



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.

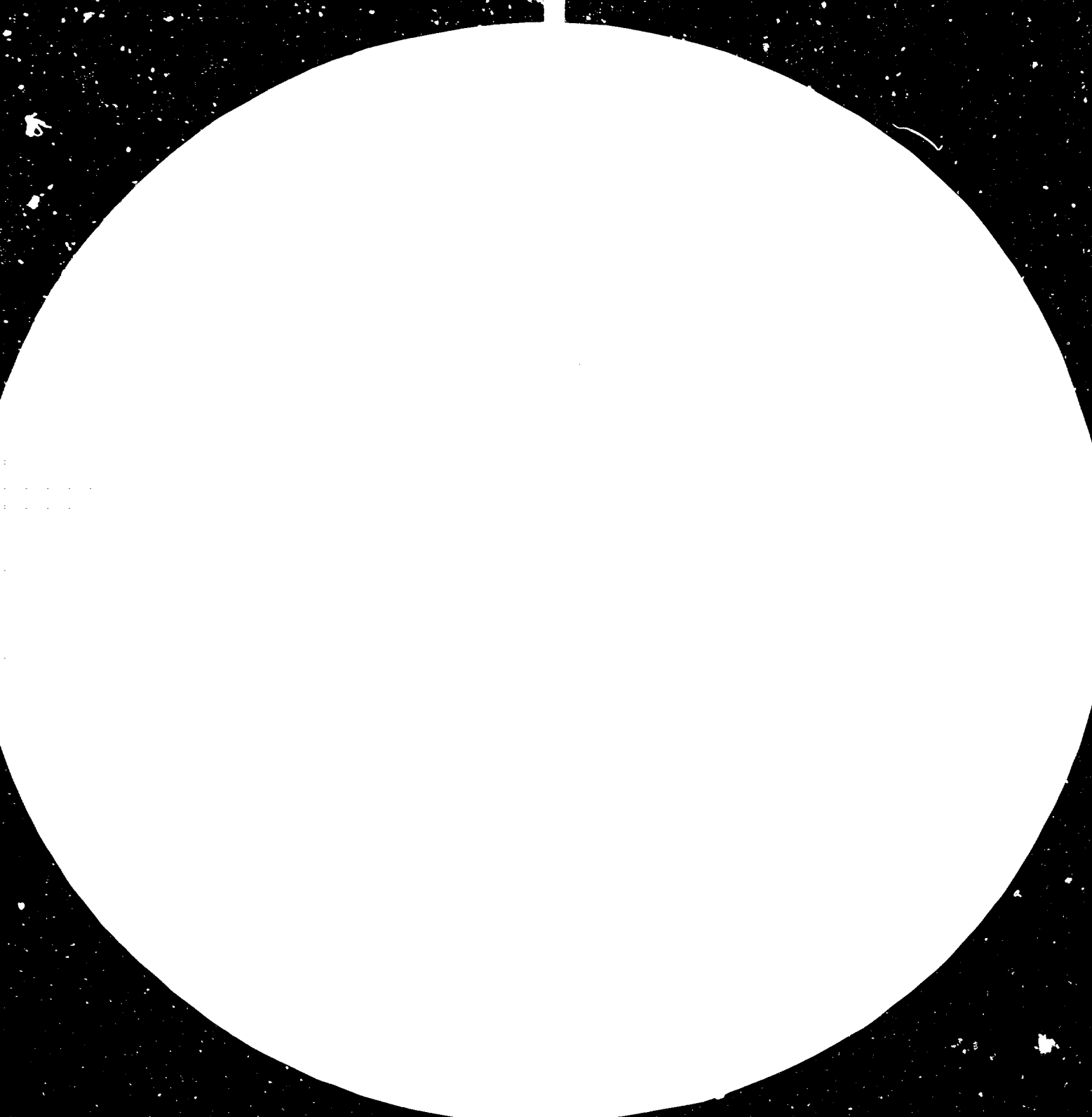
FAIR USE POLICY

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

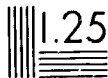
Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

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





28 25





11984-F



Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

Distr.
LIMITEE

ID/WG.369/6
24 septembre 1982

FRANCAIS

Stage technique sur les critères de choix
des machines à travailler le bois

Milan, Italie, 10 - 26 mai 1982

LES BOIS LAMELLES-COLLES*

par

G. Giordano

* Les vues et opinions exprimées dans ce document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les vues du Secrétariat de l'ONUDI.
Le présent document n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
1. Aperçu historique	1
2. Généralités	1
Du point de vue des dimensions	2
Du point de vue du profil	2
Du point de vue des défauts du bois	2
Du point de vue de l'humidité du bois	2
Du point de vue architectonique et esthétique	3
Du point de vue économique	3
3. Règles de fabrication	4
Choix des bois	4
Conditionnement et préparation des lamelles	5
Dégauçissage et calibrage	6
Collage	6
Finition	6

1. Aperçu historique

Sous l'impulsion de De L'Orme, plusieurs architectes du XVI Siècle se servirent de planches clouées pour former des gabarits en courbe, nécessaires pour l'erection de grandes arcades ou de dômes. Cette technique employait des planches assemblées verticalement: la courbe était obtenue en chantournant la rive des planches selon un model établi préalablement. En définitive, le bois travaillait dans l'ensemble surtout en compression axiale, mais puisque l'épaisseur des planches était nécessairement réduite et qu'on ne pouvait pas compter sur une solidarité générale de l'assemblage, on avait souvent des contraintes en flambage, assez dangereuses pour la stabilité des structures.

Ce fut EMY en 1832 qui adopta le principe de former des pièces courbes, de dimensions non liées à celles des arbres disponibles, moyennant la superposition de planches (lamelles) cintrées et maintenues jointives par des étriers et des boulons à grandes rondelles. Cependant, cette technique - quoique adoptée à plusieurs occasions - n'arriva pas à avoir une grande diffusion car à l'époque on manquait de connaissances suffisantes pour un emploi rationnel du bois aux égards des résistances mécaniques et du comportement vis-à-vis des boulons.

En 1906, Hetzer eut l'idée d'assembler les lamelles par un collage à la caséine: les progrès accomplis dans les trois décades successives, dans le domaine des adhésifs de synthèse chimique, ont permis d'établir une technique qui donnait des résultats qu'au début du siècle personne n'aurait espéré. Le collage était intégré par des clous et des boulons mais les résines synthétiques permettent aujourd'hui de baser la fabrication exclusivement sur le collage.

2. Généralités

On appelle "bois lamellés-collés" (en anglais "glulam" tout court) un ensemble massif, composé par l'assemblage avec des ad-

hésifs appropriés de sciages d'épaisseur réduite et dont les fils résultent parallèles.

Un tel système moderne d'utilisation du bois présente plusieurs avantages tant de caractère technique qu'économique, à savoir:

Du point de vue des dimensions:

Par rapport aux dimensions des poutres massives traditionnelles, en assemblant un nombre suffisant de lamelles on peut arriver à des sections transversales et à des longueurs non limitées par le diamètre et la hauteur des arbres;

Du point de vue du profil:

Aucune nécessité de prévoir seulement des pièces rectilignes. Par des gabarits appropriés et des systèmes de cintrage assez simples, on peut réaliser des pièces courbes dont la forme ne pourrait absolument être obtenue avec le fût d'un arbre;

Du point de vue des défauts du bois:

Tandis que dans une poutre obtenue d'un arbre, il est impossible d'annuler la présence des noeuds et que par conséquent il faut tenir compte de toute leur influence négative sur les caractéristiques de résistance mécanique, l'orsqu'on se sert de lamelles on peut les assembler en décalant les traces des noeuds et réduire de cette façon l'influence défavorable dans une section déterminée. Dans cette optique on peut faire un choix des lamelles et placer celles qui ont des noeuds près de l'axe longitudinal ou vers les appuis, c'est-à-dire où les contraintes de flexion sont moindres;

Du point de vue de l'humidité du bois:

Dans une poutre massive on a toujours, même après plusieurs mois de façonnage, des gradients d'humidité; de plus

pendant la progression du séchage, il est inévitable que s'ouvre une ou plusieurs fentes de retrait dans le périmètre de la pièce. Les lamelles destinées à une poutre composée peuvent être séchées à une humidité parfaitement homogène et au dessous de la limite dangereuse pour les attaques des champignons: elles seront donc dans les meilleures conditions pour assurer la stabilisation dimensionnelle de la pièce et sa conservation dans le temps;

Du point de vue architectural et esthétique:

Les profils courbes ou très variés qu'on peut obtenir avec les bois lamellés-collés sont aptes à résoudre des problèmes statiques et esthétiques pour lesquels le bois massif à l'état naturel n'est point indiqué. En effet, on arrive à dépasser des portées même de 100 m. De plus les structures lamellées-collées sont idéales pour la préfabrication modulaire qui aujourd'hui a une importance extrême pour les pays en développement;

Du point de vue économique:

Par rapport à la construction en bois massif qui exige pour les poutres des dimensions fixes et parfois difficiles à repérer dans les arbres d'une forêt, les bois lamellés-collés ont le très grand avantage de pouvoir être préparés avec des sciages que l'on peut trouver sans difficultés dans n'importe quelle scierie. En plus, il n'est pas nécessaire d'avoir des sciages de longueur fixe: on peut même insérer des pièces assez courtes, donnant ainsi la possibilité de tirer parti d'un matériau généralement considéré de valeur infime. Tous ces éléments sont importants en eux-mêmes et pour l'économie de la matière première bois qui exige que l'on fasse un emploi rationnel de toute la production essayant de réhausser le rendement de celle-ci en produits utiles.

Dans un cours destiné au choix des machines à travailler le bois, on ne peut pas faire un exposé sur les modalités de calcul des structures en bois lamellé-collé, et, par conséquent, nous nous bornerons à souligner le fait qu'une composition des pièces par collage de lamelles ne nuit pas sensiblement à la résistance par rapport aux pièces en bois massif. En effet, l'expérience a démontré que si l'on procède à la fabrication suivant strictement les normes conseillées pour ces structures on pourrait même augmenter du dix pour cent les contraintes admissibles: toutefois certains techniciens conseillent d'adopter certains coefficients de réduction si la hauteur de la section dépasse les 30 cm et si le profil n'est pas rectiligne, c'est-à-dire si le cintrage des lamelles a introduit des tensions. Dans ce dernier cas, il faut prendre en considération le rapport entre l'épaisseur de la lamelle et le rayon de courbure: les coefficients de réduction s'échelonnent entre 0,93 pour une valeur de ce rapport de 0,5 p. cent, 0,85 pour un rapport de 1 p. cent et 0,77 pour un rapport de 1,5 p. cent.

3. Règles de fabrication

Choix des bois:

Il faut exclure tous les bois ayant déjà des alterations dues aux champignons ou des attaques importantes d'insectes. A ce propos il faut noter que dans les grandes galeries (trous de mulot = grub holes) et dans les petites galeries noirâtres (ouvertes par les agents de la piqûre noire = ambrosia beetles) il n'y a plus - dans les bois secs - des insectes vivants et donc il n'y a rien à craindre, tandis que dans les petites galeries remplies de poudre et de la même couleur que le bois (ouvertes par les agents de la piqûre blanche = powder post beetles) les insectes peuvent être encore vivants et représentent un danger sérieux.

Les autres défauts, qui portent à l'exclusion des sciages qui en sont affectés, sont les suivants:

- les déformations dans les lamelles, dues par exemple à la présence de bois de réaction (bois anormal dans les arbres qui ne sont pas droits ou parfaitement rectilignes);

- les roulures (cup shakes);

- les poches de résine ou de gomme (pitch pockets, gum pockets);

- les déviations marquées du fil (cross grain);

- les noeuds pourris (decayed knots).

Quoique l'expérience européenne et nord américaine se réfère presque exclusivement aux structures lamellées-collées en bois de Conifères, il ne faut pas penser que les bois feuillus (hardwoods) soient à exclure de cette application: plusieurs pays tropicaux ou sub-tropicaux employent couramment ces essences avec des résultats excellents: eucalyptus, limba, ilomba, meranti, etc. Certaines essences sont aussi employées pour les structures droites ou courbes dans la coque de certains bateaux: par exemple l'iroko.

Conditionnement et préparation des lamelles:

Une condition fondamentale pour une bonne réussite des structures lamellées-collées est la distribution homogène de l'humidité qui doit être en équilibre avec l'air ambiant. Les limites que nous conseillons d'adopter sont les suivantes:

à l'intérieur 12 p. cent (+ 3 p. cent)

à l'extérieur 15 p. cent (+ 3 p. cent)

Pour ce qui concerne les dimensions des lamelles les techniciens ne sont pas encore arrivés à définir une règle unique: cependant, nous pensons pouvoir conseiller 25 mm d'épaisseur et 20 cm de largeur.

L'aboutage des lamelles doit toujours être réalisé par entures multiples (c'est-à-dire minifinger joints): pour les lamelles à employer dans la partie de la structure où les contraintes à la flexion sont moindres on pourrait aussi abouter directement les deux bouts orthogonaux ou avec un biseau simple, mais si l'on a

inséré dans la chaîne de production l'appareillage pour les entures multiples, il vaudra mieux adopter le même système pour toutes les lamelles.

Dégauchissage et calibrage:

Les lamelles doivent avoir les faces parfaitement planes et une épaisseur constante, soigneusement calibrée.

Collage:

Ce n'est que lorsque toutes les prescriptions précédentes auront été remplies que l'on pourra passer au collage avec une colle appropriée aux exigences de la structure, notamment par rapport à l'humidité du milieu où elle sera mise en oeuvre.

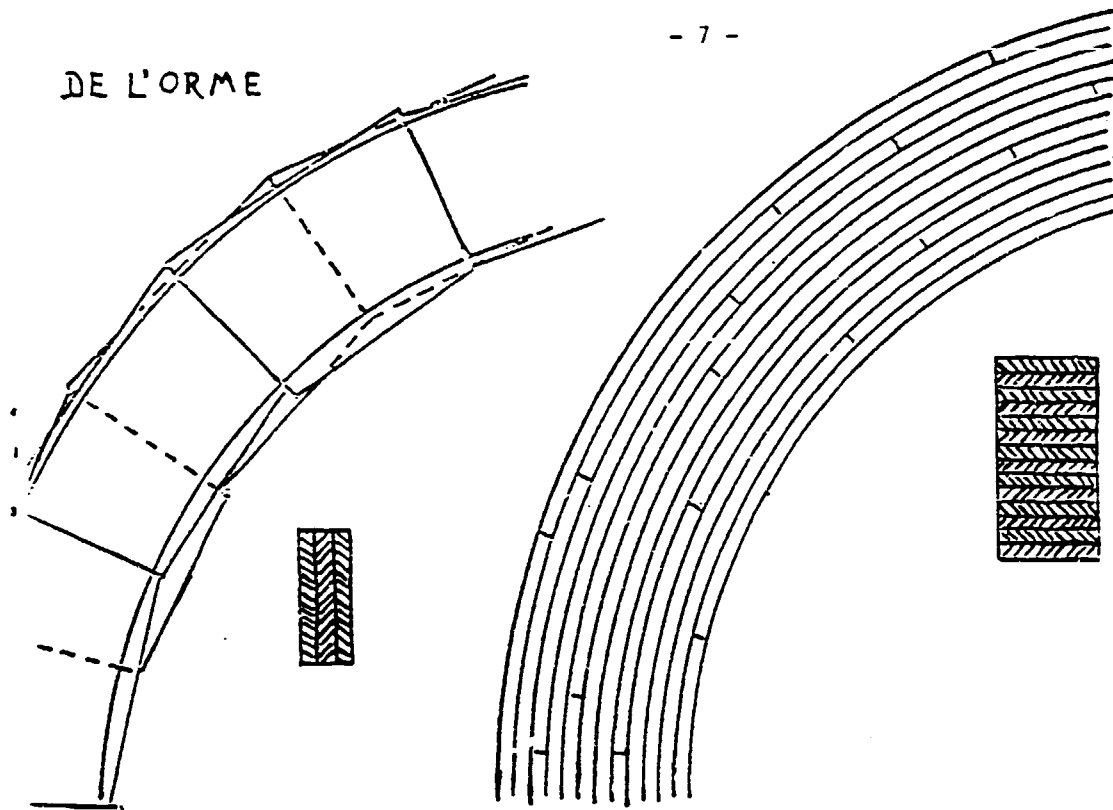
On devra appliquer le plus grand soin dans le positionnement des aboutages des lamelles, en assurant un décalage suffisant sur la même lamelle, d'une lamelle à l'autre et par rapport aux noeuds éventuellement présents.

Finition:

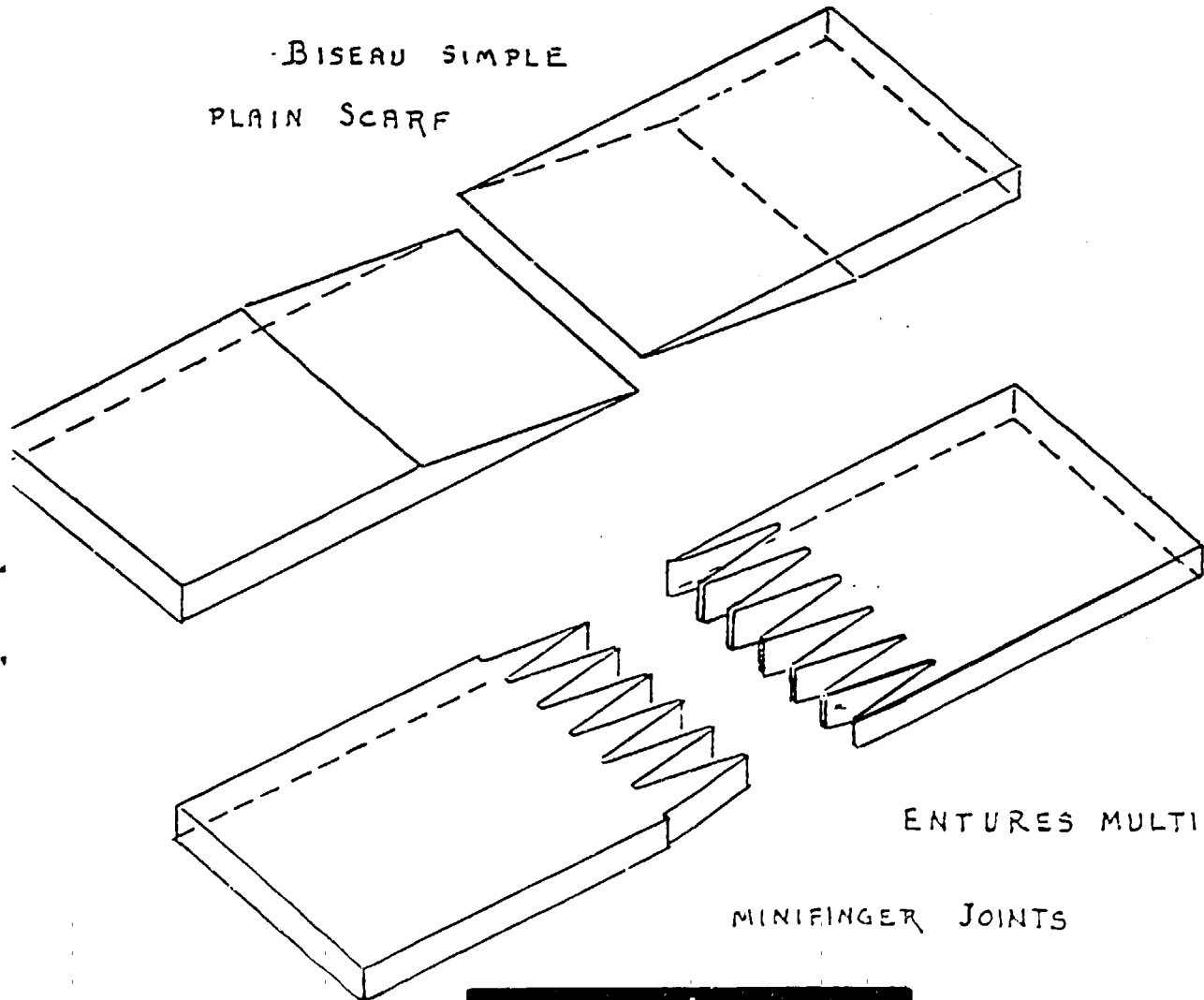
Même avec le plus grand soin au moment du collage les faces latérales des bois lamellés-collés n'arrivent jamais à présenter une surface unie sans saillies: il faudra donc procéder à un rabotage général pour lequel il est convenable de recourir à des machines conçues spécialement pour cet emploi.

Par la suite on pourra procéder à l'application des antiseptiques pour la défense contre les alterations biologiques (champignons et insectes) et contre le feu: il faudrait toutefois remarquer que les bois lamellés-collés, même sans une protection particulière, ont un très bon comportement par rapport aux incendies.

DE L'ORME



BISEAU SIMPLE
PLAIN SCARF



ENTURES MULTIPLES

MINIFINGER JOINTS



