

Réparation de maisons traditionnelles et de maisons en maçonnerie

Présentation d'un processus de réparation
des maisons endommagées par le séisme

❖ Projets en cours et réalisés

- 3 types de projets en cours par la FAU :
 - Urbanisme participatif
 - Réhabilitation de dispensaires
 - Réparations et renforcement (retrofiting) de maisons jaunes
- Réparations de maisons jaunes : 2 projets en cours et 1 projet achevé
 - ECHO (achevé) : 220 maisons réparées à Gressier
 - CARITAS (en cours) : 20 achevées – 250 à faire à Gressier
 - CORDAID (en cours) : 75 maisons à PaP / 240 à Grand-Goave / 540 à Carrefour

❖ Evaluations détaillées

- Objectif :
 - Relevé exhaustif de tous les dommages sur la structure
 - Chiffrage prévisionnel de l'intervention
- Eléments de l'évaluation :
 - Quantitatif
 - Plan
 - Observations
 - Photos
- Equipe d'évaluation = binôme (ingénieur ou architecte) + GPS + Télémètre
- Cadence : 8 évaluations / jours

Les maisons en Bois-Clissé

architectes
de l'urgence

❖ Principe constructif traditionnel

- Structure et charpente en bois, parfois mixte avec une avancée en maçonnerie
- Panneaux de clissage (bois de palmier) parfois recouverts d'un enduit / torchis



- Sol au niveau du terrain naturel, généralement absence de macadam
- Couverture en tôle ondulée



❖ Etat et problèmes rencontrés

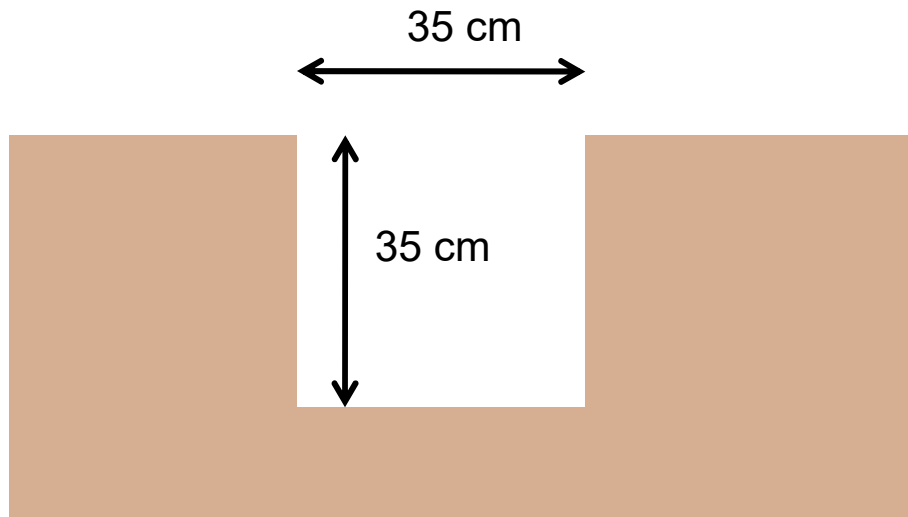
- Structures fragilisées ou endommagées suite au séisme
- Défauts de construction
- Usure des matériaux liée :
 - à l'ancienneté
 - au manque d'entretien
 - à l'humidité
 - aux insectes
- Sol régulièrement inondé
- Absence d'étanchéité des toitures

❖ Principe des réparations

- Construction de soubassements
- Renforcement de la structure et ancrage avec les fondations
- Contreventement de la structure
- Mise en place d'un macadam lissé
- Réfection de la couverture

❖ Principe des réparations

→ Etape 1 : Creuser tranchée

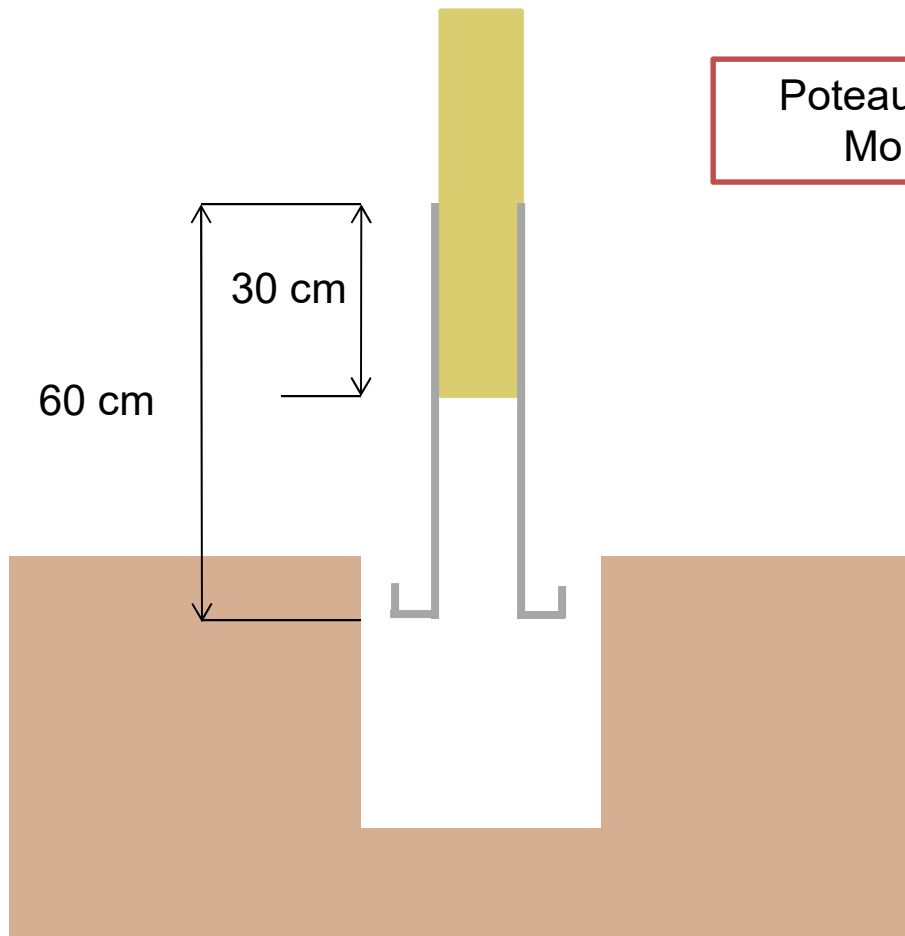


→ Etape 2 : Tracer le niveau de soubassement sur les quatre murs avec une ficelle à 25/ 30 cm au dessus du sol



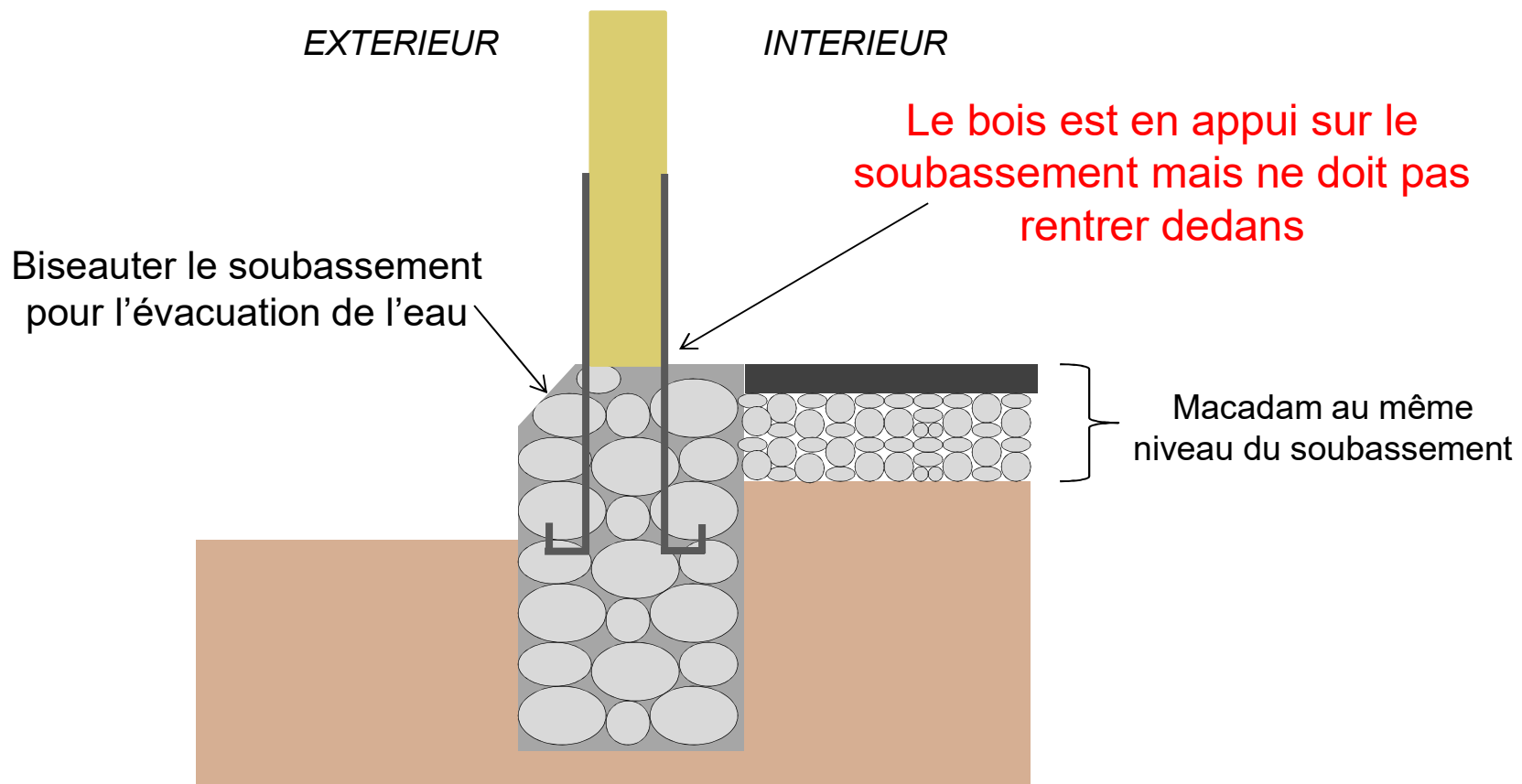
❖ Principe des réparations

→ Etape 3 : Couper la base des poteaux et ajouter strap RS 150 pour fixation dans le soubassement



❖ Principe des réparations

➔ Etape 4 : Bâtir le soubassement avec du mortier de ciment en appareillant les galets



❖ Principe des réparations

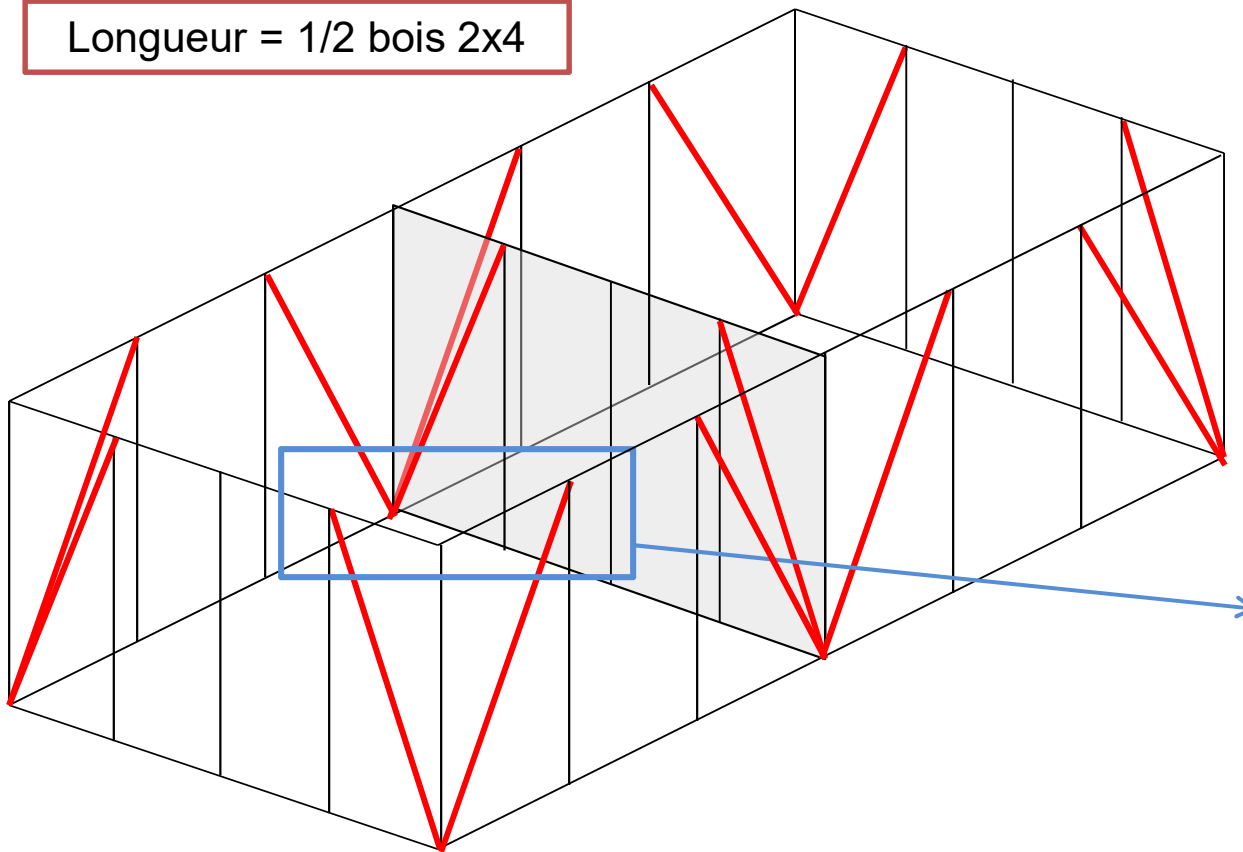
- Construction de soubassements
- Renforcement de la structure et ancrage de cette dernière avec les fondations



❖ Principe des réparations

→ Etape 1 : Contreventement vertical

Longueur = 1/2 bois 2x4

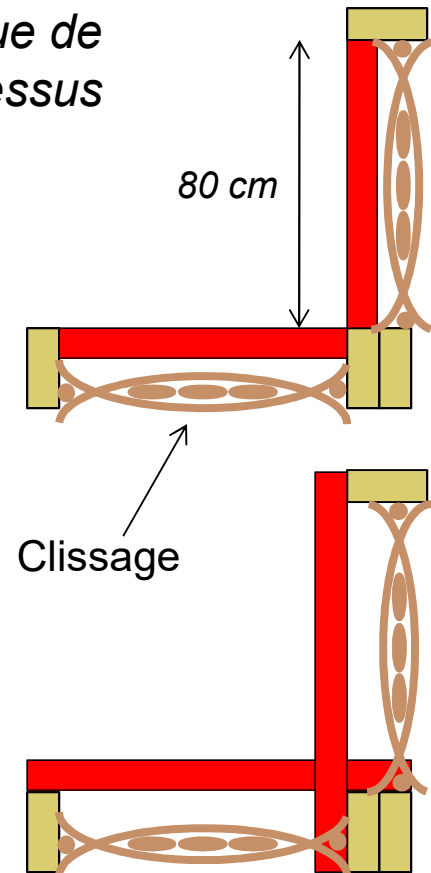


Vue de
dessus

80 cm

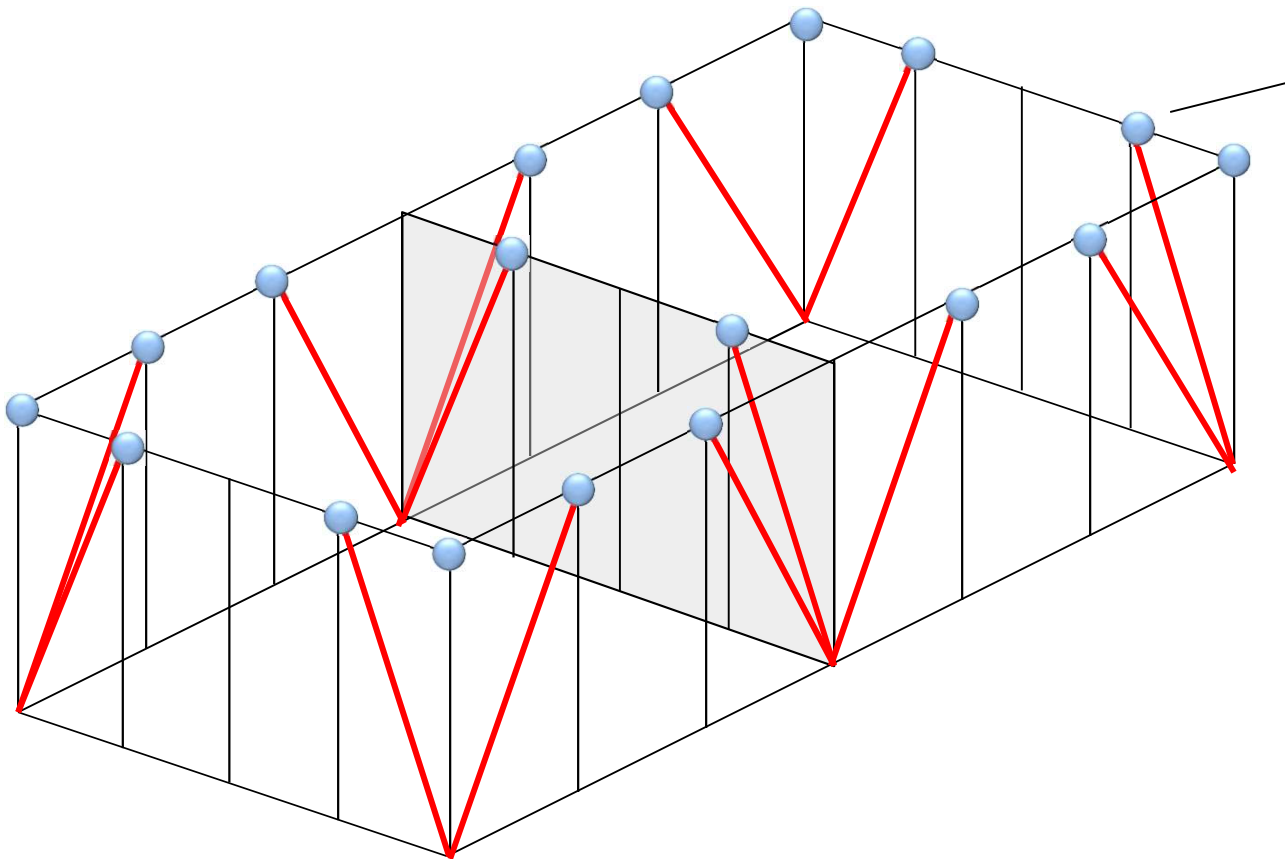
Clissage

2 possibilités de placer les
contreventements

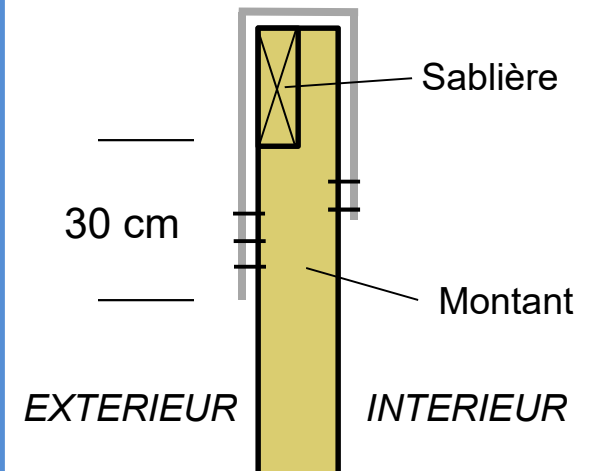


❖ Principe des réparations

→ Etape 1 : Contreventement vertical



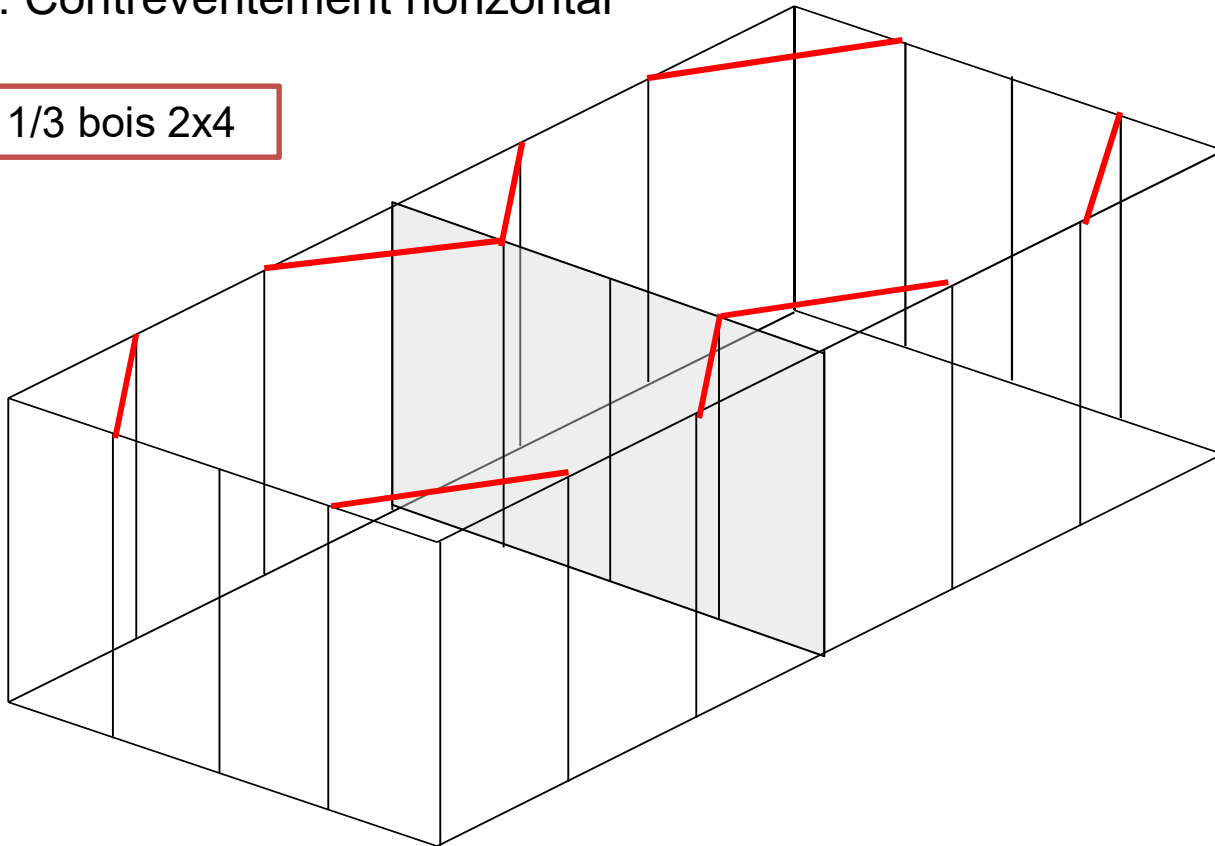
Quand il y a un contreventement et un poteau d'angle, le nœud doit être consolidé par un strap



❖ Principe des réparations

→ Etape 2 : Contreventement horizontal

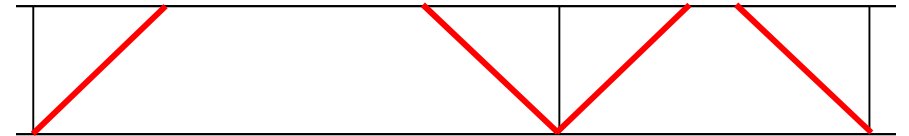
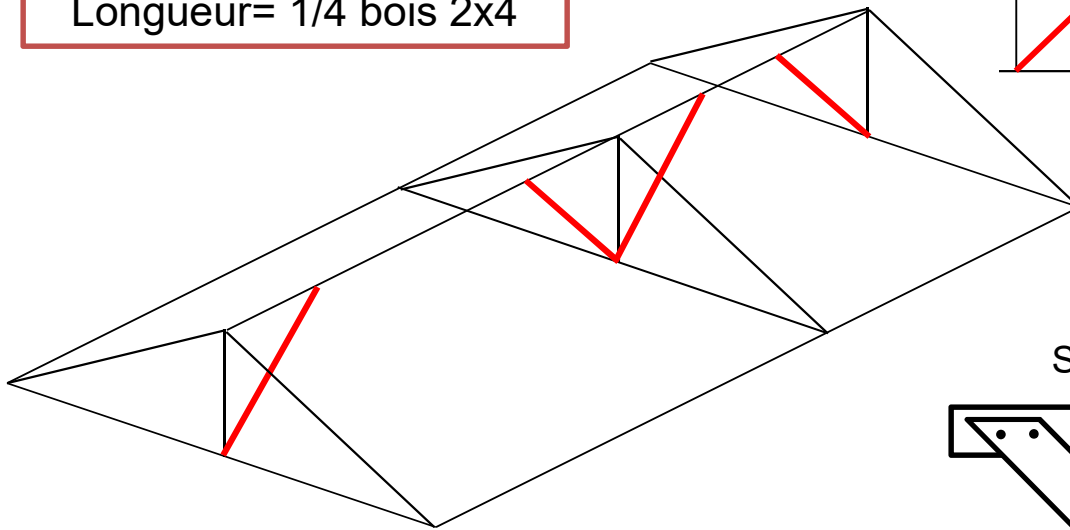
Longueur = 1/3 bois 2x4



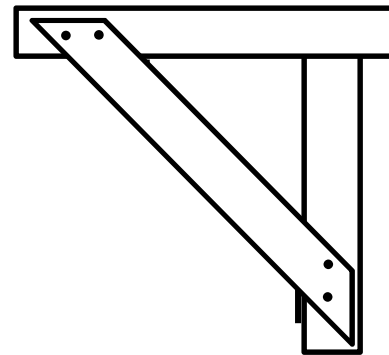
❖ Principe des réparations

→ Etape 2 : Contreventement charpente

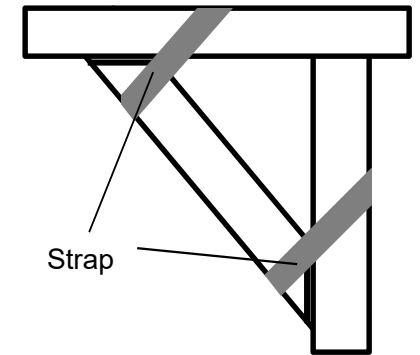
Longueur= 1/4 bois 2x4



Solution 1

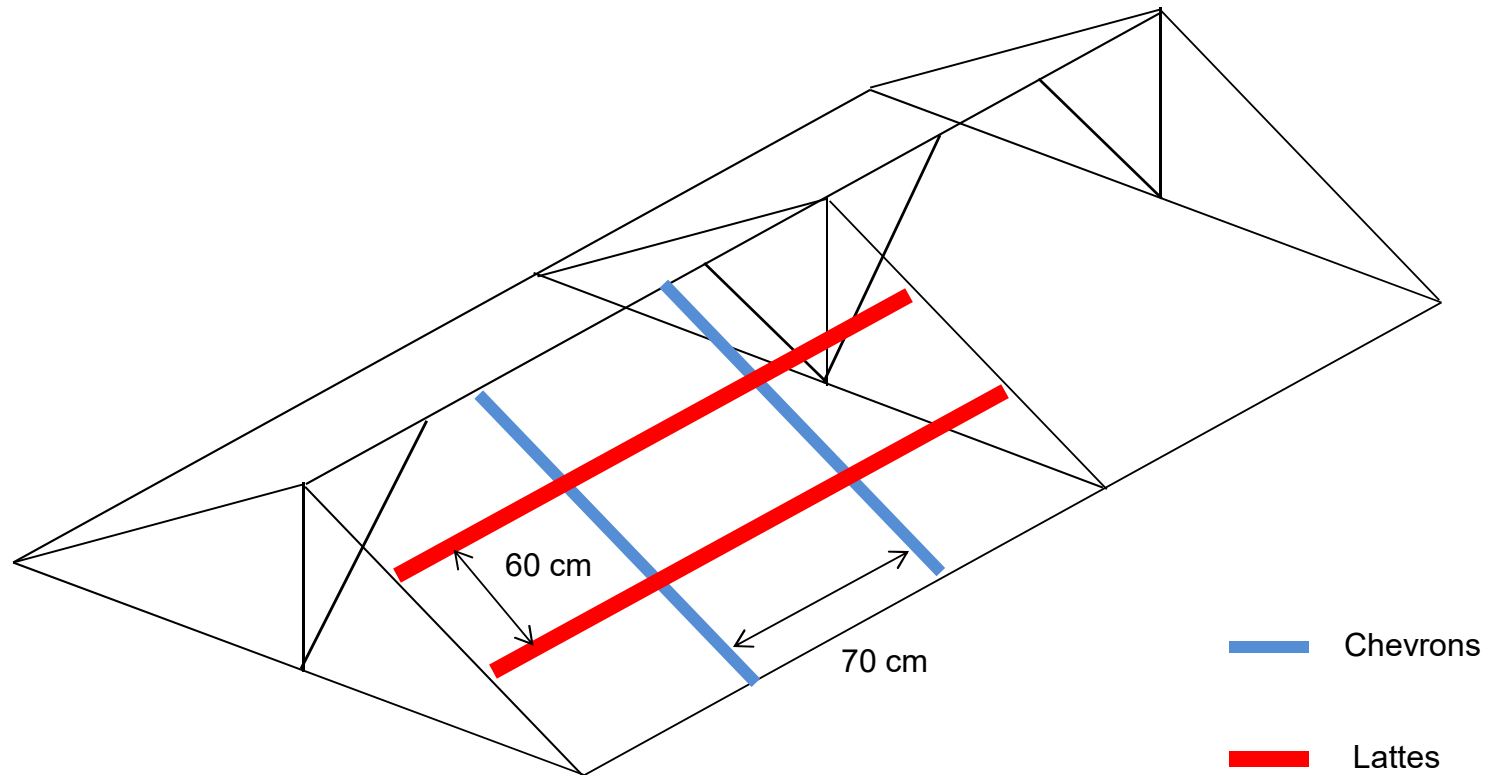


Solution 2



❖ Principe des réparations

→ Charpente



Les maisons en Bois-Clissé

architectes
de l'urgence

❖ Principe des réparations

- Coulage d'un macadam lissé sur hérissos



Les maisons en Bois-Clissé

architectes
de l'urgence

❖ Exemples



❖ Etat et problèmes rencontrés

- Structures fragilisées ou endommagées suite au séisme
- Défauts de conception
- Défauts de construction :
 - Mauvaise qualité des matériaux
 - Mauvaise mise en œuvre des matériaux
- Manque d'entretien

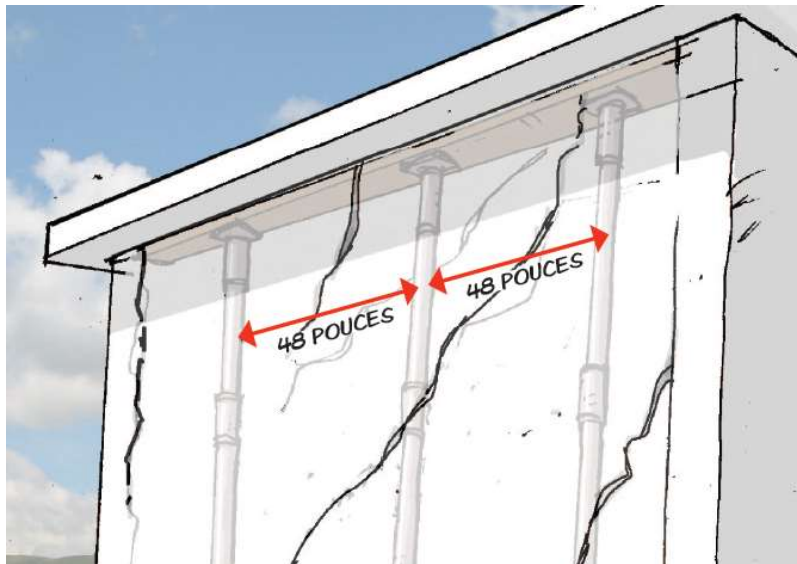
❖ Principe des réparations

- Démolition et mise en sécurité
- Réparation des éléments endommagés
- Renforcement de la structure en maçonnerie
- Réfection et ancrage paracyclonique de la toiture (si charpente bois)

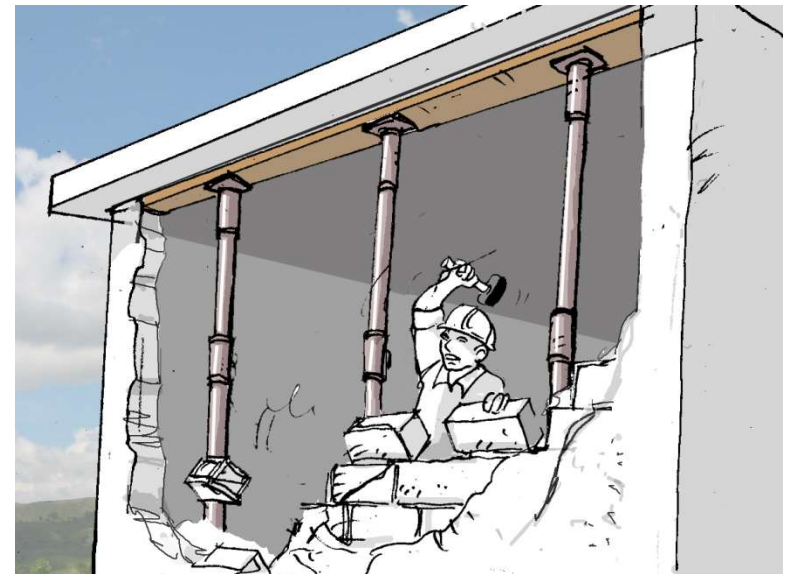
❖ Réparation d'un mur

Les murs seront remplacés dès lors qu'ils comportent une fissuration importante, qu'elles soient horizontales, diagonales, verticales

→ Etape 1 : Etayer la dalle



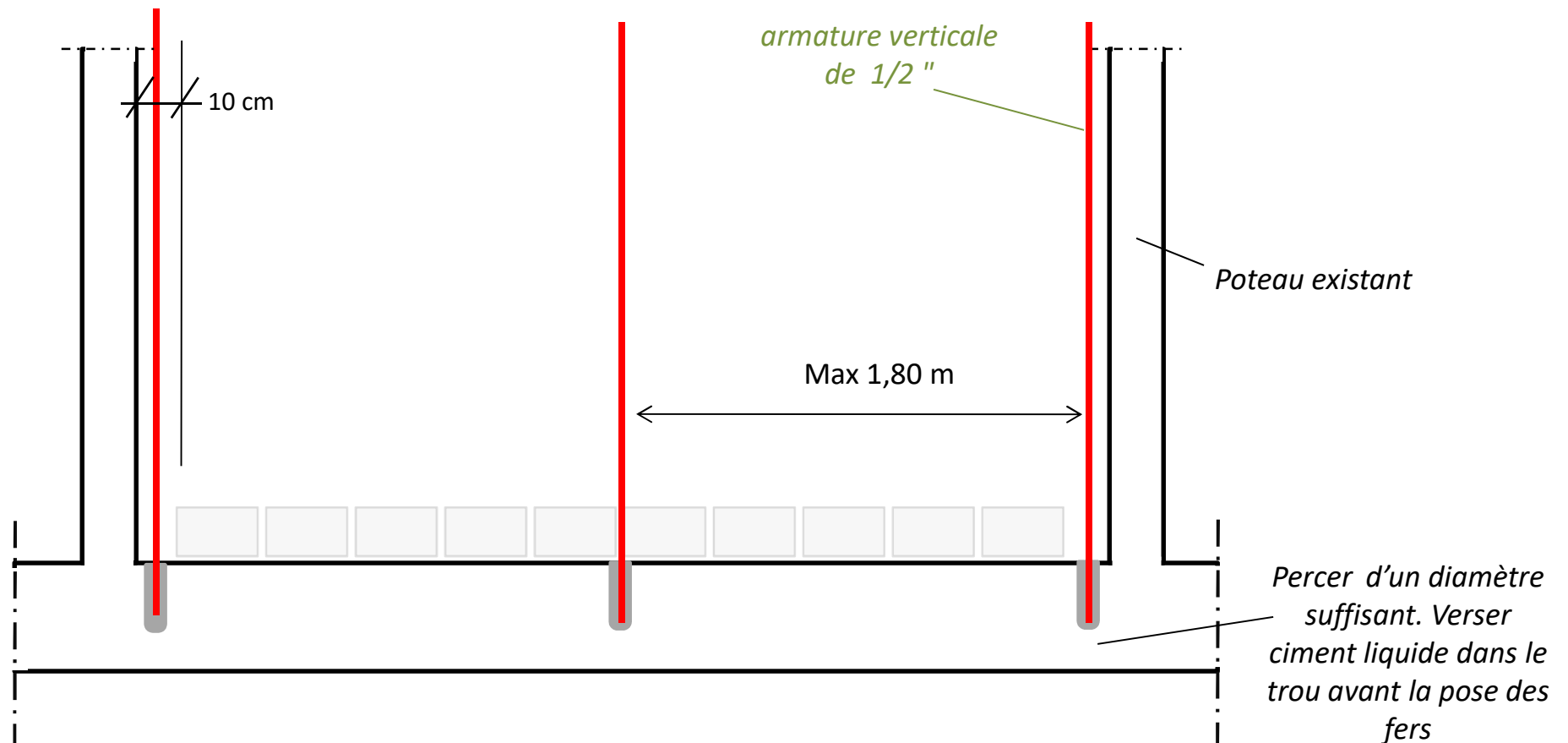
→ Etape 2 : Démolir le mur



Le long des poteaux taper vers l'intérieur pour ne pas détacher le poteau, puis le reste du mur démolir vers l'extérieur

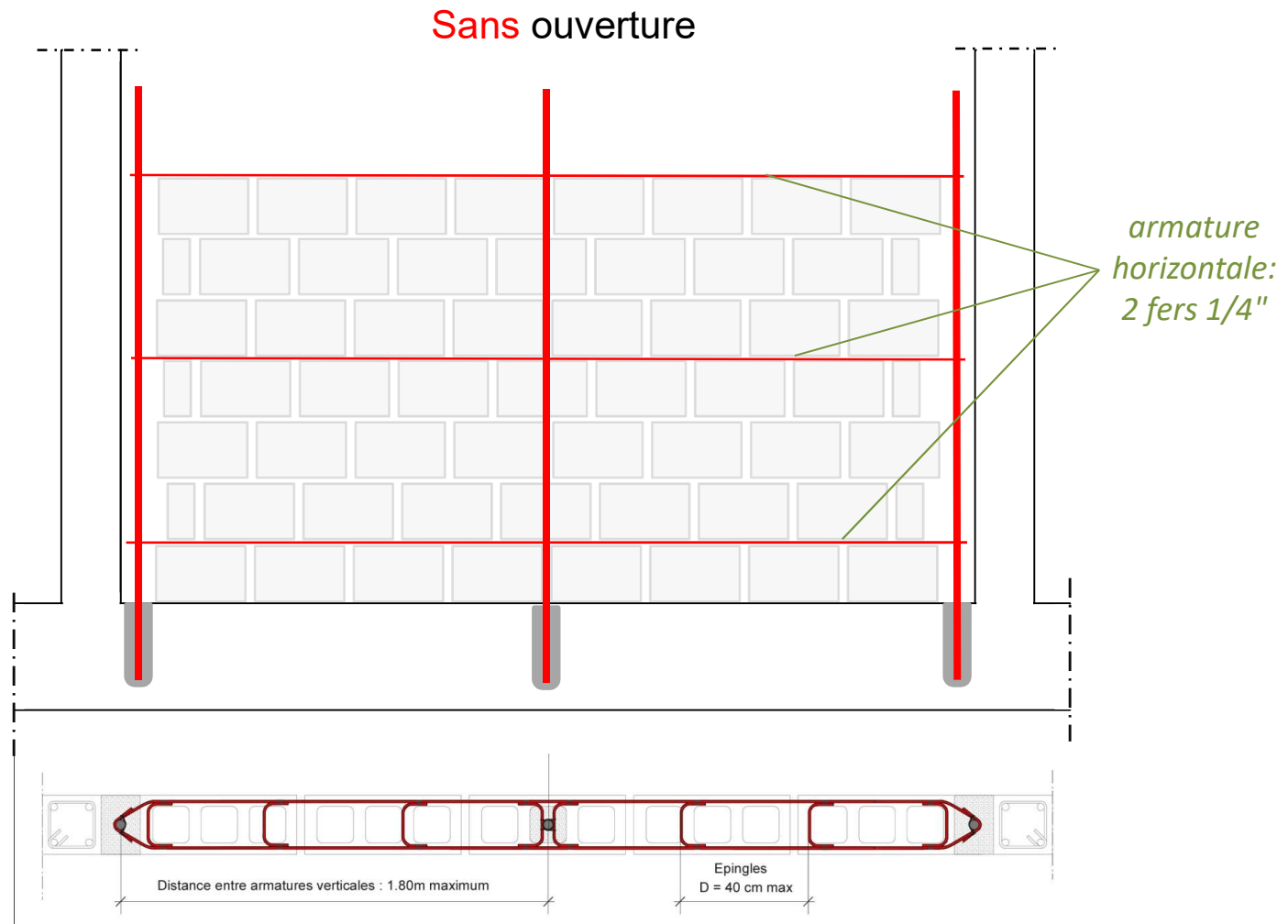
❖ Réparation d'un mur

→ Etape 3: Poser la première rangée de blocs puis installer les fers verticaux aux extrémités



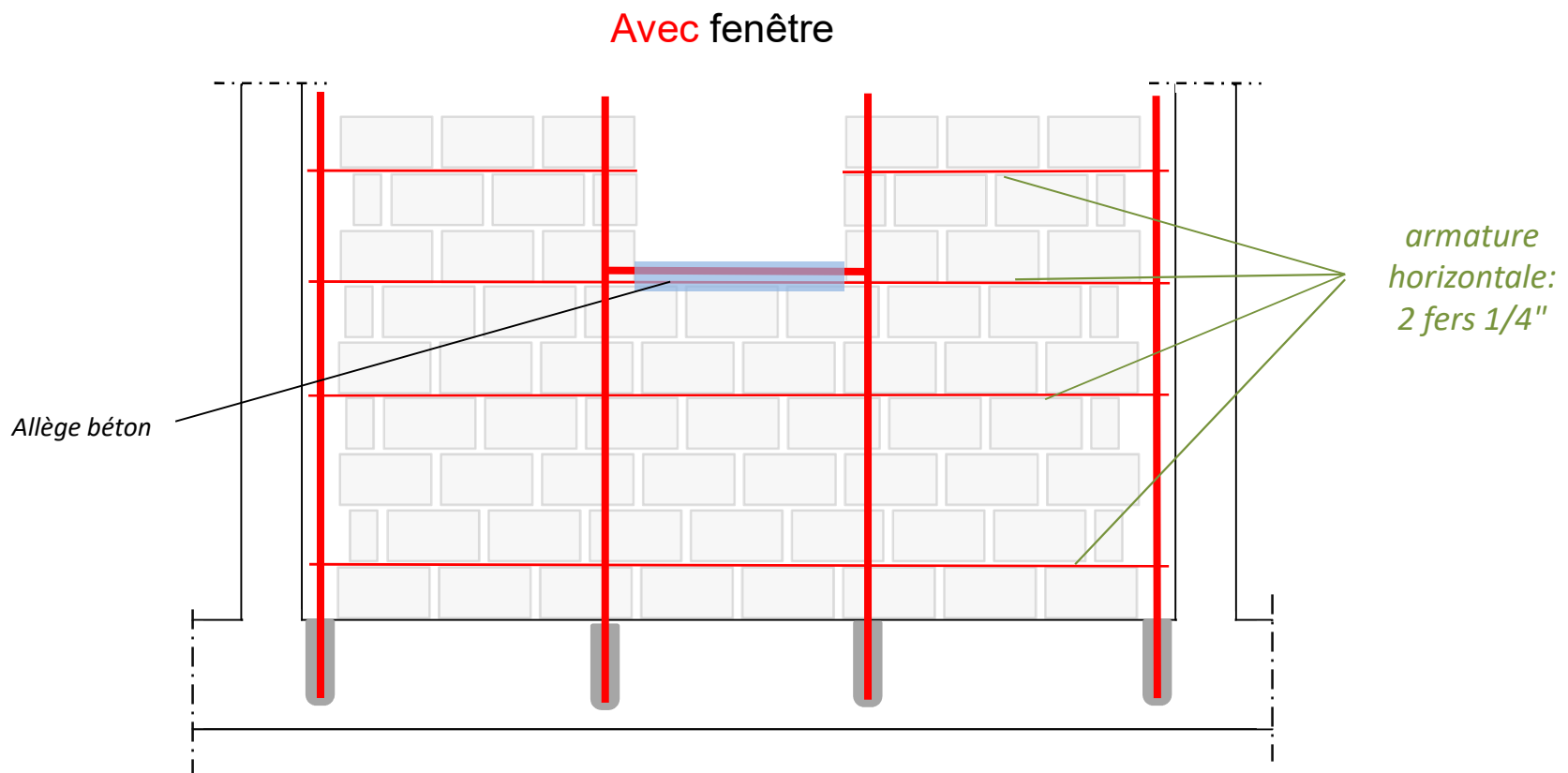
❖ Réparation d'un mur

→ Etape 4: Monter le mur avec les armature horizontales



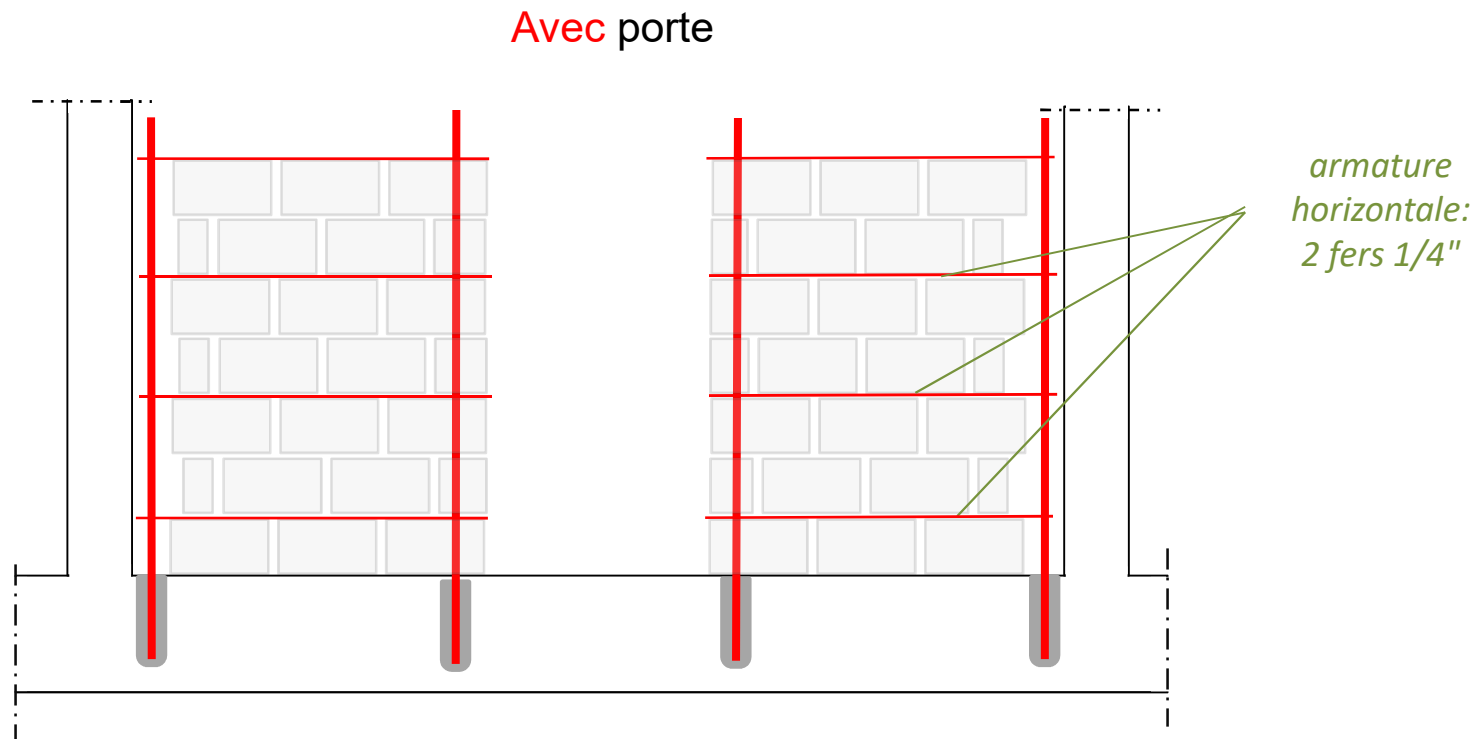
❖ Réparation d'un mur

→ Etape 4: Monter le mur avec les armatures horizontales et verticales



❖ Réparation d'un mur

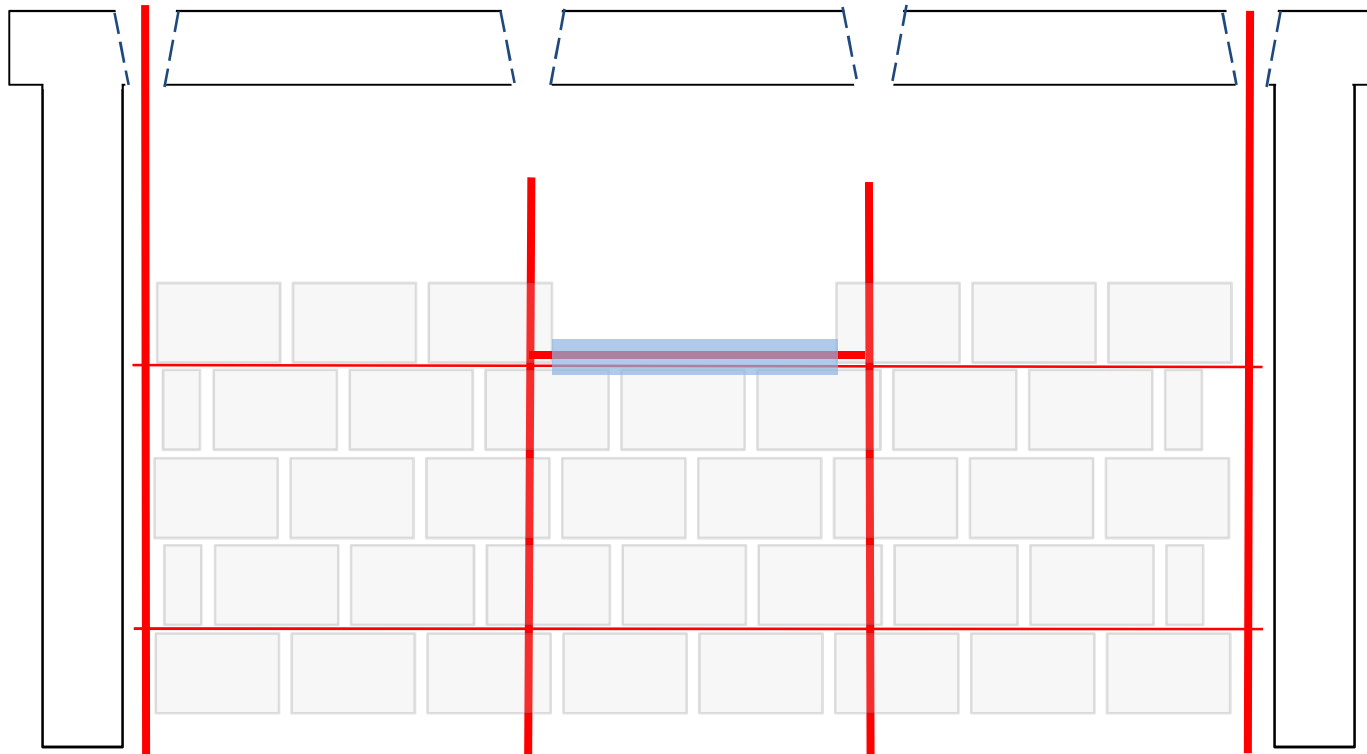
→ Etape 4: Monter le mur avec les armatures horizontales et verticales



❖ Réparation d'un mur

→ *Si toiture-terrasse béton :*

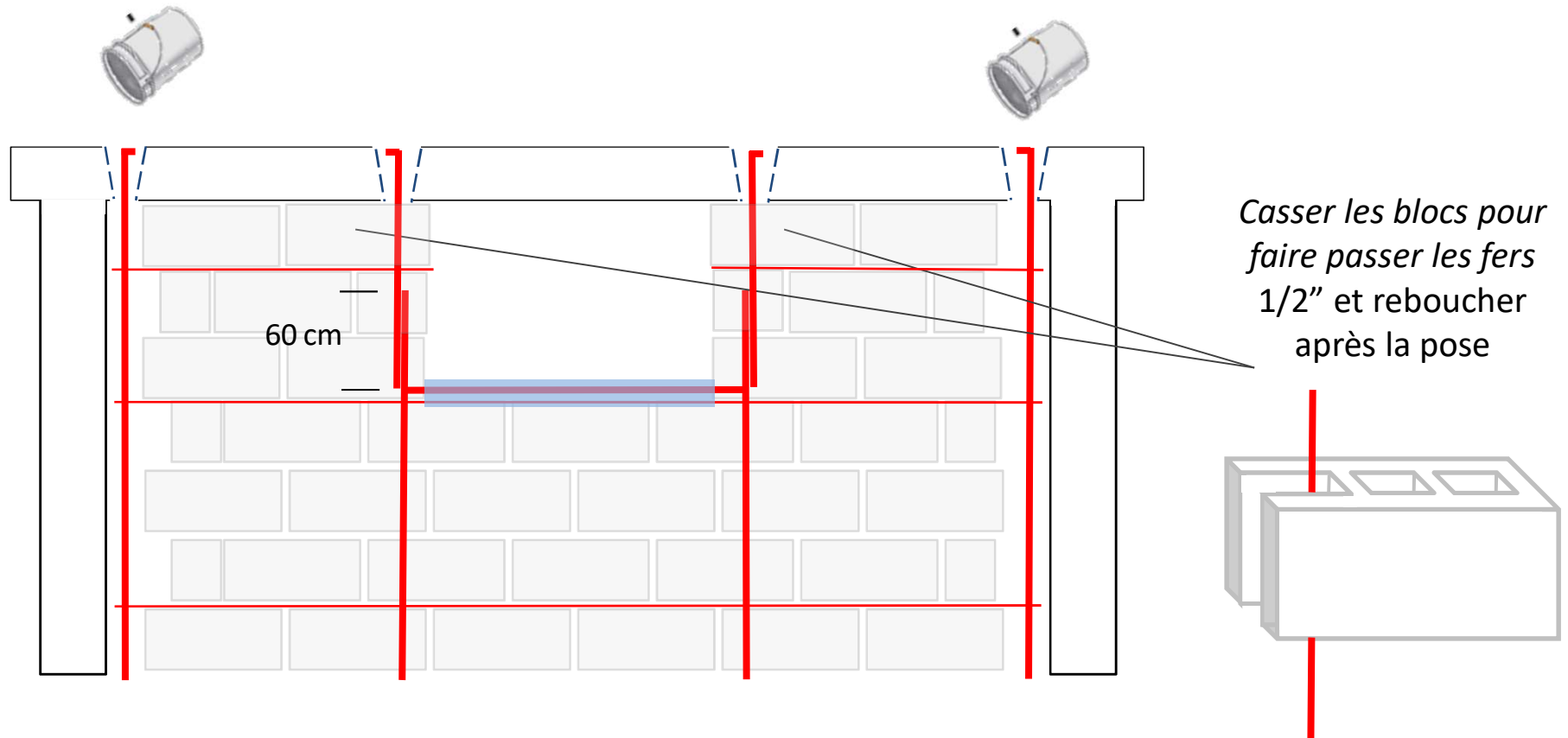
→ Etape 5 : Percer la dalle pour faire passer les raidisseurs



❖ Réparation d'un mur

→ Si toiture-terrasse béton :

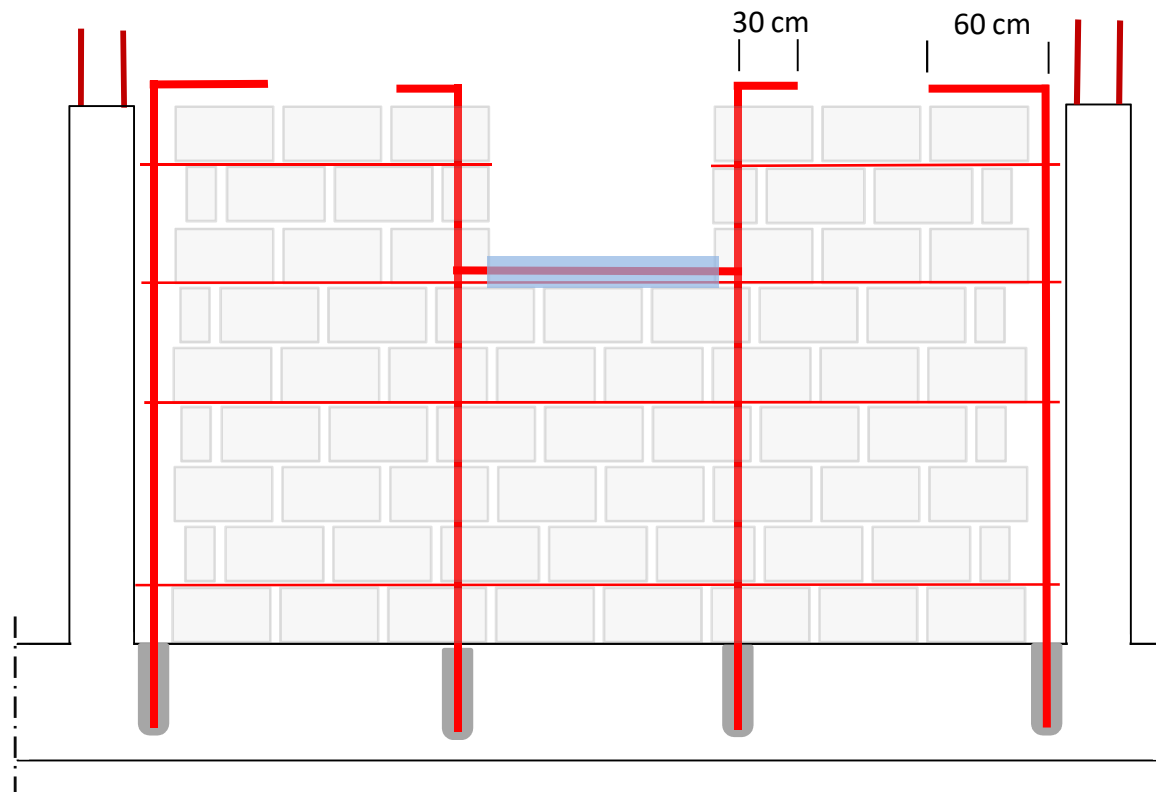
→ Etape 6: Couler le béton dans les cellules contenant les armatures



❖ Réparation d'un mur

→ Si toiture légère (charpente bois et tôles ondulées):

→ Etape 5: Monter le mur et couler le béton dans les cellules contenant les armatures



Fers horizontaux:
- tous les 3 blocs quand mur plein
- tous les 2 blocs quand fenêtre
ou porte

Les maisons en maçonnerie confinée

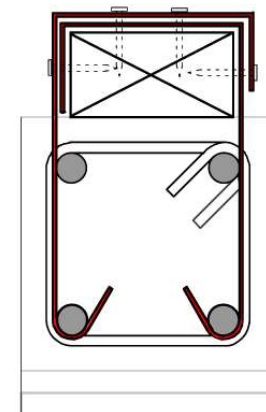
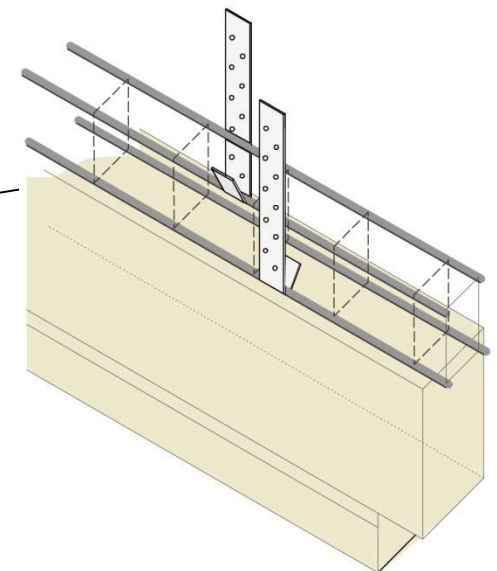
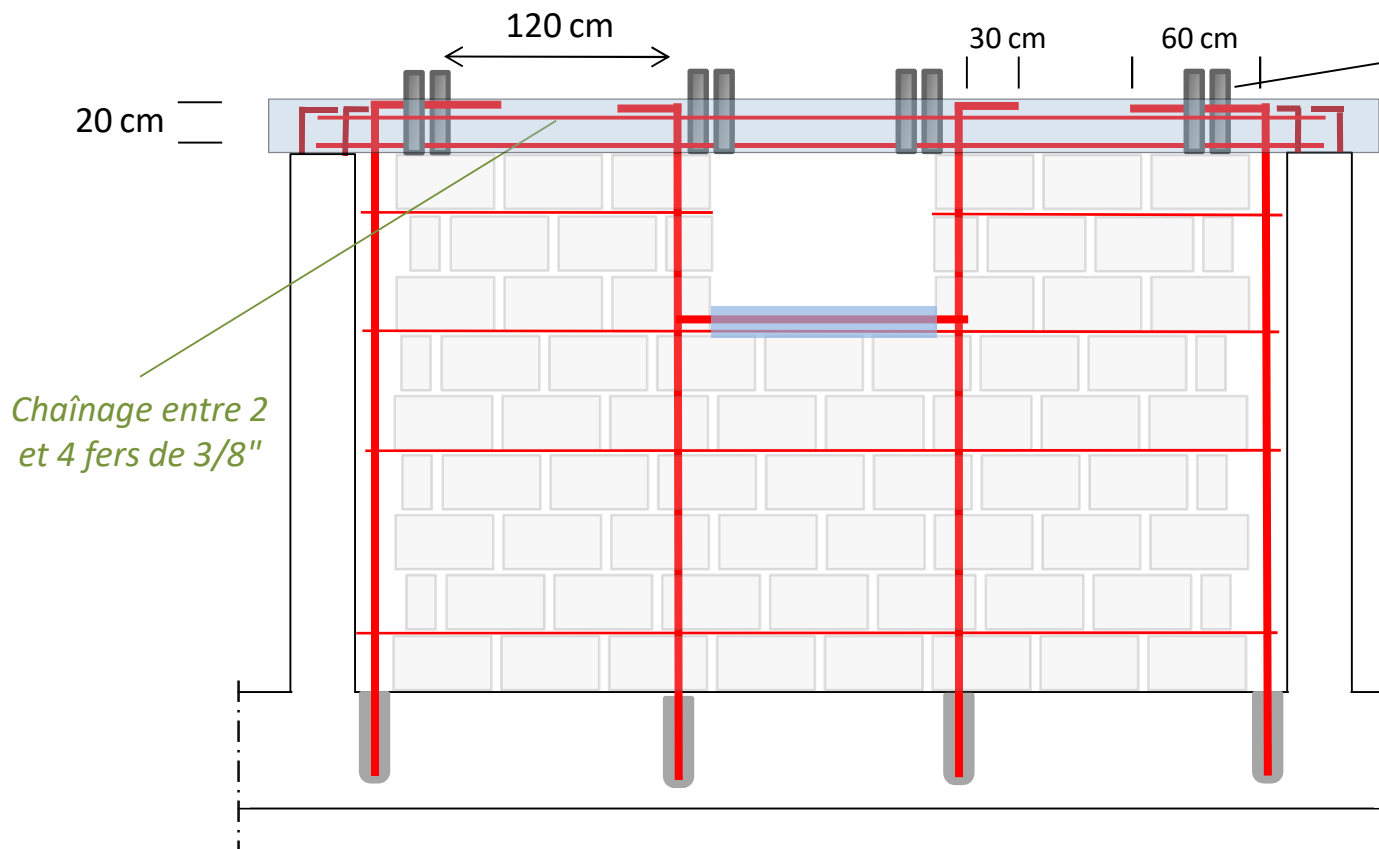
architectes
de l'urgence

❖ Réparation d'un mur

→ Si toiture légère (charpente bois et tôles ondulées):

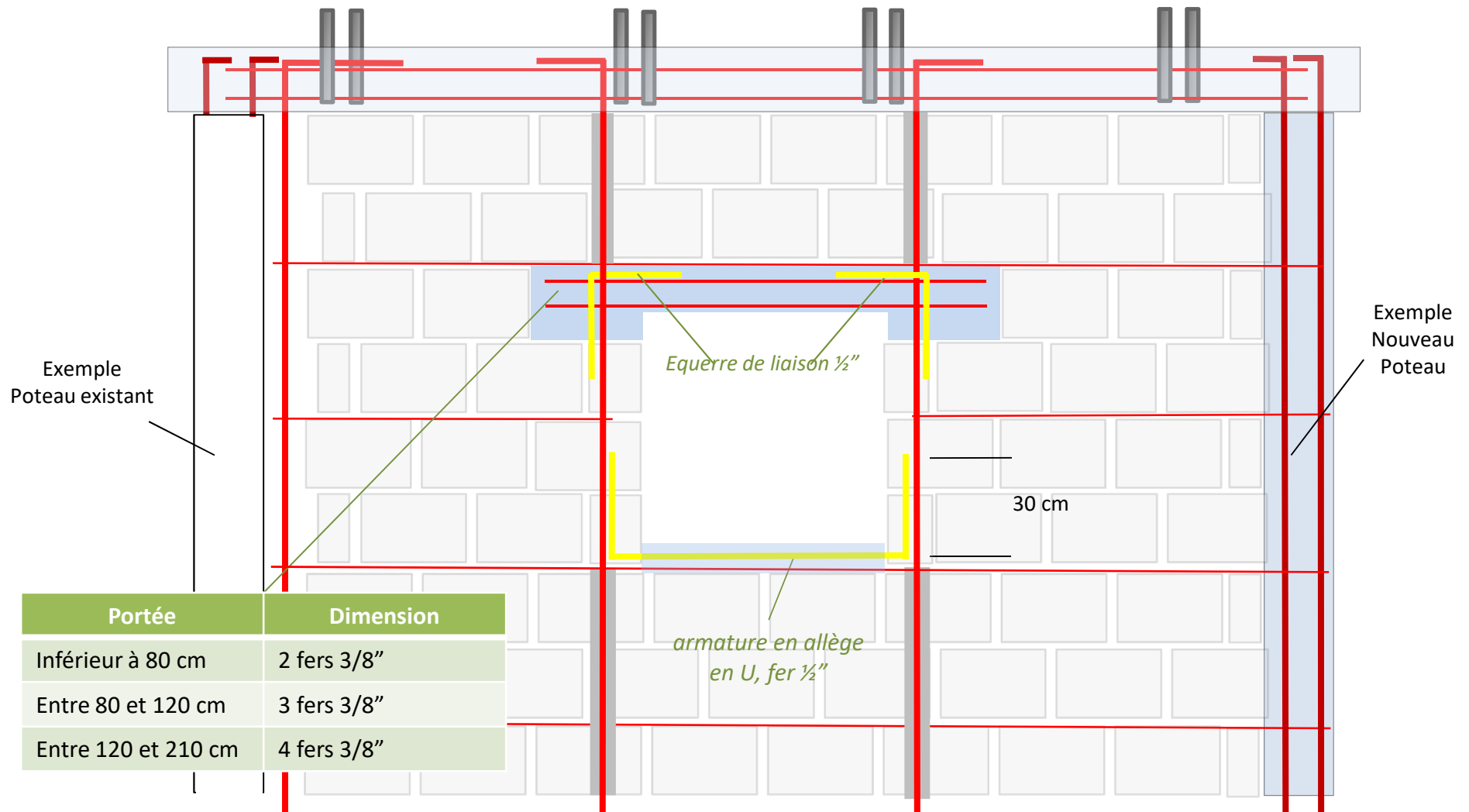
→ Etape 6: Faire un chaînage

Straps coulés dans le béton
pour accroche sablière ou
faitage



❖ Réparation d'un mur

→ Detail ferrailage fenêtre

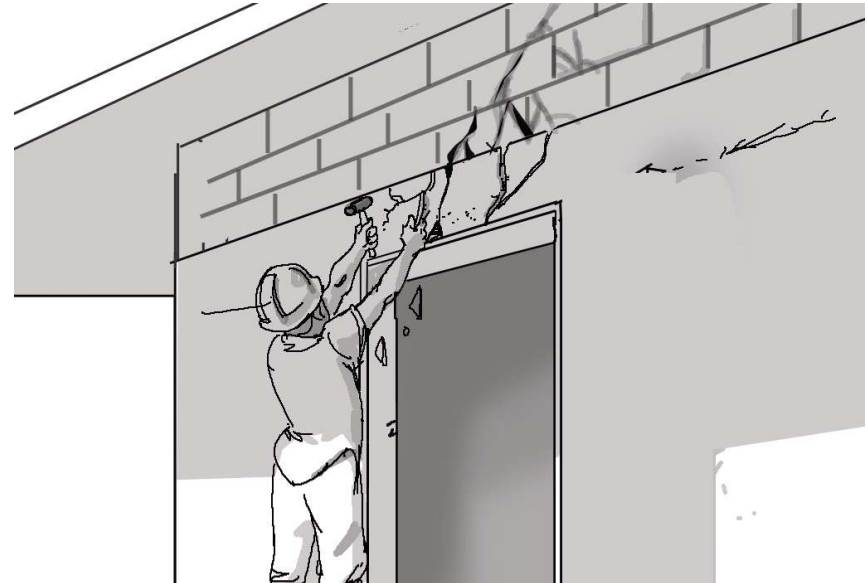


❖ Réparation d'un linteau

→ Etape 1 : Retirer portes ou fenêtres et étayer

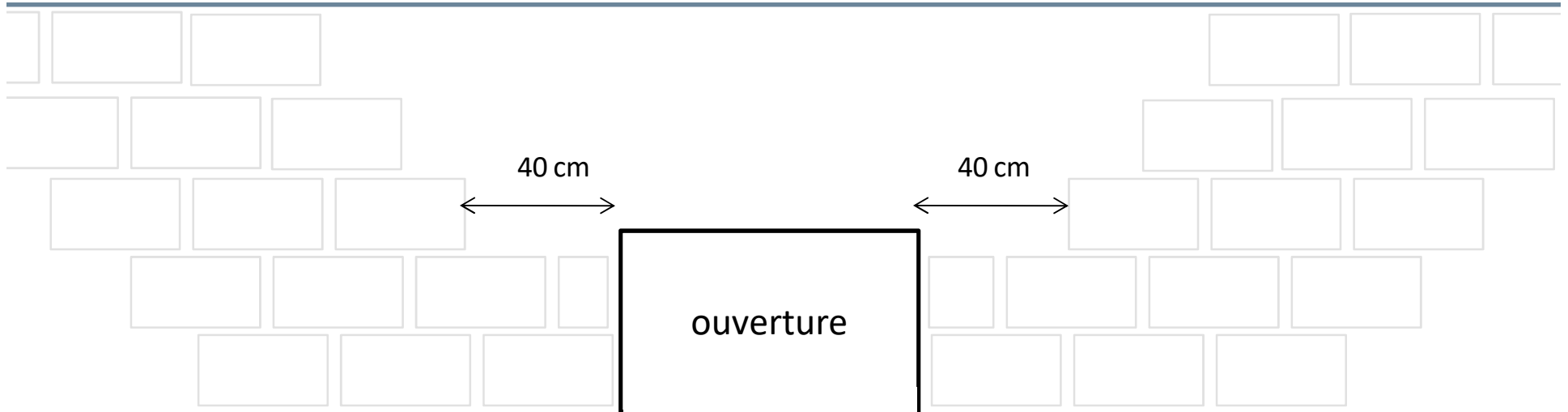


→ Etape 2: Retirer enduit autour de la fissure



❖ Réparation d'un linteau

→ Etape 3 : Démontez bloc par bloc en commençant par le haut du mur, puis démontez le linteau

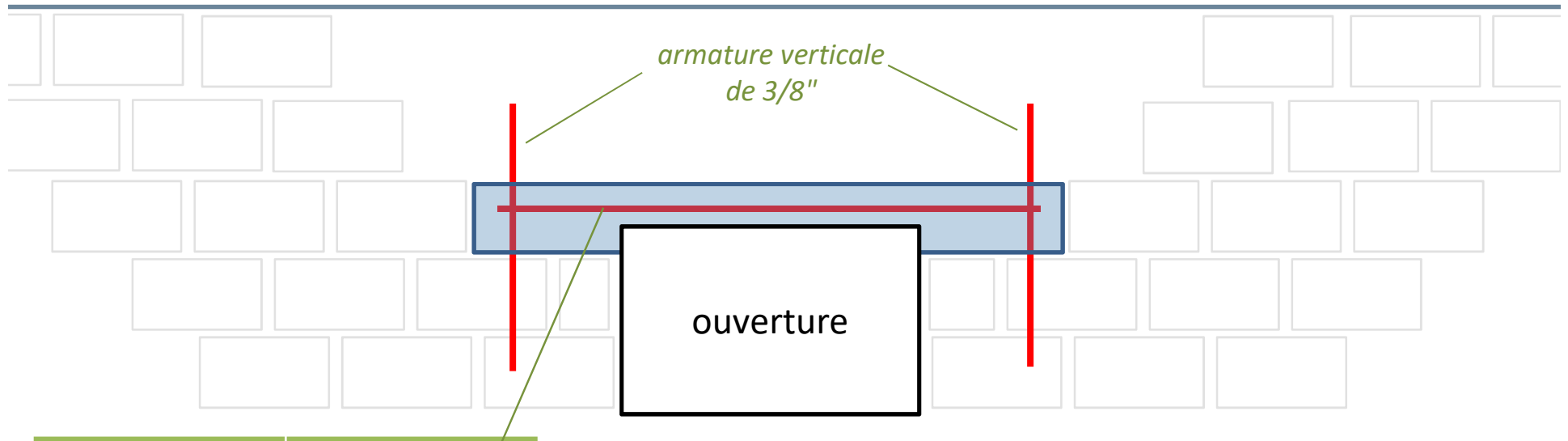


La réservation pour le nouveau linteau doit être de 40 cm de part et d'autre de l'ouverture.

❖ Réparation d'un linteau

→ *Si toiture-terrasse*

→ Etape 4 : Couler le linteau



Portée	Dimension
Inférieur à 80 cm	2 fers 3/8"
Entre 80 et 120 cm	3 fers 3/8"
Entre 120 et 210 cm	4 fers 3/8"

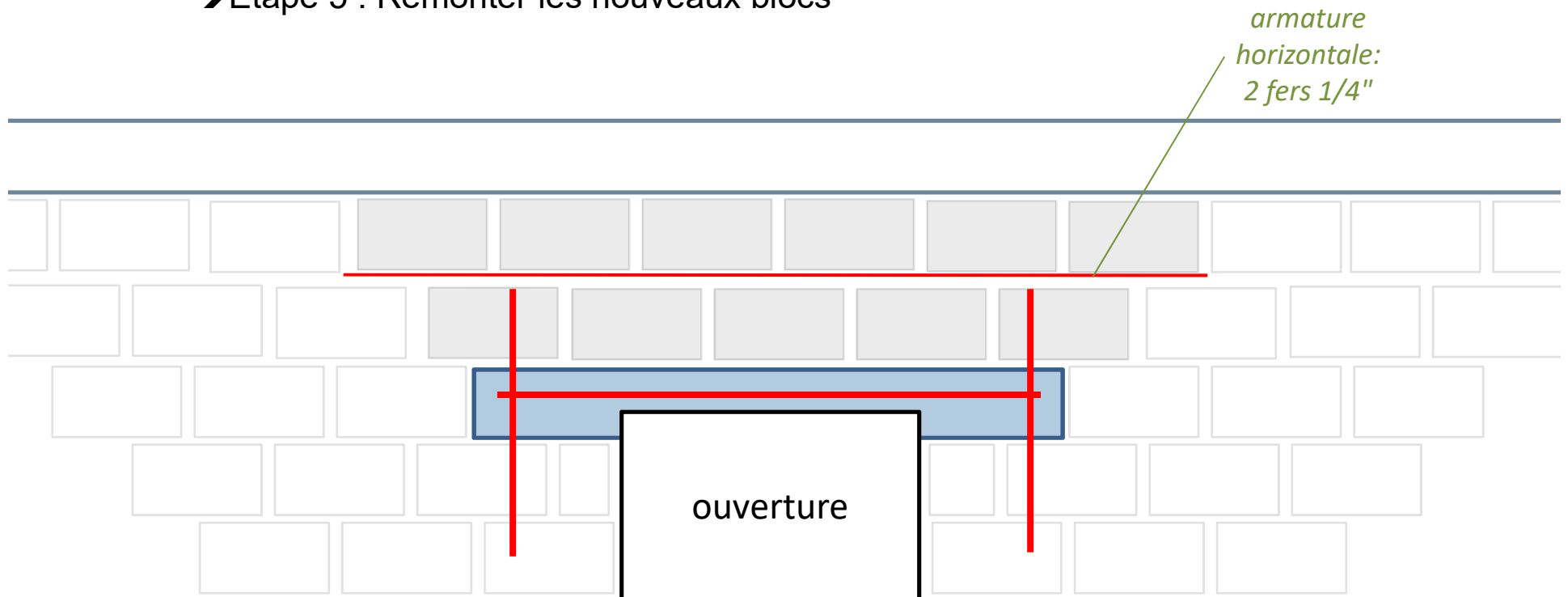


Couler en respectant un enrobage mini de 4cm sous le ferrailage

❖ Réparation d'un linteau

→ *Si toiture-terrasse*

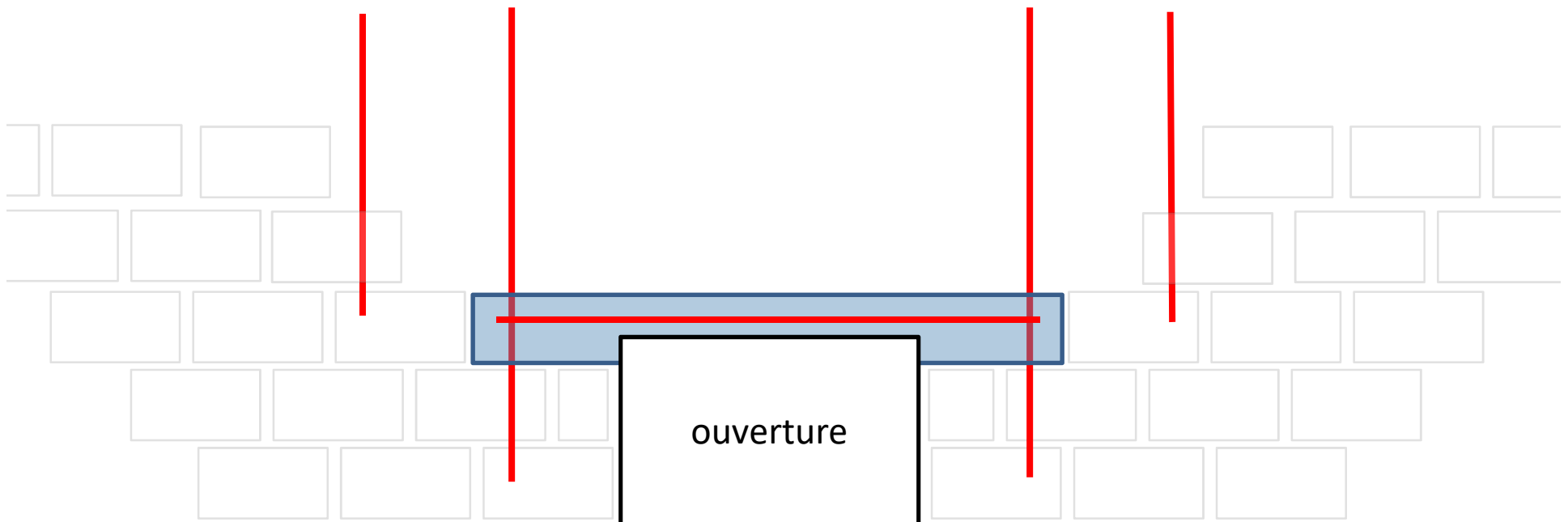
→ Etape 5 : Remonter les nouveaux blocs



❖ Réparation d'un linteau

→ *Si toiture légère*

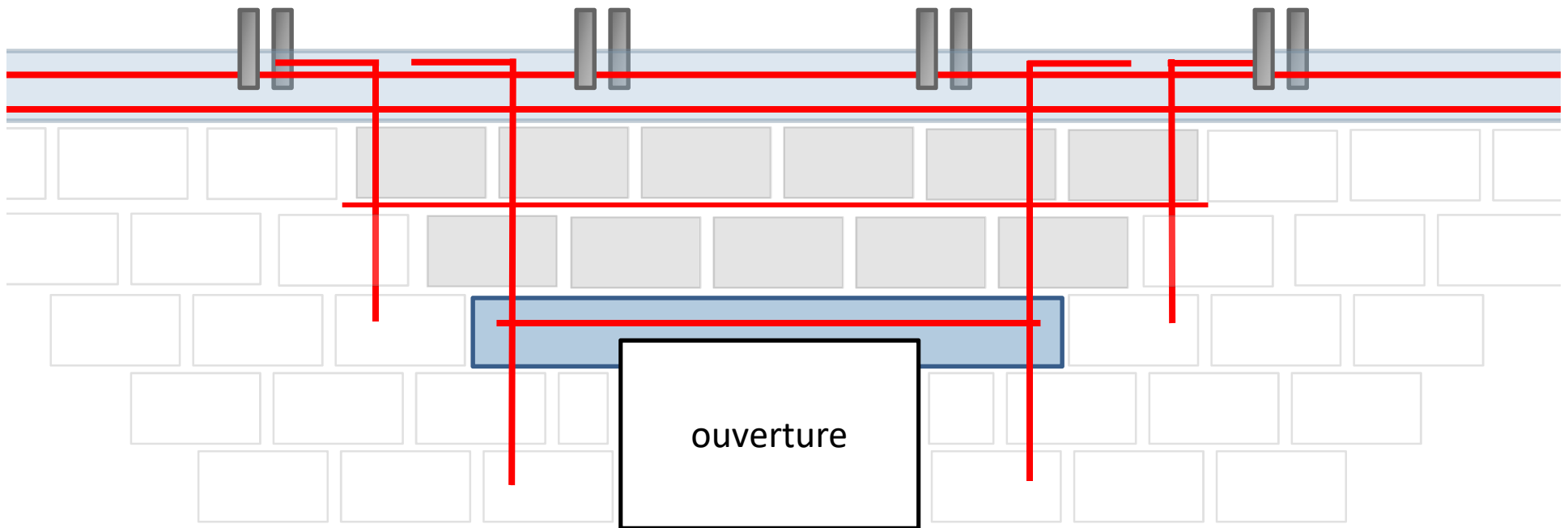
→ Etape 4 : Couler le linteau



❖ Réparation d'un linteau

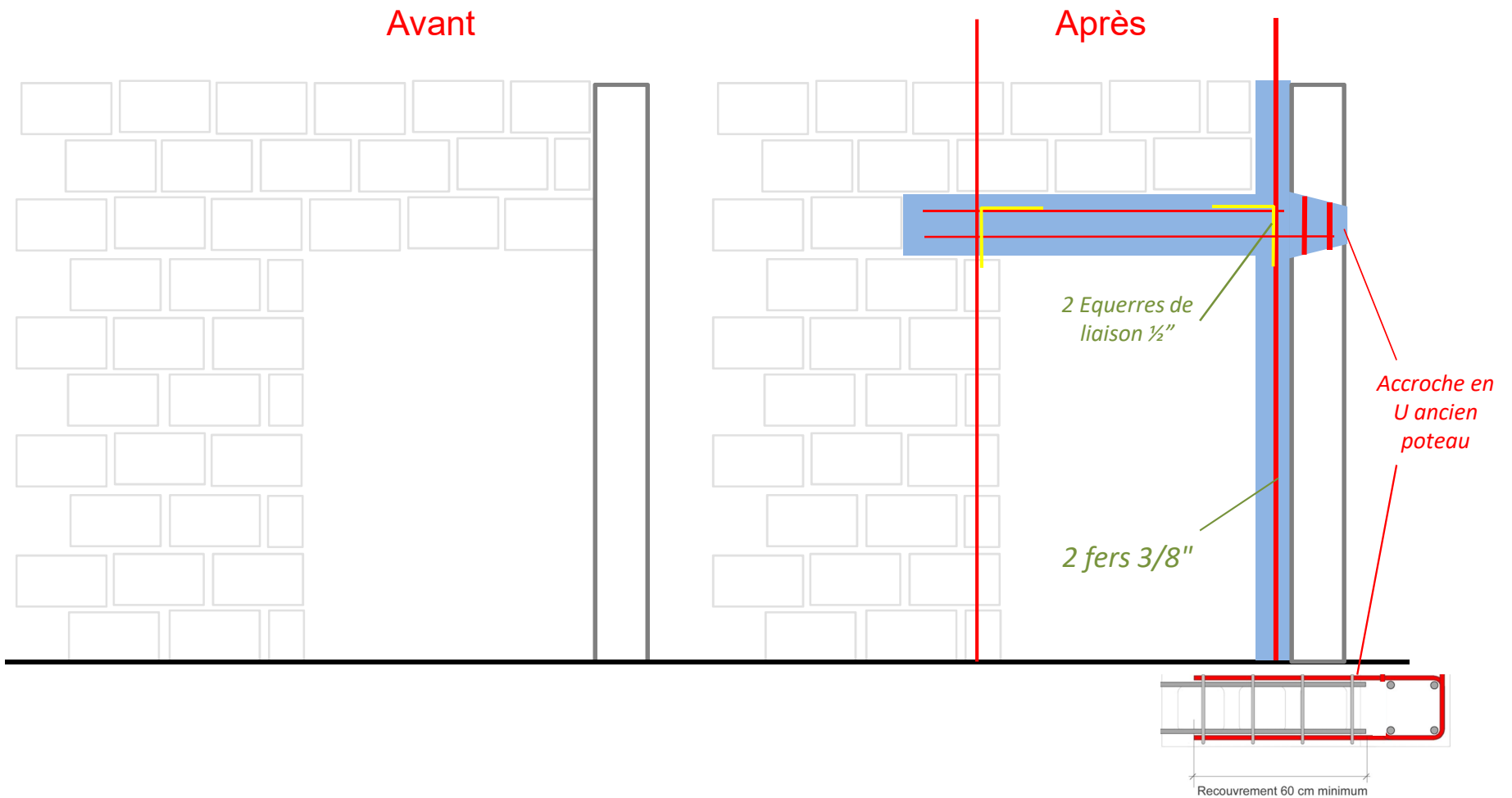
→ *Si toiture légère*

→ Etape 5 : Remonter les nouveaux blocs et réaliser le chaînage



❖ Réparation d'un linteau

→ Si Porte perpendiculaire au mur



❖ Réparation d'un poteau

→ Il y a 3 cas:

→ Fer en bon état mais manque d'étriers

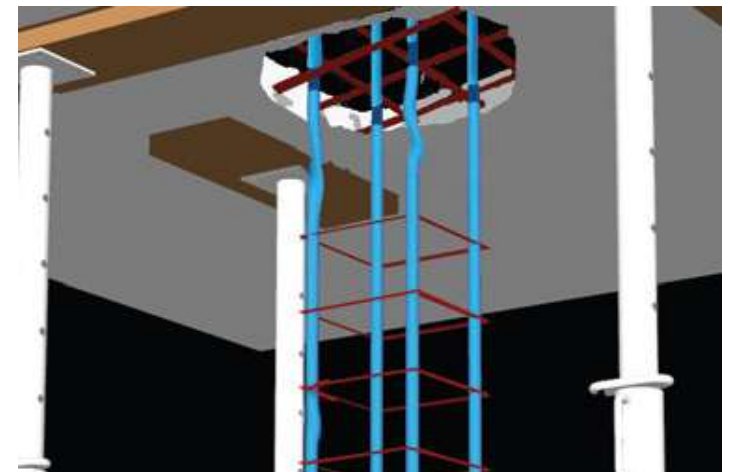
- On retire le béton
- On passe les étriers par le haut
- On recoule le poteau

→ Il manque des fers et la fondation est bonne

- On retire le béton
- On rajoute les fers manquants en perçant le sol avec un scellement chimique
- On rajoute les étriers
- On recoule le poteau

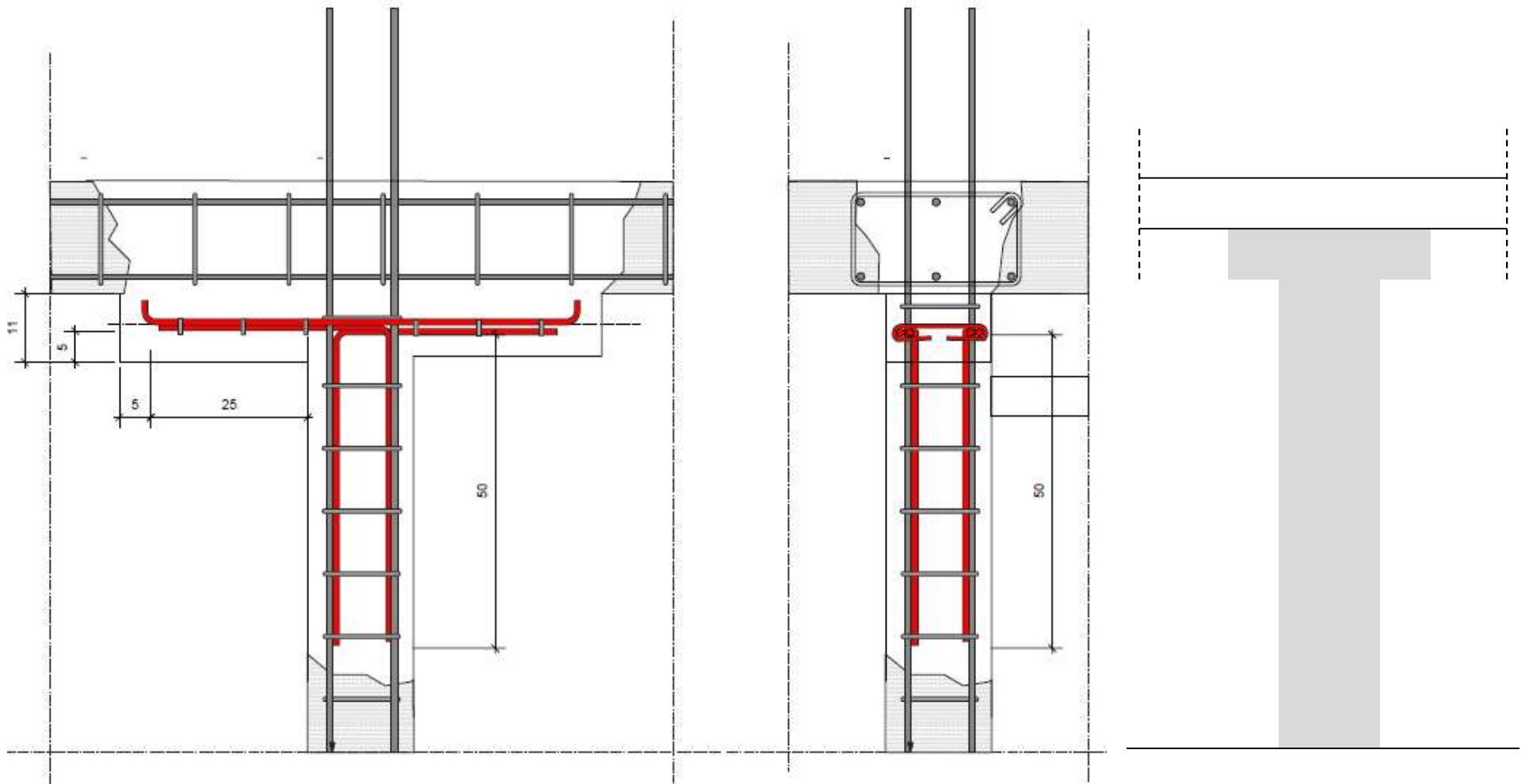
→ Il manque des fers mais la fondation n'est pas bonne

- Refaire une fouille
- Monter un poteau



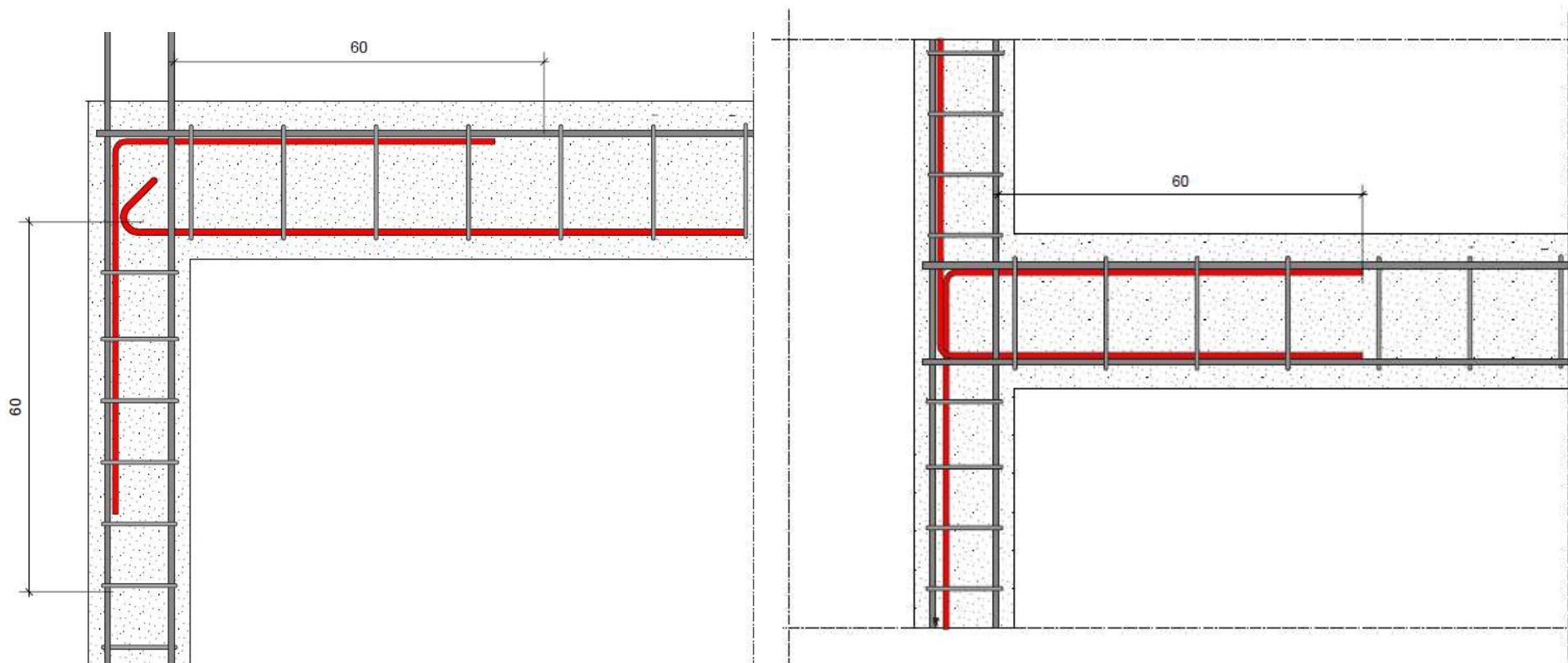
❖ Réparation d'un poteau

➔ Renforcement sur poteau isolé: Gousset - **seulement sur indication du superviseur**



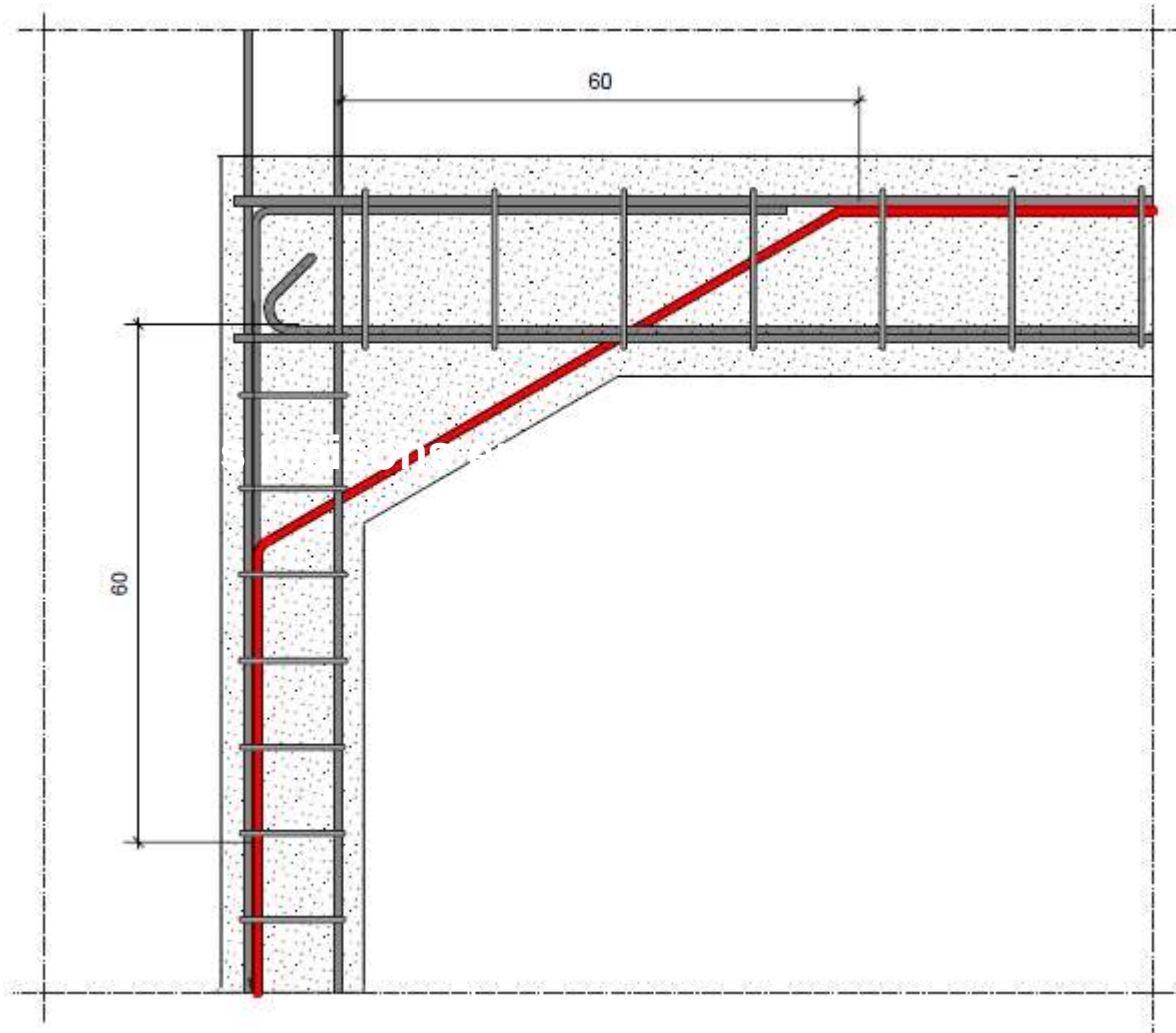
❖ Réparation d'un poteau

➔ Liaison Poteau/Poutre (exemple:galerie)

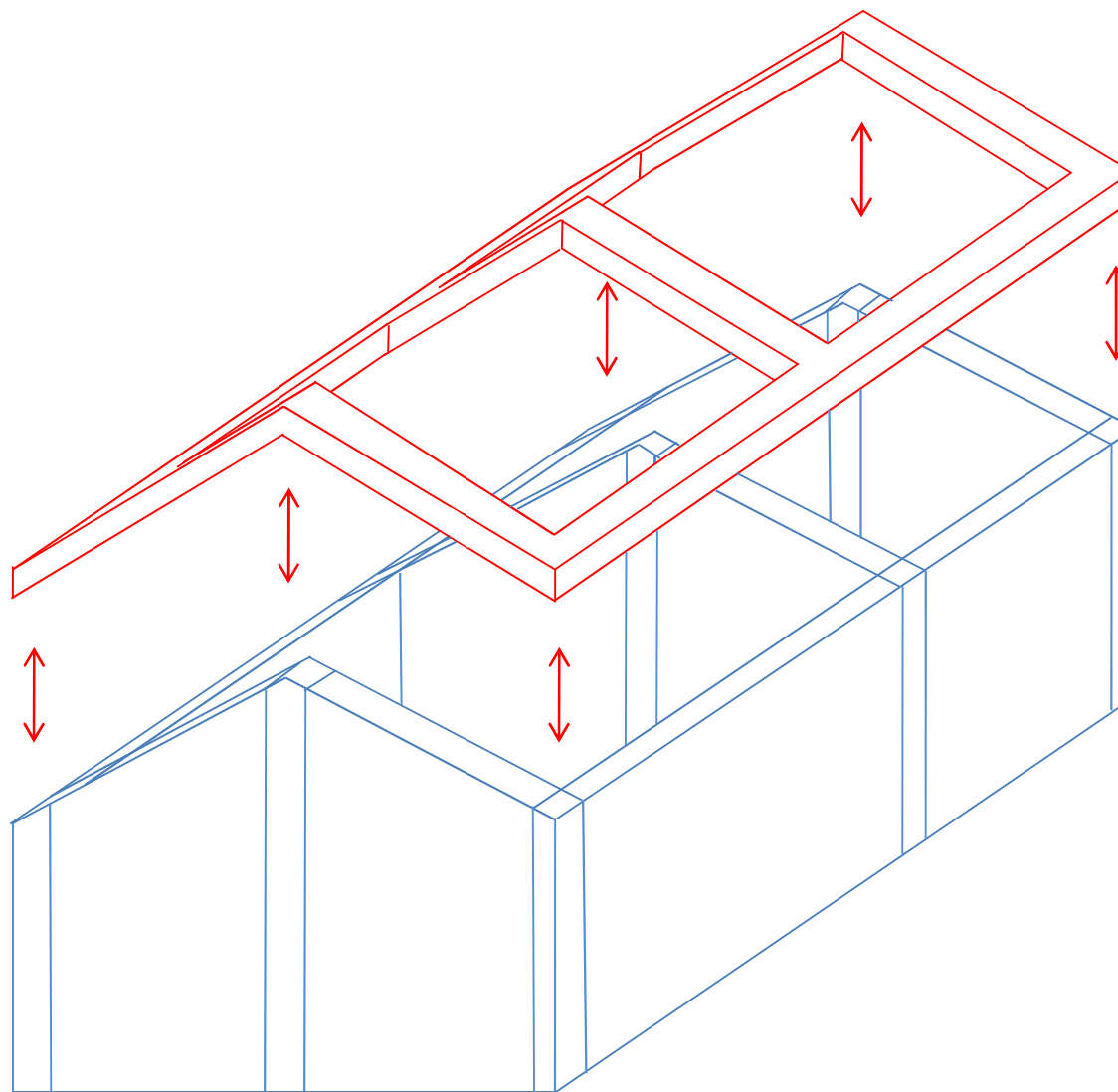


❖ Réparation d'un poteau

→ Liaison Poteau/Poutre avec gousset (exemple:galerie)



❖ Renforcement de la structure : chaînage



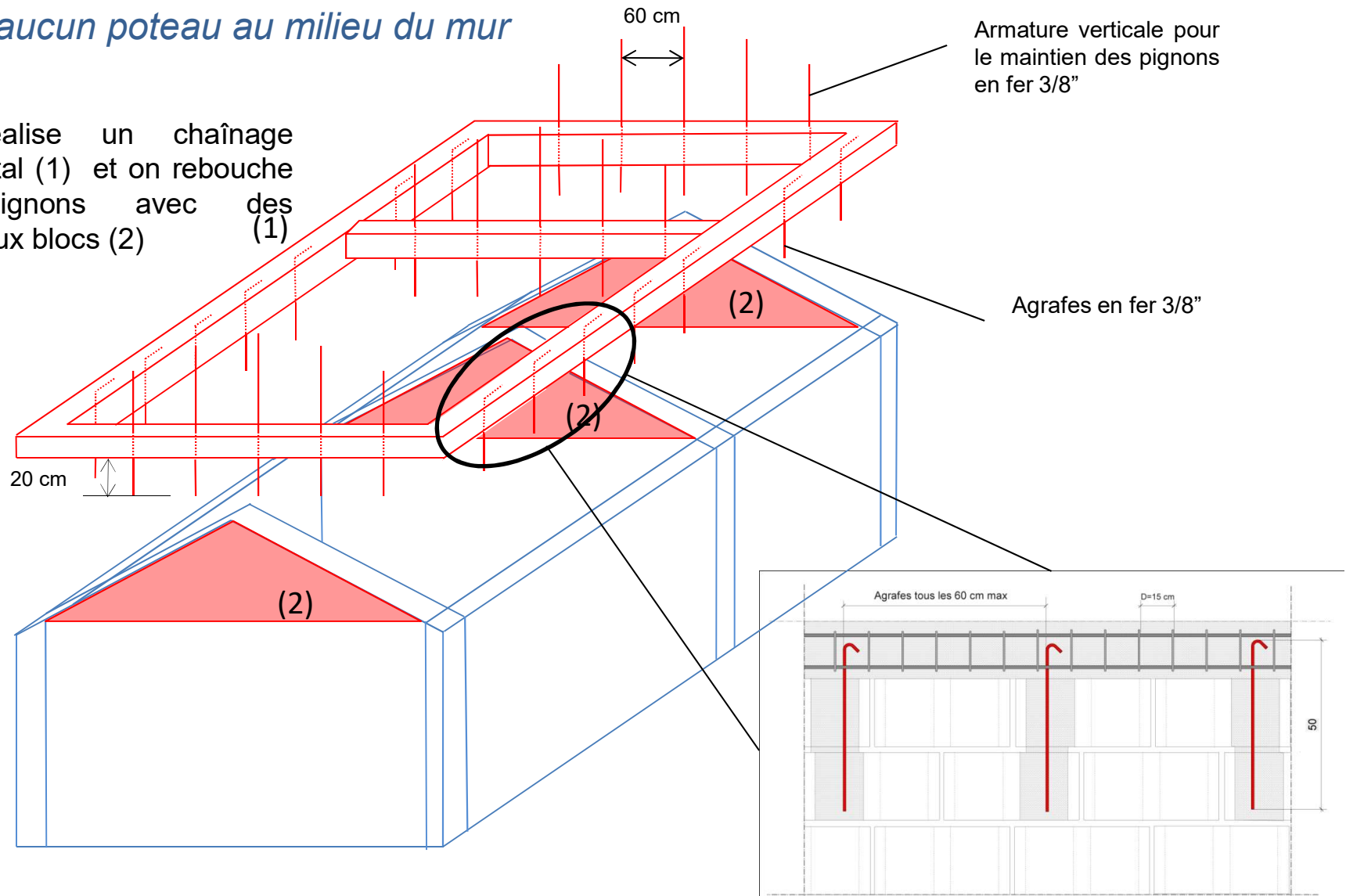
Les maisons en maçonnerie confinée

architectes
de l'urgence

❖ Renforcement de la structure : chaînage

→ *Si aucun poteau au milieu du mur*

On réalise un chaînage horizontal (1) et on rebouche les pignons avec des nouveaux blocs (2)



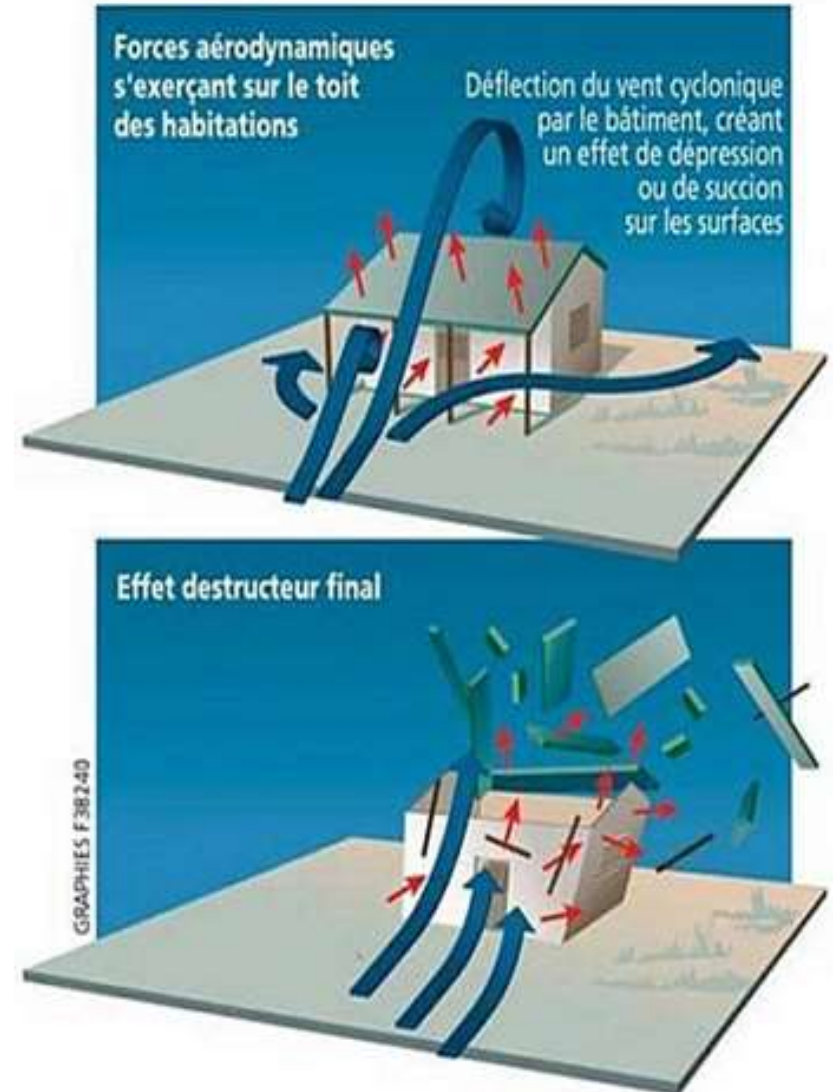
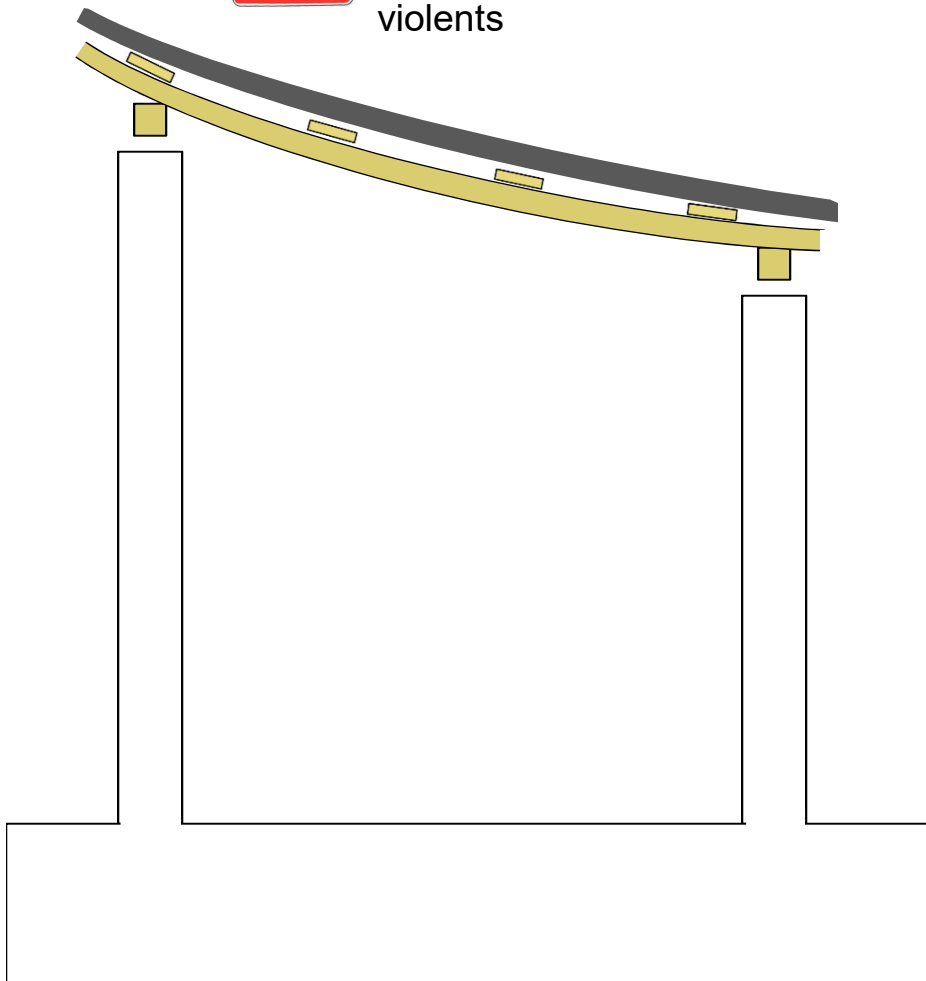
Les maisons en maçonnerie confinée

architectes
de l'urgence

❖ Renforcement de la structure : renforcement de la charpente

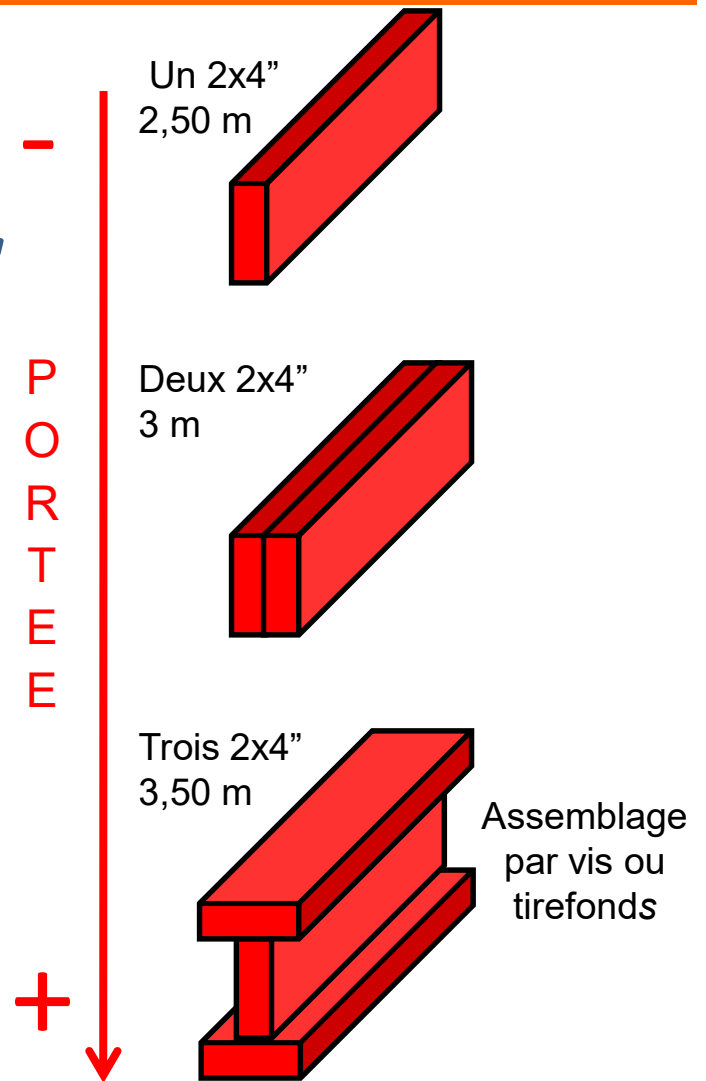
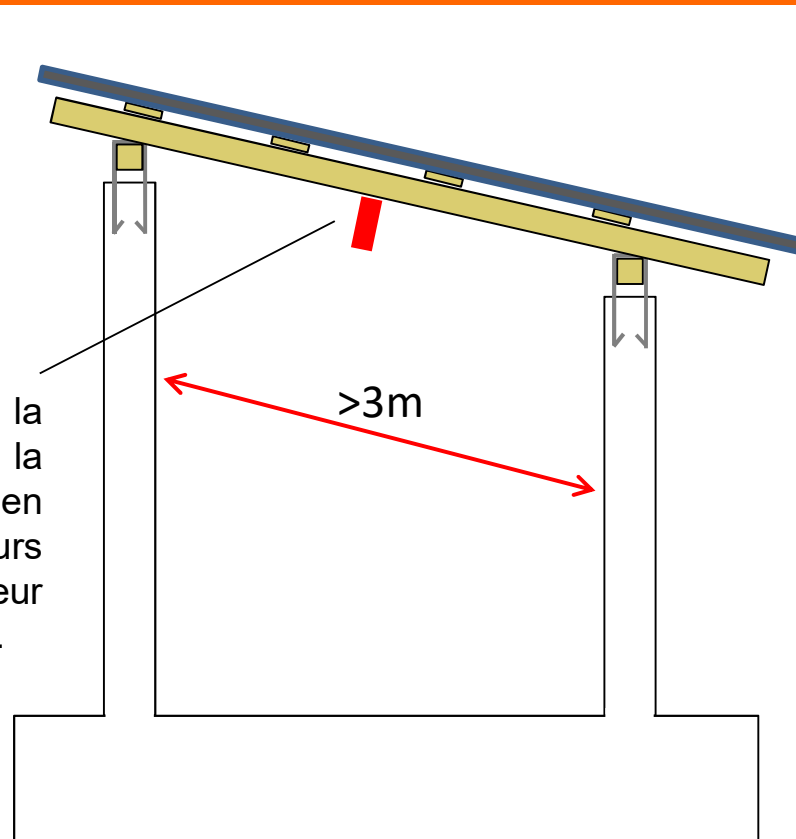


Les charpentes sont souvent sous-dimensionnées et résistent mal aux vents violents



❖ Renforcement de la structure : renforcement de la charpente

Pour renforcer la structure, on réduit la portée des chevrons en ajoutant une ou plusieurs pannes selon la largeur entre éléments porteurs.

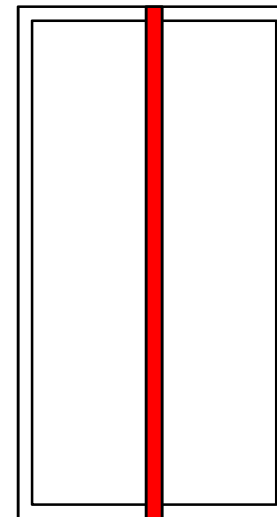
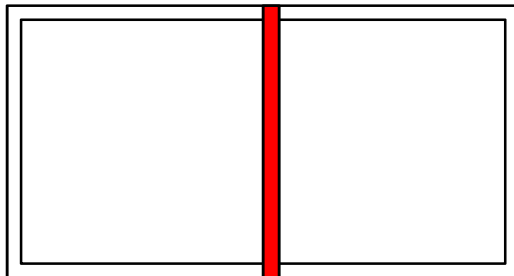
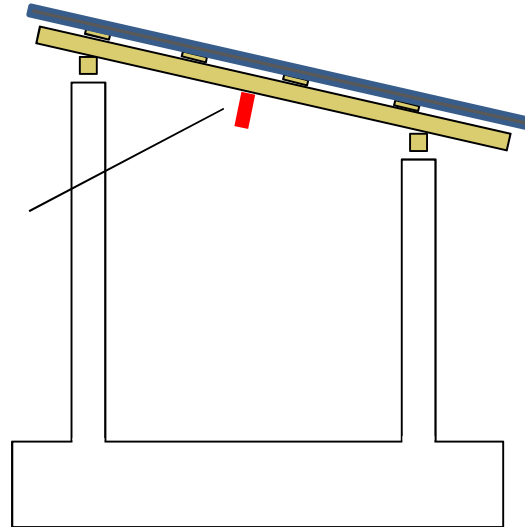


Utiliser bois brut d'un seul tenant

❖ Renforcement de la structure : renforcement de la charpente

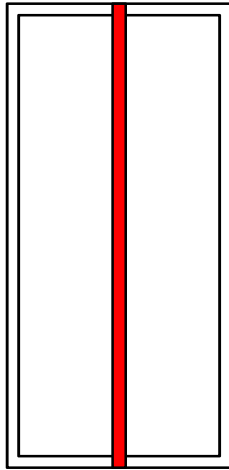


Faire attention à la forme de la maison

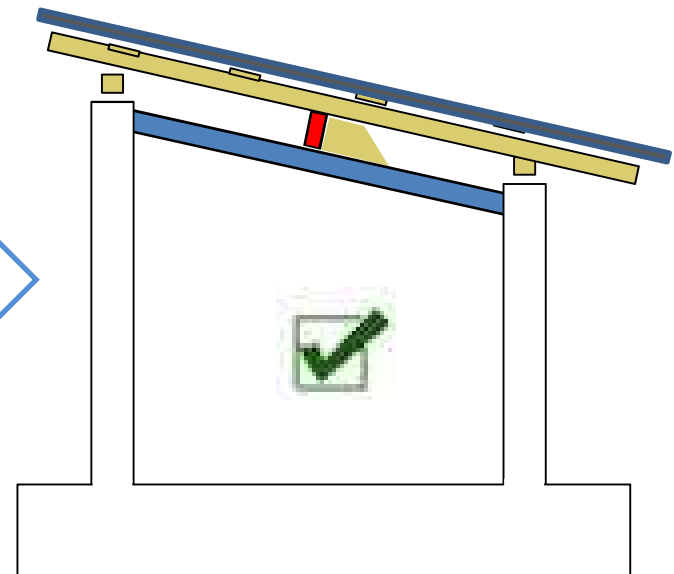
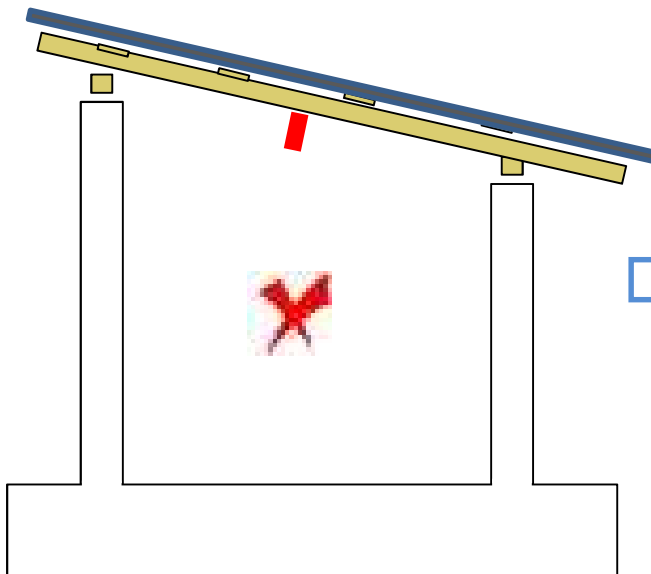
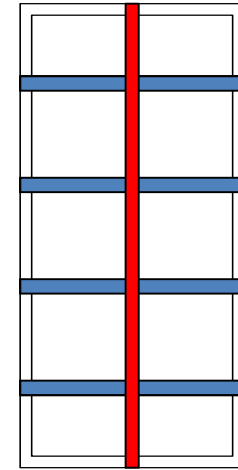


La portée est trop grande, la pièce de bois va fléchir

❖ Renforcement de la structure : renforcement de la charpente

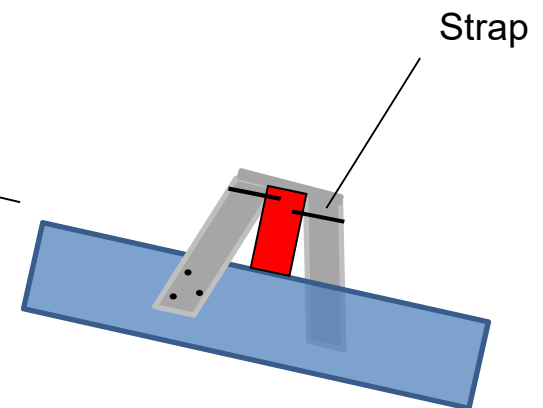
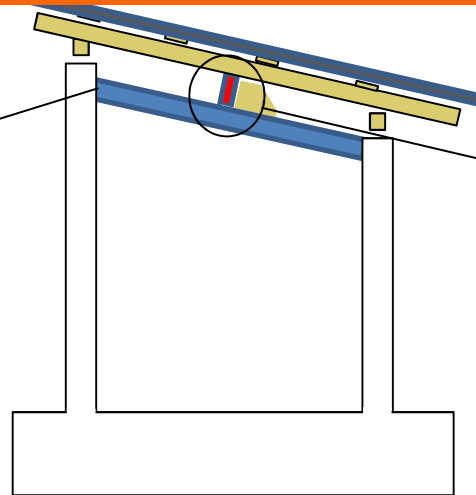


On rajoute des pannes pour améliorer la portée.

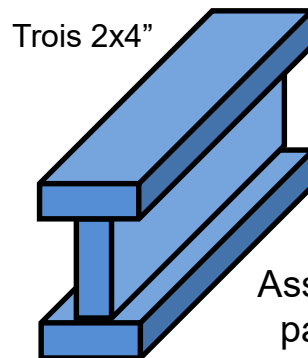
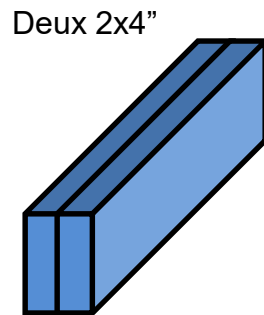
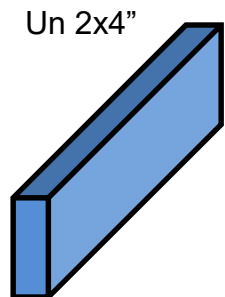


❖ Renforcement de la structure : renforcement de la charpente

Pannes scellées
dans le mur ou
fixation par équerre
métallique



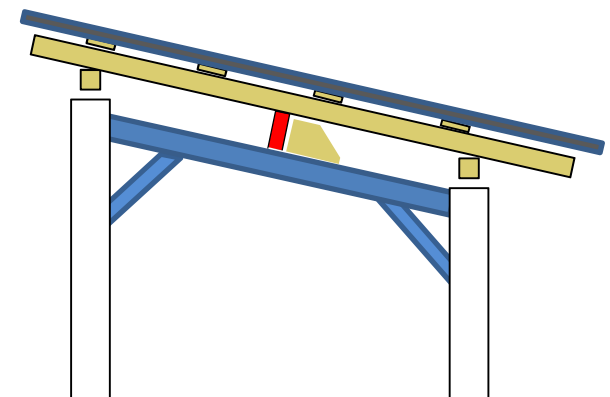
— PORTEE +



Assemblage
par vis ou
tirefonds

Utiliser des bois d'un seul tenant

Dispositif de
renforcement

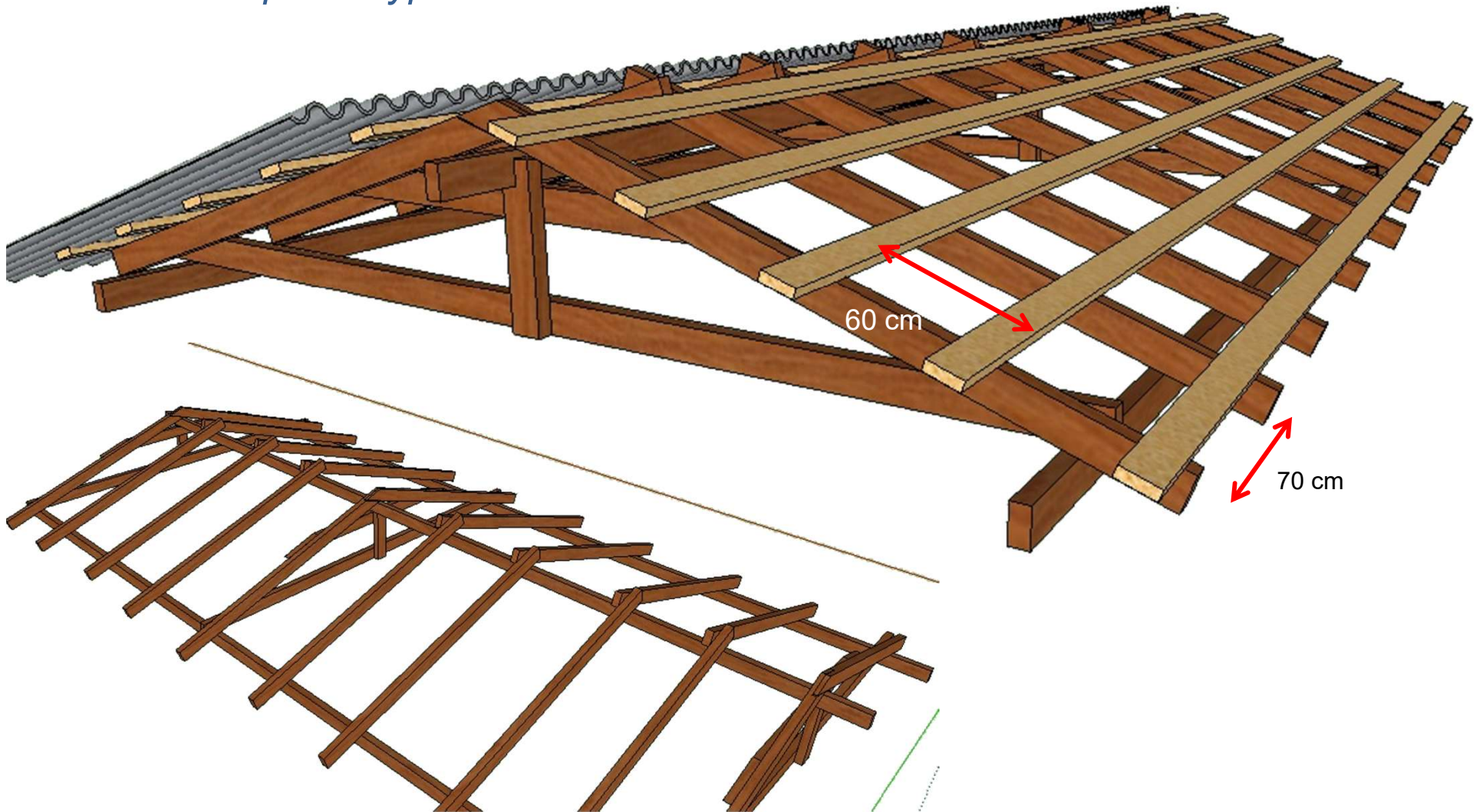


Les maisons en maçonnerie confinée

architectes
de l'urgence

❖ Renforcement de la structure : renforcement de la charpente

→ *Charpente type*



❖ Renforcement de la structure : renforcement de la charpente

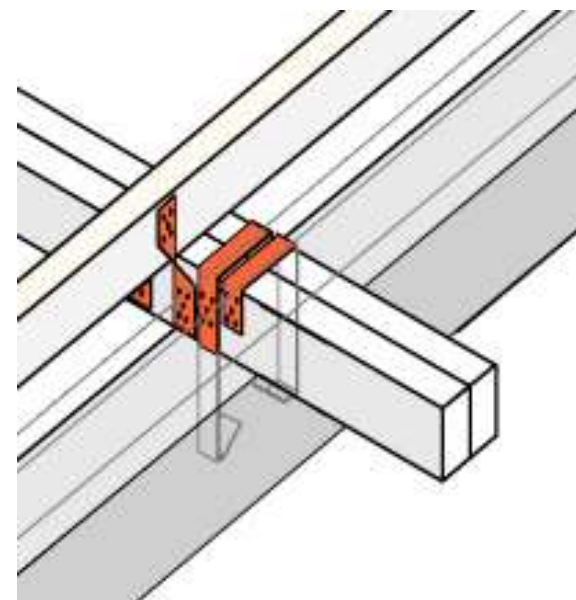
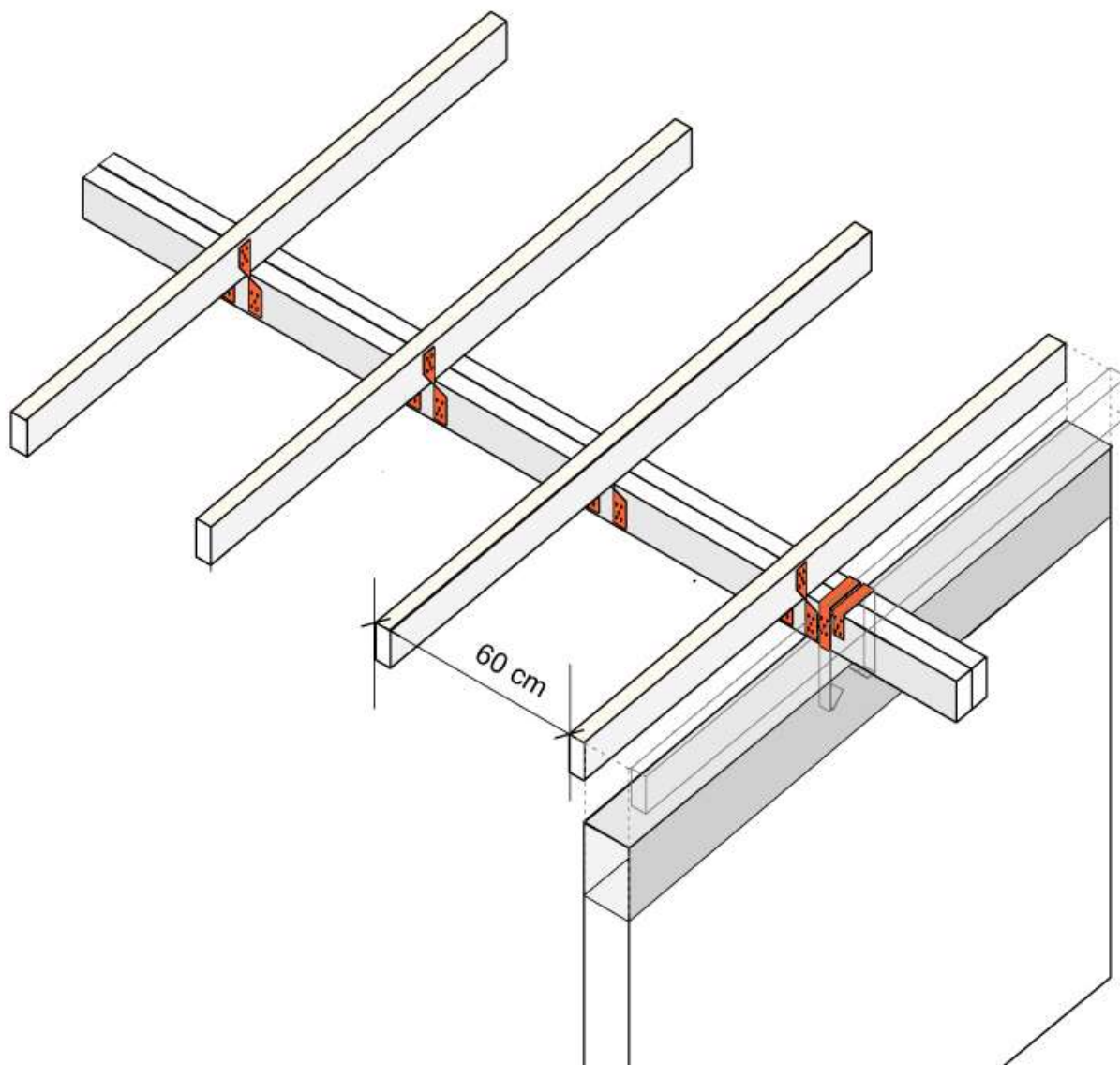
→ *Charpente type - Assemblages*



Les maisons en maçonnerie confinée

**architectes
de l'urgence**

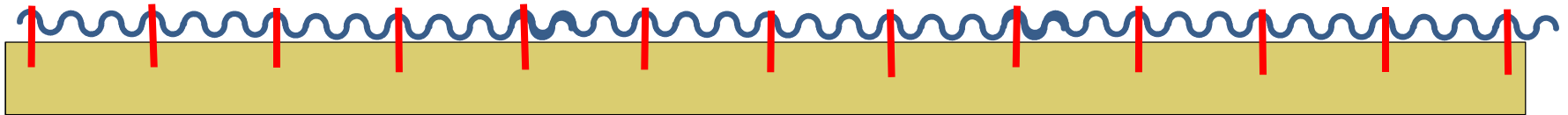
❖ Renforcement de la structure : renforcement de la charpente



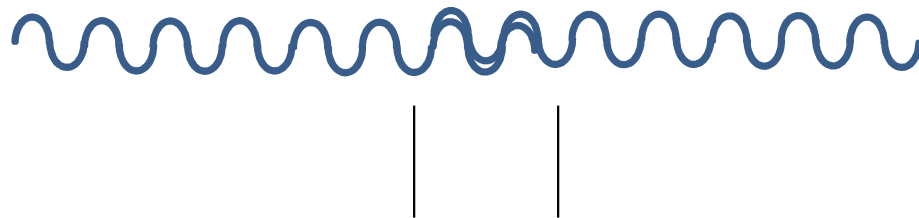
❖ Renforcement de la structure : renforcement de la charpente

→ Fixation des tôles

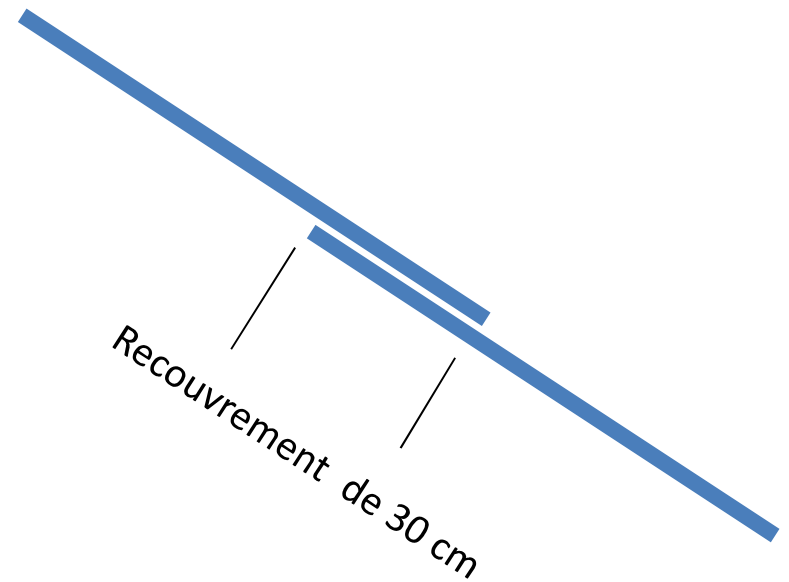
→ Utilisation de tirefonds sur l'onde supérieure : intervalle de 3 ondes entre tirefonds



→ Recouvrement



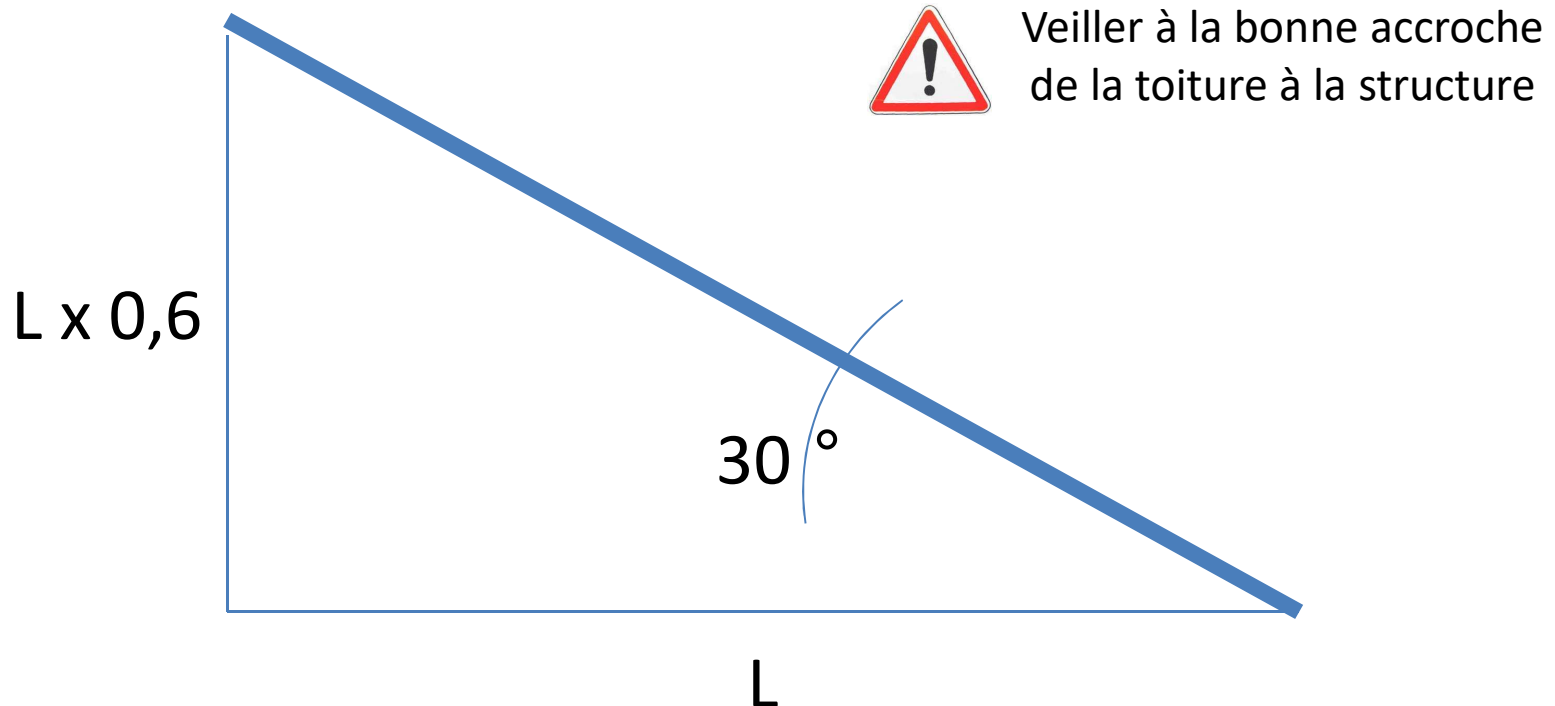
Recouvrement mini = 2 à 3 ondes
entre deux tôles suivant qualité



❖ Renforcement de la structure : renforcement de la charpente

→ *Pente toiture*

→ Pente para cyclonique = 30° soit 60%

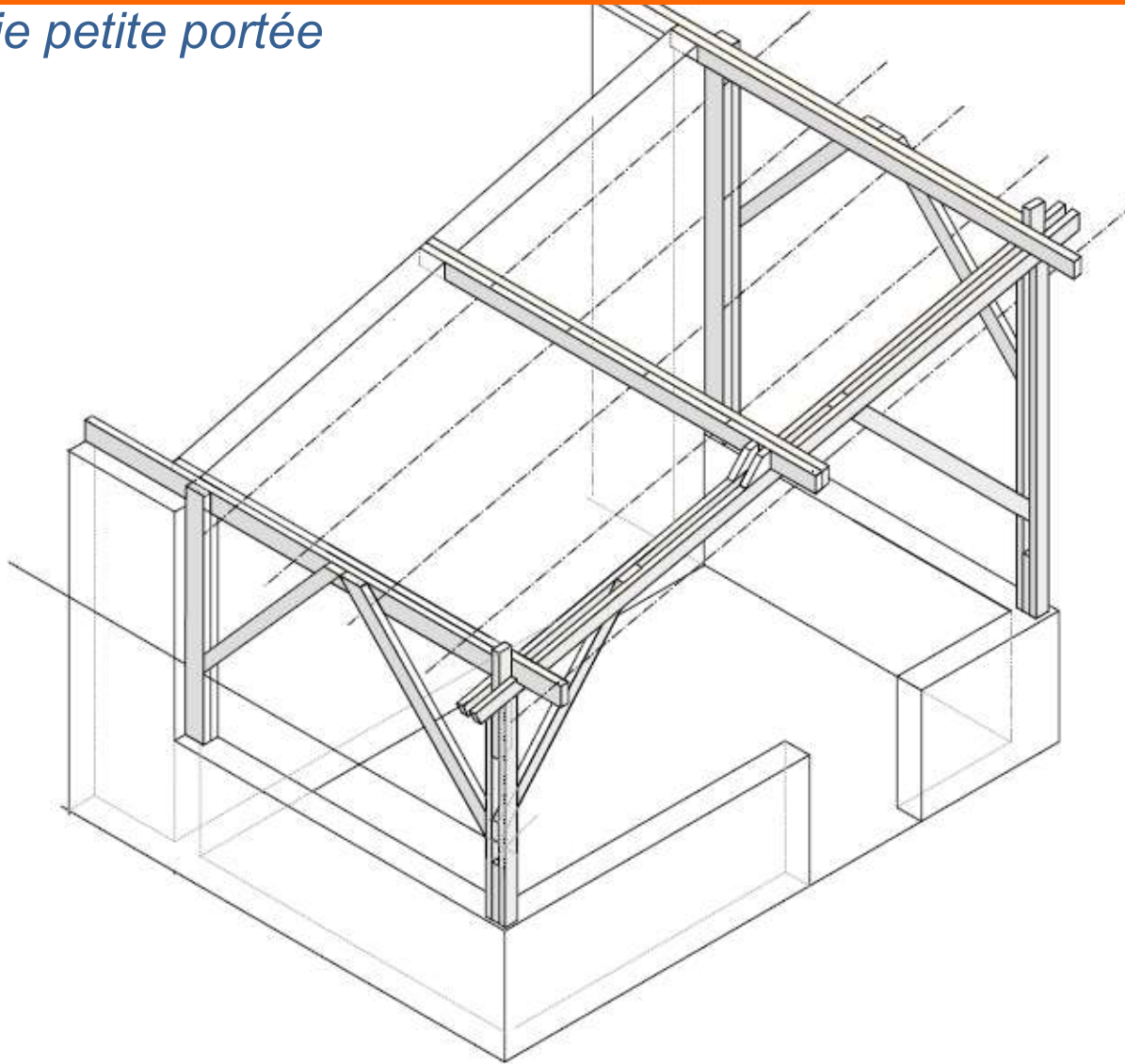


Les maisons en maçonnerie confinée

architectes
de l'urgence

❖ Renforcement de la structure : réparation des galeries

→ *Galerie petite portée*

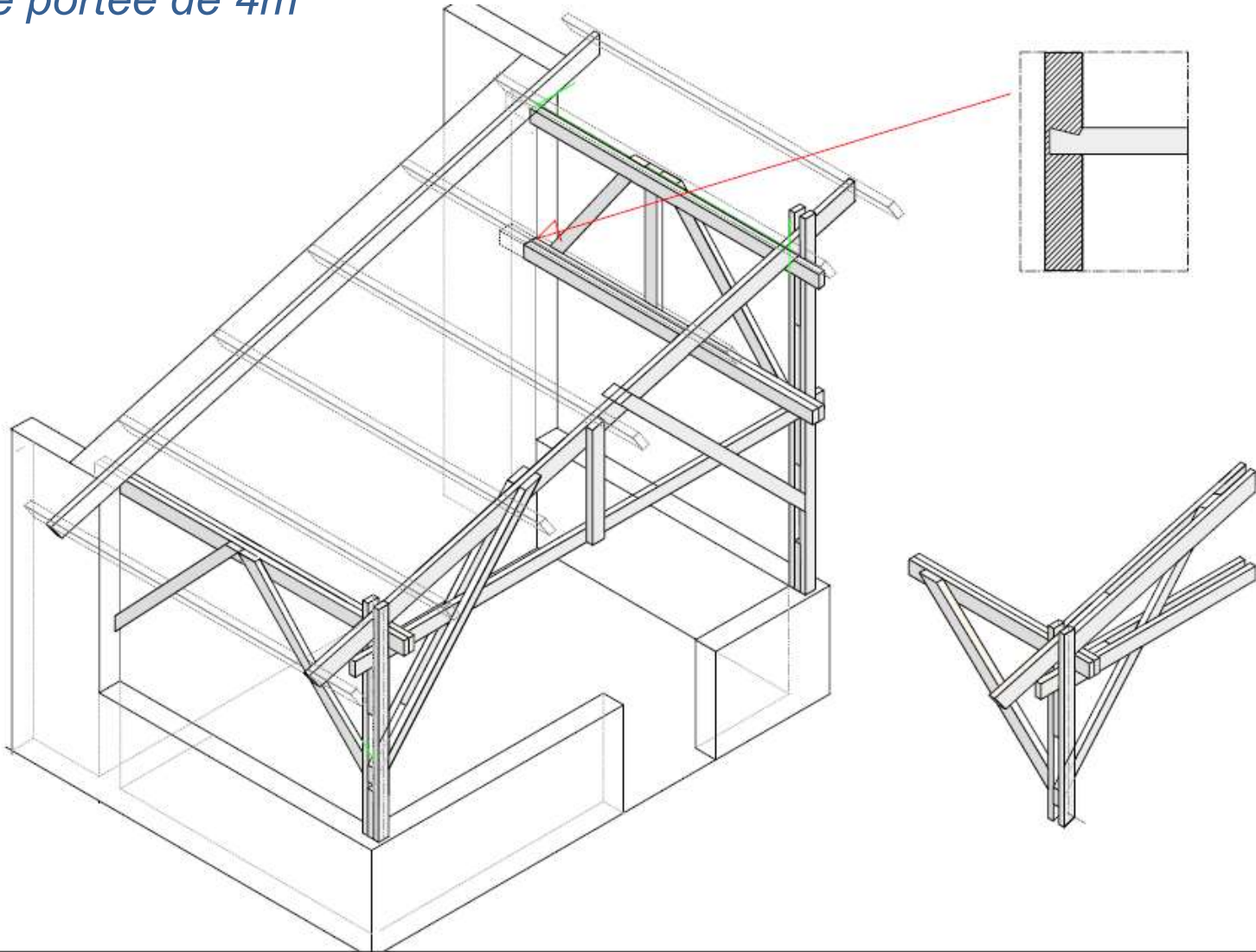


Les maisons en maçonnerie confinée

architectes
de l'urgence

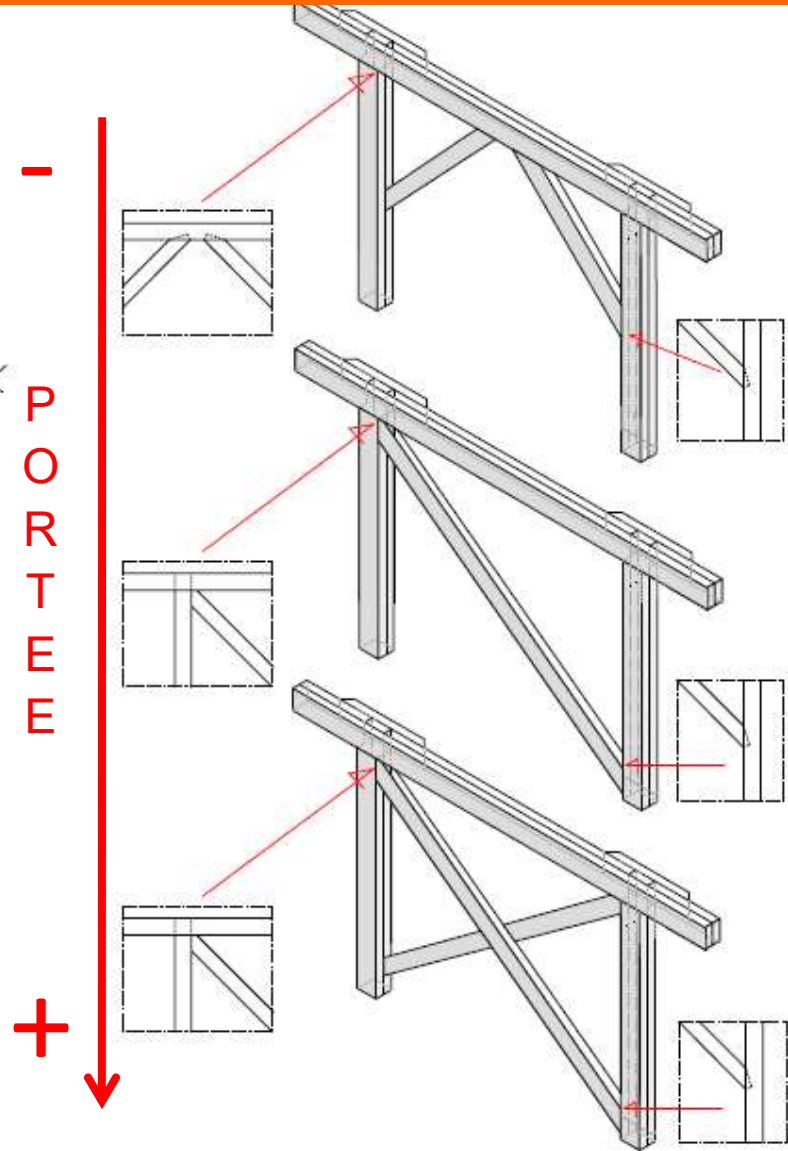
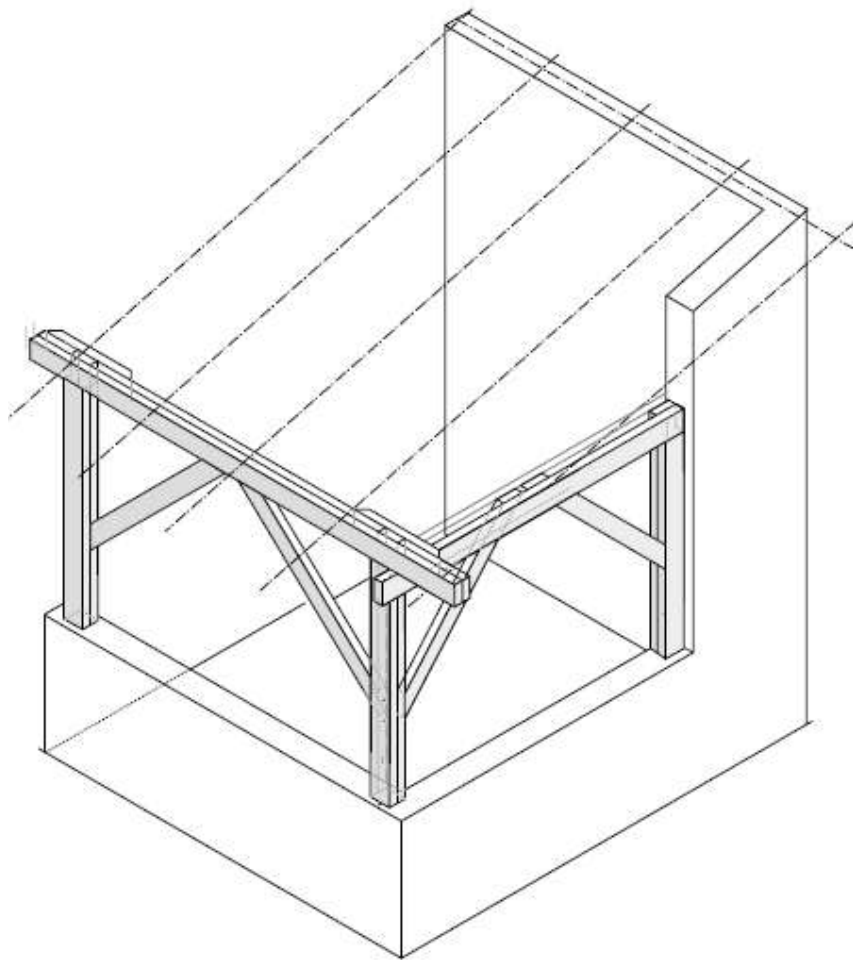
❖ Renforcement de la structure : réparation des galeries

→ *Galerie portée de 4m*



❖ Renforcement de la structure : réparation des galeries

→ *Contreventements*



Les maisons en maçonnerie confinée

architectes
de l'urgence

❖ Exemples de réparations

- Démolition / Etayage



Les maisons en maçonnerie confinée

architectes
de l'urgence

❖ Exemples de réparations

- Réparation de murs selon les prescriptions du MTPTC



Les maisons en maçonnerie confinée

architectes
de l'urgence

❖ Exemples de réparations

- Réparation des linteaux / poteaux
- Ajout de chainages horizontaux



Les maisons en maçonnerie confinée

architectes
de l'urgence

❖ Exemples de réparations



❖ Supervision et contrôle HQS

- Supervision par des binômes d'ingénieur
 - Un ingénieur expatrié
 - Un ingénieur haïtien
- Présence quotidienne sur le chantier
- 10 chantiers de réparations sous la responsabilité de chaque binôme
- Fiche de contrôle HQS à remplir quotidiennement pour chaque chantier (monitoring qualité)
- Formation théorique et pratique des nouvelles équipes

❖ Organisation et logistique de chantier

Pour 20 chantiers en simultané

- **Equipe logistique locale** : 1 chef logisticien, 2 assistants, 6 manoeuvres
- **3 véhicules** : 1 camion fermé, 1 camion à plateau et 1 pick-up
- **20 équipes** composées de : 1 chef d'équipe, 1 boss maçon, 1 boss charpentier, 2 manoeuvres + aide du bénéficiaire

Paiement des équipes par payroll

❖ Approvisionnement

- Achat local des matériaux :
 - Ciment, Acier, Bois, quincaillerie : quincailleries locales sur zone
 - Blocs vibrés / Claustas : usines à proximité
 - Granulats : Grand-Goëve / PaP
- Contrôle qualité réguliers des matériaux
- Livraison sur site (ciment, acier, bois) ou par point d'approvisionnement avec transport sur site par le bénéficiaire (blocs, granualats)

❖ Quelques chiffres

- Coût moyen des réparations

	/ Maisons
Main d'œuvre	310 €
Matériaux	660 €
TOTAL	970 €
% main d'œuvre	32 %
Ratio Familles/maison	1,5

- Cadences : 1 chantier = 6 à 7 jours