

LE CAISSON HYPERBARE DES HÔPITAUX UNIVERSITAIRES DE GENÈVE

Cyril PÉCORA
Responsable Secteur projets techniques
Hôpitaux Universitaires de Genève
SUISSE

Introduction

L'oxygénothérapie et son passé, un bien grand sujet pour un petit pays comme la Suisse. Pour retracer cet historique, nous devons, dans un premier temps, nous tourner vers le milieu aquatique et principalement vers la plongée. Curieux par nature, l'homme a essayé, avec plus ou moins de succès, de conquérir tous les milieux naturels et, par conséquent, de s'enfoncer vers les abysses des mers et des océans.

Des récits antiques retracent des histoires extraordinaires de guerriers, plongeurs en apnée, qui par leur bravoure, coulaient des navires marchands dans le but ultime de s'emparer des cargaisons.

La plongée était née (image I) et, avec elle, l'oxygénothérapie hyperbare (OHB) (image II).

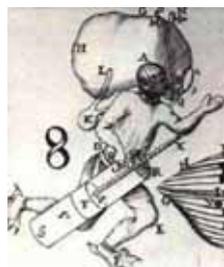


Image I



Image II

L'évolution de la plongée au fil des siècles obligea progressivement les scientifiques à s'intéresser et à développer la médecine hyperbare et, par conséquent, à rechercher une solution pour assurer la compression « hyperbarique » de l'être humain à la surface.

Les prémices de ce développement apparurent au XVII^{ème} siècle, avec la découverte par Monsieur Prestley de l'oxygène.

Mais le grand point de départ fut au XVIII^{ème} siècle, avec des personnages tels que Junod, Triger, Paul Bert etc.

De nos jours, de nombreux centres existent dans le monde, que ce soit dans un but scientifique, expérimental ou thérapeutique.

La plongée et son évolution au XXI^{ème} siècle

Dans ce paragraphe, nous n'allons pas développer l'histoire complète de la plongée jusqu'à nos jours, mais plutôt nous intéresser à son évolution lors des 50 dernières années.

Bien entendu, tout le monde a comme souvenir notre ami Tintin (personnage d'Hergé) qui, à la recherche du trésor de Rackham le Rouge, utilisait un scaphandre de type « pieds lourds » (image III).



Image III

En réalité, la plongée a suivi une évolution fulgurante lorsque, travaillant depuis quelques années sur un système beaucoup plus simple, Yves L. Prieur breveta en 1933 un scaphandre raccordé à une bouteille d'air comprimé (image IV).



Image IV

Par ces démonstrations en piscine, il provoqua un engouement pour le monde aquatique et son appareil fut même adopté par la marine nationale française.

Durant la seconde guerre mondiale, Emile Gagnan adapta le détendeur de Rouquayrol-Denayrouze afin de permettre aux voitures des civils de fonctionner avec un gaz en substitut à l'essence, bien trop rare à cette époque pour les civils, (le fameux gazogène) (image V).



Image V

Suite à la rencontre avec Jacques-Yves Cousteau en 1943, ils adaptèrent ensemble son invention et créèrent le fameux détendeur « aqualung » de l'anglais eau-poumon. Celui-ci permit, par un couplage à des réserves d'air plus grandes portées directement sur le dos du plongeur, et une alimentation en air à la demande, d'ouvrir au public le fameux monde du silence.

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, la technologie a, bien entendu, évolué et les matériels aussi, mais l'idée reste la même et la plongée « loisir » se pratique dans des eaux peu profondes, de l'ordre de 30 mètres pour 90 % des plongeurs. Dans les années 2000, avec l'apparition dans le domaine public de publications des procédures de décompression et des méthodes employées par les professionnels, une nouvelle plongée se développe : la plongée TEK. Ce type de plongée aborde d'autres profondeurs et surtout d'autres gaz respirés. L'air est abandonné et l'azote devient l'ennemi du plongeur. Pour cela, de nouveaux gaz sont utilisés dans la plongée « loisir », tels que l'oxygène, l'hélium et l'argon ; de nouveaux appareils respiratoires apparaissent dans les magasins spécialisés et l'accès aux abysses devient possible. En 2010, il est courant pour ces plongeurs de descendre à des profondeurs de plus de 100 mètres, de rester plusieurs heures sous l'eau et d'explorer des contrées encore réservées jusque-là à une élite de professionnels.

Les accidents de plongées

Lors de la descente, la pression ambiante augmente ainsi que la pression du gaz respiré par le plongeur. De ce fait, tous les gaz composant l'air que respire le plongeur vont se dissoudre dans le sang de façon proportionnelle avec la pression (Loi de Henry).

Cette dissolution des gaz est variable en fonction notamment de la température, des efforts effectués qui augmentent la circulation sanguine (vascularisation), des individus, mais aussi et surtout, de la profondeur et du temps passé en profondeur. Pour simplifier, plus la plongée sera longue et profonde, plus la quantité d'azote dissoute sera importante. On dit alors que les tissus (chair, sang, os etc.) du corps sont saturés en azote.

Au cours de la remontée, la pression diminue, tous les gaz dissous dans le sang tendent à reprendre leur forme gazeuse. La plupart du temps, ces gaz sont évacués à travers les poumons durant l'expiration. Mais si la remontée est trop rapide, ces gaz résiduels n'ont pas le temps d'être évacués par les alvéoles pulmonaires, ils forment alors des bulles qui, piégées dans le corps humain, causent des dégâts, parfois irréversibles.

L'accident survient lorsque l'une de ces bulles vient se bloquer dans le corps alors qu'elle circulait dans le sang. Ces bulles peuvent se bloquer dans des articulations, dans le cerveau, voire dans le cœur. Malgré un respect des procédures de décompression, des bulles d'azote sont toujours présentes dans le corps après le retour en surface.

Celles-ci sont sans incidence et seront évacuées normalement si le plongeur respecte quelques consignes simples : pas de montée en haute altitude immédiatement après le retour en surface, pas de voyage en avion dans les 6 à 12 heures suivant la plongée.

Les causes d'un accident de décompression (ADD) peuvent être multiples : une vitesse de remontée excessive ne laissant pas le temps à l'azote de s'évacuer, le non-respect de la procédure de décompression, les paliers non effectués ou trop courts, la mauvaise utilisation des Tables de décompression (erreur de calcul), la mauvaise utilisation de l'ordinateur de plongée, la mauvaise planification de la plongée (trop longue et/ou trop profonde, etc.), la fatigue, le stress, la consommation d'alcool ou de drogue, le froid, une mauvaise condition physique, etc.

La recompression et l'oxygénothérapie hyperbare (OHB)

Le professeur Paul Bert (1833-1886) mit en évidence, par ses expériences, les effets sur l'être humain des variations de la pression atmosphérique et de la pression d'oxygène. Il permit d'établir des règles pour prévenir les accidents de décompression et d'entrevoir les traitements possibles par la recompression.

Cette recompression en caisson hyperbare permet de réduire le diamètre des bulles, de les dissoudre, puis par une décompression lente, leur évacuation par les poumons de manière naturelle et sans danger pour le corps humain.

L'oxygénothérapie hyperbare (OHB) permet de restaurer une pression en oxygène normale ou même supérieure dans des tissus dépourvus d'oxygénation suffisante. Le moyen choisi est l'inhalation d'oxygène pur à des pressions supérieures à la pression atmosphérique. Pour de simples raisons physiques, la pression extracorporelle doit être égale à celle dans les poumons. Par conséquent, le patient doit être soumis, dans son intégralité, à cette même pression.

Mais les plongeurs ne sont pas les seuls à bénéficier du bienfait de la pression et de l'oxygène dans un caisson et les applications sont nombreuses, notamment pour traiter :

- L'intoxication au CO
- L'embolie gazeuse
- Les brûlures
- La pendaïson
- La surdité brutale et le traumatisme acoustique
- La gangrène
- Les plaies chroniques

Le caisson hyperbare

Il s'agit d'un caisson triple chambres (divisé en deux chambres principales A & C avec un sas d'accès central B), constitué d'un cylindre horizontal et doté d'une technologie type fond plat (image VI)



Image VI

Spécification techniques :

Pression maximale de service	3 bar = 4ATA
Pression de test	4.95 bar = 5.95 ATA
Capacité chambres principales A/C	8/8 personnes assises 2/2 patients couchés
Capacité sas de transfert B	2 personnes
Diamètre intérieur	2'400 mm
Longueur hors tout	9'600 mm
Largeur hors tout	2'800 mm
Hauteur hors tout (avec éclairage)	2'450 mm
Poids total	35'000 kg

Le caisson cylindrique a une technologie « flat bottom », permettant un gain de place important dû au fond plat. La forme en Oméga réduit également la hauteur hors tout du caisson et évite la construction d'un sol décaissé, tout en répartissant le poids d'une manière homogène sur les fondations de la dalle du local. Les deux portes aux extrémités sont de type à la française rectangulaires, dans le but d'avoir un espace de passage maximal. La communication entre le sas et les 2 chambres est assurée par des portes coulissantes, toujours dans l'esprit de garantir un maximum d'espace de vie. L'éclairage est garanti par un système extérieur, sans transfert de chaleur dans la chambre, non éblouissant, avec une facilité de maintenance assurée par son positionnement. Un système de climatisation raccordé sur les installations techniques du bâtiment assure le maintien de la température ambiante et, par conséquent, le confort des patients lors de la compression et de la décompression. Un sys-

tème anti-incendie par brumisation a été installé. Il est composé de 2 rangées de buses situées au plafond et à mi-hauteur en parois latérales sur toute la longueur de la chambre. Une cuve d'eau de 1'000 litres est maintenue en pression (8bar) par une double alimentation en air comprimé (image VII).



Image VII

L'alimentation en gaz médicaux est assurée par une installation déportée. Les gaz disponibles sont : l'air (pour la compression et la respiration), l'oxygène (O2), le nitrox (40% d'O2) et l'héliox (50% O2 50% He), une surveillance électronique d'approvisionnement a été installée et trois alimentations différentes pour chaque gaz garantissent le fonctionnement (image VIII).



Image VIII

Le système électrique est raccordé sur des onduleurs, eux-mêmes alimentés par deux groupes de secours. Les locaux se trouvent au niveau P de notre bâtiment d'Appui. Son accès est proche des urgences et du plateau de radiologie. La surface des locaux équivaut à une superficie de 500 m² comprenant : la salle « Chambre hyperbare », le local d'attente couchée, le local de préparation, la réception, les vestiaires, la salle d'attente et 2 bureaux de médecins. Par mesure d'hygiène, le sol est en PVC conducteur, les murs sont en Accrovin, tous les locaux sont chauffés et rafraîchis par un système de plafonds rayonnants; une installation de ventilation assure le renouvellement minimum d'air neuf, ainsi qu'une déshumidification.