

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

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 (jeu ≤ 1 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 levage. 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 (mm)	≤ 12	14	16	20	24
$t_{1,min}$ (mm)	40	45	50	60	70

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

4. DÉMARCHE D'ANALYSE ET EXEMPLES DE CALCUL

4.1 Introduction

L'objectif général fixé à ce projet repose sur le thème de la simplification des règles de calcul des assemblages de structures bois sollicités en cisaillement simple, double ou multiple. En effet, l'évolution des concepts de liaison au sein des structures bois a induit l'obsolescence de l'application des règles CB71 pour garantir un quelconque objectif de fiabilité.

Les effondrements observés en Finlande (Jyväskylä, 1-2-2003, cf. figure 4.1) ou en Suède (Siemens Aréna, Copenhague) montre la pertinence des approches actuelles pour prendre en compte tout autant les compatibilités cinématique (nombre efficace d'organes) que statique (rupture de file ou de bloc) au sein des liaisons de structures bois. Il est à noter que l'observation actuelle de sinistres de structures bois en Europe a conduit à l'émergence de l'action COST E55 « Modelling the Performance of Timber Structures », afin d'analyser les sinistres observés en Europe et améliorer les modèles utilisés en phase conception.

Avec l'évolution représentée par la norme **NF EN 1995-1-1** et son annexe A, la juxtaposition de règles basées sur l'analyse limite en plasticité et de conditions relatives aux ruptures fragiles en élasticité complexifie l'approche calcul. De plus, elle fait perdre tous repères de dimensionnement aux entreprises du secteur.

Dans ce contexte, nous allons nous intéresser à la pertinence de ces différents points pour proposer des règles simplifiées respectant les critères de fiabilité ou de rendement mécanique. 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**.

Ces organes d'assemblages ont un fonctionnement analogue à celui d'une poutre sur appuis élastiques. Le comportement du bois en portance locale et le comportement en flexion des organes conditionnent le transfert d'effort.

En terme de conception, la configuration des assemblages doit respecter les dispositions géométriques minimales résumées par la figure 4.2 et le tableau 4.1. 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 $7d$.

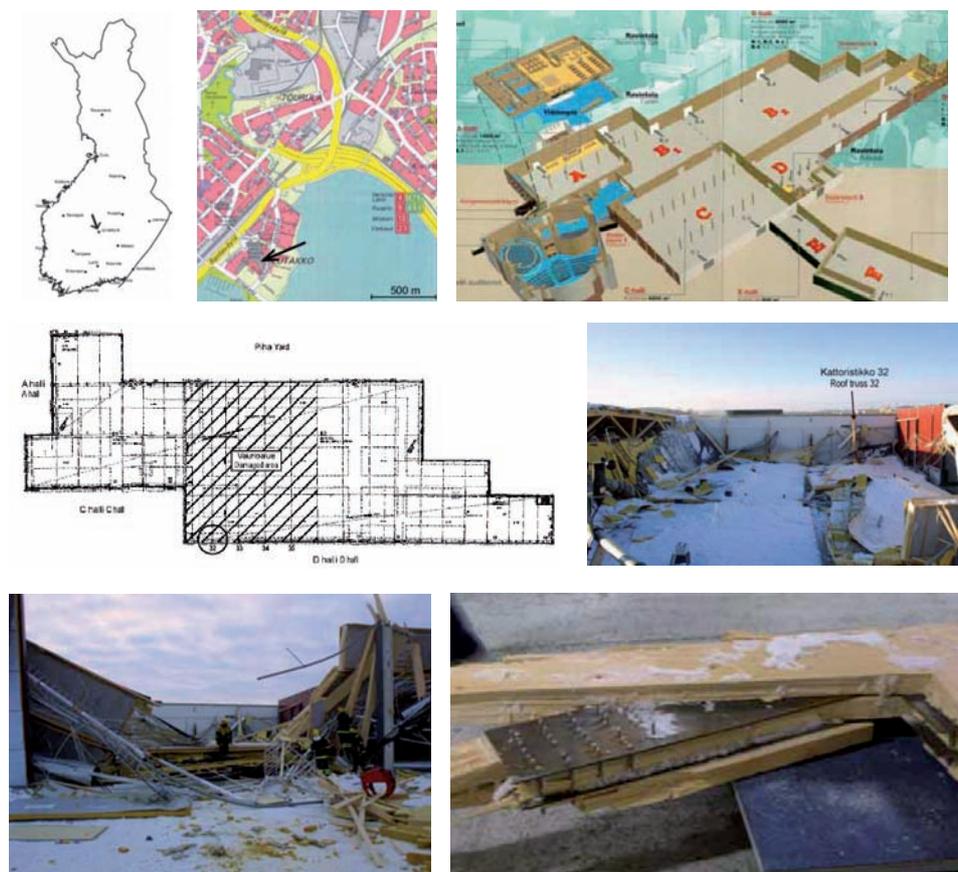


Figure 4.1 : Sinistre de Jyväskylässä (Finlande, 2/2003).

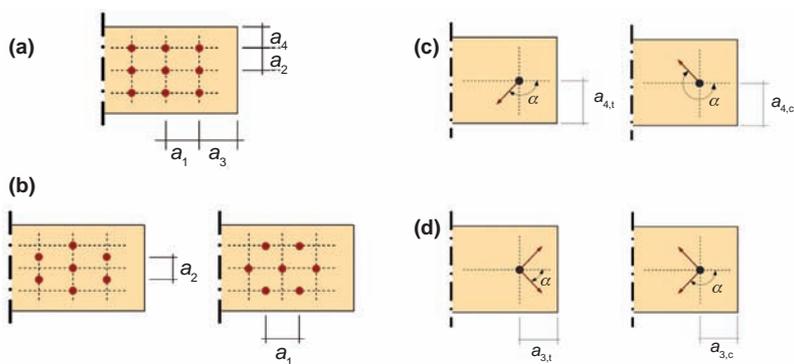


Figure 4.2 : Définitions géométriques.

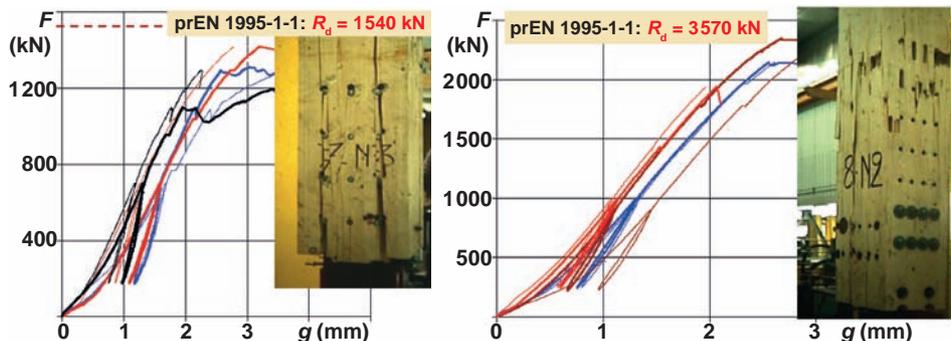


Figure 4.4 : Rupture de bloc en cisaillement ou en traction.

En complément, des investigations ont été entreprises dans le cadre de l'évolution des règles canadiennes. Ainsi, Quenneville [5] a proposé en 1998 une formulation explicite des calculs associés à ces nouveaux concepts :

$$R_{\text{Block}} = \left[2 n_f n_r t_w \min(a_1, a_3) f_v \right] + \left[(n_r - 1) (a_2 - d - 2) t_w f_{t,0} \right] ;$$

$$R_{\text{Shear}} = 2 n_f n_r J_r t_w \min(a_1, a_3) f_v \cdot$$

où :

- n_r est le nombre de lignes avec n_f organes par ligne ;
- t_w est l'épaisseur nette de bois ;
- J_r est un coefficient fonction de la configuration ;
- $f_{t,0}$ et f_v sont les résistances du bois en traction longitudinale et en cisaillement.

La capacité résistante de la liaison est égale au minimum des résistances de rupture de bloc (R_{Block}) et de cisaillement de file (R_{Shear}).

En 2001, les règles « NDS » ont également pris en compte ces ruptures de bloc et de files (cf. figure 4.5).

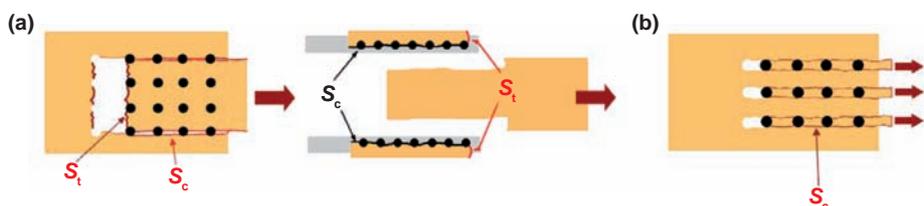


Figure 4.5 : Rupture de bloc (a) et rupture de files (b).

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

Dans l'hypothèse de bois de classe et d'épaisseurs données, le choix des organes d'assemblage doit s'approcher du couple optimal ($t_{1,opt}$, d) avec $t_{1,opt} = k_1 t_{1,ref}$ (cf. tableau 4.13).

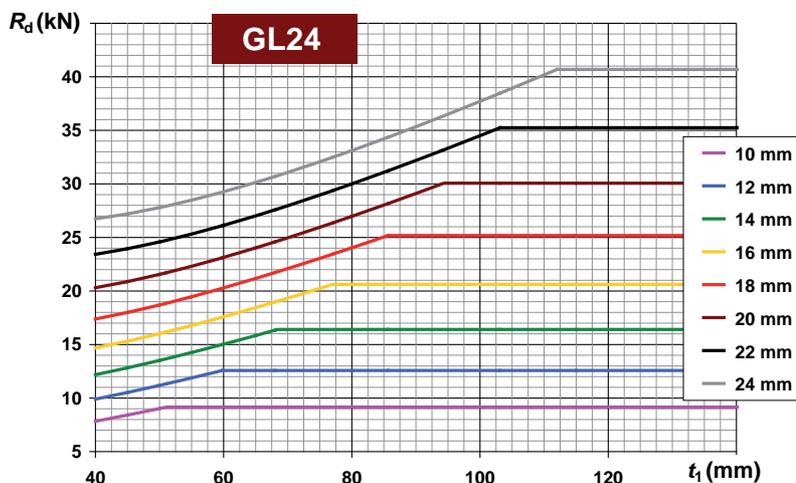


Figure 4.23 : Résistance de base R_d d'un boulon en traction longitudinale selon le diamètre.

d (mm)	10	12	14	16	20	24
R_d (kN)	9,1	12,6	16,4	20,6	30,0	40,6

Tableau 4.14 : Assemblages bois-bois : résistance de base R_d d'un boulon en traction longitudinale.