

2

# Flottabilité et consommation



Niveau 2

URSRSA

2012 – 2013



# Flottabilité et Consommation



Encore une histoire de  
**PRESSION...**

# Au Menu de ce soir...



## I – Les Pressions?

Qu'est ce que la pression?  
Les différents types de pressions  
Les application en plongée

## II – Je flotte, je coule, pourquoi ?

Notion de flottabilité  
Notion de poids apparent  
Qu'est ce qui me fait flotter / couler en plongée  
Le lestage : le facteur de régulation

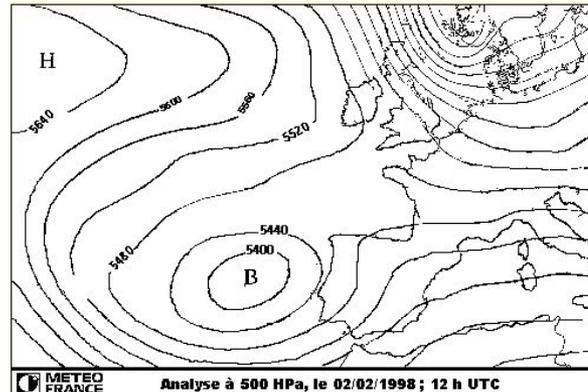
## III – Quand la pression monte, mon mano descend...

Pression et Volume : et si c'était lié... ?  
La consommation : ca se calcule... !  
Lien avec la flottabilité

Pression et volume : de la physique à la physio...  
Ouverture sur...

# La Pression

## Les Pressions



# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume :  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# La Pression



❖ C'est une force appliquée sur une surface

$$P = F/S$$

P la pression en bar  
F la force en newton  
S la surface en cm<sup>2</sup>

# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Les types de pression



- ❖ La Pression Atmosphérique
- ❖ La Pression de l'eau (Hydrostatique)
- ❖ La Pression de mon bloc
- ❖ La Pression de chaque gaz  
composant l'air
- ❖ Etc...

# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume :  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Les types de pression



## ❖ La Pression Atmosphérique

A la surface de la mer : environ 1 bar

Soit 1013,25 hPa

Soit encore 760 mmHg

Elle diminue avec l'altitude de 0,1 bar  
tous les 1000m

# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Les types de pression



## ❖ La Pression Hydrostatique

De 0m en surface, elle augmente de manière constante de 1 bar tous les 10m

## ❖ La Pression Absolue

C'est la somme de

La pression Atmosphérique

La pression Hydrostatique



# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume :  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Les types de pression



## ❖ Pression absolue

$$P_{abs} = P_{athmo} + P_{hydro}$$

Exercice :

Quelle Pression absolue avons-nous à 20m,  
30m, 40m... ?

# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

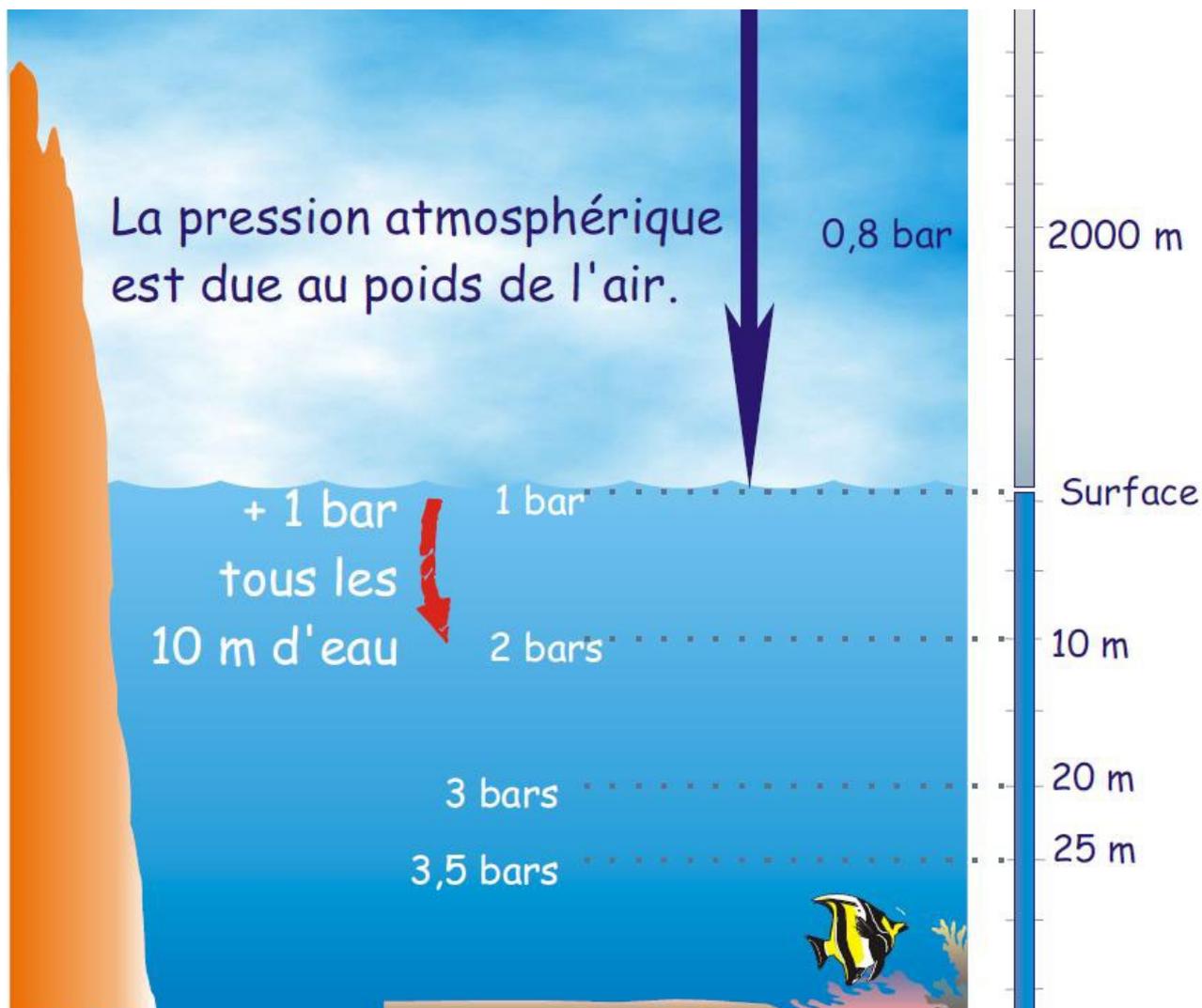
## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Les types de pression



# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume :  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Applications à la plongée



- ❖ Calculer la pression à laquelle notre corps et notre air est soumis aux différentes profondeurs de notre plongée
- ❖ NB : le détendeur nous délivre de l'air à pression ambiante.



*Je flotte  
Je coule  
Pourquoi ?*

*?*

*Une histoire de  
POID...  
Mais pas que...*

# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# La Flottabilité



- ❖ la pression que notre corps exerce sur l'eau est inférieure à celle qui nous fait remonter ? Je flotte. Ma flottabilité est Positive
- ❖ la pression que notre corps exerce sur l'eau est supérieure à celle qui nous fait remonter ? Je coule. Ma flottabilité est Négative
- ❖ la pression que notre corps exerce sur l'eau est égale à celle qui nous fait remonter ? Je suis statique équilibré. Ma flottabilité est Neutre

# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Le poids apparent



## ❖ Théorie d'Archimède :

« Tout corps plongé dans un liquide reçoit de la part de ce dernier une poussée verticale du bas vers la haut égale au volume d'eau déplacé. »

2 forces s'opposent :

La force due au poids de notre corps  
qui veut nous faire descendre :

Notre POID REEL

La force de l'eau qui repousse notre  
corps vers la surface

La POUSSÉE D ARCHIMEDE



# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Flotter / Couler



❖ Théorie d'Archimède :

$$\text{Poids réel} - \text{poussée d Archimède} = \text{poids apparent}$$

Si le poids apparent est positif : flottabilité négative on coule

Si le poids apparent est négatif : flottabilité positive on flotte

Si le poids apparent est nul ou neutre : on est stabilisé

## Les Pressions ?

- La pression ?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Le lestage : facteur de régulation



- ❖ Mon poids avec l'équipement est il supérieur, inférieur ou égal au volume que je représente ?
- ❖ Oui ? Je rajoute du poids : je me leste Jusqu'à retrouver un flottabilité neutre à 3m
- ❖ Je suis trop lourd ? Je rajoute du volume : de l'air dans ma stab !

Attention : surlestage = danger !  
Pourquoi ?

## Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Le lestage : une variable à ajuster



- ❖ Votre lestage va varier fortement au cours de cette année
- ❖ Certains facteurs font varier le lestage :  
La tartiflette et la bûche de Noël !  
L'alcool !  
Une nouvelle combinaison  
Un bloc différent (12 L / 15 L)  
Un phare, un caisson d'appareil photo...

Plus je descends,  
plus mon mano  
descend...



## Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Pression et Volume



- ❖ Les 2 sont liés par la proportionnalité !
- ❖ Plus on descend, plus on consomme, et pourtant on ne bouge pas plus...
- ❖ Bizarre ... ? Non !
- ❖ Pression et volume ont un lien :

Le volume diminue de façon inversement  
proportionnel à la pression !

## Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume :  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Pression et Volume



- ❖ Lorsque je descends, la pression augmente... et le volume diminue !
- ❖ Lorsque je remonte, la pression diminue... et le volume augmente !
- ❖ Loi de Boyle - Mariotte :

A température constante le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression qu'il subit.

## Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Pression et Volume



$$\diamond P1 \times V1 = P2 \times V2$$

Avec Pression en Bars  
Et Volumes en Litres

\*/ La combinaison : L'écrasement de la combinaison (Bulles d'air contenues dans le néoprène) en fonction de la profondeur.

\*/ Gilet stabilisateur : Ajout d'air/Purge de la stab pour maintenir un volume d'air constant

\*/ Les poumons

\*/ Le calcul d'autonomie (Consommation d'air en fonction de la profondeur).

\*/ Les incidents mécaniques de la plongée

## Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Pression et volume



Si on immerge une stab de contenant 3 litres d'air en surface à une profondeur de 20 m, cette stab en descendant subit la pression du milieu à la profondeur ou elle se trouve. Ainsi à une profondeur de 20 m la stab ne fait plus qu'un volume de 1 litre d'air.

A l'inverse si je gonfle à 20 m ma stab en lui injectant 3 litres (à une pression de 3 bars !), en revenant en surface, ma stab fait alors un volume de 9 litres d'air !

## Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# La consommation



## ❖ Même principe !

Quel est le volume d'air contenu dans un bloc de 12l gonflé à 200 bar ?

$$P1 * V1 = P2 * V2 \rightarrow$$

$$V2 = P1 * V1 / P2$$

$$V2 = 200 * 12 / 1 = 200 * 12 = 2400 \text{ l}$$

- Bertrand consomme 18 l d'air par minute. Il est équipé d'une bouteille de 12l gonflée à 200 bar. Quelle est son autonomie à 20m sachant que le directeur de plongée a demandé de remonter avec 50b sur le bateau ?

# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# La consommation



Méthode 1 : Ramener les volumes à la pression de surface

$$V1 = 12 * (200-50) = 1800 \text{ l à 1 bar}$$

$$P_{abs} = 3 \text{ bar à 20m}$$

$$P1 * V1 = P2 * V2 \rightarrow$$

$$V2 = (P1 * V1) / P2 = (1800 * 1) / 3 \\ = 600 \text{ l à 3 bar}$$

$$\text{Autonomie : } 600 / 18 \approx 33 \text{ min}$$



# La consommation

Méthode 2 : Ramener les volumes à la pression où se situe le plongeur

$$V_1 = 12 * (200-50) = 1800 \text{ l à 1 bar}$$

$$P_{abs} = 3 \text{ bar à 20m}$$

Consommation en surface : 18l/min

$$\text{Consommation à 20 m : } 3 * 18 = 54 \text{ l/min}$$

$$\text{Autonomie : } 1800 / 54 \approx 33 \text{ min}$$

## Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume :  
physique à la physio...
- Ouverture sur...



## Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# La consommation



Bertrand plonge encadré le lendemain matin sur le Donator. La plongée se fera à 40m de profondeur. Il a toujours son 12l gonflé à 200bar et consomme 18l/min.

Quelle est son autonomie ?

Pabs à 40m = 5b

Consommation à 40m :  $18 * 5 = 90\text{l/min}$

Autonomie :  $(12 * (200 - 50)) / 90 = 20 \text{ min}$

Plus la plongée est profonde, plus la consommation est importante !

## Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume :  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Lien avec la flottabilité



Toun s'équilibre en injectant à 25 m 3 l d'air dans son gilet. Quel sera le volume dans son gilet s'il remonte sans purger celui-ci ?

$$P_{abs} = 3,5 \text{ b}$$

$$V_2 = (P_1 * V_1) / P_2$$

$$= (3,5 * 3) / 1 = 10,5 \text{ L}$$

Voilà pourquoi il faut purger en remontant !  
Sinon ça s'accélère !

# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

# Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

# Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume :  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Lien avec la flottabilité



Et maintenant : à vous de travailler !

Expliquez moi pourquoi j'injecte de l'air dans  
ma stab en descendant !

Expliquez moi ce que je dois faire en plongée  
si je suis surlesté, et les conséquences que ça  
aura sur moi en immersion !

## Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume :  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# De la physique à la physio...



Le plus gros volume d'air de notre corps, c'est les poumons... !

Qui eux aussi sont soumis à la loi de Mariotte.

Pourquoi alors dois je expirer à la remonté ?

# Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

# Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

# Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# Ouverture sur...



Notre corps et équipement comporte de nombreuses cavités.

Ces volumes vont donc varier tout au long de la descente, et lors de la remonté.

L'augmentation de ces volumes ou leur diminution va donc avoir des conséquences sur mon matériel, et sur mon corps....

Mes poumons, mes oreilles....

## Les Pressions?

- La pression?
- Types de pressions
- Les applications

## Je flotte, je coule, pourquoi ?

- Flottabilité
- Poids apparent
- Flotter / couler
- Le lestage :  
le facteur de  
régulation

## Mon mano descend...

- Pression et Volume
- La consommation
- Lien avec la  
flottabilité
- Pression et volume :  
physique à la physio...
- Ouverture sur...

# La séance prochaine



# L'incidence du milieu sur le corps

Les accidents dits barotraumatiques  
La prévention

La pression : source d'incidents chimiques

**Si vous avez des questions,  
c'est le moment !**

...

**Si vous préférez plus tard :**

**[granger.yves@gmail.com](mailto:granger.yves@gmail.com)**

MERCI DE  
VOTRE  
ATTENTION