

Précontrainte: Moments d'ordre hyperstatiques (secondaires)

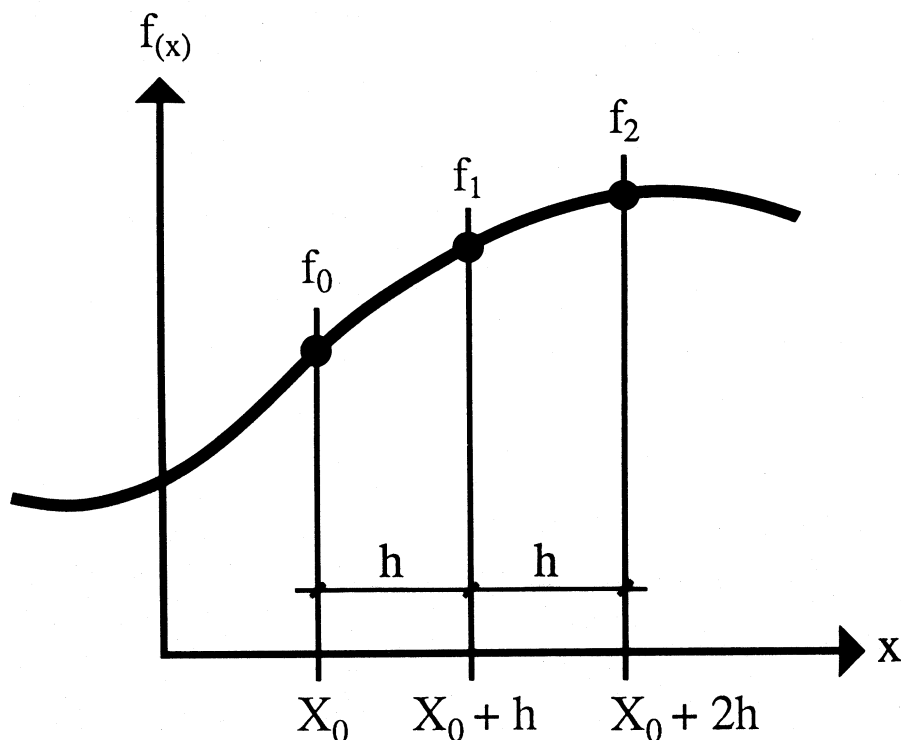
Détermination des coefficients a_{i0} à l'aide des travaux virtuels:

$$1 a_{i0} = \int_L M_i \frac{M_0 dx}{EI} + \int_L N_i \frac{N_0 dx}{EA} + \int_L V_i \frac{V_0 dx}{GA'}$$

négligeable en général
(pas pour les cadres à poteaux courts, par ex.)

négligeable

Intégration numérique avec la formule de Simpson:



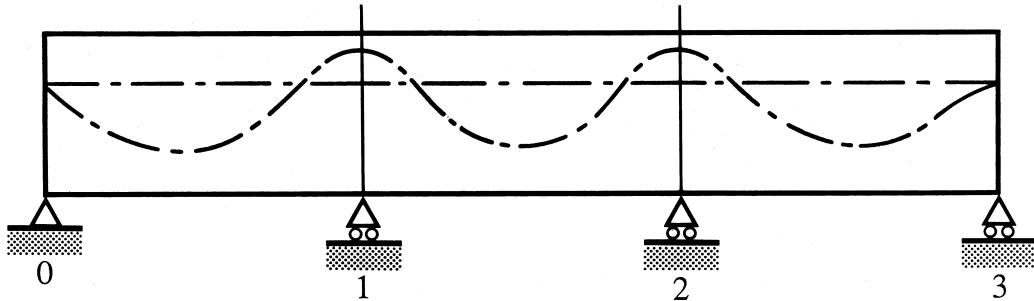
$$\int_0^{2h} f(x) dx = \frac{h}{3} (f_0 + 4f_1 + f_2)$$

exacte pour les fonctions polynômiales (continues, dérivables) du 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} degré

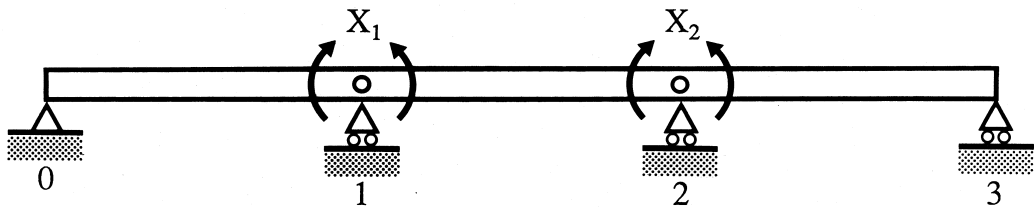
Précontrainte: Moments d'ordre hyperstatiques (secondaires)

Exemple: poutre sur quatre appuis

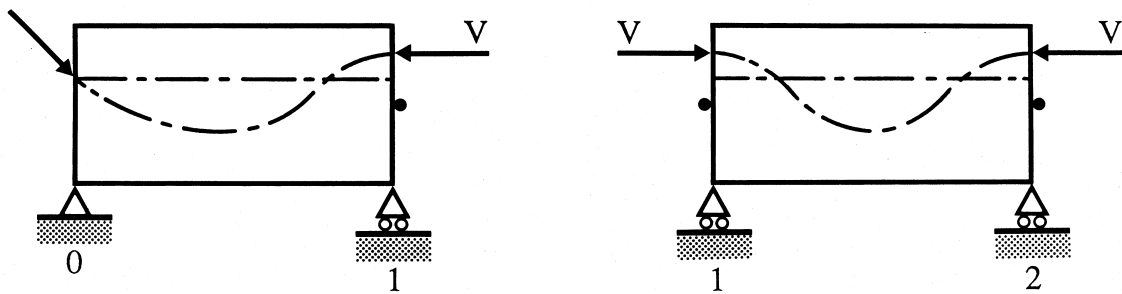
a) tracé



b) hyperstatiques

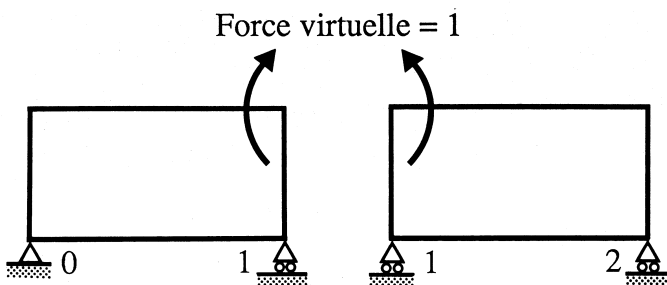


c) charges de précontrainte

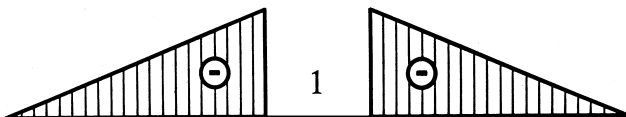


Détermination de a_{10} à l'aide des travaux virtuels:

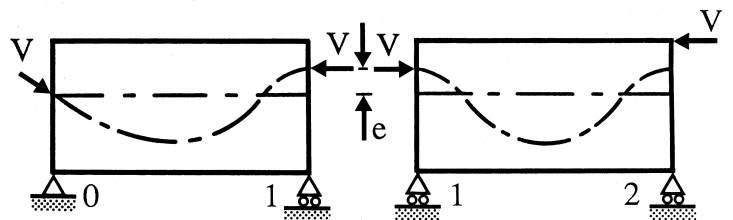
Statique virtuelle



Effort virtuel interne



Cinématique réelle



Déformation réelle interne



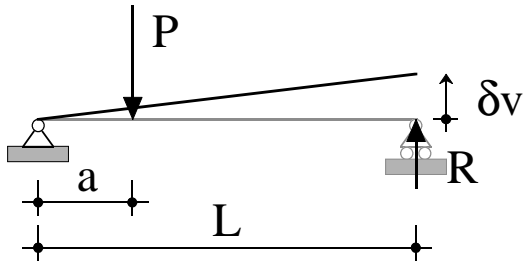
$$M_{\text{réel}} = V \cdot e$$

$$d\phi_{\text{réel}} = \frac{M_{\text{réel}}}{EI}$$

Lignes d'influence

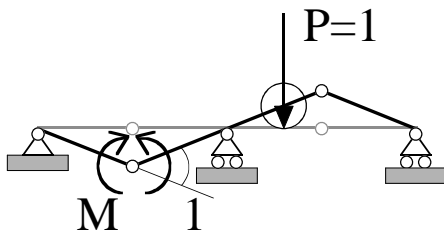
Structures isostatiques: déplacements virtuels pour un solide rigide

Si un solide est en **équilibre**, le travail virtuel est **nul** pour tout déplacement rigide



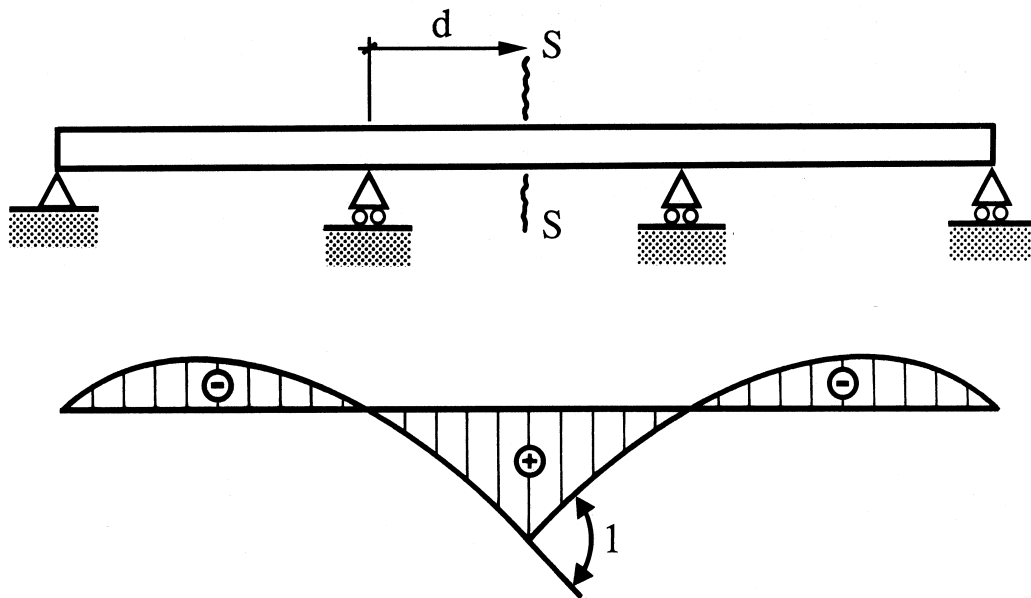
réaction d'appui:

$$R \delta v - P a/L \delta v = 0$$



ligne d'influence du moment

Structures hyperstatiques: mode opératoire identique



Moment dans une section s:

$$M_{s,tot} = M_{s,0} + \sum M_{s,i} X_i$$

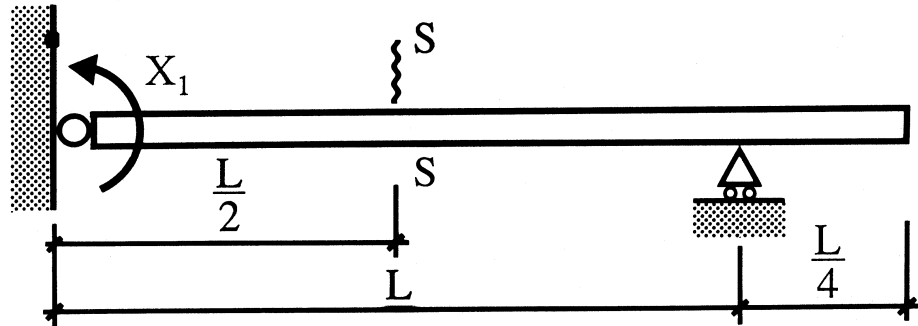
Ligne d'influence du moment en s:

$$\eta_m = \eta_{m,0} + \sum M_{s,i} \eta_{Xi}$$

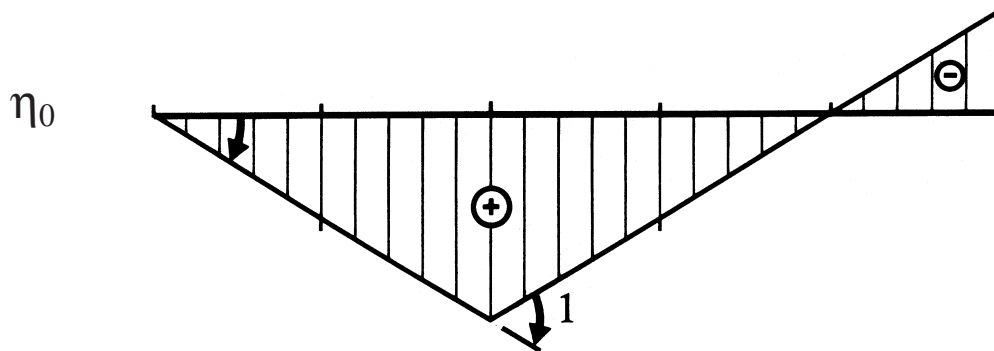
La ligne d'influence de $M_{s,0}$ concerne le **système fondamental** mais les lignes d'influence des inconnues sont à déterminer dans le **système réel**

Lignes d'influence: Exemple, poutre encastree appuyee

Ligne d'influence du moment en travée:



Ligne d'influence dans le système fondamental:



Ligne d'influence de l'inconnue X_1 :

