



Fig. 1. Parableteuthis pleurancistrum tenuis (GISSACG, 2018)

PRESSION & FLOTTABILITE



Objectif ?

Comprendre l'effet de la pression sur l'organisme

Pourquoi ?

Faire les bons gestes en plongée en les reliant aux effets physiques qui interviennent

PRESSION & FLOTTABILITE



Fig. 1. Paradoxe de l'immersion (GISSACG, 2018)

Quelques observations



« Mon bloc est plus léger dans l'eau que dans l'air »

« Je dois me lester pour pouvoir m'immerger »

« Je dois gonfler mon gilet à la descente pour ne pas couler »



Quel est l'effet Physique impliqué ?

PRESSION & FLOTTABILITE



Fig. 1. Paradoxe de l'immersion (GISSACG, 2018)

Quelques observations



« Mon bloc est plus léger dans l'eau que dans l'air »

« Je dois me lester pour pouvoir m'immerger »

« Je dois gonfler mon gilet à la descente pour ne pas couler »

- Archimède

- Archimède
- Pression dépend de la profondeur



Fig. 1. Paradoxe de l'homme sous l'eau (GISSACG, 2018)

PRESSION & FLOTTABILITE



Plan du cours

1- La pression

2- Lien Pression/Volume

(loi de Mariotte)

3- La flottabilité

(principe d'Archimède)



Fig. 1. Parableantus pleurmanno lensis (GISSACG, 2018)

PRESSION & FLOTTABILITE



Plan du cours

1- La pression

2- Lien Pression/Volume

(loi de Mariotte)

3- La flottabilité

(principe d'Archimède)

La pression

- Sous l'eau le plongeur respire de l'air comprimé venant de son bloc
- Le manomètre mesure la **pression** du bloc



La pression

- La pression est le résultat d'une force sur une surface.

$$Pression = \frac{Force}{Surface}$$

- La pression est exprimée en bar.

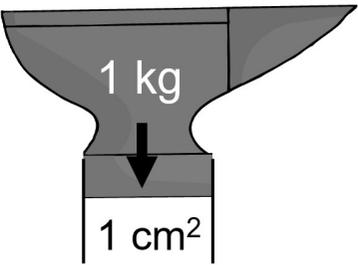
$$1 \text{ bar} = 1 \text{ kg/cm}^2 = 1000 \text{ hecto Pascal}$$

La pression

Quelle est ma pression ?



de + en + forte



1 Bar



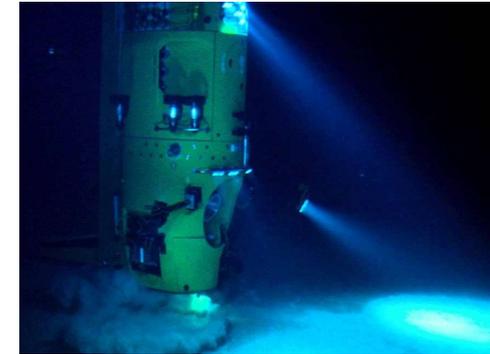
2-3 Bars



150 Bars



230 Bars



Fond océanique le + profond sur Terre

1100 Bars

La pression

- Sur Terre, nous subissons la **pression de l'air** ou pression atmosphérique P_{atm}
- Sous l'eau, le plongeur en immersion subit **en plus** la **pression de l'eau** ou pression hydrostatique P_{hydro}

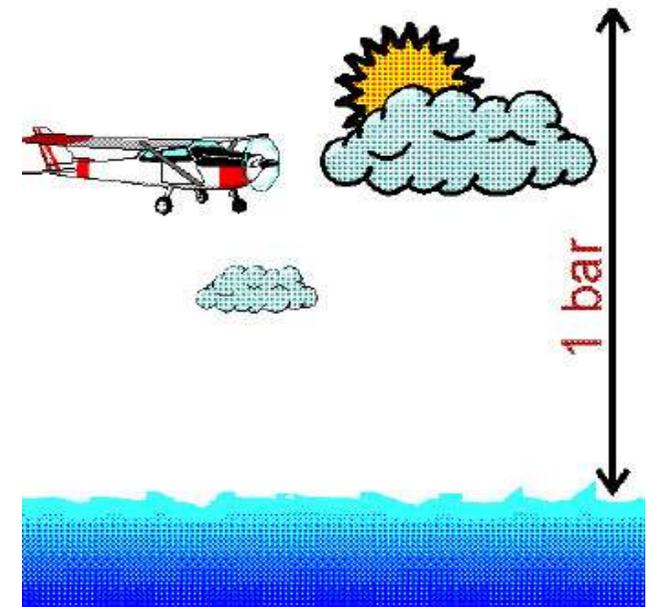


Pression de l'air + **Pression de l'eau** = Pression Ambiante

La pression

La Pression de l'air (atmosphérique)

- Elle est due au poids de la colonne d'air qui s'exerce à la surface de la Terre
- Elle vaut au niveau de la mer autour de 1 bar ou 1000Hpa
- Elle varie de 960HPa (dépression) à 1013HPa (anticyclone) mais cela n'a pas d'influence sur le plongeur
- En altitude tous les 1000m, elle diminue de 0,1 bar



La pression

La pression de l'eau (hydrostatique)

- c'est la pression exercée par la colonne d'eau au dessus du plongeur
- Quand on descend sous l'eau la pression augmente d'un bar tous les 10 mètres.



La pression

La pression ambiante PA

- c'est donc la **pression totale** qui s'exerce sur le plongeur en immersion

$$PA = P_{\text{atm}} + P_{\text{hydro}}$$

$$PA = 1 + \text{Profondeur} / 10$$

$$\text{Profondeur} = (PA - 1) * 10$$



Quelle pression subit un plongeur à 20m ?

3 bars

$$PA = 1\text{bar} + 20\text{m} / 10 = 1 + 2 = 3$$

La pression

La pression ambiante PA

- c'est donc la **pression totale** qui s'exerce sur le plongeur en immersion

$$PA = P_{\text{atm}} + P_{\text{hydro}}$$

$$PA = 1 + \text{Profondeur} / 10$$

$$\text{Profondeur} = (PA - 1) * 10$$



A quelle profondeur suis-je si je subis une pression de 1,5 bars ?

5 m

$$\text{Prof.} = (1,5 - 1) * 10 = 5\text{m}$$

La pression

La sécurité du plongeur

- Les plus grandes variations (x2) de pression se situent entre la surface et 10m
- A la remontée, le plongeur doit aller doucement dans cette zone pour limiter les risques barotraumatiques

(voir cours suivant)

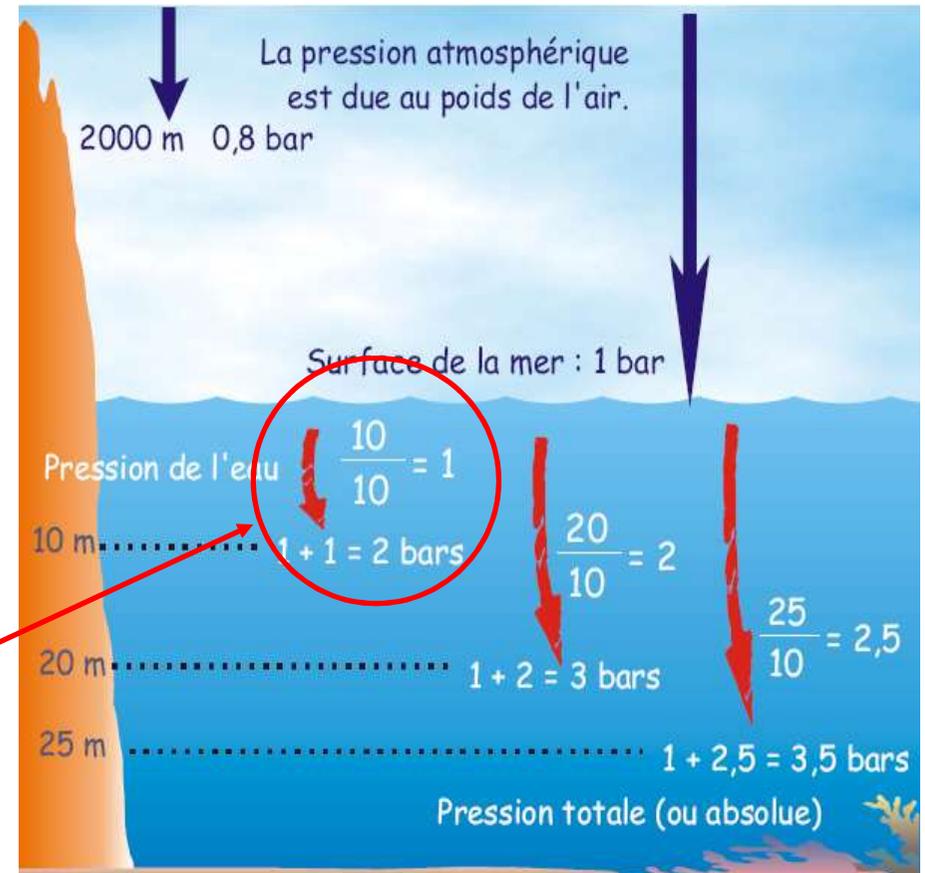




Fig. 1. Parableantus pleuraxanthus lenis (GISSACG, 2018)

PRESSION & FLOTTABILITE



Plan du cours

1- La pression

2- Lien Pression/Volume

(loi de Mariotte)

3- La flottabilité

(principe d'Archimède)

Lien Pression / Volume

La loi de Mariotte

- Dans un volume fermé :
 - Quand la pression augmente l'air se comprime et le volume diminue
 - Quand la pression diminue , l'air se dilate et le volume augmente

$$P \times V = \text{Constante}$$



Je gonfle un ballon de 6 litres d'air et l'immerge à 20m.

Quelle est son volume à cette profondeur ?



2 litres

$$\begin{aligned} P_{20m} * V_{20m} &= P_{\text{surf}} * V_{\text{surf}} \\ 3 \text{ bars} * X &= 1 \text{ bar} * 6 \text{ litres} \\ 3 * X &= 6 \\ X &= 2 \end{aligned}$$

Lien Pression / Volume

La loi de Mariotte

- Dans un volume fermé :
 - Quand la pression augmente l'air se comprime et le volume diminue
 - Quand la pression diminue , l'air se dilate et le volume augmente

$$P \times V = \text{Constante}$$



Je gonfle un 'parachute' de 3 litres d'air étant à 10m de profondeur.

Quel sera son volume une fois remonté à la surface ?



6 litres

$$\begin{aligned} P_{\text{surf}} * V_{\text{surf}} &= P_{10\text{m}} * V_{10\text{m}} \\ 1 \text{ bar} * X &= 2 \text{ bars} * 3 \text{ litres} \\ 1 * X &= 6 \\ X &= 6 \end{aligned}$$

Lien Pression / Volume

Application à la descente

- Quand on descend, on rajoute de l'air dans le gilet pour se stabiliser et compenser la diminution de volume du gilet, de la combinaison néoprène qui se comprime

→ GONFLER LE GILET



Lien Pression / Volume

Application à la remontée

- Lors de la remontée il faut vider l'air de son gilet pour ne pas qu'il augmente de volume et ainsi remonter trop rapidement comme une bouée.

→ PURGER LE GILET

- Si on bloque sa respiration, le volume d'air des poumons augmente : risque de surpression

→ Expirer en continue





Fig. 1. Parableantus pleuraxanthus lenis (GISSACG, 2018)

PRESSION & FLOTTABILITE



Plan du cours

1- La pression

2- Lien Pression/Volume

(loi de Mariotte)

3- La flottabilité

(principe d'Archimède)

La flottabilité en surface

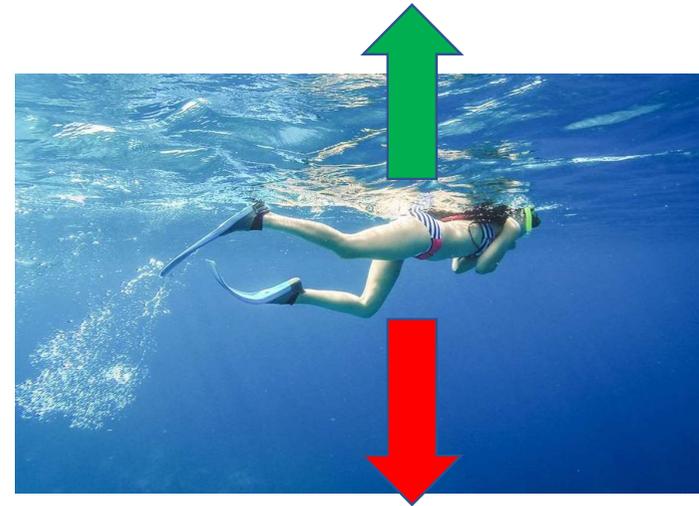
- Pourquoi nous ne coulons pas quand nous sommes en surface ?

Le nageur subit :

- **Son poids**
- **La poussée d'Archimède**

« Tout corps, plongé dans un liquide, subit une poussée verticale orientée vers le haut et égale au poids du liquide déplacé »

Si ces 2 forces s'équilibrent, nous flottons !



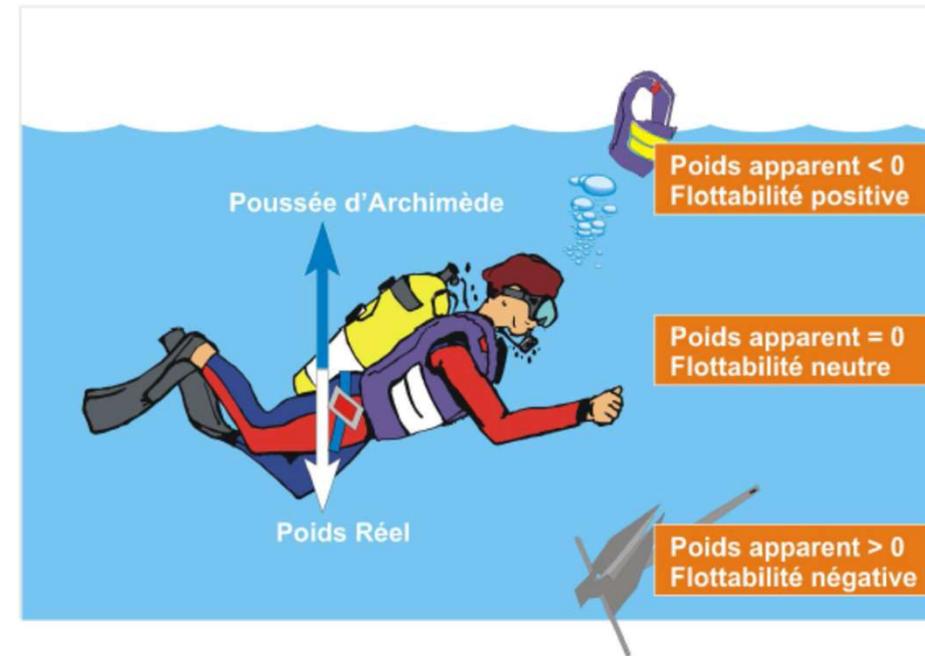
La flottabilité en plongée

- Notre poids apparent est plus léger en plongée

$$\text{Poids}_{\text{apparent}} = \text{Poids}_{\text{réel}} - \text{Poussée}_{\text{Archimède}}$$

- La poussée d'Archimède est proportionnelle au volume du plongeur (son corps + son équipement)

- ⇒ poids apparent < 0 je flotte
- ⇒ poids apparent = 0 je suis équilibré
- ⇒ poids apparent > 0 je coule



La flottabilité en plongée

$$Poids_{apparent} = Poids_{réel} - Poussée_{Archimède}$$



**Je pèse 70 kgs pour un volume de 75 L.
Je flotte en surface ?**

**Je plonge avec mes plombs de 5kgs
et mon équipement de 15kgs égal à
un volume de 15 L.**

Je coule ?

1 Litre d'eau ≈ 1 kg



Oui !

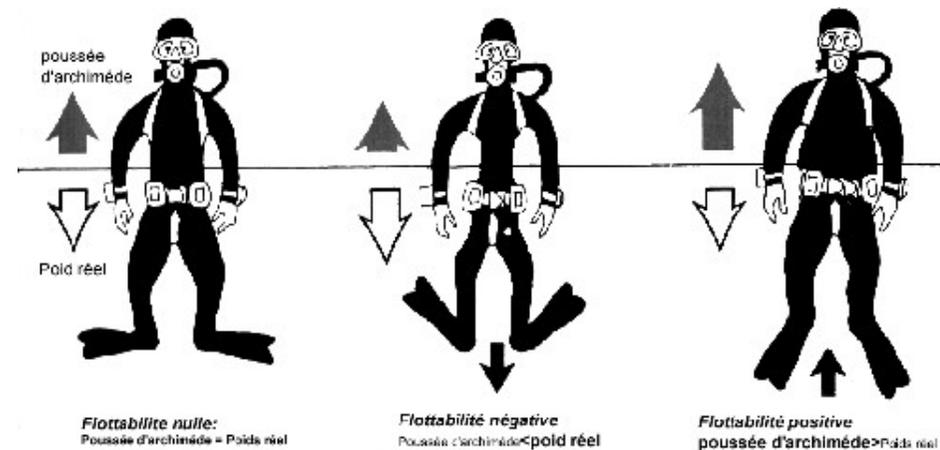
$$Poids\ apparent = 70 - 75 * 1 = -5 < 0$$

Non ! Je suis équilibré

$$Poids\ apparent = (70+5+15) - (75+15) * 1 = 0$$

La flottabilité : les gestes du plongeur

- Quand on inspire dans le détendeur on augmente le volume des poumons et donc celui du corps et on remonte un peu, c'est le principe du **poumon-ballaste** (et inversement).
- Le plongeur utilise en premier ce geste pour s'équilibrer.



La flottabilité : les gestes du plongeur

- Pourquoi utilise t on un gilet ?
 - ⇒ Pour flotter en surface en le gonflant
 - ⇒ Pour descendre en le vidant = on diminue son volume immergé
 - ⇒ Pour monter on le gonfle pour déclencher la remontée = on augmente son volume immergé et donc la poussée d'Archimède



L'air contenu dans le gilet va augmenter à la remontée (loi de Mariotte) et donc accélérer la remontée

→ il faut purger régulièrement



La flottabilité : les gestes du plongeur

- Pourquoi mettre une ceinture de plomb ?
 - ⇒ pour augmenter son poids apparent et annuler la flottabilité de sa combinaison & équipement de plongée qui augmente notre volume
- Il faut adapter son lestage à :
 - ⇒ Son type de bloc : 12 L ou 15 L
 - ⇒ Sa combinaison (eau froide/eau chaude)
 - ⇒ La densité de l'eau (douce ou salée)



Merci de votre
attention !

Des Questions ?

