

# CHAPITRE N°06 :

# POUTRES TREILLIS

- Enseignant : Cédric LOINTHIER – Promotion 2015
- Contact : [cedric.lointhier@ingemetal.fr](mailto:cedric.lointhier@ingemetal.fr)

# SOMMAIRE

---

- ❑ Objectifs d'apprentissage
- ❑ Définition d'une poutre treillis
- ❑ Pré-dimensionnement d'une poutre treillis
- ❑ Logigramme de dimensionnement d'une poutre treillis
- ❑ Dimensionnement des barres
- ❑ Exemples de poutres treillis & assemblages

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

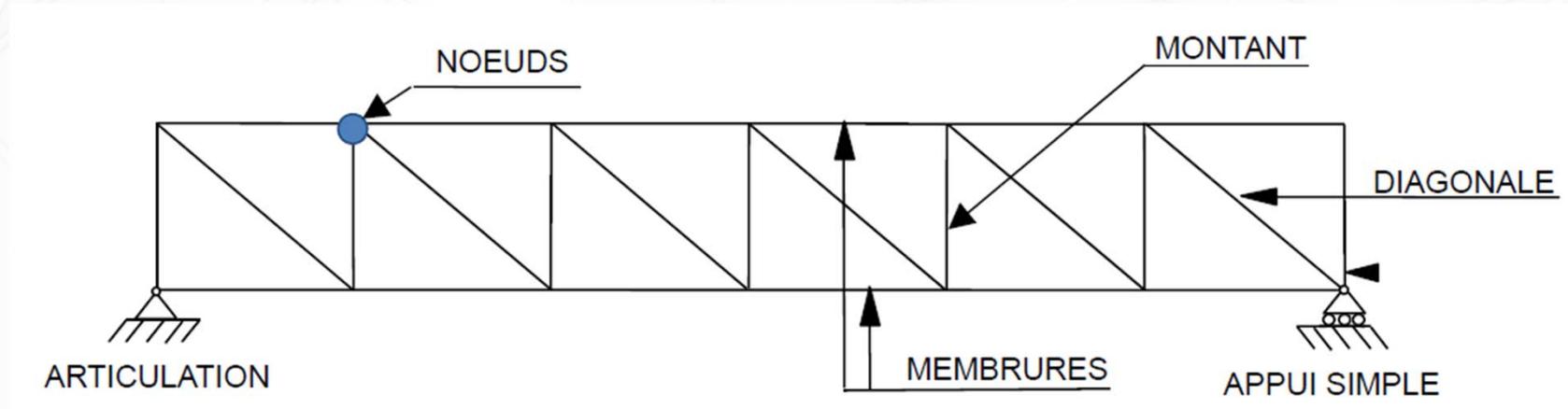
---

Être capable de :

- ❑ Définir le système constructif des poutres treillis
- ❑ Concevoir une poutre treillis optimisée
- ❑ Dimensionner les différents éléments d'un poutre treillis

## DEFINITION - POUTRE TREILLIS

- Un treillis est un système triangulé dans lequel chaque barre est supposée bi-articulée (nœud = rotule) :



- Dans un treillis on distingue, généralement :

- Les membrures horizontales
- Les montants qui sont perpendiculaires aux membrures principales
- Les diagonales qui sont inclinées sur les membrures

- ❑ Dans un treillis classique, il n'y a que des barres comprimées ou tendues :
  
- ❑ A condition que :
  - Les axes neutres des barres soient concourants
  - Les charges soient appliquées aux nœuds
  - La « raideur » des membrures ne soit pas trop importante par rapport à la raideur globale de la structure treillis
  
- ❑ Pour la vérification des barres les moments de flexion secondaires aux nœuds sont négligés

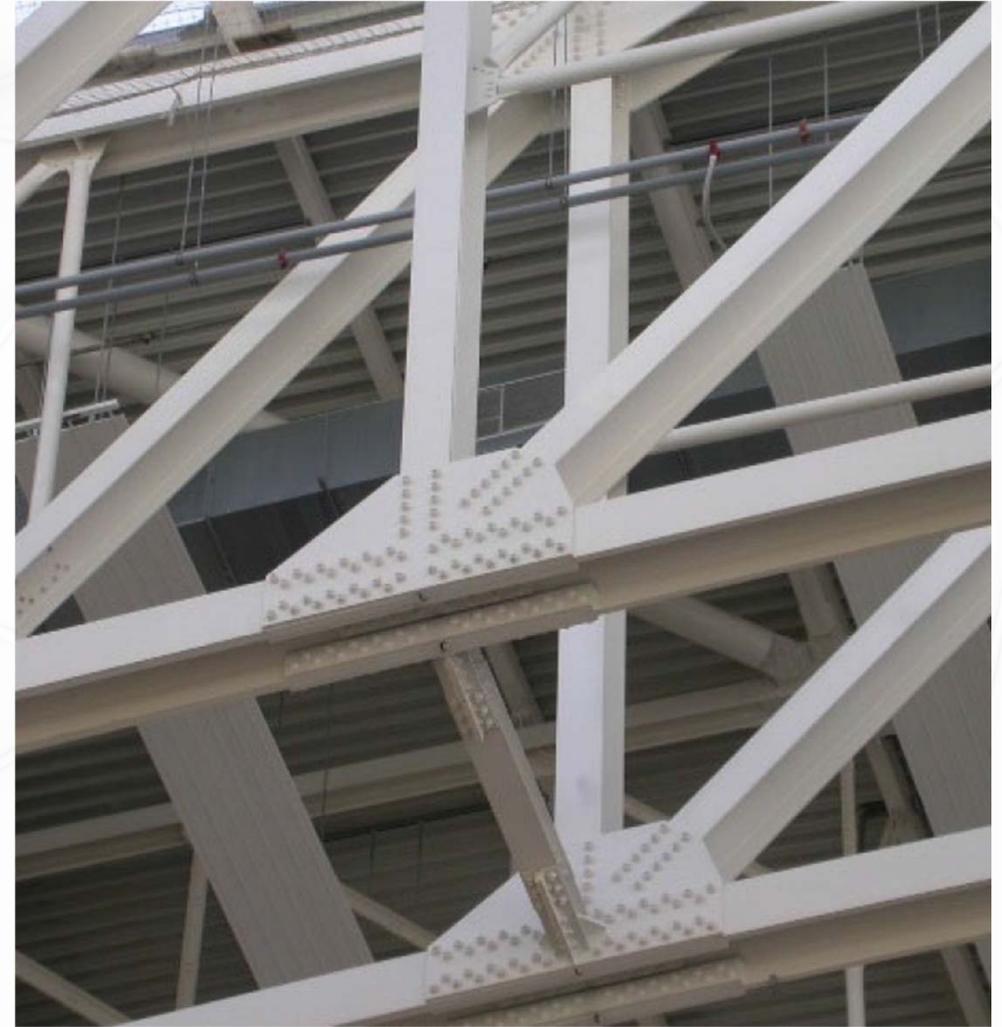
## DEFINITION - POUTRE TREILLIS

❑ Exemples de poutre treillis :



## DEFINITION - POUTRE TREILLIS

- ❑ L'utilisation des treillis fait largement appel à des « plats » ou goussets permettant d'assembler les barres entre-elles :



## DEFINITION - POUTRE TREILLIS

❑ Exemple d'ouvrage en poutre treillis :



## DEFINITION - POUTRE TREILLIS

❑ Pylônes auto-stables ou haubanés :



## DEFINITION - POURQUOI UTILISER UNE POUTRE TREILLIS

---

### □ Avantages :

- Possibilité de franchir de très grandes portées
- Optimisation (idem PRS)
- Permet de profiter des vides laissés entre les barres pour le passage des réseaux

### □ Inconvénients :

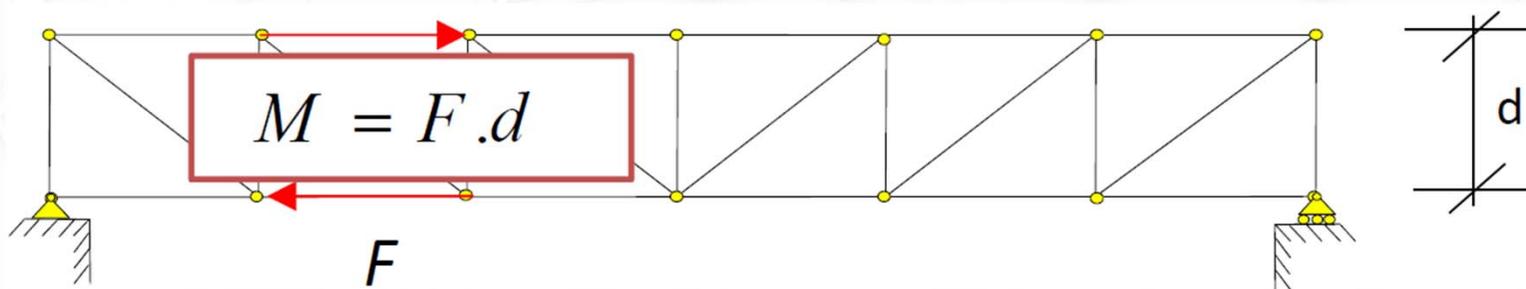
- Opérations d'assemblages supplémentaires
- Plus de paramètres à fixer au moment de l'étude

Le dimensionnement d'une poutre treillis dépend de multiples contraintes  
→ Il n'y a pas de recette universelle.

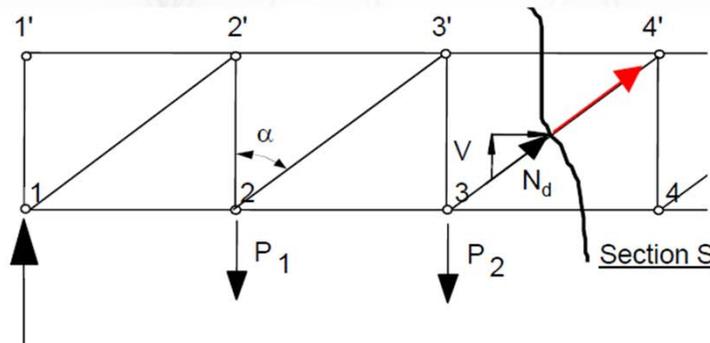
## DEFINITION - RAPPELS DE RESISTANCE DES MATERIAUX

□ Parallèles entre poutres treillis et poutres à âme pleine :

Les membrures transmettent les sollicitations de flexion générale :



Les montants et les diagonales transmettent les efforts tranchants

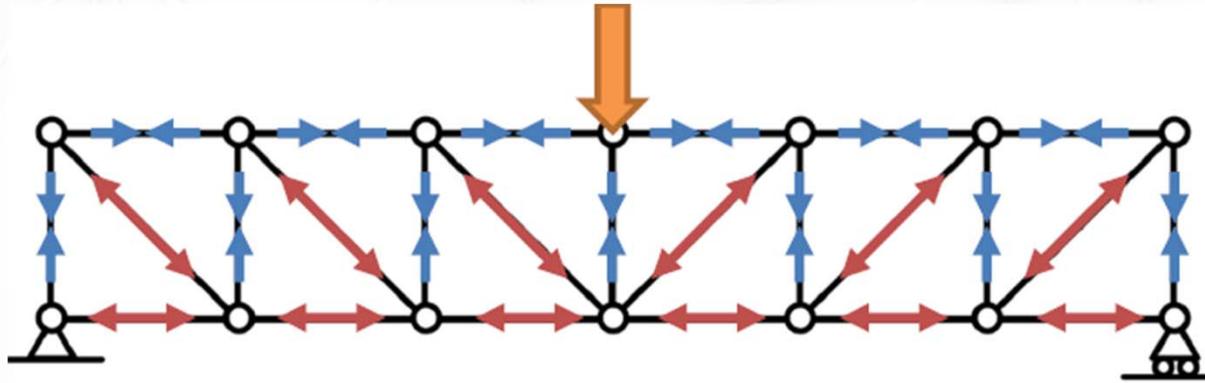


$$T = N_d \cdot \sin \alpha$$

## DEFINITION - TYPOLOGIE DES POUTRES TREILLIS

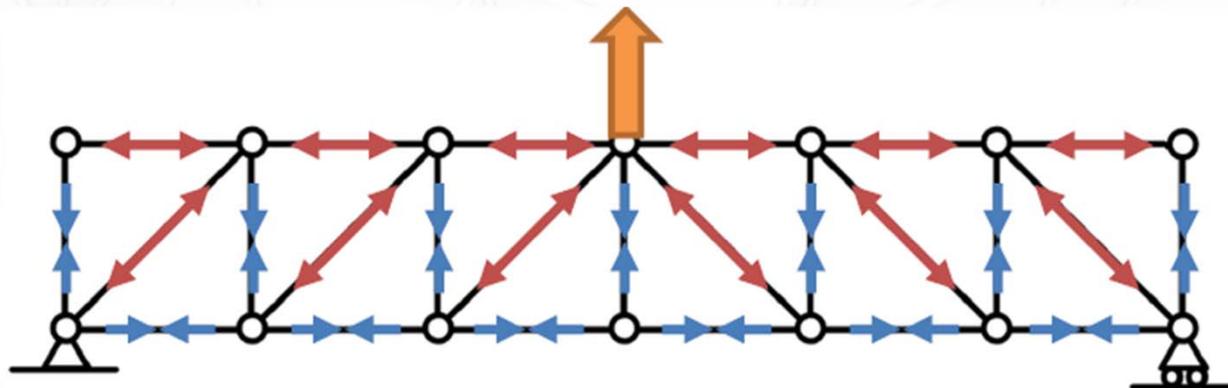
### □ Poutre treillis « PRATT » :

Bien adapté aux charges gravitaires (descendantes)



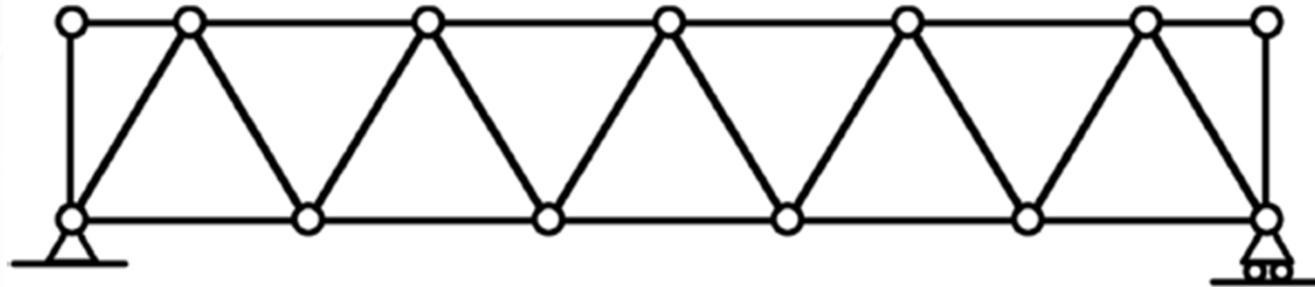
### □ Poutre treillis « HOWE » :

Bien adapté aux charges antigravitaires (ascendantes)



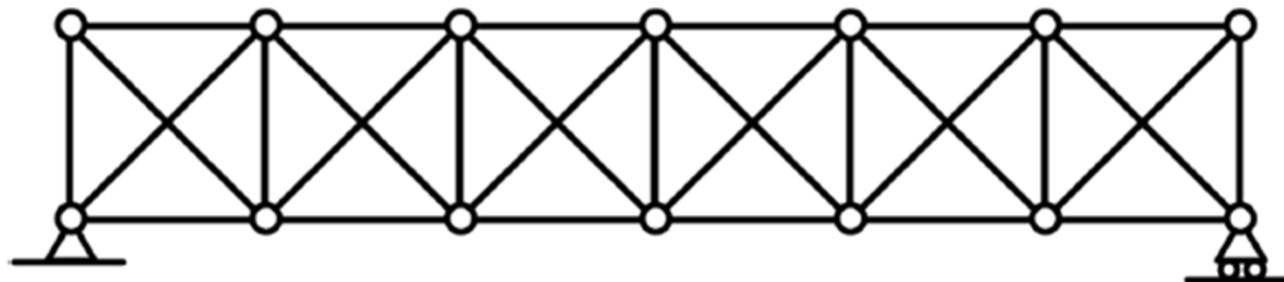
### □ Poutre treillis « WARREN » :

Adapté aux charges gravitaires et antigravitaires



### □ Poutre treillis en croix de Saint-André :

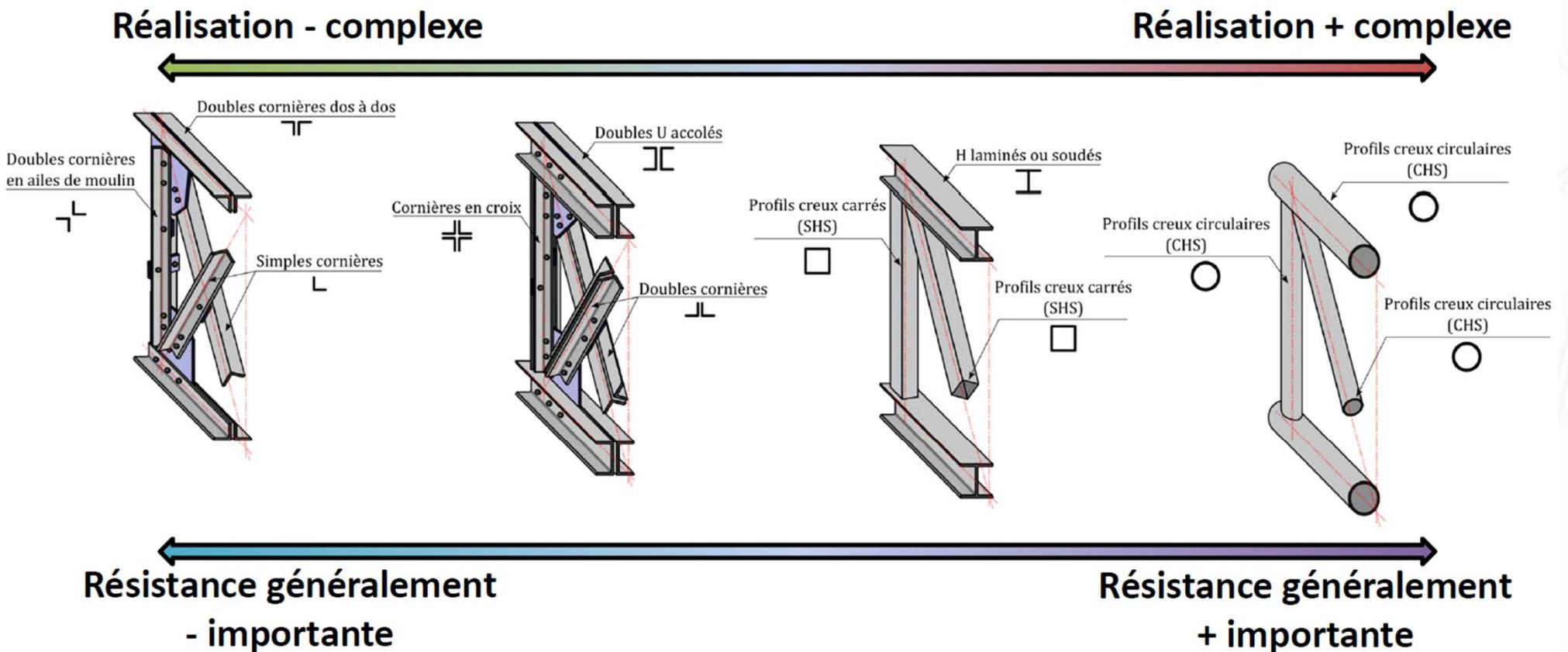
Adapté aux charges gravitaires et antigravitaires



# DEFINITION - TYPOLOGIE DES POUTRES TREILLIS

## Différentes conceptions :

- Contraintes techniques et/ou architecturales
- Adéquation avec la capacité de l'entreprise



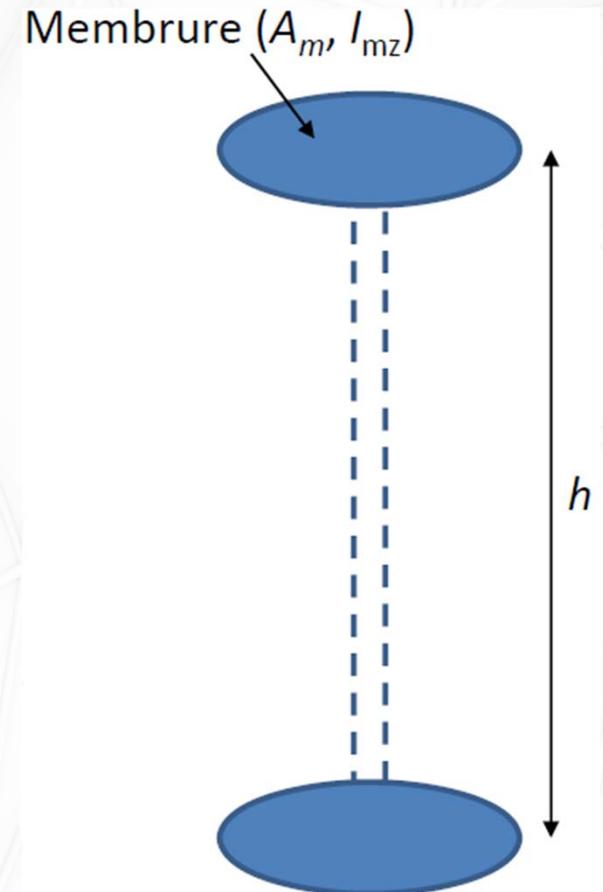
### □ Définition du gabarit approchée :

- Ratio hauteur / portée usuels

$$h \approx \frac{L}{10} \text{ à } \frac{L}{15}$$

- Si possible, assurer une faible sensibilité au flambement de la membrure comprimée :

$$i_{mz} = \sqrt{\frac{I_{mz}}{A_m}} \approx \frac{L_{cr,mz}}{30} \text{ à } \frac{L_{cr,mz}}{50}$$



## □ Définition du gabarit approchée :

- Condition de résistance (avec déversement) :

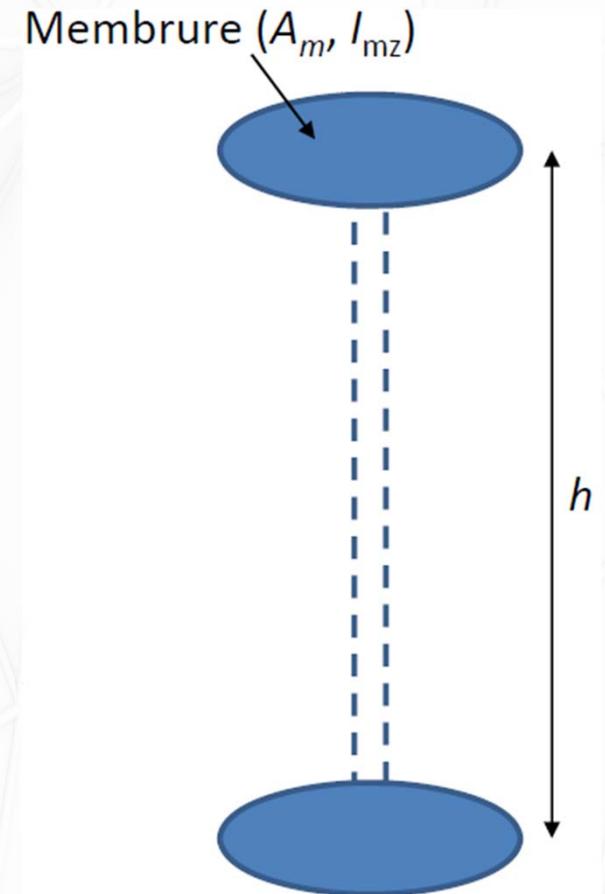
$$W_y \approx A_m h \rightarrow A_m \geq \frac{M/h}{\sigma_{adm}}$$

- Condition de déformation :

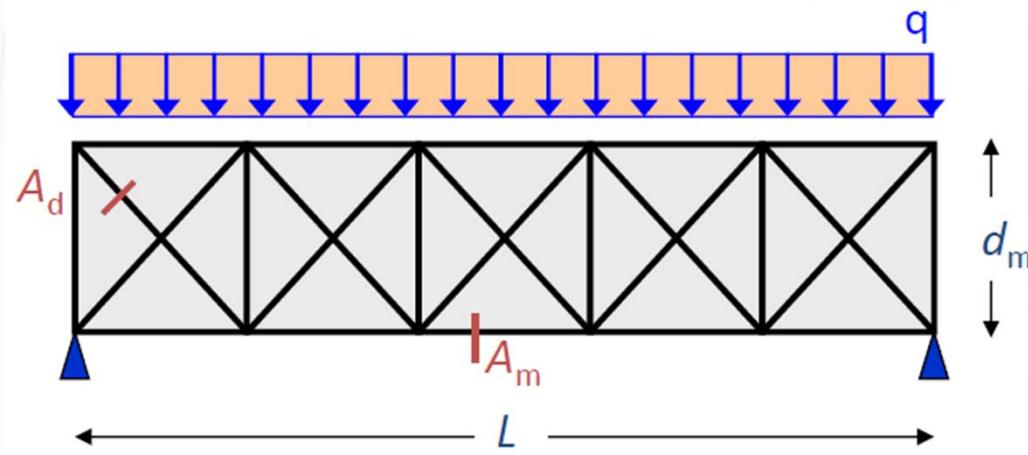
$$y_{max} \leq y_{adm}$$



Pour les poutres treillis, une part parfois importante de la déformation provient de la **déformation d'effort tranchant** (= allongement des diagonales et raccourcissement des montants)



□ Poutre au vent bi-appuyée :



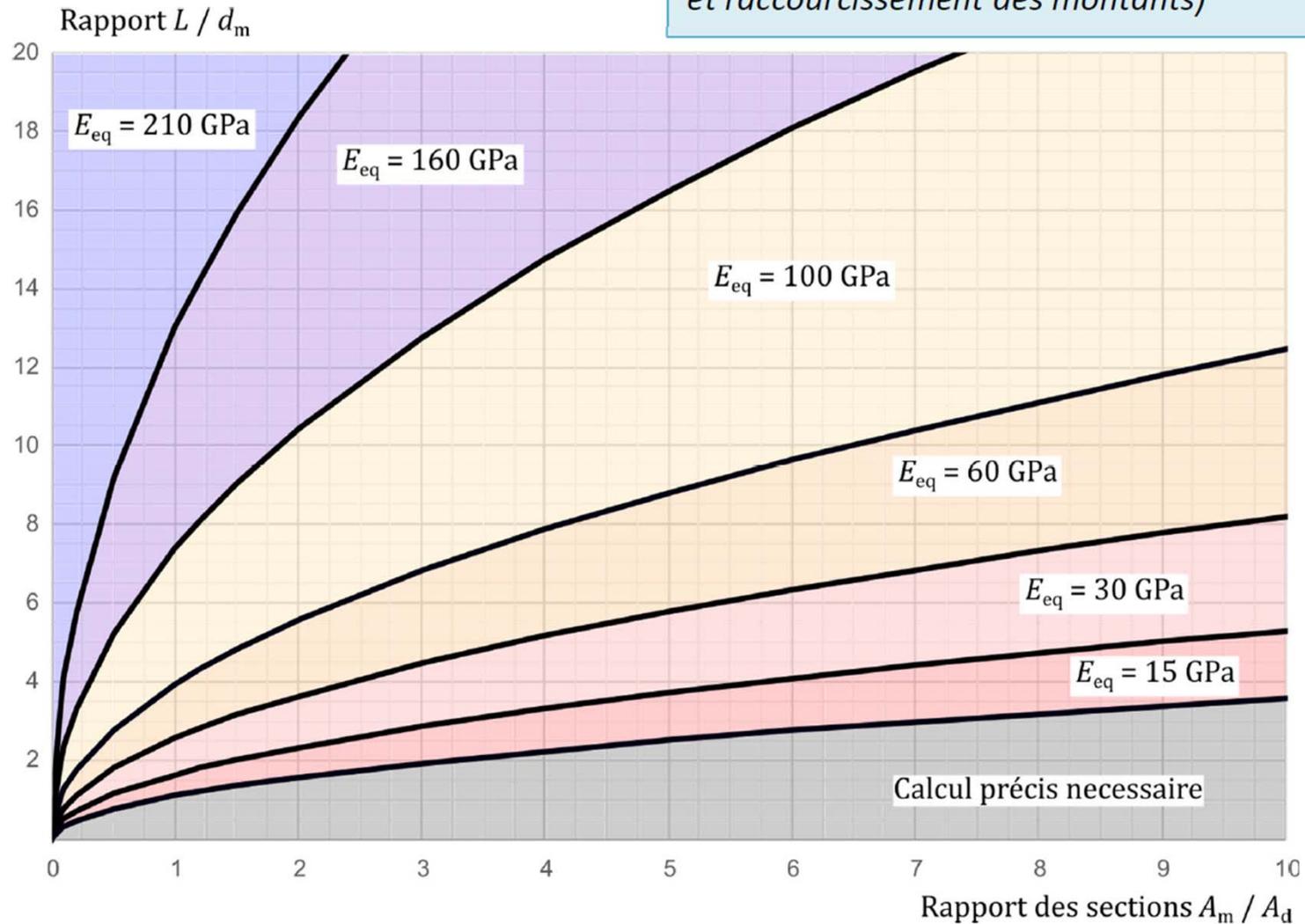
□ Expression approchée de la flèche :

$$\delta_{PaV} \approx \frac{5 q L^4}{384 E_{eq} I_{PaV}}$$

- Avec :  $I_{PaV} = 0,5 A_m d_m^2$
- Et le module de Young d'équivalent  $E_{eq}$  suivant diapo suivante

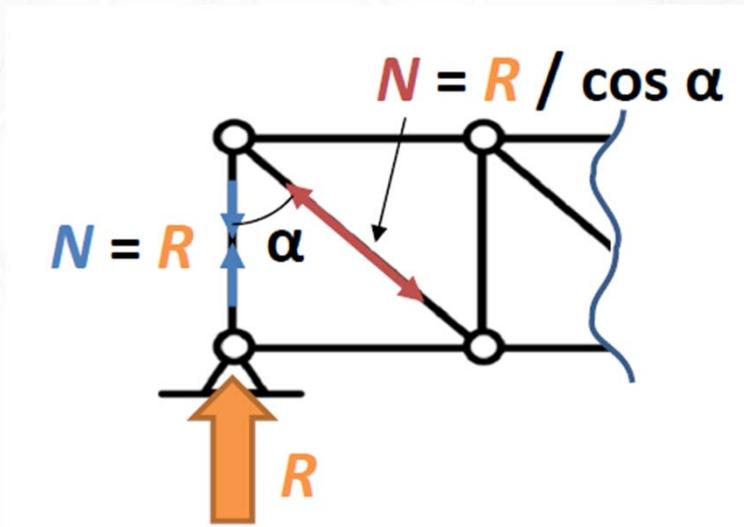
## Module de Young équivalent :

**Note :** Le module de Young équivalent permet de tenir compte de façon approchée de la déformation d'effort tranchant dans un treillis (=allongement des diagonales et raccourcissement des montants)

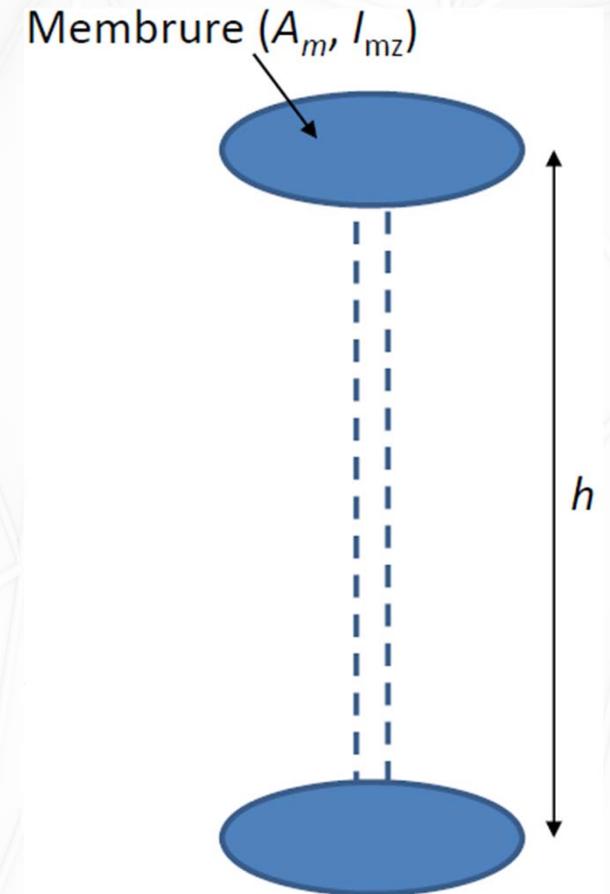


## □ Définition approchée des montants et des diagonales :

○ Détermination de l'effort :



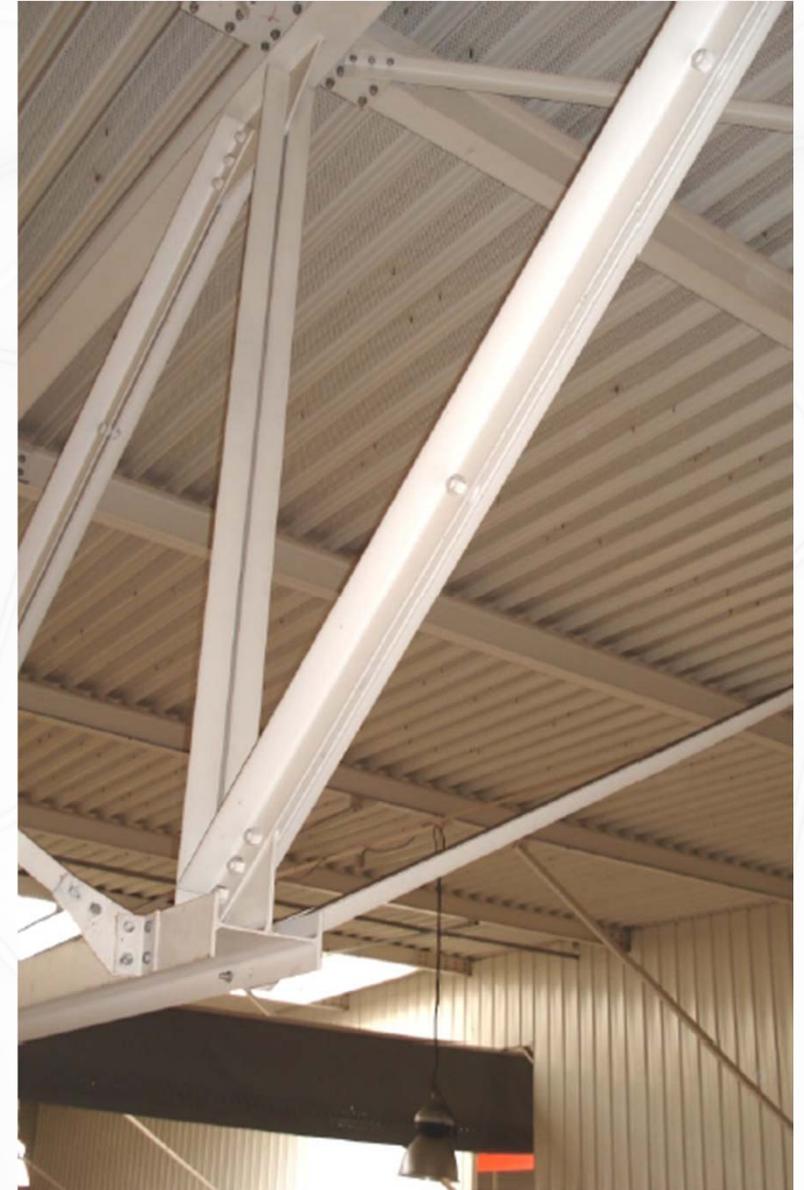
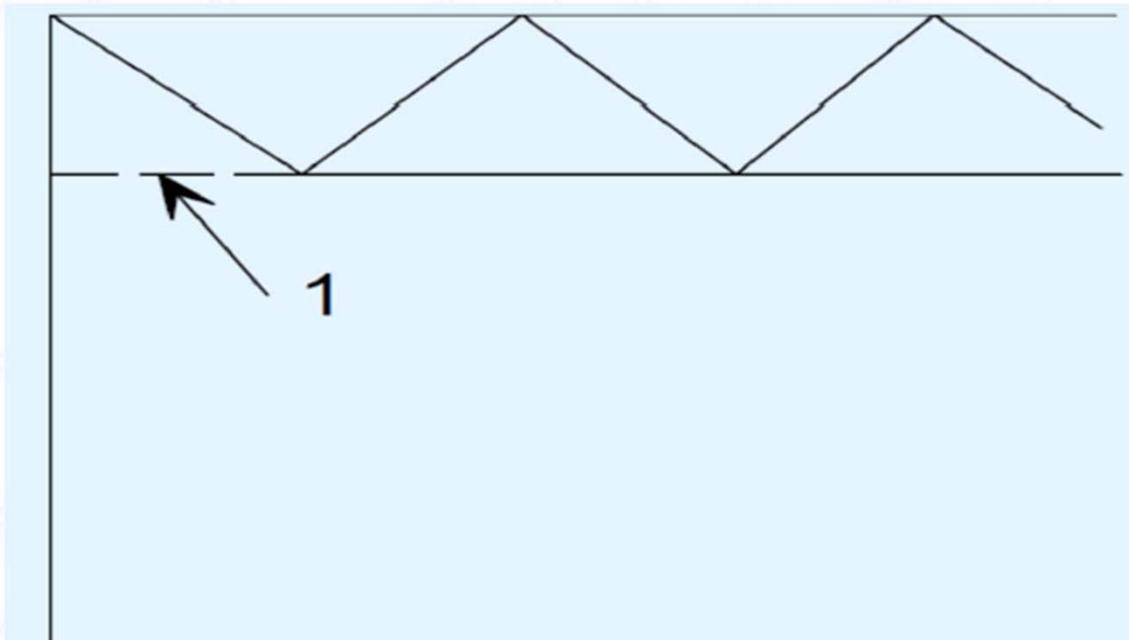
○ Pré-dimensionnement : voir barres soumises à effort axial



## PRECAUTIONS - POUTRES TREILLIS

### ❑ Attaches d'extrémités de la membrure inférieure :

Il peut-être décidé de supprimer la dernière partie de la membrure ou de l'attacher sur poteaux dans des attaches avec trous oblongs



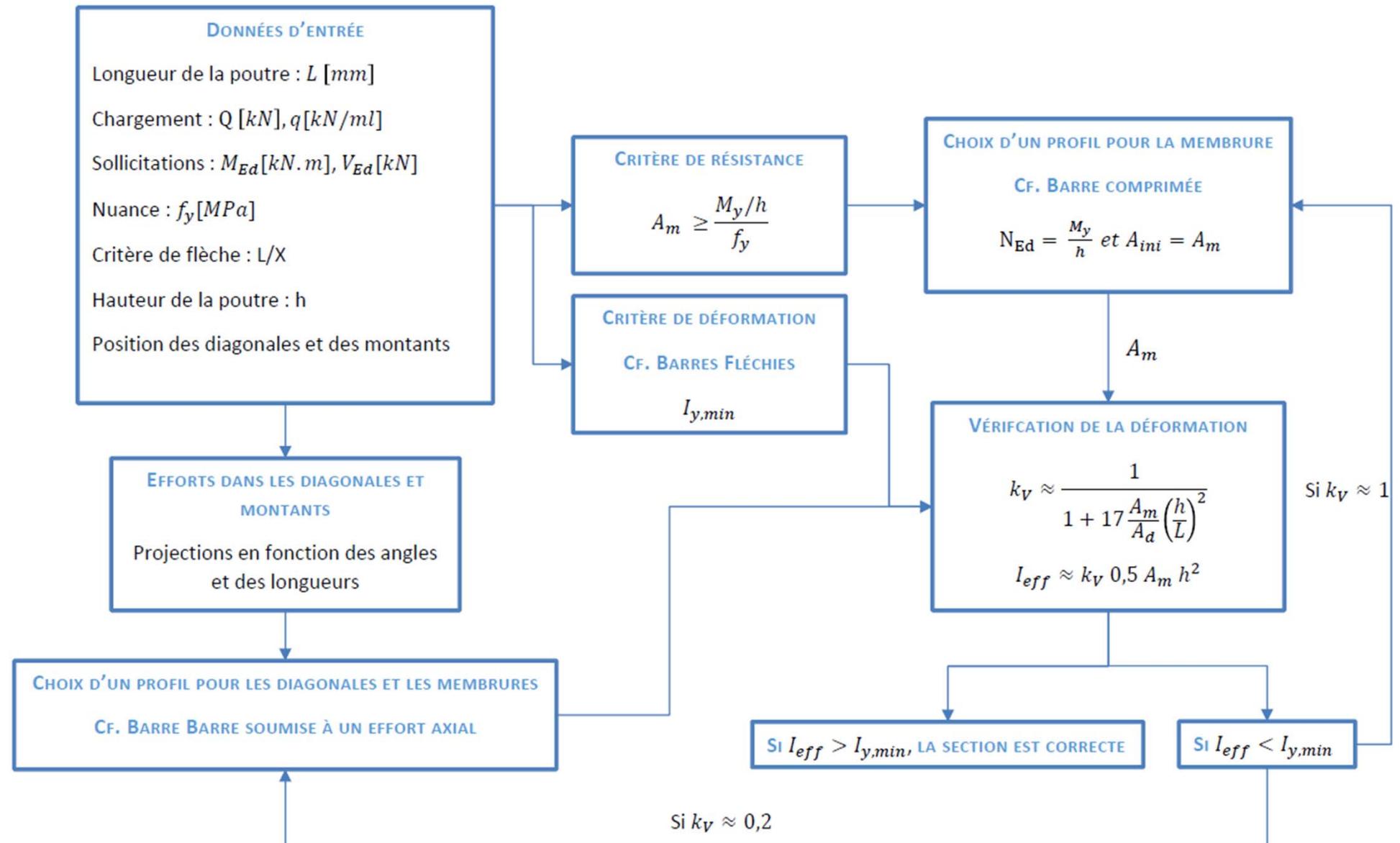
## PRECAUTIONS - POUTRES TREILLIS

❑ Ce mode de conception peut-être risqué :

Il faut assurer un maintien de la membrure en cas d'inversion d'effort.



# LOGIGRAMME - POUTRES TREILLIS

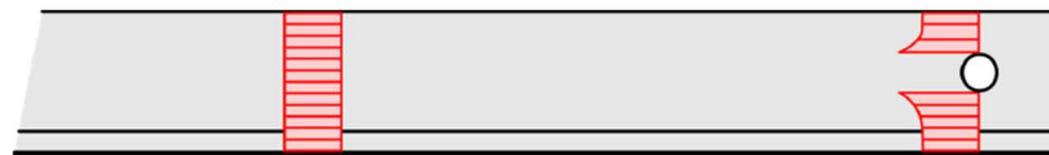


## □ Dimensionnement à la traction :

Méthode simplifiée avec prise en compte des perçages dans la barre :



$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$



Contrainte uniforme sur la section brute

Contrainte non uniforme sur la section nette (concentration au bord des trous, etc.)

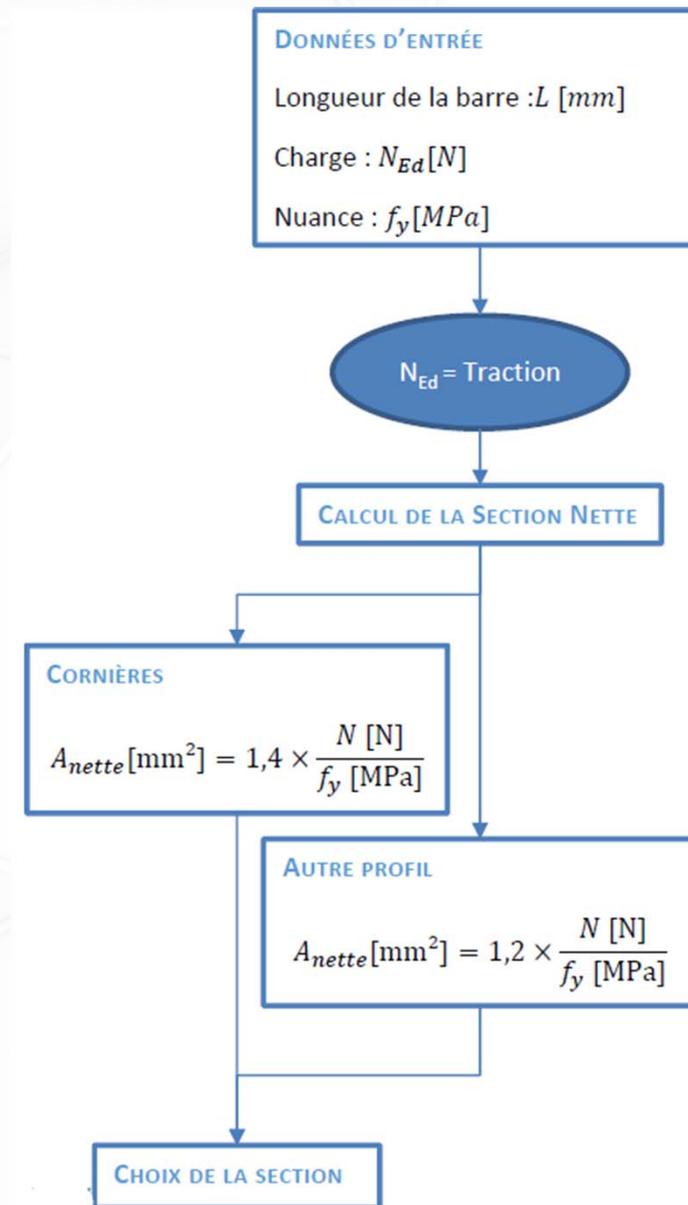
$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

La vérification détaillée en zone d'assemblage est différente de celle de la zone courante. On majore la section obtenue :

$$A_{min} [mm^2] \geq 1,2 \text{ à } 1,4 \times \frac{N [N]}{f_y [MPa]}$$

## □ Dimensionnement des diagonales à la traction :

Logigramme de la méthode simplifiée :



## Dimensionnement des montants à la compression :

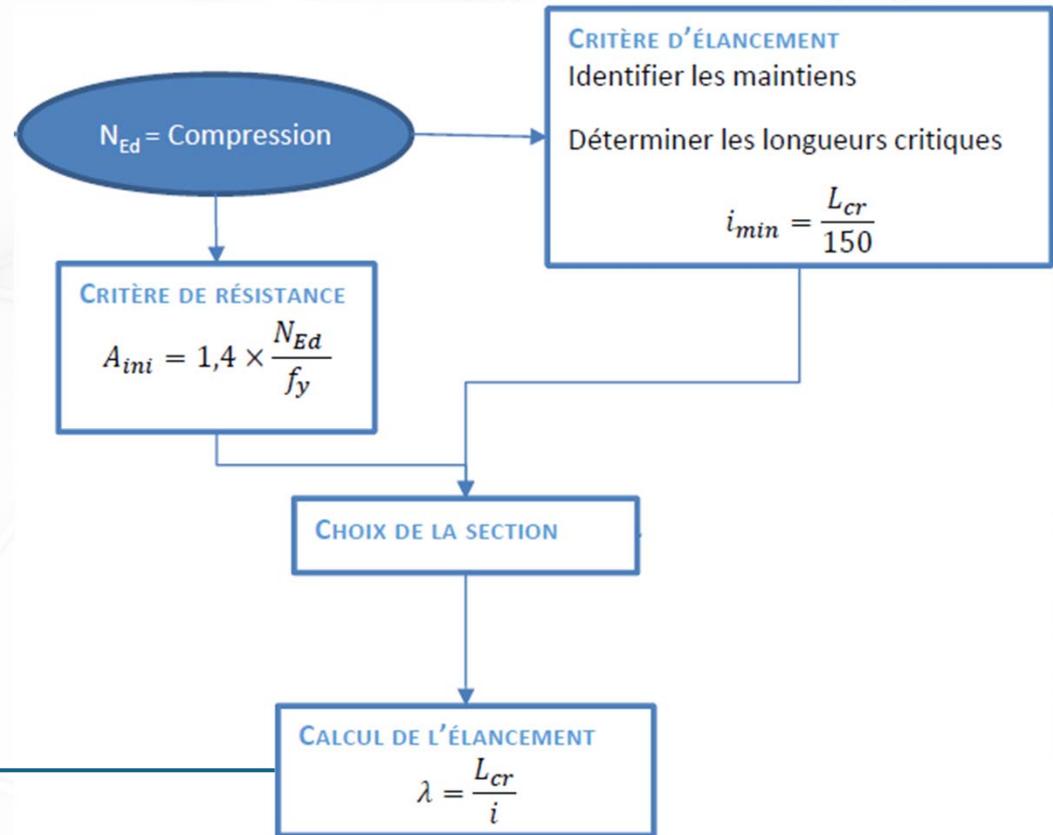
Méthode simplifiée :

Formules utilisées :

Elancement réduit :

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\pi \sqrt{E/f_y}}$$

Approximation raisonnable :

$$\chi = \frac{\sigma_{adm}}{f_y} \approx \frac{1}{1 + \bar{\lambda}^2}$$


Nota : Longueur de flambement dans une structure triangulée

Généralités selon l'EC3 :

$L_{cr} = 1,0 \times L$  (entre nœuds/maintiens)

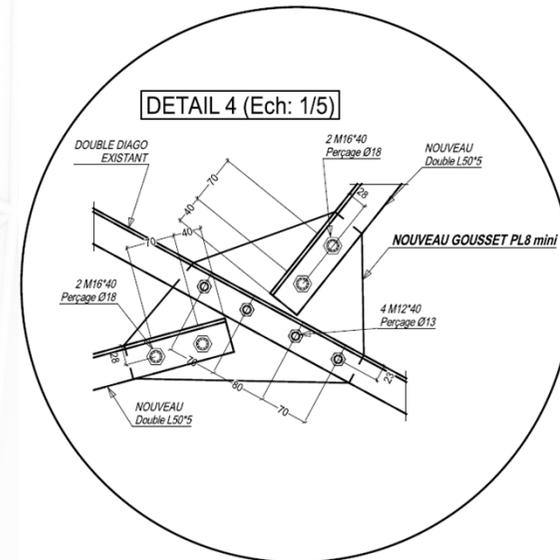
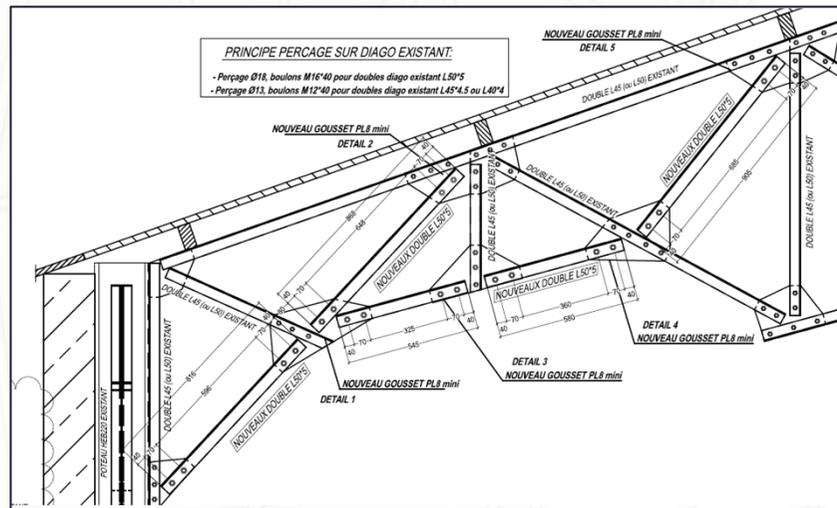
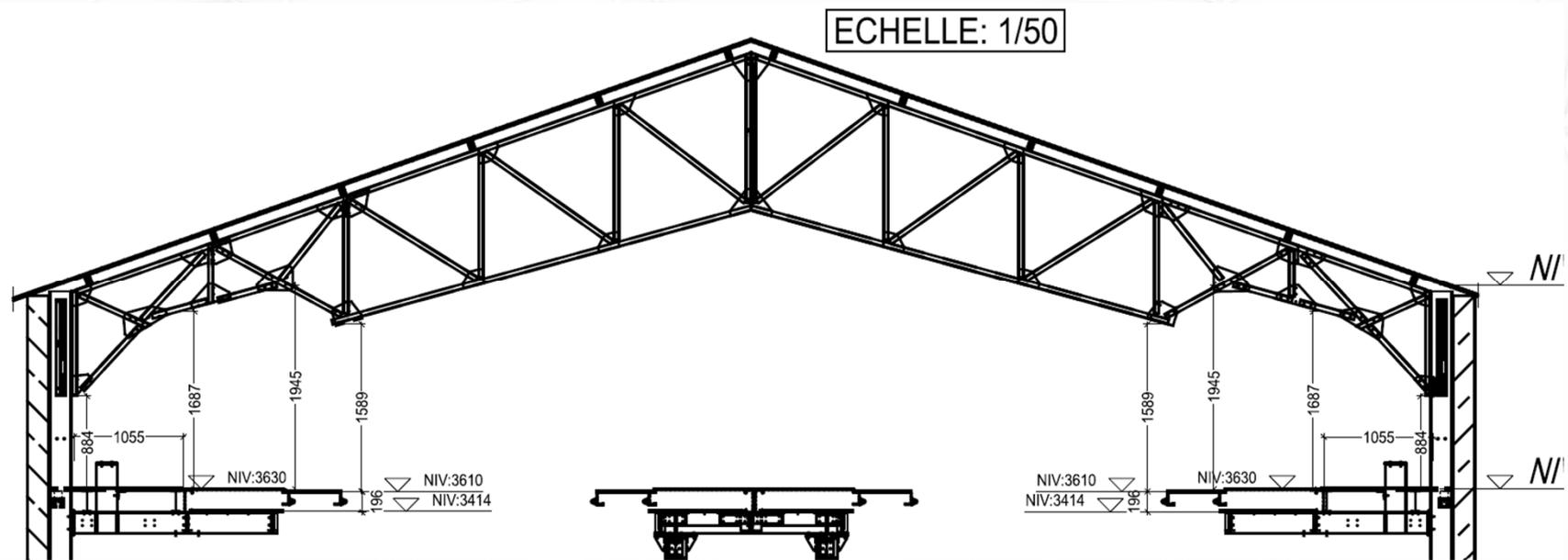
### ❑ Quelques exemples d'assemblages pour faire les bons choix de profils !

La conception des assemblages sera un élément déterminant dans le choix des profils métalliques et de leur sens de pose. Certains seront très simples à assembler, d'autres beaucoup moins !

Voir les exemples de poutre treillis suivantes

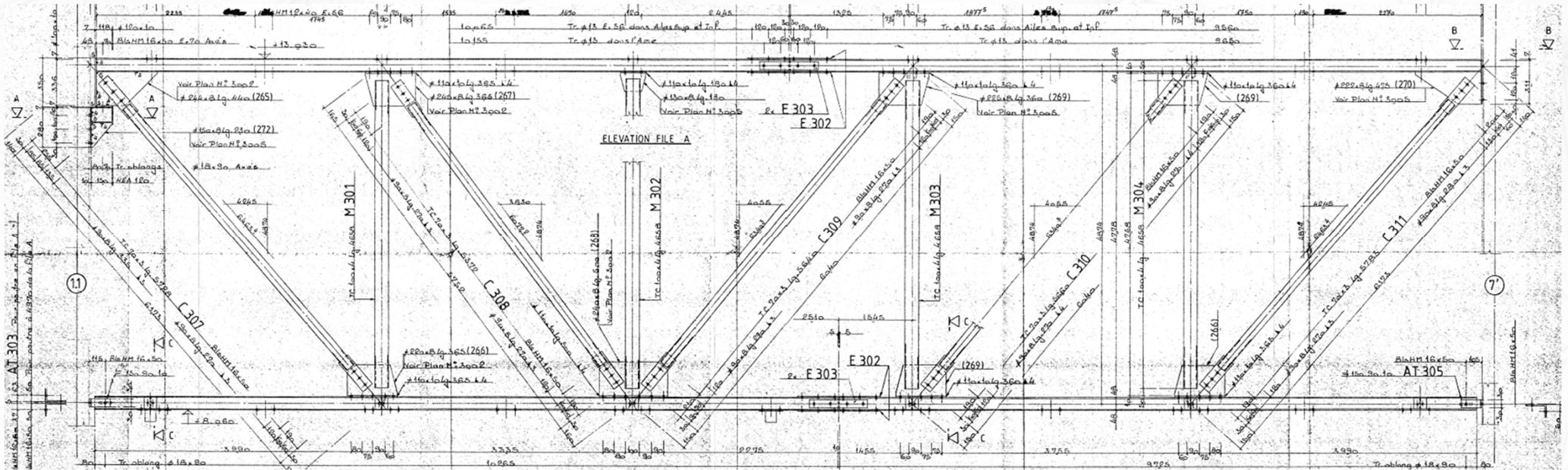
# CHOIX DES BARRES - ASSEMBLAGES

## Exemples :



# CHOIX DES BARRES - ASSEMBLAGES

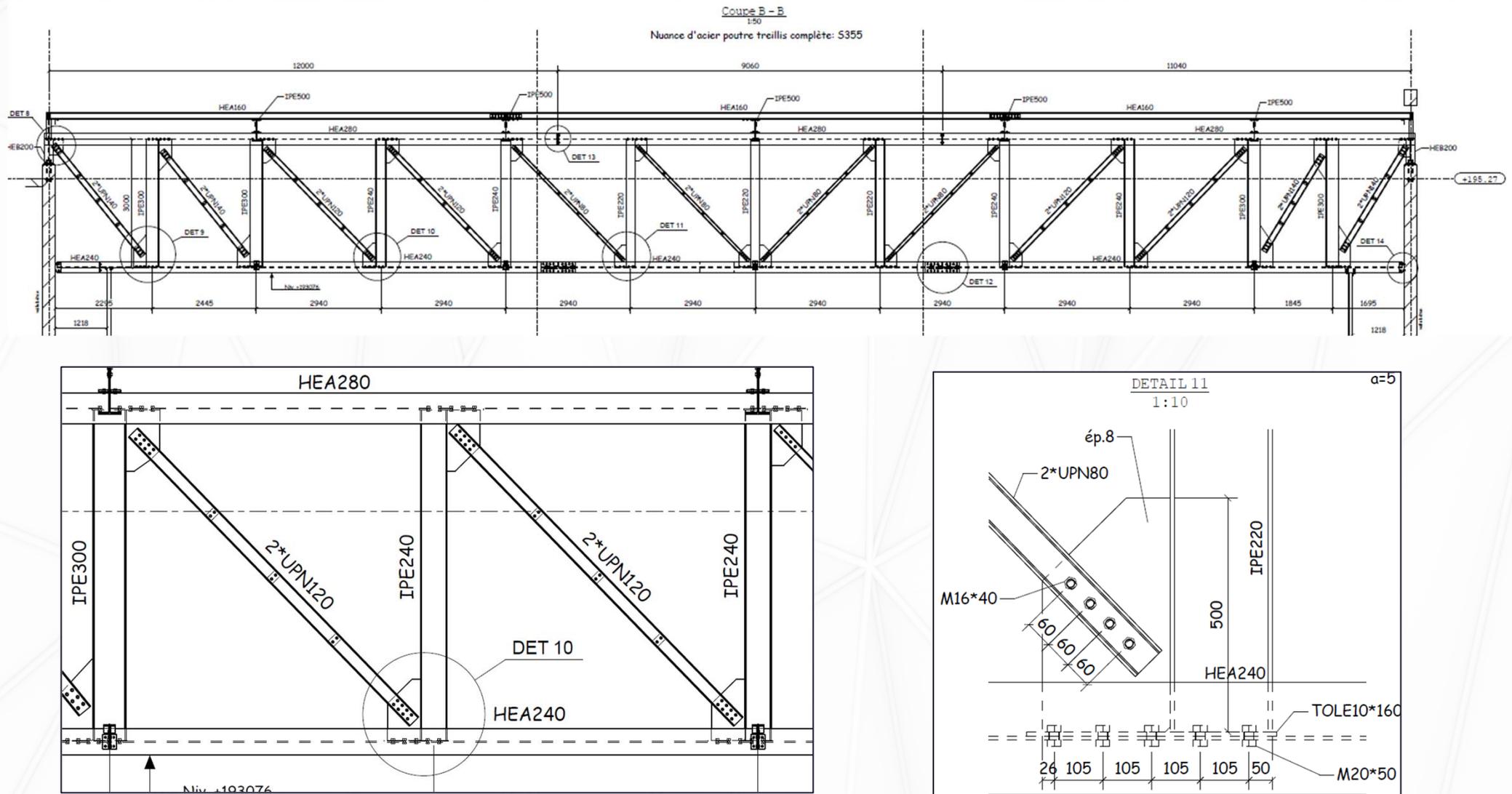
Exemples :





# CHOIX DES BARRES - ASSEMBLAGES

## Exemples :



# CHOIX DES BARRES - ASSEMBLAGES

## Exemples :

