Accidents de désaturation en milieu subaquatique : premières descriptions cliniques et hypothèses physiopathogéniques

J.-É. Blatteau[a], J.-J. Risso[a], O.Castagna[a], B. Broussolle[b], B. Brisou[c]

a Équipe résidente de recherche subaquatique opérationnelle de l'Institut de recherche biomédicale des armées, BP600 – 83800 Toulon Cedex 9.
b Ancien directeur du CERB.
c Inspecteur honoraire du service de santé pour la Marine.

Résumé

Au cours du XIXe siècle, le développement du travail en air comprimé est à l'origine des premières observations cliniques attribuables aux effets de l'élévation de la pression sur l'organisme. En parallèle, la plongée en scaphandre devient une activité routinière. La conséquence est que de nombreux cas d'accidents de désaturation sont rapportés en milieu subaquatique. La première description s'intéressant à cette pathologie chez des scaphandriers, ayant fait l'objet d'une publication en 1869, est le fait de Le Roy de Méricourt, médecin de Marine, qui relate l'activité de pêcheurs d'éponges, utilisant des scaphandres de plongée. Le document de Le Roy de Méricourt constitue une référence essentielle qui a guidé le travail expérimental de grand physiologiste Paul Bert. Ces premières études sont toujours d'actualité, bien que peu à peu oubliées.

Mots-clés : Accidents de désaturation, Plongée. Scaphandriers.

Abstract

DECOMPRESSION SICKNESS IN OPEN WATER: FIRST CLINICAL OBSERVATIONS AND PATHOPHYSIOLOGICAL HYPOTHESIS.

During the nineteenth century, the development of compressed air work provided the first observations of the effects of raised environmental pressure on humans. At the same time, diving with a standard helmet became very common. One consequence was reports of large numbers of cases of decompression sickness from underwater environments. The first reliable paper with details of this pathology in divers appeared in 1869 when Le Roy de Méricourt, a doctor in the French Navy, published observations on sponge divers using helmets. Many of these early observations, including the paper of Le Roy de Méricourt, are at the origin of Paul Bert's experimental work. These studies remain valid but largely forgotten.

Keywords : Decompression sickness. Diving. Helmet.

Introduction

La connaissance des symptômes de l'accident de désaturation est relativement récente, elle est avant tout due à l'émergence de progrès technologiques au XIXe siècle qui ont placé l'homme dans des conditions de variations de pression importantes avec le travail en air comprimé et la pénétration sous-marine. À la fin du XIXe siècle, on se rend compte que l'exposition à l'altitude, milieu hypobare, peut également générer des symptômes similaires. La compréhension des phénomènes de la décompression et les moyens de prévention de l'accident sont le fait des travaux magistraux des physiologistes français et anglais Paul Bert (1) et John Scott Haldane (2) entre la fin du XIXe et le début du XXe siècle. Il ne faut cependant pas oublier que ces derniers se sont basés sur de remarquables descriptions cliniques de médecins hygiénistes et de médecins de Marine comme Le Roy de Méricourt.

Nous avons souhaité, présenter le contexte historique de la pénétration sous-marine au XIXe siècle associée aux premières descriptions d'accidents de désaturation survenant au décours de plongées en scaphandre. Nous proposons également un rappel de l'œuvre d'Alfred Le Roy de Méricourt et une présentation de sa publication

J.-É. BLATTEAU, médecin en chef, praticien certifié. J.-J RISSO, chargé de recherche, ICT. O. CASTAGNA, médecin principal, praticien certifié. B. BROUSSOLLE, médecin général inspecteur (2s), B. BRISOU, médecin général inspecteur (2s).
Correspondance : Monsieur le médecin en chef J.-É. BLATTEAU, IRBA/ERSSO, BP610 – 83800 Toulon Cedex 9.
E-mail : jean-eric.blatteau@sante.defense.gouv.fr

« Considérations sur l'hygiène des pêcheurs d'éponges », parue en 1869 dans les Annales d'hygiène publique et de médecine légale (3).

La pénétration du milieu subaquatique au 19e siècle (4, 5)

L'exploration des fonds sous-marins émerge avec la cloche à plongée, développée au XVIIe et surtout au XVIIIe siècle. Le principe est simple, il s'agit d'une cloche lourdement lestée, qu'on laisse pleine d'air, descendre verticalement dans l'eau jusqu'à toucher le fond. L'eau pénètre dans la cloche à une hauteur qui augmente avec la profondeur d'immersion, laissant une bulle d'air respirable. Elle servira notamment au renflouement d'épaves. Sous l'impulsion de l'astronome et médecin anglais Halley, la cloche sera améliorée en y ajoutant des barillets pleins d'air, que le plongeur ouvrait à son gré ; l'air chaud et impur s'échappait par le haut de la cloche, à l'aide d'une soupape. Halley trouva même le moyen de permettre à un plongeur de s'éloigner de la cloche, en continuant de communiquer avec l'air comprimé qui y était contenu par un tuyau et un capuchon recouvrant la tête du plongeur (Halley 1716). C'était la première idée du scaphandre. Par la suite, la cloche sera alimentée en air comprimé au moyen de pompes alternatives à piston. Ces cloches seront encore utilisées jusqu'au début du XIXe siècle, permettant de travailler jusqu'à des profondeurs de 18 mètres environ. Cependant en dehors de douleurs d'oreille ou de risque d'asphyxie, aucun symptôme pouvant être rattaché à un accident de désaturation ne sera rapporté (1).

Au début du 19e siècle, l'ingénieur allemand Auguste Siebe va développer à grande échelle un scaphandre qui portera son nom. À partir de 1837, la firme *Siebe-Gorman* va commercialiser en Angleterre et largement diffuser un scaphandre complet, comprenant un casque et un habit étanche dans lequel le plongeur, alimenté depuis la surface par une pompe à air, conserve une certaine aisance de mouvements. Ce scaphandre sera rapidement adopté par la Marine anglaise, la compagnie des Indes, ainsi que la plupart des organismes des gouvernements continentaux, dont la Marine française (Fig. 1).

Après 1840, avec Handcook et Goodyear, la vulcanisation du caoutchouc par incorporation de soufre permet de disposer de vêtements souples et parfaitement étanches pour les scaphandriers qui remplacent avantageusement les premières tenues en tissu, cuir ou métal.

Vers 1857, le français Cabirol devient le fournisseur officiel de la Marine française en proposant une offre concurrente qui comprend la fourniture d'un vêtement étanche en toile caoutchoutée et de ses accessoires avec un scaphandre assez ressemblant à celui de Siebe-Gorman.

À partir de 1865, l'ingénieur des mines Benoît Rouquayrol, associé à l'officier de Marine Auguste Denayrouze, proposent l'utilisation subaquatique d'un appareil respiratoire initialement destiné au sauvetage dans les mines et pour l'incendie. Il s'agit du premier appareil de plongée autonome avec un plongeur qui n'est



Figure 1. Gravure représentant le retour à bord de scaphandriers avec des équipements Siebe-Gorman.

plus relié avec la surface. Il porte sur le dos un réservoir dorsal de 30 litres d'air, comprimé à 30 bars, avec à un système de détendeur qui permet l'admission en bouche de l'air ajusté à la pression ambiante. Le plongeur était initialement équipé d'un casque rudimentaire, ou « groin » et d'un vêtement de laine. Pendant plusieurs années, la Marine française va tester ce prototype appelé « aérophore portatif à haute pression », en le comparant aux scaphandres Cabirol. Finalement, le prototype ne donne pas satisfaction à la Marine française qui préfère l'emploi du scaphandre à casque relié avec la surface, selon une technique bien rodée. L'autonomie est en effet jugée insuffisante, de l'ordre de 30 minutes à 10 mètres, et seulement 10 minutes à 40 mètres. Les moyens techniques de l'époque, et l'absence de palmes qui ne seront introduites qu'au XXe siècle, ne permettaient sans doute pas de rendre le plongeur totalement autonome. Le principe de fonctionnement de l'appareil Rouquayrol-Denayrouze sera finalement repris au XXe siècle avec le développement du détendeur Cousteau-Gagnan et le succès qu'on lui connaît après la Deuxième Guerre mondiale.

Rouquayrol et Denayrouze vont finalement adapter leur découverte à la plongée traditionnelle en scaphandre. Ils proposent ainsi à partir de 1873 leur propre scaphandre à casque, équipé d'un régulateur d'air dorsal. En effet, les scaphandres Siebe-Gorman ou Cabirol sont alimentés depuis la surface par une pompe à air et l'admission d'air comprimé dans le casque est dépendante du rythme de pompage. Cela ne pose guère de problème lorsque la profondeur de travail est constante, en revanche, le débit doit être réajusté à chaque changement d'immersion. Le

plongeur doit alors régler une soupape de surpression dans son casque et donner des ordres vers la surface pour faire modifier le rythme de pompage. Le réservoir-régulateur Rouquayrol-Denayrouze va permettre de s'affranchir de ces problèmes de débit et des à-coups du pompage, puisqu'il peut fournir en permanence, au scaphandrier qui le porte sur son dos, une admission en air comprimé correspondant à la profondeur atteinte (fig. 2) (7). Ce nouveau scaphandre va être testé pendant plus de six mois par Auguste Denayrouze pour la pêche aux éponges par des fonds de 30 mètres, concurremment avec les autres systèmes de scaphandre. C'est à l'occasion de cette campagne de pêche que les premiers cas d'accidents de désaturation survenant chez des scaphandriers seront décrits et publiés en 1869 dans les Annales d'hygiène publique et de médecine légale par un médecin de Marine Alfred Le Roy de Méricourt (3).

Afin d'exploiter au mieux leurs découvertes, Rouquayrol et Denayrouze créent en 1865 leur propre société. Auguste Denayrouze va parcourir de nombreux pays étrangers pour diffuser l'appareil plongeur tant au niveau des différentes marines européennes, que des sociétés de travaux publics. La pêche aux éponges en Méditerranée orientale, étant particulièrement florissante à cette époque, ces deux inventeurs vont également créer la « Société française de la pêche des éponges A. Denayrouze et C^{ie} », avec Smyrne comme point d'attache au Moyen-Orient et comme objectif l'exploitation des fonds sous-marins pour la pêche du corail rouge, des éponges ou des huîtres perlières. Par la suite l'entreprise sera reprise par Petit puis par Piel, et bien plus tard par la Spirotechnique, puis Aqualung, filiale d'Air Liquide.



Figure 2. Dessin d'un scaphandrier équipé du régulateur de pression Rouquayrol-Denayrouze en position dorsale.

Les premières descriptions des accidents de désaturation.

L'article de Leroy de Méricourt, se basant sur un rapport de la Société pour la pêche des éponges, semble être la première description publiée, rapportant le cas d'accidents de désaturation, survenant en milieu subaquatique, liés à l'usage de scaphandres de plongée.

Accidents de désaturation au décours du travail en air comprimé

Cependant, les premières observations d'accident de désaturation ne sont pas issues du milieu subaquatique mais proviennent du développement du travail en air comprimé au XIX^{e} siècle. En effet, même si la plongée en scaphandre et les techniques de « tubage » se sont développées à la même époque, la plongée reste une activité réservée, avec un nombre limité de chantiers sous-marins à faible peu profondeur, tandis que l'emploi des tubistes se multiplie considérablement pour creuser des tunnels ou exploiter les mines. De nombreux médecins hygiénistes ont contribué à la connaissance des troubles cliniques tels que nous les connaissons actuellement, les premières hypothèses physio-pathogéniques sont également issues de leurs travaux. Paul Bert réalisera une étude bibliographique complète de tous ces travaux dans son ouvrage « *La Pression Barométrique* » paru en 1878 (1).

La technique du tubage a été présentée en 1841 à l'Académie des Sciences de Paris par l'ingénieur français Triger, afin de permettre le travail des hommes en air comprimé dans un puits de mine envahi par l'eau. Le « tube de Triger » se développe très rapidement et va permettre le forage de puits de mines immergées sur les bords de la Loire et par la suite le forage de piles de ponts. Le tube était enfoncé verticalement, et, à son sommet obturé, on injectait de l'air sous pression (fig. 3). Cet air pouvait ressortir par la base. Les ouvriers ou « tubistes » pouvaient travailler plusieurs heures au sec, sous pression, jusqu'à 3 voire 4 ATA. Des symptômes d'accident de désaturation, essentiellement des douleurs articulaires, seront décrits pour la première fois. Ces accidents se produisaient après le retour à l'air libre pour des durées de travail sous pression pouvant atteindre 7 heures (4, 8). Triger nous donne la première observation d'accident de désaturation de type ostéo-myo-articulaire (9) :

« Je dois déclarer ici que deux ouvriers, après avoir passé 7 heures de suite dans l'air comprimé, ont éprouvé

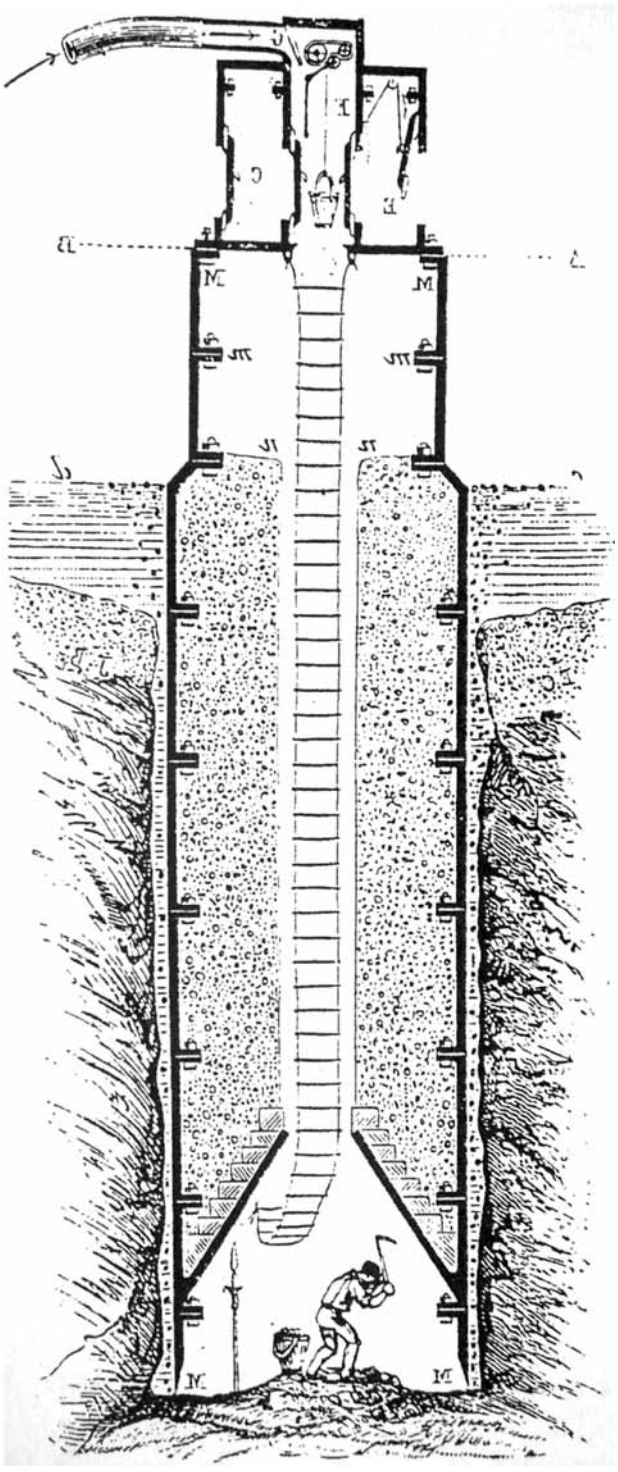


Figure 3. Travailleurs en air comprimé ou « tubistes » dans un tube de Triger.

des douleurs assez vives dans les articulations, une demi-heure après être sortis du puits. Le premier se plaignait d'une douleur extrêmement vive dans le bras gauche, et le second éprouvait une douleur semblable dans les genoux et dans l'épaule gauche ; quelques frictions faites avec de l'esprit-de-vin ont bientôt fait disparaître cette douleur chez les individus ; ils n'en ont pas moins continué leur travail les jours suivants ».

La méthode du tube de Triger sera largement répandue dans les années suivantes. En 1846, dans les mines de Douchy, l'ingénieur Blavier décrit des symptômes de membre douloureux associés à une faiblesse musculaire, en rapport avec un accident de désaturation ostéo-myo-articulaire, peut être associé à une atteinte neurologique (10).

« 20 heures après notre sortie du milieu air comprimé, nous avons ressenti dans le côté droit des douleurs tout à fait semblables aux premières, et qui nous ont tenu engourdi pendant quatre à cinq jours ».

Le mémoire des docteurs Pol et Watelle, écrit dès l'année 1847 mais publié en 1854, est consacré à l'étude des accidents survenus lors du travail sous pression également dans les mines de Douchy. Il décrit de façon remarquable des symptômes divers et variés, liés à la décompression, avec des atteintes musculaires, cardio-respiratoires et neurologiques pouvant entraîner la mort.

« Pendant l'exploitation, la pression totale s'est élevée à 4 atmosphères ¼. La compression se faisait en un quart d'heure, la décompression en une demi-heure. Les ouvriers restaient ordinairement quatre heures de suite et cela deux fois par jour. Sur 64 hommes, 37 ont supporté plus ou moins bien les travaux, 25 ont dû être réformés (dont 19 avaient plus de 40 ans) et 2 sont morts. Les accidents constatés lors de la décompression sont les suivants :

- douleurs musculaires très vives ;
- difficultés respiratoires et anxiété ;
- accélération et dureté du pouls ;
- accidents cérébraux, hébétude, perte de sensibilité et de la conscience, coma, surdité, cécité, très souvent permanentes ;
- enfin mort subite »…

« Le danger n'est pas de pénétrer dans un puits comprimé ; il n'est pas d'avantage d'y séjourner plus ou moins longtemps ; la décompression seule est à craindre : on ne paie qu'en sortant ». (11)

Dans les années suivantes, le travail sous pression se généralise, de nombreux cas d'accidents sont rapportés sur d'autres chantiers en Europe et aux États-Unis, la symptomatologie des accidents de désaturation se complète avec la description d'atteintes cutanée, articulaire et médullaire

« Les « puces », comme les appellent les ouvriers, ou démangeaisons atroces à la peau, ne commencent guère à apparaître avant la pression de 2.5 atmosphères, au-delà de 3 atmosphères les tuméfactions musculaires ou « moutons » sont fréquentes, ainsi que les « gonflements synoviaux », mais les articulations elles-mêmes ne sont prises que plus tard et plus rarement. Les accidents des muscles atteignent particulièrement ceux qui ont été fatigués par des contractions répétées ». (12)

« Il est difficile de trouver un exemple plus complet de l'apoplexie médullaire. En 1862, lors de la construction d'un pont sur l'Adour à Bayonne, l'ingénieur civil qui dirigeait le travail, âgé de 20 ans, fut victime d'un accident sévère après une heure passée à la pression de 4 atmosphères suivie d'une décompression en 5 minutes. Il fut immédiatement pris de vertiges puis d'une perte

complète de connaissance. Trois heures après, lorsqu'il revint à lui, il était complètement paralysé du sentiment et du mouvement dans les membres inférieurs, avec insensibilité dans les bras… Excrétion involontaire des fèces et de l'urine. Brusques mouvements d'extension lorsque l'on touche les membres inférieurs. Érections qui ne s'accompagnent d'aucune excitation du sens génital. Douleurs atroces dans les hypochondres… Dès les premiers jours, il s'était formé une petite érosion du sacrum, il y a aujourd'hui une vaste escarre ; les fesses, la région lombaire, sont rouge livide ; le patient ne se tient qu'en supination ». (13)

Accidents de désaturation au décours d'une plongée en scaphandre

Descriptions cliniques

En ce qui concerne les premières descriptions de cas d'accident de désaturation survenant en mer chez des scaphandriers, il faut attendre la publication de Leroy de Méricourt en 1869, celle-ci se rapporte à la campagne de pêche de 1867 décrite dans un mémoire de M. Aublé, agent de Société française de la pêche des éponges A. Denayrouze et C^{ie}. Quelques années plus tard le Dr Alphonse Gal rapporte également, dans sa thèse soutenue en 1872, des cas d'accident de désaturation observés après des plongées en scaphandre, lors de campagnes de pêche aux éponges sur les côtes de Grèce et Turquie en 1868 (14). Mêlant ses observations personnelles ainsi que des témoignages antérieurs datant de 1866 et 1867, Il décrit des formes graves d'accident de désaturation avec atteinte médullaire (observation II) et/ou vestibulaire (observation IV).

« Je dois à M. le Dr Sampadarios, d'Egine, une série d'observations curieuses et inédites que je transcris, sans en rien retrancher ; je suis heureux de pouvoir le remercier ici de ses intéressantes communications… Observation II. En 1867, j'ai observé un autre malade ; il était descendu, dit-il, trois fois dans la même journée pour pêcher ; à la troisième il avait senti au fond de la mer une gêne à la poitrine, et à peine avait-il eu le temps d'avertir en donnant le signe de le retirer. Ramené dans le bateau, il était tombé dans un état comateux, tout à fait insensible, dont il s'était remis après trois heures. Il avait alors dyspnée, paralysie complète des membres inférieurs et de la vessie, constipation, paralysie incomplète (parésie) des membres supérieurs, d'un côté surtout. La dyspnée avait bientôt disparu, on a été obligé de vider la vessie par la sonde. On a suivi le malade pendant un mois, il avait eu une amélioration ; puis on l'a perdu de vue… Observation IV. Lui aussi s'était remis de cet état comateux après cinq heures, après qu'il eut vomi plusieurs fois ; mais pendant vingt-quatre heures il avait des tournoiements de tête, lorsqu'il ouvrait les yeux ; les membres inférieurs et la vessie étaient paralysés ».

Le Dr Gal rapporte plus loin l'évolution d'une atteinte sévère de la moelle épinière, chez un sujet de 30 ans, à la suite d'une plongée à la profondeur de 30 mètres (observation du Dr Cotsonopoulos, publiée en 1971 dans le journal grec Asclepios).

« Lorsqu'on l'a retiré, il a senti une douleur aux lombes et un fort engourdissement des membres inférieurs, dont les mouvements après une heure étaient tout à fait impossibles… Il y a eu une petite amélioration : la sensibilité a augmenté un peu à la partie supérieure des cuisses, mais bientôt le mal a fait des progrès ; une cystite se développe avec gangrène de décubitus, fièvre, frissons, incontinence avec rétention, évacuations involontaires ; enfin, par suite des progrès de la gangrène, le sacrum est tout à fait dénudé. Aux derniers jours de la maladie des eschares s'étaient présentées aux talons. La mort survient le quarantième jour du commencement de la maladie. Le malade avait conservé ses facultés intellectuelles intactes jusqu'à la fin ». L'autopsie révèle la présence de zones hémorragiques localisées au niveau médullaire, mais constate également que « la portion lombaire (de la moelle épinière) en grande partie et le tiers supérieur de la portion thoracique avaient subi le ramollissement blanc à un degré considérable, parce qu'à peine la pie-mère était coupée ou déchirée, la substance de la moelle coulait, pour ainsi dire dehors ».

Physiopathogénie

Concernant la physiopathogénie de l'accident de désaturation, Le Roy de Méricourt considère qu'« après mûre réflexion, nous sommes porté à croire qu'elle est le résultat de la tension exagérée des gaz libres, en dissolution dans le sang, par suite de la pression considérable à laquelle les plongeurs peuvent être soumis » ; et que « lorsque le plongeur « remonte à la surface, si la décompression est trop peu graduée, les gaz dont le sang est sursaturé tendent à se dégager avec effervescence ».

Le Roy de Méricourt évoque ici des phénomènes de sursaturation à l'origine d'effervescence c'est-à-dire de formation de bulles. Cette « théorie des gaz libres » n'est pas nouvelle. Dès 1659, le physicien anglais Robert Boyle avait pu observer dans l'œil de vipères des bulles issues de la décompression, grâce à son invention de pompe à vide (15). Cette idée sera reprise plus tard et complétée par Hoppe-Seyler en 1857, qui observe à partir d'expériences sur l'animal soumis à de faibles pressions, que la formation de bulles gazeuses dans l'organisme pourrait être à l'origine des accidents de décompression (16). La thèse du médecin Bucquoy, qui se rapporte au travail en air comprimé lors de la fondation des piles de pont de Strasbourg en 1859 à Kehl, complète cette théorie en proposant une explication physique à la formation des bulles (17).

« Si l'on pénètre dans l'air comprimé, l'oxygène, l'acide carbonique et l'azote, tenus en simple dissolution dans le sang, doivent augmenter avec la pression ; et si la compression a duré suffisamment longtemps, la loi de Dalton veut que la quantité de chacun de ces gaz absorbés par le sang soit proportionnelle à sa pression dans l'air condensé où l'on respire »…

« Pendant et après la décompression, tous les gaz dissous en excès dans le sang, par suite de la condensation de l'air, tendront à s'échapper de ce liquide avec un effort d'autant plus grand, à séjour égal dans l'air comprimé, que la pression qu'on aura subie était plus considérable.

C'est là une conséquence forcée des lois physiques sur la dissolution des gaz dans les liquides, et l'on en a un exemple commun et fréquent dans la rapidité et dans la force avec lesquelles l'acide carbonique s'échappe d'une eau gazeuse, quand on enlève le bouchon de la bouteille qui la contient »…

De 1871 à 1877, après avoir succédé à Claude Bernard comme professeur à la Sorbonne, Paul Bert mène des recherches dans cette direction, avec par ailleurs une activité politique considérable comme conseiller général, député radical, et enfin, Ministre de l'Instruction Publique et des Cultes. À partir des nombreuses expérimentations qu'il dirige sur l'animal, il confirme et synthétise la théorie bullaire : « *J'ai montré que tous les accidents, depuis les plus faibles jusqu'à ceux qui entraînent une mort soudaine, sont la conséquence du dégagement des bulles d'azote dans le sang et même dans les tissus quand la compression avait duré un temps suffisant* ». Pour Paul Bert, le traitement repose sur la recompression, car les bulles « *peuvent se redissoudre en soumettant l'animal à une nouvelle compression, quitte à le décomprimer ensuite avec une lenteur ménagée… En faisant respirer à l'animal un gaz ne contenant pas d'azote, de l'oxygène pur par exemple, la diffusion se ferait beaucoup plus vite… Il n'y a pas de guérison certaine, car les bulles de gaz, au sein des tissus délicats comme ceux de la moelle épinière, peuvent y avoir occasionné des désordres, des dilacérations dont la disparition ne saurait suffire pour conjuguer les funestes effets* ». Ainsi, Paul Bert est le premier à démontrer l'importance du phénomène bullaire dans la physio-pathogénie des accidents de désaturation, il précise également les principes modernes du traitement (1).

Qui était Alfred Leroy de Méricourt ? (fig. 4)

Extrait du Dictionnaire des médecins et pharmaciens de la Marine (18)

Né le 13 octobre 1825 à Abbeville dans la Somme, il est le fils d'un contrôleur aux entrepôts des douanes. Bachelier ès sciences en 1843, il est élève de l'école de médecine navale de Brest. Le 15 mai 1845, reçu chirurgien de 3e classe, il est envoyé à Saint-Pierre-et-Miquelon. D'abord embarqué sur le navire de commerce *Les Trois Frères* puis sur la *Boussole* à bord de laquelle il navigue de 1847 à 1848, il est désigné, dès son retour, pour l'*Alcibiade*. Il se marie à Brest en 1848 avec la fille d'un capitaine de vaisseau décédé, et prépare son prochain concours. De mars à octobre 1849, Le Roy de Méricourt est aux Antilles sur le transport *Caravane*. Chirurgien de 2e classe le 1er décembre 1849, il sert sur l'aviso à vapeur *Épervier*, en station de Terre-Neuve, de novembre 1849 à janvier 1850. Muté sur l'*Archimède*, il part pour la station de l'océan Indien. Le Roy de Méricourt reçoit un témoignage de satisfaction du ministre, en 1851, pour avoir remplacé le chirurgien de Mayotte qui était indisponible pour une raison disciplinaire. Il a servi avec beaucoup de zèle et de compétence. Au cours de son



Figure 4. Portrait d'Alfred Le Roy de Méricourt.

séjour et de ses passages à Madagascar, il contracte le paludisme.

À son retour, il soutient sa thèse à Paris en présentant son *Histoire médicale de la campagne de la corvette à vapeur* l'Archimède, *station de l'océan Indien, 1850-1852*. Le 18 novembre 1853, reçu chirurgien de 1re classe, il participe, sur l'*Alger*, à la guerre de Crimée, avec ses épidémies de typhus et de choléra. Reçu au difficile concours du professorat le 29 novembre 1856, le directeur de Brest, Amédée Lefèvre, le juge remarquable avec une capacité supérieure ; il parle anglais, italien et espagnol. Ayant assuré son temps d'enseignement, il est appelé à Paris auprès de l'inspecteur général.

1864 est une des grandes dates du Service de santé de la Marine, puisque cette année-là paraît le premier volume des *Archives de Médecine Navale (AMN)*. Le Roy de Méricourt et son ami Jean-Baptiste Fonssagrives ont largement contribué à cette création et, dans son introduction, Méricourt rappelle que : « Dès 1814, l'inspecteur général du Service de santé de la Marine, Keraudren, écrivait aux conseils de santé des ports pour leur faire part du projet qu'il avait conçu de publier un journal de médecine nautique et les engager à concourir à sa fondation. Son appel ne trouva pas un écho suffisant ». De telles tentatives avaient encore été faites en 1836 à Toulon, en 1848 à Brest, en 1854, mais toujours sans succès. Outre les journaux médicaux civils, le seul recours pour publier des articles concernant le domaine maritime, restait les *Annales maritimes et coloniales*. Le Roy de Méricourt reste, à Paris, le rédacteur en chef de la revue pendant des années. S'y consacrant avec toute son énergie et son talent, cette activité le met en relation avec les savants français et étrangers, au bénéfice de la médecine navale française.

Médecin en chef le 9 février 1870, il devient bientôt chirurgien-chef de l'ambulance de la Marine, tenue par les pères du Saint-Esprit, au cours des deux sièges de Paris, pendant le conflit avec la Prusse et lors de la Commune. L'inspecteur général Jules Rochard, son troisième inspecteur, reconnaît ses mérites et le couvre de louanges à propos de sa réussite à la tête des *AMN* : « il a donné à ce recueil une importance considérable ; il a su lui conserver tout son intérêt et toute son originalité ». En 1879, il participe au congrès médical d'Amsterdam. Membre de diverses commissions, il œuvre pour une amélioration de la réglementation. Chevalier puis Officier de la Légion d'Honneur en 1854 et 1864, il est fait commandeur en 1880. Il est aussi Officier de l'Instruction publique. Admis à la retraite par limite d'âge en 1886.

Il avait publié de nombreux articles dans diverses revues médicales, en particulier dans les *AMN*. Méricourt s'est beaucoup intéressé aux maladies dermatologiques et Paul Louis Simond, dans sa thèse sur la lèpre, fera référence à un article de Méricourt qui posait la question du devenir du bacille de Hansen lorsqu'il s'échappait des lésions cutanées en rapportant l'expérience du médecin allemand Arning ; celui-ci, le 4 septembre 1884, avait inoculé un broyat de léprome à un Hawaïen condamné à mort qui, quatre ans plus tard, avait développé une lèpre, prouvant ainsi que l'incubation pouvait durer des années. Le Roy de Méricourt laisse, entre autres, une étude biographique et littéraire de Pierre Poissonnier et d'Antoine Poissonnier-Desperrières, inspecteur et inspecteur adjoint du service au XVIII^e^ siècle, parue dans les *AMN*, ainsi que des textes destinés au *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*. Il s'éteint à son domicile parisien, le 12 août 1901.

Présentation de la publication « Considérations sur l'hygiène des pêcheurs d'éponges » par Alfred Le Roy de Méricourt, Professeur aux Écoles de médecine navale, publiée dans les Annales d'hygiène publique et de médecine légale en 1869.

Le texte se compose de trois parties distinctes :

La première partie est consacrée à la description de la pêche traditionnelle aux éponges pratiquée en Méditerranée orientale. Les plongeurs apnéistes sont capables de descendre jusqu'à des profondeurs conséquentes, 45 à 55 mètres, avec des durées d'apnées de plusieurs minutes ; ils emploient un bout lesté avec des pierres pour accélérer la descente ; en fin de plongée, le plongeur, alourdi par son chargement, fait action sur le bout pour qu'on le remonte depuis la surface. La pratique de cette activité expose à certains risques, comme des mauvaises rencontres avec la présence de requins ou la perte du bout au fond et la noyade par asphyxie. Le Roy de Méricourt décrit des accidents de type barotraumatique de l'oreille moyenne avec perforation tympanique et otorragie ou de l'oreille interne avec perte de l'audition, et également des cas de crachats sanglants, certainement rattachables à des œdèmes pulmonaires d'immersion favorisés par la dépression ou « squeeze pulmonaire » survenant en apnée. L'émergence des nouvelles techniques de plongée avec le scaphandre va générer des situations conflictuelles auprès des plongeurs apnéistes autochtones, qui voient d'un très mauvais œil cette concurrence déloyale. Le Roy de Méricourt note que l'on ne rapporte pas d'attaque de requins chez les plongeurs équipés de scaphandres.

La deuxième partie du texte décrit une campagne de plongée menée en 1867. On distingue deux groupes de plongeurs, ceux équipés du scaphandre Rouquayrol-Denayrouze et appliquant les recommandations de leur compagnie et 24 hommes utilisant à tour de rôle 12 scaphandres Siebe-Gorman. Le Roy de Méricourt ne rapporte aucun cas d'accident de décompression chez les utilisateurs de scaphandres de type Rouquayrol-Denayrouze, en revanche 10 cas mortels sur 24 sont à déplorer pour les plongeurs utilisant les scaphandres Siebe-Gorman. Pour Le Roy de Méricourt, ce résultat peut être lié soit à la nature du scaphandre, car les appareils Rouquayrol-Denayrouze sont les seuls à disposer d'un régulateur de pression, soit à la différence dans les procédures de plongée. En effet les scaphandriers équipés en Rouquayrol-Denayrouze ne sont pas autorisés à dépasser la profondeur de 35 mètres, tandis que les scaphandriers en Siebe-Gorman plongent jusqu'à 45-54 mètres. D'autre part, la compagnie Denayrouze préconise une limitation du temps de plongée à 2 h 30 maximum avec une remontée lente vers la surface à la vitesse de 1 minute par mètres.

Parmi les 10 cas d'accidents mortels, 3 sujets sont morts immédiatement au retour en surface, tandis que les 7 autres ont présenté des paraplégies avec rétention d'urines. Le Roy de Méricourt discute de l'origine de ces accidents affectant la moelle épinière. Il considère qu'il s'agit d'hémorragies médullaires, liées à la dissolution de gaz libres dans les tissus à la faveur de la pression, avec formation d'une phase gazeuse ou effervescence à la remontée qui serait la cause des symptômes. Pour Le Roy de Méricourt, ce mécanisme permet d'expliquer pourquoi les pêcheurs en apnée qui plongent à la même profondeur ne sont pas victimes de ce type d'accident. Il évoque par analogie des travaux expérimentaux sur le cheval où l'injection de bulles d'air au niveau veineux peut entraîner le décès de l'animal par embolisation cérébrale. Il discute enfin de la prépondérance de l'atteinte médullaire vis-à-vis de l'atteinte cérébrale dans les accidents de décompression.

La troisième et dernière partie traite de la prévention de ces accidents avec des propositions concrètes de Le Roy de Méricourt comme la sélection du personnel plongeur, à l'occasion notamment d'un examen médical qu'il préconise. Il recommande l'emploi du scaphandre Rouquayrol-Denayrouze pour son régulateur de pression. Pendant la campagne de pêche, il suggère de s'intéresser à l'alimentation du plongeur. Il reprend et durcit également les recommandations de Denayrouze avec une profondeur maximale de 30 mètres pour 2 heures de plongée au total. La vitesse de remontée doit être limitée à 1 m/min. Si la profondeur de 30 mètres doit être dépassée, il suggère de réduire le temps de plongée de manière proportionnelle à l'augmentation de profondeur ; en réduisant

progressivement le temps par tranche de 5 mètres de profondeur supplémentaire. Enfin, il recommande la présence d'un médecin sur les lieux de pêche pour la prise en charge des urgences médicales.

Conclusion

Ainsi à la fin du 19e, il existe un nombre important d'observations cliniques, de rapports publiés et de thèses de médecine qui décrivent les nombreux symptômes de cette nouvelle entité clinique qu'est l'accident de désaturation, susceptible de survenir au décours d'un séjour hyperbare en ambiance sèche ou en milieu subaquatique. Le Roy de Méricourt et Gal sont les premiers à décrire ce type d'accident dans le contexte de la plongée en scaphandre. On comprend également que ces phénomènes sont liés à la décompression lors du retour à la pression atmosphérique. Les premières hypothèses physiopathogéniques, s'appuyant sur la théorie des gaz libres, se mettent en place avec Hoppe-Seyler et Bucquoy. On doit à Paul Bert, élève de Claude Bernard, une synthèse remarquable de l'ensemble de ces données, avec l'énoncé de théories explicatives suivies de nombreux travaux expérimentaux pour les vérifier.

Les auteurs ne déclarent pas de conflit d'intérêt concernant les données présentées dans cet article.

Cet article a fait l'objet d'une communication à la Société française de médecine subaquatique et hyperbarique (MEDSUBHYP) dans son bulletin de 2011, vol 21, supplément.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Bert P. La pression barométrique. Recherches de physiologie expérimentale. Masson, Paris, 1878, réédité par les Editions du CNRS, 1979.
2. Boycott AE, Damant C, Haldane JS. The prevention of compressed air illness. J Hyg Cambridge 1908 ; 8 : 342-4.
3. Le Roy de Méricourt A. Considérations sur l'hygiène des pêcheurs d'éponge. Ann Hyg (Paris) 1869 ; 31 : 274-86.
4. Corriol JH, Broussolle B. *In* Physiologie et médecine de la plongée. Broussolle B eds. 1-Historique. Paris, Ellipses 1992: 11-32.
5. Michel J. Trois inventeurs méconnus. Editions Musée Joseph Vaylet. Espalion 1980.
6. Halley E. The art of living under water. Phil Trans Roy Soc 1716 ; 29 : 492-9.
7. Figuier L. *In* Les merveilles de la science ou description populaire des inventions modernes. Furne et Jouvet *eds*. La cloche à plongeur et le scaphandre. Tome 4, Paris, 1870: 616-80.
8. Corriol JH. Histoire sommaire de la prévention des accidents de décompression. Bull. Medsubhyp 1991 ; Tome 1 (n°2) : 49-74.
9. Triger A.G. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 1845 ; tome XX : 445-9.
10. Blavier M. Rapport sur le procédé suivi à Douchy, pour traverser des nappes d'eau considérables. Ann des Mines, 4e série 1846 ; tome 9 : 349-64.
11. Pol B, Watelle T.J. Mémoire sur les effets de la compression de l'air appliquée au creusement de puits à houille. Ann. d'hygiène publique et de médecine légale 1854 ; 2e série, tome I : 241-79.
12. Foley A.E. Du travail dans l'air comprimé. Étude médicale, hygiénique et biologique faite au pont d'Argenteuil, Paris, 1863.
13. Limousin. Action de l'air comprimé : apoplexie de la moelle épinière. Union médicale de la Gironde 1863: 269-70.
14. Gal A. Des dangers du travail dans l'air comprimé et des moyens de les prévenir. Thèse de doctorat en médecine, Faculté de médecine de Montpellier, 1872.
15. Boyle R. New pneumatical experiments about respiration. Philos Transact 1670 ; tome V : 2011-58.
16. Hoppe-Seyler F. Uber den einfluss, welchen der Wechsel des Luftdrückes auf das blut ausübt. Arch Anat Physiol Lpz 1857 ; 24 : 63-75.
17. Bucquoy E. Action de l'air comprimé sur l'économie humaine. Thèse de doctorat en médecine, Faculté de médecine de Strasbourg, 1861.
18. Brisou B. Dictionnaire des médecins et pharmaciens de la Marine. Service Historique de la Défense – 2010. SHD-DMV CC7 alpha 1556 et CC2 1031-1004.

Annales d'hygiène publique et de médecine légale 1869, tome 31 : pages 274-286

Considérations sur l'hygiène des pêcheurs d'éponges,

Par M. Le Roy de Méricourt
Professeur aux Ecoles de médecine navale

L'application récente des appareils sous-marins à la pêche des éponges offre, au point de vue des bénéfices commerciaux, de tels avantages sur l'ancien mode usité pour cette pêche, qu'on peut, dès à présent, prévoir le moment où les plongeurs ne descendront plus dans les profondeurs de la mer que revêtus d'un de ces appareils.

Mais à côté des avantages qui résultent de ce progrès, des accidents graves, d'une nature particulière, sont venus éveiller l'attention de l'hygiéniste. Son devoir est d'en rechercher les causes, d'en expliquer la production et d'indiquer, s'il est possible, les moyens de les prévenir. Déjà, des études fort remarquables et d'une utilité pratique incontestable ont été publiées sur le travail dans l'air comprimé : il s'agissait jusqu'à présent de préserver la santé des hommes soumis à la pression de trois atmosphères au plus ; aujourd'hui, les pêcheurs d'épongés séjournent à des profondeurs sous-marines de 45 à 55 mètres, c'est-à-dire qu'ils supportent (en comptant pour une l'atmosphère normale) 5 à 6 atmosphères.

Il est indispensable à l'exposition de notre sujet d'entrer dans quelques détails sur la pêche des éponges telle qu'elle se pratique depuis des siècles et sur son degré d'importance au moment de l'emploi des appareils sous-marins ; dans ce but, nous mettrons à profit les renseignements contenus dans un mémoire manuscrit rédigé par M. Aublé, agent de la *Société pour la pêche des éponges au moyen des appareils plongeurs Rouquayrol et Denayrouze*.

Bien que l'éponge se rencontre et soit recueillie sur les fonds de différentes mers du globe, telles que la mer Rouge, la mer des Antilles, c'est le bassin de la Méditerranée qui en est le principal centre de production. Si, partant du golfe de Syrte, de la côte orientale de Tunisie, on se dirige, en suivant le littoral de l'Afrique vers Alexandrie, pour, de là, en remontant la côte de Syrie, contourner celle de l'Asie Mineure, si l'on parcourt aussi le littoral des îles de l'archipel de la Grèce, des îles de Candie et de Chypre, on aura l'immense développement des parages où s'exerce l'industrie du pêcheur d'éponges.

Les profondeurs auxquelles on recueille ce produit marin diffèrent beaucoup. Elles varient de 25 à 65 mètres. C'est sur la côte d'Afrique et le long de celle de Caramanie que l'on descend le plus profondément, c'est là que se rassemblent les plus habiles plongeurs. En général, plus les éponges sont recueillies par de grands fonds, plus elles sont abondantes, fines et de belles formes.

Dans l'archipel ottoman, c'est surtout aux îles de Kalkit, Simi et Kalimnos que se trouvent concentrés les hommes qui se livrent à cette pêche dangereuse. Dans ces dernières années, on peut en évaluer le nombre 4 000. Les barques sont ordinairement de 6 à 7 tonneaux ; elles sont montées par 7 ou 8 hommes dont 4 seulement sont des plongeurs, les autres ne servant qu'à la manœuvre. Les équipages de ces barques sont complètement à la merci des propriétaires ou bailleurs de fonds, qui sont aux pêcheurs de l'archipel ce que sont les écoreurs aux pêcheurs du littoral du nord de la France.

Vers la fin du mois de mars, les équipages se forment, les préparatifs d'armement se font en avril. Au milieu de mai, tous les bateaux de pêche sont à la mer, ils ne rentrent plus qu'au commencement d'octobre. Le produit de cette industrie, malgré l'imperfection des moyens employés, est considérable, puisqu'en aussi peu de mois, de 1863 à 1866, la moyenne de la valeur pêchée s'est élevée, chaque année, à 3 millions.

À part quelques barques montées par de vieux plongeurs incapables désormais de descendre au fond de la mer et qui pèchent soit à l'aide du harpon, soit à l'aide de la drague, sur toutes les embarcations, les pêcheurs plongent à nu.

Le plongeur de l'Archipel est bien fait, robuste, il a la poitrine large, la démarche alerte ; il est fier de son état ; tant qu'il est jeune, il peut atteindre de grandes profondeurs, être maître plongeur, *sarronda ories* (qui descend à 40 brasses), comme ils disent dans leur langage.

Mais à ce métier, il perd l'ouïe de bonne heure, vieillit vite, et la mortalité doit être grande parmi ces hommes, en raison des dangers qu'ils affrontent et des perturbations que le séjour sous l'eau doit entraîner dans les grandes fonctions.

Après avoir jeté de l'huile ou du lait d'éponges sur la surface de la mer, afin de mieux voir le fond, et avoir fait de larges inspirations pour dilater ses poumons le plus possible, le plongeur pique une tête, en tenant entre les mains une pierre fixée à une corde dite de signal ; cette pierre l'entraîne rapidement vers le fond. Une autre corde, attachée d'une part à la corde de signal, de l'autre à son corps, permet au pêcheur de revenir à la corde de signal qu'il abandonne momentanément et qui reste fixée, au fond, par la pierre qu'il y a déposée. Il ramasse alors, dans le rayon de la corde qu'il traîne après lui, avec une légèreté, une vitesse et une adresse remarquables, les éponges qui sont à sa portée. Il les place dans un sac qui tombe devant sa poitrine ; dès qu'il veut remonter, il fait le signal convenu et on le ramène très rapidement à l'air.

Les plongeurs habiles parviennent à rester au fond pendant deux, trois et même, dit-on, quatre minutes. Ce

dernier chiffre, hâtons-nous de le dire, nous semble exagéré.

Un même pêcheur peut, dans sa journée, descendre au fond, de cinq à dix fois.

Lorsque la profondeur atteinte a été considérable, la décompression rapide détermine, au moment où le pêcheur arrive à l'air libre, l'émission d'une quantité variable de sang par les oreilles, le nez et la bouche.

Grâce à l'habitude que donne une pratique qui commence dès le jeune âge, il ne survient pas immédiatement d'accidents sérieux autres que ceux que nous venons de signaler et l'obtusion de l'ouïe. Pendant son séjour sous l'eau, le plongeur est exposé à deux grands dangers : il peut devenir la proie du requin, ou bien si, attiré trop loin de la corde de signal par l'appât du butin, il quitte la corde conductrice, il peut ne plus la retrouver ; impuissant alors à remonter lui-même, il succombe aux progrès de l'asphyxie par submersion.

Les appareils plongeurs dont nous avons actuellement à nous occuper ont, entre autres avantages sur l'ancienne méthode, le privilège de conjurer ces dangers On prétend qu'il n'y aurait pas d'exemple de requin ayant attaqué l'homme revêtu du scaphandre.

Il n'y a pas plus de dix ans que, pour la première fois, un négociant de Paris songea à utiliser le scaphandre pour cette pêche. Il emmena avec lui un plongeur de Toulon, qui devait enseigner aux gens de l'Archipel à se servir de cet appareil. Un jour, le plongeur français étant au fond de la mer, fut pris de symptômes graves qui restèrent mal définis ; on eut le temps, sur un signal pressant, de le ramener à l'air, mais il ne survécut que quelques heures. Cet essai malheureux découragea tellement le négociant qu'il ne poursuivit pas son entreprise.

En 1860, un plongeur originaire de l'île Simi revint des Indes avec un scaphandre ; il avait travaillé avec beaucoup de succès dans ces parages, pour le compte d'une maison anglaise. En récompense de ses bons services, on lui avait fait présent d'un appareil, au moment de son départ. Il s'en servit dans la Méditerranée pour la pêche des éponges, et en tira un excellent parti.

En 1865, un scaphandre appartenant à une maison française établie à Constantinople, et utilisé par des gens de Kalimnos, fut brisé par la population de cette île. Dans leur aveuglement, les pêcheurs, excités par les armateurs, considéraient cet appareil comme devant amener, un jour, la ruine de leur industrie.

Néanmoins, l'élan était donné ; en 1866, sept scaphandres fonctionnèrent, tant à Rhodes qu'à Simi et à Kalimnos. À la fin de la campagne, des troubles graves éclatèrent, il y eut des rixes et plusieurs appareils furent détruits. Le chef de la station navale française du Levant intervint et, de concert avec les autorités turques, les dommages causés à nos nationaux furent réparés et la liberté de pêche, à l'aide d'appareils plongeurs, fut proclamée. Les bénéfices obtenus ne devaient pas tarder à convaincre les pêcheurs de la supériorité de la nouvelle méthode. Une machine à plongeur rapporte, au moins, trois fois le produit de la barque des pêcheurs ordinaires les mieux montés.

Les importantes modifications introduites par M. le lieutenant de vaisseau Denayrouze à l'appareil à air comprimé de M. l'ingénieur Rouquayrol, pour le rendre applicable aux travaux sous-marins, conduisirent naturellement à l'emploi de ce système pour la pêche des éponges. On s'en servit, pendant la campagne de 1867, avec un succès tel qu'au commencement de cette année, une société s'est organisée pour exploiter cette industrie sur une large échelle. Des embarcations à hélice munies d'une machine de 6 chevaux remplacent les anciennes barques à voiles ; une fois sur les lieux de pêche, la machine, marchant à la détente, fait fonctionner 4 à 6 pompes à air qui entretiennent quatre plongeurs, à la fois, sous l'eau.

Dans une communication que nous avons faite à l'Académie de médecine (séance du 10 janvier 1865), sur *l'assainissement de la cale des navires contaminés* (1), nous avons eu l'occasion de décrire cet appareil actuellement adopté dans la marine impériale et que chacun a pu voir fonctionner à l'exposition universelle. Nous avons fait ressortir ses avantages sur l'ancien scaphandre, nous ne pouvons revenir, cette fois, sur tous ces détails qui nous entraîneraient trop loin. Disons seulement que, pendant la campagne de 1867, il n'est survenu aucun accident sérieux parmi les hommes qui ont péché munis de l'appareil Rouquayrol-Denayrouze. Mais à la même époque, sur 24 hommes qui se servaient de 12 scaphandres de fabrication anglaise, 10 succombèrent.

Ces accidents méritent de fixer toute notre attention. Ils soulèvent à la fois une question de physiologie et une question d'hygiène professionnelle. La pêche des éponges, celle du corail et par suite la fabrication des appareils à air comprimé, vont désormais occuper, chaque année, un plus grand nombre d'hommes. On voit donc qu'il y a bien des raisons de rechercher la source de ces accidents et les moyens de les prévenir, si cela est possible. C'est le résultat de nos réflexions sur ce sujet que nous avons eu l'honneur d'exposer à l'Académie ; nous n'avons pas la prétention d'avoir trouvé la solution des difficultés que ce problème soulève ; nous avons seulement formulé des propositions sur lesquelles nous appelons l'attention des physiologistes et des hygiénistes.

L'absence des médecins sur les lieux de pêche et la difficulté d'obtenir des renseignements de la part des pêcheurs de l'Archipel qui sont d'un naturel fort défiant, n'ont pas permis d'être fixé, comme il eût été à désirer, sur la nature des phénomènes qui ont précédé la mort des dix hommes dont nous avons parlé plus haut. On a pu savoir seulement que trois d'entre eux étaient morts subitement, en quittant le travail sous-marin, et que les autres avaient langui de un à trois mois, paralysés des membres inférieurs et de la vessie. En raison de l'existence de la paraplégie chez les sept plongeurs qui ont survécu quelque temps, il est permis de supposer, jusqu'à un certain point, que ce phénomène devait également exister chez les trois qui ont succombé rapidement.

Quelles sont les lésions qui ont amené la mort de ces malheureux pêcheurs pendant la campagne de 1867, et comment peut-on expliquer le mécanisme de leur production ? L'absence d'observations médicales et surtout d'autopsies ne nous permet d'émettre une opinion à ce sujet qu'avec beaucoup de réserve. La paraplégie est, il est vrai, un phénomène tellement caractéristique et apparent qu'il n'est pas besoin d'être médecin pour le

constater. Chez une des victimes, jeune Grec très hardi plongeur, il survint une telle distension de la vessie que le père, dans l'espoir de soulager ce malheureux, essaya de le sonder ; il détermina des désordres qui furent suivis d'une péritonite rapidement mortelle. Nous croyons donc qu'il est possible d'admettre que dans ces cas il s'est produit une lésion de la moelle et que cette lésion a dû être une hémorragie. Suivant le siège et l'intensité de cette hémorragie, la mort est survenue très promptement, comme cela a eu lieu pour trois sujets, ou n'est survenue qu'après un temps variable, comme chez les sept autres.

Quelle peut être la cause de l'hémorragie de la moelle chez les hommes qui travaillent à de grandes profondeurs sous-marines, munis d'appareils à air comprimé ? Après mûre réflexion, nous sommes portés à croire qu'elle est le résultat de la tension exagérée des gaz libres, en dissolution dans le sang, par suite de la pression considérable à laquelle les plongeurs peuvent être soumis. Voici les raisons qui nous ont conduits à cette opinion.

Les pêcheurs qui plongent à nu n'offrent jamais d'accidents semblables, bien qu'ils atteignent des profondeurs égales à celles où étaient parvenus les pêcheurs munis du scaphandre et qui ont succombé. L'homme qui plonge à nu, après avoir fait de larges inspirations, n'emporte dans sa poitrine que de l'air à pression ordinaire et en quantité égale à la capacité des cellules pulmonaires distendues dans lesquelles il est emmagasiné.

À mesure qu'il descend, tout son corps est soumis à une pression de plus en plus grande qui tend à aplatir les cavités splanchniques susceptibles de diminution de volume, telles que l'abdomen et le thorax. Les gaz qu'elles contiennent subissent cette pression, mais pendant le peu de minutes que le plongeur séjourne sous l'eau, il ne renouvelle pas sa provision d'air ; par suite, la pression exagérée qu'il subit ne peut augmenter que d'une quantité fort minime la somme de gaz libres dissous dans le sang, aux dépens de l'air qui est emprisonné dans ses cellules pulmonaires.

L'homme n'ayant pas, comme les cétacés, de diverticulum artériel qui lui permette de prolonger son séjour sous l'eau, sans renouveler l'air indispensable à l'entretien de la vie, ne tarde pas à éprouver le besoin impérieux de remonter à la surface. Le pêcheur d'éponges ne fait naturellement le signal du retour que le plus tard possible, aussi le ramène-t-on à l'air très rapidement.

Cette décompression brusque à laquelle il est ainsi soumis, détermine, avons-nous dit, de petites déchirures des capillaires de la muqueuse des voies aériennes ; ces déchirures sont elles-mêmes le résultat de la tension des gaz libres dont le sang est saturé. Mais dans ces cas, au prix de ces hémorragies sans conséquence, l'équilibre ne tarde pas à se rétablir et le même plongeur peut recommencer plusieurs fois la même manœuvre dans la même journée.

L'immunité est due, dans ces conditions, à l'absence de respiration et au peu de durée du séjour sous l'eau.

Voyons maintenant ce qui se passe chez l'homme qui descend, muni du scaphandre, aux mêmes profondeurs que le pêcheur qui plonge à nu. Dans le scaphandre, comme on le sait, l'homme est complètement isolé de l'eau à l'aide d'un habit en forte toile imperméable et d'un casque métallique fixé sur la collerette de l'habit. L'air lui est envoyé dans cette enveloppe à l'aide d'une pompe qui communique avec elle par un tuyau flexible aboutissant à l'arrière du casque. Rien ne règle ni le débit ni la pression de l'air injecté dans l'enveloppe. Il en résulte que l'ouvrier reçoit souvent ou trop ou trop peu d'air ; il est obligé pour remédier, en partie, à la gêne de respiration qu'il éprouve, d'être constamment en rapport avec les pompeurs, au moyen de signaux consistant en un certain nombre de coups donnés à une corde d'appel. Néanmoins, grâce à cette atmosphère que l'homme conserve autour de lui, il peut entretenir sa respiration et séjourner des heures entières au fond de l'eau. Mais plus la profondeur est considérable, plus la durée du séjour se prolonge, plus le sang doit se charger d'un excès de gaz libres à l'état de solution. L'absence de régulateur de la pression doit même souvent faire que l'atmosphère de l'enveloppe soit à une pression plus grande qu'il n'est nécessaire. L'homme est réellement, au point de vue physique, dans la situation d'une bouteille d'eau que l'on charge de gaz acide carbonique pour obtenir de l'eau de Seltz artificielle.

Lorsqu'il remonte à la surface, si la décompression est trop peu graduée, les gaz dont le sang est sursaturé tendent à se dégager avec effervescence. Or, les expérimentateurs qui font des injections dans le système veineux des chevaux, par exemple, savent que si on laisse, à dessein pénétrer avec le liquide injecté une fine bulle d'air, au moment où cette bulle d'air pénètre dans la circulation cérébrale, l'animal en expérience tombe comme sidéré. Cette sidération, dans ce cas, n'est que momentanée, mais si la quantité de bulles d'air introduites est considérable, la mort survient d'une manière très rapide.

Tel est, croyons-nous, le phénomène qui a dû amener la mort des dix plongeurs de l'Archipel pendant la campagne de 1867. Resterait à expliquer pourquoi l'hémorragie capillaire s'est produite plutôt dans le centre nerveux spinal que dans la masse cérébrale.

La boîte crânienne et la colonne vertébrale forment deux enveloppes également incompressibles, par conséquent, le sang refoulé de la surface entière du corps et des cavités splanchniques compressibles, doit tendre à congestionner l'axe cérébro-spinal. Le système circulatoire de la moelle, comparé à celui du cerveau, est infiniment plus riche, comme le démontrent les injections ; enfin, chez le pêcheur d'éponges, ce sont les jambes qui fatiguent le plus, attendu que, pendant le séjour sous l'eau, il a constamment à marcher, à monter et à descendre le long des roches. Telles sont peut-être les causes qui rendent compte du siège de prédilection des accidents du côté de la moelle. Nous donnons cette explication, bien entendu, avec la plus grande réserve.

Ce qui paraît venir à l'appui de la théorie que nous venons d'avancer, c'est l'immunité complète dont ont joui, pendant la même campagne, les hommes qui travaillent munis de l'appareil à air comprimé de MM. Rouquayrol et Denayrouze.

En effet, tandis que le groupe de plongeurs parmi lesquels les accidents sont survenus, atteignaient les profondeurs considérables de 45 à 54 mètres et supportaient, par conséquent, des pressions variant de 5 atm *1/2* à 6 atm *4/10*. M. Denayrouze, avec une prudence

qui lui fait honneur, avait donné l'ordre de ne pas dépasser 35 mètres, de ne pas séjourner plus de deux heures trente minutes par plongeur et par jour, et enfin de remonter très lentement, en mettant une minute par mètre de profondeur. De plus, l'appareil employé offre de meilleures garanties que le scaphandre ; l'air est débité proportionnellement aux besoins de la respiration, et à une pression mathématiquement égale celle du milieu ambiant. Dans ces conditions, le sang des plongeurs a dû être bien moins saturé de gaz libres, puisque la pression était bien moindre, et la lenteur de la décompression devait permettre que l'équilibre se rétablît sans qu'il y eût d'effervescence à redouter.

Mais cette modération dans la limite extrême de la profondeur à atteindre, réduit singulièrement les bénéfices de l'entreprise. En effet, dans les mêmes parages, là où l'on peut, par 30 mètres, recueillir pour une valeur de 100 francs d'éponges par jour, par 50 à 60 mètres, on pourrait en récolter pour 1 000 francs. Serait-il possible, sans compromettre la vie des plongeurs, au moyen de certaines précautions, et avec l'appareil régulateur, de faire travailler par ces profondeurs extrêmes ? Telle est la question qui nous a été posée.

Voici, en réponse, les propositions que nous avons cru pouvoir formuler :

1° Il faut apporter le plus grand soin au choix des hommes qui doivent être engagés comme plongeurs. Du moment qu'il s'agît de faire usage des appareils sous-marins, les plongeurs émérites, de l'Archipel ne présentent aucune supériorité sur les hommes de bonne constitution qui ne sont pas habitués à plonger. En effet, ce qui fait la supériorité des plongeurs de profession, c'est qu'ils peuvent rester longtemps sous l'eau sans respirer, tandis que ce qui rend dangereux le séjour, à de grandes profondeurs, avec les appareils sous-marins, c'est de respirer, pendant longtemps un air soumit à une très forte pression,

Les marins qui s'engagent comme plongeurs, à l'aide d'appareils, doivent être préalablement soumis à l'examen minutieux d'un médecin. Ils doivent être âgés de vingt ans au moins et de trente-cinq ans au plus. Ils doivent être d'une constitution robuste, mais exempts d'embonpoint exagéré ; ils seront d'une taille moyenne et d'une sobriété reconnue.

L'intégrité des fonctions de la respiration et de la circulation doit être parfaite.

2° Pendant la durée de la campagne de pêche, les plongeurs devront recevoir une alimentation largement réparatrice. Les jours de travail, il sera accordé un litre de vin par homme.

Pour les hommes de la religion musulmane, on remplacerait le vin par du café.

3° Les appareils à air comprimé, munis d'un régulateur, devront être préférés, surtout pour les grands fonds.

4° Les plongeurs descendront, aussi vite que possible, à l'aide de l'échelle de corde, à barreaux de fer, sans toutefois aller assez rapidement pour ressentir de vives douleurs dans les oreilles.

5° Si la profondeur à laquelle il doit travailler ne dépasse pas 30 mètres, le plongeur pourra séjourner deux heures, s'il ne ressent aucune gêne sous l'eau.

6° Des essais pourront être faits pour dépasser cette limite, mais avec des plongeurs déjà habitués à ce genre de travail, et en réduisant la durée de séjour sous l'eau proportionnellement à l'augmentation de profondeur. Les essais graduels ne se feront que dans les limites de 5 mètres au plus, chaque fois.

7° La décompression devra être d'autant plus prudente que la profondeur atteinte aura été plus grande. La durée d'une minute par mètre nous paraît suffisante.

8° La présence d'un médecin sur les lieux de pêche, à proximité d'un groupe d'embarcations, est indispensable, afin de porter des secours immédiats, en cas d'accident.

Les mêmes considérations sont naturellement applicables aux plongeurs qui se livrent à la pêche du corail, qu'on ne recueille généralement que par de très grands fonds.

(1) Leroy de Méricourt. Bull de l'Acad. de méd. De Paris, 1864-65, txxx, p249.