

## Le sous-marin argentin *San Juan* aurait implosé en 40 millisecondes

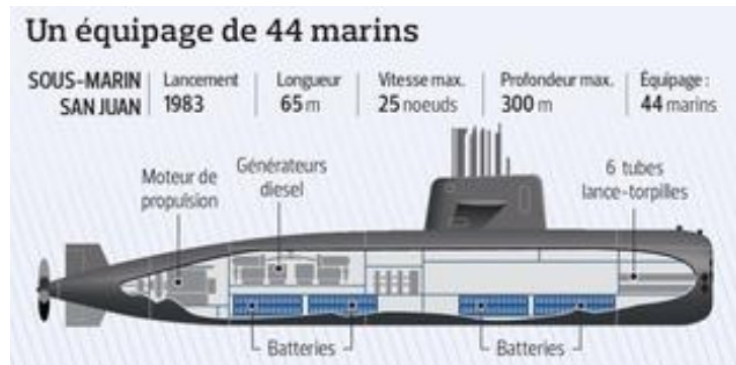
Par Aude Bariéty le 11/01/2018

**Selon un rapport du Bureau américain du renseignement naval, le sous-marin se serait désagrégé le 15 novembre dernier, provoquant la mort «instantanée» des 44 membres d'équipage.**

40 millisecondes, soit 0,04 seconde. C'est en ce laps de temps infiniment court que le sous-marin *San Juan* aurait implosé au large de l'Argentine le 15 novembre dernier. «L'équipage savait peut-être que c'était imminent, mais il n'a jamais su que c'était en train de se produire. Ils ne se sont pas noyés, ils n'ont pas souffert. La mort a été instantanée», souligne un rapport du Bureau américain du renseignement naval.

Une implosion est un phénomène physique qui correspond à la destruction de la coque par la pression de l'eau lors d'une immersion supérieure à l'immersion maximum de conception du sous-marin», précise le capitaine de vaisseau Bertrand Dumoulin.

L'énergie dégagée par l'implosion du *San Juan* équivaldrait à l'explosion de 5,7 tonnes de TNT, souligne le rapport. Après l'implosion, survenue à une profondeur de 389 mètres environ, le sous-marin aurait coulé verticalement à une vitesse estimée entre 10 et 13 nœuds, sans provoquer de signal acoustique perceptible à longue distance en touchant le fond.



**Problème posé : Quelle est la profondeur maximale de plongée d'un sous marin?**

### Ressources :

**Doc.1 :** On rappelle le principe de Pascal :

*"Sur la surface d'un corps immergé, s'exerce une pression, en bars, perpendiculaire à cette surface, dirigée vers l'intérieur et égale au nombre de dizaines de mètres d'immersion."*

La coque du sous-marin est donc soumise à une pression croissante avec l'immersion qui tend à écraser la coque. Une coque épaisse, de forme générale cylindrique, résiste à cette pression et abrite personnel et matériel. Cette coque est construite en acier résistant et à très haute limite élastique (capacité de la coque comprimée à revenir à son état initial). Son épaisseur est fonction de l'immersion maximale prévue ; il faut approximativement augmenter l'épaisseur de 10 mm pour gagner 100 m d'immersion.

**Doc.2 :** Les sous-marins possèdent :

- une coque intérieure, épaisse ;
- une coque extérieure mince qui intègre les ballasts\*

(\*ballast : compartiments latéraux de chaque côté de la coque qui peuvent se remplir d'eau et ainsi permettre la descente du sous marin)

**Doc.3 :**

On appelle pression effective notée  $P_{\text{eff}}$ , la pression donnée par la relation:  $P_{\text{eff}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}}$

On considère un sous marin avec une coque résistante jusqu'à une pression effective de : **31.44 bars**

**Relation d'hydrostatique :**  $P_{abs} = \rho \times g \times h + P_{atm}$  Avec  $\begin{cases} g = 10 \text{ N/kg} \\ \rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3 \end{cases}$

$P_{atm} = 101\,325 \text{ Pa}$  ; Profondeur h en m

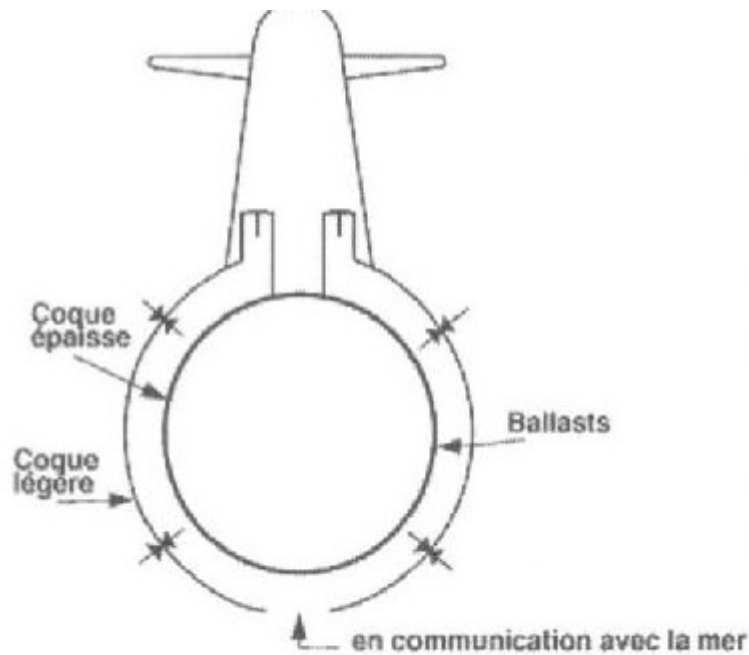
La masse volumique de l'eau de mer est :  $1024 \text{ kg m}^{-3}$  ; **1 bar =  $10^5 \text{ Pa}$**

**QUESTIONS:**

**1) Pourquoi un sous-marin a-t-il une profondeur maximale de plongée?**

Plus on descend, plus la pression augmente. Sur la surface d'un corps immergé, s'exerce une pression, en bars, perpendiculaire à cette surface, dirigée vers l'intérieur et égale au nombre de dizaines de mètres d'immersion. Ainsi, à l'immersion de 100 mètres s'exerce une pression de 10 bars (appliquée sur  $1 \text{ cm}^2$ ). Toute augmentation de 10 mètres de profondeur s'accompagne d'une augmentation de pression de 1 bar. Appliqué au sous-marin, ce principe permet de comprendre que les forces croissantes qui s'exercent sur la coque, tendent à l'écraser.

**2) Dessiner la coque du sous-marin et représenter les forces de pressions exercées par l'eau.**



Les pressions des 2 côtés de la coque légère s'équilibrent

**3) Pourquoi la coque extérieure est-elle mince?**

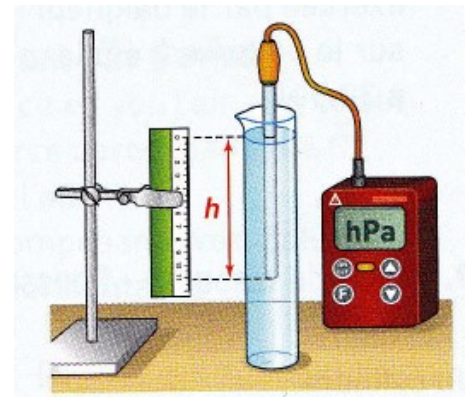
La coque épaisse abrite le personnel et le matériel. Elle est construite en acier très résistant. Son épaisseur est calculée en fonction de l'immersion maximum prévue par le programme militaire du bâtiment. Approximativement, pour une augmentation de 100 mètres de la profondeur d'immersion maximale, il faudrait augmenter l'épaisseur de la coque épaisse de 10 millimètres afin de compenser les efforts dus à l'accroissement de la pression. Par contre certains éléments extérieurs du sous-marin, tels les ballasts ou les soutes, sont maintenus pleins de liquide, en communication avec la mer, lorsque le sous-marin est en plongée. Les pressions des deux côtés des parois s'équilibrent. Il n'est pas nécessaire dans ce cas de les construire en tôles épaisses, donc lourdes. Leur épaisseur varie de 5 à 10 millimètres.

**4) Rédiger un protocole expérimental (avec schéma) permettant de mettre en évidence le fait que plus le sous marin plonge, plus il est soumis à une forte pression :**

Expérimentation

À l'aide du matériel fourni, **réaliser** le montage expérimental suivant :

- **Remplir** l'éprouvette d'eau
- **Allumer** le manomètre électronique
- **Introduire** le tube dans l'éprouvette.



**Appel 1 : Appeler le professeur pour présenter le protocole expérimental**

- **Mesurer** la pression au sein de l'eau à différentes profondeurs d'immersion et **compléter** le tableau (question 6)
- 5) **Mettre** en œuvre le protocole expérimental validé ou fourni par le professeur en respectant les règles de sécurité.
- 6) **Noter** chaque fois vos résultats dans le tableau ci-contre.

Profondeur h(m)	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
Pression p(Pa)					

- 7) A l'aide d'un tableur (Excel par exemple), **Tracer** la courbe  $p = f(h)$ .  
 $Y = 84x + 100478$



**Appel 2 : Appeler le professeur pour présenter vos résultats.**

- 8) **Que représente l'ordonnée à l'origine?**  
 La pression atmosphérique à la surface de l'eau.
- 9) **Comment varie la pression p en fonction de la profondeur h ?**  
 Plus h augmente, plus p augmente.
- 10) On a mesuré à l'aide du capteur de pression la pression dite « absolue » (notée  $P_{abs}$ ). La relation d'hydrostatique est-elle vérifiée?
- Oui,  $P_{abs} = \rho \times g \times h + P_{atm}$  c'est une fonction affine.
- 11) On appelle pression effective notée  $P_{eff}$ , la pression donnée par la relation:  $P_{eff} = P_{abs} - P_{atm}$   
 On considère un sous marin avec une coque résistante jusqu'à une pression effective de : 31.44 bars  
**Répondre** à la problématique initiale :  $31.44 \times 10^5 = 1000 \times 10 \times h$   $h = 314.44m$ .