

1. Rappels.

Lors des vérifications ELU ou ELS, il est nécessaire de connaître les caractéristiques géométriques des sections des profils utilisés.

On utilise :

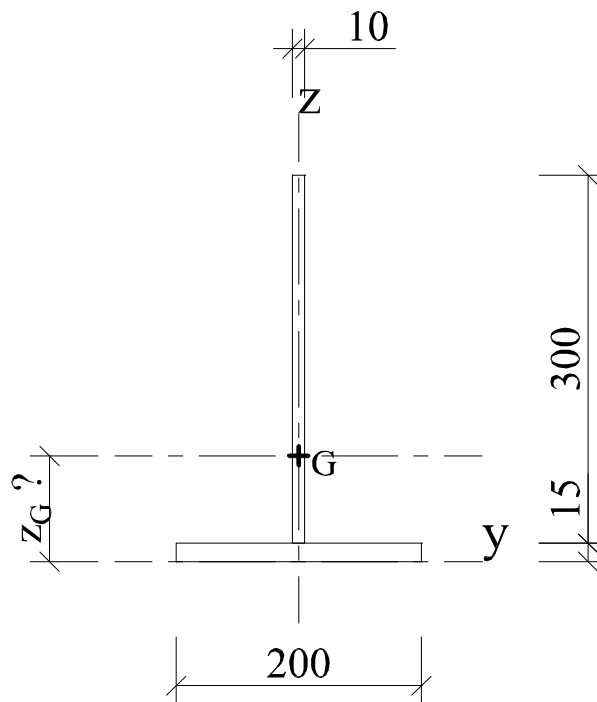
- L'aire A en cm^2 pour le calcul de résistance en traction ($N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$) ou au flambement ($N_{b,Rd} = \chi \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$)
- Le module de flexion plastique W_{pl} en cm^3 pour le calcul de résistance en flexion des sections de classe 1 et 2 ($M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$) ou au déversement ($M_{b,Rd} = \chi_{LT} \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$)
- Le module de flexion élastique W_{el} en cm^3 pour le calcul de résistance en flexion des sections de classe 3 ($M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$) ou au déversement ($M_{b,Rd} = \chi_{LT} \frac{W_{el,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$)
- L'inertie I en cm^4 pour le calcul des flèches ($f = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$ pour une poutre sur 2 appuis chargée uniformément)

W_{pl} , W_{el} et I sont des caractéristiques qui dépendent de l'axe autour duquel on les calcule (axe fort ou faible ou forte et faible inertie).

Toutes ces caractéristiques sont déterminées au centre de gravité (CdG) de la section.

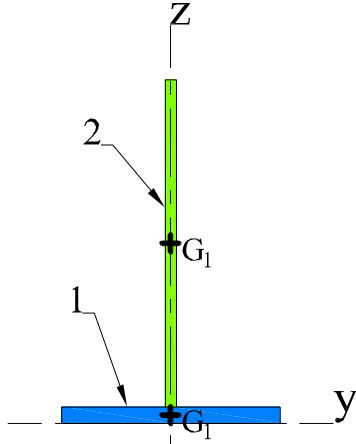
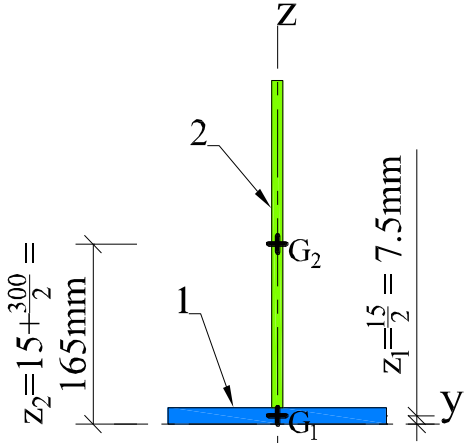
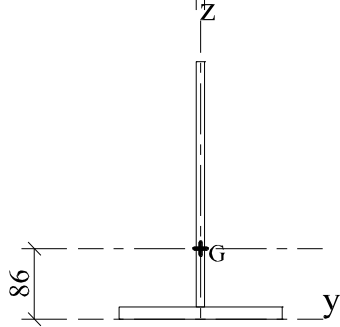
2. Calcul du centre de gravité d'une section.

Exemple : structure en T reconstituée soudée (les cordons de soudure sont négligés).



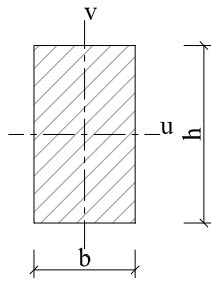
→ La structure possède 1 axe de symétrie (axe z), y_G est donc sur cet axe.

→ Méthode de calcul de la position de z_G :

1 Décomposer la section en surface élémentaires (rectangles généralement)																	
2 Déterminer la position des CdG de ces surfaces élémentaires par rapport à l'axe de calcul y																	
3 Compléter le tableau suivant :	<table border="1" data-bbox="869 1088 1425 1254"> <thead> <tr> <th>Surface i</th> <th>A_i (cm²)</th> <th>z_i (cm)</th> <th>$A_i \cdot z_i$ (cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>$20 \cdot 1,5 = 30$</td> <td>+0,75</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$30 \cdot 1 = 30$</td> <td>+16,5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Surface i	A_i (cm ²)	z_i (cm)	$A_i \cdot z_i$ (cm ³)	1	$20 \cdot 1,5 = 30$	+0,75		2	$30 \cdot 1 = 30$	+16,5					
Surface i	A_i (cm ²)	z_i (cm)	$A_i \cdot z_i$ (cm ³)														
1	$20 \cdot 1,5 = 30$	+0,75															
2	$30 \cdot 1 = 30$	+16,5															
4 Calculer les moments statiques ($A \cdot z$)	<table border="1" data-bbox="869 1272 1425 1438"> <thead> <tr> <th>Surface i</th> <th>A_i (cm²)</th> <th>z_i (cm)</th> <th>$A_i \cdot z_i$ (cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>$20 \cdot 1,5 = 30$</td> <td>+0,75</td> <td>22,5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$30 \cdot 1 = 30$</td> <td>+16,5</td> <td>495</td> </tr> </tbody> </table>	Surface i	A_i (cm ²)	z_i (cm)	$A_i \cdot z_i$ (cm ³)	1	$20 \cdot 1,5 = 30$	+0,75	22,5	2	$30 \cdot 1 = 30$	+16,5	495				
Surface i	A_i (cm ²)	z_i (cm)	$A_i \cdot z_i$ (cm ³)														
1	$20 \cdot 1,5 = 30$	+0,75	22,5														
2	$30 \cdot 1 = 30$	+16,5	495														
5 Calculer la somme des moments statiques et la somme des aires	<table border="1" data-bbox="869 1456 1425 1621"> <thead> <tr> <th>Surface i</th> <th>A_i (cm²)</th> <th>z_i (cm)</th> <th>$A_i \cdot z_i$ (cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>$20 \cdot 1,5 = 30$</td> <td>+0,75</td> <td>22,5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$30 \cdot 1 = 30$</td> <td>+16,5</td> <td>495</td> </tr> <tr> <td></td> <td>60</td> <td></td> <td>517,5</td> </tr> </tbody> </table>	Surface i	A_i (cm ²)	z_i (cm)	$A_i \cdot z_i$ (cm ³)	1	$20 \cdot 1,5 = 30$	+0,75	22,5	2	$30 \cdot 1 = 30$	+16,5	495		60		517,5
Surface i	A_i (cm ²)	z_i (cm)	$A_i \cdot z_i$ (cm ³)														
1	$20 \cdot 1,5 = 30$	+0,75	22,5														
2	$30 \cdot 1 = 30$	+16,5	495														
	60		517,5														
6 En déduire la position z_G du CdG de la section	$z_G = \frac{\sum A_i \cdot z_i}{\sum A_i} = \frac{517,5}{60} = 8,625 \text{ cm}$ 																

3. Calcul d'inertie d'une section.

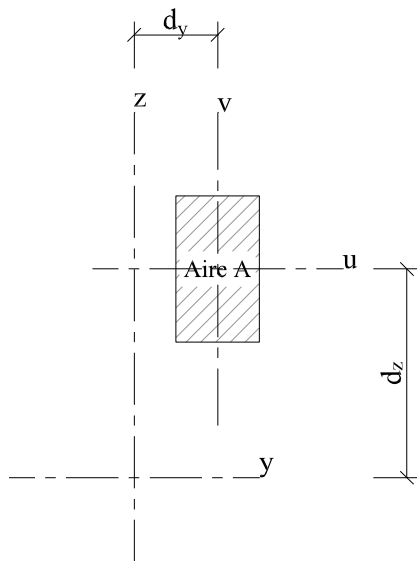
3.1.1. Inertie d'une section rectangulaire.



$$I_u = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_v = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

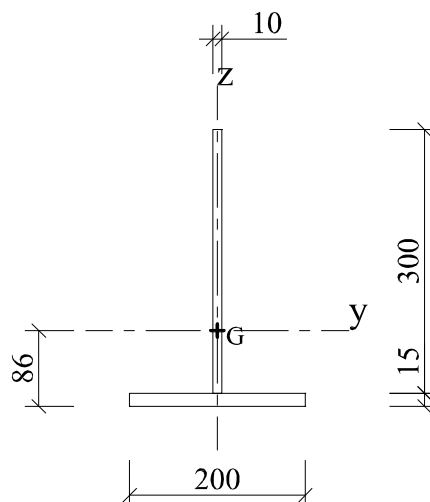
3.1.2. Théorème de Huygens.



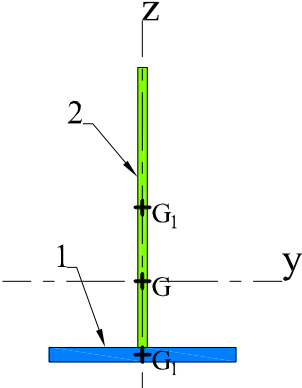
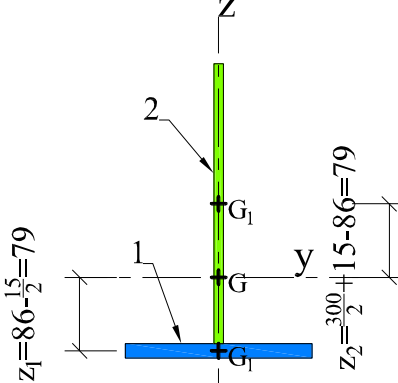
$$I_y = I_u + A \cdot d_z^2$$

$$I_z = I_v + A \cdot d_y^2$$

3.1.3. Exemple.



→ Méthode de calcul de l'inertie forte I_y :

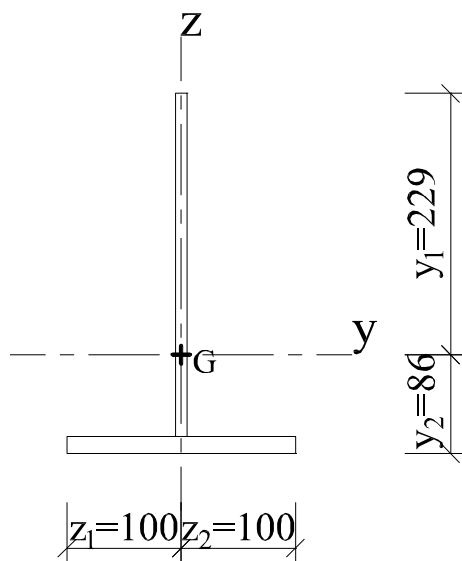
1 Décomposer la section en surface élémentaires (rectangles généralement)																					
2 Déterminer la position des CdG de ces surfaces élémentaires par rapport à l'axe de calcul y passant par le CdG de la section																					
3 Compléter le tableau suivant :	<table border="1" data-bbox="662 996 1449 1187"> <thead> <tr> <th>Surface i</th> <th>I_u (cm⁴)</th> <th>A_i (cm²)</th> <th>z_i (cm)</th> <th>$I_u + A_i * z_i^2$ (cm⁴)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>$\frac{20 * 1,5^3}{12} = 5,63$</td> <td>30</td> <td>7,9</td> <td>1878</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$\frac{1 * 30^3}{12} = 2250$</td> <td>30</td> <td>7,9</td> <td>4122</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">$I_y =$</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Surface i	I_u (cm ⁴)	A_i (cm ²)	z_i (cm)	$I_u + A_i * z_i^2$ (cm ⁴)	1	$\frac{20 * 1,5^3}{12} = 5,63$	30	7,9	1878	2	$\frac{1 * 30^3}{12} = 2250$	30	7,9	4122	$I_y =$				
Surface i	I_u (cm ⁴)	A_i (cm ²)	z_i (cm)	$I_u + A_i * z_i^2$ (cm ⁴)																	
1	$\frac{20 * 1,5^3}{12} = 5,63$	30	7,9	1878																	
2	$\frac{1 * 30^3}{12} = 2250$	30	7,9	4122																	
$I_y =$																					
4 Calculer I_y	<table border="1" data-bbox="662 1207 1449 1395"> <thead> <tr> <th>Surface i</th> <th>I_u (cm⁴)</th> <th>A_i (cm²)</th> <th>z_i (cm)</th> <th>$I_u + A_i * z_i^2$ (cm⁴)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>$\frac{20 * 1,5^3}{12} = 5,63$</td> <td>30</td> <td>7,9</td> <td>1878</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$\frac{1 * 30^3}{12} = 2250$</td> <td>30</td> <td>7,9</td> <td>4122</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">$I_y =$</td> <td>6000</td> </tr> </tbody> </table>	Surface i	I_u (cm ⁴)	A_i (cm ²)	z_i (cm)	$I_u + A_i * z_i^2$ (cm ⁴)	1	$\frac{20 * 1,5^3}{12} = 5,63$	30	7,9	1878	2	$\frac{1 * 30^3}{12} = 2250$	30	7,9	4122	$I_y =$				6000
Surface i	I_u (cm ⁴)	A_i (cm ²)	z_i (cm)	$I_u + A_i * z_i^2$ (cm ⁴)																	
1	$\frac{20 * 1,5^3}{12} = 5,63$	30	7,9	1878																	
2	$\frac{1 * 30^3}{12} = 2250$	30	7,9	4122																	
$I_y =$				6000																	

→ Méthode de calcul de l'inertie forte I_z :

On procède de la même manière mais suivant l'autre axe.

Surface i	I_v (cm ⁴)	A_i (cm ²)	y_i (cm)	$I_v + A_i * y_i^2$ (cm ⁴)
1	$\frac{1,5 * 20^3}{12} = 1000$	30	0	1000
2	$\frac{30 * 1^3}{12} = 2,5$	30	0	2,5
$I_z =$				1002,5

4. Calcul du module de flexion élastique.



$$W_{el,y} = \frac{I_y}{\max(y_1; y_2)} = \frac{6000}{22.9} = 262 \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} = \frac{I_z}{\max(z_1; z_2)} = \frac{1002.5}{10} = 100.3 \text{ cm}^3$$