



Examen

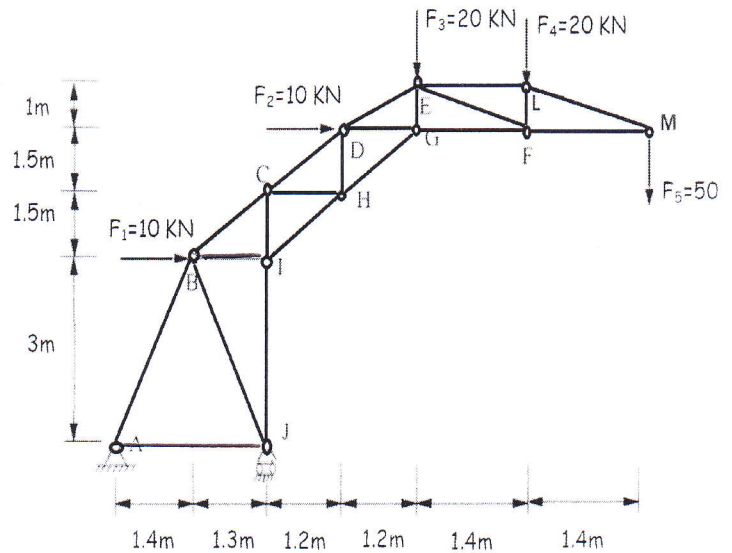
Question (08 point)

- 1- C'est quoi le but de RDM dans une structure ?
- 2- Cité un certain nombre d'hypothèses respecter avant de calculer une structure.
- 3- Quelles sont les hypothèses pour calculer un système réticulé ?
- 4- Quelle est le Mode d'opérateur pour résoudre un système réticulé donnée par la méthode de Ritter ?

Exercice N°1 : (6 points)

Un système réticulé est soumis à des forces verticales et horizontales appliquées aux nœuds **B**, **D**, **E**, **L** et **M**.

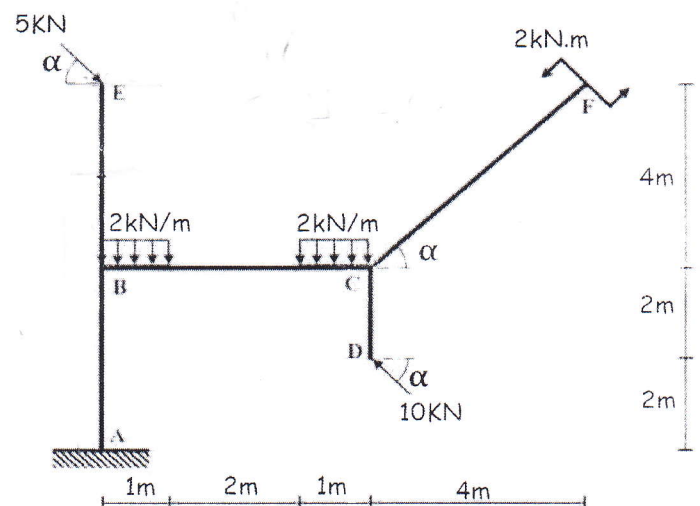
- 1- Justifier l'isostatisme du système.
- 2- Calculer les réactions d'appuis.
- 3- Calculer les efforts dans les barres par la méthode des nœuds, indiquer leur nature et les résultats dans un tableau.



Exercice N°2 : (6 points) (Micro)

La forme mécanique d'un système est donnée sous la forme de portique telle que le système est appuyé sur deux appuis comme indiqué :

- 1- Calculer l'efforts normaux (N), des efforts tranchants (T) et des moments fléchissant (M_f), à l'aide de la méthode des sections.



Questions:

1- C'est quoi le but de RDM dans une structure:

La RDM permet de calculer et de tracer les diagrammes des sollicitations d'une structure, détermination des équations des efforts internes de chaque élément de la structure (M, N, T), et d'en déduire le comportement global de la structure. Elle permet de calculer les structures:

- Bâtiment, charpente, structure métalliques, ouvrage en béton armé, structure de systèmes divers.

2- Les hypothèses respecter avant de calculer une structure:

- Hypothèses sur les matériaux.
- Hypothèses sur les poutres.
- Hypothèses de NAVIER, BERNOULLI.
- Hypothèses de petits déplacements.
- Hypothèses sur les charges.

3- Les hypothèses pour calculer un système réticulé:

- Les systèmes sont plans.
- Les liaisons des barres sont articulations.
- Les forces extérieures sont contenues dans le même plan et sont appliquées aux systèmes uniquement en leur nœuds.
- Le poids propre des barres sont négligeables devant les forces appliquées.
- Les barres des systèmes treillis ne sont soumises qu'à des efforts normaux.

4- Le Mode opératoire pour résoudre un système réticulé:

a- Articuler des réactions d'appuis:

- On isole une partie de la structure considérée par une ligne imaginaire que coupe au maximum trois barres.
- On considère la partie isolée comme un corps en équilibre.
- On choisit un nœud comme axe de rotation.

Solution EX 1.

①. Justification du Système:

$$h = m + l - 2n.$$

- $m = 21$; Nombre de barres.
- $l = 3$; Nombre de liaisons.
- $n = 12$; Nombre de nœuds.

$$h = 21 + 3 - 2(12).$$

$$\boxed{h = 0}$$

Donc le système est intérieurement isostatique.

②. Calcul des Reactions d'appuis:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow R_{Ax} + F_1 + F_2 = 0 \Rightarrow R_{Ax} = -F_1 - F_2 = -10 - 10$$
$$\boxed{R_{Ax} = -20 \text{ kN}} \quad (0,25)$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow R_{Ay} + R_{Jy} = F_3 + F_4 + F_5 = 0 \Rightarrow R_{Ay} + R_{Jy} = 20 + 20 + 50$$
$$\Rightarrow \boxed{R_{Ay} + R_{Jy} = 90 \text{ kN}} \quad (0,25)$$

$$\sum M/A = 0 \Rightarrow -R_{Jx}(2,7) + F_1(3) + F_2(6) + F_3(5,1) + F_4(6,5) + F_5(7,9) = 0$$
$$R_{Jx} = \frac{F_1(3) + F_2(6) + F_3(5,1) + F_4(6,5) + F_5(7,9)}{2,7} \Rightarrow \boxed{R_{Jx} = 265,56 \text{ kN}}$$

$$\sum M/B = 0 \Rightarrow R_{Ax}(2,7) + F_1(3) + F_2(6) + F_3(2,4) + F_4(3,8) + F_5(5,2) = 0$$
$$R_{Ax} = -\frac{F_1(3) + F_2(6) + F_3(2,4) + F_4(3,8) + F_5(5,2)}{2,7}$$
$$\boxed{R_{Ax} = -175,56 \text{ kN}} \quad (0,25)$$

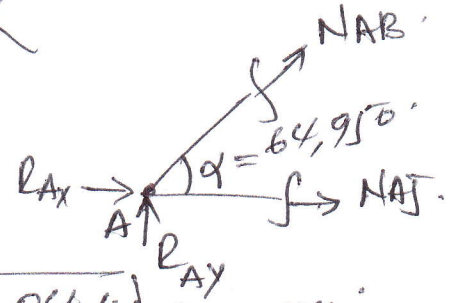
$$\text{On a } R_{Ax} + R_{Jx} = 90 \Rightarrow 265,56 - 175,56 = 90$$

Donc la condition est vérifiée. (C.V.)

③ - Calcule les effort dans les barres:

Noeud A: $\tan \alpha = \frac{3}{1,4} = 64,95^\circ$

(0,25)



$\sum F_x = 0 \Rightarrow R_{Ax} + N_{AJ} + N_{AB} \cos \alpha = 0$

$N_{AJ} = -R_{Ax} - N_{AB} \cos(64,95) = 0 \Rightarrow \boxed{N_{AJ} = -62,04 \text{ kN}}$ Compression

$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_{AB} \sin(64,95) + R_{Ay} = 0 \Rightarrow N_{AB} = \frac{175,56}{\sin(64,95)}$

(0,25)

$\boxed{N_{AB} = 193,78 \text{ kN}}$ Traction

Noeud J: $\tan \alpha = \frac{3}{1,3} = 66,50^\circ$

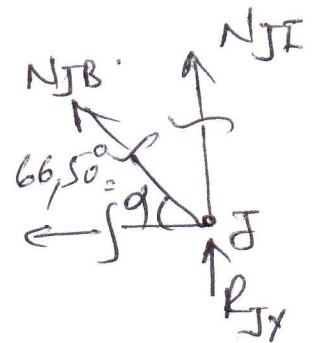
$\sum F_x = 0 \Rightarrow -N_{JA} - N_{JB} \cos(66,50) = 0$

$\Rightarrow \boxed{N_{JB} = 155,58 \text{ kN}}$ Traction

$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_{JB} \sin(66,50) + N_{JI} + R_{Jy} = 0$

$\Rightarrow \boxed{N_{JI} = -408,23 \text{ kN}}$ Compression

(0,25)



Noeud M: $\tan \alpha = \frac{1}{1,4} = 35,37^\circ$

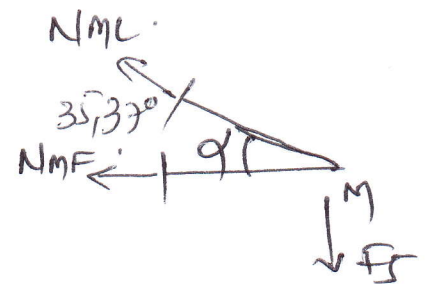
$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_{ML} \sin(35,37) - F_5 = 0$

$\Rightarrow \boxed{N_{ML} = 86,37 \text{ kN}}$ Traction

$\sum F_x = 0 \Rightarrow -N_{ML} \cos(35,37) - N_{MF} = 0 \Rightarrow N_{MF} = -86,37 \cos(35,37)$

$\Rightarrow \boxed{N_{MF} = -70,42 \text{ kN}}$ Compression

(0,25)



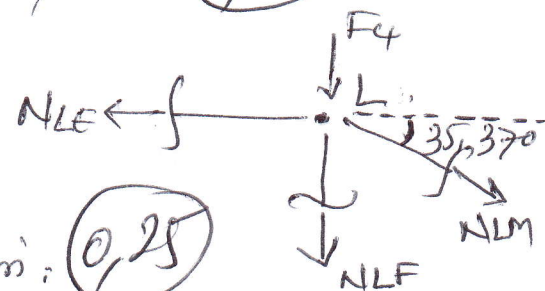
Noeud L: $\tan \alpha = \frac{1}{1,4} = 35,37^\circ$

$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{ML} \cos(35,37) - N_{LE} = 0$

$\Rightarrow \boxed{N_{LE} = 70,42 \text{ kN}}$ Traction

$\sum F_y = 0 \Rightarrow -F_4 - N_{LF} - N_{LM} \sin(35,37) = 0$

$\boxed{N_{LF} = -69,99 = -70 \text{ kN}}$ Compression



③

Dr = B. Boussing

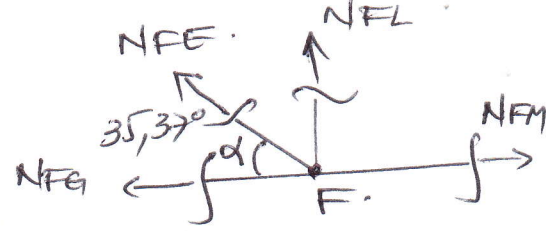
Noeud F: $\tan \alpha = \frac{1}{1,4} = 35,37^\circ$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_{FL} + N_{FE} \sin(35,37) = 0$

(0,25) $\Rightarrow N_{FE} = 120,92 \text{ kN}$ Traction.

$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{GF} + N_{MF} - N_{FE} \cos(35,37) = 0$

(0,25) $\Rightarrow N_{GF} = -168,60 \text{ kN}$ Compression.



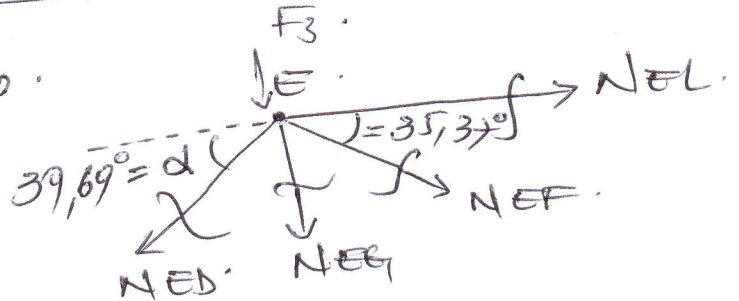
Noeud E: $\tan \alpha = \frac{1}{1,2} = 39,69^\circ$

$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{ED} \cos(39,69) + N_{EL} + N_{EF} \cos(35,37) = 0$

(0,25) $\Rightarrow N_{ED} = 219,10 \text{ kN}$ Traction.

$\sum F_y = 0 \Rightarrow -F_3 - N_{EG} - N_{ED} \sin(39,69) - N_{EF} \sin(35,37) = 0$

(0,25) $\Rightarrow N_{EG} = -229,91 \text{ kN}$ Traction.



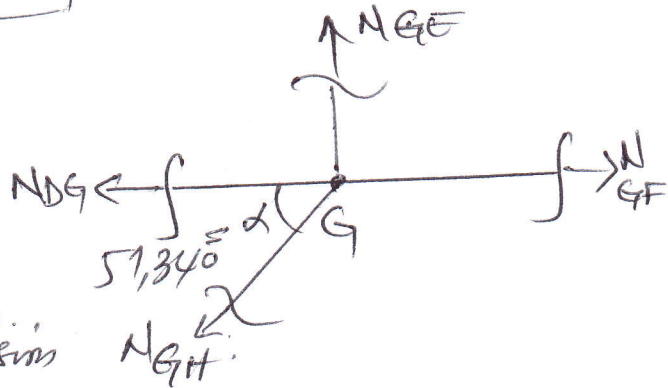
Noeud G: $\tan \alpha = \frac{1,5}{1,2} = 51,34^\circ$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow -N_{GH} \sin(51,34) + N_{GE} = 0$

(0,25) $\Rightarrow N_{GH} = -294,42 \text{ kN}$ Compression.

$\sum F_x = 0 \Rightarrow -N_{GD} + N_{GF} - N_{GH} \cos(51,34) = 0$

(0,25) $\Rightarrow N_{GD} = 15,32 \text{ kN}$ Compression Traction.



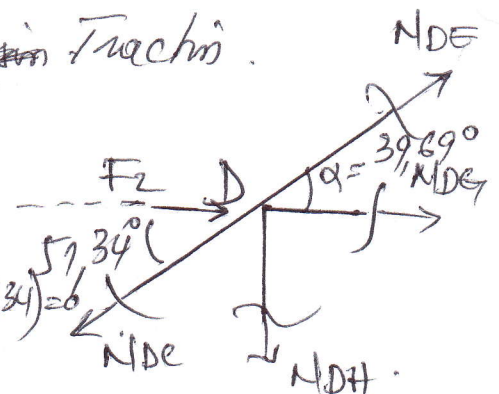
Noeud D: $\tan \alpha = \frac{1}{1,2} = 39,69^\circ$

$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_2 + N_{DG} + N_{DE} \cos(39,69) - N_{DC} \cos(51,34) = 0$

(0,25) $\Rightarrow N_{DC} = 310,42 \text{ kN}$ Traction.

$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_{DE} \sin(39,69) - N_{DH} - N_{DC} \sin(51,34) = 0$

(4) $\Rightarrow N_{DH} = -102,47 \text{ kN}$ Compression.



Dr. B. Bouabrig

Noend H: $\tan \alpha = \frac{1,5}{1,2} = 57,34^\circ$.

$\sum F_x = 0 \Rightarrow -N_{He} - N_{HI} \cos(57,34) + N_{HG} \cos(57,34) = 0$

(0,25) $\Rightarrow \boxed{N_{He} = 81,57 \text{ kN}}$ Traction.

$\sum F_y = 0 \Rightarrow -N_{HI} \sin(57,34) + N_{DH} + N_{HG} \sin(57,34) = 0$.

(0,25) $\Rightarrow \boxed{N_{HI} = -425,64 \text{ kN}}$ Compression.

Noend C: $\tan \alpha = \frac{1,5}{1,3} = 49^\circ$.

$\sum F_x = 0 \Rightarrow -N_{CB} \cos(49) + N_{CD} \cos(57,34) + N_{CH} = 0$.

(0,25) $\Rightarrow \boxed{N_{CB} = 449,51 \text{ kN}}$ Traction.

$\sum F_y = 0 \Rightarrow -N_{CB} \sin(49) - N_{CI} + N_{CD} \sin(57,34) = 0$.

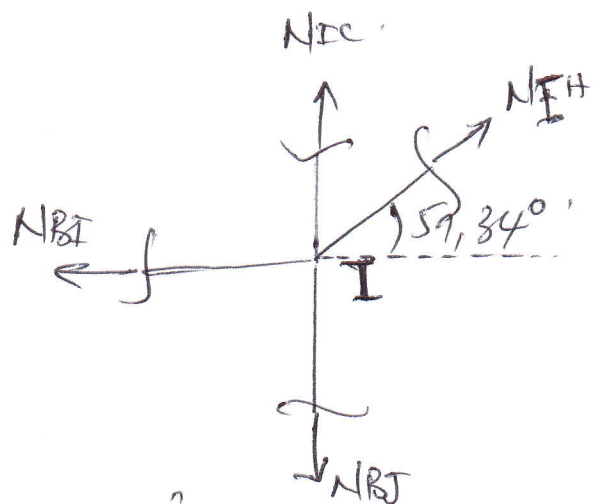
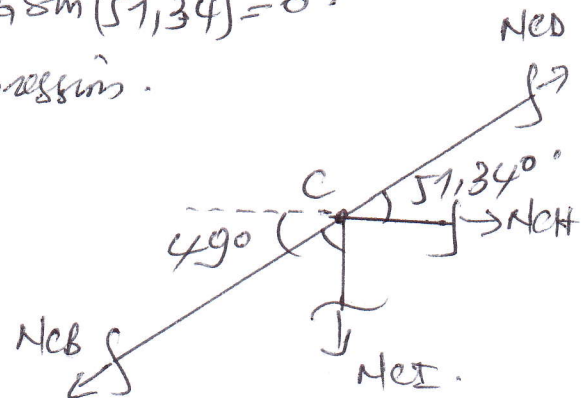
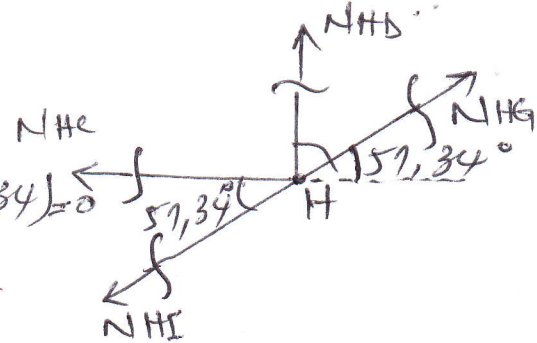
(0,25) $\Rightarrow \boxed{N_{CI} = -74,21 \text{ kN}}$ Compression.

Noend I: $\tan \alpha = \frac{1,5}{1,2} = 57,34^\circ$.

$\sum F_x = 0$

$-N_{BI} + N_{IH} \cos(57,34) = 0$.

(0,25) $\Rightarrow \boxed{N_{BI} = 265,89 \text{ kN}}$ Compression.



Bar.	Lo Force (kN)	Nature.	Angle
NAJ	62,04	compression	64,95°
NBA	193,78	Traction	64,95°
NJB	155,58	Traction	66,50°
NJI	408,23	compression	66,50°
NML	86,37	Traction	35,37°
NMF	70,42	compression	35,37°
NCE	70,42	Traction	35,37°
NLE	70	compression	35,37°
NFE	120,92	Traction	35,37°
NCF	168,60	compression	35,37°
NED	219,10	Traction	35,37°
NEG	229,91	compression	35,37°
NGH	294,42	compression	51,34°
NGA	15,32	Traction	51,34°
NAC	310,42	Traction	39,69°
NDH	102,47	compression	39,69°
NHE	81,57	Traction	51,34°
NAI	425,64	compression	51,34°
NAB	419,51	Traction	49°
NEI	74,21	compression	49°
NBI	265,89	compression	51,34°

$$R_{AX} = -20 \text{ kN}$$

$$R_{AY} = -175,56 \text{ kN}$$

$$R_{JY} = 265,56 \text{ kN}$$

Solution Ex N° 2.

$$\alpha = 45^\circ.$$

① - Calcul des Reactions :

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow R_{Ax} + 5 \cos 45 - 10 \cos 45 = 0$$

$$\Rightarrow R_{Ax} = 3,535 \text{ kN}.$$

(0,25)

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow R_{Ay} - 2(2 \times 1) - 5 \sin 45 + 10 \sin 45 = 0.$$

$$\Rightarrow R_{Ay} = 0,46 \text{ kN}.$$

(0,25)

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow M_A + 5 \cos 45 \cdot 8 - 2 - 10 \sin 45 \cdot 4 - 10 \cos 45 \cdot 2$$

$$+ 2 \cdot 1 \cdot 9,5 + 2 \cdot 1 \cdot 3,50 = 0.$$

$$M_A = 8,142 \text{ kN} \cdot \text{m}.$$

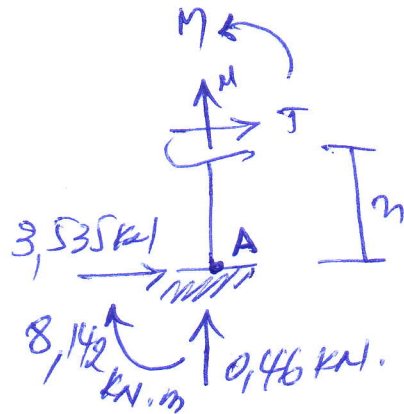
(0,25)

② - Les expressions de M, N, T.

Travée AB.

- $T = -3,54 \text{ kN}.$
- $N = -0,46 \text{ kN}.$
- $M = 8,14 - 3,54 n.$

(0,75)

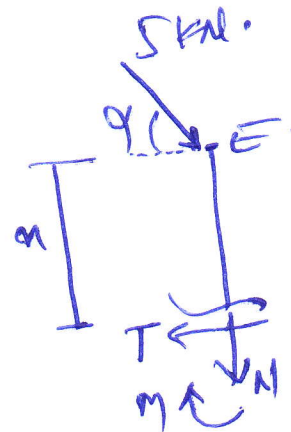


pour $n = 0 \text{ m}$: $M(0) = 8,14 \text{ kN} \cdot \text{m}.$
 pour $n = 4 \text{ m}$: $M(4) = -6,00 \text{ kN} \cdot \text{m}.$

Travée EB.

- $T = 5 \cos 45 = 3,54 \text{ kN}.$
- $N = 5 \sin 45 = -3,54 \text{ kN}.$
- $M = -5 \cos 45 \cdot n.$

(0,75)



pour $n = 0 \text{ m}$: $M(0) = 0.$
 pour $n = 4 \text{ m}$: $M(4) = -14,14 \text{ kN} \cdot \text{m}.$

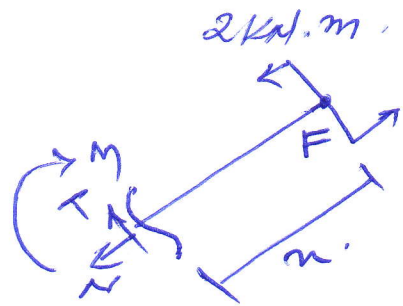
(6)

Dr = B. Bouabrig

Travée Fe

- $N = 0 \text{ kN}$.
- $T = 0 \text{ kN}$.
- $M = 2 \text{ kN.m}$.

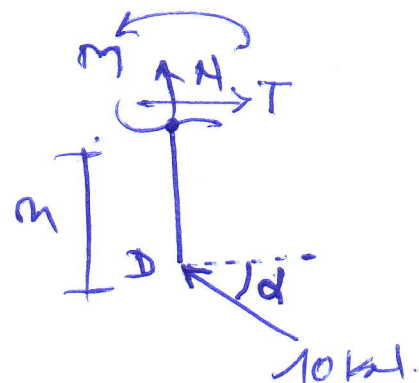
(0,75)



Travée Be

- $N = -10 \sin 45 \Rightarrow N = -7,07 \text{ kN}$.
- $T = 10 \cos 45 \Rightarrow T = 7,07 \text{ kN}$.
- $M = 10 \cos 45 \cdot n$.

(0,75)



- Pour $n = 0 \text{ m}$ $M(0) = 0$.
- Pour $n = 2 \text{ m}$ $M(2) = 14,14 \text{ kN.m}$.

Travée Be

- $N = -5 \cos 45 - 3,53 \Rightarrow N = -7,07 \text{ kN}$.
- $T = -3,07 - 2n$ / $n = 0$ $T(0) = -3,07 \text{ kN}$
 $n = 1$ $T(1) = -5,07 \text{ kN}$.

(0,75)

$$\sum M = 0 \Rightarrow M + 2 \frac{n^2}{2} + 5 \sin 45 n - 5 \cos 45 \cdot 4 - 8,142 - 0,46n + 3,54 \cdot 4 = 0$$

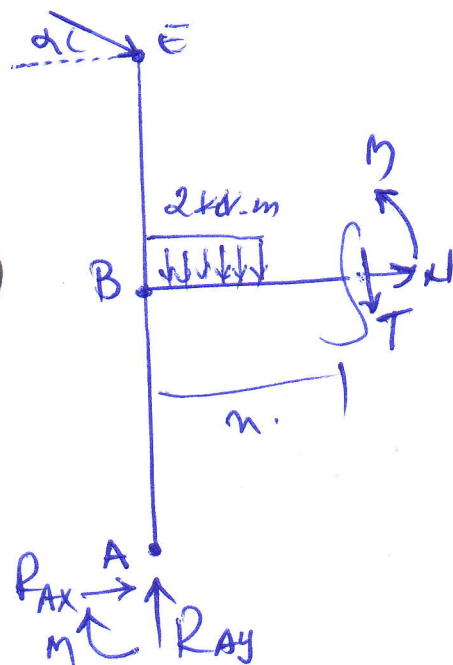
$$M = -n^2 - 3,07n + 8,122 \quad \begin{matrix} n = 0 & M(0) = 8,12 \text{ kN.m} \\ n = 1 & M(1) = 4,05 \text{ kN.m} \end{matrix}$$

- $N = -7,07 \text{ kN}$.
- $T = -2 \cdot 1 + 0,46 - 5 \sin 45 = -5,07 \text{ kN}$.

$$M = -2(n + 0,5) - 3,07(n + 1) + 8,122$$

$$\begin{matrix} n = 0 \text{ m} & M(0) = 4,05 \text{ kN.m} \\ n = 2 \text{ m} & M(2) = -6,08 \text{ kN.m} \end{matrix}$$

(0,75)



$\sigma = \rho \cdot \rho_{\text{acier}} / \rho_{\text{béton}}$

(7)

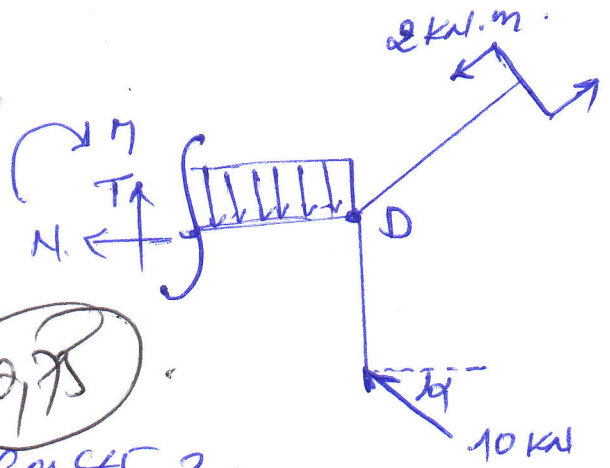
Travée CB.

$$N = -10 \cos 45^\circ \Rightarrow N = -7,07 \text{ kN}$$

$$T = 2n - 18 \sin 45^\circ$$

$$n = 0 \text{ m } T(0) = -7,07 \text{ kN}$$

$$n = 1 \text{ m } T(1) = -5,07 \text{ kN}$$



$$M = 2 - n^2 + 10 \sin 45^\circ \cdot n - 10 \cos 45^\circ \cdot 2$$

$$M = -n^2 + 7,07n - 12,142$$

$$n = 0 \text{ m } \Rightarrow M(0) = -12,142 \text{ kN.m}$$

$$n = 1 \text{ m } \Rightarrow M(1) = -6,07 \text{ kN.m}$$

Diagramme de M_f .

