

Assemblages bois-bois et bois-métal



D'après l'Eurocode 5

> Dimensionnement des assemblages
de type « tiges »

Guide Eurocode

D'après la norme NF EN 1995-1-1: 2005
(Eurocode 5, partie 1-1)



ASSEMBLAGES BOIS-BOIS ET BOIS-MÉTAL

Dimensionnement des assemblages de types « tiges »

Directeur de collection : Ménad CHENAF (CSTB)

Auteurs :

Patrick RACHER (ACE)

Laurent Le MAGOROU (FCBA)

Acteur public indépendant, au service de l'innovation dans le bâtiment, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) exerce quatre activités clés – recherche, expertise, évaluation, diffusion des connaissances – qui lui permettent de répondre aux objectifs du développement durable pour les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes. Le CSTB contribue de manière essentielle à la qualité et à la sécurité de la construction durable grâce aux compétences de ses 850 collaborateurs, de ses filiales et de ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux.

Avertissement

Le présent guide ne se substitue en aucun cas aux textes de référence qu'ils soient réglementaires, normatifs ou codificatifs.

Le CSTB décline toute responsabilité quant aux conséquences directes ou indirectes de toute nature qui pourraient résulter de toute interprétation erronée du contenu du présent guide.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB août 2011

ISBN 978-2-86891-493-4

AVANT-PROPOS

Les autorités publiques ont confié au CSTB l'organisation et la gestion d'un programme d'accompagnement de la mise en œuvre de la directive « produits de construction » (Directive 89/106 du 21 décembre 1988). Ce programme d'accompagnement, appelé « Plan Europe » comporte plusieurs volets, tous concourant à l'intégration des textes techniques européens du domaine de la construction dans les usages français.

Le Plan Europe a été dirigé et organisé par le CSTB, en partenariat avec les acteurs du bâtiment, partenariat formalisé par une convention en date du 1^{er} juin 2004. Les partenaires concernés sont :

- le ministère de l'Équipement, des Transports, de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de la Mer ;
- le Secrétariat d'État au Logement ;
- la Fédération Française du Bâtiment (FFB) ;
- la Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment (CAPEB) ;
- l'Union Sociale pour l'Habitat (USH) ;
- la Fédération française des Promoteurs Constructeurs de France (FPC France) ;
- le Comité professionnel de la Prévention et du Contrôle technique dans la Construction (COPREC) ;
- l'Union Nationale des Syndicats Français d'Architectes (UNSFA) ;
- la Fédération des Professionnels de l'Ingénierie (SYNTEC-Ingénierie) ;
- la Chambre de l'Ingénierie et du Conseil de France (CICF) ;
- l'Association Française de Normalisation (AFNOR) ;
- le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB).

L'un des volets du Plan Europe est dédié spécifiquement aux Eurocodes. Il vise à procurer aux acteurs de la construction, pour les ouvrages courants, des outils pratiques consistant en des guides d'analyse commentés et des programmes de calcul leur permettant d'appliquer les principes et méthodes de dimensionnement proposés dans ces normes. Sont abordés à ce titre tous les matériaux habituels de structure : acier, béton, bois et maçonnerie vis-à-vis des actions normales, climatiques (vent, neige) ou accidentelles (feu, séisme).

Ce guide attire l'attention de l'utilisateur sur le domaine d'application couvert, forcément restreint par rapport à celui de l'Eurocode en question. Le choix délibéré a été de traiter les cas les plus couramment rencontrés, cette restriction s'accompagne d'une simplification de traitement.

Enfin, il est indispensable de souligner que les méthodes proposées dans ce guide sont destinées à réaliser des calculs de structure, et que leur utilisation suppose la connaissance des principes généraux de résistance des matériaux et de la mécanique des structures. Cette connaissance est indispensable pour effectuer les choix judicieux qui incombent au calculateur et apprécier la pertinence des résultats obtenus dans le contexte particulier de l'ouvrage qu'il dimensionne.

SOMMAIRE

1. OBJET 3

2. DOMAINE D'APPLICATION 5

3. GUIDE DE DIMENSIONNEMENT 7

3.1 Assemblages en double cisaillement par boulons ou broches 7

3.2 Assemblage en simple cisaillement par pointes 21

3.3 Conclusion 24

4. DÉMARCHE D'ANALYSE ET EXEMPLES DE CALCUL 25

4.1 Introduction 25

4.2 Rupture de bloc 28

4.3 Liaisons par boulons et broches 32

4.4 Liaisons par pointes 97

4.5 Conclusion 102

5. RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE 107

1. OBJET

L'Eurocode 5 partie 1-1 introduit de nouveaux outils d'évaluation de la résistance des assemblages entrant dans la conception de systèmes constructifs en bois.

Dans un premier temps, l'objectif général de ce document est d'apporter des éléments de substitution basés sur des règles de dimensionnement simplifiées prenant la forme d'un guide. En effet, avec l'évolution représentée par la norme **NF EN 1995-1-1** [1] et son annexe A, la juxtaposition de règles basées sur l'analyse limite en plasticité et de conditions relatives aux ruptures fragiles en élasticité rend l'approche calcul complexe. De plus, elle fait perdre tous repères de dimensionnement aux entreprises du secteur.

Dans ce contexte, le présent guide s'attache à proposer des règles simplifiées respectant les critères de fiabilité ou de rendement mécanique.

FCBA s'est inscrit dans ce projet en pilotant une réflexion afin de faire émerger les solutions constructives les plus représentatives à traiter.

Ces règles concernent uniquement les liaisons par organes d'assemblage de type « tige » (boulons, broches, pointes et vis) qui font l'objet de la norme harmonisée **EN 14592** [2].

2. DOMAINE D'APPLICATION

Afin de générer un outil de calcul fonctionnel et utilisé par les professionnels, il est important d'effectuer un travail de sélection préalable. Pour cette étape, nous nous basons sur :

- les typologies d'assemblages les plus courantes ;
- les critères permettant l'application de la méthode de calcul.

Ceci a permis de dégager le domaine d'application suivant :

- organes de type tige conformes à la norme **EN 14592** (marquage « CE ») :
 - pointes ($2,50 \leq d \leq 6$ mm) ;
 - boulons et broches ($10 \leq d \leq 24$ mm, qualité 4.6 à 10.9) ;
- méthode de calcul basée sur des abaques et des coefficients en s'affranchissant d'un certain nombre de vérifications successives ;
- calcul des assemblages courants ($1/2$ $1/2$, $1/3$ $1/3$ $1/3$, et $1/4$ $1/2$ $1/4$) :
 - en double cisaillement pour les boulons et broches ;
 - en simple cisaillement pour les pointes ;
- assemblages Bois/Bois et Bois/Métal ;
- bois massif C18 à C24 et D30 et Bois lamellé collé GL24 à GL32.

La Partie 1 présente les règles simplifiées telles qu'elles peuvent être appliquées.

La Partie 2 développe toute la démarche d'analyse et propose des exemples de calcul.

3. GUIDE DE DIMENSIONNEMENT

3.1 Assemblages en double cisaillement par boulons ou broches

3.1.1 Généralités

Les composants métalliques utilisés pour ce type de liaison doivent avoir des propriétés certifiées. Pour les broches et les boulons, leur conformité est basée sur la norme **NF EN 14592** qui fait référence aux nombreuses normes pour les produits métalliques.

Pour les boulons ajustés (jeu nul) ou pas ($\text{jeu} \leq 1 \text{ mm}$), leur mise en œuvre nécessite l'utilisation de rondelles de diamètre $D \geq 3d$ et d'épaisseur $e \geq 0,3d$, d étant le diamètre du boulon.

Dans le cas de liaisons brochées, il peut être nécessaire de mettre en place des boulons par rapport au maintien de la liaison en service ou en phase de lavage. Seule l'utilisation de boulons ajustés permet le cumul de résistance ou de raideur de ces différents organes.

3.1.2 Hypothèses

Pour les assemblages bois en double cisaillement, les éléments assemblés sont supposés être de même nature : essence et classe de résistance.

On note t_1 l'épaisseur des moises et t_2 l'épaisseur de l'élément central (bois). Les épaisseurs respectives des éléments bois moisés doivent respecter les rapports $1/3 - 1/3 - 1/3$ ou $1/4 - 1/2 - 1/4$, soit $t_2 = t_1$ ou $t_2 = 2.t_1$ respectivement.

Il convient de respecter $t_1 \geq t_{1,\min}$, en fonction du diamètre de l'organe, avec :

$d \text{ (mm)}$	≤ 12	14	16	20	24
$t_{1,\min} \text{ (mm)}$	40	45	50	60	70

Tableau 3.1 : Assemblages bois-bois : épaisseur minimale des pièces latérales.

De plus, la configuration des assemblages doit respecter les dispositions géométriques minimales suivantes :

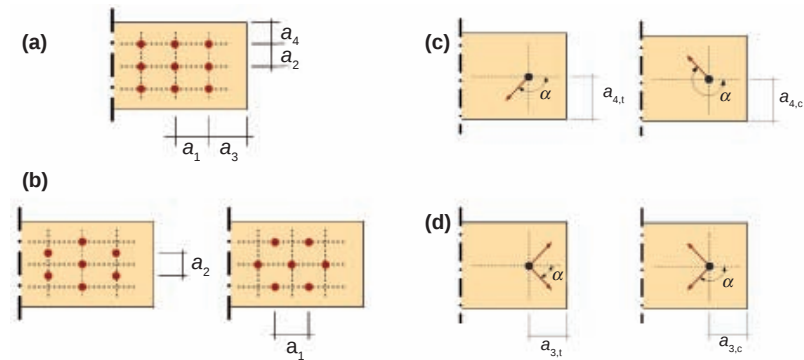


Figure 3.1 : Définitions géométriques.

	a_1	a_2	$a_{3,t}$	$a_{3,c}$	$a_{4,t}$	$a_{4,c}$
Boulons	$7d$	$4d$	$7d ; 80\text{ mm}$	$4d$	$4d$	$3d$
Broches	$7d$	$3d$	$7d ; 80\text{ mm}$	$3d$	$4d$	$3d$

Tableau 3.2 : Dispositions minimales des organes d'assemblage mécanique.

Contrairement aux dispositions admises par l'Eurocode 5, il est recommandé de choisir des talons a_3 et des espacements a_1 supérieurs ou égaux à $7d$.

3.1.3 Assemblages bois – bois en double cisaillement

À partir du tableau ci-dessous, on détermine, en fonction de la classe mécanique de bois et du diamètre de l'organe, une épaisseur de référence notée $t_{1,ref}$ et le coefficient de correction k_1 .

d	10	12	14	16	18	20	22	24
C24	56	65	75	84	93	103	112	122
GL24	54	63	72	80	89	98	108	117
GL28	52	60	69	78	86	95	104	112
GL32	50	59	67	76	84	93	101	110
D30	45	53	61	68	76	83	91	99

	Boulons				Acier en barre		
Classe	4,6	6,8	8,8	10,9	S235	S275	S355
k_1	1,0	1,22	1,41	1,58	0,95	1,04	1,12

Tableau 3.3 : Épaisseur $t_{1,ref}$ de référence et coefficient k_1 selon les composants utilisés.

Remarque

En terme de conception, la configuration optimale de l'assemblage, dans l'hypothèse de bois de classe et d'épaisseurs données, conduit à un choix qui doit s'approcher du couple optimal $(t_{1,opt}, d)$ avec $t_{1,opt} = k_1 t_{1,ref}$.

On se reporte alors à la figure suivante pour déterminer la résistance de calcul de base R_d pour un organe (effort dans le sens du fil du bois) pour la référence GL24 en fonction de l'épaisseur réelle t_1 .

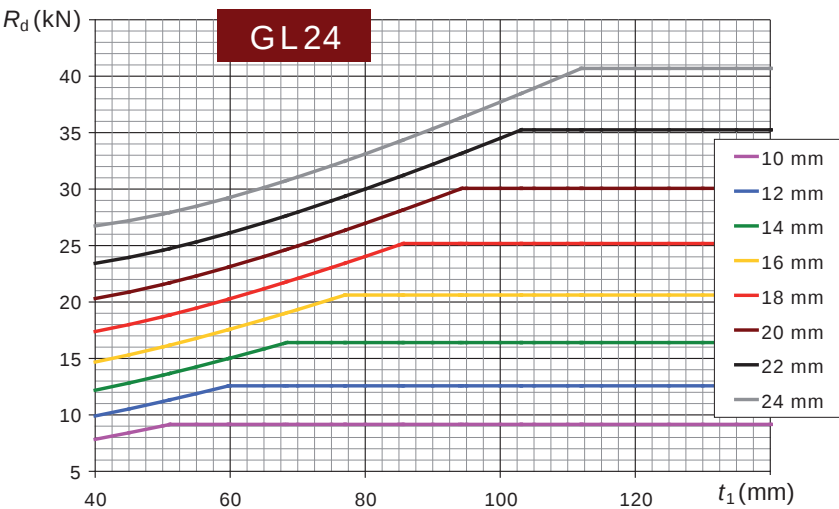


Figure 3.2 : Résistance de base R_d d'un boulon en traction longitudinale selon le diamètre.

À partir de cette résistance de base R_d , la résistance unitaire dans une direction α est alors établie par la formule suivante :

$$R_{1,d,\alpha} = k_F k_{org} k_s k_w k_\alpha k_t R_d ;$$

avec :

- k_F , fonction de la nature des actions appliquées ;

Action	Permanente	Long terme	Moyen terme	Court terme	Instantanée
k_F	0,75	0,87	1,0	1,125	1,375

Tableau 3.4 : Coefficient k_F .