

Flambement des Structures

Gaëtan Hello

Université d'Evry Val d'Essonne
UFR Sciences et Technologies
gaetan.hello@ufrst.univ-evry.fr

- 1 Généralités
- 2 Flambement d'Euler
- 3 Formulation FEA Buckling

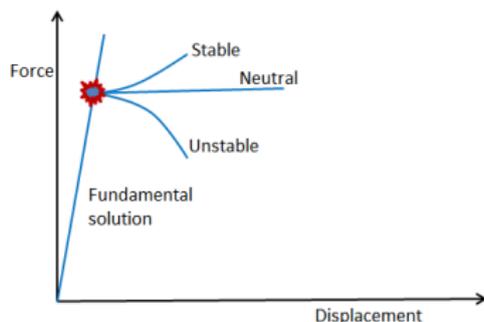
- 1 Généralités
- 2 Flambement d'Euler
- 3 Formulation FEA Buckling

Généralités

Définition du flambement :

Il s'agit d'une instabilité mécanique susceptible d'engendrer la ruine d'une structure. Elle apparaît préférentiellement dans les structures minces élancées subissant des états de compression (locaux ou globaux).

Au gré de l'augmentation des charges appliquées, la structure va atteindre un état d'équilibre instable pouvant ensuite évoluer vers plusieurs états solutions (bifurcation).



Généralités

Nombreuses situations de ruine par flambement pour des structures minces élancées en compression (génie civil, naval, enceintes sous pression, structures géologiques...)



rails



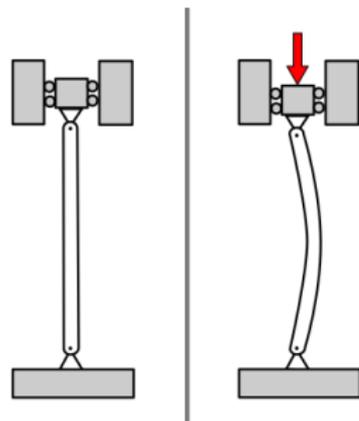
cuves de vin



enceinte sous pression

- ▶ Flambage ou flambement en français, buckling en anglais.
- ▶ L'approche linéaire du flambement permet une première étude essentiellement qualitative du phénomène mais permet néanmoins de guider pertinemment la conception.
- ▶ L'approche non-linéaire du flambement permet d'intégrer plus fidèlement les paramètres physiques et d'accéder à des estimations de charge critique et de comportement post-flambement plus précises.

- 1 Généralités
- 2 Flambement d'Euler**
- 3 Formulation FEA Buckling



Mise en équations :

$$\frac{d^2 f}{dx^2}(x) = -\frac{F}{E \cdot I} \cdot f(x), \quad x \in [0, L] \quad (1)$$

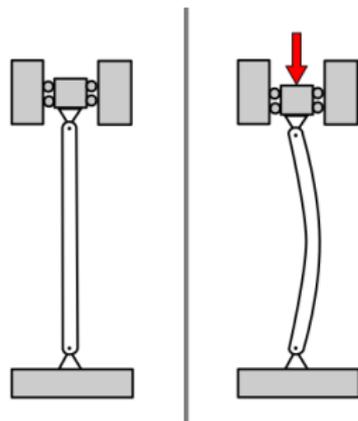
$$f(x=0) = 0$$

$$f(x=L) = 0$$

avec :

- ▶ $f(x)$ la flèche,
- ▶ F la force de compression appliquée,
- ▶ E le module d'Young,
- ▶ I le module d'inertie quadratique à la flexion,
- ▶ L la longueur de la poutre.

Flambement d'Euler



Solution non triviale :

$$\sqrt{\frac{F}{E \cdot I}} \cdot L = \pi + 2k \cdot \pi \quad (2)$$

Ce qui conduit à l'expression de la première charge critique pour $k = 0$:

$$P_{cr} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I}{L^2} \quad (3)$$

- 1 Généralités
- 2 Flambement d'Euler
- 3 Formulation FEA Buckling**

Problème aux valeurs propres :

$$K \cdot \phi = \lambda \cdot K_G \cdot \phi \quad (4)$$

- ▶ K matrice de rigidité,
- ▶ ϕ mode de flambement,
- ▶ λ coefficient d'amplification de la charge de référence,
- ▶ K_G matrice de rigidité géométrique associée à l'état de contraintes initiales induit par la charge de référence.

Hypothèses :

- ▶ comportement matériau linéaire élastique,
- ▶ petites perturbations,
- ▶ chargement linéaire (pas de changement de "nature").