

# Résolution d'une question...

## Comment un plongeur gère-t-il sa flottabilité?

Pierre Fabre (enseignant au lycée  
Joliot Curie à Sète)

# L'activité proposée peut être utilisée en 1<sup>ère</sup> ou Terminale pour travailler la présentation à l'oral

Grand oral – temps 1

Un exemple de question : « Comment un plongeur gère-t-il sa flottabilité ? »



“Tout corps plongé dans un fluide subit une force verticale, dirigée vers le haut, et dont l'intensité est égale au poids du volume de fluide déplacé.”

$$P_A = \rho g V_{\text{fluide}}$$



GRAND ORAL - EXEMPLE DE QUESTION - PIERRE FABRE

1

## Travail avec les élèves

- On peut présenter aux élèves le document (en classe) pour leur montrer comment ils peuvent organiser leur travail sur « un carnet de bord » et leur proposer de réaliser en distanciel :
  - une présentation de l'activité à l'oral en 5min
  - la construction d'un support pour le jury.
  - Faire travailler les élèves sur l'entretien (temps 2 et 3)

# Travail sur le 1<sup>er</sup> temps de l'oral

## Domaine du programme de spécialité

### Classe de première :

Mouvement et interactions/Description d'un fluide au repos/Actions exercées par un fluide sur une surface : forces pressantes.

Mouvement et interactions/Description d'un fluide au repos/ Loi fondamentale de la statique des fluides.

### Classe de terminale

Mouvement et interactions/ Relier les actions appliquées à un système à son mouvement/Equilibre d'un système

Mouvement et interactions/Modéliser l'écoulement d'un fluide/Poussée d'Archimède.

Pistes d'introduction à  
l'oral

## Choix de la question

L'élève explique ici pourquoi il a choisi de traiter cette question.

### Observations pratiques :

- quand on essaie de nager sous l'eau, on ressent une force qui tend à nous ramener à la surface, cette force paraît plus grande en mer qu'en piscine,
- les plongeurs en apnée ou en scaphandre ajoutent des ceintures de plombs pour se lester,
- quand on porte un shorty ou une combinaison on flotte davantage
- on arrive facilement à porter quelqu'un dans l'eau, son poids paraît plus faible
- etc

### Histoire/culture :

- émissions ou reportages sur la plongée (on peut citer certains documentaires comme « Planète Méditerranée » ou « Le monde du silence » par exemple)
- la bande dessinée avec Tintin et « Le secret de la Licorne »
- l'histoire des scaphandriers pieds lourds,
- flottabilité des poissons grâce à leur vessie natatoire
- etc

### Loisir :

Pratique de la plongée scaphandre ou apnée

### Intérêt professionnel :

Moniteur de plongée, commerce, recherche biologique (Ifremer), scaphandrier (Comex), travail dans des aquariums ou des zoo, océanologue....



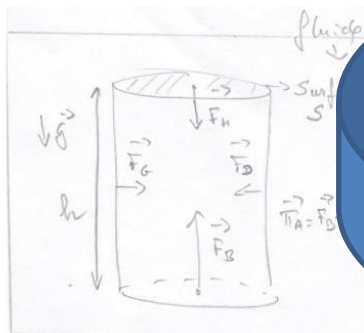
## Développement

### Qu'est ce que la poussée d'Archimède ?

Retour sur la loi de la statique des fluides, expression de la force pressante exercée sur le haut et le bas d'un objet cylindrique ou cubique immergée, résultante de ces forces, vecteur poussée d'Archimède  $\vec{\Pi}_A = -\rho_{\text{fluide}} V \vec{g}$  (valeur, sens direction à indiquer).

On peut poser  $m_f = \rho_{\text{fluide}} V$  la masse de fluide déplacée soit  $\vec{\Pi}_A = -m_f \vec{g}$

Exemple de schéma proposé :



Exemple de formule proposée par le candidat :

$$\vec{\Pi}_A = -(\rho_{\text{fluide}} V) \cdot \vec{g} = -m_f \vec{g}$$

### De quoi dépend la poussée d'Archimède ?

La valeur de la poussée d'Archimède ne dépend que de la masse volumique  $\rho_{\text{fluide}}$  dans lequel l'objet est immergé, de la valeur du champ de pesanteur et du volume déplacé.

Sur Terre nous ne pourrions donc faire varier que la masse volumique  $\rho_{\text{fluide}}$  et le volume  $V$ . Attention, la valeur de la poussée d'Archimède ne dépend pas de la profondeur à laquelle l'objet est immergé.

### Bilan des forces sur un plongeur : la flottabilité

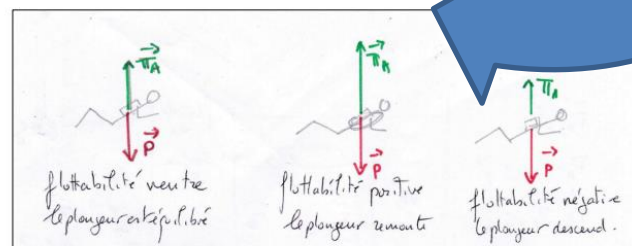
Immergé totalement ou partiellement dans l'eau un plongeur de masse  $m$  est soumis à deux actions mécaniques modélisées par les vecteurs forces : poids,  $\vec{P} = m\vec{g}$  et poussée d'Archimède  $\vec{\Pi}_A$ .

Le poids apparent du plongeur est  $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{\Pi}_A = m\vec{g} - m_f\vec{g} = (m - m_f)\vec{g}$ .

Trois cas possibles :

- Flottabilité neutre :  $\vec{P}' = \vec{0}$  les deux forces se compensent, le plongeur est en équilibre.
- Flottabilité positive : le plongeur remonte le poids apparent est dirigé vers le haut soit  $m_f > m$
- Flottabilité négative : le plongeur descend le poids apparent est dirigé vers le bas soit  $m_f < m$

Exemple de schéma proposé :



Aide à l'argumentation

Aide à la construction d'un support

### De quels paramètres dépend la flottabilité ?

Le poids du plongeur et de son équipement est paramétré par la masse du plongeur, la masse de son équipement (gilet, bouteille, air comprimé...) et son lest (masse ajoutée par l'intermédiaire de plombs).

La poussée d'Archimède dépend elle du volume total du plongeur immergé (air contenu dans le gilet stabilisateur, volume d'air dans les poumons), de la masse volumique de l'eau, de la combinaison en néoprène (qui contient des bulles d'air).

### Comment modifier sa flottabilité ?

#### Modification du poids :

- équipé d'une combinaison, le plongeur, pour augmenter sa masse, doit ajouter des « plombs », s'il veut avoir une flottabilité négative,
- la masse d'air contenu dans sa bouteille diminue au cours de la plongée (calcul possible avec la volume de la bouteille, la pression de l'air au début et à la fin de la plongée et  $p_{\text{air}} = 1,29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , perte de 2 à 3 kg).

#### Modification de la poussée d'Archimède :

- possibilité d'ajouter ou d'enlever de l'air dans le gilet stabilisateur (modification du volume),
- possibilité de modifier le volume d'air contenu dans les poumons,

## Réponse à la problématique : gestion de la flottabilité

### En surface :

Le plongeur gonfle un peu son gilet stabilisateur de manière à flotter. Stabilité positive.

### Pour descendre :

Abaisser la poussée d'Archimède. Il faut réduire le volume du plongeur : vider l'air de ses poumons et du gilet stabilisateur.

Gagner en profondeur rapidement en donnant une vitesse initiale (technique phoque) afin que la pression en augmentant réduise les volumes de la combinaison et du plongeur.

### Pour s'équilibrer une profondeur donnée :

En descente, la valeur le poids est supérieure à la poussée d'Archimède. Deuxième loi de Newton. Pour s'équilibrer à une profondeur donnée il faut petit à petit rajouter un peu d'air dans son gilet stabilisateur de manière à augmenter la valeur de la poussée d'Archimède. A l'inverse si le plongeur remonte il faudra vider de cet air.

### Pour remonter :

Donner une vitesse initiale verticale en palmant, augmenter le volume d'air dans les poumons ou dans son gilet stabilisateur, de manière à augmenter la poussée d'Archimède.

Par contre à la remontée la pression diminuant le volume d'air augmente d'après la loi de Boyle-Mariotte, il faut donc penser à régulièrement vider l'air de son gilet (l'inverse de la descente).

S'il reste du temps parler des dangers liés à une mauvaise flottabilité : sur lestage, sous lestage, barotraumatismes et autres (ADD)...

# Présentation les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> temps de l'oral

## Grand oral – temps 2

### Entretien, exemples de questions 10 minutes

#### Entretien, exemples de questions 10 minutes

- Questions de bases sur les grandeurs ... (unités, signification...)
- Questions sur des ordres de grandeur...
- Pourquoi la pression sous l'eau est-elle plus élevée ? Comment varie-t-elle ?
- La masse volumique de l'eau peut-elle varier ? Si oui quels paramètres peuvent-ils la modifier ?
- Pouvez-vous rappeler comment trouve-t-on l'expression de la poussée d'Archimède ?
- Comment peut-on expérimentalement mettre en évidence la poussée d'Archimède ?
- Pourquoi la poussée d'Archimède n'est pas négligeable avec un fluide comme l'eau ?
- Qu'est ce que le centre de poussée ? Centre de gravité et centre de poussée sont-ils confondus ?
- Comment calculer ou mesurer le volume d'un plongeur ?
- Dans une combinaison néoprène quel facteur est important pour le calcul du lestage ?
- Pouvez-vous calculer le nombre de kg de plomb qu'un plongeur doit rajouter pour pouvoir plonger en sécurité ?
- De quoi dépend la masse volumique de l'eau ? Quelles conséquences pour le plongeur ?
- Peut-on modifier sa flottabilité en changeant le centre de gravité ou le centre de poussée ?
- Pourquoi le poids du plongeur est différent en début et en fin de plongée ? Faire un calcul
- Comment trouver en pratique le bon lestage ?

## Grand oral – temps 3

### Projet d'orientation - 5 minutes

- Cette question a-t-elle un rapport avec votre projet d'orientation ?
- Pouvez-vous nous exposer votre projet d'orientation ?
- En quoi la spécialité physique-chimie est-elle importante dans votre parcours ?
- Connaissez-vous les parcours d'orientation possible pour le métier envisagé ?
- Avez-vous pensé à d'autres voies d'orientation ? Avez-vous prévu une réorientation ?
- Quelles perspectives de métier, d'embauche ?
- Selon vous, quelles compétences sont nécessaires pour le métier et pour votre poursuite d'étude ?