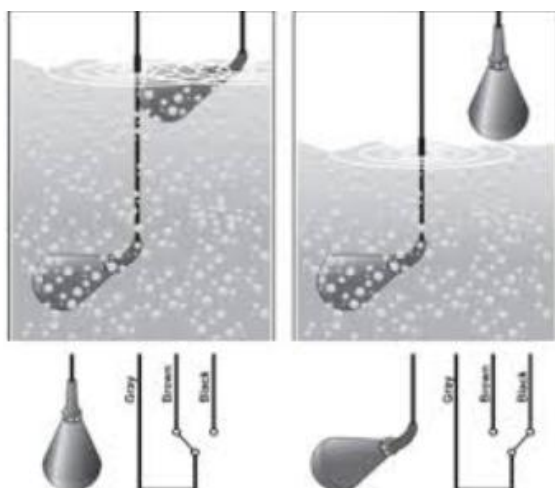


PCPI – 1 TS CIRA Vizille BTS CIRA Contrôle Industriel et Régulation Automatique	Chapitre 3 THEOREME d'ARCHIMEDE	PHYSIQUE
--	---	------------------------

Le contrôle de niveau, la détection de niveau peuvent se faire par différentes techniques, et en particulier en utilisant des *PLONGEURS* ou des *FLOTTEURS*, dont le principe de fonctionnement repose sur le théorème d'ARCHIMEDE.

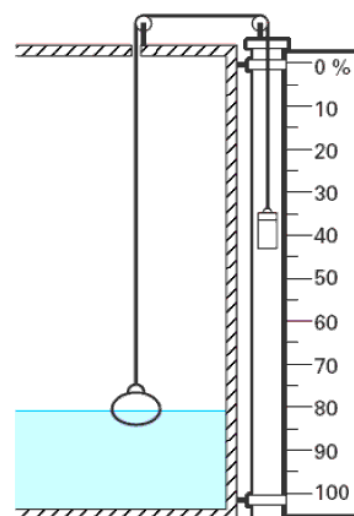
DOC 1 La sonde à détection de niveau
(Détecteur de seuil)

Un poids flottant est installé le long de la paroi du réservoir, ou une poire est suspendue à un câble. Lorsque le niveau de liquide arrive à la hauteur du régulateur, la poire de niveau ou le poids s'incline et un contact mécanique va ouvrir ou fermer un circuit, commandant ainsi l'arrêt ou le démarrage d'une pompe ou d'une alarme.



DOC 2 L'indicateur de niveau à flotteur et contrepoids

Un corps flottant est suspendu à un câble, lui-même relié à un contrepoids. Lorsque le niveau de liquide monte ou baisse, le contrepoids monte ou descend le long d'une échelle graduée correspondant à la hauteur de liquide.

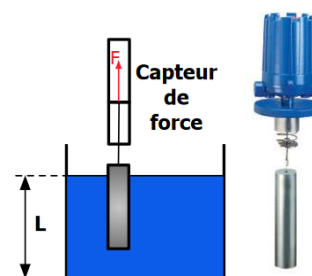


DOC 3 Plongeur

C'est un cylindre immergé, dont la hauteur est au moins égale à la hauteur maximale du liquide dans le réservoir.

Le plongeur est suspendu à un capteur de force qui mesure une force qui dépend de la profondeur d'immersion du plongeur.

https://fr.wikiversity.org/wiki/Capteur/Capteurs_de_niveau



CAPACITES EXIGIBLES	TP 3	Enoncer et appliquer le théorème d'Archimède
---------------------	------	--



Vidéos utiles pour consolider les points suivants :

Introduction à la poussée d'Archimède	https://www.youtube.com/watch?v=Woo0M6fy2O0	
Théorème d'Archimède	https://www.youtube.com/watch?v=Id_0UAsJtz0 https://www.youtube.com/watch?v=alfBtCLc7Us	 
Un exercice résolu en vidéo	https://www.youtube.com/watch?v=G5VxAbivAAQ	

EXERCICES



Pour tous les exercices, prendre les valeurs suivantes :

- intensité de pesanteur : $g = 10 \text{ N/kg}$
- masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$

EXERCICE 1 : Calcul d'une poussée d'Archimède

Calculer la valeur de la poussée d'Archimède qui s'exerce sur une barque dont la partie immergée a un volume $V = 2,0 \text{ m}^3$.

Réponses
 $A = 2,0 \times 10^4 \text{ N}$

EXERCICE 2 : Iceberg

Un iceberg de volume $V = 7,0 \times 10^4 \text{ m}^3$ flotte en pleine mer.

Son volume immergé est $V_{\text{im}} = 6,3 \times 10^4 \text{ m}^3$.

- 1- **Calculer** la masse de cet iceberg sachant que la valeur de la masse volumique de la glace est $\rho_{\text{glace}} = 920 \text{ kg/m}^3$.
- 2- **Déduire** la valeur du poids de cet iceberg.
- 3- Sachant que la masse volumique de l'eau de mer est d'environ $\rho_{\text{mer}} = 1\,025 \text{ kg/m}^3$, **calculer** la valeur de la force de poussée d'Archimède.
- 4- **Représenter** les 2 forces en indiquant l'échelle de représentation utilisée.

Réponses
 $m = 6,44 \times 10^7 \text{ kg}$
 $P = 6,44 \times 10^8 \text{ N}$
 $A = 6,44 \times 10^8 \text{ N}$

EXERCICE 3 : Ballon de foot

Un ballon de foot a une masse $m = 450 \text{ g}$ et un volume $V = 5,5 \text{ L}$.

- 1- **Exprimer** puis **calculer** la valeur de son poids.
- 2- **Exprimer** puis **calculer** la valeur de la poussée d'Archimède exercée par l'air sur celui-ci, sachant que la masse volumique de l'air est $\rho_{\text{air}} = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$.
- 3- **Conclure.**

Réponses
 $P = 4,5 \text{ N}$
 $A = 0,066 \text{ N}$

EXERCICE 4 : Pierre ponce

La pierre ponce est une roche volcanique poreuse dont la masse volumique peut être inférieure à celle de l'eau.

Un cube de pierre ponce de côté $c = 3,1 \text{ cm}$ a pour masse $m = 27 \text{ g}$.

- 1- **Calculer** le volume V du cube de pierre ponce.
- 2- **Calculer** la masse volumique de la pierre ponce.
- 3- **Calculer** le poids du cube de pierre ponce.
- 4- On plonge entièrement le cube de pierre ponce dans l'eau. **Calculer** la valeur de la poussée d'Archimède qui s'exerce sur le cube.
- 5- On lâche le cube. **Justifier** par un raisonnement s'il va remonter à la surface ou couler.

Réponses
 $V = 2,98 \times 10^{-5} \text{ m}^3$
 $\rho = 906 \text{ kg.m}^{-3}$
 $P = 0,27 \text{ N}$
 $A = 0,298 \text{ N}$

EXERCICE 5 : Poussée d'Archimède et masses volumiques

Un objet de volume $V = 65 \text{ cm}^3$ est suspendu à un dynamomètre qui indique alors $1,5 \text{ N}$.
Ce même dynamomètre indique $0,8 \text{ N}$ lorsque l'objet suspendu est plongé dans un liquide.

- 1- **Traduire** l'énoncé par deux schémas.
- 2- A partir du 1^{er} résultat expérimental, **calculer** la masse volumique de l'objet.
- 3- A partir du 2^{ème} résultat expérimental, **calculer** la masse volumique du liquide.

Réponses
 $\rho_{\text{liquide}} = 1,1 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
 $\rho_{\text{objet}} = 2,3 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

EXERCICE 6 : Flotteur

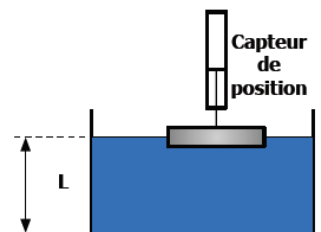
Un flotteur sphérique de masse $m = 50,00 \text{ g}$ permet de connaître le niveau atteint par des hydrocarbures dans une cuve et le moment où il faut les pomper.

Masse volumique des hydrocarbures : $\rho_{\text{hyd}} = 850 \text{ g/L}$

Celui-ci flotte sur la couche d'hydrocarbures en étant à moitié immergé.

- 1- **Faire** un schéma et **représenter** les forces qui s'exercent sur ce flotteur.
- 2- **Ecrire** l'expression des forces citées précédemment.
- 3- Quelle relation peut-on écrire ? Pourquoi ?
- 4- En **déduire** l'expression du volume du flotteur, puis calculer sa valeur.

Réponses
 $V = 0,118 \text{ L}$



EXERCICE 7 : Densimètre

Un densimètre est un instrument de verre lesté à sa partie inférieure.

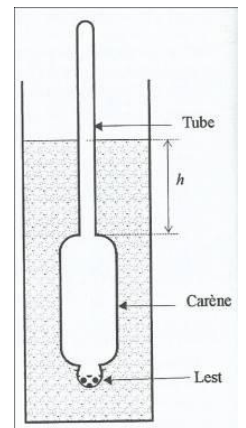
Sa masse totale est $m = 50,00 \text{ g}$.

Il est composé d'une carène lestée de volume $V = 48,00 \text{ cm}^3$ et à sa partie supérieure, d'un tube fin de diamètre $d = 3,50 \text{ mm}$. Le tube est gradué (valeurs les plus grandes en bas et graduations non équidistantes).

La hauteur h dont est immergé le tube dépend de la densité du liquide dans lequel il est plongé. Le densimètre plonge dans l'eau.

- 1- **Donner** l'expression du poids du densimètre.
- 2- **Donner** l'expression de la poussée d'Archimède exercée par l'eau sur le densimètre sachant que celui-ci s'enfonce d'une hauteur h .
- 3- Quelle relation peut-on écrire entre le poids et la poussée d'Archimède ? **Justifier.**
- 4- En **déduire** l'expression du volume total immergé, puis celle de la hauteur h dont s'est enfoncé le densimètre, puis **calculer** sa valeur.

Réponses
 $V_{\text{imm}} = 5 \times 10^{-5} \text{ m}^3$
 $h = 20,8 \text{ cm}$

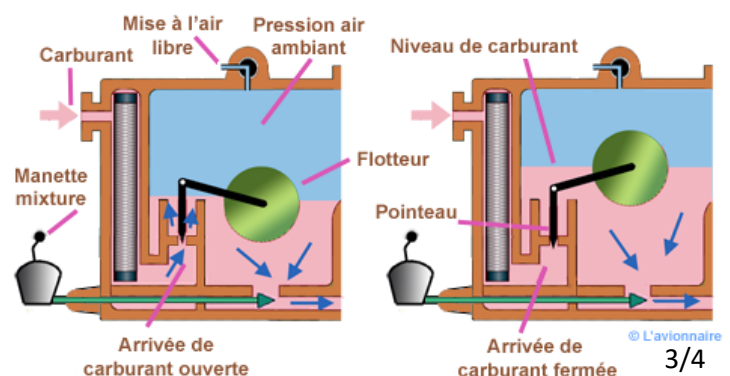


EXERCICE 8 : Carburateur

Dans la cuve d'un carburateur, le niveau de carburant est maintenu constant grâce à l'action d'un pointeau solidaire d'un flotteur cylindrique.

Calculer la hauteur de la partie immergée du flotteur, sachant que sa masse est $m = 15 \text{ g}$, son diamètre est $d = 5 \text{ cm}$ et que la masse volumique de l'essence est $\rho = 710 \text{ kg.m}^{-3}$.

Réponses
 $h = 1,07 \text{ cm}$



EXERCICE 9 : Ballon sonde

Un ballon météorologique a une masse $m = 5 \text{ kg}$ lorsqu'il est vide.

Son rayon est $R = 3,0 \text{ m}$ lorsqu'il est gonflé à l'hélium. Il porte une charge $M = 10 \text{ kg}$.

Données :

- Masse volumique de l'air : $\rho_{\text{air}} = 1,16 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- Masse volumique de l'hélium : $\rho_{\text{hélium}} = 0,16 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Réponses
 $m = 108 \text{ kg}$

- 1- **Montrer** que le ballon peut décoller.
- 2- **Calculer** la masse maximale qu'il peut soulever.

EXERCICE 10 : Plongée et remontée d'un sous-marin

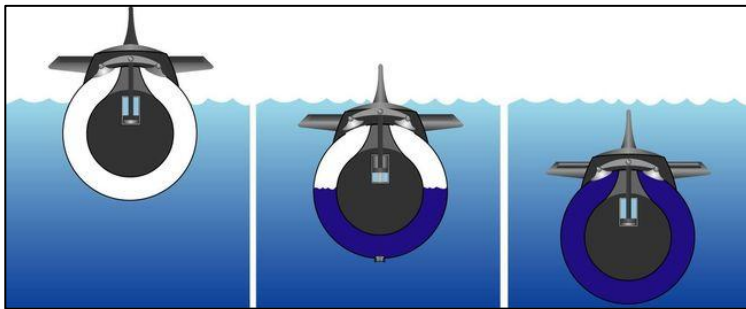
Un sous-marin est modélisé par une coque étanche de masse m_C et de volume extérieur V_C .

A l'intérieur, deux compartiments distincts sont aménagés :

- L'habitacle de volume V_h contient les passagers, les meubles et machines du sous-marin, de masse totale m_0
- Le ballast, un espace de volume V_b initialement rempli d'air, de masse négligeable devant m_0 et m_C , peut être rempli d'eau de mer grâce à une pompe.

Lors de l'embarquement de l'équipage, le ballast est rempli d'air (figure 1).

La masse de la coque et de son contenu vaut : $m_0 + m_C = 4\,650 \text{ t}$



Donnée :

Masse volumique de l'eau de mer :
 $\rho_{\text{mer}} = 1,03 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

- 1- Lorsque le sous-marin est en plongée, le ballast est totalement rempli d'eau de mer (figure 3) et la masse totale du sous-marin vaut $m_{\text{totale}} = 5\,300 \text{ t}$.
En **déduire** la valeur du volume du ballast V_b .
- 2- Dans cette situation de plongée, le sous-marin est en équilibre sous l'action de son poids et de la poussée d'Archimède.
En **déduire** le volume V_C de la coque.
- 3- On vide entièrement l'eau du ballast grâce aux pompes (figure 2).
Pourquoi cette action entraîne-t-elle la remontée du sous-marin à la surface de l'eau ?
- 4- Après cette opération, lorsque le sous-marin sera à l'équilibre de flottaison, quelles seront les valeurs du volume immergé V_i et du volume émergé V_e du sous-marin ?

Réponses
 $V_b = 631 \text{ m}^3$
 $V_C = 6235 \text{ m}^3$