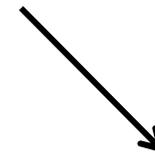
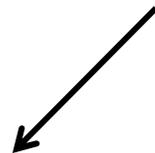


CLASSIFICATION DES OSSATURES

■ OSSATURES CONTREVENTEES

- ◆ Ossature comprenant un dispositif (treillis ou murs de cisaillement) rigide qui réduira fortement les déplacements horizontaux ;
- ◆ Contreventement efficace si :

$$\psi_{br} \leq 0,20 \psi_{unbr}$$

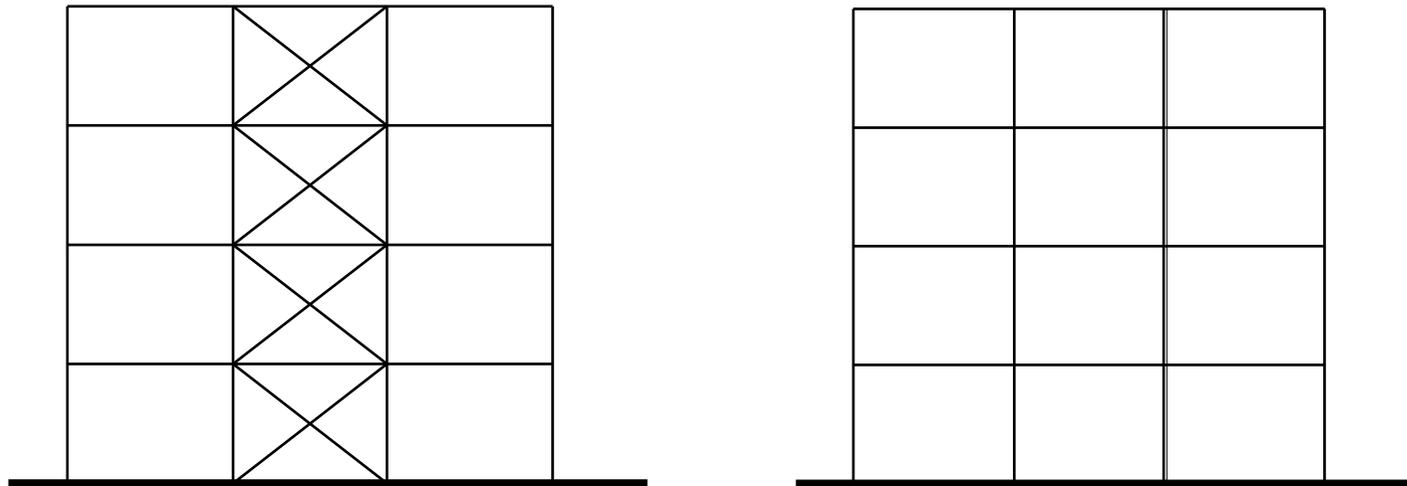


Dépl. latéral struct.
avec le
contreventement

Dépl. latéral struct.
sans le
contreventement

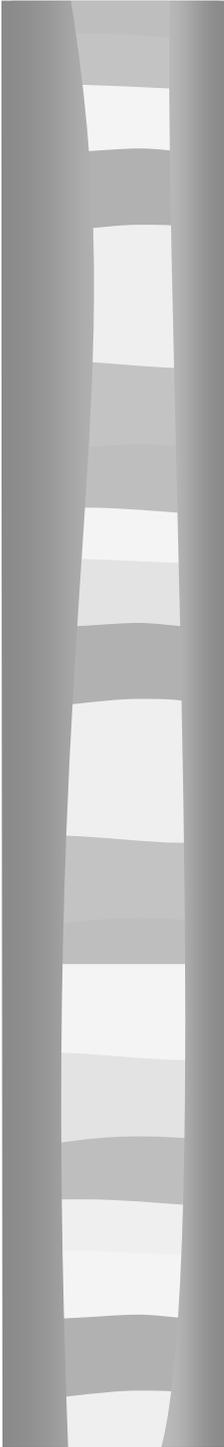
CLASSIFICATION DES OSSATURES

◆ Exemples de contreventements :



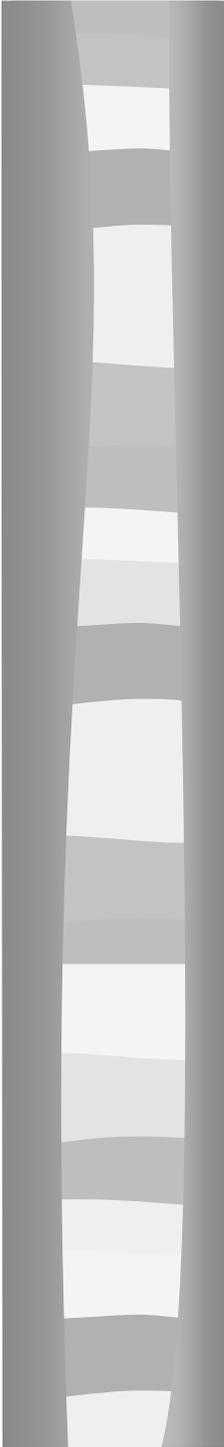
◆ Si contreventement efficace :

- calcul de l'ossature, appuyée latéralement, sous charges verticales uniquement ;
- calcul du contreventement sous charges verticales propres et toutes les charges horizontales (vent, imperfections,...)



CLASSIFICATION DES OSSATURES

- OSSATURES NON CONTREVENTEES :
 - ◆ Ossature dépourvue de contreventement ou munie d'un contreventement qui n'est pas suffisamment rigide ($\psi_{br} > 0,20 \psi_{unbr}$)
 - ◆ Si contreventement non efficace :
 - calcul de l'ossature (contreventement compris) comme un système unique, sous charges verticales, et toutes les charges horizontales (vent, imperfections,...)



CLASSIFICATION DES OSSATURES

- OSSATURES RIGIDES (à nœuds fixes) :
 - ◆ Ossature pour laquelle on peut négliger les sollicitations additionnelles engendrées par la prise en compte des déplacements horizontaux de ses nœuds (effets de second ordre $P-\Delta$ négligeables).

- OSSATURES SOUPLES (à nœuds mobiles) :
 - ◆ Ossature pour laquelle on ne peut pas négliger les effets de second ordre $P-\Delta$.

- Important pour les « longueurs de flambement »

CLASSIFICATION DES OSSATURES

■ CRITERE OSSATURE «RIGIDE ou SOUPLE»

◆ Structure « rigide » si :

$$\alpha_{cr} = F_{cr} / F_{Ed} \geq 10 \text{ (analyse élastique)}$$

$$\geq 15 \text{ (analyse plastique)}$$

avec, α_{cr} le « multiplicateur critique » ;

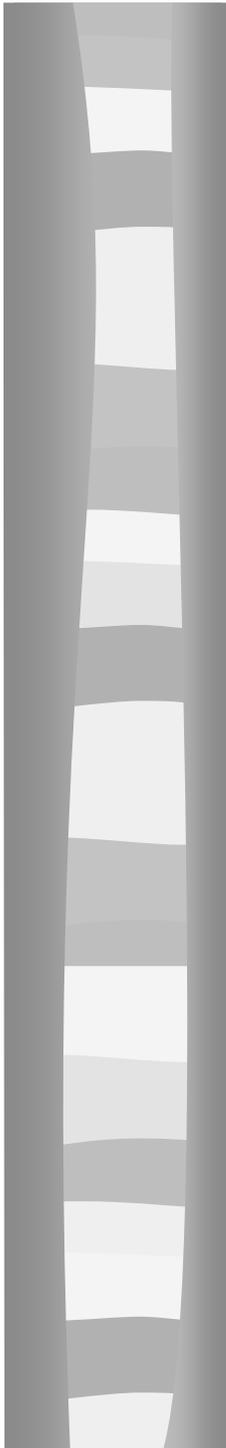
F_{cr} : charge critique élastique de la structure ;

F_{Ed} : valeur de calcul de la charge verticale totale ;

◆ Structure « souple » si :

$$\alpha_{cr} = F_{cr} / F_{Ed} < 10 \text{ ou } 15$$

◆ F_{cr} : calcul par programme spécifique
ou méthode approchée.



CLASSIFICATION DES OSSATURES

■ PROCEDURE APPROCHEE (pour bâtiments):

- ◆ Dans le cas d'une ossature « poutres/poteaux » de bâtiment régulier:

$$\alpha_{cr} = \min \left[\frac{H_{Ed}}{V_{Ed}} \frac{h}{\delta_{H,Ed}} \right]_i$$

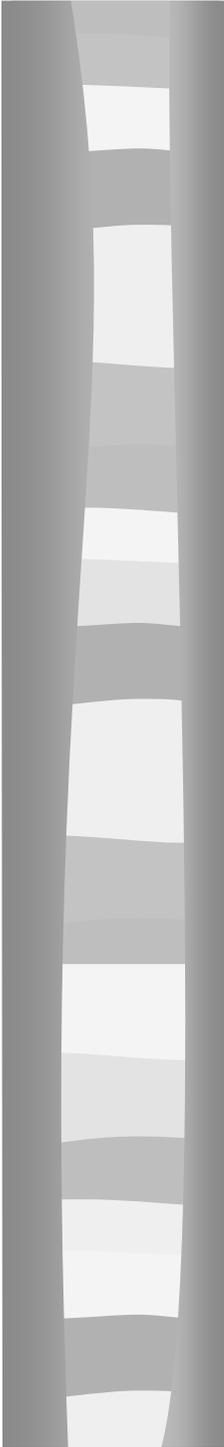
avec i : indice qui désigne l'étage ;

$\delta_{H,Ed}$: déplacement horizontal relatif de l'étage
(sommet/base) ;

h : hauteur de l'étage ;

H_{Ed} : résult. horiz. totale de calcul (base étage) ;

V_{Ed} : résult. vert. totale de calcul (base étage) ;



CLASSIFICATION DES OSSATURES

■ PROCEDURE APPROCHEE :

- ◆ Les valeurs de $\delta_{H,Ed}$, H_{Ed} , et V_{Ed} sont obtenues par une analyse élastique de 1er ordre sous toutes les charges de calcul (vert. et horiz. + imperf.) pour chaque combinaison étudiée.

■ REMARQUES :

- ◆ Un contreventement peut être souple ou rigide;
- ◆ Une ossature contreventée peut être souple;
- ◆ Une ossature non contreventée peut être rigide.

IMPERFECTIONS

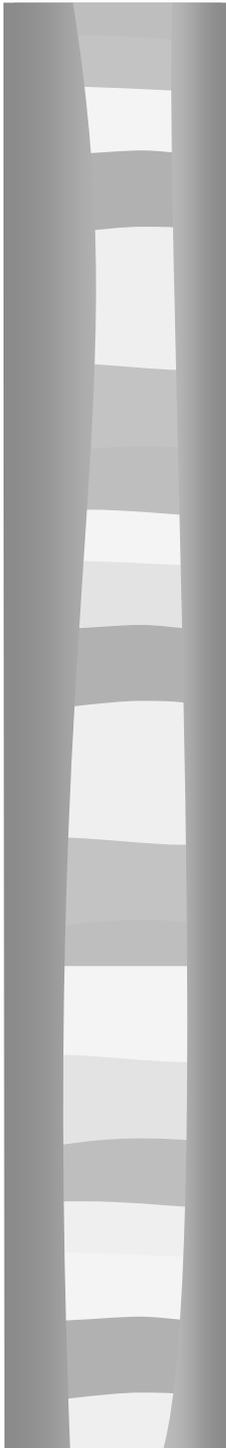
- ◆ L'analyse élastique ou plastique doit prendre en compte les ...

imperfections géométriques
des structures réelles !

Imperfections globales
d'ossature

Imperfections locales
des éléments

Imperfections pour le calcul
des contreventements

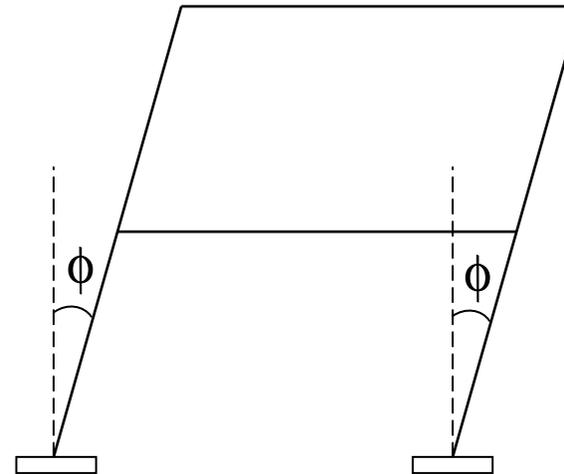


IMPERFECTIONS

■ IMPERFECTION GLOBALE D'OSSATURE

- ◆ A prendre en compte lors de l'analyse globale des ossatures!
- ◆ Sous forme d'un défaut initial d'aplomb (dans une seule direction à la fois)

Défaut d'aplomb:



- ◆ Transformé en forces horizontales équivalentes.

IMPERFECTIONS

■ IMPERFECTION GLOBALE D'OSSATURE

◆ $\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$

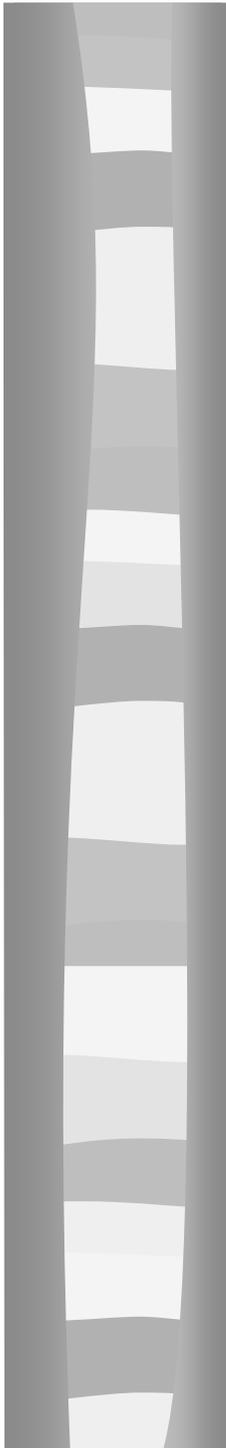
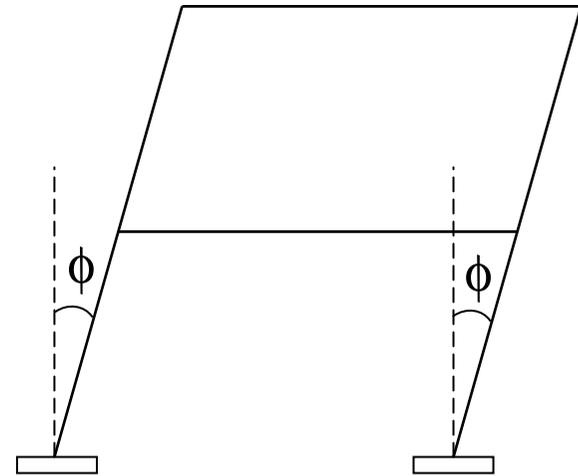
$$\phi_0 = 1/200$$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} \text{ mais } \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1,0$$

h: hauteur de la structure

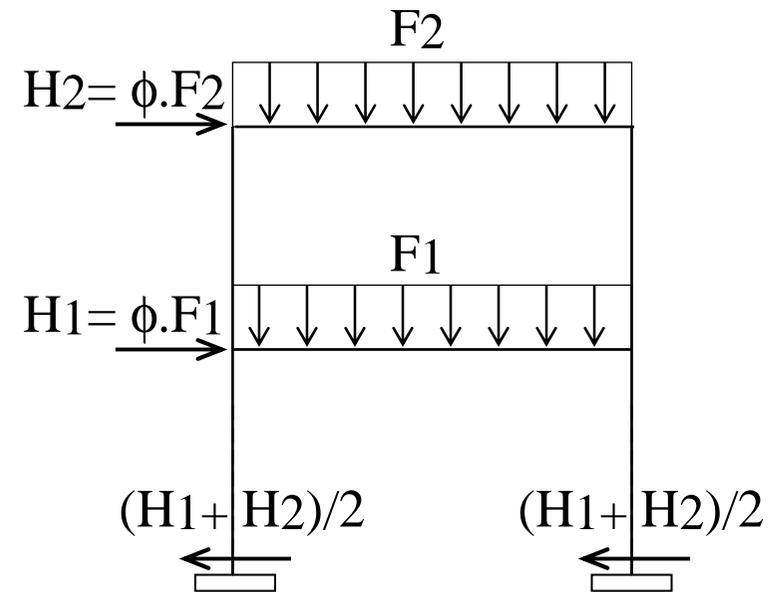
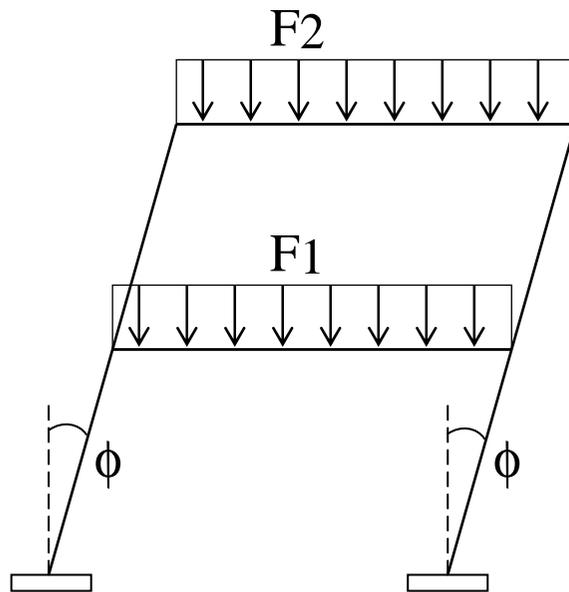
$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)}$$

m: nombre de colonnes d'une file dont N_{Ed} est sup. ou égal à 50% du N_{Ed} moyen.



IMPERFECTIONS

■ IMPERFECTION GLOBALE D'OSSATURE

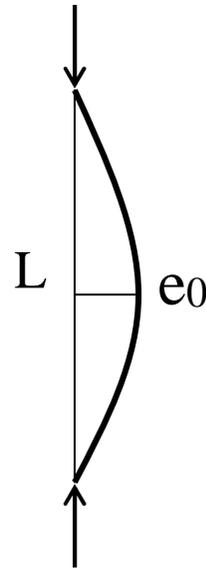


◆ Forces horizontales équivalentes

IMPERFECTIONS

■ IMPERFECTIONS LOCALES D'ELEMENTS

- ◆ Sous forme d'une cambrure e_0 des éléments :



e_0 varie entre $L/150$ et $L/350$ (analyse élastique) en fonction de la courbe de flambement;

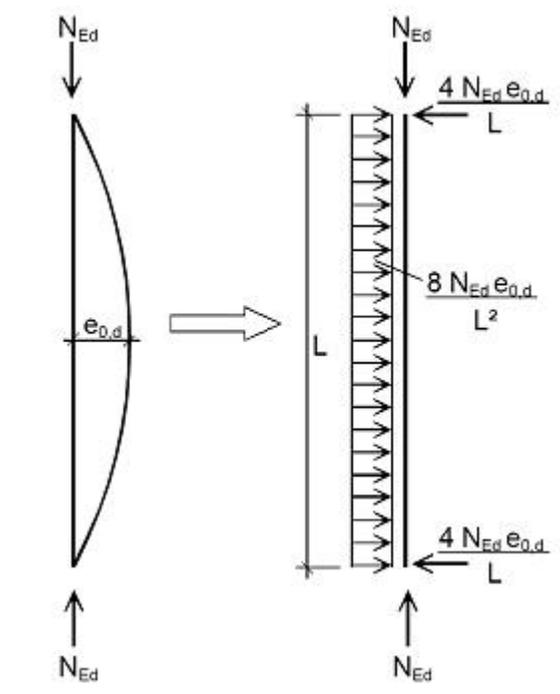
- ◆ Les imperfections d'éléments sont généralement négligées dans l'analyse globale car elles sont prises en compte dans les formules de flambement !

IMPERFECTIONS

■ IMPERFECTIONS LOCALES D'ELEMENTS

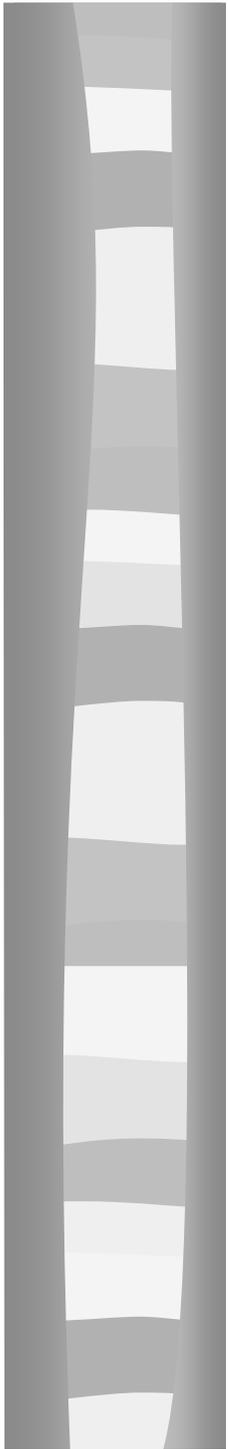
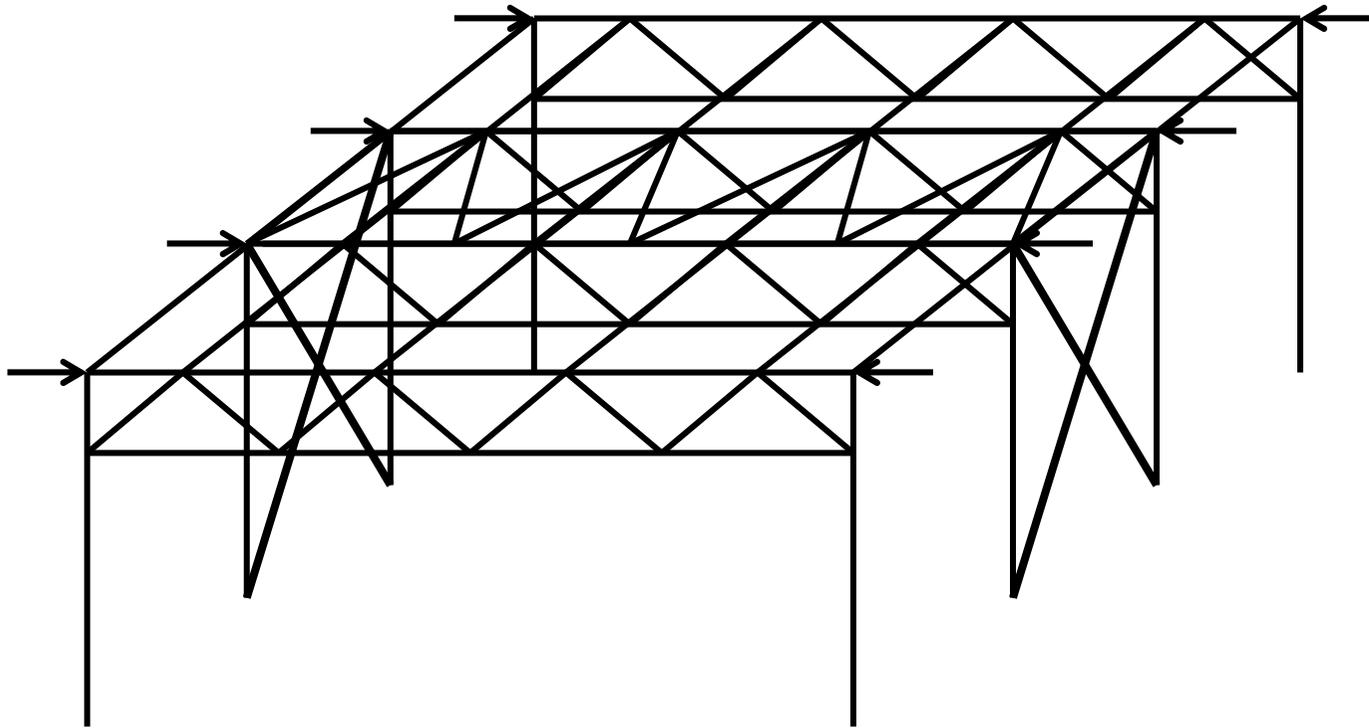
- ◆ Doivent être prise en compte dans l'analyse globale des structures souples si existence de moments d'extrémité et d'efforts de compression
 $N_{Ed} \geq \pi^2 EI / 4L^2$ dans les éléments !

- ◆ Forces horizontales équivalentes :



IMPERFECTIONS

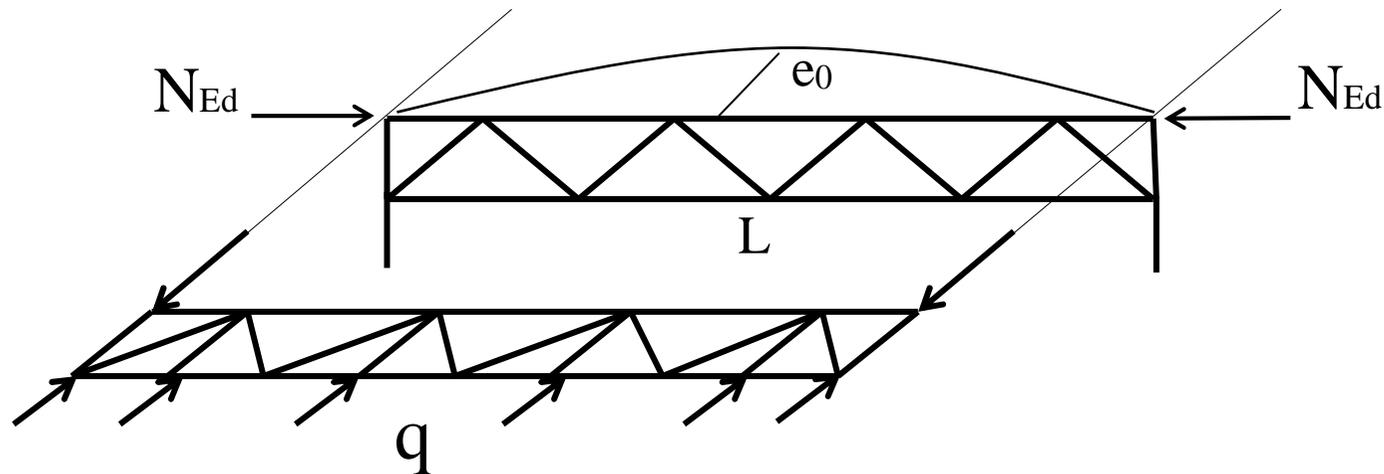
- IMPERFECTION pour CONTREVENTEMENT
 - ◆ Pour contreventements de maintien de poutres fléchies parallèles ou d'éléments comprimés;



IMPERFECTIONS

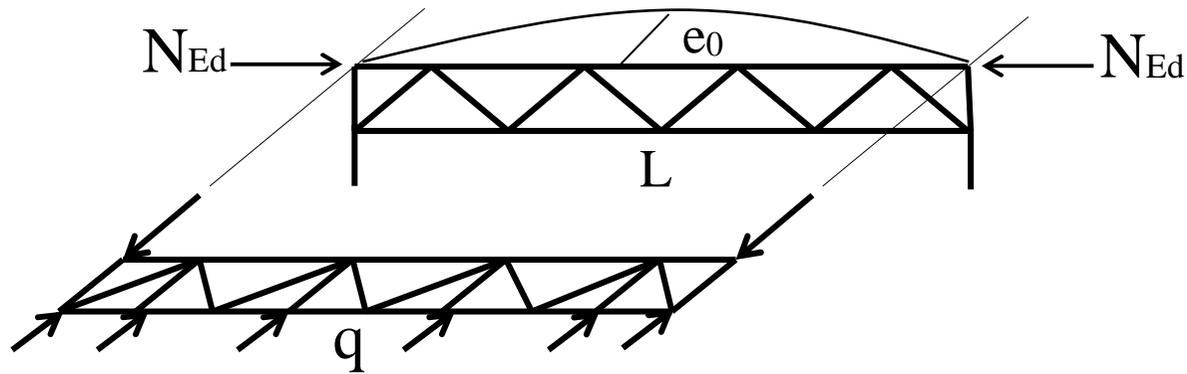
■ IMPERFECTION pour CONTREVENTEMENT

- ◆ Pour contreventements de maintien de poutres fléchies parallèles ou d'éléments comprimés;
- ◆ Sous forme d'une courbure initiale en arc (e_0) du ou des éléments à stabiliser;
- ◆ Transformée en forces transversales (q);



IMPERFECTIONS

■ IMPERFECTION pour CONTREVENTEMENT



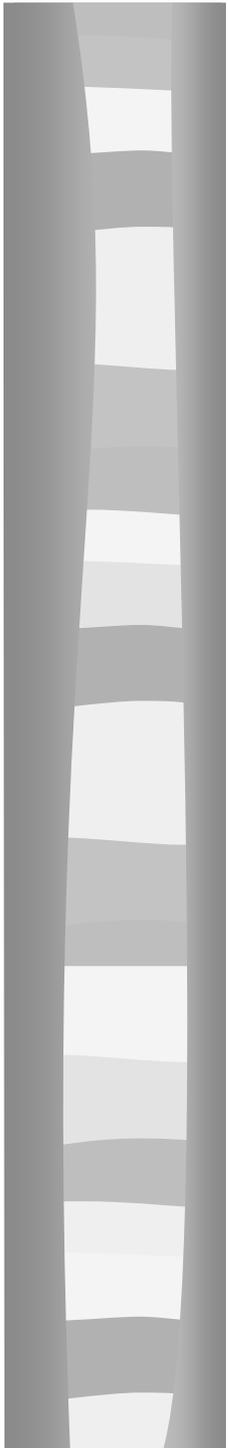
◆ $e_0 = \alpha_m \cdot L / 500$ avec $L =$ portée de contreventement ;

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)} \quad \text{où } m = \text{nbre d'éléments à stabiliser};$$

$$q = \sum N_{Ed} 8 \frac{e_0 + \delta_q}{L^2} \quad \text{avec } \delta_q = \text{flèche du contreventement sous } q + \text{les charges extérieures (vent).}$$

CHOIX D'ANALYSE

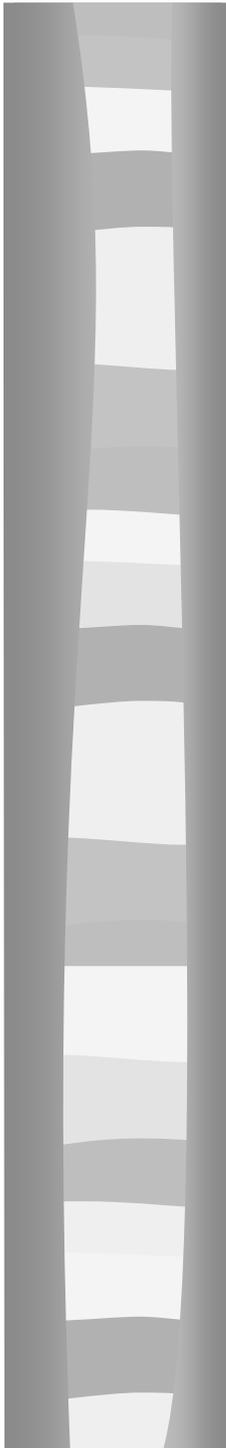
- Structure souple (dite à « nœuds mobiles »)
avec ou sans contreventement :
 - ◆ prise en compte des imperfections globales (et des imperfections locales lorsqu'elles doivent être considérées) ;
 - ◆ calcul second ordre obligatoire $P-\Delta$ (et $P-\delta$) ;
 - ◆ longueurs de flambement (dans le plan de l'ossature) en mode à nœuds fixes.
 - ◆ Ou
 - ◆ aucune imperfection prise en compte ;
 - ◆ calcul premier ordre ;
 - ◆ longueurs de flambement (dans le plan de l'ossature) en mode à nœuds mobiles.



CHOIX D'ANALYSE

■ Structure rigide (dite à « nœuds fixes ») avec ou sans contreventement :

- ◆ prise en compte des imperfections globales ;
- ◆ calcul premier ordre ;
- ◆ longueurs de flambement (dans le plan de l'ossature) en mode à nœuds fixes ;
- ◆ Si présence d'un contreventement : calculs séparés
 - de la structure appuyée horizontalement, sous les charges verticales,
 - et du contreventement, sous toutes les charges horizontales + ses propres charges verticales.



CHOIX D'ANALYSE

- ◆ Rappel des différentes méthodes de calcul incluant les effets de second ordre :
 - ◆ Méthode générale (programme de calcul 2^{me} ordre), valable pour les effets P- Δ et P- δ !
 - ◆ Méthode des charges latérales équivalentes (programme de calcul 1^{er} ordre itératif), valable pour les effets P- Δ uniquement !
 - ◆ Méthode d'amplification des moments de déformation latérale.

