

# Charpente traditionnel en bois

Natterer Johannes

Ing. dipl. EPFL

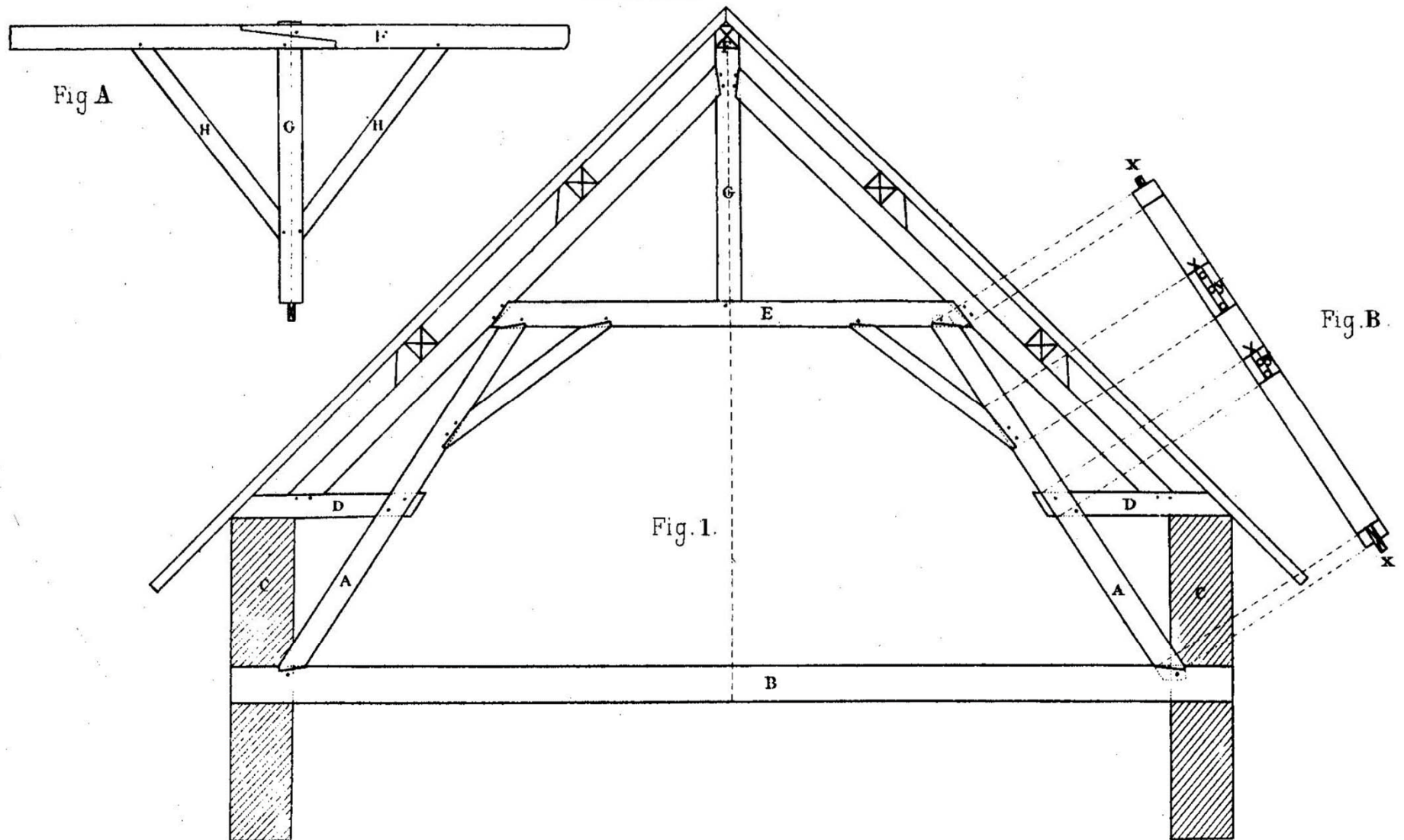
EPFL

# Source

- L'art du Trait de Charpenterie, Billon Frères, Ed. H. Vial
- Assemblage du bois, l'Europe et le Japon face à face. Ed. Vial

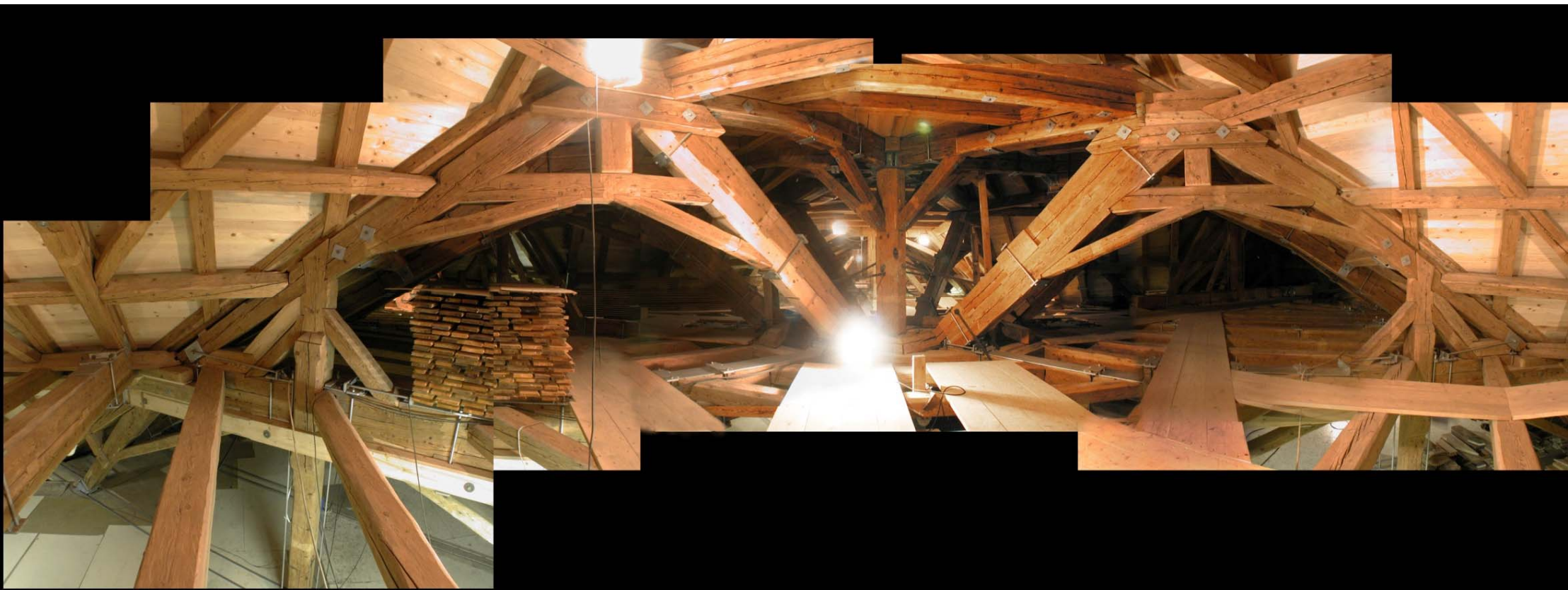
PLANCHE 11

FERMES

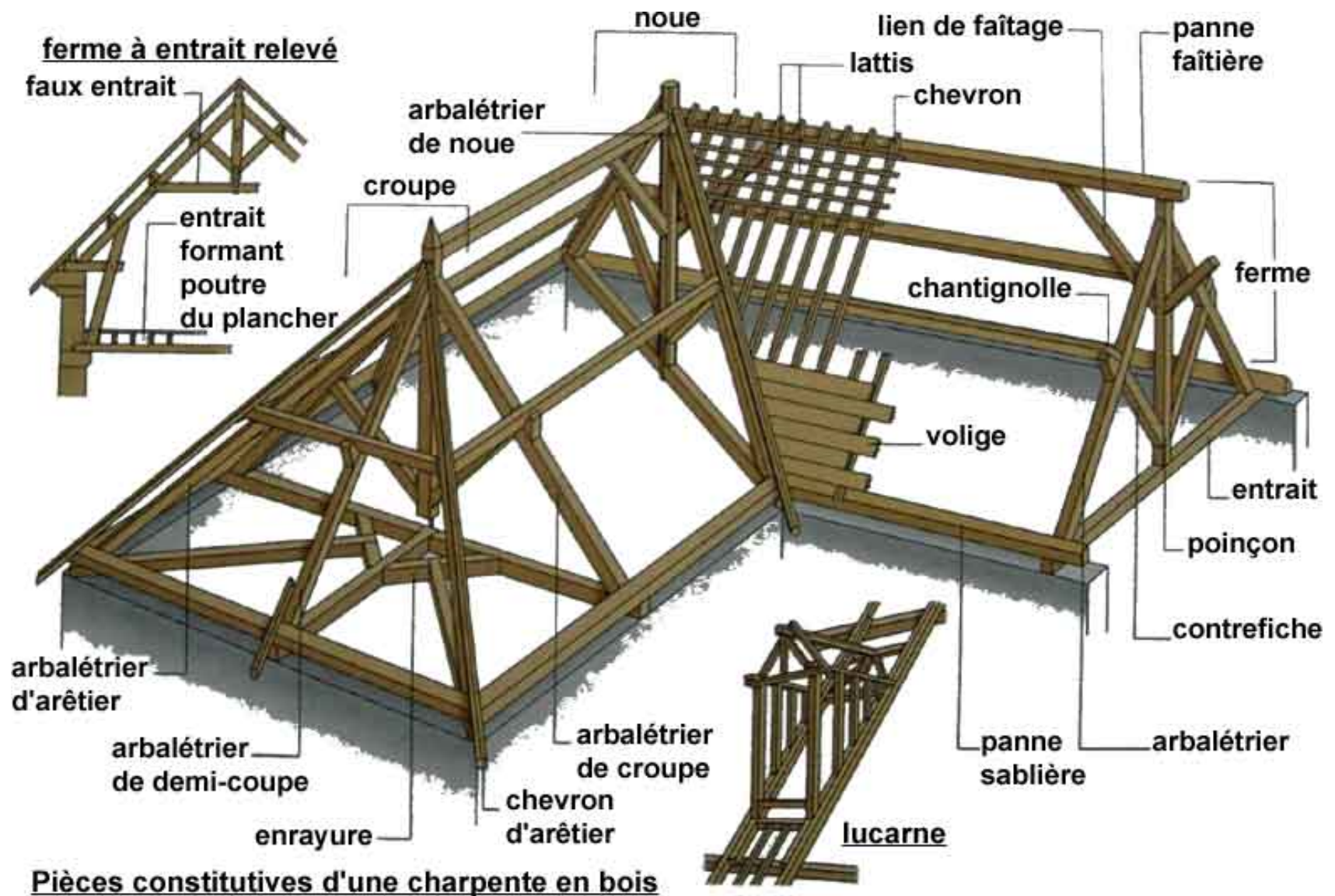






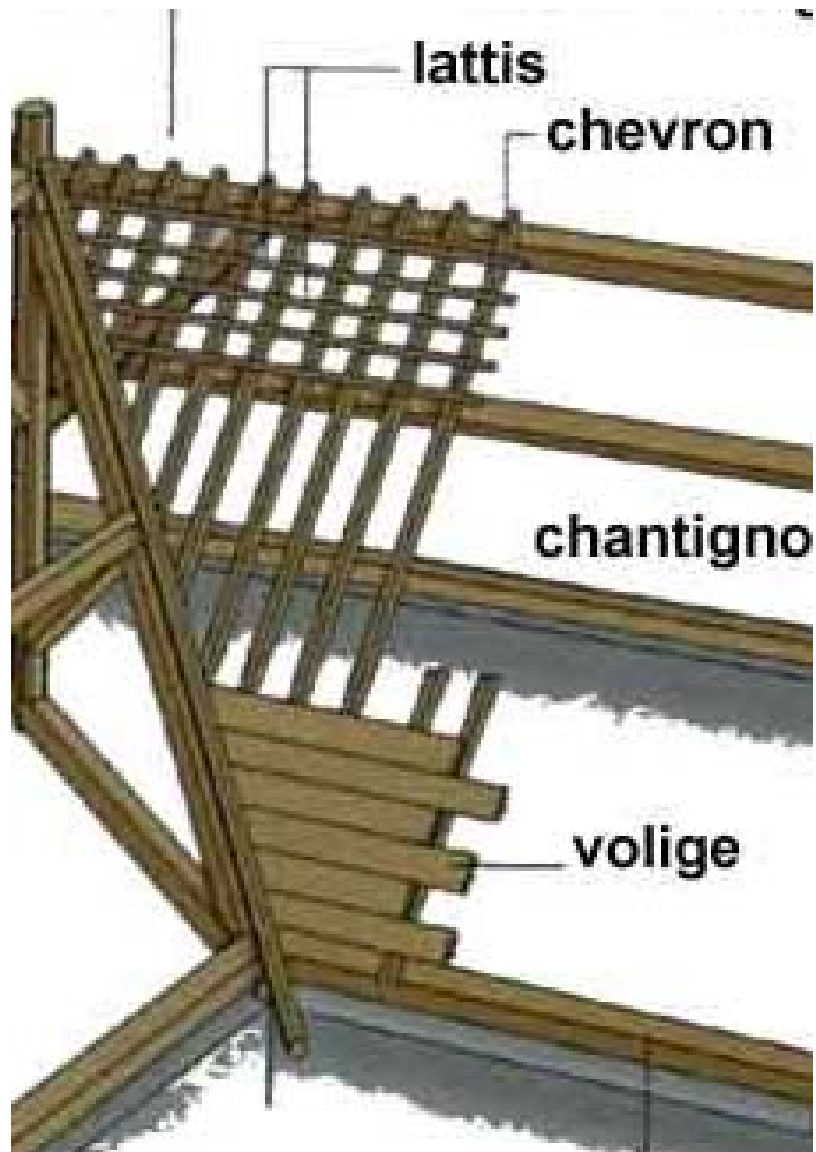


# Termes



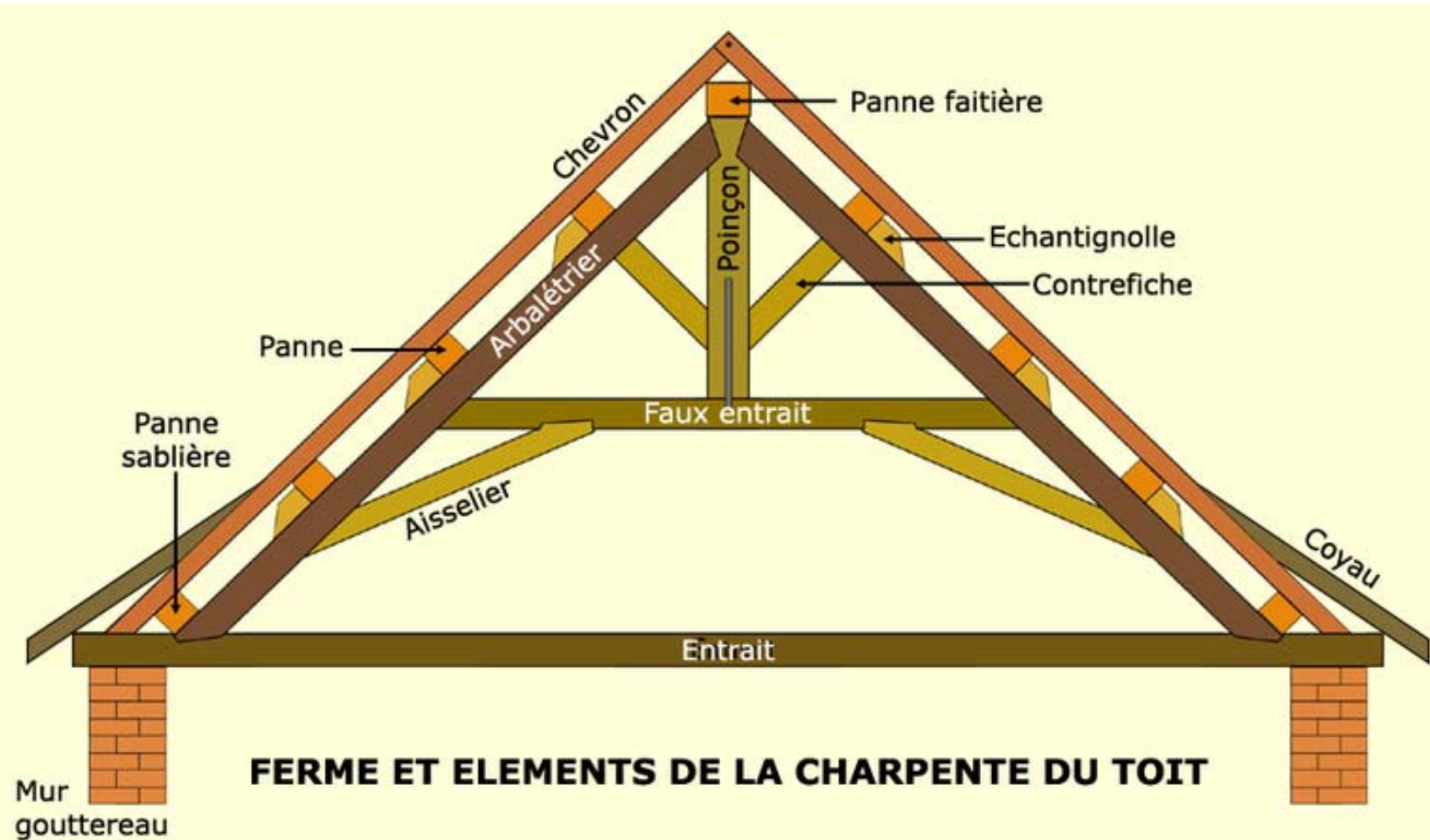
<http://teckisol.fr>

# Le chevron



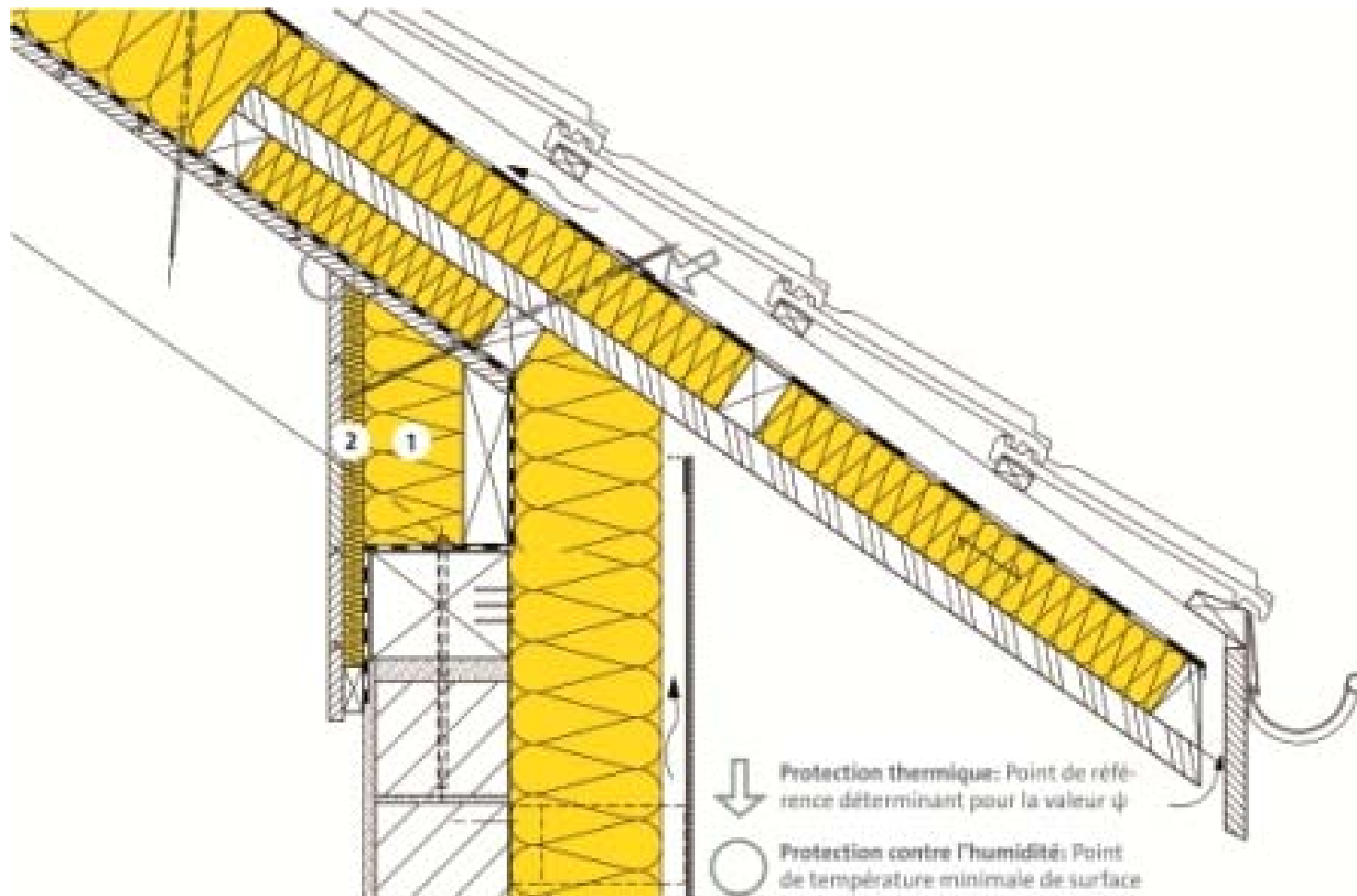
Lattage





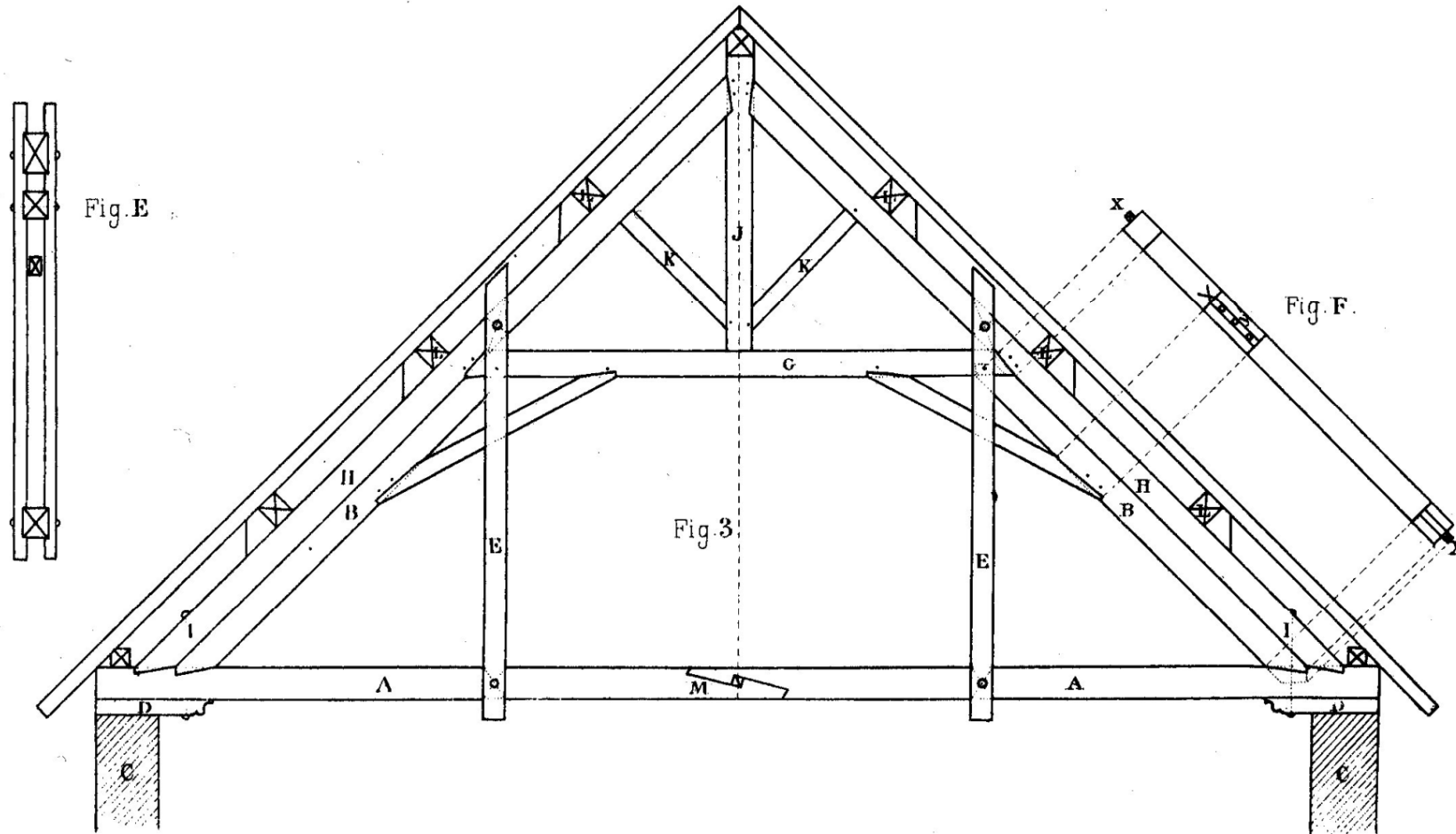


# Le lattage - Contrelattage



<http://www.isover.ch>

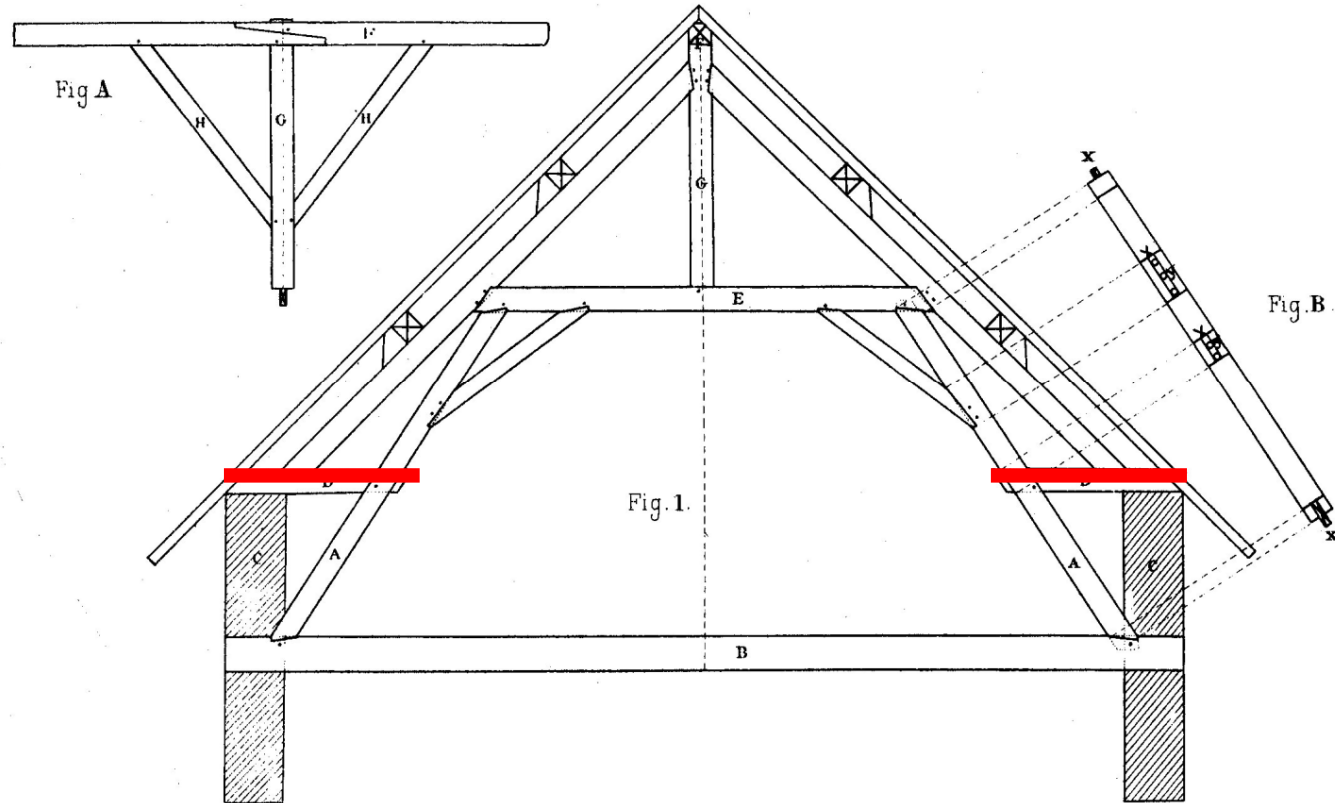
# La panne – panne volante – panne faitière



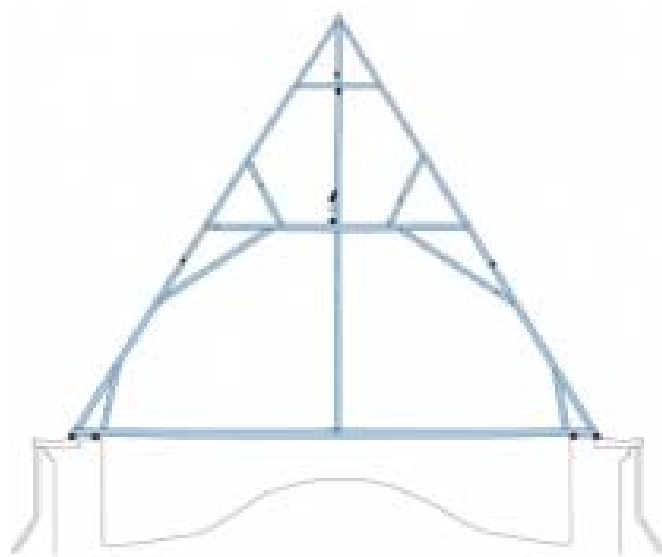
# Le blochet

PLANCHE 11

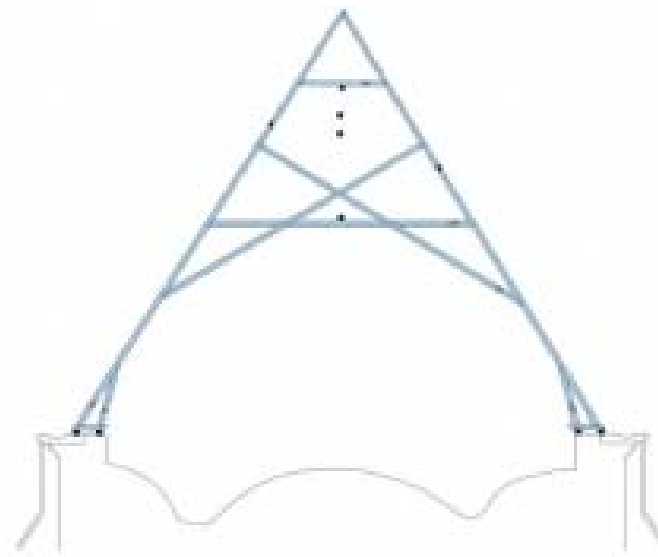
FERMES



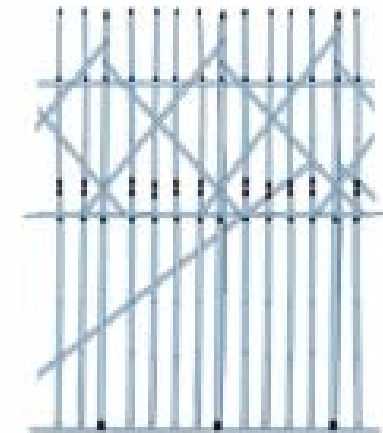
# Chevron formant - ferme



Ferme principale F36, face ouest



Ferme secondaire F43, face ouest



Coupe longitudinal, face nord



# Chevron formant-ferme

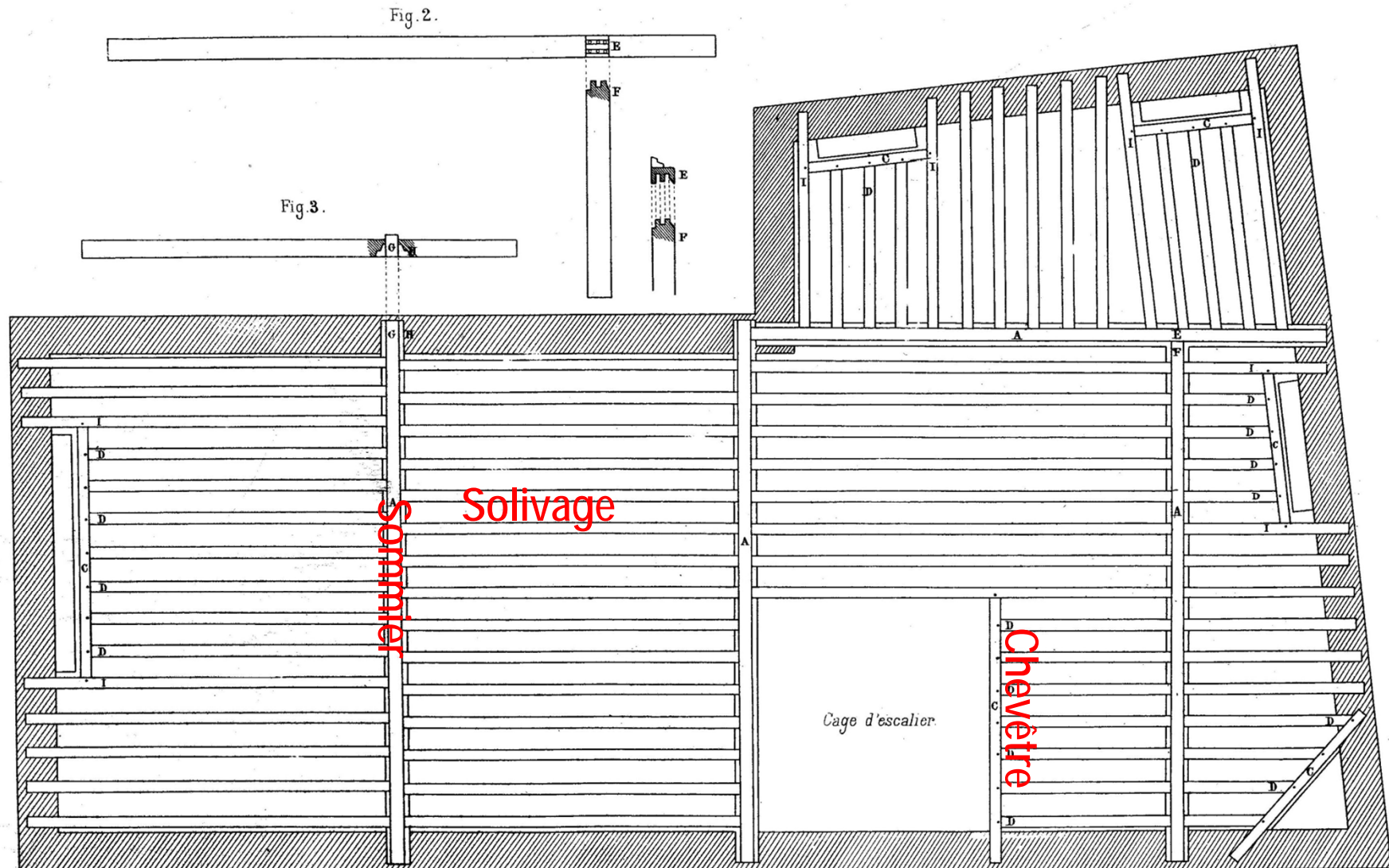
- La charpente de la nef de la cathédrale de Bourges;



Source:

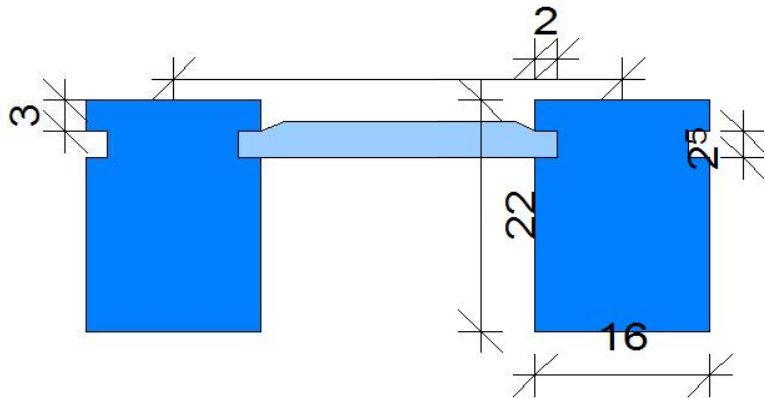
Frédéric Epaud

# Chevêtre – solive - sommier



# Plancher à la française

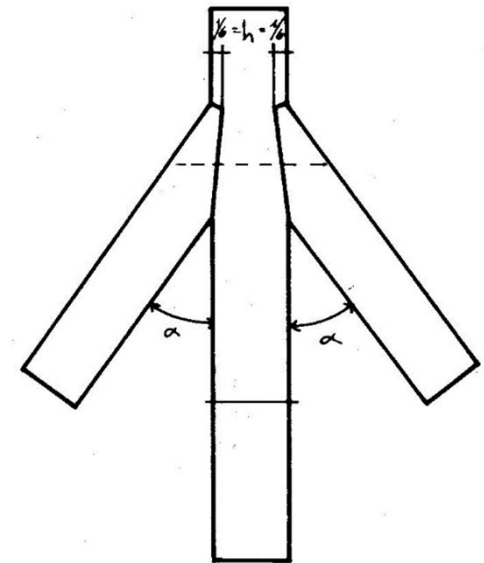
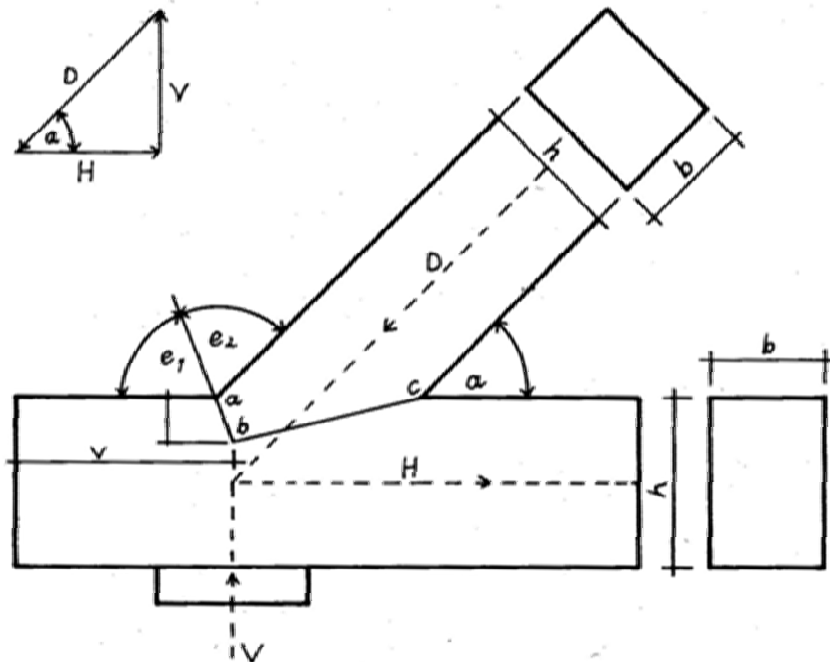
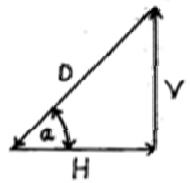
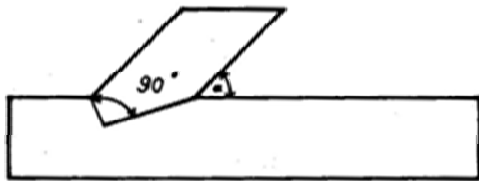
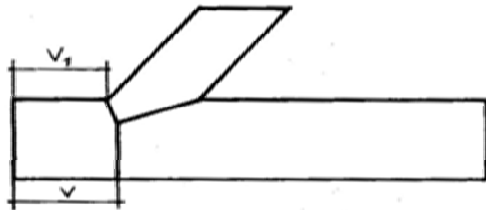
- Tant plein que vide
- Ai entrevou



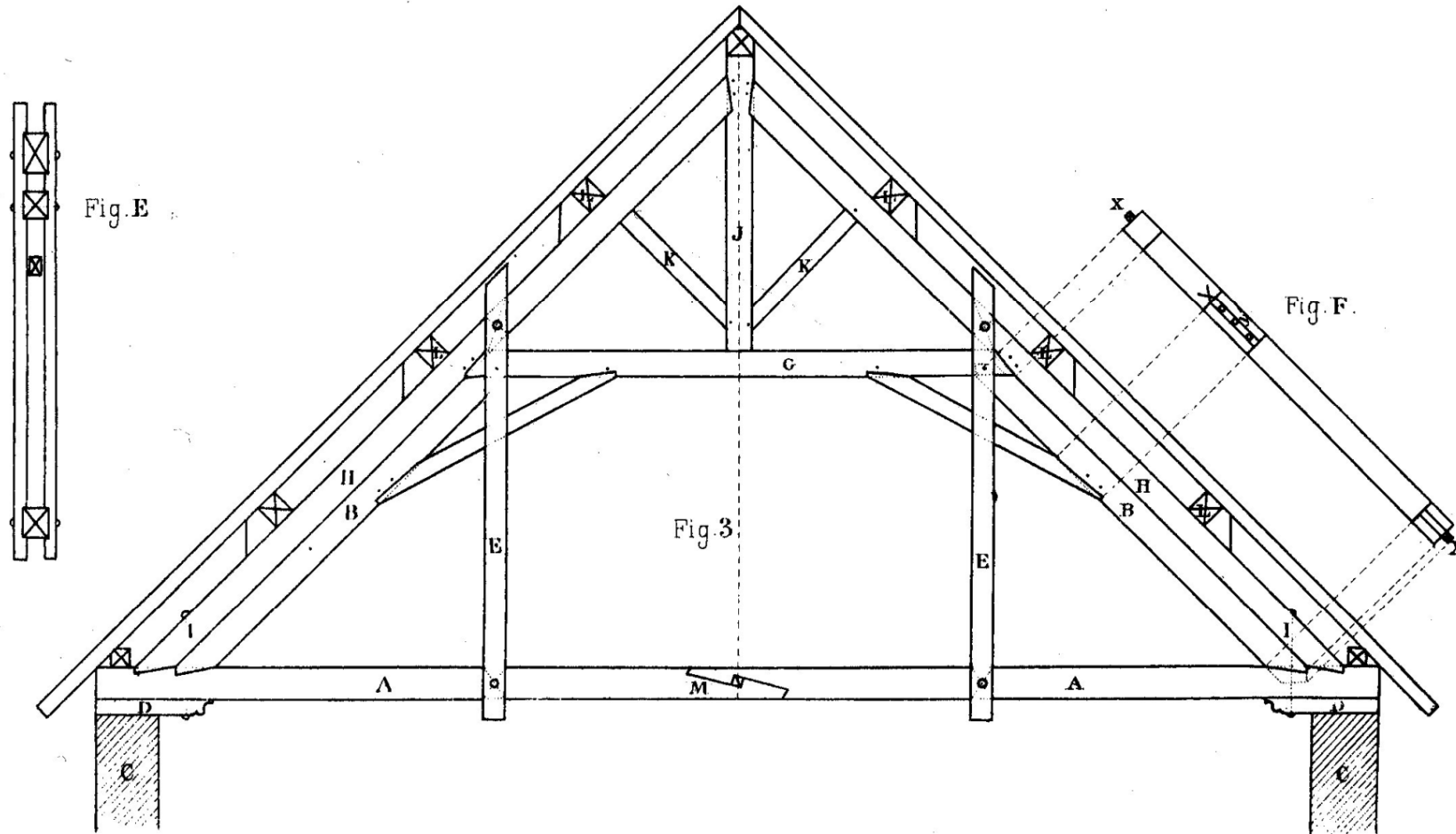
# Détails de charpente



# Embrèvement



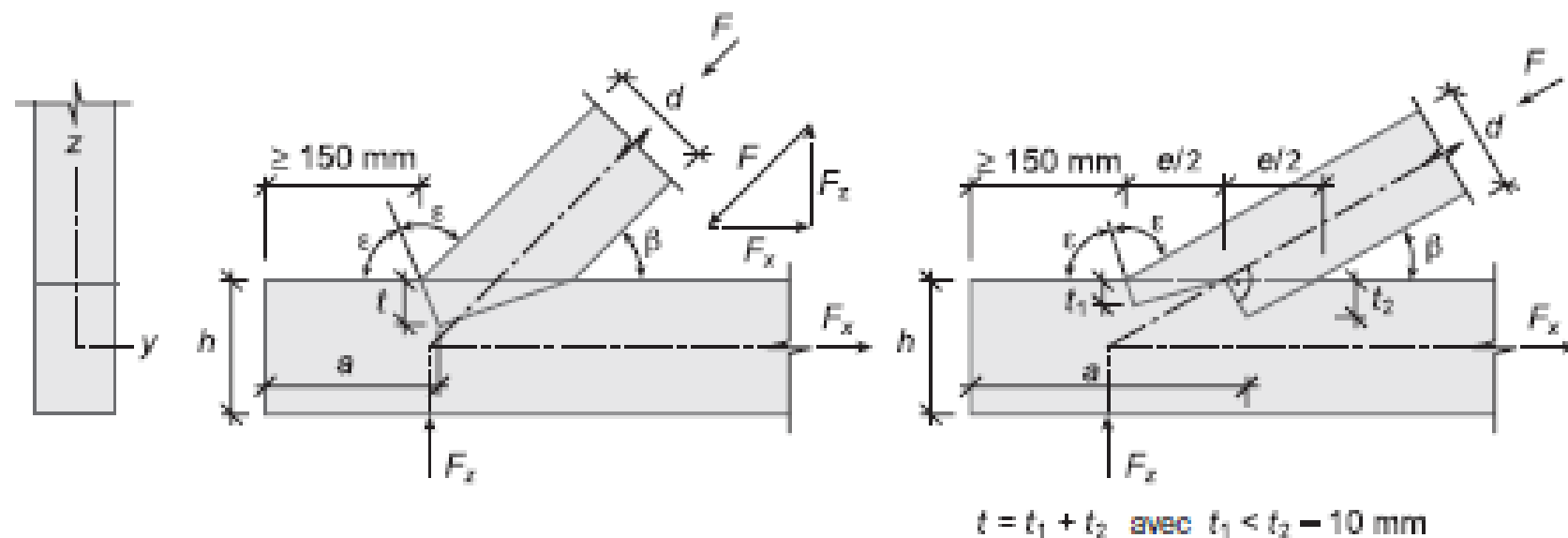
# La panne – panne volante – panne faitière



# Embrèvement double

- SIA 265 § 6.9.2

Figure 37: Embrèvements simple et double



# Embrèvement

## ■ Vérification § 6.9.2

### 6.9.2 Embrèvement

6.9.2.1 La transmission d'un effort de compression  $F$  selon la figure 37 est conditionnée par les relations:

– avant-bois: 
$$a \geq \frac{F_d \cos \beta}{b k_{red} f_{v,d}} \quad \text{avec:} \quad \begin{array}{l} - k_{red} = 0,6 \text{ pour l'avant-bois} \\ - k_{red} = 0,8 \text{ pour le bois lamellé-collé} \end{array} \quad (111)$$

– entaille: 
$$t \geq \frac{F_d \cos \beta}{b f_{c,\alpha,d}} \quad \text{avec:} \quad \begin{array}{l} - \alpha = 1/2 \beta \text{ (embrèvement simple)} \\ - \alpha = 3/4 \beta \text{ (embrèvement double)} \end{array} \quad (112)$$

– hauteur de l'arbalétrier: 
$$d \geq \frac{F_d}{b f_{c,\alpha,d}} \quad \text{avec:} \quad - \alpha = \beta \quad (113)$$

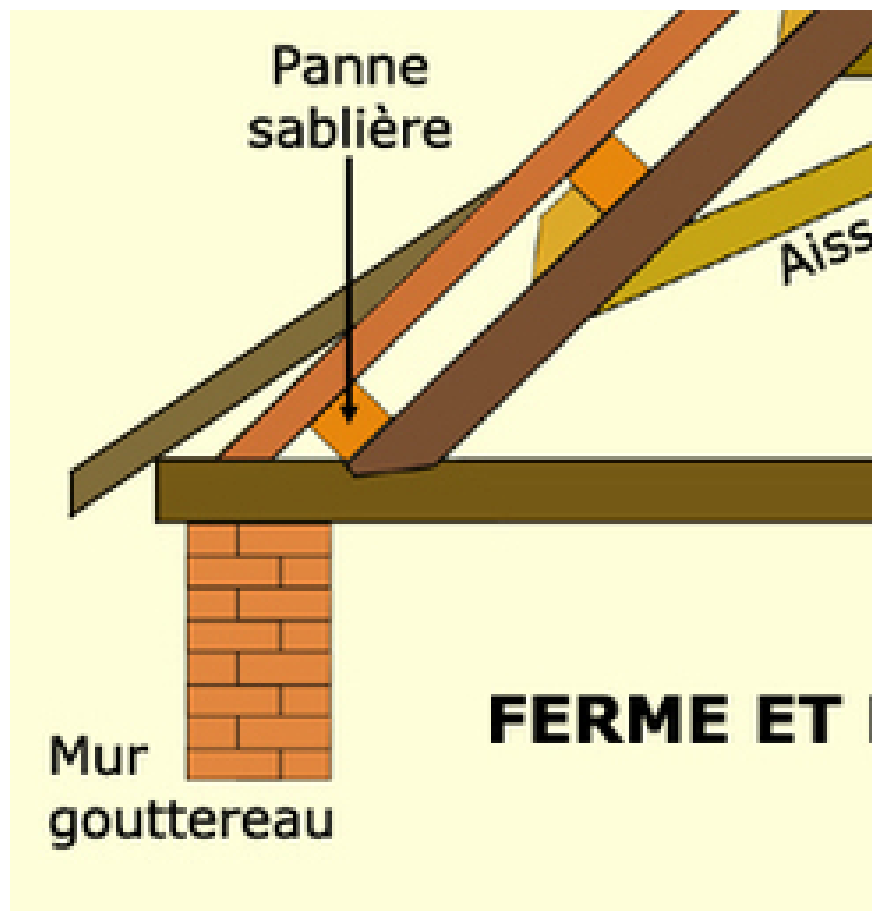
avec:  $b$  largeur de la liaison avec l'arbalétrier

$\beta$  angle entre l'effort  $F_d$  et la direction des fibres (cf. figure 37).

$f_{v,d}$  et  $f_{c,\alpha,d}$  sont les contraintes de dimensionnement, compte tenu de la teneur en eau du bois, et  $f_{c,\alpha,d}$  doit être déterminée selon le chiffre 6.9.1.2.

# Embrèvement

- Liaison arbalétrier et entrain





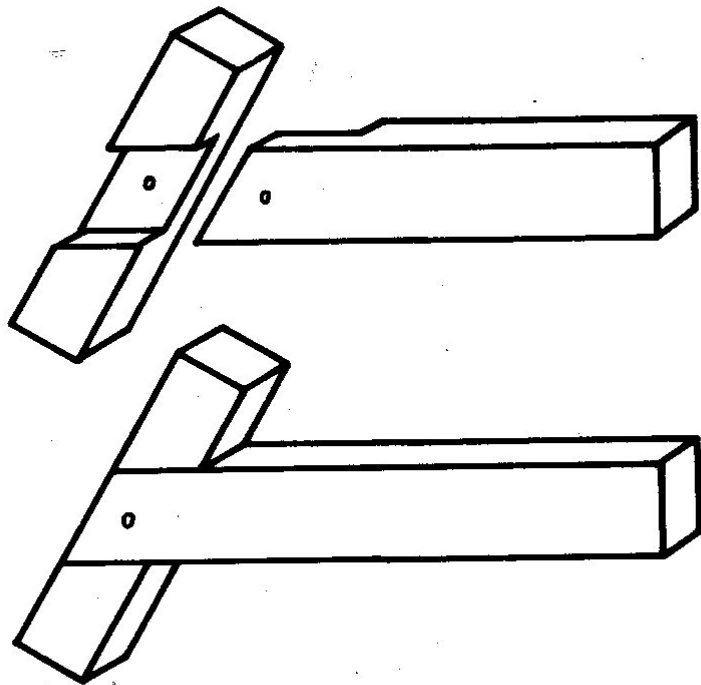
- Assemblage bois-bois

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{0,8 f_{c,0,d} f_{c,90,d}}{0,8 f_{c,0,d} \sin^2 \alpha + f_{c,90,d} \cos^2 \alpha}$$

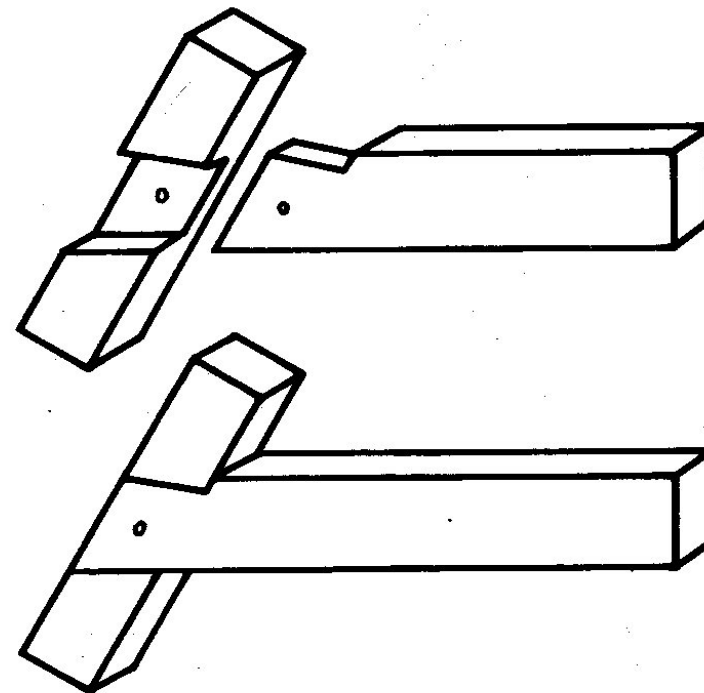
# Tenon - mortaise



# Entaille à mi-bois oblique



Entaille à mi-bois droite sur un faux entrait



Entaille à mi-bois en queue d'aronde bâtarde sur un faux entrait

# Tenon - mortaise



# Trait de Jupiter

Fig.1.

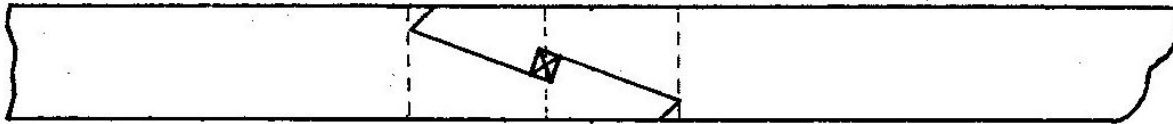


Fig.2.

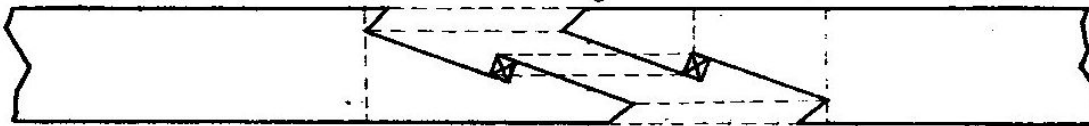


Fig.3.



Fig.4.

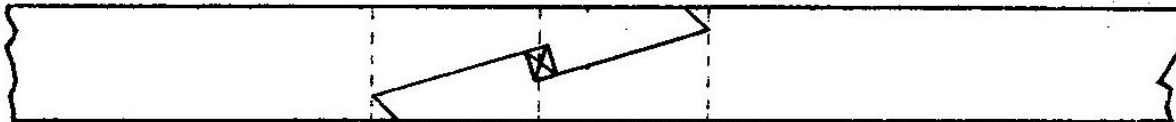


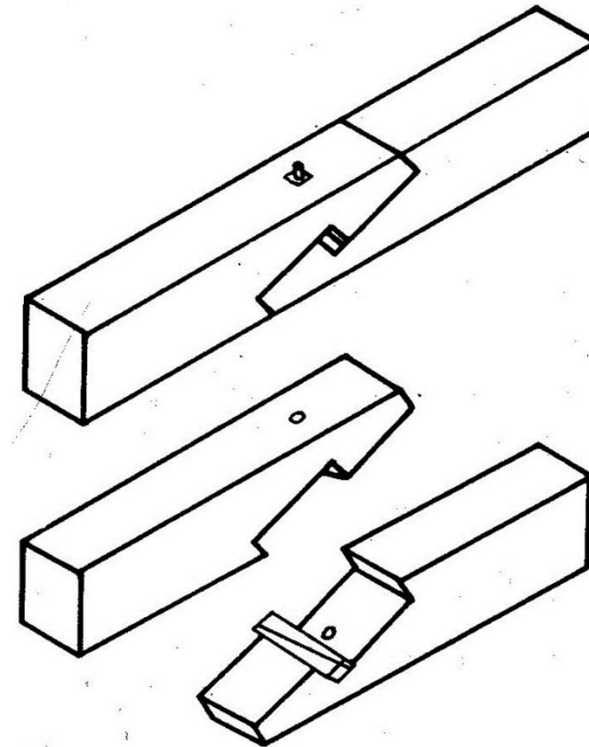
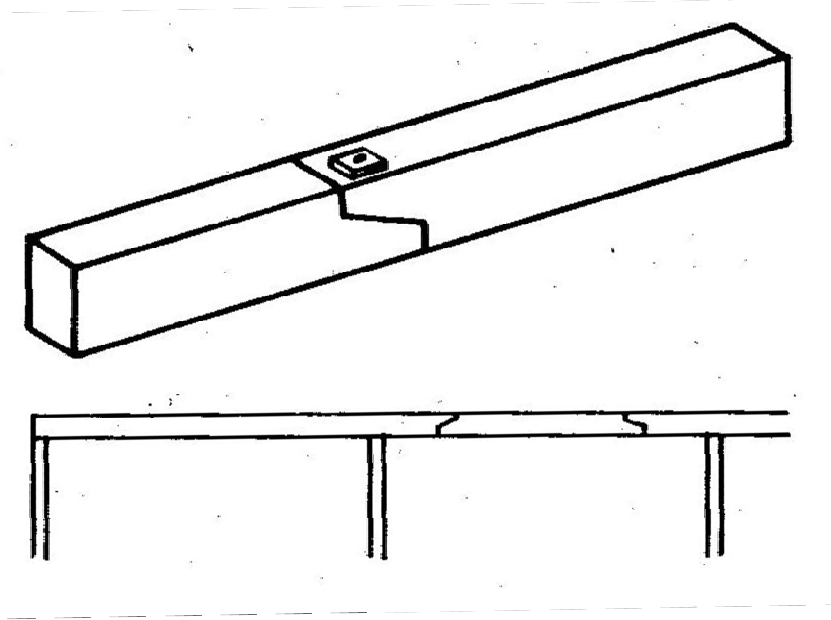
Fig.5.



Fig.6.

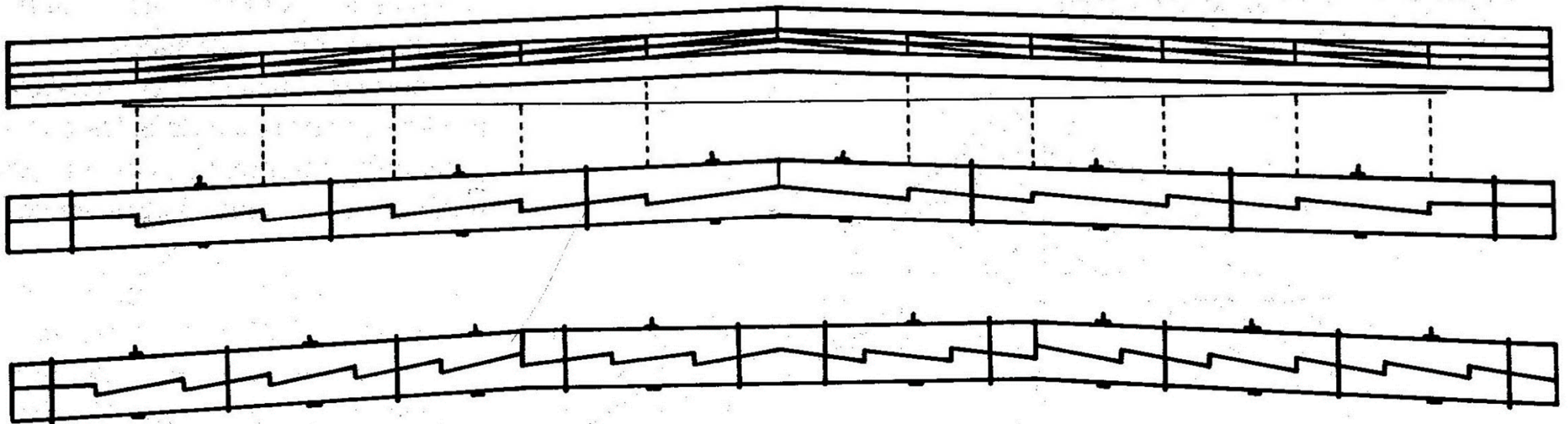


# Assemblage Gerber

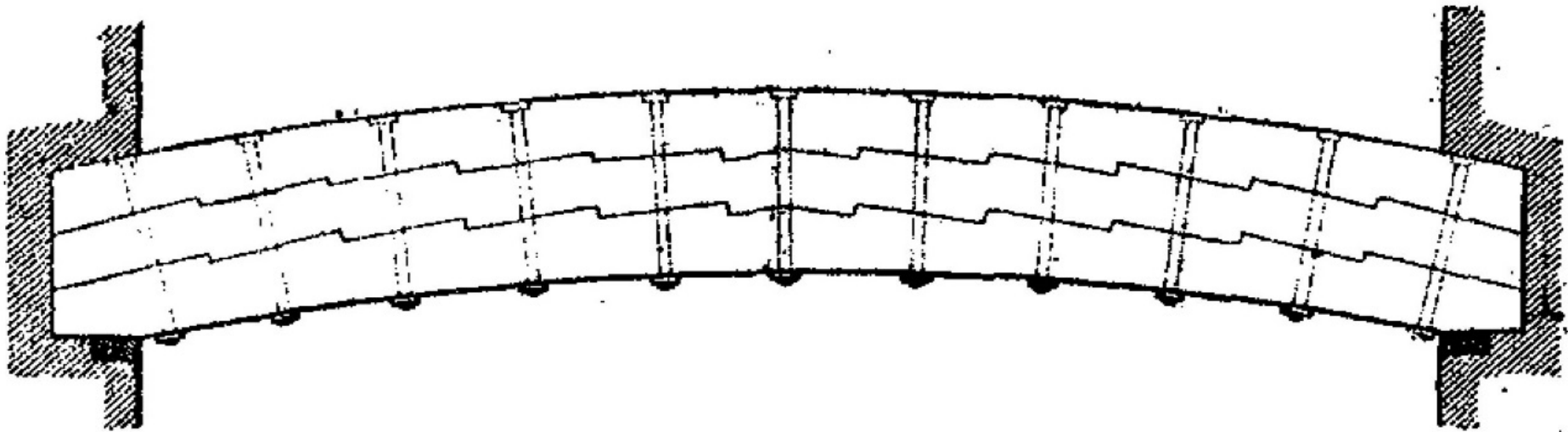


Variantes de l'assemblage de Gerber

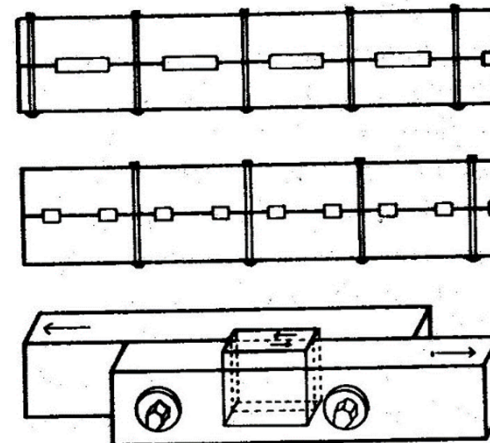
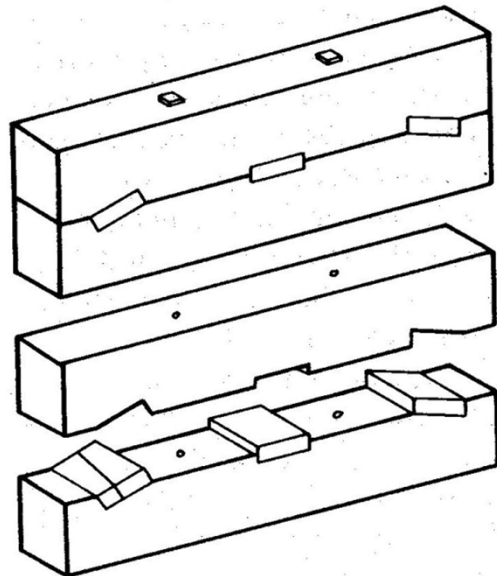
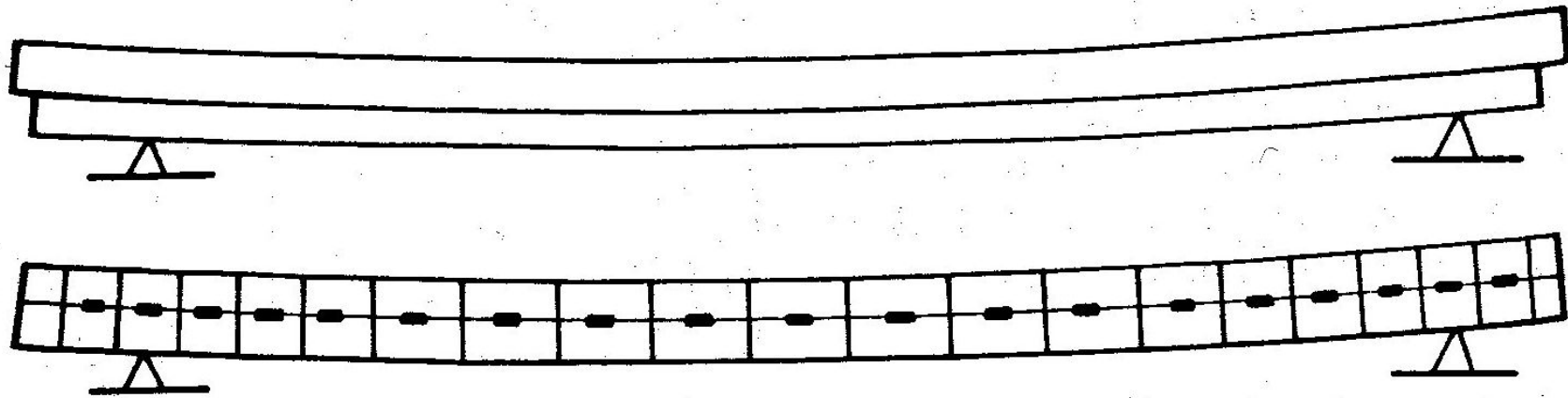
# Les poutres adentées



# Poutre adentée



# Poutre chevillée

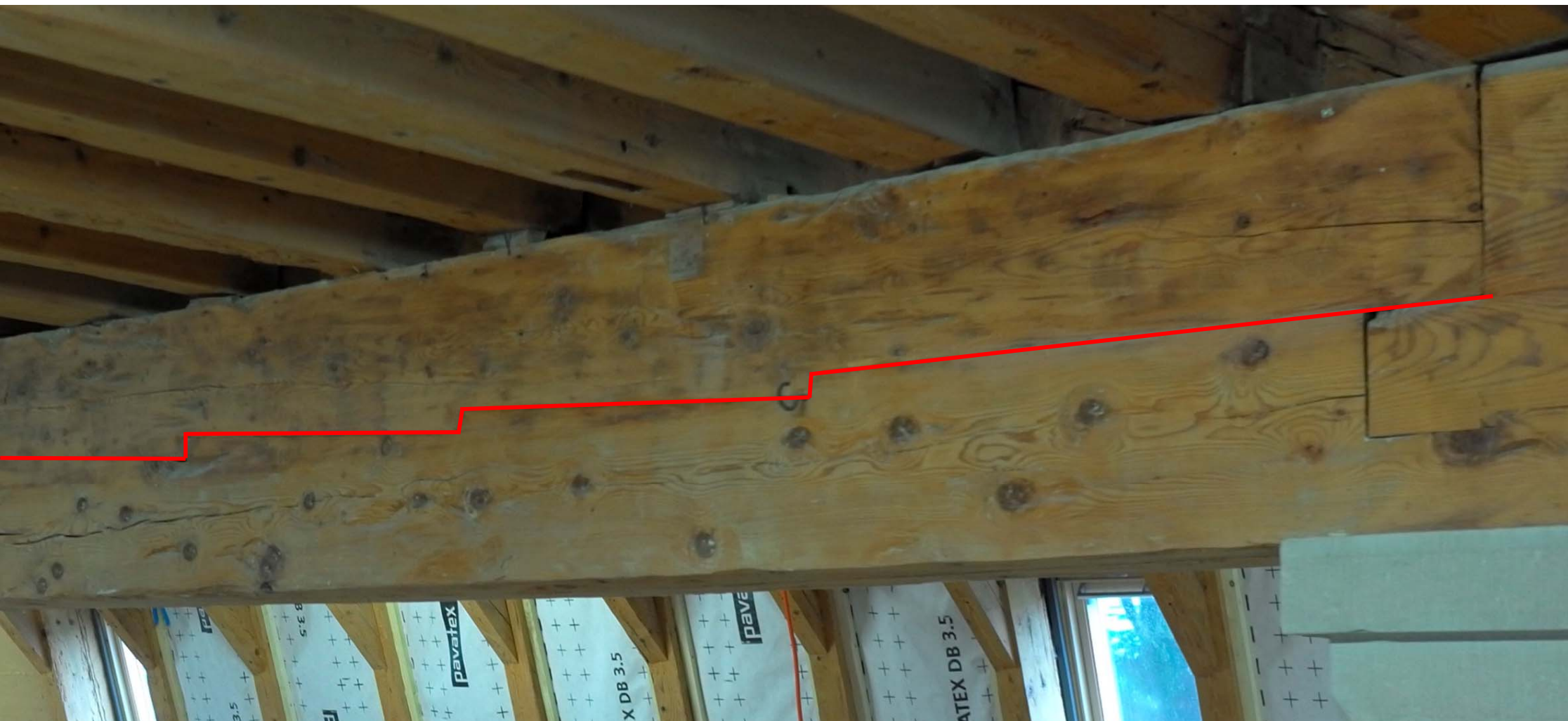


Partie médiane d'une poutre chevillée  
avec coin double et coin simple









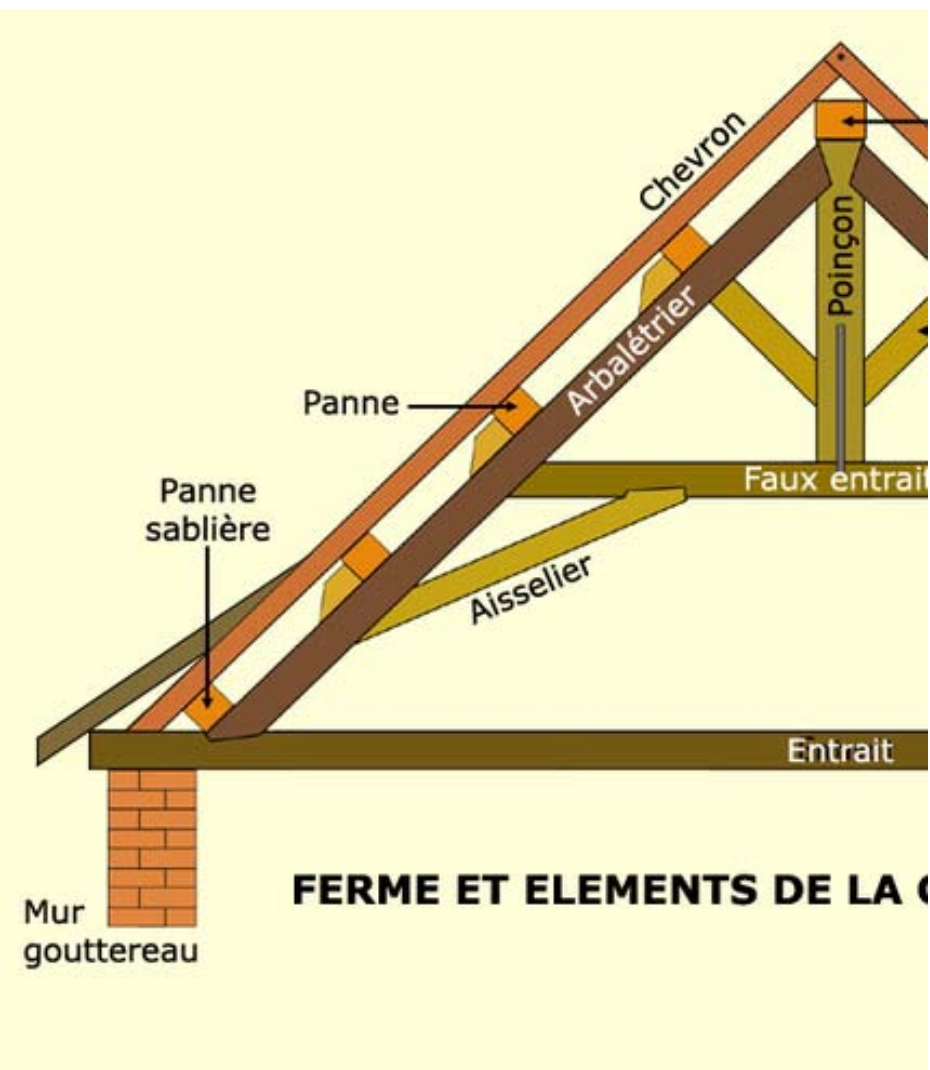


# Poutre en flexion



# Pathologie

# Epi de toiture



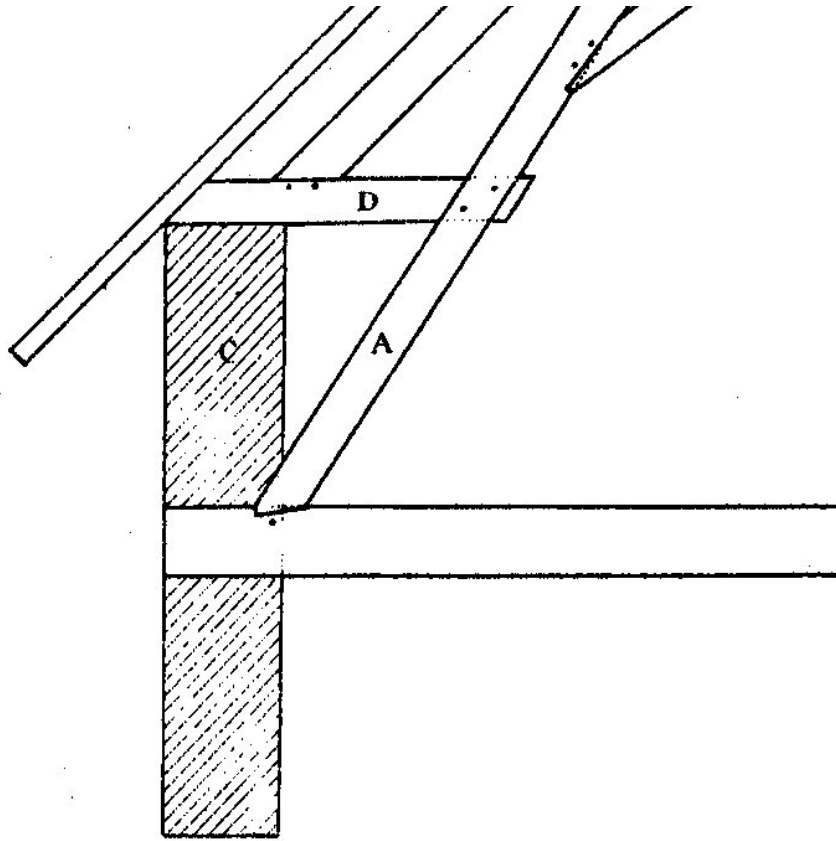


# Dégradation du faux-entrait





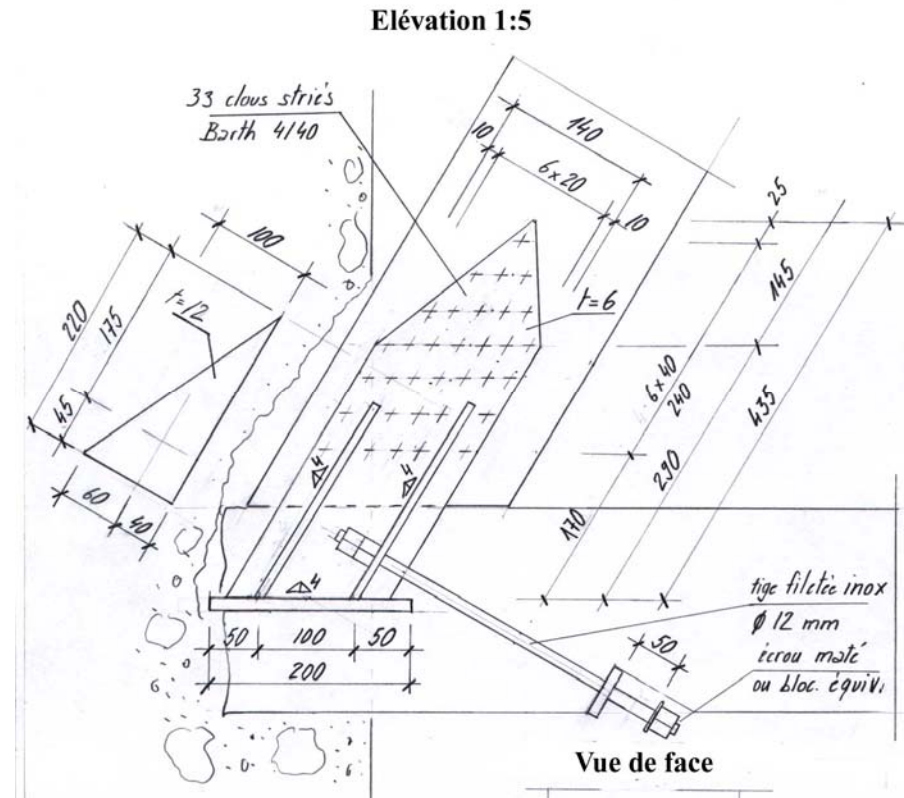
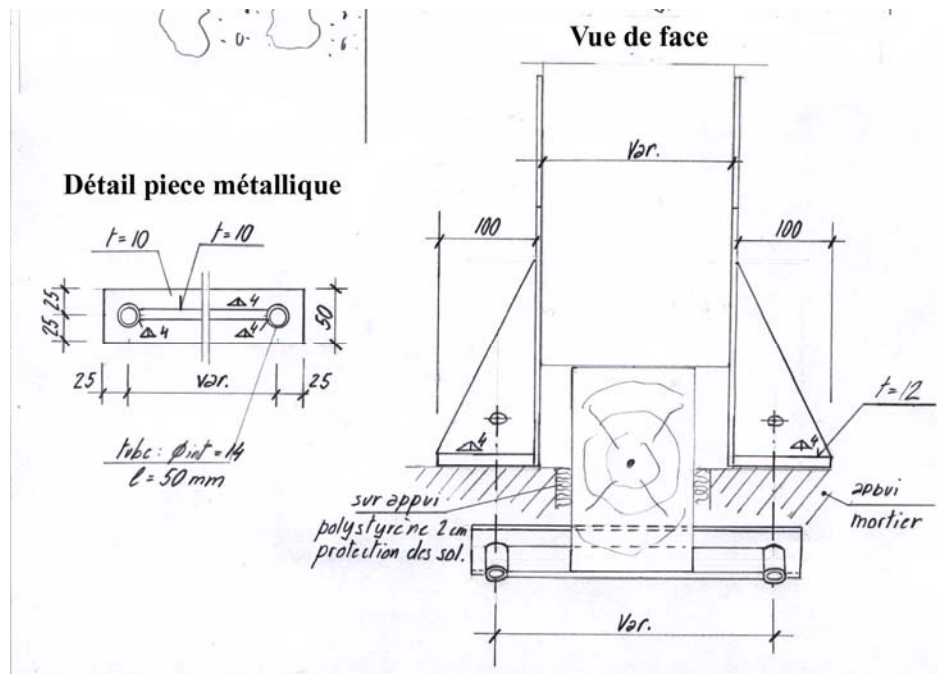
# Pied d'arblétrier - entrain



# Remplacement du pied de l'arbalétrier



# Remplacement du pied de l'arbalétrier





# Avant-bois de l'entrait





# Remplacement de l'arbalétrier

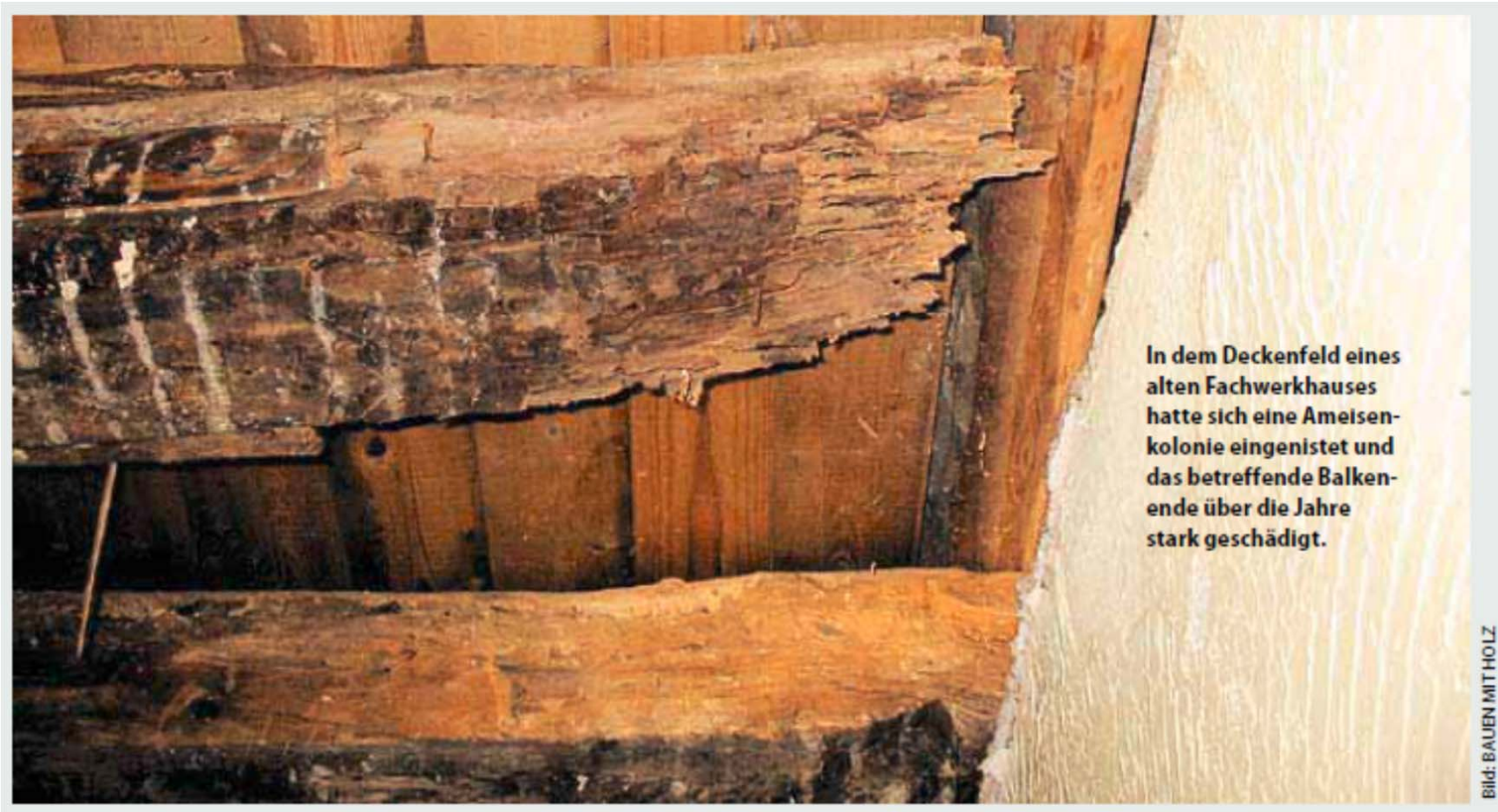


# Remplacement du pied d'arbalétrier





# Degradation des têtes de solives







# Remplacement des têtes de solive

Vue de dessous



vue de dessus



# Situation





# Diagnostic



# Assainissement





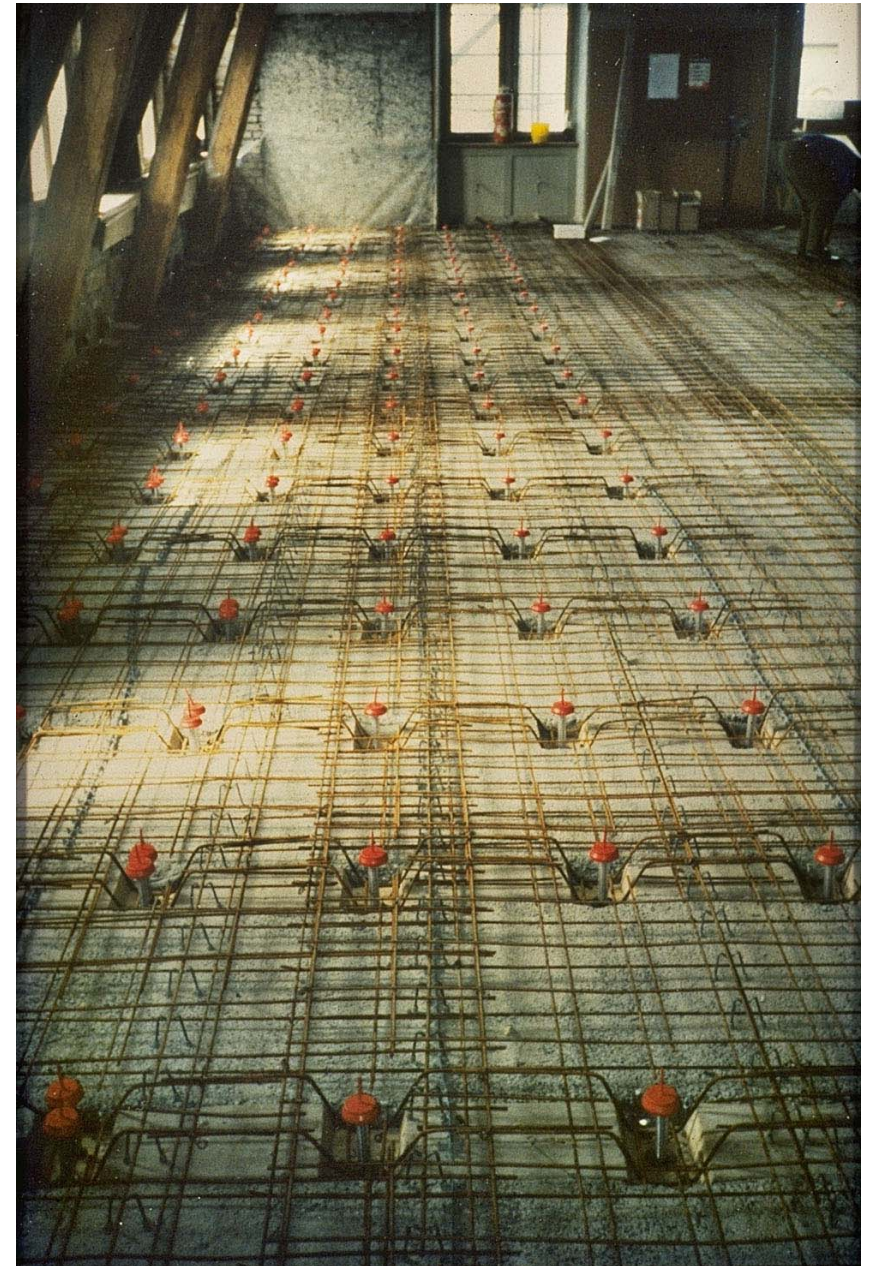
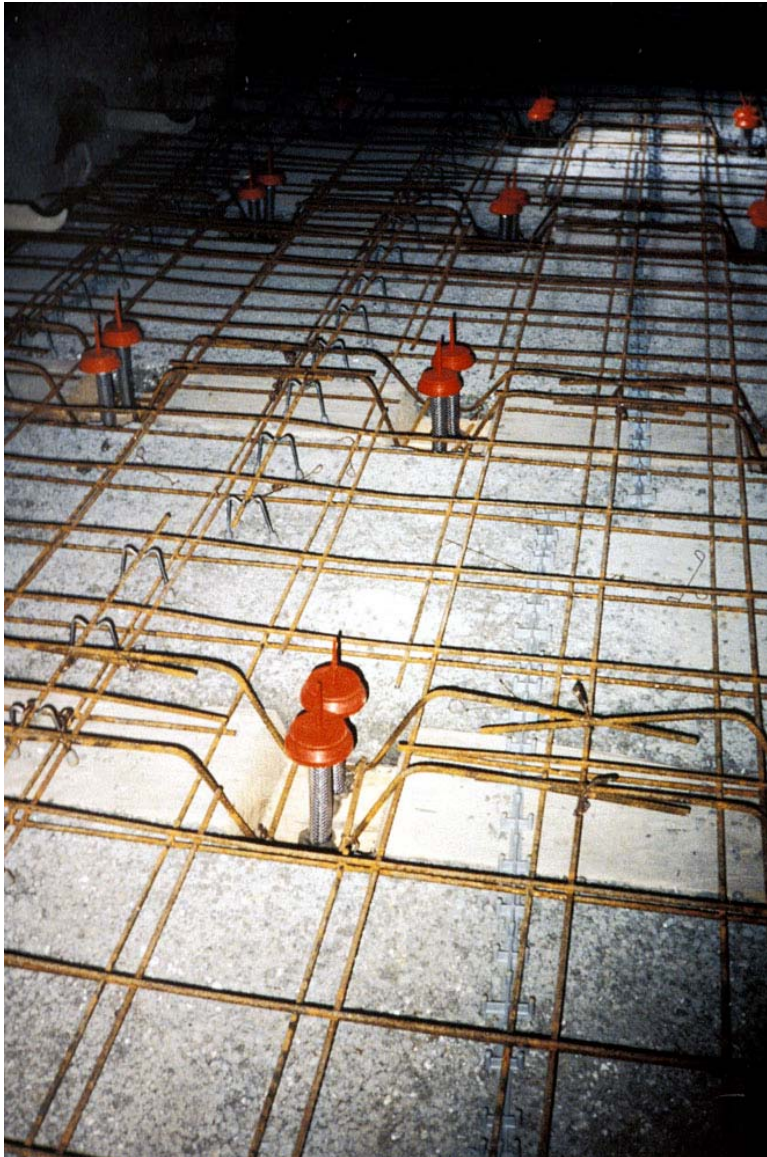
# Déformations des solives



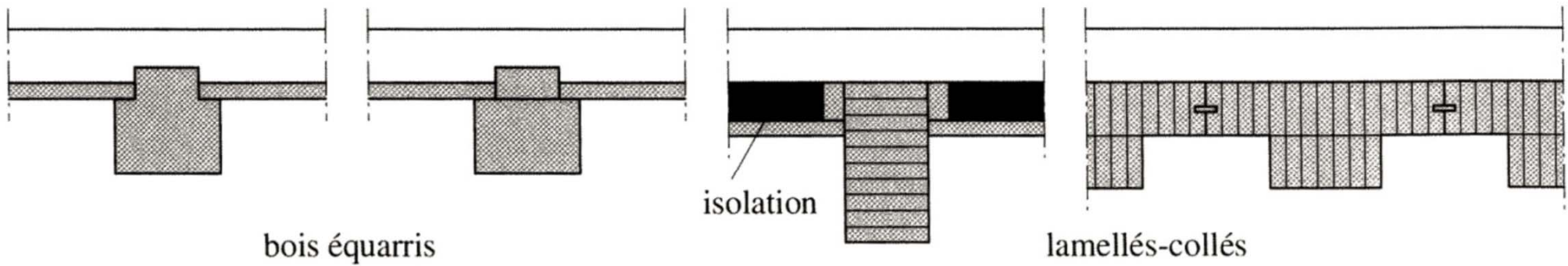
- > aptitude au service
- > nouvelle situation de charge
- > nouvelle situation acoustique



# Renforcement de solivage



# Bois béton mixte



(b) Poutres en té.

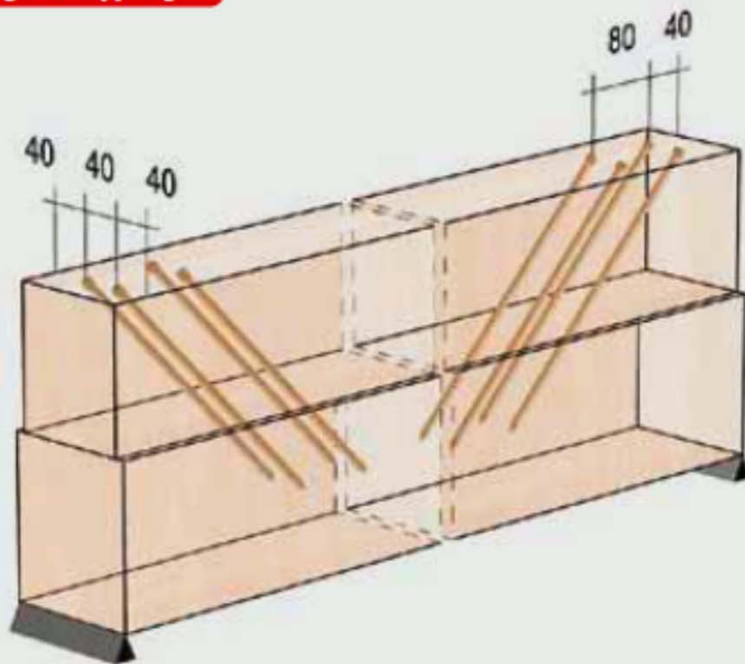


# Renforcement de solivage

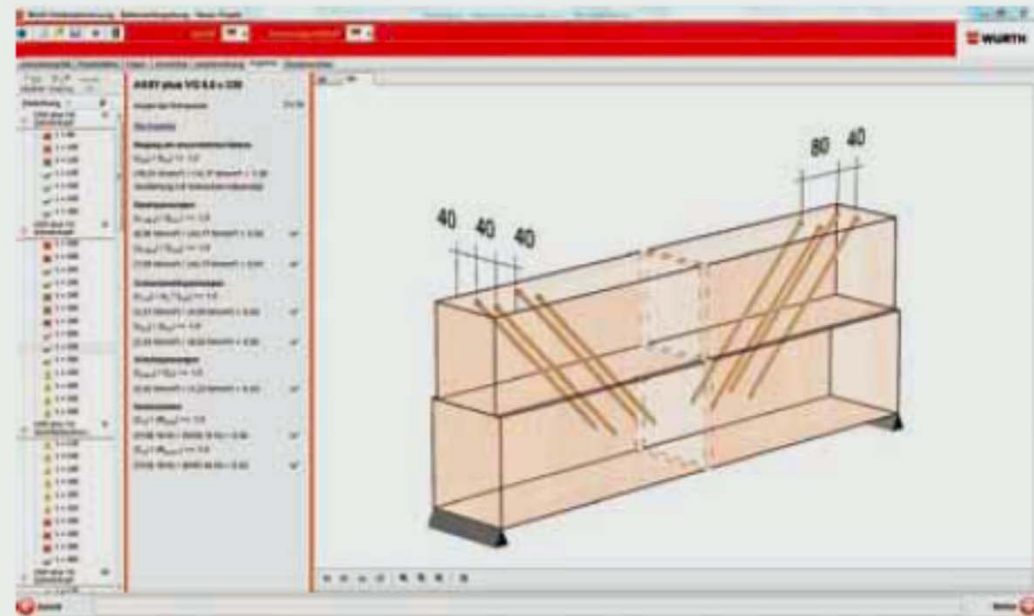


# Renforcement des solives

## Trägeraufdopplung



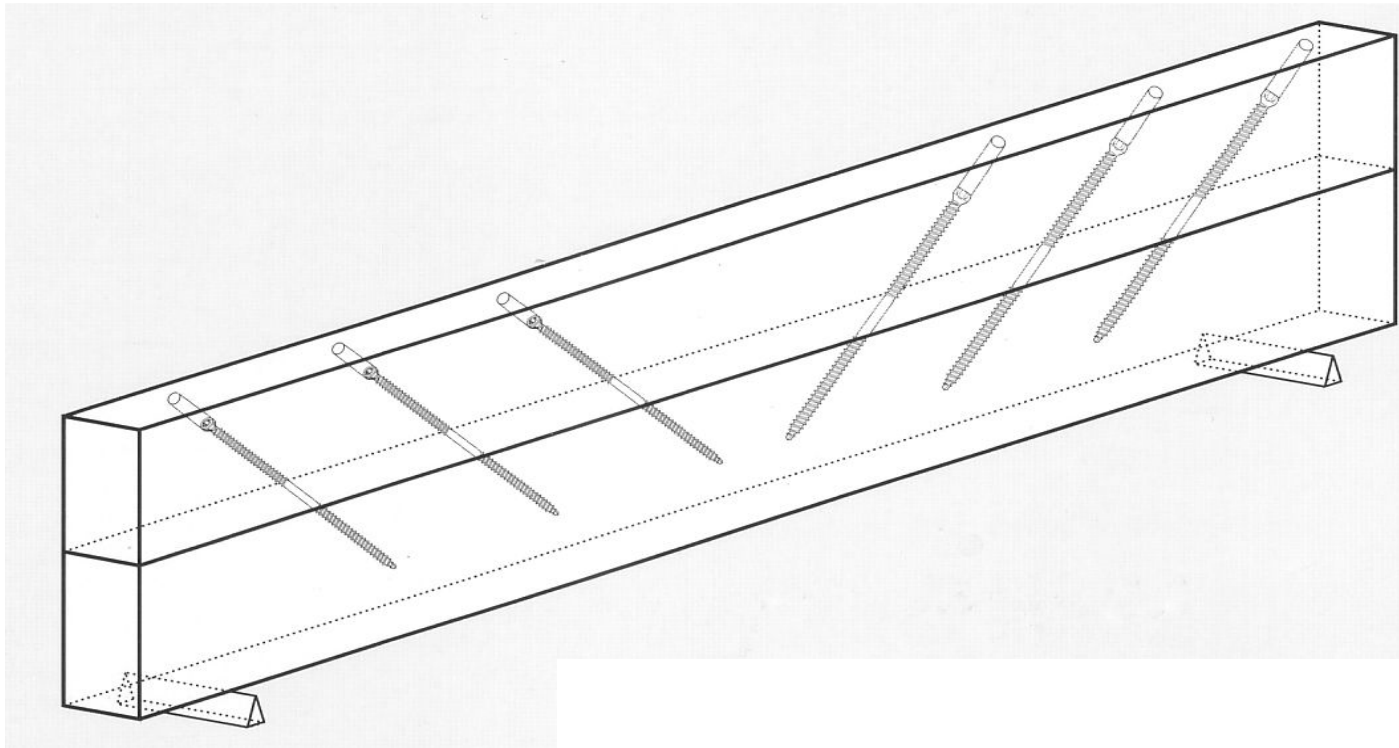
Schematische Darstellung der Einschraubmaße.  
Die Verstärkung kann von oben oder von unten angebracht werden.



Sollte die Verstärkung von unten ausgeführt werden, können  
die Schrauben versenkt und verdeckt werden.



# Renforcement des solives

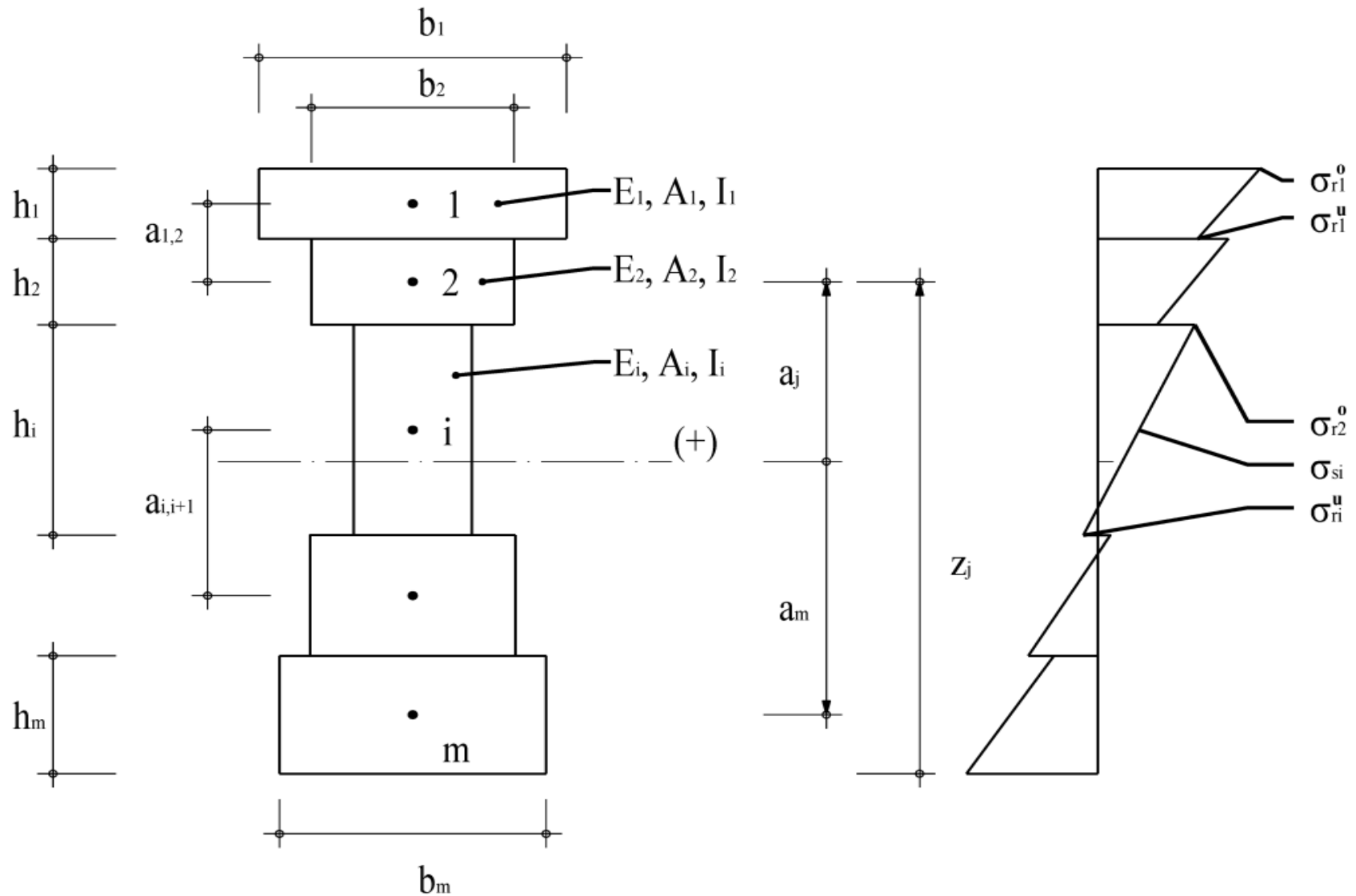


# Section composée

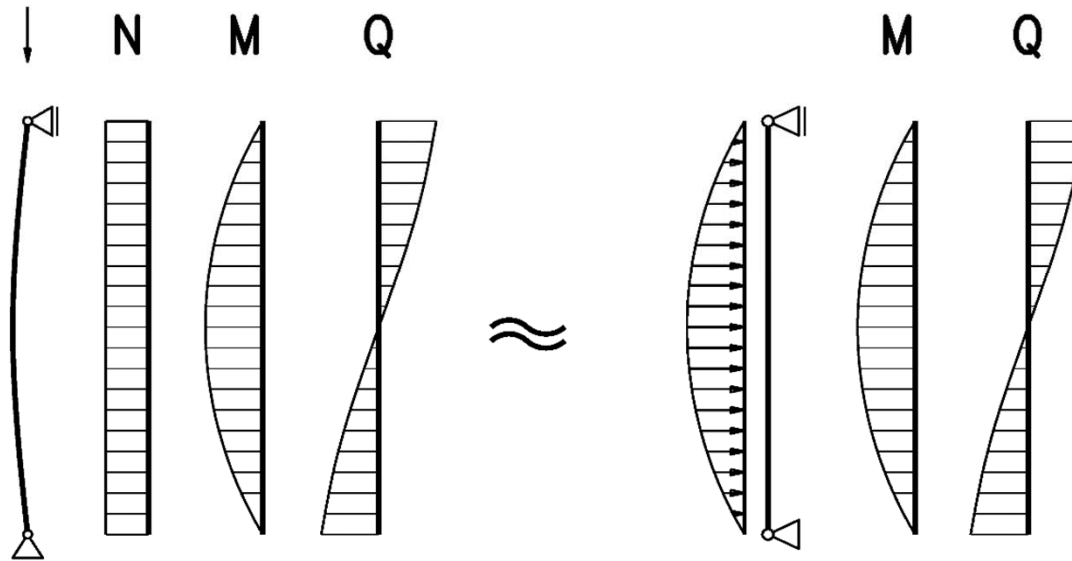
Tableau 14: Poutres chevillées, coefficients de réduction du moment de résistance et du moment d'inertie

Composition de la section	Moment de résistance	Moment d'inertie
2 profils superposés	$\beta = 0,85$	$\eta = 0,65$
3 profils superposés	$\beta = 0,60$	$\eta = 0,33$

# Méthode - $\gamma$



# Méthode - $\gamma$



$$I_{eq} = \underbrace{\sum_{i=1}^m I_i}_{\text{rigidité propre}} + \underbrace{\sum_{i=1}^m \gamma_i \cdot \bar{A}_i \cdot a_i^2}_{\text{rigidité de translation}}$$

# Méthode – $\gamma$

- Exemple du bi-couches

$$k = \frac{\pi^2 \cdot E_b \cdot A_b}{l^2 \cdot \bar{C}}$$

$$\gamma = \frac{1}{1 + k}$$

C : rigidité de la connexion exprimée en (N/mm)

$\bar{C} = C/e$  : rigidité de la connexion exprimée en (N/mm<sup>2</sup>)

e : distance entre les connecteurs (mm)



# Méthode - $\gamma$

## Les contraintes

- Contrainte à l'axe de la section i

$$\sigma_{si} = \frac{M}{I_{eq}} \cdot \gamma_i \cdot a_i$$

- Contrainte de bord

$$\sigma_{ri} = \frac{M}{I_{eq}} \cdot \left( \gamma_i \cdot a_i \pm \frac{h_i}{2} \right)$$

# Méthode - $\gamma$

## Les contraintes

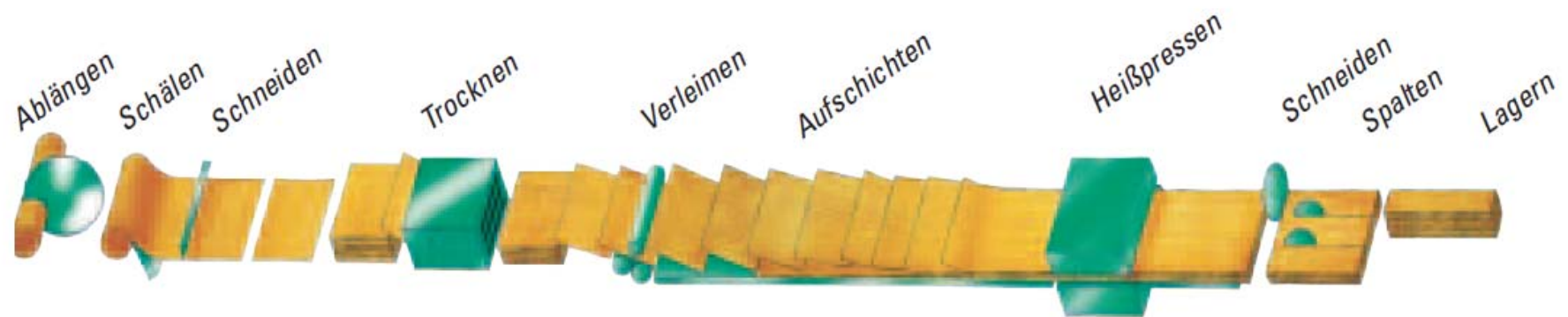
- Le flux de cisaillement entre la couche  $i$  et  $i+1$  (N/mm)

$$t_{i,i+1} = \frac{Q}{I_{eq}} \cdot S_{i,i+1}$$

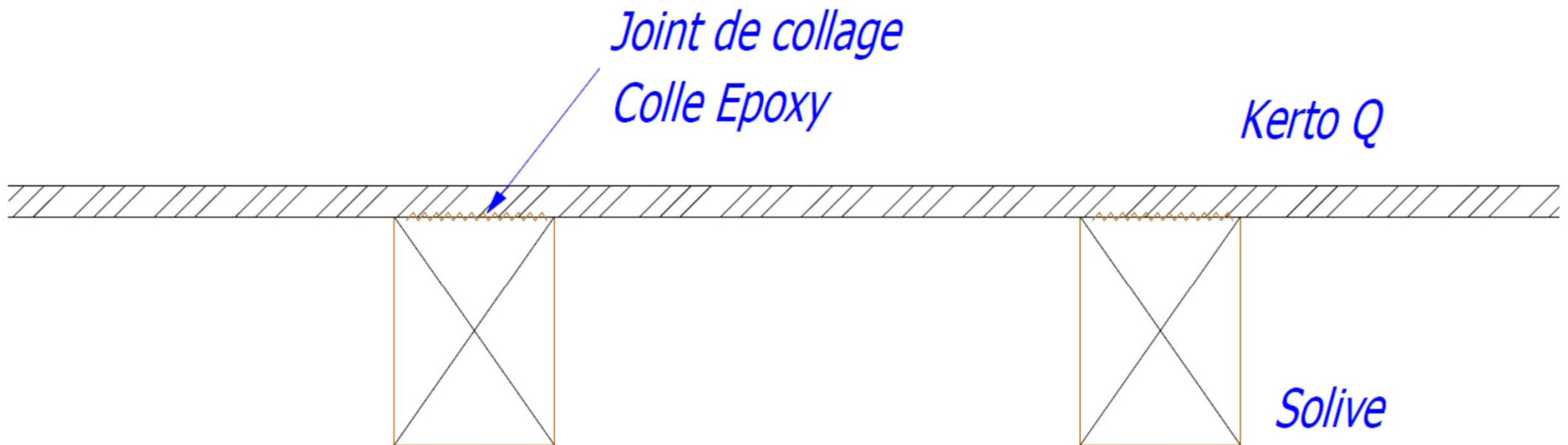
- Avec

$$S_{i,i+1} = \sum_{j=1}^i \gamma_j \cdot \bar{A}_j \cdot a_j$$

# Kerto



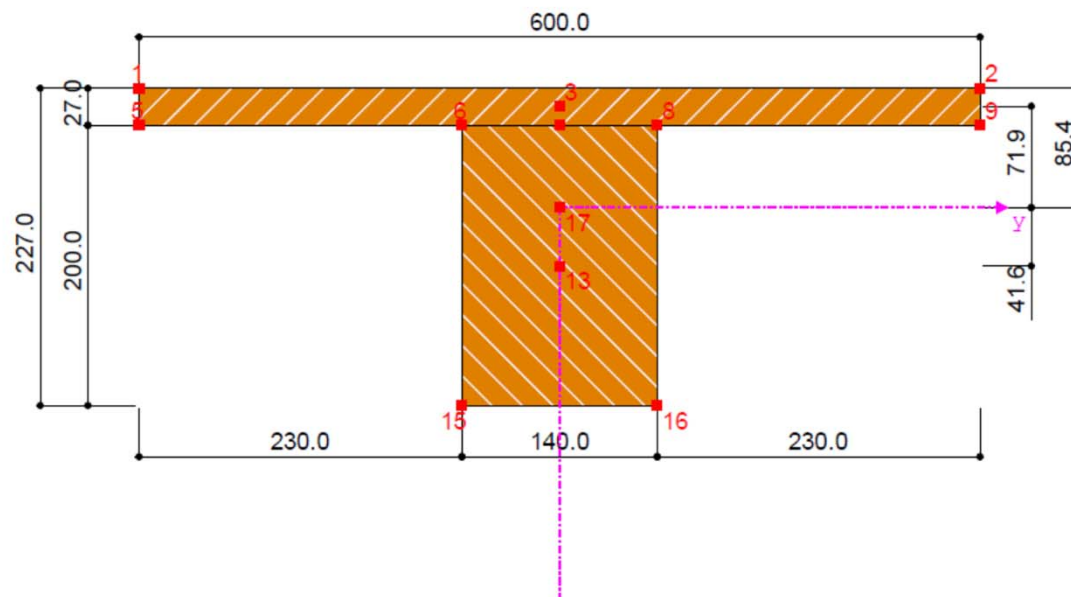
# Renforcement des solives



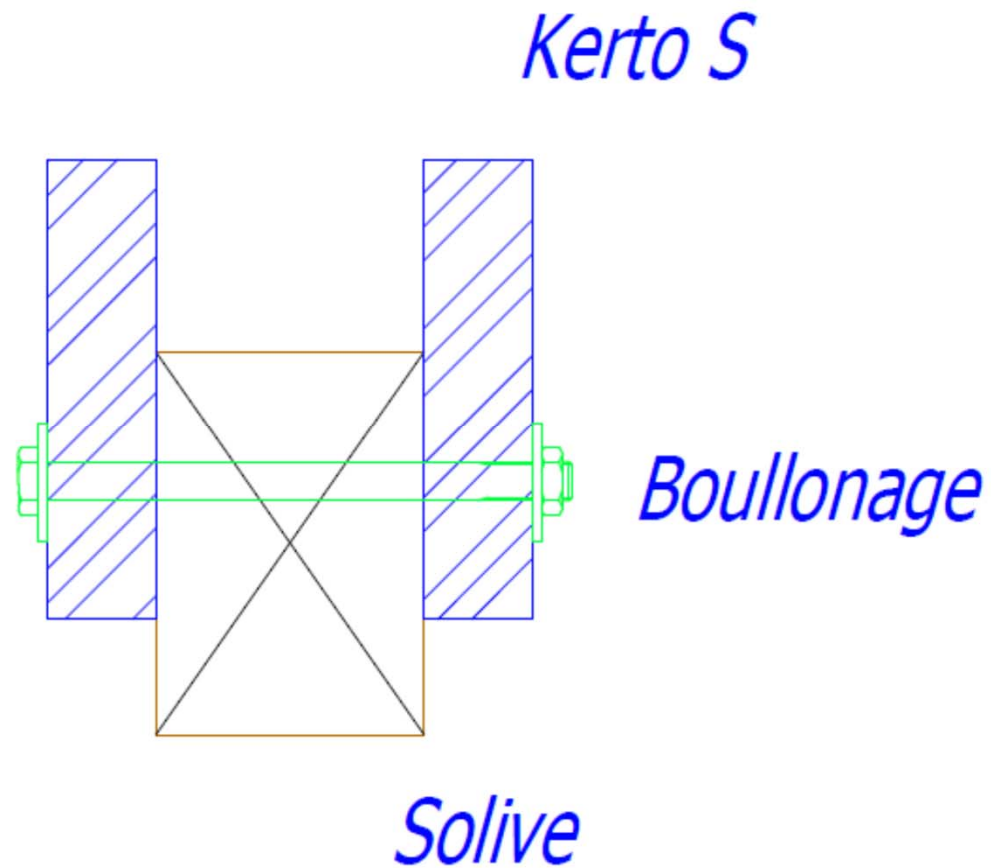


# Renforcement des solives

- Section 14/20 e=11'000 N/mm<sup>2</sup>  
 $I = 93.3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
- Avec renfort Kerto Q; t = 27mm; E = 10'500 N/mm<sup>2</sup>  
 $I = 247.5 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$



# Renforcement des solives



# Kerto S

## Charakteristische Festigkeitswerte und E-Moduln für Kerto-S in N/mm<sup>2</sup> (für DIN 1052: 2004)

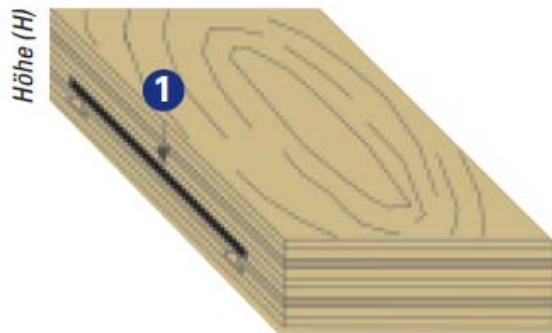
### 1 Plattenbeanspruchung

Biegung    zur Faser <sup>1)</sup>	$f_{m,0,k}$	50
Biegung ⊥ zur Faser	$f_{m,90,k}$	—
Druck ⊥ zur Faser	$f_{c,90,k}$	2,0
Schub	$f_{v,k}$	2,3
Elastizitätsmodul	$E_{0,mean}$	13 800
	$E_{90,mean}$	300
Schubmodul	$G_{mean}$	500

### 2 Scheibenbeanspruchung

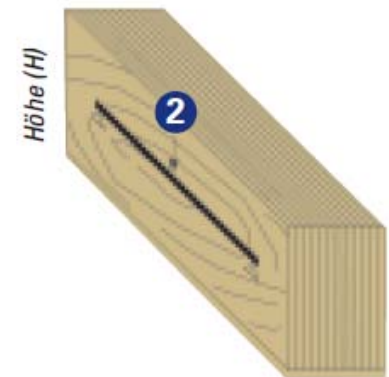
Biegung <sup>1)</sup>	$f_{m,k}$	48
Zug    zur Faser	$f_{t,0,k}$	38
Zug ⊥ zur Faser	$f_{t,90,k}$	0,8
Druck    zur Faser	$f_{c,0,k}$	38
Druck ⊥ zur Faser	$f_{c,90,k}$	6,0
Schub	$f_{v,k}$	4,4
Ausklüftung	$k_n$	6,0
Elastizitätsmodul	$E_{0,mean}$	13 800
Schubmodul	$G_{mean}$	500

<sup>1)</sup> Die Werte gelten für  $H \leq 300$  mm. Für  $H > 300$  mm sind die Werte mit dem Beiwert  $k_H = \left(\frac{300}{H}\right)^{0,12}$  zu multiplizieren.



### Schwind- und Quellmaß q in % pro % Änderung der relativen Holzfeuchte

in Plattenebene	zur Faserrichtung	0,01%
	⊥ zur Faserrichtung	0,32%
⊥ zur Plattenebene		0,24%



Merci de votre attention