

Chapitre 13. Bâtiments en bois.

Le bois

Un bon matériau de structure pour construire en zone sismique

- léger => forces sismiques faibles
- bonne résistance en traction et en compression

Matériau	Résistant en	Masse Spécifique ρ Kg/m ³	Domaine des Résistances f offertes MPa	Performance f/ρ 10^{-3} MPa /(Kg/m ³)
Bois	Compression Traction	550	20 - 30	35 - 55
Acier de charpente	Compression Traction	7800	275 - 355	35 - 45
Béton	Compression	2400	25 - 80	10 - 30
	Traction	2400	2 - 3,5	0,8 - 1,5
Béton armé	Flexion	2500	10 - 25	4 - 10
Maçonnerie	Compression	2100	4 - 8	1,9 - 3,8
	Traction	2100	0,3 - 0,5	0,1 - 0,2

=> Performance similaire à l'acier

MAIS le bois est

- peu ductile
 - comportement linéaire élastique
 - ruine fragile, au départ de défauts naturels
fragile en traction perpendiculaire aux fibres
un peu plastique en ppd aux fibres
- ⇒ Les éléments travaillent élastiquement
⇒ Dissipation d'énergie par déformations plastiques dans les **assemblages**

Eurocode 8

- assemblages semi – rigides => flexibilité considérée dans l'analyse rigides => flexibilité négligeable

Mécanismes plastiques

- Déformations des « assembleurs »
= assemblages « à tiges »: clous, agrafes, vis, goujons, boulons
- Ecrasement des fibres contre les assembleurs
boucles d'hysteresis minces
dégradation par ovalisation des trous

La réponse dépend de l'interaction entre ces 2 mécanismes

Paramètre: élancement du connecteur (goujons, etc...)

Détermination des propriétés: essais réalistes prEN12512

Classes de ductilité

- | • Fonction de | • Type de structure | redondance |
|---------------|---------------------|--|
| | • Assemblages | connecteurs |
| • DCL $q=1,5$ | => | EN1995-1:2004 EN1993 |
| • DCM, DCH | => EN 1998 | EN1995-1-1 EN1993 acier
acier moulé |

Impositions particulières pour DCM et DCH

- Assemblages collés non dissipatifs
- Assemblages dissipatifs matériaux et connecteurs adéquats
- Assemblages de charpentier
OK si non fragile Ni traction ppd, ni cisaillement
- Panneaux de particules & fibres densité $\geq 650 \text{ kg/m}^3$
en contreplaqué épaisseur $\geq 13 \text{ mm}$
épaisseur $\geq 9 \text{ mm}$
- Panneaux cloués: + dissipatifs que des contreventements par barres
Mais éviter l'extraction des clous => clous non lisses
ou règles anti - extraction

Types de structure et limites sup. de q en classes DCL, DCM et DCH

Classe de ductilité	q <i>France</i>	q <i>EC8</i>	Type de structure
Capacité dissipation énergie faible DCL	1,5	1,5	<ul style="list-style-type: none"> • Consoles, poutres • Arcs avec 2 ou 3 assemblages brochés • Treillis assemblés par connecteurs
Capacité moyenne à dissiper dissipation énergie DCM	2	2	<ul style="list-style-type: none"> • Panneaux de murs diaphragmes collés assemblés par clous & boulons peu élancés: $d \leq t/8$ $t \geq 3d$ • Treillis avec assemblages brochés et boulonnés • Structures mixtes: ossature bois résist. forces horiz. + remplissages non porteurs
	2,5	2,5	<ul style="list-style-type: none"> • Portiques hyperstatiques assemblages brochés & boulonnés $\mu \geq 4$ clous ou boulons peu élancés: $d \leq t/8$ $t \geq 8d$
Capacité élevée à dissiper dissipation énergie DCH	Non Admis	3	<ul style="list-style-type: none"> • Panneaux de mur cloués diaphragmes collés assemblés par clous et boulons • Treillis avec assemblages cloués
	Non Admis	4	<ul style="list-style-type: none"> • Portiques hyperstatiques assemblages brochés & boulonnés $\mu \geq 6$ clous ou boulons « élancés »: $d \leq 12 \text{ mm}$ $t \geq 10 d$
	Admis $q = 3$ $q = 3$	5 4	<ul style="list-style-type: none"> • Panneaux de mur cloués diaphragmes cloués assemblés par clous & boulons élancés: $d \leq 12 \text{ mm}$ $t \geq 4 d$ • Idem, mais clous & boulons peu élancés: $d \leq t/8$ $t \geq 3 d$

Bâtiment irrégulier en élévation $\Rightarrow q / 1,2$ $q_{\min} = 1,5$

Qualification par essais des zones dissipatives

- Déformation plastique sous min 3 cycles en + et -
- Rapport de ductilité statique : $d_{ult}/d_y = \mu \geq 4$ DCM $R_{ult}/R_y \geq 0,80$
 $\mu \geq 6$ DCH
- Nœuds de portique: rotation plastique
- Panneaux cloués: déformation de cisaillement

Règles assurant sans essais la ductilité des assemblages

relation diamètre clous \Leftrightarrow épaisseur t des éléments assemblés \Leftrightarrow classe de ductilité

a) Assemblages bois-bois brochés, boulonnés et cloués, assemblages bois-métal

épaisseur t des éléments assemblés

DCH $q = 4$ clous ou boulons « élancés » $d \leq t/10$ $t \geq 10 d$

et diamètre d du connecteur $d \leq 12 \text{ mm}$

Si diamètres quelconque des connecteurs

DCM $q = 2,5$ clous ou boulons « peu élancés » $d \leq t/8$ $t \geq 8d$

DCL $q = 1,5$ $t < 8d$ accepté

b) Murs de contreventement & diaphragmes

matériau de panneau : à base de bois

DCH $q = 5$ épaisseur minimale t : $d \leq t/4$ $t \geq 4 d$
 et diamètre d des clous $d \leq 3,1 \text{ mm}$

Si diamètres quelconque des connecteurs

DCH $q = 4$ clous ou boulons « peu élancés » $d \leq t/3$ $t \geq 3 d$

DCL $q = 2$ $t < 3d$ accepté

Règles de détail pour les assemblages DCM et DCH

- **Éléments comprimés et leurs assemblages** Ex : assemblages de charpentier
=> conçus pour ne pas se séparer
- **Boulons et broches : serrés trous ajustés**
 $d \leq 16$ mm dans les assemblages bois-bois et acier-bois
sauf si usage de connecteurs de type anneaux avec dents
- **Broches, clous & crampons lisses**
=> disposition complémentaires anti - arrachement
- **Traction perpendiculaire au fil du bois**
=> dispositions anti - fendage : plaques métalliques clouées

Analyse de la structure

$E = E_0$ charge instantanée

Diaphragmes

Efforts tranchants dans les diaphragmes:

évalués en considérant la position des contreventements verticaux

Règles pour réaliser la rigidité des diaphragmes dans leur plan.

- Bords des panneaux de voile: fixés par des entretoises transversales entre poutres
- Aux jonctions des diaphragmes horizontaux aux contreventements: des entretoises
- Continuité des poutres, entretoises comprises, autour des trémies.
- En l'absence d'entretoises de même hauteur que les poutres: $[h / b]_{\text{poutres bois}} < 4$
- Si $a_g S \geq 0,2g$ => espacement des connecteurs en zone de discontinuité réduit de 25 %
≥ espacement min de EN 1995-1:2004
- Dans les planchers sont considérés comme rigides dans leur plan:
 - ▶ pas de changement de direction des poutres aux appuis,
si des forces horizontales sont transmises aux contreventements verticaux
 - ▶ pas de majoration par 1,2 (résistance des connecteurs aux bords des plaques)
ou par 1,5 (espacement des clous de bords des panneaux
discontinus si plaques en quinconce)

Vérifications de sécurité

- Résistance du bois : k_{mod} actions instantanées EN 1995-1:2004
- DCL : γ_M des combinaisons fondamentales d'actions de EN 1995
- DCM ou DCH : γ_M des combinaisons accidentelles d'actions de EN 1995
- Sur-résistance suffisante ► des éléments de la structure
► des assemblages reliés aux zones dissipatives
En particulier, sur-résistance :
 - des tirants d'ancrage et assemblages avec des supports massifs
 - des assemblages entre diaphragmes horiz. et contreventements vertic.
- Eviter la ruine par cisaillement des assemblages de charpentier
=> vérification avec un coefficient partiel supplémentaire égal à 1,3

Référence pour la conception:

Guide des dispositions constructives parasismiques des ouvrages en acier, béton, bois et maçonnerie.

AFPS. Presses des Ponts et Chaussées. 2005.