

# Chapitre 5

## CALCUL des PIÈCES à PAROIS PLEINES à la COMPRESSION

### 5.1. Pièces à Parois Pleines

Les pièces à parois pleines sont des éléments (poteaux, poutres, ...) constitués d'une seule section simple telle que IPE, HE, UAP, Cornière, tube d'acier ... (Figure 5.1).

Il existe d'autres types de sections composées de plusieurs profilés qu'on appelle : les pièces composées à treillis et les pièces composées à traverses de liaisons (Figure 5.2).

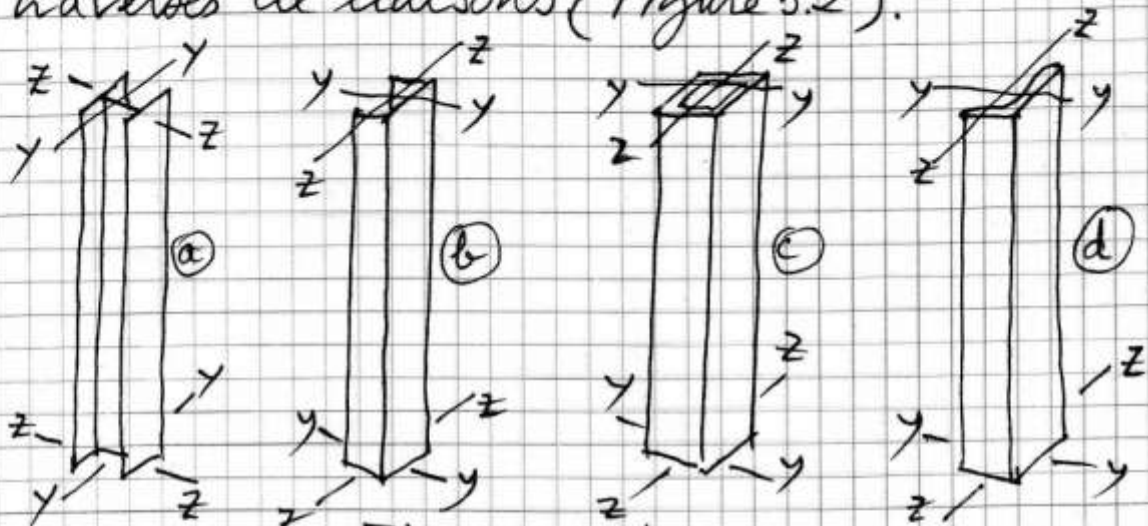


Figure 5.1

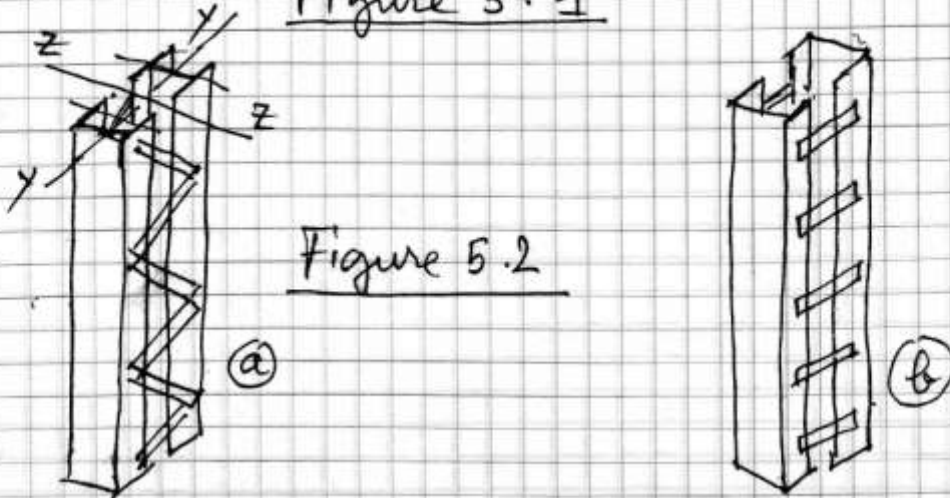


Figure 5.2

## 5.2. Flambement :

Le flambement est un phénomène d'instabilité élastique très important en C.M, du fait de l'utilisation d'éléments minces et de grandes longueurs (grands élancements).

### 5.2.1. Elancement " $\lambda$ " :

$$\lambda = \frac{l_f}{i} = \frac{\text{longueur de flambement}}{\text{rayon de giration}} ; i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$\text{Donc on aura } \lambda_z = \frac{l_{fz}}{i_z} \text{ et } \lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y}$$

Pour les profils laminés à parois pleines (IPE, HE, UAP, ...) on tire généralement les "i" et "I" du catalogue des profils.

### 5.2.2. Longueur de flambement :

C'est la plus grande distance séparant 2 points d'articulations ou d'inflexions successifs de la ligne moyenne de l'élément déformé par flambement.

Pour les pièces comprimées isolées (cas qui n'existe pas en pratique sauf pour les éléments soumis aux essais dans des laboratoires), on a : (voir figures 3 et 4).

NB: Pour les éléments comprimés appartenant aux structures en C.M, les longueurs de flambement se déterminent en étudiant la déformée de toute la structure.

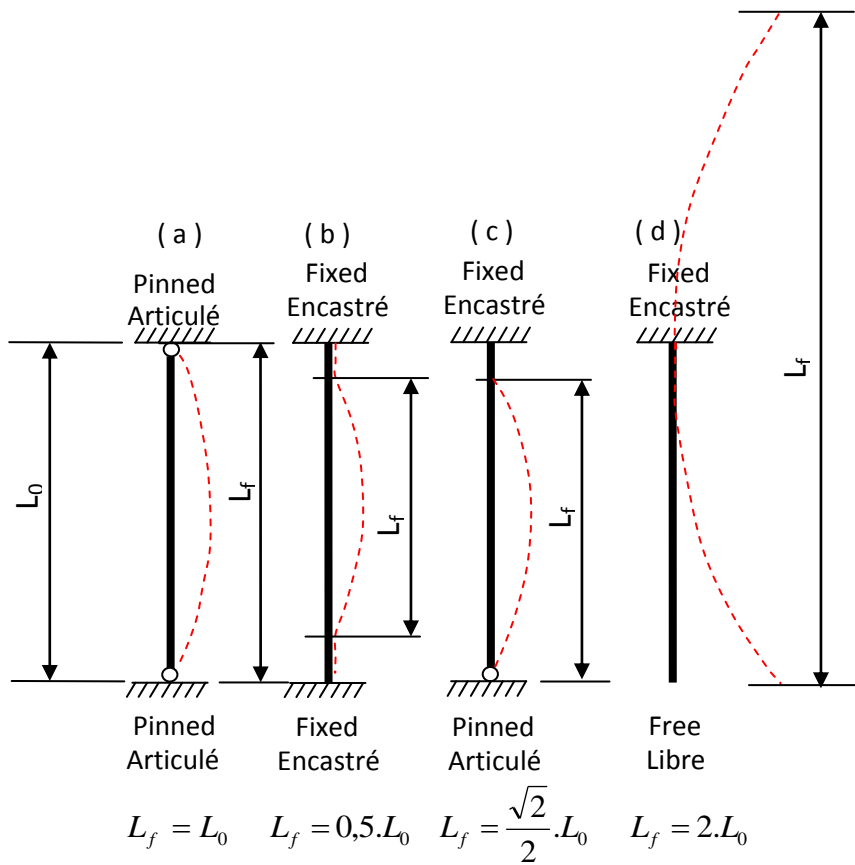


Figure 3

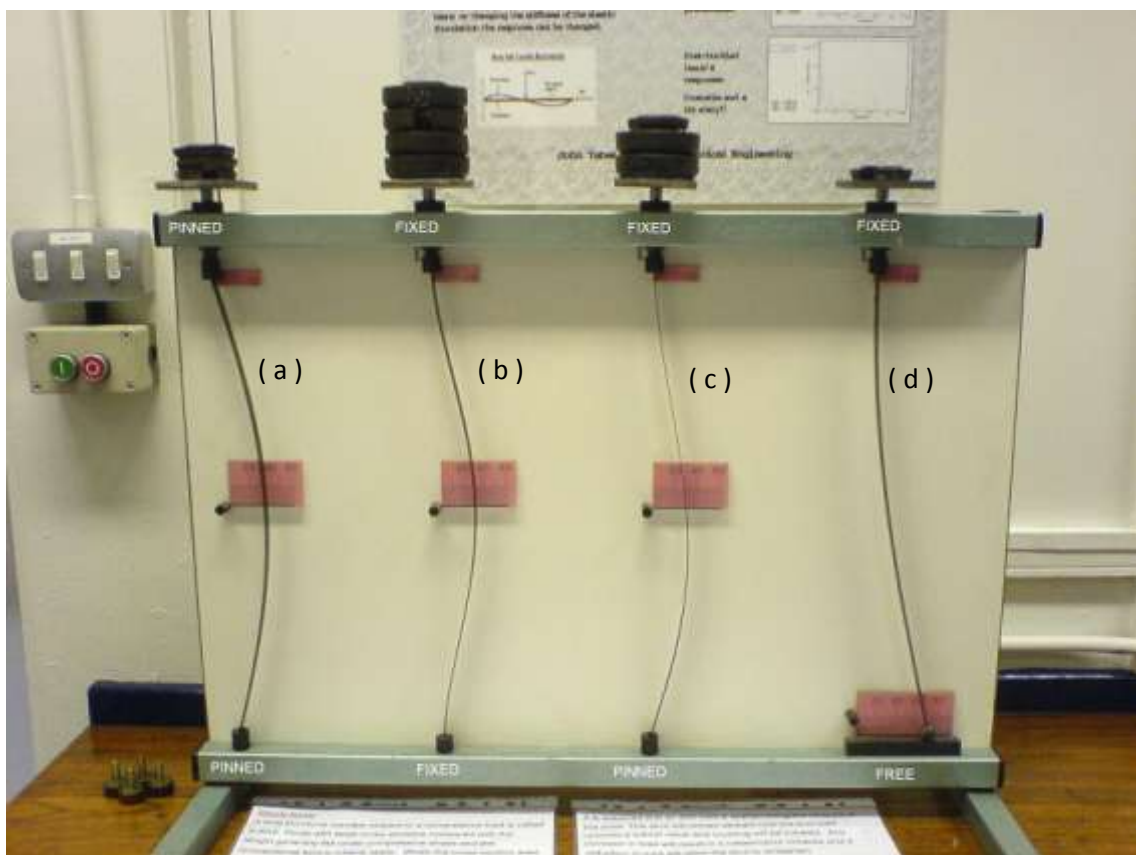
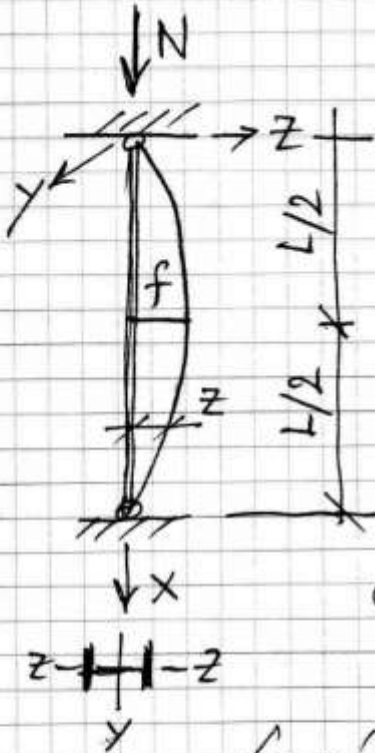


Figure 4

### 5.3. Aspect théorique du flambement :



L'étude théorique du flambement est basée sur la théorie d'EULER (EULER). Pour une barre idéale, articulée aux 2 extrémités, d'après la RDM, l'équation différentielle de la ligne élastique est donnée par :

$$M = -EI \cdot \frac{d^2 z}{dx^2}$$

La résolution de cette équation passe par l'étude des conditions aux limites.

En l'existence des défauts de sections et d'autres imperfections, les barres idéales parfaites n'existent pas en pratique. Il faut donc passer par une étude réglementaire par exemple l'EUROCODE 3.

### 5.4. Résistance à la compression sans flambement

Le calcul des éléments à la compression sans flambement concerne les pièces courtes dont l'élanement est  $\leq 0,2$  ( $\lambda \leq 0,2$ ).

D'après l'Eurocode 3, l'effort de compression  $N_{sd}$  doit être :

$$N_{sd} \leq N_{c, Rd} \quad \text{avec}$$

$N_{c,Rd} = N_{pl} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}}$  : Cas des sections brutes de classes 1, 2 et 3

$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} \cdot f_y}{\gamma_{M_1}}$  : Cas des sections brutes de classes 4.

$A_{eff}$ : aire efficace de la section considérée.

$\gamma_{M_0} = 1$  (classes 1, 2, 3) et  $\gamma_{M_1} = 1$  (classes 4).

### 5.5. Résistance à la compression avec flambement:

Le risque de flambement est à craindre si  $\bar{\lambda} > 0,2$  ( $\bar{\lambda}$ : élancement réduit).

Pour cela, selon l'Eurocode 3, il faut:

$$N_{sd} \leq N_{c,Rd} = \chi \cdot \beta_A \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M_1}$$

\*  $\beta_A = \begin{cases} 1 \rightarrow \text{sections de classes 1, 2 ou 3} \\ A_{eff}/A \rightarrow \text{sections de classe 4} \end{cases}$

\*  $\gamma_{M_1} = 1,1$  (coef partiel de sécurité).

\*  $\chi$  = coef. de réduction pour le mode de flambement considéré.

Pour les éléments à section constante, sollicités en compression axiale constante, la valeur de  $\chi$  est donnée par:

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \text{avec } \chi \leq 1$$

$$\phi = \frac{1}{2} \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

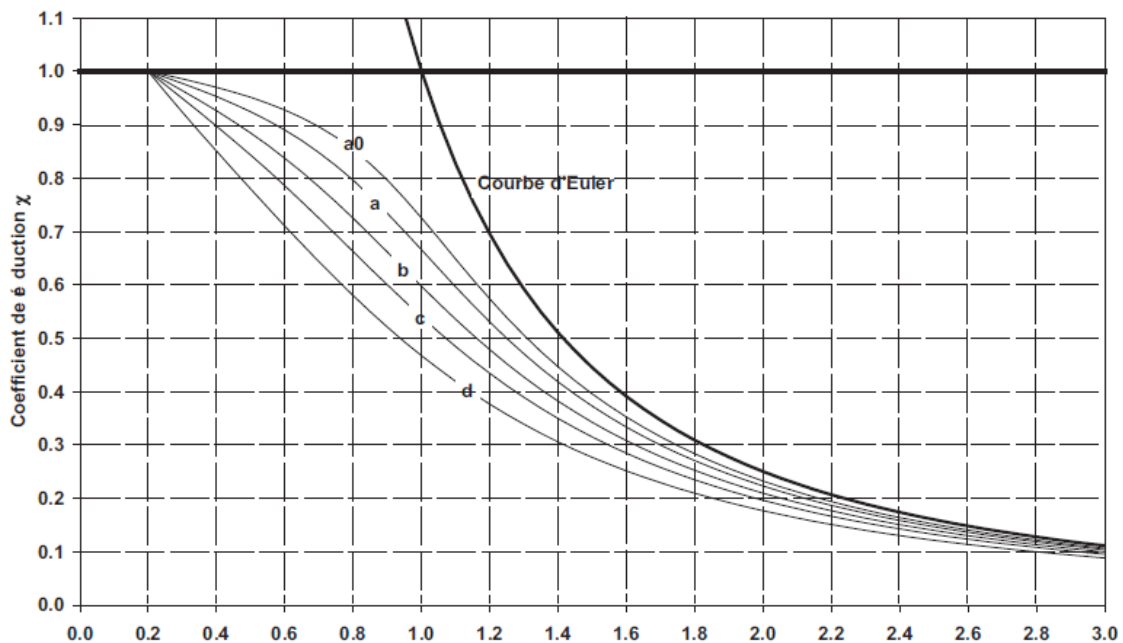
$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_r} \cdot (\beta_A)^{0,5}; \quad \lambda = \frac{l_f}{i}; \quad \lambda_r = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$\lambda_r =$  élancement Eulerien.

\*  $\alpha =$  Coef. d'imperfection, en fonction des courbes de flambement, avec :

Courbe de flambement	$a_0$	a	b	c	d
$\alpha$	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Facteurs d'imperfection  $\alpha$



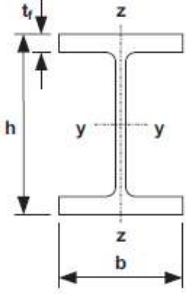
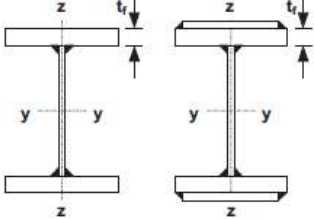
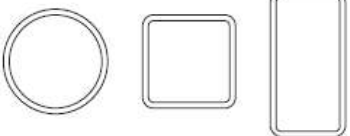
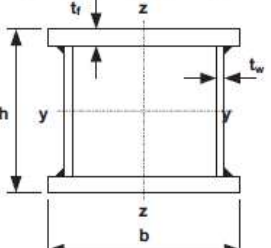
Coefficient  $\chi$  en fonction de  $\bar{\lambda}$

$\bar{\lambda}$	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

Coefficient  $\chi$  en fonction de  $\bar{\lambda}$

Remarque 1:  
 Dans le tableau des courbes de flambement :  
 Axe de flambement  $y-y$  → veut dire par-rapport à  $y-y$

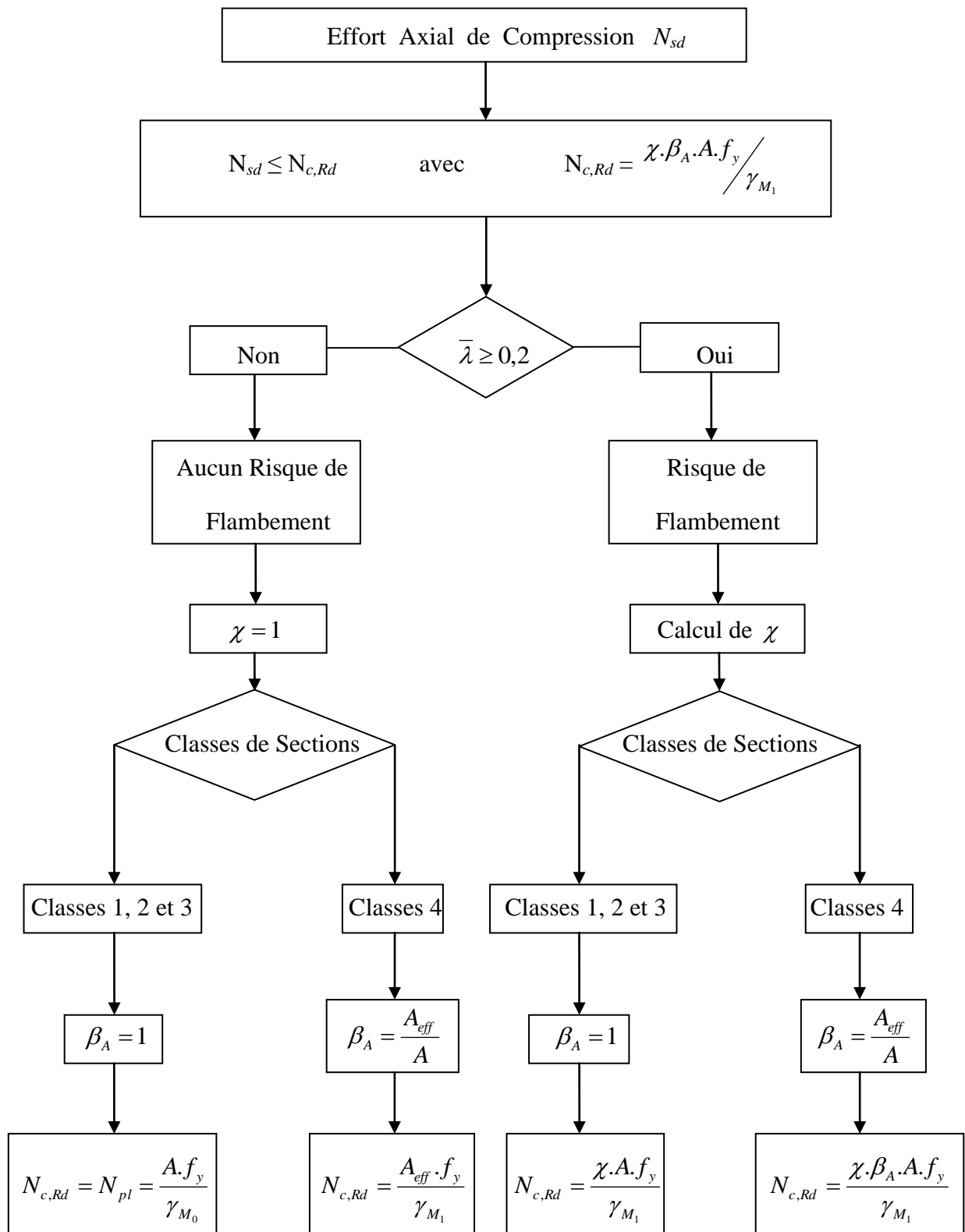
Remarque 2:  
 La valeur du coefficient  $\chi$  peut être déterminée à partir du tableau 5.5.2 de l'Eurocode 3 en fonction de  $\bar{\lambda}$ .  
 Pour des valeurs intermédiaires, on peut faire une interpolation linéaire.

Section	Limites	Axe de flambement	S235 S275 S355	S420	S460
Sections en I laminées 	$h / b > 1,2$ $t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	a b	a a	$a_0$ $a_0$
	$40 \text{ mm} < t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b c	b b	a a
	$h / b \leq 1,2$ $t_f \leq 100 \text{ mm}$ $t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z y-y z-z	b c d d	b b d d	a a c c
Sections en I soudées 	$t_f \leq 40 \text{ mm}$ $t_f > 40 \text{ mm}$	y-y z-z y-y z-z		b c c d	
Sections creuses 	laminées à chaud	quel qu'il soit		a	
	formées à froid en utilisant $f_{yb}$	quel qu'il soit		b	
	formées à froid en utilisant $f_{ya}$	quel qu'il soit		c	
Caissons soudés 	d'une manière générale (sauf ci-dessous)	quel qu'il soit		b	
	Soudures épaisses et $b / t_f < 30$ $h / t_w < 30$	y-y z-z		c c	
Sections en U, L, T et sections pleines		quel qu'il soit		c	

Choix de la courbe de flambement



## ORGANIGRAMME de CALCUL à la COMPRESSION



## ORGANIGRAMME de CALCUL à la TRACTION SIMPLE

