

LOIS PHYSIQUES LIEES A L'HYPERBARIE

CLASSE 1 MENTION C



frederic.le-quiniat@ap-hm.fr

Institut de Physiologie et de Médecine en Milieu Maritime et en Environnement Extrême



DEFINITION

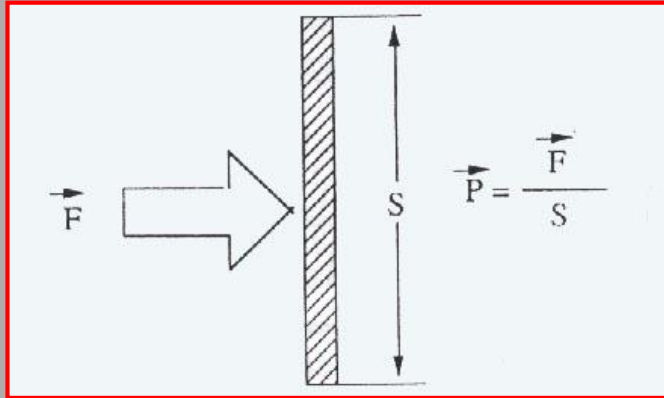
La **THERAPEUTIQUE** hyperbare ou la **PLONGEE** consiste à faire respirer des **GAZ** sous une **PRESSION** supérieure à la pression atmosphérique.



LA PRESSION



$$P \text{ (Pa)} = F \text{ (N)} / S \text{ (m}^2\text{)}$$



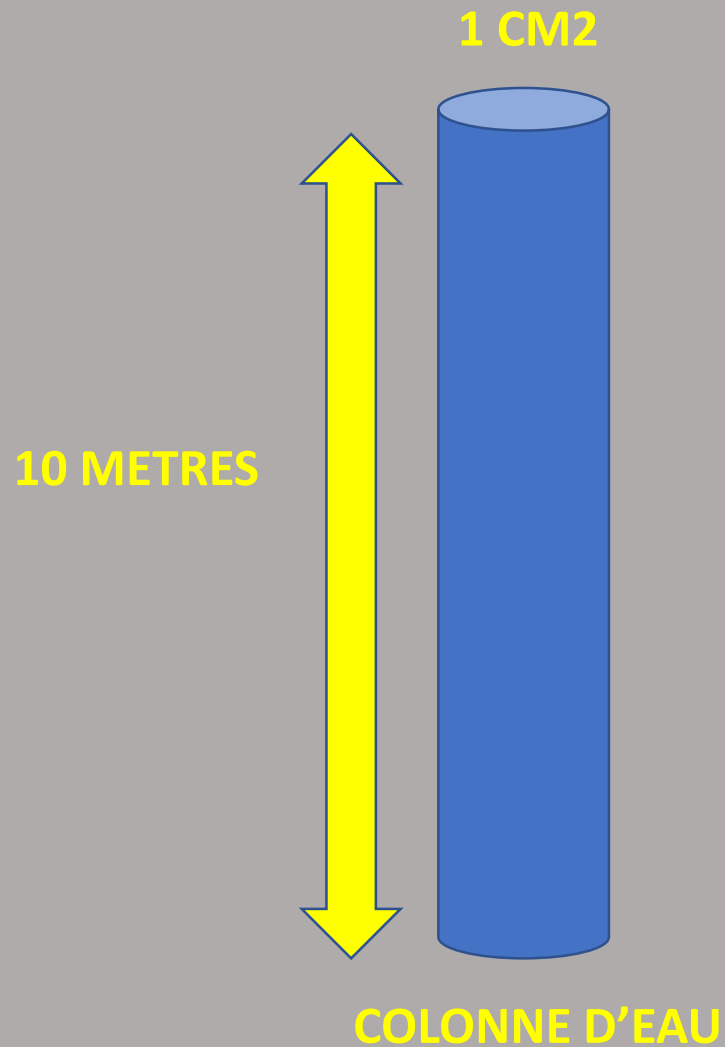
PRESSION ATMOSPHERIQUE

$$P_{\text{Atm}} = 760 \text{ mmHg} \text{ au niveau de la mer}$$



$$760 \text{ mmHg} = 1 \text{ bar} = 1 \text{ Atm} = 100 \text{ kPa}$$

Intitulée aussi pression relative, c'est le poids de l'eau.

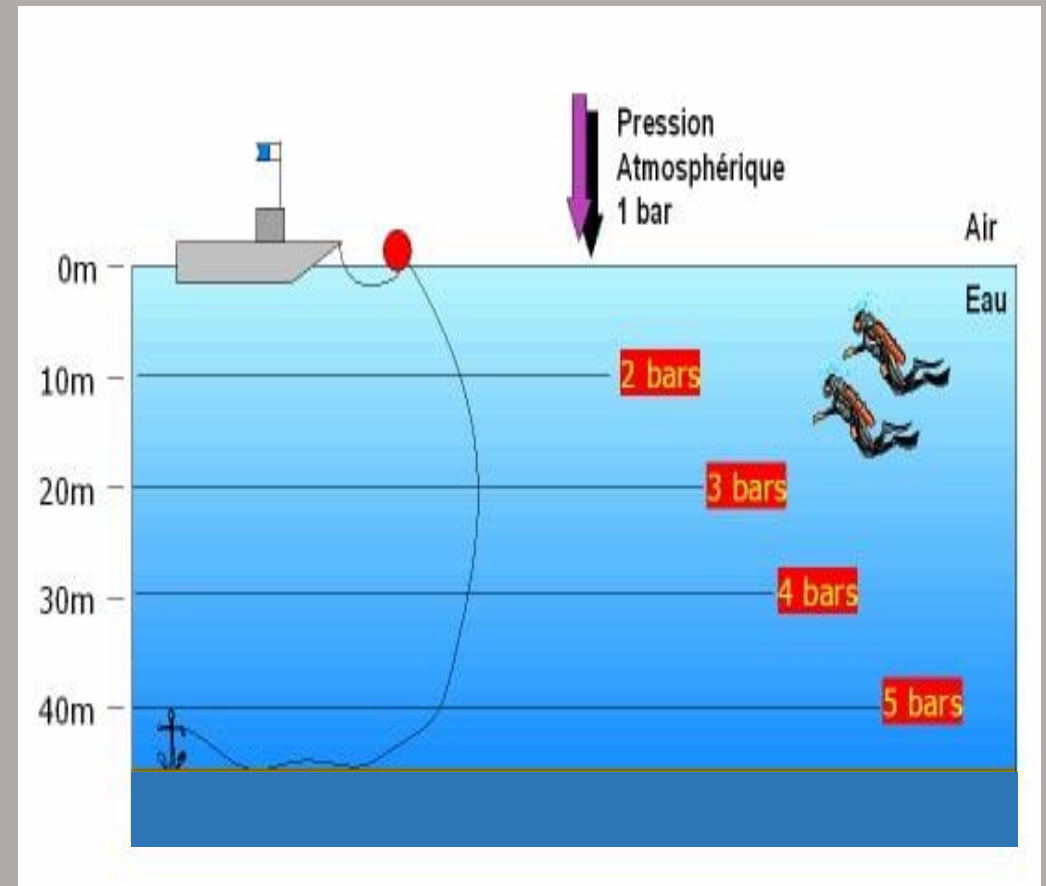
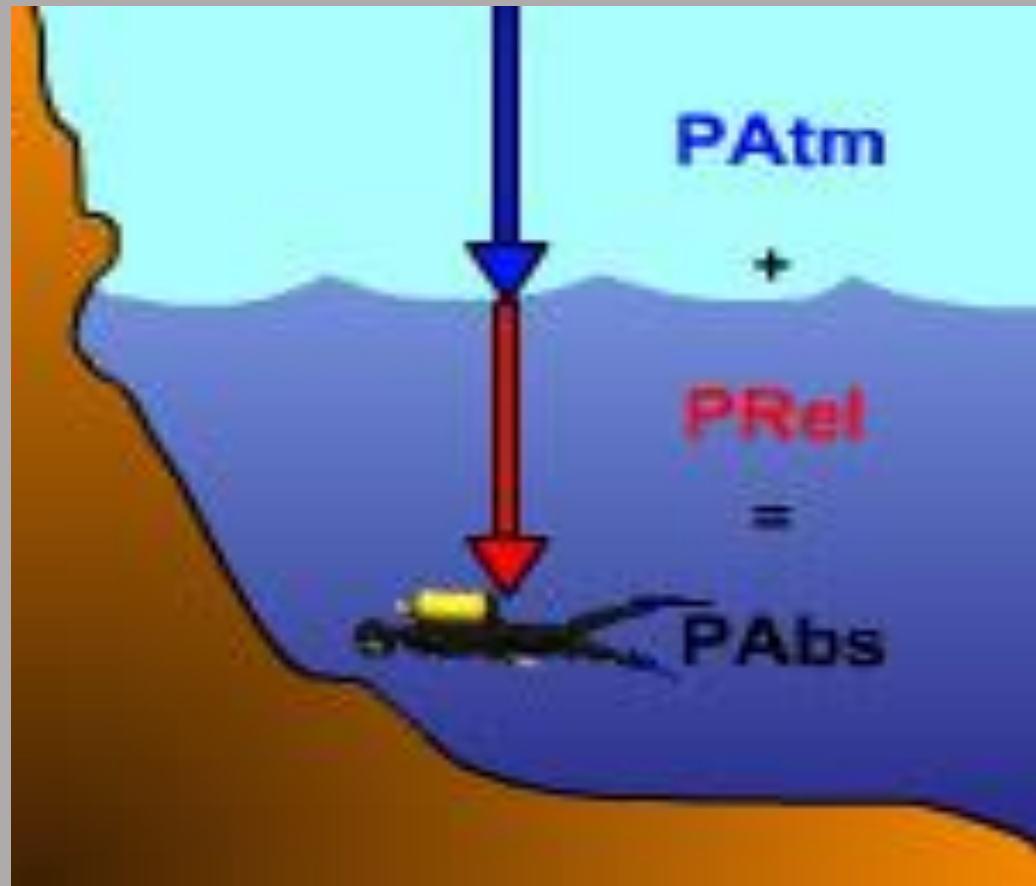


Soit une colonne d'eau de 10 mètre de hauteur sur 1 cm² contenant un litre d'eau.

1 litre = 1 kg

Il y a donc 1 bar de pression sur 1 cm².

LA PRESSION ABSOLUE



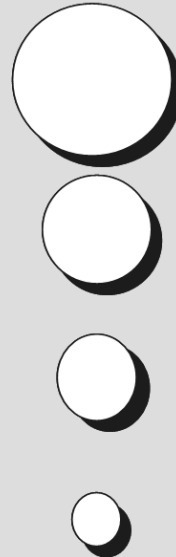
LA LOI DE BOYLE-MARIOTTE

A température constante, le volume d'une masse gazeuse est inversement proportionnel à la pression."



LOI DE BOYLE ET MARIOTTE

P abs (bar)	Prof. (mètre)
1	0
2	-10
3	-20
4	-30



Volume	
100%	V
50%	V/2
33%	V/3
25%	V/4

Loi de Boyle et Mariotte
 $P \times V = \text{constante}$

Les variations de volume

La loi de Boyle Mariotte peut s'écrire de la manière suivante :

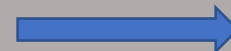
$$P \times V = \text{constante}$$

ou encore

$$P1 \times V1 = P2 \times V2 = P3 \times V3 \dots$$

C'est à dire :

Profondeur	Volume	Pression
- 0	30 L	1 bar -
- 10 m	15 L	2 bars -
- 20 m	10 L	3 bars -
- 30 m	7,5 L	4 bars -
- 40 m	6 L	5 bars -
- 50 m	5 L	6 bars -



En surface : $1 \times 30 \text{ l} = 30$



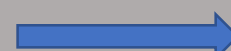
à 10 m : $2 \times 15 \text{ l} = 30$



à 20 m : $3 \times 10 \text{ l} = 30$



à 30 m : $4 \times 7,5 \text{ l} = 30$



à 40 m : $5 \times 6 \text{ l} = 30$



À 50 m : $6 \times 5 \text{ l} = 30$

EXERCICES Boyle-Mariotte

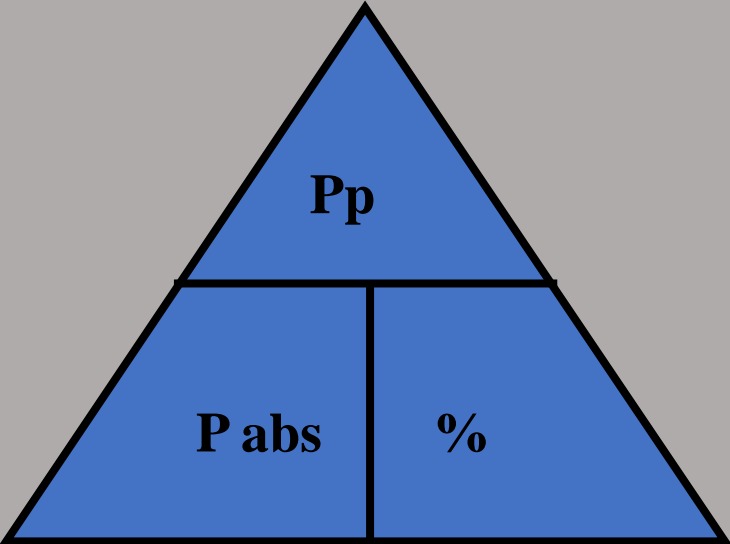
PRESSIONS PARTIELLES

applications

Ainsi à l'air :

- L'oxygène est toxique au-delà de 70m
- L'azote est toxique à partir de 30m (narcose)
- Le CO₂ est toxique en trop grande quantité (essoufflement)

En conséquence la loi de Dalton est utilisée pour calculer la profondeur limite de plongée à l'air, la mise au point des tables de plongée et la préparation des plongées aux mélanges (Nitrox, Trimix...).



EN PRATIQUE

ACCIDENT TOXIQUE : Narcose

- L'AZOTE induit un effet neurotoxique appelé « Narcose »
- Elle débute à **30 mètres** pour les plus réceptifs.



EN PRATIQUE

ACCIDENT TOXIQUE : Crise Hyperoxique (Effet Bert)



La PpO₂ autorisée en milieu pro :

- Humide : **1,6 bars**
- Ambiance sèche : **2,2 bars**
- Thérapeutique : **2,8 bars**



EN PRATIQUE

ACCIDENT TOXIQUE : Crise Hyperoxique (Effet Bert)



- L'O₂ est toxique en immersion pour une pression > 1.6 bar
- Profondeur maximale à l'air ????



AIR

- A. 6 m
- B. 16 m
- C. 60 m
- D. 66 m
- E. 116 m

EN PRATIQUE

ACCIDENT TOXIQUE : Crise Hyperoxique (Effet Bert)



- L'O₂ est toxique en immersion pour une pression > 1.6 bar
- Profondeur maximale à l'air ????



AIR

- A. 6 m
- B. 16 m
- C. 60 m
- D. 66 m
- E. 116 m

EN PRATIQUE

ACCIDENT TOXIQUE : Crise Hyperoxique (Effet Bert)



- L'O₂ est toxique en immersion pour une pression > 1.6 bar
- Profondeur maximale à l'air ????



AIR

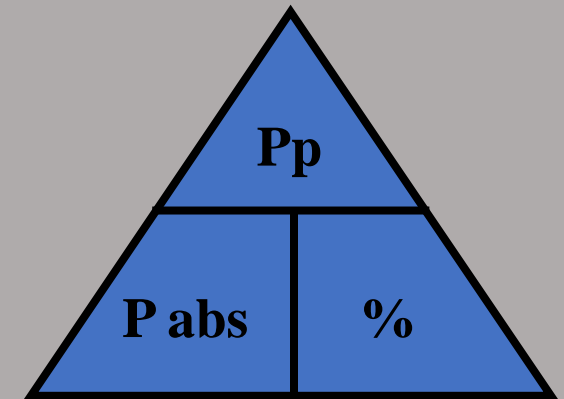
JE CHERCHE UNE PROFONDEUR

DONC

$$P_{abs} = P_p / \%$$

$$P_{abs} = 1,6 / 0,21 = 7,6$$

$$7,6 \text{ b} = 66 \text{ m}$$



EN PRATIQUE

ACCIDENT TOXIQUE : Crise Hyperoxique (Effet Bert)



- L'O₂ est toxique en immersion pour une pression > 1.6 bar
- Profondeur maximale à l'oxygène pur ????



OXYGENE PUR

- A. 0,6 m
- B. 1,6 m
- C. 6 m
- D. 16 m
- E. 60 m

EN PRATIQUE

ACCIDENT TOXIQUE : Crise Hyperoxique (Effet Bert)



- L'O₂ est toxique en immersion pour une pression > 1.6 bar
- Profondeur maximale à l'oxygène pur ????



OXYGENE PUR

A. 0,6 m

B. 1,6 m

C. 6 m

D. 16 m

E. 60 m

EN PRATIQUE

ACCIDENT TOXIQUE : Crise Hyperoxique (Effet Bert)



- L'O₂ est toxique en immersion pour une pression > 1.6 bar
- Profondeur maximale à l'oxygène pur ????

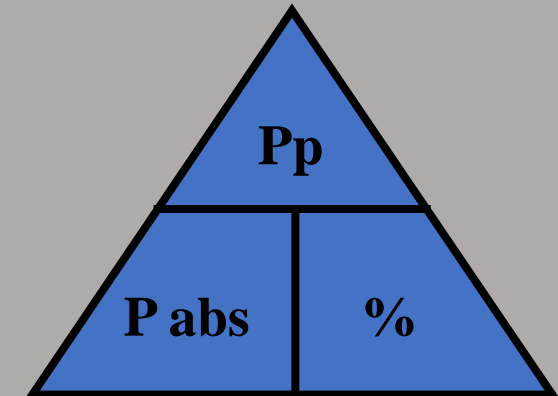


OXYGENE PUR

JE CHERCHE UNE PROFONDEUR
DONC

$$P_{abs} = P_p / \%$$

$$P_{abs} = 1,6 / 1 = 1,6 = 6 \text{ m}$$



EXERCICES

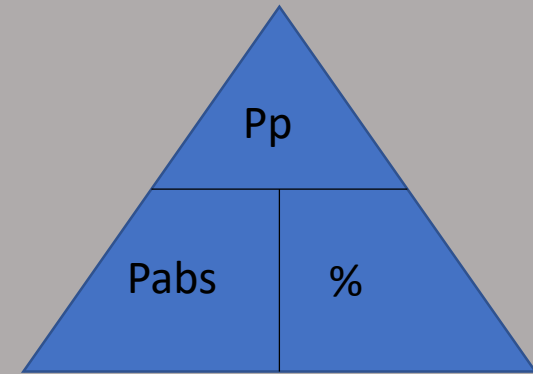
L'O₂ devient toxique à partir d'une pression partielle de 1,6 bar
Quelle est la limite de profondeur pour un mélange NITROX 40/60 ?

Je recherche une profondeur donc une pression absolue
Le NITROX 40/60 est composé de 40 % d'O₂ et 60 %
d'azote

Profondeur = Pabs

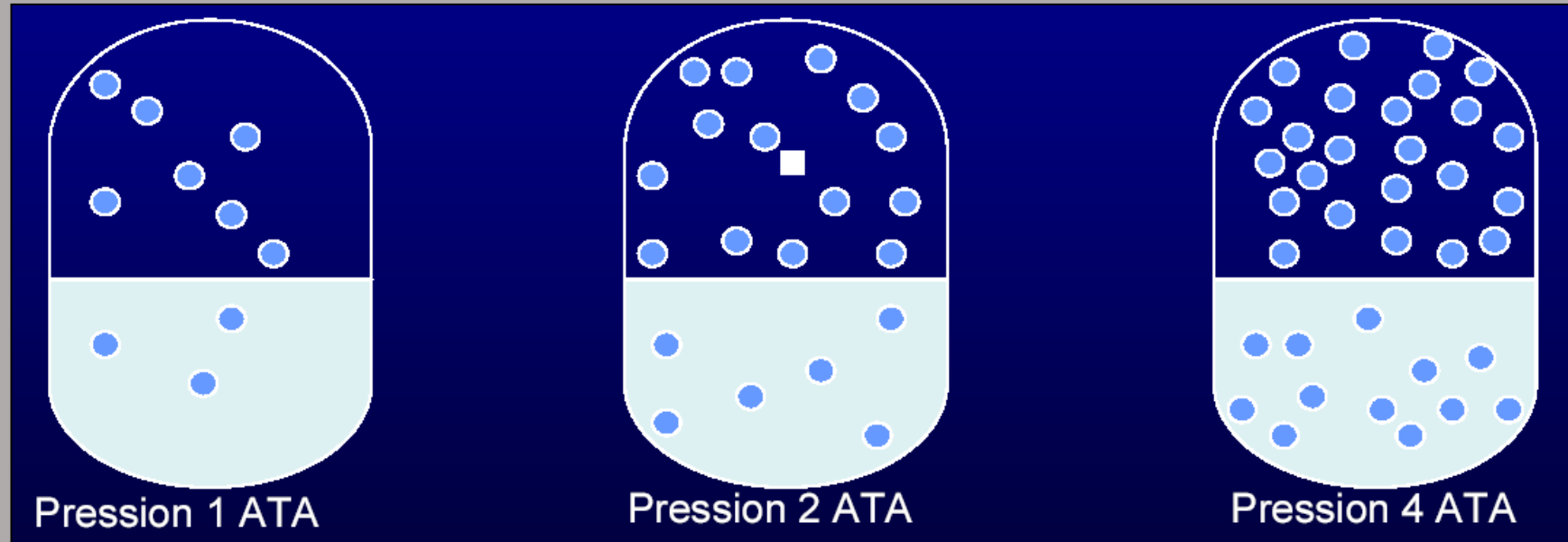
Soit Pabs = Pp : % O₂ du nitrox

Soit Pabs : 1,6 : 0,4 = 4 bars soit 30 m



D'AUTRES EXERCICES...

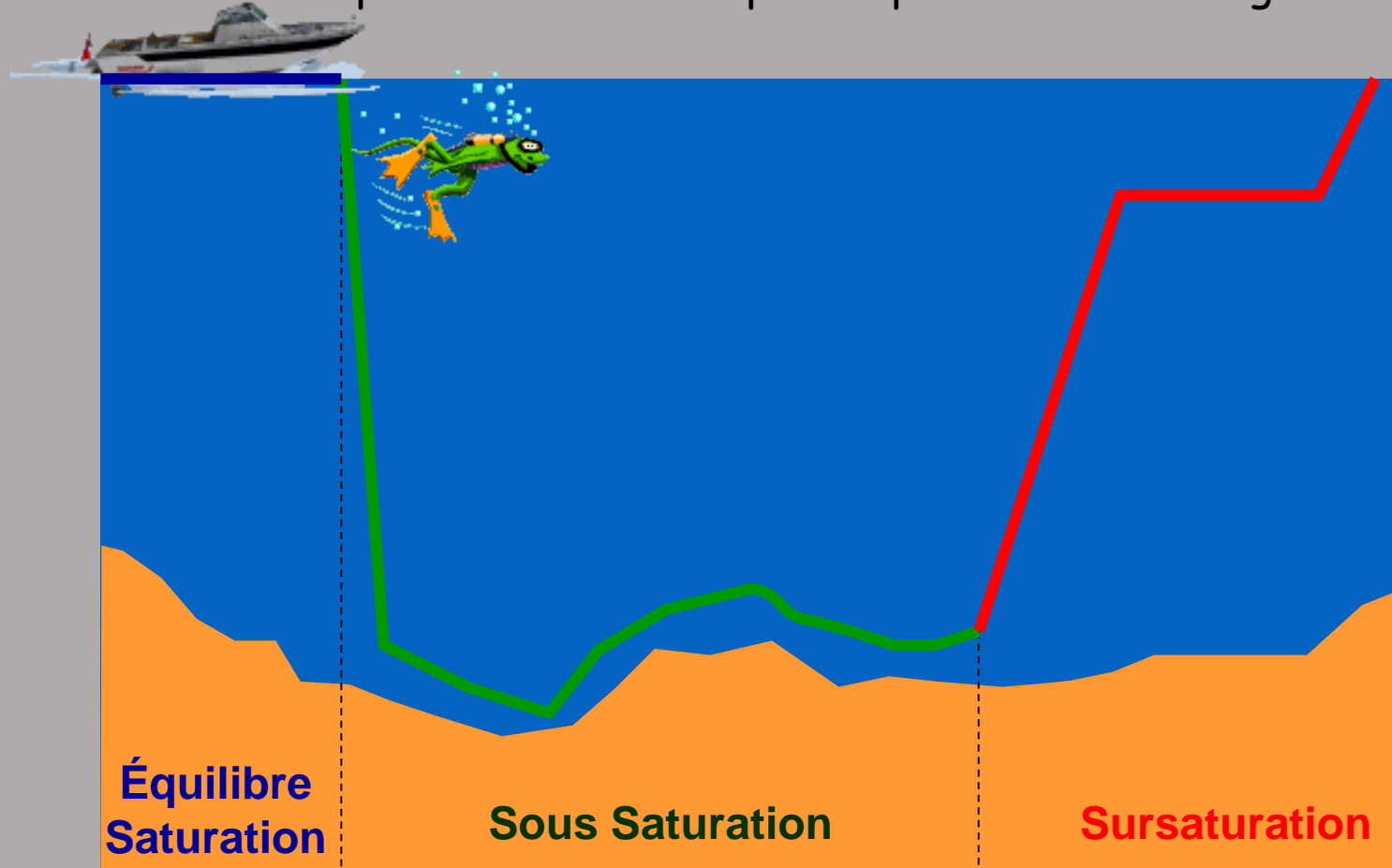
LA LOI DE HENRY

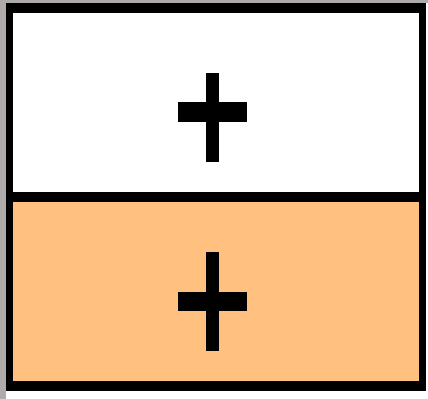
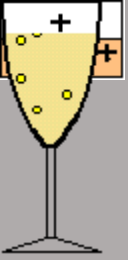


A température constante et à saturation, la **QUANTITE** de gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la **PRESSION** qu'exerce ce gaz sur le liquide.

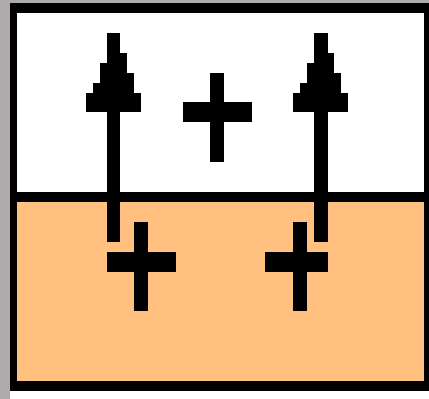
La dissolution de l'air

En plongée la valeur de dissolution de l'azote est déterminée en fonction de la variation de pression et du temps d'exposition dans l'organisme.

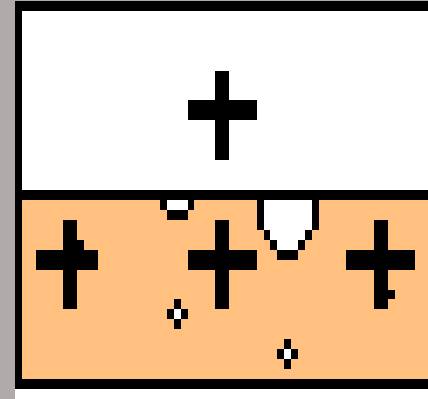




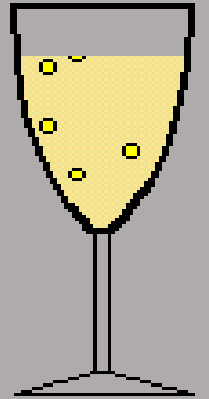
EQUILIBRE=
SATURATION

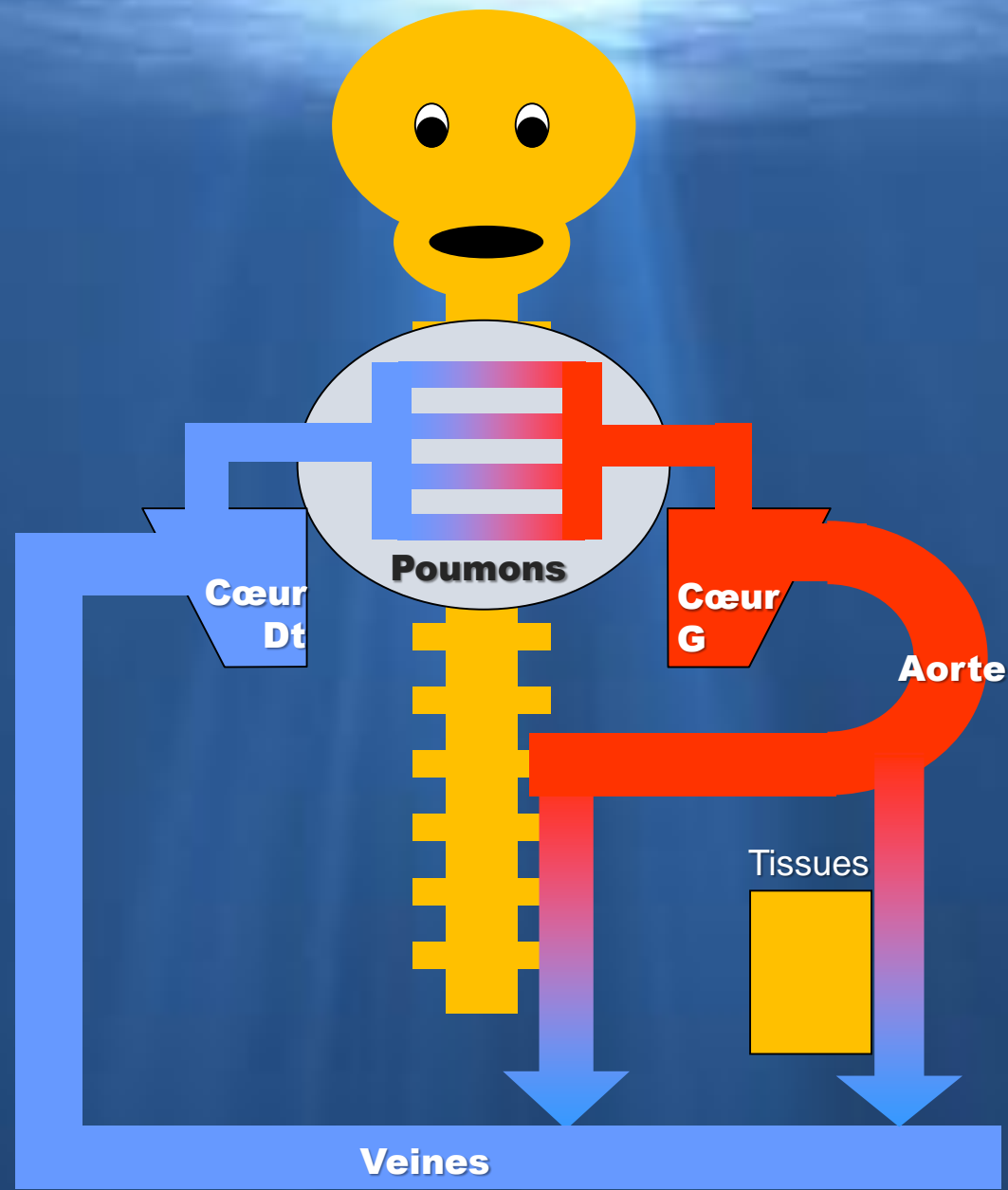


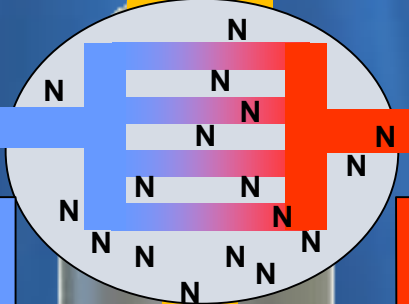
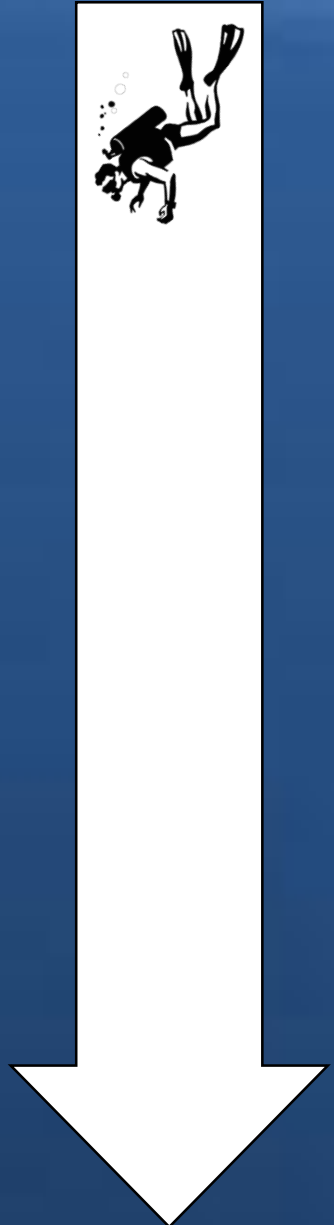
DEGAZAGE =
SURSATURATION

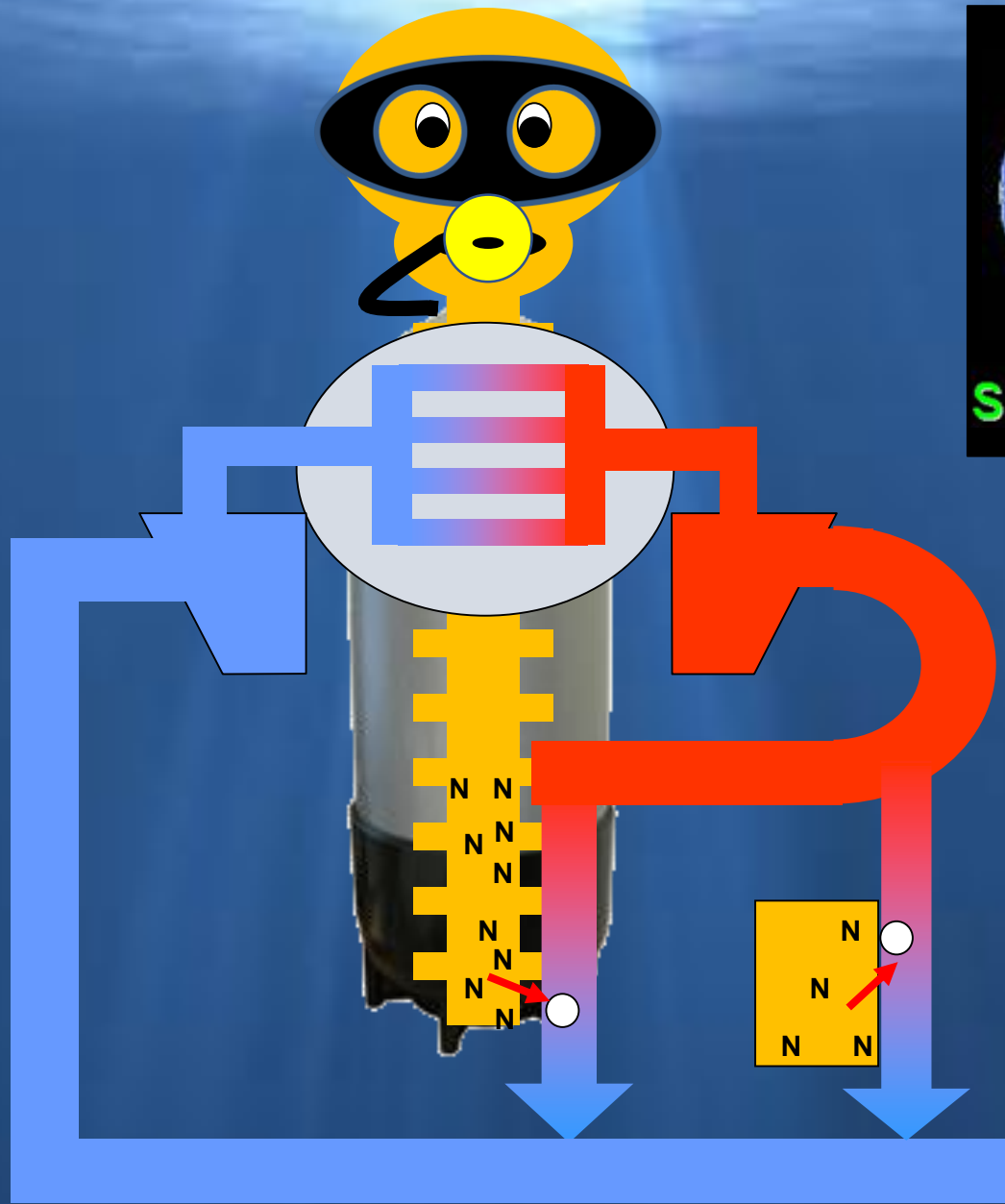
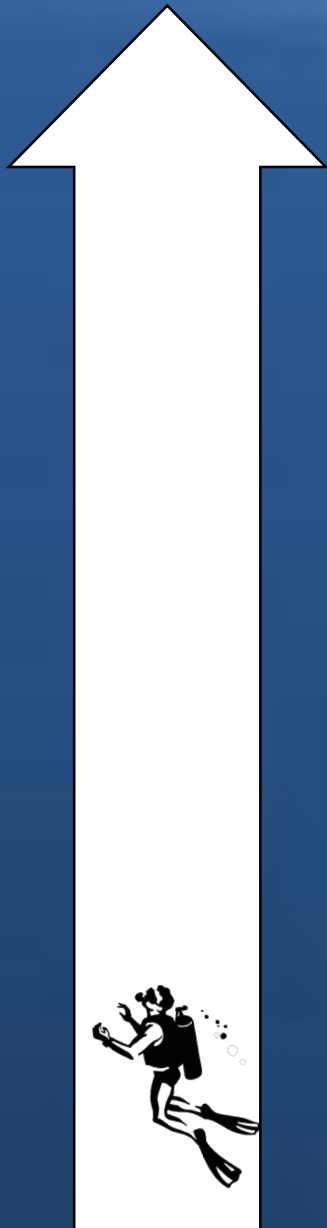


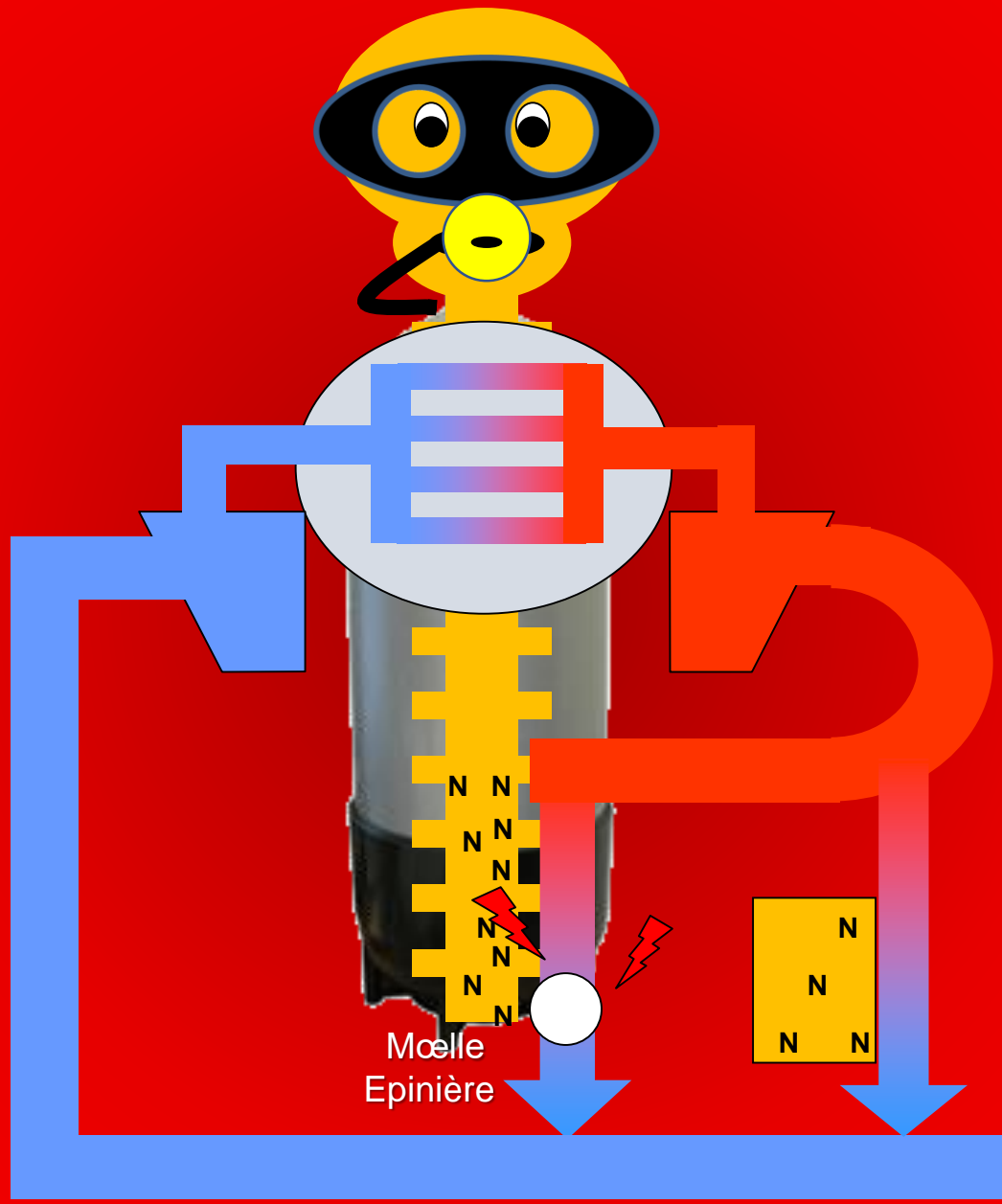
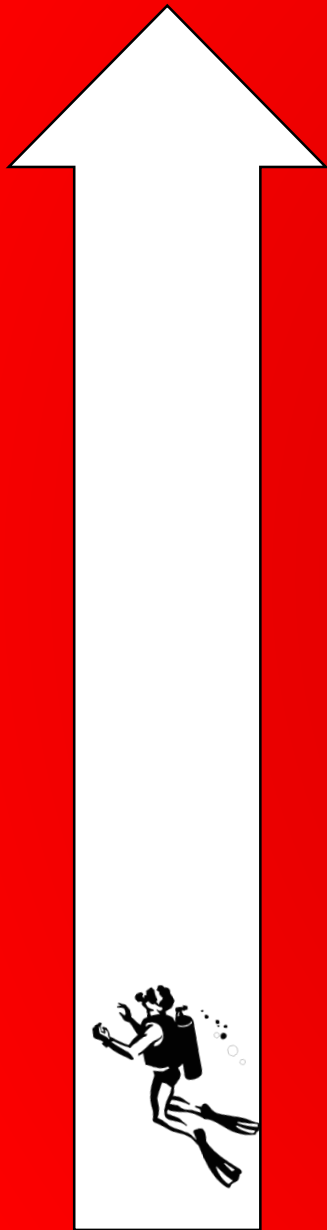
SURSATURATION
CRITIQUE











CONCLUSION

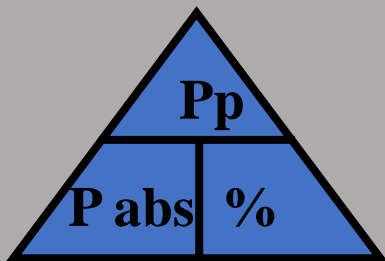
✓ $P_{Abs} = P_{Atm} + P_h$ (Pression Absolue)

- Fondement de l'OHB

✓ $P \times V = Cte$ (Boyle Mariotte)

- Effet mécanique de l'OHB

- Accident barotraumatique

✓  (Dalton)

- Effet oxygène de l'OHB

- Accident toxique : O₂, N, CO...

✓ Dissolution Gaz (Henry)

- Procédure de désaturation

- Accident de désaturation