

Analyse de la sécurité du sous-marin Titan d'Oceangate



Questions introductives :

1. En utilisant l'extrait vidéo, expliquer l'intérêt du suivi acoustique de la fibre de carbone pour la coque d'un sous-marin ?

2. Quelle profondeur sous la surface de la mer trouve-t-on une pression de 4000 PSI ? Ce prototype peut-il atteindre la profondeur du Titanic ?

Lors de la fabrication de la coque en fibre de carbone, de minuscules microbulles d'air à la pression atmosphérique ($P_0 = 1 \text{ bar} = 1000 \text{ hPa}$) restent parfois emprisonnées dans la résine époxy qui permet de coller les fibres de carbone.

3. En vous appuyant sur la loi de Mariotte, expliquez ce qui arrive au volume de ces microbulles d'air lorsque le sous-marin plonge et subit une pression extérieure de 4000 PSI. Est-ce un problème pour la sécurité du sous-marin à long terme ?

Problématique centrale

En utilisant les documents suivants et en menant vos propres calculs, démontrer si le sous-marin respectait les normes de sécurité pour atteindre la profondeur de l'épave du Titanic, en vous intéressant séparément aux 3 parties du Titan : le **hublot** puis la **coque cylindrique** et enfin les **hémisphères aux extrémités**.

En conclusion, vous indiquerez pour chaque partie du sous-marin une profondeur limite recommandée.

Données numériques : $g = 9.81 \text{ N.kg}^{-1}$

1 PSI = 6894,76 Pa

Profondeur du Titanic : 3 821 m

Masse volumique de l'eau de mer : $\rho = 1025 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;

Pression atmosphérique à la surface de l'eau : $P_0 = 1013 \text{ hPa}$

Formules à utiliser :

Surface d'un cercle : $S = \pi r^2$ avec r le rayon du cercle

Surface latérale d'un cylindre : $S = 2\pi rh$ avec r le rayon du cylindre, h la longueur du cylindre.

Surface d'une sphère : $S = 4\pi r^2$ avec r le rayon de la sphère

Loi de Mariotte : $PV = \text{Constante}$

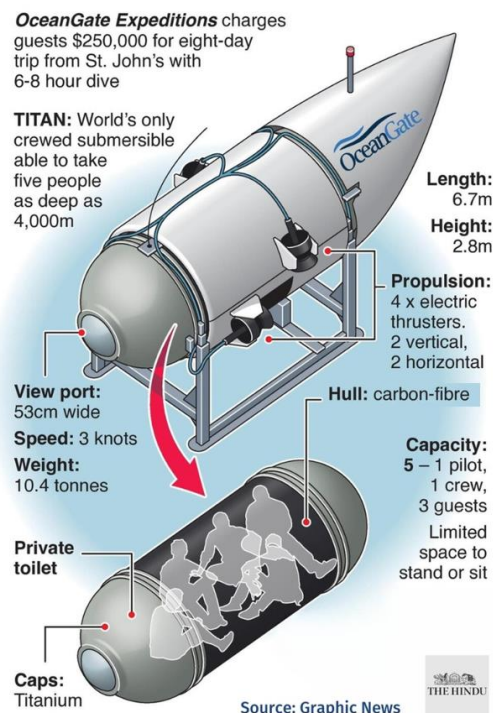
Forces pressantes : $F = P \times S$ avec F (Force pressante) : en Newtons (N) ; P (Pression) : en Pascals (Pa) ; S (Surface) : en mètres carrés (m^2).

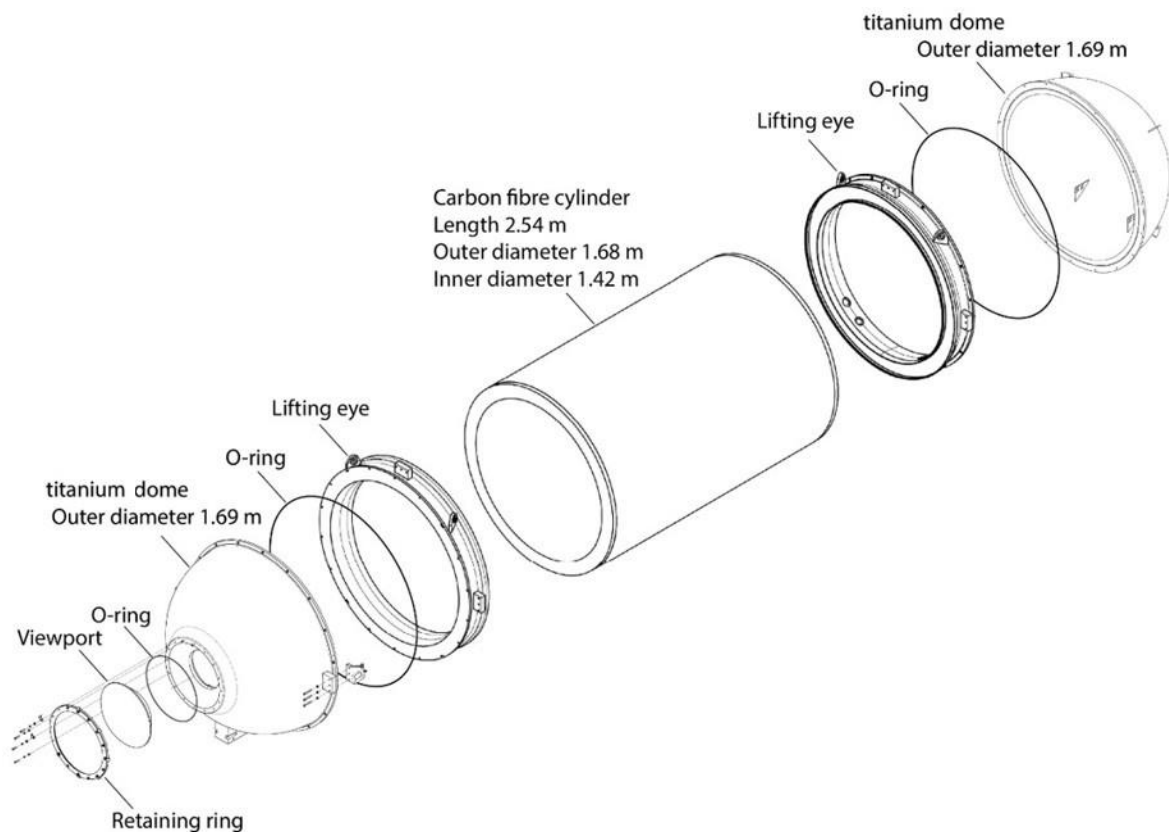
Loi de la statique des fluides : $P = \rho gh + P_0$ avec ρ : masse volumique du fluide ($kg \cdot m^{-3}$) ; h : profondeur (m) ; g : intensité de la pesanteur ($N \cdot kg^{-1}$) ; P_0 : pression à la surface du liquide 1013 hPa

Document 1 : Fiche Technique du sous-marin Titan :

Le Titan était un sous-mersible de classe Cyclops exploité par la société OceanGate Expeditions, conçu pour transporter des passagers à des fins de tourisme scientifique et d'exploration vers l'épave du Titanic.

OceanGate's Titan Submersible



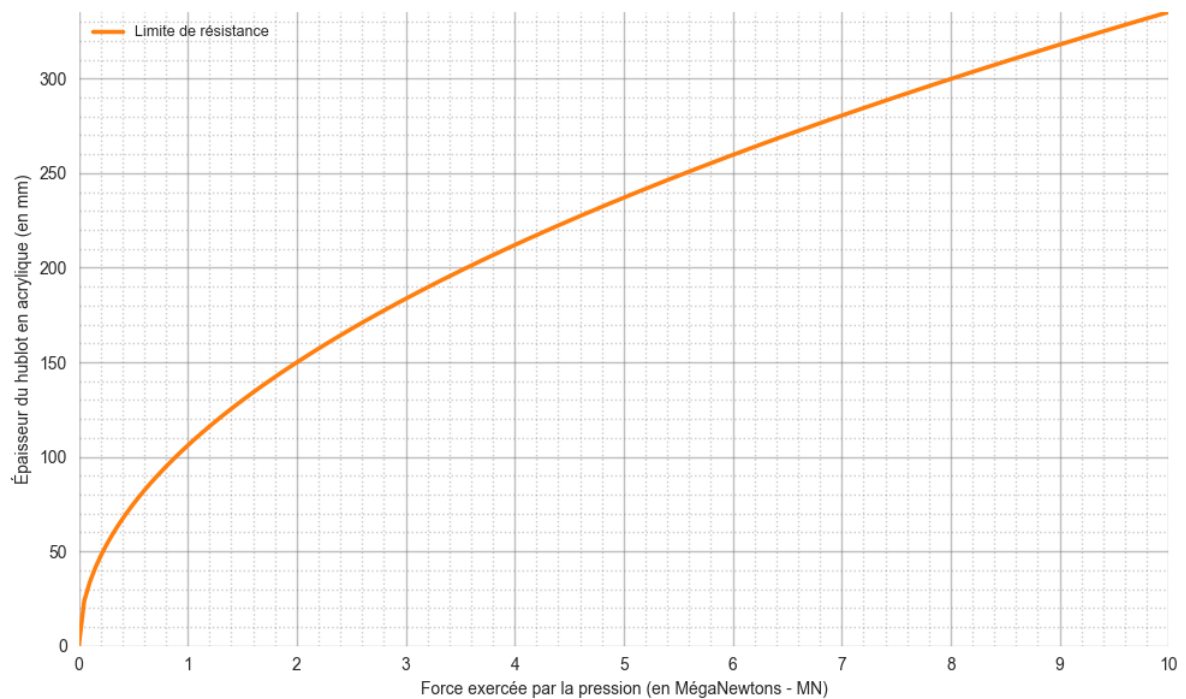


Matériaux et Architecture de la Coque

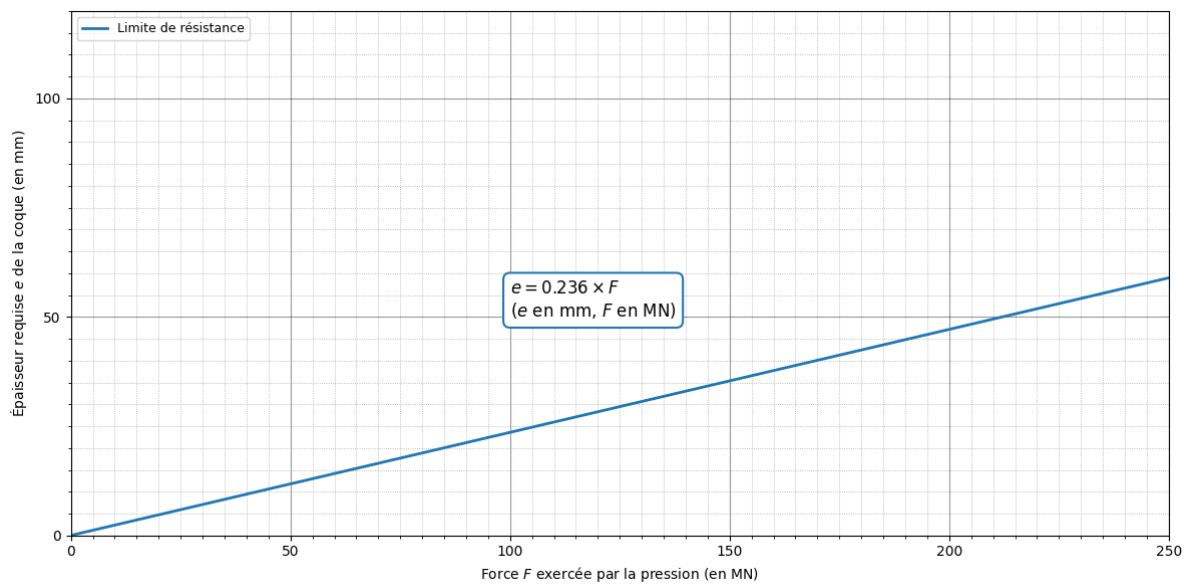
- **Hublot avant** : Regard en acrylique (PMMA) d'un diamètre 53 cm, épaisseur de 180 mm.
- **Coque principale** : Cylindre épais en polymère renforcé de fibres de carbone (carbone aérospatial), constitué de plusieurs centaines de couches imprégnées de résine époxy.
- **Hémisphères aux extrémités** : Deux demi-sphères forgés en titane de 83 mm d'épaisseur.
- **Structure externe** : Enveloppe aérodynamique légère en fibre de verre et mousse synthétique pour le profil hydrodynamique et le logement des équipements extérieurs.

Le sous-marin titan a été utilisé pendant 88 plongées, soit environ 750 heures.

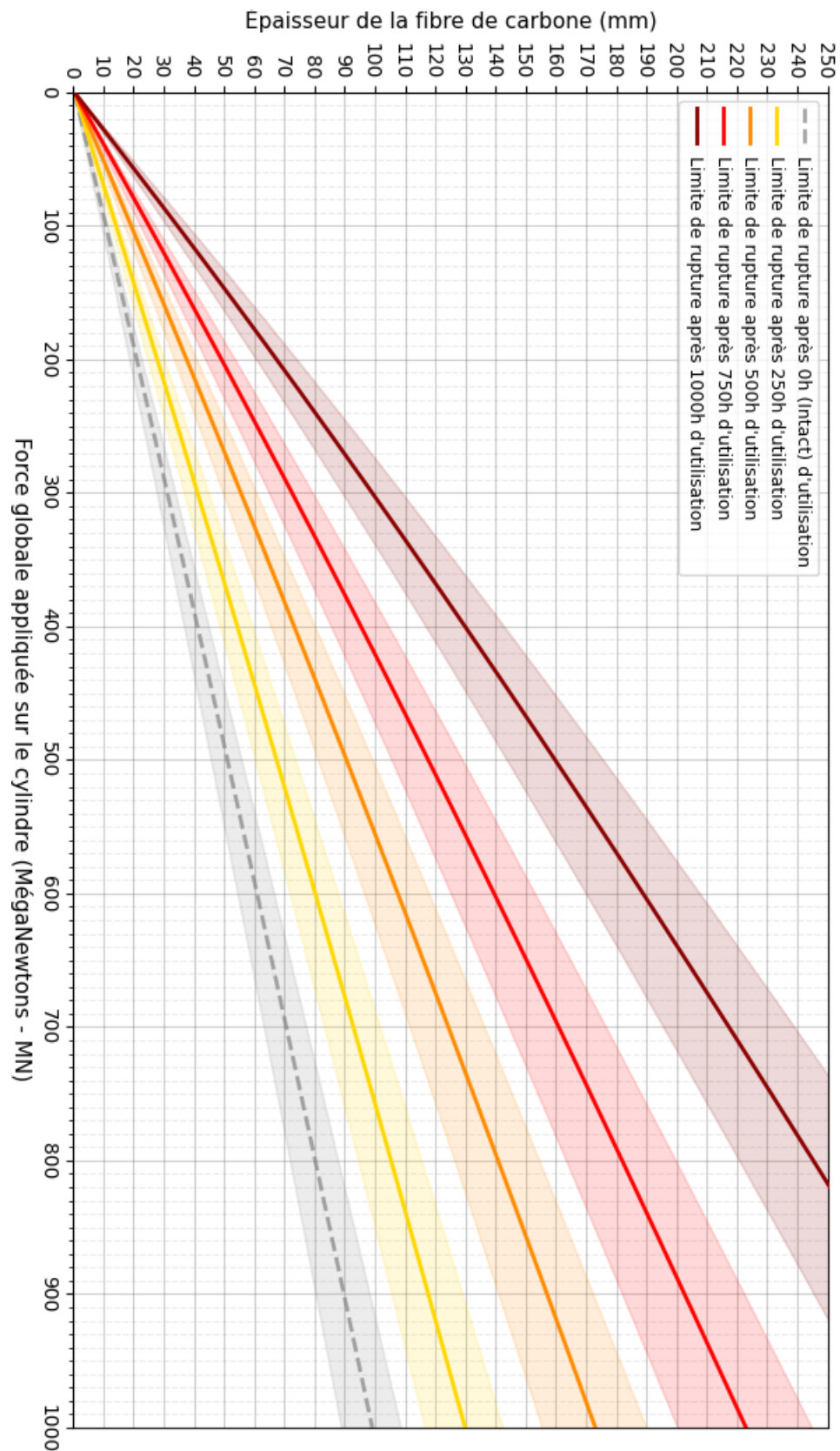
Document 2 : Epaisseur requise du PMMA pour résister à une force donnée



Document 3 : Epaisseur requise du titane (titanium) pour résister à une force donnée



Document 4 : Epaisseur requise de la fibre de carbone (carbon fiber) pour résister à une force donnée et fatigue de la fibre de carbone au cours du temps



Les zones grisées représentent l'incertitude de la mesure pour un temps d'utilisation donné.