

Hyperbares vus de l'intérieur

En tant que plongeur, vous avez certainement entendu parler de « caissons hyperbares », et en avez peut-être visité ou vus en photo. Cependant, saviez-vous qu'il en existe de différents types et de différentes tailles, destinés à divers usages?

Un caisson hyperbare pourrait être défini comme un conteneur pressurisé à l'air ou à d'autres gaz et dont la pression intérieure est supérieure à la pression atmosphérique normale. Si le caisson est destiné à accueillir des personnes, le terme approprié aux États-Unis est *pressure vessel for human occupancy*, ou « chambre hyperbare à occupation » en français. Des organismes tels que la Société américaine des ingénieurs mécaniciens (ASME) et le Bureau américain d'expédition (ABS) ont rédigé des normes pour la construction de ce type de dispositif.

En tant que plongeur professionnel, j'ai passé une bonne partie de ma vie autour ou à l'intérieur de caissons hyperbares de tous types. J'ai installé la plomberie au sein de nouveaux caissons, configuré et mis en fonctionnement des caissons de toutes tailles (y compris des systèmes de saturation) et y ai soigné des plongeurs (ou reçu moi-même des soins) atteints d'une maladie de décompression (MDD).

Chaque caisson est distinct en termes de configuration, de fonctionnement et de commodité. Bien que le monde des caissons hyperbares puisse sembler assez complexe, la plupart des caissons sont en fait relativement simples.

Construction des caissons

Vers la fin des années 1800 et durant pratiquement tout le 20^e siècle, les caissons hyperbares étaient presque exclusivement fabriqués en acier, car il s'agissait du seul matériel économique qui pouvait supporter la pression à laquelle étaient soumis la plupart des caissons. Aujourd'hui, les caissons sont fabriqués à partir d'autres matériaux, notamment de l'acrylique et des fibres para-aramides (comme le Kevlar®). La tuyauterie qui transporte les gaz respiratoires vers et depuis les caissons est généralement fabriquée à partir d'un mélange de cuivre et d'acier inoxydable (pour les tubes) et de laiton (pour les tuyaux). Différents types de valves permettent de commander l'admission d'air, d'oxygène et de nitrox dans le caisson. Les hublots sont généralement fabriqués en acryliques et sont extrêmement épais. Ils sont généralement scellés à l'aide de joints toriques, comme les portes ou trappes.

Les opérateurs se trouvant à l'intérieur du caisson communiquent avec l'extérieur par le biais d'un système de communication sous-marine. Les plongeurs commerciaux utilisent un équipement composé d'un narguilé leur fournissant l'air depuis la surface et d'un masque facial complet relié au même type de système de communication par câble.

Les caissons peuvent disposer d'un système à sas unique (un seul compartiment) ou à double sas (deux compartiments). L'avantage d'un caisson à double sas est que l'on peut y amener ou en faire sortir des personnes ou de l'équipement via le compartiment externe tout en maintenant le compartiment interne à une pression constante. Ce système est particulièrement utile pour le traitement de personnes atteintes de MDD car il permet aux assistants d'entrer et de sortir du caisson sans avoir à rester enfermés pendant toute la durée du traitement (généralement six heures ou plus).

La plupart des grands caissons disposent de « sas médicaux », à travers lesquels les assistants peuvent faire passer des fournitures médicales et de la nourriture aux occupants du caisson. Ces sas fonctionnent selon un principe simple : leur pression est égalisée avec la pression à l'intérieur du caisson. Les caissons utilisés en plongée commerciale ont typiquement un diamètre de 1,4 ou 1,5 mètre et une longueur totale d'environ 4,3 mètres. Les caissons en acrylique de couleur claire, comme ceux que l'on trouve dans de nombreux hôpitaux, sont généralement destinés à accueillir une seule personne en position couchée, ce qui peut poser problème pour les personnes claustrophobes.

Utilisation des caissons

En plongée commerciale et militaire, les caissons hyperbares sont communément utilisés pour une procédure appelée « décompression de surface à l'oxygène ». Cette technique consiste pour le plongeur à effectuer une série de paliers sous l'eau, puis à remonter rapidement à la surface et à entrer dans un caisson de décompression dans les cinq minutes. À l'intérieur du caisson, le plongeur est recomprimé à une pression équivalente à 12 mètres de profondeur, et respire de l'oxygène pur pendant des périodes de 20 minutes entrecoupées de pauses à l'air de cinq minutes.

La décompression de surface à l'oxygène est généralement considérée beaucoup plus sûre que la décompression sous l'eau. En effet, la profondeur du plongeur peut être contrôlée avec précision, le plongeur court moins de risques dans le caisson que sous l'eau et la température du caisson peut également être contrôlée. Même si le plongeur respire de l'oxygène pur à une profondeur supérieure à la limite recommandée pour ce gaz, les problèmes sont rares car le plongeur se trouve dans un environnement sec et n'est soumis à aucun stress. Les caissons destinés à la plongée commerciale sont équipés d'un deuxième jeu de commandes à l'intérieur, identiques aux commandes à l'extérieur. Les commandes qui priment sont néanmoins celles qui se trouvent à l'extérieur. Le deuxième jeu permet au plongeur de contrôler lui-même sa décompression en cas d'urgence. Dans le domaine civil, très peu de caissons disposent d'un jeu de commandes à l'intérieur. Les plongeurs militaires et commerciaux utilisent également une technique appelée « plongée à saturation », un système impliquant le maintien des plongeurs à saturation (sous pression) pendant plusieurs jours d'affilée. Ce système requiert une infrastructure composée de plusieurs caissons accouplés, et d'une cloche de plongée qui consiste également en un caisson hyperbare pouvant être joint au système. L'infrastructure repose généralement sur le pont d'une barge, d'un navire ou d'une plate-forme ancrée à l'endroit où les plongeurs devront travailler sur le fond de l'eau. Pour descendre travailler, les plongeurs grimpent dans la cloche de plongée qui est détachée du système. La cloche et le système sont tous deux maintenus à une pression définie.

Une fois la trappe verrouillée, la cloche est descendue dans le fond. Lorsque la pression à l'intérieur de la cloche atteint le même niveau que la pression externe, les plongeurs peuvent ouvrir la trappe. En général, un plongeur sort travailler pendant que l'autre reste dans la cloche pour tendre le tuyau de son compagnon et agir en tant que plongeur de secours en cas d'urgence. Le premier plongeur effectue normalement un maximum de quatre heures de travail sous l'eau, avant que son compagnon prenne le relais. Il n'est pas rare que les deux plongeurs restent au total 10 à 12 heures sous l'eau avant de remonter dans le système de saturation.

Le principe de la plongée à saturation est le suivant : après 24 heures sous pression, le corps du plongeur devient saturé du gaz inerte qui se trouve dans le mélange respiratoire, quel qu'il soit. La durée de décompression reste donc la même que le plongeur reste sous l'eau un jour, une semaine ou un mois. Comme la plupart des plongées à saturation se déroulent à des profondeurs supérieures à 50 mètres, le gaz inerte utilisé dans le mélange respiratoire est l'hélium, qui ne produit pas le même effet narcotique que l'azote. Certes, les plongeurs militaires et commerciaux peuvent eux aussi souffrir de MDD, et sont soignés dans des caissons hyperbares tout comme les plongeurs de loisir. Une autre différence importante entre les opérations de plongée civiles et commerciales/militaires est l'accessibilité. De nombreuses embarcations commerciales et militaires disposent d'un caisson hyperbare à bord, qui permet d'administrer un traitement prompt aux plongeurs en cas d'accident de plongée. Les accidents de plongée requièrent presque toujours une intervention médicale, raison pour laquelle le traitement est généralement prescrit par un médecin hyperbare. Les caissons hyperbares sont également utilisés pour mener des recherches en physiologie de la plongée et pour tester du matériel de plongée. Ces caissons ont généralement des dimensions extrêmes. Ils peuvent être très grands, comme le caisson de simulation des conditions océaniques de la Marine américaine à Panama City en Floride, ou juste assez grands pour accueillir une partie d'équipement de plongée, comme un casque de scaphandre, un détendeur ou un

ordinateur de plongée. De petits caissons d'une personne sont également utilisés pour l'évacuation de victimes d'accidents de plongée depuis des régions éloignées vers un établissement fournissant une infrastructure médicale plus complète. Ces caissons sont généralement suffisamment petits et légers pour pouvoir être transportés par avion ou hélicoptère. Ils peuvent également être jumelés à un caisson de plus grande taille, voire placés à l'intérieur d'un caisson afin que la personne accidentée puisse être maintenue à une pression constante.

L'expérience hyperbare

L'intérieur d'un caisson hyperbare est très similaire à l'intérieur d'une bouteille de plongée. Comme la bouteille de plongée, le caisson se réchauffe à mesure que la pression interne est augmentée, et se refroidit lorsque la pression est relâchée. Lorsque vous êtes mis sous pression dans un caisson, vous devez équilibrer vos oreilles tout comme vous le feriez en plongée. Tout ce que vous prenez avec vous dans le caisson, comme une montre par exemple, doit pouvoir supporter la pression. Si vous avez l'opportunité de réaliser une « plongée » dans un caisson juste pour l'expérience, non parce que vous avez besoin d'un traitement, souvenez-vous que le risque de maladie de décompression est le même que lors d'une plongée sous-marine normale.

Exigences en termes de compétences et d'entretien Les caissons hyperbares sont associés à certains risques dont il faut être informé : des risques d'erreur de manipulation, de défaillance structurelle ou d'incendie.

Un incendie peut se déclencher en la présence d'une source de combustion, de comburants et d'une quantité suffisante d'oxygène. C'est pourquoi les opérateurs de caissons sont très attentifs au type de matériel admis à l'intérieur.

Tous les occupants doivent en outre retirer leurs chaussures avant d'entrer dans le caisson afin d'éviter l'introduction de produits à base de dérivés de pétrole inflammables.

Les caissons sont construits conformément à des normes exigeantes, de telles sortes que les défaillances structurelles sont rares. Mais si un caisson est vieux et mal entretenu, ou s'il est endommagé par des forces extérieures, il peut s'y produire une dépressurisation rapide. Cela peut entraîner une décompression explosive, dont les conséquences peuvent être graves, voire mortelles. Bien que la plupart des opérateurs suivent une formation pointue, même le meilleur des opérateurs n'est pas à l'abri d'une erreur. Si vous ou l'un de vos compagnons de plongée requérez un traitement par recompression dans un endroit que vous ne connaissez pas, jetez un oeil à l'état des installations. Le caisson est-il propre et ordonné ? Avez-vous l'impression que des réparations ou un entretien sont nécessaires ? Si vous avez des questions, y a-t-il quelqu'un de disponible pour vous répondre ? En cas de doute concernant l'infrastructure où vous vous trouvez, appelez DAN.

Remise en perspective

Pour de nombreuses raisons, les caissons hyperbares sont essentiels aux plongeurs. Nous espérons que vous ne devrez jamais y recourir, mais il est bon de comprendre ce que sont les caissons, comment ils fonctionnent et pourquoi ils sont importants. Le programme DAN d'assistance aux caissons de recompression (RCAP) entre dans sa 18^e année de service aux caissons de recompression. Au travers de son programme d'aide aux caissons, DAN maintient le contact avec près de 30 caissons dans la région DAN Amérique, et plus de 100 à travers l'Europe.

Ces caissons peuvent requérir une assistance au titre du programme DAN d'assistance aux caissons de recompression (RCAP, Recompression Chamber Assistance Program).

Le programme entre dans sa 18^e année de service à la communauté des caissons de recompression.

Comme l'a indiqué Joel Dovenbarger, vice-président des services médicaux auprès de DAN Amérique, dans une communication destinée au personnel des caissons, DAN identifie les besoins généraux et cible les exigences spécifiques à chaque caisson. « Nous écoutons les opérateurs de chaque caisson

individuellement, les aidons à fixer des priorités pour leur caisson et identifions la meilleure manière de leur apporter notre aide », a expliqué Joel Dovenbarger.

« Cette année, le programme RCAP se concentrera sur les programmes pédagogiques et placera des moniteurs de surveillance dans les caissons qui sont dépourvus d'un système de surveillance du rythme cardiaque, de la respiration et de la saturation en oxygène des plongeurs accidentés. »

« DAN réalisera en outre des évaluations des sites afin d'aider le personnel des caissons à remettre à niveau leurs installations ou à apporter les améliorations nécessaires. »

Au travers du programme RCAP, DAN aide les caissons en leur fournissant des subventions destinées à l'entretien, aux réparations et à l'achat de nouveau matériel, ainsi qu'en offrant des informations médicales par le biais de forums et de conférences médicales destinées au personnel des caissons. Ce que les caissons ne peuvent pas toujours se permettre, le programme RCAP peut le leur procurer. Le programme RCAP de DAN a été établi en 1993 en vue de soutenir les caissons de recompression et le personnel médical au travers d'une assistance financière et de formations. L'objectif du programme est d'assurer la disponibilité d'un traitement de haute qualité pour les plongeurs à travers toutes les régions desservies par DAN.

Pour en savoir plus sur le programme RCAP, visitez le site Web
<http://www.daneurope.org/web/guest/rcapp1>.

À propos de l'auteur

Steve Barsky est un membre de DAN et un professionnel qui oeuvre à temps plein dans l'industrie de la plongée. Il offre ses services en tant que bénévole au caisson hyperbare de Catalina, en Californie. Il a rédigé plusieurs livres, dont *The Simple Guide to Commercial Diving* (Un guide simple à la plongée commerciale, avec B. Christensen) et *Underwater Digital Video Made Easy* (La vidéo numérique sous-marine simplifiée, avec L. Milbrand et M. Thurlow). www.hammerheadpress.com.