

La qualité de l'air et les filtrations

par M. LEBRUN et F. CAEN

article présenté lors du congrès international de plongée souterraine - Dijon avril 2000

La qualité de l'air

Généralité de l'air ambiant

L'air est composé de plusieurs éléments, mais pour simplifier la compréhension de cet exposé, nous allons prendre la base de 80 % et 20 % d'oxygène.

Composition type de l'air naturel

Composants	% massique (air sec)	% en volume (air sec)
Oxygène (O2)	23.14	20.9476
Azote (N2)	75.52	78.084
Argon (Ar)	1.288	0.934
Dioxyde de carbone (CO2)	0.048	0.0314
Hydrogène (H2)	0.000003	0.00005
Néon (Ne)	0.00127	0.001818
Hélium (He)	0.000073	0.000524
Krypton (Kr)	0.00033	0.000114
Xénon (Xe)	0.000039	0.000087

L'air comprimé respirable

Les compresseurs sont soumis à une législation que tout fabricant doit respecter. Le plus important de ces textes est une norme sur la qualité de l'air respirable.

En effet, jusqu'en avril 1999, il existait plusieurs normes pour définir cet air en EUROPE.

Depuis cette date, il existe une norme européenne définissant la qualité de l'air comprimé respirable : la norme EN 120 21.

Cette norme définit les tolérances de l'air respirable à ne pas dépasser.

Elle prend en compte 4 éléments de l'air :

- Vapeurs d'eau
- Vapeurs d'huile
- Dioxyde de carbone (CO₂)
- Monoxyde de carbone (CO)

Les valeurs limites de ces éléments sont :

Vapeur d'eau :	Vapeur d'huile :	Dioxyde de carbone (CO ₂) :	Monoxyde de carbone (CO) :
<ul style="list-style-type: none">• de 40 à 200 b : 50 mg/m³• à 300 b : 35 mg/m³	<ul style="list-style-type: none">• à 200 b 0,5mg/m³	<ul style="list-style-type: none">• 500 ppm	<ul style="list-style-type: none">• 5 ppm (version 2014)

Le système de filtration

On peut le définir en deux étapes distinctes

- la filtration " mécanique " (purge des condensats)
- la filtration " chimique " (cartouche)

1- LA FILTRATION " MECANIQUE "

La filtration " mécanique " est conditionnée par le système de purge du compresseur, (manuelle ou automatique).

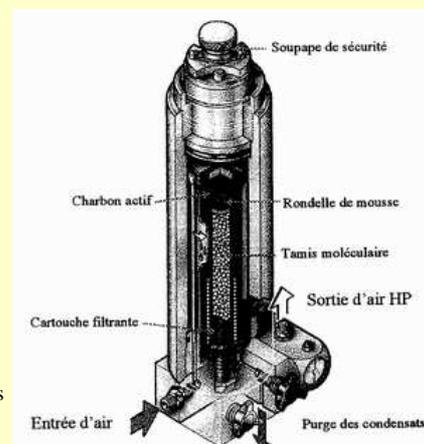
Le drainage mécanique représente environ 90 à 95% de la filtration totale.

Les temps de purge et les intervalles sont proportionnels au débit du compresseur, ainsi que de l'air aspiré.

2 - LA FILTRATION " CHIMIQUE "

C'est la filtration par la cartouche dans le corps de filtre. Cette filtration permet de fixer les éléments gazeux nocifs sur les composants de la cartouche. Cette filtration " chimique " représente environ 95% des 5 % restants.

Le reste est la tolérance de la norme.



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DE FILTRATION

Il comprend :

- un séparateur final muni de la soupape de sûreté finale.
- un manomètre de contrôle de pression du corps de filtre.
- un robinet de dépressurisation du corps de filtre. un corps de filtre avec sa cartouche. un clapet de maintien de pression.

Fonctionnement

L'air chaud chargé de vapeur d'eau et d'impuretés arrive du compresseur dans le séparateur final. Il est dirigé sur les parois froides de celui-ci par effet tourbillonnant ; ce qui entraîne une condensation dans le séparateur final et celle-ci par effet de gravité, descend vers le bas du séparateur et est éliminée par la purge.

Ensuite, l'air passe dans la cartouche où les vapeurs d'eau et d'huile seront piégées.

Puis l'air est dirigé vers le clapet de maintien de pression et ensuite vers les stockages ou la distribution. Le rôle du clapet de maintien de pression est très important. Il a la particularité d'avoir un ressort taré entre 120 et 150 b ; ce qui veut dire qu'il laisse passer l'air comprimé au-dessus de 100 b. Or, nous savons que l'air est dit " respirable " et conforme à la norme à partir de 100 b

Remarque : Dans le texte de la norme, il y a deux valeurs pour les vapeurs d'eau. Nous remarquons que la valeur pour les vapeurs d'eau est plus sévère à 300 b qu'à 200 b Pourquoi ?

Lors d'essais, il est apparu que plus on monte en pression, plus la filtration est pointue La courbe de valeur de séchage de l'eau est exponentielle.

LA CARTOUCHE DE FILTRATION

En général, cette cartouche se compose de 2 éléments principaux :

LE TAMIS MOLECULAIRE

Le tamis moléculaire se présente sous la forme de petites billes blanches.

Il a la particularité de sécher l'air en retenant les vapeurs d'eau ainsi que de piéger du CO₂ lorsqu'il est légèrement humide.

Par contre, il restitue le CO₂ lorsqu'il y a une chute de pression (purge).

LE CHARBON ACTIF

Le charbon actif se présente, lui, sous forme de bâtonnets noirs.

Sa particularité est de piéger les vapeurs d'huile ainsi que le CO₂.

Il doit toujours se trouver en aval du tamis moléculaire, dans la cartouche car il reste sec et ne se dégrade pas lors d'une chute de pression brutale dans le corps de filtre (purge).

D'autres éléments sont dans la cartouche, ce sont des rondelles en mousse ainsi qu'un filtre en métal fritté. Le rôle des rondelles est de piéger les particules solides et de séparer les différents éléments qui composent la cartouche.

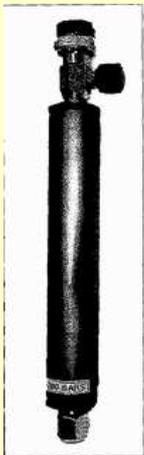


Fig. 2 : Filtre personnel d'un volume de

Le rôle du filtre en métal est de piéger également les particules supérieures à 5 microns.

Le corps de la cartouche est en plastique ou en métal anti-corrosif pour éviter la dégradation de l'air ainsi que toutes les parties du compresseur qui sont en contact avec cet air.

Il est évident qu'un système de filtration n'est performant que si les cartouches sont changées à intervalles préconisés par le constructeur ; de même qu'il faut veiller au bon entretien du compresseur.

Il est important également de choisir une huile de qualité " AIR RESPIRABLE " et d'effectuer les vidanges régulièrement. Il faut aussi changer le filtre à air. Les risques en plongée sont multiples, mais les deux principaux sont :

- Le givrage des détendeurs, avec tout ce que cela implique en plongée souterraine.
- L'intoxication par le CO₂ ou le CO. (prise d'air du compresseur)
- Traces d'huile dans l'air (fabrication de mélanges, en particulier les Nitrox). L'utilisation d'une surfiltration est indispensable pour limiter les risques

1°) un filtre type personnel en sortie de compresseur, pour diminuer les traces d'huile et les vapeurs d'eau, ne pas polluer son matériel dégraissé (bouteilles et détendeurs). La qualité de l'air est sensiblement améliorée en sortie de filtre.

2°) Pour le filtre sécheur la qualité de l'air est supérieure par rapport à la norme. Le taux de vapeur d'eau est au minimum divisé par deux. Le remplissage du filtre personnel et du filtre sécheur est fait avec du tamis moléculaire, ou tamis + charbon selon 1 utilisation.

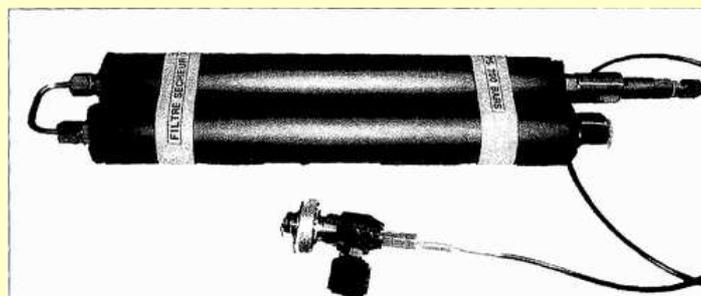


Fig. 3 : Filtre sécheur d'un volume de 2 x 250 ml