

La flottabilité plan

- Rappels du niveau 2,
- Le principe d'Archimède,
- Applications à la plongée,

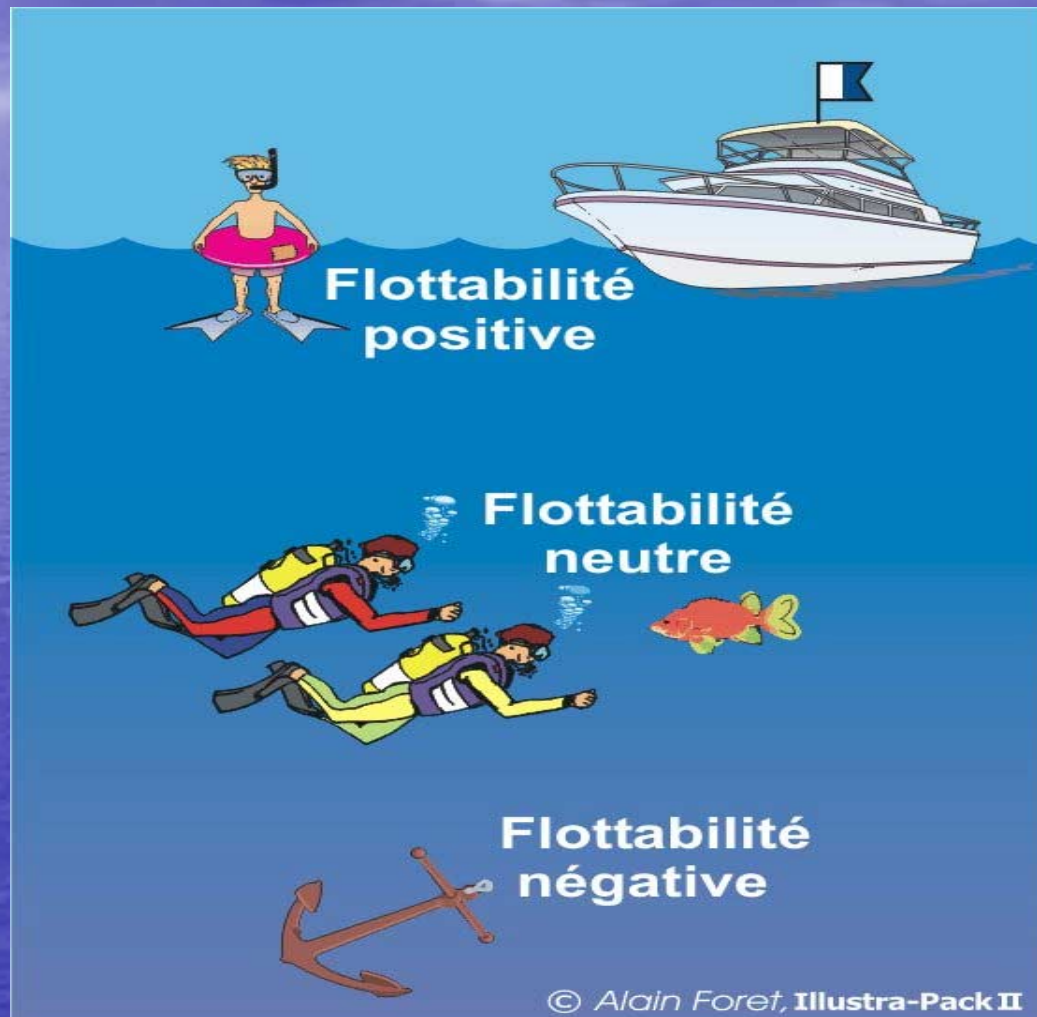
La flottabilité rappels

- Rappels du niveau 2 :

Vous aviez pu observer que des objets coulent, flottent ou restent en équilibre.

On dit qu'ils ont une flottabilité négative, positive ou neutre (nulle).

La flottabilité rappels

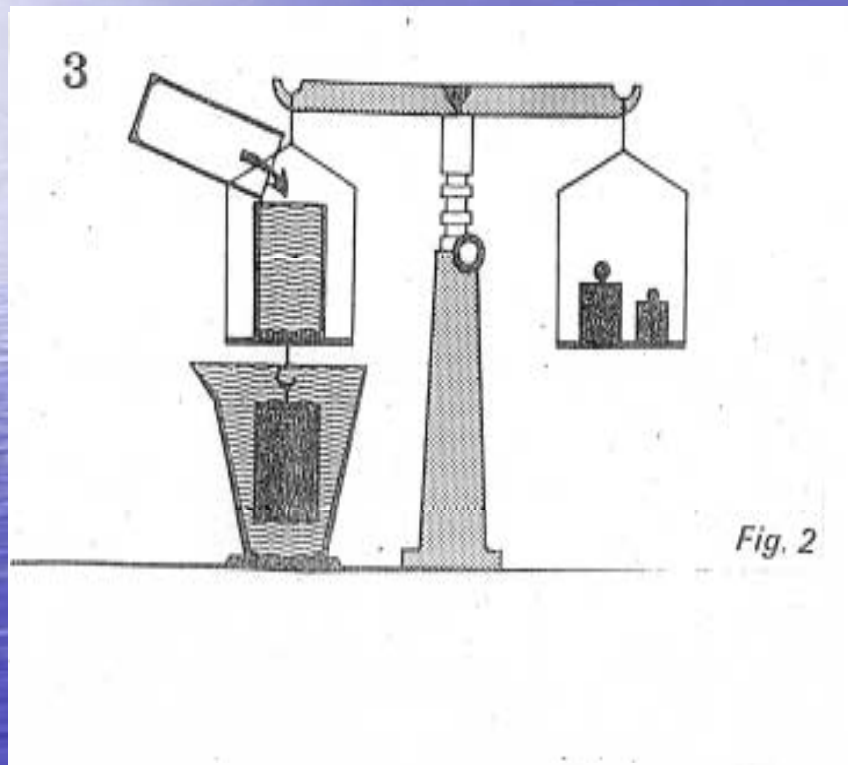


La flottabilité Archimède



Benoît Maugis
Formation N4 2007

La flottabilité mise en évidence



La flottabilité Archimède

- Le principe d'Archimède* :

Tout corps plongé dans un liquide subit de celui-ci une poussée :

- verticale,
- exercée du bas vers le haut,
- égale au poids du volume de liquide déplacé,
- appliquée en son centre de gravité.

*ne s'applique qu'à la partie immergée de l'objet

La flottabilité

l'histoire du théorème d'Archimède

- La couronne du roi Hiéron
- Vitruve rapporte que le roi Hiéron II de Syracuse (306-214) aurait demandé à son jeune ami et conseiller scientifique Archimède (âgé alors de 22 ans seulement) de vérifier si une couronne d'or, qu'il s'était fait confectionner comme offrande à Jupiter, était totalement en or ou bien si l'artisan n'y avait pas mis de l'argent. La vérification avait pour contrainte de ne bien sûr en rien détériorer la couronne. La forme de la couronne était de plus trop complexe pour effectuer un calcul du volume de l'ornement. Archimède aurait trouvé le moyen de vérifier si la couronne était vraiment en or, alors qu'il était au bain public, en observant comment des objets y flottaient. C'est en trouvant la solution qu'il serait alors sorti dans la rue en s'écriant le célèbre 'Euréka' (j'ai trouvé).
- Ce que constate Archimède au bain public est que, pour un même volume donné les corps n'ont pas le même poids, c'est-à-dire une masse par volume différente. On parle de nos jours de masse volumique. L'argent (masse volumique $10\,500\text{ kg.m}^{-3}$) étant moins dense que l'or (masse volumique $19\,300\text{ kg.m}^{-3}$), il a donc une masse volumique plus faible. De là Archimède en déduit que si l'artisan a caché de l'argent dans la couronne du roi, alors elle a une masse volumique plus faible. Ainsi fut découverte la supercherie du joaillier.

La flottabilité terminologie

On utilisera les termes suivants :

Poids apparent (Papp) = poids dans l'eau,

Poids réel (Préel) = poids dans l'air,

Poussée d'Archimède (Parchi) = la
différence entre les deux.

$$\text{Préel} - \text{Papp} = \text{Parchi}$$

La flottabilité définition

- La flottabilité est en fait l'équilibre des forces qui agissent en opposition :
- poussée Archi < opposée > gravité
- C'est le rapport entre le poids d'un objet dans l'eau et son volume.

La flottabilité



La flottabilité définition

- Si on complique un peu la chose :
on peut modifier la densité du liquide. On aura donc la formule suivante :

$$P_{app} = P_{réel} - (P_{archi} \times \text{densité})$$

- La densité est donnée par rapport au fluide de référence qu'est l'eau douce.

Mer 1.03 ou 1.04 (mer morte 1.275)

C'est-à-dire que 1L d'eau de mer pèse 1.03 ou 1.04 kg et que 1L d'eau de la mer morte pèse 1.275 kg

La flottabilité

la mer morte

densité de 1.275 !



Benôit Maugis
Formation N4 2007

La flottabilité définition

- La masse volumique :
c'est le poids d'une matière par rapport à un volume de référence et à une température donnée (cour de la semaine dernière). On notera la masse volumique en g/cm^3 , kg/dm^3 , t/m^3 , en général à la température de 20°C .
- La masse volumique de l'eau de mer est variable en fonction de sa température : la mer du nord est plus froide que l'océan indien, la salinité (taux de dissolution des sels minéraux) est donc liée à la température.

La flottabilité définition

- Quelques exemples de masse volumique :
- air à 0° = 1 kg/m³
air à 20° = 1.204 kg/m³
- Eau douce = 1 kg/dm³
Eau de mer = 1.03 kg/dm³ (moyenne des mers)
- Plomb = 11.350 t/m³
Or = 19.300 t/m³

La flottabilité exemple

- Densité de l'eau douce = 1
- Densité de l'eau de mer = 1.03
- Cas pour un plongeur de 80 kg en équilibre :

$P.Archimède = 80 \text{ l} = 80 \text{ kg}$ en eau douce

$P.Archimède = 80 \times 1.03 = 82.4 \text{ kg}$ en mer

Soit une différence de lestage de 2.4 kg ...

La flottabilité petit exercice

- Lorsque je me baigne en eau douce, je flotte. Puis-je en déduire mon volume ?
- Et bien oui, si je pèse 75 kg et que je suis à la limite de flotter, je peux dire que mon volume est de 75 litres.

La flottabilité petit exercice en surface

- Le plongeur
 - La combinaison
 - Le bloc
 - La stab
 - Les détendeurs
 - (PMT négligé)
 - Les totaux sont de :
 - Le lestage sera donc de
- | | |
|----------|---------------------|
| • 75 kg | 75 dm ³ |
| • 5 kg | 15 dm ³ |
| • 20 kg | 15 dm ³ |
| • 5 kg | 6 dm ³ |
| • 3 kg | 1 dm ³ |
| • 108 kg | 112 dm ³ |
| + 4 kg | |

La flottabilité petit exercice au fond

- | | | |
|------------------------|---------|--------------------|
| • Le plongeur | • 75 kg | 72 dm ³ |
| • La combinaison | • 5 kg | 5 dm ³ |
| • Le bloc | • 20 kg | 15 dm ³ |
| • La stab vide | • 5 kg | 6 dm ³ |
| • Les détendeurs | • 3 kg | 1 dm ³ |
| • Le lestage | • 4 kg | |
| • Les totaux sont de : | 112 kg | 99 dm ³ |
| Il gonflera sa stab de | | 13 dm ³ |

(à la prof X !!!)

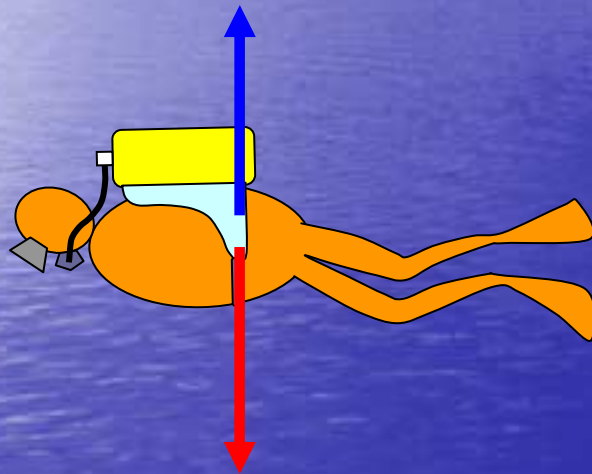
La flottabilité

facteurs de variabilité

- Les facteurs influents sur la flottabilité :
 - Le plongeur,
 - La combinaison,
 - Les poumons,
 - La stab,
 - La densité de l'eau,
 - Le bloc (bi 12 ou 12 court),
 - La pression restante,
 - ...

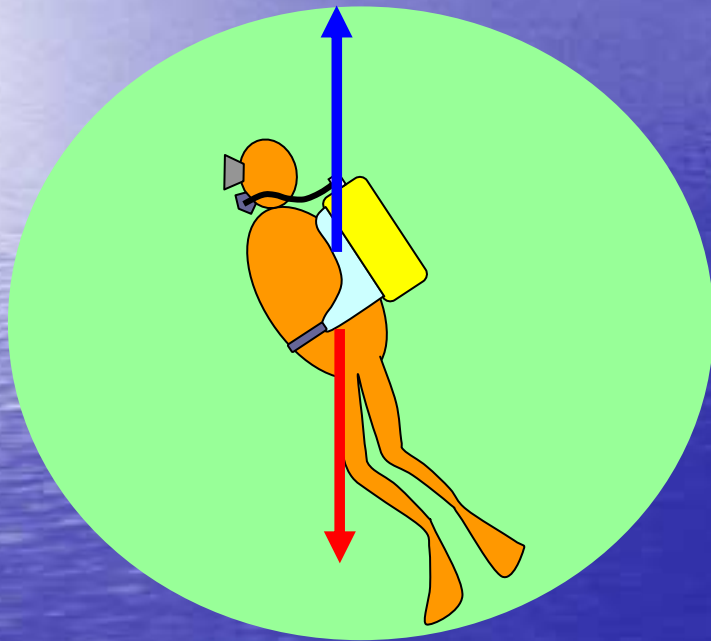


La flottabilité un bon équilibre



- Le lestage coïncide avec le volume, le plongeur évolue sans effort dans toutes les positions.

La flottabilité le sur lestage



- Le surlestage nécessite un remplissage excessif de la stab, le plongeur se cabre et il va progresser comme un hippocampe.
- Il en sera de même si la position du lestage est aberrante (plombs sur les épaules, ...)

La flottabilité application à la plongée

- Application à la plongée :
 - Le lestage,
 - Le poumon ballast,
 - La gestion des gilets (SSG),
 - Le relevage d'objets.

La flottabilité question

- Question :
 - Lorsque je m'équilibre à l'aide de mon gilet, je le fais :
 - Poumons vides ?
 - Poumons pleins ?
 - Entre deux ?

La flottabilité un petit exercice

En eau douce (de densité 1), on veut remonter de 50 m un objet de 72 kg et de 48 dm³.

Le plongeur fixe un parachute de 20L et le remplit.

1. Que se passe-t-il ?
2. Quel volume d'air doit-il mettre dans sa stab pour décoller l'objet ?
3. Sinon, à quelle profondeur l'ensemble objet + parachute remontera-t-il seul ?

Même question pour une eau de densité 1.03

La flottabilité la réponse en eau douce

- 1. $48 + 20 = 68$ l, il ne se passe rien.
- 2. $72 - 68 = 4$ L à rajouter.
- 3. En utilisant Mariotte $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$
 $6 \times 20 = P \times 24$ $P = 5$ soit 40m

La flottabilité la réponse en mer

1. $(48+20) \times 1.03 = 70.04$ kg ... il ne se passe rien.

2. $\frac{72-70.04}{1.03} = 1.90$ L de différence.

3. $6 \times 20 = P \times \frac{72-(48 \times 1.03)}{1.03} = 5.48$ b

soit 44.8 m

La flottabilité ça flotte toujours ?

- Voila, c'est fini pour cette partie.
Une petite pause et on y verra mieux.
Cours suivant : la vision dans l'eau.

Merci

La flottabilité

Bibliographie

- IllustraPack 2
- Plongée plaisir N4 (Foret, Torres)
- Tour de la plongée en 80 problèmes (Auber, Jonville)
- Code Vagnon N4 (Médalin, Ricou)
- Wikipédia
- Cours de J. Tallon, IR, Hendaye
- Paracétamol (Doliprane)