

Table des matières

Effort normal.....	2
Définition de l'effort normal (N).....	2
Diagramme de l'effort normal ($N_{(x)}$).....	3
Effort tranchants et moment fléchissant.....	4
Calcul de l'effort tranchant (V) et du moment fléchissant (Mf).....	4
Diagrammes de l'effort tranchant ($V_{(x)}$) et du moment fléchissant ($Mf_{(x)}$).....	4
Application : chevron-arbalétrier avec un porte à faux.....	6
Calcul de l'effort normal.....	6
Calcul de l'effort tranchant.....	6
Calcul du moment fléchissant.....	7

La descente de charge et le Principe Fondamental de la Statique (PFS) permettent de définir les efforts extérieurs à la barre. Les diagrammes des efforts normaux, tranchants et des moments fléchissant sont employés pour définir les efforts dans la barre. Cette étape est nécessaire pour calculer les contraintes et les déformations.

Effort normal.

La connaissance de l'effort normal dans la barre permet de calculer la contrainte de compression ou de la traction.

Définition de l'effort normal (N).

L'effort normal est parallèle à l'axe de la barre ou normal à la section. Le mot « normal » signifie perpendiculaire à la section. Il est noté « N ».

Considérons un poteau supportant une force de 10 kN. Si on isole le poteau, il reçoit la force provenant de la poutre et une force équivalente provenant du sol (figures 43 à 45). En mécanique, le repère habituel est l'axe des x pour la longueur de la barre, y pour la hauteur et z pour l'épaisseur. Le poteau comporte un pivot en pied et un appui plan en tête (figure 44).

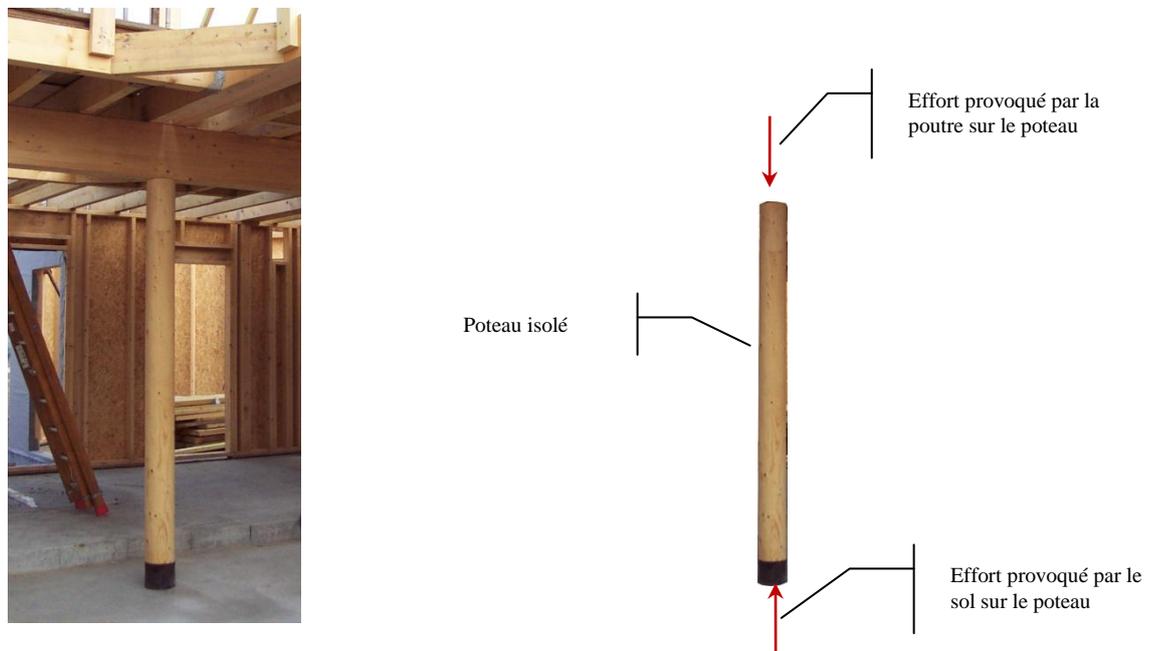


Figure B43 : poteau isolé (@ MBC (Maison Bois Cruard))

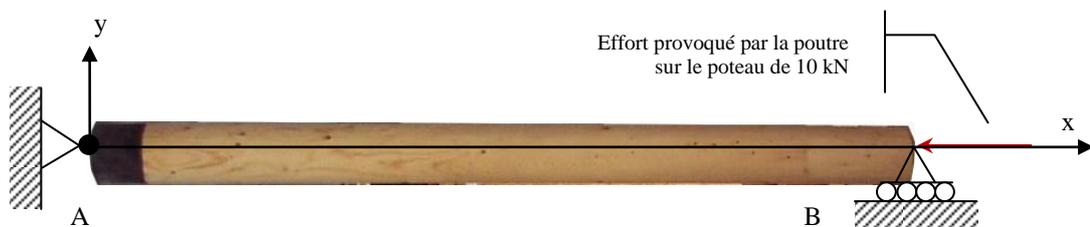


Figure B44 : poteau modélisé

Le poteau ne recevant que des efforts sur l'axe x (– 10 kN projeté sur l'axe x), une étude statique simplifiée permet de définir La réaction d'appui en A, de 10 kN sur l'axe x (le poids du poteau est négligé).

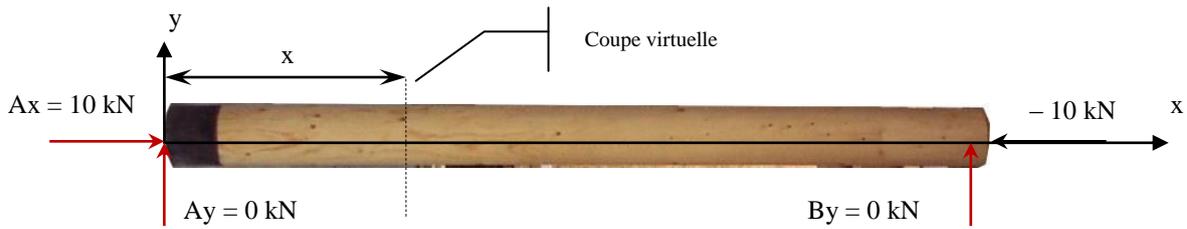


Figure B45 : Calcul de la réaction d'appui en A

Diagramme de l'effort normal ($N(x)$).

Le diagramme de l'effort normal ($N(x)$) permet de connaître la valeur de l'effort normal tout au long de la barre afin d'identifier la valeur maximum (figure 48).

Pour définir l'effort normal dans le poteau (ou la barre), il faut :

- effectuer une coupe virtuelle dans la barre (figure B45) à une distance x ,
- réaliser la somme des efforts extérieurs à la barre

Il existe deux possibilités pour limiter les calculs :

- observer les efforts extérieurs situés à gauche de la coupe (figure B46), soit 10 kN et inverser le signe. L'effort normal sera de -10 kN.

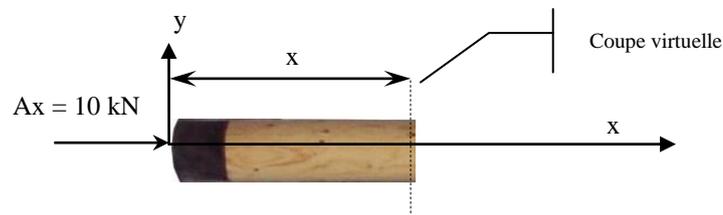


Figure B46 : Observation des efforts à gauche de la section

Remarque : L'effort normal dans la barre équilibre les efforts extérieurs. Il est possible de réaliser une résolution analytique avec le Principe Fondamental de la Statique : $N(x) + 10 = 0$; d'où $N(x) = -10$ kN

- observer les efforts extérieurs situés à droite de la coupe (figure B47), soit -10 kN et conserver le signe.

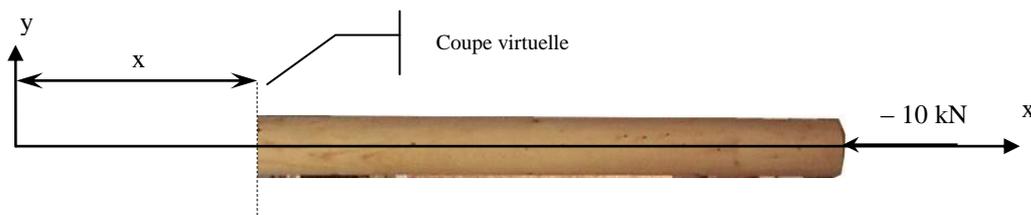


Figure B47 : Observation des efforts à droite de la section

Le choix de la méthode est sélectionné en fonction du calcul le plus simple.

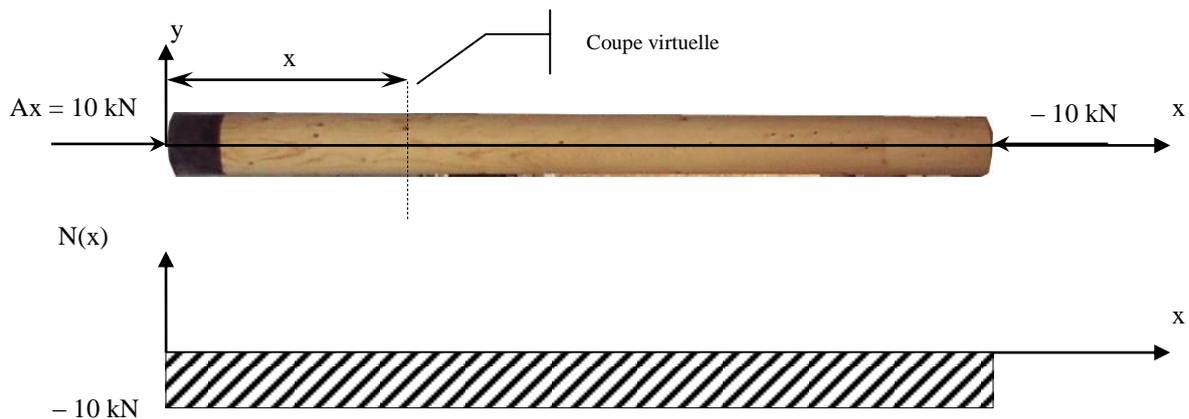


Figure B48 : Diagramme de l'effort normal du poteau

Remarque : Il faut réaliser une nouvelle coupe virtuelle à chaque fois qu'un effort parallèle à la barre apparaît.

Effort tranchants et moment fléchissant.

Le calcul de l'effort tranchant dans la barre permet de définir la contrainte de cisaillement. Le calcul du moment fléchissant permet de définir la contrainte de flexion et la déformation. L'effort tranchant et le moment fléchissant sont définis simultanément car l'effort tranchant provoque un moment fléchissant et une déformation.

Calcul de l'effort tranchant (V) et du moment fléchissant (Mf).

L'effort tranchant est perpendiculaire à l'axe de la barre. Il est noté « V ».

Le moment fléchissant s'obtient en multipliant l'effort tranchant par la distance entre le point de la coupe virtuelle et l'effort tranchant. Il provoque une flexion de la barre. Un moment fléchissant s'exprime en Newton.mètre (N.m).

Reprenons l'exemple de la solive avec un porte à faux (Cf. paragraphe 1.3.1).

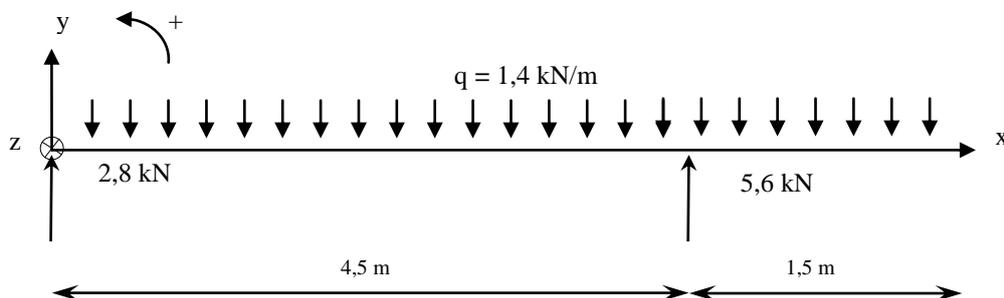


Figure B49 : solive avec un porte à faux

Diagrammes de l'effort tranchant ($V(x)$) et du moment fléchissant ($Mf(x)$).

Le diagramme de l'effort tranchant ($V_{(x)}$) et du moment fléchissant ($Mf_{(x)}$) permet de définir leur valeur tout au long de la barre afin d'identifier le maximum (figure 50).

Calcul de l'effort tranchant.

Pour définir l'effort tranchant dans la barre, il faut :

- effectuer une coupe virtuelle dans la barre à chaque apparition d'effort tranchant, soit pour notre exemple juste après A (noté 0_+), juste avant B (noté $4,5_-$), juste après B (noté $4,5_+$) et juste avant la fin de la poutre (noté 6_-).
- réaliser la somme des efforts extérieurs à la barre pour chaque coupe

Il existe deux possibilités pour limiter les calculs :

- observer les efforts situés à gauche de la coupe, il faut inverser le signe
- observer les efforts situés à droite de la coupe, il faut conserver le signe.

Efforts tranchants situés à gauche de la coupe :

- $V(0_+) = -2,8 \text{ kN}$
- $V(4,5_-) = -(2,8 - 1,4 \times 4,5) = 3,5 \text{ kN}$

Efforts tranchants situés à droite de la coupe :

- $V(4,5_+) = -1,4 \times 1,5 = -2,1 \text{ kN}$
- $V(6_-) = 0 \text{ kN}$

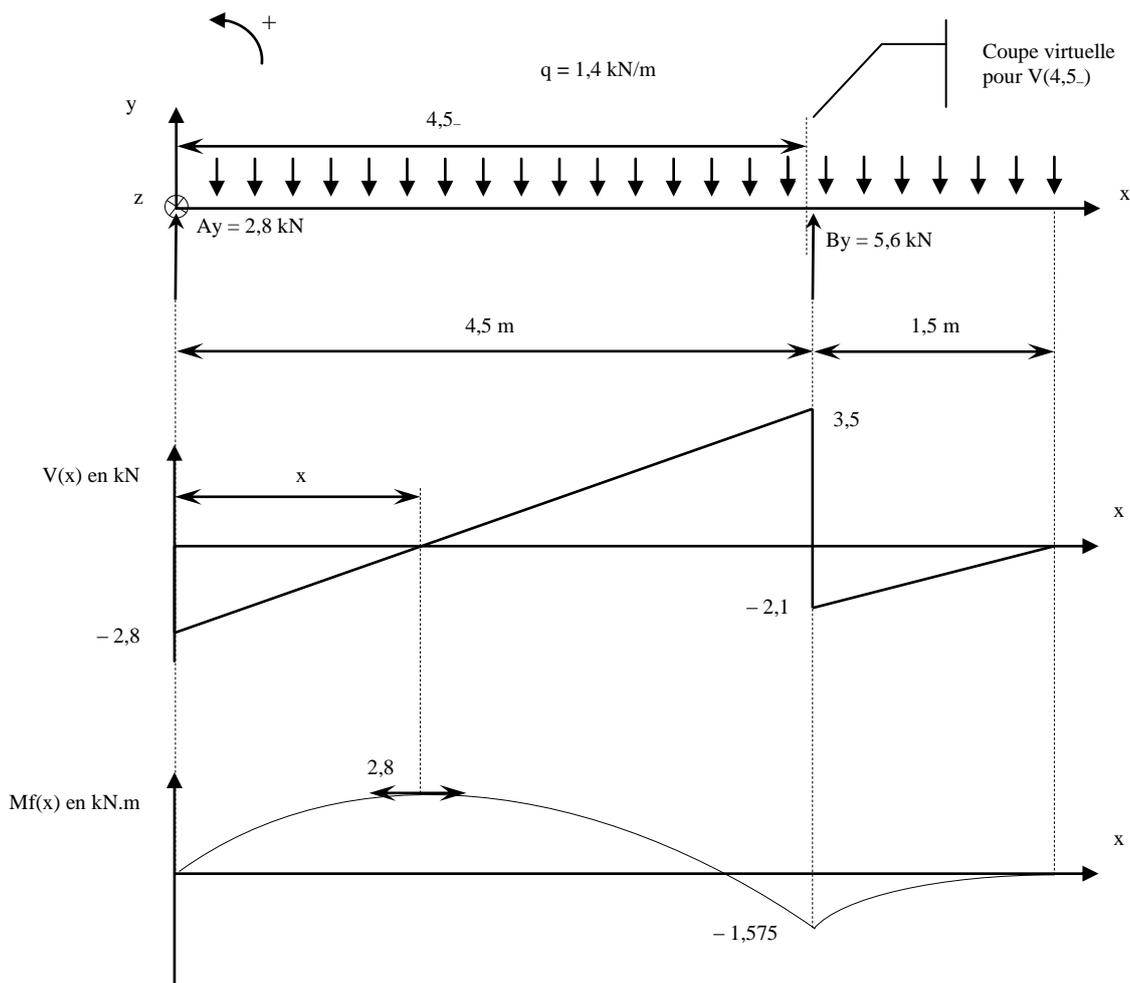


Figure B50 : Diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissant

Calcul du moment fléchissant.

Pour définir le moment fléchissant dans la barre, il faut calculer la surface entre la courbe des efforts tranchants et l'axe x lorsque l'effort tranchant est nul, soit pour $x = V_{(A)}/q$ et au point B ($x = 4,5$). Lorsque la surface est au dessus de l'axe x , le moment est positif et lorsque la surface est au dessous de l'axe x , le moment est négatif.

Il existe deux possibilités pour limiter les calculs :

- observer la surface situés à gauche du point, il faut inverser le signe
- observer la surface situés à droite du point, il faut conserver le signe.

Calcul du point x :

$$- V_{(A)}/q = -2,8/-1,4 = 2 \text{ m}$$

Surface située à gauche de la coupe :

$$- M_f(2) = -(-2,8 \times 2)/2 = 2,8 \text{ kN.m}$$

Surface située à droite de la coupe :

$$- M_f(4,5) = -2,1 \times 1,5/2 = -1,575 \text{ kN.m}$$

Remarque : Le moment fléchissant est l'intégrale de l'effort tranchant (au signe près), d'où le calcul de la surface entre la courbe des efforts tranchants et l'axe x .

Application : chevron-arbalétrier avec un porte à faux

L'étude statique a permis de définir les réactions aux appuis, $A_x = -2,5$; $A_y = 2,7 \text{ kN}$ et $B_y = 4,1 \text{ kN}$ (Cf. le chapitre « 1.3.3 Chevron-arbalétrier avec un porte à faux »). La charge linéique de $1,2 \text{ kN/m}$ se décompose en une charge de $0,41 \text{ kN/m}$ sur l'axe x et de $-1,13 \text{ kN/m}$ sur l'axe y (figure 51). Les efforts extérieurs inclinés par rapport à la pièce provoquent un effort normal, tranchant et un moment fléchissant.

Calcul de l'effort normal

La barre est coupée au point « x » (figure 51). L'on observe les efforts situés à gauche de la coupe projetés sur l'axe x en changeant le signe :

$$- N(x) = -(-2,5 + 0,41x) ; \text{ d'où } N(0) = 2,5 \text{ kN et } N(6) = 0$$

Calcul de l'effort tranchant

La barre est coupée au point « x » (figure 51). L'on observe les efforts projetés sur l'axe y :

Il existe deux possibilités pour limiter les calculs :

- observer les efforts situés à gauche de la coupe, il faut inverser le signe
- observer les efforts situés à droite de la coupe, il faut conserver le signe.

Efforts tranchants situés à gauche de la coupe :

- $V(0+) = -2,7 \text{ kN}$
- $V(5_-) = -(2,7 - 1,13 \times 5) = 2,95 \text{ kN}$

Efforts tranchants situés à droite de la coupe :

- $V(5_+) = -1,13 \times 1 = -1,13 \text{ kN}$
- $V(6_-) = 0 \text{ kN}$

Calcul du moment fléchissant.

Pour définir le moment fléchissant dans la barre, il faut calculer la surface entre la courbe des efforts tranchants et l'axe x lorsque l'effort tranchant est nul, soit pour $x = V_{(A)}/q_y$ et au point B ($x = 5$). Lorsque la surface est au dessus de l'axe x, le moment est positif et lorsque la surface est au dessous de l'axe x, le moment est négatif.

Il existe deux possibilités pour limiter les calculs :

- observer la surface situés à gauche du point, il faut inverser le signe
- observer la surface situés à droite du point, il faut conserver le signe.

Calcul du point x :

- $V_{(A)}/q_y = -2,7/-1,13 = 2,39 \text{ m}$

Surface située à gauche de la coupe :

- $Mf(2,39) = -(-2,7 \times 2,39)/2 = 3,23 \text{ kN.m}$

Surface située à droite de la coupe :

- $Mf(5) = -1,13 \times 1/2 = -0,565 \text{ kN.m}$

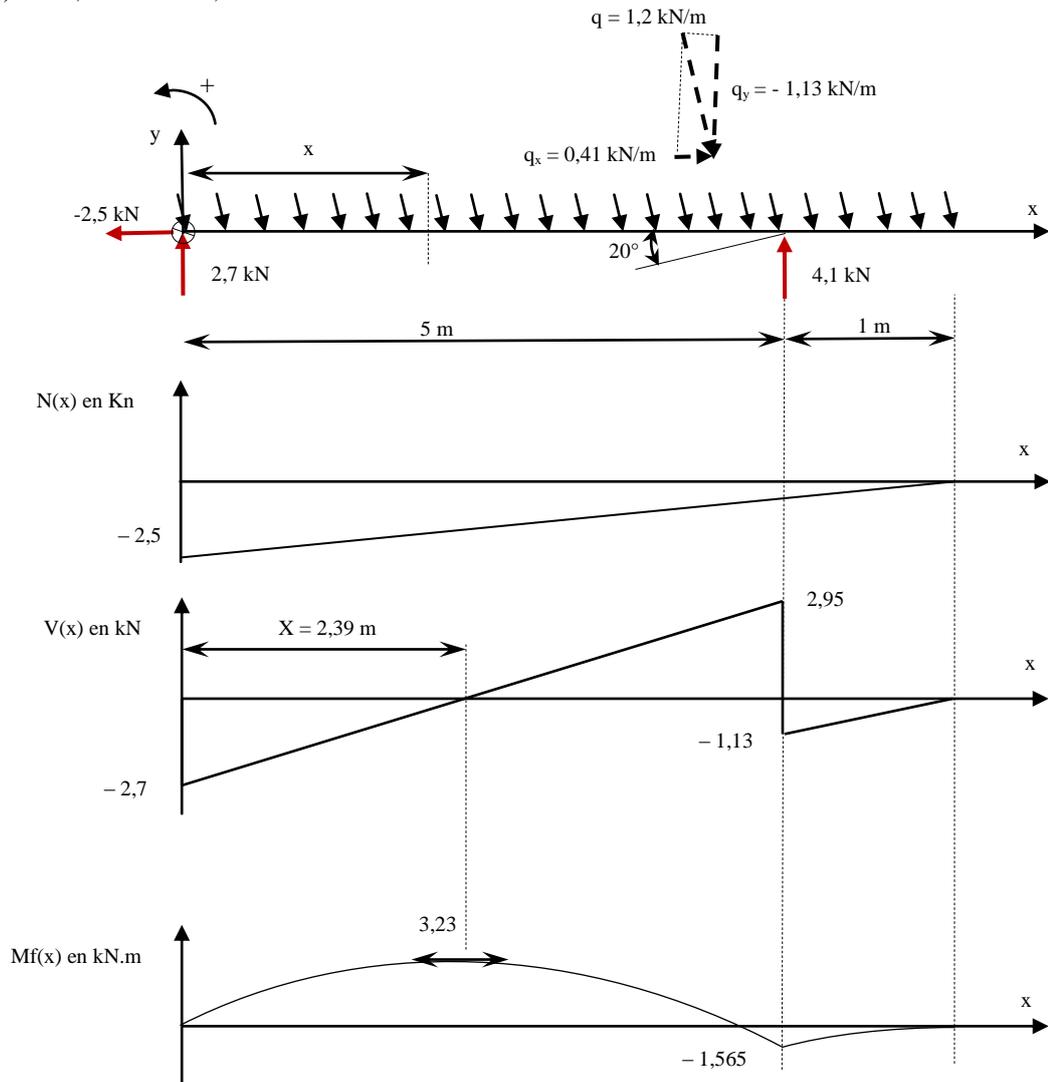


Figure B51 : Diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissant