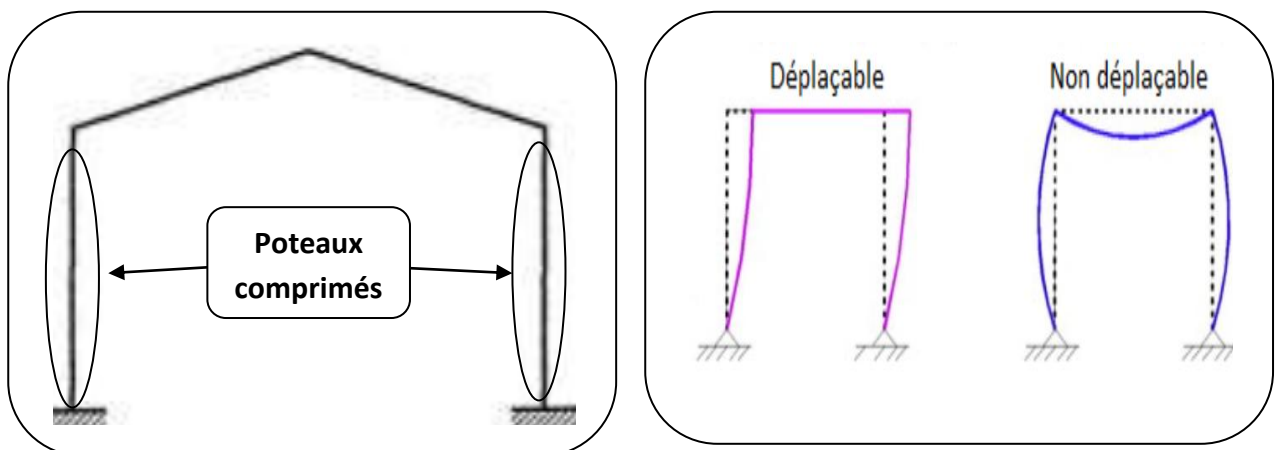


CHAPITRE II : COMPRESSION (FLAMBEMENT) SIMPLE

Généralement les éléments sollicités à la compression simple dans la structure métallique sont les poteaux. Cette sollicitation se combine toujours avec un moment fléchissant, ce qui engendre la flexion composée. Si la flexion est nulle ou négligeable devant la compression, l'élément sera considéré sollicité en compression simple.

La compression simple est toujours combinée à un phénomène d'instabilité de forme qui est le flambement. Ce problème se manifeste comme une flexion (courbure) dans l'élément.

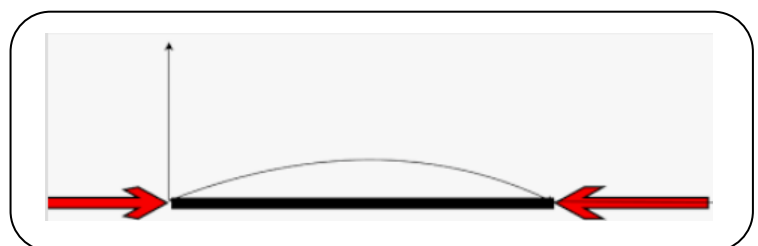


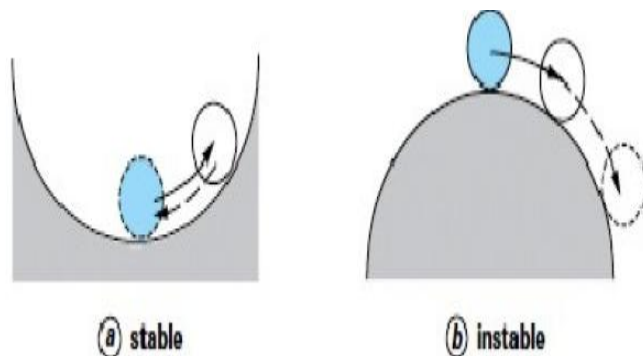
Théorie d'Euler

Selon Euler, chaque élément comprimé a une force critique de flambement (force caractéristique intrinsèque) égale à :

$$N_{crit Euler} = \frac{\pi^2 E I_{min}}{l_f^2}$$

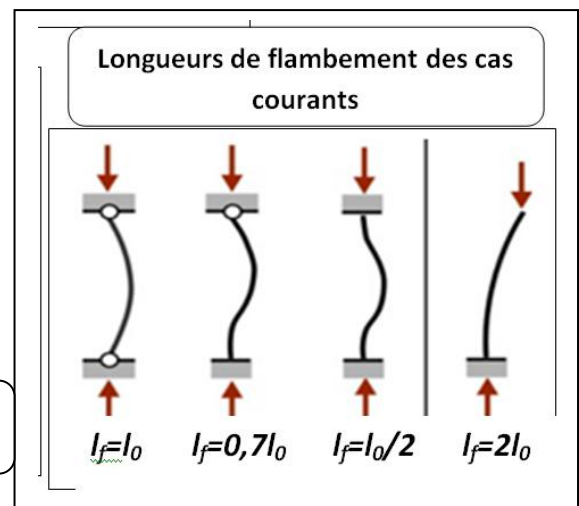
$$E_{acier} = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$$





$$N_{\text{appliquée}} < N_{\text{crit Euler}}$$

$$N_{\text{appliquée}} > N_{\text{crit Euler}}$$



Généralement le sens de flambement c'est le sens faible d'inertie (sauf dans des cas particuliers de blocage de l'élément dans le sens faible d'inertie) ; c'est pour cette raison on prend toujours le moment d'inertie faible (**Iz**)

Cette force critique nous donne une contrainte critique d'Euler :

$$\sigma_{\text{crit}} = \frac{N_{\text{crit}}}{A} \longrightarrow \sigma_{\text{crit Euler}} = \frac{\pi^2 E I_{\text{min}}}{l_f^2 A}$$

Posons :

$$i_{\text{min}} = \sqrt{\frac{I_{\text{min}}}{A}}$$

Rayon de giration c'est donné dans *les tableaux des sections* ; on prend toujours ***i(min)***, c'est (***iz***) .

Et l'élanement :

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{l_f}{i}$$

Donc on aura :

$$\sigma_{\text{crit Euler}} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

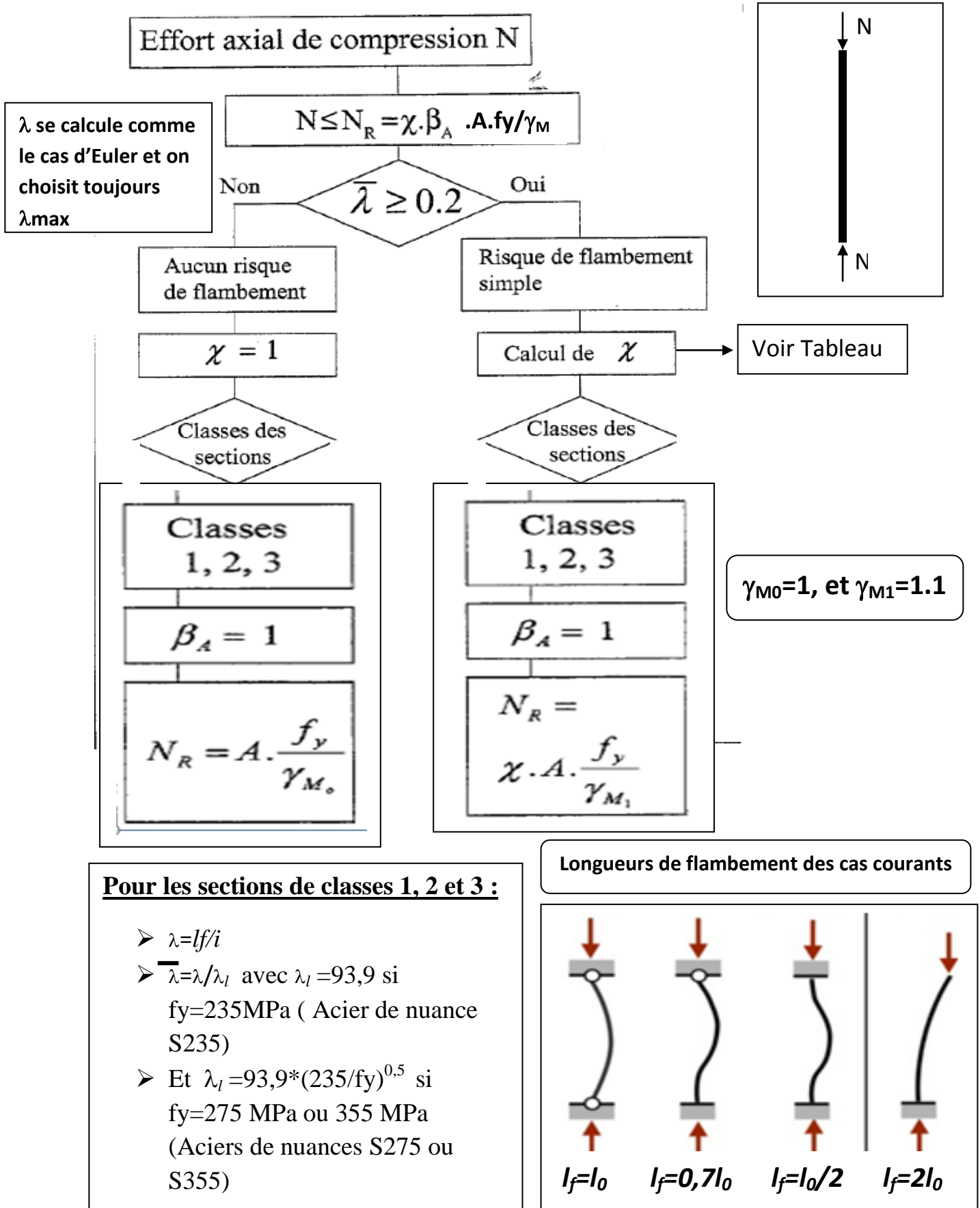
On distingue deux cas :

1^{er} cas : **lorsque** $(\sigma_{crit}) < \sigma_e (f_y)$ dans ce cas là il y'a risque de flambement dans le domaine élastique et la charge de compression maximale que peut supporter l'élément comprimé sera :

$$N_{max} = N_{crit Euler} = \sigma_{crit} \cdot A$$

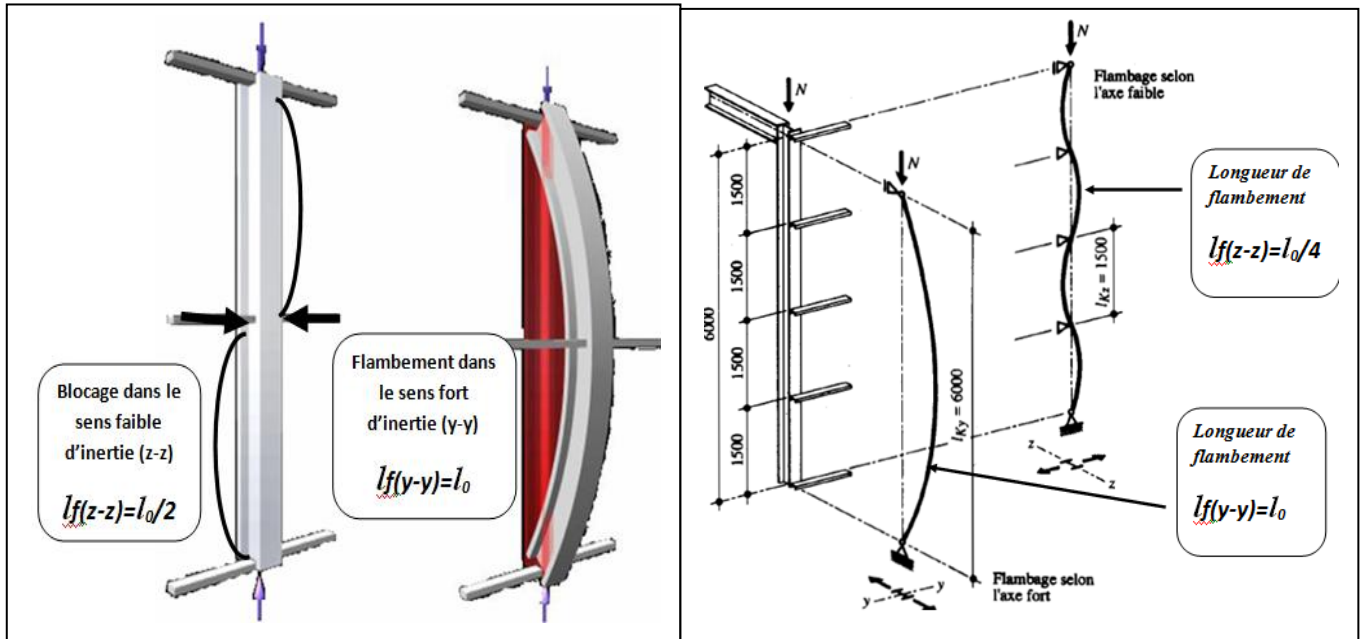
2^{ème} cas : **lorsque** $(\sigma_{crit}) \geq \sigma_e (f_y)$ dans ce cas là , le risque de flambement sera au delà de la limite d'élasticité, et la charge de compression maximale que peut supporter l'élément comprimé sera **la charge limite élastique:**

$$N_{max} = N_e = \sigma_e \cdot A \text{ ou } (f_y \cdot A)$$

Calcul et vérification de la compression simple selon l'Eurocode 3 (EC3)

Flambement dans le sens fort d'inertie (YY)

Dans des cas particulier où on bloque l'élément dans le sens faible d'inertie, il se peut que le flambement se passe dans le sens fort d'inertie. **Dans ce cas là on doit calculer λ_y et λ_z et prendre la plus grande et faire attention au longueur de flabement ($l_{fy} \neq l_{fz}$).**



➤ **Choix de la courbe de flambement (a ou b ou c ou d) selon les dimensions de la section transversale et le sens de flambement (y ou z)**

<u>Section transversale</u>	<u>Limites</u>	<u>Axe de flambement</u>	<u>Courbe de flambement</u>	
	$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	
		$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$	y-y z-z	
	$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b c
		$t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z	d d

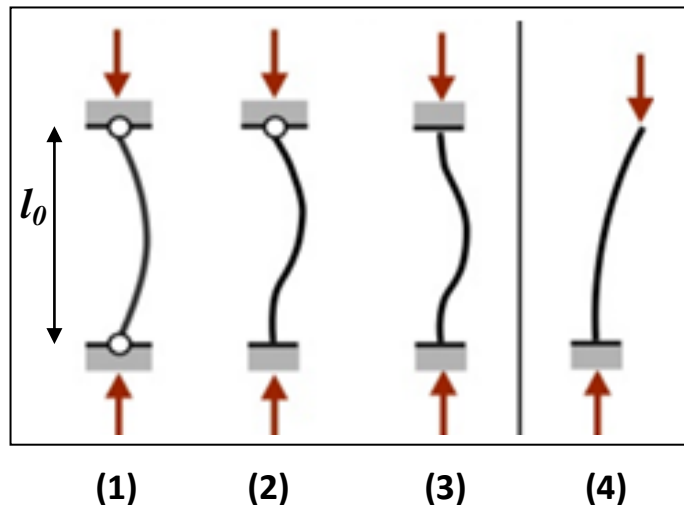
Valeurs de χ

Coefficients de réduction				
$\bar{\lambda}$	Valeurs de χ pour la courbe de flambement			
	a	b	c	d
0,2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,3	0,9775	0,9641	0,9491	0,9235
0,4	0,9528	0,9261	0,8973	0,8504
0,5	0,9243	0,8842	0,8430	0,7793
0,6	0,8900	0,8371	0,7854	0,7100
0,7	0,8477	0,7837	0,7247	0,6431
0,8	0,7957	0,7245	0,6622	0,5797
0,9	0,7339	0,6612	0,5998	0,5208
1,0	0,6656	0,5970	0,5399	0,4671
1,1	0,5960	0,5352	0,4842	0,4189
1,2	0,5300	0,4781	0,4338	0,3762
1,3	0,4703	0,4269	0,3888	0,3385
1,4	0,4179	0,3817	0,3492	0,3055
1,5	0,3724	0,3422	0,3145	0,2766
1,6	0,3332	0,3079	0,2842	0,2512
1,7	0,2994	0,2781	0,2577	0,2289
1,8	0,2702	0,2521	0,2345	0,2093
1,9	0,2449	0,2294	0,2141	0,1920
2,0	0,2229	0,2095	0,1962	0,1766
2,1	0,2036	0,1920	0,1803	0,1630
2,2	0,1867	0,1765	0,1662	0,1508
2,3	0,1717	0,1628	0,1537	0,1399
2,4	0,1585	0,1506	0,1425	0,1302
2,5	0,1467	0,1397	0,1325	0,1214
2,6	0,1362	0,1299	0,1234	0,1134
2,7	0,1267	0,1211	0,1153	0,1062
2,8	0,1182	0,1132	0,1079	0,0997
2,9	0,1105	0,1060	0,1012	0,0937
3,0	0,1036	0,0994	0,0951	0,0882

Applications :

Exercice 1 :

- 1- Déterminer selon la théorie d'Euler la contrainte critique (σ_{crit}) des différents poteaux comprimés suivants (HEA140, $l_0=5m$, $E=2,1.10^5 N/mm^2$, acier S235, ($f_y=235N/mm^2$)).
- 2- Déterminer selon Euler la charge de compression maximale (Nmax) que peuvent supporter les différents poteaux.
- 3- Conclusion



Exercice 2 :

- 1- Déterminer la charge de compression maximale (Nmax) que peut supporter le poteau suivant selon (Euler) dans les deux cas (1 et 2)
- 2- Déterminer la charge de compression maximale (Nmax) que peut supporter le poteau suivant selon l'Eurocode3 dans les deux cas (1 et 2)

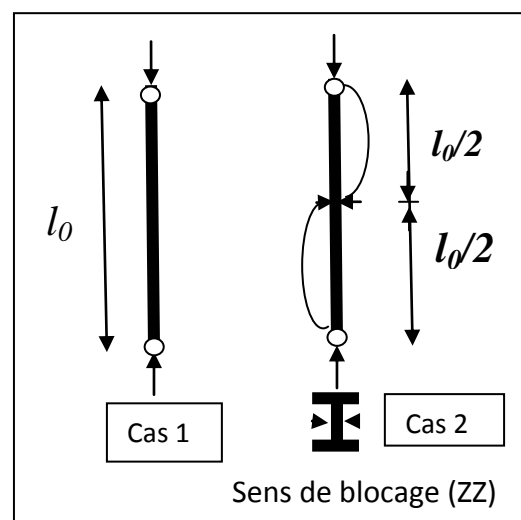
3- Conclusion

Données : HEA200, $l_0=6m$, $f_y=235N/mm^2$

$E=2,1.10^5 N/mm^2$, $h=190mm$, $b=200mm$,

$t_f=10mm$, $i_z=5cm$, $i_y=8,3cm$,

$A=53,8cm^2$

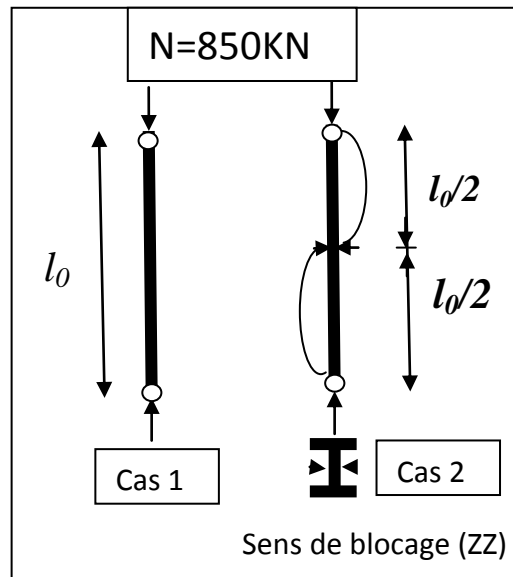


Exercice 3 :

- 1- Vérifier la résistance à la compression du poteau suivant selon Euler,
- 2- Vérifier la résistance à la compression du poteau suivant selon l'Eurocode 3
- 3- Conclusion

Données : (HEA240, $l_0=8\text{m}$, S235, $E=2,1.10^5\text{N/mm}^2$, $N=850\text{ KN}$)

, $h=230\text{mm}$, $b=240\text{mm}$, $t_f=12\text{mm}$, $i_z=6\text{cm}$, $i_y=10\text{ cm}$, $A=76,8\text{cm}^2$

**Caractéristiques géométriques des sections (HEA)**

	Dimensions						Masse par mètre P kg/m	Aire de la section A cm ²	Surface de peinture m ² /m m ² /t		Caractéristiques de calcul							
	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm	d mm					I _y cm ⁴	W _{el,y} cm ³	i _y cm	W _{ply} cm ³	A _{vz} cm ²	I _z cm ⁴	W _{el,z} cm ³	i _z cm
HEA 100	96	100	5.0	8.0	12	56	16.7	21.2	0.561	33.68	349.2	72.8	4.06	83.0	7.6	133.8	26.8	2.51
HEA 120	114	120	5.0	8.0	12	74	19.9	25.3	0.677	34.06	606.2	106.3	4.89	119.5	8.5	230.9	38.5	3.02
HEA 140	133	140	5.5	8.5	12	92	24.7	31.4	0.794	32.21	1033.1	155.4	5.73	173.5	10.1	389.3	55.6	3.52
HEA 160	152	160	6.0	9.0	15	104	33.4	38.8	0.906	29.78	1673.0	220.1	6.57	245.1	13.2	615.5	76.9	3.98
HEA 180	171	180	6.0	9.5	15	122	35.5	45.3	1.024	28.83	2510.3	293.6	7.45	324.9	14.5	924.6	102.7	4.52
HEA 200	190	200	6.5	10.0	18	134	42.3	53.8	1.136	26.89	3692.2	388.6	8.28	429.5	18.1	1335.6	133.6	4.98
HEA 220	210	220	7.0	11.0	18	152	50.5	64.5	1.255	24.85	5409.7	515.2	9.17	568.5	20.7	1954.5	177.7	5.51
HEA 240	230	240	7.5	12.0	21	164	60.3	76.8	1.369	22.70	7763.2	675.1	10.05	744.6	25.2	2768.9	230.7	6.00

Exercice 4 :

- 1- Calculer la charge de compression maximale (N_{max}) que peut supporter le poteau suivant dans les deux cas selon la théorie d' Euler
- 2- Calculer la charge de compression maximale (N_{max}) que peut supporter le poteau suivant dans les deux cas selon l'Eurocode3
- 3- Conclusion

Données : Poteau HEA100, Acier S235

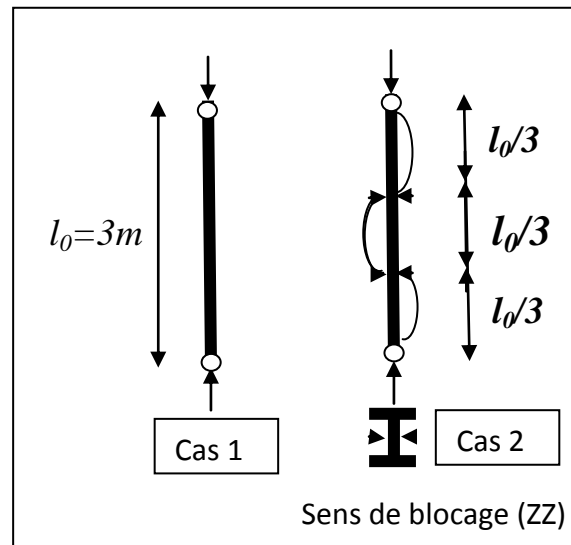


Tableau 8 – Choix de la courbe de flambement correspondant à une section

Type de section	Limites	Axe de flambement	Courbe de flambement
Sections en I laminées 	$h/b > 1,2$: $t_f \leq 40$ mm 40 mm < $t_f \leq 100$ mm	y - y	a
		z - z	b
	$h/b \leq 1,2$: $t_f \leq 100$ mm $t_f > 100$ mm	y - y	b
		z - z	c
		y - y	d
		z - z	d