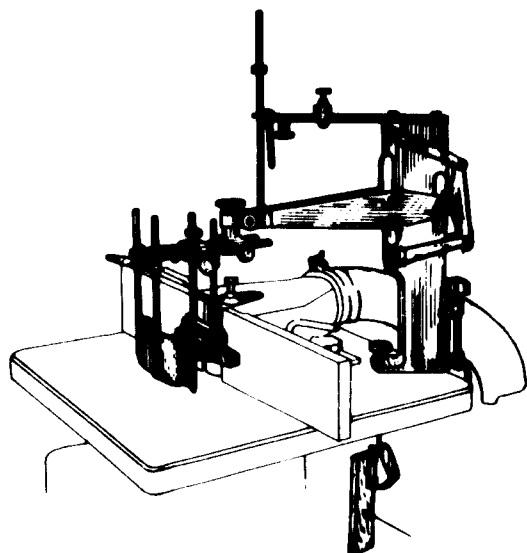
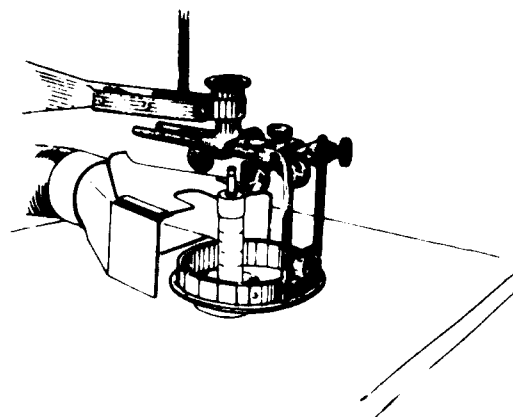


FIGURE X. PROTECTEUR CIRCULAIRE POUR TOUPIE



Peintures et vernis^{1/}

Les solvants contenus dans beaucoup de peintures et de vernis peuvent être la cause de dermatites par contact ainsi que d'empoisonnements s'ils sont inhalés en quantité appréciable. Beaucoup de vernis et de colles à deux composants contiennent également des produits toxiques qui peuvent être la cause de dermatites. En conséquence, il faut éviter tout contact avec ces matières et accorder une attention particulière à la propreté et à l'hygiène pendant le travail. On ne doit pas utiliser de solvant pour se laver les mains.

Les solvants contenus dans la plupart des peintures et des vernis sont en outre très inflammables. Pour éviter les empoisonnements et réduire les risques d'incendie, il faut que les ateliers dans lesquels ils sont employés soient bien ventilés.

Même si la ventilation est excellente, il ne faut jamais utiliser de benzol (benzène brut) comme solvant pour peindre, vernir ou nettoyer, car il est particulièrement toxique. Certains autres solvants, notamment le toluène, peuvent également contenir du benzol en quantité suffisante pour être dangereux. Le responsable des achats devra donc s'assurer que la teneur en benzol de tout solvant n'excède pas un certain pourcentage que l'on pourrait fixer à 3 %.

La peinture et les autres travaux exigeant la manipulation de matières dangereuses doivent se faire dans une cabine de peinture suffisamment ventilée pour que la vitesse de l'air à son entrée soit au moins 0,5 m/seconde.

^{1/} Voir également à la deuxième partie le chapitre XX, "La finition de surface du bois et des ouvrages en bois".

CONCLUSIONS

Il est évident que les mesures de sécurité dont on vient de parler ne suffisent pas à supprimer complètement les accidents. Les comportements dangereux et les méthodes de travail dangereuses doivent être éliminés ou corrigés. Les imprudences peuvent être dues à l'insouciance, à la témérité, au manque de qualification ou d'expérience, voire à la stupidité. Toutefois, si les ouvriers emploient des méthodes de travail dangereuses, c'est souvent parce qu'ils n'ont reçu ni consigne précise ni formation appropriée.

Qu'il s'agisse de prendre des mesures d'ordre technique ou de former le personnel, c'est à la direction qu'incombe en définitive la responsabilité de la prévention des accidents. Cette responsabilité reste entière, quelle que soit la taille de l'entreprise.



Les études ci-après, relatives aux diverses utilisations du bois, dont certaines sont parues comme publications des Nations Unies destinées à la vente, ont été établies par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel :

- ID/10 Techniques du bois dans la construction de logements adaptés aux besoins des pays en voie de développement, Rapport du Groupe d'étude, Vienne, 17-21 novembre 1969
Publication des Nations Unies, No de vente : 70.II.B.32
- ID/61 Production de maisons préfabriquées en bois, par Keijo N. E. Tiisanen
Publication des Nations Unies, No de vente : 71.II.B.13
- ID/72 Le bois en tant que matériel d'emballage dans les pays en voie de développement, par B. Hochart
Publication des Nations Unies, No de vente : 72.II.B.12
- ID/79 Fabrication de panneaux à partir de résidus agricoles, Rapport de la réunion d'experts tenue à Vienne, 14-18 décembre 1970
Publication des Nations Unies, No de vente : 72.II.B.4
- ID/133 Choix des machines à utiliser pour le travail du bois, Rapport d'une réunion technique, Vienne, 19-23 novembre 1973
- ID/154 L'automatisation à coût modéré dans l'industrie du meuble et de la menuiserie
- ID/180 Le travail du bois dans les pays en voie de développement, Rapport sur les Journées d'études, Vienne, 3-7 novembre 1975
- UNIDO/LIB/SER.D/4 UNIDO Guides to information Sources No 4 : Information Sources on the Furniture and Joinery Industry
- UNIDO/LIB/SER.D/6 UNIDO Guides to Information Sources No 6 : Information Sources on Industrial Quality Control
- UNIDO/LIB/SER.D/9 UNIDO Guides to Information Sources No 9 : Information Sources on Building Boards from Wood and other Fibrous Materials

B-657



81.11.27