

PONT ROULANT

1. Mise en situation

Cette étude s'inscrit dans le cadre du dimensionnement des poutrelles latérales et de la traverse d'un pont roulant qui équipe un atelier de construction mécanique. Le dessin en perspective représenté figure 4.34 en définit les paramètres de l'étude.

La traverse 1, les poutrelles latérales 4 et les poteaux 5 sont des barres profilés du commerce. Les sommiers 3 et le palan 2 sont des éléments préfabriqués.

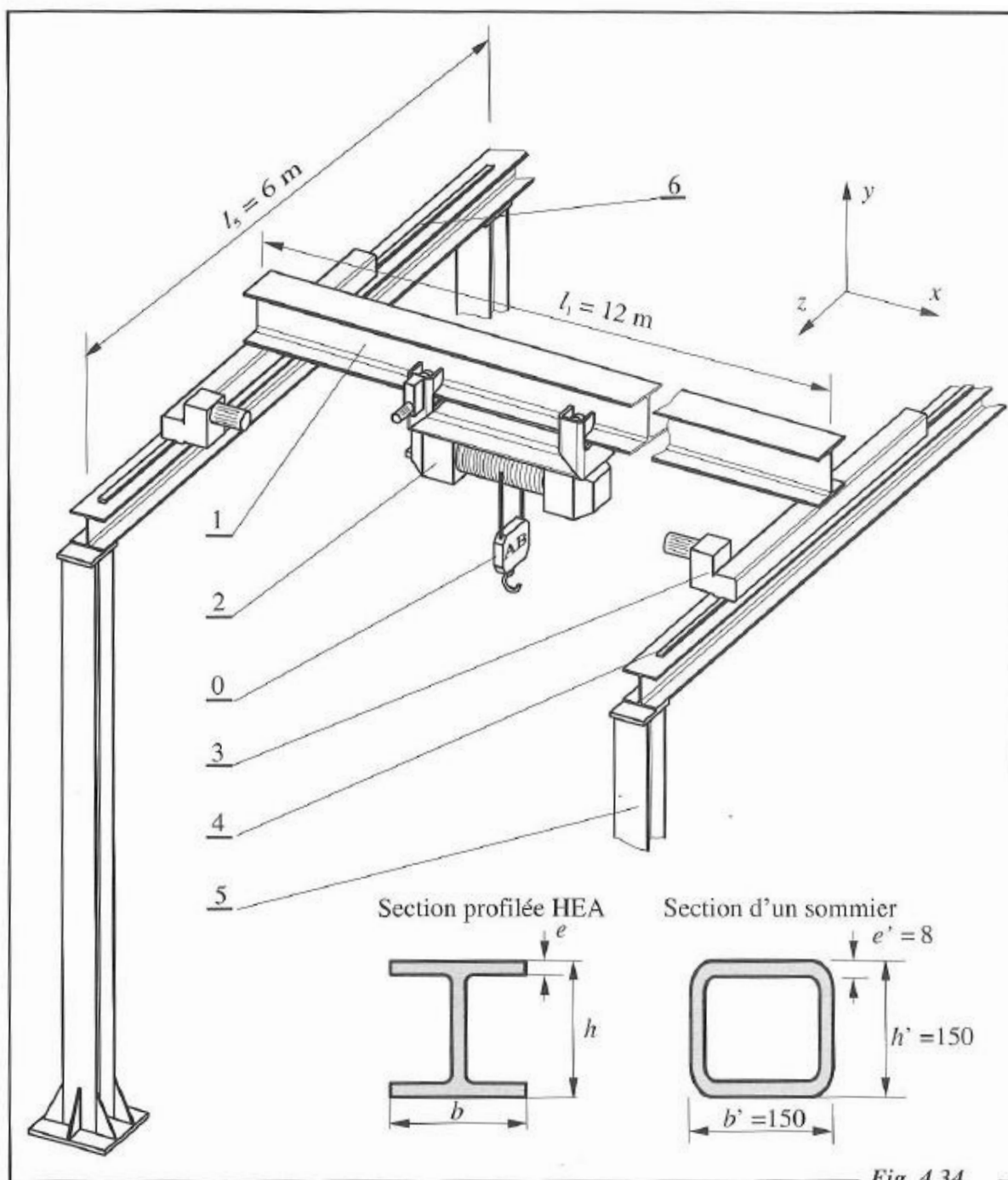


Fig. 4.34

2. Hypothèses et données

La longueur totale du pont (capacité de transport dans la direction \vec{z}) est de 54m. Sa capacité de charge est $P_{\max} = 2000$ daN. Les caractéristiques nécessaires à l'étude sont représentées ci-dessous figure 4.35

Rep.	Dénomination	Poids en daN	Observation	Résistance
1	Traverse	?	Profilé HEA	$R_c = 300$ MPa
2	Palan	$P_2 = 150$	Préfabriqué	
3	Sommier	$P_3 = 95$	Préfabriqué	
4	Poutrelle latérale	$P_4 = 300$	HEA 220	$R_c = 300$ MPa
5	Poteau	$P_5 = 300$	HEA 220	$R_c = 300$ MPa
6	Rail	$P_6 = 0$	Barre 40x20	
0	Charge utile	$P_{0 \max}$	2000 daN	

Fig. 4.35

3. Etude du dimensionnement de la traverse

Nous envisageons deux critères d'étude :

- Condition de déformation
- Condition de résistance

a. Condition de déformation

Hypothèse

- on ne tient pas compte du poids propre de la poutre
- La fixation de la traverse sur les sommiers peut ressembler à un encastrement démontable mais les galets de ces derniers peuvent subir une légère rotation d'axe \vec{z} par rapport aux rails. A ce niveau, un jeu latéral de plusieurs mm autorise un déplacement dans la direction \vec{x} .
- Les poutres sont en acier : $E = 200\,000$ Mpa

Cahier des charges

Sous l'effet de la charge utile maximale P_{\max} située en sa position la plus défavorable, le cahier des charges nous impose une flèche de la traverse inférieure à 20 mm.

Q1 : déterminer la position de chargement la plus défavorable.

Q2 : Avec l'aide de l'annexe 1 figure 4.16, déterminer le modèle correspondant à notre étude. En déduire l'équation permettant de calculer la flèche maxi.

Q3 : En analysant la tableau des profilés extrait du catalogue représenté en annexe 2, repérer le paramètre représentant la capacité qu'un profilé a à se déformer en flexion.

Q4 : En vous aidant de la réponse à la question 2, déterminer l'équation de ce paramètre en fonction du chargement et de la déformation, du matériau et de la longueur de la poutre.

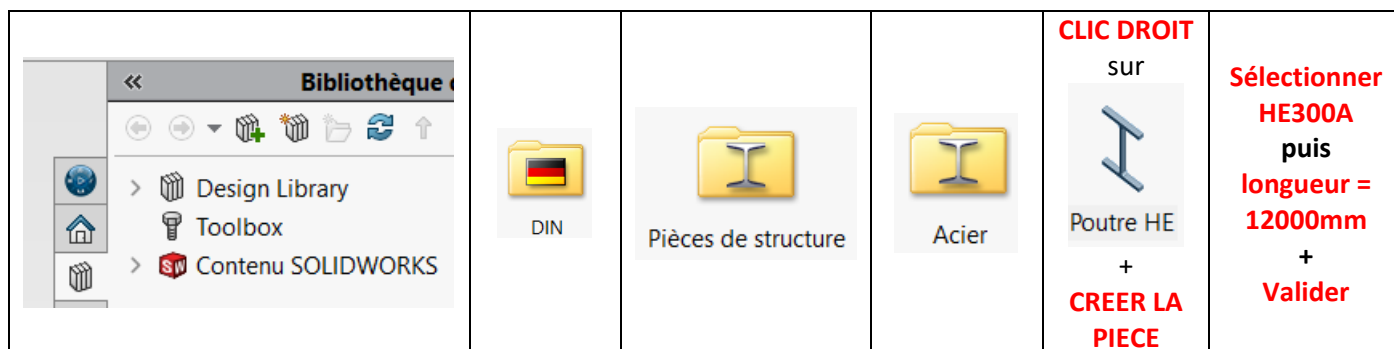
Q5 : Application numérique : déterminer la valeur du paramètre identifié à la question 3.

Q6 : identifier sur l'annexe 2 le profil respectant la condition de déformation.

Application dans SolidWorks

1. Création de la poutre

Ouvrir SolidWorks et rechercher dans Toolbox, le profil correspondant à la question 5 pour une longueur de 12000 mm comme suit:



Enregistrer la pièce dans votre répertoire personnel sous le nom « **HEA300-1200** » dans un dossier intitulé **HEA300**

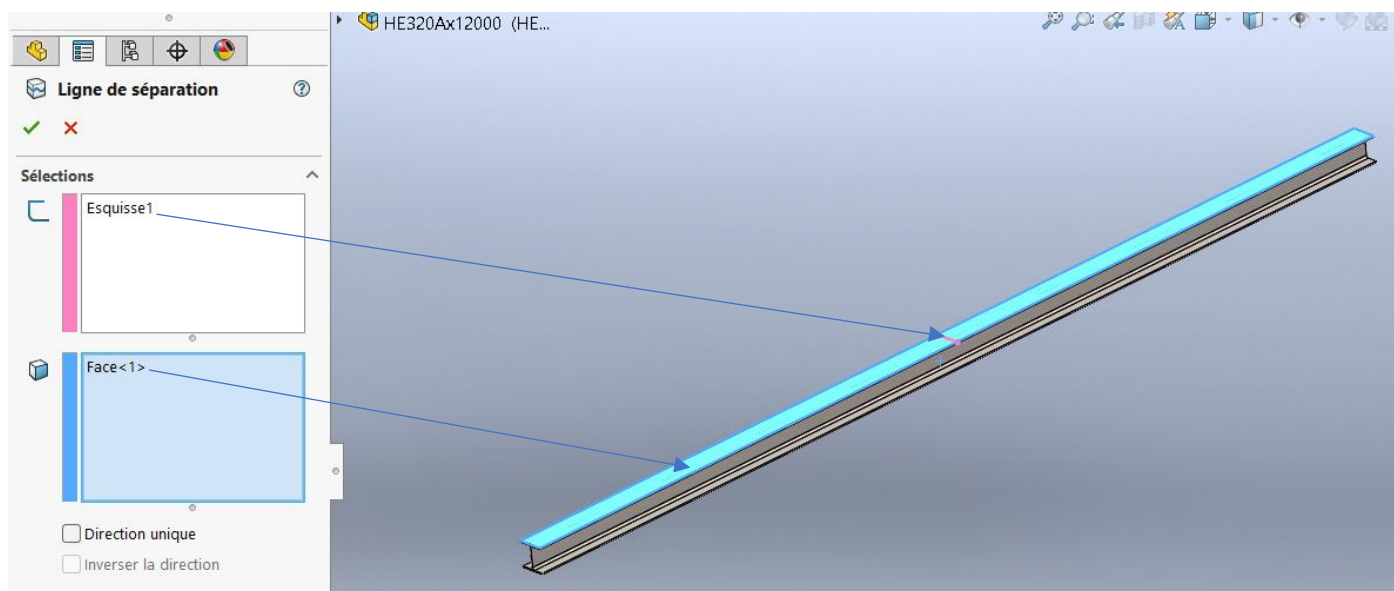


Sur la face supérieure de la poutre, créer un trait d'esquisse passant par le milieu de la longueur de la poutre



Créer une ligne de séparation comme suit :

Insérer / Courbe / Ligne de séparation / Type de séparation : **projection** puis sélectionner les éléments suivants :

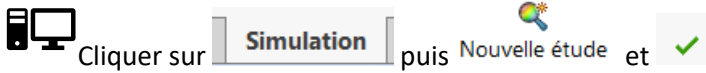


Et valider.

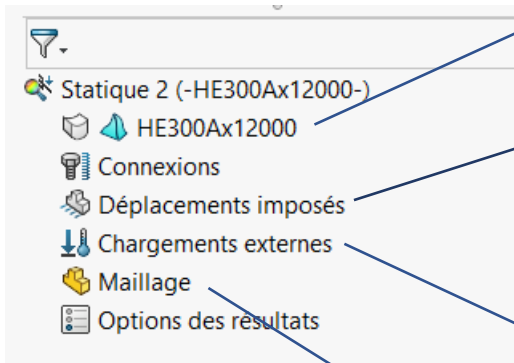


La face supérieure est maintenant découpée en 2 parties. La ligne séparative sera le lieu de la charge.

2. Simulation de flexion



Pour exécuter une simulation, il est nécessaire de donner à SolidWorks les paramètres de l'étude :



Clic droit : Appliquer le matériau favori + Acier non allié

Bloquer les extrémités de la poutre :

- Coté gauche : blocage complet de l'arête inférieure
- Coté droit : blocage de l'arête inférieure en translation verticale uniquement

Ajouter une force, centrée au milieu de la face supérieure de la poutre et normale à celle-ci. $F = 20\ 000\ \text{N}$

Clic droit et créer le maillage



Lancer les calculs en cliquant sur



Afficher les résultats de déplacements. Conclure



Copier/coller le résultat de la simulation dans un document Word

Afin d'être au plus près de la réalité, il est nécessaire de prendre en compte le poids de la poutre.



Ajouter la gravité aux chargements externes et relancer les calculs. Conclure

3. Compte rendu de simulation



Dans Word, copier/coller la figure représentant la déformation avec l'échelle des couleurs et conclure qu'en au respect de la condition de déformation



Proposer un nouveau profil respectant cette condition puis refaire la simulation en reprenant à partir de l'étape 1



Afficher dans résultats les contraintes dans la poutre. Conclure qu'en à la condition de résistance. Quel est le coefficient de sécurité

4. Principe de superposition

Nous avons vu que le chargement de la poutre devait prendre en compte la charge $P_{0\max}$ à soulever ainsi que son poids propre.



A l'aide de la fonction EVALUER de SolidWorks, déterminer la masse du profilé HEA340 ainsi que son moment quadratique I_{gz}

Le modèle défini à la question 2 ne prend en compte que la charge à soulever.



Retrouver par calcul le valeur de la flèche au milieu de la poutre pour ce modèle (notée f_1).

Nous allons maintenant calculer la flèche générée par le poids propre de la poutre (f2).



Identifier sur le tableau de l'annexe 1 le modèle correspondant. En déduire la formule de la flèche f_2 .



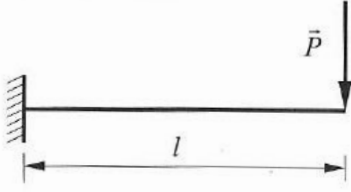

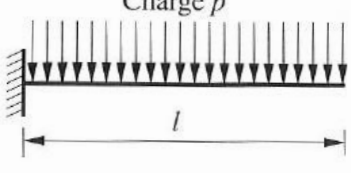

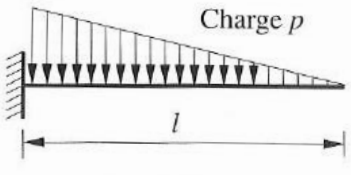

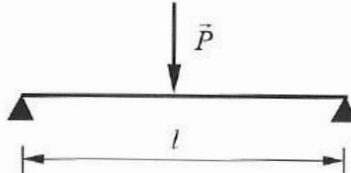
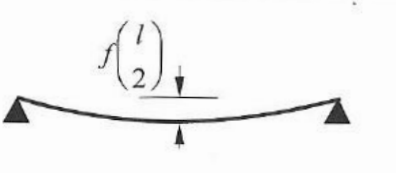
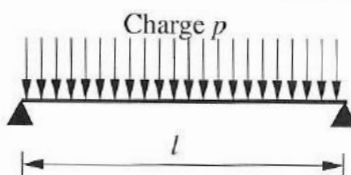
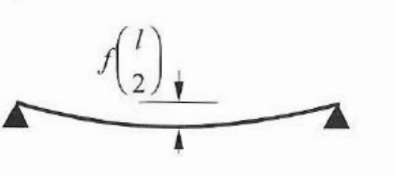
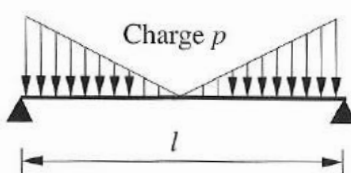
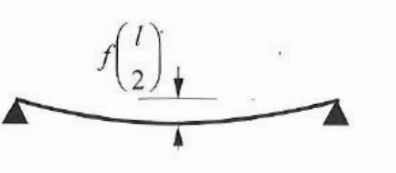
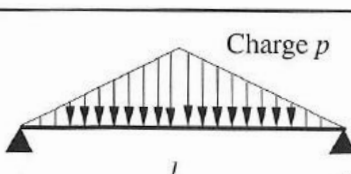
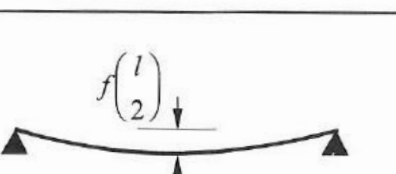
En utilisant les propriétés de masse et de section de la poutre, calculer la flèche de la poutre lorsqu'elle n'est soumise qu'à son propre poids.



Additionner les 2 flèches f_1 et f_2 . Comparer la valeur à celle trouvée grâce à SolidWorks. Conclure

Annexe 1

Fig. 4.16

		$f(l) = \frac{Pl^3}{3EI}$ $\alpha(l) = \frac{Pl^2}{2EI}$
		$f(l) = \frac{pl^3}{8EI}$ $\alpha(l) = \frac{pl^2}{6EI}$
		$f(l) = \frac{pl^3}{15EI}$ $\alpha(l) = \frac{pl^2}{12EI}$
		$f\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{Pl^3}{48EI}$ $\alpha(0) = \frac{Pl^2}{16EI}$
		$f\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{5pl^3}{384EI}$ $\alpha(0) = \frac{pl^2}{24EI}$
		$f\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{pl^3}{107EI}$ $\alpha(0) = \frac{pl^2}{32EI}$
		$f\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{pl^3}{60EI}$ $\alpha(0) = \frac{5pl^2}{96EI}$

$f(l)$ signifie la flèche (f) à la distance (l) du bord de la poutre

$f(l/2)$ signifie la flèche (f) à la distance ($l/2$) du bord de la poutre

Annexe 2

Tableau des profilés HEA extrait du catalogue fabricant

Profil	h mm	b mm	a mm	e mm	m kg/m	I_{Gz} cm^3	I_{Gz} cm^4
200	190	200	6,5	10	42,3	389	3692
220	210	220	7	11	50,5	515	5410
240	230	240	7,5	12	60,3	675	7763
260	250	260	7,5	12,5	68,2	836	10460
280	270	280	8	13	76,4	1010	13670
300	290	300	8,5	14	88,3	1260	18260
320	310	300	9	15,5	97,6	1480	22930
340	330	300	9,5	16,5	105	1680	27700
360	350	300	10	17,5	112	1890	33090
400	390	300	11	19	125	2310	45070

5. Etude d'une poutre latérale

Le palan 2 peut se déplacer sur la poutre transversale jusqu'à 60cm de ses extrémités.



Justifier les conditions de chargement décrites ci-dessous à la figure 4.42

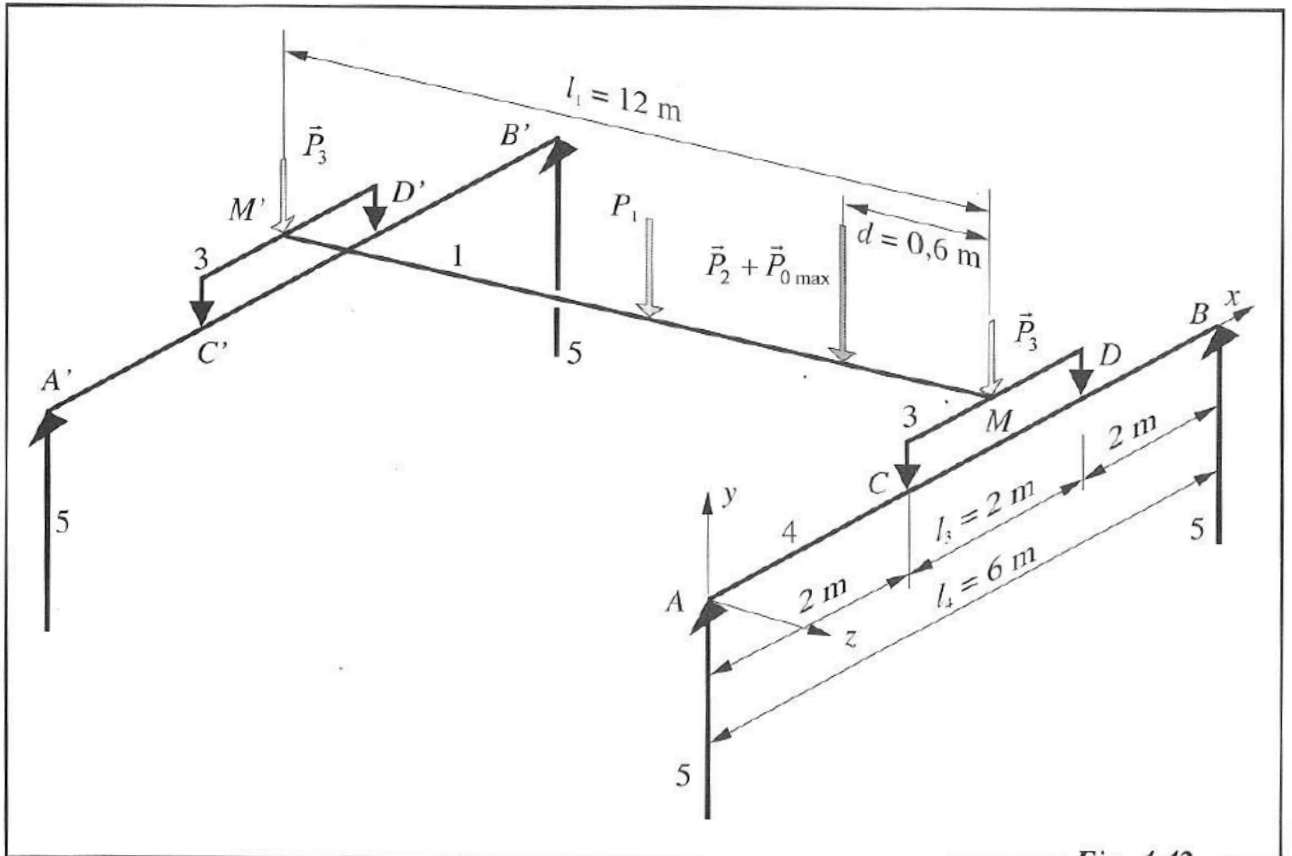
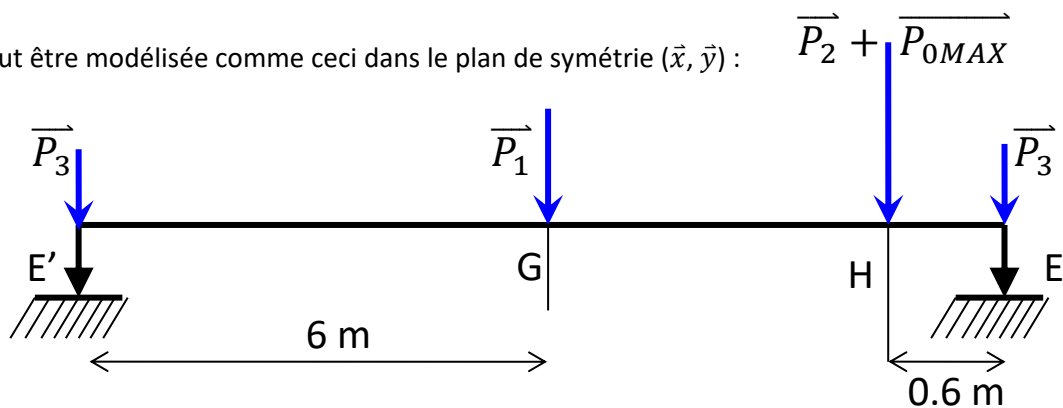


Fig. 4.42

La traverse peut être modélisée comme ceci dans le plan de symétrie (\bar{x}, \bar{y}) :



6. Etudier l'équilibre de la traverse et déterminer les efforts de réaction aux points E' et E.

Un logiciel de calcul statique a permis de déterminer les efforts en C et D. $\|\overrightarrow{F_{C3/4}}\| = \|\overrightarrow{F_{D3/4}}\| = 1380 \text{ daN}$

7. Créer dans SolidWorks la poutre latérale de type HEA220 de longueur 6m
8. Créer une simulation correspondant à l'analyse de la poutre [AB]
9. Déterminer la valeur de la flèche maxi de cette poutre
10. Déterminer le coefficient de sécurité