

### **VII-1 Généralités**

*La conception et le calcul des assemblages revêtent en construction métallique, une importance équivalente à celle du dimensionnement des pièces pour la sécurité finale de la construction, Les ossatures ne présentent généralement pas de redondances importantes et les assemblages constituent donc de point de passage obligé pour les sollicitations régnant dans les différents composants structurels ; En cas de défaillance d'un assemblage, c'est bien le fonctionnement global de la structure qui est en cause .*

- *Les assemblages sont des ensembles constitués de plusieurs composants.*
- *Les abouts des éléments structurels liaisonnés.*
- *Les pièces accessoires de liaison*
- *Les organes de fixation proprement dits assurant la solidarisation effective entre les composants en présence*

### **VII-2 Fonctionnement des assemblages**

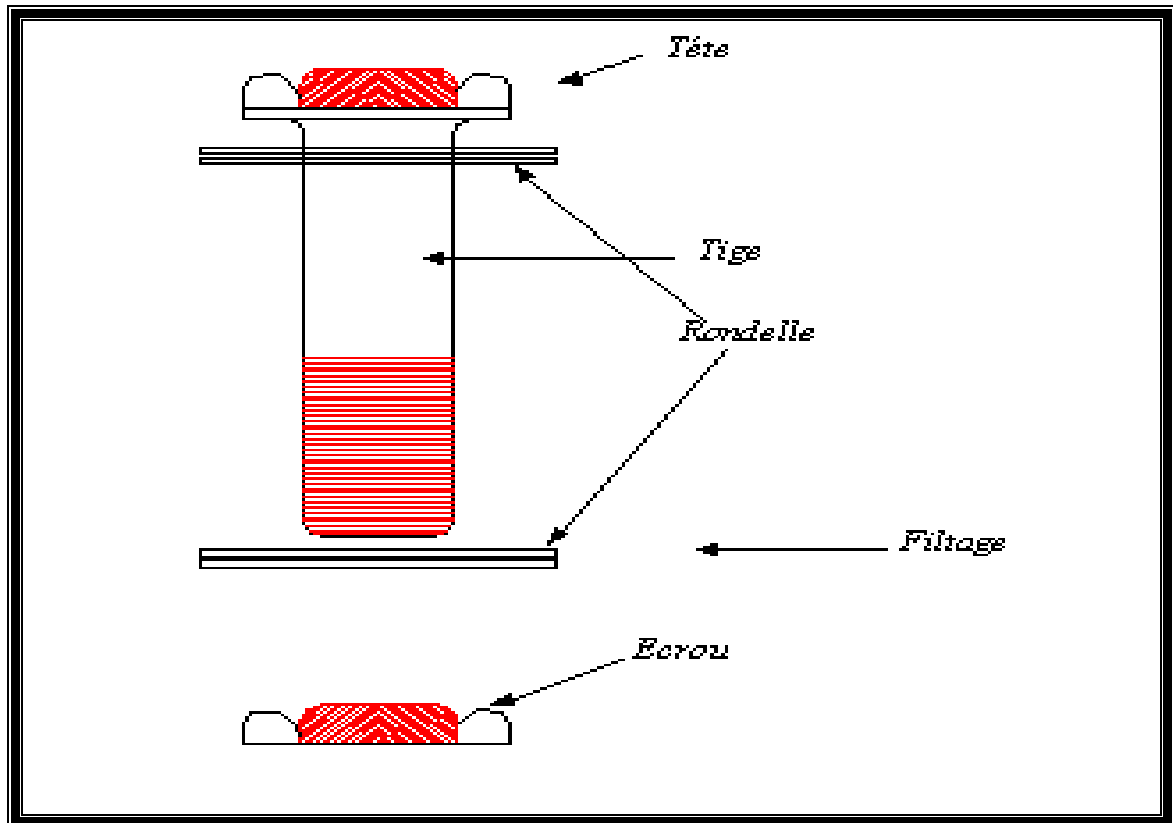
*Les principaux modes d'assemblages sont :*

#### **a) Le boulonnage**

*Le boulonnage consiste le moyen d'assemblage le plus utilisé en construction métallique du fait de sa facilité de mise en œuvre et des possibilités de réglage qu'il ménage sur site, pour notre cas on a utilisé le boulon de haute résistance de classe 10.9 il comprend une vis à tige filetée, une tête hexagonale ou carrée et un écrou en acier à très haute résistance .*

#### **b) Le soudage**

*En charpente soudée les assemblages sont plus rigides, cela à pour effet un encastrement partiel des éléments constructifs . Les soudages à la flamme oxyacétylénique et le soudage à l'arc électrique sont des moyens de chauffages qui permettent d'élever à la température de fusion brilles des pièce de métal à assembler .*



-Figure VII-1 Boulon Haute résistance

### VII-2-1 Rôle des assemblages

Un assemblage est un dispositif qui permet de réunir et de solidariser plusieurs pièces entre elles, en assurant la transmission et la réparation des diverses sollicitations entre les pièces, sans générer des sollicitations parasites notamment de torsion.

Pour réaliser une structure métallique ; on dispose de pièces individuelles, qu'il convient d'assembler :

- Soit bout à bout (éclissage, rabotages).
- Soit concourantes (attaches poutre/poteau, treillis et systèmes réticulés)

Pour conduire les calculs selon les schémas classiques de la résistance des matériaux, il y a lieu de distinguer, parmi les assemblages :

- Les assemblages articulés, qui transmettent uniquement les efforts normaux les et tranchants.
- Les assemblages rigides, qui transmettent en outre les divers moments.

Cette dichotomie est en fait une simplification pour mener les calculs, car en réalité, les assemblages ont un comportement intermédiaire (semi articulés, semi encastrés, semi rigides).

Les articulations, réalisées par boulonnages, n'ont pas l'apparence d'articulations classiques. Le critère caractéristique réside en fait dans la flexibilité à proximité du nœud.

### ❖ **Fonctionnement par adhérence**

Dans ce cas, la transmission des efforts s'opère par adhérence des surfaces des pièces en contact. Cela concerne le soudage, le collage, le boulonnage par boulons HR.

### ❖ **Coefficients partiels de sécurité**

- Résistance des boulons au cisaillement :  $\gamma_{Mb} = 1,25$
- Résistance des boulons à traction :  $\gamma_{Mb} = 1$

### ❖ **Précaution constructive**

Un bon assemblage par boulons HR exige que des précautions élémentaires soient prises, notamment :

- Le coefficient de frottement  $\mu$  doit correspondre à sa valeur de calcul. Cela nécessite une préparation des surfaces, par brossage ou grenailage, pour éliminer toute trace de rouille ou de calamine ; de graissage, etc.
  - $\mu = 0,50$  pour les surfaces de la classe A
  - $\mu = 0,40$  pour les surfaces de la classe B
  - $\mu = 0,30$  pour les surfaces de la classe C
  - $\mu = 0,20$  pour les surfaces de la classe D.

### ❖ **Classe A**

Surface décapée par grenailages ou sablage, avec enlèvement de toutes les plaques de rouille non adhérentes et sans piqûres de corrosion.

Surfaces décapées par grenailage ou sablage et métallisées par projection d'aluminium.

Surfaces décapées par grenailage ou sablage et métallisées par projection d'un revêtement à base de zinc, garanti d'assurer un coefficient de glissement qui ne soit pas inférieur à 0,5

## **VII-3 Assemblage Boulonné encastré poteau-poutre**

### **VII-3-1 Poteau (IPE 360) Poutre (IPE 360)**

#### **\* IPE 360**

$-t_{fc} = 12,7 \text{ mm}$  ;  $tw_c = 8 \text{ mm}$  ;  $t_r = 15 \text{ mm}$  (épaisseur de raidisseur ; conge =  $r = 18 \text{ mm}$ )

#### **\*Soudures**

$af_b = 0,7 \times 12,7 = 8,89 \text{ mm} = 9 \text{ mm}$  ;  $aw_b = 0,7 \times 8 = 5,6 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$  ;

$af_b = 0,7 \times 10 = 7 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$

Détermination des boulons :

\*  $F_p = 0,7 f_{bu} \times A_s$

\*  $M_r = N_1.d_1 + N_2.d_2 + \dots + N_i.d_i + \dots + N_n.d_n = \sum N_i.d_i = N_1 \sum \frac{d_i^2}{d_1}$

\*  $N_{ii} = \frac{M_x d_i}{\sum d_i^2}$

$M = 18000 \text{ daN} \cdot \text{m}$  , On prend 3 boulons

$$\sum di^2 = 548^2 + 468^2 + 386^2 = 668324 \text{ mm}^2$$

$$N1 = \frac{18000 \times 548 \times 10^3}{668324} = 14759,31 \text{ daN} \Rightarrow 2 \text{ boulons}$$

$$N2 = \frac{18000 \times 468 \times 10^3}{668324} = 12604,66 \text{ daN} \Rightarrow 2 \text{ boulons}$$

$$N3 = \frac{18000 \times 386 \times 10^3}{668324} = 10396,16 \text{ daN} \Rightarrow 2 \text{ boulons}$$

Boulons les plus chargés sont les boulons de la ligne 1<sup>er</sup> niveau (N1)

$$* N1 \leq nFp$$

$$* N1 \leq n \cdot 0,7 f_{bu} \times A_s \Rightarrow A_s \geq \frac{N1}{n \cdot 0,7 f_{bu}}$$

$$n=2 \text{ deux files de boulons} : A_s \geq \frac{147593,1}{2 \times 0,7 \times 1000} = 105,42 \text{ mm}^2$$

soit des boulons HR 10.9 de diamètre  $\Phi=14 \text{ mm}$  ( $A_s = 115 \text{ mm}^2$ )

$$N1 = 2Fp = 2(0,7 \times A_s \times f_{ub}) = 2 \times (0,7 \times 115 \times 100) = 16100 \text{ daN}$$

**\*Moment résistant**

$$M_r = N1 \cdot \sum \frac{di^2}{d1} = \frac{16100 \times 668324}{548} = 19635,06 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm} = 19635,06 \text{ daN} \cdot \text{m} \approx M$$

**\*Vérification**

$$- \text{entraxe des boulons} : S \leq 15e \text{ min} \Rightarrow 70 \leq 15 \times 14 = 210 \text{ mm}$$

$$- \text{pince} : 1,5dtr \leq a \leq 6eMin \Rightarrow 22,5 \text{ mm} \leq 55 \text{ mm} \leq 84 \text{ mm}$$

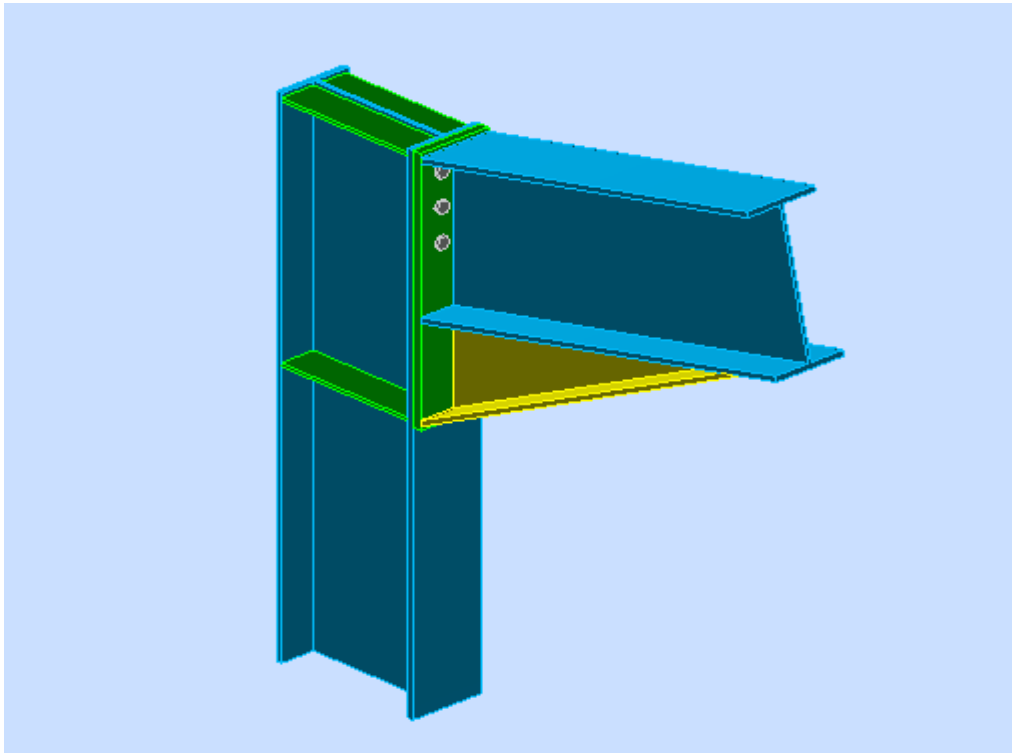


Figure VII-2 assemblage poteau IPE 360-poutre IPE 360 en 3D

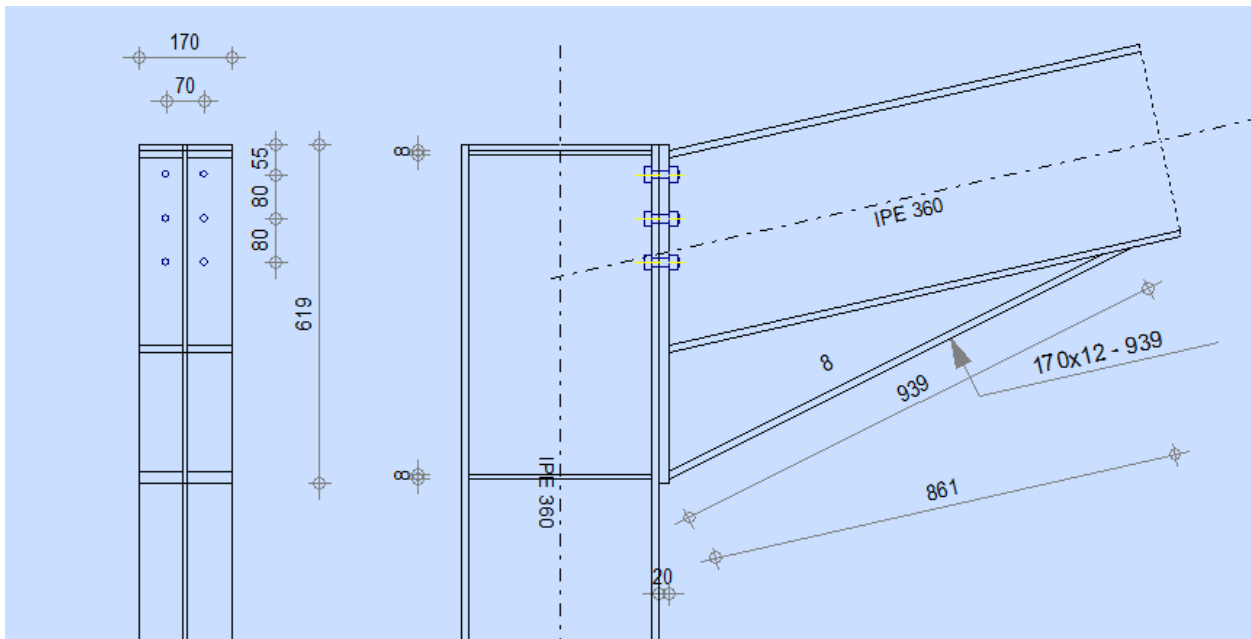


Figure VII-3 assemblage poteau IPE 360-poutre IPE 360

**\*Résistance de l'âme du poteau dans la zone comprimée**

$$*F_{rd} \geq F_{sd}$$

$$*F_{rd} = f_y \times t_w c \left( 1,25 - 0,5 \gamma_{Mo} \times \frac{\sigma_n}{f_y} \right) \times \frac{b_{eff}}{\gamma_{Mo}}$$

$$*Avec \dots b_{eff} = t_{fb} + 2t_p + 5(t_{fc} + r_c)$$

$$*\sigma_n = \frac{V}{A} + \frac{M}{W_{xx}}$$

$$*b_{eff} = 12,7 + 2 \times 15 + 5(14 + 15) = 187,7 \text{ mm}$$

$$*\sigma_n = 0 + \frac{18000}{904} = 19,91 \text{ daN / mm}^2$$

$$*F_{rd} = 235 \times 8 \times \left( 1,25 - 0,5(1) \times \frac{19,91}{235} \right) \times \frac{187,7}{1} = 224,22 \text{ KN}$$

$$*F_{sd} = \frac{M}{(h - t_{fb})} = \frac{18000 \times 10^3}{(360 - 12,7)} = 518,28 \text{ KN}$$

$$*F_{rd} \geq F_{sd} \Rightarrow \text{vérifiée}$$

Condition non vérifiée  $\Rightarrow$  un jarret (IPE 300) + raidisseur à rajouter dans le prolongement de la semelle de la poutre, pour ne pas vérifier prendre  $t_r = t_{fb} = 15 \text{ mm}$

## VII-4 Assemblage Boulonné Encastré poutre- poutre

### VII-4-1 Poutre (IPE 360) Poutre (IPE 360)

- $t_{fc} = 12,7 \text{ mm}$  ;  $tw_c = 8 \text{ mm}$  ;  $t_r = 15 \text{ mm}$  (épaisseur de raidisseur ; conge =  $r = 18 \text{ mm}$ )

#### \*Soudures :

$af_b = 0,7 \times 12,7 = 8,89 \text{ mm} = 9 \text{ mm}$  ;  $aw_b = 0,7 \times 8 = 5,6 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$  ;

$af_b = 0,7 \times 10 = 7 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$

Détermination des boulons :

\*  $F_p = 0,7 f_{bu} \times A_s$

\*  $M_r = N1.d1 + N2.d2 + \dots + Ni.di + \dots + Nn.dn = \sum Ni.di = N1 \sum \frac{di^2}{d1}$

\*  $N_{ii} = \frac{M_x di}{\sum di^2}$

$M = 6406 \text{ daN} \cdot \text{m}$  , On prend 5 boulons

$\sum di^2 = 258^2 + 203^2 + 148^2 + 93^2 = 1383,26 \times 10^2 \text{ mm}^2$

$N1 = \frac{6406 \times 258 \times 10^3}{1383,26 \times 10^2} = 11948,2 \text{ daN} \Rightarrow 2 \text{ boulons}$

$N2 = \frac{6406 \times 203 \times 10^3}{1383,26 \times 10^2} = 9401,1 \text{ daN} \Rightarrow 2 \text{ boulons}$

$N3 = \frac{6406 \times 148 \times 10^3}{1383,26 \times 10^2} = 6854,01 \text{ daN} \Rightarrow 2 \text{ boulons}$

$N4 = \frac{6406 \times 93 \times 10^3}{1383,26 \times 10^2} = 4306,9 \text{ daN} \Rightarrow 2 \text{ boulons}$

Boulons les plus charges sont les boulons de la ligne 1<sup>er</sup> niveau (N1)

\*  $N1 \leq n F_p$

\*  $N1 \leq n \cdot 0,7 f_{bu} \times A_s \Rightarrow A_s \geq \frac{N1}{n \cdot 0,7 f_{bu}}$

$n=2$  deux files de boulons :  $A_s \geq \frac{119482}{2 \times 0,7 \times 1000} = 85,34 \text{ mm}^2$

Soit des boulons HR 10.9 de diamètre  $\Phi = 16 \text{ mm}$  ( $A_s = 157 \text{ mm}^2$ )

$N1 = 2 F_p = 2(0,7 \times A_s \times f_{ub}) = 2 \times (0,7 \times 157 \times 100) = 21980 \text{ daN}$

#### \*Moment résistant

$M_r = N1 \cdot \sum \frac{di^2}{d1} = \frac{21980 \times 138326}{258} = 11784,5 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm} = 11784,5 \text{ daN} \cdot \text{m} \rangle M$

#### \*Vérification

- entraxe des boulons :  $S \leq 15e \text{ min} \Rightarrow 70 \leq 15 \times 14 = 210 \text{ mm}$

- pince :  $1,5d_{tr} \leq a \leq 6e \text{ Min} \Rightarrow 24 \text{ mm} \leq 55 \text{ mm} \leq 84 \text{ mm}$

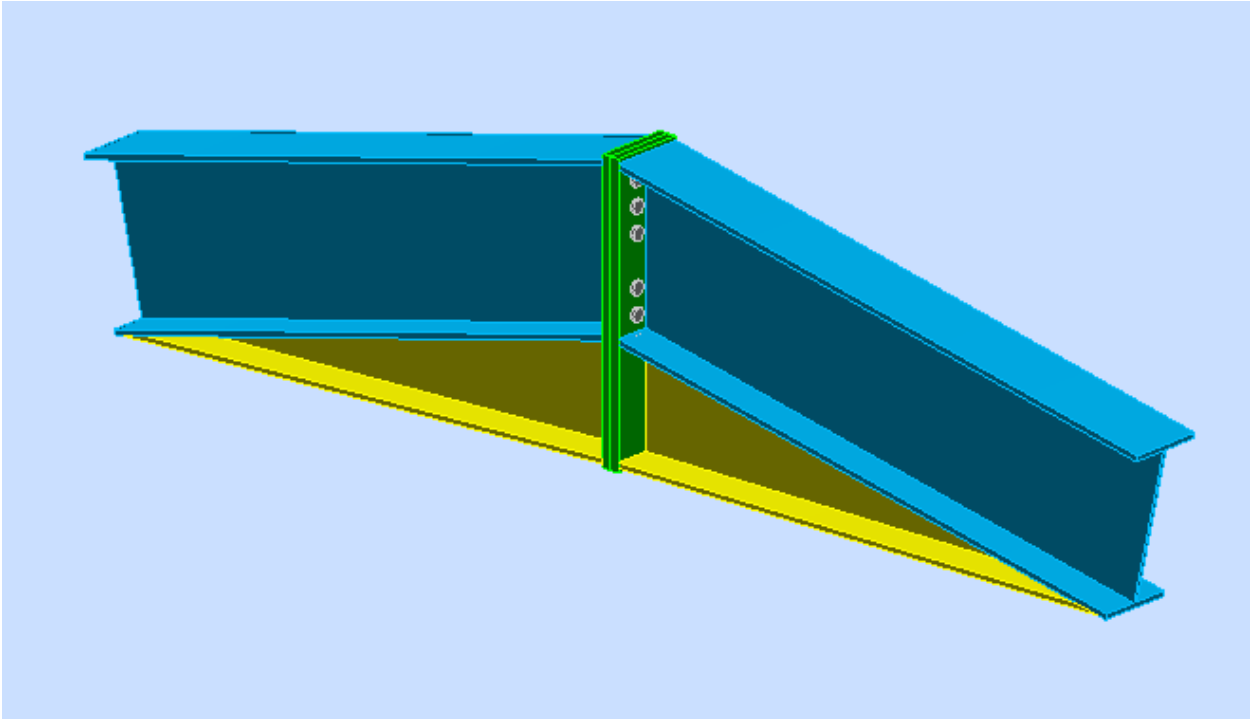


Figure VII-4 assemblage poutre IPE 360-poutre IPE 360 en 3D

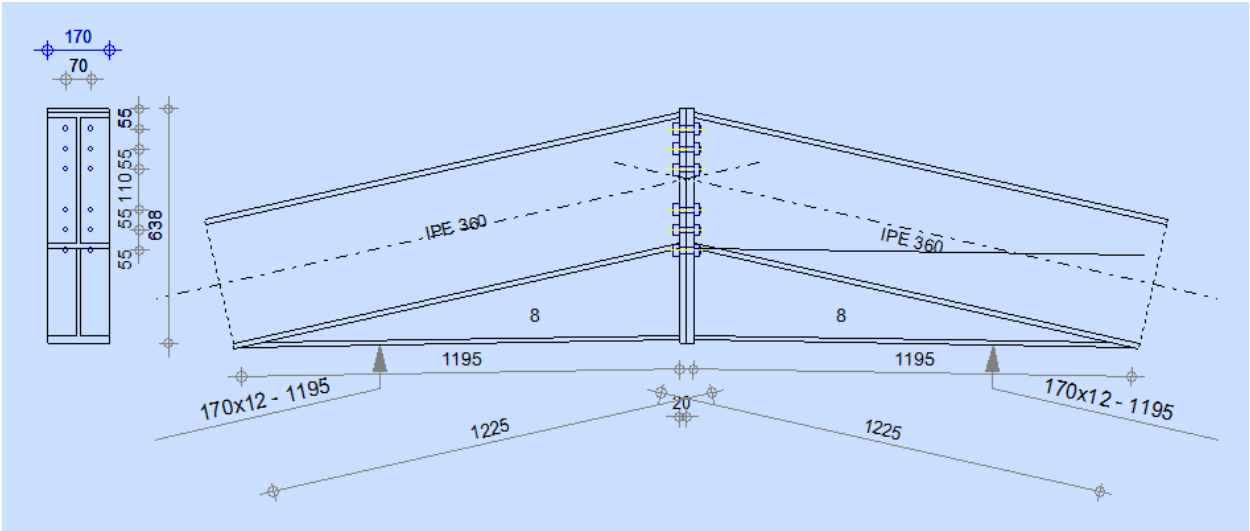


Figure VII-5 assemblage poutre IPE 360-poutre IPE 360

**\*Résistance de l'âme du poutre dans la zone comprimée**

$$*Frd \geq Fsd$$

$$*Frd = f_y \times t_w c \left( 1,25 - 0,5 \gamma M_0 \times \frac{\sigma_n}{f_y} \right) \times \frac{b_{eff}}{\gamma M_0}$$

$$*Avec \dots b_{eff} = t_{fb} + 2t_p + 5(t_{fc} + r_c)$$

$$*\sigma_n = \frac{V}{A} + \frac{M}{W_{xx}}$$

$$*b_{eff} = 12,7 + 2 \times 15 + 5(12,7 + 18) = 196,2 \text{ mm}$$

$$*\sigma_n = 0 + \frac{6406}{904} = 70,9 \text{ daN / mm}^2$$

$$*Frd = 235 \times 8 \times (1,25 - 0,5(1) \times \frac{70,9}{235}) \times \frac{196,2}{1} = 834,63 \text{ KN}$$

$$*Fsd = \frac{M}{(h - t_{fb})} = \frac{6406 \times 10^3}{(360 - 12,7)} = 184,85 \text{ KN}$$

$$*Frd \geq Fsd \Rightarrow \text{vérifiée}$$

**\*Résistance de l'âme du poutre dans la zone tendue**

$$*Frd \geq Fsd$$

$$*Frd = f_y \times t_w c \times \frac{b_{eff}}{\gamma M_0}$$

$$*Frd = 235 \times 8 \times \frac{75}{1} = 141 \text{ KN}$$

Avec  $b_{eff}$  = distance entre colonnes

$$*Fsd = \frac{M}{(h - t_{fb})} = \frac{6406 \times 10^3}{(360 - 12,7)} = 184,45 \text{ KN}$$

\*  $Frd \geq Fsd$  Condition non vérifiée, un jarret (IPE 300) + Raidisseur à rajouter dans la prolongement de la semelle de la poutre, pour ne pas vérifier prendre  $t_f = t_{fb} = 15 \text{ mm}$