LE COMPRESSEUR

Formation Niveau 4 - Guide de palanquée

Objectif

- Connaître **le principe de fonctionnement** d'un compresseur : savoir commenter un schéma de principe et décrire le fonctionnement des différents composants
- Connaître **la règlementation** concernant le gonflage des blocs en toute sécurité
- Reconnaître **les pannes courantes** (simples)

Justification

- Pouvoir apporter votre aide lors des gonflages de blocs
- Pouvoir répondre aux questions des plongeurs
- **Vous préparer à l'épreuve orale sur le « Matériel de plongée »**

Prérequis

- Lois physiques dont la Loi de Mariotte, la température et la compression

Introduction

1. **Le fonctionnement**
2. **Règlementation et entretien**
3. **Pannes simples**

1/ Contrairement aux solides et liquides, les gaz se compriment aisément.

En plongée, prendre l'air atmosphérique à 1B => le comprimer à 176B, 200B, 230B dans une bouteille de plongée, ou à 300B dans un blocs tampon

tel est le rôle du compresseur

2/ Un compresseur demande une attention particulière et régulière.

Une mauvaise installation, un mauvais entretien ou une mauvaise utilisation peut avoir de graves conséquences pour son fonctionnement mais aussi pour les plongeurs.

1. Le fonctionnement

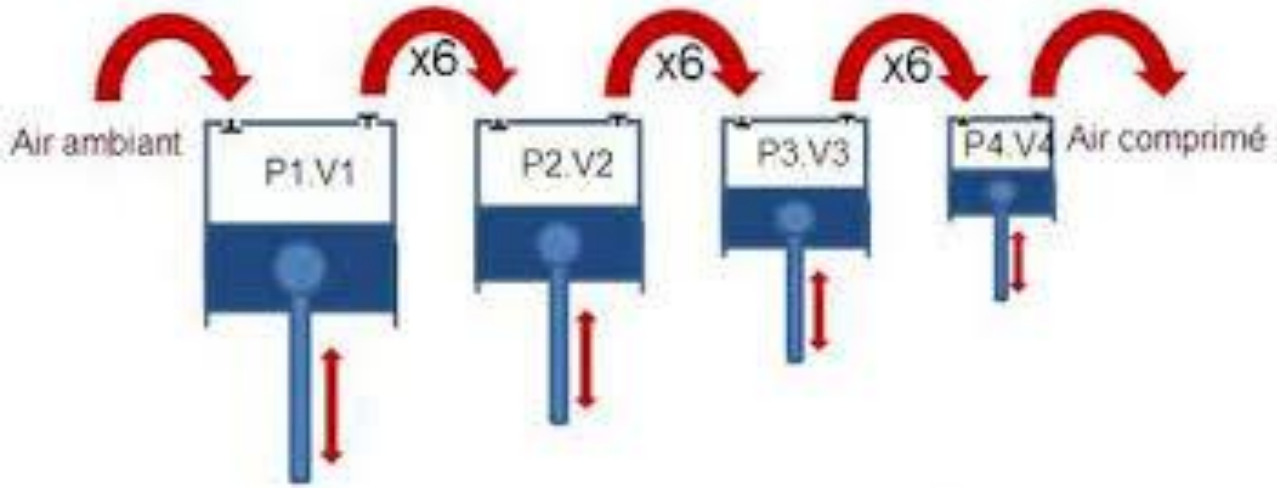
a. Compression de l'air

Rappel **Loi de Mariotte**

"A température constante, le produit du volume par la pression absolue d'une certaine masse de gaz parfait est constant".

V x P = constant

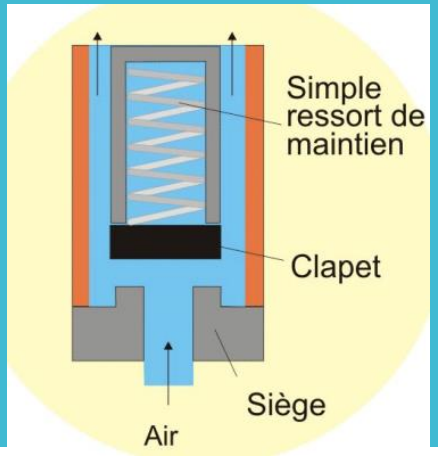
Si V ↘ P ↗



1. Le fonctionnement

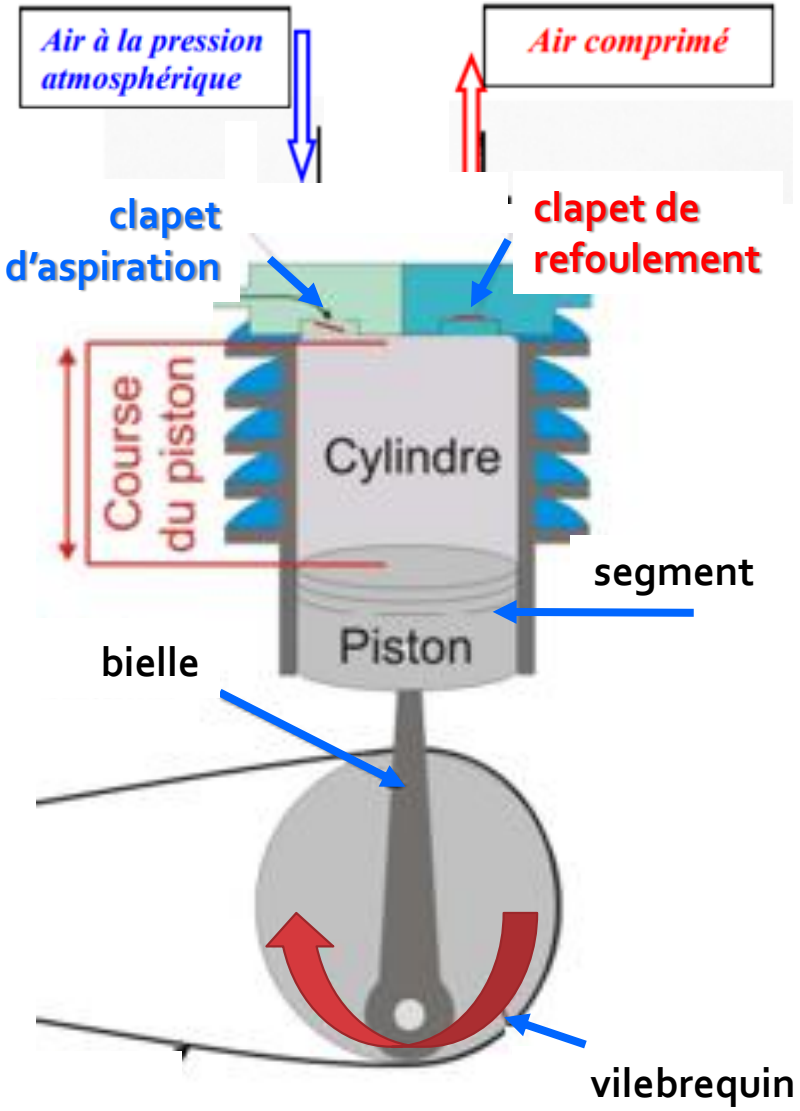
a. Compression de l'air

b. Principe du compresseur à pistons



Soupape

<u>tarée 10% au dessus</u>



<u>Le cœur du mécanisme : l'étage</u>

<u>Le cycle de compression : en 3 phases</u>

1. Admission/ Aspiration

- Le piston descend => P diminue
- Le clapet d'aspiration s'ouvre
- Le clapet de refoulement se ferme
- L'air pénètre dans le cylindre (jusqu'à la limite de course du piston)

2. Compression

- Le clapet d'aspiration se ferme
- Le clapet de refoulement reste fermé
- Le piston remonte
- L'air est comprimé dans le cylindre

3. Refoulement

- Le piston monte => P augmente
- Le clapet d'aspiration reste fermé
- Le clapet de refoulement s'ouvre (atteint le seuil de déclenchement)

L'air comprimé s'échappe du cylindre et se déverse dans un autre cylindre, **<u>plus étroit</u>**

1. Le fonctionnement

a. Compression de l'air

b. Principe du compresseur à pistons

c. Compresseur multi-étages

- Pour des raisons mécaniques, on ne peut pas atteindre les hautes pressions de 230 bars avec 1 seul étage. L'élévation de température se serait pas supportée par les matériaux, ni par les huiles.
- La montée en pression se fait donc en plusieurs étages successifs, avec un taux de compression de 4 ou 6 par étage.

Schéma de principe du compresseur

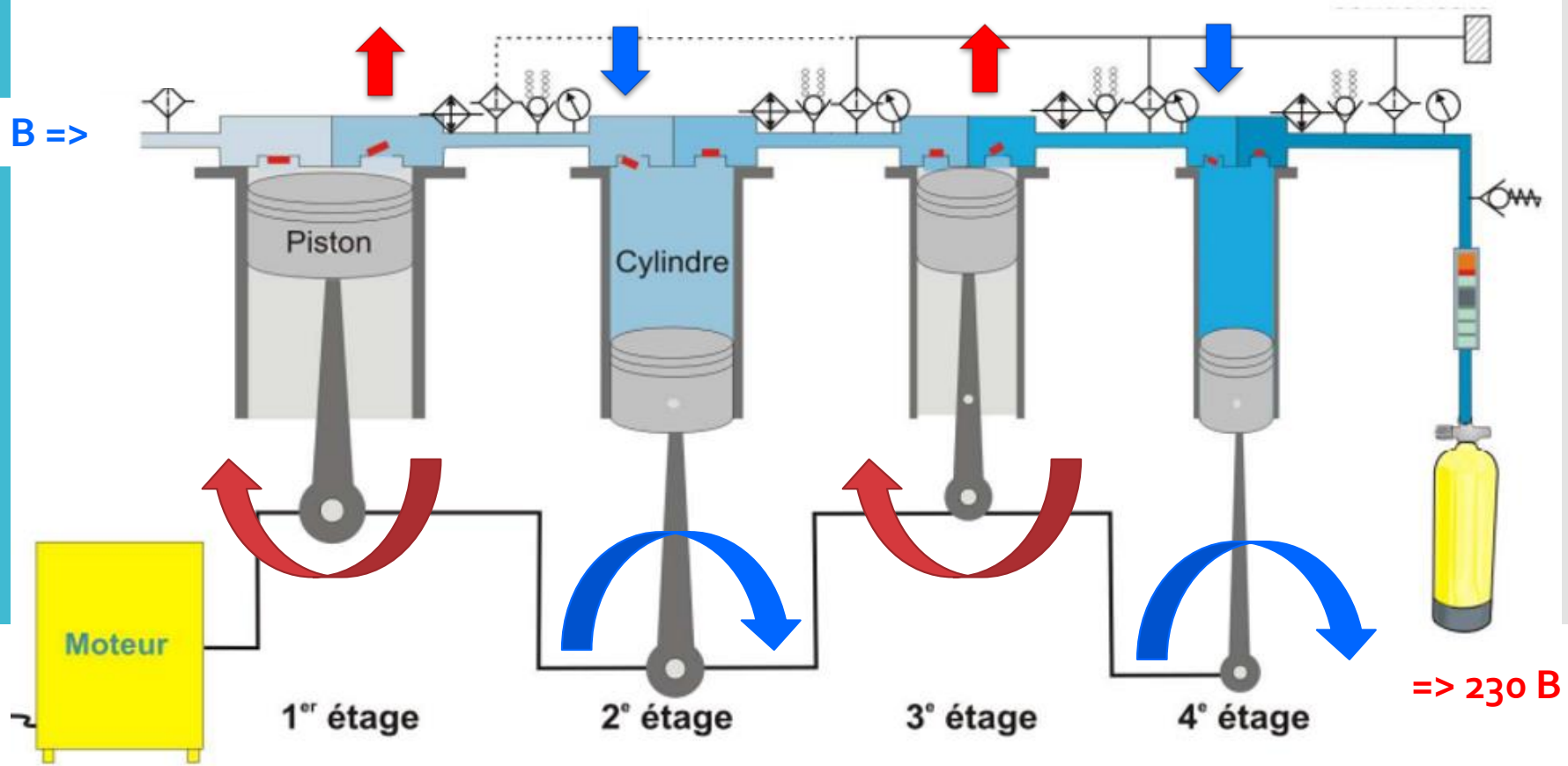


Schéma mécanique du compresseur

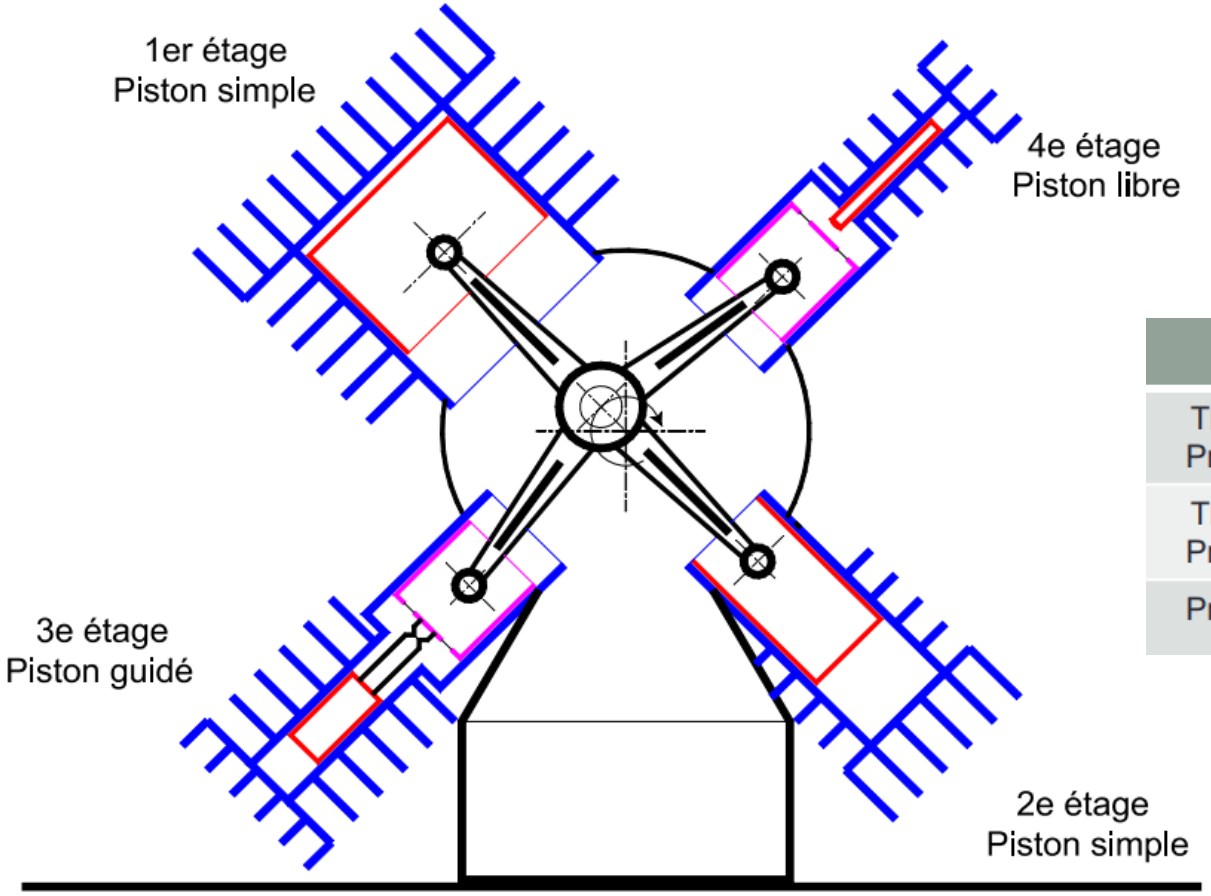


Figure 20 Compresseur à 4 étages en étoile

Exemple d'augmentation de pression entre étages sur différents types de compresseurs

	1er étage	2ème étage	3ème étage	4ème étage	5ème étage
Théorie Pratique	6b 6b	36b 45b	216b 225b à 330b		
Théorie Pratique	4b 4b	16b 20b	64b 60b	256b 225b à 330b	
Pratique	4b	15b	45b	150b	350b à 500b

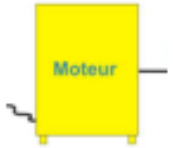
1. Le fonctionnement

a. Compression de l'air

b. Principe du compresseur à pistons

c. Compresseur multi-étages

d. Moteur



Moteur > avec courroie

- **électrique** (monophasé 220V = 9m3/H ou triphasé 380V = 13 à 40m3/H).

=> pas d'émission de résidus, niveau sonore moins élevé, facilité d'entretien.

- **thermique essence** => adapté pour les compresseurs portatifs.

Attention, la prise d'air ne doit pas être sous le vent de l'échappement, ou sous des rejets de résidus de combustion (danger du monoxyde de carbone CO).

1. Le fonctionnement

a. Compression de l'air

b. Principe du compresseur à pistons

c. Compresseur multi-étages

d. Moteur

e. Lubrification

Lubrification

- pour rôle de garantir le coulissement des pistons dans les cylindres, la rotation correcte des bielles et du vilebrequin, et de réduire la montée en chaleur des pièces métalliques en mouvement.

- par barbotage ou pompe à huile avec une **huile spécifique minérale ou de synthèse** qui doit répondre à trois critères :
  - Toxicité minimale
  - Résistance aux températures
  - Lubrification suffisante

  Le choix est défini par le constructeur du compresseur

- Des particules l'huile peuvent être retrouvées à la sortie, sous différentes formes : vapeur, aérosol ou liquide. Il faut donc surveiller de près, la température de l'huile (risque de libération de gaz ou auto-inflammation).

1. Le fonctionnement

a. Compression de l'air

b. Principe du compresseur à pistons

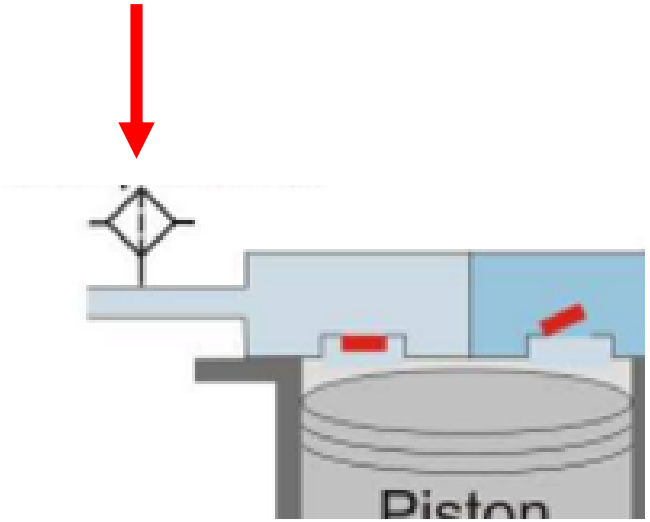
c. Compresseur multi-étages

d. Moteur

e. Lubrification

f. Filtre d'aspiration

A l'entrée



Filtre d'aspiration

- situé avant le 1er étage
- pour retenir l'humidité de l'air ambiant (! taux d'humidité de notre région !)
- pour filtrer les poussières, pollens, gaz nocifs (CO)… (! Prise d'air dans un lieu ventilé!)

La prise d'air doit être placée en hauteur éloignée d'une source d'échappement (monoxyde de carbone CO est dangereux)

1. Le fonctionnement

a. Compression de l'air

b. Principe du compresseur à pistons

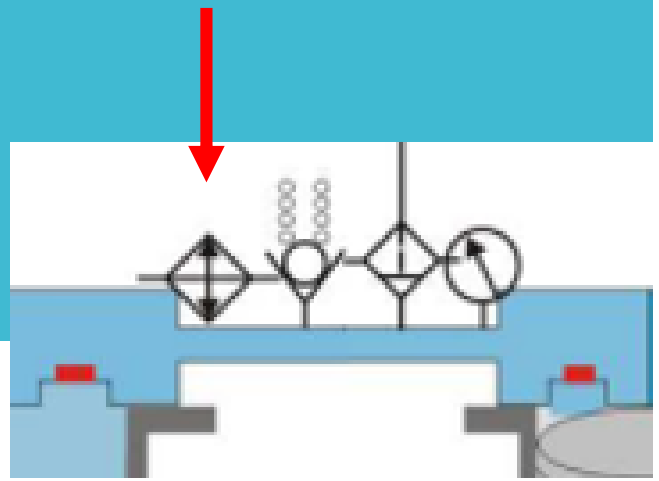
c. Compresseur multi-étages

d. Moteur

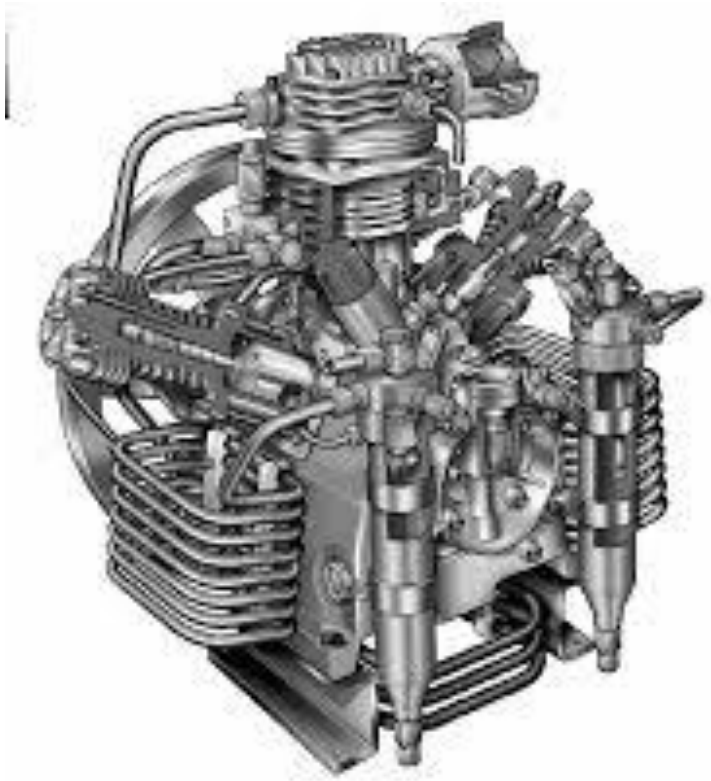
e. Lubrification

f. Filtre d'aspiration

g. Refroidissement



Entre chaque étage



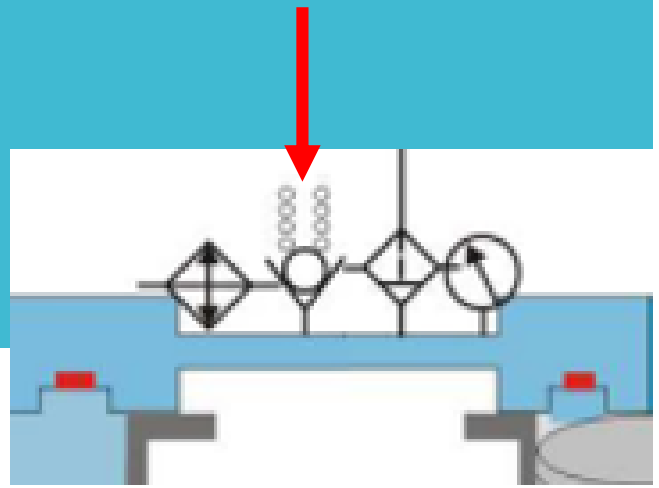
Circuit de refroidissement

- La compression rapide de l'air entraine une élévation de sa température et l'échauffement des pièces mécaniques.
- Chaque étage doit recevoir de l'air la plus proche possible de la température ambiante. L'air n'est donc pas transmis directement d'un étage à l'autre.
- Donc avant d'entrer dans l'étage suivant, l'air circule d'abord **dans un serpentin** positionné à la sortie de ce même étage , et devant un ventilateur qui refroidit l'ensemble.

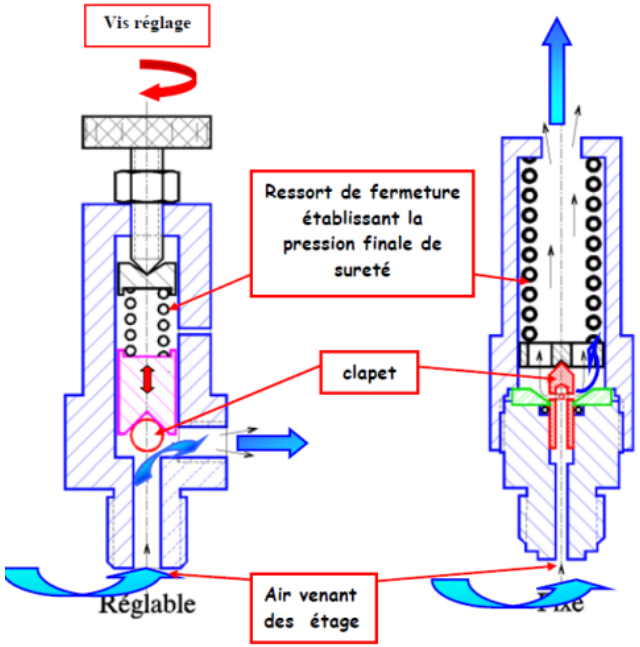
Soupapes de sûreté / de sécurité

1. Le fonctionnement

a. Compression de l'air
b. Principe du compresseur à pistons
c. Compresseur multi-étages
d. Moteur
e. Lubrification
f. Filtre d'aspiration
g. Refroidissement
h. Soupapes de sûreté



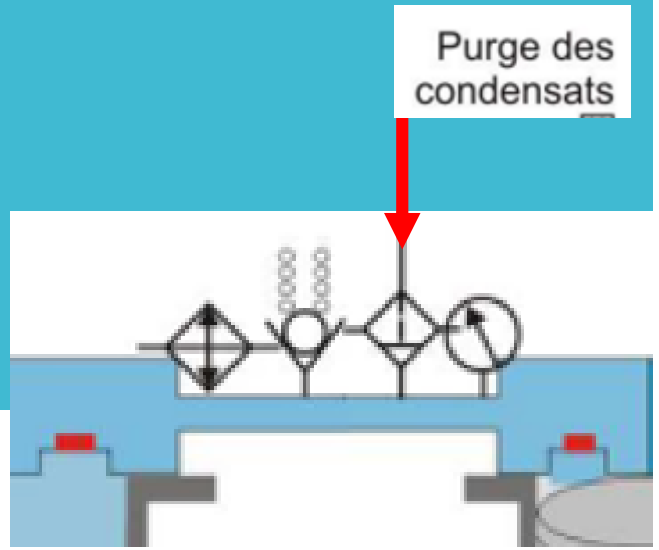
Entre chaque étage



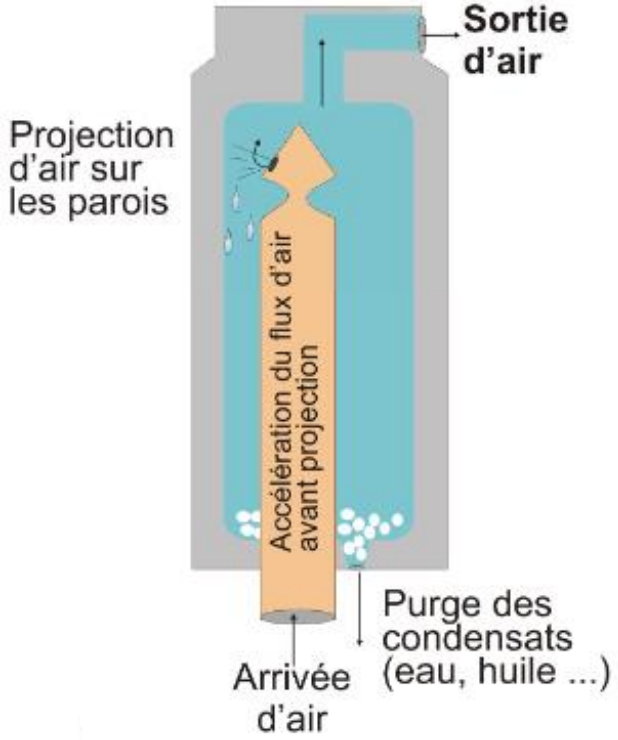
- pour rôle d'éviter la surpression dans le cylindre en cas de dysfonctionnement.
- situées entre les étages et **obligatoire** entre le dernier étage et les bouteilles en cours de gonflage.
- principe : le clapet est maintenu sur son siège par un ressort. La force de ce ressort est réglée à une pression légèrement supérieure à la pression maximale attendue dans le cylindre à protéger (=> souvent tarée 10% au dessus par le constructeur). Si la pression est dépassée, la soupape se déclenche, le clapet se soulève pour faire échapper l'air.
- Très souvent, les soupapes sont couplées avec d'autres dispositifs tel l'arrêt automatique du système électrique.
- Soupapes doivent être vérifiées et réparées par un spécialiste professionnel => délivre un certificat de tarage

1. Le fonctionnement

a. Compression de l'air
b. Principe du compresseur à pistons
c. Compresseur multi-étages
d. Moteur
e. Lubrification
f. Filtre d'aspiration
g. Refroidissement
h. Soupapes de sûreté
i. Filtre décanteur



Entre chaque étage



Filtre – décanteur (séparateur)

- pour rôle de condenser les vapeurs d'huile et d'eau pour les séparer de l'air

- l'eau due à la condensation de l'air comprimé qui se refroidit

- l'huile issue de la lubrification par le manque d'étanchéité totale entre le piston et le cylindre

- Par diminution du diamètre du tube d'entrée, l'air est accéléré et projeté perpendiculairement sur les parois.

- Un brouillard d'eau et d'huile se forme pour créer de fines gouttelettes qui vont s'écouler sur la paroi et se recueillir à la base.

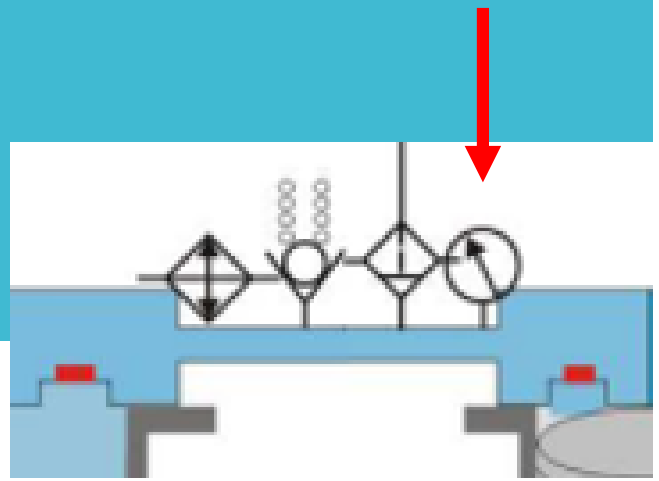
Cette séparation forme un liquide blanchâtre appelé **condensat.**

La qualité de l'air est également liée à la fréquence de l'évacuation des condensats => c'est le rôle des purges automatiques ou manuelles.

Entre chaque étage

1. Le fonctionnement

a. Compression de l'air
b. Principe du compresseur à pistons
c. Compresseur multi-étages
d. Moteur
e. Lubrification
f. Filtre d'aspiration
g. Refroidissement
h. Soupapes de sûreté
i. Filtre décanteur
j. Manomètre



Manomètre

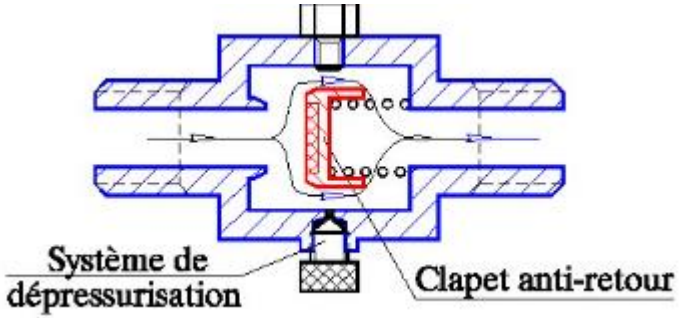
- pour rôle de s'assurer de la pression de service du cylindre.

A la sortie

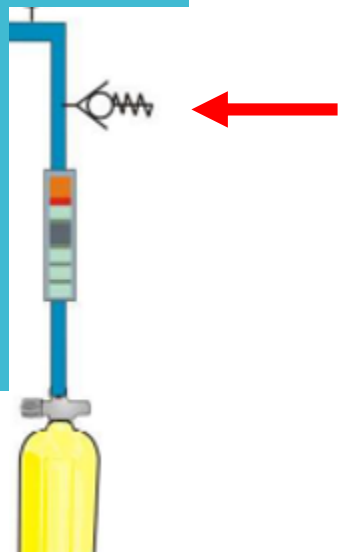
1. Le fonctionnement

a. Compression de l'air
b. Principe du compresseur à pistons
c. Compresseur multi-étages
d. Moteur
e. Lubrification
f. Filtre d'aspiration
g. Refroidissement
h. Soupapes de sûreté
i. Filtre décanteur
j. Manomètre
k. Clapet anti-retour

Le clapet anti-retour

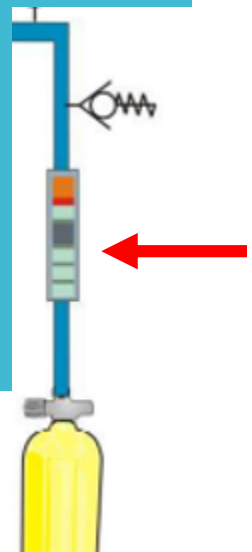


- après le dernier étage (et après la cartouche de filtration)
- pour rôle d'empêcher que l'air à haute compression ne soit refoulé dans le compresseur

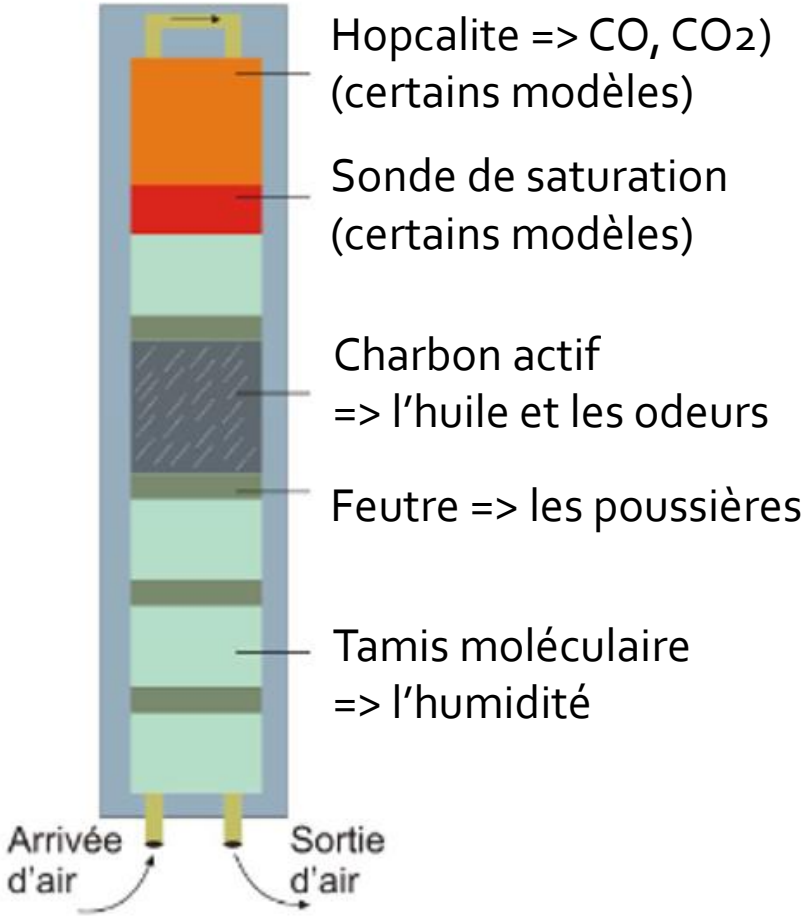


1. Le fonctionnement

a. Compression de l'air
b. Principe du compresseur à pistons
c. Compresseur multi-étages
d. Moteur
e. Lubrification
f. Filtre d'aspiration
g. Refroidissement
h. Soupapes de sûreté
i. Filtre décanteur
j. Manomètre
k. Clapet anti-retour
l. Cartouche finale



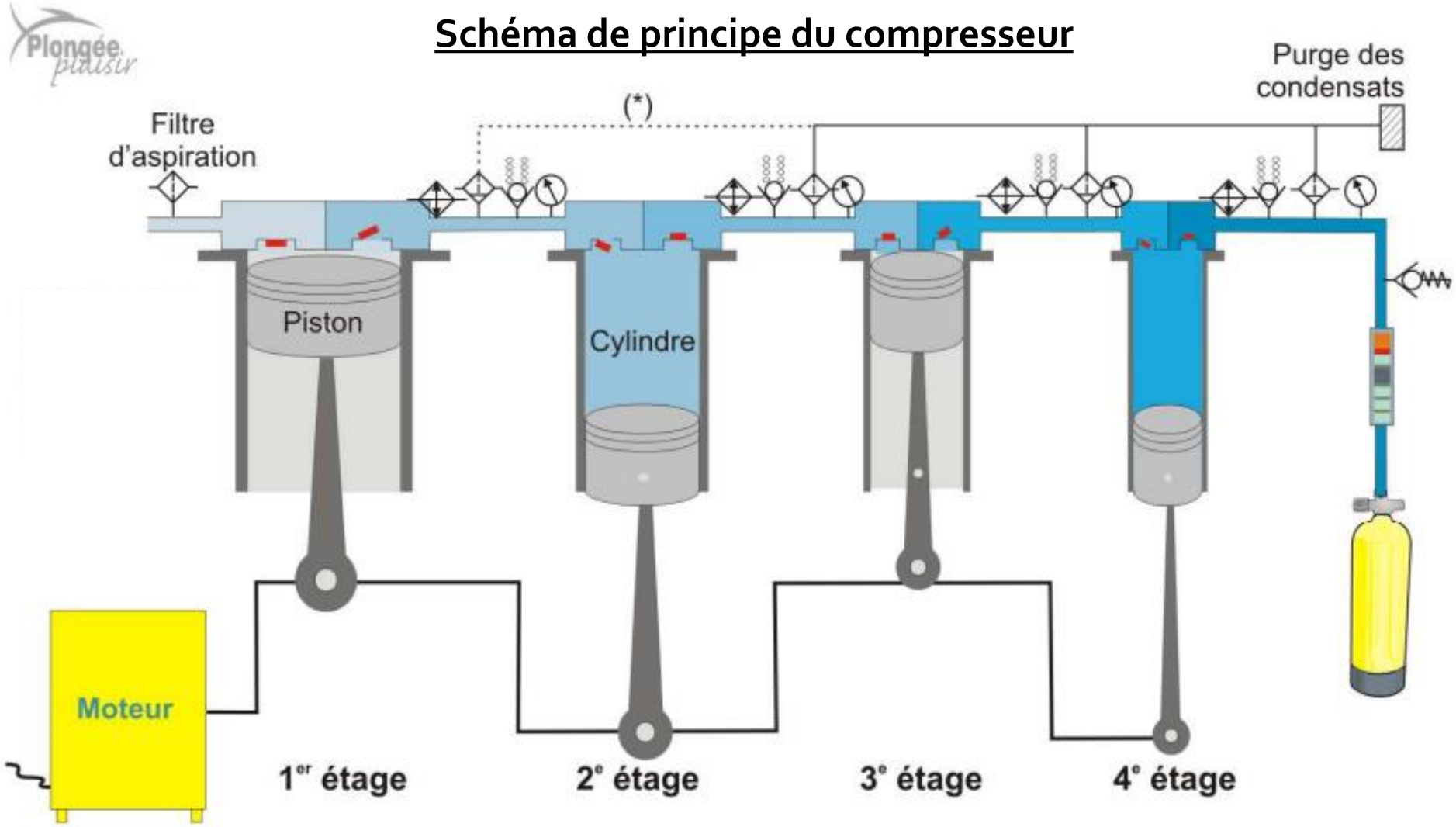
A la sortie
après le dernier étage



La cartouche de filtration :

- pour rôle de retenir les dernières impuretés
- elle est à changer tous les ans (interchangeable), car elle s'use. Obligatoire chez les SCA
- Il est conseillé de faire analyser périodiquement l'air du compresseur en particulier dès qu'il y a eu des interventions (valise d'analyse d'air CODEP)

Schéma de principe du compresseur



Symboles normalisés

Filtre — Filtre avec séparateur d'eau — Refroidisseur — Soupape de sûreté — Clapet anti-retour — Mesure de pression

Symbole non normalisé

Cartouche filtrante

(*) En bord de mer ou sous les tropiques, les compresseurs disposent d'un séparateur dès la sortie du premier étage du fait d'un fonctionnement en ambiance humide. On parle de compresseurs "tropicalisés".

1. Le fonctionnement

a. Compression de l'air
b. Principe du compresseur à pistons
c. Compresseur multi-étages
d. Moteur
e. Lubrification
f. Filtre d'aspiration
g. Refroidissement
h. Soupapes de sûreté
i. Filtre décanteur
j. Manomètre
k. Clapet anti-retour
l. Cartouche finale
m. Modèles

Tirette
Moteur à essence

La performance du compresseur => le débit de remplissage, en m3/heure ou en litres/minute et de la pression de sortie : Baeur, Coltri, Nardi, Bavaria…

➢ **<u>Compresseur à usage collectif = 16 à 60 m3/ H</u>**

➢ **<u>Compresseur portatif = 6 ou 8 m3/ H</u>**

- Moteur essence silencieux / ou moteur électrique monophasé 220 volts
- Compacte, il se met dans tous les coffres de voiture; poids: 38kg,
- Permet un gonflage à 220 ou à 300 bars avec un débit de 6 m3/heure ;
- Qualité de l'air respirable assurée par filtre d'entrée d'air, puis filtre charbon tamis moléculaire en cartouche interchangeable ; Purges manuelles
- 1 sortie étrier, ou DIN 200, ou DIN 300

1. Le fonctionnement
a. Compression de l'air
b. Principe du compresseur à pistons
c. Compresseur multi-étages
d. Moteur
e. Lubrification
f. Filtre d'aspiration
g. Refroidissement
h. Soupapes de sûreté
i. Filtre décanteur
j. Manomètre
k. Clapet anti-retour
l. Cartouche finale
m. Modèles

2. Règlementation et entretien

Règlementation

- **Déclaration à la préfecture** ou à la DRIRE du plan d'installation de la station de gonflage.
- **Tenue d'un cahier de bord** obligatoire => exploitation & entretien
- **Affichage obligatoire**

  - des personnes compétentes habilitées à utiliser le compresseur
  - de la procédure de gonflage

« Le personnel chargé de la conduite d'équipements sous pression doit être informé et compétent pour surveiller et prendre toute initiative nécessaire à leur exploitation sans danger »
(article 5, arrêté du 20 novembre 2017)

1. Le fonctionnement
a. Compression de l'air
b. Principe du compresseur à pistons
c. Compresseur multi-étages
d. Moteur
e. Lubrification
f. Filtre d'aspiration
g. Refroidissement
h. Soupapes de sûreté
i. Filtre décanteur
j. Manomètre
k. Clapet anti-retour
l. Cartouche finale
m. Modèles

2. Règlementation et entretien

Entretien courant => procédures / consignes d'utilisation

Avant de mettre en route le compresseur:

- Vérifier les carnet d'entretien => les dernières mises à jour réalisées
- Vérifier le niveau d'huile,
- Vérifier qu'il n'y aura pas de problème avec la prise d'air
- Vérifier ce qu'il y a à gonfler => nombre de blocs + TIV à jour
- Purger la robinetterie de la bouteille, avant de la raccorder au compresseur

Pendant le fonctionnement:

- Vérifier à la mise en route que **la pression monte correctement** aux manomètres
- Vérifier qu'il n'y a pas de **fuite éventuelle et de bruits anormaux**
- Vérifier que les purges automatiques fonctionnent. Si elles sont manuelles, purger les condensats très régulièrement
- Ne jamais dépasser la pression de service (du tampon/ de la bouteille)

1. Le fonctionnement
a. Compression de l'air
b. Principe du compresseur à pistons
c. Compresseur multi-étages
d. Moteur
e. Lubrification
f. Filtre d'aspiration
g. Refroidissement
h. Soupapes de sûreté
i. Filtre décanteur
j. Manomètre
k. Clapet anti-retour
l. Cartouche finale
m. Modèles

2. Règlementation et entretien

Entretien régulier => selon les préconisations du constructeur

- Régulièrement : nettoyer la prise d'air et le filtre d'entrée surtout si atmosphère poussiéreuse, et le tourner ¼ de tour
- Tous les ans : contrôler la **qualité de l'air** + dès qu'il y a eu des interventions => il existe des compresseurs à analyse d'air en continu
- Tous les ans : vidanger **l'huile**
- Tous les ans : changer **la cartouche filtrante** (interchangeable)
- Tous les 10 ans : requalifier le corps du filtre de la cartouche filtrante, et faire vérifier le tarage de la **soupape** de sûreté par un spécialiste (arrêté du 4 déc.1998)

1. Le fonctionnement
a. Compression de l'air
b. Principe du compresseur à pistons
c. Compresseur multi-étages
d. Moteur
e. Lubrification
f. Filtre d'aspiration
g. Refroidissement
h. Soupapes de sûreté
i. Filtre décanteur
j. Manomètre
k. Clapet anti-retour
l. Cartouche finale
m. Modèles

2. Règlementation et entretien

3. Pannes simples

Mini-guide de dépannage

Pannes	Causes possibles
Excès de pression inter étage	Dysfonctionnement du clapet d'aspiration de l'étage suivant
Pression ou débit insuffisant	Filtre d'aspiration bouché, Clapet d'aspiration du 1er étage défectueux, Fuite : usure cylindre/piston, soupape non étanche, purge ouverte
Echauffement anormal	Circuit de refroidissement défectueux, Sens de rotation incorrect
Bruit excessif (hors démarrage)	Manque d'huile, Embiellage défectueux
Démarrage impossible	Panne moteur, défaut d'alimentation

LES BLOCS DE PLONGEE

Formation Niveau 4 - Guide de palanquée

Objectif

- Connaître la règlementation concernant **l'inspection visuelle et la requalification.**
- Savoir **décrire le robinet de conservation** et son fonctionnement à partir d'un schéma de principe.
- Donner les **précautions d'utilisation** et d'entretien

Justification

- Pouvoir apporter votre aide lors des gonflages de blocs
- Pouvoir répondre aux questions des plongeurs
- Vous préparer à l'épreuve sur le matériel

Prérequis

- Lois physiques dont la Loi de Mariotte

Plan

1. Les blocs de plongée
- a. Types de bloc
- b. Fabrication
- c. Marquage

2. La réglementation
- a. Inspection visuelle
- b. Requalification

3. Le robinet de conservation
- a. Mécanisme
- b. Fonctionnement

4. Les précautions
- a. Entretien
- b. Utilisation

1. Les blocs de plongée

a. Types de bloc

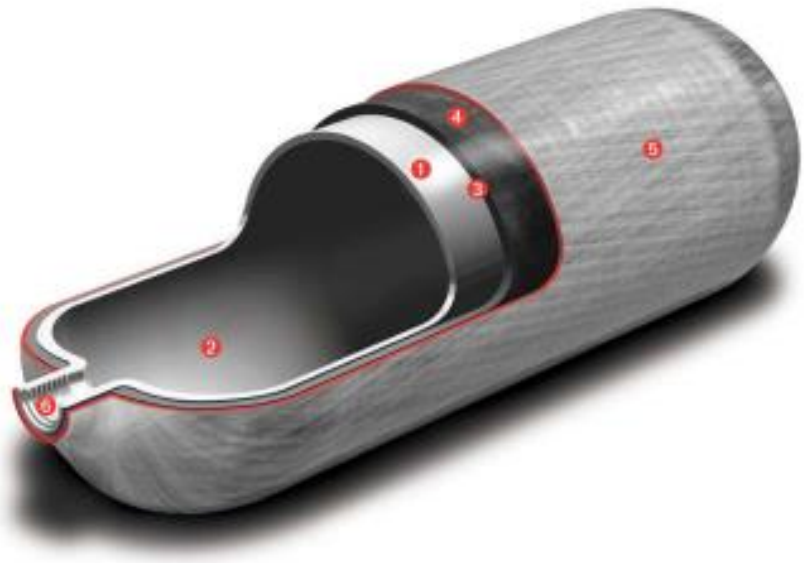
Contenance

- Bi 20 L
- 18 L
- 15 L
- 12 L (court ou long)
- 10 L
- 6 ou 7 L (enfant)

La majorité des blocs sont à des pressions de service de 230 bars (les vieilles étant à 176 bars ou 200 bars)

1. Les blocs de plongée

a. Types de bloc



Matière

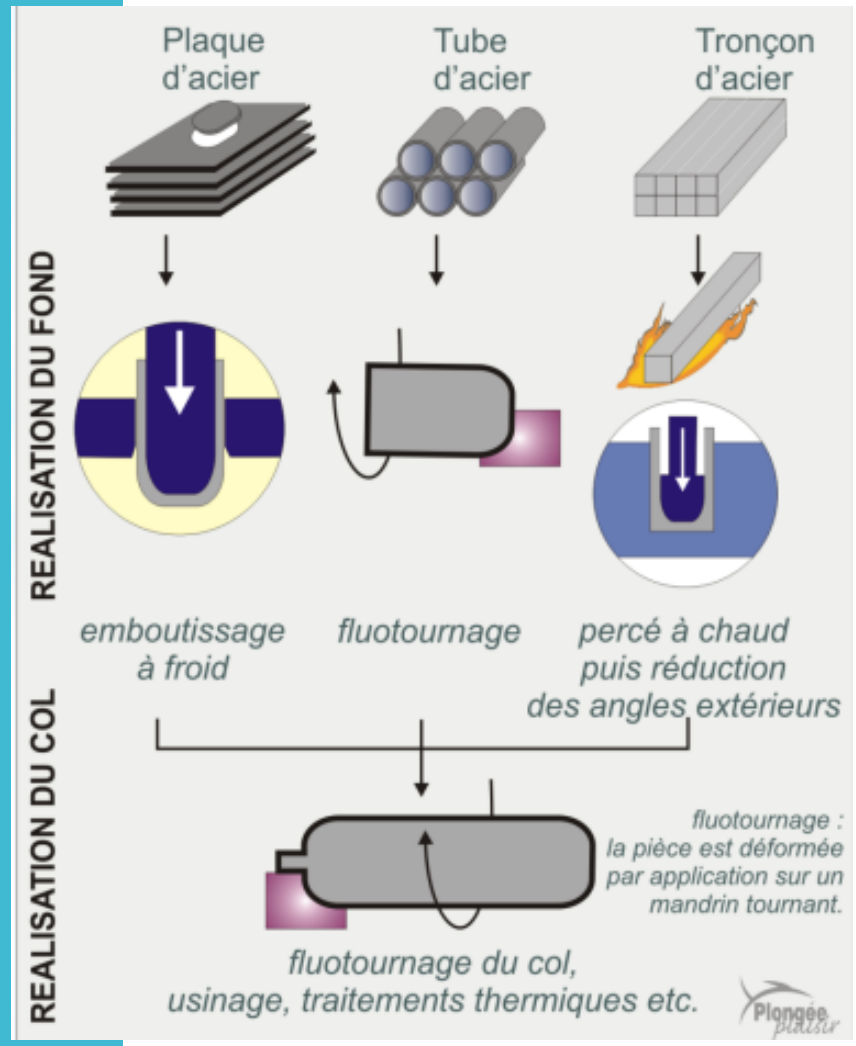
- Acier
- Aluminium (un alliage)
- Carbone (300B ; pèse env. 30% de moins que l'acier)

Bloc léger = plus de lestage

1. Les blocs de plongée

a. Types de bloc

b. Fabrication



Bloc en acier

Pour la réalisation du fond => 3 procédés

- **l'emboutissage**, à partir d'une **plaque d'acier** / rondelle
- **le fluotournage**, à partir d'un tube d'acier chauffé par induction et mis en forme
- **le filage** avec le tronçon d'acier

Pour la réalisation du col => le fluotournage, ou le forgeage

Suivie d'autres étapes : usinage, traitements thermiques, contrôle visuel, épreuve hydraulique, etc…

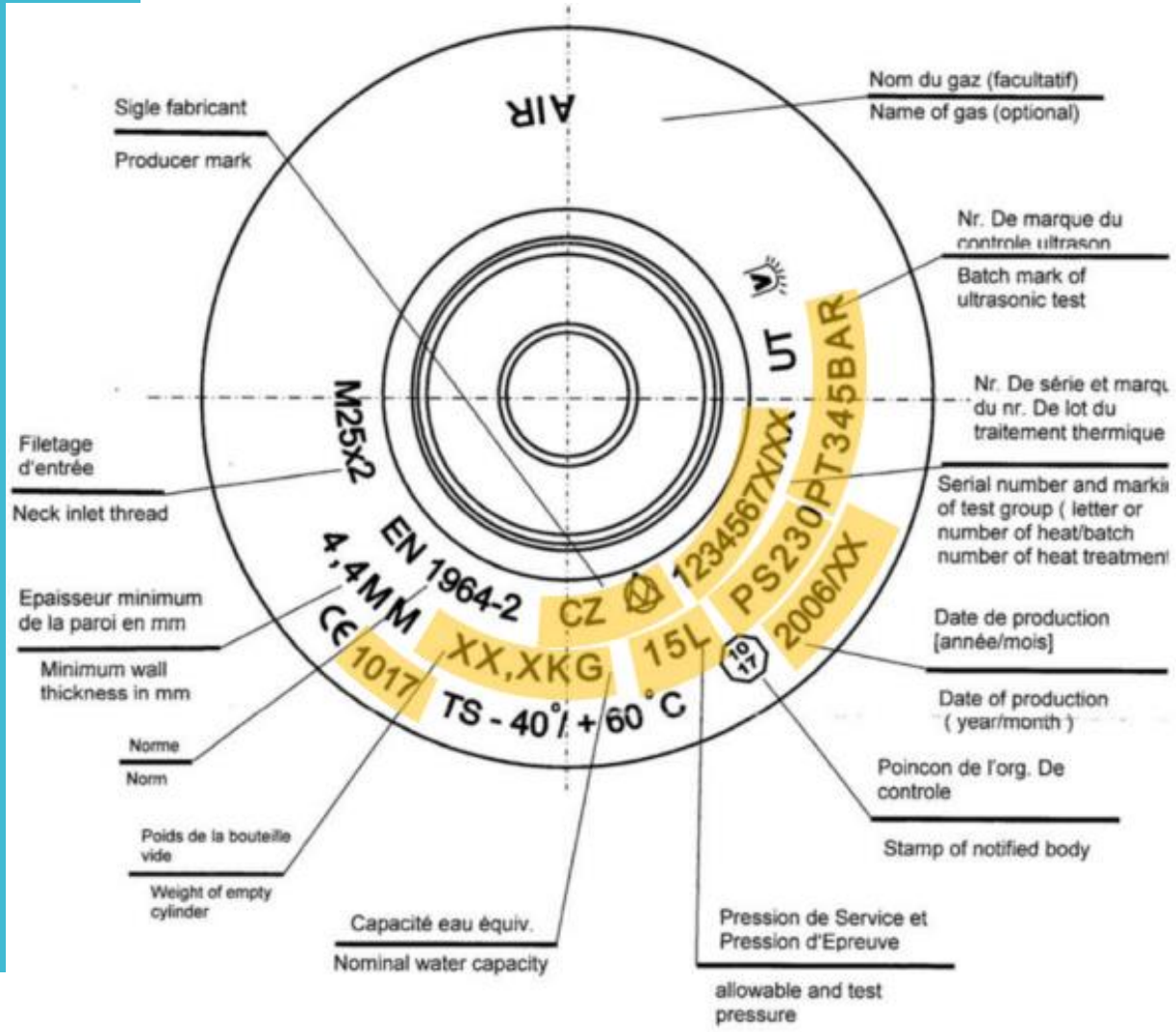
1. Les blocs de plongée

a. Types de bloc

b. Fabrication

c. Marquage

- Le plan de marquage diffère en fonction du régime sous lequel le bloc a été fabriqué et en fonction des années de fabrication.



- **Sigle Fabricant**
- **Année de fabrication**
- **N° de série**
- **Pression de service**
- **Pression d'épreuve**
- **Date d'épreuve / réépreuve**
- **Poinçon de l'organisme**
- **Capacité**
- **Nom du gaz**
- **Filetage d'entrée du col (robinet=**

1. **Les blocs de plongée**
   a. Types de bloc
   b. Fabrication
   c. Marquage

2. **La réglementation**
   a. **Inspection visuelle**

FFESSM TIV

En référence à l'art.L557-28 du code de l'environnement, et l'arrêté du 20 novembre 2017, les **Equipements sous pression (ESP)** sont soumis à **des règles de suivi** dont : l'inspection périodique et la requalification périodique.

L'inspection périodique => inspection visuelle

- consiste à **vérifier l'état du bloc extérieur et intérieur** à la recherche de traces d'oxydation (rouille), après l'avoir vidé, et l'état de la robinetterie après l'avoir démonté.
- faite par des **personnes du club habilitées** (recyclage des compétences tous les 3 ans) qui s'appellent des **TIV : Techniciens d'inspection visuelle**
- effectuée **obligatoirement tous les 1 an pour les bouteilles de plongée**
- effectuée **obligatoirement tous les 4 ans pour les blocs tampon.**

1. Les blocs de plongée

a. Types de bloc

b. Fabrication

c. Marquage

2. La réglementation

a. Inspection visuelle

b. Requalification

FFESSM TIV

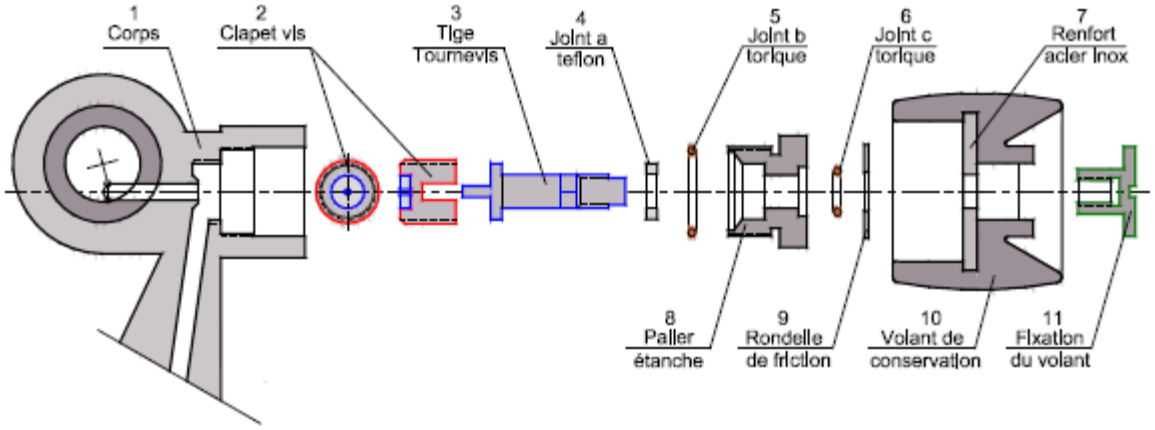
La requalification

- consiste à nettoyer l'intérieur (grenaillage), à contrôler l'état et l'épaisseur des blocs, et à les mettre sous pression d'essai (avec de l'eau) + à vérifier les filetages des robinets.
- **faite par un professionnel** (Bureau Véritas) qui rend le bloc avec le **PV d'inspection de requalification périodique et avec le poinçon** et la date d'épreuve gravée sur la bouteille. (non conforme = rebutée)
- effectuée **obligatoirement tous les 2 ans pour les bouteilles de plongée NON inscrites dans un club => régime général**
- effectuée **obligatoirement tous les 6 ans pour les bouteilles de plongée inscrites dans un club => régime dérogatoire**
- Effectuée **obligatoirement tous les 10 ans pour les blocs tampon.**

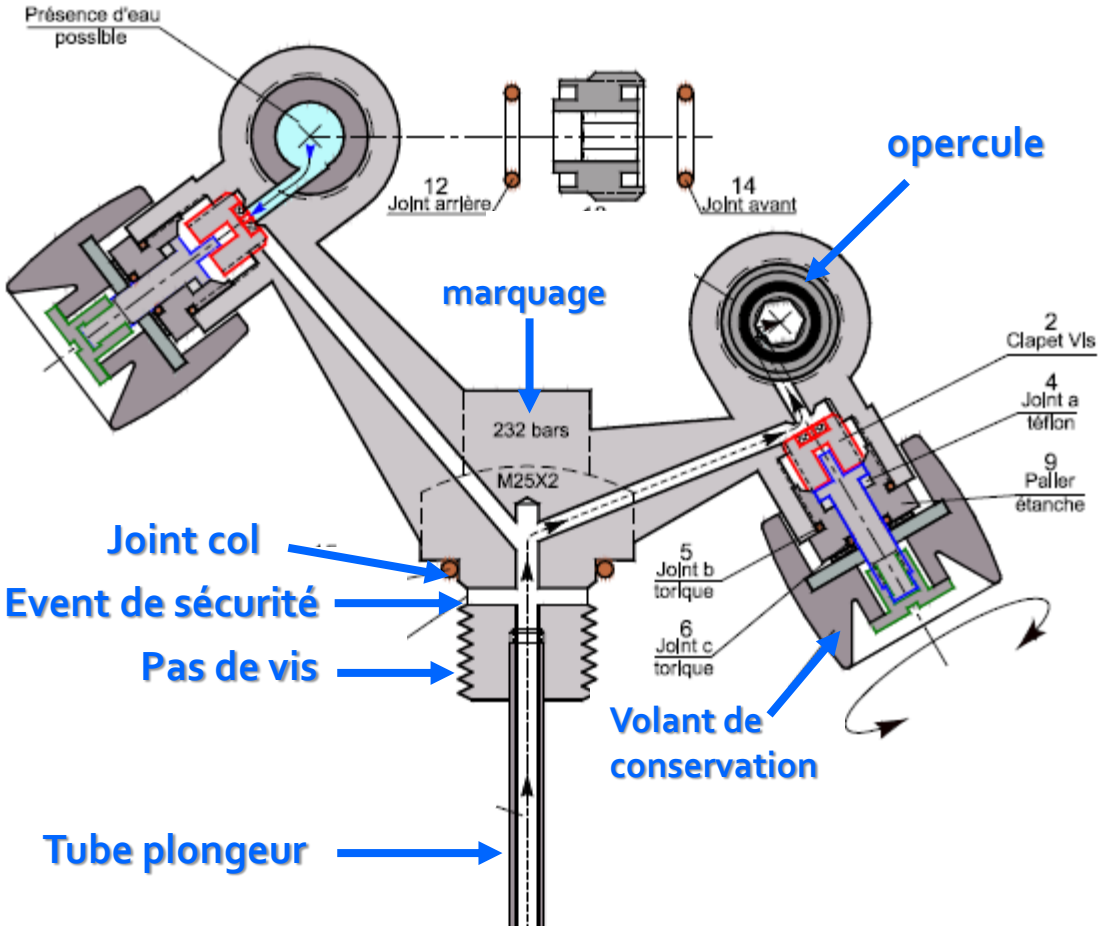
1. Les blocs de plongée
a. Types de bloc
b. Fabrication
c. Marquage

2. La réglementation
a. Inspection visuelle
b. Requalification

3. Le robinet de conservation
a. Mécanisme



Mécanisme de conservation

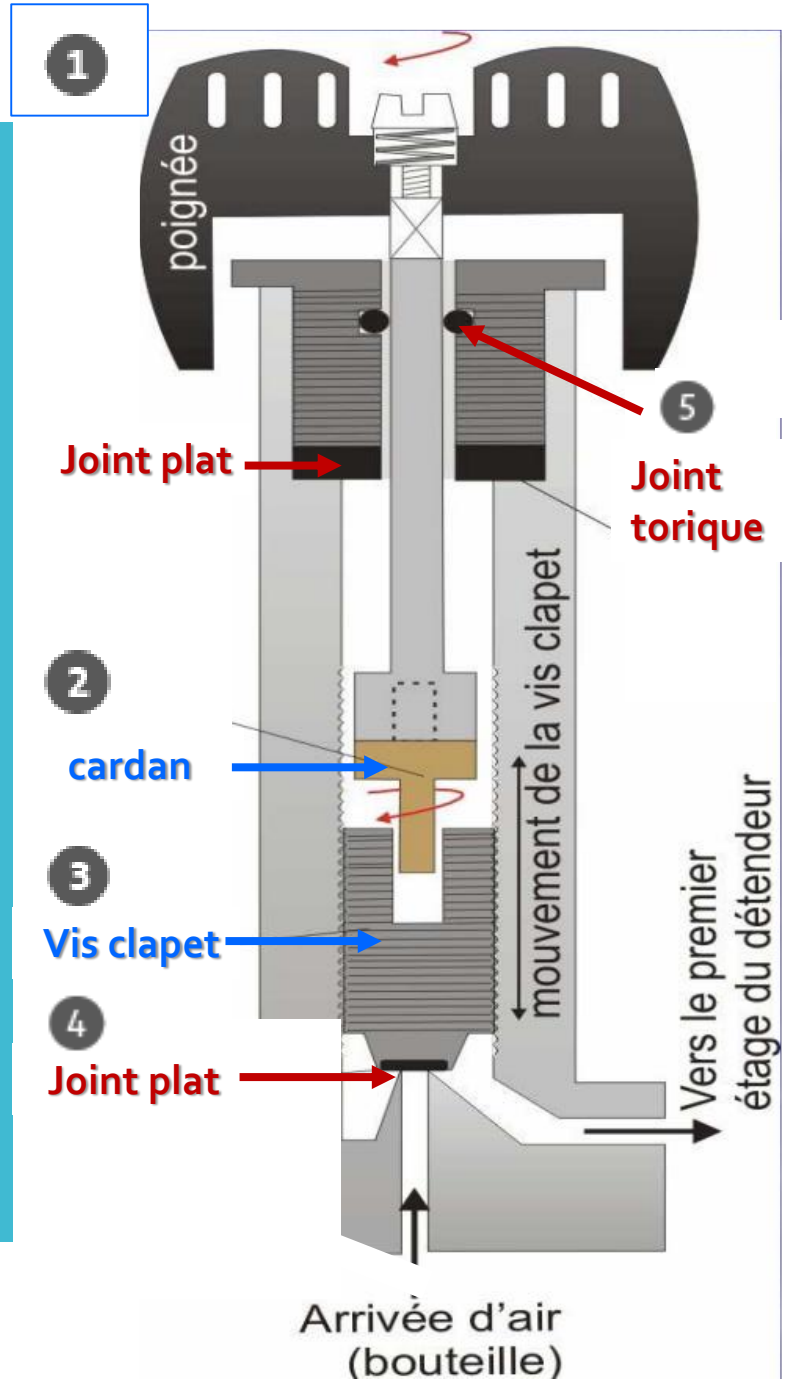


- **Volant de conservation** = la poignée pour ouvrir / fermer
- **Tube plongeur** pour éviter que les poussières/eau n'arrivent dans le détendeur lorsque le plongeur est tête en bas.
- **Pas de vis** avec des filetages différents + le **joint col** pour fixer le robinet à la bouteille
- Event de sécurité entre les 2
- **Opercule** = adaptateur pour détendeur (DIN/ étrier)
- **Marquage : le numéro série, la pression de service, le filetage d'entrée**

1. Les blocs de plongée
a. Types de bloc
b. Fabrication
c. Marquage

2. La réglementation
a. Inspection visuelle
b. Requalification

3. Le robinet de conservation
a. Mécanisme
b. Fonctionnement



Lorsqu'on ouvre ou ferme le robinet,

❶ la rotation de la poignée entraine

❷ celle du **cardan**

❸ qui va transmettre le mouvement à la **vis clapet**

=> ouvre ou ferme l'arrivée d'air

❹ Si le **joint plat** du clapet est usé => fuite. Il faut éviter de trop serrer en fermant car ça marque le joint et l'use

❺ si le **joint torique** est endommagé => fuite

1. Les blocs de plongée
a. Types de bloc
b. Fabrication
c. Marquage

2. La réglementation
a. Inspection visuelle
b. Requalification

3. Le robinet de conservation
a. Mécanisme
b. Fonctionnement

4. Les précautions
a. Entretien

De la robinetterie

- **Au démontage :**
  - S'assurer que la bouteille de plongée est **vide**
  - Utiliser un maillet en **caoutchouc** pour débloquer
  - **Identifier** chaque robinetterie avec le fût correspondant, si plusieurs robinets sont démontés en même temps
- **Au remontage :**
  - Changer les joints toriques
  - Vérifier la propreté du filetage, le graisser avec graisse constructeur
  - S'assurer que le bon robinet est remonté avec le fût correspondant : Ne pas interchanger les robinets => à chaque bloc, son robinet

1. Les blocs de plongée
a. Types de bloc
b. Fabrication
c. Marquage

2. La réglementation
a. Inspection visuelle
b. Requalification

3. Le robinet de conservation
a. Mécanisme
b. Fonctionnement

4. Les précautions
a. Entretien
b. Utilisation

- Précaution de manipulation, stockage du bloc
- A l'ouverture : ouvrir doucement le bloc pour éviter de créer de la condensation ;
- Au 1er gonflage après TIV => procédez progressivement pour s'assurer qu'il n'y a pas de fuite
- A la fermeture : éviter de trop serrer le robinet

En tant que GP, vous devez obligatoirement

avoir 2 sorties à votre bloc de plongée

Merci de
votre
attention