

© Alain FORET

FLOTTABILITE & EQUILIBRE

EN PLONGEE LOISIR

NIVEAU IV FFESSM

# Objectifs du cours sur la Flottabilité

- Rappel de physique
- Etre capable de répondre aux interrogations des plongeurs débutants (et non débutant)
- Prévenir les risques d'un mauvais lestage au sein de votre palanquée

## Sommaire

- Une flottabilité variable
- Le plongeur et son matériel
- Les volumes fixes et variables
- La poussée Archimède
- Notions de poids, volumes et densité
- Exercices d'application & corrigés
- Les conséquences d'un mauvais lestage

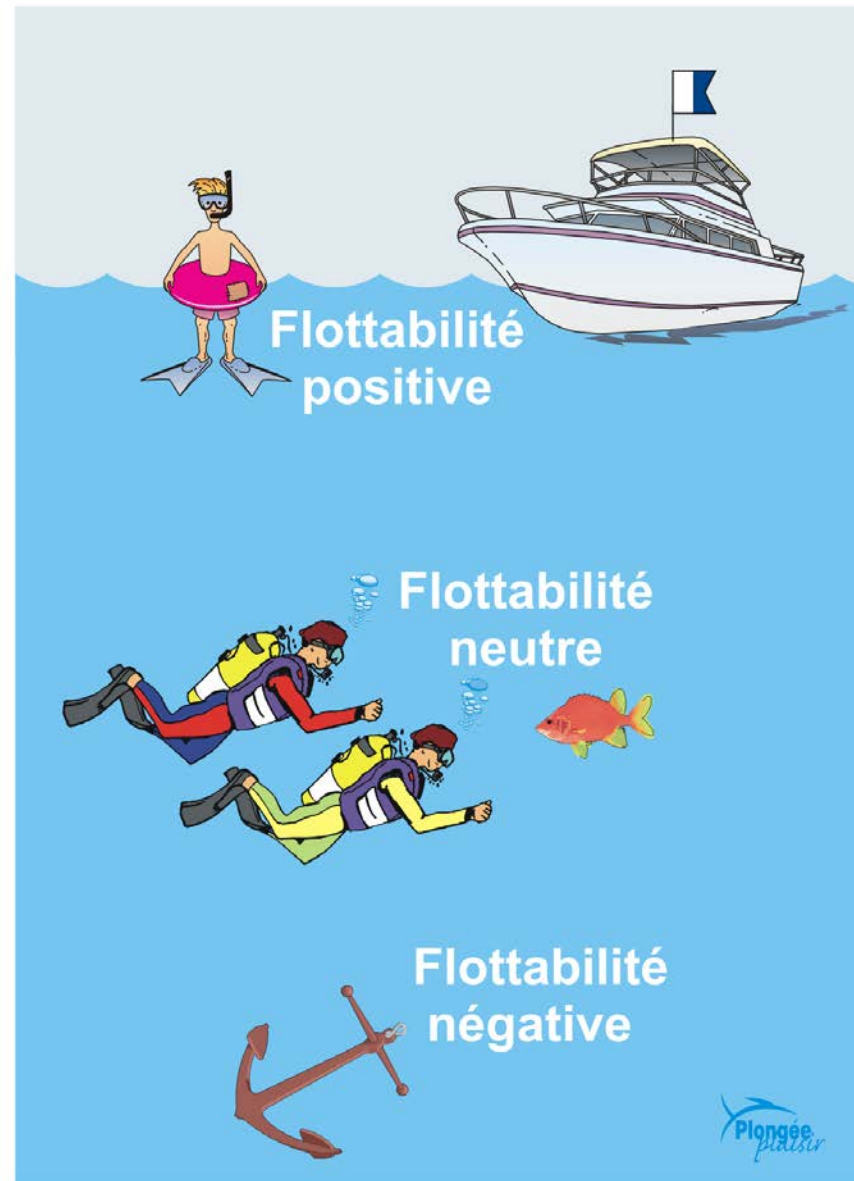
La flottabilité du plongeur peut varier de 3 façons différentes en fonctions de différents paramètres:

- **Flottabilité positive** le plongeur remonte ou reste en surface

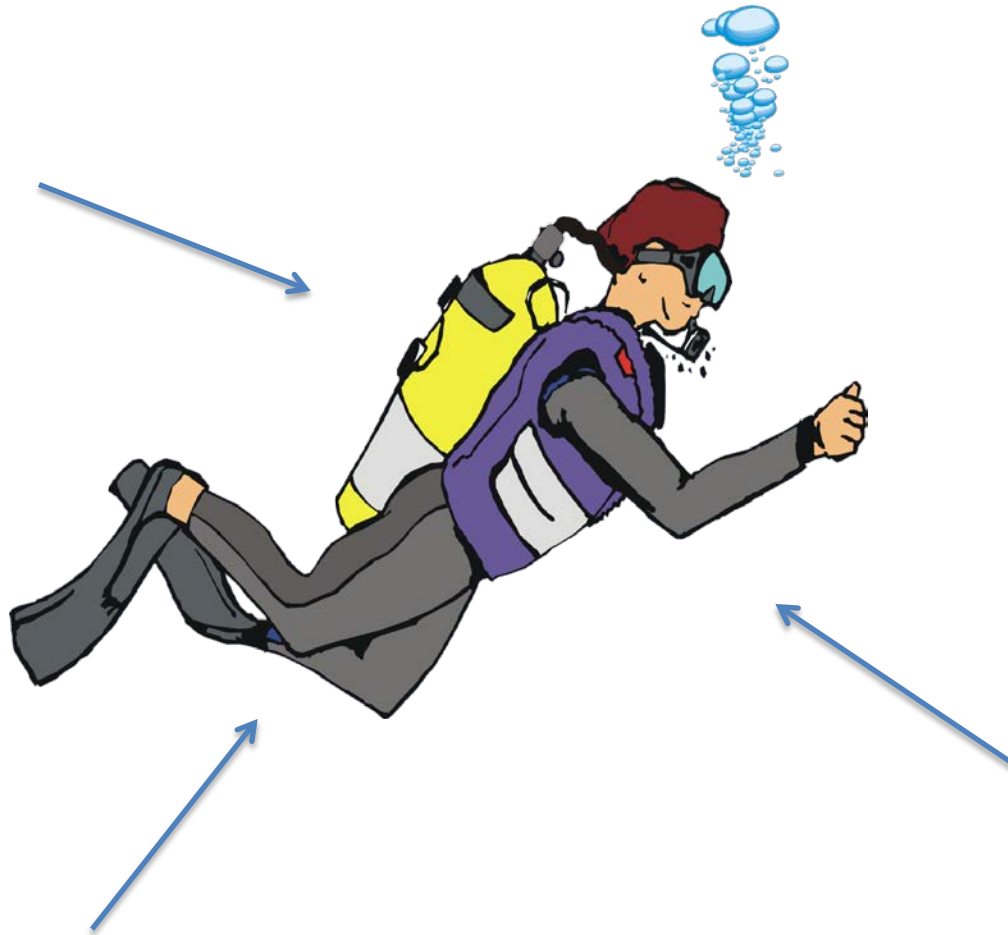
- **Flottabilité neutre** le plongeur peut évoluer à la même profondeur ou tenir un palier.

*Pour rappel, un baigneur est naturellement en flottabilité neutre.*

- **Flottabilité négative** le plongeur coule



En immersion, la pression hydrostatique, l'équipement du plongeur viennent perturber la flottabilité neutre du « baigneur »



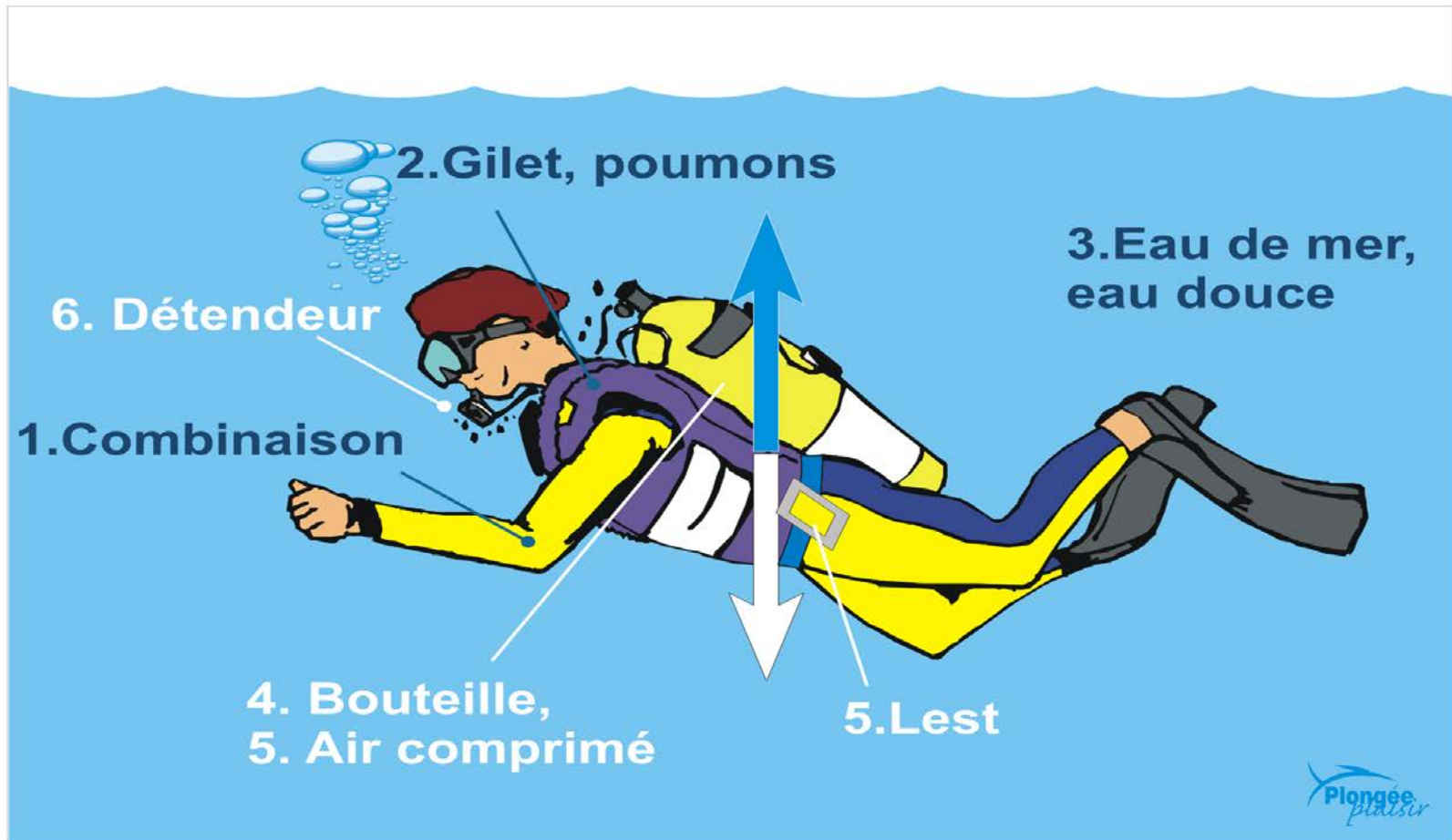
Quels sont les poids et volumes du plongeur et de son matériel ?

## Des volumes fixes et des volumes variables

Éléments	Poids	Volumes
Plongeur	80 kg	80 litres
Bloc	21 Kg	15 litres
Combinaison 7mn	3 Kg	8 litres
Matériel	4 kg	3 litres
Lestage		
TOTAL	108 kg	106 litres

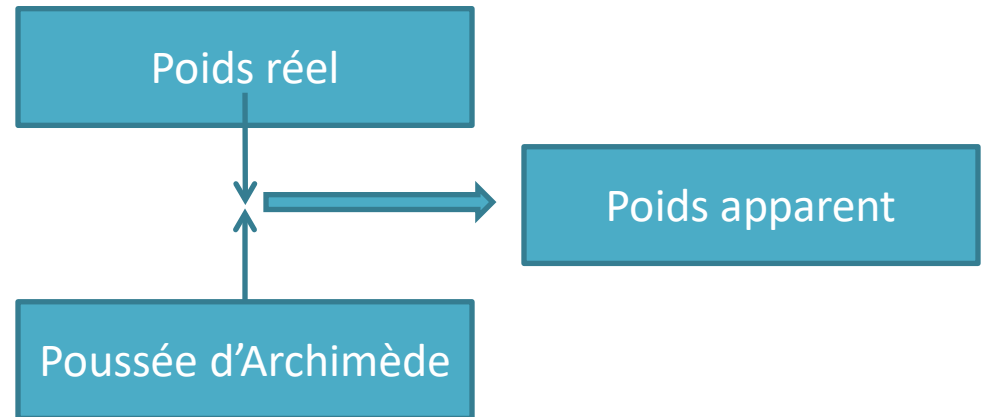
Quelle est la flottabilité de notre plongeur ? Doit-il rajouter du lest ?

« TOUT CORPS PLONGÉ DANS UN FLUIDE REÇOIT DE LA PART DE CE FLUIDE UNE POUSSÉE VERTICALE DU BAS VERS LE HAUT ET ÉGALE AU POIDS DU VOLUME DE FLUIDE DEPLACÉ PAR LE CORPS »



**LA POUSSEE D'ARCHIMÉDE EST EGALE AU POIDS DU VOLUME D'EAU DEPLACÉ PAR LE CORPS IMMERGÉ**

## Formule d'Archimède



$$\text{Poids apparent (Kg)} = \text{Poids réel (Kg)} - \text{Poussée d'Archimède (Kg)}$$

Ce qui nous donne:

Poids apparent  $< 0$  = Flottabilité positive

Poids apparent = 0 = Flottabilité neutre

Poids apparent  $> 0$  = Flottabilité négative

## Notions de densité et de volumes

Eléments	Densité	Masse volumique
Eau douce	1	1kg/dm <sup>3</sup>
Plombs	11,3	11,3 kg/dm <sup>3</sup>
Acier	7,8	
Aluminium	2,7	
Eau de Mer	1,03	
Homme	1	

Type de combinaison	Epaisseur	Volume indicatif
Shorty	1 mn	1 litre
Monopiece	3 mn	2 à 3 litres
Monopiece	7 mn	5 à 6 litres
2 pièces	7 mn	7 à 8 litres

Type de bloc	Volume	Poids apparent vide en mer
Acier	12 l	1 litre
Acier	15 l	2 à 3 litres
Aluminium		-1 à -2 litres



## Exercices d'application

Ex 1: Une plongeuse pèse 60kg pour un volume de 66 litres avec sa combinaison.  
Elle souhaite faire de l'apnée entre 3 et 5 mètres. Quel doit être son lestage

**C1:**  $60 - 66 = -6$  kg

Poids appa  $< 0 \rightarrow$  Flottabilité positive

Il faut rajouter 6kg de lest

Ex 2: Un plongeur pèse 65kg pour un volume de 70 litres avec sa combinaison.  
Quel lestage est nécessaire s'il prend un bloc de 15l de poids apparent de 3kg en eau douce ( $d=1$ )

**C2:** Poids réel =  $65 + 3 = 68$  kg

$68 - 70 = -2$  kg  $\rightarrow$  poids apparent négatif, flottabilité positive. Il faut rajouter 2kg de lest

Ex 3: Un plongeur correctement équilibré en eau de mer ( $D=1,03$ ) avec une combinaison de 5mn (3 litres de volume) souhaite utiliser une combinaison de 7mn (6 litres de volume). De combien doit varier son lestage ?

**C3:** Augmentation du volume  $6-3 = 3$  litres

Augmentation de la poussée d'Archimède:  $3 \times 1,03 = 3,09$  kg

## Exercices d'application

Ex 4: Un boîtier étanche de 5 dm<sup>3</sup> a un poids apparent nul en lac ( $d=1$ ).

Quel lestage devra-t-on introduire à l'intérieur pour lui donner le même poids apparent en mer ( $d=1,03$ ) ?

**C4:**

- $P_{app} = P_{réel} - P_{archi}$   
En lac ;  $P_{app} = 0$  donc  $P_{réel} = P_{archi} = 5 \times 1 = 5 \text{ kg}$ .
- En mer;  $P_{archi} = 5 \times 1,03 = 5,15 \text{ kg}$   
Pour avoir de nouveau un poids apparent nul, le poids réel doit être de 5,15 kg. Il manque donc 0,15 kg soit 150 g.

Ex 5: Un photographe subaquatique dispose d'un caisson de poids 1,5 kg et de volume de 3,5 décimètre cube, d'un appareil photo de 0,6 kg, des plombs d'un kg et de 0,5 kg.

Il plonge dans une eau salée de densité 1,03. Il veut régler le poids apparent de son appareil quasiment nul en mettant des plombs à l'intérieur du caisson.

Combien devra-t-il mettre de plombs ?

- C5:** Poussée d'Archimède sur le caisson :  $3,5 \times 1,03 = 3,605 \text{ kg}$   
Poids réel du caisson et de l'appareil photo :  $1,5 + 0,6 = 2,1 \text{ kg}$   
Pour obtenir un poids apparent nul, il manque donc dans le caisson :  $3,605 - 2,1 = 1,505 \text{ kg}$   
En mettant 1,5 kg de plomb dans le caisson, le poids apparent de l'ensemble sera quasiment neutre.  $P_{app} = P_{réel} - P_{PousséeArch} = (2,1 + 1,5) - 3,605 = 3,6 - 3,605 = -0,005 \text{ kg}$

## Exercices d'application

Ex 6: un lest de 10 dm<sup>3</sup>, de densité 11 est immergé dans une eau de densité 1. Quel est son poids apparent ?

**C 6:** poids réel:  $10 \times 11 = 110\text{kg}$   
poussé d'Archimède:  $10 \times 1 = 10\text{kg}$   
poids apparents:  $110 - 10 = 100\text{kg}$

Ex 7: Un plongeur veut remonter une ancre de 200 kg, de densité 10 par rapport à l'eau (densité 1), immergée à 40 m.

- Quel doit être le volume minimum du ballon de remontée?
- De combien de bouteilles de 10 l, gonflées à 200 b, aura-t-il besoin ?
- Quelle sera la pression restant dans les bouteilles utilisées ?

C 7:

**1) Quel doit être le volume minimum du ballon de remontée ?**

Volume ancre:  $200 / 10 = 20 \text{ l}$  donc  $P_{\text{archi}} = 20 \text{ kg}$ , donc  $P_{\text{app}}: 200 - 20 = 180 \text{ kg}$  En négligeant le poids de l'air et du parachute : Volume min = 180 l

**2) De combien de bouteilles de 10 l, gonflées à 200 b, aura-t-il besoin ?**

180 l à 40 m, soit  $180 \times 5 = 900 \text{ l}$  d'air à mettre dans le ballon.

10 l à 200 bar, soit 2000 l d'air disponibles, donc une bouteille suffit.

**3) Quelle sera la pression restant dans les bouteilles utilisées ?**

Pression restante :  $(2000 - 900) / 10 = 110 \text{ bar}$ .

## Les conséquences d'un mauvais lestage

- Difficultés pour s'équilibrer
- Sur utilisation du gilet
- Palmage vertical dit « Hippocampe »
- Sur-consommation → baisse de l'autonomie d'air
- Respect profondeurs plancher
- Difficultés pour tenir un palier

**UN GUIDE DE PALANQUEE DOIT PREVENIR LES RISQUES D'UN MAUVAIS LESTAGE AFIN DE GARANTIR LA SECURITE DE SA PALANQUEE**