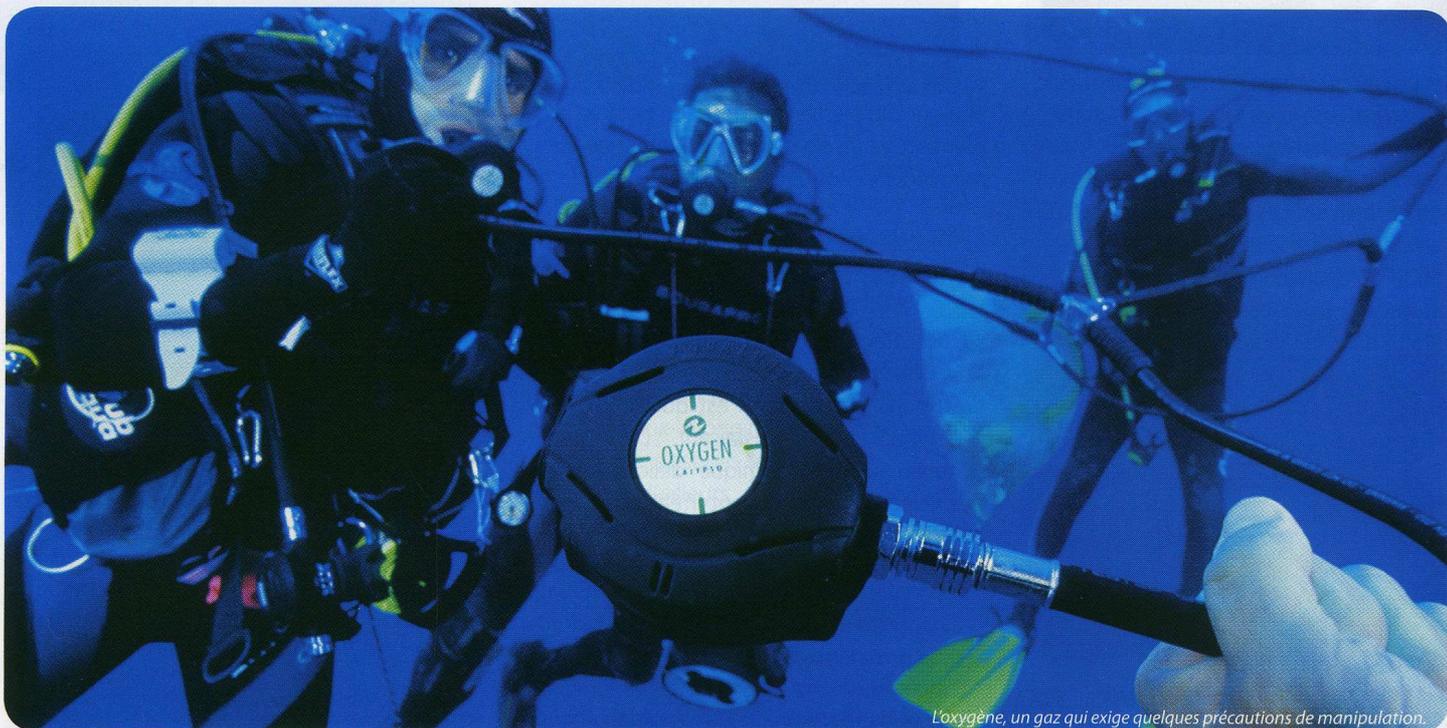




Henri Le Bris

Le coup de feu

L'utilisation de mélanges enrichis ou, a fortiori, d'oxygène pur pose des problèmes de sécurité pour l'ensemble du matériel concerné et plus particulièrement les détendeurs. La plupart des matériaux s'enflamment spontanément si la température et la pression partielle d'O₂ sont suffisantes. Par Henri Le Bris, instructeur national.



L'oxygène, un gaz qui exige quelques précautions de manipulation.

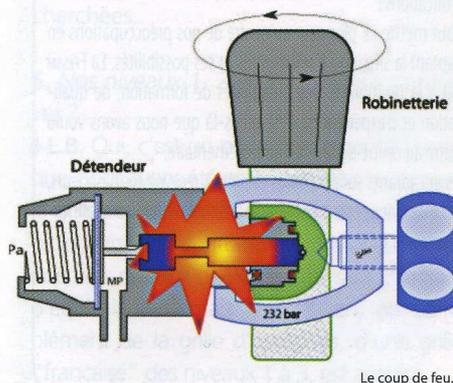
Processus d'un accident

Lorsqu'on ouvre une bouteille pour alimenter un détendeur, le premier étage se referme rapidement et la pression dans la chambre haute pression peut passer brusquement de 1 à 200 bars. Il en résulte une forte augmentation de la température.

Si l'on a affaire à un mélange enrichi en oxygène et que dans cette chambre se trouve la moindre trace de combustible, celui-ci risque de s'enflammer en autoallumage puis d'enflammer le métal environnant. Cette inflammation va se propager jusqu'à l'explosion du volume concerné avec projection de gaz à haute température et de métal en fusion. C'est ce qu'on appelle un "coup de feu".

L'augmentation de température dépend de la variation de pression et de la vitesse à laquelle elle s'établit. Le contact du corps du détendeur avec l'extérieur participe certes à son refroidissement mais, si l'élévation est très rapide, on se trouve dans une compression adiabatique, comme s'il n'y avait pas d'échange thermique avec l'extérieur.

L'inflammation dépend de la "disponibilité de l'oxygène" donc de sa pression partielle qui peut être extrêmement élevée (sous 200 bars un 50/50 fait un peu plus de 100 bars de PO₂ ce qui n'est pas rien), avec cependant un effet retardateur important du fait de la présence de gaz diluant qui limite la diffusion de l'oxygène au point de combustion et, dans le cas de l'hélium, favorise le refroidissement et donc ralentit la vitesse de combustion.



Le coup de feu.

Les éléments combustibles

La graisse

Pour éviter les frottements secs, les détendeurs sont lubrifiés avec de la graisse mais celle-ci peut aussi être introduite par sa présence dans l'air, d'un manque de propreté lors du montage ou de la maintenance, des mains grasses ou tout simplement par la transpiration. Or la graisse constitue généralement un combustible idéal.

Il existe cependant des graisses O₂ haute pression qui permettent leur utilisation dans les détendeurs. Sous toute réserve, nous en avons noté quelques-unes : *AbyssNaut Itn25*, *Tribolub71*, *Fomblin*, *Krystox 250Ac*, *Oxygenox FF250*, *Christo-lube™ (McG111)*. Cette dernière semble faire l'unanimité. On notera que quelques fabricants utilisent systématiquement ces graisses pour tous leurs détendeurs.

Il faut toujours utiliser la graisse recommandée par le fabricant et surtout ne pas les mélanger. Il faut, de plus, que les précautions nécessaires soient prises pour éviter les autres causes de pollution. En fait, il n'y



Un matériel dédié et repéré.

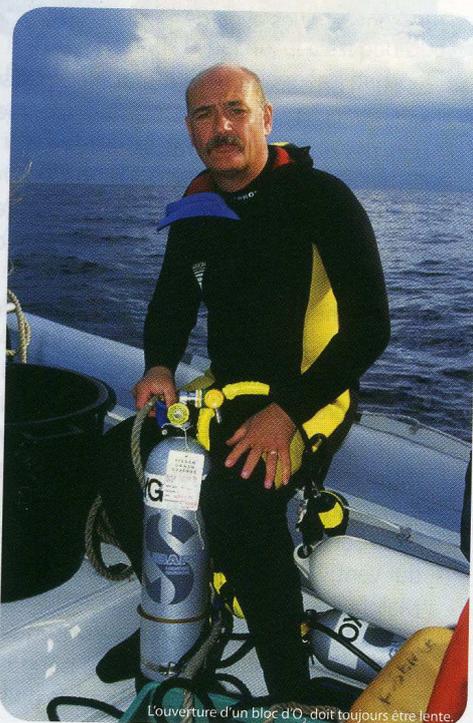
a pas de graisse qui résiste parfaitement à une inflammation en présence d'oxygène. On prend donc la meilleure possible.

Les joints

Tous les détendeurs possèdent des joints. Ceux-ci doivent être en matériau répondant à une norme qui impose une résistance à l'inflammation, à la pression et à la chaleur. Ils sont réalisés en Silicone, Viton ou nitrile, hypertane pour les hautes pressions.

Les poussières

Elles peuvent être constituées d'éléments organiques ou métalliques. Elles peuvent avoir été introduites accidentellement soit à la sortie de la robinetterie soit à l'entrée du détendeur.



L'ouverture d'un bloc d'O₂ doit toujours être lente.

Normalisation oxygène

Afin de faciliter le respect des directives européennes deux normes ont été créées :

- La norme NF EN1349 de novembre 2003 concerne plus particulièrement le matériel destiné aux "Appareils respiratoires de plongée autonome à circuit ouvert utilisant du nitrox et de l'oxygène comprimé". Elle concerne des teneurs en O₂ supérieures à 25 %. Au paragraphe 5-2, cette norme spécifie les conditions d'essai de résistance à l'inflammation. On notera qu'aux USA, la limite de l'O₂ est fixée à 40 %.

Les détendeurs doivent résister à une vingtaine de montées brutales à 240 bars d'O₂ à une température ambiante de 60 °C.

- La norme NF EN 144-3, d'application obligatoire depuis novembre 2008, s'applique aux raccords filetés entre les robinetteries des bouteilles et les détendeurs. Elle en spécifie les dimensions et les tolérances. Elle a pour but d'éviter de mélanger le matériel utilisant des mélanges enrichis, voire de l'oxygène pur, avec celui n'utilisant que de l'air.

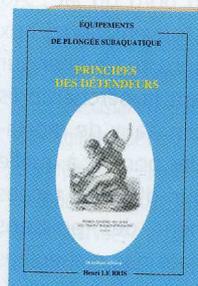
Ces raccords sont similaires au DIN mais avec filetage Iso M26x2 6H. Comme pour les raccords air, un détrompage existe entre le 200 et le 300 bars. Le marquage "nitrox" ou "O₂" ou "nitrox/O₂" doit être apposé sur les sous-ensembles suivants: le corps du robinet de la bouteille, le détendeur à la demande, le ou les dispositifs de sécurité. On notera que ceci concerne la mise sur le marché de nouveaux matériels. Pour l'instant, les anciens raccords conformes à la norme en vigueur au moment de leur achat sont toujours utilisables.

Cependant, il deviendra de plus en plus difficile de charger avec du nitrox des bouteilles non conformes à cette norme. De même, on ne pourra plus monter les nou-

veaux détendeurs sur des anciennes bouteilles sans changer de robinetterie.

Rappel des précautions à prendre

- Toujours ouvrir lentement une bouteille contenant un mélange suroxygéné pour éviter une montée trop rapide de pression dans le premier étage du détendeur. C'est une des raisons pour lesquelles la norme impose l'ouverture des robinetteries en un *minimum* de 2 tours.
- Protéger les sorties des robinetteries et les entrées des détendeurs contre les contaminations.
- Effectuer une purge de la robinetterie vers un espace libre et vérifier la propreté de l'entrée du détendeur et de son filtre avant de le raccorder.
- Maintenir la compatibilité des robinetteries et des détendeurs avec l'utilisation d'oxygène. Pour cela, il faut périodiquement et à chaque fois qu'ils ont pu être contaminés, les démonter complètement, procéder à un nettoyage méticuleux pour éliminer tous les contaminants et particulièrement les graisses autres que celles prévues.
- Remplacer les joints par des joints et de la graisse compatible oxygène.
- Opérer dans de bonnes conditions de propreté.
- En cas de fuite, même légère, imposer une distance de sécurité et si possible mettre la bouteille et le détendeur en espace libre.
- Faire contrôler et entretenir le matériel oxygène par un spécialiste.
- Respecter la procédure oxygène des techniciens en inspection visuelle ainsi que les recommandations des constructeurs.
- Surveiller le compresseur et les filtres, mal entretenus, ils peuvent diffuser des vapeurs de graisse dans les bouteilles de plongée, graisse qui va donc se retrouver dans les détendeurs.
- Ne pas mélanger le matériel ou l'outillage destiné aux mélanges avec celui destiné à l'air comprimé. ■



Une réédition bienvenue

Henri Le Bris vient de rééditer son ouvrage sur le Principe des détendeurs en le complétant judicieusement. Disponible chez l'auteur :

henrilebris@free.fr.