

PN2 : Notion simple de physique

29/11/2016

Marie-Laure Boutillier



Mini-Quizz matériel

Mini-Quizz matériel

1/2



- ▶ Quelle est l'utilité principale d'une combinaison ?
 - ▶ Flotter
 - ▶ Protéger du froid ✕

- ▶ Quelle est l'utilité du lestage ?
 - ▶ Descendre en début de plonger
 - ▶ Tenir un palier en fin de plongée ✕

- ▶ Quelle est l'utilité principale d'un gilet ?
 - ▶ Rester en surface
 - ▶ Régler la flottabilité du plongeur ✕

Mini-Quizz matériel

2/2



- ▶ La bouteille de plongée loisir contient un gaz pressurisé à environ 200 bars, c'est :
 - ▶ De l'oxygène
 - ▶ De l'air ✕

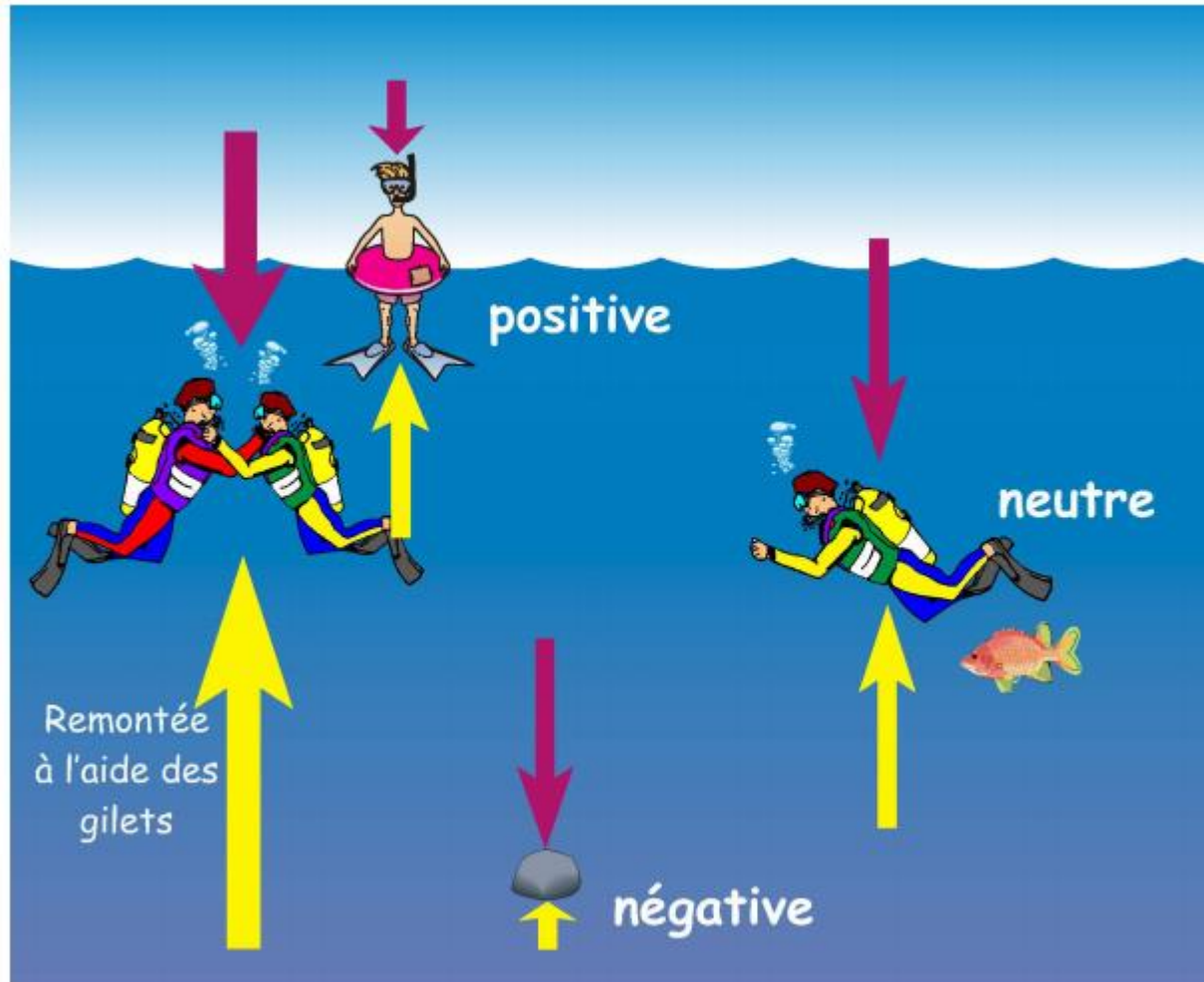
- ▶ À quoi sert un détendeur ?
 - ▶ Diminuer la pression du gaz ✕
 - ▶ Réchauffer le gaz

- ▶ Quelle est l'utilité principale d'un manomètre ?
 - ▶ Indiquer la profondeur
 - ▶ Indiquer la pression du bloc ✕

Flottabilité

- ▶ Poussée d'Archimède
- ▶ Lestage
- ▶ Exercices

Flottabilité



Flottabilité

La poussée d'Archimède



- Poids apparent négatif => flottabilité positive !

VIP
Merci Xavier

- Tout corps plongé dans un fluide reçoit, de la part de celui-ci, une poussée verticale du bas vers le haut, égale à la masse du volume de fluide déplacé.
- La poussée d'Archimède est donc égale au poids du liquide déplacé.
 - 1L d'eau douce = 1kg
 - 1L d'eau de mer = 1,03 kg ($m_v = 1,03 \text{ kg/L}$)
- Le poids apparent est la différence entre le poids réel et la poussée d'Archimède
- $P_{\text{apparent}} = P_{\text{réel}} - P_{\text{poussée Archimède}}$

Renaud :
« En Egypte :
1L de mer = 1,07kg »

Flottabilité

Le lestage



- ▶ Le lestage sert à la remontée

▶ La combinaison de plongée	Positive
▶ 7mm	++
▶ 3mm	+
▶ Le gilet stabilisateur	Positive
▶ Gonflé	++
▶ Vide	≈
▶ La bouteille	Négative
▶ Pleine	--
▶ Sur réserve	-
▶ Le lestage	Négative

Calcul de flottabilité

Exercice 1 à 3.

- ▶ Un plongeur équipé de 100kg pour un volume de 100L s'immerge. A-t-il besoin de lestage en eau douce ? dans l'eau de mer ($\rho_v=1,03 \text{ kg/L}$) ?
- ▶ Un plongeur équipé de 77kg pour un volume de 80L s'immerge. A-t-il besoin de lestage en eau douce ? dans l'eau de mer ($\rho_v=1,025 \text{ kg/L}$) ?
- ▶ Un plongeur non équipé de 76kg pour 78L s'équipe :
 - ▶ Combinaison : 1kg pour 4L
 - ▶ Gilet vide et mouillé : 1kg pour 3L
 - ▶ Bouteille : 18kg pour 14,3L à vide
 - ▶ Poids apparent en eau douce à 200bar : $\approx 7\text{kg}$
 - ▶ Poids apparent en eau douce à 50bar : $\approx 4\text{kg}$
 - ▶ A-t-il besoin de lestage en eau douce ?

Calcul de flottabilité

Exercice 1.

- ▶ Un plongeur équipé de 100kg pour un volume de 100L s'immerge. A-t-il besoin de lestage en eau douce ? dans l'eau de mer ($\rho_v=1,03 \text{ kg/L}$) ?
-

- ▶ Etapes de résolution :

- ▶ Quel est son poids apparent ?

- ▶ Dans de l'eau douce ?
- ▶ Dans l'eau de mer ?

- ▶ S'il flotte combien de kg de plomb lui faut-il pour être à l'équilibre ?

Calcul de flottabilité

Exercice 2.

- ▶ Un plongeur équipé de 77kg pour un volume de 80L s'immerge. A-t-il besoin de lestage en eau douce; dans l'eau de mer ($\rho_v = 1,025 \text{ kg/L}$) ?
-

- ▶ Etapes de résolution :

- ▶ Quel est son poids apparent ?
 - ▶ Dans de l'eau douce ?
 - ▶ Dans l'eau de mer ?
- ▶ S'il flotte combien de kg de plomb lui faut-il pour être à l'équilibre ?

Calcul de flottabilité

Exercice 3.

Énoncé corrigé
Fait en séance

- ▶ Un plongeur non équipé de 76kg pour 78L s'équipe :
 - ▶ Combinaison : 1kg pour 4L
 - ▶ Gilet vide et mouillé : 1kg pour 3L
 - ▶ Bouteille :
 - ▶ Poids apparent en eau douce à 200bar : $\approx 7\text{kg}$
 - ▶ Poids apparent en eau douce à 50bar : $\approx 4\text{kg}$
 - ▶ A-t-il besoin de lestage en eau douce ?

- ▶ Etapes de résolution :
 - ▶ Poids apparent hors bloc ?
 - ▶ À quel moment a-t-il besoin de lestage ?
 - ▶ Poids apparent avec le bloc ?

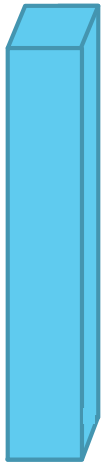
La pression

- ▶ Petits rappels
- ▶ Boyle-Mariotte
- ▶ Exercices

Rappel sur la pression

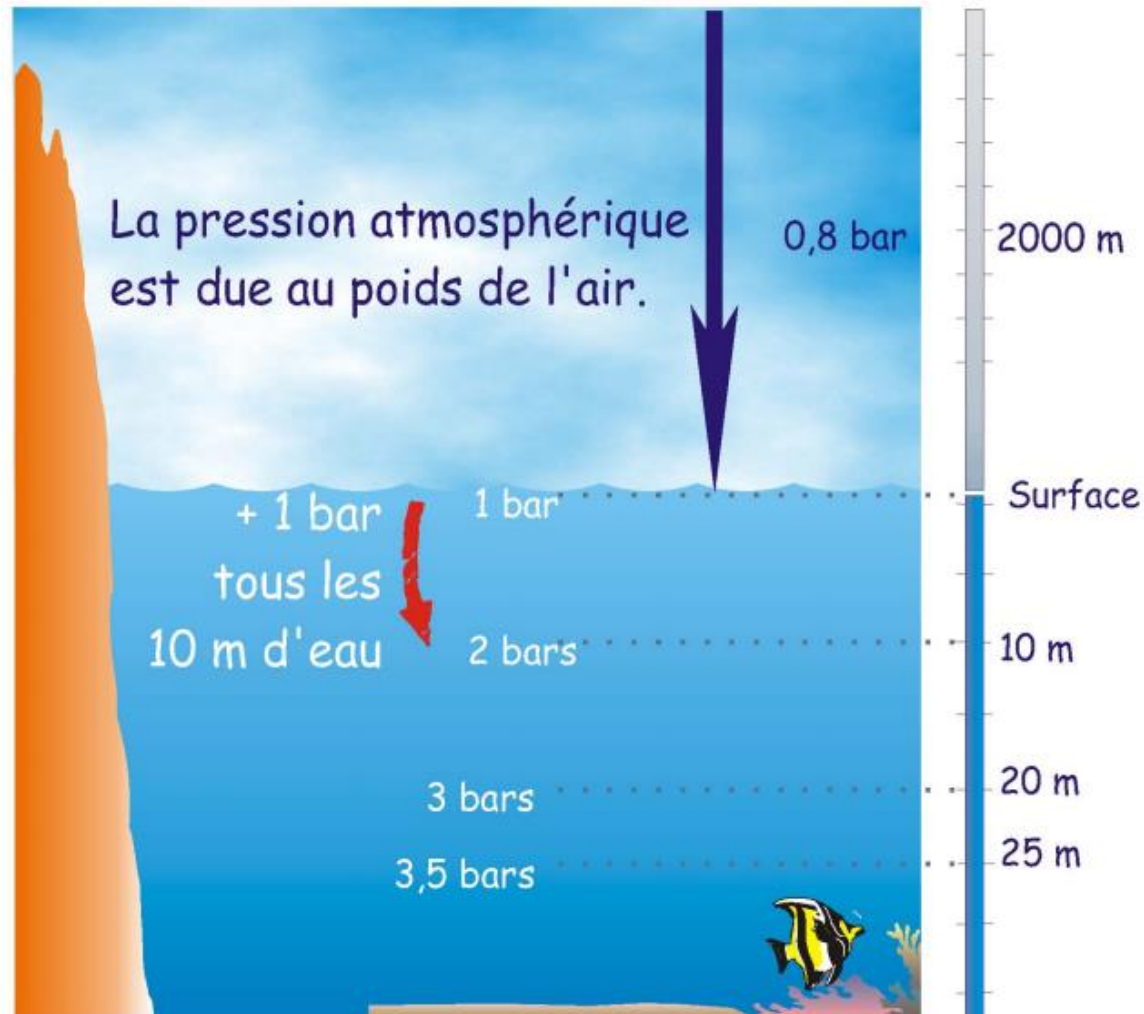
- ▶ Poids de l'air

- ▶ Poids de l'eau rapportée sur une surface 1cm^2



- ▶ L'unité utilisée est le bar.
- ▶ Le bar correspond environ à une force exercée par une masse de 1kg sur une surface de 1cm^2 .
- ▶ La pression atmosphérique, due au poids de l'air, est d'environ 1 bar au niveau de la mer.
- ▶ La pression relative hydrostatique, due au poids de l'eau, varie de 1 bar tous les 10m.
- ▶ La pression absolue est la somme de la pression atmosphérique en un lieu et de la pression relative hydrostatique.
- ▶ $P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{rel}}$

Rappel sur la pression



Boyle-Mariotte

Effet de la pression sur les gaz

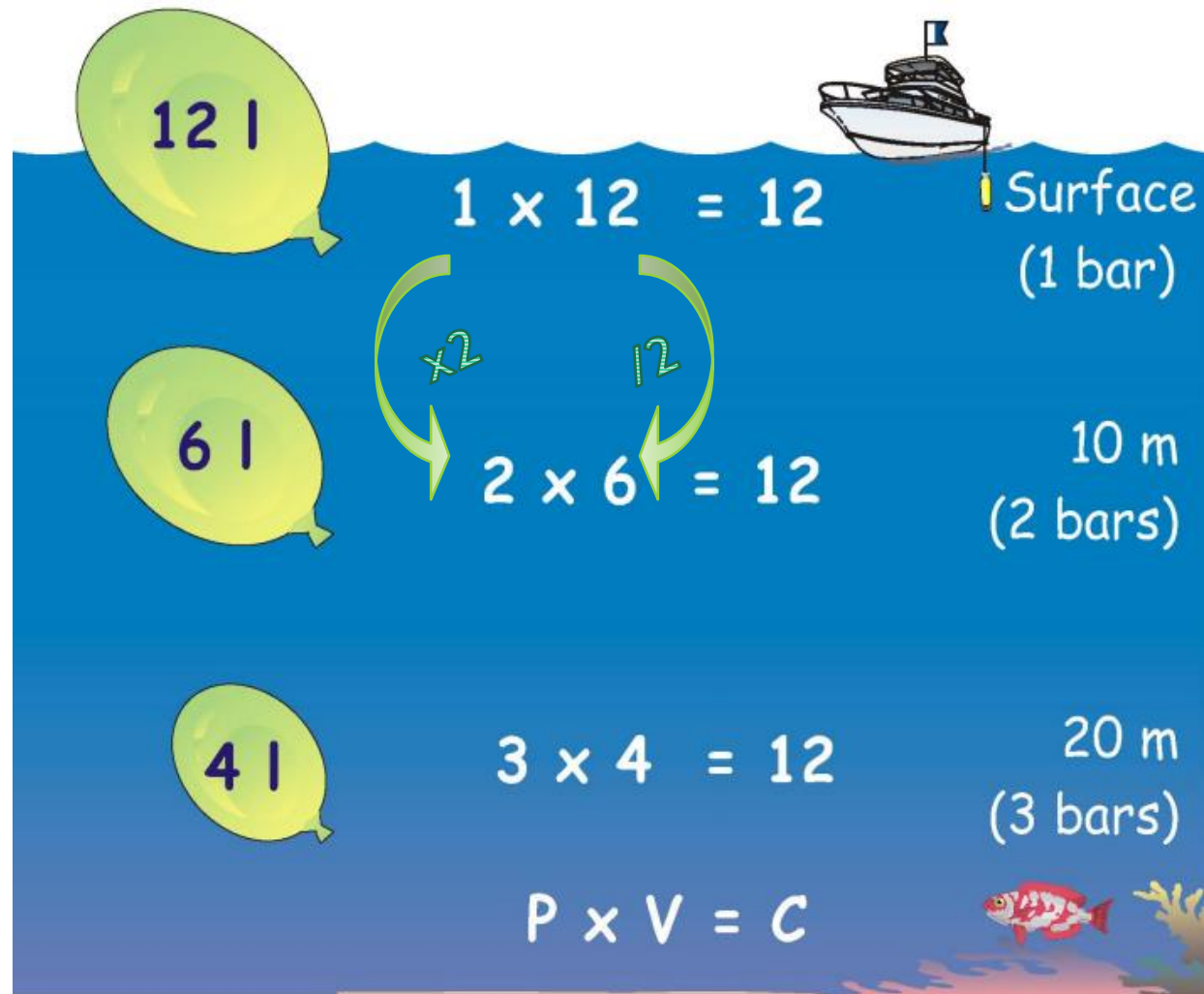
- ▶ Comme la pression augmente avec la profondeur, le volume diminue, dans la même mesure, avec la profondeur.
- ▶ Comme la pression diminue à la remontée, le volume augmente, dans la même mesure, à la remontée

- ▶ À température constante, le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression qu'il subit.

Pression x Volume = Constante

- ▶ $P_1 \times V_1 = C$
- ▶ $P_2 \times V_2 = C$
- ▶ $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$

Boyle-Mariotte



Effet de la pression sur les volumes

Exercice 1 à 2.

- ▶ Un ballon est gonflé avec 8L d'air en surface (niveau de la mer). Quelle est le volume de ce ballon à 30m ?
- ▶ Un ballon est gonflé avec 12L d'air à 30m. Quel est le volume du ballon à la surface ?

Effet de la pression sur les volumes

Exercice 1.

Fait en séance

- ▶ Un ballon est gonflé avec 8L d'air en surface (niveau de la mer).
Quelle est le volume de ce ballon à 30m ?

-
- ▶ Etapes de résolution :

- ▶ Quelle est la pression au niveau de la mer ?
- ▶ Quelle est la pression à 30m ?
- ▶ Quel est le volume du ballon à 30m ?

Effet de la pression sur les volumes

Exercice 2.

Fait en séance

- ▶ Un ballon est gonflé avec 12L d'air à 30m. Quel est le volume du ballon à la surface ?

-
- ▶ Etapes de résolution :

- ▶ Quelle est la pression à 30m ?
- ▶ Quelle est la pression à la surface ?
- ▶ Quel est le volume du ballon à la surface ?

Effet de la pression sur les volumes

Exercice 3.

Fait en séance

Profondeur	Pression	Volume	Constante
8000 m	0,8 bar		
0 m	1 bar	12 L	
- 10 m			
- 20 m			
- 30 m			
- 50 m			

Boyle-Mariotte : applications pratiques

- ▶ La consommation
- ▶ L'autonomie
- ▶ Exercices

La consommation en immersion

- ▶ Le manomètre & l'ordi de plongée : aide à la décision



- ▶ L'humain consomme environ 20L d'air par minute.
- ▶ Le plongeur garde pendant la plongée un rythme respiratoire voisin.
- ▶ Pendant la plongée la consommation d'air dépendra de la profondeur.

L'autonomie diminue avec la profondeur car le volume respiratoire des poumons ne changent pas.

L'autonomie en immersion

Corrigé
Merci Camille

- ▶ Volume nécessaire :

$$V_{\text{bloc}} = P_{\text{abs}} \times \text{durée} \times \text{consommation} / P_{\text{bloc}}$$

- ▶ Pression nécessaire :

$$P_{\text{bloc}} = P_{\text{abs}} \times \text{durée} \times \text{consommation} / V_{\text{bloc}}$$

- ▶ Durée possible

$$\text{durée} = (P_{\text{bloc}} \times V_{\text{bloc}}) / (P_{\text{abs}} \times \text{consommation})$$

Calculs de consommation

Exercice 1.

Fait en séance

Profondeur	Pression	Formule	Conso
0 m	1 bar	$20 \times 1 =$	20 L / min
- 5 m			
- 10 m			
- 15 m			
- 20 m			

Calcul de consommation

Exercice 2 à 3.

- ▶ Un plongeur consomme 20L/min. Il utilise un 12L gonflé à 200bars. Quelle est son autonomie (hors réserve) à 20m ?
- ▶ Un plongeur consomme 20L/min. Il utilise un 15L. À 20m, combien de bar consomme-t-il par minute ?

NB : consommer 1 bar
sur un 15L revient
à consommer 15L
Ou consommer 30L
sur un 15L revient à
consommer 2 bars.

Calcul de consommation

Exercice 2.

Fait en séance

- ▶ Un plongeur consomme 20L/min. Il utilise un 12L gonflé à 200bars. Quelle est son autonomie (hors réserve) à 20m ?
-

- ▶ Etapes de résolution :

- ▶ De quelle quantité d'air dispose-t-il ?
- ▶ De quelle quantité d'air dispose-t-il (hors réserve) ?
- ▶ Pression à cette profondeur ?
- ▶ Conso à cette profondeur ?
- ▶ Autonomie à cette profondeur ?

Calcul de consommation

Exercice 3.

Fait en séance

- ▶ Un plongeur consomme 20L/min. Il utilise un 15L. À 20m, combien de bar consomme t-il par minute ?
-

- ▶ Etapes de résolution :
 - ▶ Pression à la profondeur ?
 - ▶ Conso à cette profondeur ?
 - ▶ Exprimée en L/min
 - ▶ Exprimée en bar/min

Calcul d'autonomie

Exercice 1 à 4.

Le plongeurs consomme 20L / min

- ▶ Pour une plongée d'1h à 12m sur un bloc à 200b, quel doit-être le volume du bloc ?
- ▶ Pour une plongée de 40min à 20m sur un bloc à 200b, quel doit-être le volume du bloc ?
- ▶ Pour une plongée de 5min à 40m sur un bloc de 15L, quel doit-être la pression du bloc ?
- ▶ Pour une plongée à 20m sur un bloc de 12L à 200b, quelle est la durée de la plongée ?

Calcul d'autonomie

Exercice 1.

Le plongeurs consomme 20L / min

- ▶ Pour une plongée d'1h à 12m sur un bloc à 200b, quel doit-être le volume du bloc ?
-

- ▶ Etapes de résolution :
 - ▶ Pression à la profondeur ?
 - ▶ Conso à cette profondeur ?
 - ▶ Par minute
 - ▶ Totale
 - ▶ Volume minimum du bloc ?

Calcul d'autonomie

Exercice 2.

Le plongeurs consomme 20L / min

- Pour une plongée de 40min à 20m sur un bloc à 200b, quel doit-être le volume du bloc ?

Calcul d'autonomie

Exercice 3.

Le plongeurs consomme 20L / min

- ▶ Pour une plongée de 5min à 40m sur un bloc de 15L, puis de 30min à 10m quel doit-être la pression du bloc ?
-

- ▶ Etapes de résolution :
 - ▶ À la première profondeur ?
 - ▶ À la deuxième profondeur ?
 - ▶ En somme ?
- ▶ Pression minimum du bloc ?

Calcul d'autonomie

Exercice 4.

Le plongeurs consomme 20L / min

- ▶ Pour une plongée à 20m sur un bloc de 12L à 200b, quelle est la durée de la plongée ?
-

- ▶ Etapes de résolution :
 - ▶ Pression à la profondeur ?
 - ▶ Conso à cette profondeur ?
 - ▶ Volume disponible ?

De l'air !!

- ▶ Le compresseur
- ▶ Le bloc et son robinet
- ▶ Le détendeur et le deuxième étage

Le compresseur

- ▶ Comment passer de 1 bar à 240 bars ?
- ▶ Grâce à 3 cylindres au diamètre de plus en plus petit.

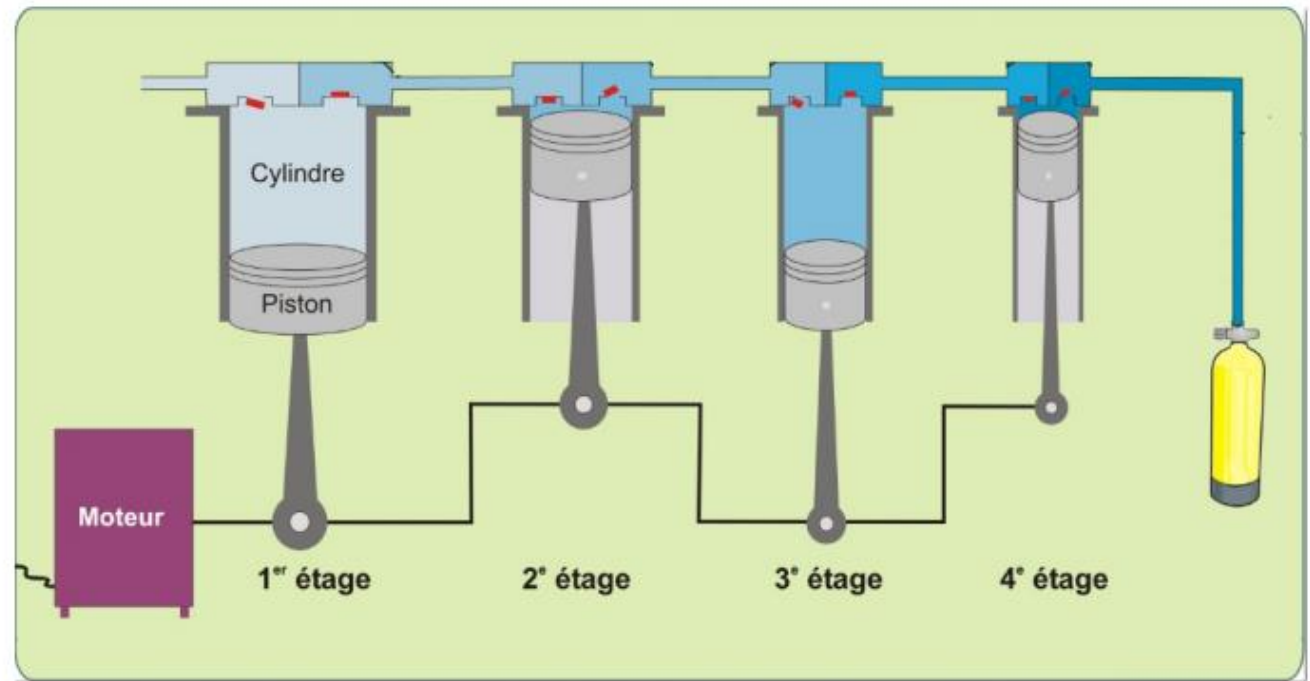
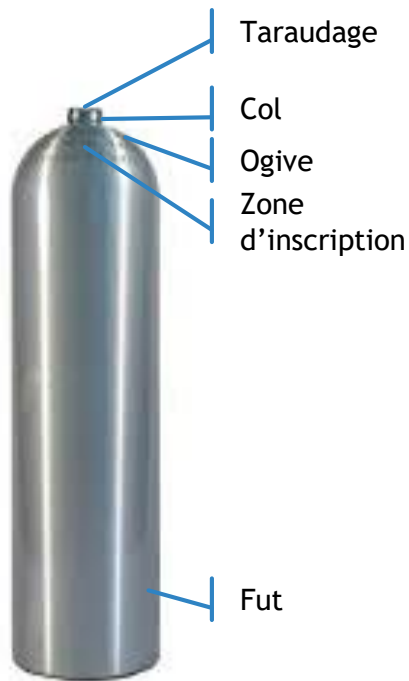


Schéma simplifié

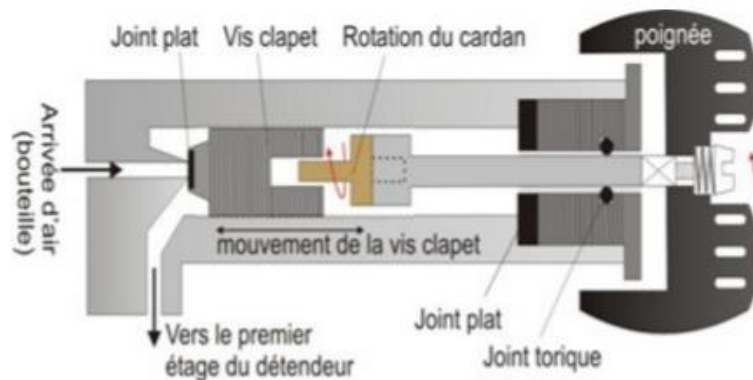
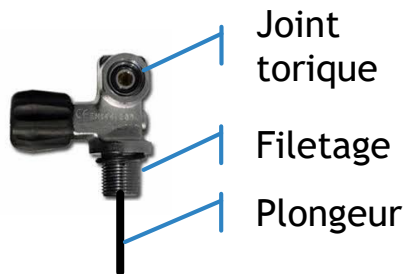
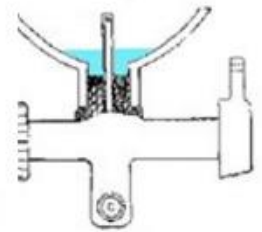
Le bloc

- ▶ Acier ou Alu
- ▶ 12 ou 15 litres
- ▶ Court ou long.



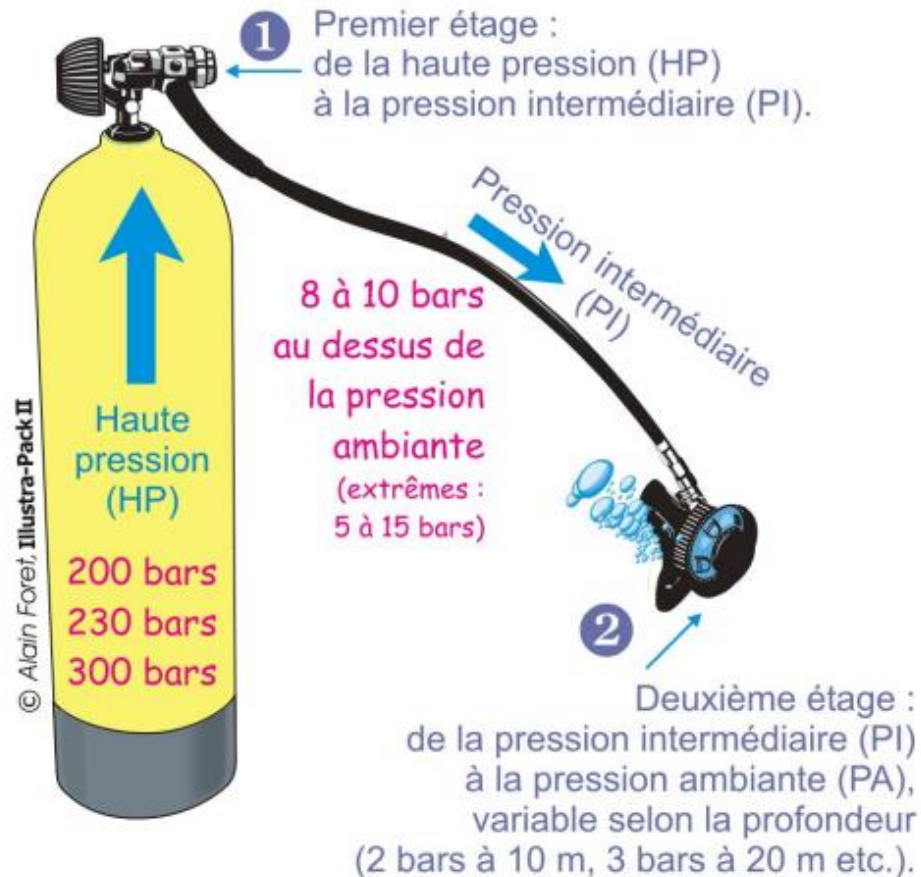
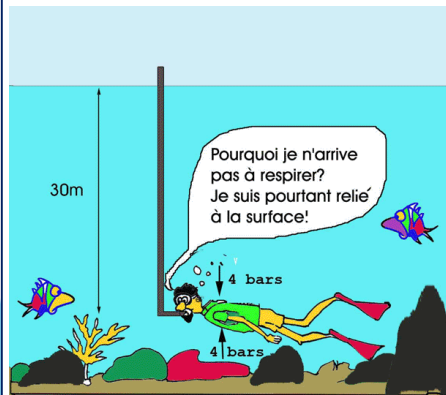
Le robinet

- ▶ Sortie simple ou double
- ▶ DIN ou étrier



Le détendeur 1 / 2

- Son rôle est de fournir à la demande de l'air à pression ambiante et en fonction du rythme respiratoire du plongeur.



Le détendeur 2/2

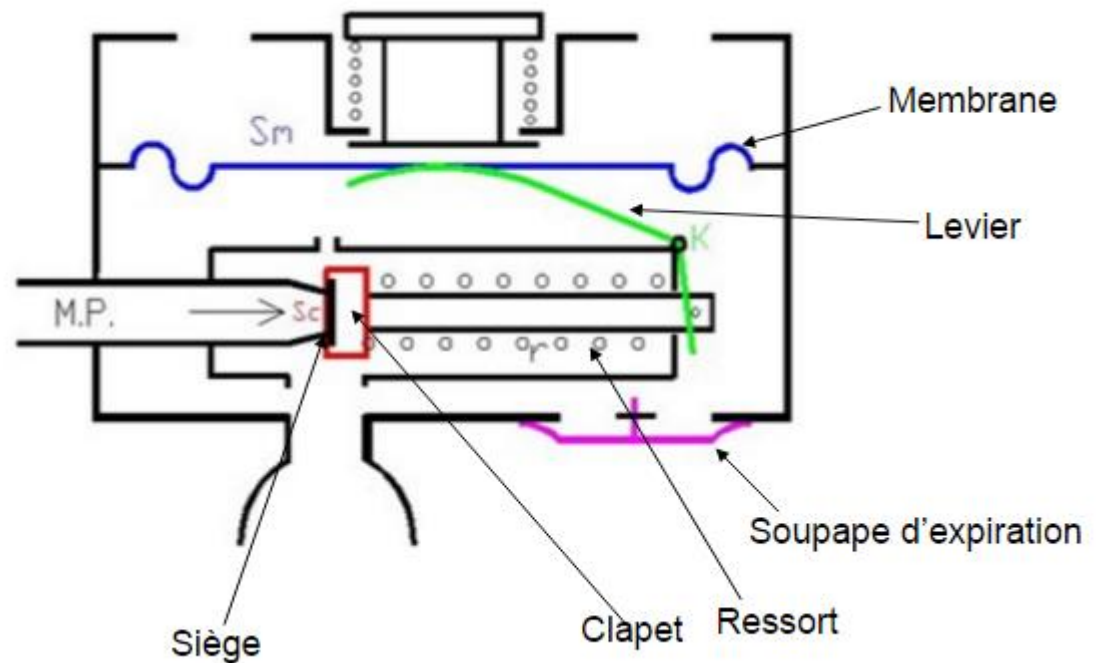
- ▶ Sur le 1^{er} étage 4 flexibles :
 - ▶ MOYENNE PRESSION
 - ▶ 2^{ème} étage principal
 - ▶ 2^{ème} étage de secours
 - ▶ Alimentation du gilet
 - ▶ HAUTE PRESSION
 - ▶ Manomètre

Le filetage est particulier.



Le deuxième étage

- ▶ À l'inspiration, la membrane actionne le levier qui laisse entrer l'air via le clapet.
 - ▶ Idem avec le surpresseur.
- ▶ À l'expiration, l'air est évacué par les soupapes d'expiration



Merci !

- ▶ Si vous avez des questions, il est toujours temps...

Bonus

- ▶ Exercices
 - ▶ Pression
 - ▶ Consommation
 - ▶ Autonomie

Bonus 1.

Effet de la pression sur les volumes.

Profondeur	Pression	Volume	Constante
8000 m	0,8 bar		
0 m	1 bar	30 L	30
- 10 m			
- 20 m			
- 30 m			
- 40 m			
- 50 m			

Bonus 2.

Effet de la pression sur les volumes

Profondeur	Pression	Volume	Constante
8000 m	0,8 bar		
0 m	1 bar	40 L	
- 10 m			
- 20 m			
- 30 m			
- 40 m			

Bonus 3.

Calculs de consommation

Fait en séance

Profondeur	Pression	Formule	Conso
0 m	1 bar	$10 \times 1 =$	10 L / min
- 5 m			
- 10 m			
- 15 m			
- 20 m			

Bonus 4.

Calculs de consommation

Profondeur	Pression	Formule	Conso
0 m	1 bar	$15 \times 1 =$	15 L / min
- 5 m			
- 10 m			
- 20 m			
- 50 m			

Bonus 5.

Calcul d'autonomie

Le plongeurs consomme 20L / min, sur un bloc de 12L à 200b, quelle est la durée de la plongée ?

Profondeur	Conso à la profondeur	Volume d'air dispo	Durée max
0 m			
- 5 m			
- 10 m			
- 15 m			
- 20 m			

Bonus 6.

Calcul d'autonomie

Le plongeurs consomme 20L / min, sur un bloc de 15L à 200b, quelle est la durée de la plongée ?

Profondeur	Volume d'air dispo	Conso à la profondeur	Durée max
0 m			
- 5 m			
- 10 m			
- 15 m			
- 20 m			

Bonus 7.

Calcul de flottabilité

Poids	Volume	Mv	Lestage
75	80	Eau douce	
100	101	Eau douce	
101	100	1,03 kg/L	
99	100	1,02 kg/L	
80	80	1,025 kg/L	
40	40	1,025 kg/L	