

La construction face
au risque sismique

-

Nouvelle
réglementation

-

Auch
27 novembre 2012

Construire en zone sismique

-

Conception et bonnes pratiques

Albane RAMBAUD

Sandrine MARNAC

**CETE du Sud Ouest / DALET de
Toulouse**



Centre d'Études Techniques de l'Équipement
du Sud-Ouest

www.cete-sud-ouest-developpement-durable.gouv.fr

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

- Construire en zone sismique
 - Conception Parasismique
 - Implantation / choix du site
 - Architecture
 - Reprise des efforts
 - Dispositions constructives
 - Mise en œuvre Parasismique
 - Éléments non structuraux



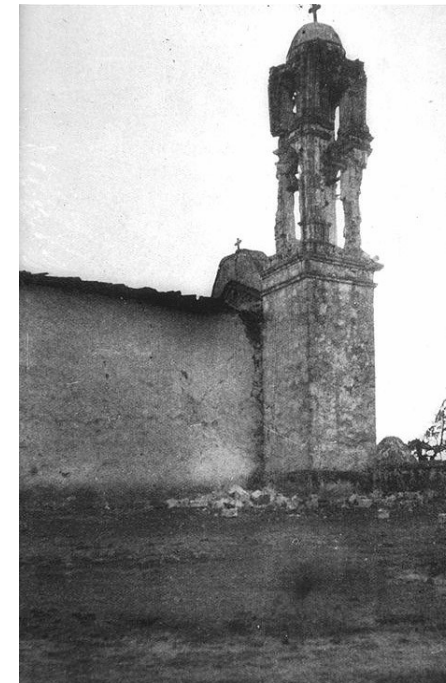
Une conception parasismique

- Une conception parasismique permet :
 - De minimiser les effets des charges sismiques
 - D'assurer la résistance
 - D'abaisser le cout de la protection parasismique
- Les bases d'une conception parasismique:
 - Prendre en considération l'implantation de l'ouvrage
 - Intégrer une architecture favorable à la résistance aux séismes, respectant les dispositions parasismiques des normes
 - Anticiper les effets destructeurs
 - Assurer la reprise des efforts

Quelle implantation ?



Eglise sur rocher

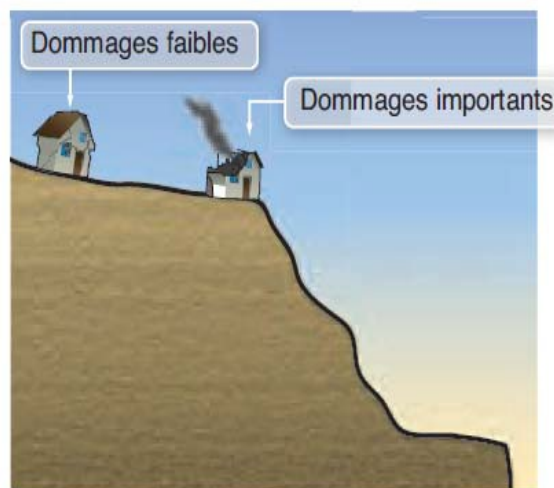
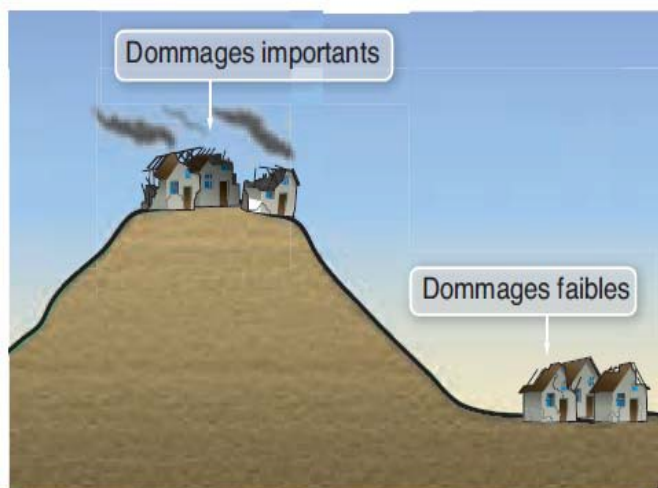


Eglise sur sol mou

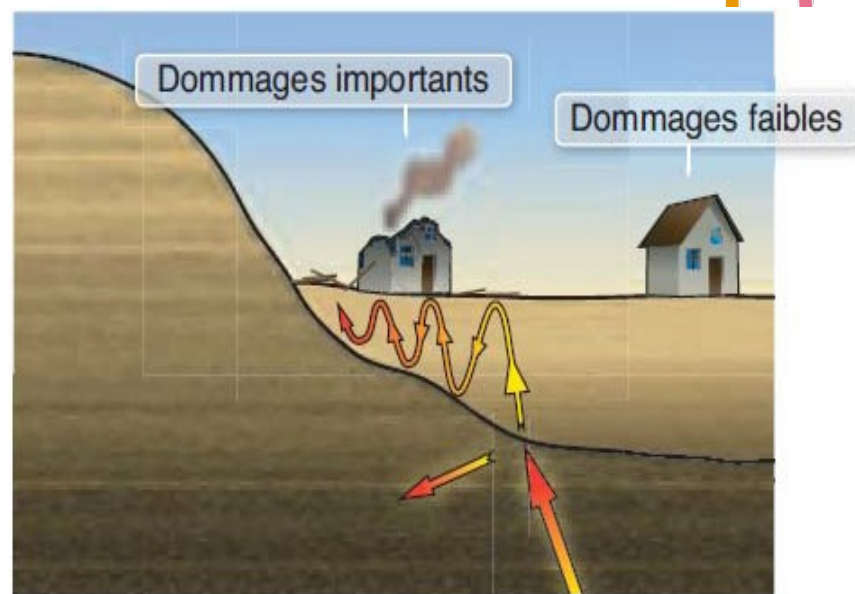
- Effets différents selon la résonance du bâtiment avec le sol
- Nécessité de connaître le type de sol pour l'utilisation des règles parasismiques

Choix du site

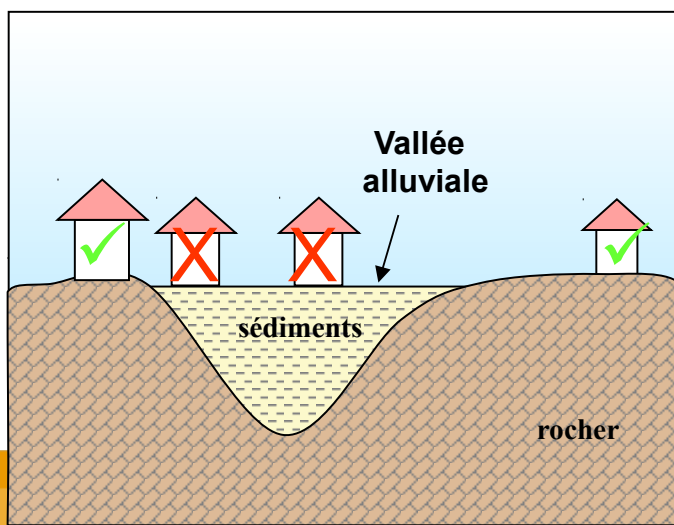
- Avant tout: Degré de sismicité local et études de sol
- Les mouvements vibratoires à la surface du sol peuvent être amplifiés sous l'action d'**effet de site**:



Effets topographiques



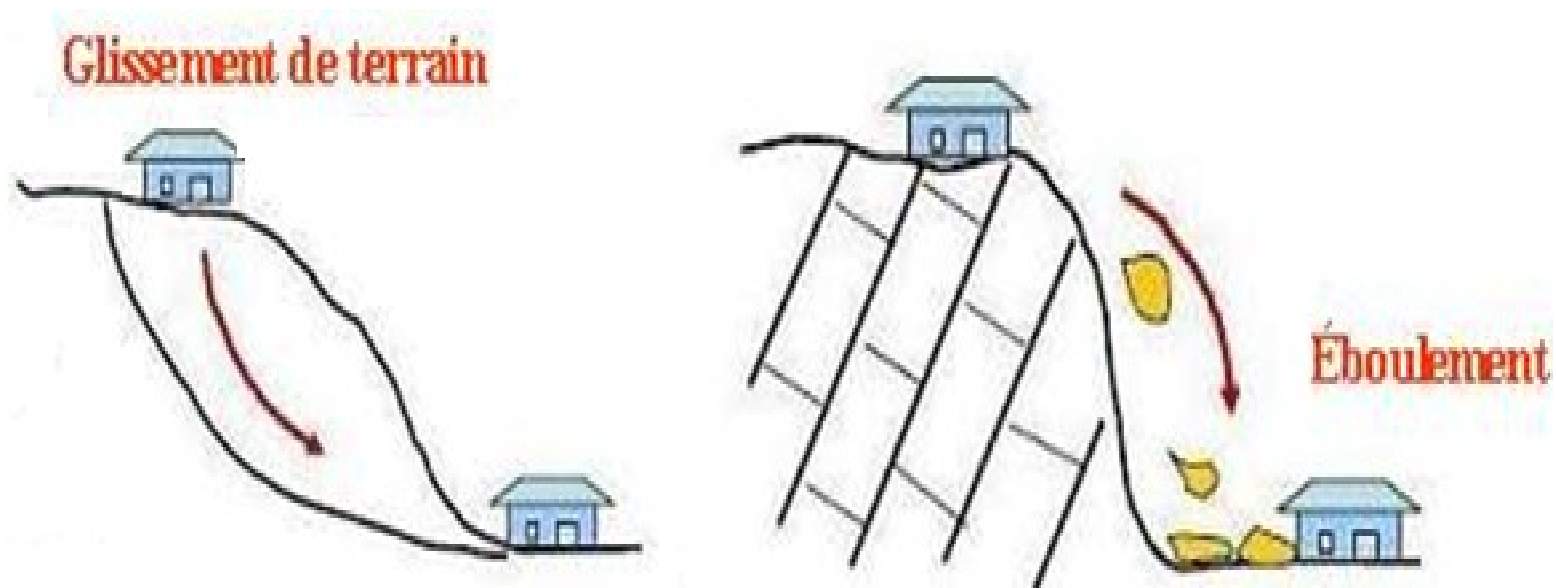
Effets lithologiques: sols mous



Effets de piégeages d'ondes

Choix du site

- Parfois, les séismes peuvent provoquer des **effets induits**:
 - Liquéfaction des sols
 - Glissements de terrain
 - Éboulement rocheux
 - Tsunamis...



Quel parti architectural ?



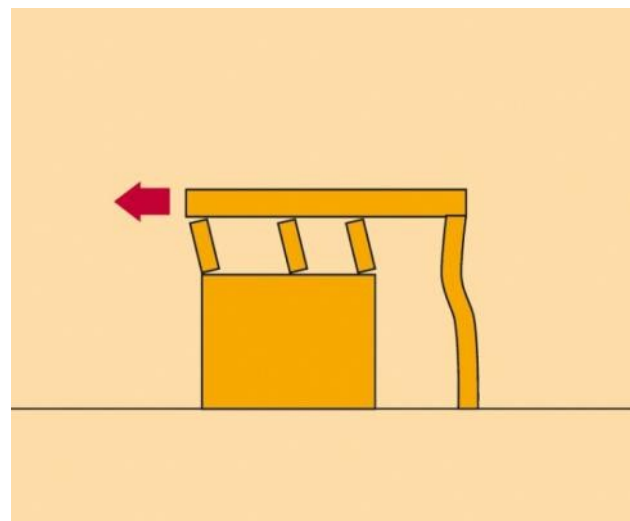
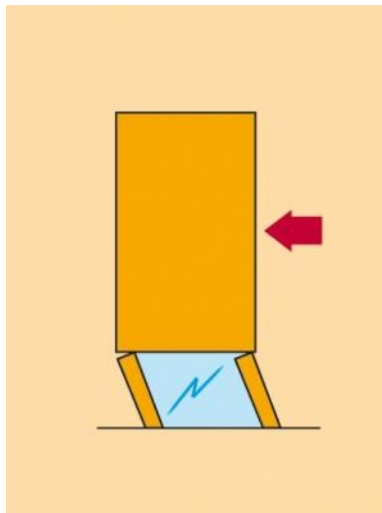
Défavorable



Favorable

L'architecture du bâtiment

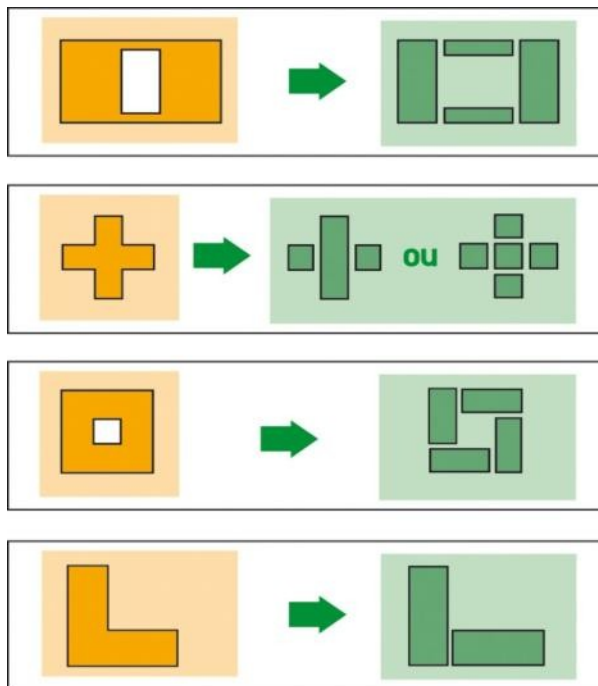
- Une bonne conception parasismique d'un ouvrage doit tenir compte:
 - De sa forme en plan et en élévation
 - Des éventuels couplages avec d'autres bâtiments,
 - Des points singuliers (trémies, poteaux courts, ...)



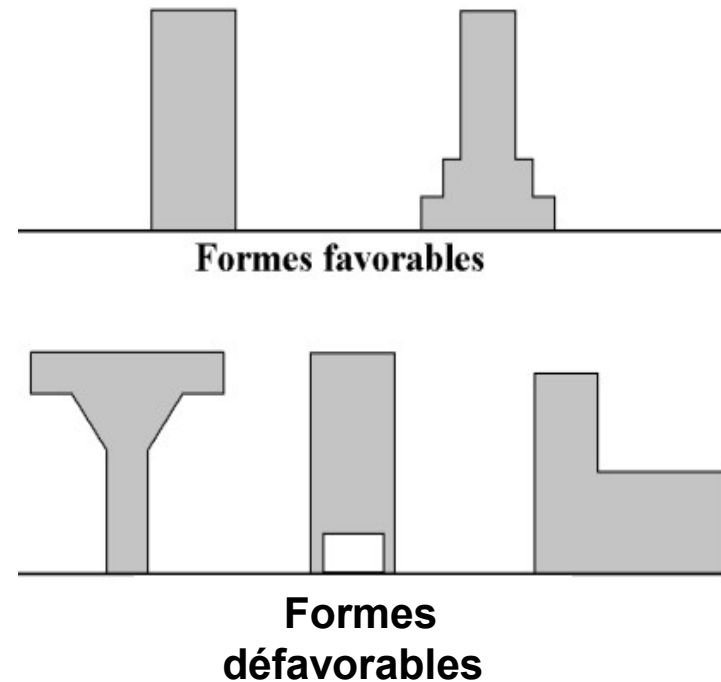
Forme du bâtiment

- La forme en plan et en élévation doit être la plus compacte possible

Forme en plan



Forme en élévation



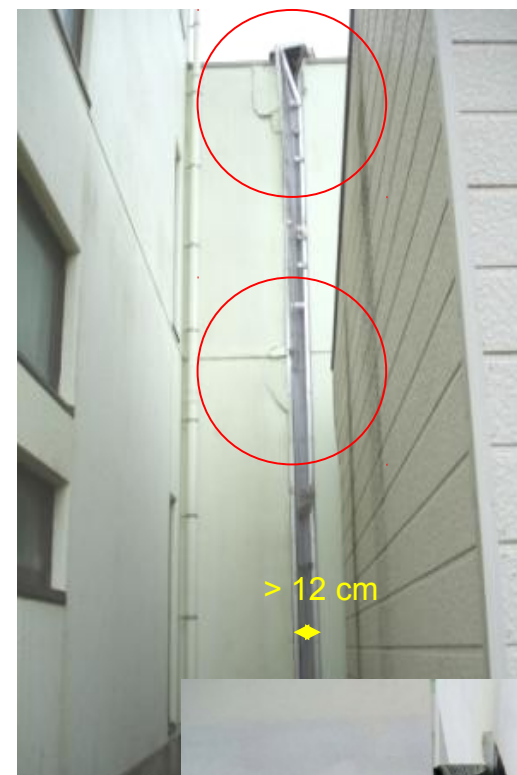
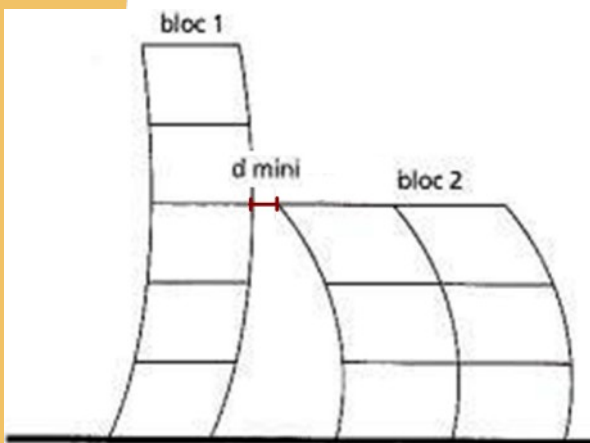
Préférer une forme simple, symétrique et régulière

Jointes de construction

- Pour éviter des irrégularités, il est possible de scinder le bâtiment par des joints parasismiques

Les joints doivent être vides de tous matériaux

Réalisation délicate des joints en raison des contraintes de circulation et d'étanchéité



Anticiper les effets destructeurs

Sont déconseillés:

- La présence de poteaux courts vulnérables aux charges sismiques
- Des angles vifs aux changements de direction et intersection d'éléments porteurs
- Les variations brusques de sections
- Les percements trop importants dans les murs porteurs
- La présence de porte à faux important



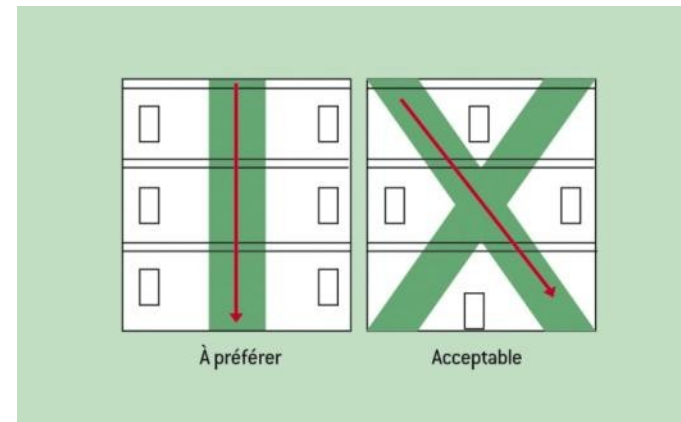
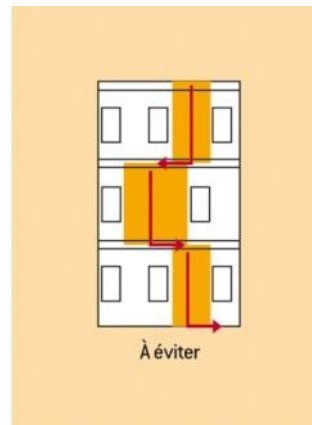
Angle rentrant dans un plan horizontal



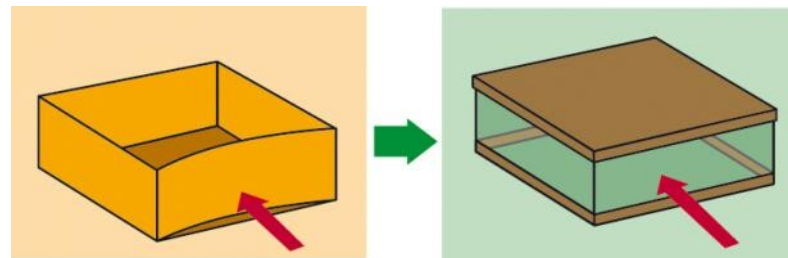
Reprise des efforts

- Les **contreventements** assurent une stabilité horizontale et verticale de la structure lors des secousses. Ils doivent être dimensionnés dès la naissance du projet
- La distribution des éléments structuraux et des ouvertures doit être pensée vis-à-vis de la descente de charge sismique

Transit des efforts dans les voiles



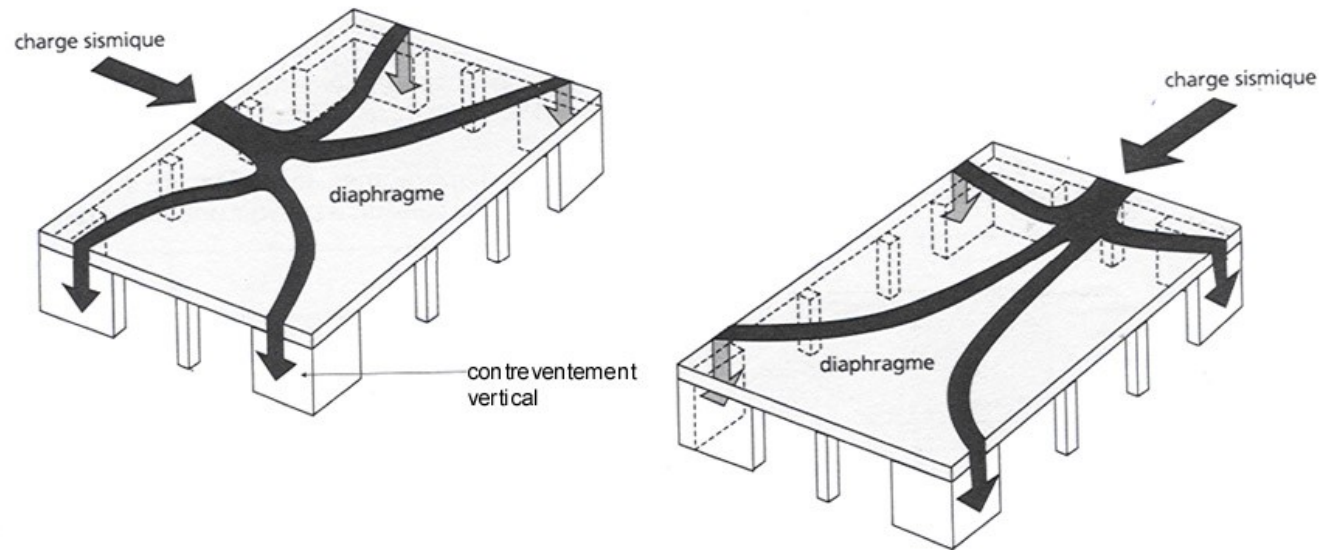
Importance des diaphragmes



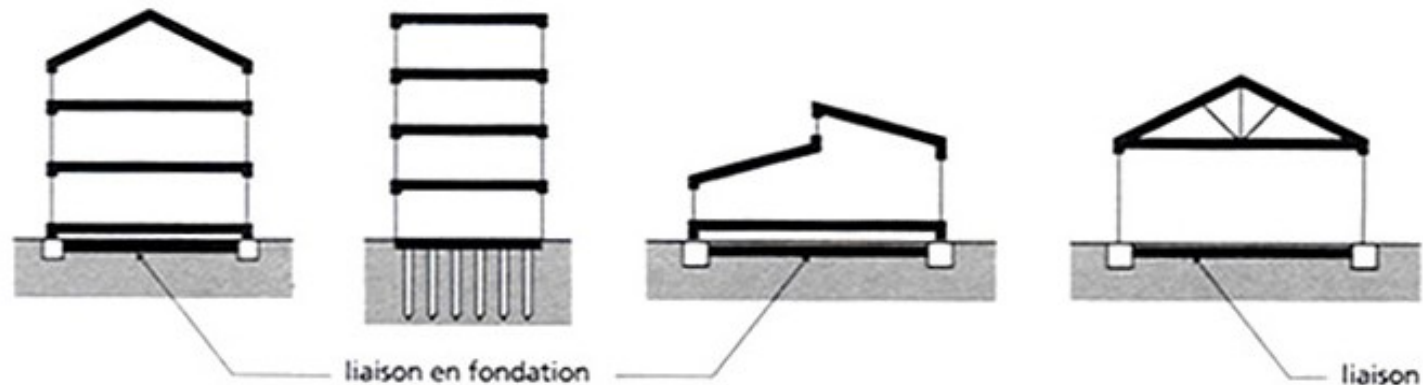
Préférer une distribution uniforme des masses

Reprise des efforts

- Concevoir les planchers et les toitures en tant que **diaphragme rigide**

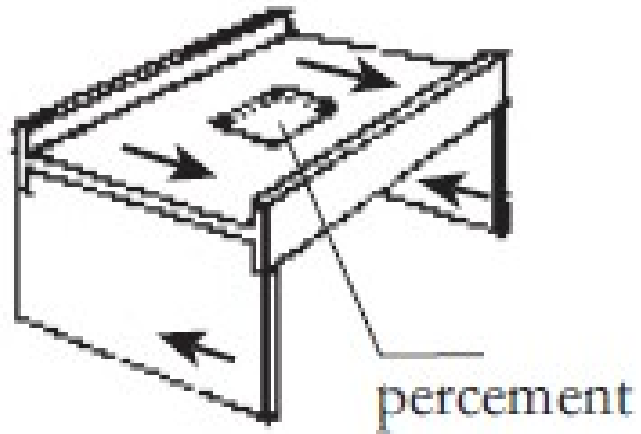


- Localisation des diaphragmes
 - Planchers de tous les niveaux
 - Versants des toitures
 - Plans des entrants (charpentes)



Reprise des efforts

- Éviter d'affaiblir les diaphragmes



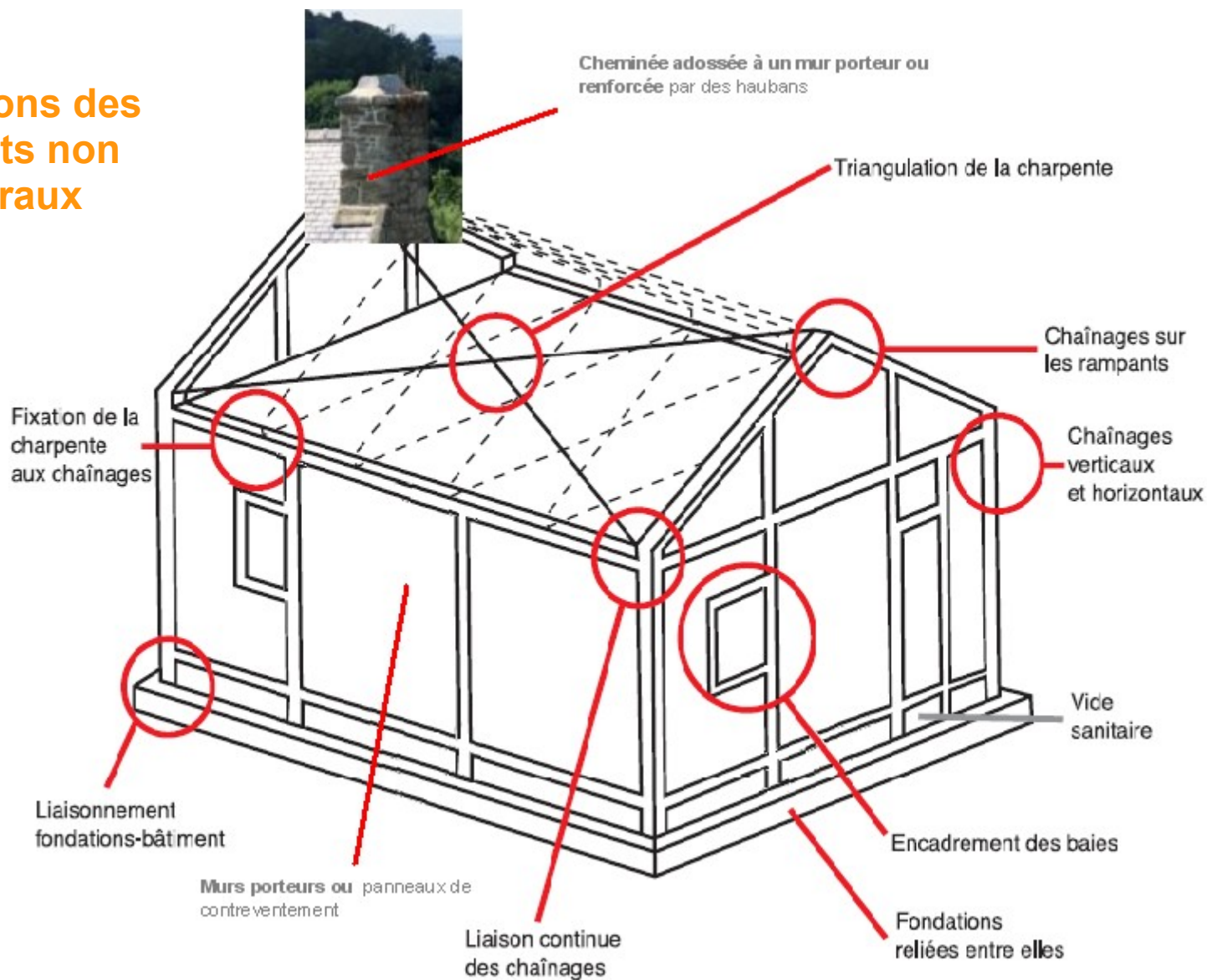
Le choix des matériaux

- Il n'existe pas de matériau plus « parasismique » qu'un autre: il est très important de trouver un compromis:
 - Une **bonne résistance mécanique**, tel que l'acier, les alliages d'aluminium et, dans une moindre mesure, le béton armé précontraint
 - Une **ductilité élevée**, tel que l'acier et les alliages d'aluminium et, dans une moindre mesure, le béton armé correctement ferrailé
 - Un **rapport « résistance/masse » élevé**, tel que le bois, l'acier et l'alliage d'aluminium

Préconisés	A proscrire
<ul style="list-style-type: none">• Les murs en béton banché armé ou chaîné• Les ossatures métalliques• Les ossatures en bois• Les murs porteurs en maçonnerie de briques réalisés à l'italienne, de parpaings avec des chainages horizontaux et verticaux	<ul style="list-style-type: none">• Les ossatures poteau/poutre avec remplissage maçonnerie → système de construction plus vulnérable après séisme.• Les maçonneries non chaînées ou non armées

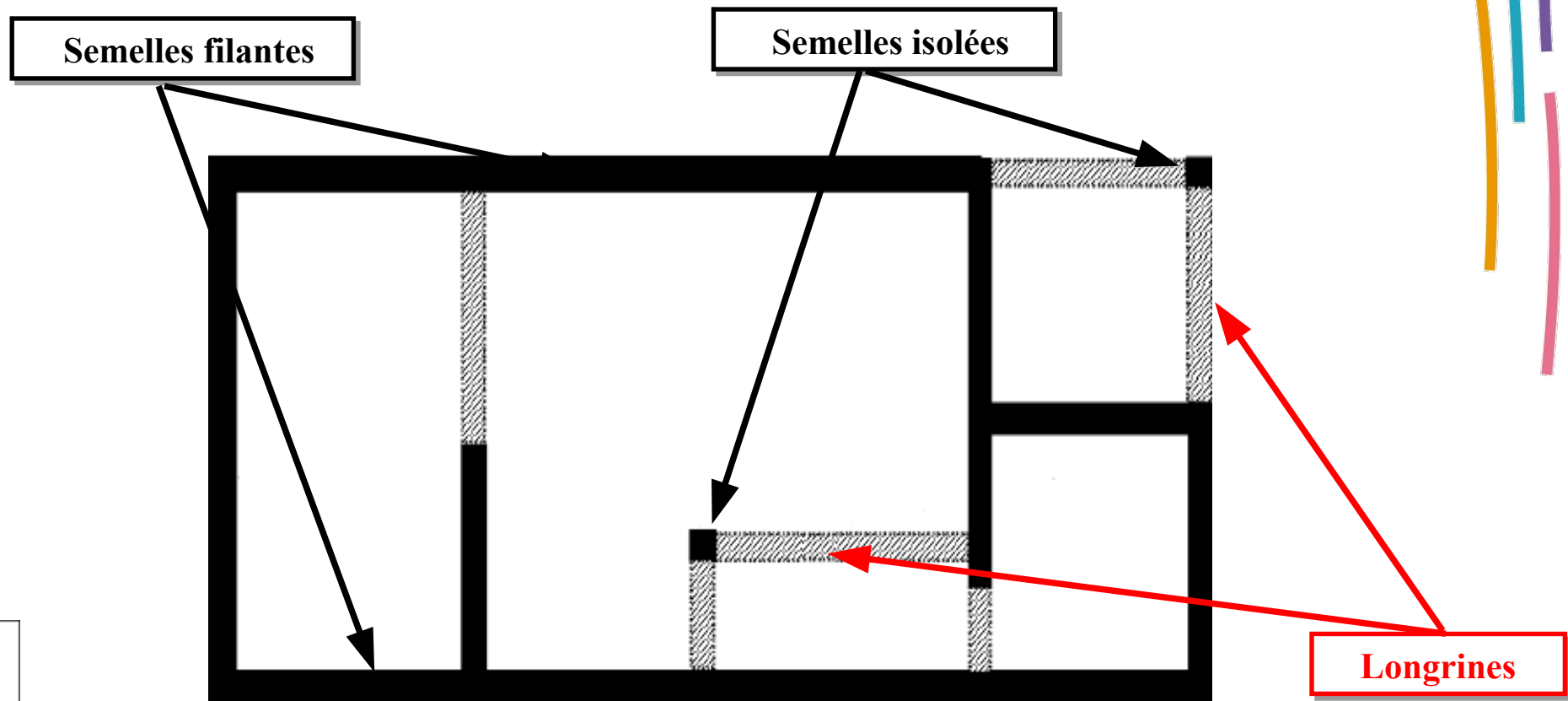
Quelles dispositions constructives ?

+ fixations des éléments non structuraux



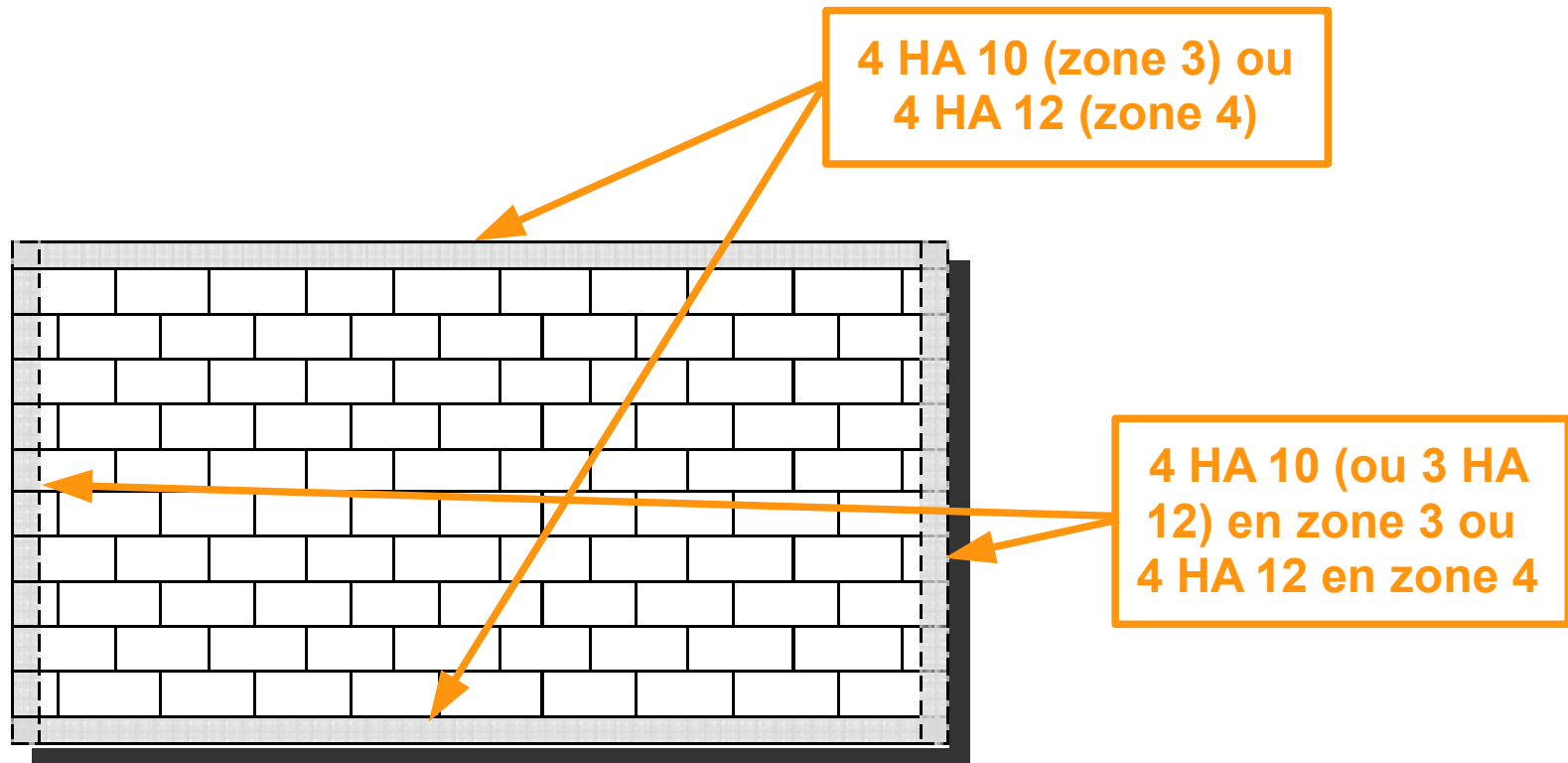
Fondations

- Continuité mécanique (liaisons) entre fondations: Les fondations superficielles doivent être liées entre elles dans les deux directions par un système de longrines, excepté sur un rocher ou lorsqu'il existe un dallage armé proche.



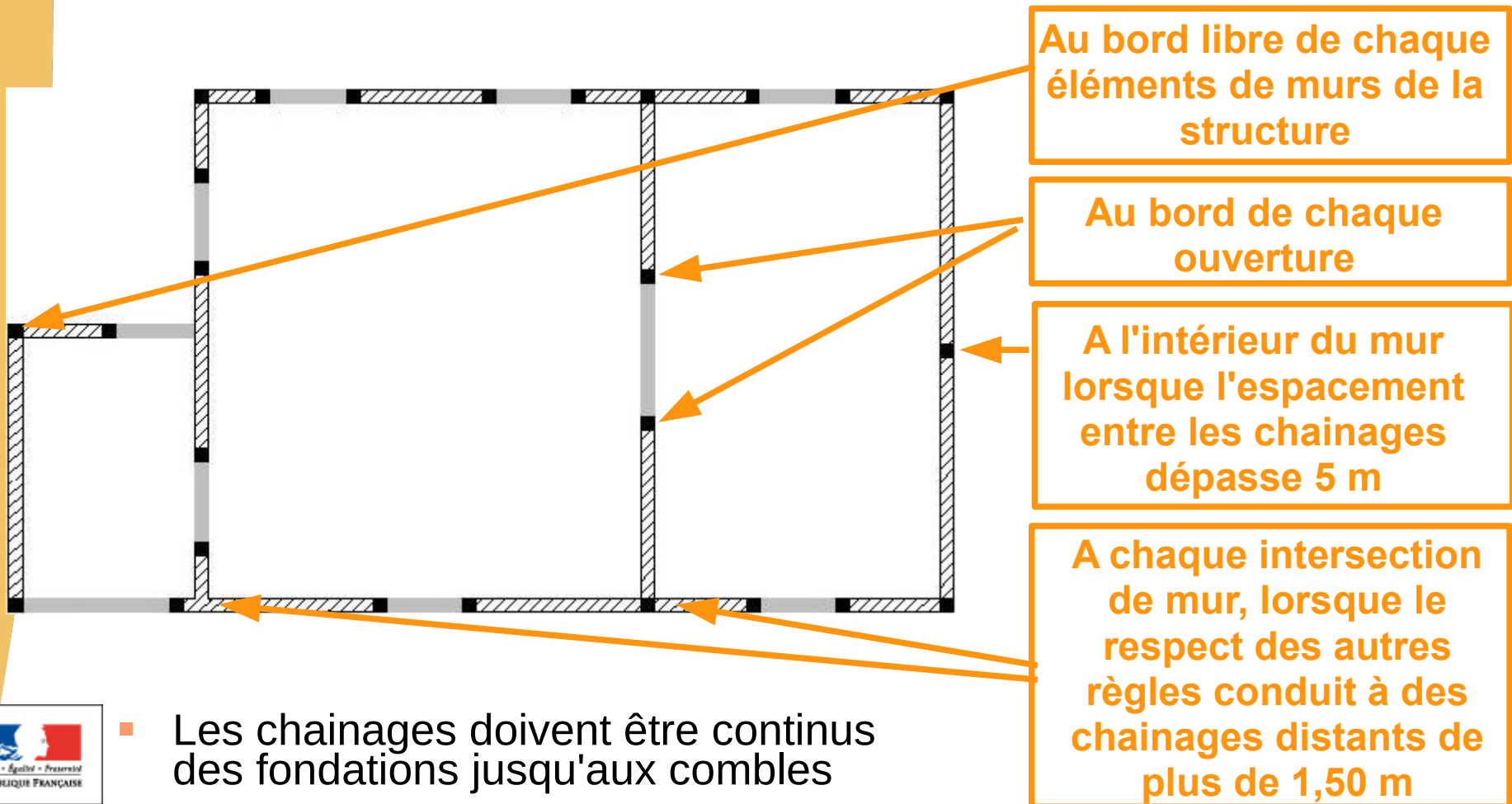
Les chainages

- Les murs doivent être bordés par des chainages horizontaux et verticaux.
- Le béton des chainages doit être coulé après exécution de la maçonnerie



Les chaînages verticaux

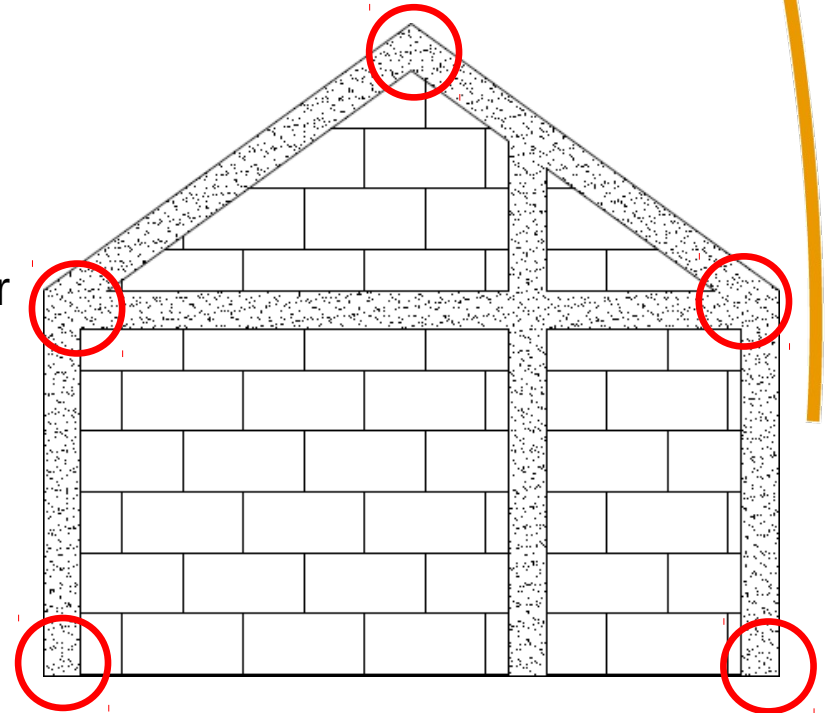
- Implantation des chaînages verticaux (selon l'Eurocode 8)



- Les chaînages doivent être continus des fondations jusqu'aux combles

Les chainages horizontaux

- Les chainages horizontaux doivent être placés:
 - Au niveau de chaque plancher
 - En couronnement des combles
 - Au niveau des fondations
 - Au niveau de l'appui d'une charpente
 - Au maximum tous les 4 m de hauteur



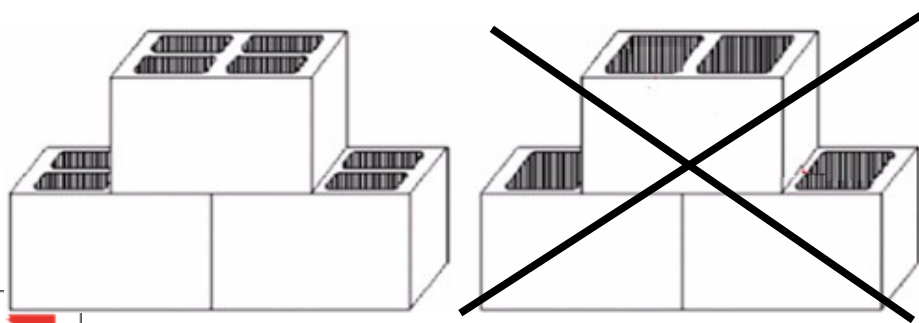
- La section d'armature des chainages de couronnement des combles non concernés par des appuis de charpente est au minimum de 2 HA 10.

Éléments de maçonneries

Suivant les zones, des conditions peuvent être imposées sur:

- L'épaisseur minimale des murs (en général 20 cm avec des éléments creux)
- La résistance à la compression des éléments de maçonnerie (blocs, briques)
- La résistance à la compression du mortier (en général, au minimum 10 MPa)

Dans tous les cas, les éléments creux doivent présenter une cloison longitudinale interne porteuse



Autorisé

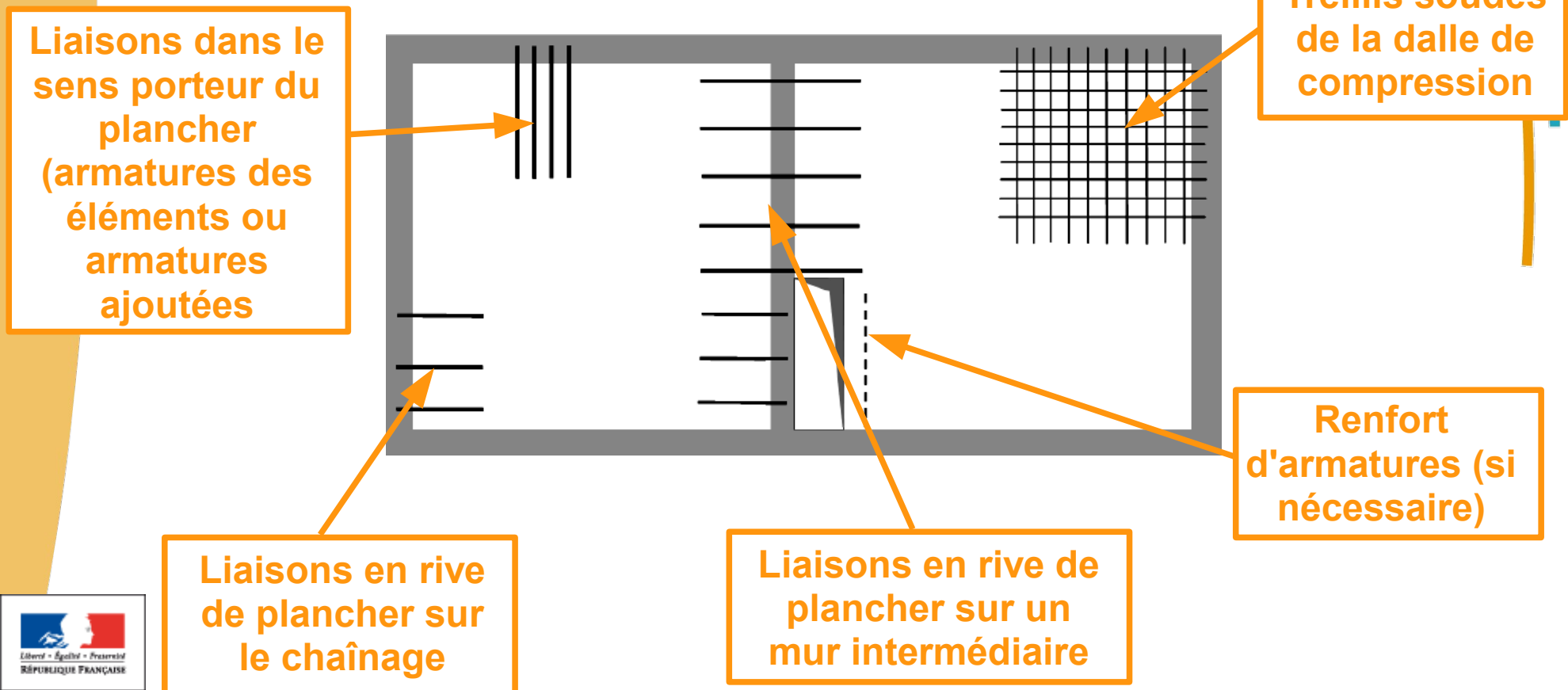
Non autorisé

Les maçonneries peuvent être montées à joints épais ou minces



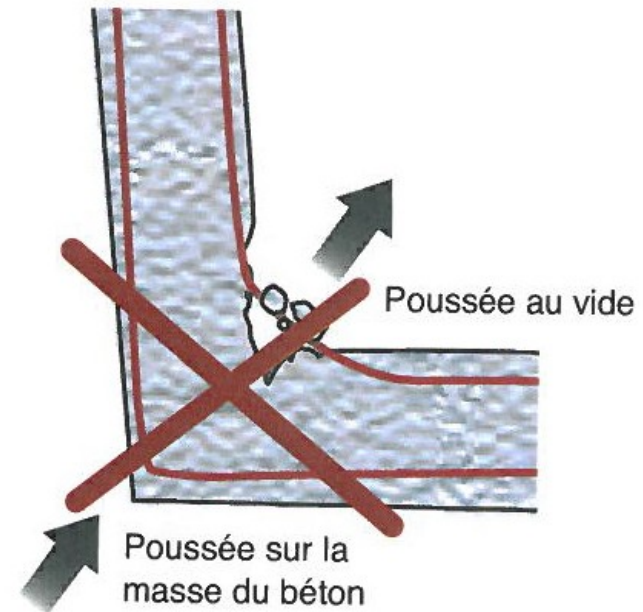
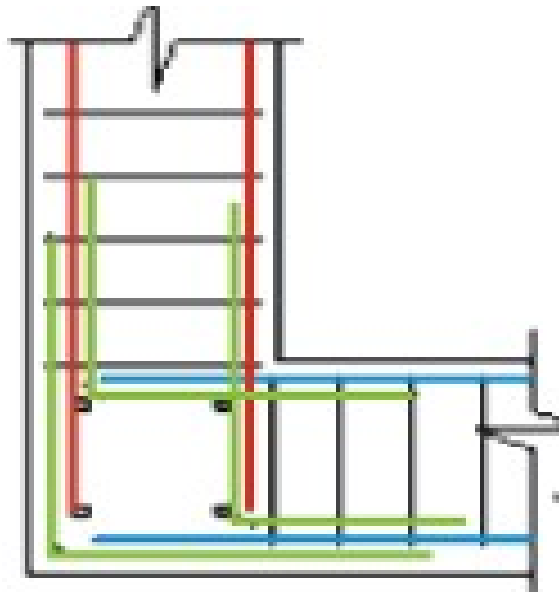
Les planchers en béton

- Les dispositions constructives imposées aux planchers visent à assurer un comportement en diaphragme rigide et la liaison avec les éléments de contreventement



Les armatures

- Continuité mécanique des aciers:
- Continuité dans les 3 directions – aucune poussée au vide
 - Recouvrement des barres longitudinales: $60 \varnothing$



**Diamètre de cintrage
des épingles $\geq 5,0$ cm**

Quelle mise en œuvre ?



?



Les maçonneries

Les armatures

- Mise en place incorrecte des chainages



Les maçonneries

- Désordres
 - Manque de chaînage
 - Non respect des contreventements

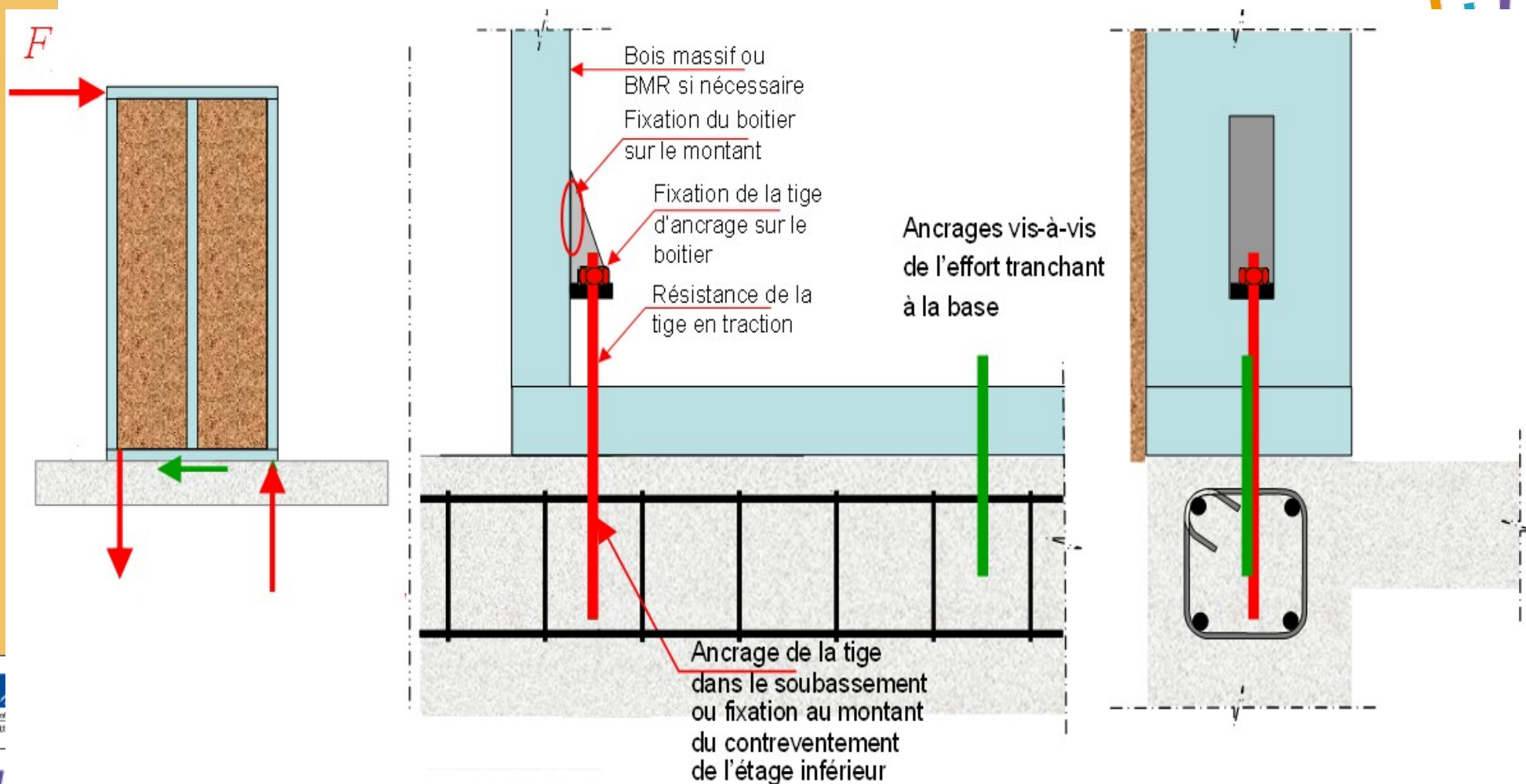


Annecy 1996



Les ossatures en bois

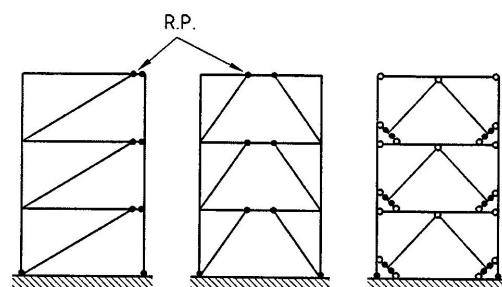
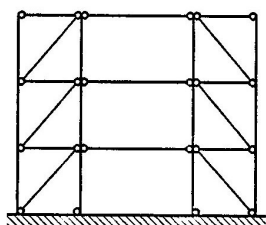
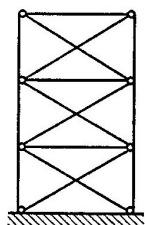
Les dispositions d'ancrage des panneaux visent à assurer la reprise de l'effort tranchant à la base et l'effet de renversement



Les ossatures en acier

centré

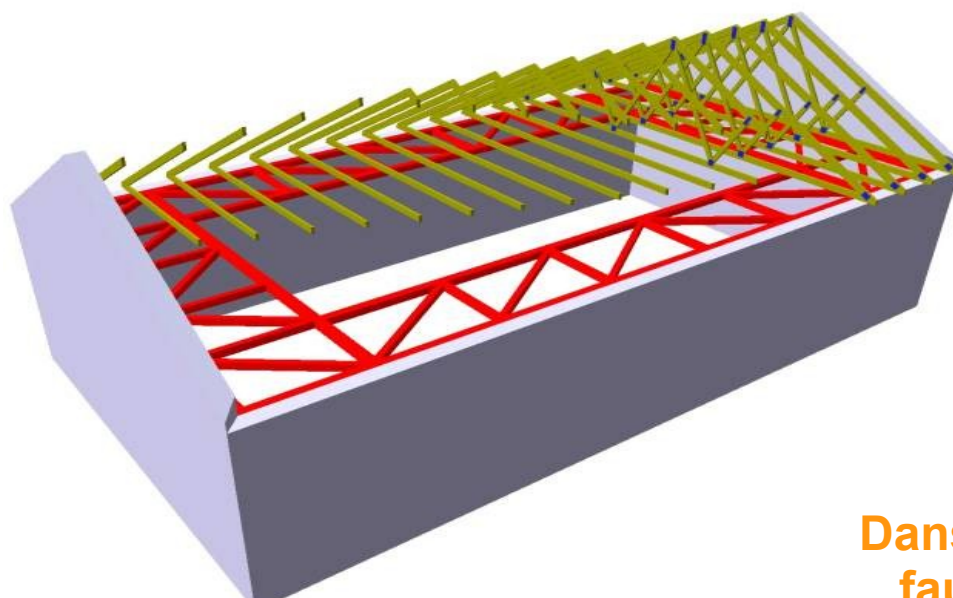
excentré



Contreventement : Prévenir le risque de flambement des diagonales

Les charpentes en bois

Charpentes par fermettes pour combles perdus

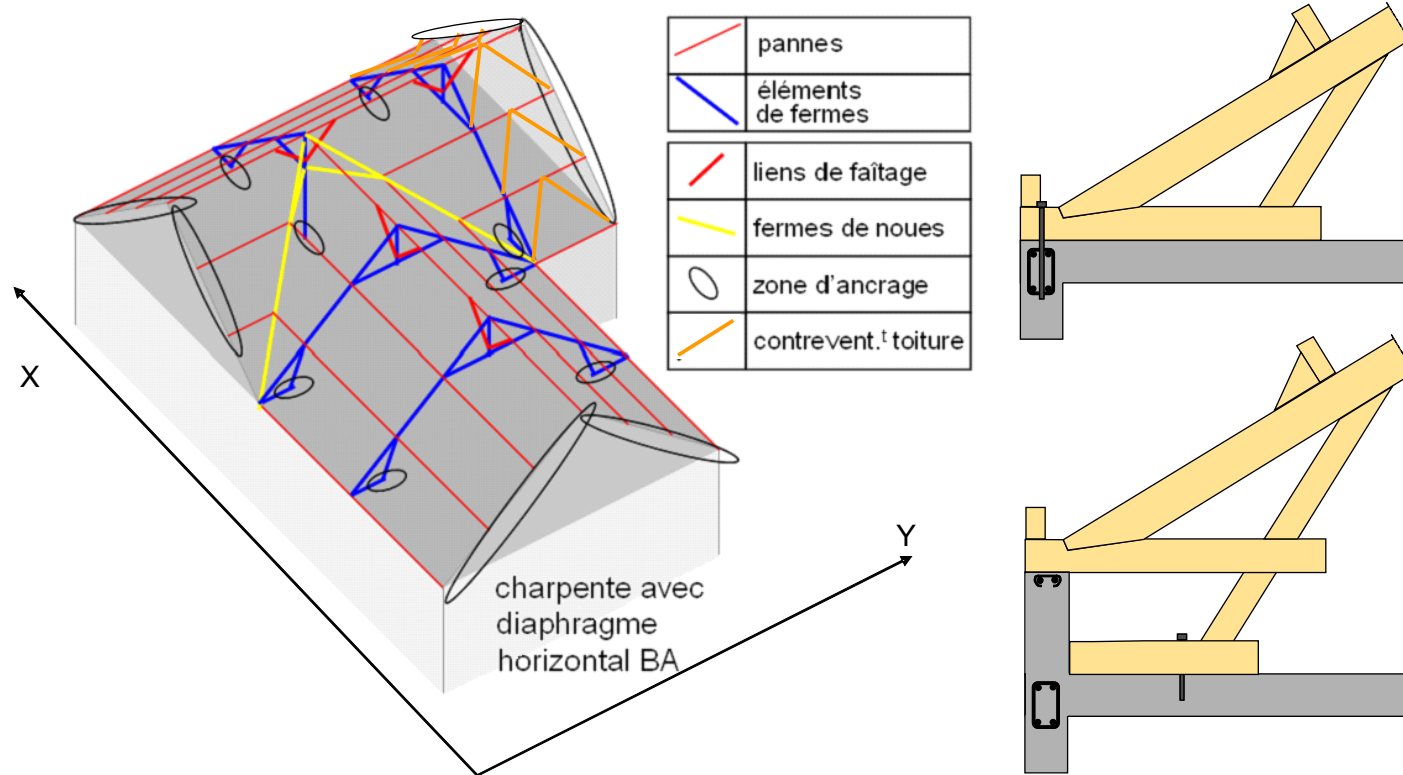


Dans le cadre de combles perdus, il faut reconstituer un diaphragme capable de distribuer les efforts sismiques aux murs de contreventement

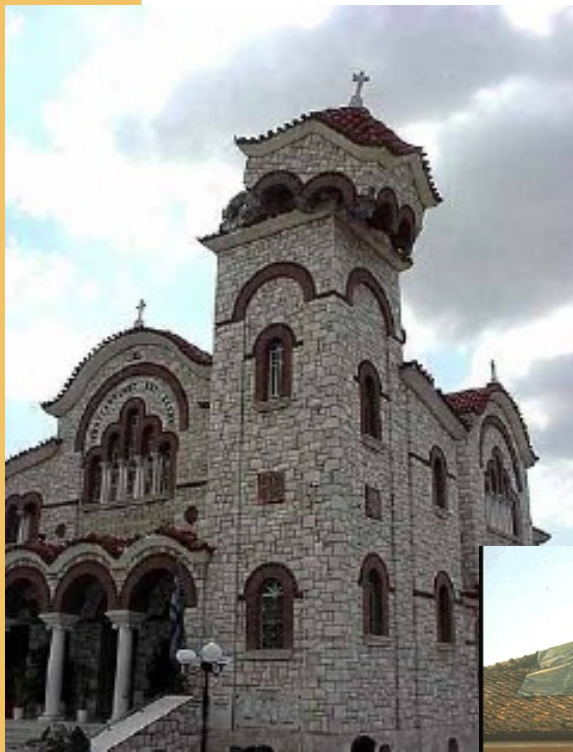
Les charpentes en bois

Charpentes traditionnelles

- Les ancrages des charpentes traditionnelles doivent assurer la liaison avec la structure porteuse et avec les pignons. La stabilité hors plan des fermes doit être assurée soit par des éléments de la charpente, soit par des éléments complémentaires



Éléments non structuraux ?



Les éléments non structuraux

Les cloisons

Les revêtements
muraux

Les balcons

Les plafonds
suspendus

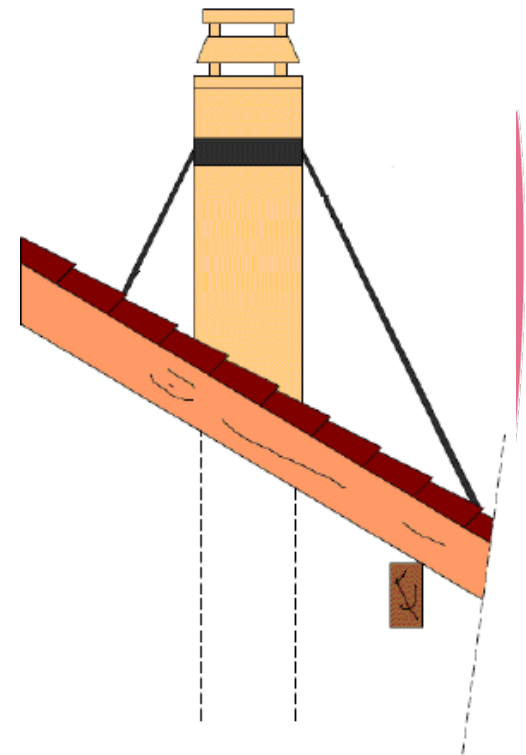
Les cheminées

Les canalisations et
réseaux

Les équipements
lourds

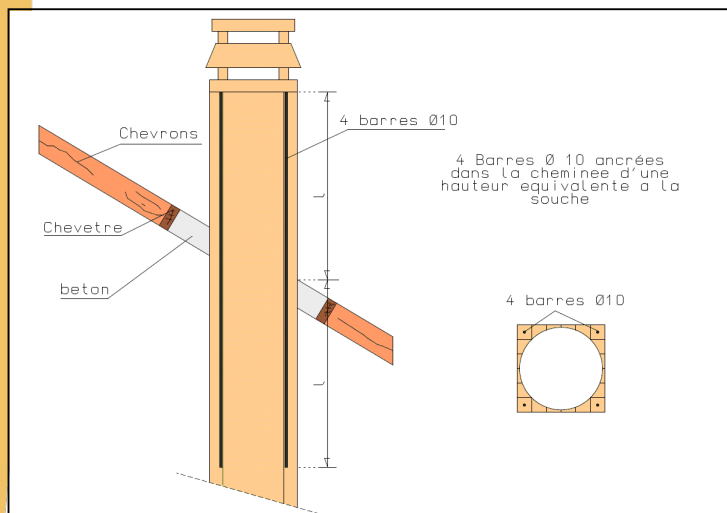
Les acrotères

Prévenir la chute des éléments par
une conception adéquate de leurs
fixation sur la structure

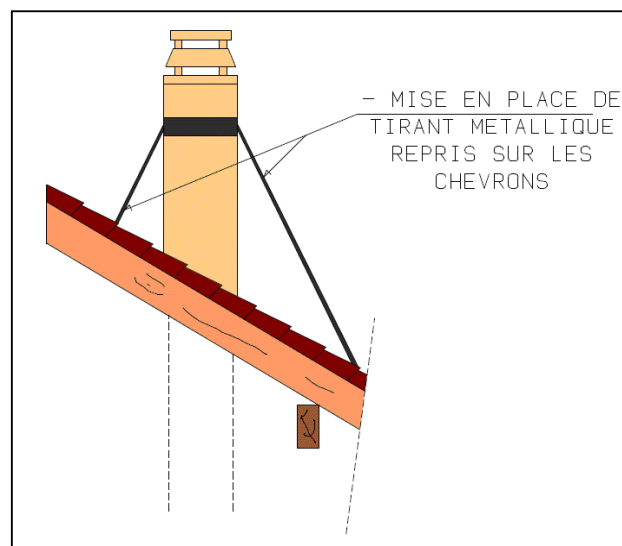
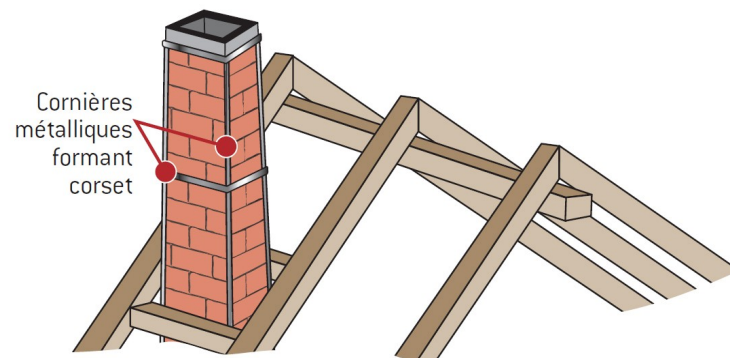


Cheminées

- Pour des hauteurs de souche comprises entre 1,40 et 2,00 m, renforcement de la cheminée par toute solution appropriée comme par exemple:



En prolongeant le conduit maçonneré à l'intérieur du bâtiment

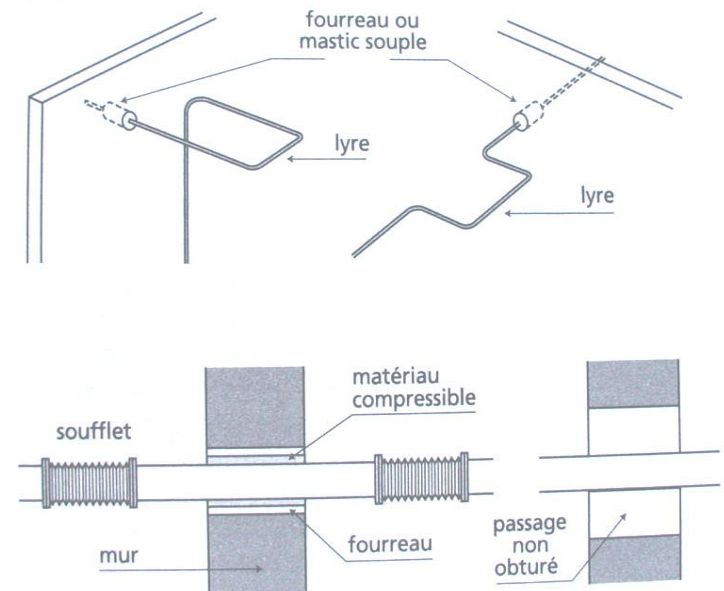


En haubanant la cheminée (solution particulièrement adaptée aux bâtiments existants)

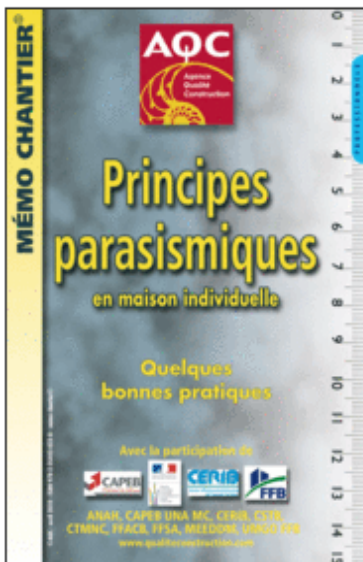
Équipements lourds et canalisations

- Lors d'un séisme, il est très courant que les équipements lourds (armoires électriques, ballon d'eau chaude...) se renversent; ils peuvent alors, soit blesser directement les occupants des locaux, soit bloquer les issues, gênant alors l'évacuation du bâtiment
→ Il faut donc les fixer à la cloison par des systèmes adéquats (vis, boulons, chevilles)

- Un séisme peut provoquer d'importants dysfonctionnements sur les différentes canalisations d'un bâtiment (eau, gaz,...) et même être à l'origine d'incendie ou d'explosion.
→ Les points à traiter en priorité sont les fixations ainsi que les liaisons avec les réseaux extérieurs



Pour développer...



www.planseisme.fr

www.qualiteconstruction.com



FIN



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

Ministère de l'Écologie, du Développement durable,
des Transports et du Logement

www.developpement-durable.gouv.fr