



Crittbois
RESSOURCES & TRANSFERTS TECHNOLOGIQUES

> LA PROBLEMATIQUE SISMIQUE EN CONSTRUCTION BOIS

Opération collective MI-SISBOIS

Petit déjeuner thématique du 13 février 2013 / REMIREMONT

Baptiste MORON - CRITTBOIS

En partenariat avec:



Financé par:



MASSIF DES VOSGES





→ Opération collective sur les nouvelles exigences sismiques en construction bois en maison individuelle

Phase 1: Formation de sensibilisation des entreprises de construction bois au risque sismique

Phase 2: Actions de conception/solutions et bonnes pratiques de réalisation

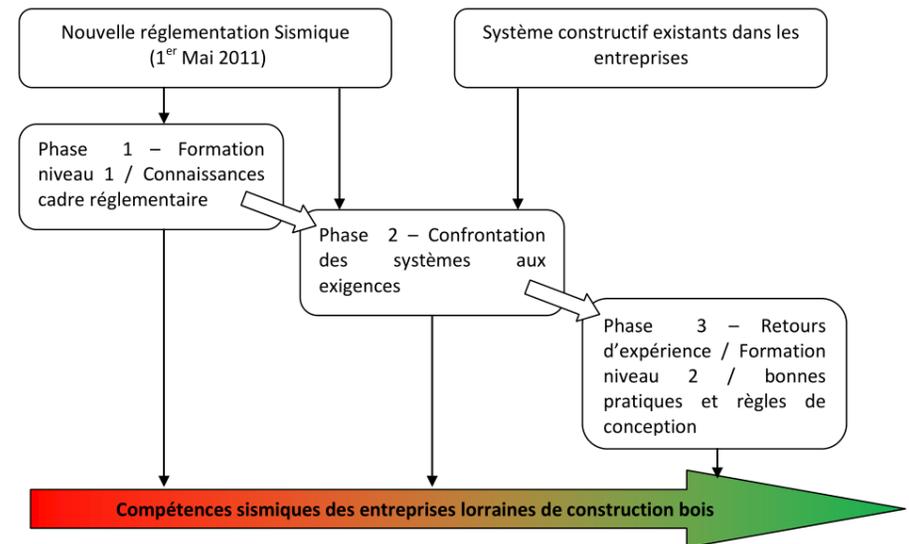
Six systèmes constructifs différents (6 entreprises)

Formation interne conception / évaluation sismique

Validation des systèmes par calcul / essais

Caractérisation et définitions des solutions

Phase 3: Diffusion des solutions et bonnes pratiques de réalisation



« A vous de jouer ! »



Présentation de l'opération collective MI-SISBOIS

1/ LES SEISMES

2/ La réglementation parasismique et son application

3/ Comment concevoir un bâtiment bois en zone sismique ?

4/ Les coûts de la construction parasismique

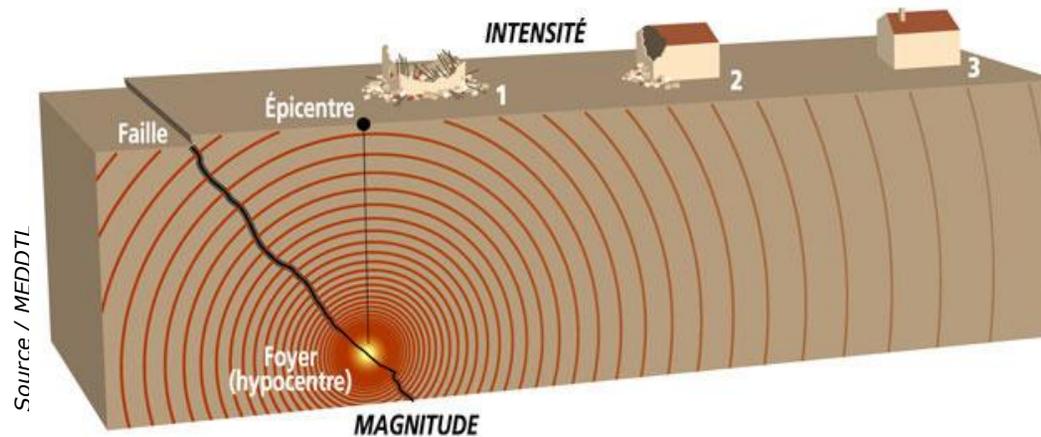
Conclusion



Séisme

Mouvement naturel du sol, brutal et de courte durée (de quelques secondes à quelques minutes). Il peut être **tectonique**, **volcanique**, d'effondrement ou artificiel.

Les séismes tectoniques importants peuvent être précédés de « **précurseurs** » et suivis de « **répliques** ».



Mouvement sismique

Phénomène ondulatoire avec une **période** et une **amplitude**.

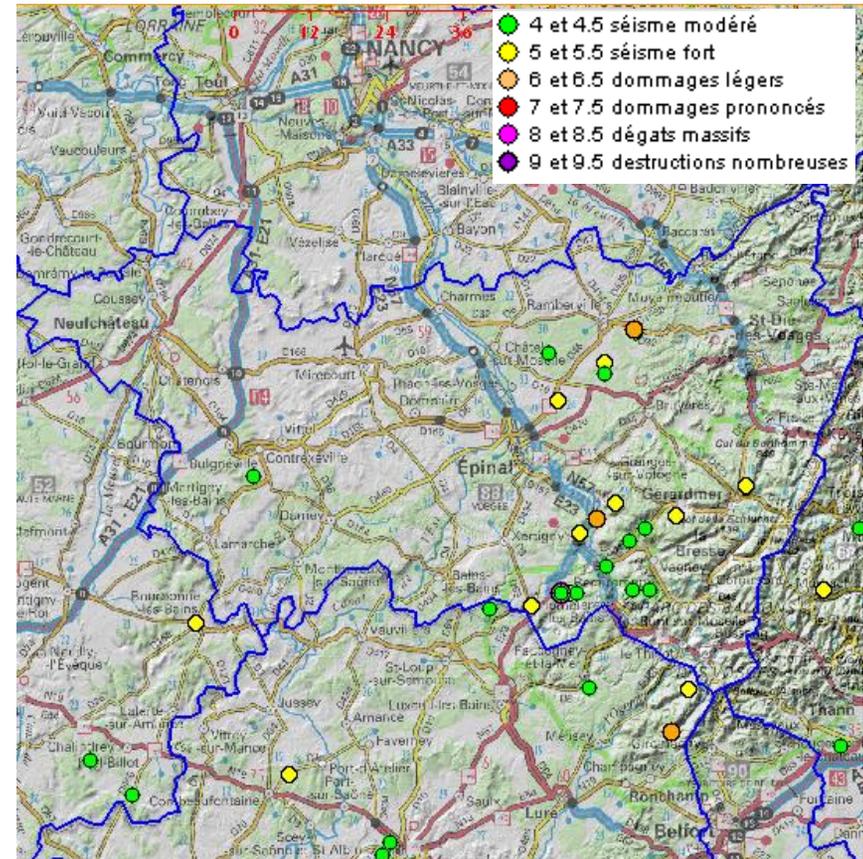
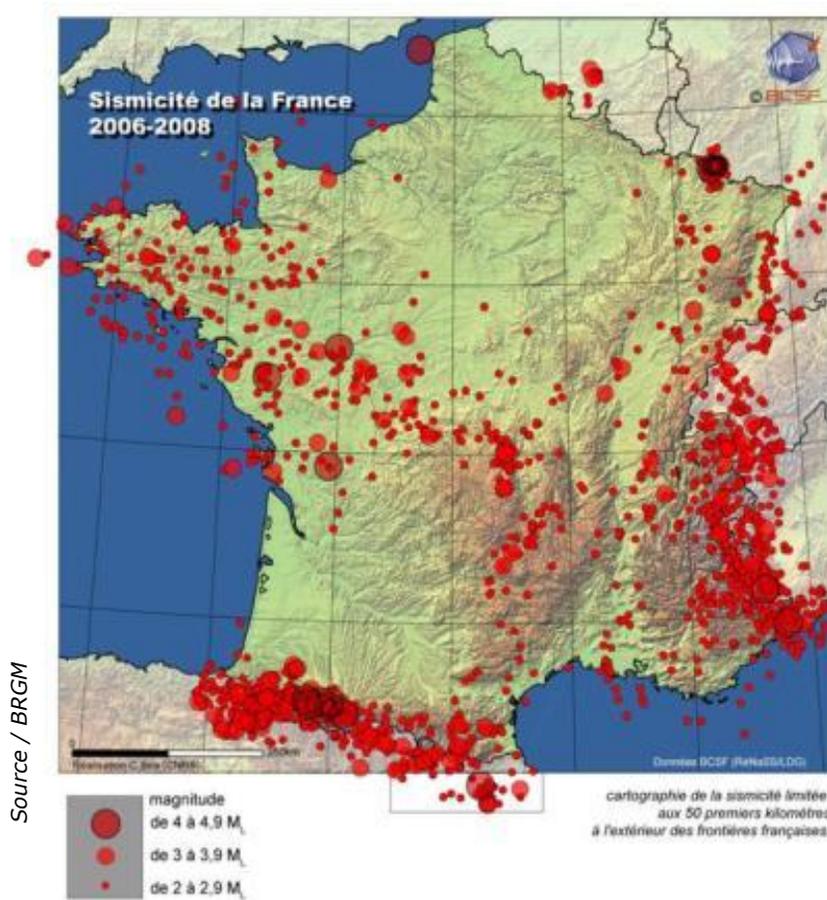
Différents types d'ondes : **ondes de volume** et **ondes de surface**.

➔ **Sollicitation des structures selon 3 directions**



Aléa sismique

Probabilité d'occurrence d'un phénomène sismique dans une région et sur une période donnée.



Sismicité de la France (2006-2008) à gauche et epicentres des séismes historiques dans les Vosges à droite

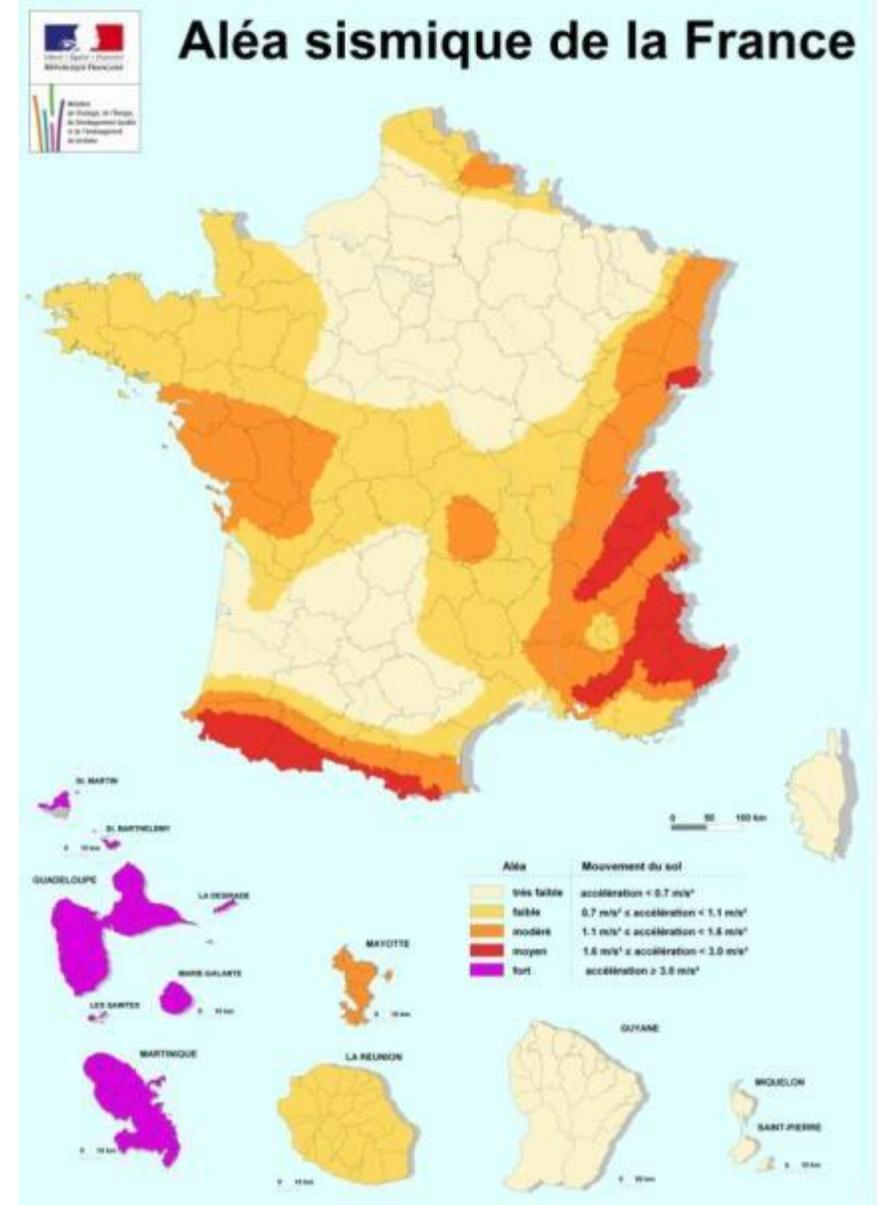
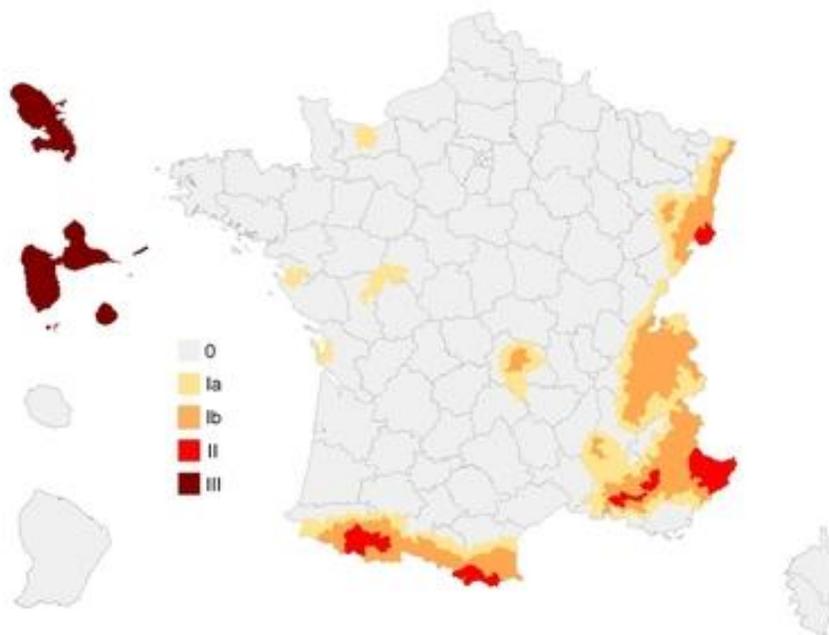


1-2 / L'aléa sismique en France et Lorraine

Nouvel carte d'aléa sismique publié par décret en 2010

→ Redéfinition de l'aléa sismique par une **approche probabiliste**

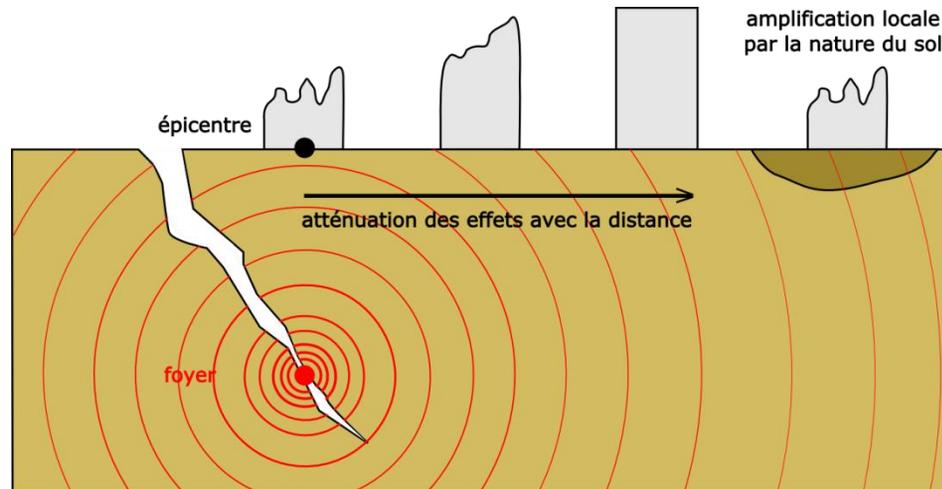
5 zones définies selon l'accélération de référence (au rocher) servant de base au zonage réglementaire





Phénomènes d'amplification locale

Topographie / Nature du sous-sol + risques naturels collatéraux



Sismicité de la France sur www.sisfrance.net

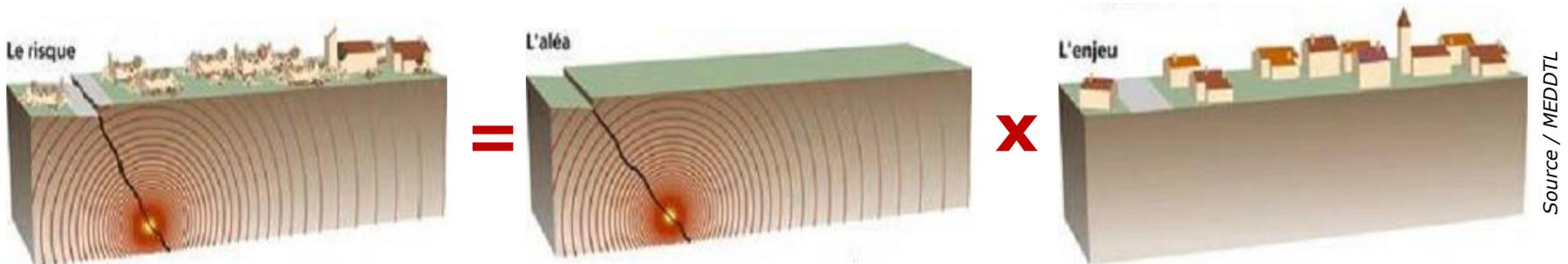
BCSF (Bureau Central Sismologique Français) sur www.franceseisme.fr

Carte de zonage et liste des aléas par commune sur www.plan-séisme.fr

Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) sur la base Gaspar de www.prim.net (recherche par commune)



Qu'est ce que le risque sismique ?



Comment le réduire ?

Mieux **caractériser l'aléa** > nouvelle carte d'aléa sismique

Hiérarchiser les enjeux > catégorisation de l'importance des constructions

Diminuer la vulnérabilité > adoption de règles de construction intégrant ces paramètres

➔ **Nouvelle réglementation** en vigueur depuis le 1^{er} mai 2011: **Eurocode 8**

➔ Application toujours possible des PS-MI et CP-MI Antilles



1-5/ Quelques images

Dégâts structureux





1-5/ Quelques images

Constructions intactes



© Marc GIVRY Architecte



© Marc GIVRY Architecte

Dégâts non-structuraux



© Marc GIVRY Architecte



© Marc GIVRY Architecte





Présentation de l'opération collective MI-SISBOIS

1/ Les séismes

2/ LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET SON APPLICATION

3/ Comment concevoir un bâtiment bois en zone sismique ?

4/ Les coûts de la construction parasismique

Conclusion



2-1/ Le cadre légal de la réglementation

Cadre légal

**Décret n°2010-1254
du 22 octobre 2010**

Prévention du risque sismique

**Décret n°2010-1255
du 22 octobre 2010**

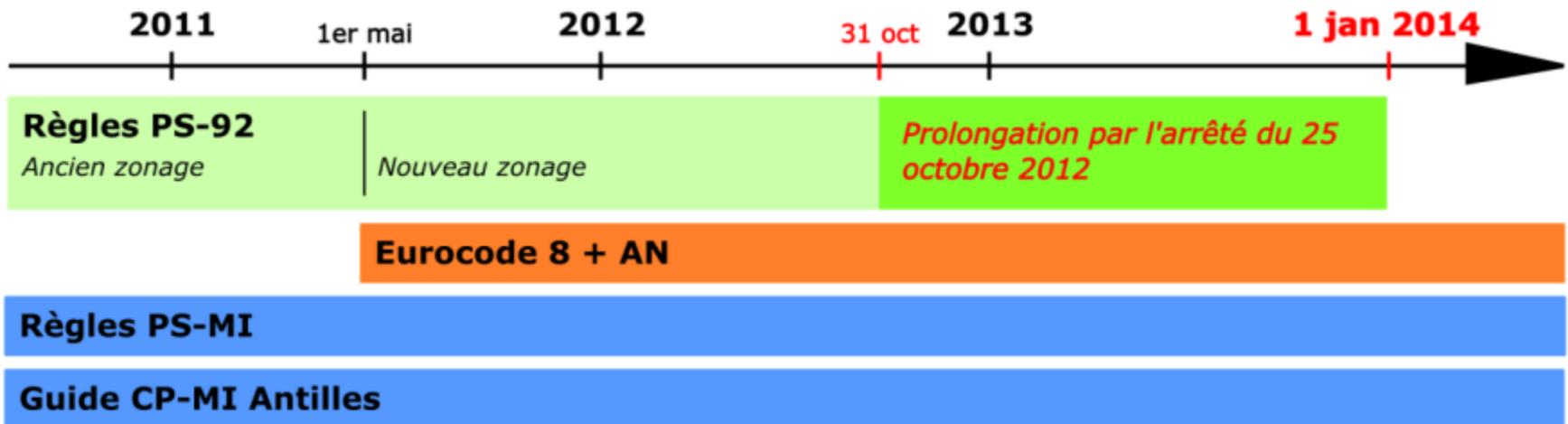
*Délimitation des zones de
sismicité du territoire français*

**Arrêté du 22 octobre
2010**

*Classification et règles de
construction parasismique*

+ Arrêté du 25 octobre 2012

Calendrier applicatif





ELU

PROTECTION DES VIES HUMAINES

Exigence de non-effondrement

Période de retour: 475 ans

ELS

LIMITATION DES DOMMAGES

Exigence de limitation des déplacements

Période de retour: 95 ans

Source / Flickr - ambafranceht



Source / M. Zacek





2-3/ Eurocode 8 – Application pour le neuf

Il s'inscrit dans une **démarche globale de validation** des bâtiments

- Descentes de charge
- Vent / Stabilité globale
- Séisme

→ Pour les constructions bois, application en complément de:

EC0 et 1 (principes de calcul et actions)

EC5 (calcul des structures en bois)

EC7 (actions géotechniques)

	I	II	III	IV
	hangars, bâtiments agricoles	maisons individuelles, petits bâtiments	centre commerciaux, écoles, grands établissements	hopitaux, casernes, bâtiments vitaux
Zone 1	Aucune exigence			
Zone 2	Aucune exigence		Eurocode 8 agr=0,7m/s ²	
Zone 3	PS-MI	Eurocode 8 agr=1,1m/s ²	Eurocode 8 agr=1,1m/s ²	
Zone 4	PS-MI	Eurocode 8 agr=1,6m/s ²	Eurocode 8 agr=1,6m/s ²	
Zone 5			Eurocode 8 agr=3m/s ²	

 PS-MI possible pour les établissements scolaires simples en zone 2



2-3/ Eurocode 8 – Application pour l'existant 15 / 52

Réalisation de **travaux lourds**



Dimensionnement comme un bâtiment neuf sous conditions

Création d'une extension (joint de fractionnement)



Dimensionnement comme un bâtiment neuf – Pas d'impact sur l'existant

Amélioration du comportement d'un bâtiment existant



Objectif à moduler selon EC8-3 par le maître d'ouvrage

Ajout et/ou remplacement d'éléments non structuraux – bâtiment existant



*Conformément à l'Eurocode 8-1
Catégories III et IV en zone 2
Tous les bâtiments de catégorie II, III et IV en zone 3,4 et 5*

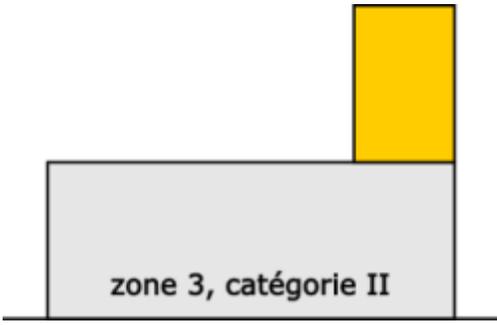
	Cat.	Travaux	Règles de construction
Zone 2	IV	> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8-1³ $a_g=0,42 \text{ m/s}^2$
	II	> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau Conditions PS-MI respectées	PS-MI¹ Zone 2
Zone 3	II	> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8-1³ $a_g=0,66 \text{ m/s}^2$
	III	> 30% de SHON créée	Eurocode 8-1³ $a_g=0,66 \text{ m/s}^2$
	IV	> 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8-1³ $a_g=0,66 \text{ m/s}^2$
Zone 4	II	> 30% de SHON créée Conditions PS-MI respectées	PS-MI¹ Zone 3
	II	> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8-1³ $a_g=0,96 \text{ m/s}^2$
	III	> 20% de SHON créée	Eurocode 8-1³ $a_g=0,96 \text{ m/s}^2$
	IV	> 30% de plancher supprimé à un niveau > 20% des contreventements supprimés Ajout équipement lourd en toiture	Eurocode 8-1³ $a_g=0,96 \text{ m/s}^2$
Zone 5	II	> 30% de SHON créée Conditions CP-MI respectées	CP-MI²
	II	> 20% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau > 20% des contreventements supprimés	Eurocode 8-1³ $a_g=1,8 \text{ m/s}^2$
	III	> 20% de SHON créée	Eurocode 8-1³ $a_g=1,8 \text{ m/s}^2$
	IV	> 30% de plancher supprimé à un niveau > 20% des contreventements supprimés Ajout équipement lourd en toiture	Eurocode 8-1³ $a_g=1,8 \text{ m/s}^2$

Source / MEDDTL

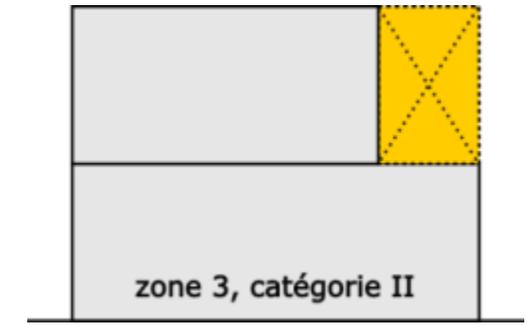
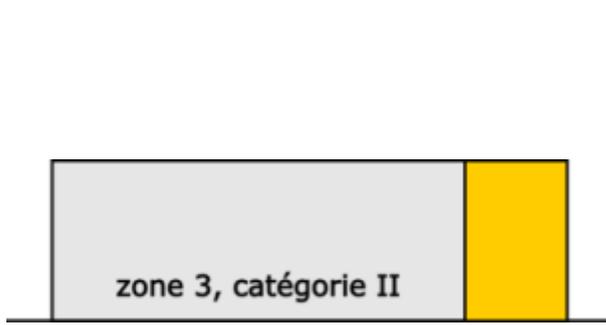


2-3/ Eurocode 8 – Application pour l'existant 16 / 52

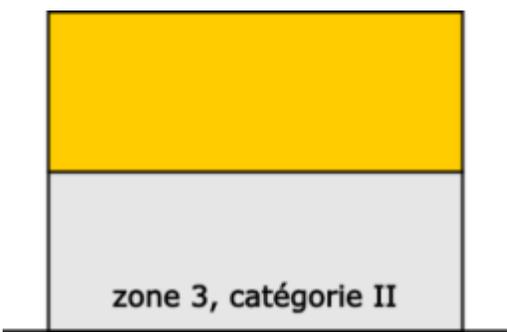
Il n'est pas obligatoire de rendre l'existant parasismique à condition que la vulnérabilité de la structure ne soit pas aggravée



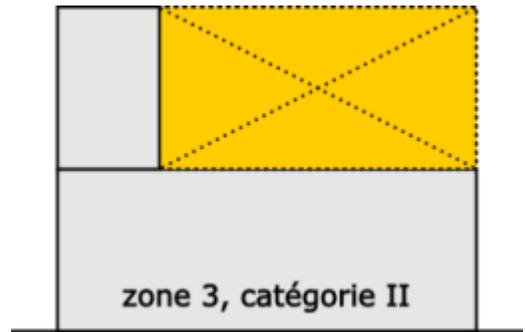
Augmentation SHON < à 30 %



Suppression SHON < à 30 %



Augmentation SHON > à 30 %



Suppression SHON > à 30 %

Il est obligatoire de rendre l'ensemble de la structure parasismique



Quels sont les obligations de contrôle de la réglementation parasismique?

Pour les bâtiments visés par l'article R111-38 du CCH (bâtiment d'importance III et IV en zone de sismicité 2 à 5, bâtiments avec éléments particuliers, ...)

Mission PS de contrôle technique

Attestation de prise en compte des règles PS établie par le contrôleur technique

Contrôle aléatoire par les agents de l'Etat

Pour les autres bâtiments

Contrôle aléatoire (vérification sur dossier et in-situ)

Quels sont les sanctions à attendre?

Interruption des travaux

Sanctions pénales: Amende / Peine de prison /
Interdiction d'exercer

Mise en conformité ou ***destruction*** des ouvrages

Qui est concerné?

Les ***maitres d'ouvrages***, les
architectes, les ***entrepreneurs*** ou
toute autre personne responsable
de l'exécution des travaux

La non-conformité et les erreurs de conception peuvent couter cher !



En Lorraine

Peu de projets effectué selon l'EC8 (*environ 1 sur 10-15 pour les constructions béton*)

Pas de projet bois en cours suivant les Eurocode 8

Il est difficile de mobiliser les bureaux d'études!

Les demandes des bureaux de contrôle

Application des ***règles de moyens*** (Guide AFPS, Eurocode 8, PS92)

Cas par cas: si bâtiment irrégulier, demande de modélisation

(d'après SOCOTEC – M. Tounouny et VERITAS – M. Le Moel et M. Lamadon)



« ***Guide des dispositions constructives parasismiques des ouvrages en acier, béton, bois et maçonnerie*** » - AFPS - 2005



Présentation de l'opération collective MI-SISBOIS

1/ Les séismes

2/ La réglementation parasismique et son application

3/ COMMENT CONCEVOIR UN BATIMENT BOIS EN ZONE SISMIQUE ?

4/ Les coûts de la construction parasismique

Conclusion



3-1/ Les phases de la conception

20 / 52

L'ingénieur doit être intégré dès la conception afin que le bâtiment conçu soit cohérent avec le « construire parasismique ». L'approche calculatoire pourra ainsi être simplifiée et la structure fiabilisée.

1/ Connaitre le matériau bois

2/ Connaitre les principes de base du « construire parasismique »

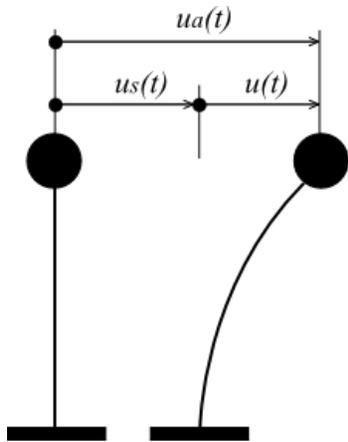
→ *Partie « Concevoir à l'échelle du bâtiment »*

3 / Savoir comment la structure bois va résister aux excitations sismiques

→ *Partie « Concevoir à l'échelle de la structure »*

4 / Prendre en compte les éléments non-structuraux





Les dégâts subis par un ouvrage dépendent de la capacité de la structure à stocker et/ou dissiper de l'énergie.

$$\text{Esismique} = E_{\text{potentielle}} + E_{\text{cinétique}} + E_{\text{dissipée}}$$

Augmenter le stockage d'énergie mécanique (cinétique et potentielle)

Augmenter la résistance mécanique dans le domaine élastique

Augmenter la dissipation d'énergie

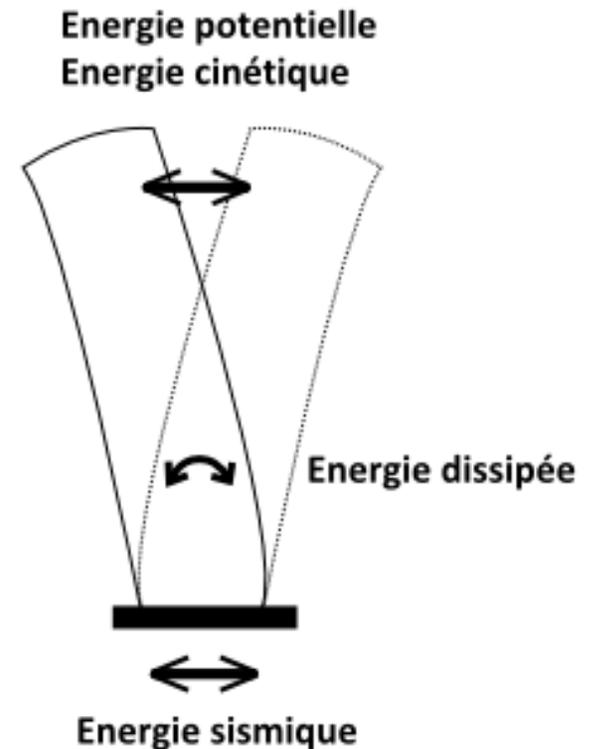
Augmenter l'amortissement externe ou interne (plastification des matériaux/assemblages)

Minimiser l'énergie transmise à la structure

Diminuer la masse

Modifier les raideurs (diminuer l'accélération de réponse)

Éviter les inégalités de distributions de masses/raideurs

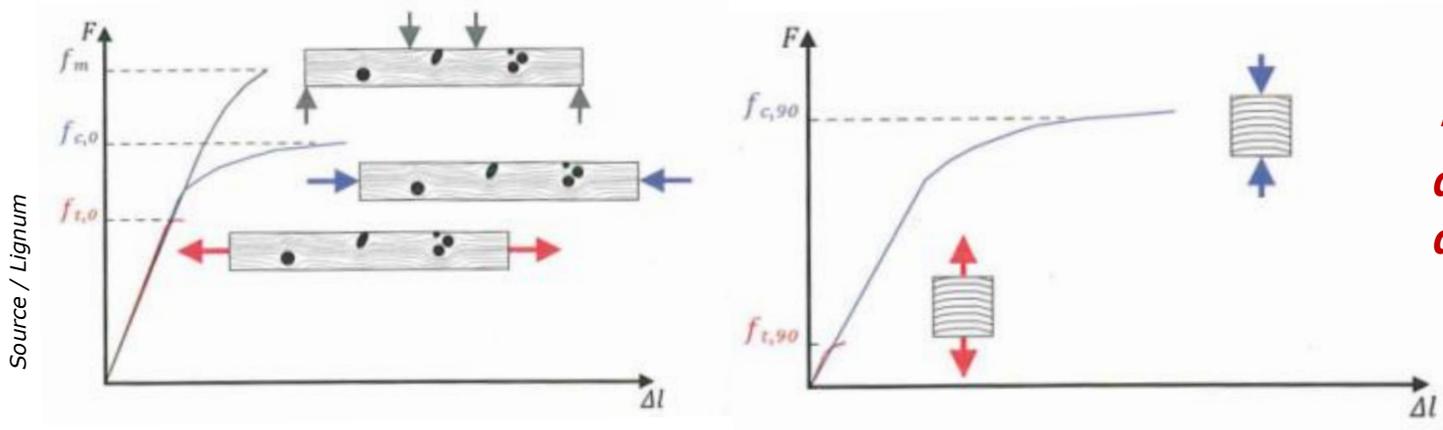




3-3/ Les spécificités du matériau bois

Matériau *anisotrope*

Matériau *globalement fragile* (ductilité en compression transversale)



→ La ductilité sera amenée par les assemblages

Faible rapport masse volumique/résistance

→ Bâtiments légers (moins d'inertie mobilisable en cas de séisme)

Faible rigidité horizontale par rapport à une structure béton

→ Période de vibration plus longue ($0,4 \text{ Hz} < T < 1,2 \text{ Hz}$) donc efforts sismiques équivalents plus faibles



Toutes les architectures sont possibles MAIS des solutions compensatrices devront être mises en place.

→ Construire des bâtiments aux formes simples, ductiles et robustes

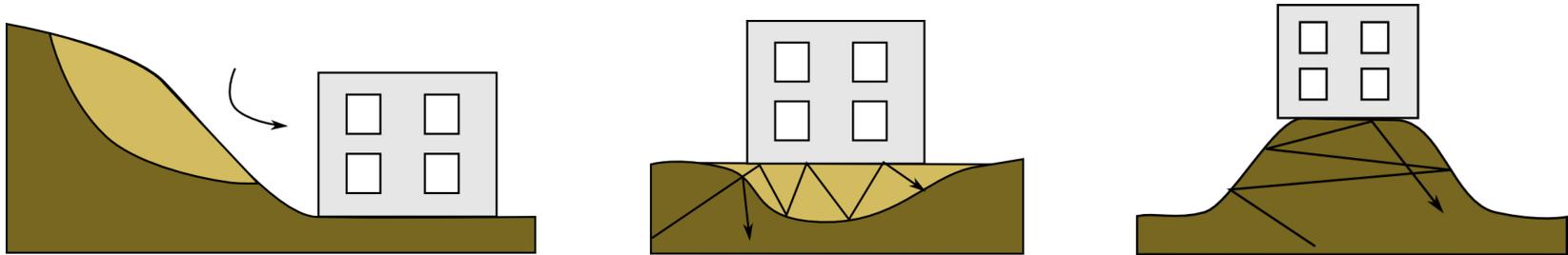
Les points importants de la conception

- 1/ Interaction entre le sol et le bâtiment
- 2/ Simplicité et régularité des formes
- 3/ Distribution des résistances et rigidités
- 4/ Rôle des diaphragmes



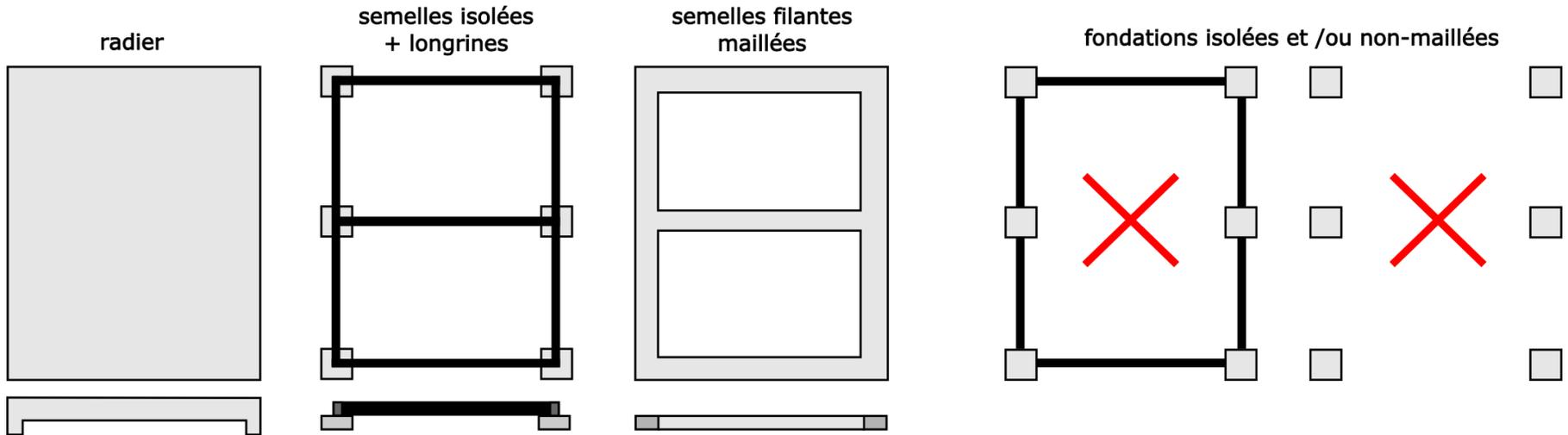
! Phénomènes géologiques annexes

Choix du site et effets de sol (topographiques / litographiques)



Choix des fondations

Elles doivent permettre une excitation sismique uniforme à l'ensemble de l'ouvrage.





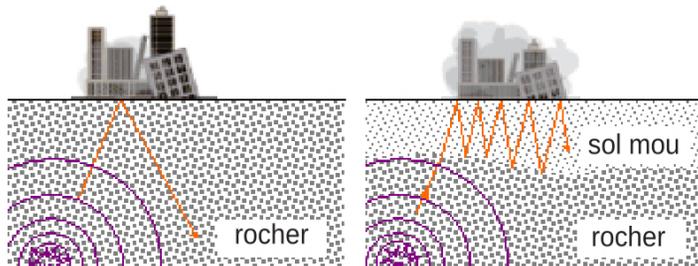
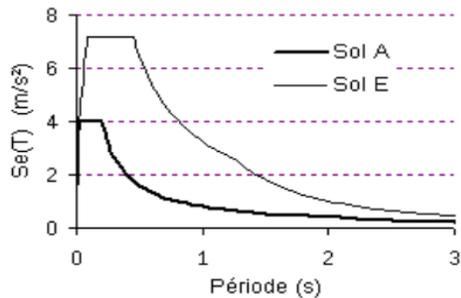
3-4/ Interactions sol-bâtiment

! Problèmes de résonance

Le **type de sol** doit être connu.

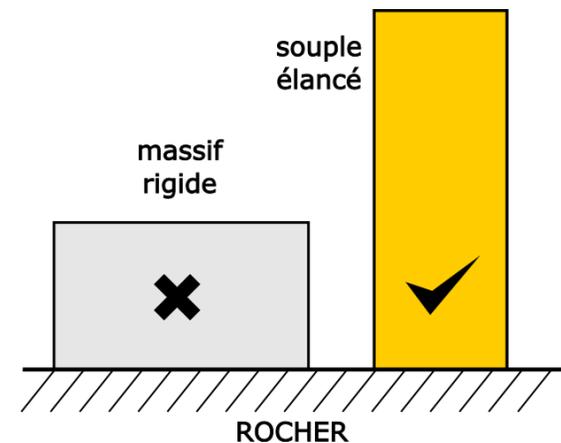
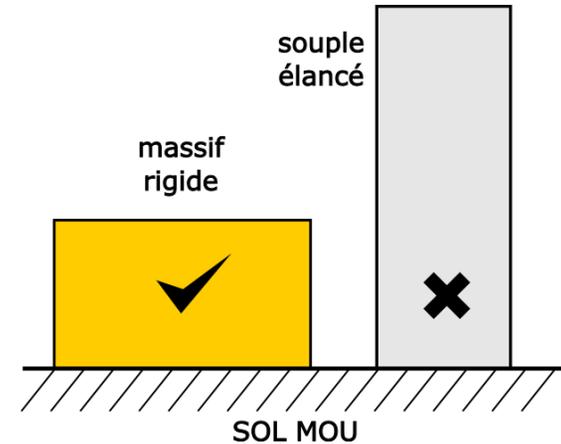
Classes de sol	S (zones 1 à 4)	S (zone 5)
A	1	1
B	1,35	1,2
C	1,5	1,15
D	1,6	1,35
E	1,8	1,4

→ De A (sol rocheux) à E (sol mou)



Source / MEDDTL

Il faut savoir adapter la **masse, la hauteur et la rigidité**.

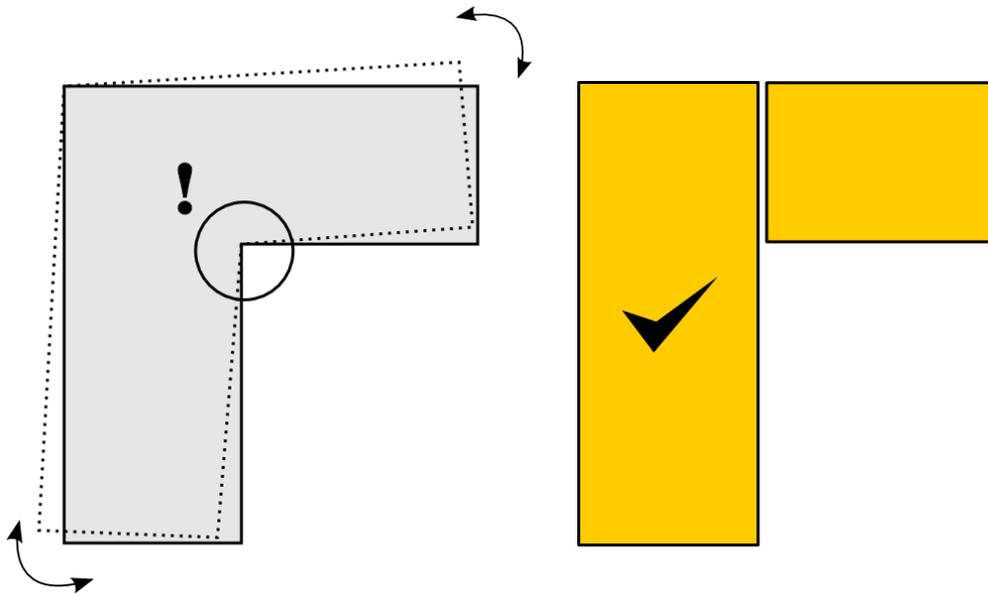




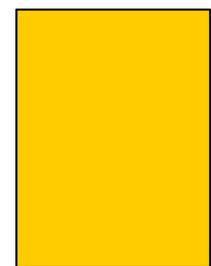
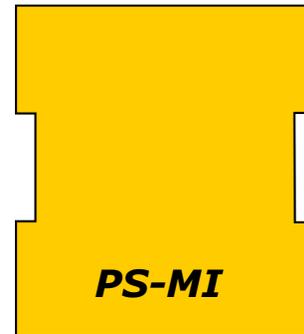
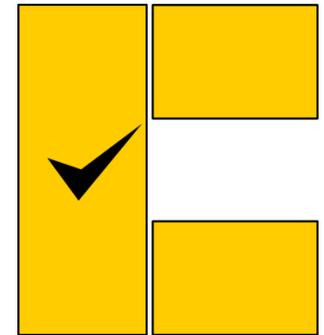
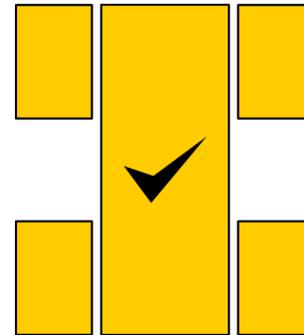
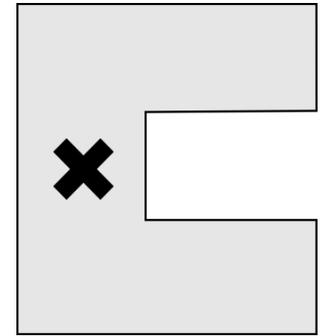
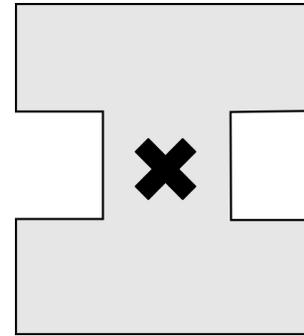
3-5/ Simplicité – Régularité (en plan)



Torsion d'ensemble
Oscillations différentielles
Dommages localisés

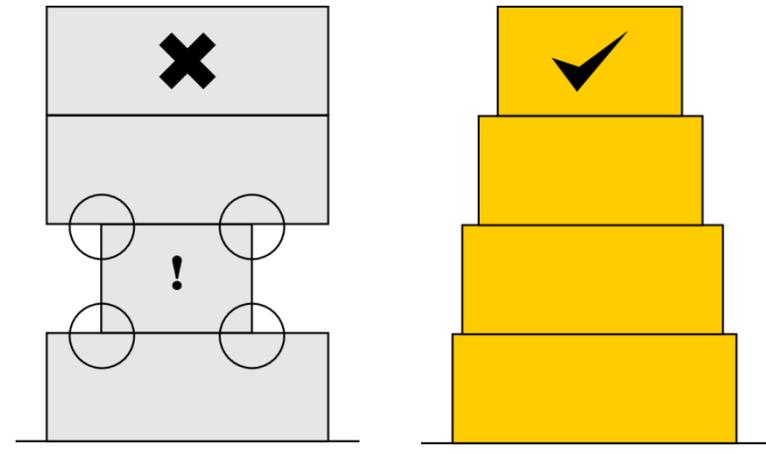
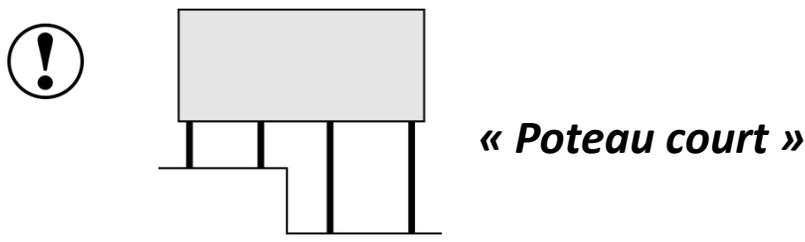
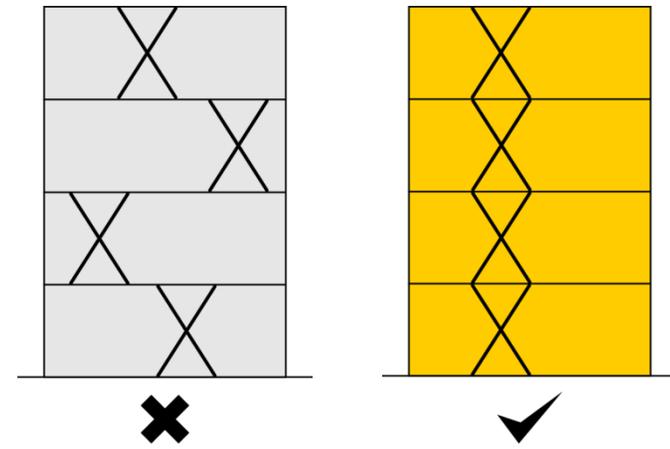
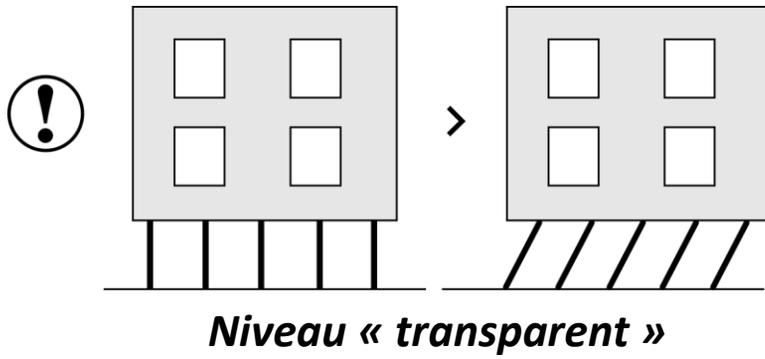


Condition de joint parasismique
 $E_p \cdot joint > d_{max\ structure}$





3-5/ Simplicité – Régularité (en élévation)





3-6/ Les règles simplifiées PS-MI

→ Bâtiments cat. II – zone 3 et 4

→ Etablissements scolaires de cat. III – zone 2

Implantation du bâtiment en dehors d'une zone de risque et hors d'un sol non consolidé

Maximum: **R+1 + combles** et $H_{\text{plancher combles}} \leq 3,3$ ou $6,6$ m

Forme rectangulaire ou s'écartant peu du rectangle :

$$\sum L_{\text{décrochement}} < L_{\text{bâtiment}}/4$$

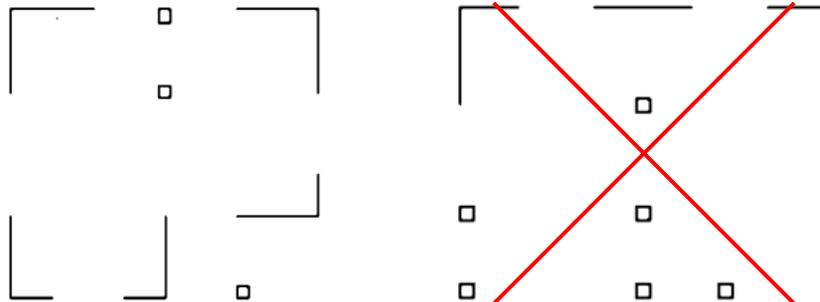
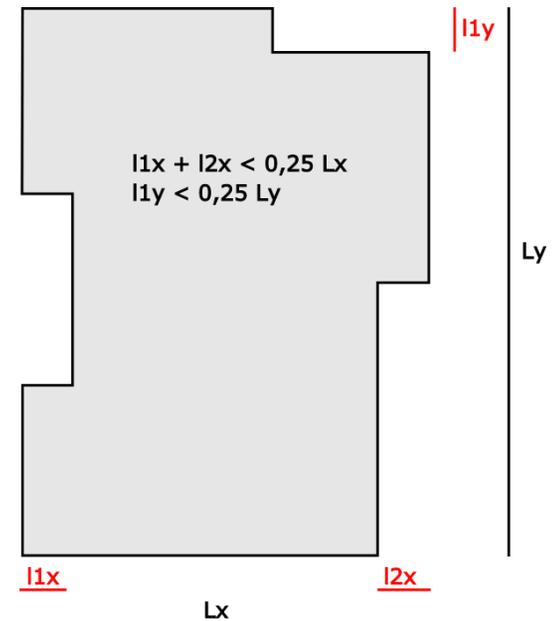
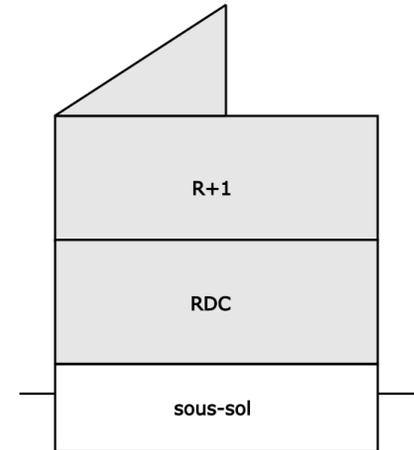
Charge d'exploitation plancher $q \leq 250$ kg/m²

Contreventement proportionné entre façades (écart < 20 %)

Diaphragme rigide à chaque niveau + **Superposition des éléments de contreventement**

Pas de masse rapportée > à 1t en étage

Pas de porte à faux/balcons > à 1,5 m





Maison à ossature bois (DTU 31.2 + conditions)

Assurer les liaisons + revêtements extérieurs légers

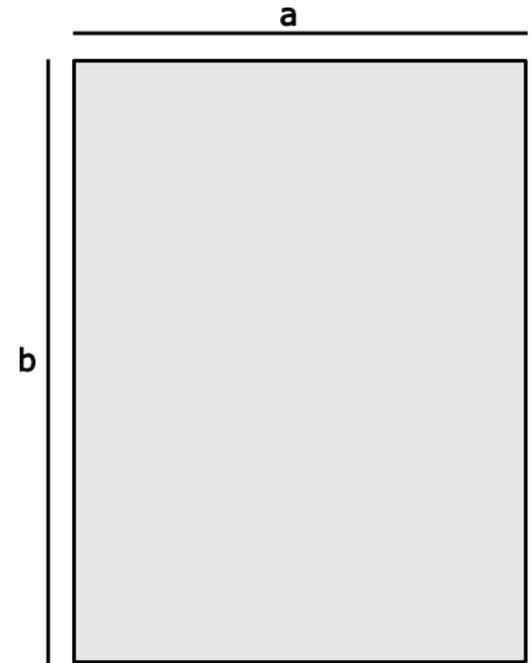
Stabilité longitudinale

1) $b/a \geq 0,5$: Pas de disposition particulière si structure stable sous un vent extrême de $87,5 \text{ daN/m}^2$ en zone 2 et 3, et de $122,5 \text{ daN/m}^2$ en zone 4.

2) $b/a \leq 0,5$: Le bâtiment doit être divisé en blocs indépendants respectant la condition 1) pour chaque bloc.

Stabilité transversale

Pas de disposition particulière si structure stable sous un vent extrême de $87,5 \text{ daN/m}^2$ en zone 2 et 3, et de $122,5 \text{ daN/m}^2$ en zone 4.



Toiture

Ancrage de la charpente et des **supports de couverture** dans l'ossature support (chaînage, lisse supérieure)

Contreventement horizontal indéformable dans le plan des entrants si pas de plancher, liaisonné avec les chainages hauts des murs



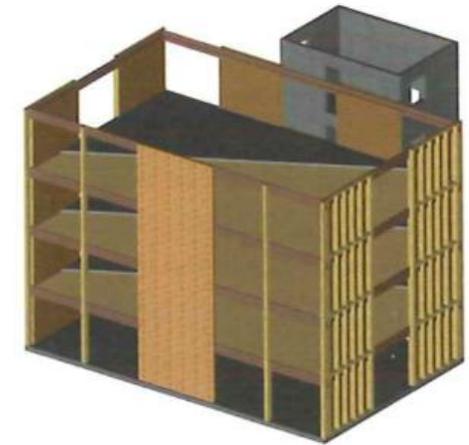
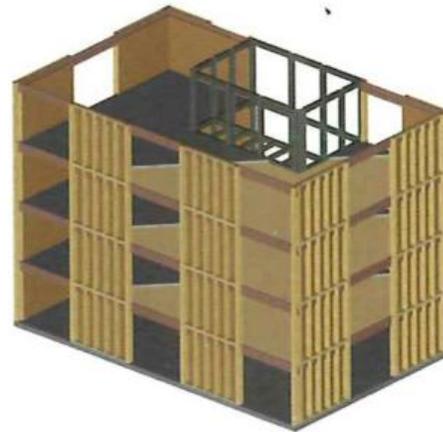
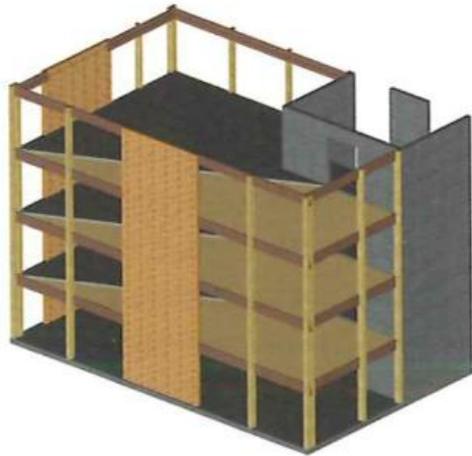
3-7/ Résistances et rigidités - Répartition

Pour la stabilité verticale, il faut rechercher:

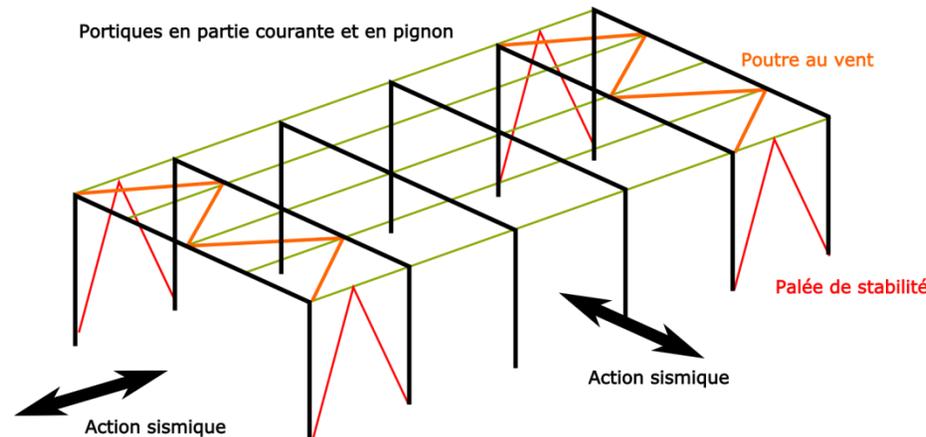
- des éléments capables de **transmettre les efforts aux fondations**
- **la résistance** dans les **deux directions principales**



Torsion d'ensemble
Déformations



Source / Lignum





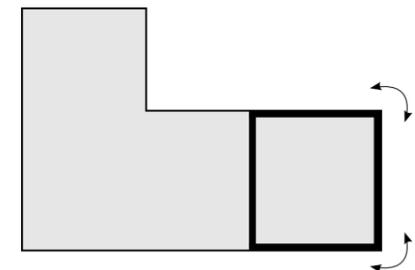
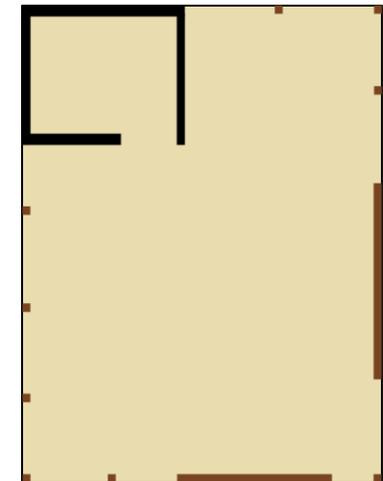
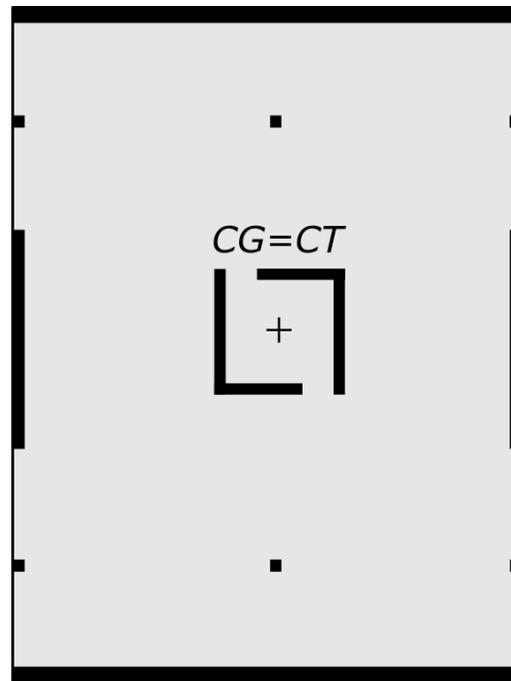
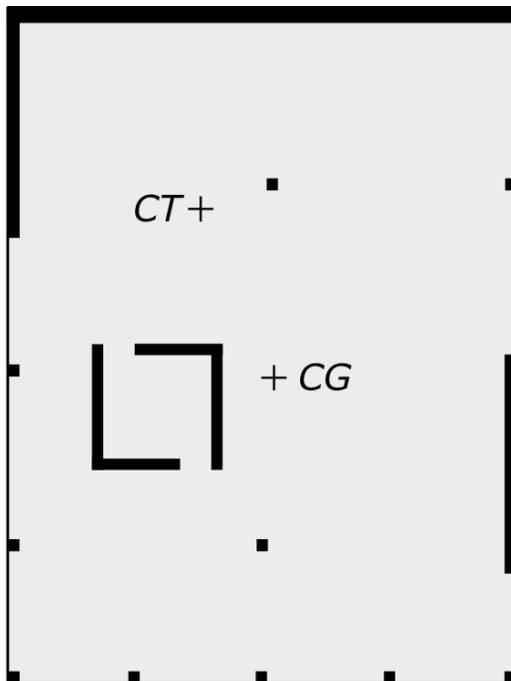
3-7/ Résistances et rigidités - Répartition

Au niveau des planchers, il faut rechercher:

- une **distribution régulière des masses et des rigidités** pour éviter les phénomènes de torsion
- et/ou une **capacité à résister à ces efforts de torsion**



Torsion d'ensemble
Déformations





Transmission des efforts *Concentration des masses*

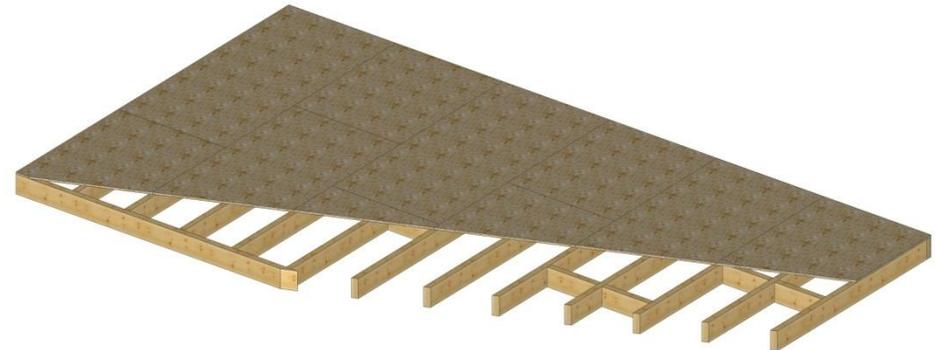
Chaque niveau doit comporter un diaphragme rigide qui:

- Distribue les efforts sismiques sur les parois verticales
- Rassemble les masses et transmet un mouvement uniforme

Ce diaphragme peut être un **plancher d'étage**, de **toiture** ou être constitué par un **plan de stabilisation de charpente**.

Type de plancher	Rigidité
Plancher solivé 80/280mm + OSB3 15mm agrafé 1 rang	0,85 kN/m
Plancher solivé 80/280mm + panneau 3 plis 27mm collé	3,33 kN/m
Plancher bois massif type CLT 200mm	10 kN/m
Plancher mixte bois 120mm /béton 120mm	37 kN/m

Source / Lignum

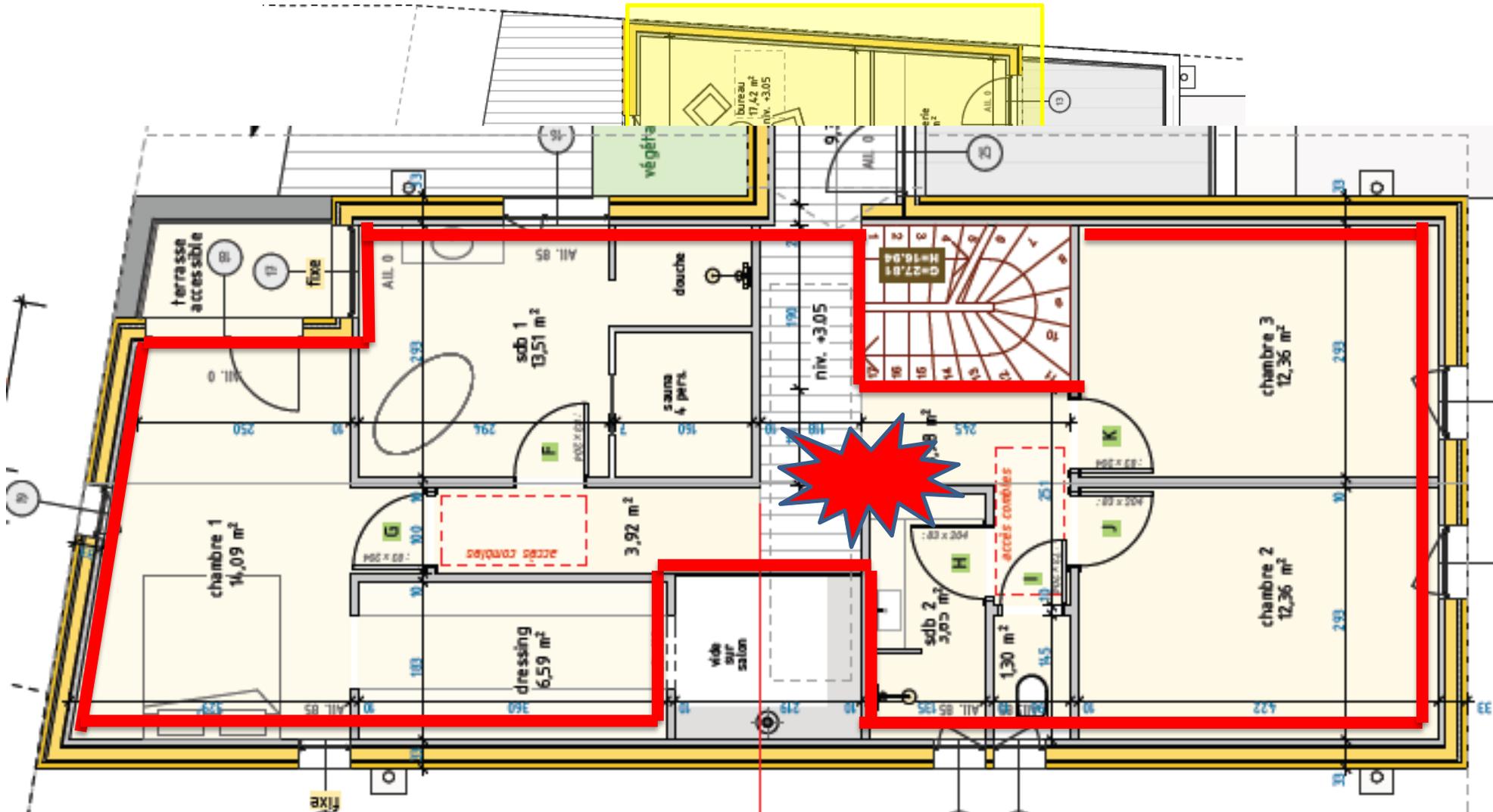




3-7/ Le rôle des diaphragmes



Rupture de symétrie / d'inertie non visible au premier abord



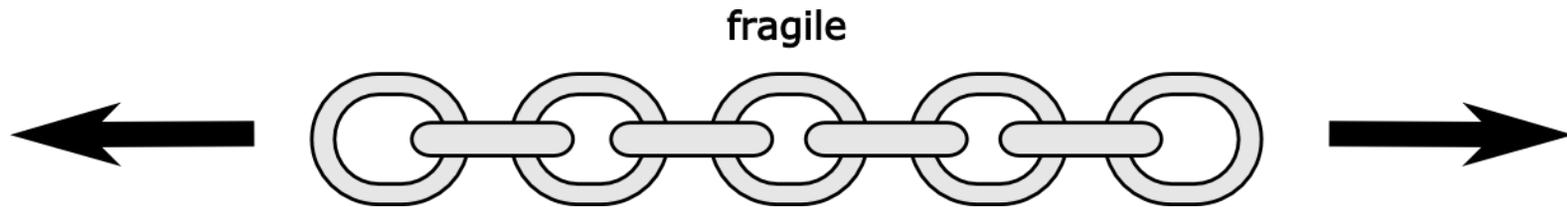


3-8/ Concevoir à l'échelle de la structure

La structure soumise à une excitation sismique subit des **déplacements** et des **efforts d'inertie** dus à la mobilisation des masses.

On peut alors dimensionner de deux manières distinctes:

Stratégie élastique



Dimensionnement élastique selon EC5 $q = 1,5$ → **Surdimensionnement**

Stratégie dissipative



Dimensionnement selon EC5 + EC8 $q = \text{fonction des zones dissipatives}$

→ **Dimensionnement adapté**



Elle doit être menée de la manière suivante:

1/ Définition des zones dissipatives et choix du coefficient de comportement q

Source / NF EN 1998-1

Principe de dimensionnement et classe de ductilité	q	Exemples de structure
Capacité réduite à dissiper l'énergie — DCL	1.5	Consoles, poutres, arcs avec deux ou trois assemblages brochés ; treillis assemblés par connecteurs
Capacité moyenne à dissiper l'énergie — DCM	2	Panneaux de murs collés avec diaphragmes collés, assemblés par clous et boulons ; treillis avec assemblages brochés et boulonnés ; structures mixtes composées d'une ossature en bois (résistant aux forces horizontales) et d'un remplissage non porteur
	2.5	Portiques hyperstatiques avec assemblages brochés et boulonnés (voir 8.1.3(3)P)
Capacité élevée à dissiper l'énergie — DCH	3	Panneaux de mur cloués avec diaphragmes collés, assemblés par clous et boulons ; treillis avec assemblages cloués
	4	Portiques hyperstatiques avec assemblages brochés et boulonnés (voir 8.1.3(3)P)
	5	Panneaux de mur cloués avec diaphragmes cloués, assemblés par clous et boulons



Aux règles de détails **obligatoires** dans les zones dissipatives **DCM** et **DCH**



Réduction de 20% de q pour les bâtiments irréguliers en élévation



Coefficient de comportement **limité à $q=3$** par l'AN



La valeur de q peut varier selon la direction de l'effort

2/ Hiérarchisation des résistances (ou ruines)

4/ Dimensionnement des zones dissipatives

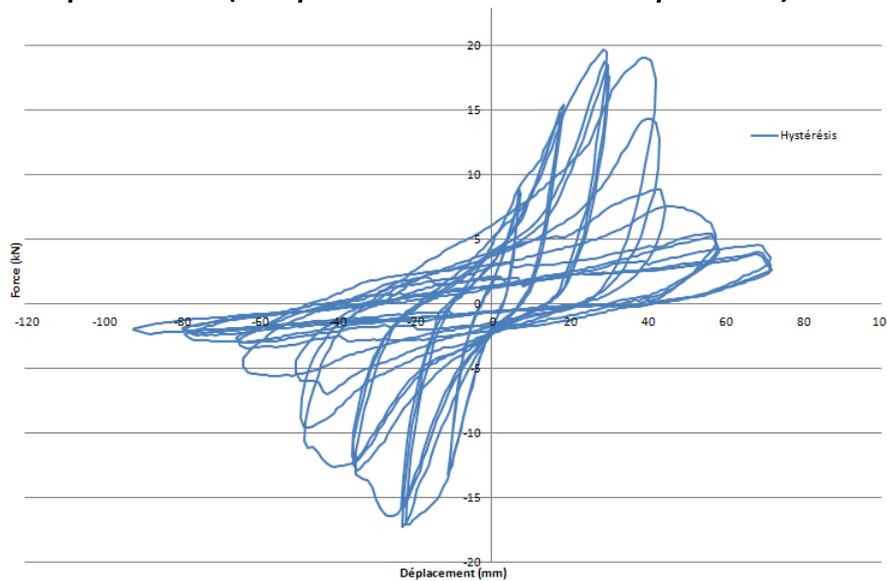
➔ **Ne pas sur-dimensionner les contreventements**

5/ Dimensionnement en capacité des autres éléments

$R_{\text{fragile}} > R_{\text{plastique zones dissipatives}}$



Elles doivent être validées par essai de résistance à la fatigue oligo-cyclique. Elles sont cependant considérées satisfaites si les conditions suivantes sont respectées (d'après l'EN 1998 chapitre 8).



Murs et diaphragmes de contreventement

Panneaux de particules

$\rho \geq 650 \text{ kg/m}^3$

Panneaux de particules et de fibres

épaisseur $\geq 13 \text{ mm}$

Panneaux de contreplaqué

épaisseur $\geq 9 \text{ mm}$

$d_{\text{pointe}} \leq 3,1 \text{ mm}$ et panneau à base de bois *épaisseur* $\geq 4d$



3-9/ Propriétés des zones dissipatives

Assemblages collés: considérés comme non-dissipatif

Assemblages bois-bois brochés, boulonnés et cloués et bois-métal (*)

Justifications à effectuer selon l'EN 1995 et l'EN 1993 + conditions suivantes

Boulons et broches

Trous ajustés

Boulons serrés

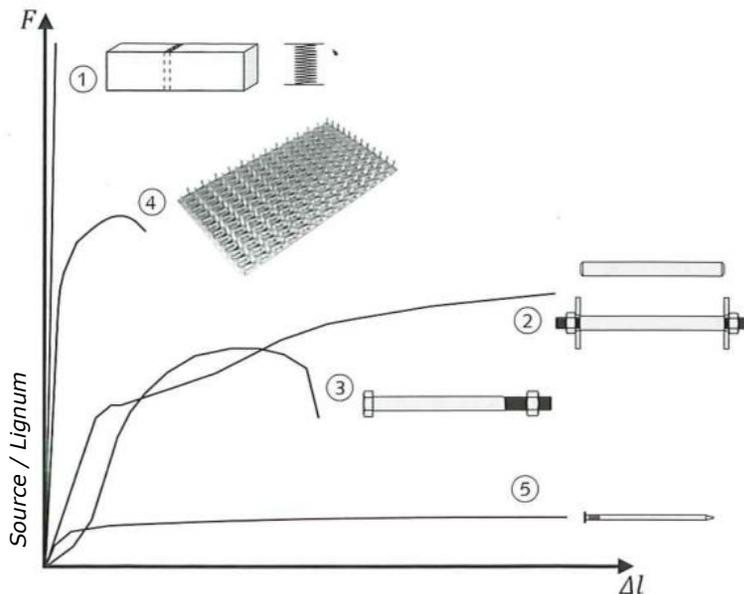
$d \leq 16 \text{ mm}$

Dispositifs anti-arrachement à prévoir pour

- **broches, clous lisses, crampons**

- **assemblages prévus comprimés (embrèvements...)**

- **assemblages avec risque de traction perpendiculaire**



(*) Dans le cas des assemblages bois-métal, il ne peut y avoir de **rupture fragile dans les plaques d'acier**.

Règles supplémentaires (classe DCM-DCH)

$d \leq 12 \text{ mm}$

épaisseur minimale des éléments assemblés = **10 d**

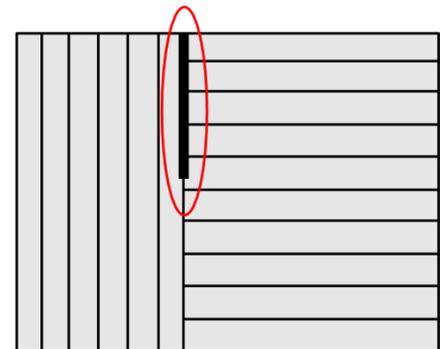
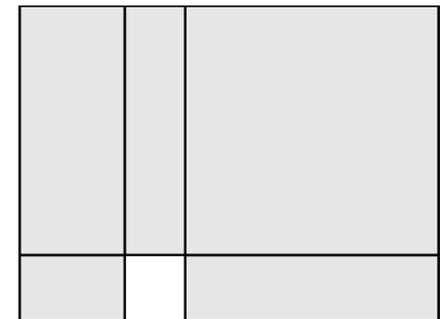
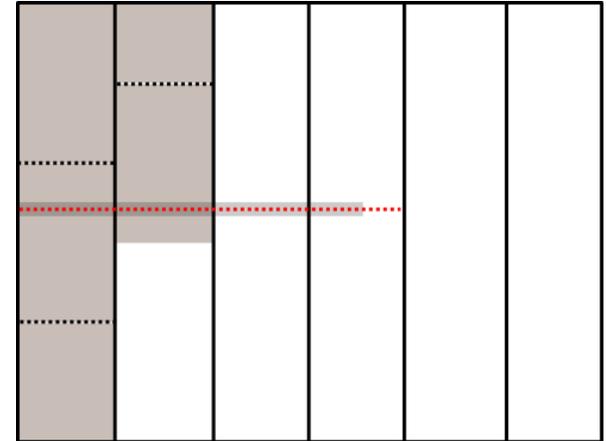
Au maximum **2 plans de cisaillement**



Diaphragmes horizontaux

Règles de détails (EN 1998)

- **Tous les bords de panneaux doivent être supportés** (par des éléments structuraux ou des entretoises).
- Des **entretoises** (rapport $h/b \leq 4$) doivent être mises en place **sous les murs de contreventement**.
- La **continuité des poutres** doit être assurée **autour des trémies** (diaphragme rigide).
- Il ne peut y avoir de **changement de direction de poutres au droit d'un contreventement** dans le cas d'un **plancher rigide**.
- **Pas de coefficient majorateur** pour la résistance des connecteurs aux bords des plaques et pour l'espacement des clous au bord des panneaux discontinus.
- Si $\alpha_g \cdot S \geq 0,2g$, l'espacement des connecteurs dans les zones de discontinuité doit être **réduit de 25 %** tout en respectant les espacements minimaux de l'EN 1995.

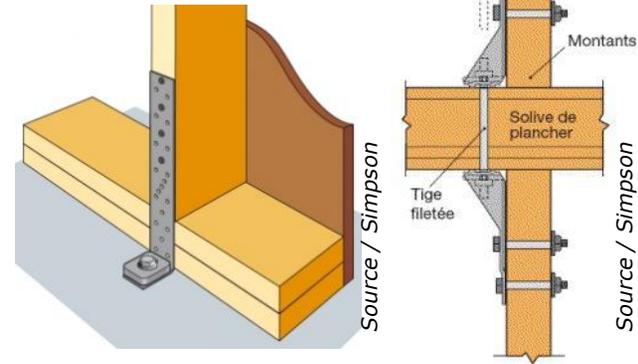
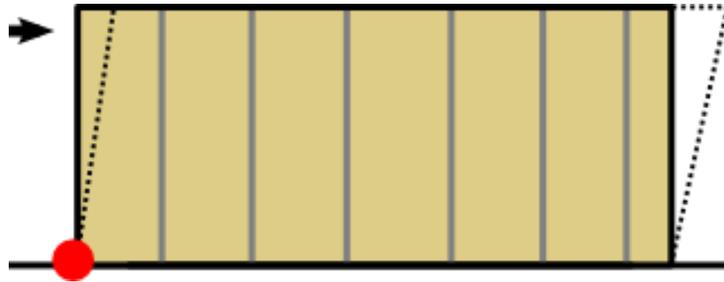




3-10/ Ossature bois type plate-forme

Murs contreventants

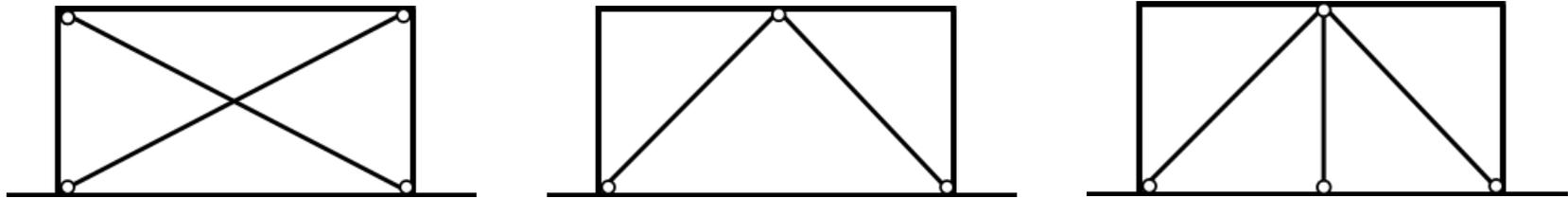
Les ancrages doivent permettre la déformation des murs et donc la dissipation d'énergie par plastification des organes.



« Effets du séisme sur les murs de maisons à ossature en bois » - Guide Eurocode – CSTB Editions



Palées de stabilités

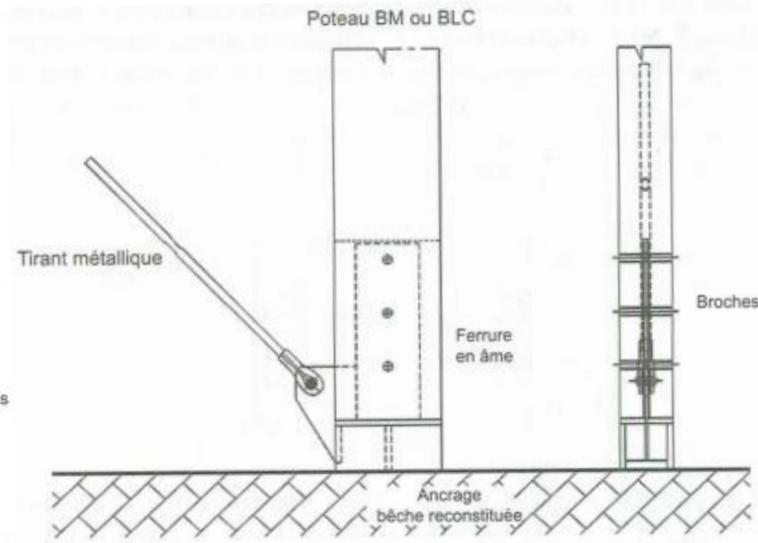
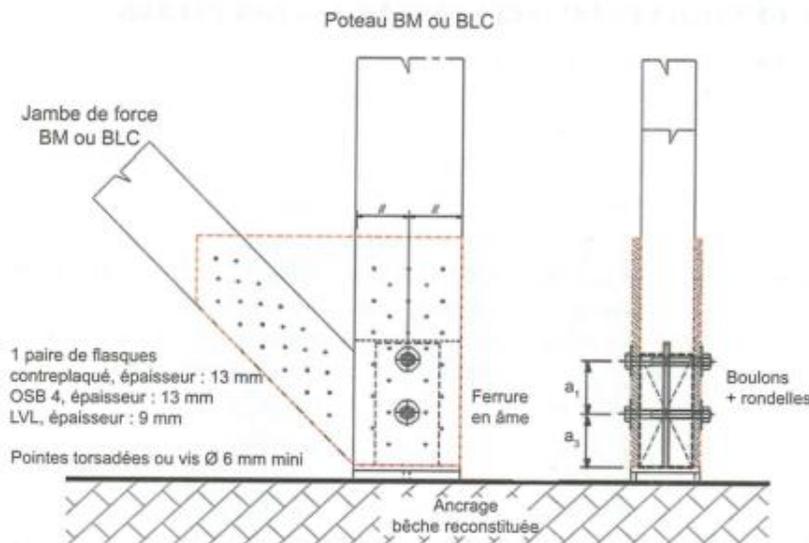


Concevoir l'assemblage avec *intersection des files d'axes* (palée, poteau et platine)

➔ **Canonicité des nœuds**

Attention aux efforts de *traction perpendiculaire* dans le poteau

Platines de contreventement vissées à proscrire

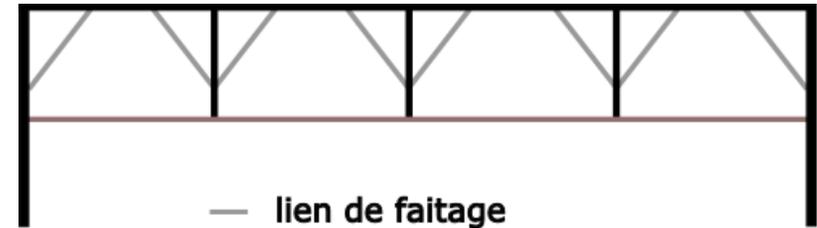


Tous documents: Source / AFPS

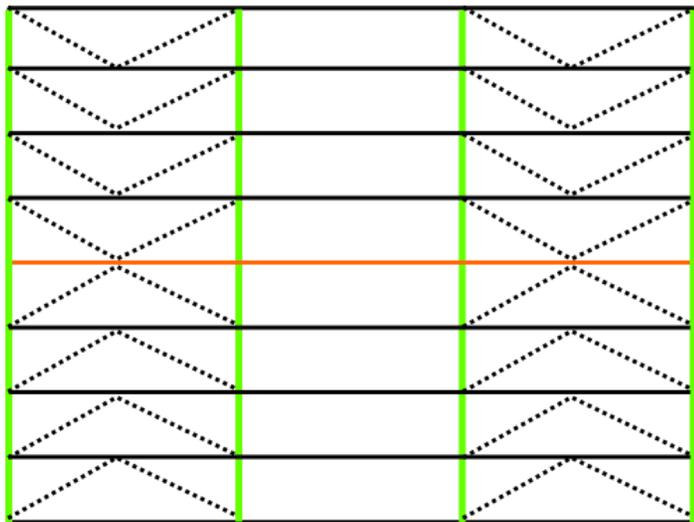


Règles générales

- Mise en place de *liens de faitage*
- *Poutre au vent*
- *Diaphragme par panneaux* (EN 1995 + entretoises)

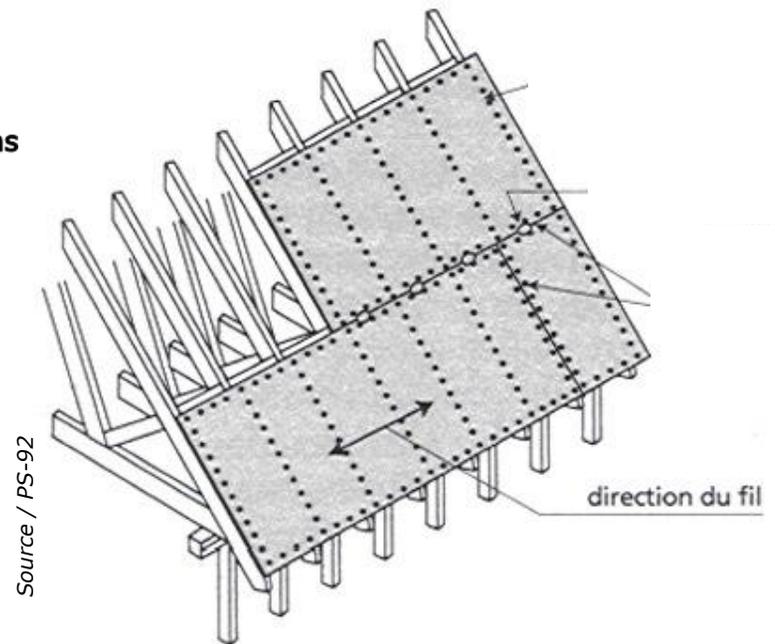


- lien de faitage
- fermes/pignons
- poinçon de ferme
- élément de liaison



- panne faitière
- fermes/pignons
- pannes
- CVT

Exemple de contreventement de toiture en K

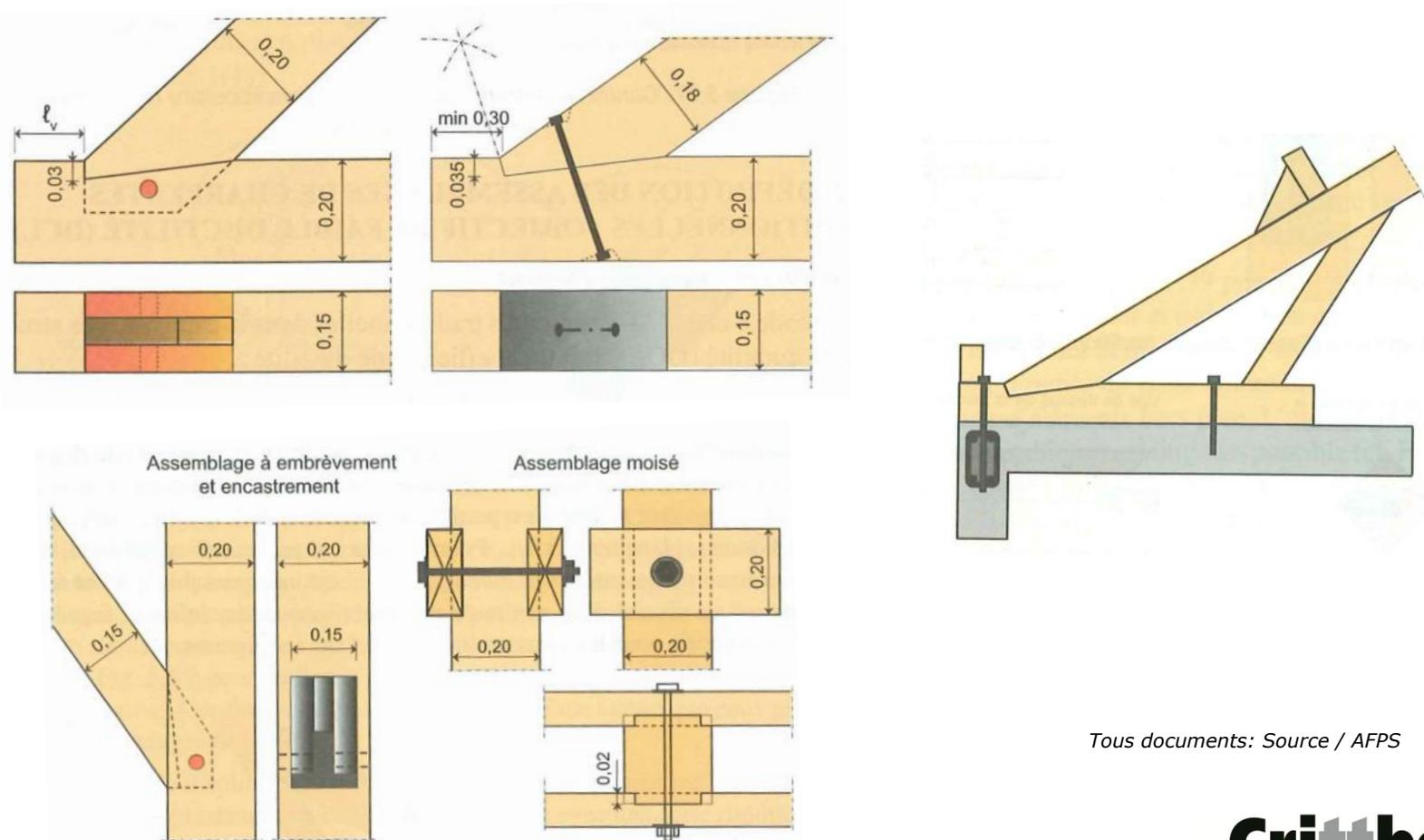


Source / PS-92



Assemblages

Pour les assemblages de charpentier, il faut vérifier que l'assemblage ne présente pas de **risque de rupture fragile en cisaillement ou traction transversale**. A défaut d'essais, on peut appliquer un **coefficient majorateur de 1,3** sur les efforts.

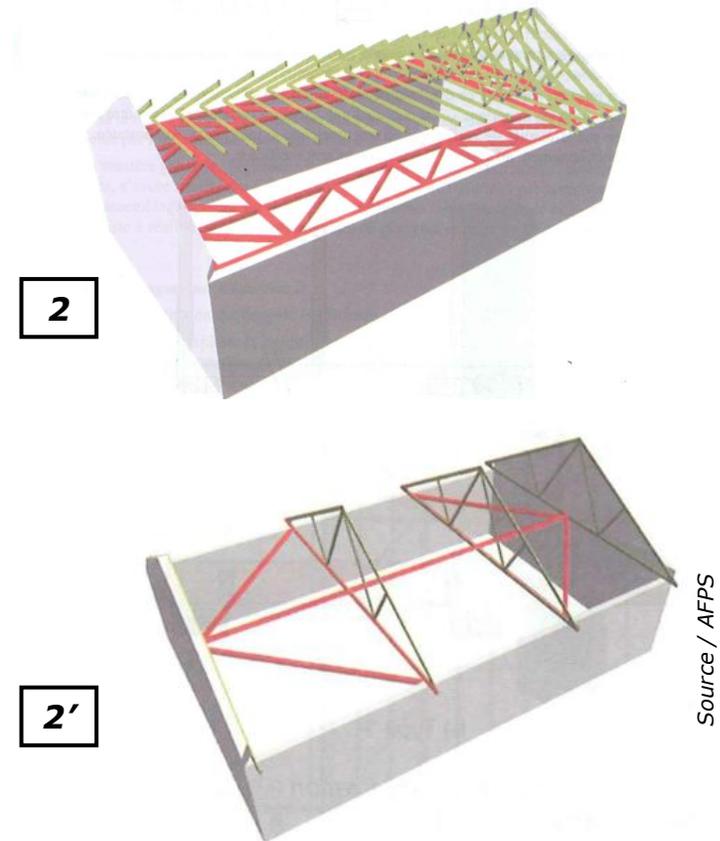
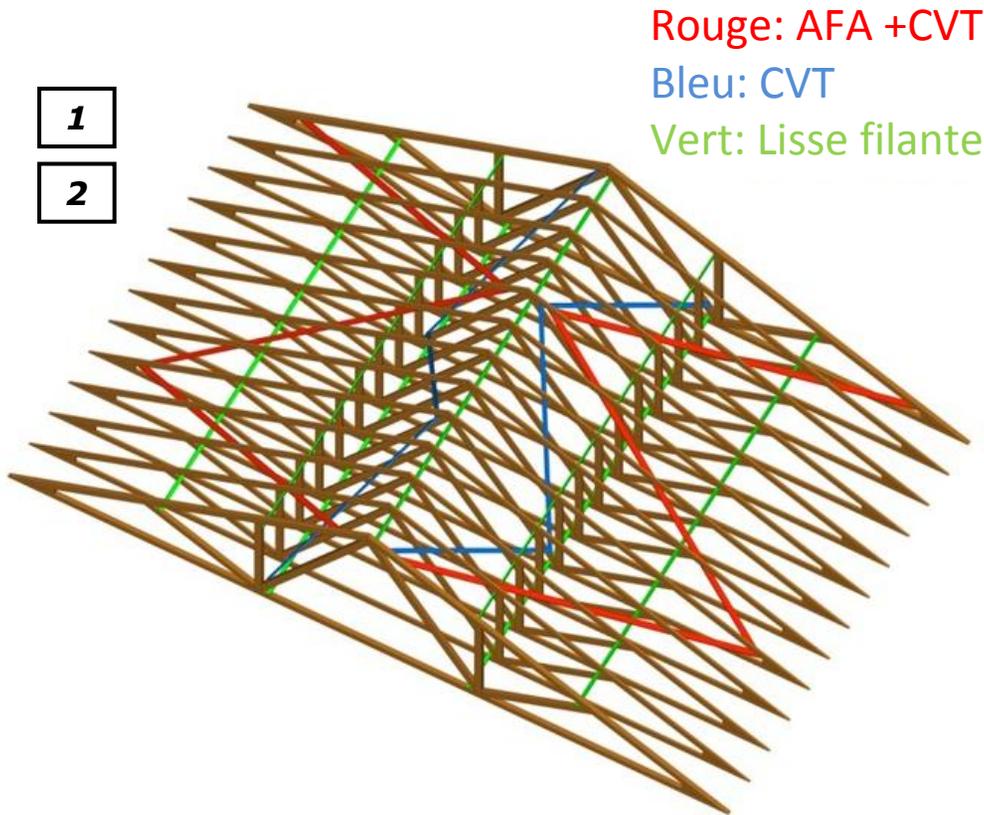


Tous documents: Source / AFPS



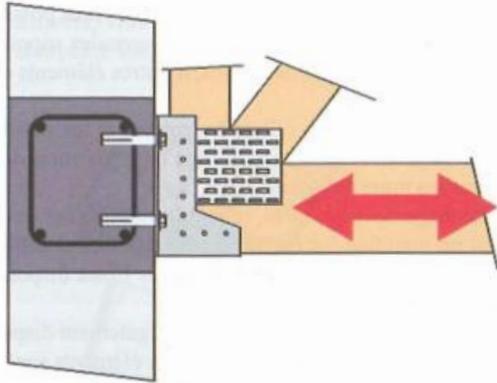
Stabilisation des fermettes

- 1) Combles aménageables (plancher bois ou béton): **diaphragme de toiture**
- 2) Combles perdus: **diaphragme de plancher + diaphragme de toiture**

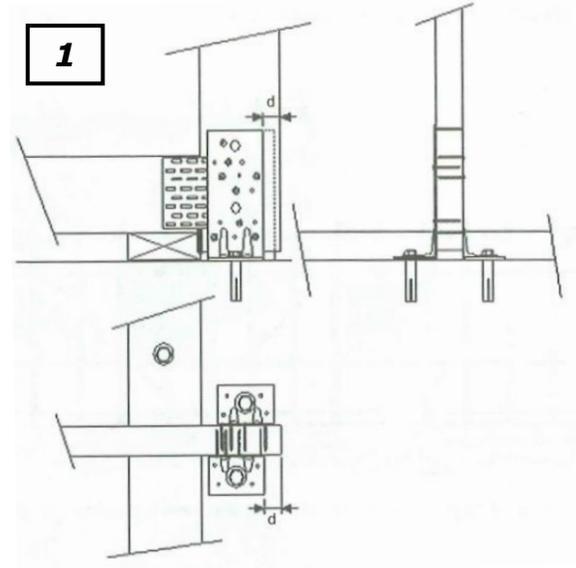
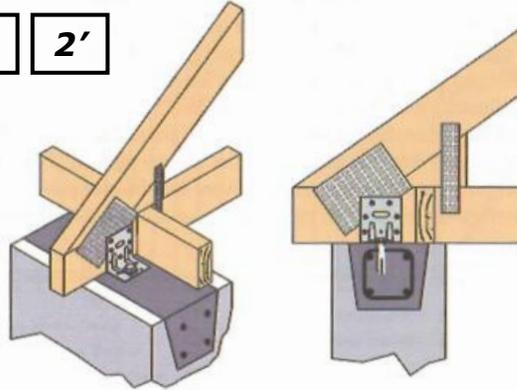




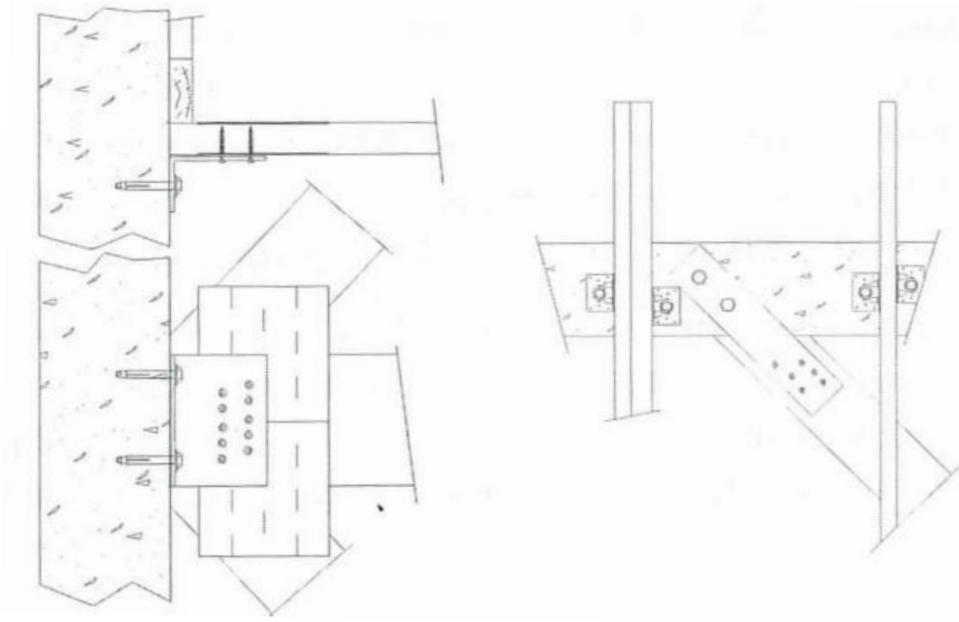
Ancrages et assemblages



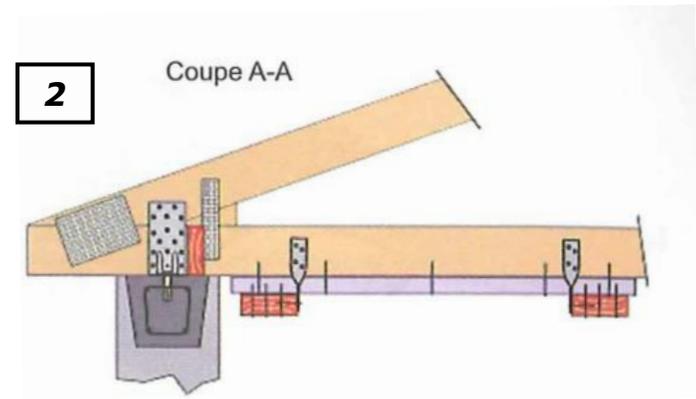
2 2'



2'



2



Tous documents: Source / AFPS



3-14/ Les éléments non-structuraux

45 /52

Les éléments non-structuraux présentent **un risque important** dans les constructions, et spécialement dans les zones à risque faible et limité.

Ils doivent être vérifiés selon l'EN 1998 – chapitre 4 pour un **effort sismique horizontal F_a** et un **coefficient de comportement égal à 1 ou 2**.

Il faut porter une attention particulière aux ancrages et fixations des:

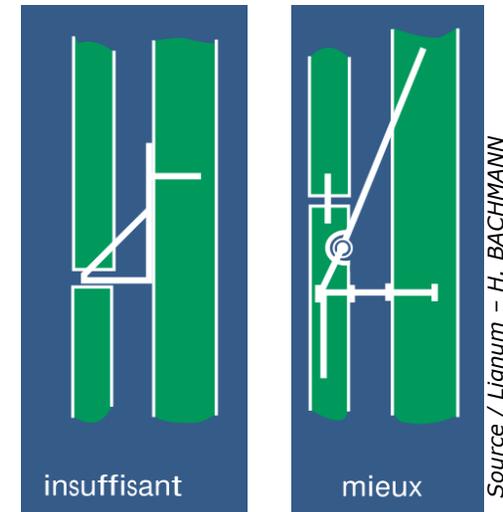
Cloisons légères intérieures

Revêtements extérieurs, façades légères et murs manteaux contre les forces horizontales

Garde-corps, parapets, **cheminées**

Faux-plafonds et luminaires

Installations et équipements



Pour les bardage rapporté sous AT, se reporter à la **Note d'information n°13 du GS2 – E-Cahiers du CSTB – Mars 2001**



D'après le Plan Séisme

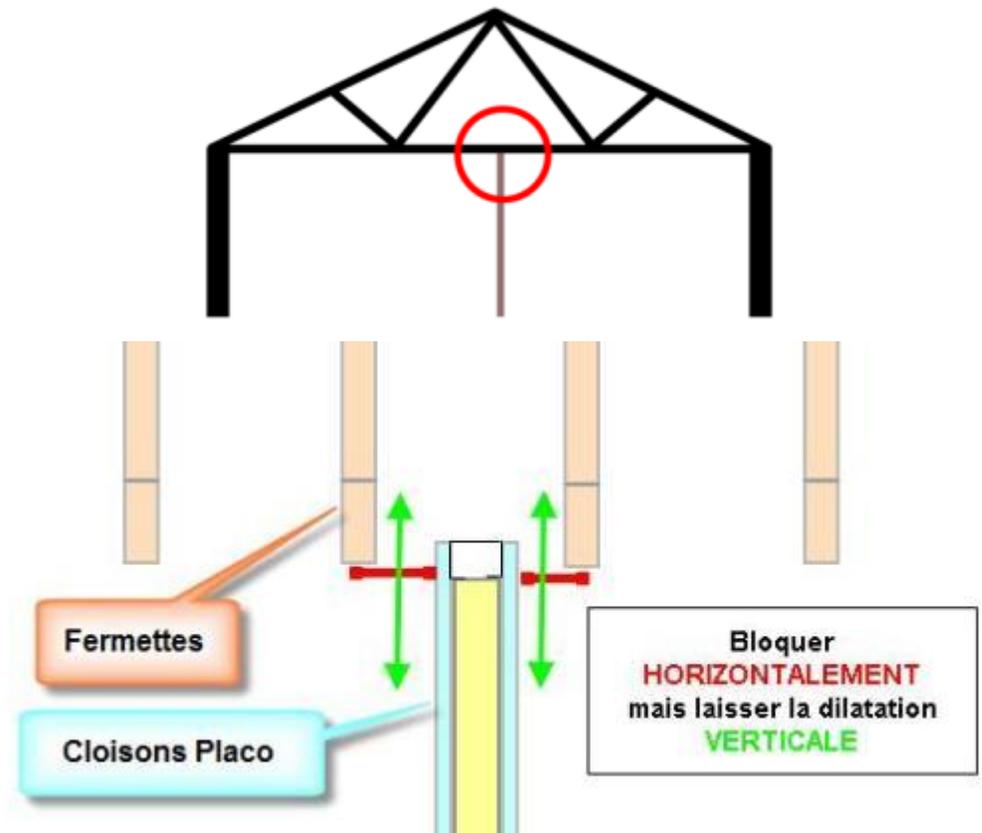
« **Un guide de dispositions constructives** (application de prescriptions sans formules) **est en cours d'élaboration** pour ces éléments et qui vaudra conformité à l'EC8 pour des bâtiments de catégorie II et III à partir de la zone faible (2). Il est établi en concertation avec les professionnels de la construction (contrôleurs techniques, artisans, concepteurs). »

Règles de moyens PS-MI

Cloisons toujours reliées à la structure porteuse: pas de bords libres horizontaux

Baies et ouvertures: *si l ou h >2,5 m*, prévoir un **encadrement de section minimale** en zone 2 et 3: 10 cm² et zone 4: 16 cm²

Plafonds suspendus/fixés: se référer au DTU 58.1 ou au DTU 25.231 (plafonds terre cuite de type A)





i Mise en œuvre des revêtements extérieurs en lame et bardeaux de bois couverts par le DTU 41.2 – Note d'information FCBA/CSTB – 17 Septembre 2012

Quelques extraits:

Toute zone de sismicité / tout bâtiment / toute classe de sol

Masse surfacique **revêtement < 25 kg/m²**

Fixations revêtement/ossature secondaire: **Ømini 2,5 mm, pénétration 22mm**

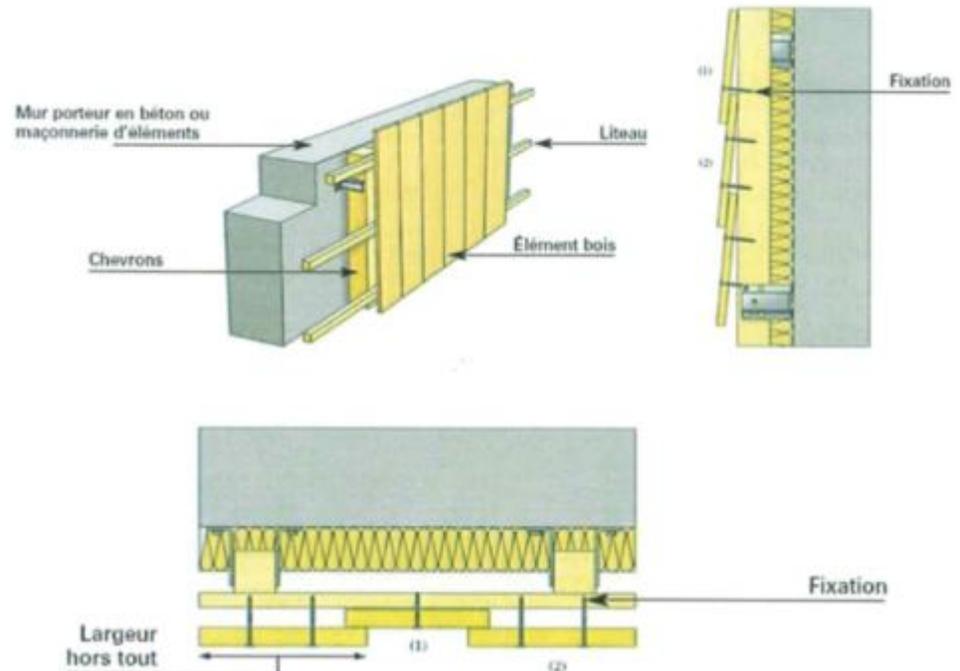
Fixation ossature secondaire/gros œuvre bois: **Ømini 2,1 mm, pénétration 30mm**

Pattes équerres dans béton:

- Longueur **250 mm maximum**
- Distance maximum **1,35 m** entre équerres
- Dimension petite aile : **50 mm x 50 mm**

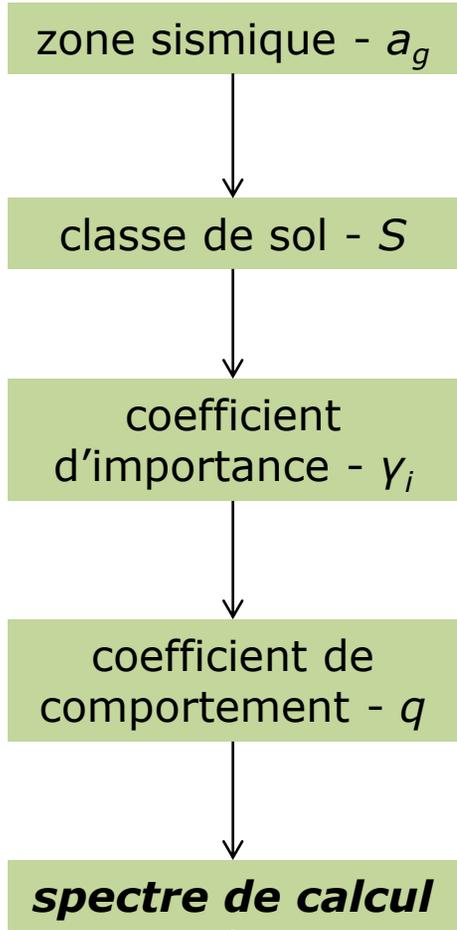
Ossature secondaire: **6 m continu** maximum

	Longueur de la grande aile des pattes-équerres				
	150 mm				
	zone sismique	Catégorie d'importance du bâtiment			
I		II	III	IV	
Sollicitation des chevilles en traction (daN)	1	/	/	/	/
	2	/	/	431	456
	3	/	480	525	574
	4	/	588	663	741
	5	/	743	856	971
Sollicitation des chevilles en cisaillement (daN)	1	/	/	/	/
	2	/	/	72	76
	3	/	80	88	96
	4	/	98	111	123
	5	/	124	143	162





3-15/ Eurocode 8 – Principe de calcul



Catégorie d'importance	Description
I	 <ul style="list-style-type: none"> Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II	 <ul style="list-style-type: none"> Habitations individuelles. Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. Habitations collectives Bureaux ou établissements Bâtiments industriels Parcs de stationnement
III	 <ul style="list-style-type: none"> ERP de catégories 1, 2 et 3 Habitations collectives Bâtiments pouvant accueillir plus de 500 personnes Établissements sanitaires Centres de production Établissements scolaires
IV	 <ul style="list-style-type: none"> Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise.

Catégorie d'importance	Coefficient d'importance γ_i
I	0,8
II	1
III	1,2
IV	1,4

Principe de dimensionnement et classe de ductilité	q	Exemples de structure
Capacité réduite à dissiper l'énergie — DCL	1,5	Consoles, poutres, arcs avec deux ou trois assemblages brochés ; treillis assemblés par connecteurs
Capacité moyenne à dissiper l'énergie — DCM	2	Panneaux de murs collés avec diaphragmes collés, assemblés par clous et boulons ; treillis avec assemblages brochés et boulonnés ; structures mixtes composées d'une ossature en bois (résistant aux forces horizontales) et d'un remplissage non porteur
	2,5	Portiques hyperstatiques avec assemblages brochés et boulonnés (voir 8.1.3(3)P)
Capacité élevée à dissiper l'énergie — DCH	3	Panneaux de mur cloués avec diaphragmes collés, assemblés par clous et boulons ; treillis avec assemblages cloués
	4	Portiques hyperstatiques avec assemblages brochés et boulonnés (voir 8.1.3(3)P)
	5	Panneaux de mur cloués avec diaphragmes cloués, assemblés par clous et boulons

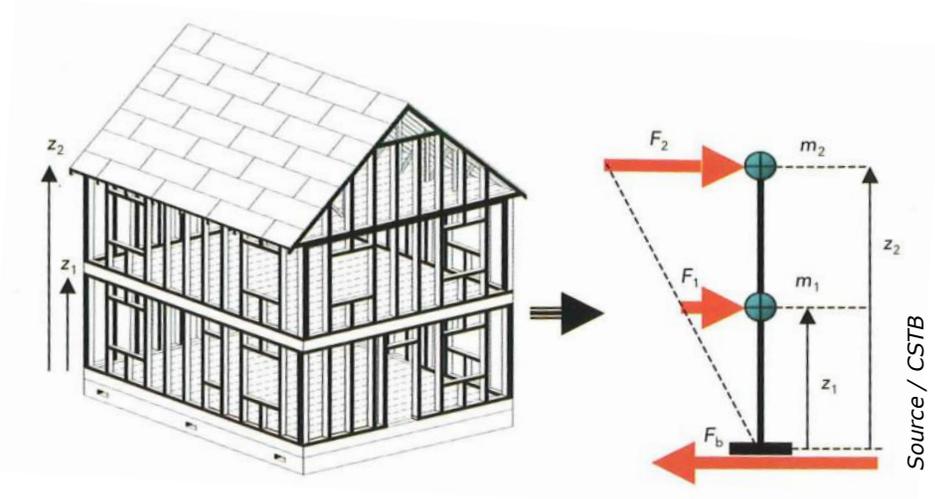
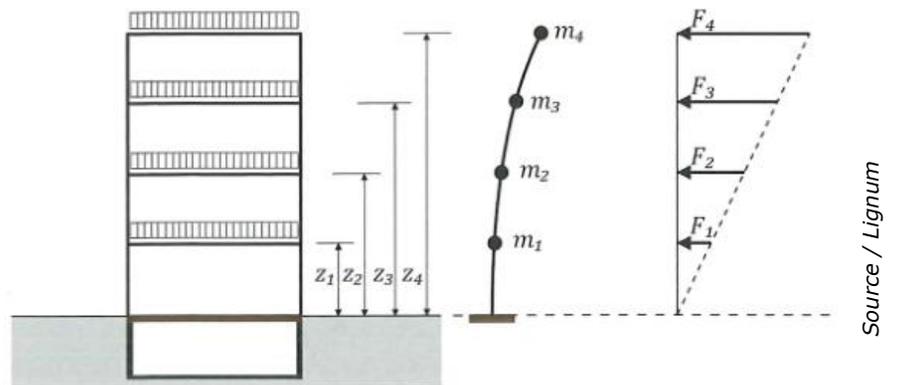


choix de la méthode de modélisation

prise en compte de la torsion

calcul des efforts par étages / par masse modélisée

vérification de la stabilité
vérification des déplacements
vérification des éléments





Présentation de l'opération collective MI-SISBOIS

1/ Les séismes

2/ La réglementation parasismique et son application

3/ Comment concevoir un bâtiment bois en zone sismique ?

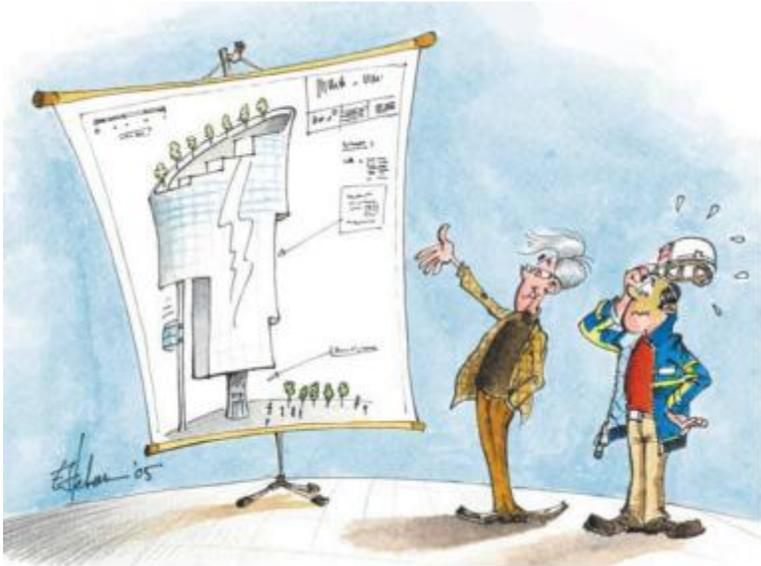
4/ LES COUTS DE LA CAONSTRUCTION PARASISMIQUE

Conclusion



4/ Les coûts

On peut estimer les coûts de la construction parasismique entre **0,5 et 3% du prix du bâtiment à construire** si les aspects parasismiques ont été pris en compte dès les premières étapes de la conception.



Source / Lignum



Source / Lignum

Sources

DDE Hautes Pyrénées – 2004 – base PS92 – pour bâtiment courant de moins de 3 étages / DirEn Rhône Alpes / Plan Séisme / Fondation pour la dynamique des structures et le génie parasismique (Suisse)



Les constructions bois ***répondent généralement bien*** face au séisme.

Il faut ***concevoir « parasismique »***.

Les modifications structurelles par rapport à une conception classique ***restent limitées***.

Il faut maîtriser la ***qualité d'exécution des travaux***.



Merci de votre attention

CRITT BOIS
27, rue Philippe Séguin
Bât 4 - BP 91067
88051 EPINAL Cedex 9

www.cribois.net

info@cribois.net