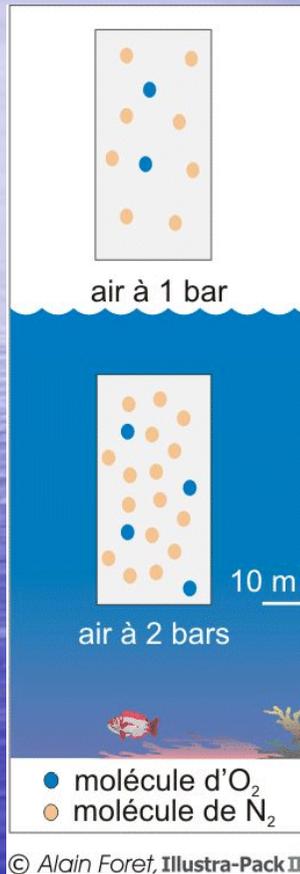


Compresseurs et station de gonflage

La compressibilité des gaz



Comprimer un gaz : mettre un plus grand nombre de molécules dans un même volume.

Les gaz se compriment facilement.

Lois physiques

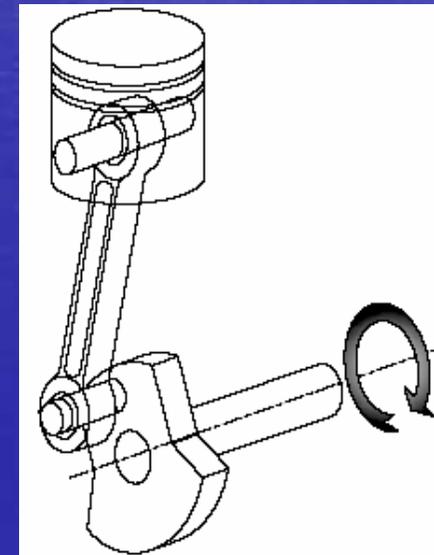
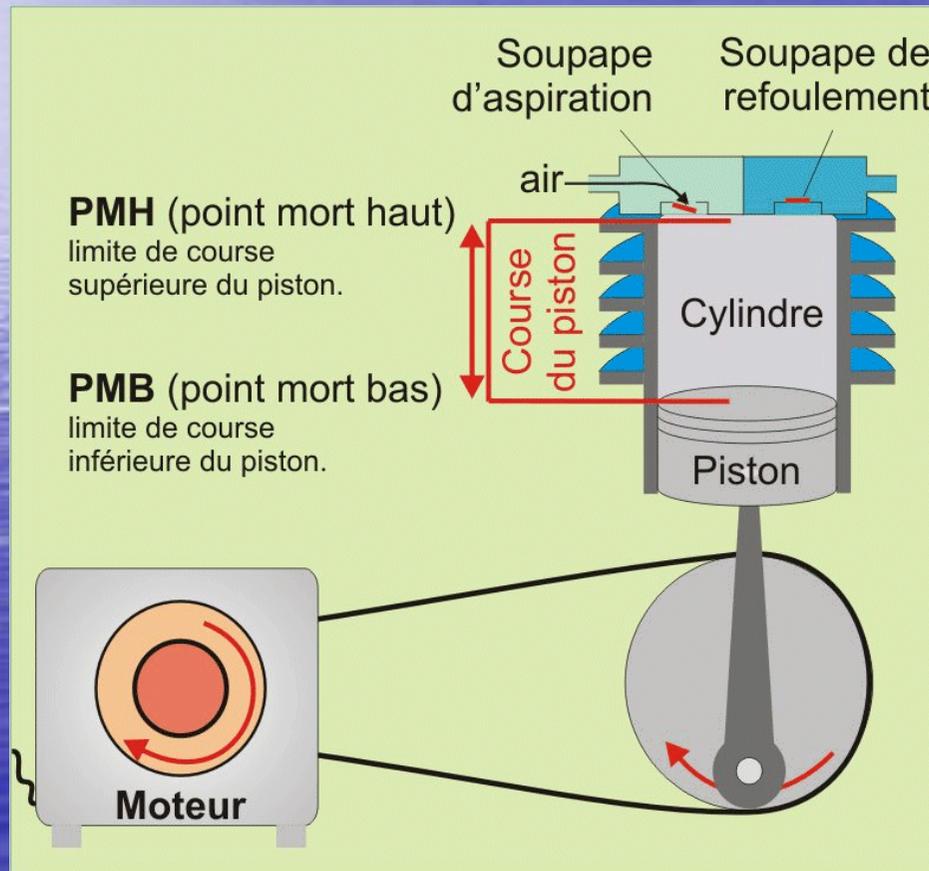
Rappels :

Boyle Mariotte (1679) : « A température constante, le volume d'une masse gazeuse varie en raison inverse de sa pression ». $P \times V = \text{Constante}$

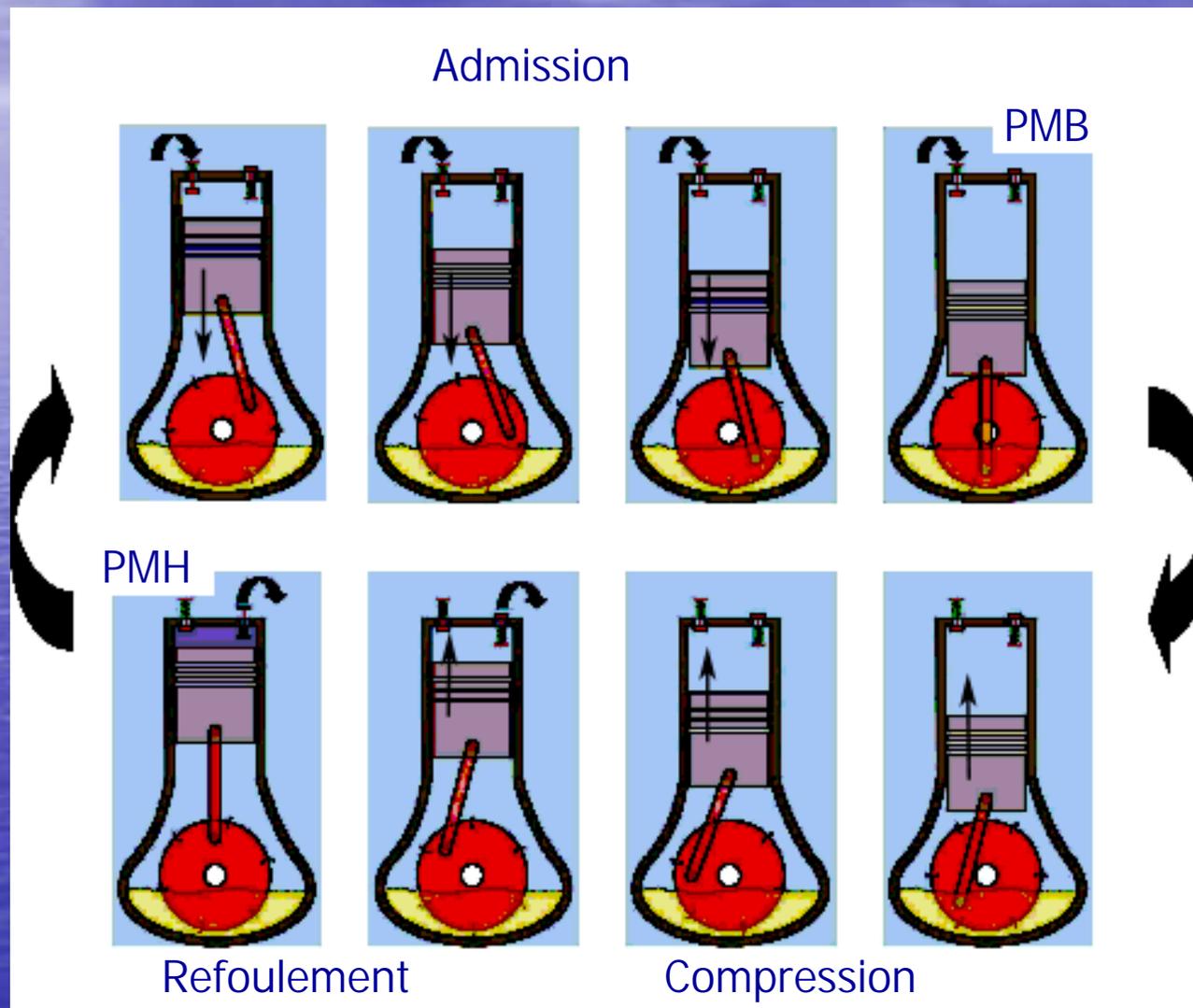
Loi de Charles : « A volume constant, la pression d'un gaz augmente proportionnellement à l'élévation en température ». $P / T = \text{constante}$

Loi de Gay-Lussac : « A pression constante, le volume d'un gaz augmente proportionnellement à l'élévation en température ». $V / T = \text{constante}$

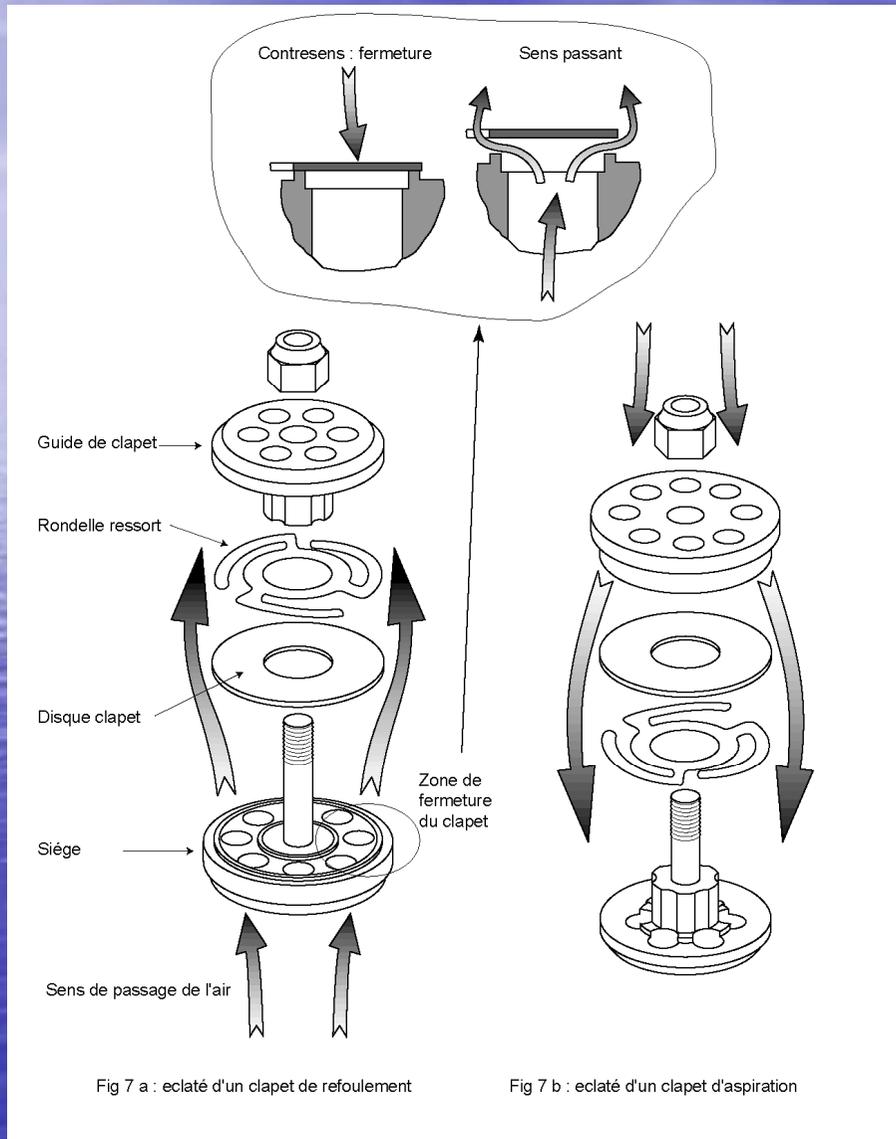
L'unité de base : Ensemble Piston / Cylindre



Cycles de fonctionnement



Clapets



Les clapets s'ouvrent et se ferment environ 1500 fois par minute.

Contraintes mécaniques

La compression rapide d'un gaz et les frottements mécaniques entraînent une augmentation importante de la température.

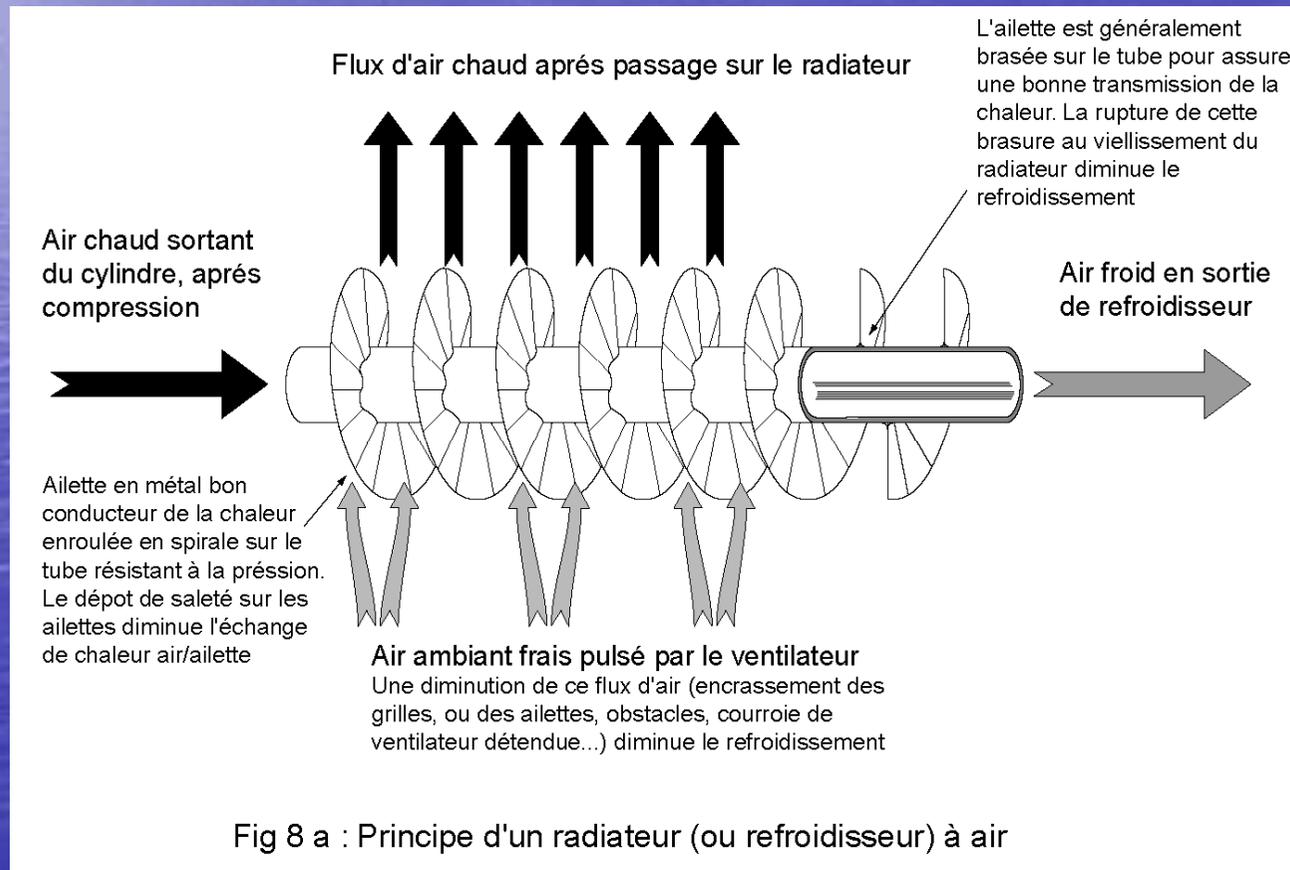
Refroidissement et lubrification sont indispensables au bon fonctionnement

Le refroidissement peut être à l'air ou à l'eau

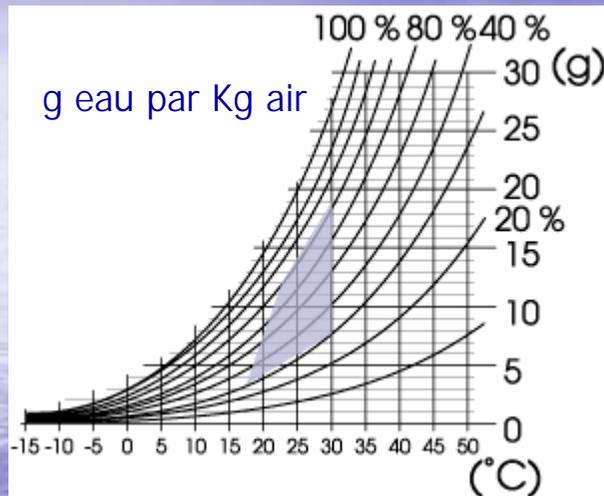
Les huiles utilisées sont spécifiques (faible toxicité)

Les échangeurs

Comprimé de l'air dans un rapport de 4 l'amène en théorie de 20 à 237 °C



L'hygrométrie de l'air



A une pression et une température données l'air peut contenir au maximum une certaine quantité d'eau (saturation = 100%)

Refroidir de l'air provoque une augmentation de son hygrométrie

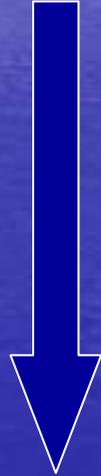
Comprimé de l'air provoque une augmentation de son hygrométrie

Variation d'hygrométrie

En se comprimant l'air se sature en eau et se réchauffe.
(Hygrométrie de 100%)



Nécessité d'enlever l'eau
en excès après la
compression



Arrivé dans la bouteille l'air
se refroidit donc condense
: présence d'eau

En plongée, l'air respiré se détend.
Le degré d'hygrométrie diminue. L'air
devient sec et déshydratant

La filtration

L'air fourni par le compresseur doit être « biologiquement propre » et relativement sec.

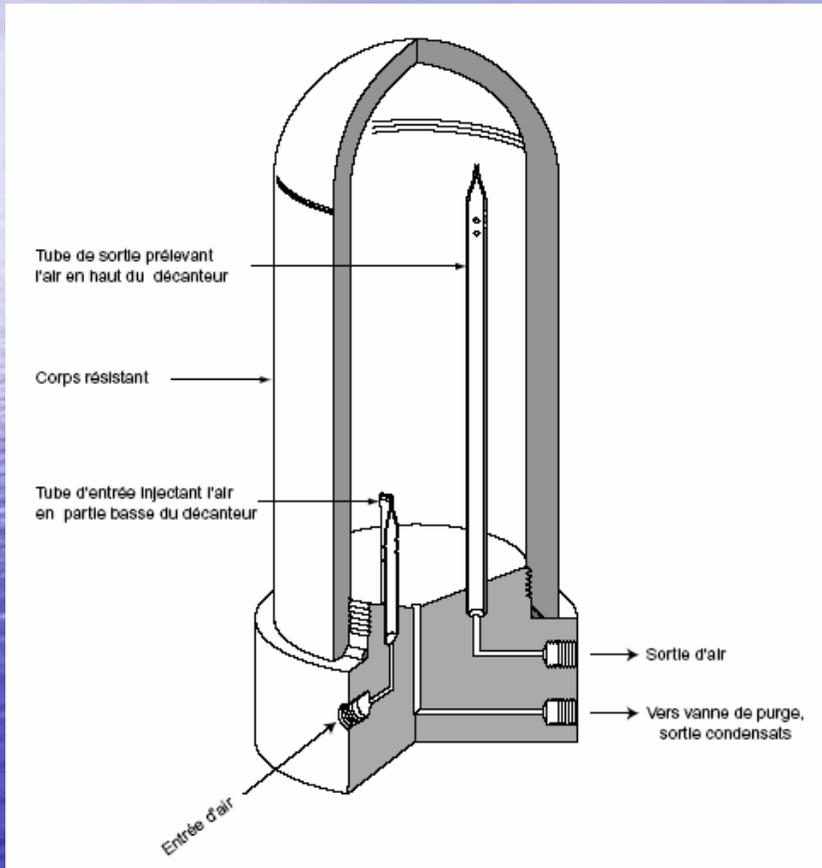
L'air ne doit pas contenir d'éléments susceptibles de nuire au fonctionnement du compresseur

Filtre dépoussiéreur en entrée de compresseur
(papier, bain huile, feutre gras, centrifuge, ...)

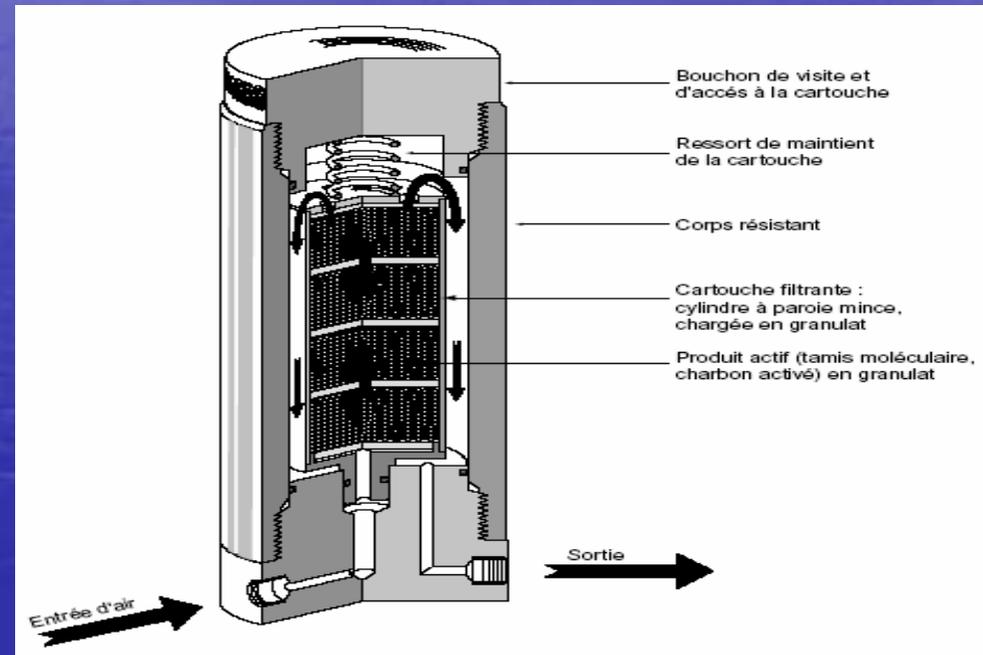
Filtre décanteur centrifuge pour l'élimination des vapeurs d'eau et d'huile après compression
(automatique ou manuel : toutes les 8 à 12 mn)

Filtre à tamis moléculaire et charbon actif en filtration finale

Détail de filtres



Filtre décanteur



Filtre terminal

Compression par étage

Mécaniquement, la compression de l'air à des hautes pressions ne peut se faire en une seule opération. On procède par étapes successives appelées étages.

1° Etage	2° Etage	3° Etage	4° Etage	5° Etage
6 bars	45 bars	225 à 330 bars		
4 bars	20 bars	60 bars	225 à 330 bars	
4 bars	15 bars	45 bars	150 bars	225 à 330 bars

Caractéristiques des différents étages

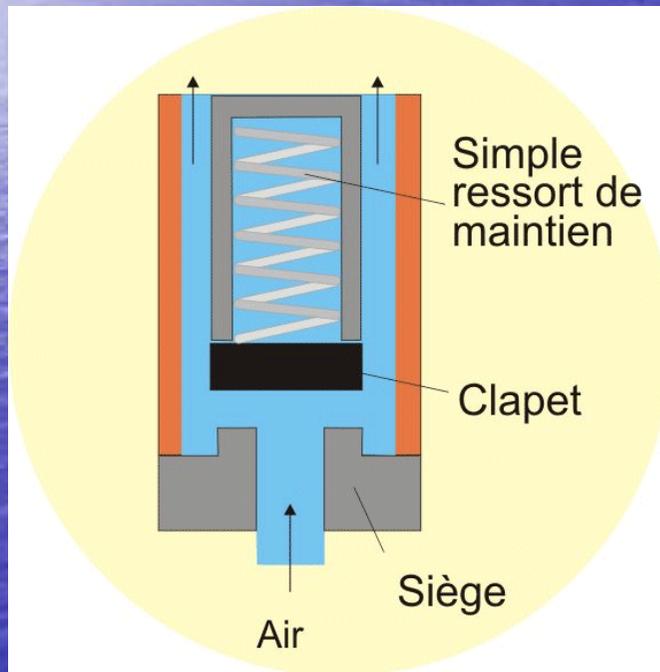
Le volume généré par le mouvement du piston du premier étage ainsi que la vitesse de rotation du vilebrequin vont déterminer la capacité du compresseur ($1500\text{tr/mn} \times 0,24\text{l}$ donne $22\text{ m}^3/\text{h}$)

Les étages successifs sont décalés

Le volume des étages successifs va en diminuant

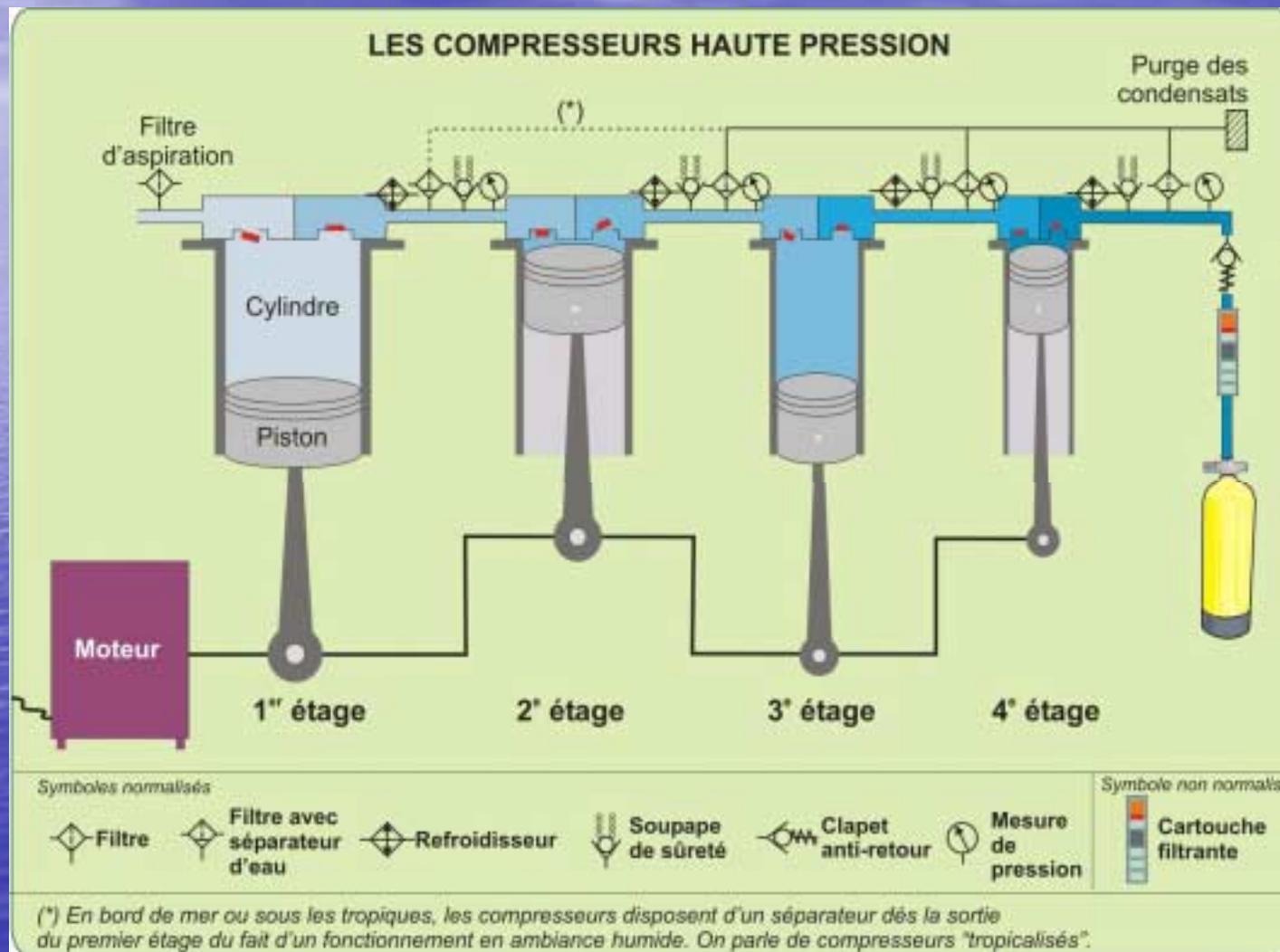
Soupapes de sécurité

Afin d'éviter toute détérioration, des soupapes de sécurités sont installées entre les étages. Elles permettent d'évacuer tout excès accidentel de pression.



Une soupape est caractérisée par sa pression de déclenchement ainsi que son débit.

Schéma d'un compresseur



Caractéristiques d'un compresseur

Un compresseur est caractérisé par :

Son mode d'entraînement (électrique 220/380v, thermique, accouplement sur moteur de bateau, ...)

Ses capacités débit et pression (22m³/h, 230 bars)

Son coût d'entretien

Son mode de refroidissement

Son poids

Son volume sonore

...

Exemple de choix

Mission en corse d'une semaine, loin de tout club de plongée.

Besoin de gonfler 2 X 4 blocs de 15 litres 200 bars par jour. Soit 2 X 9 m³/ jour

Possibilité d'alimentation électrique en 220V uniquement.

Choix :

Location compresseur portable Bauer Junior de 100l/mn à 200 bars alimenté en 220V 2,2KW. Une sortie. Purge manuelle. Poids 46kg

1 filtre terminal à cartouche jetable (autonomie 120m³) en DIN

3 lynes de raccordement DIN pour gonflages simultanés des 4 blocs

Temps de gonflage estimé : max 2 x 1,5H/jour. Budget : 250€

Station de gonflage

Ses fonctions sont :

Remplir les blocs de plongée

Assurer une sécurité acceptable

Permettre un travail rapide (utilisation de réserves tampon)

Station de gonflage Composition

Compresseur

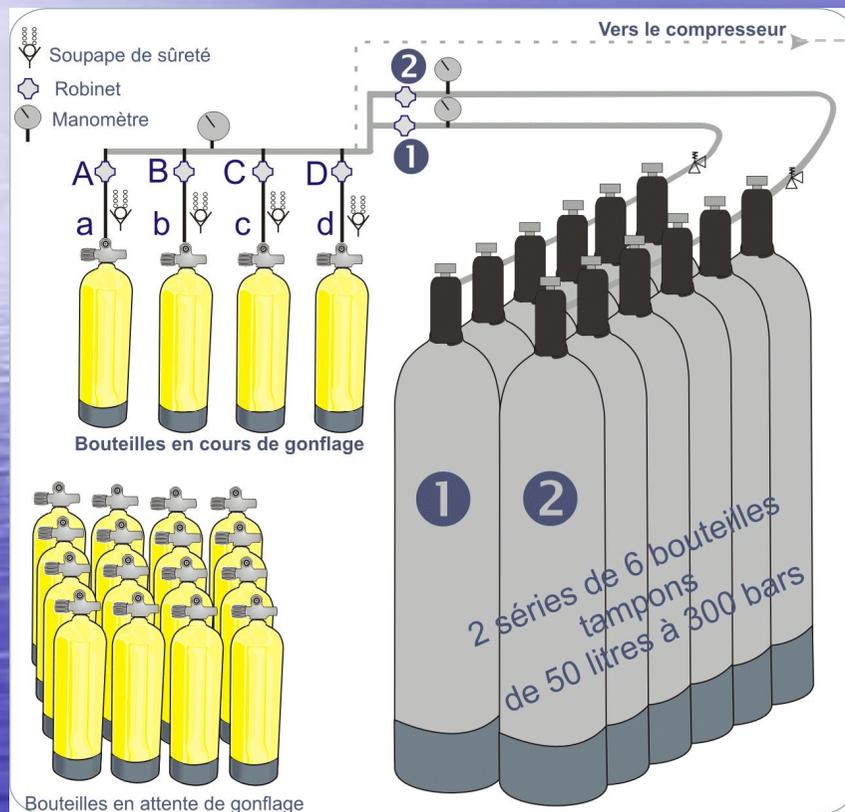
Bouteilles tampon

Rampe de gonflage

Moyens de contrôle et de sécurité

Station de gonflage

Schéma



Bouteilles tampon

Bouteilles de grand volume (30, 50 litres) reliées entre elles.

Possibilité d'utiliser plusieurs série de tampon indépendants

Pression de service généralement supérieure aux blocs (300, 350 bars)

Soumis à ré-épreuve (10 ans)

Chaque ensemble équipé d'une soupape correctement dimensionnée

Rampe de gonflage

Permettre le chargement des blocs à la pression de service.

Flexible de raccordement en étrier ou DIN avec vanne d'isolation et vanne de purge

Manomètre de pression de la rampe

Soupape tarée à la pression de service des blocs

Un détendeur permettant de limiter la pression au niveau de la rampe (si pression tampon supérieure)

Dangers liés à l'utilisation d'une station de gonflage

Electrocution (indice de protection, protection différentielle, nature des câbles, continuité de terre)

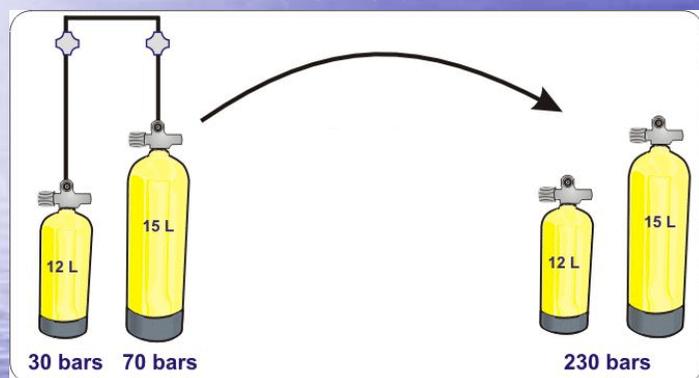
Rupture de flexible ou tuyauterie (fixation des canalisations, câble anti fouet sur flexibles de plus de 1m)

Courroie, ventilateur, arbre d'entraînement (cache de protection, sectionner l'alimentation avant intervention)

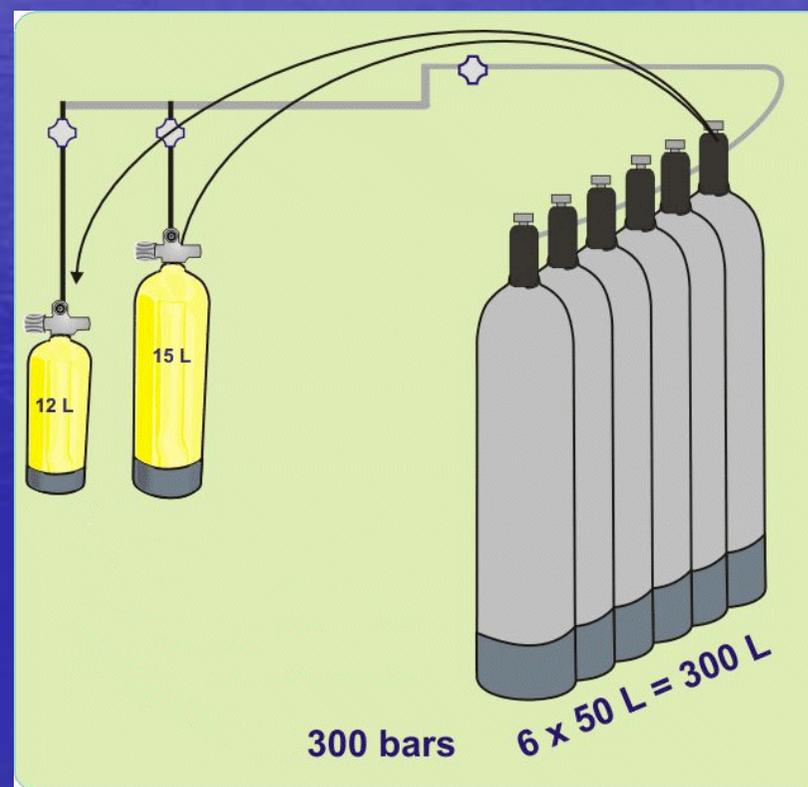
Chutes, démarrage intempestif, niveau sonore, risques liés à la maintenance

Principe d'utilisation des tampons

On veut gonfler 2
blocs à 230 bars

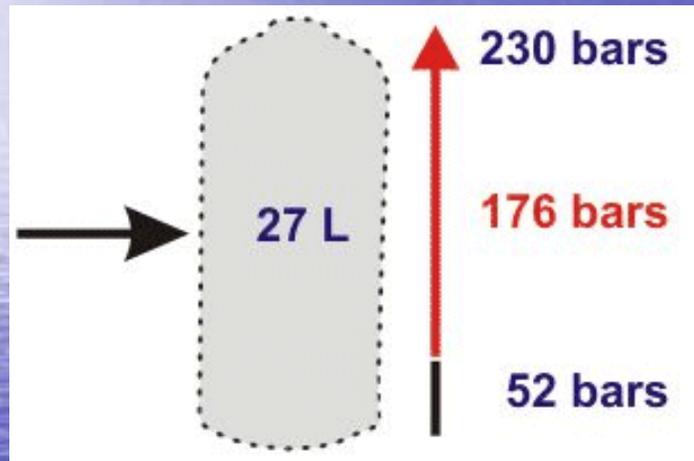


On dispose de tampons (300l à
300bars)



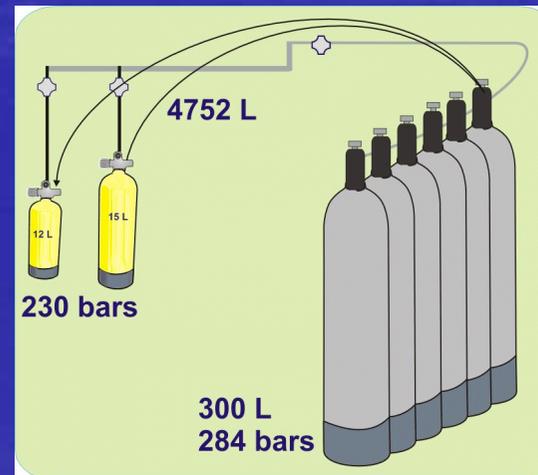
Principe d'utilisation des tampons (suite)

Mis en communication nos 2 blocs nous
donnent 27 litres à 52 bars



Pour les compléter
il manque : $27 \times$
 $176 = 4752$ litres

Retirés aux tampons
leur pression chute à
284 bars



Consignes d'utilisation d'une station de gonflage

Utilisation par du personnel qualifié

Vérification du niveau huile compresseur avant démarrage

Contrôle des dates d'épreuve avant gonflage

Purge des robinetteries blocs avant raccordement à la rampe

Respect des pressions de service

Purger fréquemment les décanteurs et filtres (si non automatique) et recyclage des condensats

Consignes de Maintenance d'une station de gonflage

Carnet d'entretien à jour

Carnet de suivi rempli (Qui/Jour/Nbr heure)

PV de contrôle des soupapes, carter, tampons

Vidange périodique huile compresseur

Analyse d'air annuelle (ou après intervention)

Remplacement périodique des filtres

Dépoussiérage des échangeurs et radiateurs

Contrôle des courroies

Contrôle des borniers électriques

Risques de pollution de l'air

Prise d'air (polluants à proximité)

Huile non conforme

Usure du compresseur (consommation excessive d'huile)

Défauts de purges

Filtres encrassés

Echauffement anormal (détérioration de l'huile = production de CO et CO₂)

Mini guide de dépannage

Pannes	Causes possibles
Excès de pression inter étage	Clapet d'aspiration étage suivant
Pression ou débit insuffisant	Filtre bouché, fuite, courroie Clapet défectueux, purge ouverte
Echauffement anormal	Ambiance surchauffée, circuit de refroidissement
Bruit excessif (hors démarrage)	Manque d'huile, embiellage
Démarrage impossible	Défaut d'alimentation, compresseur bloqué