

# SYNTHESE DE LA PHYSIQUE



Pour ne plus avoir la  
physique déconnectée de  
notre pratique

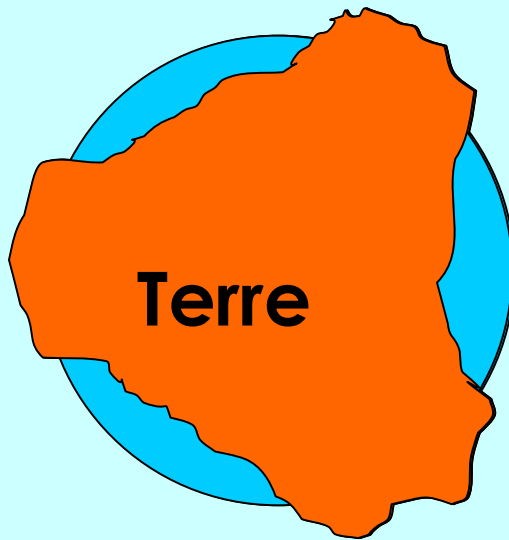
Pour lui redonner la place  
qu'elle n'a parfois jamais  
eu

Pour trouver des pistes  
qui donneront envie  
d'aller plus loin

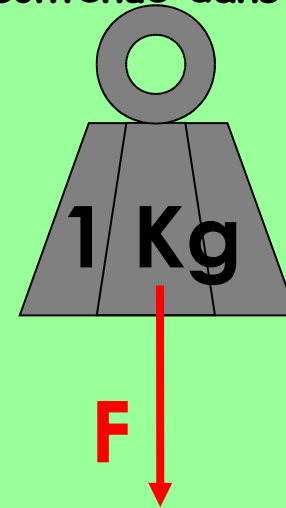
# QUE SE PASSE-T-IL AUTOUR DE NOTRE BONNE VIEILLE TERRE?

Tout corps livré à lui-même tombe dans l'air ou dans l'eau et est attiré par le centre de la terre.

Un corps de MASSE 1 Kg tombe.  
Une MASSE de 1 Kg, c'est la quantité de matière contenue dans le corps



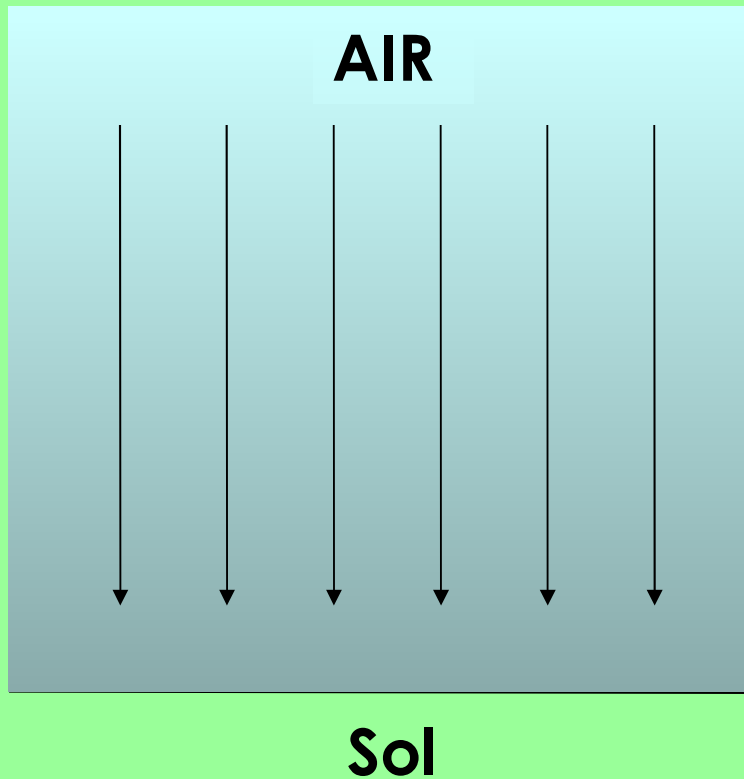
Le corps en tombant prend de plus en plus de vitesse.  
C'est l'accélération 9,81 m/s/s



Il en résulte un poids, c'est une FORCE  
**FORCE** = MASSE x ACCELERATION  
**FORCE** = 1 Kg x 9,81 m/s/s  
**FORCE** = 9,81 Newtons  
Soit environ 10 N ou 1daN

Tout ce qui est autour de la terre pèse sur elle : LES Océans, L'ATMOSPHERE, le plongeur, les objets, etc....  
C'EST LE PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA DYNAMIQUE

# ET L 'ATMOSPHERE ! ?



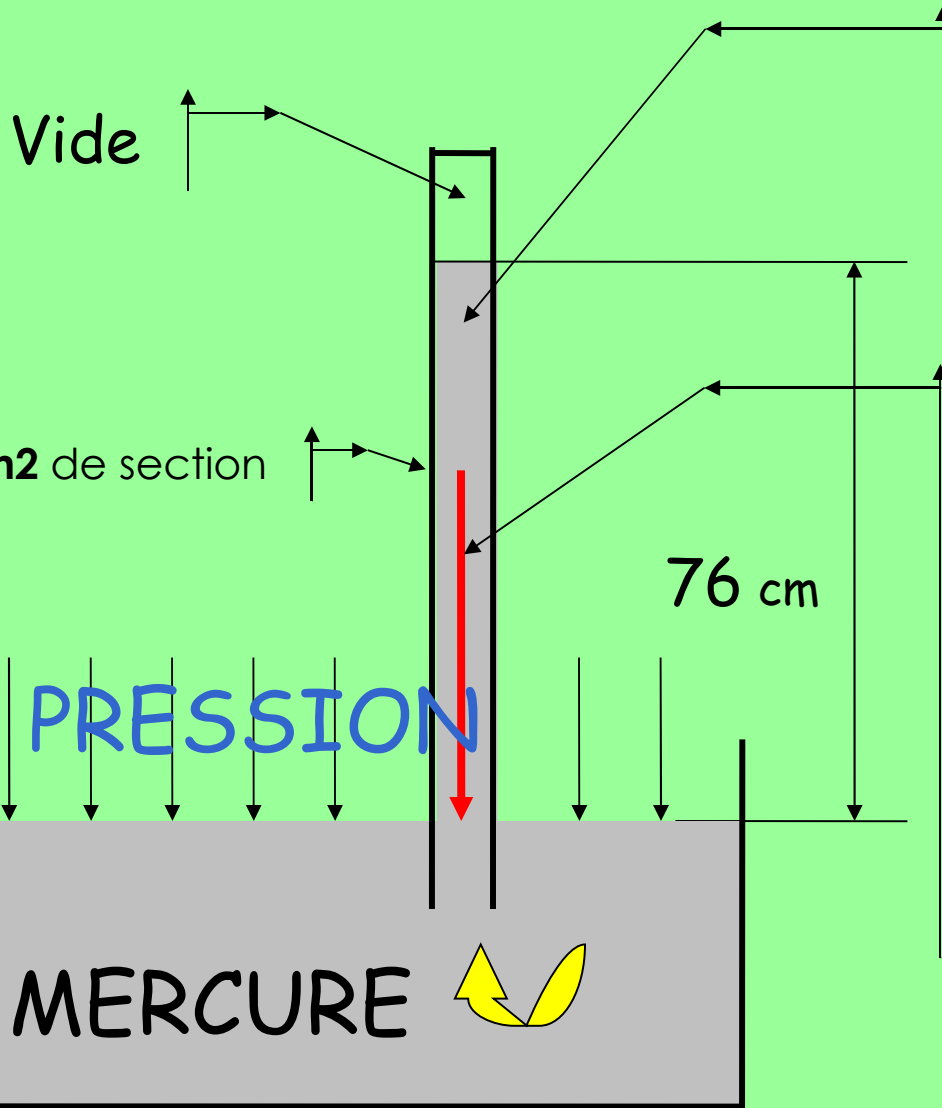
Plus on monte en altitude,  
moins ça pèse.

1,3 Kg par m<sup>3</sup>, c'est la masse volumique de l'air  
au niveau du sol

Plus on se rapproche du  
sol, plus ça pèse.

Même chose dans l'eau.

# QUANTIFIONS LA VALEUR DE LA PRESSION ATMOSPHERIQUE



**Volume** 76 cm<sup>3</sup> ou **0,076 dm<sup>3</sup>**

**Masse** = 0,076 x 13,6 densité du mercure

**Masse** = 1,0336 Kg

Le poids c'est une **FORCE**

**FORCE** = masse x accélération

**FORCE** = 1,0336 Kg x 9,81 m/s/s

**FORCE** = 10,13 Newtons

soit **1,013 daN** qui s'applique sur 1cm<sup>2</sup>

Donc la **PRESSION** est de :

**PRESSION** = F / S

**PRESSION** = 1,013 daN/1 cm<sup>2</sup>

**PRESSION** = 1,013 bar

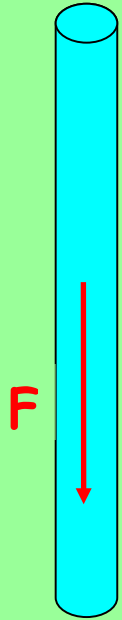
Soit 1013 mbar qui est la pression normale au niveau de la mer.

Et si, au lieu de mercure, nous avons eu de l'eau douce ?

**1,0336 Kg d'eau douce**, ça fait une hauteur de **10,336 m** pour une section de 1cm<sup>2</sup>. C'est la hauteur limite d'aspiration pour une pompe aspirante car c'est la pression atmosphérique qui fait monter l'eau dans le tuyau d'aspiration.

# ET LA PRESSION SOUS L 'EAU ! ?

10 m D'EAU DOUCE sur 1cm<sup>2</sup> ça fait quelle pression ?



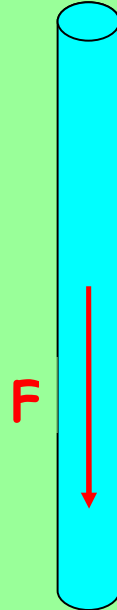
MASSE = volume x densité  
MASSE = 1 L x 1  
MASSE = 1 Kg

Le poids c'est une **FORCE**  
**FORCE** = MASSE x accélération  
**FORCE** = 1 Kg x 9,81 m/s/s  
**FORCE** = 9,81 Newtons ou **0,981 daN**

**PRESSION**=**0,981daN**/1cm<sup>2</sup> = **0,981 bar**

Par rapport à **1 bar**  
Différence **0,019 en moins**

10 m D'EAU DE MER sur 1cm<sup>2</sup> ça fait quelle pression ?



MASSE = volume x densité  
MASSE = 1 L x 1,03  
MASSE = 1,03 Kg

Le poids c'est une **FORCE**  
**FORCE** = MASSE x accélération  
**FORCE** = 1,03 Kg x 9,81 m/s/s  
**FORCE** = 10,10 Newtons ou **1,010 daN**

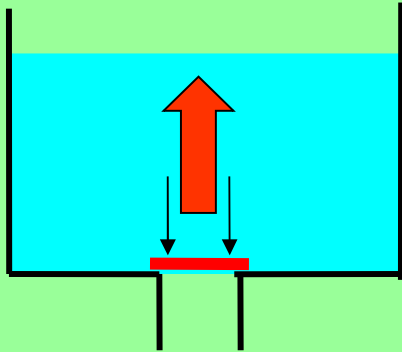
**PRESSION**=**1,010daN**/1 cm<sup>2</sup> = **1,010 bar**

Par rapport à **1 bar**  
Différence **0,010 en plus**

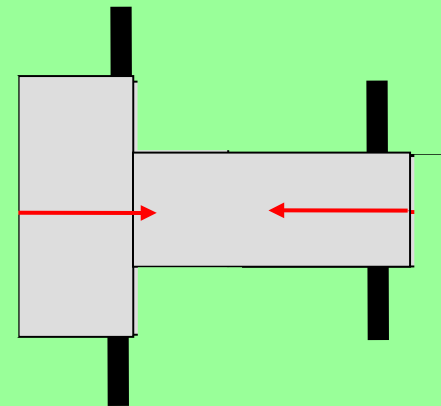
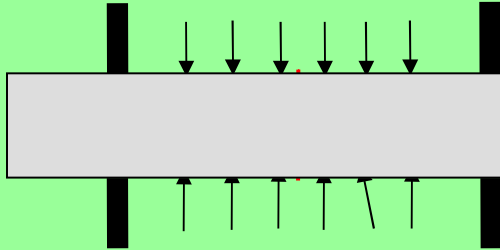
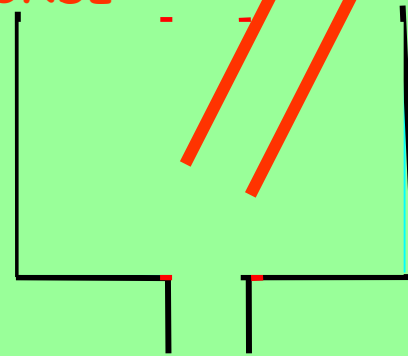
Et oui, contrairement à ce que l'on entend habituellement, c'est donc dans **L'EAU DE MER** que l'on est le plus près **d'un bar tous les 10 m.**

# ET LES PRESSIONS SUR LES SURFACES ! ?

DIFFICULTE A SOULEVER LA BONDE



AUCUNE DIFFICULTE A SOULEVER LA BONDE

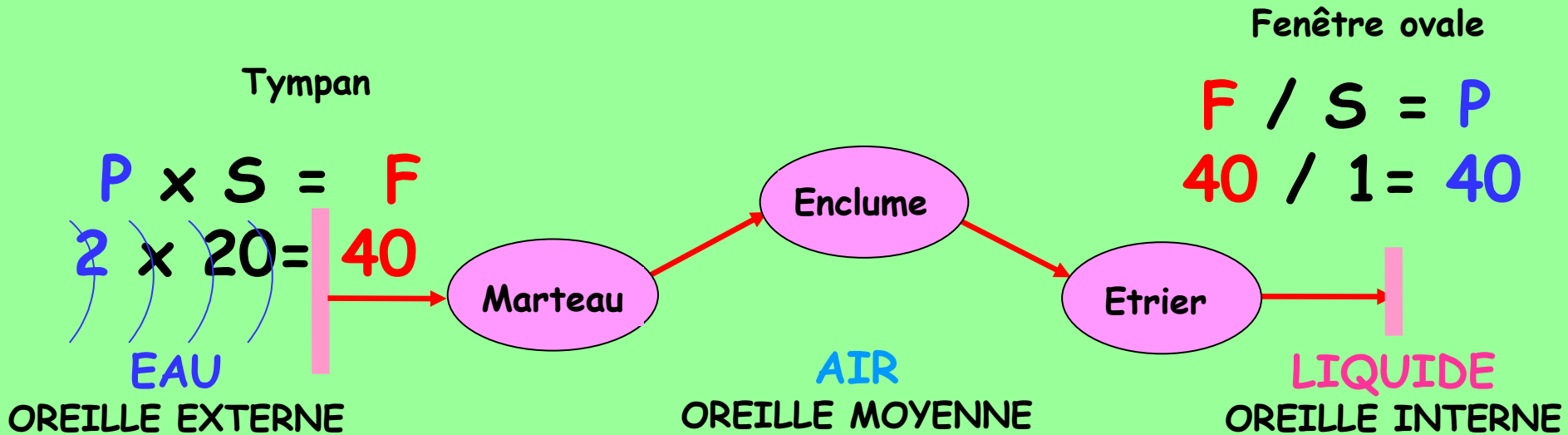


AUCUN EFFORT POUR DEPLACER LES PIECES VERS LA GAUCHE OU LA DROITE? LES FORCES S'ANNULENT? LA COMPENSATION DES ROBINETS ET DES DETENDEURS UTILISE CES PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

# ET UN SON, C'EST QUOI ! ?

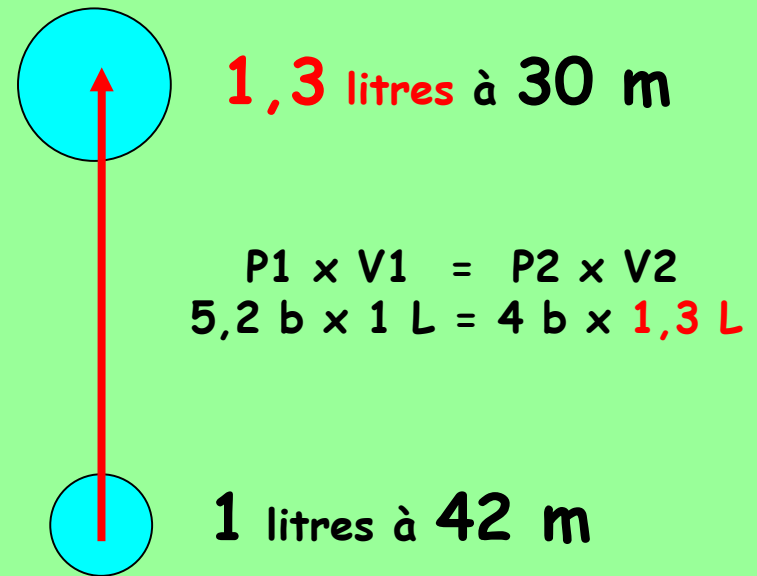
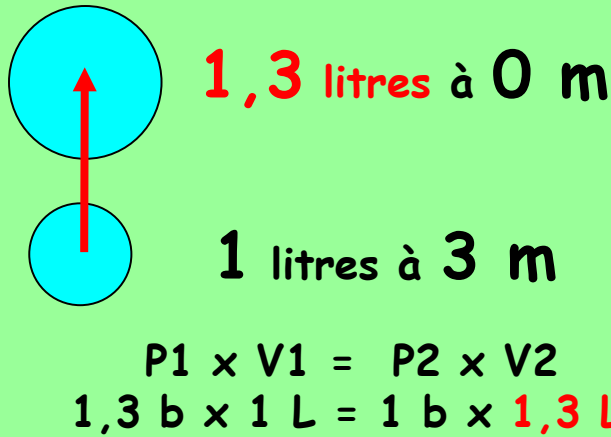
C'EST UNE VARIATION DE PRESSION DANS L'AIR OU DANS L'EAU

Unités: le pascal 1N/m<sup>2</sup>, le bar, ou le décibel



Sans parler d'une éventuelle amplification ou amortissement par la chaîne des osselets, on découvre que la **PRESSION** est dans un rapport de **1** à **20** entre l'oreille externe et l'oreille interne. Ce qui correspond au **rapport des surfaces** entre le **tympan** et la **fenêtre ovale**.

ET SI ON ASSOCIE LES PRESSIONS ET LES VOLUMES, CA NOUS FAIT MARIOTTE !



Entre 42 et 30 m on remonte à 15 m/mn

Si on remonte à 15 m/mn il faudra :

$$\frac{1 \text{ mn} \times 12 \text{ m}}{15 \text{ m/mn}} = 0,80 \text{ mn pour parcourir 12 m}$$

Si je veux respecter la vitesse d'accroissement des volumes, il faut que je mette 0,80 mn pour franchir 3 mètres.

Soit :  $\frac{1 \text{ mn} \times 3 \text{ m}}{\text{Vitesse}} = 0,80 \text{ mn}$  d'où la **vitesse** est égale à **3,75 m/mn**

Vous comprenez pourquoi, entre autre, plus on approche de la surface, plus on diminue la vitesse de remontée.

Actuellement **6 m/mn** entre les paliers.

# ET SI ON PARLAIT CONSOMMATION ?!

## EXERCICE N° 1

Un plongeur est sur sa réserve de 50b en arrivant au palier de 6m pour 2mn.

Il lui reste 18mn à 3m pour terminer sa plongée.

Il possède un bloc de 15L. Sa consommation est de 20L/mn.

Réserve  $15L \times 50b = 750L$

Consommation à 6m :  $20 \times 2 \times 1.6 = 64L$

Consommation à 3m :  $20 \times 18 \times 1.3 = 468L$

Au total :  $64 + 468 = 532L$  **Ce qui est largement suffisant pour finir les paliers.**

## EXERCICE N° 2

Pouvez-vous réaliser une plongée de 20 mn à 50 m avec un 18L à 200 b ?

Votre consommation est de 20L/mn.

Dans la table, on trouve 4 mn à 6 m et 22 mn à 3 m.

Consommation à 50 m :  $20 \times 20 \times 6 = 2400L$

Consommation à 6 m :  $20 \times 4 \times 1,6 = 128L$

Consommation à 3 m :  $20 \times 22 \times 1,3 = 572L$

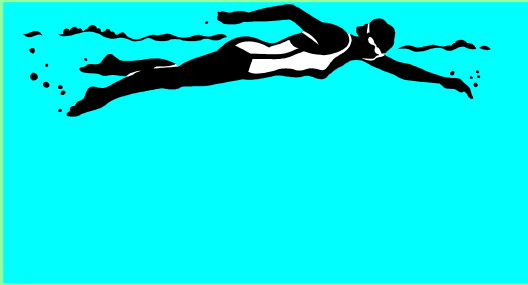
Consommation totale :  $2400 + 128 + 572 = 3100L$

L'air disponible est de :  $18L \times 200b = 3600L$

Il restera donc 500L dans le bloc, soit 27b

**C'est largement suffisant pour réaliser cette plongée.**

# ET SI ON OBSERVAIT POUR VOIR SI CA COULE OU SI CA FLOTTE ? CA NOUS FAIT ARCHIMEDE !



Tout nu dans l'eau douce on flotte.

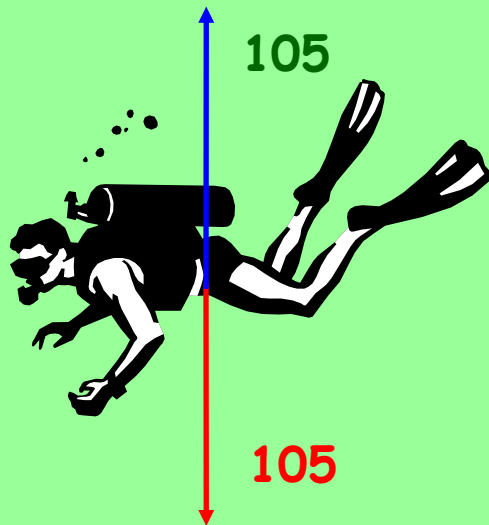
Est-ce que je peux en déduire mon volume ?

Bien sûr, si je fais 75 Kg et que je suis à la limite de flotter, grâce à Archimède, je peux dire que mon volume est de 75 litres soit 75 dm<sup>3</sup>.

Voyons le comportement d'un plongeur équipé en EAU DOUCE et en EAU DE MER à 4 m de profondeur par exemple. (On se contentera de travailler sur les masses uniquement)

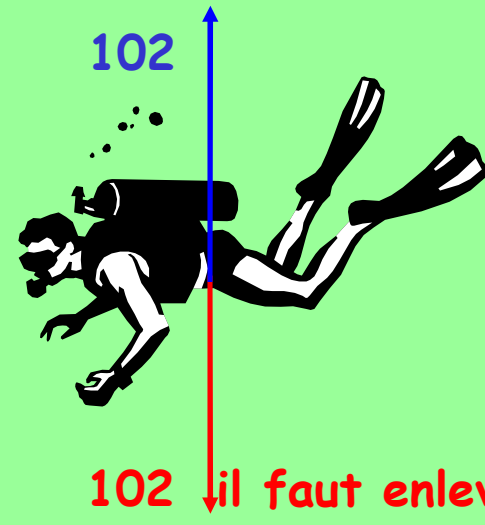
Ce plongeur est équilibré en EAU DE MER avec 5 Kg de lest et les volumes suivant : Plongeur et lest 80L, bloc 12L, combinaison 6L, gilet 4L. Total 102 Litres.

En EAU DE MER en équilibre  
 $102 \text{ L} \times 1,03 \text{ densité} = 105$

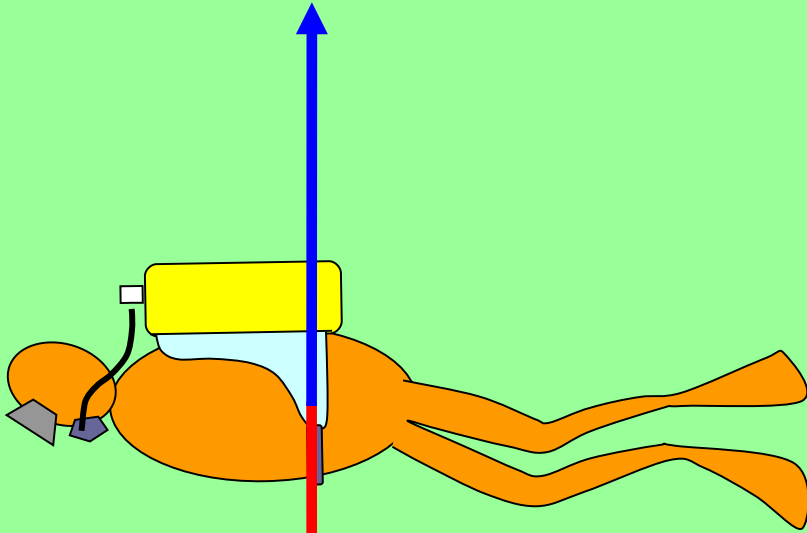


Pour ce plongeur la différence de lestage entre l'eau de mer et l'eau douce sera de **3Kg**

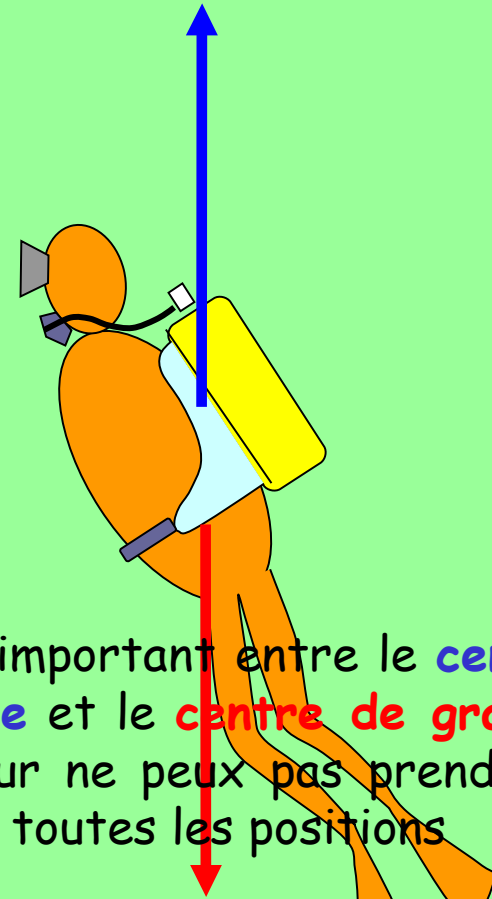
En EAU DOUCE en équilibre  
 $102 \text{ L} \times 1 \text{ densité} = 102$



# IL NE FAUDRAIT PAS JOUER A L 'HIPPOCAMPE !



Coïncidence parfaite entre le **centre de poussée** et le **centre de gravité**, le plongeur peut prendre sans effort toutes les positions



Ecart important entre le **centre de poussée** et le **centre de gravité**, le plongeur ne peut pas prendre sans effort toutes les positions

Un sur-lestage, nécessite un **remplissage excessif de la stab**, ce qui conduit à un **cabrage du plongeur**, qui va devoir progresser comme un **HIPPOCAMPE**.

# ET SI ON ASSOCIE L'AZOTE, LES PRESSIONS, LE CORPS DU PLONGEUR ? CA NOUS FAIT DALTON ET HENRY !

## Allons faire un tour en altitude

Un plongeur arrive en altitude après être passé assez rapidement de 200 m à 2000 m.

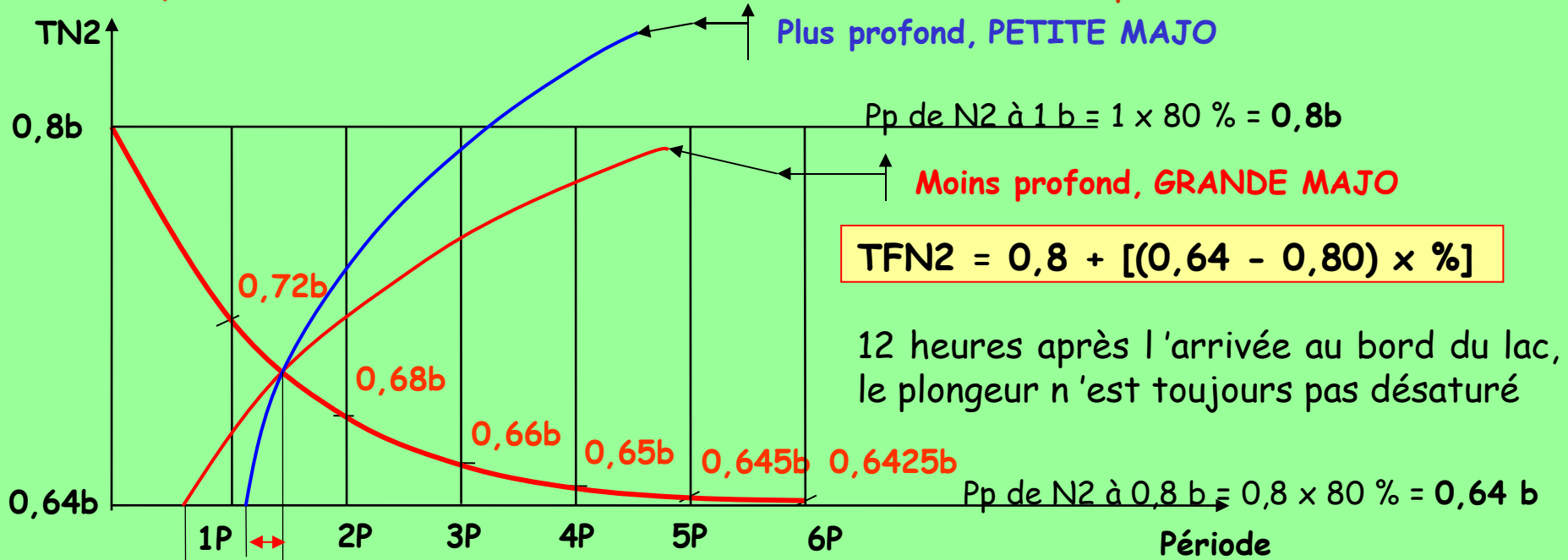
A 200 m, la pression barométrique est d'environ 1 bar.

A 2000 m, la pression barométrique est d'environ 0,8 bar.

Entre 0 m et 5000 m, on perd 0,1 bar par 1000 mètres.

Ce plongeur en arrivant au bord du lac est en état de **désaturation** comme s'il faisait une **successive**. Son ordinateur, s'il en possède un, indiquera un temps d'adaptation de **plusieurs heures**.

Quantifions cette désaturation; c'est le tissu 120 qui est concerné.



## MAJORATIONS

Si on plonge entre 2h et 4h après l'arrivée au bord du lac, on découvre l'importance de la majoration en fonction de la profondeur

# A QUELLE HAUTEUR JE FAIS MON PALIER ?

Un tissu **10 mn** arrive à une **tension de N2** de **3,03b** au moment de sa remontée.  
A quelle hauteur doit-il effectuer son palier ?

Le **SC** du tissu **10 mn** est de **2,38**

0 m

Arrêt obligatoire à 2,70m

3 m

Zone de palier

6 m

$$2,38 = \frac{3,03 b}{P \text{ abs}}$$

d'où **P abs** = **1,27 b**  
donc prof réelle **2,70 m**

Le palier doit donc être effectué entre **3 et 6 m** et non à cheval sur **3 m**.

Je suis **autorisé** à franchir **6m**,  
mais **pas autorisé** à franchir **3 m**.

# CONCLUSIONS

Comme nous avons pu le voir à travers de nombreux exemples au cours de cet exposé, la physique est présente partout dans le domaine de la plongée.

Les lois physiques pour elles-mêmes ne sont rien pour le plongeur; c'est l'usage que l'on en fait qui est tout, afin d'expliquer les phénomènes liés à la plongée.

Ne restons pas théoriques, cherchons les bonnes implications de la physique dans les nombreux domaines de notre pratique, que ce soit des gestes techniques, du matériel, de la physio, des accidents, des procédures de décompression, etc...

Ne restons pas prisonniers de cours pauvres et incomplets, nous éveillerons l'intérêt, par la pertinence, la simplicité, de notre propos.

MERCI A TOUS

BONNES COGITATIONS

A BIENTÔT  
A BIENTÔT

[thierrymoulin@capdive.com](mailto:thierrymoulin@capdive.com)

[www.capdive.com](http://www.capdive.com)