

Etude de la résistance et de la déformation d'une marche d'escalier "design"

Certains professionnels proposent des escaliers au design moderne comme c'est le cas pour cet escalier en porte-à-faux donnant un effet « aérien » à la structure.

Ce type de construction impose à chaque marche une fixation sur un seul côté (porte-à-faux) ce qui les fragilise considérablement. L'objet de cette étude est la vérification de résistance et d'une marche, ainsi que l'étude de sa déformation.

**Hypothèses :**

On se placera dans la situation très défavorable où deux personnes de forte corpulence (90 Kg chacun) se trouveraient en même temps sur une même marche.

Données :

Dimensions d'une marche : 100x350x1200 mm

Matériau constitutif : chêne massif

Déplacement maximal autorisé à l'extrémité d'une marche : 1 mm

I. Vérification de la résistance (étude de résistance des matériaux)

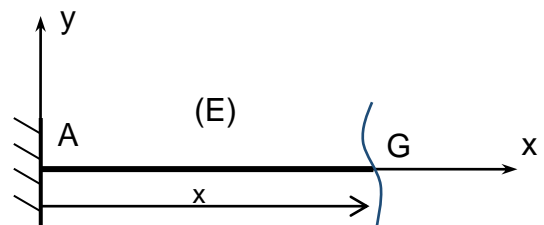
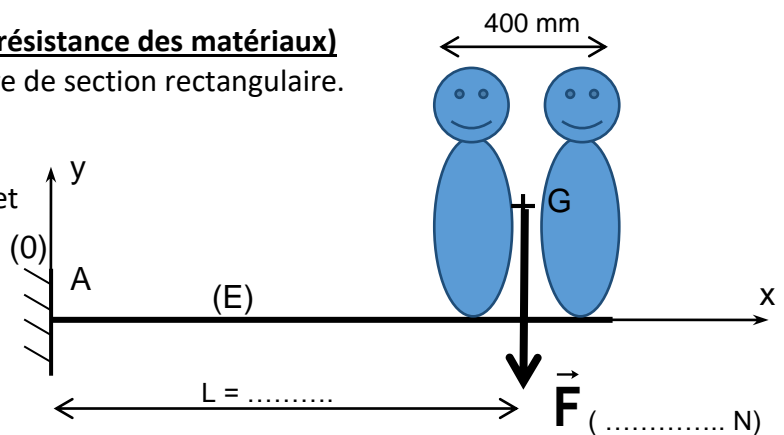
On modélisera la marche comme une poutre de section rectangulaire.

1. Complétez le schéma ci-contre en indiquant les valeurs à prendre pour L et pour F.
2. Calculez les composantes du torseur des actions mécaniques de la liaison encastrement en A.

$$\text{On donne } \{\tau_{0 \rightarrow E}\}_A = \begin{Bmatrix} X_A & 0 \\ Y_A & 0 \\ 0 & N_A \end{Bmatrix}$$

On donne le torseur de cohésion dans une section droite d'abscisse x de la poutre :

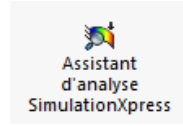
$$\{\tau_{Cohésion}\}_G = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -1800 & 0 \\ 0 & 1800x - 1800 \end{Bmatrix}$$



3. Quelle est l'abscisse x de la section droite de la poutre la plus sollicitée ?
4. Calculez le moment quadratique $I_{G,z}$ d'une section de centre de gravité G. En déduire la valeur de la contrainte normale maximale dans cette section.

II. Vérification du déplacement maximal (Simulation sur Solidworks)

5. Lancez SolidWorks et ouvrez le fichier Marche.sldprt. Enregistrez ce fichier dans votre espace personnel.
6. Dans l'onglet *Evaluer*, lancez le module *Assistant d'analyse simulation Express*



Effectuez les étapes suivantes :

- a) **Déplacements imposés** → **Ajouter un déplacement imposé** : sélectionnez la face de la marche qui est fixée au mur ;
- b) **Chargements** → **Ajouter une force** : sélectionnez la surface sur laquelle la force est répartie et entrez la valeur en N
- c) **Matériau** → **Modifier le matériau** : sélectionnez le matériau de la marche
- d) **Exécuter** → Lancez la simulation

Analyse des résultats

7. Affichez les contraintes (Von Mises) et relevez la valeur maximale. Comparez avec la valeur calculée à la question 5.
8. La condition de résistance est-elle respectée si on prend un coefficient de sécurité $s=5$?
9. Affichez les déplacements et vérifiez si la condition de déplacement maximal est respectée.
10. Effectuez les modifications nécessaires sur la marche. Cliquez sur fin de visualisation des résultats et optimisez la pièce :
 - sélectionnez la cote à modifier (paramètre) ;
 - indiquez la limite imposée (coef. de sécurité, déplacement max ou contrainte max) ;
 - indiquez la valeur de cette limite ;
 - exécutez l'optimisation.
11. Relevez la nouvelle valeur de la cote du modèle optimisé.