

plongée passion

Je suis au
paradis des
plongeurs ...
(MU 17-05-2003)



Phénomène Physique

1) La pression

2) La pression atmosphérique

3) La pression de l'eau

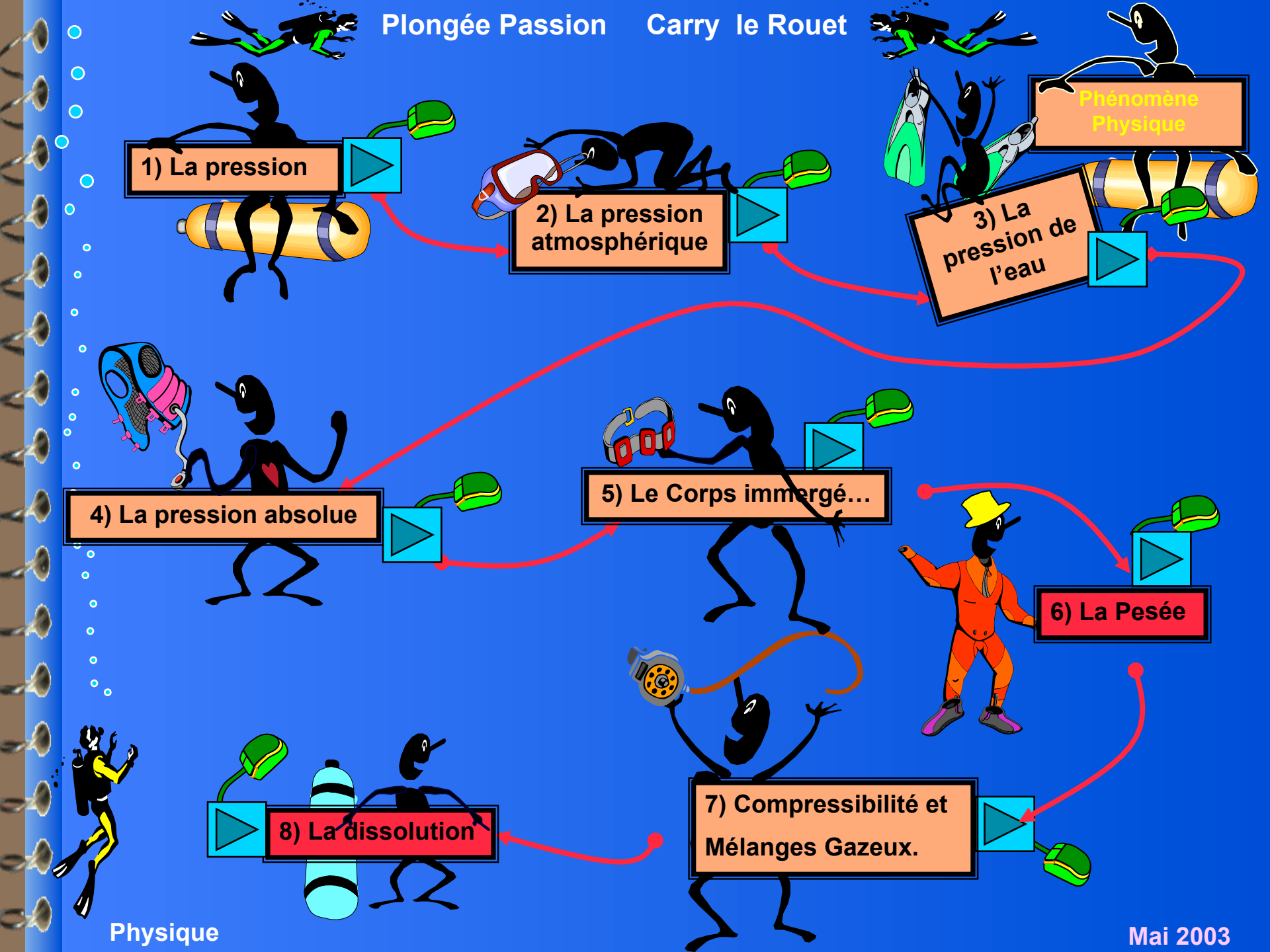
4) La pression absolue

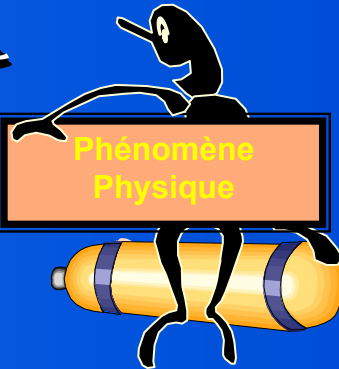
5) Le Corps immergé...

6) La Pesée

8) La dissolution

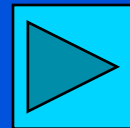
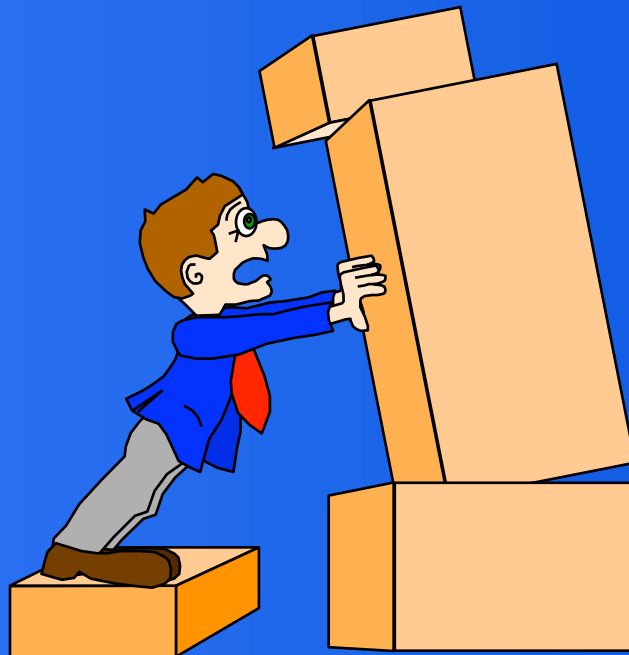
7) Compressibilité et Mélanges Gazeux.

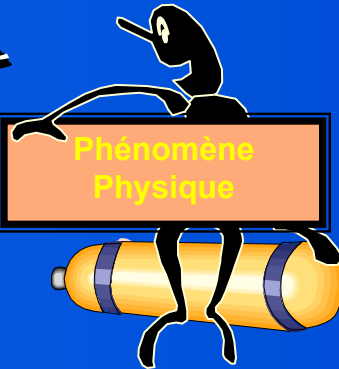




La pression

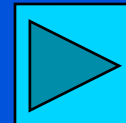
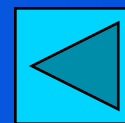
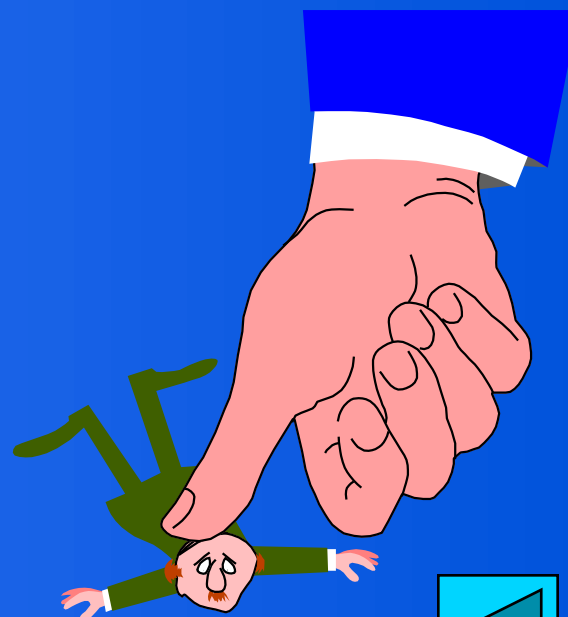
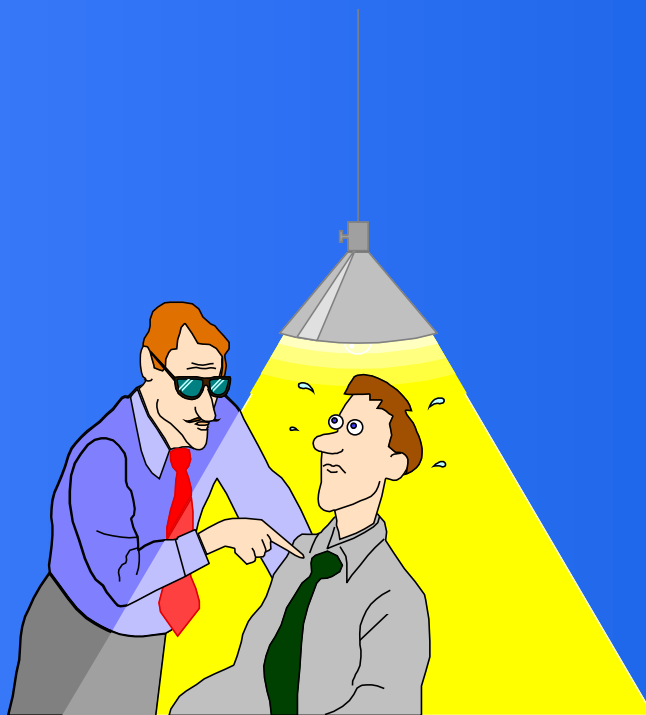
◆ **Pression** nom féminin
- 1 - Action de presser ou de pousser avec effort.

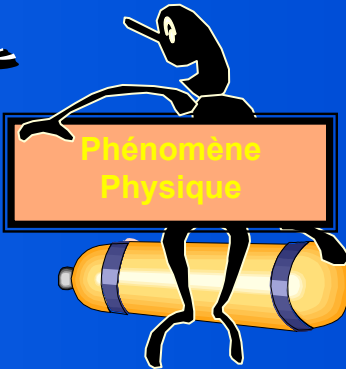




La pression

◆ **Pression** nom féminin
-2 - Contrainte exercée sur quelqu'un.

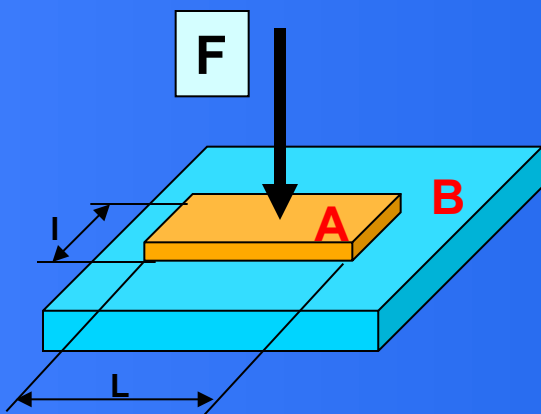




La pression

◆ **Pression** nom féminin

-3 - Force "F" exercée sur une surface "s" ; mesure de cette force, appliquée perpendiculairement à la surface, exprimée par le quotient de son intensité par l'aire de la surface. « *extrait du petit Larousse compact* »



Pression de A sur B
 $P = F / S$

Unités de pression :

1 Pascal (Pa) = 1 Newton / m²

1 Hecto Pascal (hPa) = 100 N / m² (anciennement millibar)

1 Bar = 1 Kg / cm² (utilisé pour la plongée)

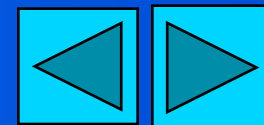
1 Kg = 9,87 Newton.

Donc 1 Newton = 102 g

1 Pascal (Pa) = 102 g/m² soit 0,102 Kg/10 000 cm²

Donc 1 Pa est égal à 0,000102 Kg/cm², mesure très petite.

Comme le Pascal est très petit, nous utiliserons le Bar qui est égal à 105 (100 000) Pascal.





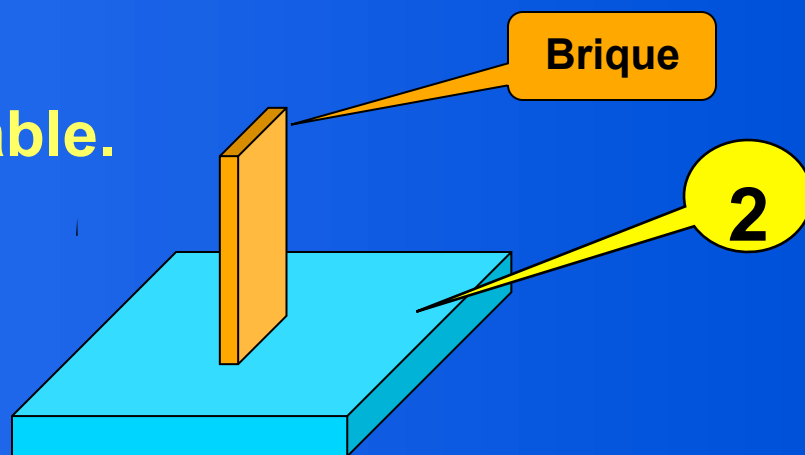
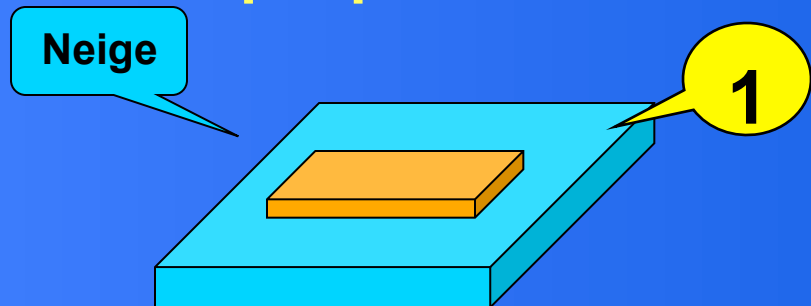
Exemples :

La pression

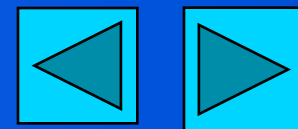
- lorsqu'un objet est posé sur un autre objet une pression est exercée sur les surfaces de contact

- Marcheur sur la neige,

- Brique posée sur du sable.



Constat : L'empreinte est plus Profonde dans le cas 2 que dans le cas 1, avec un poids égal de la brique mais une Aire de surface de contact **plus petite**. La pression au contact est donc plus élevée



La pression

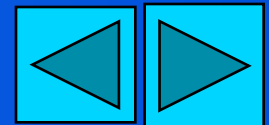
Phénomène
Physique

Essentiel à retenir

$$P = F / S$$

$$P = F / S$$

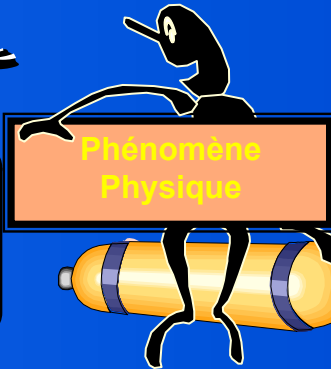
La pression exprime la force exercée sur une surface
Elle se mesure en exprimant le rapport de l'intensité
de la force par l'aire de la surface : $P = F / S$





Plongée

Carry le Rouet



Phénomène
Physique

La pression

Et en plongée ?

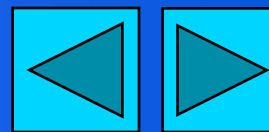
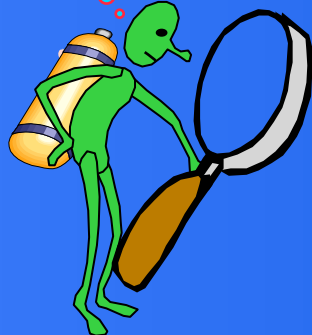


Air

Eau

En plongée nous nous intéresseront aux pressions exercées par les colonnes d'air et d'eau qui surplombent le plongeur ...

$$P = F / S$$



La pression de l'Air

Phénomène
Physique

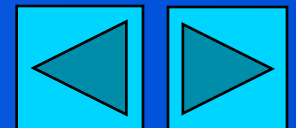
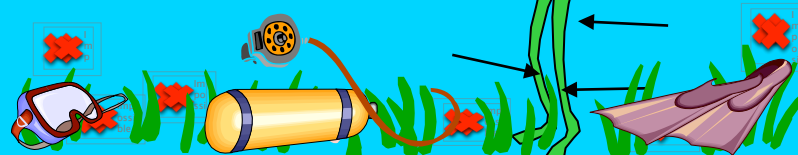
◆ Pression atmosphérique :

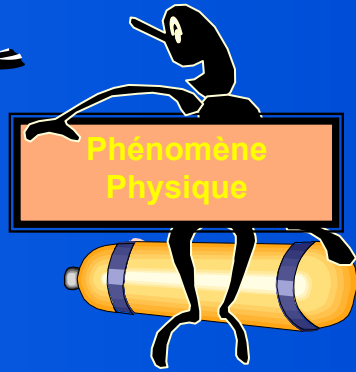
- C'est la pression que l'air de l'atmosphère exerce

- C'est la pression exercée sur nous et sur les objets par la colonne d'air qui nous surplombe

air

Je suis déjà sous
pression avant
de plonger ?

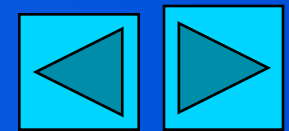
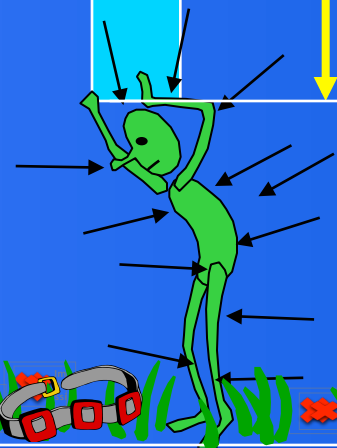




La pression de l'Air

- Au niveau de la mer, chaque cm^2 de notre corps subit le Poids d'une colonne d'air d'environ 50 Km de hauteur sur une surface de 1 cm^2 . (au dessus c'est le vide)

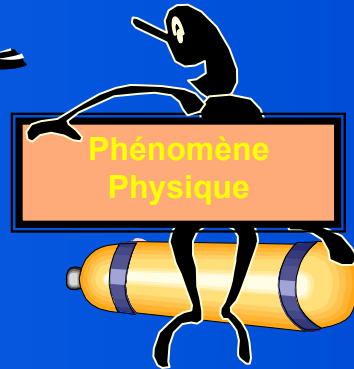
air
50 km





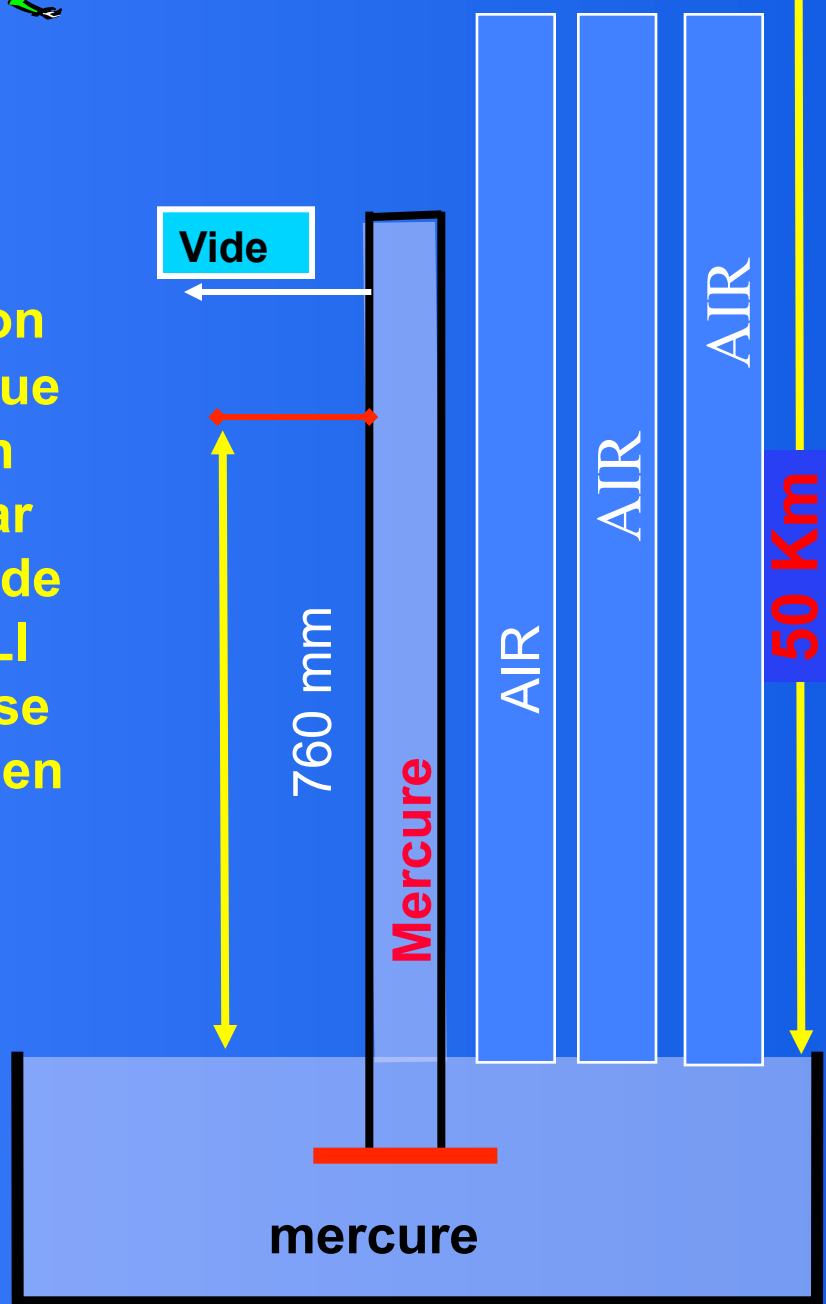
Plongée Passion

Carry le Rouet



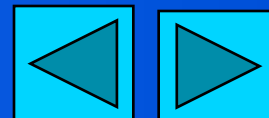
Phénomène
Physique

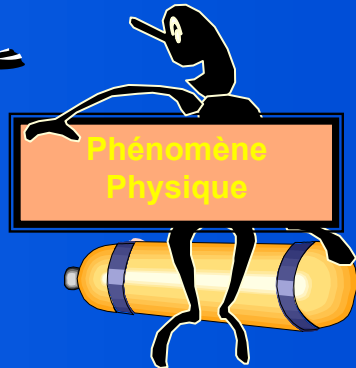
- La pression atmosphérique est mise en évidence par l'expérience de **TORRICELLI (1643)**, reprise par **PASCAL en 1646**.



- Soit un récipient rempli de **Mercure (Hg)**, au dessus duquel règne la **Pression Atmosphérique**, représentée par des colonnes d'air d'une hauteur de **45/50 km** sur **1 cm²**.
- Ensuite il retourne au dessus de ce Récipient un tube **1m** de hauteur sur **1 cm²** de section rempli aussi de **Mercure**.
- Il débouche celui-ci, et

Observe...





Vide

AIR

- Que s'est il donc passé ???.

0,76 m

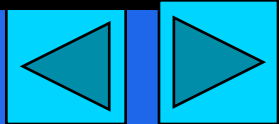
h

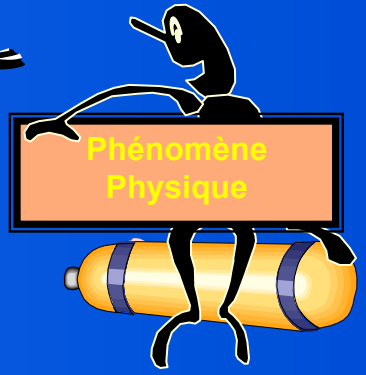
mercure

50 km

mercure

- Considérons, 2 surfaces égales **S**,
- Elles sont soumises au même poids si elles sont au même niveau.
- Sur une Surface appuie une colonne d'air de hauteur d'environ 45 à 50 km sur 1cm²
- Donc son Poids sur sa Surface Vaut la Pression Atmosphérique.
- Sur l'autre appuie une colonne de Mercure (hg), d'une hauteur h.
- Si h est constant, c'est que le poids de la colonne h de mercure vaut le poids de la colonne d'air.





Phénomène Physique

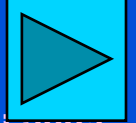
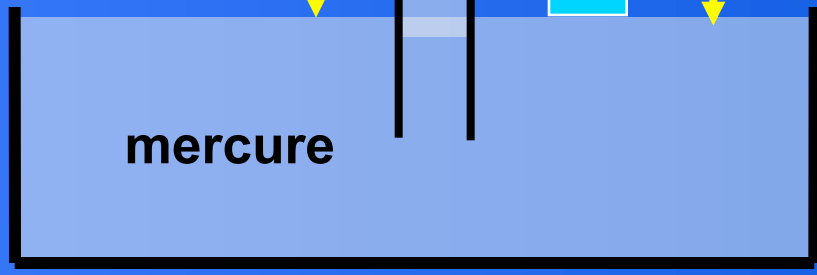
On peut donc conclure que la pression, (poids), exercée par une colonne de mercure de 0,76 m sur 1 cm² équilibrent une colonne d'air de 50 km sur la même section

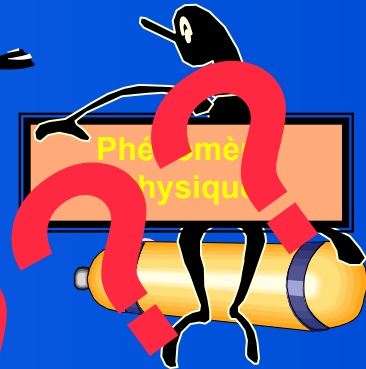
Vide

0,76 m

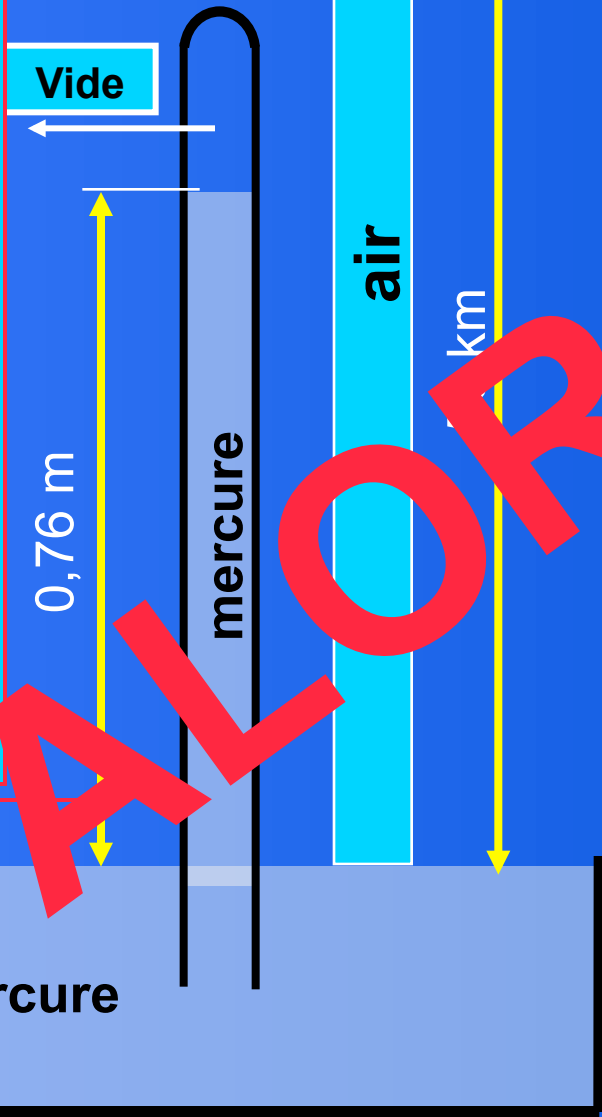


50 km

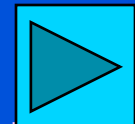
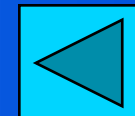


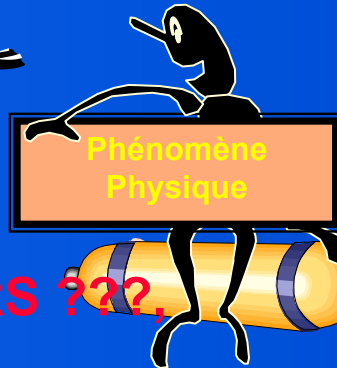


On peut donc conclure que la pression, (poids), exercée par une colonne de mercure de 0,76 m sur 1 cm² équilibrent une colonne d'air de 50 km sur la même section



ET ALORS???





Phénomène Physique

- ET ALORS ???

On peut donc conclure que la pression, (poids), exercée par une colonne de mercure de 0,76 m sur 1 cm² équilibrent une colonne d'air de 50 km sur la même section

Vide

0,76 m

mercure

air

50 km

mercure

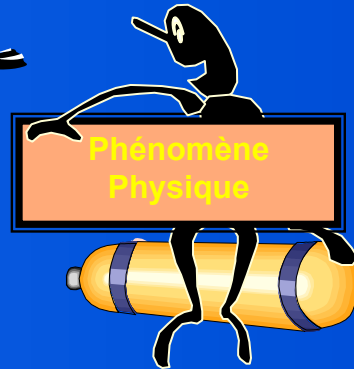
Pascal eu l'idée de comparer le MERCURE à l'EAU, élément que nous connaissons mieux, en usant de la notion de Densité.

(densité du mercure 13,6)..

Cela signifie que, "a volume égal le mercure est 13,6 fois plus lourd que l'eau".

Il vient alors que 0,76 m de mercure pèsent donc le même poids que : $0,76 \text{ m} \times 13,6 = 10,336 \text{ m}$ d'eau, soit (10,33 m).





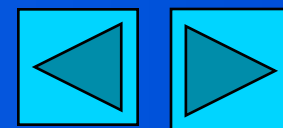
Eau douce

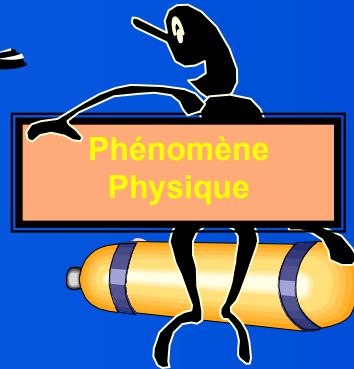
$d = 1$

10,33 m

Et quel est le poids d'une
Colonne d'eau douce de
10,33 m de Hauteur, sur
une Section de 1 cm² ???

$S = 1 \text{ cm}^2$





Il suffira de calculer le **VOLUME** de la colonne d'eau, et en fonction du nombre de litres d'eau contenu dans la celle-ci, il sera facile de définir son Poids.

Volume = Base X Hauteur
Volume = 1 cm² X 1033 cm,
Volume = 1033 cm³,
Soit 1,033 dm³,
Soit 1, 033 litres,
Soit 1,033 Kg.

CONCLUSION : Une colonne d'eau de 1 cm² de surface de base et de 10,33 m de hauteur a un volume de 1033 cm³ (1 litre) elle pèse 1,033 kg.

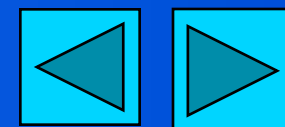
L'expérience montre qu'il faut 10,33 m d'eau douce pour équilibrer 0,76 m de mercure (PASCAL), chaque colonne pesant 1,033 kg

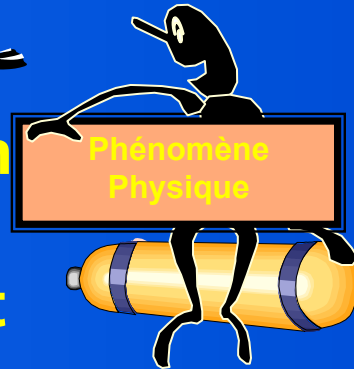
Eau douce

d = 1

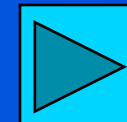
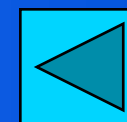
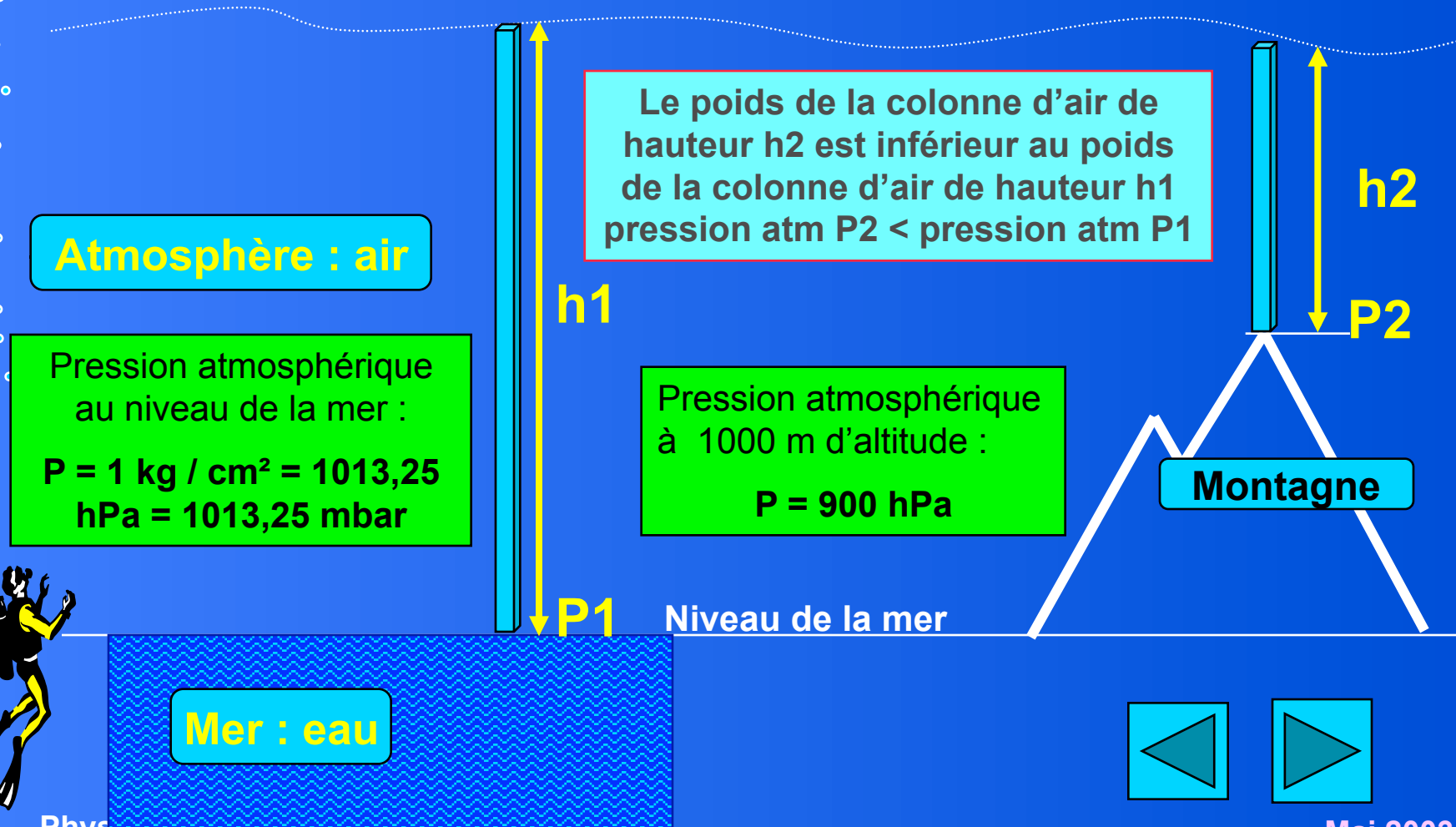
10,33 m

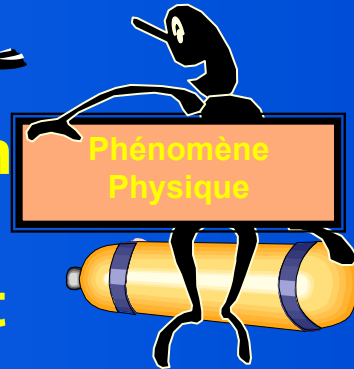
S = 1 cm²





La colonne d'air est plus ou moins haute selon que l'on se trouve au niveau de la mer ou sur une montagne : la pression atmosphérique est donc différente en fonction de l'altitude ...





La colonne d'air est plus ou moins haute selon que l'on se trouve au niveau de la mer ou sur une montagne : la pression atmosphérique est donc différente en fonction de l'altitude ...

Atmosphère : air

Pression atmosphérique au niveau de la mer :

$P = 1 \text{ kg} / \text{cm}^2 = 1013,25 \text{ hPa} = 1013,25 \text{ mbar}$



* Remarques:

-En altitude, la P.Atm diminue de 0,1 Bar ou 100 mbar ou 100 g chaque 1000 m (*augmente de la même valeur tous les mètres dans l'eau*) et ceci jusqu'à 5000 m. A 5000 m la pression Atm est de 0,526 Bar.

•Quelques Formules:

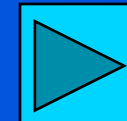
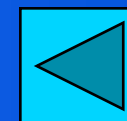
•On connaît l'altitude en Mètres et on cherche la P.atm en Bar:
Pression Atm en Bar = $1 - (\text{Altitude du lieu en mètres}) / 10\ 000$

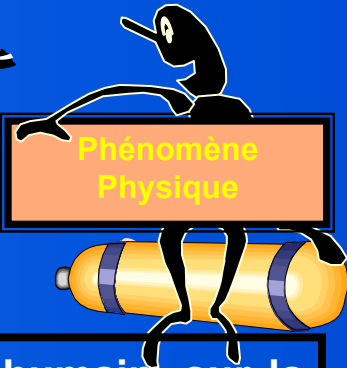
On connaît la pression en mm de Hg et on veut la pression en Bar.
Pression Atm en Bar = Pression en mm de Hg / 760

On connaît la pression en Bar et on veut la pression en mm de Hg.
Pression mm de hg = Pression en Bar x 760

Mer : eau

1 mbar = 1 hPa





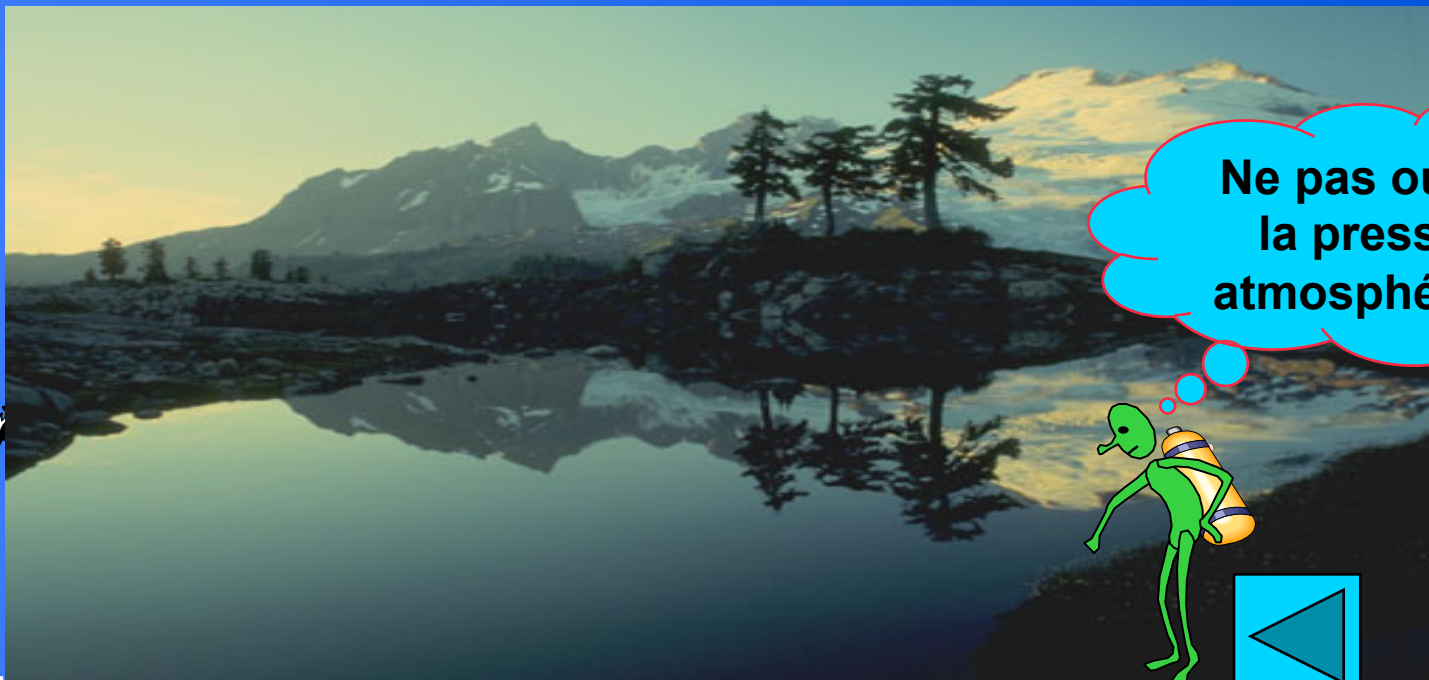
La pression atmosphérique

Et en plongée ?

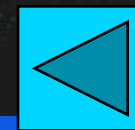
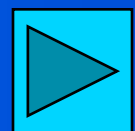
Phénomène Physique

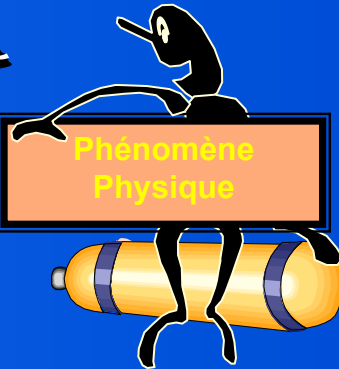
L'atmosphère exerce une pression sur le corps humain, sur la surface libre de la mer ou d'un lac ainsi que sur tous les objets

En plongée nous devons tenir compte de la pression atmosphérique que nous subissons avant d'entrer dans l'eau et qui sera différente selon notre altitude



Ne pas oublier la pression atmosphérique

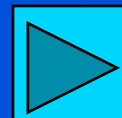
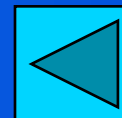
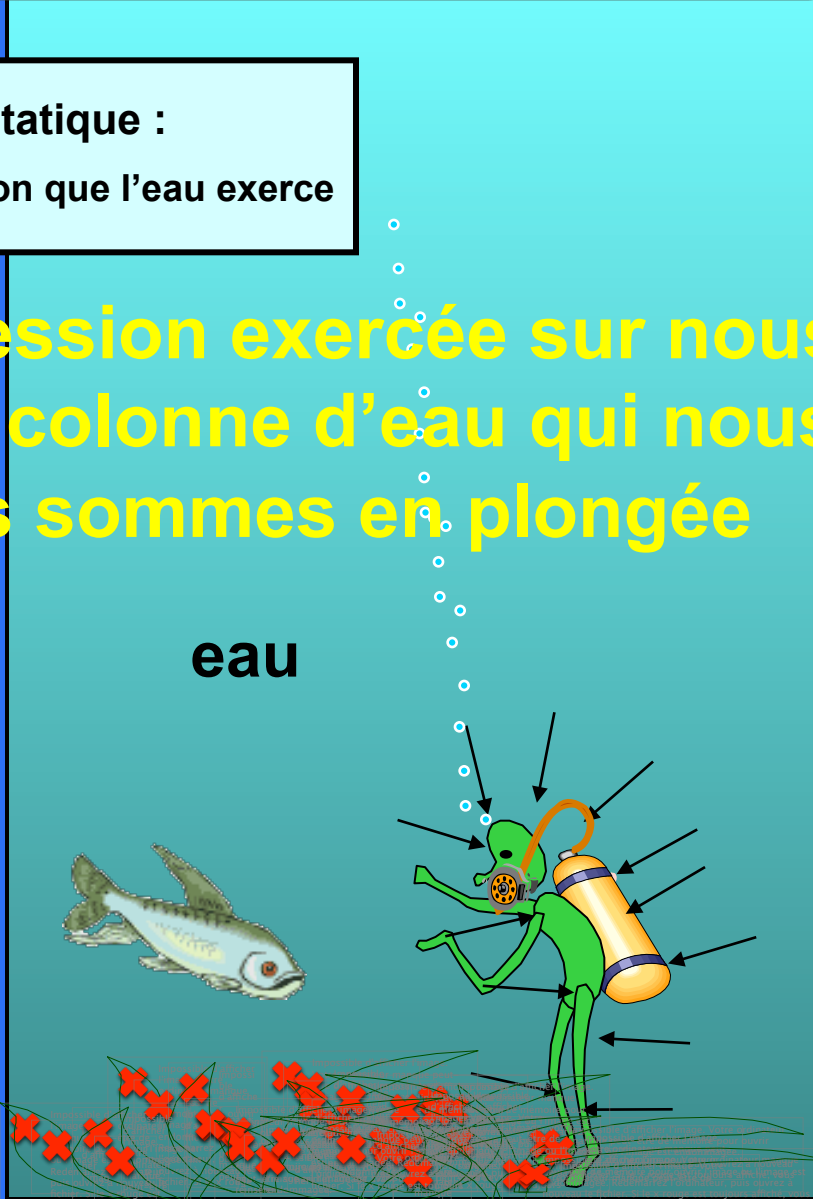




La Pression de l'Eau

◆ Pression hydrostatique :
C'est la pression que l'eau exerce

- C'est la pression exercée sur nous et sur les objets par la colonne d'eau qui nous surplombe lorsque nous sommes en plongée





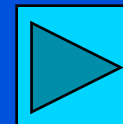
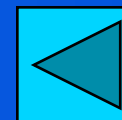
Comme dans l'air, la colonne d'eau qui surplombe le plongeur est plus ou moins haute selon la profondeur à laquelle il se trouve. La pression exercée par l'eau est donc différente en fonction de la profondeur.

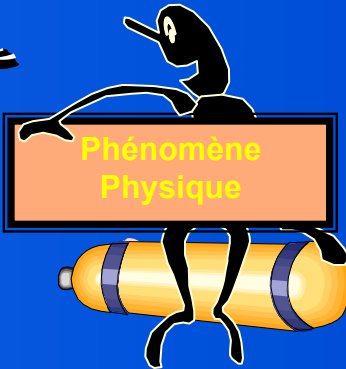
Rappel :

- Une colonne de Mercure de 0,76 m de hauteur sur une surface de 1 cm² pèse le même poids qu'une colonne d'Eau Douce de 10,33 m sur la même Surface, soit 1,03 bar



Cependant, si nous sommes dans de l'Eau Salée ou la densité est de 1,03 (*donc plus lourde que l'Eau Douce à cause de la présence du sel*), pour peser 1,033 kg/cm² ou bar, la colonne d'eau salée sera forcément moins haute.





Comme dans l'air, la colonne d'eau qui surplombe le plongeur est plus ou moins haute selon la profondeur à laquelle il se trouve. La pression exercée par l'eau est donc différente en fonction de la profondeur.

Pour trouver la hauteur d'Eau Salée pesant le même poids que la colonne de Mercure de 0,76 m de hauteur :

0,760 X densité mercure / densité eau salée.

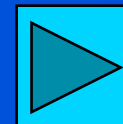
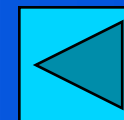
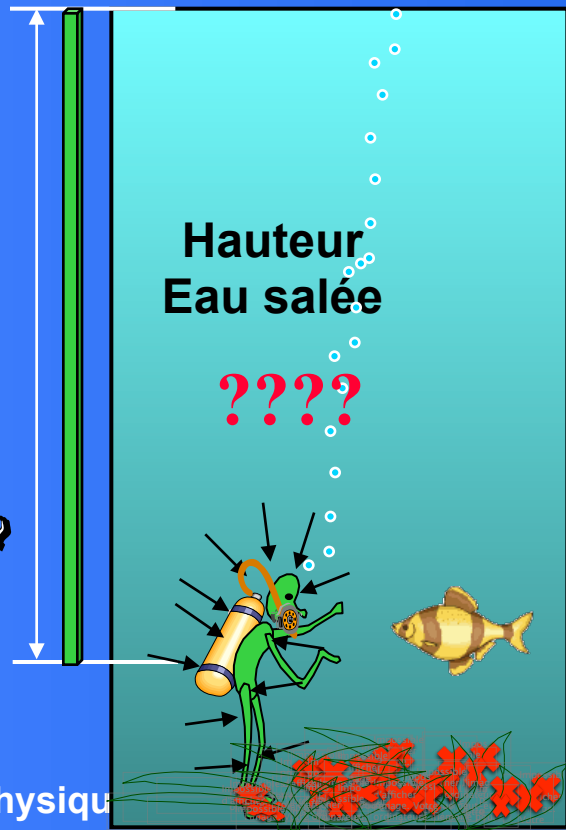
0,76 x 13,6 / 1,03 = 10,035 m soit

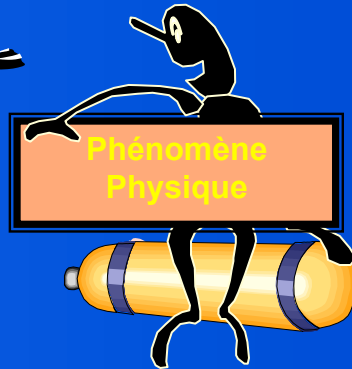
10 mètres

Voilà un résultat bien connu en Plongée, Merci

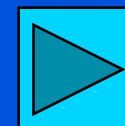
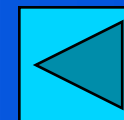
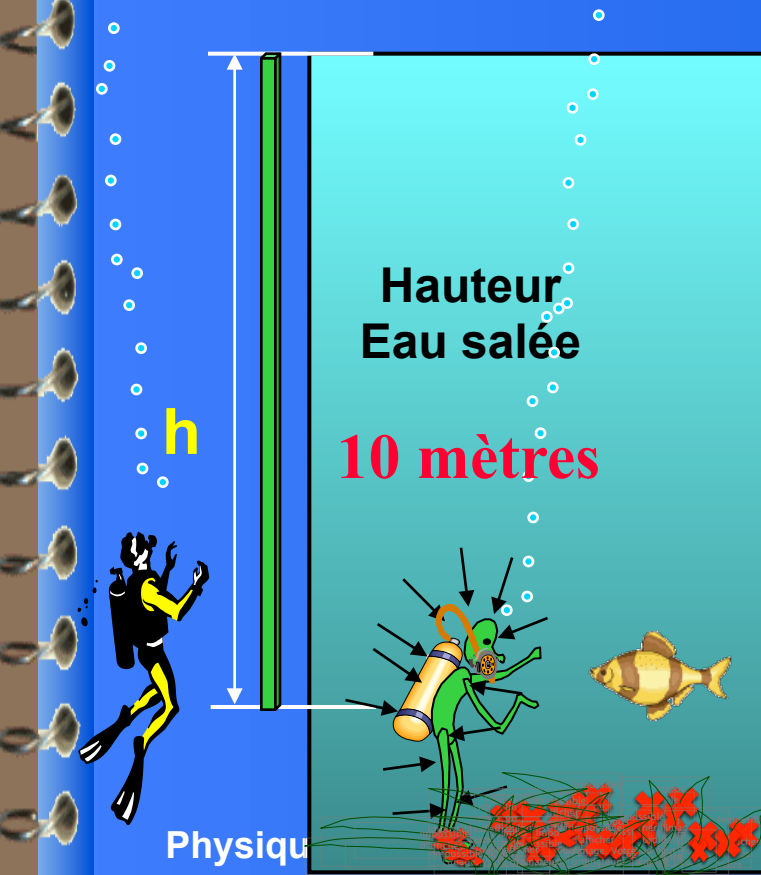
Pascal !!!

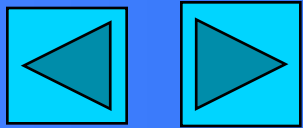
forcément moins haute.





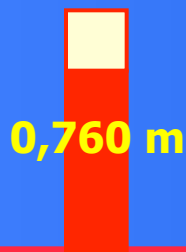
Comme dans l'air, la colonne d'eau qui surplombe le plongeur est plus ou moins haute selon la profondeur à laquelle il se trouve. La pression exercée par l'eau est donc différente en fonction de la profondeur.





EN RESUME

Mercur
d = 13,6



=

Eau douce
d = 1

10,33 m



=

Eau de MER
d = 1,03

10,00 m



Le Poids exercé par chacune des Colonnes (Pression) est de 1,033 bar, ou 1,03 bar.

La pression de l'eau

Et en plongée ?

Phénomène Physique

L'eau exerce sur le plongeur et sur son équipement une pression qui est fonction de la profondeur (distance entre le plongeur et la surface = hauteur de la colonne d'eau qui sépare le plongeur de la surface).

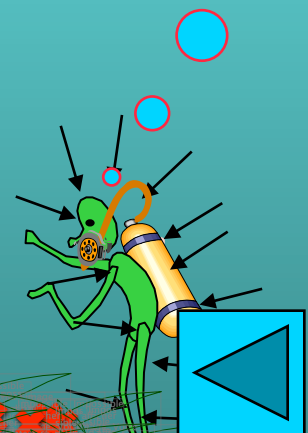
10 mètres d'Eau Salée exercent sur le plongeur et son équipement une pression de $1,033 \text{ kg/cm}^2$ soit $1,033 \text{ bar}$. Nous simplifierons en disant **1 bar**.

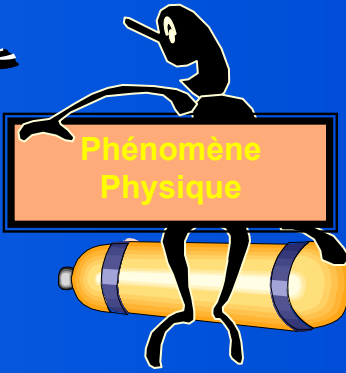
L'eau étant incompressible on en déduit que :

- 1 m d'Eau Salée exerce une pression de 0,1 bar,
- 20 m d'Eau Salée exercent une pression de 2 bar,
- 30 m : 3 bar

-

Et la pression atmosphérique ?
Oubliée ?





Pression absolue

◆ Pression absolue :

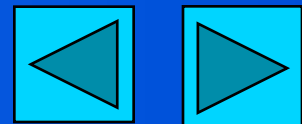
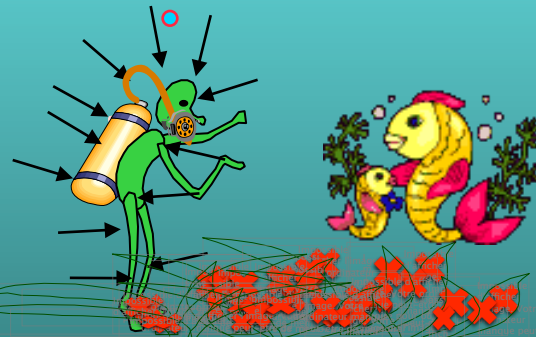
C'est la somme des pressions exercées par l'Eau et par l'Air

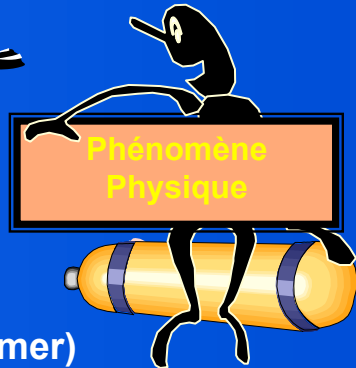
Pression Absolue = Pression Hydrostatique + Pression Atmosphérique

Je subis la pression de l'eau + la pression de l'atmosphère, je vais craquer !!!!



L'atmosphère exerce une pression (due au poids de l'air) sur la surface libre de l'eau, cette pression doit être ajoutée à la pression hydrostatique (due au poids de l'eau) pour obtenir la pression absolue effectivement supportée par le plongeur.





Exemple :

Pression atmosphérique



• 1 kg / cm² (niveau de la mer)

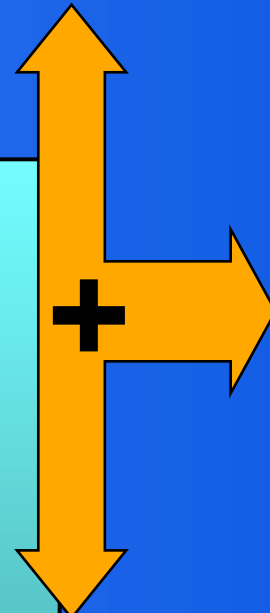


20 m

Pression hydrostatique



• 2 kg / cm² (20 m de profondeur)

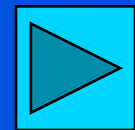
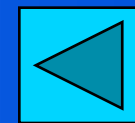
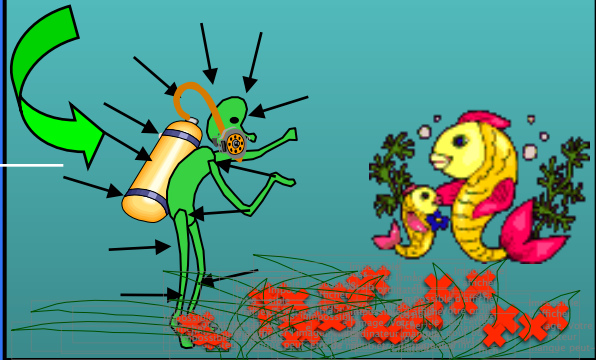


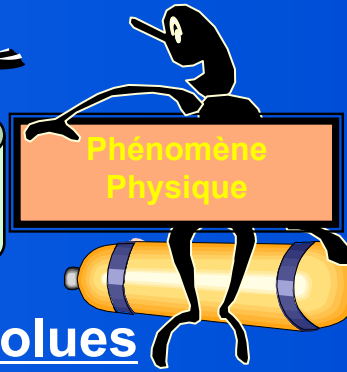
3 kg / cm²

Pression absolue



Physique

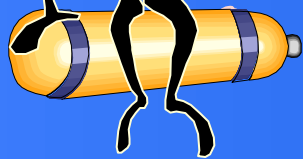




Phénomène Physique

Et en plongée ?

Pression absolue



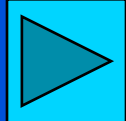
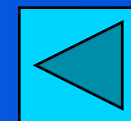
Compléter le tableau des pressions absolues exercées sur un plongeur en méditerranée

Profondeurs (en mètres)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70
Pression atmosphérique												
Pression hydrostatique												
Pression absolue												

Pression atmosphérique en surface = 1bar

+

Pression hydrostatique : augmentation de 0,1 bar tous les mètres ou 1 bar tous les 10 mètres



Pression absolue

En plongée ?

Phénomène Physique

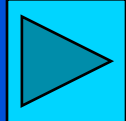
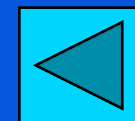
Tableau des pressions absolues exercées sur un plongeur en méditerranée

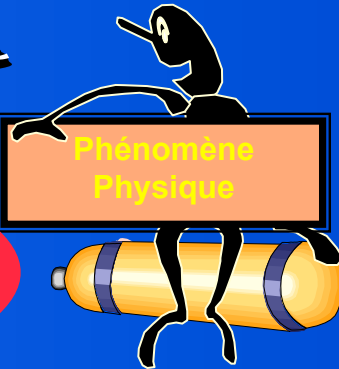
Profondeurs (en mètres)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70
Pression atmosphérique (bar)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pression hydrostatique (bar)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7
Pression absolue (bar)	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8

Pression atmosphérique en surface = 1bar

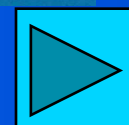
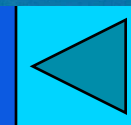
+

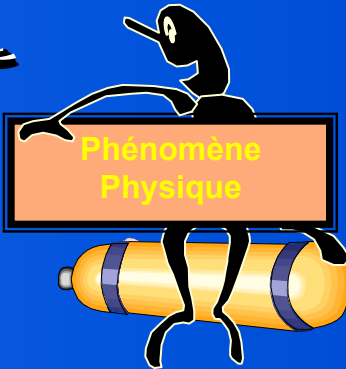
Pression hydrostatique : augmentation de 0,1 bar tous les mètres ou 1 bar tous les 10 mètres





EUREKA!!



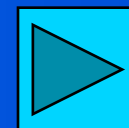
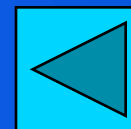
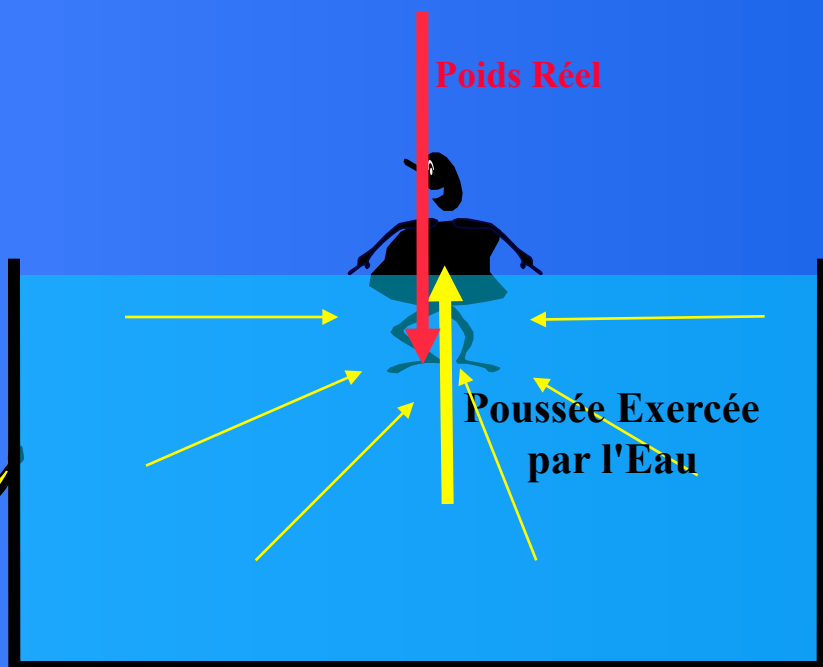


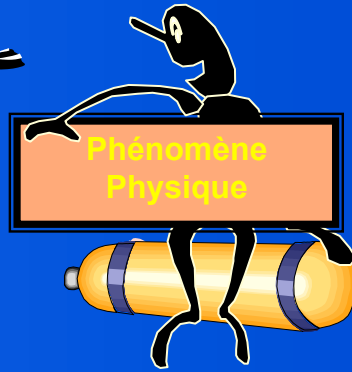
Tout commence par le Corps Immergé...

La Grande Découverte de l'Homme, c'est que tout **Corps immergé Flotte.**

Quand un Corps est plongé dans un liquide (*ou autre fluide*), celui-ci flotte. Il est donc soumis à

"Une Force Mystérieuse venant de l'eau", agissant sur toutes les Surfaces immergées, (**Volume**) et cherchant à le rejeter.

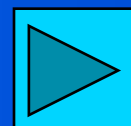
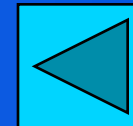
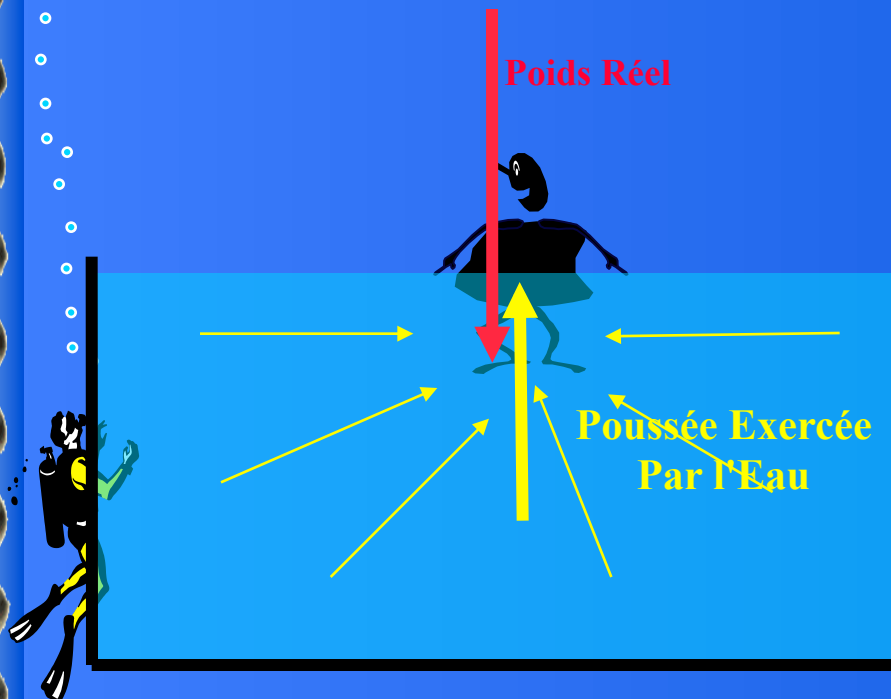




Tout commence par le Corps Immergé...

1) Ce phénomène est le résultat d'une "Opposition" entre le **Poids** du Corps qui tente l'enfoncer dans l'eau, tandis que l'Eau va agir sur le **Volume** du Corps pour le "Rejeter" !!!!

Aussi, comment déterminer l'Intensité de cette "Force Mystérieuse" ????

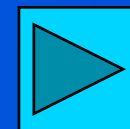
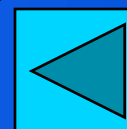




Tout commence par "Dudule" Immergé

En entrant dans sa baignoire, le Volume du corps de Dudule déplace un certain Volume d'eau en la faisant déborder... eau qu'il récupère dans son récipient.

Dudule pèse cette eau...

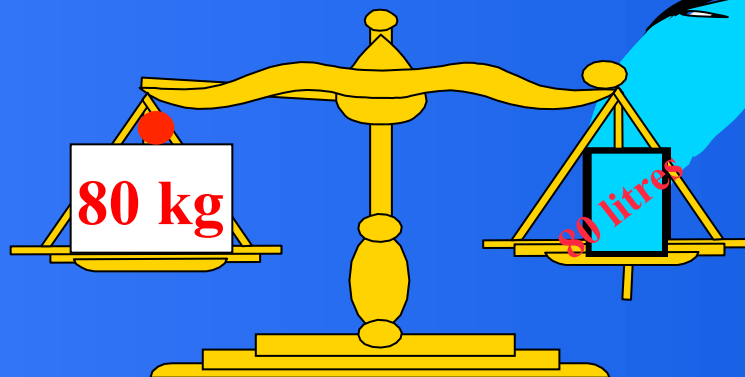




Tout commence par "Dudule" Immergé

Dudule à donc déplacer un Volume de
80 Litres d'eau.

Une Balance à l'état d'Equilibre



Poids de Dudule

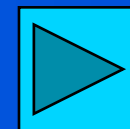
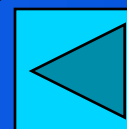
80 kg



La baignoire de
Dudule au 3/4 pleine

80 kg

Poussée de l'Eau



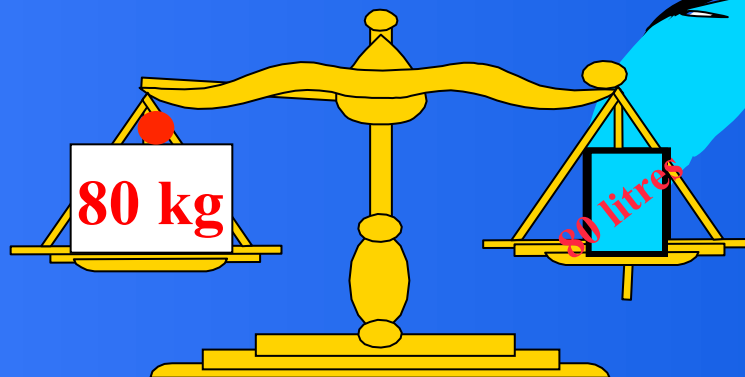


Tout commence par "Dudule" Immergé

La Force de l'eau qui allège le corps de Dudule, sera donc de 80 kg

Dudule à donc déplacer un Volume de 80 Litres d'eau.

Une Balance à l'état d'Equilibre



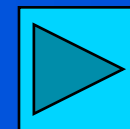
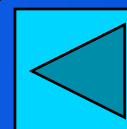
Poids de Dudule



La baignoire de Dudule au 3/4 pleine



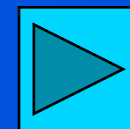
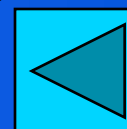
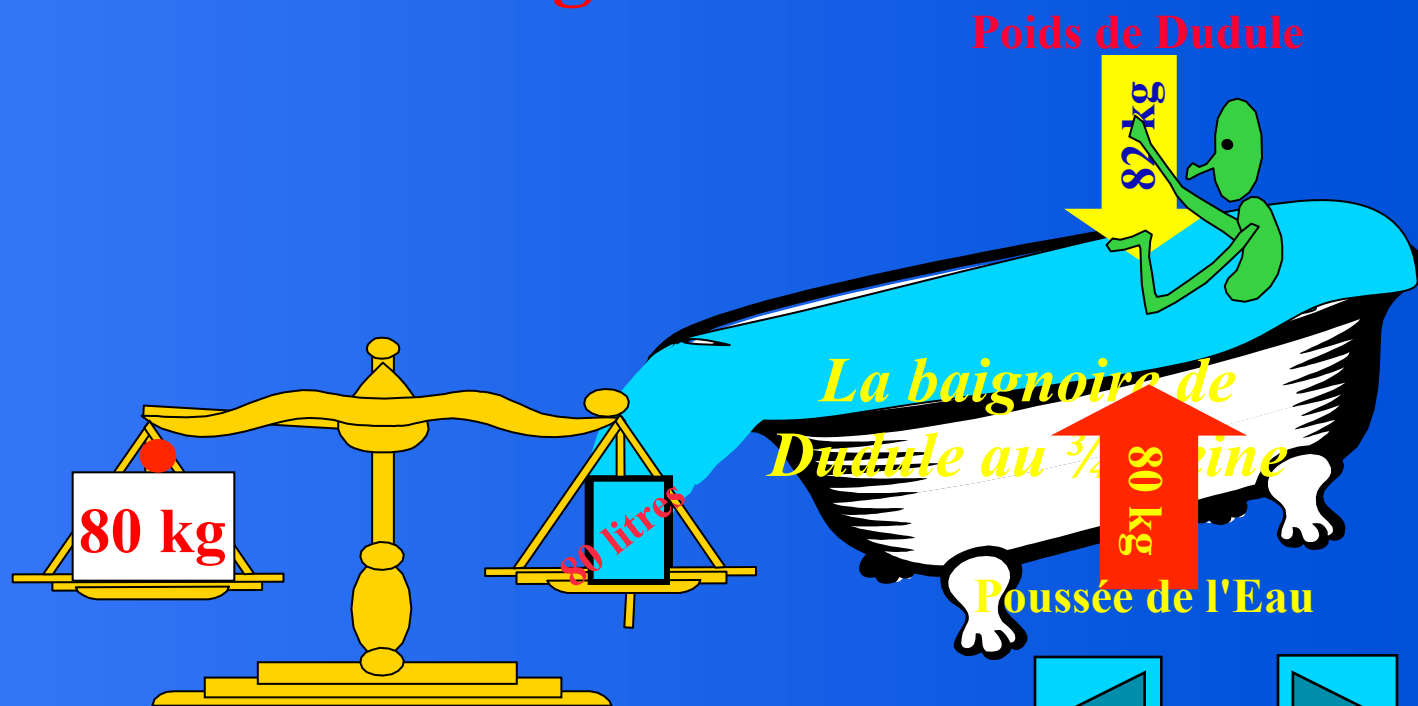
Poussée de l'Eau





Tout commence par "Dudule" Immergé

Dans l'eau, Dudule ne pèsera plus que :
82 kg (son Poids) – **80 kg** (le poids du Vol d'eau déplacé) =
soit 2 kg.

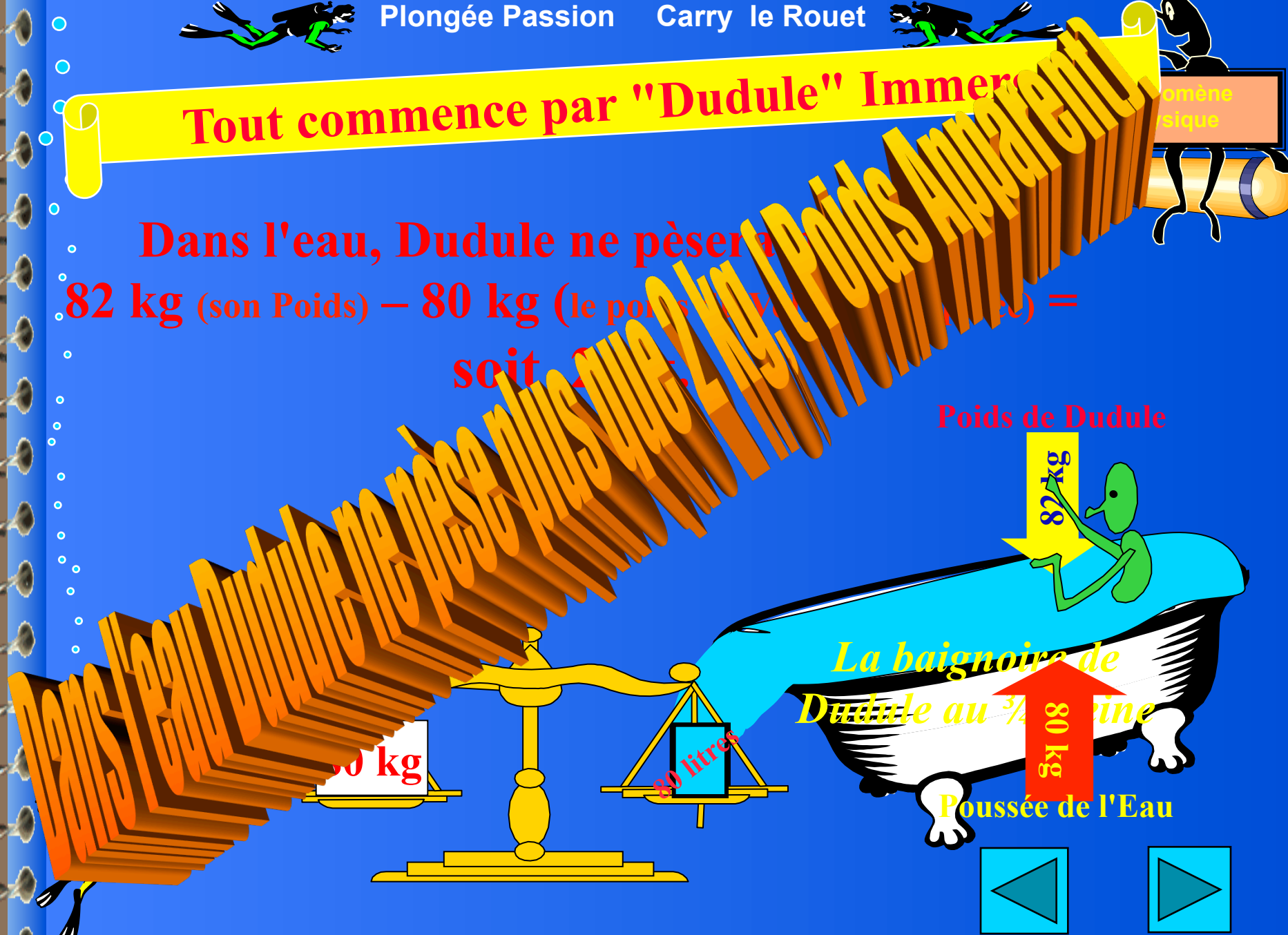




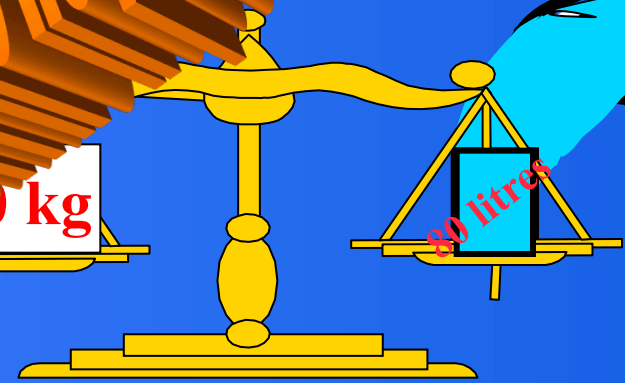
phénomène physique

Tout commence par "Dudule" Immersé

Dans l'eau, Dudule ne pèsera que **2 kg** (son Poids) – **80 kg** (le poids de l'eau déplacée) = **soit 2 kg**



80 kg



80 litres

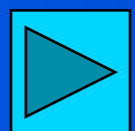
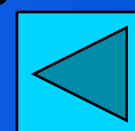
Poids de Dudule

82 kg

La baignoire de Dudule au 3/4 pleine

80 kg

Poussée de l'Eau

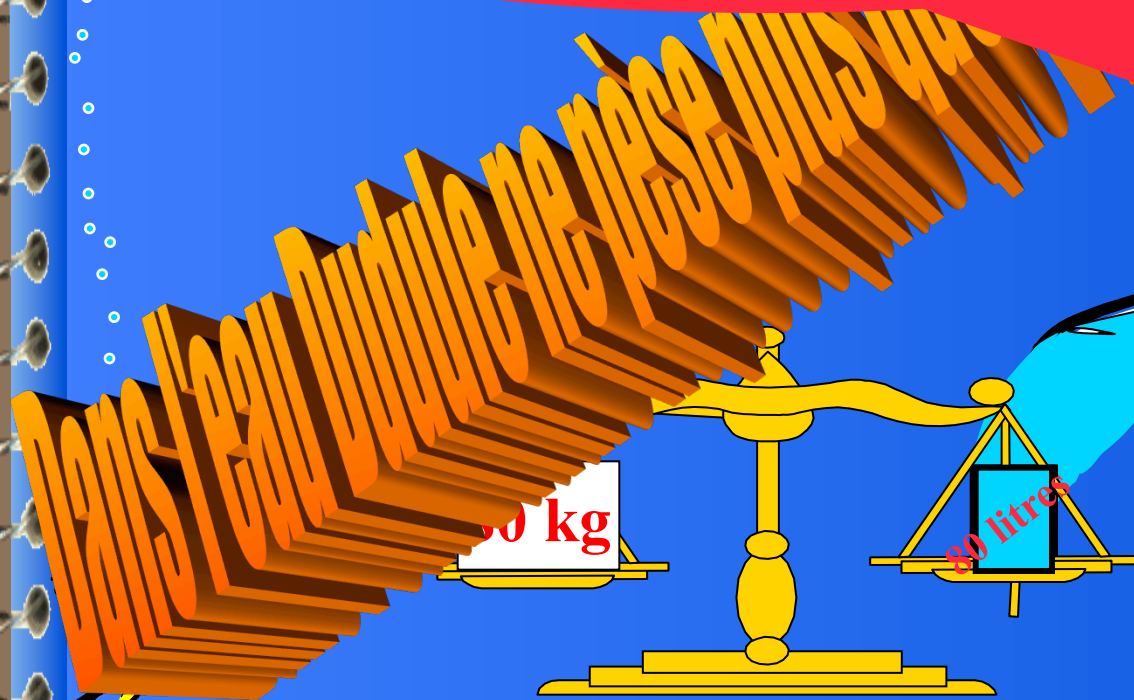




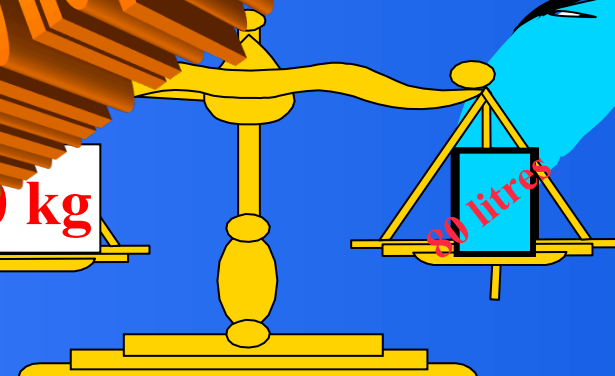
Phénomène physique

Tout commence par "Dudule" Immergé

EUREKA!!



80 kg



80 litres

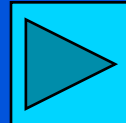
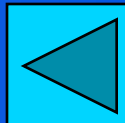
Poids de Dudule

80 kg

La baignoire de Dudule au 3/4 pleine

80 kg

Poussée de l'Eau



80 kg

et commence par "Dudule" Immers

omène
sique

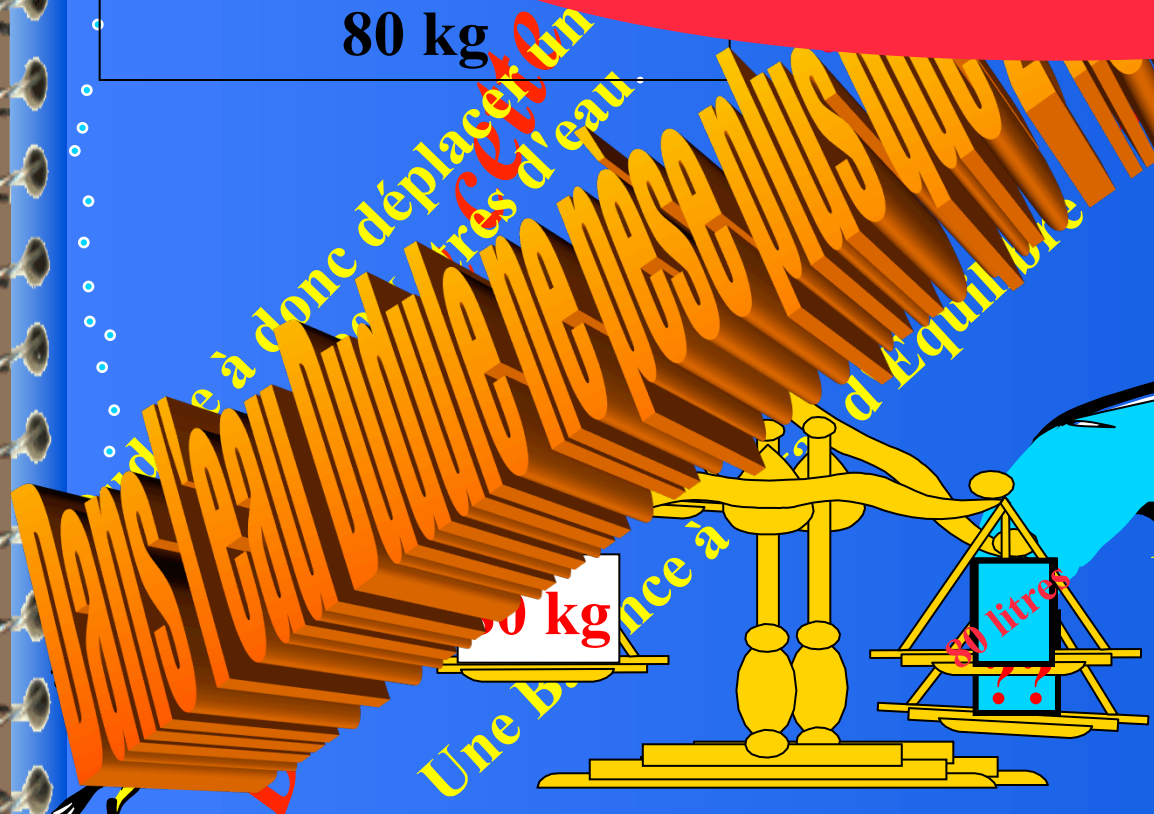
La Force de l'

82 kg (son
Dudule, sera

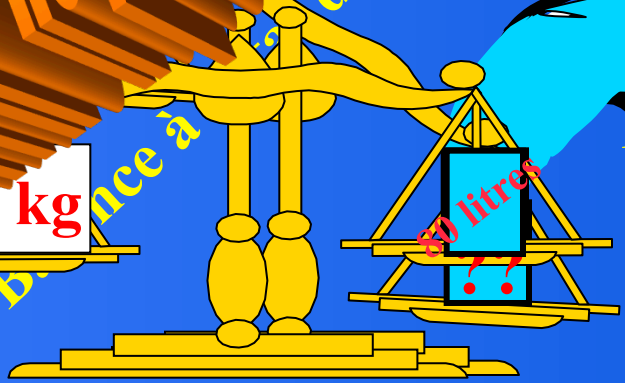
80 kg



EUREKA!!



80 kg

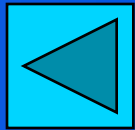


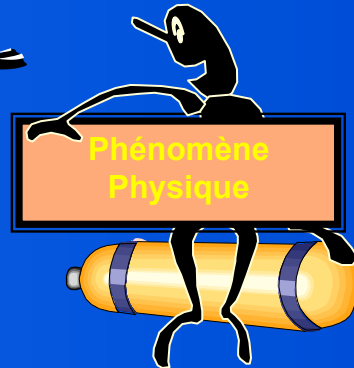
80 litres



80 kg

Poussée de l'Eau



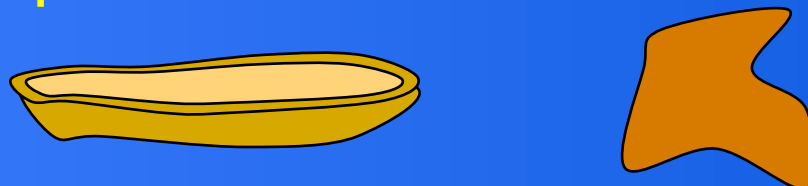


D'autres Expériences simples !!!!

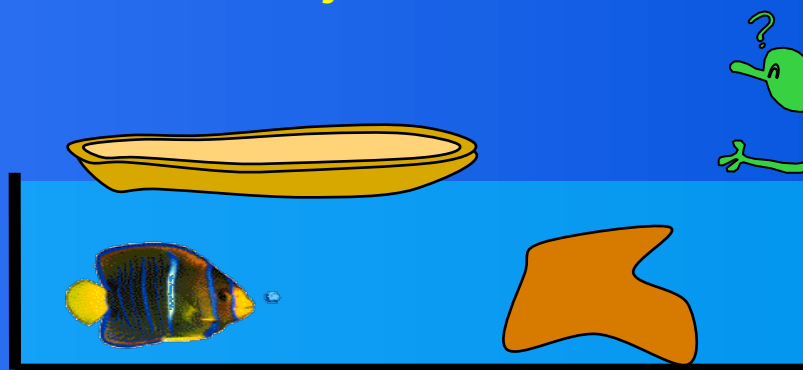
1) Prendre deux morceaux de pâte à modeler de même poids et de même volume



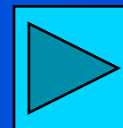
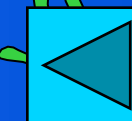
2) Fabriquer avec l'un d'eux une forme de barque

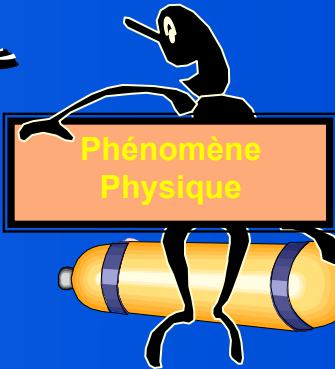


3) Poser délicatement ces deux objets sur l'eau

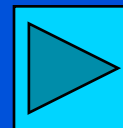
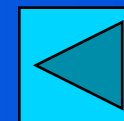
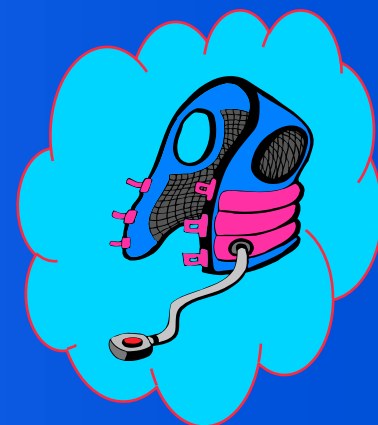
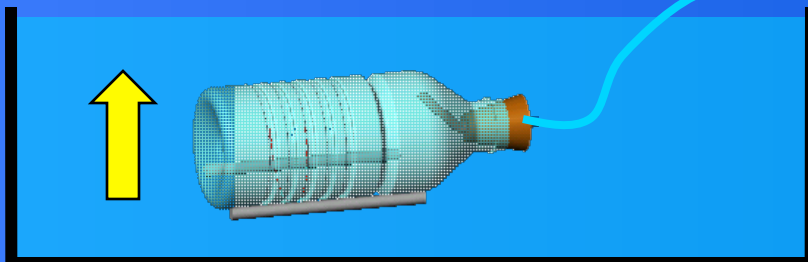
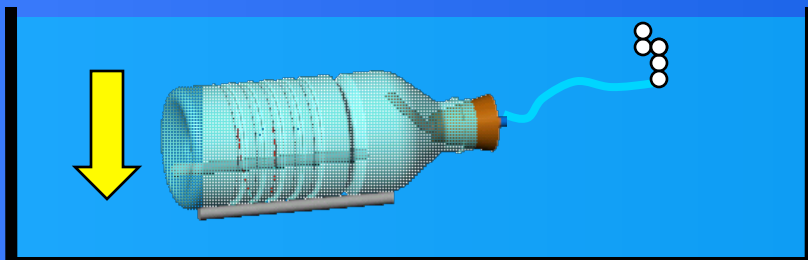
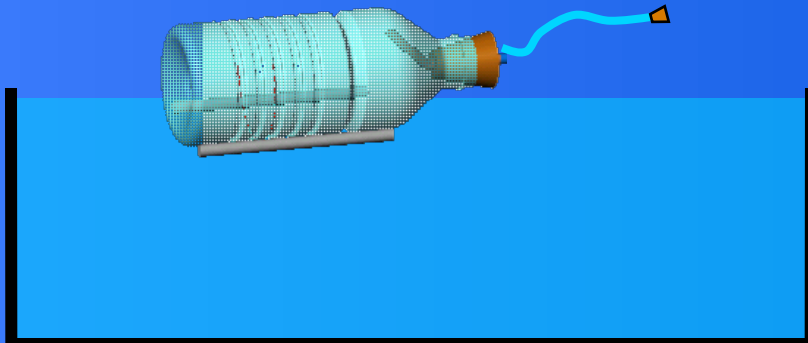
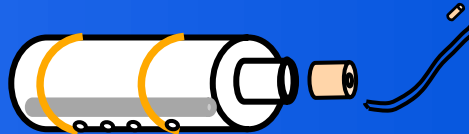


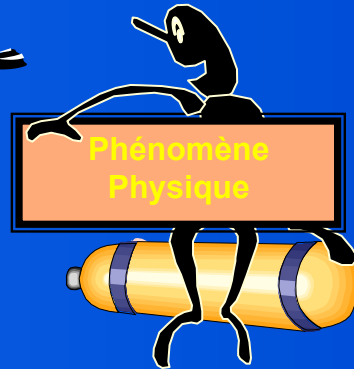
4) Interpréter





Fabriquer un sous marin

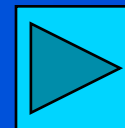
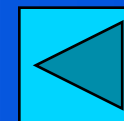




EUREKA!!!

L'intensité de la Force exercée par l'eau sur toutes les parties du corps immergée sera égale au **VOLUME** de ce Corps.

Bien entendu "Corps" mais aussi "Objet".



ARCHIMEDE 300 ans avant JC

Phénomène
Physique

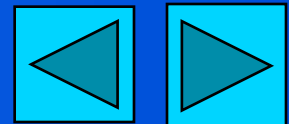
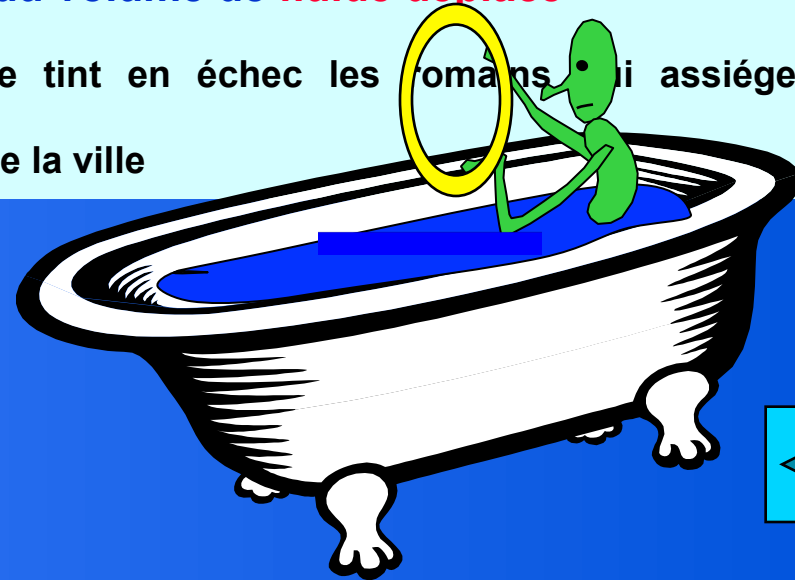
➤ Archimède :



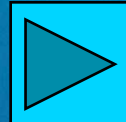
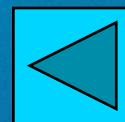
- Savant grec qui vécut à Syracuse, 287 à 212 av JC. Son œuvre scientifique est considérable en mathématiques, physique, géométrie, statique des solides et hydrostatique ; il mis en évidence ce Phénomène et formula dans ce domaine le principe qui porte son nom :

« Tout corps plongé dans un fluide subit une poussée verticale, dirigée de bas en haut, égale au poids du volume de **fluide déplacé** * »

- Pendant trois ans Archimède tint en échec les romains qui assiégeaient Syracuse, il fut tué lors de la prise de la ville



LA PESEE



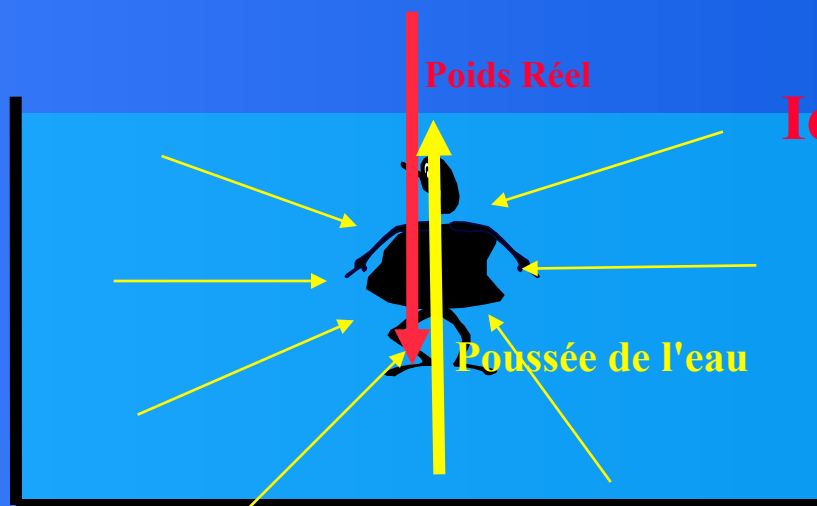


LA PESEE

Si le Poids Réel du Corps et son Volume sont Egaux

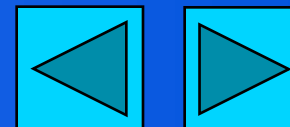
Le Corps est en Equilibre et nous appréhendons alors cette nouvelle notion de **Poids Apparent** qui est alors le résultat du Poids Réel moins poussée de l'eau, (Volume du Corps).

$$\text{Poids Apparent} = \text{Poids réel} - \text{volume}$$



Ici Poids Réel = Volume

**Poids Apparent
NEUTRE.**



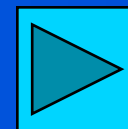
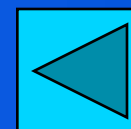
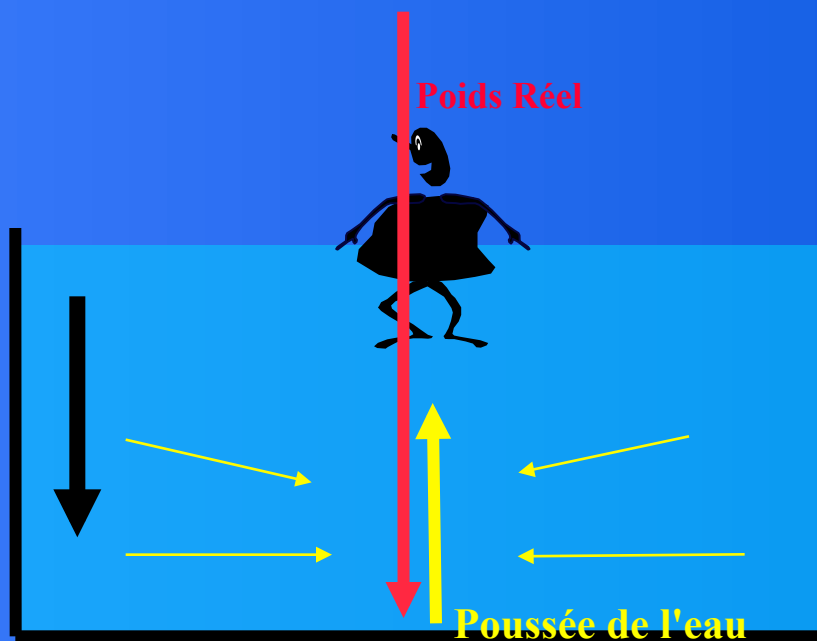


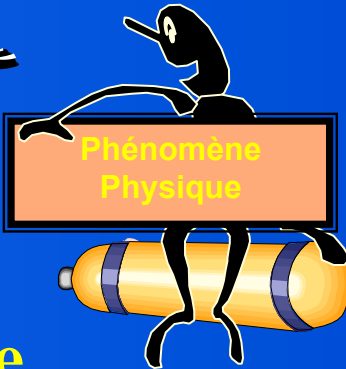
LA PESEE

Si le Poids Réel du Corps est $>$ au Volume.

Poids Apparent
POSITIF

Le Corps Coule ou descend !!!!



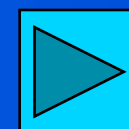
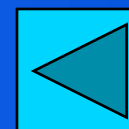
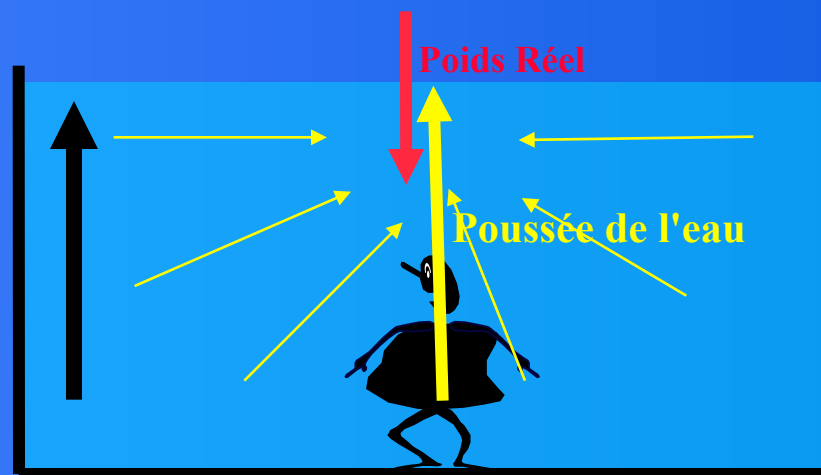


LA PESEE

Si le Poids Réel du Corps est $<$ au Volume.

Poids Apparent
NEGATIF

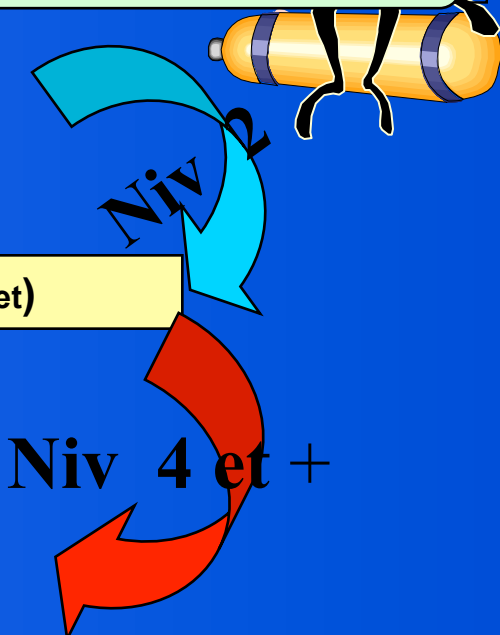
Le Corps Flotte ou remonte !!!!





Quelques formules...

$$\text{Poids Apparent} = \text{Poids réel} - \text{Poussée de l'Eau (volume de l'objet)}$$

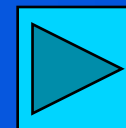
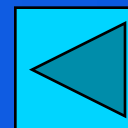


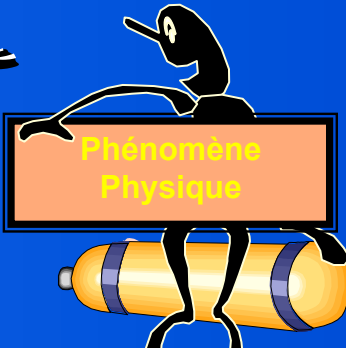
Notion de Densité

$$\text{Poids Apparent} = \text{Vol Objet} \times \text{densité(objet)} - \text{Vol Objet} \times \text{densité (Eau)}$$

$$\text{Poids Apparent} = \text{Vol Objet} (\text{densité Objet} - \text{densité Eau})$$

Exercice

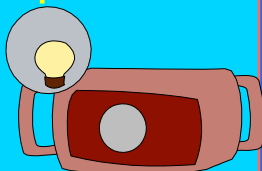




LES ELEMENTS DETERMINANTS DE LA PESEE.

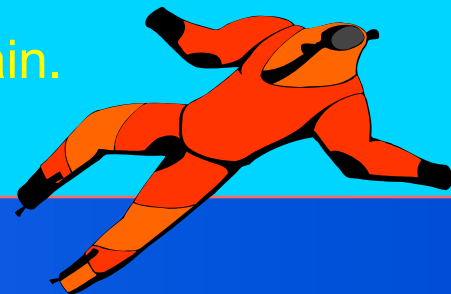
Eléments déterminants qui coulent :

- Poids de la bouteille équipée
- Poids des autres équipements (phare, parachute etc.)



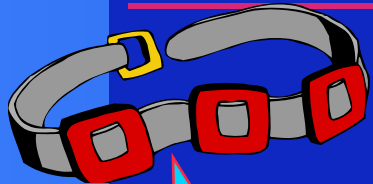
Eléments déterminants qui flottent :

- Volume de la combinaison,
- Le Corps humain.



Eléments déterminants pour ajuster la pesée

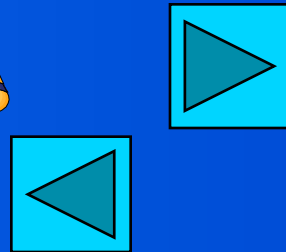
- Le lestage,
- Le Gilet
- Poumons Ballast



Choisi avant la plongée



Action possible pendant la plongée



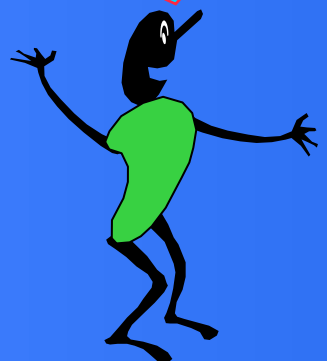
Phénomène Physique

La flottabilité

avant la plongée ?

Le plongeur doit préparer sa PESEE ...

Je prépare mon poumon ballast

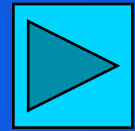


Je prépare mon lestage *



... sans oublier que certains déterminants vont voir leur valeur se modifier au cours de la plongée.

Exemple : le poids de la bouteille va diminuer en raison de la consommation de l'air qu'elle contient par le plongeur



Retour sommaire



Phénomène
Physique



La flottabilité

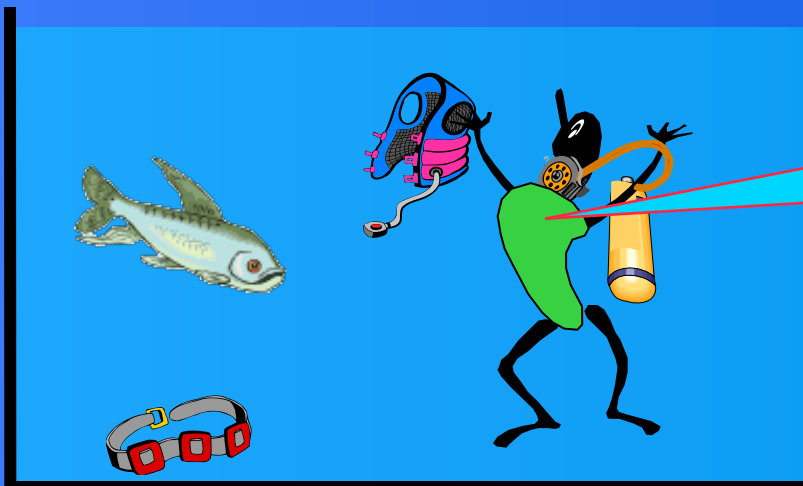
en plongée ?

Le plongeur doit ajuster sa PESEE pour compenser les Variations de Volume et Poids

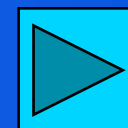
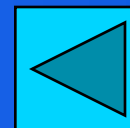
Il dispose pour cela de trois moyens principaux dont 2 peuvent lui permettre de régler sa Pesée en immersion :

- son lest, (test de lest avant la Plongée)
- son gilet stabilisateur
- son poumon ballast

Usage en immersion



Le poumon ballast est utilisé prioritairement en toutes circonstances

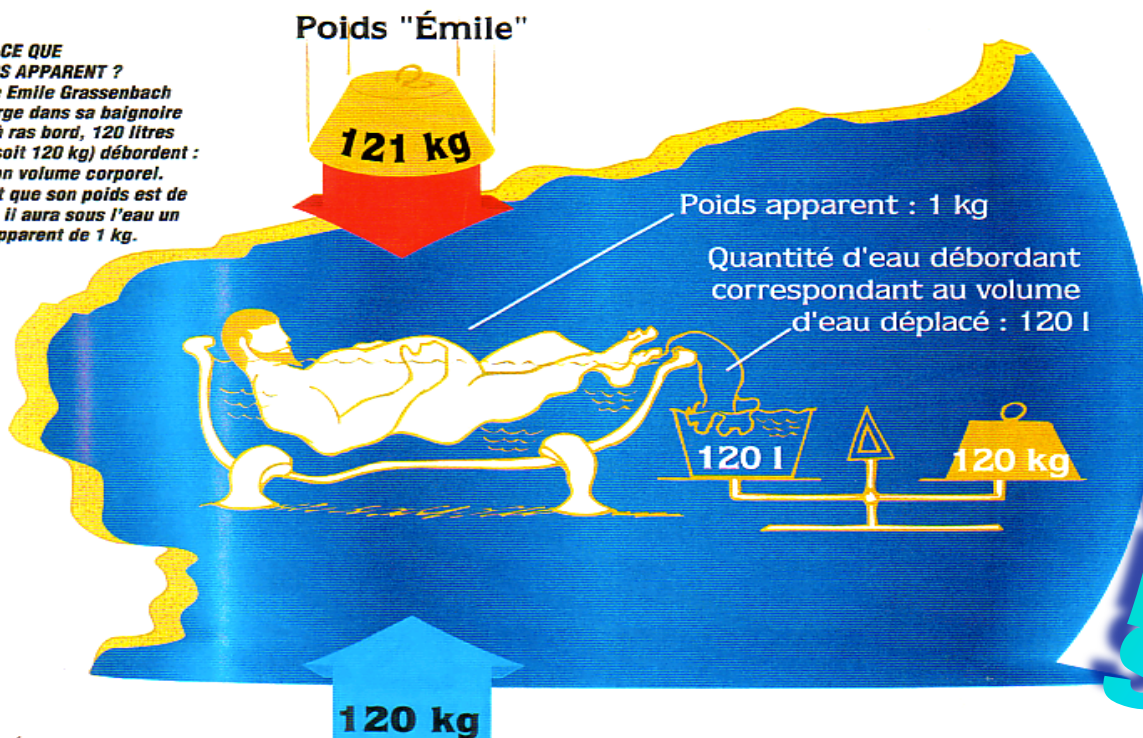


**Retour
sommaire**

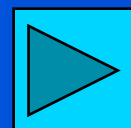
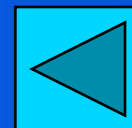
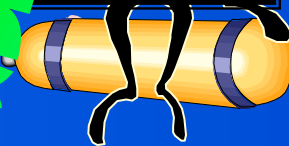
Bon poids bon volume

Archimède, voilà un nom qui évoque les bancs d'école. Et pourtant, parfois même sans le savoir, tout plongeur ou chasseur est inévitablement confronté au principe découvert par ce physicien grec et qui porte aujourd'hui son nom. Explications.

QU'EST-CE QUE LE POIDS APPARENT ?
Lorsque Emile Grassenbach s'immerge dans sa baignoire pleine à ras bord, 120 litres d'eau (soit 120 kg) débordent : c'est son volume corporel. Sachant que son poids est de 121 kg, il aura sous l'eau un poids apparent de 1 kg.



Phénomène
Physique

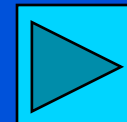
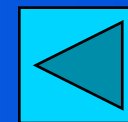




Toutes les applications de la "PESEE" sont d'origines Techniques.

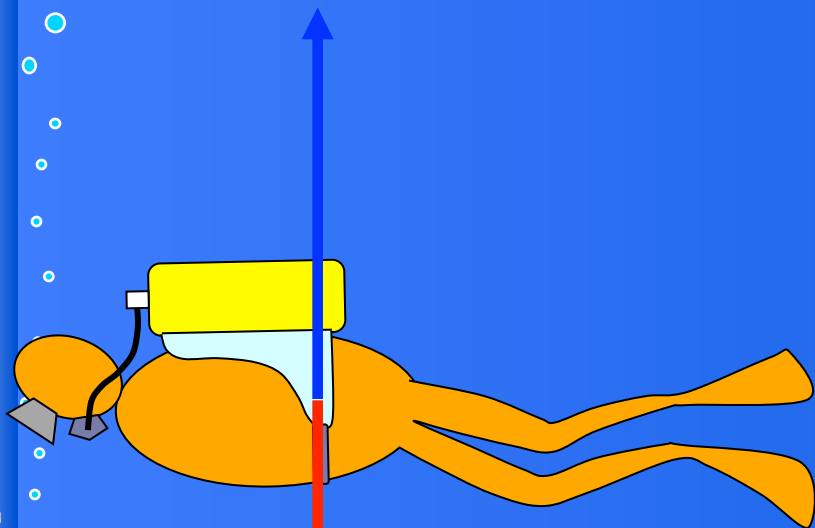
- Techniques d'Immersion, Canard et Phoque,
- **Techniques du Poumon Ballast et lestage**, (*lestage pour compenser la flottabilité de la combinaison, et non pas pour palier une mauvaise technique d'immersion*).
- **Stabilisation à l'aide du Gilet**, (*pour compenser une perte de Volume et non pas un sur lestage*).
- **Utilisation du Gilet**, (*confort et sécurité*).
- * *Attention à l'utilisation des vêtements étanches !!!!*
 - Le "Blowing up" ou remontée en Ballon,
 - Le "Squeeze" ou le Coup de Ventouse.

IL NE FAUDRAIT PAS JOUER A L'HIPPOCAMPE !



IL NE FAUDRAIT PAS JOUER A L 'HIPPOCAMPE !

Phénomène
Physique



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

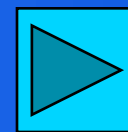
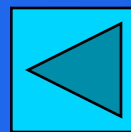


Ecart important entre le **centre de poussée** et le **centre de gravité**, le plongeur ne peut pas prendre sans effort toutes les positions

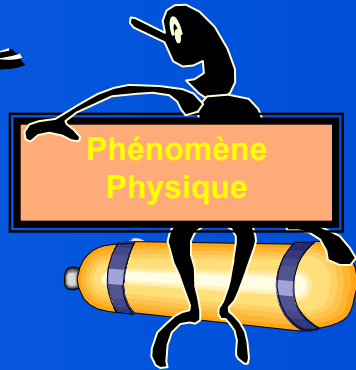
Un **sur-lestage**, nécessite un **remplissage excessif de la stab**, ce qui conduit à un **cabrage du plongeur**, qui va devoir progresser comme un **HIPPOCAMPE**.



Physique

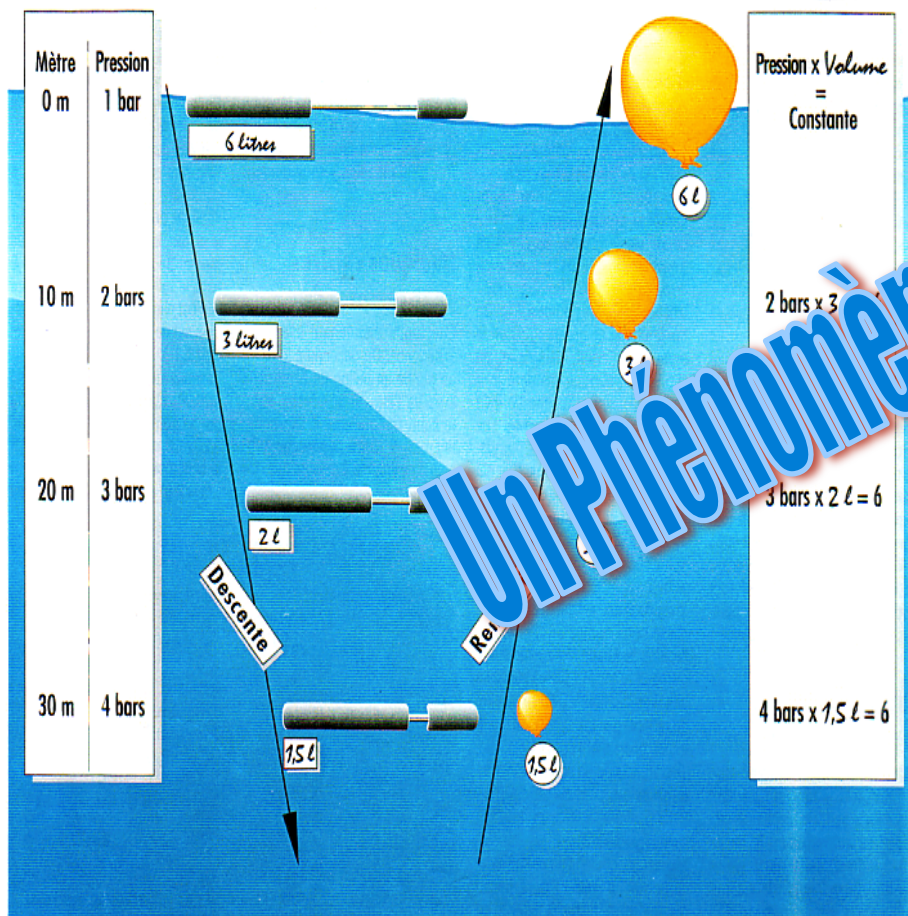


Création diapo Joël TALON
Mai 2003

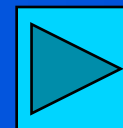
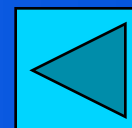


Phénomène Physique

LA COMPRESSIBILITE DES GAZ



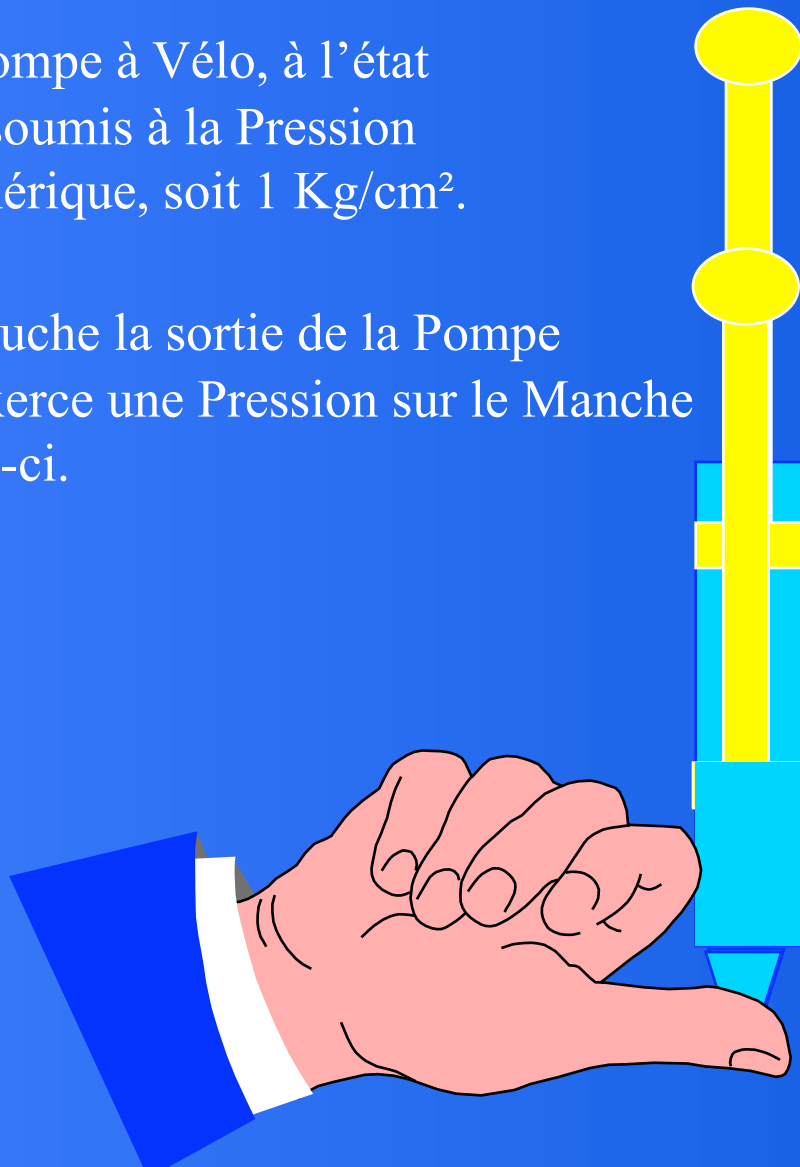
Un Phénomène Gonflant





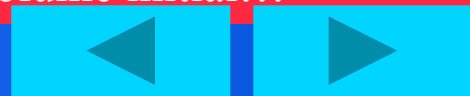
Les Gaz se COMPRIMENT !!!

- Une Pompe à Vélo, à l'état initiale, soumis à la Pression Atmosphérique, soit 1 Kg/cm^2 .
- On bouche la sortie de la Pompe et on exerce une Pression sur le Manche de celle-ci.



Nous constatons donc que :

- Lorsque nous exerçons une Pression sur un **Volume d'air contenu dans le cylindre d'une pompe**, celui-ci Diminue, (il se comprime).
- Par ailleurs, nous constatons aussi que ce volume qui diminue exerce une Pression qui augmente sur les parois du cylindre, (Pression ressentie au niveau du Pouce).
- La Température du Cylindre a aussi Augmenté.
- Enfin quand on relâche la Pression, l'air reprends son volume initial...





Les Gaz se COMPRIMENT !!!

Phénomène
Physique

- Une Pompe à Vélo, à l'état initiale, soumis à la Pression Atmosphérique, soit 1 Kg/cm^2 .
- On bouche la sortie de la Pompe et on exerce une Pression sur le Manche de celle-ci.



Nous constatons donc que :

Lorsque nous exerçons une Pression sur un **Volume d'air contenu dans le cylindre d'une pompe**, celui-ci Diminue, (il se comprime).

• Par ailleurs, nous constatons aussi que ce volume qui diminue exerce une Pression qui augmente sur les parois du cylindre, (Pression ressentie au niveau du Pouce).

• La Température du Cylindre a aussi Augmenté.

• Enfin quand on relâche la Pression, l'air reprends son volume initial...



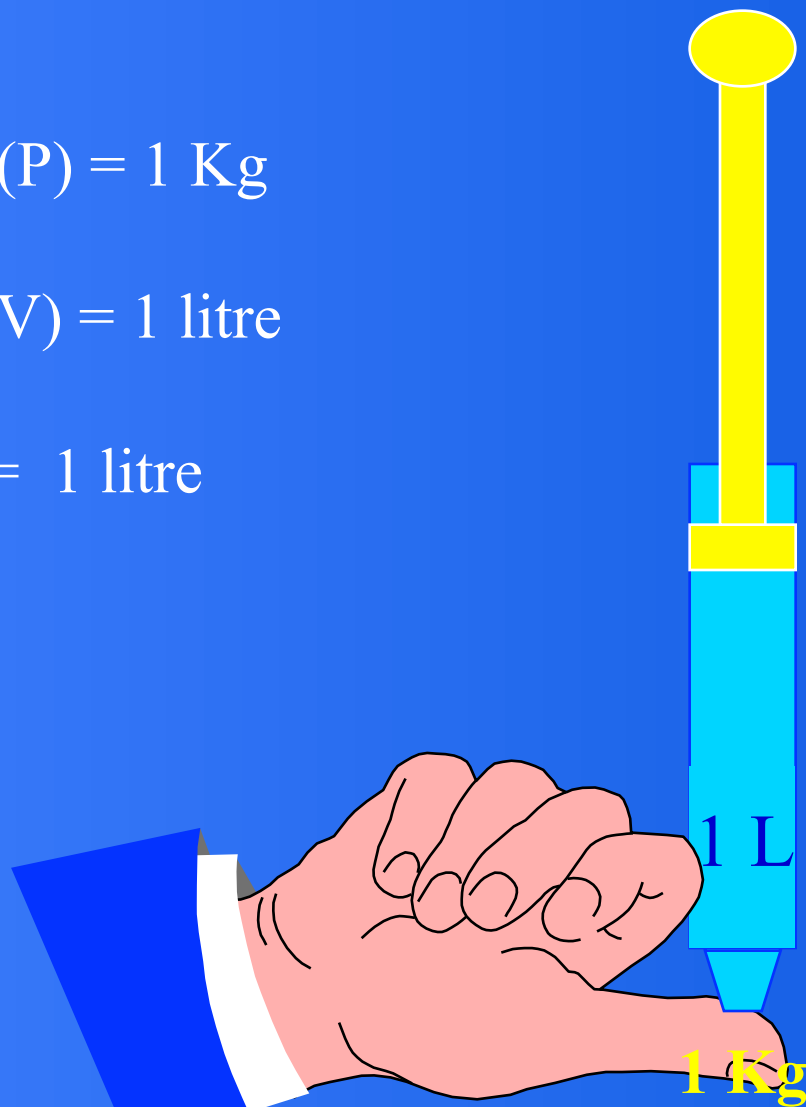


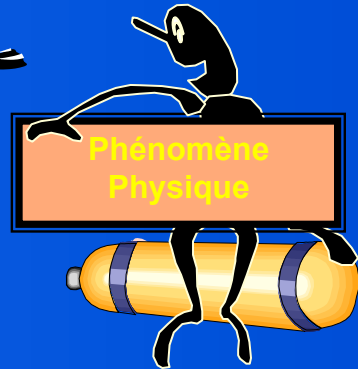
Les Gaz se COMPRIMENT !!!

Pression (P) = 1 Kg

Volume (V) = 1 litre

$P \times V = 1 \text{ litre}$





Les Gaz se COMPRIMENT !!!

Pression (P) = 1 Kg

Volume (V) = 1 litre

$$P \times V = 1 \text{ litre}$$

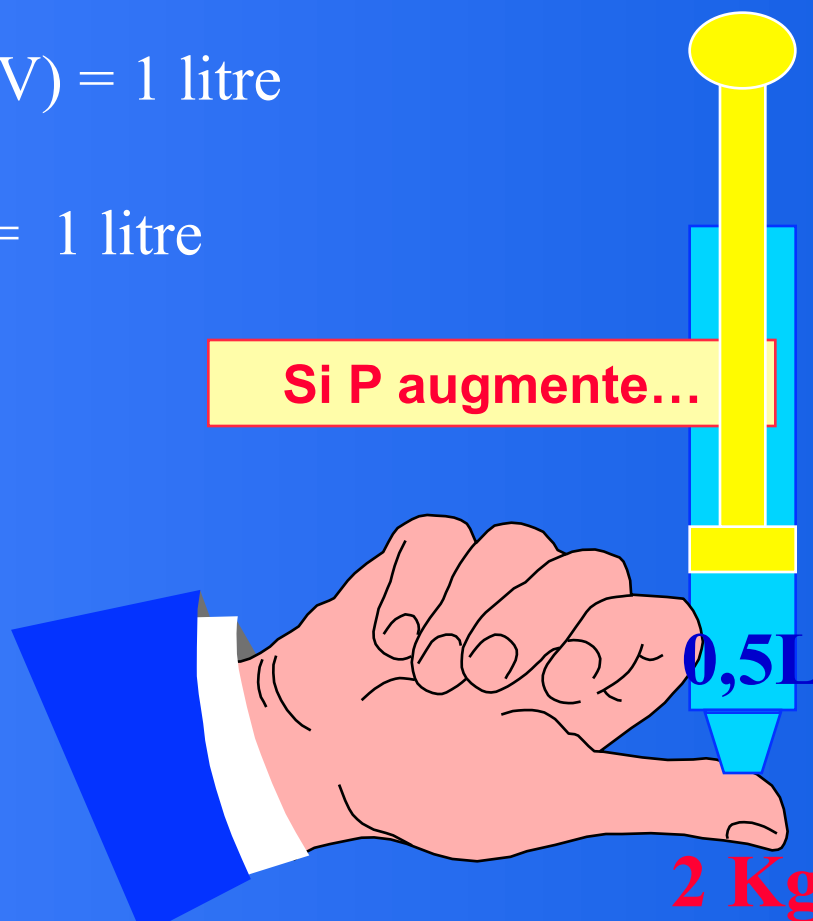
Pression (P) = 2 Kg

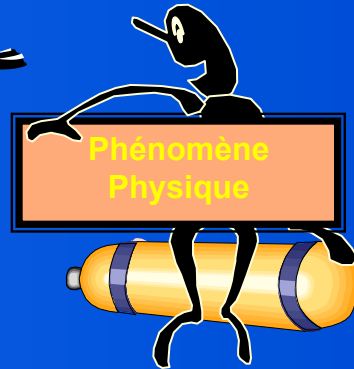
Volume (V) = 0,5 litre

$$P \times V = 1 \text{ litre}$$

Si P augmente...

V diminue.





Les Gaz se COMPRIMENT !!!

Pression (P) = 1 Kg

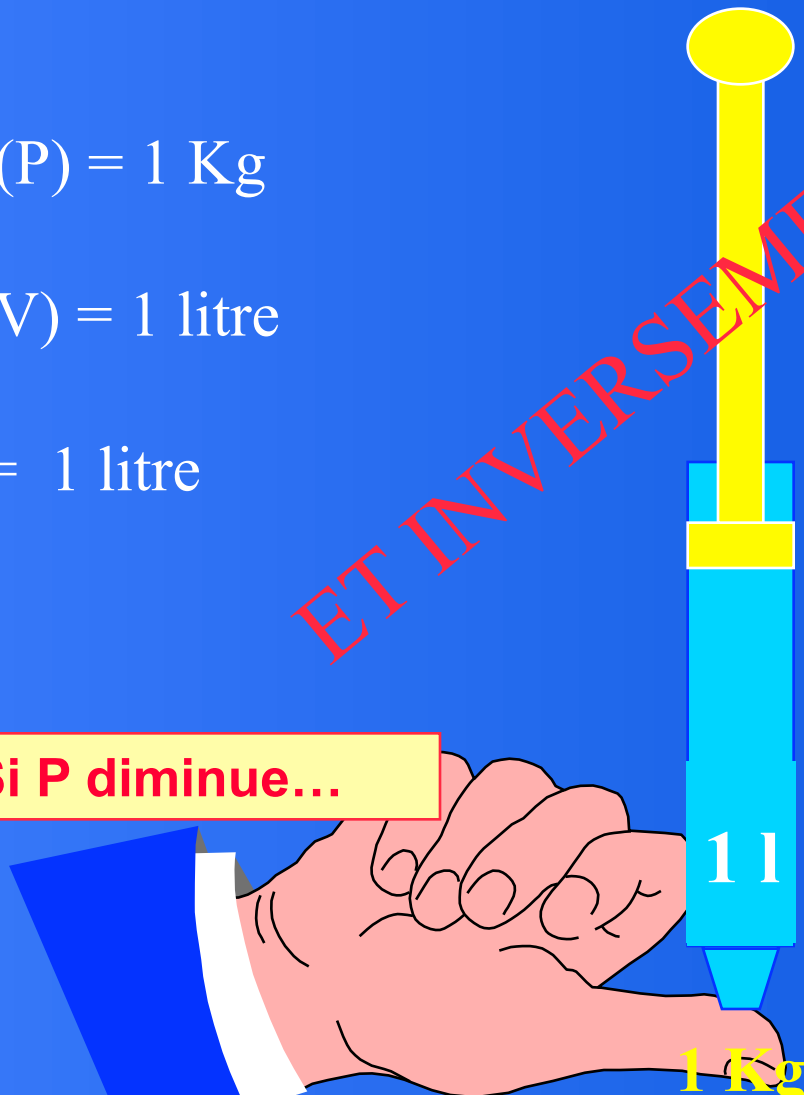
Volume (V) = 1 litre

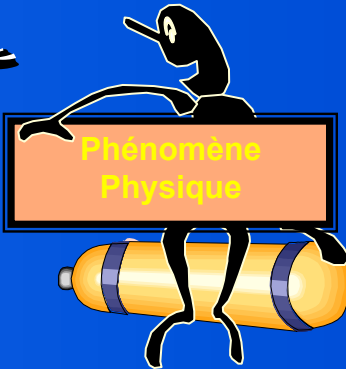
$P \times V = 1 \text{ litre}$

ET INVERSEMENT...

Si P diminue...

V augmente.





Les Gaz se COMPRIMENT !!!

Pression (P) = 1 Kg

Volume (V) = 1 litre

$$P \times V = 1 \text{ litre}$$

Pression (P) = 2 Kg

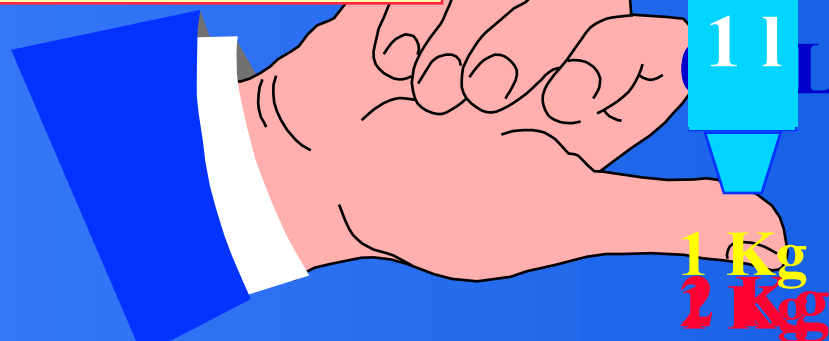
Volume (V) = 0,5 litre

$$P \times V = 1 \text{ litre}$$

Si P augmente...

Si P diminue...

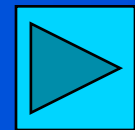
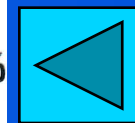
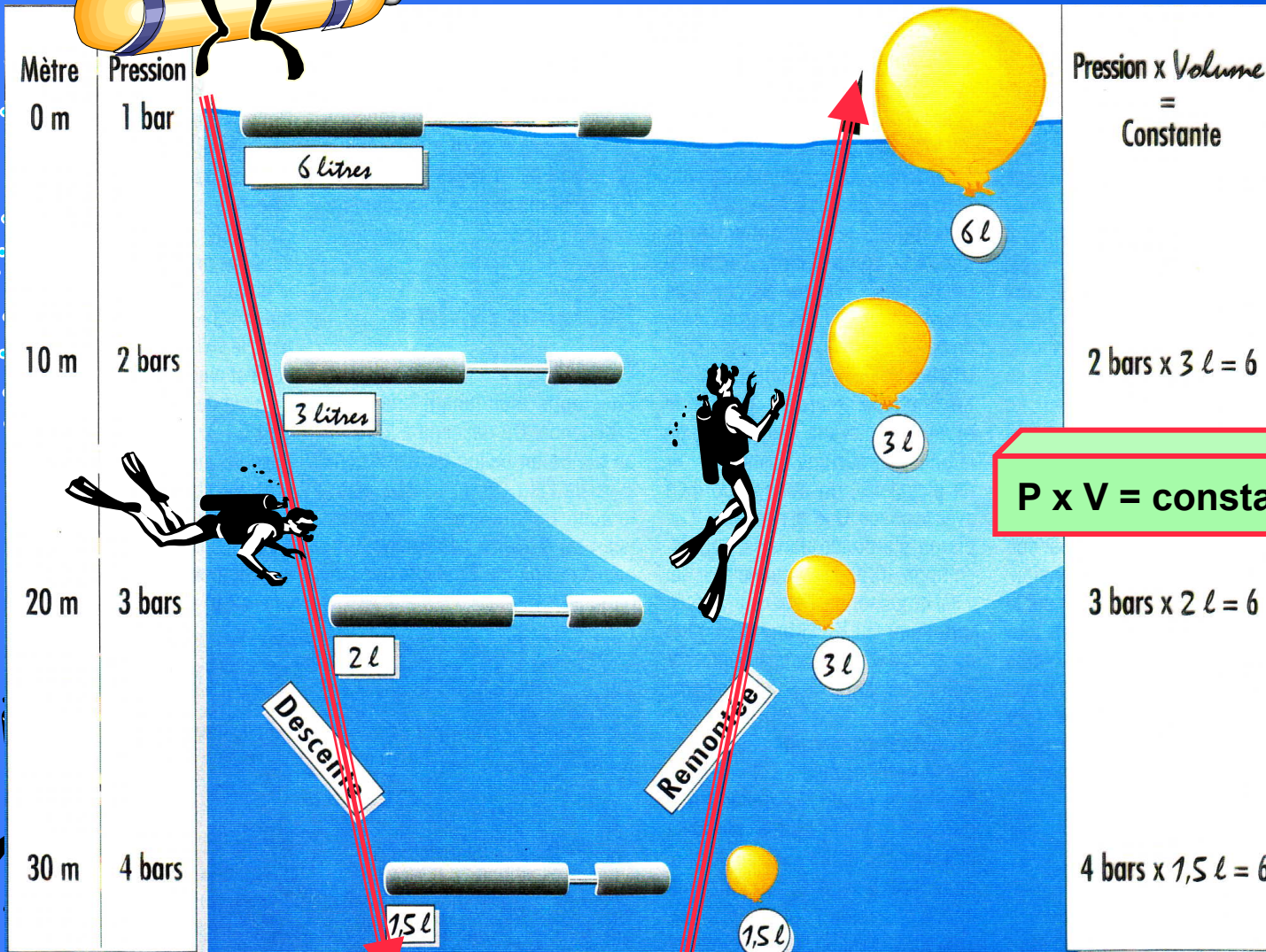
**V diminue
V augmente.**

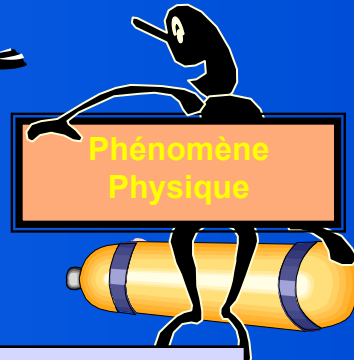


ET INVERSEMENT...



Les Gaz se compriment ?

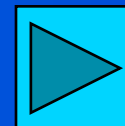
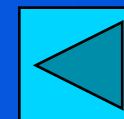




LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

<i>Profondeur</i>	<i>Pressions</i>	<i>Volumes</i>	<i>Constante</i>
0m	1b	12l	12l
10m	2b	6l	12l
20m	3b	4l	12l
30m	4b	3l	12l
70m	8b	1,5l	12l

Nous constatons alors que



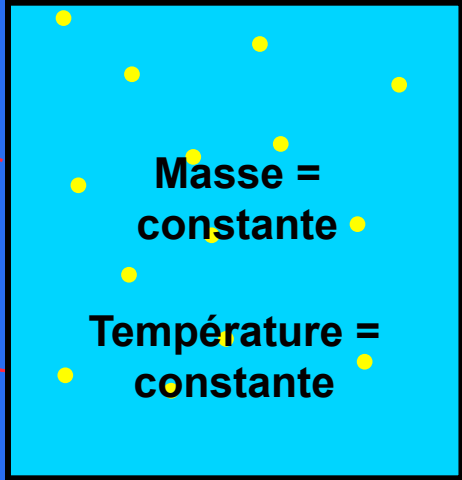


LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

Le volume d'un gaz est inversement proportionnel * à sa pression
Lorsque sa masse et sa température sont constantes.

Pression P

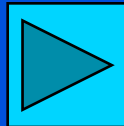
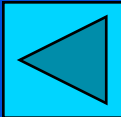
Volume V

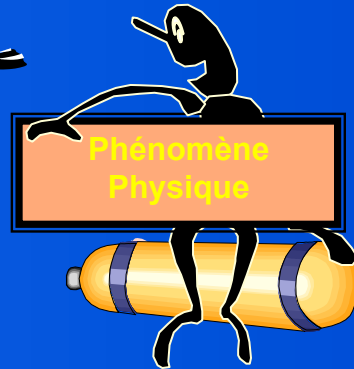


$$P \times V = \text{constante}$$

* P augmente si V diminue et P diminue si V augmente

•C'est entre la surface et 10 m (zone des Débutants), que nous avons la plus grande Variation de Pression, donc de Volume.

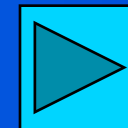
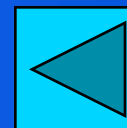




Applications de la Compressibilité.

* Vue au Niveau 2:

- Le calcul théorique d'autonomie,
- Le calcul de variation de Volume en fonction de la Pression,
- Augmentation de la Masse Volumique de l'air en fonction de la Profondeur,
- Elaboration du Bathymètre à capillaire.





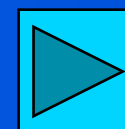
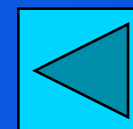
Applications de la Compressibilité (3)

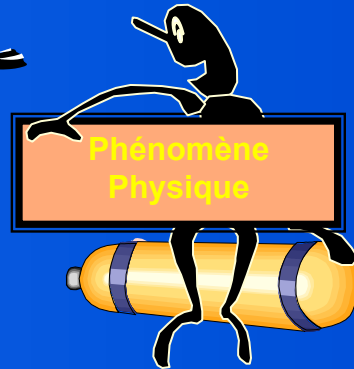
Phénomène Physique



Augmentation de la Masse Volumique de l'air en fonction de la profondeur.

Prof.	Press.	Vol d'air pulmonaire.	Vol d'air détendu.	Poids d'1 litre d'air.	Masse de l'air ds les poumons.	Masse volumique d'1 litre d'air
0m	1b	6l	6l	1,3g	7,8g	$7,8/6=1,3$
10m	2b	6l	12l	1,3g	15,6g	$15,6/6=2,6$
30m	4b	6l	24l	1,3g	31,2g	$31,2/6=5,2$
70m	8b	6l	48l	1,3g	62,4g	$62,4/6=10,4$

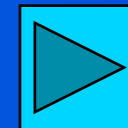
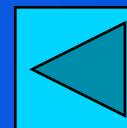




Applications de la Compressibilité.

● Vue au Niveau 4:

- - UTILISATION DES BLOCS TAMPONS.
- - Influence de la Température.
- - Profondimètre à Capillaire.

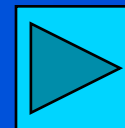
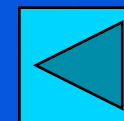
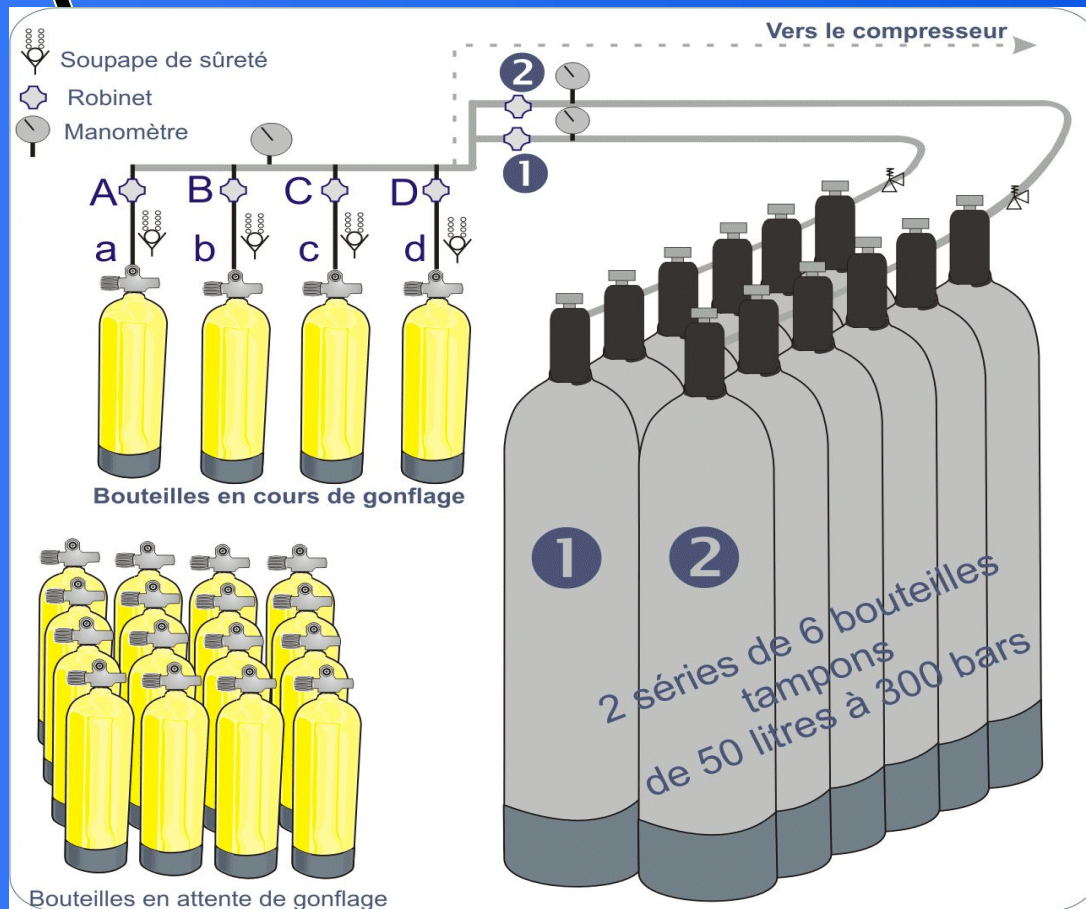


LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

Phénomène Physique

GONFLAGE

TAMPON



LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

Phénomène
Physique

GONFLAGE

BLOCS TAMPON



Pression X Volume = Constante
Pression X Volume = Contenance
Pression = Contenances/Volumes

Exercice



LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

Phénomène
Physique

La proportionnalité entre
pression et température

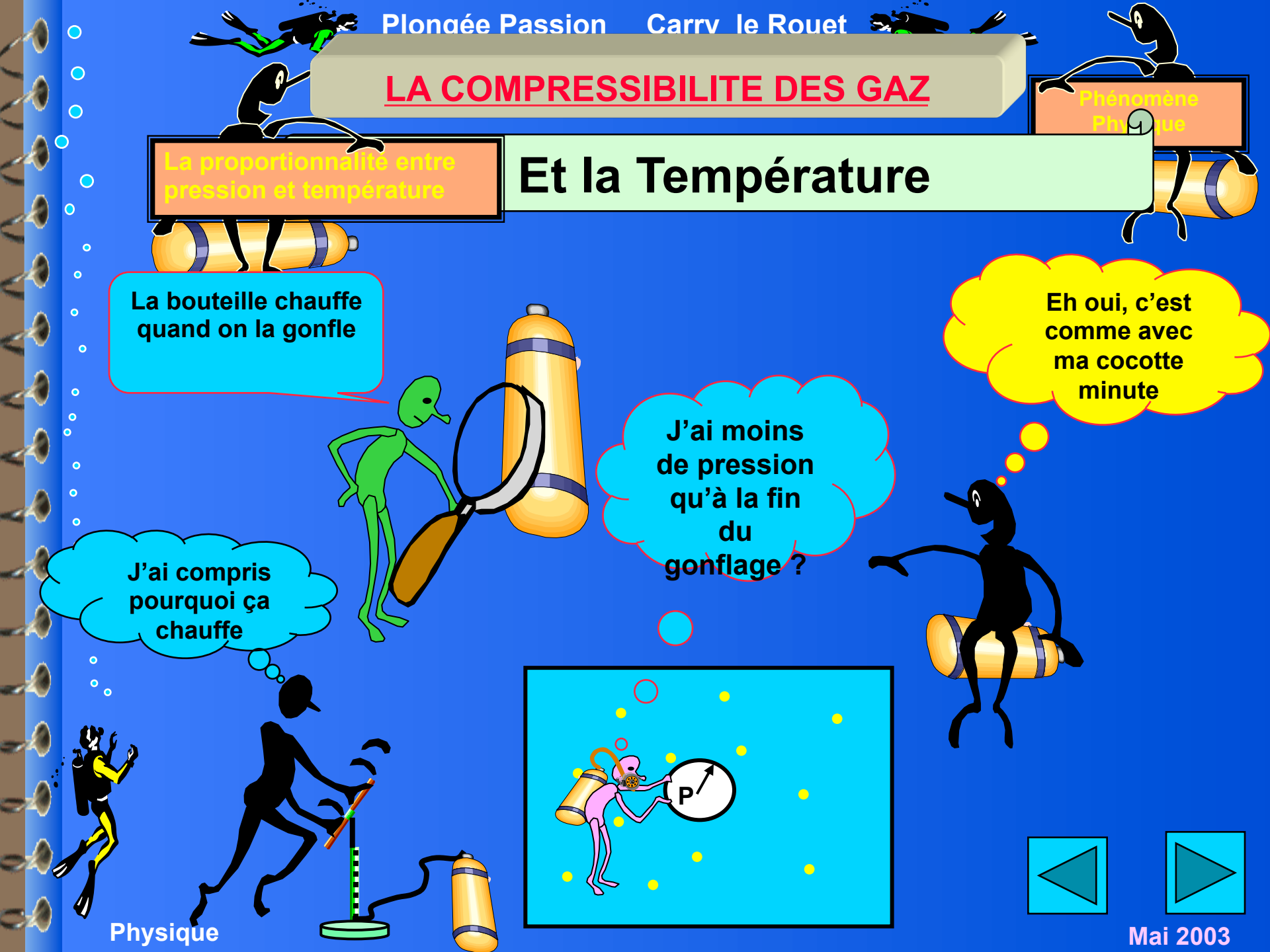
Et la Température

La bouteille chauffe
quand on la gonfle

Eh oui, c'est
comme avec
ma cocotte
minute

J'ai moins
de pression
qu'à la fin
du
gonflage ?

J'ai compris
pourquoi ça
chauffe



LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

Phénomène
Physique

La proportionnalité
entre pression et
température

Et la Température

- Loi de Charles:

A Volume constant, la Pression d'une masse invariable de gaz est proportionnelle à sa température absolue.

$$P1/T1 = P2/T2 = Cste$$

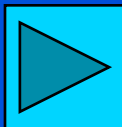
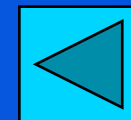
- Loi de Gay-Lussac:

A Pression constante, le Volume d'une masse invariable de gaz est proportionnel à sa température absolue.

$$V1/T1 = V2/T2 = Cste$$

En prenant en compte les trois lois de "**Boyle et Mariotte**", "**Charles**" et "**Gay-Lussac**" nous pouvons écrire la relation suivante:

$$P1V1/T1 = P2V2/T2 \dots etc \dots = Cste.$$



LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

Phénomène
Physique

La proportionnalité
entre pression et
température

Et la Température

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

+ Incidence de
la température

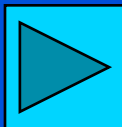
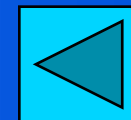
$$\frac{P \times V}{T} = \text{Constante}$$

Si le volume est invariable
seule la pression varie
avec la température

P-Pression
V-Volume
T-Température



$$\frac{P}{T} = \text{Constante}$$

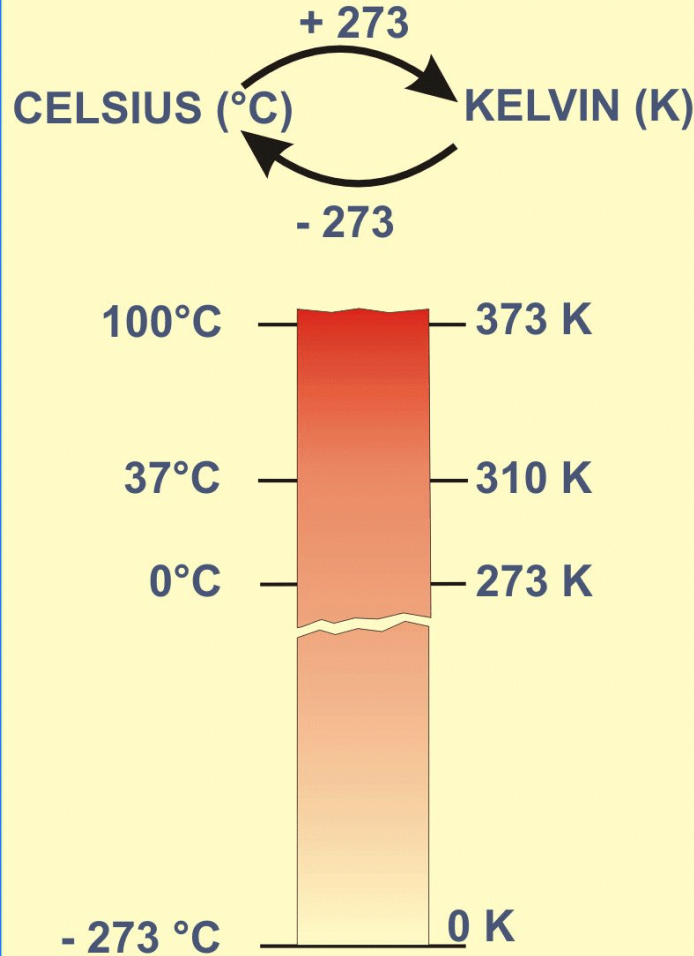


LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

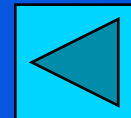
Phénomène physique

La proportionnalité entre pression et température

Et la Température



Exercice

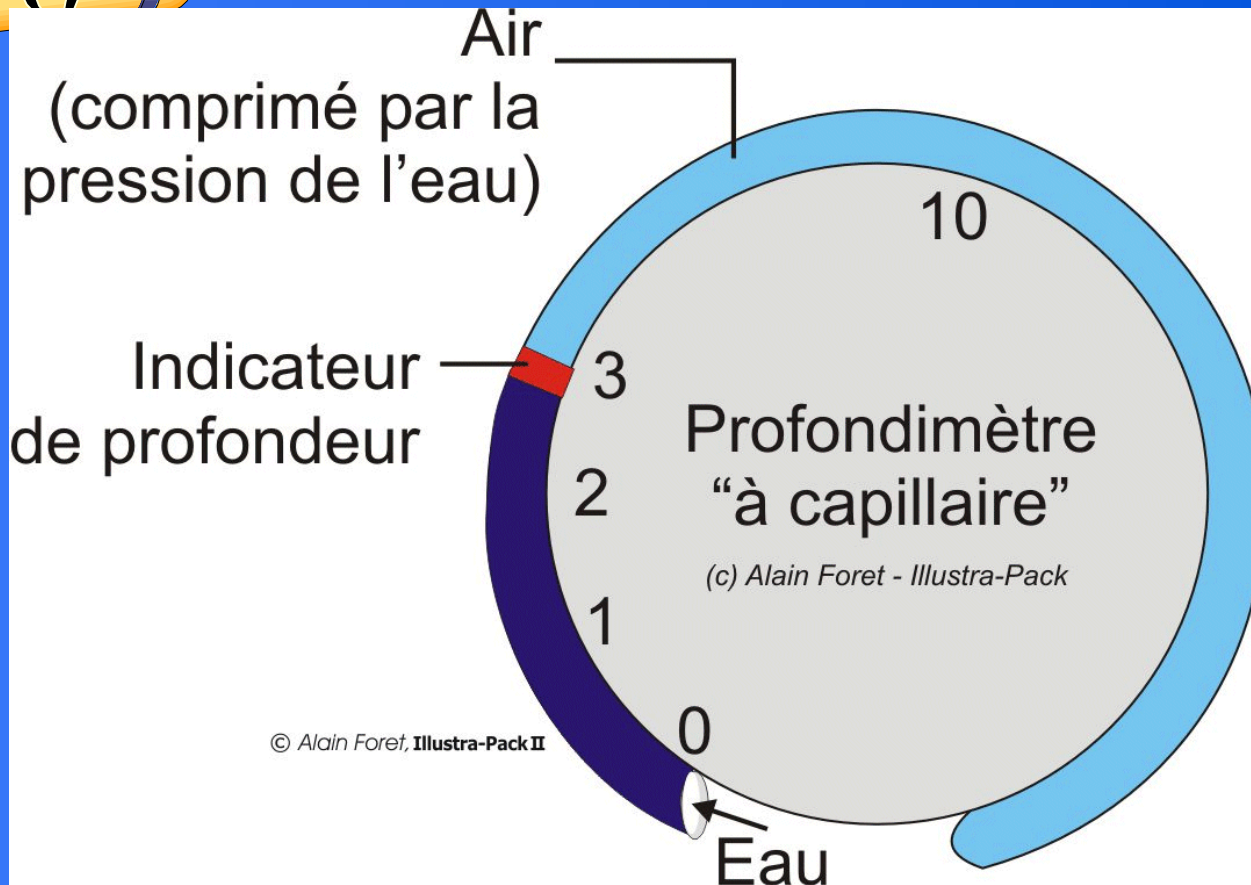


LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

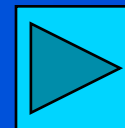
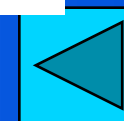
Phénomène Physique

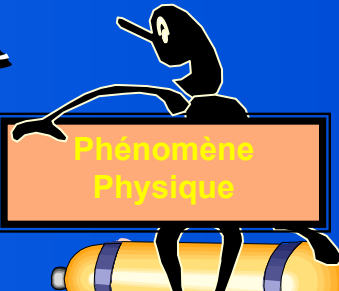
La proportionnalité entre pression et température

Et la Température

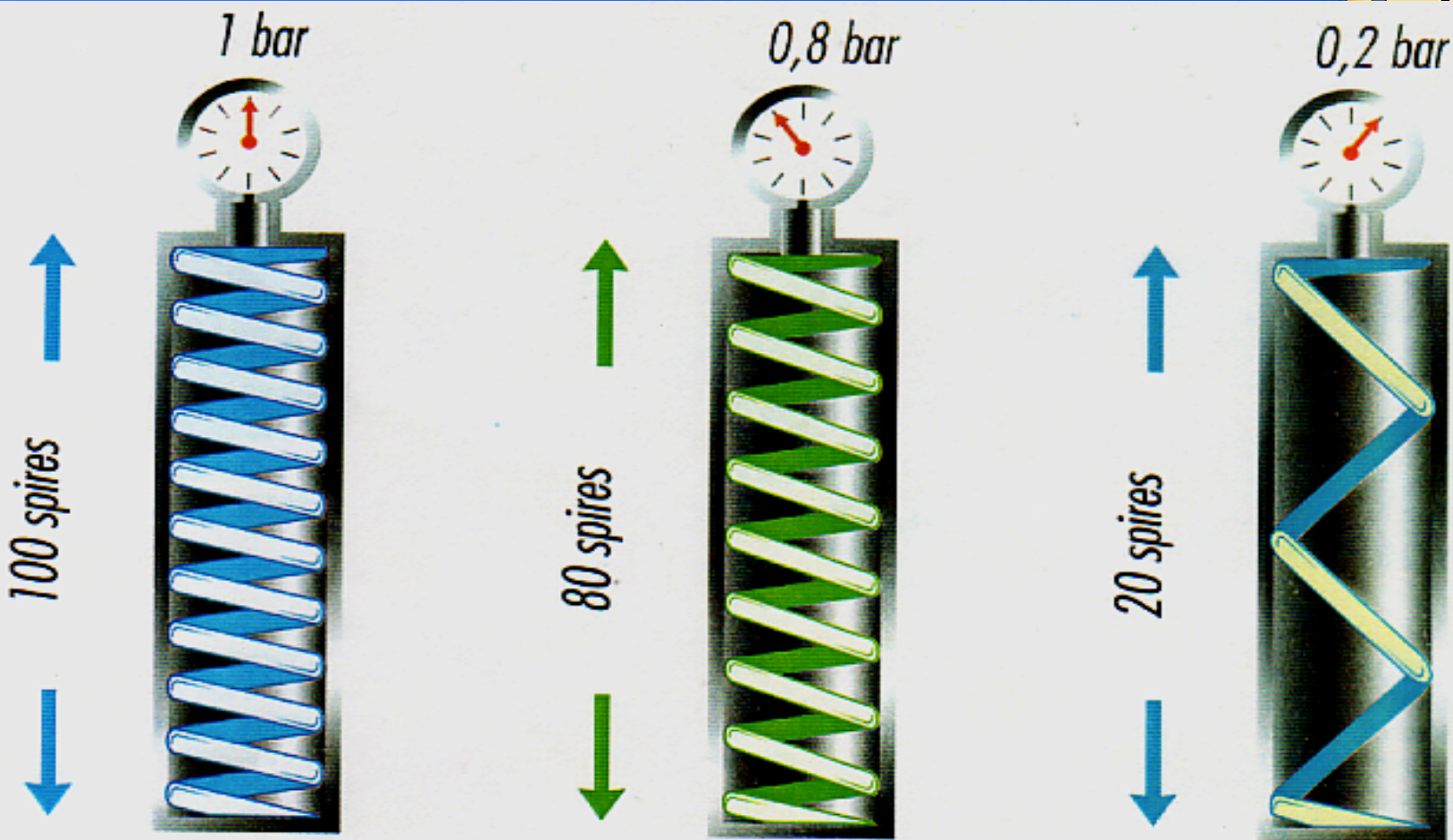


© Alain Foret, Illustra-Pack II





LES MELANGES GAZEUX



**Pression Totale
(Air)**

**Pression Partielle 1
(N²)**

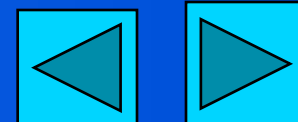
**Pression Partielle 2
(O²)**

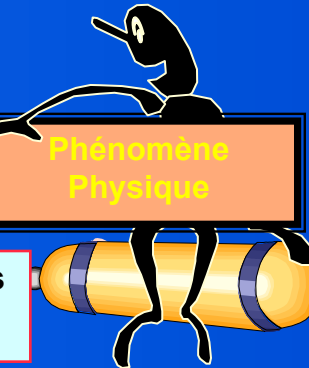


LES MELANGES GAZEUX

◆ l'air est un "Cocktail" de gaz

Composition de l'air			
Nom du gaz	Symbole	proportion	Observations
Azote	N_2	79,03 %	Inerte, Soluble sélectivement dans l'organisme.
Oxygène	O_2	20,93 %	Comburant Respiratoire.
Gaz carbonique	CO_2	0,033 %	Déchet du métabolisme cellulaire Excitant Ventilatoire.
Gaz rares : Argon, Krypton Hélium ...	Ar He	Traces	





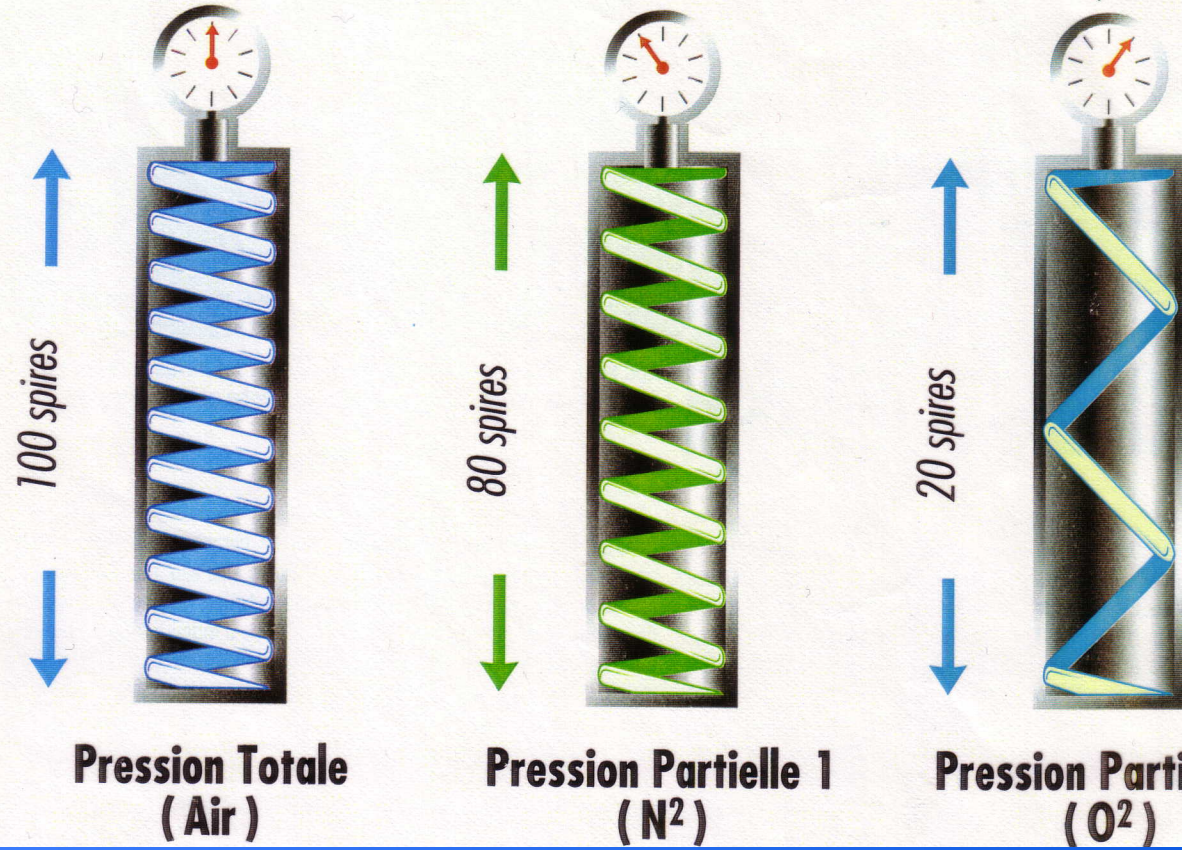
Phénomène Physique

Comment se comportent ces gaz dans notre Cocktail ?

Air : ressort de 100 spires
Pression : 1 bar

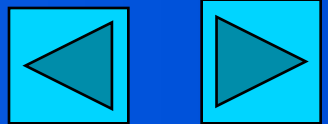
Azote : ressort de 80 spires
Pression : 0,8 bar

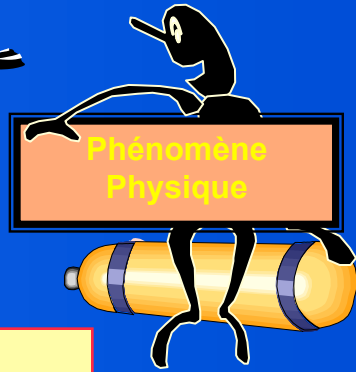
Oxygène : ressort de 20 spires
Pression : 0,2 bar



La pression totale exercée par le mélange est la somme des pressions partielles des gaz qui composent le mélange

La pression partielle exercée par un gaz est la pression de ce gaz considéré comme occupant seul le volume pris par le mélange



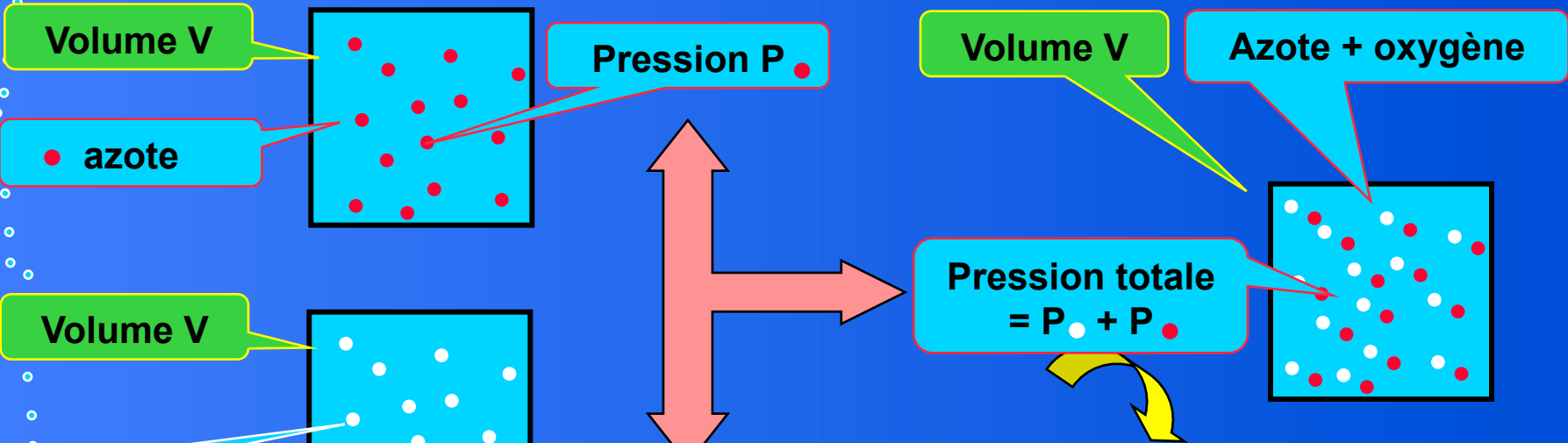


Phénomène Physique

LES MELANGES GAZEUX

Pressions dans les mélanges gazeux (Dalton)

La pression partielle exercée par un gaz est la pression de ce gaz considéré comme occupant seul le volume qu'occupait mélange.



La pression totale exercée par le mélange est la somme des pressions partielles des gaz qui composent le mélange

$$P_{\text{partielle } \bullet} = P_{\text{totale}} \times \% \text{ de } \bullet$$

$$P_{\text{partielle } \circ} = P_{\text{totale}} \times \% \text{ de } \circ$$



Les pressions dans les mélanges gazeux

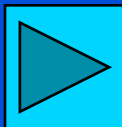
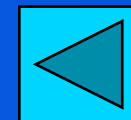
et en plongée ?

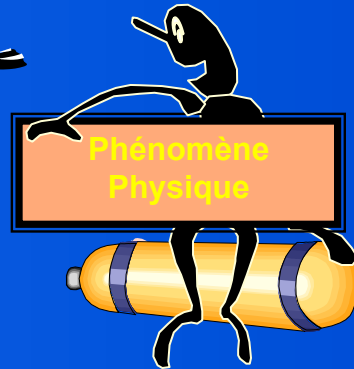
Phénomène Physique

$$P \text{ partielle gaz } \bullet = P \text{ totale air } \times \% \text{ de gaz } \bullet$$

Profondeurs (en mètres)	0	10	20	30	40	50
Pression absolue air (en bar)	1	2	3	4	5	6
% azote	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %
Pression partielle azote (en bar)	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8
% oxygène	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %
Pression partielle oxygène (en bar)	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2

30 m de profondeur : pression absolue 4 bar
 - pression partielle d'azote : $4 \times 80\% = 3,2$ bar
 - pression partielle d'oxygène : $4 \times 20\% = 0,8$ bar





LES MELANGES GAZEUX

Et la plongée...

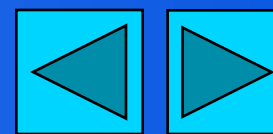
L'organisme admet les différents gaz que nous respirons dans l'air, gaz utile à la vie mais respirable dans une fourchette de pression partielle bien définie. Une pression Partielle trop forte ou trop faible peut être néfaste pour l'organisme.

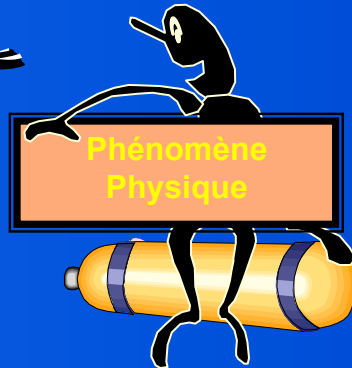
* Elaboration des seuils de tolérance de chaque gaz (par expérimentation).

- <u>Oxygène</u> :	Plongée Sportive au mélange O ₂ /N ₂ :	1,6 bar
	Plongée militaire à l'O ₂ pur :	1,6 bar,
- <u>Azote</u> :	Plongée Sportive au mélange O ₂ /N ₂ :	5,6 bar,
- <u>Gaz carbonique</u> :	Plongée Sportive au mélange O ₂ /N ₂ :	0,03 bar.



* Calcul de la Pression Partielle en fonction de la Profondeur, (Elaboration des tables de Plongée).





Phénomène Physique

LES MELANGES GAZEUX

Applications

Utilisation mélanges autres que 20/80

20/80

40/60

$$P_{abs} \text{ Equivalente} = P_{abs} (\text{mélange}) \times \% N_2 (\text{mélange}) / \% N_2 (\text{air})$$

20 m

$P_{pN_2} (\text{air}) = 2,4 \text{ Bar}$

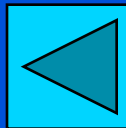
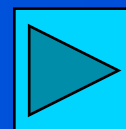
30 m

$P_{pN_2} (\text{air}) = 3,2 \text{ Bar}$



$P_{pN_2} (\text{mélange}) = 2,4 \text{ Bar}$

Exercice



En plongeant à 30 m avec un mélange 40/60, cela équivaut à Plonger à 20 m avec à l'air.

Retour sommaire





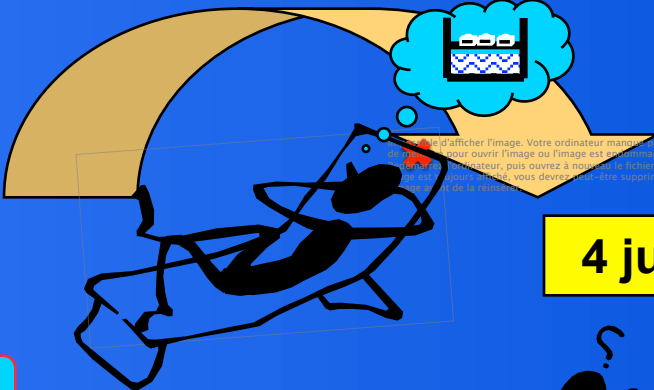
Phénomène Physique

Dissolution et élimination

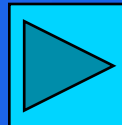
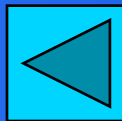
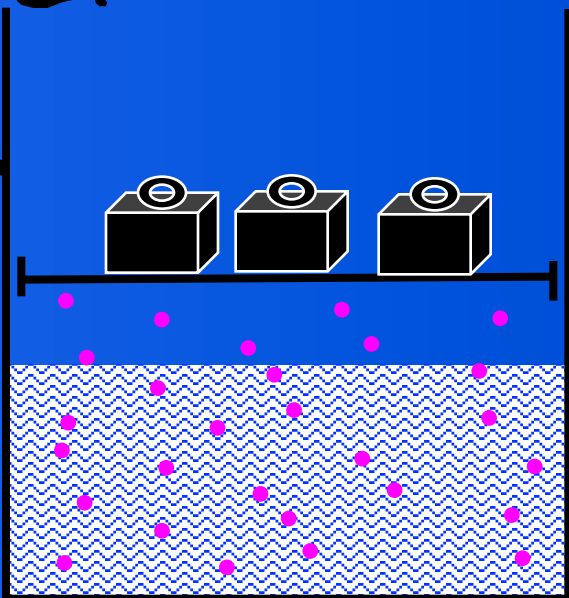
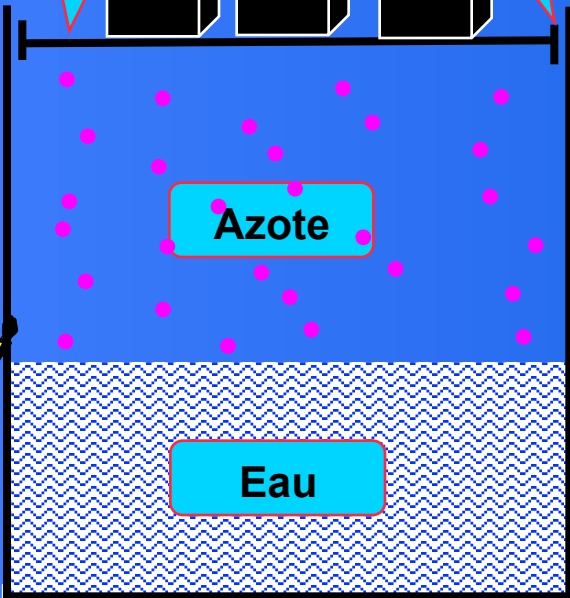
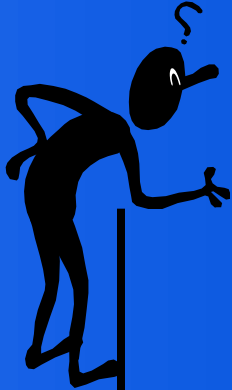
3 juillet 18... 21 h 30

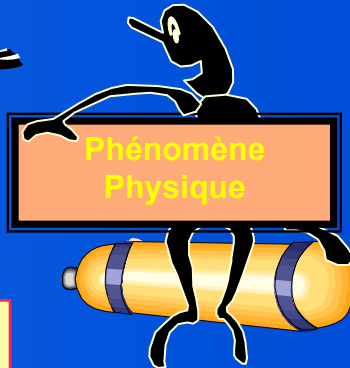
Couvercle mobile chargé

Étanchéité



4 juillet 18... 9 h 30





Dissolution et élimination

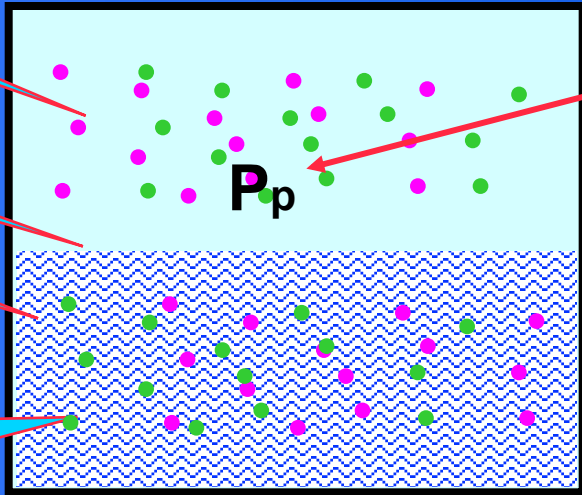
La quantité (Q) de gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la pression partielle exercée par ce gaz au contact de l'interface gaz / liquide à température constante

Gaz

Interface

Liquide

Gaz dissous dans le liquide



Pression Pp : pression partielle exercée par le gaz ● à l'état libre

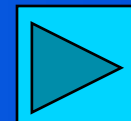
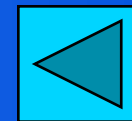


* Le Liquide:

Le liquide est une matière relativement dense, compacte, qui se voit et se sent au toucher

* Le Gaz:

Le gaz est une matière très légère, mobile, fluide qui ne se voit ni ne se touche.

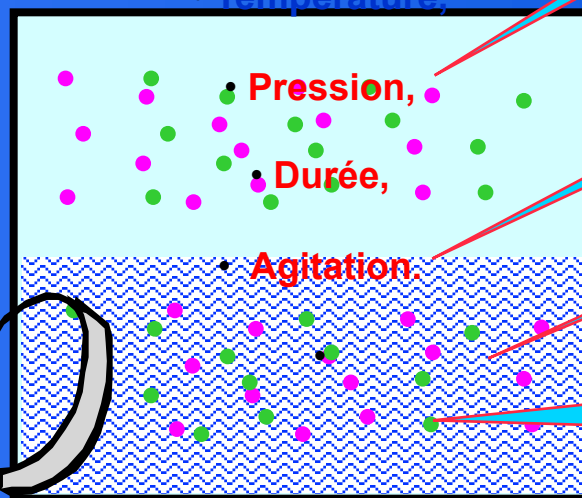




Dissolution et élimination

Les facteurs qui déterminent la solubilité d'un gaz dans un liquide :

- Nature du Gaz,
- Nature du Liquide,
- Surface de Contact,
- Température,

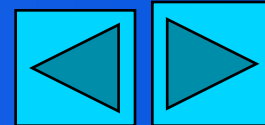
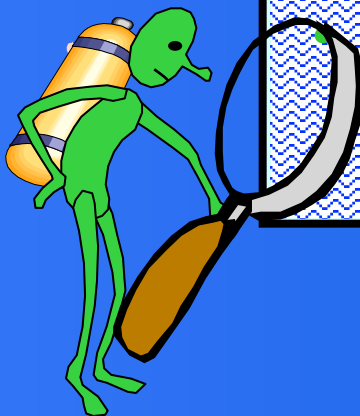


Gaz

Surface contact

Liquide

Gaz dissous dans le liquide

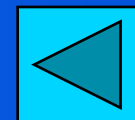


Dissolution et élimination

Phénomène
Physique

Pour Nous plongeur, la vitesse de dissolution ou d'élimination d'un gaz par un liquide est fonction des facteurs de solubilité :

- La Nature du Liquide, (**Notre Organisme**),
- La Nature du Gaz, (**l'Azote**),
- La surface de Contact, (**Notre Surface Alvéolaire**),
- La Température, (**37°**)
- la pression partielle à l'interface, (**La Profondeur de notre Plongée**),
- Le temps d'Exposition, (**Durée de la Plongée**),
- L'Agitation, (**L'effort durant la Plongée**).



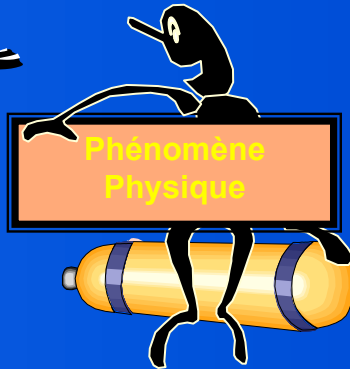
Le phénomène de dissolution
et d'élimination

et en plongée ?

Lorsque le plongeur
remonte les tissus
éliminent les gaz dissous

Le plongeur respire de l'air à
des pressions supérieures à la
pression atmosphérique

Les gaz qui composent l'air se
dissolvent dans les tissus du
corps du plongeur

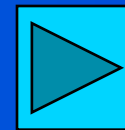
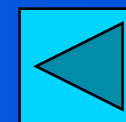
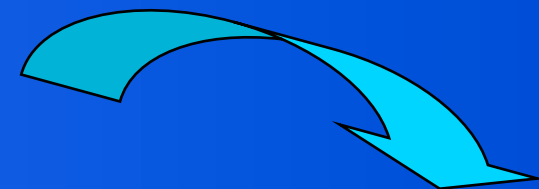


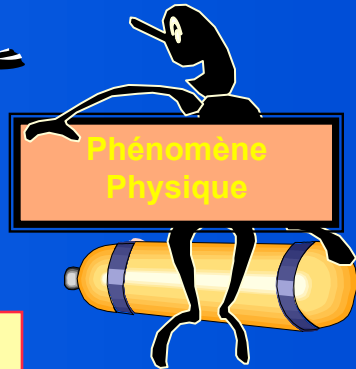
Dissolution et élimination

L'état du couple gaz / liquide est instable lorsqu'il existe une différence de pression entre le gaz libre, (dans nos alvéoles) et le gaz dissous, (dans notre organisme).

La différence de pression provoque une diffusion des molécules de gaz de la pression la plus haute vers la pression la plus basse.

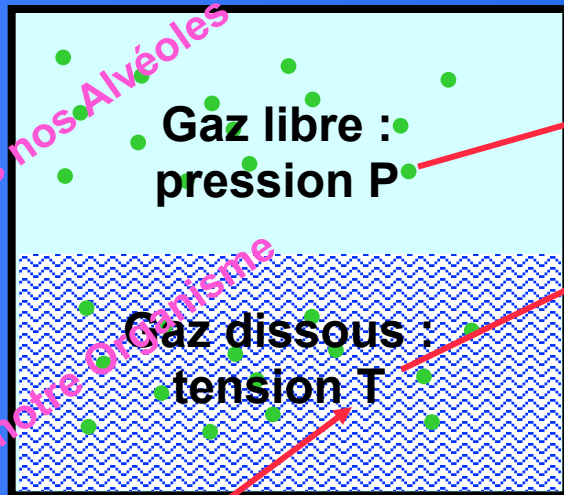
Quatre situations se présentent





Phénomène Physique

1) Saturation



Pression P du gaz libre
 =
 tension T du gaz dissous

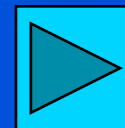
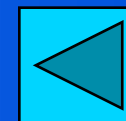
Tension T : pression exercée par le gaz ● à l'état dissous

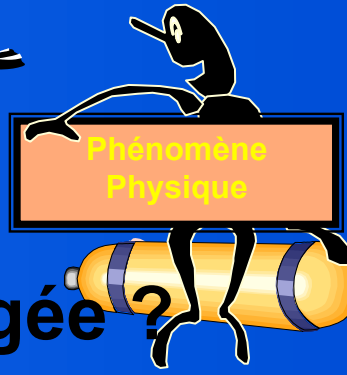
$$P = T$$



État d'équilibre

Très peu de molécules circulent à l'interface gaz libre / liquide, le nombre de molécules qui sortent compense exactement le nombre de molécules qui rentrent





Phénomène Physique

1) Saturation

Le phénomène de dissolution et d'élimination

en plongée ?

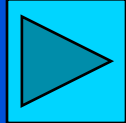
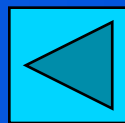
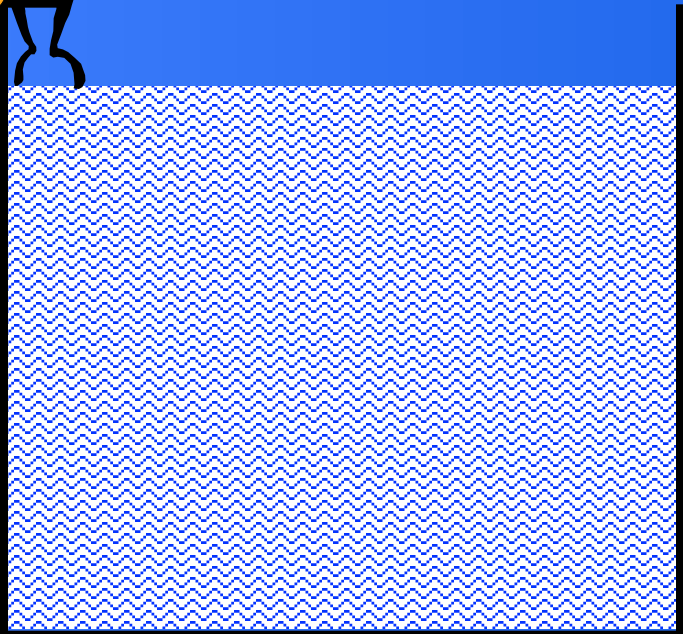


État d'équilibre

$$P = T$$

C'est la situation dans l'organisme du plongeur avant une première plongée.

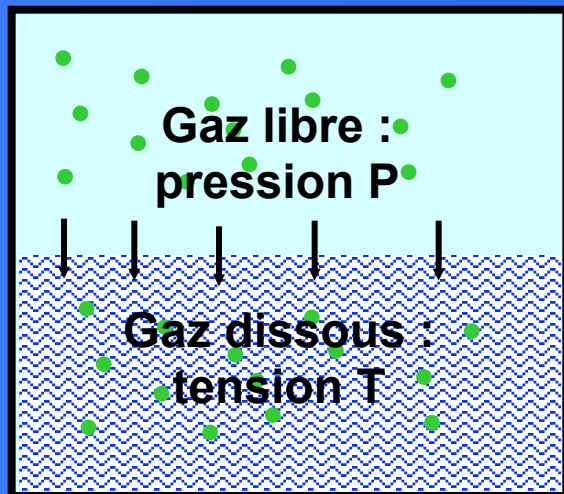
État stable à saturation		
Gaz	P +	Pression atmosphérique ambiante
Liquide	T +	Pression dans l'Organisme du plongeur, (tension)





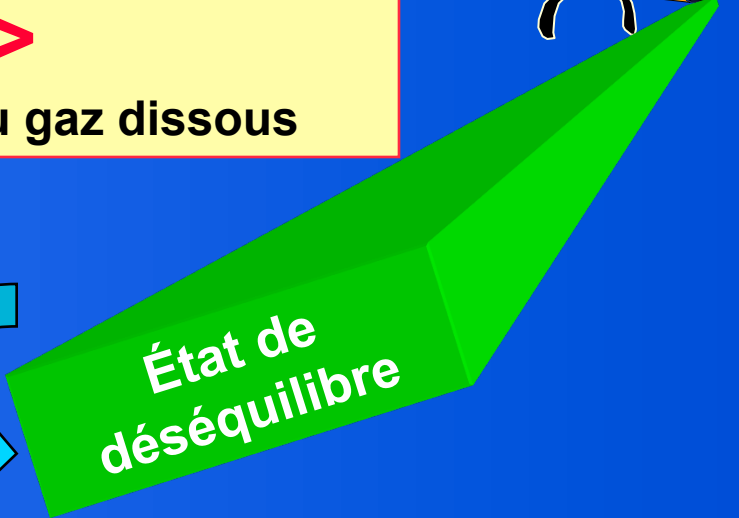
Phénomène
Physique

2) Sous saturation



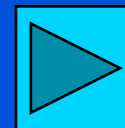
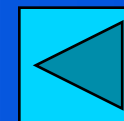
Pression P du gaz libre
>
tension p du gaz dissous

$$P > T$$



Des molécules de gaz libre passent dans le liquide.

La vitesse de dissolution du gaz est grande tant que le déséquilibre est important, au fur et à mesure que la tension de gaz dissous augmente, la vitesse de diffusion diminue et s'annule lorsque $P = T$





2) Sous saturation

Phénomène Physique

Le phénomène de dissolution et d'élimination

en plongée

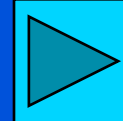
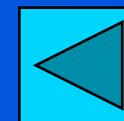
État de déséquilibre

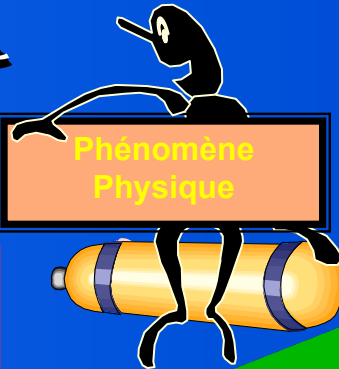
C'est la situation dans l'organisme du plongeur pendant la descente

État instable en sous saturation

Gaz	P +++	Pression délivrée par le détendeur (ambiante)
Liquide	T ++	Pression dans les tissus du corps du plongeur

$$P > T$$

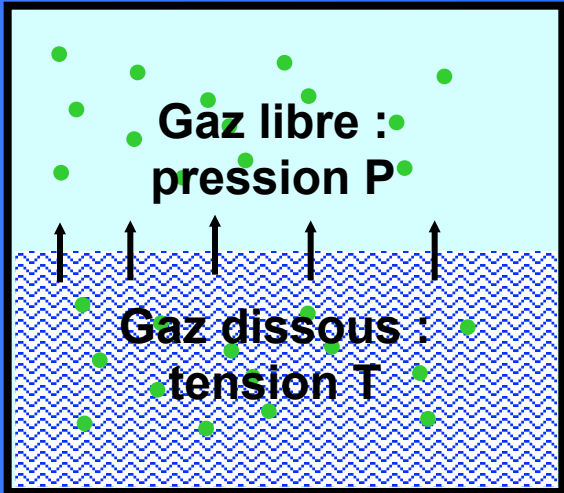




Phénomène Physique

3) Sur saturation

Pression P du gaz libre
<
tension p du gaz dissous



$$P < T$$



État de déséquilibre

Des molécules de gaz libre passent du liquide vers le gaz.

La vitesse d'élimination des molécules de gaz par le liquide est grande tant que le déséquilibre est important, au fur et à mesure que la pression du gaz libre augmente, la vitesse d'élimination diminue et s'annule lorsque $P = T$



3) Sur saturation

Phénomène Physique

Le phénomène de dissolution et d'élimination

en plongée

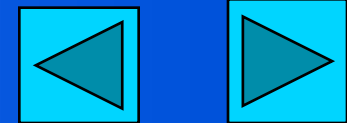
État de déséquilibre

C'est la situation dans l'organisme du plongeur pendant la remontée

$$P < T$$

État instable en sur saturation

Gaz	P ++	Pression délivrée par le détendeur (ambiante)
Liquide	T +++	Pression dans les tissus du corps du plongeur



4) Sur saturation critique

Phénomène Physique

Le phénomène de dissolution et d'élimination

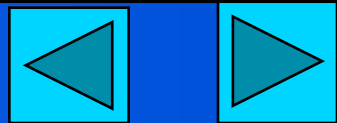
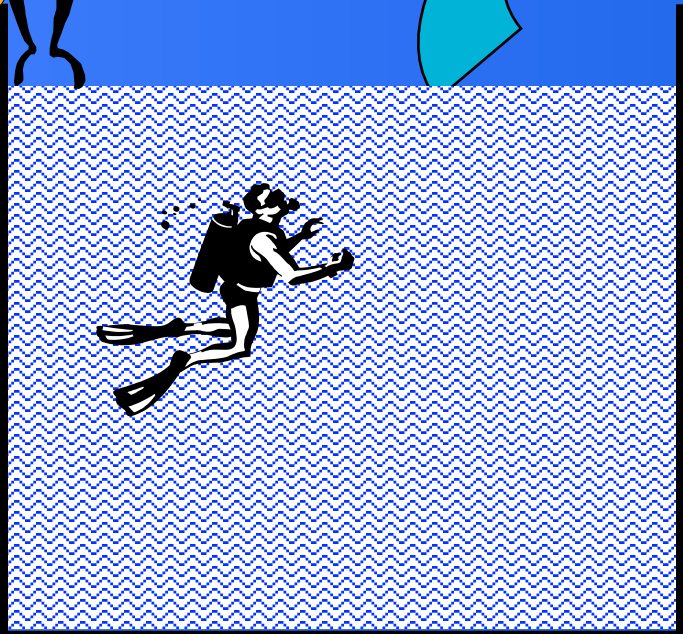
en plongée ?

État de déséquilibre critique

C'est la situation dans l'organisme du plongeur lorsque la différence entre P et T est trop importante

État instable en sur saturation critique : il y a risque de formation de bulles de gaz dans les tissus de l'organisme

Gaz	P +	Pression délivrée par le détendeur (ambiante)
Liquide	T ++	Pression dans les tissus du corps du plongeur





Phénomène
Physique

Dissolution (Les 4 Etats)

LA SATURATION

Tension = Pression

LA SOUS-SATURATION

Tension < Pression

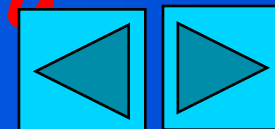
LA SUR-SATURATION

Tension > Pression

LA SURSATURATION CRITIQUE

Tension 2 fois Supérieure à la Pression

**DANGER, RISQUES D'ACCIDENT DE
DESATURATION.**



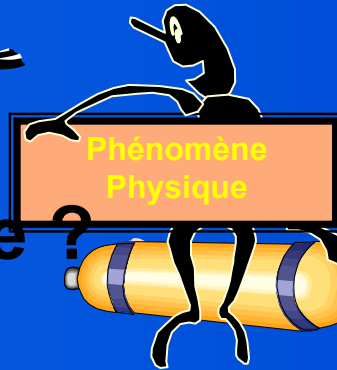
Pression

+ + +

Tension

+ +





Le phénomène de dissolution et d'élimination

en plongée ?

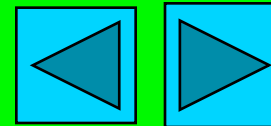
7 facteurs influencent la dissolution de l'azote dans les tissus de l'organisme ... (RESUME)

4 sont invariables :

- ➤ la nature du liquide (les tissus de notre organisme)
- ➤ la nature du gaz (azote)
- ➤ la surface de contact liquide / gaz (alvéoles pulmonaires)
- ➤ la température (de notre organisme)

3 sont variables :

- ➤ la profondeur (pression)
- ➤ la durée
- ➤ l'agitation



... et notre organisme ne commencera à l'éliminer que lors de la remontée qui doit s'effectuer à une vitesse comprise entre 9 et 15 m / minutes environ.

Les palier de décompression sont des arrêts qui permettent à notre organisme d'éliminer l'azote afin que la différence entre la tension d'azote dans les tissus (T) et pression ambiante (P) soit la plus petite possible et ne franchisse en aucun cas le seuil de sursaturation critique.



La Dissolution (Applications)

LES TABLES DE PLONGEE.

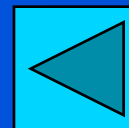
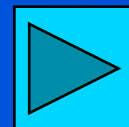
- **AU NIVEAU 1**, il convenait de connaître ce que l'on appelle la **Courbe de Sécurité**, c'est à dire les Profondeurs et les Temps* pour lesquelles le plongeur n'aura pas de paliers à effectuer.

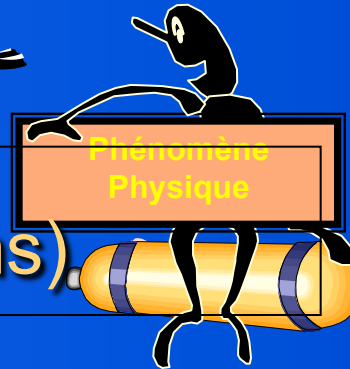
* La PROFONDEUR ; de la plongée doit être la **profondeur MAXIMUM** atteinte au cours de la plongée.

* La DUREE ; de la plongée est le temps pendant lequel le plongeur est soumis à une Dissolution d'**N2**.

* COURBE DE SECURITE ;

PROFONDEURS	DUREE
10 mètres	5h 10mn
15 mètres	1h 15min
20 mètres	40min
25 mètres	20min
30 mètres	10min
40 mètres	5min

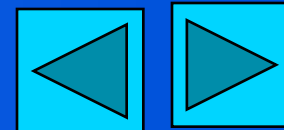


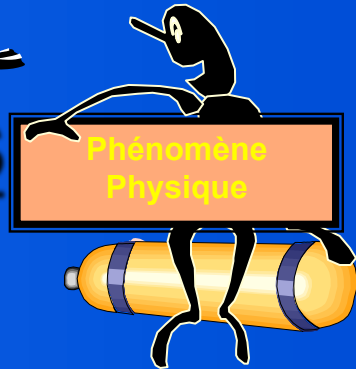


La Dissolution (Applications)

- Il Convient après le Niveau 1 de comprendre et connaître les Protocoles de Décompression à l'issue d'une plongée. Ces Protocoles sont calculés et délivrés par les Moyens de DESATURATION que sont les TABLES et les CALCULATEURS D'AIDE A LA DESATURATION, (les Ordinateurs).

Nous tenterons ici de donner un éclaircissement succinct sur l'élaboration des Tables de plongées, dans le Chapitre sur « les Eléments de Calcul de Table »

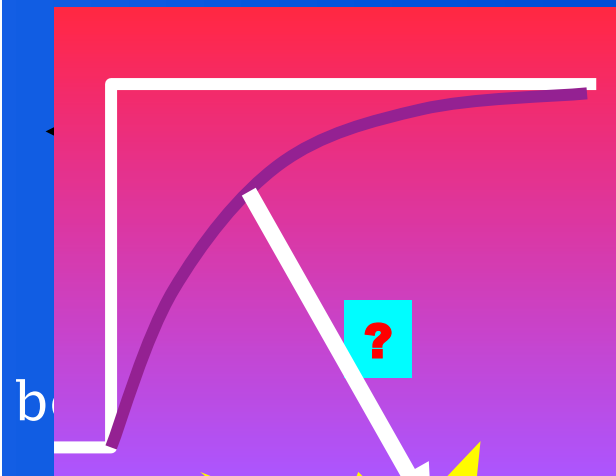
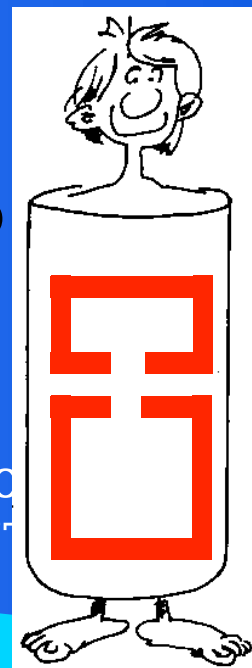




Les Eléments de Calculs de Table

TENSION / PRES

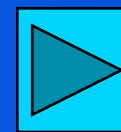
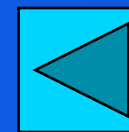
Pour Trouver la Tension, nous avons besoin de certains OUTILS

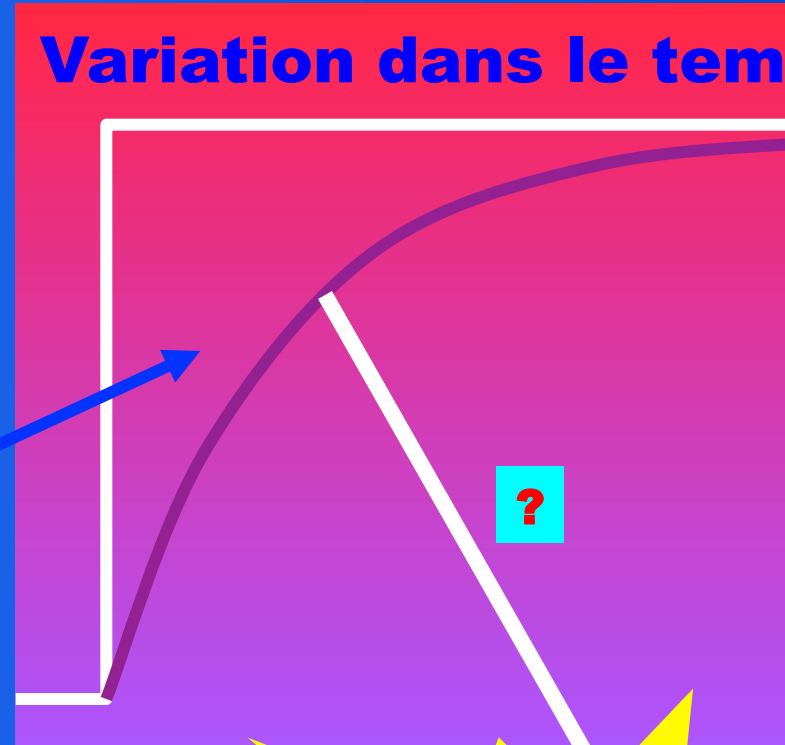
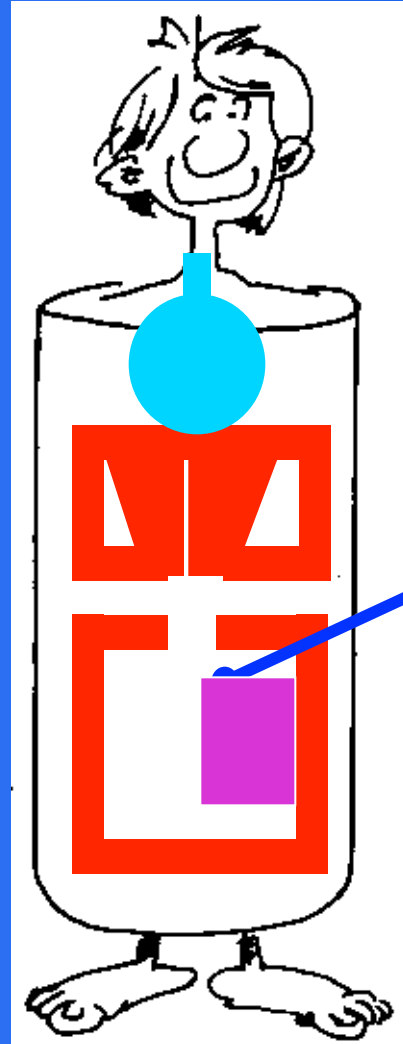
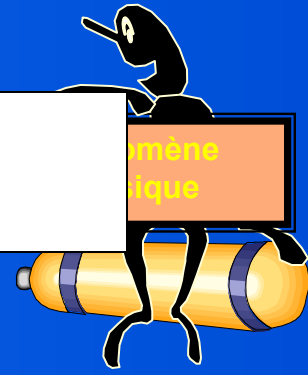


Quantité locale de gaz dissous

QUELS SONT DONC CES OUTILS ????

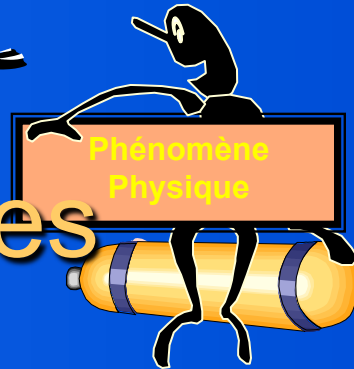
Ces OUTILS sont « LES ELEMENTS DE CALCULS DE TABLE »





Quantité locale de gaz dissous





Phénomène
Physique

Eléments de Calculs de Tables

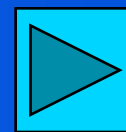
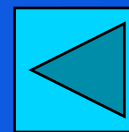
1) LE COMPARTIMENT

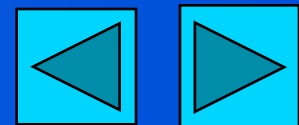
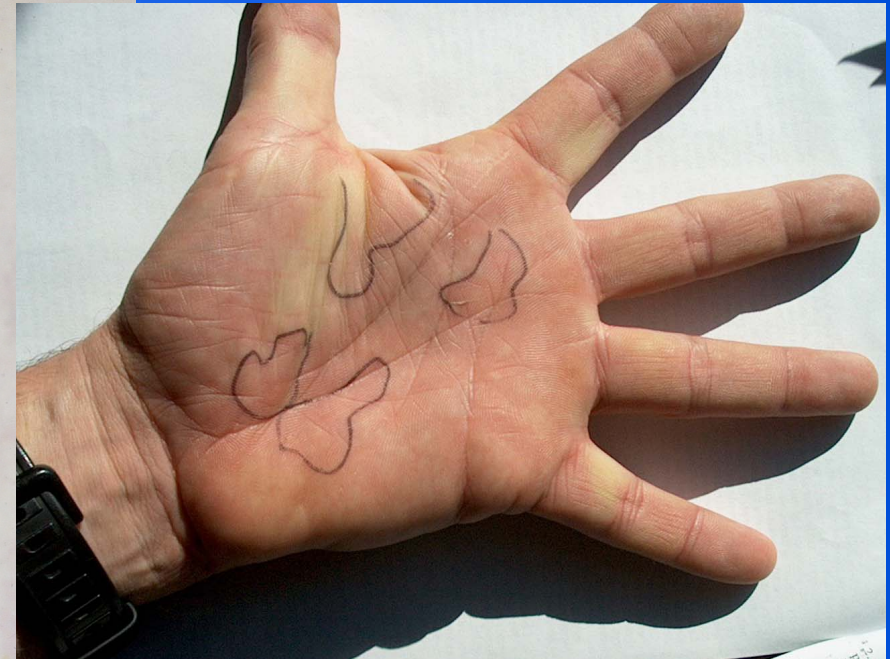
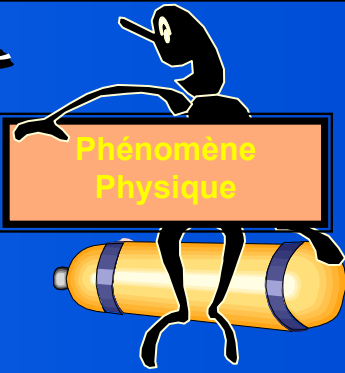
- Ensemble des tissus anatomiques ayant les mêmes propriétés vis à vis de l'Azote.

Celui-ci est Caractérisé par: Carte d'identité du Compartiment.

- Son Coefficient de Sursaturation Critique (Sc),
- Sa Période.

Ce sont des données fixes.



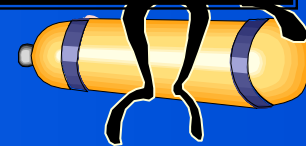




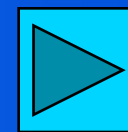
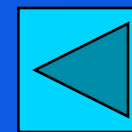
Eléments de Calculs de Table

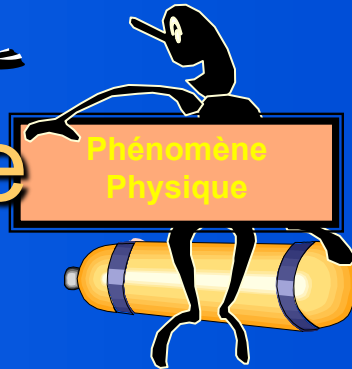
Phénomène
Physique

2) La Période.



- La Période est le temps que met un **Compartiment** pour Saturer ou Désaturer la moitié du **Gradient**.



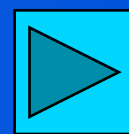
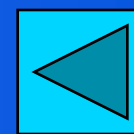


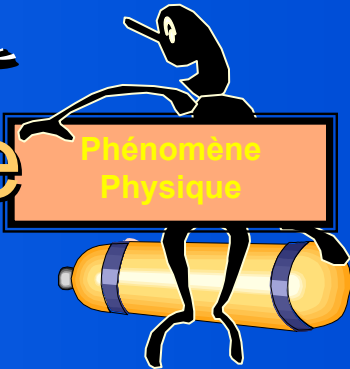
Eléments de Calculs de Table

3) Le Gradient.

- **Le Gradient est la différence entre un état Initial et un état Final.**

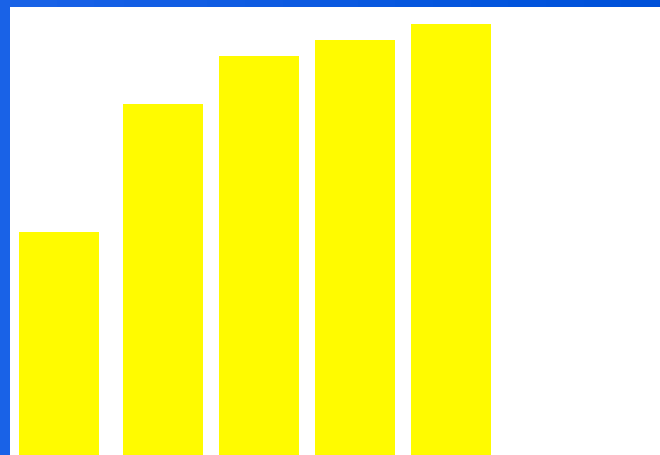
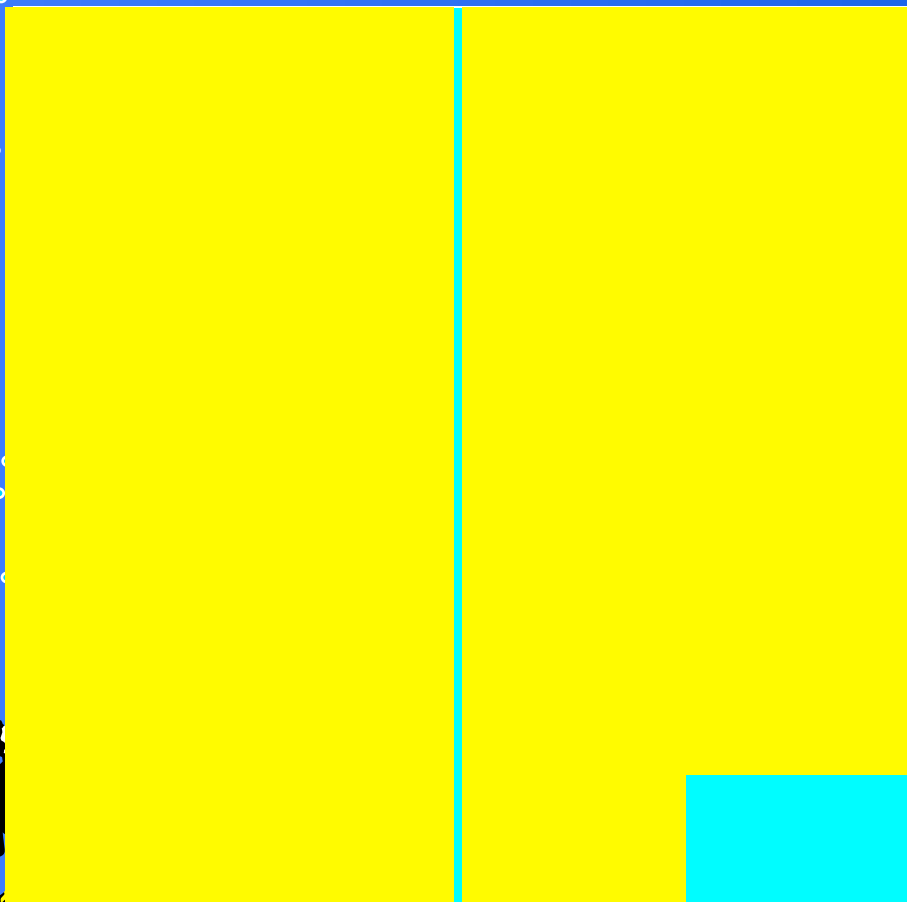
Une quantité de Gaz dissout avant la plongée et une quantité de Gaz dissout après la Plongée.





Eléments de Calculs de Table

3) Le Gradient.

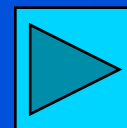
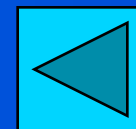
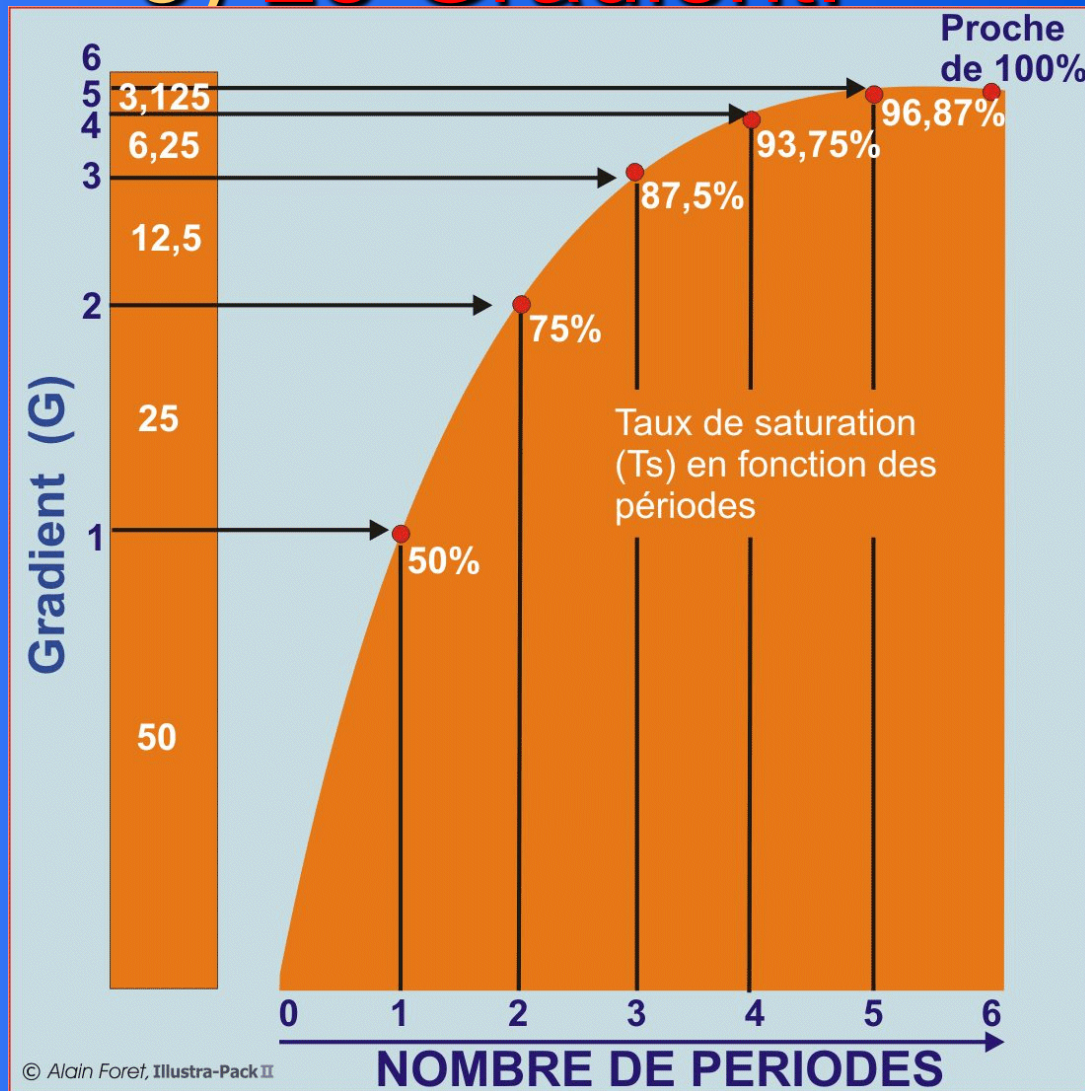


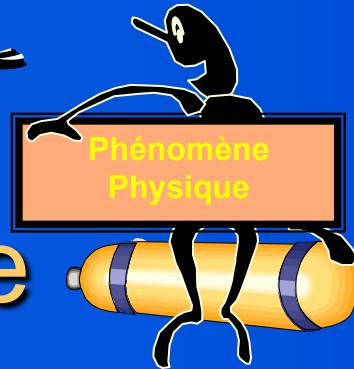


Phénomène Physique

Eléments de Calculs de Table

3) Le Gradient.



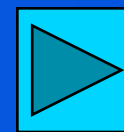
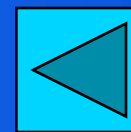


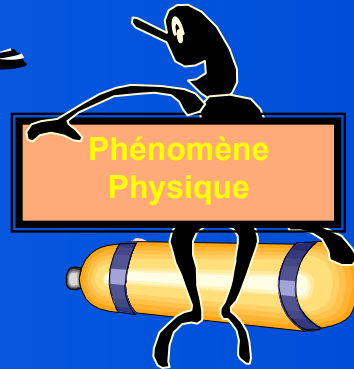
Eléments de Calculs de Table

4) Le Compartiment Directeur.

- Un compartiment devient DIRECTEUR lorsque celui-ci atteint son seuil de Sursaturation Critique, lors de la remontée.

C'est pour ce Compartiment que nous allons effectuer un Palier afin de laisser celui-ci éliminer de l'Azote.





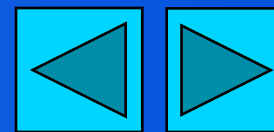
CALCUL DU PALIER.

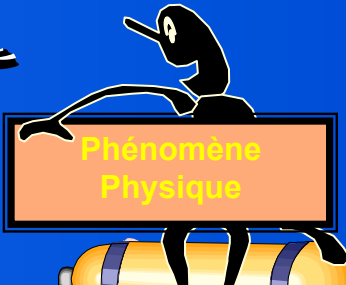
Partant de l'Idée que :

$$\text{Tension} / \text{Pression} = Cs$$

On peut en déduire que :

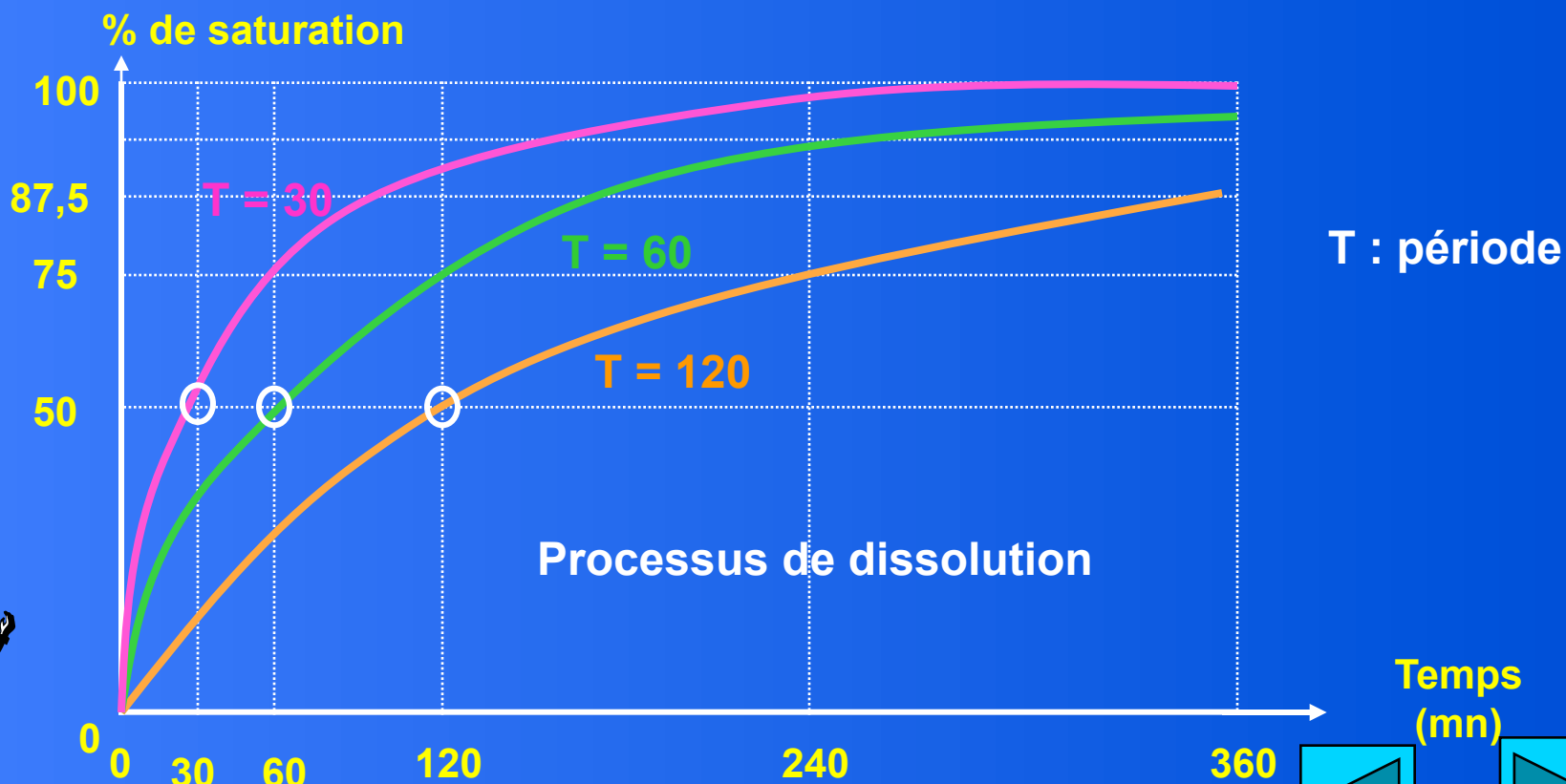
$$\text{Pression (Prof du Palier)} = \text{Tension} / Cs$$





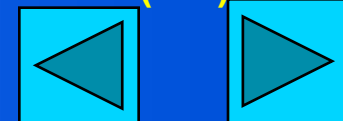
La cinétique de dissolution (étape de saturation) et d'élimination (étape de désaturation)

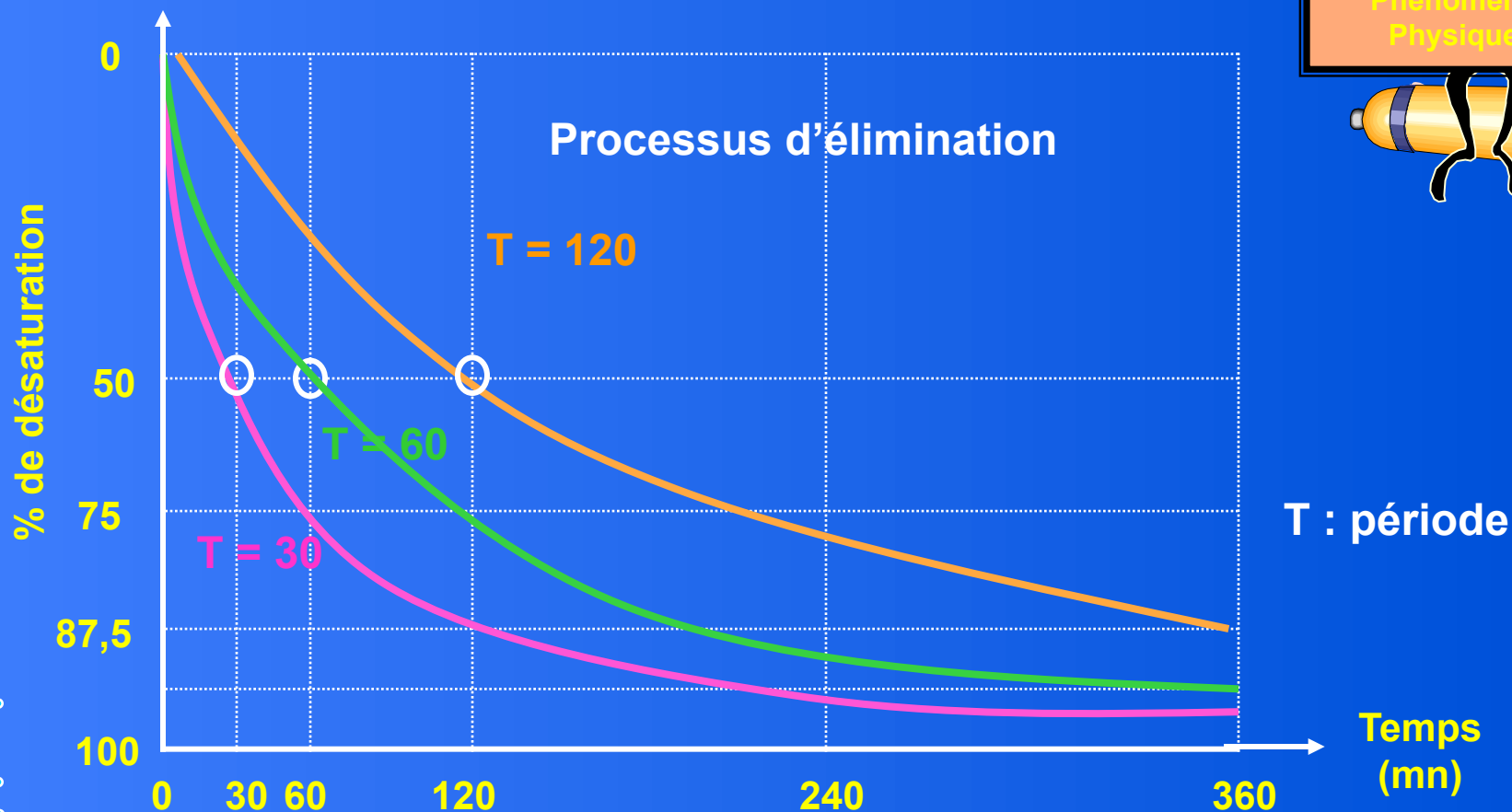
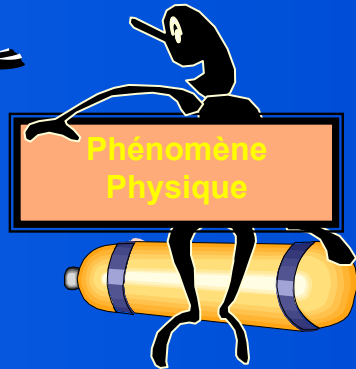
Les processus de dissolution et d'élimination suivent des lois exponentielles* mettant en relation les % de saturation ou de désaturation et le temps.



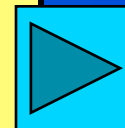
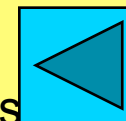
T : période

Processus de dissolution





- Les lois de dissolution et d'élimination sont en théorie exactement symétriques.
- La période T (temps mis pour atteindre la ½ saturation ou désaturation) caractérise l'affinité d'un liquide pour le gaz cons





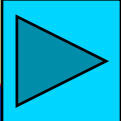
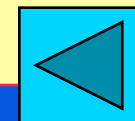
Le phénomène de dissolution et d'élimination

en plongée ?

Les moyens de désaturation permettent de connaître l'état de saturation en azote d'un compartiment de l'organisme en fonction des pressions subies et des durées d'exposition.

Quelques éléments pris en compte pour l'élaboration des tables et des algorithmes de calcul des ordinateurs de plongée :

- **Compartiment** : catégorie de tissu caractérisé par sa période et son coefficient de sursaturation critique
- **Période** : temps mis pour atteindre la $\frac{1}{2}$ saturation ou désaturation
- **Coefficient de sursaturation critique (Csc)** : rapport Tension / Pression pour lequel les premières bulles apparaissent
- **Compartiment directeur** : compartiment qui atteindra le premier son coefficient de sursaturation critique lors de la remontée

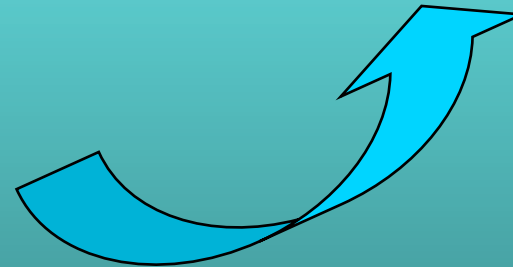


Le phénomène de dissolution et d'élimination

CONCLUSION !

En plongée l'azote se dissous dans les liquides et les tissus du corps du plongeur : processus de dissolution

Pendant la remontée et après la plongée, les liquides et les tissus humains vont éliminer l'azote dissous : processus d'élimination

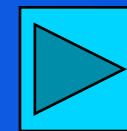
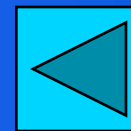


Exercice

Le processus d'élimination nécessite des précautions particulières qui ont pour objectif de prévenir les accidents de désaturation (ADD)

Il ne faut pas oublier que les lois physiques ne peuvent s'appliquer sans nuances pour un liquide ou un tissu biologique qui sont très loin de la définition d'un liquide parfait.

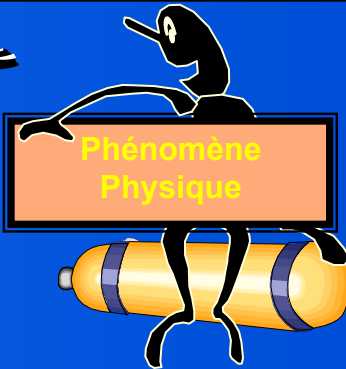
Il y a par ailleurs un métabolisme propre qui interfère avec les phénomènes physiques. Le concept de Haldane introduit ultérieurement établi un lien entre lois physiques et phénomènes biologiques.





Plongée Passion

Carry le Rouet

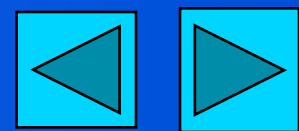


PHYSIQUE

www.plongee-passion-carry.com



FIN





Merci d'avoir suivi ce cours avec nous...

Parce que **PLONGER** est une **PASSION**

CARRY

Dites-nous vos besoins...
nous fournissons le reste /

Tél/Fax 04.42.45.08.00
Portable 06.08.51.78.02
club-internet.fr
passion-carry.com
0 Carry-le-Rouet

plongée passion
Groupes
Individuels - Groupes - Enfants

Bonnes Plongées

• **Patrick MICHEL**

FIN



80 kg

et commence par "Dudule" Immers

omène
sique

La Force de l'

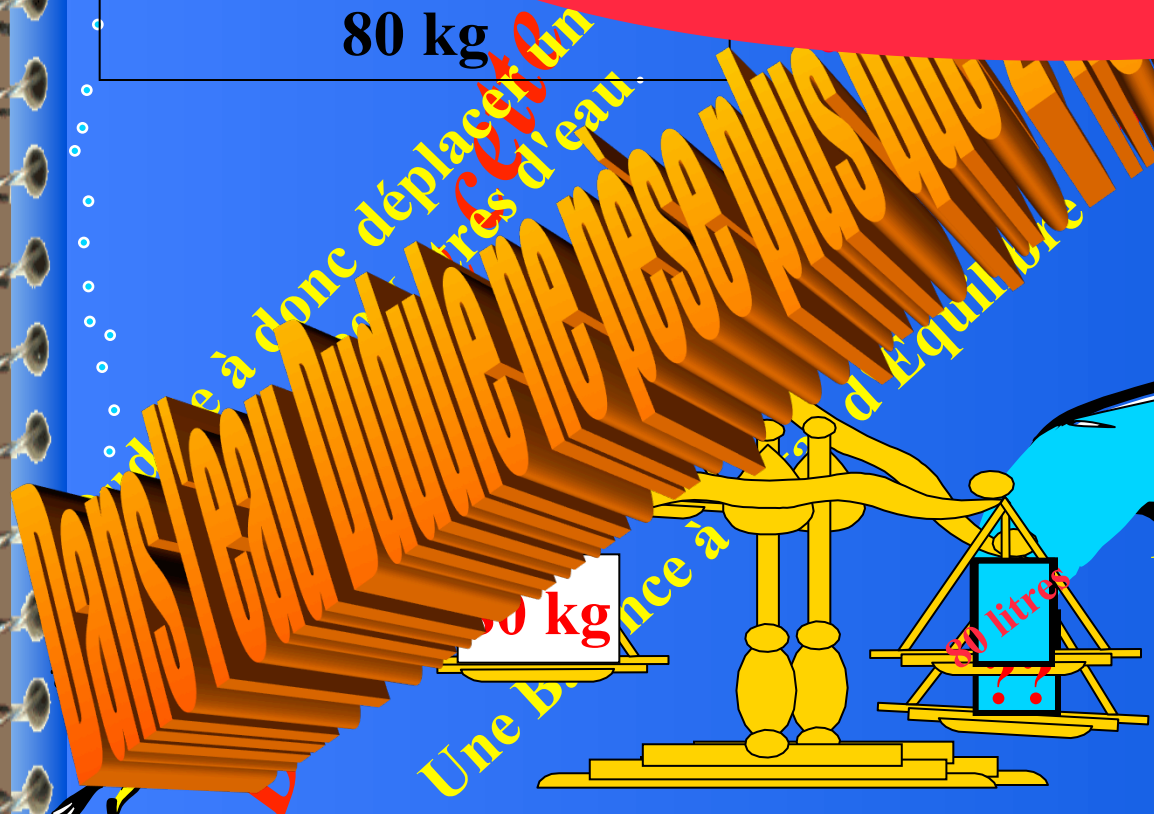
82 kg (son

Dudule, sera

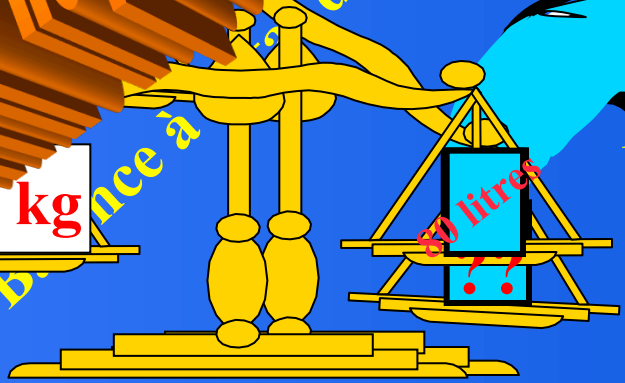
80 kg



EUREKA!!



80 kg



80 litres



80 kg

Poussée de l'Eau

