

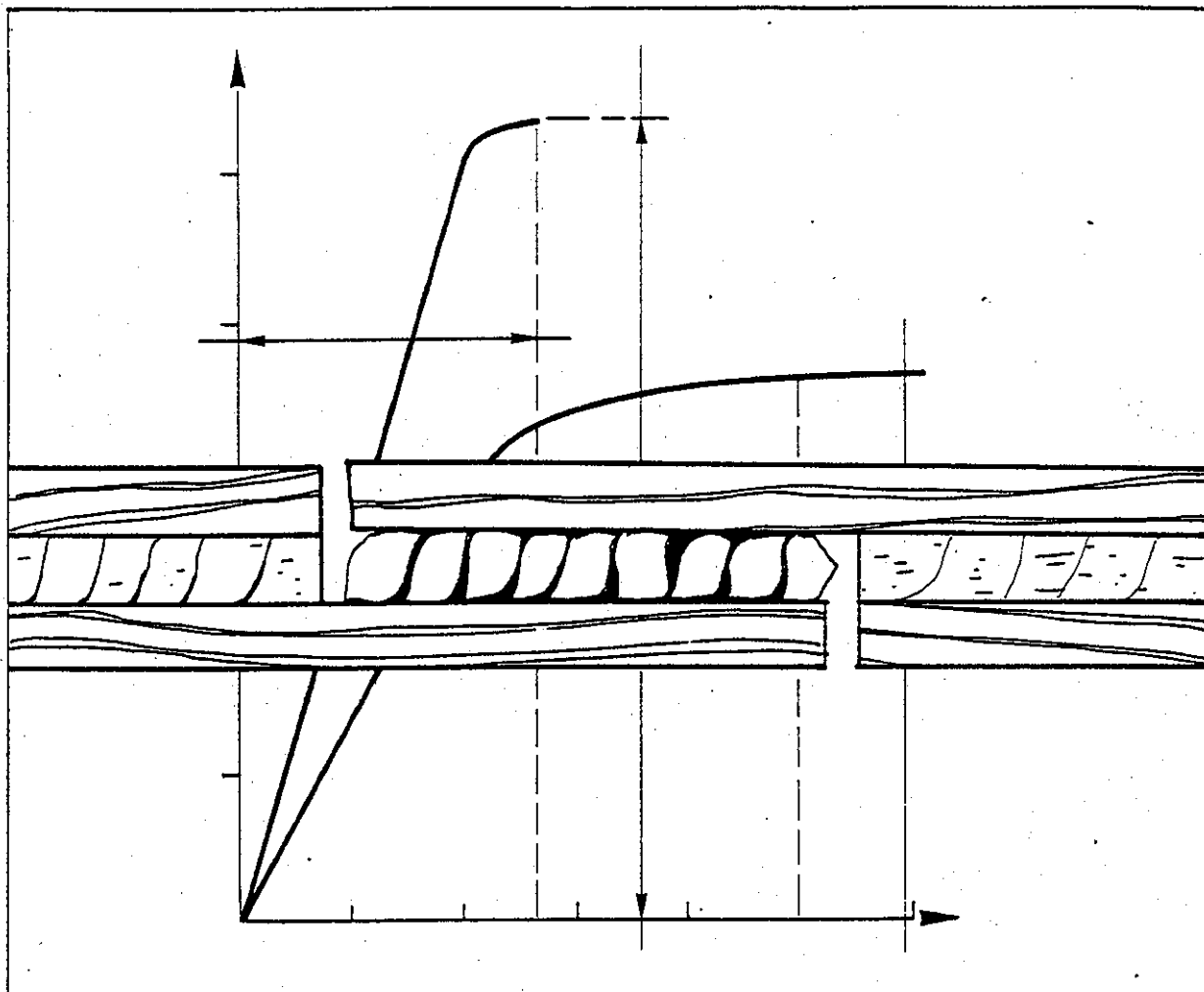
Spécifications techniques unifiées

1^{ère} partie : essais

STS 00.13 Bois et structures en bois

Edition décembre 1990

Réimpression intégrale d'anciennes publications STS diffusées
par le SPF Economie, P.M.E., Classes moyennes et Energie



STS

1ère partie: Essais

**00.13-BOIS et
Structures en bois**

Edition décembre 1990

SPECIFICATIONS TECHNIQUES UNIFIEES

COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL.

Le groupe de travail "SPECIFICATIONS-TYPE "CHARPENTERIE" comprend des représentants des pouvoirs publics, des organismes d'études et de contrôle de la construction; comme tel il est représentatif des maîtres d'ouvrages et peut à ce titre faire savoir leurs exigences et leur expérience.

Après une étude systématique des exigences des marchés belges et européens, il assume, en accord avec les représentants des milieux industriels et professionnels la mise au point des Spécifications Techniques Unifiées STS préparées par le Service de l'Agrément Technique et des Spécifications-type.

Les STS sont le fruit d'un travail collectif où les maîtres d'ouvrages et producteurs fixent de commun accord les règles qualitatives et dimensionnelles destinées à former la base de futurs contrats au mieux des intérêts de chacun, avec le souci d'assumer l'expansion économique de la Belgique par l'augmentation de la qualité des produits et de l'abaissement de leur prix de revient.

Ont participé à l'élaboration des STS 00.13, les représentants des organismes suivants :

- Bureau de contrôle pour la Sécurité de la Construction en Belgique (SECO);
- Bureau National de la Documentation du Bois (BNDB);
- Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC);
- Centre Technique de l'Industrie du Bois (CTIB);
- Faculté Polytechnique de Mons;
- Febelbois;
- Fédération des Architectes de Belgique (FAB);
- Institut Belge de Normalisation (IBN);
- Ministère de la Défense Nationale;
- Société Nationale des Chemins de fer Belges (SNCB);
- Société Nationale du logement (SNL);
- Société Nationale Terrienne (SNT);
- Université Catholique de Louvain (UCL);
- ir. VAN WILDER et ir. VYNCKIER, experts à titre personnel;
- Régie des Bâtiments;
- Service de l'Agrément Technique et des Spécifications-types qui en assume le secrétariat.

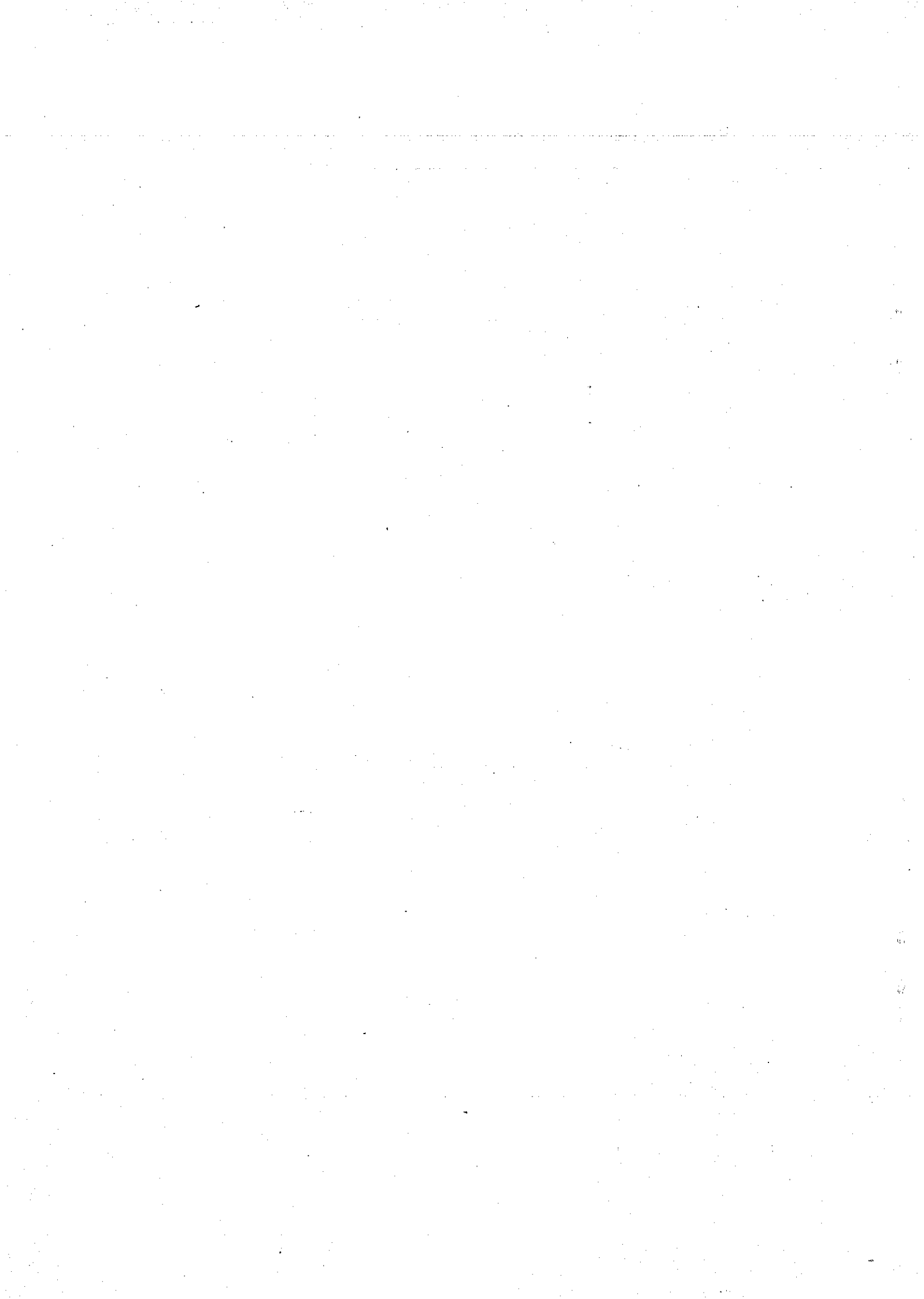
Approuvé,
Bruxelles, décembre 1990.

L'Inspecteur-général ff.
de l'Administration de l'Infrastructure

Le Directeur-général
de la Régie des Bâtiments

ir. M. FRANSENS

ir. F. DELMULLE



EXTRAITS DU TOME I - ESSAIS

TABLE DES MATIERES

00.00	Terminologie.....	7
00.13	BOIS - STRUCTURES DE BOIS.....	11
00.13.1	LE MATERIAU BOIS.....	11
.13.10	Bois massif.....	11
.10.1	Caractéristiques physiques.....	11
.10.10	L'humidité des bois en vue d'essais physiques et mécaniques.....	11
.10.11	Humidité moyenne d'un lot de bois.....	12
.10.12	Masse volumique.....	13
.10.13	Préservation de bois.....	14
.10.2	Caractéristiques mécaniques.....	15
.10.20	Introduction.....	15
.10.21	Résistance à la flexion.....	16
.10.22	Résistance à la traction ou compression.....	18
.13.11	Panneaux de contreplaqué.....	20
.11.01	Echantillonnage.....	20
.11.02	Procédure de chargement et de précision des mesures.....	21
.11.1	Caractéristiques physiques.....	21
.11.11	Détermination de la qualité du collage (méthode I).....	21
.11.12	Détermination de la qualité du collage - Essai d'orientation (méthode par couteau).....	29
.11.2	Caractéristiques mécaniques.....	30
.11.21	Essai de flexion.....	30
.11.22	Essai de compression.....	31
.11.23	Essai de traction.....	32
.11.24	Essai de cisaillement.....	32
.11.25	Détermination du module de glissement.....	33
.11.26	Essai de cisaillement dans le plan.....	34
(.13.12	Panneaux de particules)	
(.13.13	Panneaux de fibres durs)	
(.13.14	Panneaux de fibres semi-durs)	
00.13.2	ASSEMBLAGES D'OUVRAGES EN BOIS.....	35
.13.20	Matériaux d'assemblage.....	35
.20.1	Connecteurs.....	35
.20.10	Caractéristiques de la tôle.....	35
.20.11	Tolérances.....	35
.20.12	Galvanisation.....	36
.20.13	Résistance au pliage des pointes.....	36

.13.21	Essais sur assemblages.....	37
.21.1	Joint collés.....	37
.21.10	Essais de charge sur entures collées.....	37
.21.11	Essais de charge sur joints collés.....	38
.21.12	Bois lamellé-collé (essai de délaminage).....	38
.21.13	Essai de cisaillement en compression.....	41
.21.14	Vérification de la compatibilité entre l'adhésif et le bois traité.....	41
.21.2	Joint mécanique (méthode générale).....	43
.21.3	Joint à connecteurs.....	46
(.13.3	ESSAIS DE RESISTANCE SUR STRUCTURE EN BOIS)	
(.13.30	Généralités)	
(.13.31	Résistance des panneaux sous charges verticales)	
(.13.32	Résistance des panneaux sous charges horizontales dans le plan)	
(.13.33	Résistance à la flexion de caissons)	
(.13.34	Résistance de charpentes à la flexion)	
(.13.4	ESSAIS PHYSIQUES)	
(.13.40	Généralités)	

Normes belges auxquelles se réfère le tome I (a) :

ISO 554: Atmosphères normales de conditionnement et/ou d'essais-spécifications.

ISO 2859: Règles et tables d'échantillonnage pour les contrôles par attributs.

ISO 3130: Bois - Détermination de l'humidité en vue d'essais physiques et mécaniques.

ISO 3131: Bois - Détermination de la masse volumique en vue d'essais physiques et mécaniques.

ISO 4470: Détermination de l'humidité moyenne d'un lot.

ISO 8375: Structures en bois : bois massif en dimensions d'emploi - détermination de certaines propriétés physiques et mécaniques.

ISO 8982: Testing methods for plywood in structural grades for use in loadbearing structures.

ISO R 86: Acier - essai de traction des tôles et feuillards d'épaisseur inférieure à 3 mm et au moins égale à 0.5 mm.

RILEM/CTB-3TT: Testing methods for joints with mechanical fasteners for loadbearing structures.

BS 1088 (1966): Appendix C: Method of applying the knife test

BS 6566 (1985): Plywood- Part 8: Specification for bond performance of veneer plywood - Appendix A: Method for determination of bond performance

-
- (a) L'édition des normes belges à prendre en considération est toujours la dernière en date pour autant qu'elle ait paru 10 jours avant l'avis d'adjudication.

TERMINOLOGIE GENERALE

- EX TR A I T -

1. Acheteur et vendeur

Les contractants ou leurs délégués dûment mandatés.
Dans le cas d'une entreprise de travaux, "l'acheteur" et le "vendeur" désignent respectivement le "maître de l'ouvrage" et "l'entrepreneur", étant entendu que les parties contractantes situées entre le premier acheteur (maître de l'ouvrage) et le dernier vendeur (qu'il soit sous-traitant, producteur ou fournisseur), sont chacune tout à tour "acheteur" et "vendeur".

2. Maître de l'ouvrage

La personne physique ou morale qui commande et paie les travaux ou bien son délégué dûment mandaté (fonctionnaire dirigeant, architecte, etc.)

3. Commande

Quantité totale faisant l'objet d'un marché.

4. Fourniture

Quantité des matériaux ou d'objets de même nature, forme, finition et dimensions, approvisionnés séparément au chantier.

5. Lot

Fourniture ou partie de fourniture soumise à réception.

6. Echantillon

Total des pièces prélevées pour chaque contrôle ou essai.

7. Echantillonnage

Ensemble des échantillons.

8. Eprouvette

Pièce ou fragment de pièce soumise à l'épreuve.

9. Laboratoire

Par "laboratoire" on entend un laboratoire d'essais de matériaux disposant d'un personnel qualifié et de moyens appropriés pour l'exécution des essais imposés dans le présent texte.

10. Teinte

Couleur en général. Exemple : teinte verte.

11. Nuance

Chacune des gradations par lesquelles passe une même teinte pour arriver de son ton le plus clair à son ton le plus foncé.

00.31 Exemption de réception provisoire et d'essais de réception.

.31.1 Marque de conformité "Benor"

De nombreuses normes belges sont conçues de telle façon qu'elles puissent servir de base à l'octroi de la marque de conformité BENOR applicable aux produits qui sont régis par les dites normes. Certains secteurs de l'industrie ont créé une organisation, nécessaire pour l'octroi de la marque de conformité BENOR et pour le contrôle permanent des produits ayant obtenu cette marque.

.31.2 Agrément technique et homologation UBAtc

Les normes belges ne concernent que les matériaux et éléments de construction dont les caractéristiques sont déjà suffisamment connues et qui permettent d'établir des normes comprenant aussi bien les spécifications techniques (auxquelles ces produits doivent répondre), que des essais normalisés, afin de contrôler si les produits fournis répondent effectivement aux exigences imposées.

Toutefois, il y a des matériaux et éléments de construction qui ne sont pas régis par des normes. Pour ces produits a été instauré la procédure de l'agrément technique UBAtc. L'agrément technique UBAtc est une appréciation favorable de l'aptitude à l'emploi dans la construction de procédés, matériaux, éléments ou équipements non-traditionnels, accompagnée d'une description permettant à l'utilisateur d'identifier le produit.

.31.3 Agrément et homologation suivi UBAtc

Dans bien des cas, le contrôle des produits ayant reçu l'agrément technique UBAtc ne peut être exécuté en pratique par l'utilisateur, étant donné le caractère complexe des nouveaux matériaux et éléments. C'est pourquoi il a été instauré l'agrément suivi UBAtc comprenant pendant la durée de validité de celui-ci une vérification par l' Service de l'agrément technique et des spécifications-type ou par un organisme délégué à cet effet, de la conformité des produits aux conditions d'agrément.

Cette vérification ne concerne pas la qualité de l'exécution sur chantier.

.31.41 Les produits qui ont reçu l'agrément technique UBAtc sont dispensés des essais de réception technique préalable sur échantillons avant la mise en fabrication.

.31.42 Les produits qui ont reçu la marque de conformité BENOR ou l'agrément suivi UBAtc sont dispensés des essais de réception technique préalable à la mise en oeuvre. (a).

(a) Réception technique préalable : voir art. 12 de l'arrêté ministériel du 14 octobre 1964 relatif aux clauses contractuelles administratives et techniques constituant le cahier général des charges marchés de l'Etat.

00.13 BOIS - STRUCTURES DE BOIS

00.13.1 LE MATERIAU BOIS

.13.10 Bois massif

.10.1 Caractéristiques physiques

.10.10 L'humidité des bois en vue d'essais physiques et mécaniques (en concordance avec la recommandation ISO 3130/1975).

La mesure précise de l'humidité des bois est nécessaire :

- pour caractériser les bois soumis à des essais mécaniques ou physiques;
- pour réaliser le tarage et le contrôle des hydromètres électriques dans les applications industrielles.

Le résultat s'obtient par la pesée d'un échantillon avant et après dessiccation à l'étuve. La diminution de masse ainsi obtenue, rapportée à la masse de l'éprouvette anhydre, exprime l'humidité de l'échantillon.

1. Eprouvettes

Les éprouvettes sont des parallélépipèdes de 25 ± 5 mm de longueur dont la section a 20 mm de côté.

Pour accélérer la dessiccation, l'éprouvette peut être découpée en plusieurs fragments avant d'être mise à l'étuve à condition que cette opération n'entraîne aucune perte de matière.

Le sciage des bois, nécessaire à la confection des éprouvettes, doit se faire lentement pour éviter un apport calorifique artificiel.

2. Mode opératoire

Les éprouvettes entières sont pesées à l'état humide : masse m_1 .

Les éprouvettes entières ou fragmentées sont séchées à l'étuve à la t° de $(103 \pm 2^\circ\text{C})$ jusqu'à masse constante. La masse est considérée comme constante lorsque, entre deux pesées faites à 6 h d'intervalle, la différence de masse est $\leq 0,5\%$ de celle-ci.

Les bois contenant des matières organiques volatiles (résines, goudrons) en quantité supérieure à la tolérance de mesure, doivent être séchés sous vide.

Les éprouvettes anhydres sont refroidies assez rapidement de manière à éviter une reprise d'humidité de plus de 0,1% et pesées : masse m_2 .

Toutes les pesées sont faites avec une précision de 0,01g.

3. L'humidité

Le degré d'humidité W de chaque éprouvette, exprimée en pourcents, est calculée comme suit (à 1% près) :

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100$$

L'humidité moyenne de l'ensemble des éprouvettes est la moyenne arithmétique des humidités relevées sur chacune d'elles.

.10.11 L'humidité moyenne d'un lot de bois.

(En concordance avec la recommandation ISO 4470/80).
La détermination de l'humidité moyenne d'un lot ne peut s'appliquer qu'à des lots homogènes de pièces de même section.

Elle se fait normalement à l'aide d'un hydromètre électrique appliqué sur les pièces du lot pour autant que l'humidité soit comprise entre 7 et 18%. Pour d'autres pourcentages d'humidité on utilisera la méthode par dessiccation appliquée à des éprouvettes.

1. Echantillonnage

L'échantillonnage se fait au hasard, les normes ISO 2859 sont utilisables dans ce but.

2. Utilisation de l'hydromètre électrique

L'hydromètre électrique doit être étalonné, en fonction de l'essence de bois utilisée, à l'aide d'essais par dessiccation conformes à .10.10.

Il doit permettre d'effectuer des mesures avec une erreur inférieure à 2% pour des humidités comprises entre 7 et 28%. Les mesures s'effectuent à mi-largeur de chaque face et à des distances d'au moins 0,5 m des extrémités. Les emplacements de mesure sont choisis au hasard et leur nombre est déterminé comme suit en fonction de la longueur de la pièce :

$$\begin{aligned} 1,5 < L \leq 2,5 \text{ m} & : n \geq 2 \\ 2,5 < L \leq 4,0 \text{ m} & : n \geq 3 \\ L > 4,0 \text{ m} & : n \geq 4 \end{aligned}$$

Ces emplacements sont situés en des endroits exempts de défauts et de souillures et ils sont marqués.

Les électrodes doivent être implantés autant que possible sur une droite perpendiculaire aux fibres du bois.

A chaque emplacement on effectue au moins trois mesures en des points distants les uns des autres de 10 à 15 mm. On retiendra comme valeur de l'humidité de la pièce la moyenne arithmétique des trois lectures les plus proches.

3. Utilisation de la dessiccation

Les éprouvettes ont une longueur de 20 cm et la section entière de la pièce. Elles sont exemptes de défauts et d'écorce et leur prélèvement se fait à une distance d'au moins 0,5 m des extrémités de la pièce.

Les éprouvettes sont pesées à l'état humide :

Masse I : m_1

Elles sont ensuite séchées à l'étuve à la t° de $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ jusqu'à masse constante.

La masse est considérée comme constante lorsque, entre deux pesées faites à 6 h d'intervalle, la différence de masse est $\leq 0,5\%$ de celle-ci.

Les éprouvettes anhydres sont refroidies assez rapidement de manière à éviter une reprise d'humidité $> 0,1\%$ et pesées :
masse : m_2 .

Toutes les pesées sont faites avec une tolérance $< 0,5\%$ de la masse de l'éprouvette.

L'humidité W de chaque éprouvette, exprimée en pourcents, est calculée comme suit (à 1% près) :

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100$$

4. Humidité moyenne d'un lot

L'humidité moyenne d'un lot W est la moyenne arithmétique à 1% près des valeurs W des pièces ou des éprouvettes du lot.

.10.12 La masse volumique

En concordance avec la recommandation ISO 3131/1975 :

"Détermination de la masse volumique en vue des essais physiques et mécaniques".

La mesure précise de la masse volumique des bois est nécessaire

- pour caractériser les bois soumis à des essais mécaniques et physiques;
- pour déterminer certaines corrélations entre les résistances et les masses volumiques.

Le résultat s'obtient par pesée de la masse et mesure du volume de l'éprouvette.

On distingue :

- la masse volumique à l'humidité W : ρ_w
- la masse volumique à 12% d'humidité : ρ_{12}
- la masse volumique anhydre : ρ_0
- la masse volumique conventionnelle, correspondant à la saturation en eau des fibres : ρ_v

1. Echantillons

Les échantillons sont des parallélépipèdes de 25 ± 5 mm de longueur dont la section à 20 mm de côté. Toutefois, si les cernes ont plus de 4 mm d'épaisseur, les dimensions transversales sont à augmenter pour que la section comporte au moins 5 cernes.

2. Mode opératoire

Les pesées se font à 0,1 g près et la mesure des dimensions à 0,1 mm près.

L'humidité se détermine conformément au .13.10.10.

La saturation des fibres en eau s'obtient en plongeant l'échantillon dans l'eau distillée à la t° ambiante jusqu'à ce que ses dimensions ne varient plus; on mesure alors V_{max} .

3. Calcul de la masse volumique.

$$\rho_W = \frac{m_W}{V_W} \quad \rho_0 = \frac{m_0}{V_0}$$

$$\rho_{12} = \frac{m_{12}}{V_{12}} \quad \rho_V = \frac{m_0}{V_{max}}$$

On peut déduire ρ_{12} de ρ_W par la formule :

$$\rho_{12} = \rho_W \left(1 - \frac{(1-K)(W-12)}{100} \right)$$

K étant le coefficient de retrait volumique (correspondant à une variation d'humidité de 1%).

Valeur usuelle de K : $0,85 \rho_W$ si ρ_W est exprimé en g/cm³.

La masse volumique moyenne des échantillons est la moyenne arithmétique des masses volumiques.

.10.13 Préservation de bois

1. Domaine d'application

Les essais ont pour objet de vérifier que les bois ont bien subi un traitement de préservation conformément aux prescriptions considérées (STS, cahiers spéciaux des charges ...) et que le niveau d'imprégnation est conforme aux valeurs imposées et spécifiques à chaque produit.

2. Essai qualitatif (à exclusivement pour but d'identifier la nature du produit).

- Sels minéraux et PCP

La pièce de bois à examiner est tronçonnée en deux ou plusieurs parties.

Sur les sections transversales ainsi obtenues on applique un ou plusieurs réactifs chromogènes spécifiques. A noter toutefois que cette approche n'a aucune valeur quantitative.

- Dérivés organiques (cas général)

L'échantillon de bois est grossièrement broyé puis soumis à une extraction liquide par un solvant approprié. Après éventuelle purification et concentration, l'extrait est fractionné par chromatographie.

3. Essai quantitatif

(a pour but de vérifier la quantité de produit présent dans le bois).

En fonction du type de produit identifié selon .10.13.2 on procède comme suit :

- Soit les échantillons de bois sont broyés et minéralisés et l'on procède au dosage des ions par des méthodes analytiques spécifiques comme suit :
 - spectrophotométrie pour : arsenic, bore, chrome, cuivre, zinc, étain, phosphates;
 - ionométrie pour : fluor.
- Soit dans le cas du pentachlorophénol et de ses sels les échantillons sont pyrolysés en vase clos et l'on procède au dosage des chlorures par titrage potentiométrique.
- Soit, le fractionnement obtenu est examiné sous l'angle quantitatif.

* * * * *

Il est important de souligner que dans le cas des essais quantitatifs ci-dessus, en présence de formulations complexes (présence simultanée de plusieurs composants actifs), il est admis de se limiter au dosage d'un seul des composants, considéré comme représentatif de la formulation.

Les résultats sont exprimés des deux manières suivantes :

- en g d'élément dosé par kg de bois;
- en kg de produit de préservation par m³ de bois (à 12%).

.10.2 Caractéristiques mécaniques

(En concordance avec la recommandation ISO 8375 : "Structures en bois - Bois massif en dimension d'emploi - détermination de certaines propriétés physiques et mécaniques".)

.10.20 Introduction

La standardisation des procédures d'essai est nécessaire pour obtenir des résultats comparables. Les bois de charpente sont soumis à des essais de flexion soit à des essais sous charge axiale de traction ou de compression.

Ces essais fournissent les valeurs de base des contraintes de calcul (v. tome III de la STS 31).

Les essais de flexion permettent également d'établir les corrélations entre les résultats d'essais non destructifs, classement du bois et les contraintes de rupture.

.10.21 Résistance à la flexion

.21.0 Dispositions communes à tous les essais

Les actions et réactions doivent pouvoir être assimilées à des charges locales. Les rouleaux ou couteaux utilisés dans ce but sont à mettre en oeuvre avec des plaques de répartition dont la longueur ne dépasse pas $h/2$. Le voilement doit être empêché par des rouleaux latéraux.

La flexion peut être réalisée, selon le but poursuivi, par deux charges symétriquement disposées ou par une charge centrale unique. La vitesse de progression de la presse v en mm/s est indiquée dans chaque cas.

Le tracé d'un diagramme charge/déformation (F, w) permet de déterminer, à l'intérieur de la zone de proportionnalité, le rapport $\Delta F / \Delta w$.

La mesure des charges et des déformations soit se faire avec une tolérance $\leq \pm 1\%$ de la valeur mesurée.

Le déflectomètre est fixé au niveau des fibres neutres de la pièce. Les déformations sont mesurées en 2 points distants de L_1 .

Les essais se font sur au moins 3 échantillons de mêmes dimensions.

Le rapport d'essai contient les données relatives aux échantillons, la méthode d'essai et les résultats. Dans le cas d'une analyse statistique la méthode utilisée et les résultats de calcul sont joints.

.21.1 Le module d'élasticité en flexion E_m des pièces sur chant.

(Essai de contrôle d'un classement de bois mécanique).

Les échantillons doivent avoir une longueur $L \geq 1.000 + 6.h$ (mm) (h étant la hauteur de la section).

La mise en charge se fait à l'aide de deux vérins symétriquement disposés (fig. 1).

.21.2 Le module d'élasticité E_m et la contrainte de rupture f_m en flexion

Les pièces sont posées sur chant. La mise en charge se fait par deux vérins symétriquement disposés. (fig. 1).

Longueur entre appuis : L

$L \geq 18.h + 150$ mm et $L_1 = 5.h$ ou

$L \geq 21.h + 150$ mm et $L_1 = 6,5 h$

Vitesse de déformation :

$v = 3 \times 10^{-3}.h$ mm/s : détermination de E_m

v est telle que la durée pour obtenir la rupture (300 ± 120)s.

Résultat :

$$E_m = \frac{a L_1}{16 \cdot I} \cdot \frac{\Delta F}{\Delta W} \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_m = \frac{F \max.A}{2 W} \quad \text{N/mm}^2 \quad (W = \frac{I}{V} \text{ en mm}^3)$$

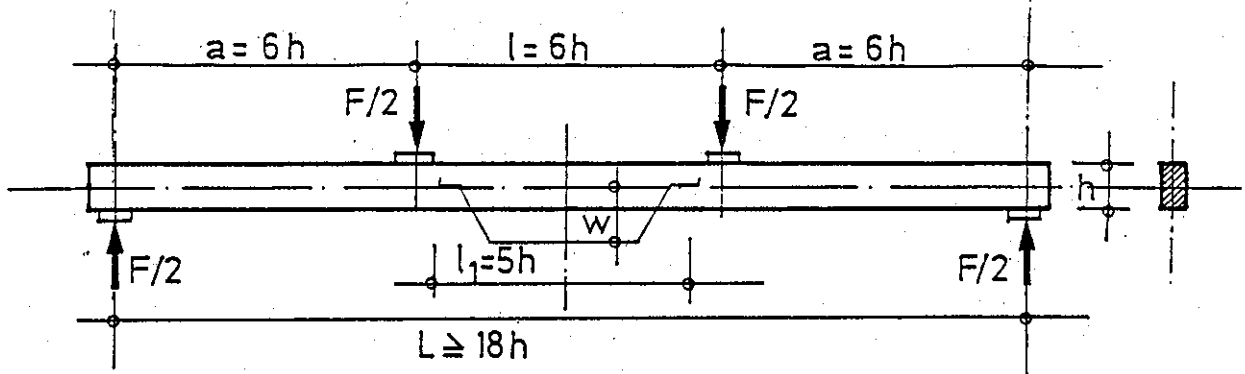


FIG. 1 : METHODE D'ESSAI : DETERMINATION DE E_m ET f_m

21.3 Module de glissement - méthode de portée unique

La méthode consiste à déterminer le module d'élasticité et du module d'élasticité apparente pour la même longueur d'éprouvette.

1. Détermination du module d'élasticité - voir art. 21.1
2. Détermination du module d'élasticité apparent.

Méthode d'essai : fig. 2.

Longueur entre appuis : $L_1 > 5 h$.

Vitesse de déformation : $v = 2 \times 10^{-4} h \text{ mm/sec}$.

Résultats :

$$E_m = \frac{a L_1^2}{16 I} \cdot \frac{\Delta F}{\Delta W}$$

$$E_{m,a} = \frac{L_1^3}{48 I} \cdot \frac{\Delta F}{\Delta W}$$

$$G = \frac{1.2 h^2}{L_1^2 \left(\frac{1}{E_{m,a}} - \frac{1}{E_m} \right)}$$

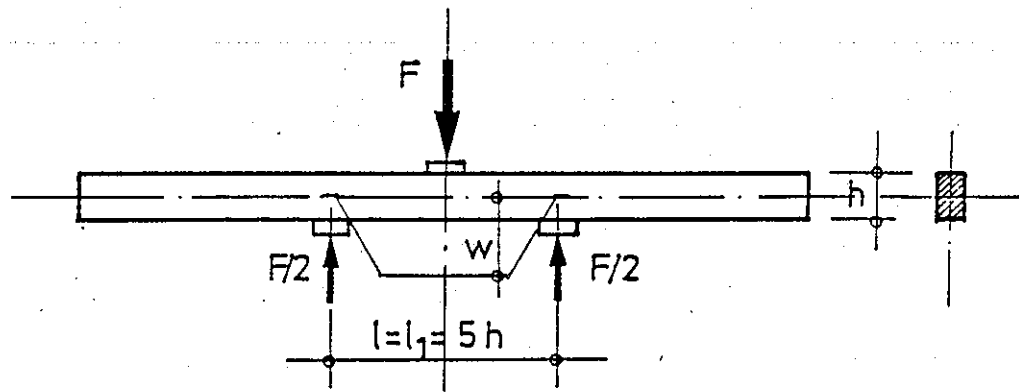


FIG. 2 : METHODE D'ESSAIS : DETERMINATION MODULE DE GLISSEMENT

.10.22 Résistance à la traction ou compression

1. Echantillons

Les échantillons doivent avoir une longueur :

$L \geq 9.b$ pour la détermination de la résistance à la traction
 $L \geq 6.b$ pour la détermination du module d'élasticité en compression

$L \geq 6.e$ pour la détermination de la résistance à la compression (b étant la plus grande et e la plus petite dimension de la section).

2. Dispositions générales

Les actions et réactions doivent pouvoir être assimilées à des charges locales. Les rouleaux ou couteaux utilisés à cette fin sont à mettre en oeuvre avec des plaques de répartition de longueur inférieure à $b/2$.

Le tracé d'un diagramme charge/déformation (F,w) (fig. 3) permet de déterminer, à l'intérieur de la zone de proportionnalité, le rapport $\Delta F/\Delta W$.

La mesure des charges et des déformations doit se faire avec une précision $\pm 1\%$ de la valeur mesurée ou 0,02 mm si la déformation dépasse le 2 mm.

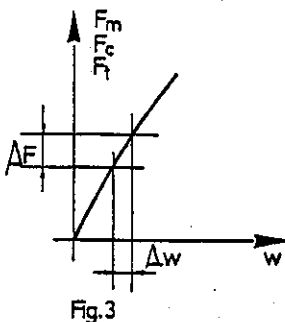
Deux déflectomètres sont fixés sur deux faces opposées et en diagonale.

Les valeurs sont déterminées à trois chiffres. Les appareils permettent la lecture d'une précision jusqu'à 1% de la valeur maximale à mesurer. Le mode de rupture et les phénomènes dans la zone de rupture sont repris.

3. Le module d'élasticité R et la contrainte de rupture f_t (fig. 4) en traction.

$$\text{vitesse de la déformation } v = \frac{5.L}{10^5} \text{ mm/s}$$

durée de l'essai jusqu'à rupture : (300 ± 120) s



Résultats :

$$E_t = \frac{L_1}{A} \cdot \frac{\Delta F}{\Delta W} \text{ N/mm}^2, \text{ A étant l'aire de la section en mm}^2$$

$$f_t = \frac{F \text{ max}}{A} \text{ N/mm}^2$$

4. Le module d'élasticité en compression E_c et la résistance à la compression (fig. 5 - 6).

$$\text{vitesse de la déformation } v = \frac{5 \cdot L}{10^5} \text{ mm/s}$$

durée de l'essai jusqu'à rupture : (300 ± 120) s

Résultats :

$$E_c = \frac{L_1}{A} \cdot \frac{\Delta F}{\Delta W} \text{ N/mm}^2, \text{ A étant l'aire de la section en mm}^2$$

$$f_c = \frac{F \text{ max}}{A} \text{ N/mm}^2$$

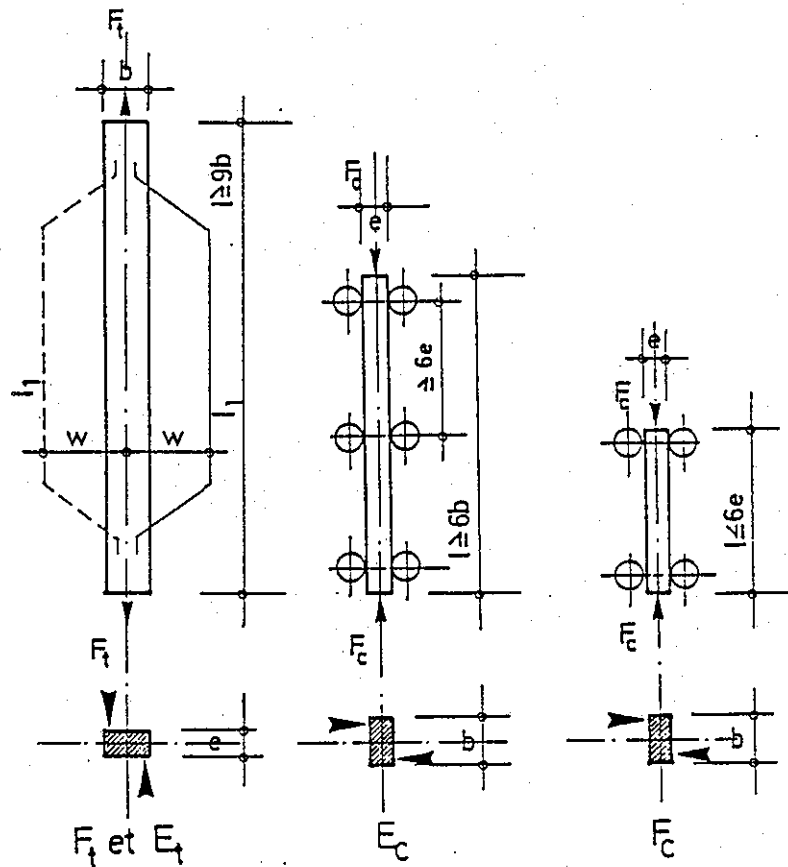


FIG. 4 - FIG. 5 - FIG. 6 : DETERMINATION DE F_t , E_t , E_c ET F_c

00.13.11 CONTREPLAQUE

.11.01 Echantillonnage (*)

Le prélèvement des échantillons doit être représentatif de la fourniture à tester. Lorsqu'on doit procéder à l'ensemble des essais mécaniques décrits ci-après, il peut être avantageux d'adopter un plan de découpage fournissant 41 éprouvettes à partir de 4 panneaux de 1,2 x 2,4 m (fig. 7).

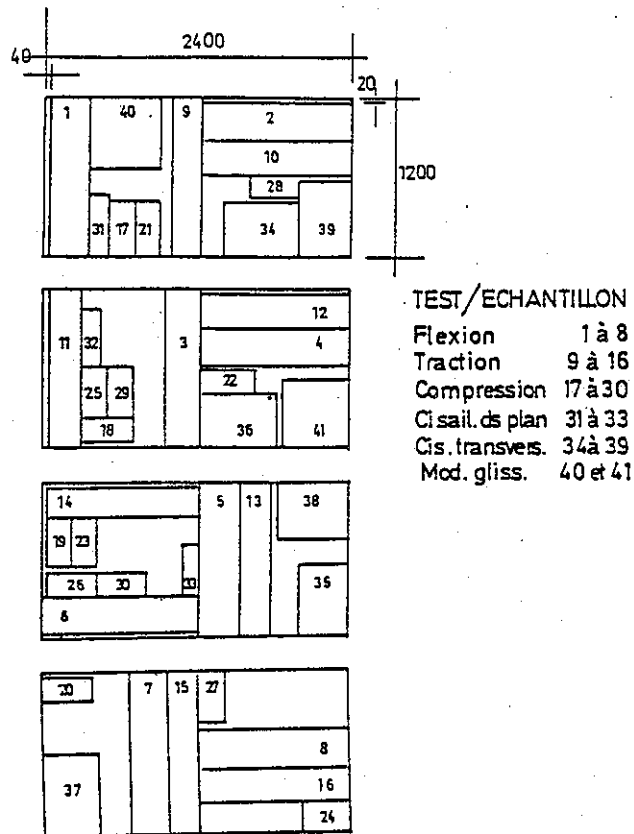


FIG. 7 : PRELEVEMENT DES EPROUVETTES

Les dimensions minimales des échantillons et le nombre d'éprouvettes requis pour chaque type d'essai sont donnés dans le tableau ci-après.

L'épaisseur du contreplaqué et des plis qui le composent est mesurée à 0,01 mm près en 4 points disposés deux par deux symétriquement par rapport au centre de l'échantillon et à 50 mm de ses bords. Les échantillons sont conditionnés en vue des essais à $(65 \pm 5) \%$ d'humidité et à $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

(*) En concordance avec la norme ISO (DIS 8982) - 1981 : "Testing methods for plywood in structural grades for use in load bearing structures". Contreplaqué - Détermination des propriétés physiques et mécaniques dans des buts structurels".

	Flexion	Compression	Traction	Cisaillement transversal	Module glissement	Cisaillem-plan
L (mm)	600	400	600	600		400
b (mm)	300	200	250	430		150
nombre d'échantillons	8	12	8	6	2	3
nombre d'éprouvettes	8 (2x4)	4 (2x2)	8 (2x4)	6 (2x3)	2	3

.11.02 Procédure de chargement et de précision des mesures (fig. 8)

La charge est appliquée de manière à croître linéairement en fonction du temps et à atteindre sa valeur maximale après une durée de 300 ± 120 secondes mesuré à 30 secondes près. Les efforts sont mesurés à 1% près et les déformations à 0,02 mm près (sauf aux essais de compression et de traction où elles sont mesurées à 0,01 mm près).

On établit pour chaque essai un diagramme des déformations w en fonction de la force appliquée F , et on détermine le rapport $\Delta F / \Delta w$ dans la zone de proportionnalité.

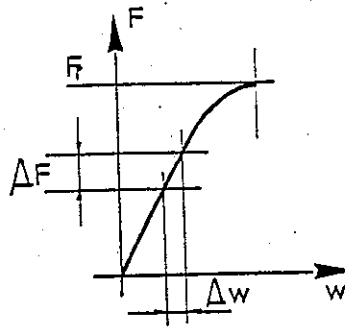


FIG. 8 : ZONE DE MESURE

.11.1 Caractéristiques physiques

.11.11 Détermination de la qualité du collage (Méthode I)

1. Généralités

La qualité du collage est déterminée par un essai de cisaillement après un conditionnement de l'éprouvette spécifique à chaque type de collage.

2. Appareillage

- Une enceinte de pressurisation, réglable dans une zone de $0,085 \text{ N/mm}^2$ jusqu'à $0,480 \text{ N/mm}^2$;

- Un réservoir pour le trempage des éprouvettes, pouvant être maintenu constamment à $(67 \pm 2)^\circ\text{C}$ et/ou à la température de l'eau bouillante, d'une capacité suffisante pour que les éprouvettes restent immergées sous 25 mm d'eau;
- Une enceinte de pressurisation, pouvant créer une pression de 0,2 N/mm² ou de 0,1 N/mm²;
- Une étuve ventilée pouvant maintenir une ambiance à $(60 \pm 3)^\circ\text{C}$;
- Un banc d'essai présentant soit la possibilité de contrôler l'augmentation de la charge soit de contrôler la vitesse de déplacement des pinces. Dans le premier cas l'augmentation de la charge se situe entre 1,3 kN/min et 2,7 kN/min. Dans l'autre cas la vitesse de déplacement des pinces se situe entre 6 mm/min et 12 mm/min. Au moins une des pinces peut se déplacer librement permettant le positionnement correct de l'éprouvette. La distance entre les pinces est de 50 à 60 mm, en supposant un montage central de l'éprouvette.

3. Echantillonnage

On sélectionne un nombre de panneaux qui dépend de l'importance du lot (voir le tableau). Une deuxième série de panneaux de nombre identique est prise quand le nombre de panneaux rebutés se situe entre les deux limites de la colonne 3 et 4.

Taille du lot	Nombre de panneaux de l'échantillonnage	Exigence	
		d'acceptation	de rebut
90	3	0	2
	3 (*)	1	2
150	5	0	3
	5	3	4
500	8	1	4
	8	4	5
1200	13	2	5
	13	6	7
> 1200	20	3	7
	20	8	9

(*) Pour une valeur de panneaux rebutés entre celle de la colonne 3 et 4, on procède à un nouveau prélèvement.

Chaque panneau prélevé au hasard est subdivisé en zones selon le schéma suivant.

01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24

Le zone 01 à 06 et le zone 19 à 24 sont les zones latérales, tandis que les zones 07 à 18 sont les zones centrales.

Quatre échantillons sont prélevés par panneau. Un dans chacune des zones latérales et deux dans la zone centrale. Quand le panneau ne permet pas un tel échantillonnage on essaye de prendre un échantillon représentatif dans la zone centrale et la zone latérale. Les échantillons sont suffisamment grands pour permettre la prise d'un nombre suffisant d'éprouvettes pour l'essai de cisaillement. Ce nombre (y compris les éprouvettes de réserve) est égal au nombre indiqué au tableau ci-dessous.

Nombre de plis dans le panneau	Nombre d'éprouvettes par échantillons suivant le type de collage			
	72-100	2x4-100	03-67	24 - 15
3		4		2
4		4		2
5		8		4
6		8		4
7		12		6
9		16		8
>9		2 n-2		n-1

4. Préparation des éprouvettes (fig. 9, 10)

L'éprouvette a une forme rectangulaire d'une longueur de (135 ± 0.2) mm dans le sens du fil des plis extérieurs et une largeur de (25 ± 0.1) mm (fig. 9). Elle ne présente pas de défaut pouvant causer un affaiblissement de la résistance. Elle est entaillée de telle façon que lors de l'essai, deux joints de collage puissent être essayés. On y arrive par deux traits de scie à égale distance des extrémités un de chaque côté du panneau.

Si le contreplaqué contient plus de 4 plis il sera ramené par rabotage à 3 plis en veillant à inclure tous les joints de collage dans l'essai (fig. 9). Les éprouvettes sont de composition symétrique c.à.d. que les plis extérieurs ont la même épaisseur. La distance entre les traits de scie est de (25 ± 0.1) mm pour les panneaux ayant des plis extérieurs d'une épaisseur de 1,5 mm ou plus, il est de (10 ± 0.1) mm pour les panneaux ayant des plis extérieurs d'une épaisseur inférieure à 1,5 mm. Le pli central entre les deux plans de collage testés est parallèle aux traits de scie. Ceux-ci ont une largeur de $(3 -0, + 0,5)$ mm et une profondeur telle qu'il atteigne les 2/3 du pli central tout en évitant qu'il atteigne la deuxième ligne de collage.

Dans la moitié des éprouvettes le trait de scie est tel que les fentes entre les fibres du pli central (cerenes) s'ouvrent pendant l'essai, tandis que l'autre moitié des fentes entre les fibres doivent se fermer lors de l'essai (fig. 10).

Les éprouvettes se présentent donc comme à la figure pour ce qui concerne l'épaisseur des plis extérieurs et leur composition. Une paire de plis parallèles est considérée comme un seul pli.

5. Procédure de l'essai

5.1 Conditionnement des éprouvettes

Traitement dans l'eau froide (pour chaque type de colle).

La moitié des éprouvettes provenant du panneau (la totalité pour le type de colle 24-15) est conditionnée comme suit :

- trempage dans de l'eau à $(15 \pm 5^\circ\text{C})$ pendant $(24 \pm 2 \text{ h})$;
- trempage pendant 30 min. dans une enceinte de pressurisation à 0.085 N/mm^2 , suivi immédiatement d'une surpression comprise entre 0.450 N/mm^2 et 0.480 N/mm^2 pendant 30 min.

Traitement dans l'eau chaude (type de collage 72-100, 2 x 4-100, 03-67);

L'autre moitié des éprouvettes subit la préparation suivante :

Traitement dans l'eau bouillante (type de collage 72-100)

Les éprouvettes sont trempées dans l'eau bouillante en atmosphère normale pendant $(72 \pm 3 \text{ h})$, et ensuite refroidies dans de l'eau à $(15 \pm 5^\circ\text{C})$, où elles peuvent séjourner pendant maximum 3 jours avant l'essai.

On peut également conditionner les pièces dans de la vapeur. On les pose dans une enceinte et on crée une pression de 0.2 N/mm^2 pendant 12 h ou de 0.1 N/mm^2 pendant 24 h, les pièces étant maintenues au dessus de la surface de l'eau. Le refroidissement est identique à la méthode précédente.

Traitement par conditionnement cyclique (type de colle 2 x 4 - 100)

Les éprouvettes sont trempées dans de l'eau bouillante pendant $4 \text{ h} \pm 15 \text{ min.}$ Elles sont séchées à $(60 \pm 3^\circ\text{C})$ pendant $(20 \pm 1 \text{ h})$ dans une atmosphère ventilée (p.ex. étuve ventilée). Ensuite elles sont de nouveau trempées dans de l'eau bouillante pendant $4 \text{ h} \pm 15 \text{ min.}$ et refroidies dans l'eau à $(15 \pm 5^\circ\text{C})$, où elles peuvent être conservées pendant maximum 3 jours avant l'essai.

Traitement dans l'eau chaude (type de collage 03-67)

Les éprouvettes sont trempées dans de l'eau à $(67 \pm 2^\circ\text{C})$ pendant $3 \text{ h} \pm 10 \text{ min.}$, ensuite refroidies dans de l'eau à $(15 \pm 5^\circ\text{C})$, dans laquelle elles peuvent être conservées pendant maximum 4 heures avant l'essai.

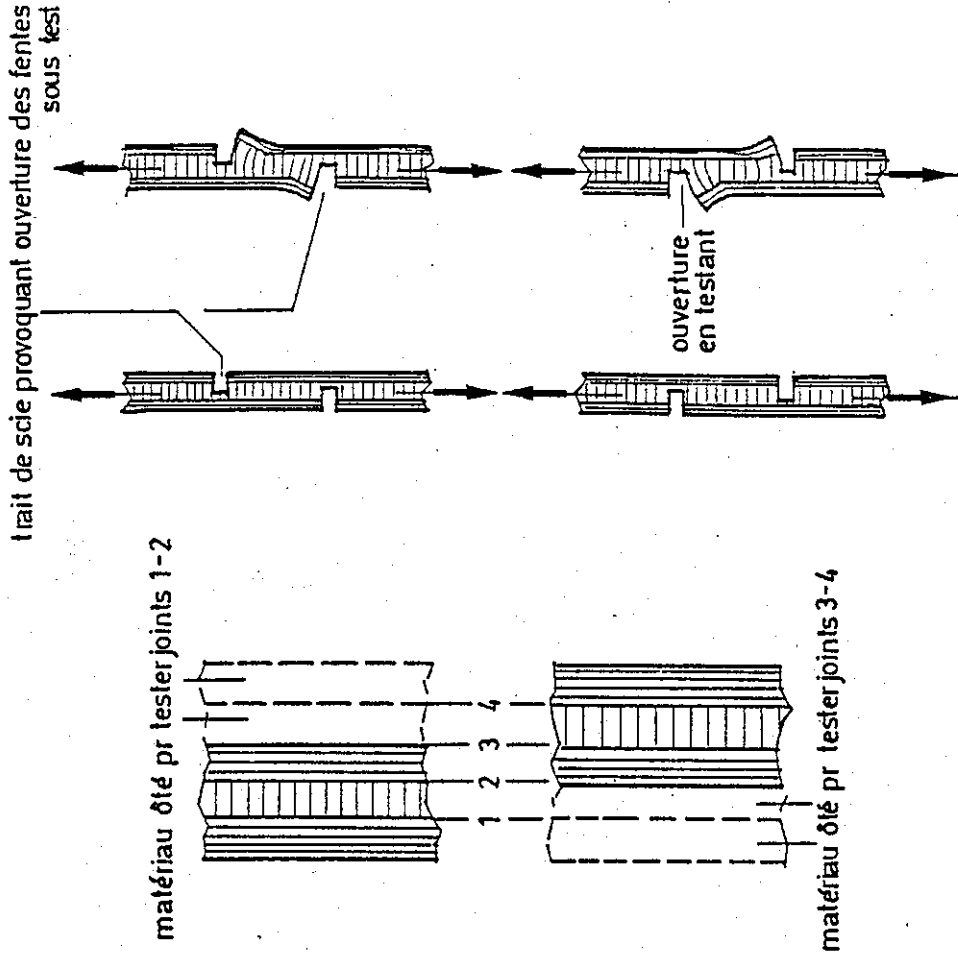


Fig. 11 Tenu des fentes entre fibres.

Fig. 10 Préparation d'éprouvette pour 5 plis

Fig. 9 Préparation de l'éprouvette

FIG. 9 - FIG. 10 - FIG. 11 :

PREPARATION DES EPROUVETTES ET MODES DE RUPTURE

5.2 L'essai

Après conditionnement et encore à l'état humide les éprouvettes sont chargées jusqu'à la rupture par cisaillement dans un appareil adéquat. On détermine la charge à la rupture au cisaillement et on obtient la résistance f_v (en N/mm^2) par la formule :

$$f_v = \frac{P}{A}$$

Dans laquelle :

P = la charge de rupture en N.

A = la surface nominale cisailée.

On détermine la résistance moyenne au cisaillement pour un panneau complet en utilisant les résultats de toutes les éprouvettes, sauf celles qui ont été rejetées pour des raisons décrites. Après séchage on examine chaque éprouvette pour déterminer le pourcentage pour chaque éprouvette séparément jusqu'à une précision de 10% ainsi que la moyenne s'inspirant de la méthode par comparaison (fig. 12).

On néglige la surface du pli extérieur qui fait partie du plan de rupture pour déterminer le pourcentage de la rupture dans le bois, à condition qu'elle n'atteigne pas 50% de la surface - dans ce cas l'éprouvette n'est pas retenue -. Le pourcentage est alors déterminé sur le reste de la surface essayée.

6. Pourcentage de la rupture dans le bois

La rupture se présente habituellement dans le bois ou dans le joint de collage entre les traits de scie, c.à.d. dans la zone soumise au cisaillement. Quand la rupture se présente en dehors de cette zone ou quand lors de la rupture 50% ou plus de la surface d'un des plis extérieurs appartient à la surface rompue le résultat n'est pas retenu. (fig. 13).

Si la rupture est manifestement causée par des défauts qui affaiblissent l'éprouvette ce résultat n'est pas retenu. Bien que ces éprouvettes auraient dû être identifiées et remplacées lors de la préparation des éprouvettes, à l'exception de celles qui contiennent une bande de papier de jointage des bandes de placage formant le pli.

7. Résistance à la rupture par cisaillement

Quand le nombre d'éprouvettes rebutées est supérieur à 25% une nouvelle série d'éprouvettes est préparée, soit provenant des échantillons originaux, soit provenant de nouveaux échantillons pris dans des zones comparables (zones latérales et zones centrales) du panneau original. On veille à ce que lors de la préparation des éprouvettes de rechange l'orientation des cernes soit identique à celle des éprouvettes rebutées.

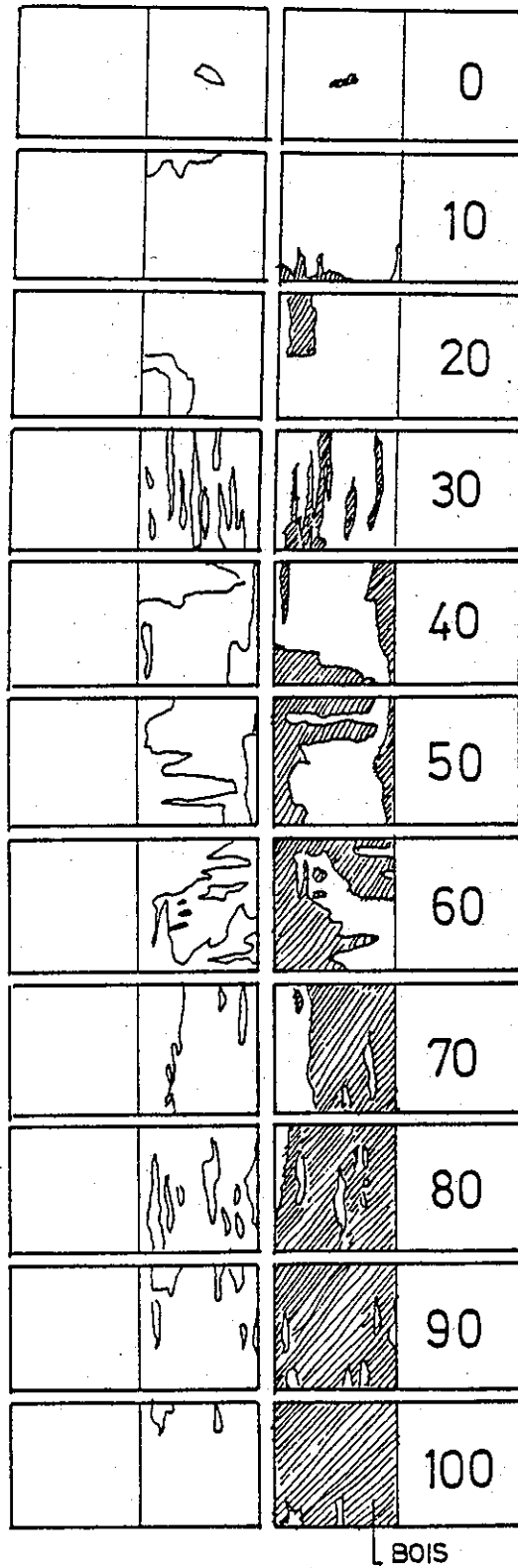


FIG. 12 : POURCENTAGE DE BOIS PAR PORTION DE 10% DE 0 A 100

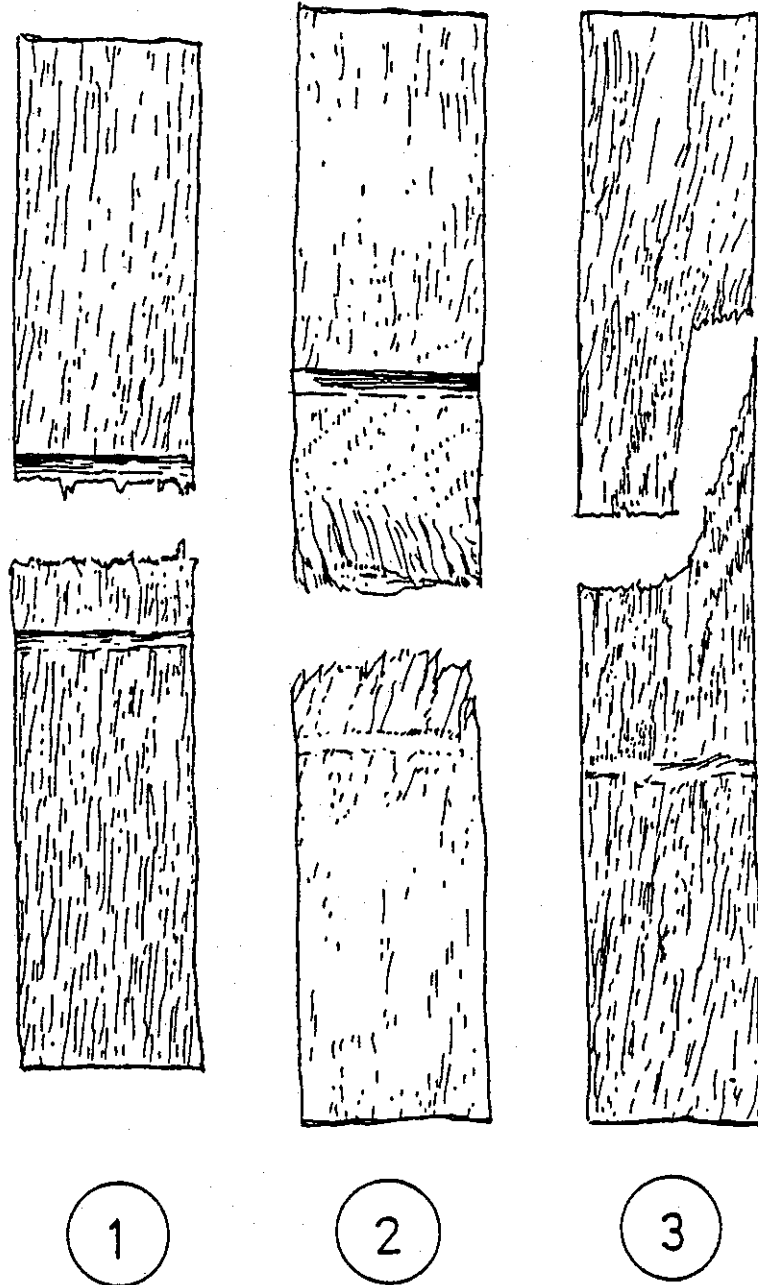


FIG. 13 : EXEMPLES D'ECHANTILLONS BRISES REJETES

8. Rapport d'essai

Le rapport d'essai comprend les informations suivantes :

- La marque qui est spécifique au panneau et tout autre détail nécessaire à l'identification du panneau;
- Le nombre de panneaux sélectionnés pour l'essai;
- La préparation des éprouvettes;
- La résistance au cisaillement et le pourcentage de rupture dans le bois de chaque éprouvette, y compris celui des éprouvettes remplacées;
- La résistance moyenne au cisaillement et le pourcentage de rupture dans le bois pour chaque panneau de l'essai;
- Les résultats des collages de chaque panneau en relation avec le conditionnement;
- On indique séparément les résultats si deux conditionnements différents ont été appliqués comme pour les types de colles : 72 - 100, 2 x 4-100, 03-67;
- La qualité du collage du lot complet;
- La référence aux spécifications.

.11.12 Détermination de la qualité du collage - Essai d'orientation (Méthode par couteau)

1. Généralités

L'essai d'orientation au couteau pour la détermination de la qualité du collage du contreplaqué peut être utilisé comme essai de contrôle de la qualité de la fabrication. Dans le cas le résultat s'avère négatif et le producteur prétend la conformité à la norme on peut recourir à l'essai.

2. Echantillonnage : voir .11.11.

3. Outillage

Couteau, pourvue d'une lame coupante et courbue avec une manche légèrement replié pour servir de bras de levier.

4. Préparation de l'éprouvette : voir .11.11.

5. Exécution de l'essai

La lame du couteau est introduite entre le pli et le joint à tester parallèlement aux fibres, et de telle façon que le couteau reste dans la zone du joint. Un mouvement zig-zag peut être envisagé.

Une fois le couteau est pénétré de 25 à 50 mm on essaie de séparer le pli par traction en soulevant le couteau. Ce proces peut être répété, en commençant de zones nouvelles, pas encore touchés par les phases précédentes. Quand suffisamment de surface est rendu visible, l'éprouvette est comparé à une échelle standard en utilisant une éclairage à la lumière rasante.

Si par hasard le couteau a franchi la zone de la colle et aura endommagé le pli soujacente, ce phénomène ne est négligé.

Après évaluation le joint suivant est soumis à l'essai.

6. Echelle standard

L'échelle de la qualité est subdivisé en partant de 10 (la meilleure) jusque zéro.

Le code 10 correspond au résultat obtenu quand tout rupture s'est produit dans le bois et la surface de la colle est entièrement couvert de fibres.

En bas de l'échelle (code 0) le pli s'est détaché complètement de la colle en ne laissant que quelques fibres adhérent à la colle.

Entre les deux extrêmes se trouvent des gradations d'un nombre infini.

A cet effet on constitue un ensemble de 6 éprouvettes qui constitue une échelle linéaire et visuelle de grades partant d'un maximum de 10 jusqu'au minimum de 0 (pas 2).

Par comparaison avec cet ensemble (et par interpolation éventuelle) chaque éprouvette sera codé d'un chiffre de 0 à 10.

7. Evaluation

Dans le cas de 5 joints testés on prend la moyenne arithmétique des résultats individuels, arrondi à l'unité le plus proche.

par exemple : 7, 8, 8, 6 = 7,25 : code 7.

Spécifications: code minimale

	essai à l'eau bouill
72-100 2x4-100 03-67	individuelle la moyenne :
24-15	-

.11.2 Caractéristiques mécaniques

.11.21 Essai de flexion (fig. 14)

Dimensions minimales des éprouvettes : $L \geq 600$ mm, $b = 300$ mm;

Nombre d'éprouvettes : 8.

Chargement symétrique : distance entre les charges : $L_2 \geq 300$ mm.

Distance entre les points de mesure : $L_1 > 200$ mm.

Distance entre l'appui et la charge : $240 < L_4 \leq 400$;

Résultats : module d'élasticité :

$$E = \frac{\Delta M \cdot L_1^2}{8 \Delta W I} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Contrainte de rupture :

$$f = \frac{M_{\max}}{W} \quad \left(W = \frac{bt^2}{6} ; I = \frac{bt^3}{12} \right) \quad (\text{N/mm}^2)$$

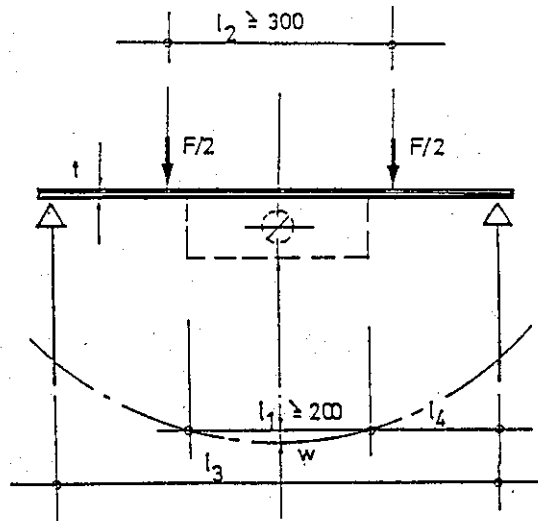


FIG. 14 : CONTRE - PLAQUE : RESISTANCE A LA FLEXION

.11.22 Essai de compression (fig. 15)

Dimensions minimales des éprouvettes : $l = 400$ mm, $b = 200$ mm.

L'éprouvette s'obtient par collage de plusieurs pièces de manière à obtenir une épaisseur $a \geq 17$ mm.

Mesure des déformations : bilatérale avec une distance entre les points de mesure $125 < L_1 < 200$ mm.

Résultats :

Module d'élasticité :

$$E = \frac{\Delta F l_1}{a \cdot b \Delta w} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Contrainte de rupture :

$$f_c = \frac{F_{\max}}{a \cdot b} \quad (\text{N/mm}^2)$$

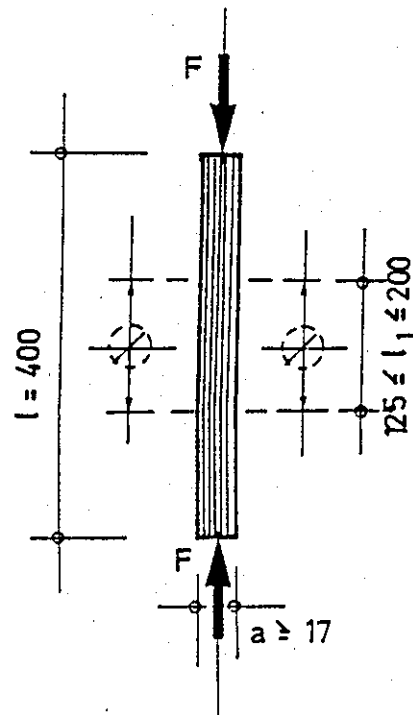


FIG. 15 : CONTREPLAQUE : RESISTANCE A LA COMPRESSION

.11.23 Essai de traction (fig. 16).

Dimensions minimales des éprouvettes : $L = 600 \text{ mm}$, $b = 250 \text{ mm}$.

Nombre d'éprouvettes : 8.

Transmission des efforts aux plaques par pinces à griffes.

Mesure des déformations : bilatérale avec une distance entre les points de mesure $135 \leq L_1 \leq 400 \text{ mm}$.

Résultats :

Module d'élasticité :

$$E = \frac{\Delta F' L_1}{b.t. \Delta w} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Contraintes de rupture :

$$f_t = \frac{F_{\text{max}}}{b.t.} \quad (\text{N/mm}^2)$$

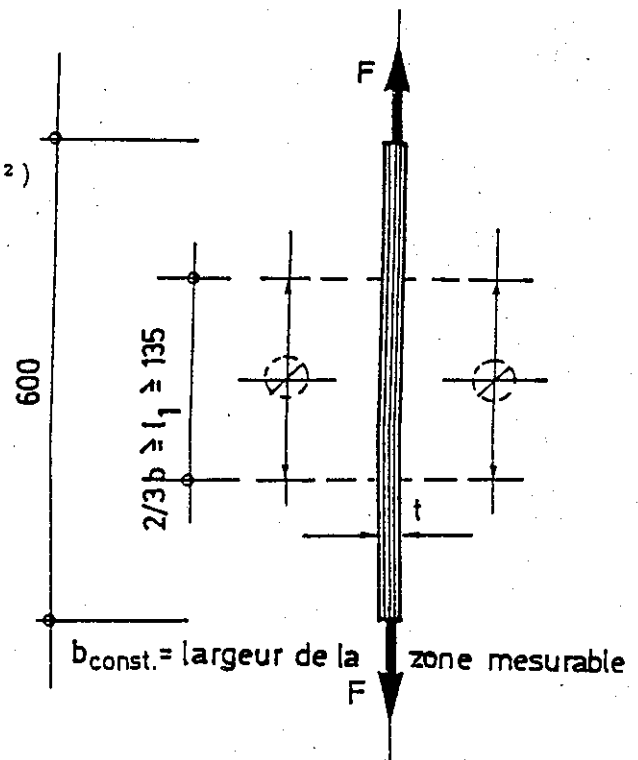


FIG. 16 : CONTREPLAQUE : RESISTANCE A LA TRACTION

.11.24 Essai de cisaillement transversal et module de glissement (fig. 17, 18).

Dimensions minimales des éprouvettes : $L = 600 \text{ mm}$, $b = 430 \text{ mm}$.

Nombre d'éprouvettes : 3.

L'éprouvette est constituée de l'éprouvette renforcée le long de ses bords par collage de quatre flancs de $35 \times 115 \text{ mm}$ longs de 700 mm .

La largeur libre du contreplaqué entre les flancs est de 200 mm .

Une découpe (pente approximative = 14°) est à prévoir aux points d'application des efforts à une extrémité de chaque renfort.

On mesure : la contrainte au cisaillement :

$$f_v = \frac{F_{max}}{b.t} \quad (N/mm^2)$$

module de glissement :

$$G_p = 0.5 \frac{\Delta F}{\Delta W} \frac{L_1}{L_t}$$

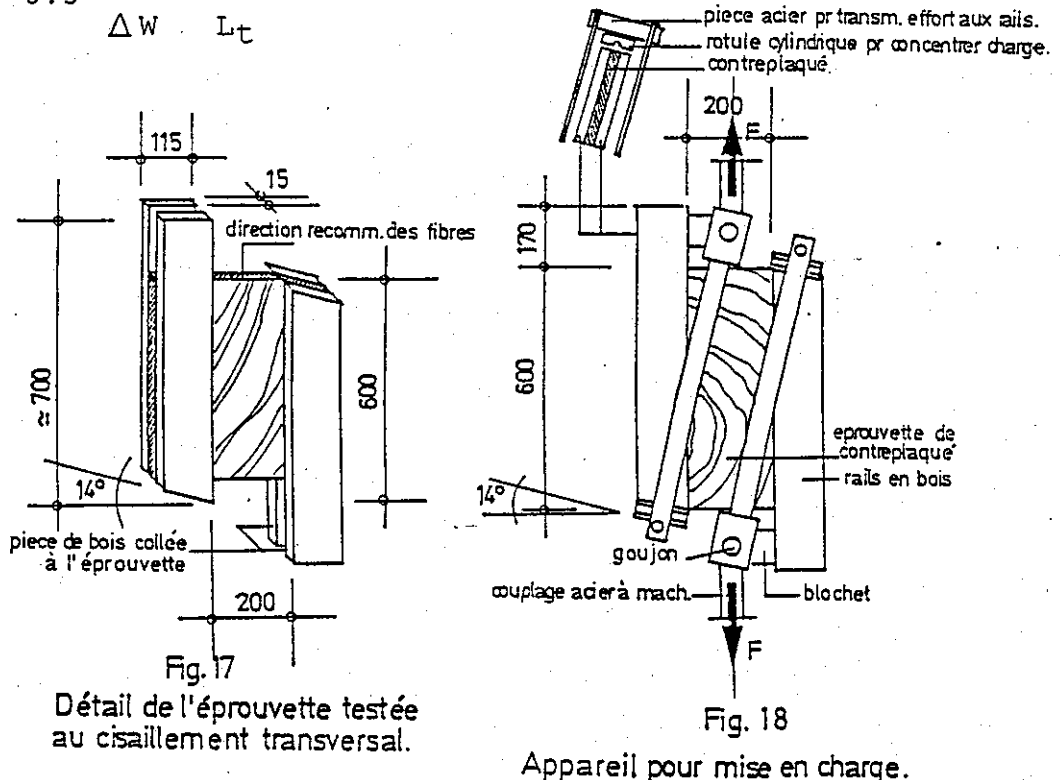


FIG. 17 - FIG. 18 : CONTREPLAQUE : RESISTANCE AU CISAILLEMENT

.11.25 Détermination du module de glissement par torsion (fig. 19).

Dimensions des éprouvettes carrées de côté L : 25 t < L < 40 t..

Nombre d'éprouvettes : 2.

Montage : l'éprouvette est appuyée aux deux extrémités d'une diagonale (rayon des appuis sphérique ≤ 6 mm) et chargée aux deux extrémités de l'autre diagonale.

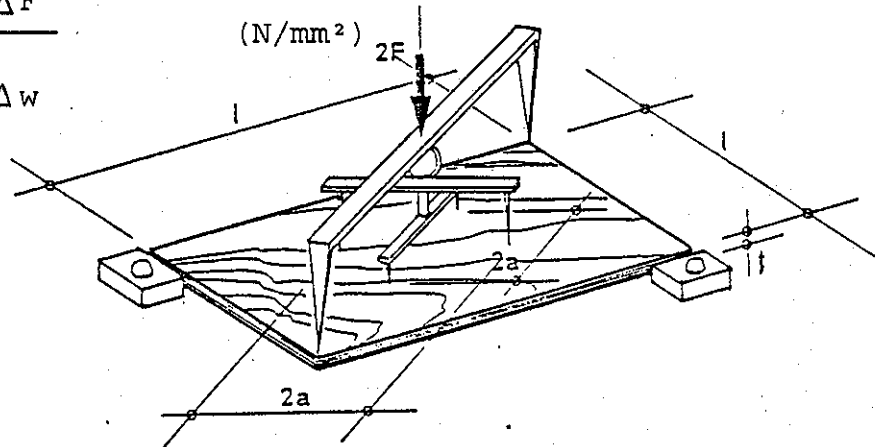
La charge croit linéairement avec une vitesse de déformation de v = 0.1 t/min.

La déformation est mesurée en 4 points situés approximativement aux quarts des diagonales. Le dispositif décrit sur le figure donne la mesure de deux fois la flèche vis à vis du centre (= 2 W).

La deuxième éprouvette est disposée de manière à ce que la direction des fibres fasse un angle de 90° avec celle de la première éprouvette.

Résultats :

$$G_{\text{tor}} = \frac{3a_1^2 \Delta F}{2t^3 \Delta w} \quad (\text{N/mm}^2)$$



Méthode de mesure de déformation.

FIG. 19 : CONTREPLAQUE : MODULE DE GLISSEMENT

.11.26 Essai de cisaillement dans le plan (fig. 20).

Dimensions minimales des éprouvettes : $L = 450 \text{ mm}$, $b = 150 \text{ mm}$.

Nombre d'éprouvettes : 3.

L'éprouvette est constituée d'une pièce de contreplaqué sur laquelle sont collées deux plaques d'acier pourvue de pointes de $25 \times 150 \text{ mm}$ et 450 mm de longueur, terminées par un biseau faisant une saillie de 6 mm .

Les mesures de déplacements des plaques en acier se font à une précision de 0.002 mm .

Module de glissement dans le plan :

$$G = \frac{\Delta F \cdot t}{\Delta W \cdot b \cdot L} \quad (\text{N/mm}^2)$$

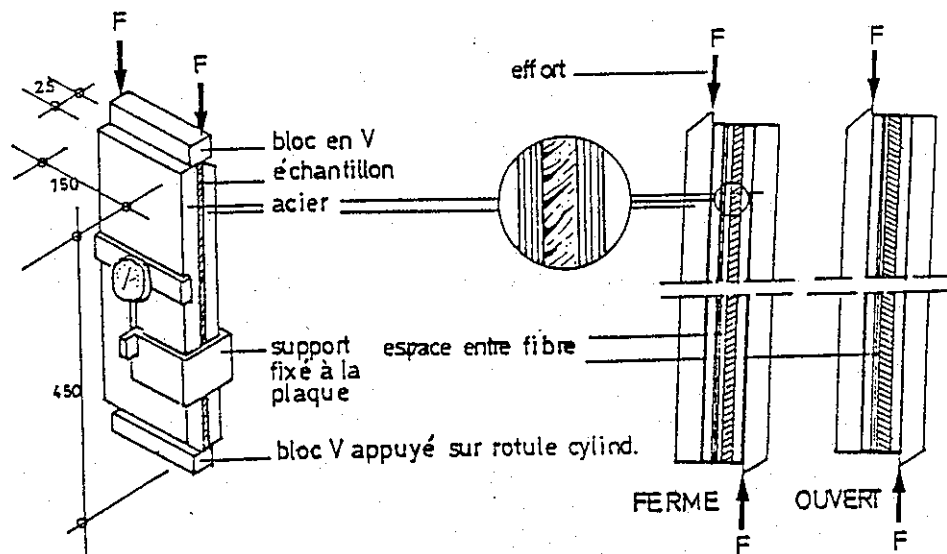


FIG. 20 : CONTREPLAQUE : CISAILLEMENT DANS LE PLAN

Contrainte de rupture :

$$f_v = \frac{F_{\max}}{b.l} \quad (\text{N/mm}^2)$$

.13.2 ASSEMBLAGES D'OUVRAGES EN BOIS

.13.20 Matériaux d'assemblage

.20.1 Connecteurs

.20.10 Caractéristiques de la tôle (avant confection des plaques).

L'essai suivant la méthode ISO/R86 (essai de traction pour tôle et bandes d'acier de moins de 3 mm mais plus de 0,5 mm d'épaisseur, exécuté sur une éprouvette de section rectangulaire non proportionnelle et d'une longueur de 50 mm).

Si une éprouvette ne satisfait pas aux exigences, on peut prendre deux autres échantillons du matériau en question et répéter l'essai. Un des échantillons doit provenir du même tas ou du même rouleau que le premier.

Si les exigences d'essai ne sont toujours pas satisfaites, le matériau sera considéré comme n'étant pas conforme à la spécification.

.20.11 Tolérances

Les épaisseurs des tôles galvanisées sont mesurées en n'importe quel point situé à plus de 40 mm des bords.

.20.12 Galvanisation

1. Echantillons : trois échantillons mesurant au moins 2500 mm² sont prélevés comme suit : un au centre et les 2 autres à plus de 25 mm de chaque bord de la tôle.
2. Solution de désenrobage : soit 3,2 g de chlorure d'antimoine soit 2g d'oxyde d'antimoine dans 500 ml d'acide chlorhydrique concentré (densité 1,19). La solution est diluée à l'eau distillée à 1000 ml.
3. Processus d'essai :

L'échantillon est, le cas échéant, dégraissé avec un solvant organique n'attaquant pas la galvanisation, puis séché. La masse de l'échantillon est déterminée à moins de 1% près. On utilise au moins 10 ml. de solution pour 100 cm² de surface de l'échantillon.

La tôle est plongée dans la solution jusqu'à ce que l'enduit ait complètement disparu, la fin du processus étant marqué par l'arrêt de la libération d'hydrogène. L'échantillon rincé et éventuellement brossé est plongé dans l'alcool, séché et pesé avec la même précision que la première opération. Le poids minimum relevé sur les trois échantillons est à retenir pour le rapport.

.20.13 Résistance au pliage des pointes

La résistance à la flexion des pointes est à vérifier par pliage en exerçant un effort sur la face des pointes.

Un premier pliage à 45° est suivi d'autres pliages d'une amplitude de 90° à répéter jusqu'à rupture (fig. 21).

L'essai est à faire sur une pointe centrale, une pointe latérale et une pointe d'angle.

Pour chaque dent on note le nombre de pliages à 90° qu'elle a supporté.

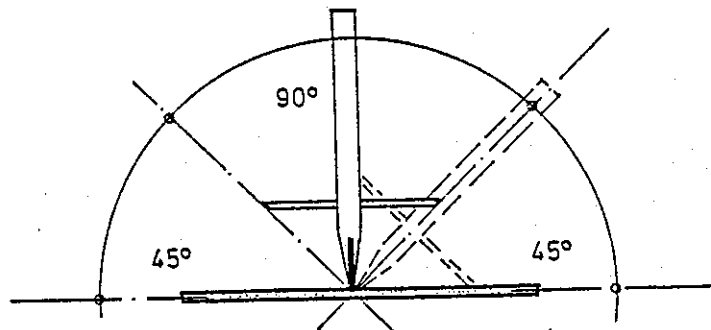


FIG. 21 : ESSAIS DE PLIAGE D'UNE POINTE

.13.21 Essais sur assemblages

.21.1 Joints collés

.21.10 Essais de charge sur entures collées (fig. 22).

1. Domaine d'application

La méthode décrite ci-après a pour but de vérifier le collage des entures intervenant dans la confection des lamelles constitutives des charpentes lamellées-collées.

2. Echantillons

Les échantillons sont formés de lamelles de 0,65 m de longueur : 50% des lamelles comportent une enture au milieu de leur longueur; 50% des lamelles ne comportent pas d'entures mais présentent les défauts caractéristiques du lot de bois dans le tiers médian.

Le nombre d'échantillons doit être suffisamment élevé pour rendre possible une étude statistique des résultats.

3. Epreuves

Les échantillons sont rabottés de manière à présenter une épaisseur de 20 mm (minimum 15 mm) et une largeur de 100 mm (minimum 75 mm).

4. Méthode d'essai

L'éprouvette est placée sur deux appuis cylindriques (rayon min. 25 mm) distants de 0,60 m d'axe en axe. Elle est soumise à l'action de deux charges égales par l'intermédiaire de deux cylindres (rayon min. 25 mm) symétriquement placés par rapport au milieu de l'éprouvette.

Les charges croissent régulièrement (vitesse constante) et lentement de manière à atteindre la rupture après une durée de 2 à 5 minutes. La charge de rupture est mesurée à 10N près.

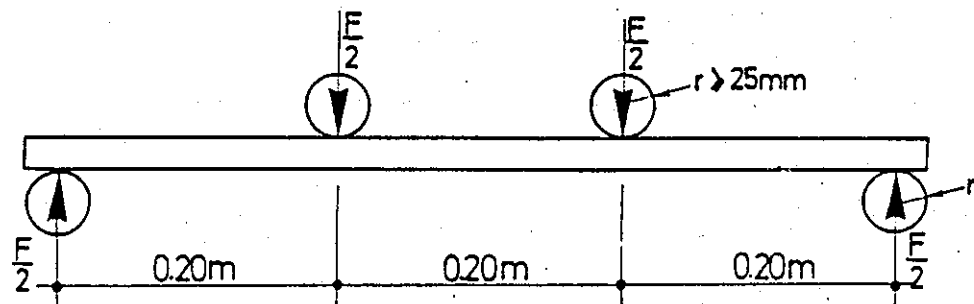


FIG. 22 : ESSAIS DE FLEXION SUR LAMELLES

5. Résultats des mesures

Les contraintes de rupture par flexion sont analysées statistiquement sur des séries d'au moins 20 échantillons sans entures et d'au moins 20 échantillons avec entures. Pour chaque groupe, on établit la valeur caractéristique de ces contraintes ainsi que la valeur moyenne et l'écart type de la distribution.

.21.11 Essais de charge sur joints collés

0. Domaine d'application

La méthode décrite ci-après a pour but d'établir la contrainte de cisaillement des joints collés entre pièces de bois (assemblage face contre face ou face contre tranche) ou entre bois et multiplex.

1. Epreuves

- Les éprouvettes préparées spécialement pour les essais répondent aux caractéristiques géométriques indiquées sur la figure 24
- Les éprouvettes destinées à la vérification du collage d'une pièce réalisée sont des carottes cylindriques d'au moins 20 mm de diamètre extraites par forage perpendiculairement au joint de colle à tester.

2. Méthode d'essais

Les éprouvettes sont conditionnées lentement - de manière à éviter tout désordre - à la température de $(23 \pm 2^\circ\text{C})$ et à $(50 \pm 5\%)$ d'humidité relative. (Classe 23/50 selon ISO 554). Elles sont posées dans la machine d'essai de manière à faire coïncider le plan de collage à tester avec le plan de cisaillement. L'effort de cisaillement est parallèle au fil du bois d'au moins une des deux pièces.

La charge croît régulièrement de manière à provoquer une déformation de $(0,4 \pm 0,1 \text{ mm})$ par minute.

3. Résultats des mesures

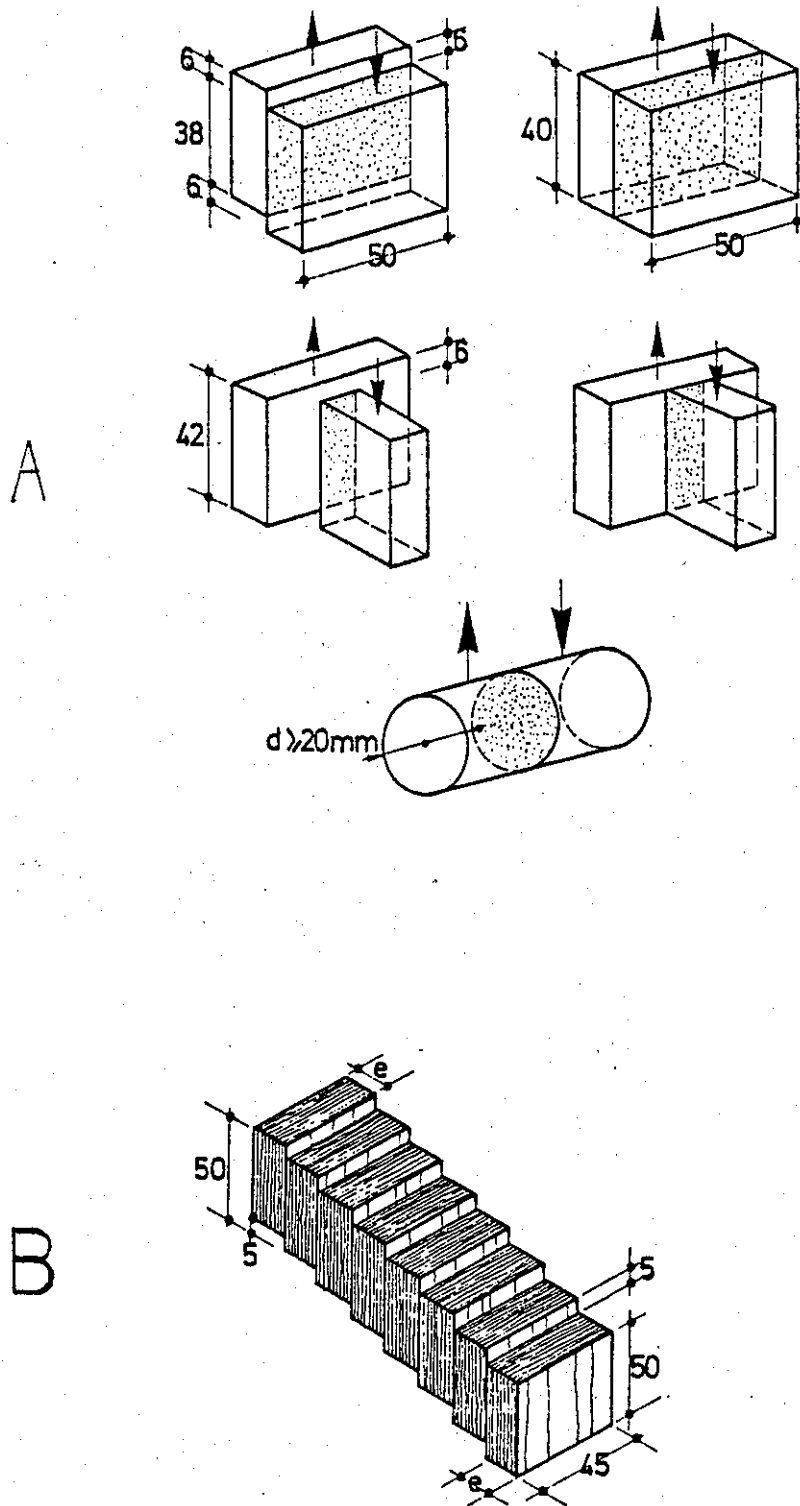
La surface du joint collé est établie à partir de dimensions mesurées à 0,5 mm près. La contrainte de rupture s'obtient en divisant la charge de rupture par la surface du joint collé.

On détermine la valeur caractéristique de ces contraintes ainsi que la valeur moyenne et l'écart-type de la distribution.

.21.12 Bois-lamellé-collé (essai de délaminage)

0. Généralités

Les essais ont pour but de contrôler le collage des lamelles réalisé en usine tout en s'appliquant au produit fini. Ils doivent être réalisés sur des produits neufs dans un laboratoire spécialisé.



1. Echantillonnage

Par jour de fabrication, on donne à une poutre une surlongueur de 20 cm qui sera conservée jusqu'à la prochaine visite de contrôle.

Lors du contrôle, les chutes choisies de manière aléatoire sont amenées au laboratoire sous emballage étanche.

2. Eprouvettes

Les éprouvettes confectionnées à partir de ces chutes ont la section complète de l'élément dont ils proviennent et une longueur de 75 mm dans le sens des fibres. Les faces sont poncées.

3. Processus d'essai vide-pression

Les éprouvettes sont placées dans une enceinte de telle façon que les faces restent libres et soumises à 2 cycles identiques comportant chacun les phases suivantes :

phase 1 : a) immersion dans l'eau ($18^\circ \leq t^\circ \leq 27^\circ$)
b) vide poussé jusqu'à 750 Pa pendant 2 heures ou 70 Pa pendant 15 minutes
c) pression de 0,5 N/mm² ou MPa pendant 2 heures.
Les opérations b) et c) sont répétées une 2ème fois.

phase 2 : maintien pendant 16 heures dans l'eau à la pression atmosphérique.

phase 3 : séchage ($t^\circ = 30^\circ$, humidité 30%) jusqu'à ce que les éprouvettes aient retrouvé approximativement leur poids initial.

4. Mesures

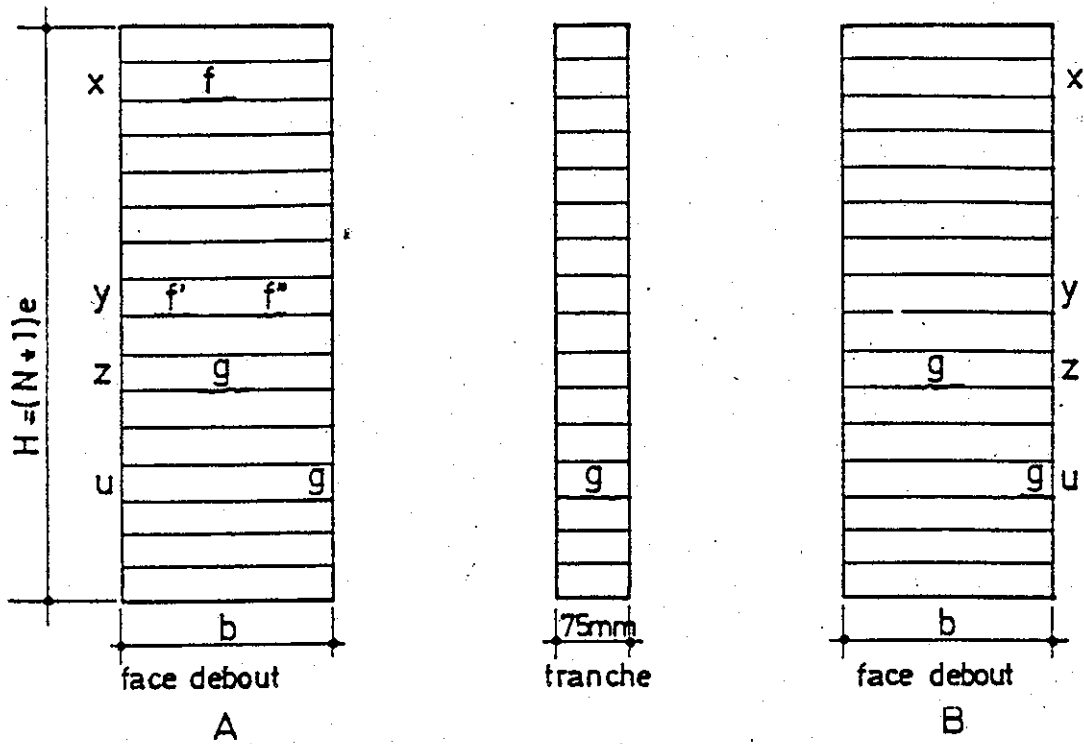
Après achèvement des 2 cycles, on mesure au mm près, la longueur des joints ouverts ou décollements sur les 2 faces de bout.

Les joints ouverts à l'endroit des noeuds admis, des parties noueuses ou défectueuses admises, ainsi que les décollements d'au moins de 5 mm de longueur, sont négligés.

Un assemblage de N + 1 lamelles comprend N joints dont la longueur totale $L_j = 2.N.b$ pour les deux faces de bout.

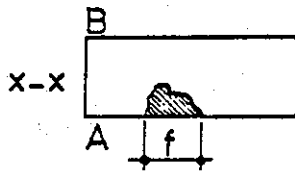
La longueur cumulée des décollements de tous types (traversant et non-traversants) observés sur les 2 faces de bout s'exprime par L_d , on détermine le pourcentage des décollements :

$$\delta = \frac{L_d}{L_j} \cdot 100$$

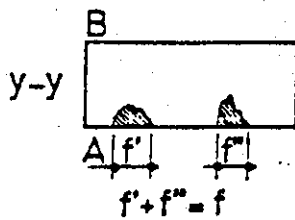


EPROUVETTE COMFORTANT N JOINTS

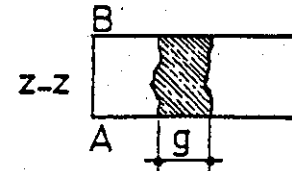
Décollements NON traversants



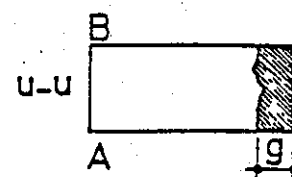
o



Décollements traversants



intérieur



latéral

FIG. 24 : OUVERTURE DES JOINTS : DECOLLEMENTS

.21.13 Essai de cisaillement en compression (Fig 23b)

0. Généralités

1. Les éprouvettes sont débitées dans une section d'élément lamellé-collé, en conformité avec la figure ci-dessous, de manière à disposer de dix plans de collage pour l'essai. Le cas échéant, des éprouvettes de cisaillement identiques, dont les plans de cisaillement sont décalés par rapport aux plans de collage, sont découpées dans la même section d'élément, de façon à déterminer la résistance du bois massif.
2. Pour effectuer les essais, les éprouvettes sont placées dans un dispositif à guillotine qui est lui-même positionné sous le piston d'une machine d'essai universelle. La charge est appliquée par compression à raison de 25 kN par minute avec une tolérance de 5kN.

3. Résultats

.21.14 Vérification de la compatibilité entre l'adhésif et le bois traité.

0. Généralités

Cet essai concerne plus particulièrement les adhésifs destinés aux classes de risques 3 et 4 (procédé A3 et A4).

Sauf dérogation spéciale, l'essai entrepris ne sera valable que pour le seul type de traitement (produit et procédé) testé.

1. Essai de délamination

Deux sections de poutres, issues soit d'une fabrication expérimentale soit d'une fabrication industrielle, sont soumises à l'essai de délamination. Le bois utilisé aura préalablement subi un traitement de type A3 ou A4, tel que décrit dans les STS 31-32, dans une station agréée. Le taux moyen d'imprégnation sera celui prescrit par l'agrément technique correspondant et sera mesuré par analyse.

2. Mode opératoire

Deux essais sont prévus.
Un essai de délamination (voir 00.13.21.12).

Essai de cisaillement (00.13.21.13).

Pour chacune des deux poutres testées sous .14.1, dix plans de collage seront soumis à l'essai de cisaillement en compression sans épreuve de vieillissement préalable.

.21.2 Les joints mécaniques.

(En concordance avec le Timber Standard 06/1976 CIB/RILEM).

1. Domaine d'application.

La méthode décrite ci-après s'applique aux assemblages traditionnels (clous, boulons) et aux assemblages modernes (crampons, connecteurs métalliques, pièces de jonction à clouer ...).

2. Echantillons.

Les échantillons doivent se rapprocher autant que possible des conditions réelles d'emploi, notamment en ce qui concerne l'humidité des bois et la mise en oeuvre des organes d'assemblage.

Les dimensions des échantillons doivent être suffisantes pour qu'on puisse utiliser les résultats d'essais dans les calculs de structures réelles. Le nombre d'échantillons devrait être suffisamment élevé pour rendre possible une étude statistique des résultats et ne peut en aucun cas être inférieur à cinq. Des indications concernant sur les types d'échantillons à confectionner font l'objet du par. .21.3.

3. Installation d'essai.

En complément des appareils nécessaires pour mesurer les caractéristiques géométriques des échantillons, l'humidité et la masse volumique des bois, l'installation comprend :

- une machine d'essai capable de produire les sollicitations décrites au .4 équipée de manière à mesurer la charge appliquées à 1% près.
- un équipement de mesure des déformations à 0,02 mm près, agencé de manière à ne pas introduire d'erreur du fait d'une excentricité, d'un tassement etc...

Il est recommandé que l'enregistrement des déformations se fasse de manière continue. Dans le cas contraire, il faut que les mesures n'entravent pas le processus de mise en charge.

4. Processus de charge.

4.1 Essai de courte durée

- 1 - Une valeur probable de la charge ultime F_{est} est déterminée sur base d'expériences antérieures, de tests préparatoires ou de calculs.
- 2 - La mise en charge et la décharge se font à la cadence de $0,10 F_{est} = f$ par unité de temps de 30 sec. selon le processus suivant :

- croissance régulière jusqu'à 4.f
- après 30 sec. sous la charge 4.f, décharge jusqu'à 1.f
- après 30 sec. sous la charge 1.f, nouvel accroissement jusqu'à 7.f
- au-delà de 7.f, l'accroissement de la charge se fait en maintenant constant l'accroissement de la déformation en fonction du temps.

3 - La charge ultime à retenir est la charge maximale qui peut être atteinte pour une ouverture du joint de 15 mm, même si cette charge n'entraîne pas la rupture. La charge ultime est la charge de rupture si celle-ci se produit par une ouverture du joint inférieure à 15 mm. Si la valeur moyenne de la charge ultime diffère de plus de 20% de la charge F_{est} , la programmation des charges à utiliser pour les essais suivants est à ajuster pour faire disparaître cette discordance.

4.2 Essai de longue durée.

On préconise de maintenir soit la charge 4.f, soit la charge 8.f, pendant une durée qui ne doit pas dépasser 3 mois.

Les déformations sont à mesurer à des intervalles appropriés, de préférence répartis selon le logarithme du temps.

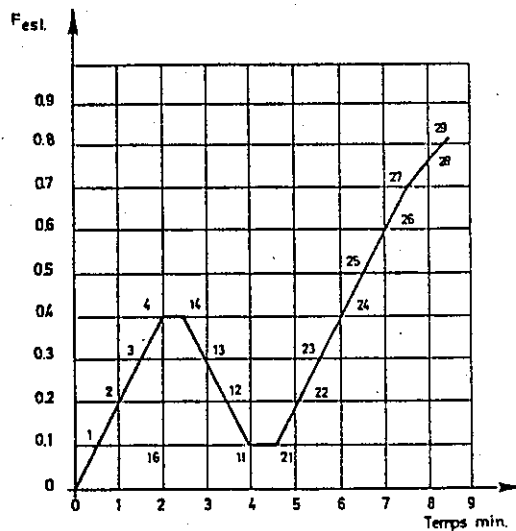


FIG. 25 : ESSAI DE CHARGE SUR ASSEMBLAGES MECANIQUES
PROCESSUS DE MISE EN CHARGE (EN FONCTION DU TEMPS)

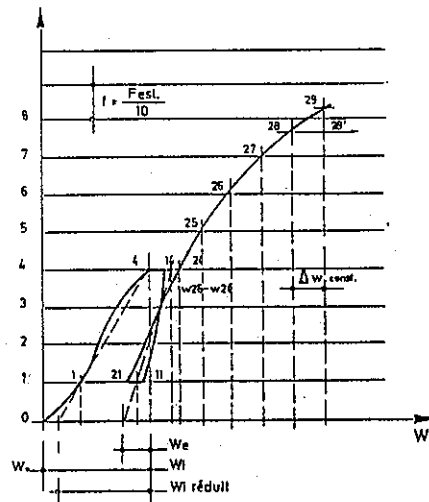


FIG. 26 : COURBE-TYPE CHARGE/DEFORMATION

5. Valeurs significatives (fig. 25 - fig. 26)

Charges ultimes :
réelles F_{ult} , estimée F_{est}

Déplacement initial : $w_i = w_4$.
Déplacement initial réduit :

$$w_{i.réd.} = \frac{4}{3} (w_4 - w_i)$$

Glissement du joint :

$$w_0 = w_i - w_{i.réd.}$$

Raideur du joint :

$$R = \frac{4.f}{w_{i.réd.}}$$

Module de glissement

$$G = \frac{w_{i.réd.}}{4.f}$$

Déplacement élastique à $4.f$:

$$w_e = 2/3 (w_{14} + w_{24} - w_{11} - w_{21})$$

Déplacement en phase non élastique :

$$\text{Déplacement à } 60\% \text{ de } F_{est} : w_{6.f} = w_{26} - w_{24} + w_{i.réd.}$$

$$\text{Déplacement à } 80\% \text{ de } F_{est} : w_{8.f} = w_{28} - w_{24} + w_{i.réd.}$$

6. Rapport d'essai.

Le rapport d'essai fournit les informations concernant les échantillons, la procédure et les résultats d'essai :

- Bois : nature, propriétés (classement, densité, résistance, humidité).
- Organes d'assemblages : rupture, propriétés mécaniques.
- Assemblages : description avec indication précise du nombre d'éléments en cause, observations concernant les noeuds, trous, fissures des pièces aux abords des assemblages.
- Installation : description de l'installation et du processus d'essai par référence au schéma théorique du .21.2.4.
- Résultats : indication du mode de rupture et calcul des valeurs statistiques : moyenne, écart type, valeurs caractéristiques ...

.21.3 Joints à connecteurs.

En concordance avec la recommandation RILEM/CTB-3TT : "Testing methods for joints with mechanical fasteners for loadbearing timber structures".

1. Introduction.

Les essais sont conformes au .21.2 "Essai de charge sur les assemblages mécaniques" et doivent en outre satisfaire aux règles particulières ci-après.

2. Echantillons et installation.

Le nombre d'échantillons est au minimum de 5 par type d'essai. Les assemblages se font par couples de plaques identiques disposées de manière à donner au joint une largeur initiale de 1 mm. Dans les essais de traction, les griffes de la machine doivent être éloignés de plus de 20 cm de l'extrémité des plaques.

3. But des essais.

Les essais doivent fournir les caractéristiques suivantes, α étant l'angle entre la direction de l'effort et la direction des fibres et θ l'angle entre la direction de l'effort et la direction longitudinale du connecteur.

- 1) F_1 en N/mm^2 : force unitaire transmise entre les connecteurs et le bois en fonction de α et θ
 F_2 en N : force transmise par dent en fonction de α et θ
- 2) F_3 en N/mm : résistance de la plaque à la traction pour $\alpha = 0^\circ$ et $\alpha = 90^\circ$ ($\theta = 0^\circ$), sans soustraction des alvéoles.
- 3) F_4 en N/mm : résistance de la plaque au cisaillement en fonction de α (sans soustraction des alvéoles).

4. Assemblages à réaliser

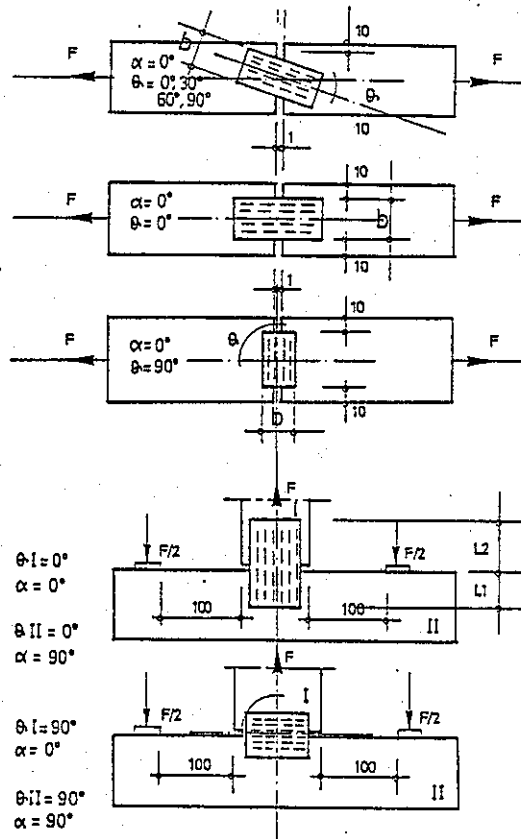
Les assemblages à réaliser sont décrits sur la planche ci-jointe. (fig. 27, fig. 28). On tiendra compte de surcroît des observations suivantes :

4.1 Essais de traction (fig. 27-28)

- a) montage pour la rupture des dents.
Il sera généralement suffisant de tester la plus longue plaque pour laquelle la rupture se produit dans les dents.
- b) montage pour rupture dans la plaque : la longueur de la plaque à utiliser est déduite de l'essai précédent.
- c) montage pour essai de traction transversale : la rupture doit se produire dans la pièce transversale ($l_1 < l_2$); la longueur l sera d'abord choisie $> b/2$ puis $< b/2$.

4.2 Essais de compression

Cet essai est généralement inutile, les efforts de compression se transmettant directement par les bois.



27
FIG. 28 : TRACTION LONGITUDINALE

4.3 Essais de cisaillement

Les éprouvettes peuvent être de 2 types :

- soit formées de 3 pièces de bois parallèles assemblées par 2 couples de connecteurs (fig. 29).
- soit formées de 2 pièces de bois assemblées par un seul couple de connecteurs (fig. 30).

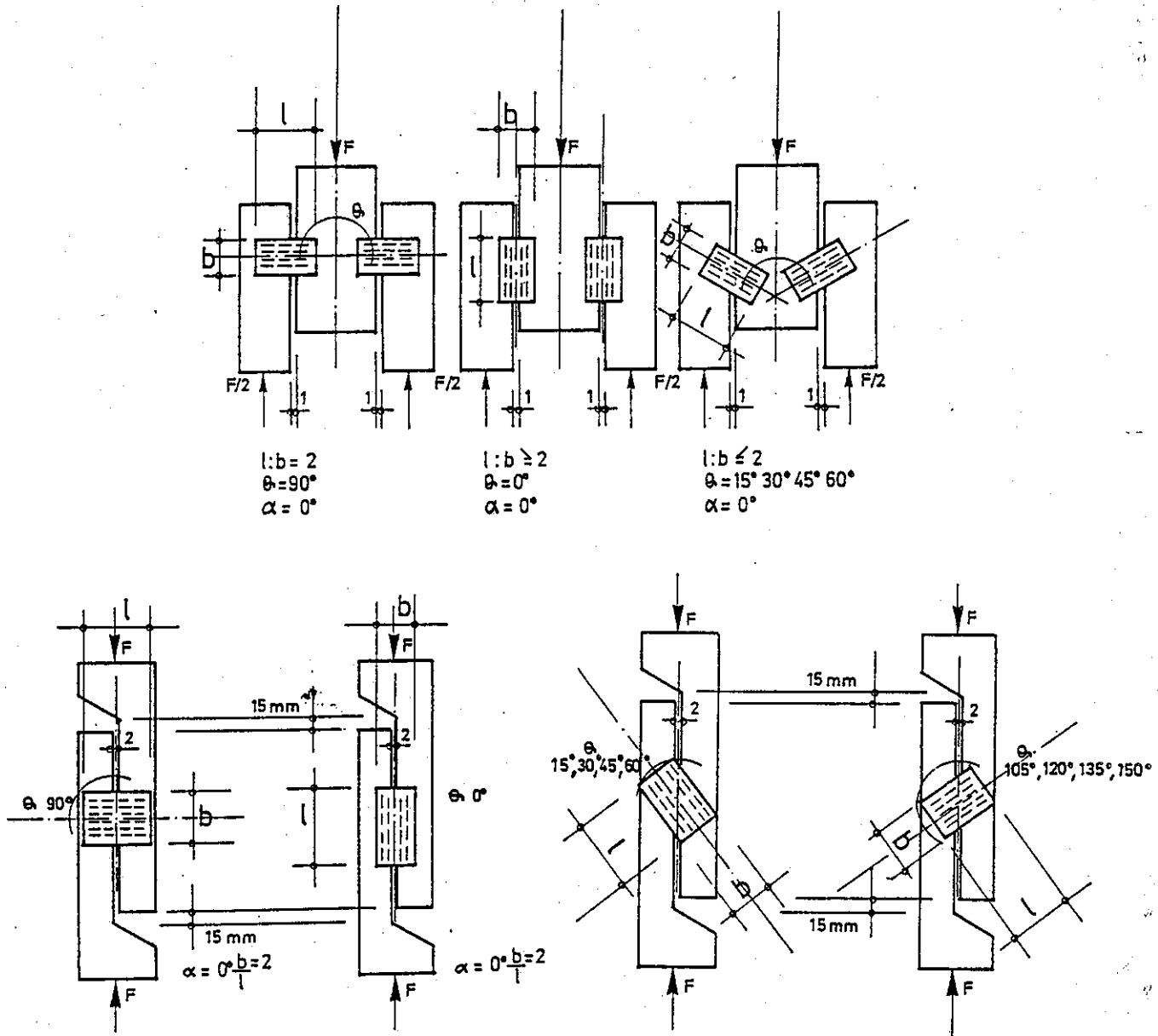


FIG. 29 : CONNECTEURS : CISAILLEMENT

FIG. 30 : CONNECTEURS : CISAILLEMENT



Rue du Progrès, 50
B-1210 Bruxelles
N° d'entreprise : 0314.595.348
<http://economie.fgov.be>