

Physique

Niveau 3

Nautile Club de Grenoble



Plan

1 La flottabilité - Archimède

1.1 Flottabilité

1.2 Archimède

1.3 Exercice

2 Pression et volume – Mariotte

2.1 Pression

2.2 Compression des gaz

2.3 Loi de Boyle et Mariotte

2.4 Application a la plongée

2.5 Influence de la température

2.6 Température d'un bloc

2.7 Calcul de consommation

2.8 Relevage

2.9 Gonflage de bloc



Plan

3 Pression Partielle – Dalton

- 3.1 La composition de l'air
- 3.2 Mise en évidence
- 3.3 Loi de Dalton
- 3.4 En plongée
- 3.5 Toxicité de l'oxygène
- 3.6 Le Nitrox

4 Dissolution des gaz – Henry

- 4.1 Loi d'Henry
- 4.2 Azote et le plongeur
- 4.3 Les différentes étapes
- 4.4 Courbe de saturation et désaturation
- 4.5 Les facteurs influençant de la dissolution

5 Vision et son

- 5.1 Vision en plongée
- 5.2 Le son en plongée

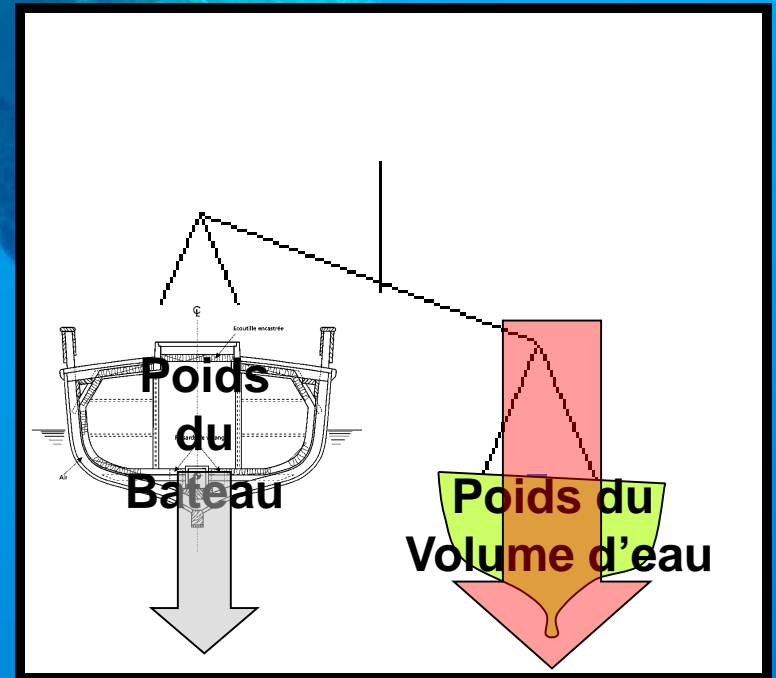
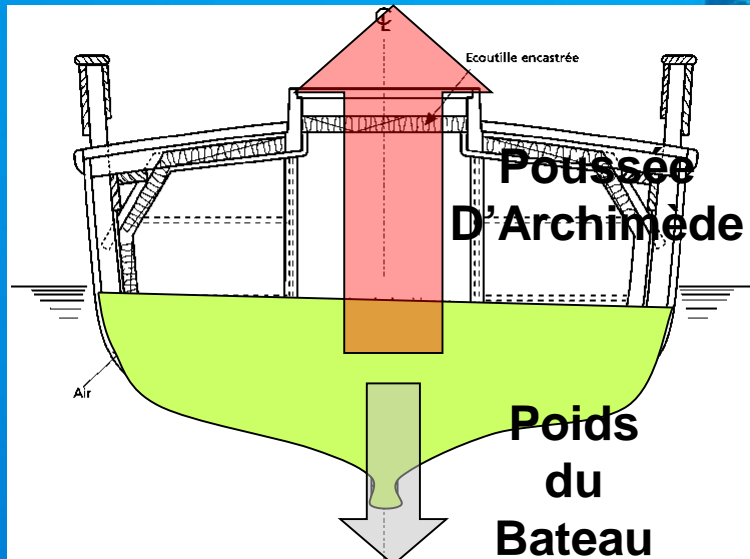


1. La Flottabilité Archimède



1.1 Flottabilité

- Pourquoi les bateaux flottent-ils ?



- Poussée d'Archimède \gg Poids du Bateau



1.2 Archimède

Pap=Préel-Parchimède

1L d'eau douce \Leftrightarrow 1dm³ \Leftrightarrow 1Kg (densité=1)
et 1L d'eau mer \Leftrightarrow 1dm³ \Leftrightarrow 1.03Kg (densité=1.03)

	Poids apparent	Corps	Flottabilité
Poids réel > Poussée d'Archimède	Positif	Coule	Négative
Poids réel = Poussée d'Archimède	Nul	Equilibre	Equilibre
Poids réel < Poussée d'Archimède	Négatif	Flotte	Positive

Si variation de volume => variation de la flottabilité
Poumon Ballast,
Utilisation du Système de Stabilisation Gonflable,
Lestage, Combinaison...



1.3 Exercice

- Un plongeur pèse 65 kg pour un volume de 65 litres :
- 1) Que se passe lorsqu'il s'immerge en eau douce ?
- 2) il s'équipe d'un bloc de 12 litres pesant 15 kg → nouvel état ?
- 3) il s'équipe en plus d'une combinaison pesant 2 kg d'un volume de 5 litres → nouvel état ?
- 4) il part en mer (densité = 1.03) → nouvel état ?
- 5) quel est son lestage pour avoir une flottabilité légèrement négative ?
- 6) En fin de plongée son bloc pèse 2 kg de moins (air consommé) → que se passe-t-il ?
- 7) Quel doit être en fait son lestage ?

			1)	2)	3)	4)	5)	6)
			poids	archi	poids app	resultat	eau	
			65	65	0	equi	douce	
		P bloc	80	77	3	coule	douce	
		V bloc						
		15						
		12						
		P combi	82	82	0	equi	douce	
		V combi						
		2						
		5						
		densité	82	84.5	-2.5	flotte	mer	
		1.03						
		lestage	85	84.5	0.5	coule	mer	
		3						
		air en -	83	84.5	-1.5	flotte	mer	
		2						

- 7) Lestage = 3+2 = 5Kg



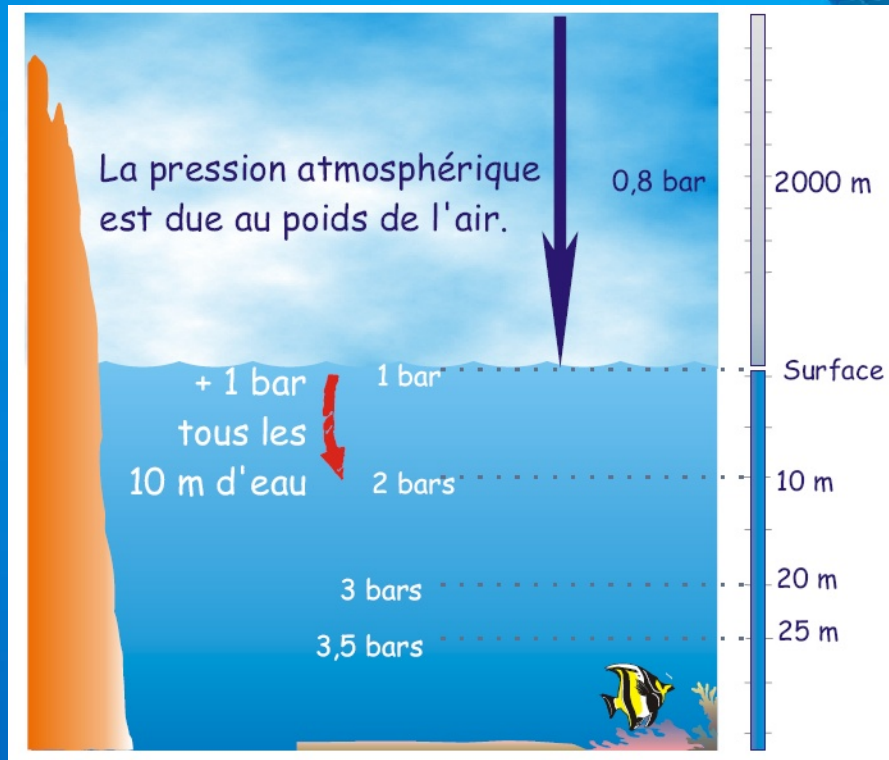
2. Pression et Volume Mariotte



2.1 Pression

Une pression est une force qui s'exerce sur une surface :

$$\text{Pression} = \text{Force} / \text{Surface}$$



$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{hydrostatique}}$$

$$P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar à } 0 \text{ m} \\ (- 0,1 \text{ bar tous les } 1000 \text{ m d'altitude})$$

$$P_{\text{hydro}} = + 1 \text{ bar tous les } 10 \text{ m}$$



2.2 Compression des gaz

Contrairement a un solide, les gaz sont compressibles (exemple des pneus, la bouteille d'eau en montagne)



La pression exercée par l'eau va comprimer l'air du ballon

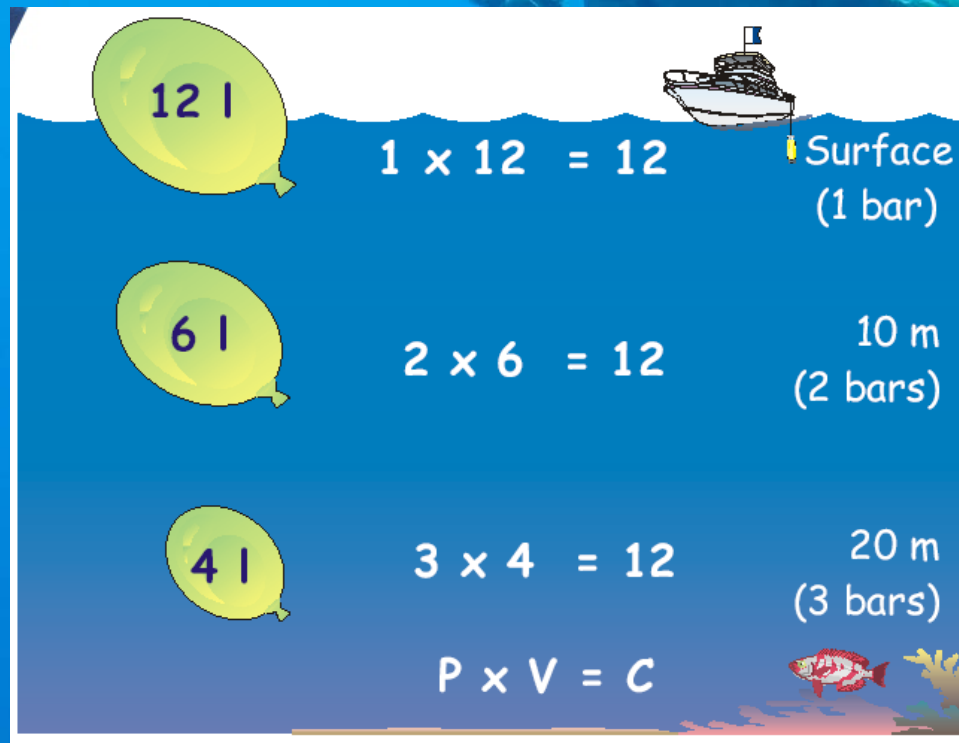


2.3 Loi de Boyle et Mariotte

$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{constante}$ (à Température constante)

Avec P_1 : Pression de départ, V_1 : Volume de départ,

Et P_2 : Pression finale, V_2 : Volume final.

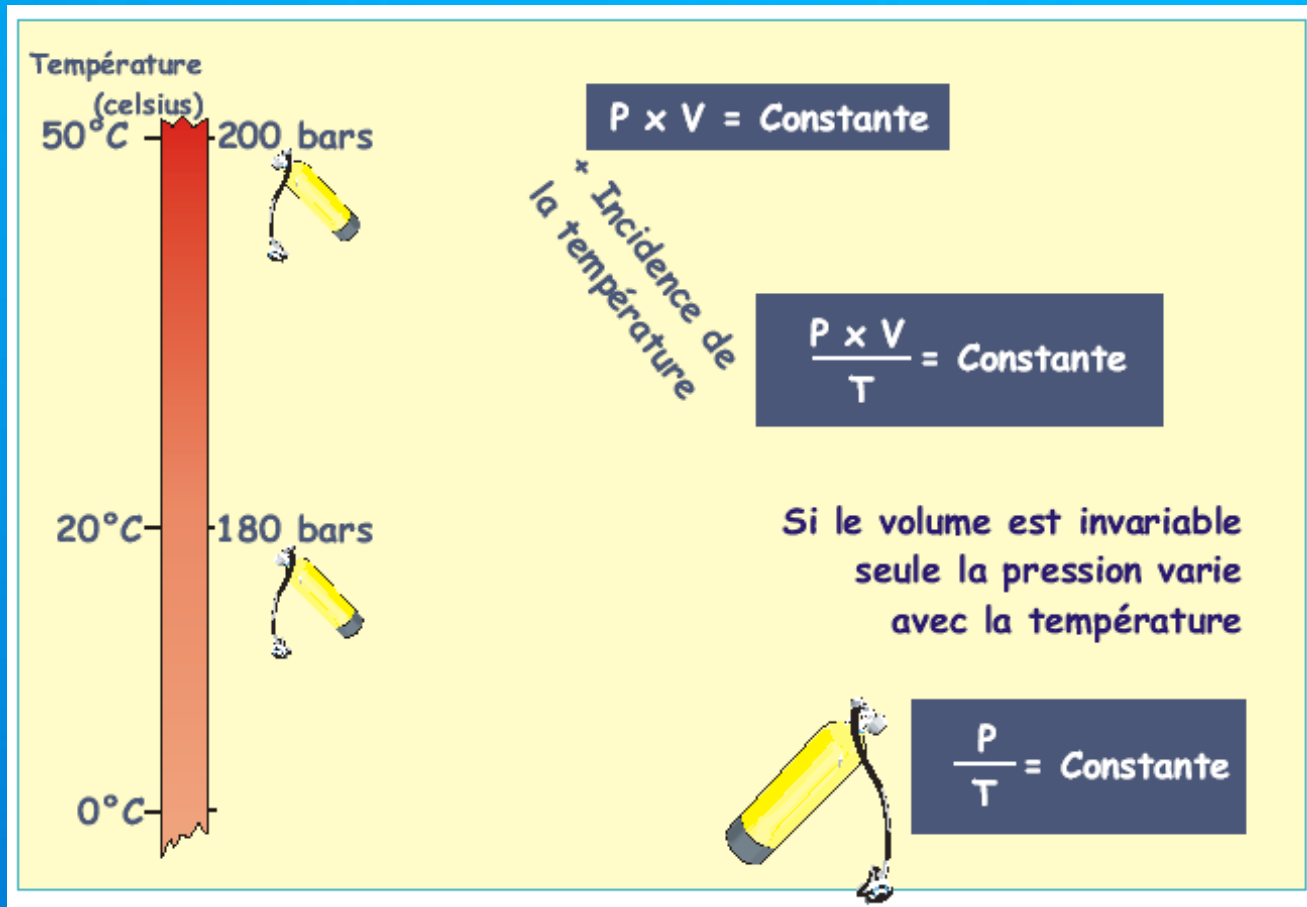


2.4 Application à la plongée

- Le plongeur est constitué de différents volumes qui vont donc être soumis à cette loi.
- A la descente :
 - Les **oreilles** (bien penser à la manœuvre de Valsalva).
 - Le plaquage du **masque**
 - La **consommation d'air**, calcul d'autonomie (l'autonomie diminue avec la profondeur proportionnellement à la pression).
 - Le **néoprène** de la combinaison rempli de bulles d'air qui se compriment à la descente (attention de ne pas perdre vos instruments).
- A la remontée :
 - La **surpression pulmonaire** (bien souffler à la remontée).
 - Les **accidents barotraumatiques** (cf. cours sur les accidents).
 - **Gilet stabilisateur** (purger régulièrement pour éviter des remontées trop rapides).



2.5 Influence de la Température



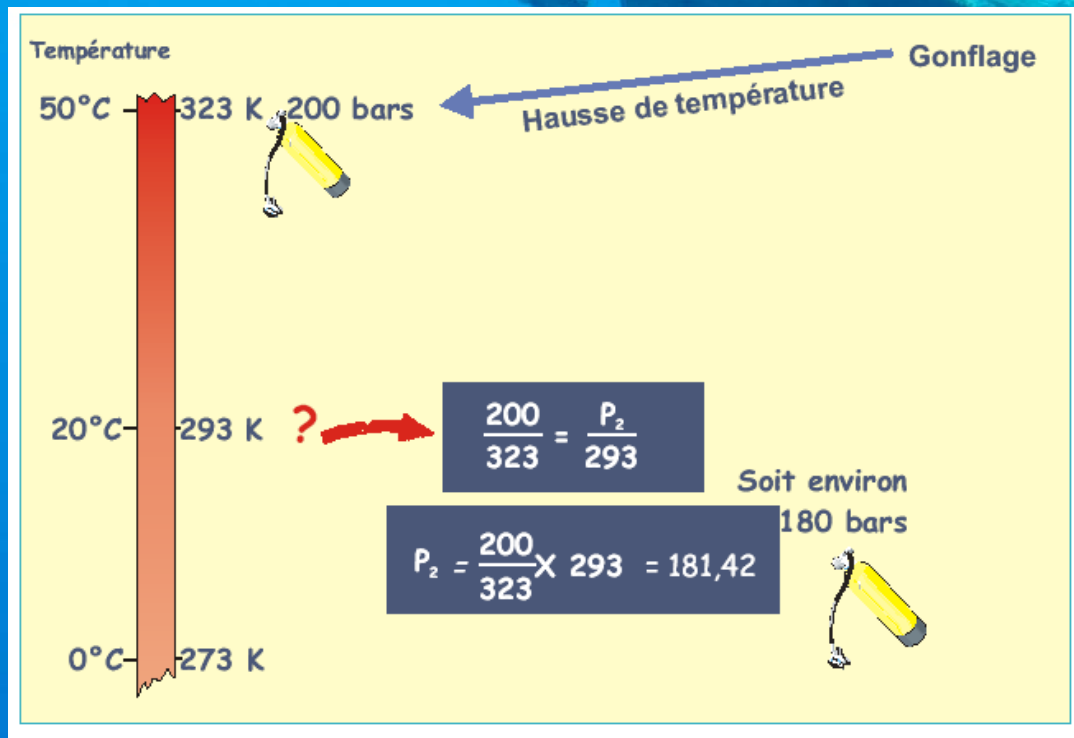
Avec T en Kelvin : $T(\text{Kelvin}) = T(\text{Celsius}) + 273$

Et P en bar



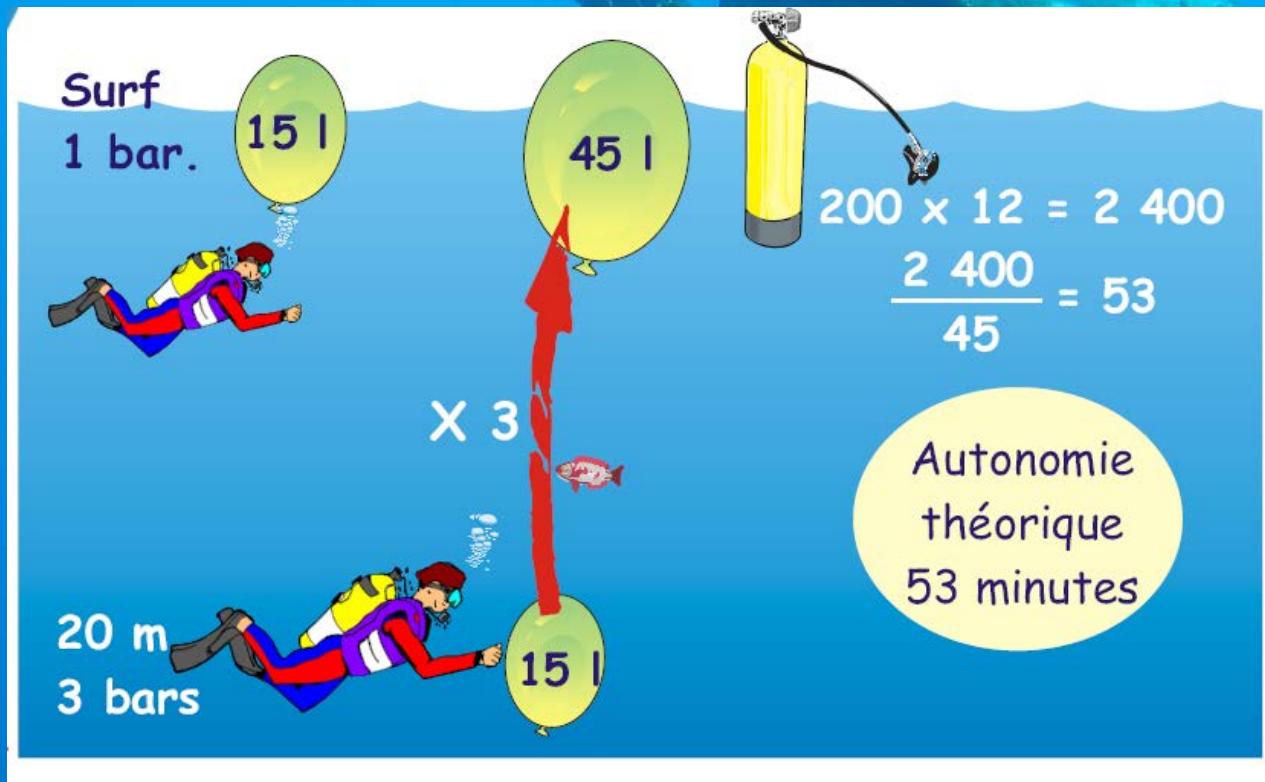
2.6 Température d'un bloc

Lors du gonflage, la température d'un bloc s'élève à 50°C. Ce bloc est gonflé à 200 bars. Quelle sera sa pression à 20°C ?



2.7 Calcul de consommation

- Un plongeur respire 15l minute en surface. Equipé d'un bloc de 12l gonflé a 200bars, combien de temps peut-il rester a 20m (consomation total de l'air du bloc à 20m) ?



2.8 Relevage

- Un plongeur découvre à 40m une amphore pleine et bouchée dont le poids réel est de 25kg. Le volume extérieur est de 15litres. Pour la remontée : il y attache un parachute, il y introduit 8litres d'air.
 - 1) L'amphore décolle-t-elle toute seule ?
 - 2) A partir de quelle profondeur l'amphore remontera-t-elle toute seule ?

Solution :

*Non car $P_{app}=25kg-(15l+8l)=2kg \Rightarrow$ flottabilité négative
Manque 2litres d'air pour qu'à 40m l'amphore monte seule.
A quelle profondeur le volume du parachute sera de 10l :
 $40m \Rightarrow 5b, 5b*8l=P*10l \Rightarrow P=4b$ donc ce sera à 30m.*



2.9 Gonflage de bloc

- Nous possédons un bloc de 12l gonflé à 40 bars. Nous voulons regonfler ce bloc à l'aide d'un bloc de 15l gonflé à 180 bars. Nous mettons les 2 blocs en communication avec une lyre.
- Après équilibre, quelle sera la pression dans le bloc de 12l?
- Quelle sera la pression dans le bloc de 15l?

Mise en communication de deux blocs.

12 l
40 bars

15 l
180 bars

2700 litres

480 litres

3180 litres comprimés dans un volume de 27 litres (12 + 15).

27 litres
? bars

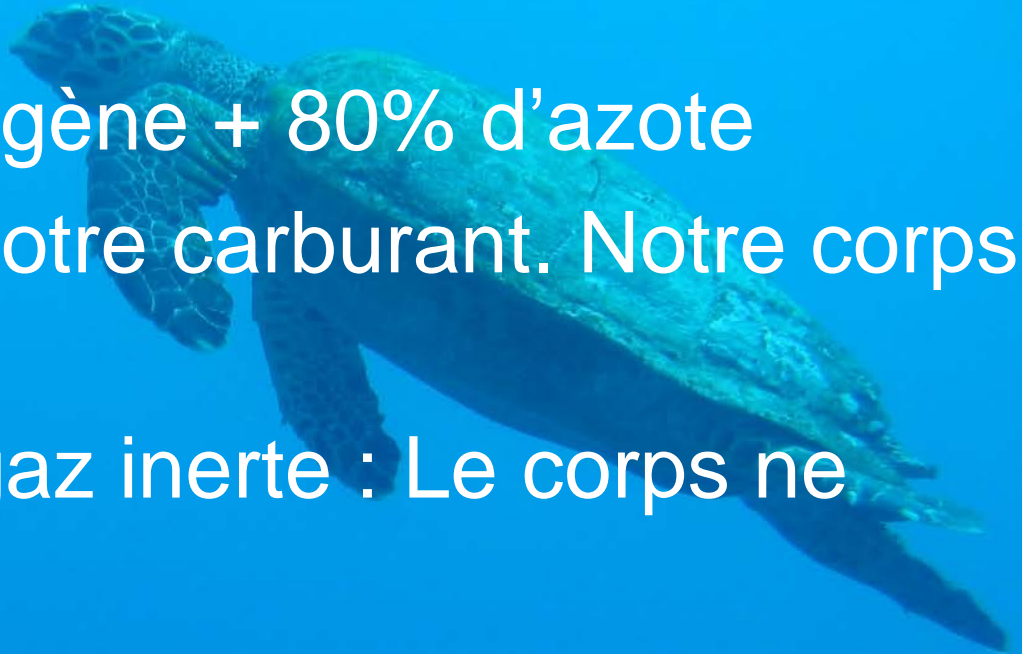
$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$
$$(12 \times 40) + (15 \times 180) = (12 + 15) \times P_2$$
$$P_2 = \frac{(12 \times 40) + (15 \times 180)}{(12 + 15)}$$
$$P_2 = \frac{480 + 2700}{27} = \frac{3180}{27} = 117 \text{ bars}$$


3. Pression Partielle Dalton

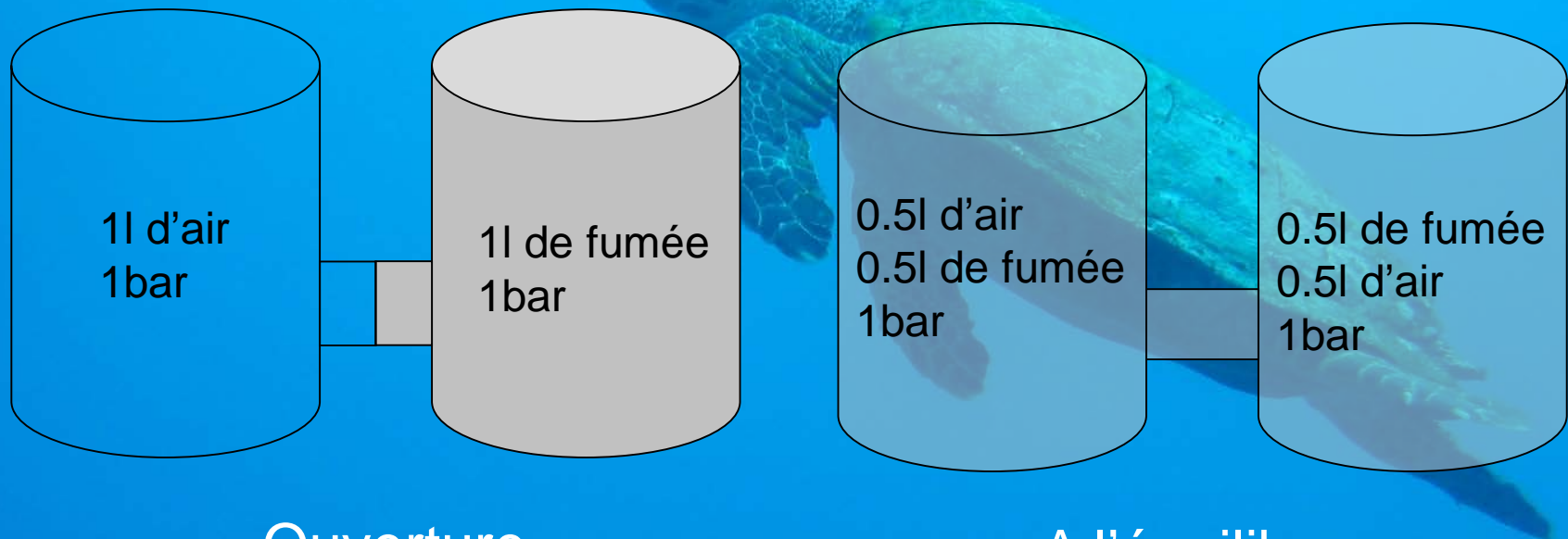


3.1 La composition de l'air

- Air = 20% d'oxygène + 80% d'azote
- L'oxygène est notre carburant. Notre corps le consomme.
- L'azote est un gaz inerte : Le corps ne l'utilise pas.



3.2 Mise en évidence



Ouverture

A l'équilibre

=> Pression Partielle

0.5 bar de fumée

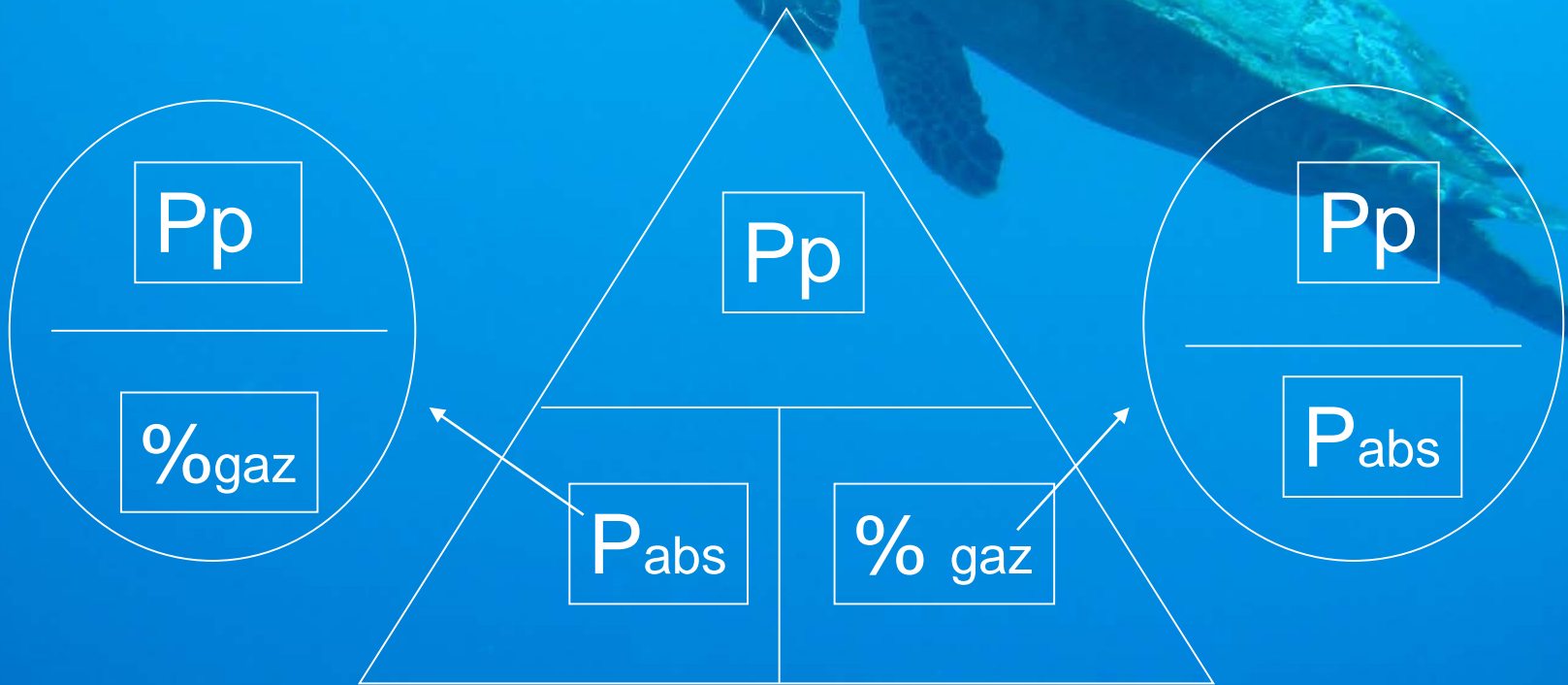
0.5 bar d'air



3.3 Loi de Dalton

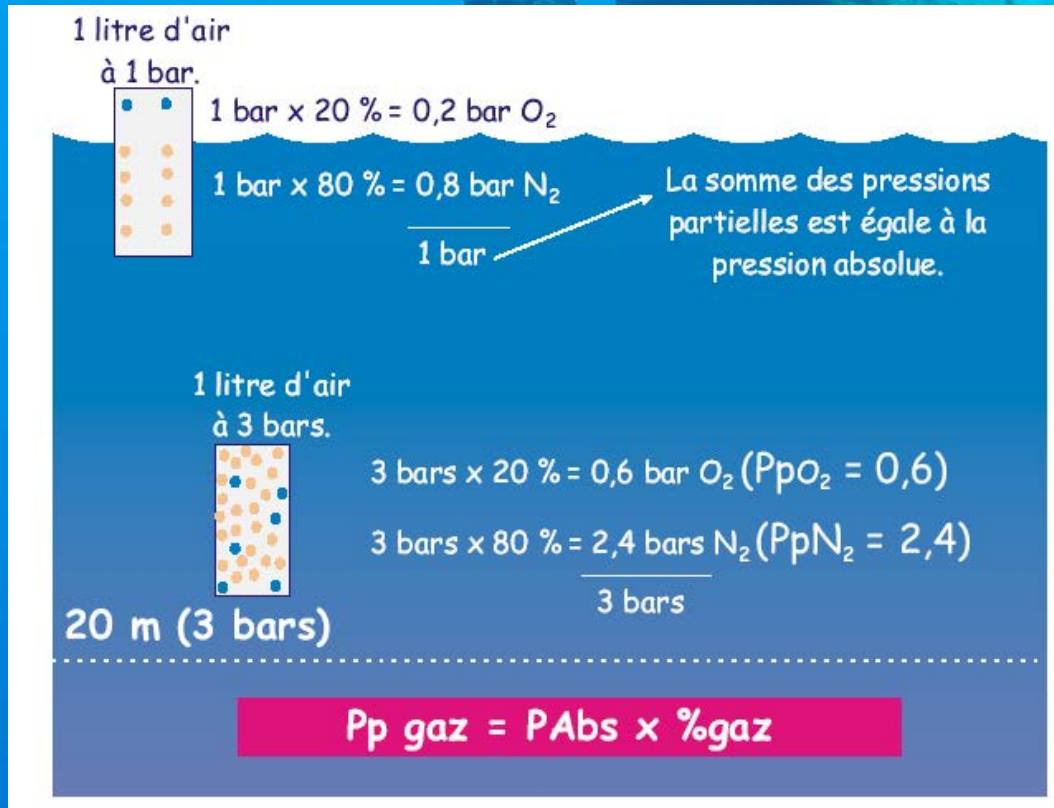
$$P_p = P_{abs} * \%$$

$$\text{Somme des } P_p = P_{abs}$$



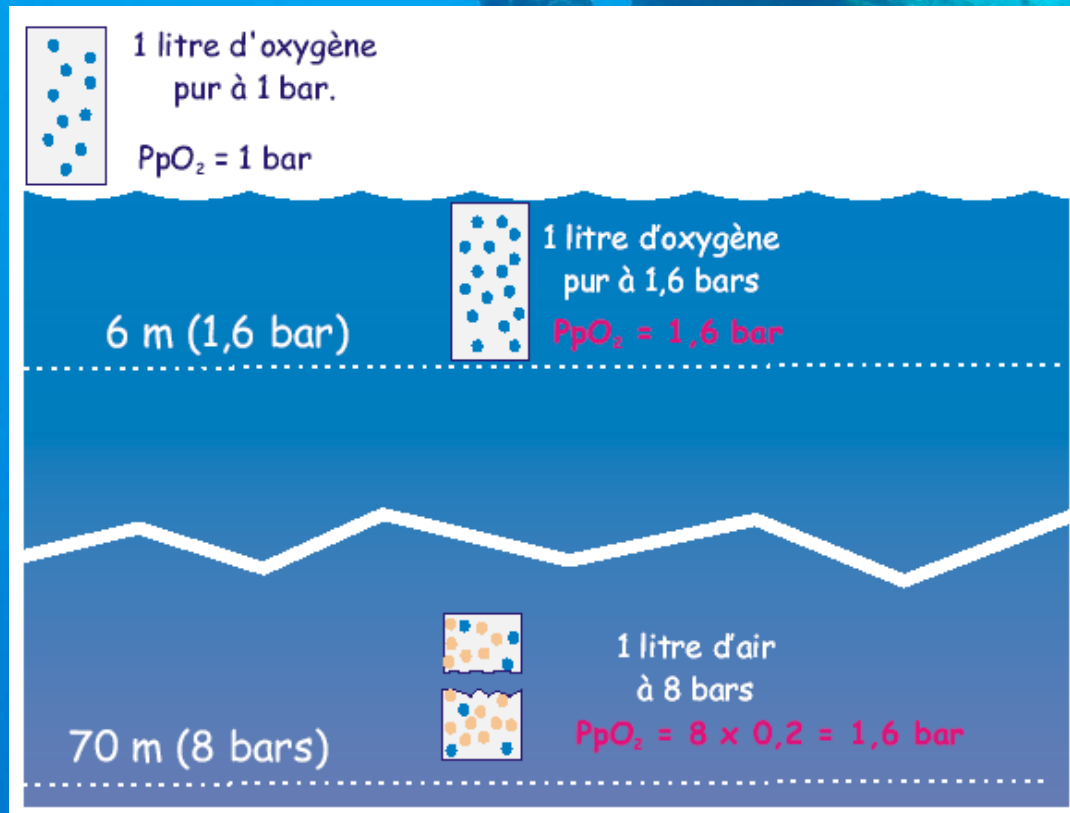
3.4 En plongée

- Un plongeur respire de l'air comprimé. Grâce à son détendeur il respire l'air à la pression à laquelle il se trouve (P_{abs}).



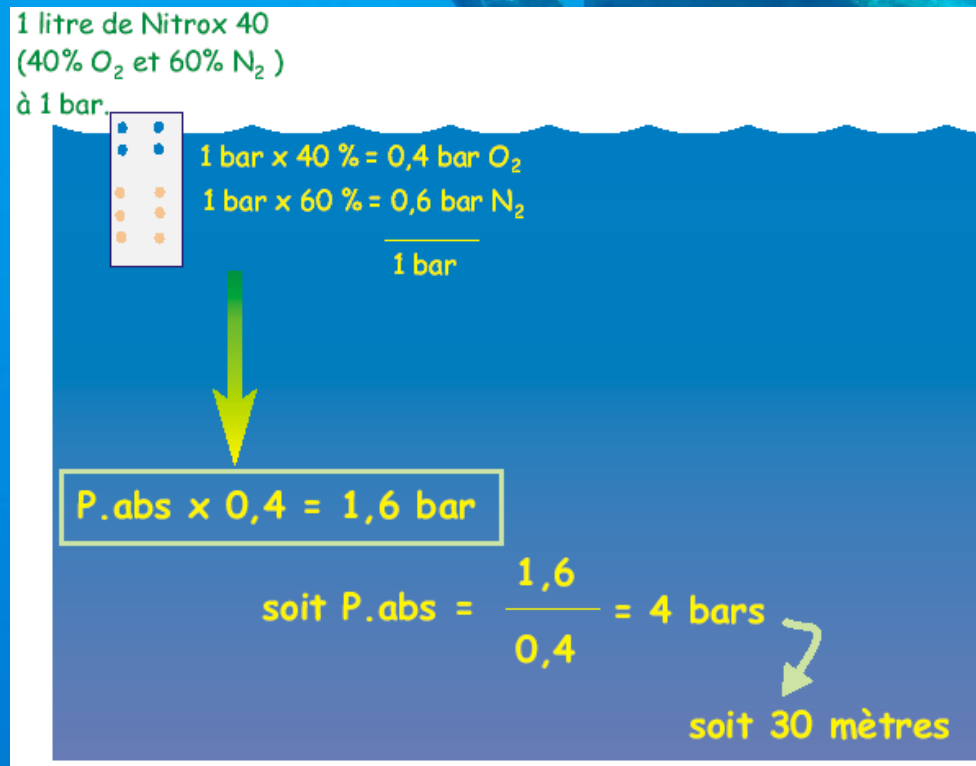
3.5 Toxicité de l'oxygène

L'oxygène est toxique (Hyperoxie) lorsque
 $P_p \text{ oxygène} > 1.6 \text{ bars}$



3.6 Le Nitrox

- Le Nitrox est un mélange enrichi en oxygène.
- Quelle sera la profondeur maximum d'utilisation d'un mélange Nitrox 40/60 (40% d'oxygène, 60% d'azote) ?

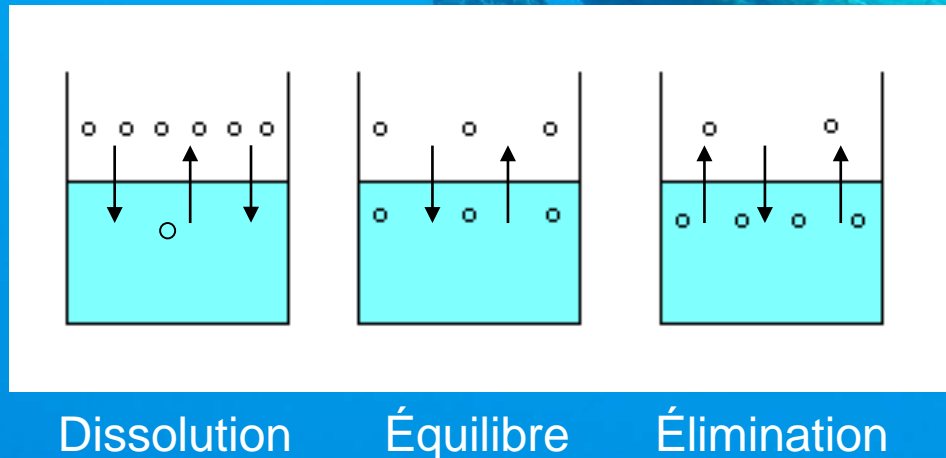


4. Dissolution des gaz Henry



4.1 Loi d'Henry

- Les liquides ont la particularité de dissoudre des gaz.

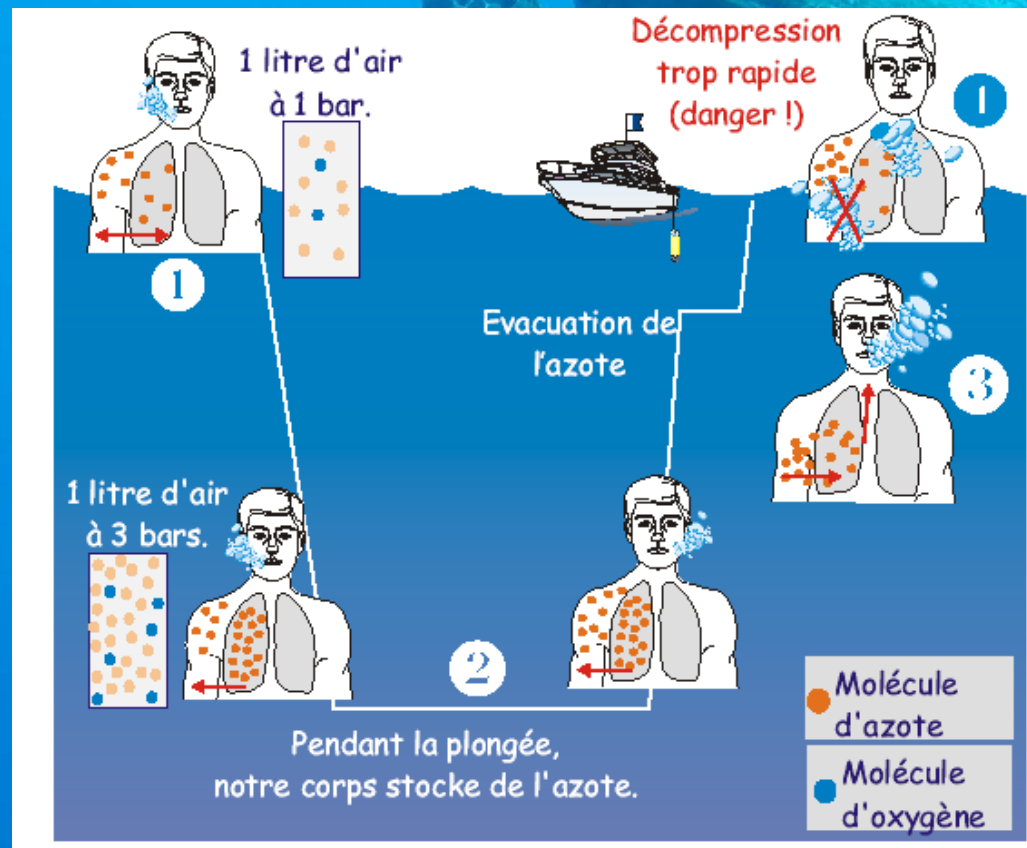


- « A température constante et à saturation (à l'équilibre), la quantité de gaz dissout dans un liquide est proportionnel à la pression qu'il subit. »

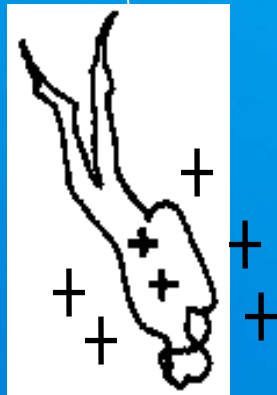
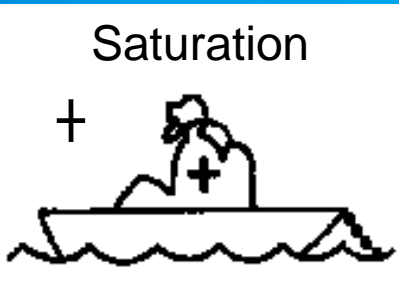


4.2 Azote et le plongeur

- Or le corps humain est constitué à 70% de liquide qui peuvent donc dissoudre des gaz comme l'azote.



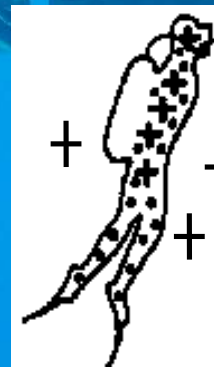
4.3 Les différentes étapes



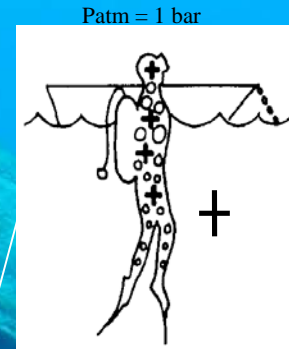
Sous saturation



Saturation



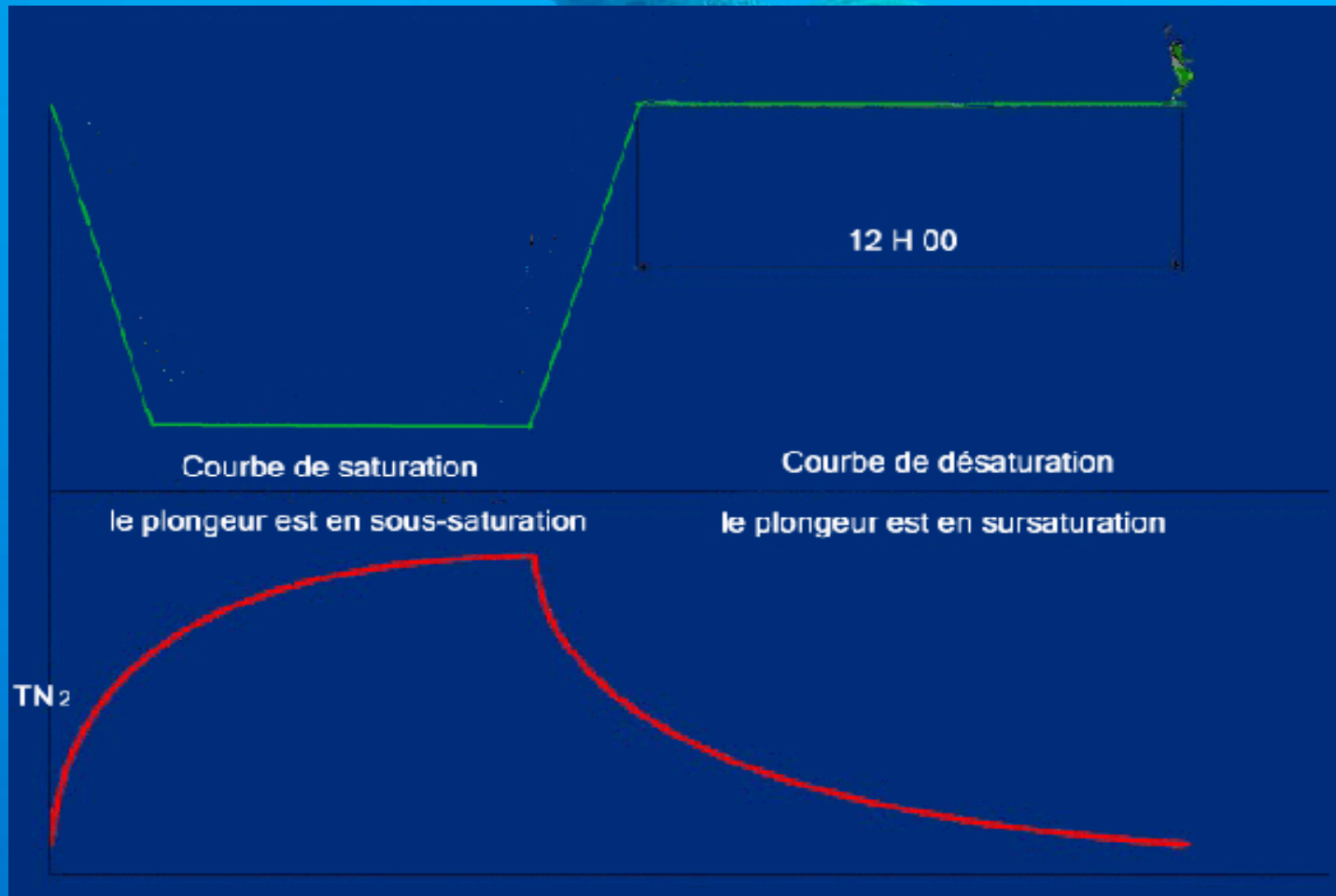
Sursaturation



Sursaturation critique
Risque d'ADD



4.4 Courbe de saturation/désaturation



4.5 Les facteurs influençant de la dissolution

- La nature du gaz et du liquide
- La température
- La surface d'échange
- La pression
- Le temps

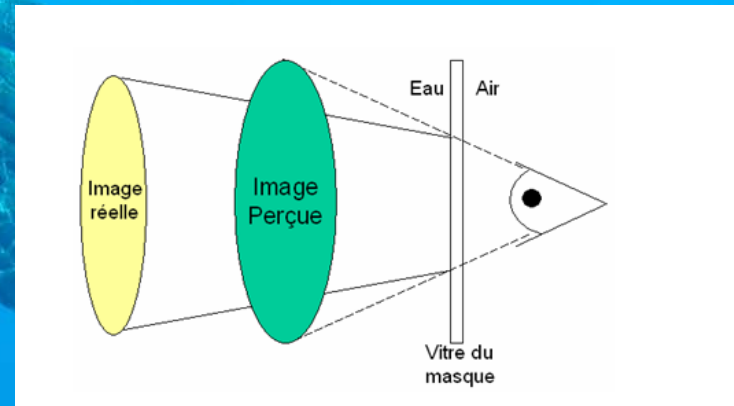
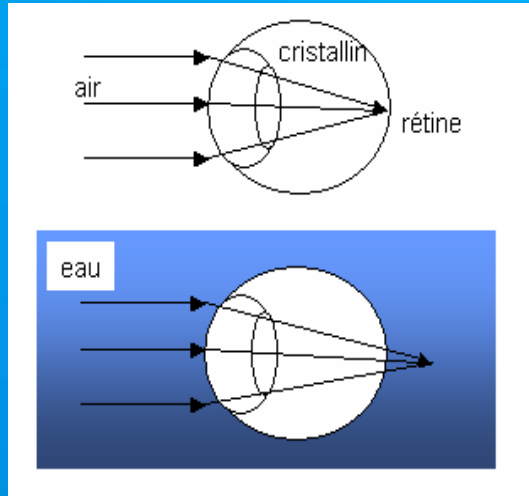
- Application à la plongée:
 - Calcul des tables
 - Traitement des Accidents De Décompression
 - Prévention des ADD



5. Vision et son



5.1 Vision en plongée



- **Distance apparente = Distance réelle * 3/4**
- **Taille vue = Taille réelle * 4/3**

Profondeur	0 m	1 m	7 m	20 m	40 m	400 m
Intensité lumineuse	100%	40%	14%	7%	1.5%	0%

Profondeur	Couleur qui disparaît
5 m	Rouge → <i>Gorgones</i>
10 à 15 m	Orange
15 à 25 m	Jaune
25 à 60 m	Violet puis vert
70m	Monochrome
400m	Noir total



5.2 Le son en plongée

- Le son va plus vite sous l'eau que dans l'air
 $V_{\text{son air}} = 340\text{m/sec}$
 $V_{\text{son eau}} = 1500\text{m/sec}$
- Décalage entre les 2 oreilles très faible
Pas d'effet stéréo => DANGER

Utilisation du Parachute et 360



An underwater scene with a large sea turtle swimming towards the right. Four divers are scattered around the turtle, some appearing to be in motion. The water is a clear, vibrant blue. The word 'Merci' is written in large, bold, orange-to-yellow gradient letters across the center of the image.

Merci

