

CHAPITRE N°03 :

CARACTERISTIQUES DES SECTIONS

- Enseignant : Cédric LOINTHIER – Promotion 2015
- Contact : cedric.lointhier@ingemetal.fr

SOMMAIRE

- ❑ Objectifs d'apprentissage
- ❑ Les profilés métalliques
- ❑ Conventions EC3 : Axes et dimensions
- ❑ Caractéristiques géométriques des sections
- ❑ Classification des sections

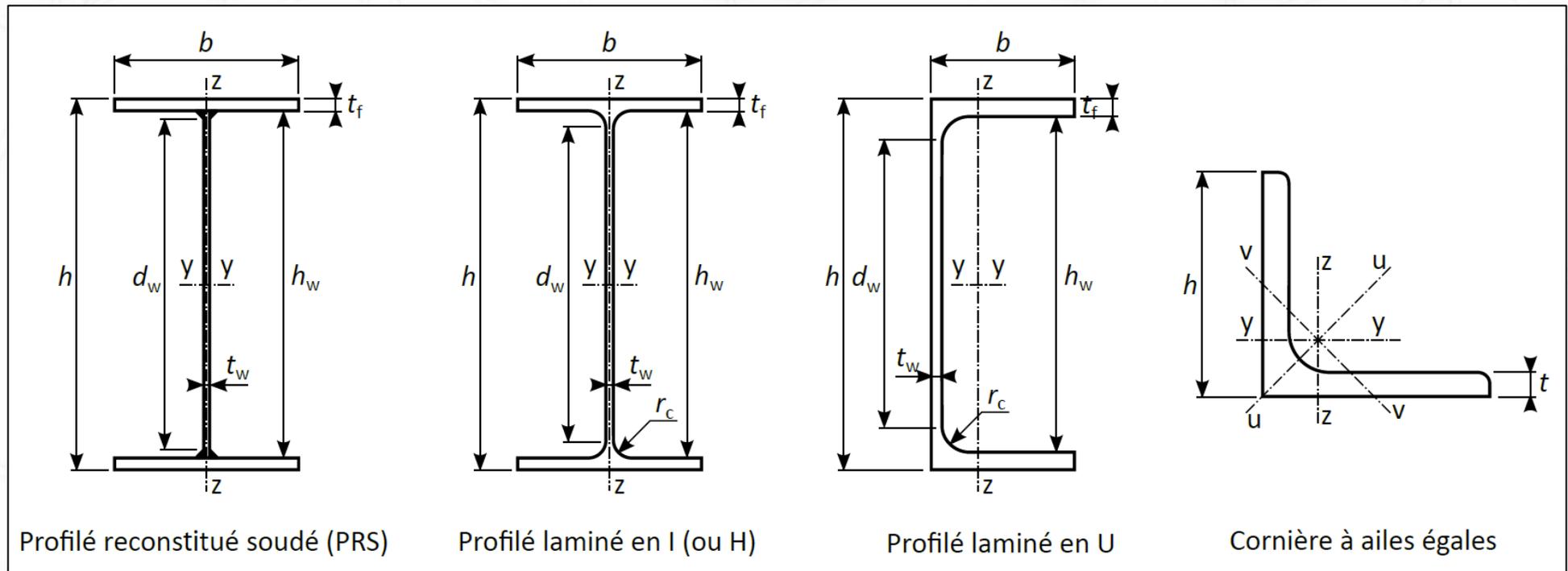
OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Être capable de :

- Calculer les caractéristiques géométriques d'une section
- Comprendre et calculer la classe d'une section

CONVENTIONS EC3 - AXES ET DIMENSIONS

- Les notations utilisées correspondent, autant que possible, à celles utilisées dans les différentes parties des Eurocodes.



Notations principales pour les sections

Poutrelles européennes à larges ailes

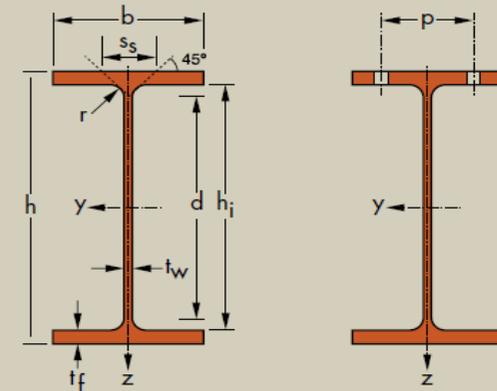
Dim.: HE A, HE B et HE M 100-1000 conformes à la norme antérieure EU 53-62; HE 1000 avec $G_{HE} > G_{HEM}$ conformes à ASTM A 6/A 6M - 12
 HE AA 100-1000 suivant norme AM
 Tolérances: EN 10034: 1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M
 ASTM A 6/A 6M - 12 HE 1000 avec $G_{HE} > G_{HEM}$
 Etat de surface: conforme à EN 10163-3: 2004, classe C, sous-classe 1

European wide flange beams

Dim.: HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with former standard EU 53-62; HE 1000 with $G_{HE} > G_{HEM}$ in accordance with ASTM A 6/A 6M - 12
 HE AA 100-1000 in accordance with AM standard
 Tolerances: EN 10034: 1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M
 ASTM A 6/A 6M - 12 HE 1000 with $G_{HE} > G_{HEM}$
 Surface condition: according to EN 10163-3: 2004, class C, subclass 1

Europäische Breitflanschträger

Abmessungen: HE A, HE B und HE M 100 - 1000 gemäß früherer Norm EU 53-62; HE 1000 mit $G_{HE} > G_{HEM}$ gemäß ASTM A 6/A 6M - 12
 HE AA 100-1000 gemäß AM Standard
 Toleranzen: EN 10034: 1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M
 ASTM A 6/A 6M - 12 HE 1000 mit $G_{HE} > G_{HEM}$
 Oberflächenbeschaffenheit: Gemäß EN 10163-3: 2004, Klasse C, Untergruppe 1



G	Dimensions Abmessungen						A	Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche	
	h	b	t _w	t _f	r	h _i		d	Ø	p _{min}	p _{max}	A _L	A _G	
kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm ² x10 ²	mm	mm		mm	mm	m ² /m	m ² /t
HE 100 AA *	12,2	91	100	4,2	5,5	12	15,6	80	56	M 10	54	58	0,553	45,17
HE 100 A	16,7	96	100	5	8	12	21,2	80	56	M 10	54	58	0,561	33,68
HE 100 B	20,4	100	100	6	10	12	26,0	80	56	M 10	56	58	0,567	27,76
HE 100 M	41,8	120	106	12	20	12	53,2	80	56	M 10	62	64	0,619	14,82
HE 120 AA *	14,6	109	120	4,2	5,5	12	18,6	98	74	M 12	58	68	0,669	45,94
HE 120 A	19,9	114	120	5	8	12	25,3	98	74	M 12	58	68	0,677	34,06
HE 120 B	26,7	120	120	6,5	11	12	34,0	98	74	M 12	60	68	0,686	25,71
HE 120 M	52,1	140	126	12,5	21	12	66,4	98	74	M 12	66	74	0,738	14,16

LES PROFILS METALLIQUES - LECTURE DES ABAQUES

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification EN 1993-1-1: 2005						EN 10025-2: 2004	EN 10025-4: 2004	EN 10225:2009	
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z						Pure bending y-y			Pure compression						
	G	I_y	W_{ely}	W_{ply} ◆	i_y	A_{vz}	I_z	W_{elz}	W_{plz} ◆	i_z	S_s	I_t	I_w	S235	S355	S460	S235	S355				S460
kg/m	mm ⁴ x10 ⁴	mm ³ x10 ³	mm ³ x10 ³	mm x10	mm ² x10 ²	mm ⁴ x10 ⁴	mm ³ x10 ³	mm ³ x10 ³	mm x10	mm	mm ⁴ x10 ⁴	mm ⁶ x10 ⁹										
HE 100 AA	12,2	236,5	51,98	58,36	3,89	6,15	92,06	18,41	28,44	2,43	29,26	2,51	1,68	1	1	2	1	1	2	✓	✓	✓
HE 100 A	16,7	349,2	72,76	83,01	4,06	7,56	133,8	26,76	41,14	2,51	35,06	5,24	2,58	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 100 B	20,4	449,5	89,91	104,2	4,16	9,04	167,3	33,45	51,42	2,53	40,06	9,25	3,38	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 100 M	41,8	1143	190,4	235,8	4,63	18,04	399,2	75,31	116,3	2,74	66,06	68,21	9,93	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 120 AA	14,6	413,4	75,85	84,12	4,72	6,90	158,8	26,47	40,62	2,93	29,26	2,78	4,24	1	3	3	1	3	3	✓	✓	✓
HE 120 A	19,9	606,2	106,3	119,5	4,89	8,46	230,9	38,48	58,85	3,02	35,06	5,99	6,47	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 120 B	26,7	864,4	144,1	165,2	5,04	10,96	317,5	52,92	80,97	3,06	42,56	13,84	9,41	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 120 M	52,1	2018	288,2	350,6	5,51	21,15	702,8	111,6	171,6	3,25	68,56	91,66	24,79	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES SECTIONS

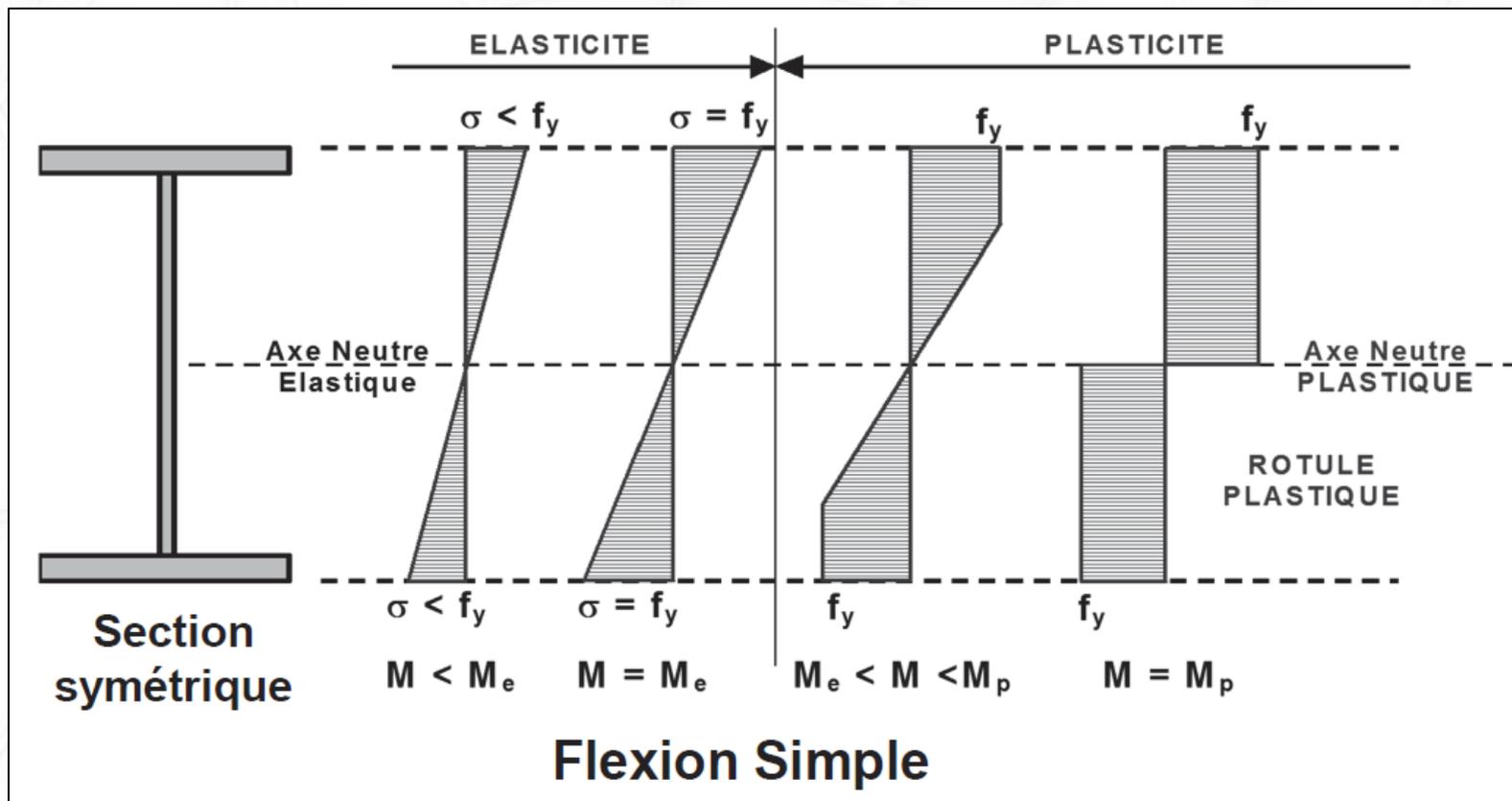
□ Evolution des contraintes dans une section symétrique fléchie :

Moment résistant élastique :

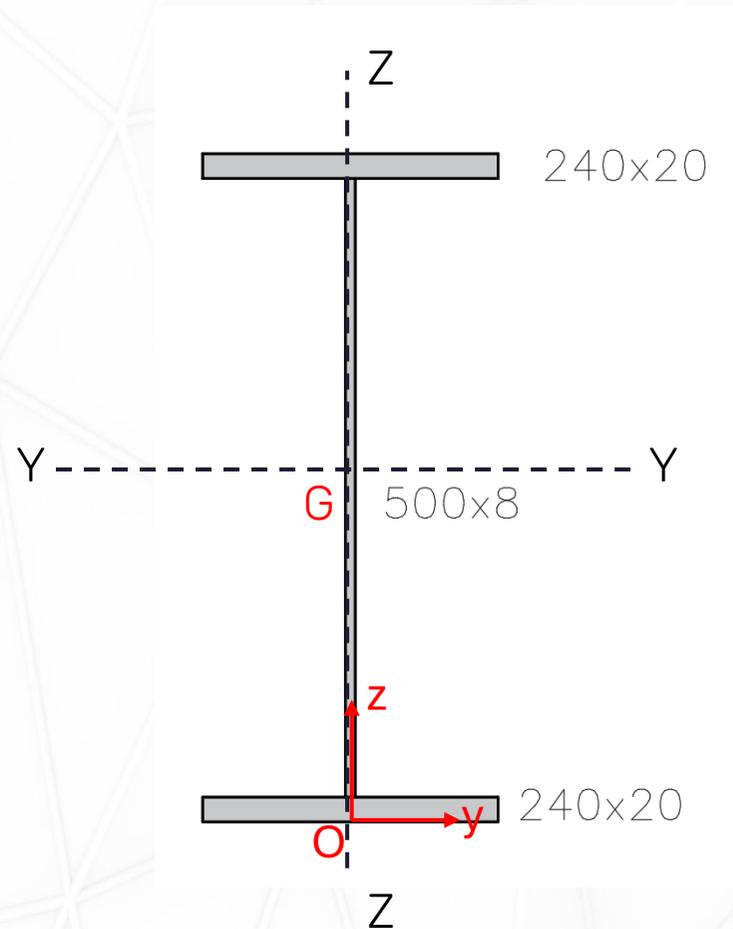
$$M_{el,y} = f_y \times W_{el,y}$$

Moment résistant plastique :

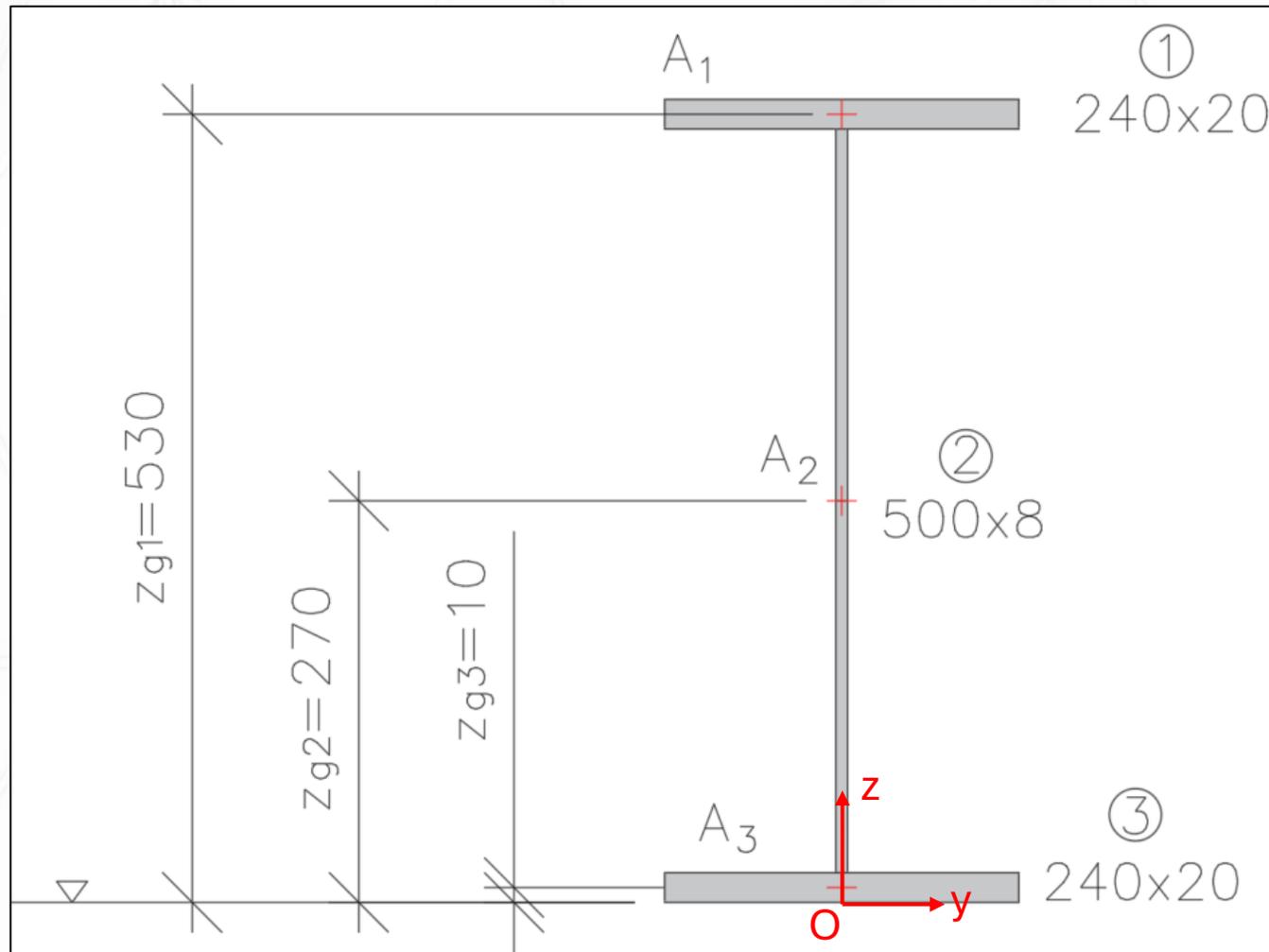
$$M_{pl,y} = f_y \times W_{pl,y}$$



□ Application n°01 : Poutre doublement symétrique



□ Application n°01 : Poutre doublement symétrique



□ Recherche de l'axe neutre élastique de la section :

Calcul de z_g

Moment statique autour de l'axe y : $S_{oy} = \sum A_i \times z_{gi} = A \times z_g$

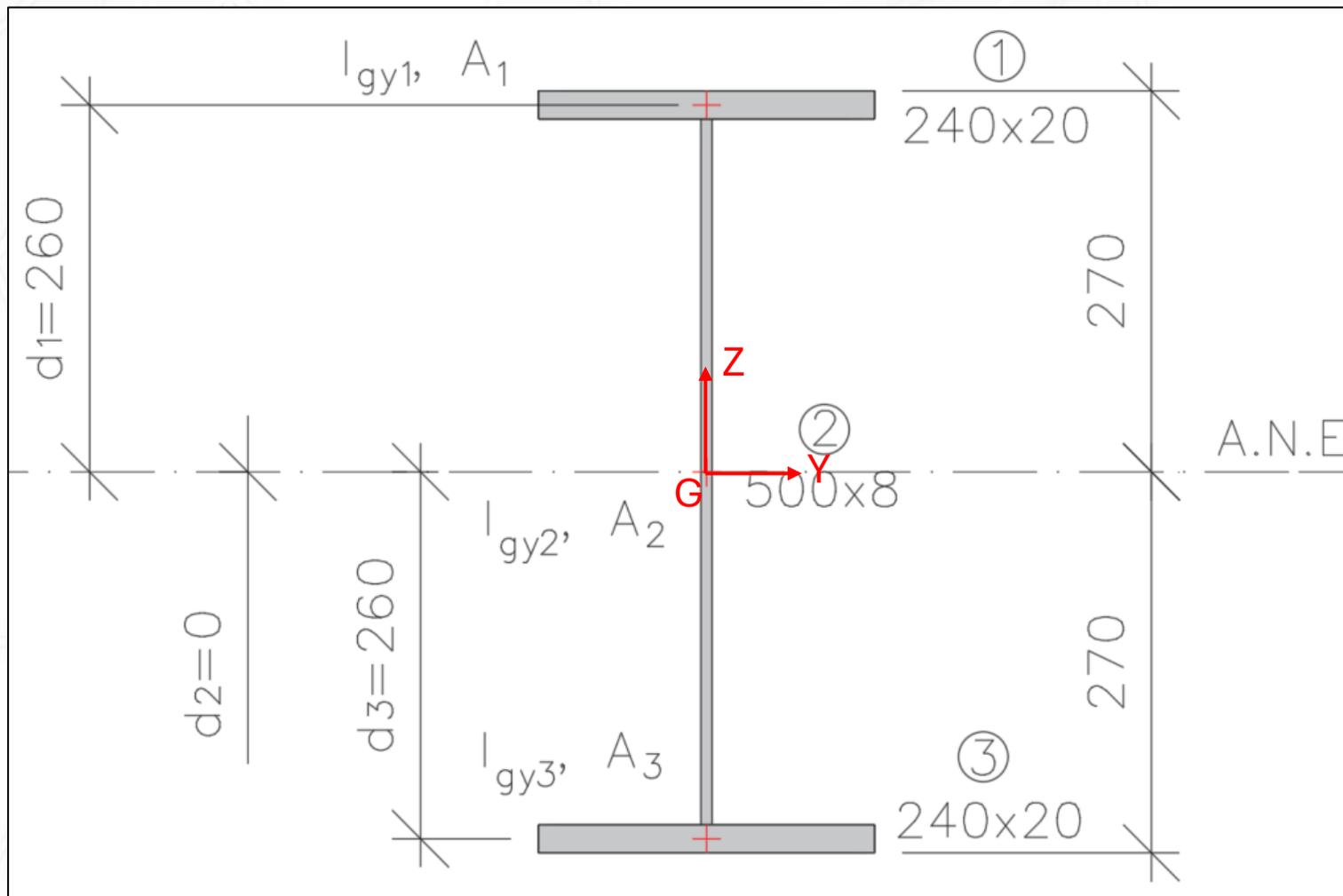
i	A_i [cm ²]	z_{gi} [cm]	$A_i \times z_{gi}$ [cm ³]
1	48	53	2 544
2	40	27	1 080
3	48	1	48
$A_{total} =$	136	$S_{oy} = \sum A_i \times z_{gi}$	3 672 cm ³

$$z_G = \frac{S_{oy}}{A} = \frac{3672}{136} = 27 \text{ cm} = 270 \text{ mm}$$

Calcul de y_g

Moment statique autour de l'axe z : $S_{oz} = 0$ car section symétrique, donc $y_G = 0$

❑ Recherche des inerties I_y et I_z de la section :



□ Recherche des inerties I_y et I_z de la section : $I_{G_{i,y}} = \frac{b \cdot h^3}{12}$ et $I_{G_{i,z}} = \frac{h \cdot b^3}{12}$

i	$I_{G_{i,y}}$ [cm ⁴]	A_i [cm ²]	$d_{i,z}^2$ [cm ²]	$I_{G_{i,y}} + A_i d_{i,z}^2$ [cm ⁴]
1	16	48	26 ²	32 464
2	8 333,33	40	0	8 333,33
3	16	48	26 ²	32 464
			$I_y =$	73 261,33 cm ⁴

i	$I_{G_{i,z}}$ [cm ⁴]	A_i [cm ²]	$d_{i,y}^2$ [cm ²]	$I_{G_{i,z}} + A_i d_{i,y}^2$ [cm ⁴]
1	2 304	48	0	2 304
2	2,13	40	0	2,13
3	2 304	48	0	2 304
			$I_z =$	4 610,13 cm ⁴

□ Calcul du **module élastique** en flexion simple :

□ Par rapport à l'axe y-y :

$$W_{el,y} = \frac{I_y}{v} = \frac{I_y}{\frac{h}{2}} = \frac{73\,261,33}{27} = 2713,38 \text{ cm}^3$$

□ Par rapport à l'axe z-z :

$$W_{el,z} = \frac{I_z}{b} = \frac{4\,610,13}{12} = 384,17 \text{ cm}^3$$

□ Recherche de l'axe neutre plastique de la section :

La limite d'élasticité est la même pour toute la section.

Dans ce cas, en flexion simple, l'axe neutre plastique sépare la section en deux parties d'aires égales :

$$A_{tendue} = A_{comprimée} = A/2$$

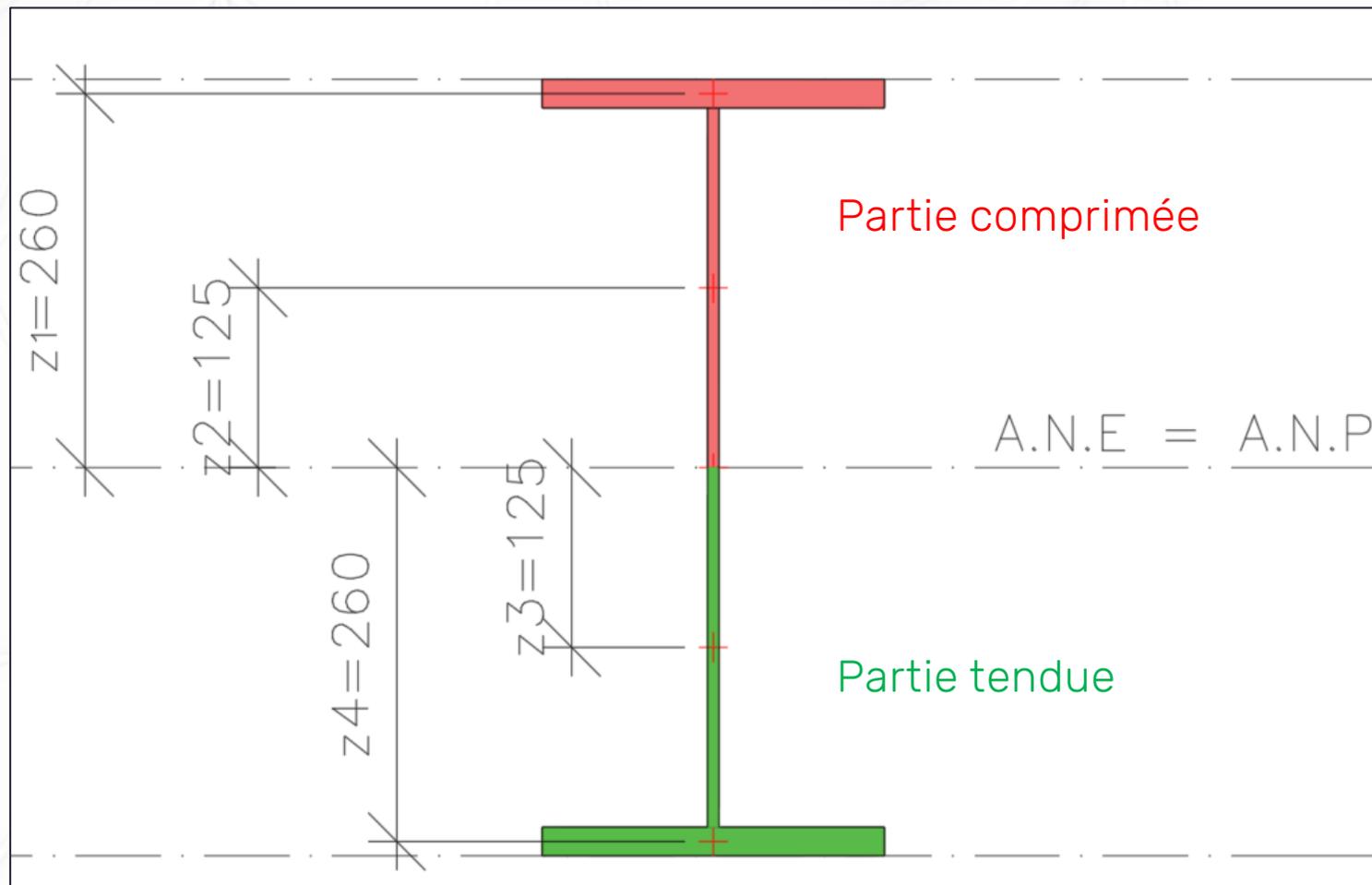
En exprimant la position z_{ANP} de l'axe neutre plastique par rapport à la fibre inférieure de la section, nous pouvons écrire :

$$b_{f,inf}t_{f,inf} + t_w(z_{ANP} - t_{f,inf}) = \frac{A}{2}$$

$$z_{ANP} = t_{f,inf} + \left(\frac{A}{2} - b_{f,inf}t_{f,inf}\right)/t_w$$

$$z_{ANP} = 20 + \frac{\left(\frac{13600}{2} - 240 \times 20\right)}{8} = 270 \text{ mm}$$

- Calcul du **module plastique de la section** en flexion simple :



- ❑ Calcul du **module plastique de la section** : Le module plastique est la somme du moment statique de la partie comprimée, et du moment statique de la partie tendue. Il s'agit des moments statiques par rapport à l'axe neutre plastique, pris avec leur valeur absolue

i	A_i [cm ²]	z_i [cm]	$ A_i z_i $ [cm ³]
Semelle supérieure comprimée	48	+26	1248
Partie comprimée de l'âme	20	+12,5	250
Partie tendue de l'âme	20	-12,5	250
Semelle inférieure comprimée	48	-26	1248
Somme :	136	$W_{pl,y}$	2996 cm ³

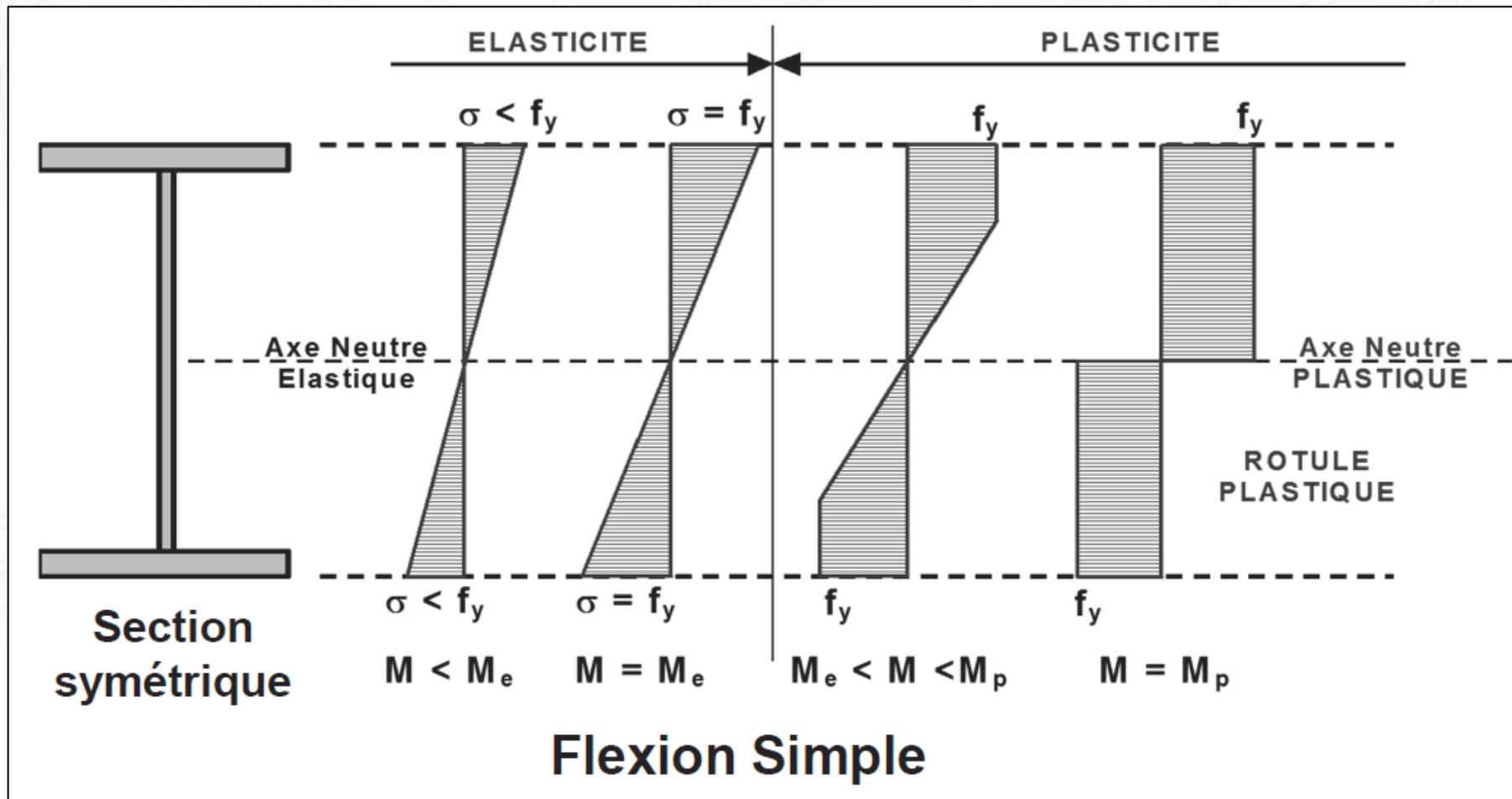
Le module plastique est donc de : $W_{pl,y} = 2996 \text{ cm}^3$

□ Evolution des contraintes dans une section symétrique fléchie - S235 :

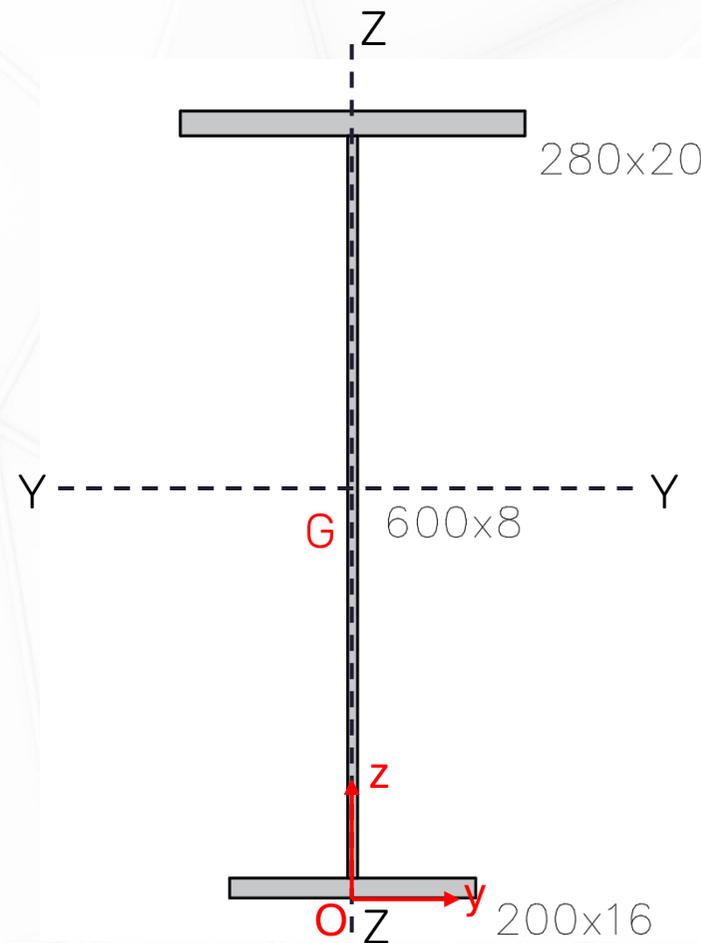
$$M_{el,y} = f_y \times W_{el,y} = 637,6 \text{ kN.m}$$

$$M_{pl,y} = f_y \times W_{pl,y} = 704,1 \text{ kN.m}$$

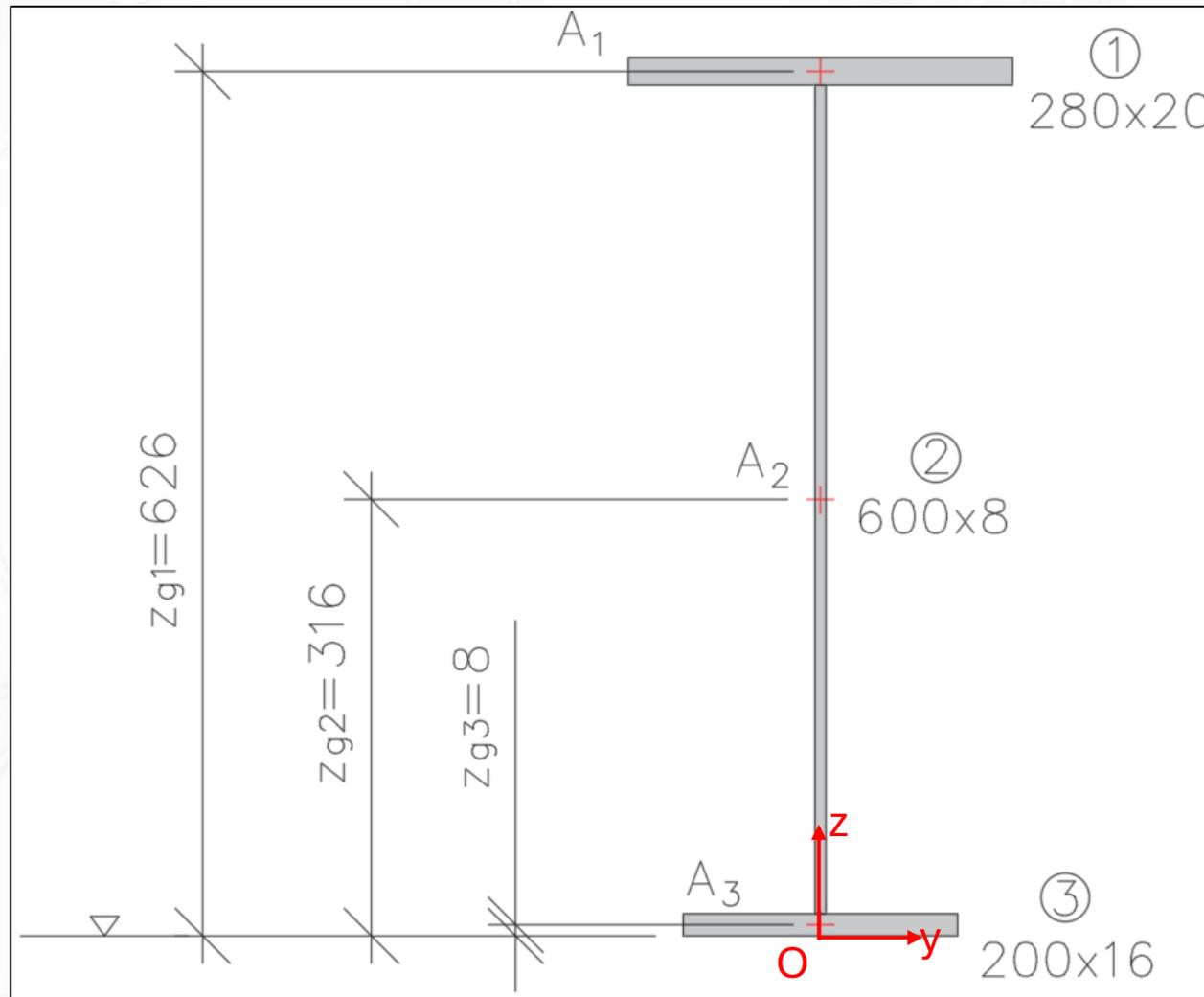
Gain +9,4%



□ Application n°02 : Poutre mono-symétrique



□ Application n°02 : Poutre mono-symétrique



□ Recherche de l'axe neutre élastique de la section :

Calcul de z_g

Moment statique autour de l'axe y : $S_{oy} = \sum A_i \times z_{gi} = A \times z_g$

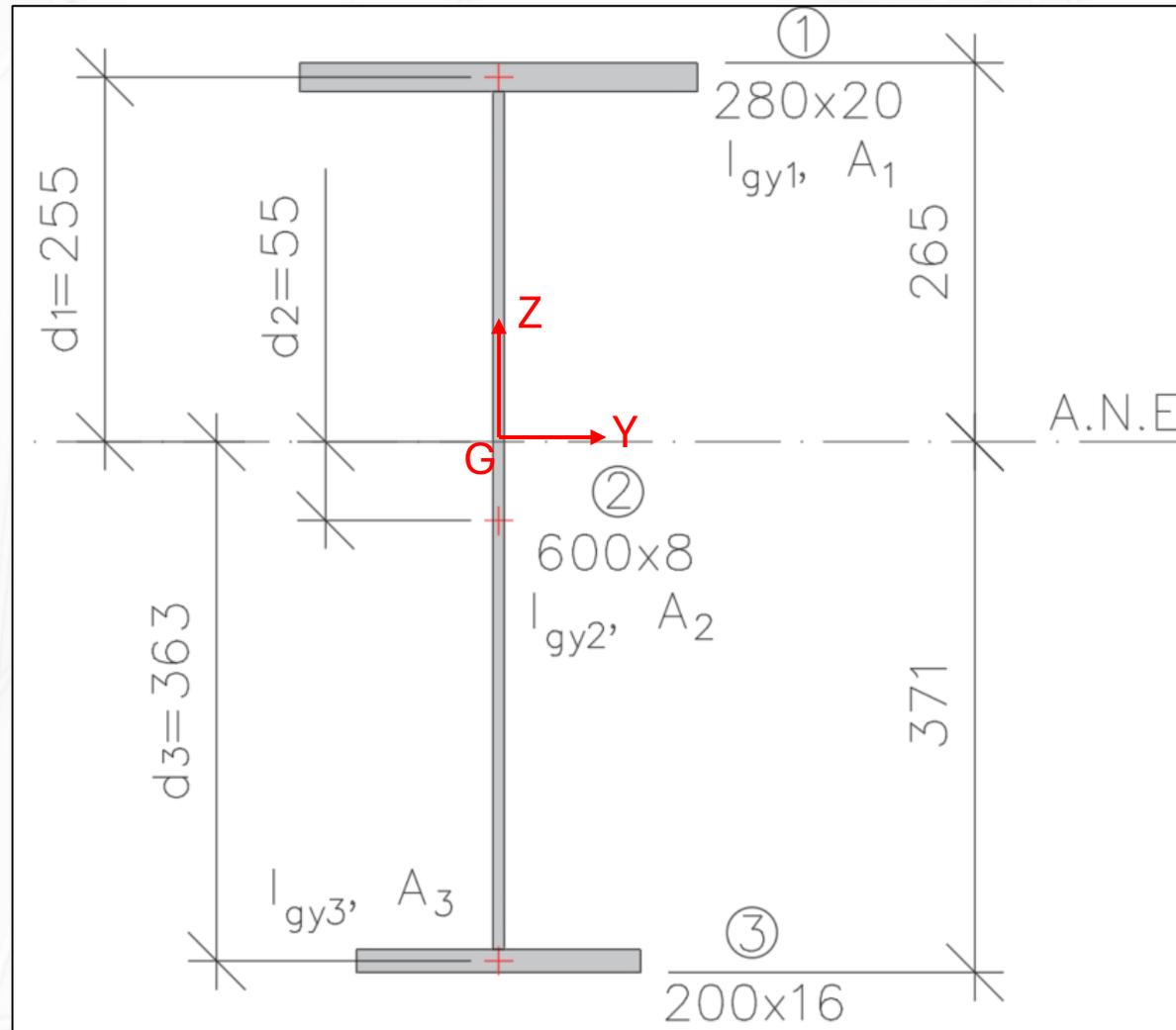
i	A_i [cm ²]	z_{gi} [cm]	$A_i \times z_{gi}$ [cm ³]
1	56	62,6	3 505,6
2	48	31,6	1 516,8
3	32	0,8	25,6
$A_{total} =$	136	$S_{oy} =$	5 048 cm ³

$$z_G = \frac{S_{oy}}{A} = \frac{5048}{136} = 37,12 \text{ cm} = 371 \text{ mm}$$

Calcul de y_g

Moment statique autour de l'axe z : $S_{oz} = 0$ car section symétrique, donc $y_G = 0$

❑ Recherche des inerties I_y et I_z de la section :



□ Recherche des inerties I_y et I_z de la section : $I_{Gi,y} = \frac{b \cdot h^3}{12}$ et $I_{Gi,z} = \frac{h \cdot b^3}{12}$

i	$I_{Gi,y}$ [cm ⁴]	A_i [cm ²]	$d_{i,z}^2$ [cm ²]	$I_{Gi,y} + A_i d_{i,z}^2$ [cm ⁴]
1	18,66	56	25,5 ²	36 432,66
2	14 400	48	5,5 ²	15 852
3	6,82	32	36,3 ²	42 172,9
			$I_y =$	94 457,56 cm ⁴

i	$I_{Gi,z}$ [cm ⁴]	A_i [cm ²]	$d_{i,y}^2$ [cm ²]	$I_{Gi,z} + A_i d_{i,y}^2$ [cm ⁴]
1	3 658,66	56	0	3 658,66
2	2,56	48	0	2,56
3	1 066,66	32	0	1 066,66
			$I_z =$	4 727,88 cm ⁴

❑ Calcul du **module élastique** en flexion simple :

❑ Par rapport à l'axe y-y :

$$W_{el,y} = \frac{I_y}{\max(h - z_G; z_G)} = \frac{94\,457,56}{\max(63,6 - 37,1; 37,1)} = 2\,546 \text{ cm}^3$$

❑ Par rapport à l'axe z-z :

$$W_{el,z} = \frac{I_z}{\max(b_i; b_s) / 2} = \frac{4\,727,88}{\max(20; 28) / 2} = 337,7 \text{ cm}^3$$

□ Recherche de l'axe neutre plastique de la section :

La limite d'élasticité est la même pour toute la section.

Dans ce cas, en flexion simple, l'axe neutre plastique sépare la section en deux parties d'aires égales :

$$A_{tendue} = A_{comprimée} = A/2$$

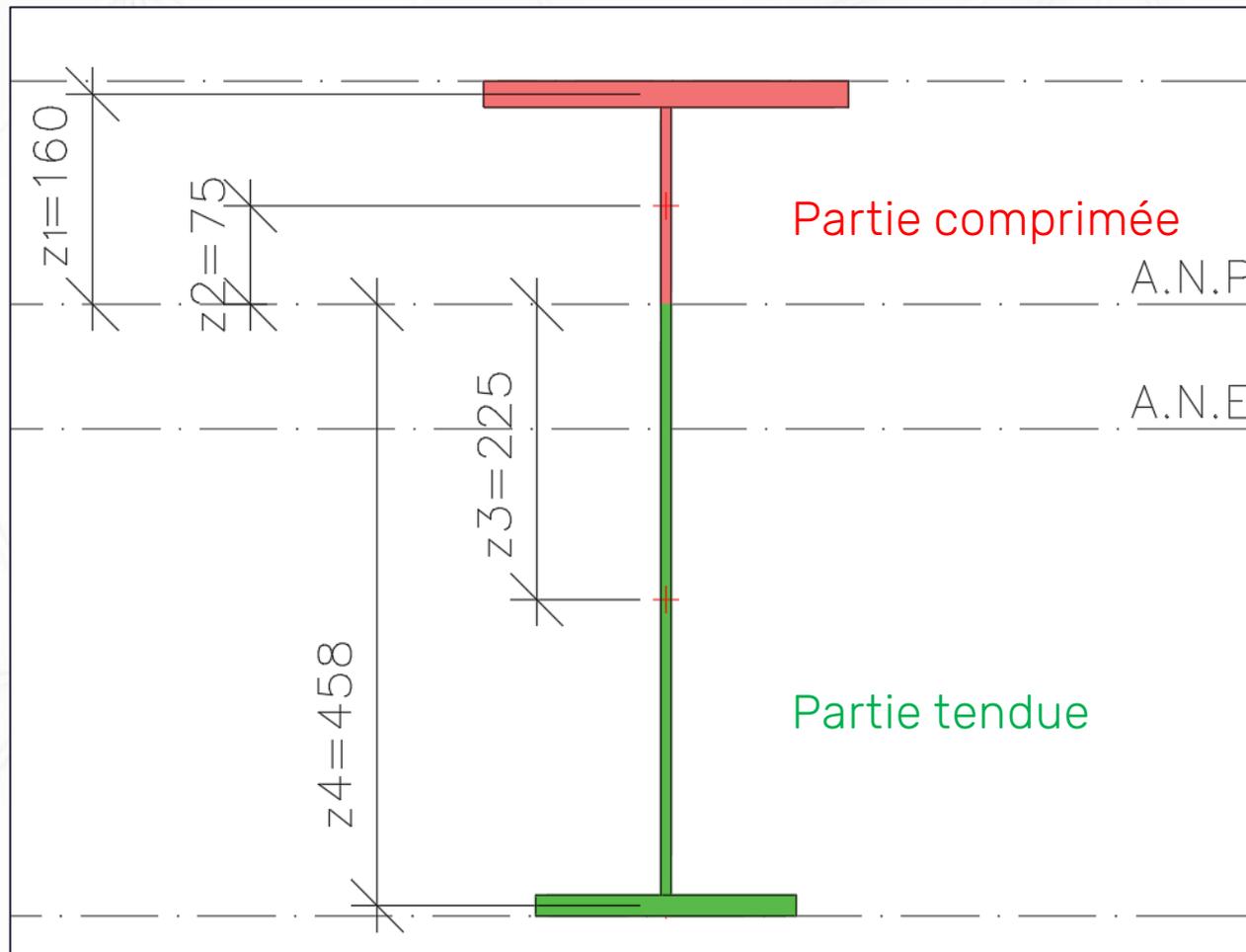
En exprimant la position z_{ANP} de l'axe neutre plastique par rapport à la fibre inférieure de la section, nous pouvons écrire :

$$b_{f,inf}t_{f,inf} + t_w(z_{ANP} - t_{f,inf}) = \frac{A}{2}$$

$$z_{ANP} = t_{f,inf} + \left(\frac{A}{2} - b_{f,inf}t_{f,inf}\right)/t_w$$

$$z_{ANP} = 16 + \frac{\left(\frac{13600}{2} - 200 \times 16\right)}{8} = 466 \text{ mm}$$

- Calcul du **module plastique de la section** en flexion simple :



- ❑ Calcul du **module plastique de la section** : Le module plastique est la somme du moment statique de la partie comprimée, et du moment statique de la partie tendue. Il s'agit des moments statiques par rapport à l'axe neutre plastique, pris avec leur valeur absolue

i	A_i [cm ²]	z_i [cm]	$ A_i z_i $ [cm ³]
Semelle supérieure comprimée	56	+16	896
Partie comprimée de l'âme	12	+7,5	90
Partie tendue de l'âme	36	-22,5	810
Semelle inférieure comprimée	32	-45,8	1 465,6
Somme :	136	$W_{pl,y}$	3 261,6 cm ³

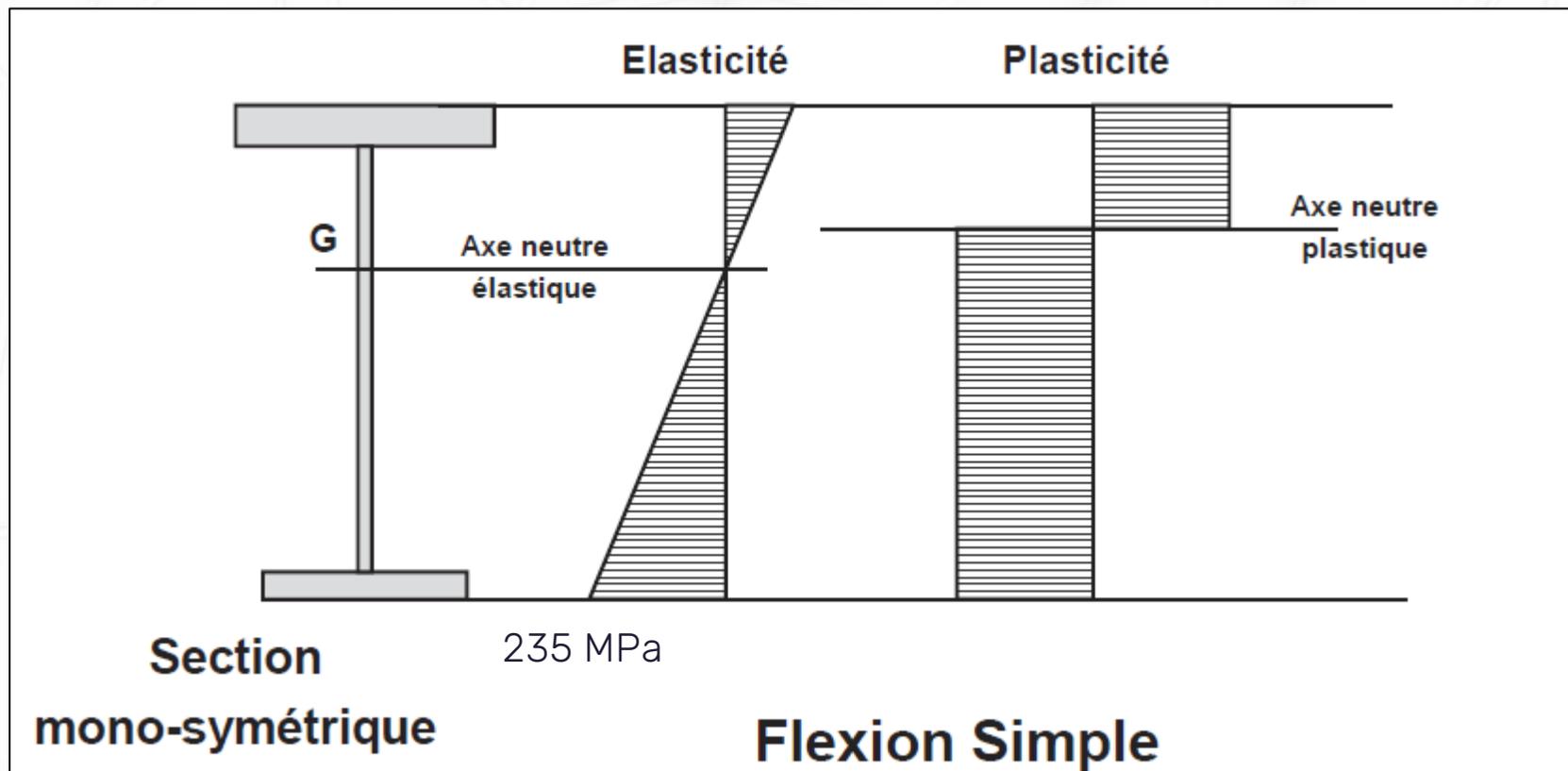
Le module plastique est donc de : $W_{pl,y} = 3\,261,6 \text{ cm}^3$

□ Evolution des contraintes dans une section symétrique fléchie - S235 :

$$M_{el,y} = f_y \times W_{el,y} = 598,3 \text{ kN.m}$$

$$M_{pl,y} = f_y \times W_{pl,y} = 766,3 \text{ kN.m}$$

Gain +22%

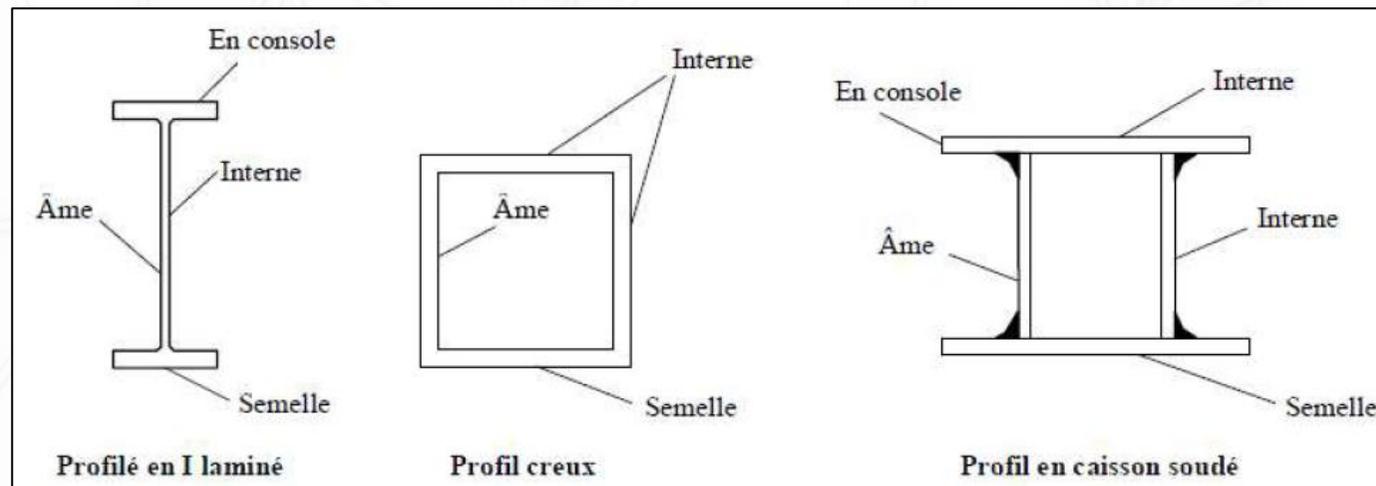


CLASSIFICATION DES SECTIONS - OBJECTIF

- ❑ Objectif : Prévenir le risque de voilement des parois des sections, sous contraintes normales de compression en les classant en fonction de leur sensibilité vis-à-vis de ce phénomène.
- ❑ En général les parois sont minces (épaisseur « t » faible comparée à leur largeur dans le plan de la section)
- ❑ Les sollicitations appliquées à la section, génèrent des contraintes normales de compression, dirigées suivant l'axe des barres et donc normales à la section des parois.
- ❑ Ces contraintes peuvent exister sur la totalité de la largeur des parois ou sur une partie seulement suivant la nature de la sollicitation, et la position de la paroi dans la section.
- ❑ Au-delà d'une certaine limite, ces contraintes normales de compression peuvent provoquer un phénomène de voilement local. Ce voilement se produit uniquement dans la partie comprimée.
- ❑ Le voilement d'une paroi peut limiter la capacité résistante de la section vis-à-vis des charges axiales ou des sollicitations de flexion, en l'empêchant d'atteindre sa résistance limite.
- ❑ On peut réduire le risque de voilement d'une paroi en limitant son élancement (rapport largeur/épaisseur)

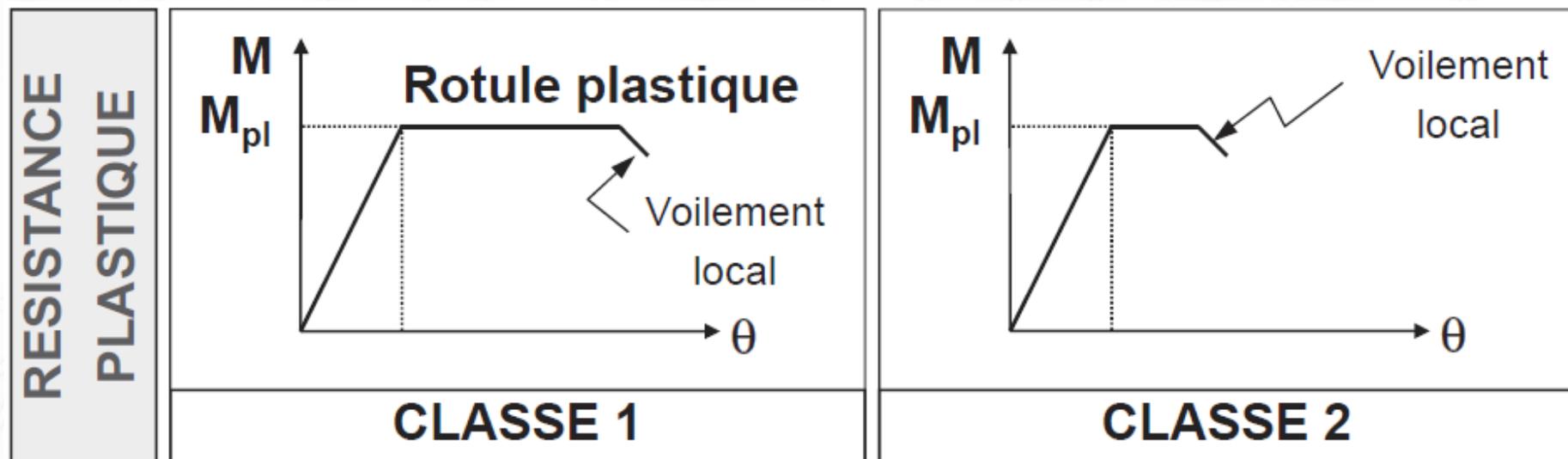
CLASSIFICATION DES SECTIONS - DEFINITION

- ❑ La classe d'une section dépend de l'élancement de chaque élément de paroi qui la compose et de la distribution des contraintes de compression. On distingue 4 classes de sections.
- ❑ Pour la classification, on distingue 2 types de parois :
 - ❑ Les parois internes, tenues à leurs 2 extrémités (âmes des profilés ouverts type IPE et toutes les parois des sections creuses ou fermées)
 - ❑ Les parois ou tronçons de parois en console, tenues à une seule extrémité (1/2 semelle des profilés ouverts type IPE ou débords en console des semelles des sections en caisson)



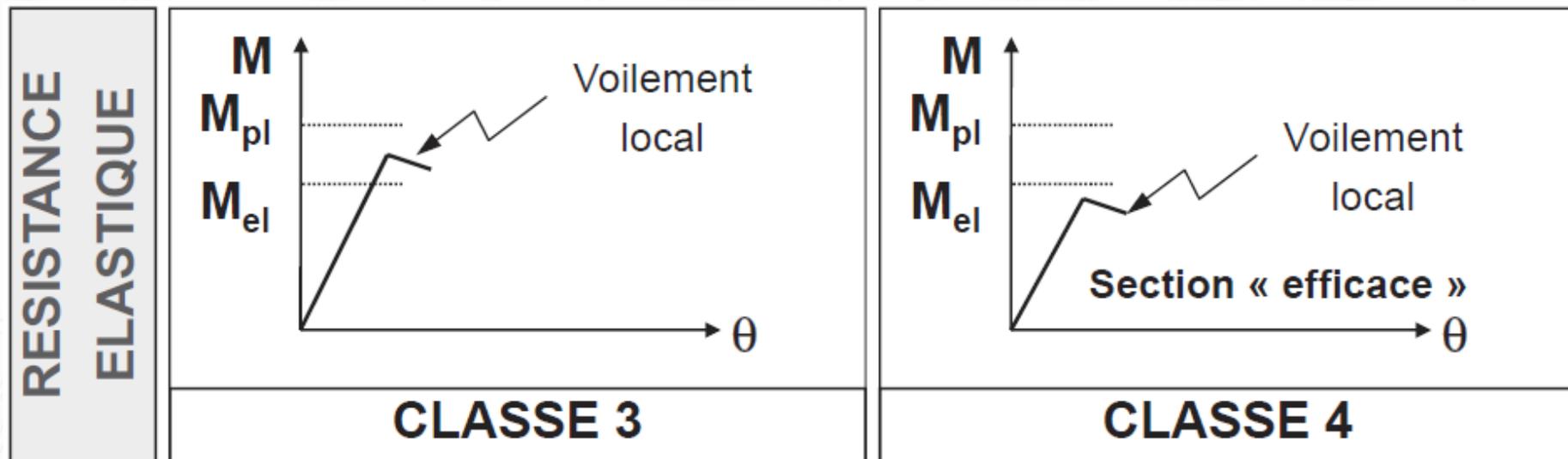
CLASSIFICATION DES SECTIONS - DEFINITION

- ❑ **Section de classe 1** : sections transversales pouvant atteindre leur résistance plastique, sans risque de voilement local, et possédant une capacité de rotation importante pour former une rotule plastique.
- ❑ **Section de classe 2** : sections transversales pouvant atteindre leur résistance plastique, sans risque de voilement local, mais avec une capacité de rotation limitée.

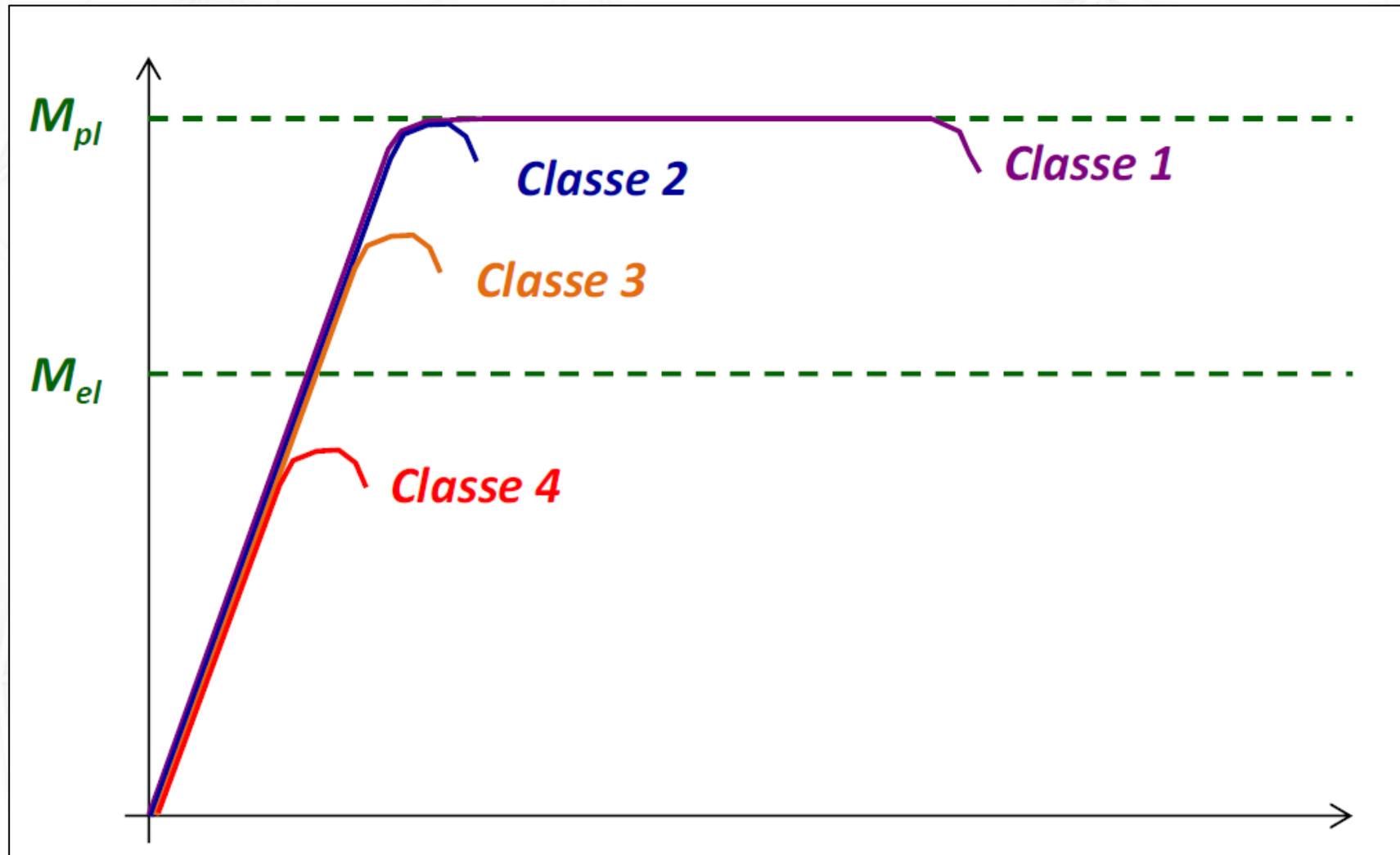


CLASSIFICATION DES SECTIONS - DEFINITION

- ❑ **Section de classe 3** : sections transversales pouvant atteindre leur résistance élastique en fibre extrême, mais non leur résistance plastique, du fait des risques de voilement local.
- ❑ **Section de classe 4** : sections transversales ne pouvant atteindre leur résistance élastique, du fait des risques de voilement local



CLASSIFICATION DES SECTIONS - DEFINITION



CLASSIFICATION DES SECTIONS - DETERMINATION SUIVANT EC3

□ Parois internes :

Parois comprimées internes						
Classe	Paroi fléchie	Paroi comprimée	Paroi fléchie et comprimée			
Distribution des contraintes dans les parois (compression positive)						
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	lorsque $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ lorsque $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	lorsque $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ lorsque $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
Distribution des contraintes dans les parois (compression positive)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	lorsque $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ lorsque $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y (N/mm ²)	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

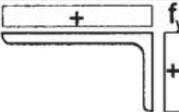
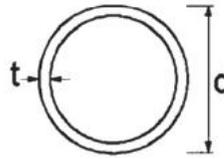
CLASSIFICATION DES SECTIONS - DETERMINATION SUIVANT EC3

□ Parois en console :

Semelles en console						
		Sections laminées		Sections soudées		
Classe	Paroi comprimée	Paroi fléchie et comprimée				
		Extrémité comprimée		Extrémité tendue		
Distribution des contraintes dans les parois (compression positive)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
Distribution des contraintes dans les parois (compression positive)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_\sigma}$				
		Pour k_σ , voir l'EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y (N/mm ²)	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

CLASSIFICATION DES SECTIONS - DETERMINATION SUIVANT EC3

- ❑ Sections en cornières et tubes:

Classe		Section comprimée				
Distribution des contraintes dans les parois (compression positive)						
3		$h/t \leq 15\varepsilon : \frac{b+h}{2t} \leq 11,5\varepsilon$				
Sections tubulaires 						
Classe		Section fléchie et/ou comprimée				
1		$d/t \leq 50\varepsilon^2$				
2		$d/t \leq 70\varepsilon^2$				
3		$d/t \leq 90\varepsilon^2$				
NOTE Pour $d/t > 90\varepsilon^2$, voir l'EN 1993-1-6						
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y (N/mm ²)	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	ε^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

CLASSIFICATION DES SECTIONS - DETERMINATION SUIVANT EC3

- On calcul la classe de chacune des parois (interne ou en console) composant la section. Pour un profilé de type I ou H, cela revient à calculer la classe de la semelle comprimée et celle de l'âme.
- On retient pour la classe définitive la valeur la plus élevée. Exemple, IPE : âme de classe 2 et semelle de classe 1 => section de classe 2
- La valeur de la classe d'une paroi d'épaisseur de tôle « t » dépend :
 - De l'élanement c/t : (Représentation de « t » et de « c » : Voir croquis)
 - De la distribution des contraintes de compression sur la largeur « c » (3 cas possibles : paroi comprimée, paroi fléchie, paroi fléchie et comprimée)
- La distribution des contraintes de compression dépend des efforts appliqués à la section entière (N_{ed} seul; $M_{y,ed}$; $N_{ed} + M_{y,ed}$) et de la position de la paroi dans la section

Distribution des contraintes normales dans les parois	
Section soumise à un effort normal : N_{ed}	
	Paroi Interne : Ame Comprimée
	Paroi en console: Ailes 4x1/2 Ailes Comprimées
Section soumise à un moment flechissant $M_{y,ed}$	
	Paroi Interne : Ame Flechie
	Paroi en console: Ailes 2x1/2 Ailes Comprimées
Section soumise à une flexion composée: $N_{ed} + M_{y,ed}$	
	Paroi Interne : Ame Flechie et comprimée
	Paroi en console: Ailes 2x1/2 Ailes Comprimées
Section soumise à un moment flechissant $M_{z,ed}$	
	Paroi Interne : Ame Flexion Tole /Gz- Negligée
	Paroi en console: Ailes 2x1/2 Ailes Comprimées

CLASSIFICATION DES SECTIONS - APPLICATIONS

- ❑ Application n°01 : IPE 300 - S235 simplement fléchi
- ❑ Application n°02 : IPE 300 - S235 simplement comprimé
- ❑ Application n°03 : IPE 270 - S355 simplement comprimé

□ Application n°01 : IPE 300 - S235 simplement fléchi

Paroi en console :

$$\frac{c}{t_f} = \frac{56,5}{10,7} = 5,28 \leq 9\varepsilon = 9 \times 1 = 9$$

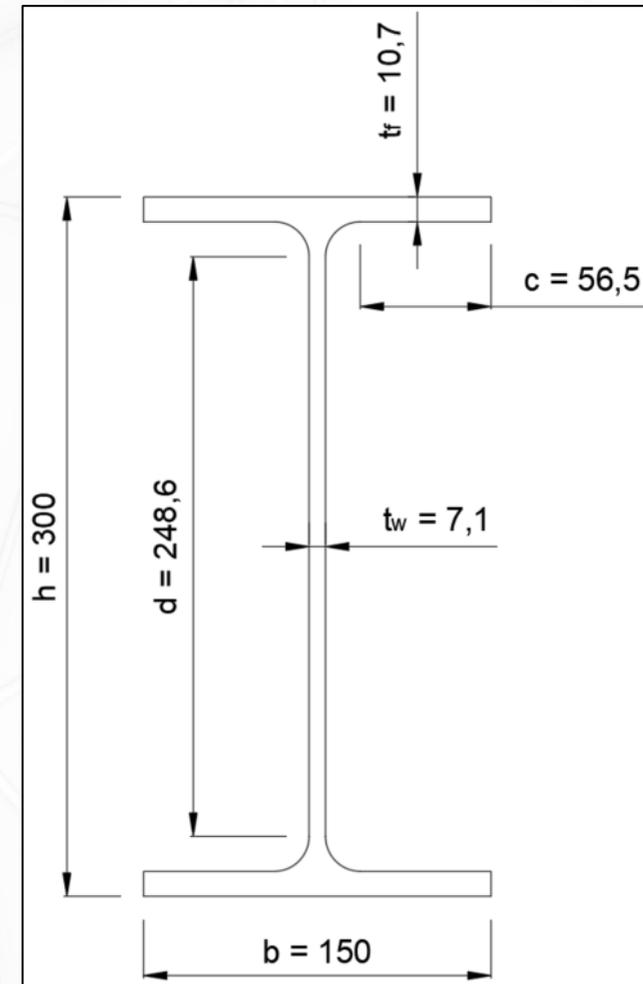
Semelle de classe 1

Paroi interne :

$$\frac{d}{t_w} = \frac{248,6}{7,1} = 35,01 \leq 72\varepsilon = 72 \times 1 = 72$$

Âme de classe 1

Le profil IPE300 S235 est de classe 1



□ Application n°02 : IPE 300 - S235 simplement comprimée

Paroi en console :

$$\frac{c}{t_f} = \frac{56,5}{10,7} = 5,28 \leq 9\varepsilon = 9 \times 1 = 9$$

Semelle de classe 1

Paroi interne :

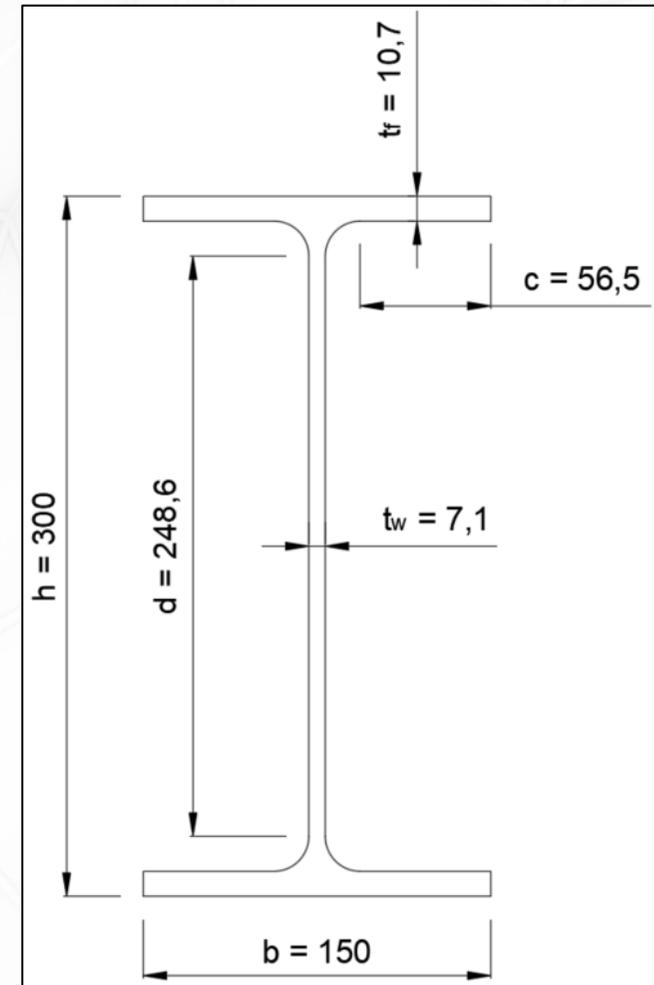
$$\frac{d}{t_w} = \frac{248,6}{7,1} = 35,01 \geq 33\varepsilon = 33 \times 1 = 33$$

Âme pas de classe 1

$$\frac{d}{t_w} = \frac{248,6}{7,1} = 35,01 \leq 38\varepsilon = 38 \times 1 = 38$$

Âme de classe 2

Le profil IPE300 S235 est de classe 2



□ Application n°03 : IPE 270 - S355 simplement comprimée

Paroi en console :

$$\frac{c}{t_f} = \frac{49,2}{10,2} = 4,82 \leq 9\varepsilon = 9 \times 0,81 = 7,29$$

Semelle de classe 1

Paroi interne :

$$\frac{d}{t_w} = \frac{219,6}{6,6} = 33,27 \geq 33\varepsilon = 33 \times 0,81 = 26,73$$

Âme pas de classe 1

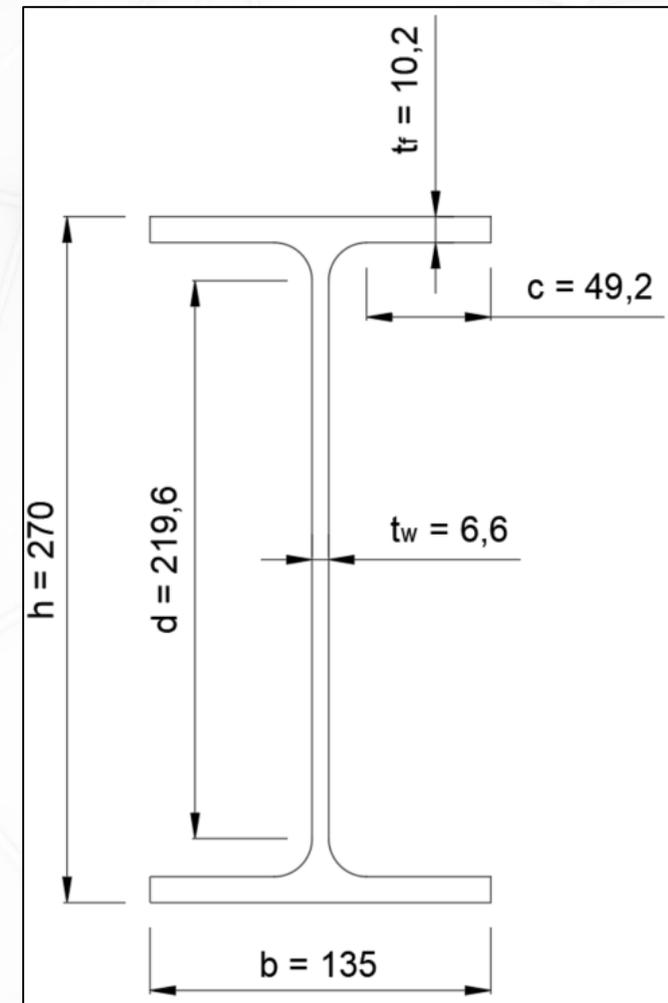
$$\frac{d}{t_w} = \frac{219,6}{6,6} = 33,27 \geq 38\varepsilon = 38 \times 0,81 = 30,78$$

Âme pas de classe 2

$$\frac{d}{t_w} = \frac{219,6}{6,6} = 33,27 \leq 38\varepsilon = 42 \times 0,81 = 34,02$$

Âme de classe 3

Le profil IPE270 S355 est de classe 3



CLASSIFICATION DES SECTIONS - EXEMPLES CLASSE 4

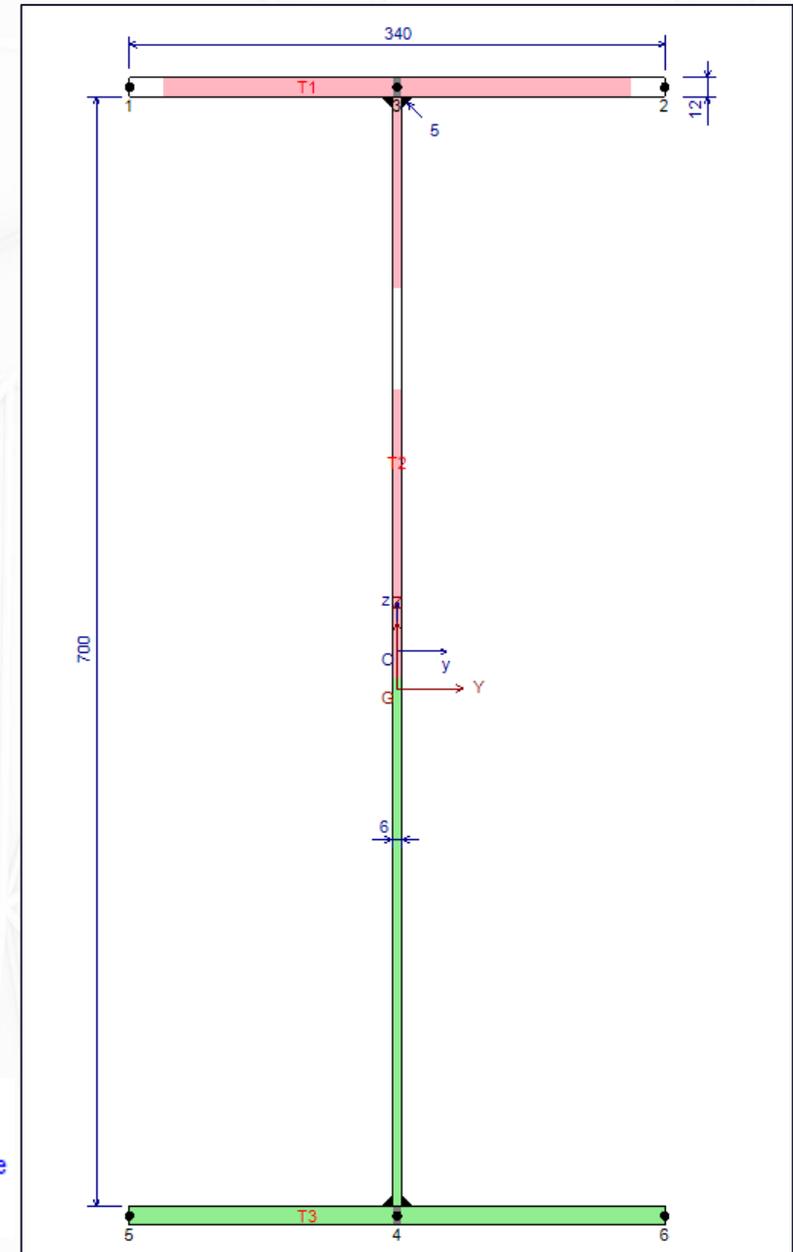
❑ Exemple d'une section de classe 4 :

PRS 340x12-700x6

Données de calcul : S355 - simplement
fléchie avec $M_y > 0$

Etapas de calcul			
Voilement de plaque - Flexion seule $M_y > 0$			
Classe	4	A (cm ²)	114,37
I_y (cm ⁴)	111627	I_z (cm ⁴)	7862,1
$W_{y,sup}$ (cm ³)	2896,6	$W_{z,sup}$ (cm ³)	462,47
$W_{y,inf}$ (cm ³)	3296,5	$W_{z,inf}$ (cm ³)	462,47
z_G (mm)	338,62	y_G (mm)	170
e_{Nz} (mm)	23,38	e_{Ny} (mm)	0

- Zone tendue
- Zone comprimée efficace
- Zone non réductrice



CLASSIFICATION DES SECTIONS - EXEMPLES CLASSE 4

❑ Exemple d'une section de classe 4 :

PRS 340x12-700x5

Données de calcul : S355 - simplement comprimée

Etapas de calcul			
Voilement de plaque - Compression seule			
Classe	4	A (cm ²)	86,04
I _y (cm ⁴)	102491	I _z (cm ⁴)	5146,2
W _{y,sup} (cm ³)	2831,2	W _{z,sup} (cm ³)	302,71
W _{y,inf} (cm ³)	2831,2	W _{z,inf} (cm ³)	302,71
z _G (mm)	362	y _G (mm)	170
e _{Nz} (mm)	0	e _{Ny} (mm)	0

- Zonetendue
- Zone comprimée efficace
- Zone non réductrice

