

Le film Seul sur Mars est-il réaliste avec la notion de pression ?

Extrait du film : (1:02:41) - (1:12:20)

Résumé du film :

Un astronaute américain, Mark Watney, est laissé pour mort sur Mars par son équipage après une tempête de poussière dévastatrice qui a forcé l'évacuation en urgence de la mission *Ares III*.

Seul sur une planète hostile et sans moyen de communiquer avec la Terre, il doit utiliser ses connaissances de botaniste et d'ingénieur pour survivre. Avec des réserves de nourriture prévues pour quelques semaines seulement, Watney parvient à cultiver des pommes de terre dans l'habitat martien et à fabriquer de l'eau. Tout se passe plutôt bien jusqu'à un accident du sas de décompression. Info : Un « sol » est un jour martien soit 24h et 39 minutes.

Données :

- Le PSI est une unité de pression anglo-saxonne : 1 psi (*pound per square inch*) = 6894,76 Pa
- Mark Watney, le personnage principal mesure 1,8 m.
- Le poids d'un objet de masse m s'exprime $P = mg$.
- $g_{\text{terre}} = 9.81 \text{ N.kg}^{-1}$; $g_{\text{mars}} = 3.71 \text{ N.kg}^{-1}$.
- Epaisseur de la bâche utilisée pour réparer le sas : $e = 2 \text{ mm}$

Questions :

1. Estimer avec 2 chiffres significatifs le diamètre du sas. (une mesure peut être effectuée sur le document 3).

2. Calculer la force pressante $F_{\text{int} > \text{ext}}$ (en N) exercées par l'air à l'intérieur de la base sur la bâche. La pression dans la base vaut 700 hPa (comparable à la pression dans un avion de ligne)

3. Calculer la masse d'un objet à la surface de la Terre dont le poids serait de 300 kN.

4. En utilisant le document 2, calculer la force pressante $F_{\text{ext} > \text{int}}$ (en N) exercée par l'atmosphère de Mars sur la bâche.

5. Représenter les forces exercées sur la bâche sur un schéma avec l'échelle 1 cm = 30 kN

6. Que peut-on dire de la force pressante $F_{\text{ext} > \text{int}}$ (en N) exercée par l'atmosphère de Mars sur la bâche ?

7. En utilisant les documents 4 et 5, trouver la flèche de la bâche (son épaisseur vaut 2 mm). Est-ce cohérent avec le film ?

8. En utilisant le document 6, la bâche peut-elle résister mécaniquement dans les conditions du film ?

9. Propose une pression dans la base qui permettrait à la bâche de résister.

Document 1 : Les forces pressantes

Quand un gaz ou un liquide (un fluide) touche une paroi, ses molécules s'entrechoquent continuellement contre elle. L'accumulation de ces milliards de minuscules crée une poussée globale : la **force pressante**.

Elle a deux caractéristiques physiques majeures :

- Orientation : elle pousse toujours perpendiculairement à la surface.
- Sens : elle va du fluide vers la paroi.

$$\text{Force} = \text{Pression} \times \text{Surface}$$

$$F = P \times S$$

F (Force pressante) : en Newtons (N) ; P (Pression) : en Pascals (Pa) ; S (Surface) : en mètres carrés (m²).

Document 2 : Entrée dans le sas de décompression. Vue scaphandre. (1:02:41)

A gauche, les valeurs pour l'environnement extérieures, A droite, les valeurs à l'intérieur de la combinaison.



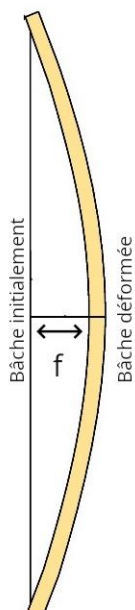
Document 3 : Vue extérieure du sas avant la mise sous pression de la base (1:09:57)



Document 4 : Vue extérieure du sas après la mise sous pression de la base (1:11:05)



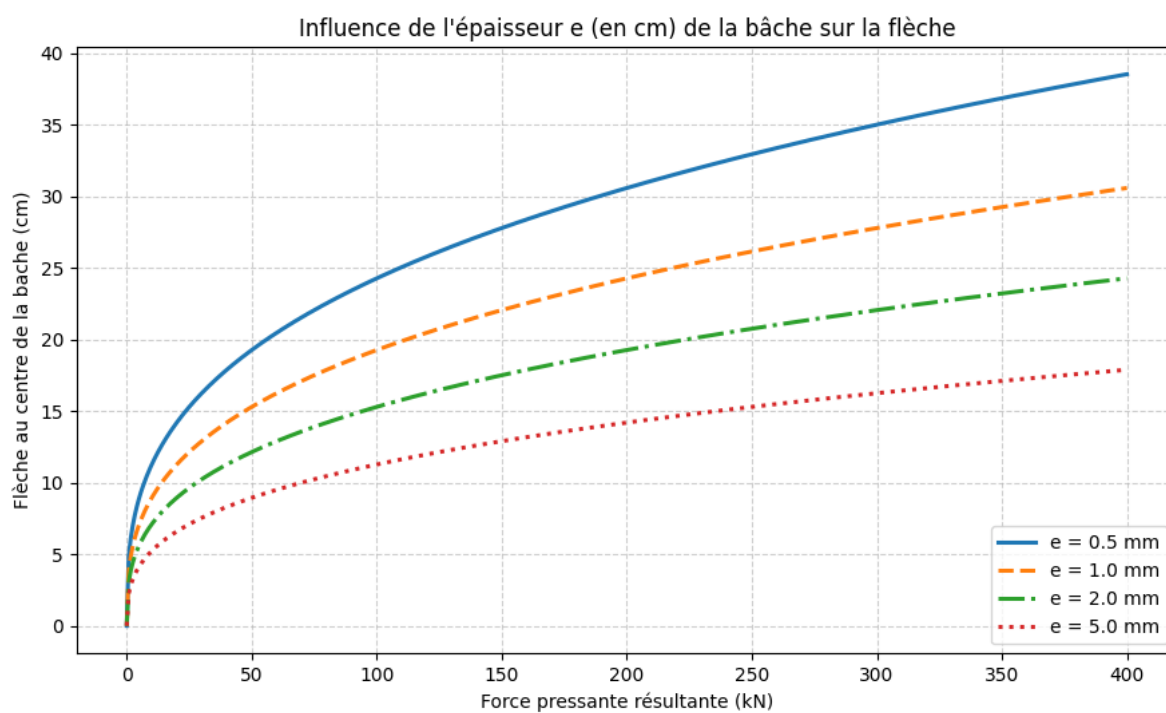
Document 4 : Définition de la « flèche »



En résistance des matériaux, la « flèche » est usuellement la valeur maximale du déplacement d'une poutre.

Dans le cas de la bâche, la flèche **f** est la distance horizontale maximale entre le plan initial de la bâche et le sommet de celle-ci une fois déformée. La mesure de **f** est réalisée au centre de la bâche.

Document 5 : Paramètre influençant la valeur de la flèche



Document 6 : Résistance mécanique de la bâche

