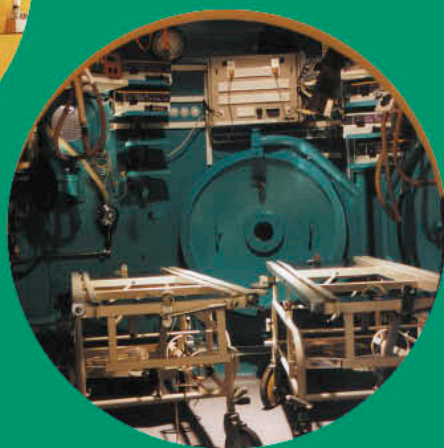


TRAITÉ DE MÉDECINE HYPERBARE

Francis WATTEL Daniel MATHIEU



ellipses

HISTORIQUE DE LA MEDECINE HYPERBARE

WATTEL F.

The history of hyperbaric medicine

The origins and development of hyperbaric medicine are closely bound to the history of diving medicine. Because diving was recognized as a distinct occupation as far back as 4500 BC, it is not surprising that diving medicine was already studied in the greek-roman antiquity (300 BC, Aristote described the rupture of the eardrum in divers). Later, many physiological and technical advances were performed during the XVI-XVIIe centuries (Leonardo da Vinci, Giovanni Alfonso Borelli, Boyle which gave the first description of the decompression phenomenon as "bubble in the eye of a snake in vacuum", Halley, which improved bell technology). The history of hyperbaric (compressed) air therapy begins in the middle of the XIXe century, first in France with Pravaz, Junod, Fontaine, then in various european cities, and the first hyperbaric chamber on the North American continent was build in 1860 in Oshawa, Canada.

At the same time, Paul Bert, the father of pressure physiology, showed that bubbles, which appear in the tissue during decompression, consist mainly of Nitrogen. He placed oxygen toxicity on a scientific basis and recommended normobaric oxygen but not hyperbaric oxygen for decompression sickness.

The scientific hyperbaric medicine was coming during the second part of the XXe century with scientists like Bean, Behnke, Lambertsen, Lamphier, Buhlman and clinicians like Boerema (from Amsterdam), father of modern hyperbaric medicine. Advances concern experimental studies on animal models, the field of biomolecular research, clinical trials (prospective, randomized, double blind multicentric studies) in order to define more precisely the indications for HBO₂T supported by a scientific basis. This present period is also characterized by the need for development of fiability and security in hyperbaric equipments, the necessity to elaborate educational programs for personnel training in HBO₂ medicine and the will to harmonize the practice of hyperbaric medicine around the world. In connection with the European Underwater and Baromedical Society (EUBS) and the Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS) from the USA, the European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) founded in 1991, is presently acting for realizing these goals.

L'histoire de la médecine hyperbare est déjà longue car elle est intimement liée à celle de la plongée, laquelle remonte à la plus haute antiquité. Elle est fonction de l'avancée des technologies qui ont permis la pénétration de l'homme sous la mer, comme des progrès accomplis dans la connaissance des lois physiques

et des mécanismes physiologiques qui régissent la respiration d'oxygène sous des pressions supérieures à la pression atmosphérique.

Une première partie est dévolue à ce survol historique, de l'antiquité jusqu'au début du XX^e siècle, une seconde traite de l'état actuel de la médecine hyperbare, après que l'hyperbarie et l'oxygénothérapie hyperbare aient été remises à l'honneur en médecine à partir des années 1950.

1. HISTOIRE DE LA PLONGEE ET DE L'HYPERBARIE

Trois périodes méritent d'illustrer ce survol historique car elles mettent en exergue le fait que les avancées obtenues dans chacun des deux domaines se sont faites de pair.

1.1. L'ANTIQUITE GRECO-ROMAINE : LE TEMPS DES ORIGINES

L'existence de plongeurs est attestée depuis des millénaires, mais, si l'on se limite au foyer occidental, la plus ancienne référence incontestable de la plongée se trouve dans Homère au livre XVI de l'*Illiade*, transcrite vers le VIII^e siècle avant J.C. et rapportant l'existence au XII^e siècle avant J.C. de plongeurs récoltant des coquillages pour se nourrir. On dispose également de bas reliefs assyriens tel celui de NINIVE conservé au British Museum.

Conjointement, la plongée a aussi des buts militaires, comme cela est attesté dans les écrits d'Hérodote (*Enquête*, livre VIII (*Urania*), de Thucydide (*Histoire des Guerres du Péloponèse* (VII, 2)) ou de Flavius Arrien, au second siècle après J.C. (*Guerres d'Alexandre*).

Les accidents barotraumatiques, tels que rupture tympanique et atteinte des sinus de la face étaient connus dès l'Antiquité. Aristote, décrivant la pratique des plongeurs en apnée qui se scarifiaient les narines et les oreilles avant de s'immerger (*des Problèmes*, XXXII, 2 à 5), pose des questions pertinentes sur cette pratique : "Pourquoi les oreilles des plongeurs éclatent-elles sous la mer ? Est-ce à cause du souffle retenu qui se détend ? etc..."). Les plongeurs et les médecins de l'époque avaient en effet constaté l'écoulement de sang qui en résulte au niveau des conduits auditifs, des narines et de la bouche. Cet écoulement de sang avait été interprété comme une "pléthore sanguine" au niveau des oreilles et du nez ; il était donc logique d'essayer de la combattre par des incisions préventives ayant pour but de décongestionner ces organes.

1.2. DE LA RENAISSANCE AU SIECLE DES LUMIERES : LE TEMPS DES DECOUVERTES

Dès le début de la Renaissance, conjointement à l'explosion artistique, se manifeste une extraordinaire progression des sciences et des techniques. Les voyages d'exploration et de circum-navigation, la découverte du Nouveau Monde dans les dernières années du XV^e siècle entraînèrent un rapide développement des techniques touchant les navires, la navigation, les travaux portuaires et tout ce qui s'y rattache. Enfin, la récupération des épaves et de leur précieuse cargaison, nombreuses du fait des actions de guerre incessantes entre l'Espagne et le reste de l'Europe, a également contribué à cet essor.

Pour satisfaire ces besoins nouveaux, l'utilisation de plongeurs aurait pu fournir une solution commode. Mais la plongée en apnée, mise au point à l'aube de

l'humanité, était encore la seule possible et l'efficacité des plongeurs de l'époque restait limitée dans le temps par la durée de l'apnée et dans l'espace par leur mauvaise vision. Ceci explique le foisonnement d'idées et de projets qui virent le jour à partir du XVI^e siècle. Ainsi, l'idée d'un tuyau respiratoire reliant le plongeur à la surface, déjà émise par Aristote, fut reprise par Léonard de Vinci dans le *Codex Atlanticus* (1500), puis sous une forme modifiée par Giovanni Alfonso Borelli, physicien et physiologiste toscan. Elle restera sous forme spéculative et ne sera pas suivie d'application avant les années 1930. Dans son ouvrage de *Motu Animalium* publié à Rome en 1680, le même auteur imaginait un véritable appareil de plongée, constitué par un volumineux casque (près d'un mètre de diamètre) enfermant la tête du plongeur, doté d'un hublot de verre permettant la vision et équipé d'un robinet destiné au renouvellement de l'air en surface. Cet appareil préfigure les systèmes modernes de régénération d'air par absorption de gaz carbonique, mais les connaissances chimiques et physiologiques de l'époque, un siècle avant Priesley et Lavoisier étaient trop rudimentaires pour aboutir alors à une solution viable, même si on avait déjà parfaitement compris que "le renouvellement de l'air respiratoire est la base de la vie". Par contre, le principe de la cloche à plongeur, qui dérive directement de l'*ars urinatorum*, fut mis en application dans les années 1531-1535 dans le lac Nemi pour reconnaître les galères de Caligula (cf. la description fournie par Francesco de Marchi dans son traité *Architecture Militaire* (Livre II, chap. XXXII), publié à Breschia en 1599). Dès cette époque, plusieurs exemplaires de cloches furent réalisés et utilisés surtout pour récupérer des objets lourds au fond de l'eau et ceci pendant près d'un siècle, sans pour autant être plus performants que leurs ancêtres romains. Il fallut attendre 1690 pour que le physicien et astronome Edmund Halley, Secrétaire de la Royal Society proposa et breveta une nouvelle technique d'utilisation des cloches : le renouvellement de l'air se faisait au moyen de barriques lestées, descendues au fond. Un tuyau de cuir, relié à la partie supérieure de la barrique et débouchant sous la cloche permettait, en ouvrant la bonde inférieure de la barrique, de transférer l'air dans la cloche.

A la même époque, la paternité de l'hyperbarie thérapeutique revient au Docteur Henshaw de Londres qui le premier en 1662 eut l'idée d'utiliser la pression atmosphérique comme modalité thérapeutique. Dans une chambre spécialement conçue à cet effet, appelée un *domicilium*, ses patients respiraient de l'air comprimé afin de bénéficier en toutes saisons, quel que fût le temps, de conditions climatiques supérieures à celles du milieu urbain. Henshaw recommandait de traiter des affections chroniques, telles les troubles de la déglutition et de l'expectoration. Les résultats qu'il obtint sont inconnus et sa méthode n'intéressa personne pendant longtemps encore.

Pour comprendre l'évolution des idées, il faut replacer les inventions dans leur contexte théorique, à une époque de progrès scientifiques considérables. Les inventeurs n'étaient pas des empiriques, ils étaient à la fois expérimentateurs et théoriciens et appartenaient à une large communauté scientifique internationale très liée, pratiquant de larges échanges d'idées et se livrant à des discussions passionnées, facilitées par l'usage universel du latin. Rappelons que Toricelli a inventé le tube barométrique en 1644. Pascal a vérifié les variations de la pression barométrique en fonction de l'altitude et établi les lois de l'hydrostatique en 1653 « Les liqueurs pèsent suivant leur hauteur ». Boyle en 1661, puis Mariotte en 1676 ont énoncé la loi reliant le volume et la pression d'un gaz parfait. Halley connaissait ces travaux et son système d'alimentation en air de la cloche à plongeur au moyen de tonneaux résultait des implications logiques fondées sur la connaissance des

lois physiques qui régissent les gaz comprimés. Denis Papin, élève de Huygens à Paris, puis collaborateur de Boyle en Angleterre à partir de 1675, était un ami de Halley. S'il s'intéressait à perfectionner les premières machines à vapeur, il était familier des problèmes de la "pneumatique" : c'est lui qui proposa d'injecter en continu de l'air frais dans la cloche à plongeur, à l'aide d'un fort soufflet de cuir garni de soupapes, par un tuyau passant sous la cloche et débouchant à sa partie supérieure (*Acta Eruditorum*, Leipzig, 1689, p. 485). Cette idée géniale du caisson pneumatique attendit 100 ans pour être réalisée : en 1791, Smeaton, ingénieur anglais, chargé de réparer les piles de pont d'Hexham, dans le Northumberland, fit construire le premier caisson en acier coulé qui recevait son air comprimé d'une pompe placée sur un bateau. Il devint, au début de l'expansion industrielle anglaise, le spécialiste des travaux sous-marins. Ainsi, le caisson hérité du XVIII^e siècle est-il encore utilisé de nos jours, que ce soit en médecine hyperbare, ou pour des travaux industriels ou encore dans l'assistance aux forages pétroliers. (comme ascenseur dans la plongée par système). A la même époque, en 1774, Fréminet proposait une technique plus facile à mettre en oeuvre, utilisable ponctuellement à moindre frais, de façon à permettre un travail rentable au fond, telle l'inspection des piles de pont, des quais ou des coques des navires : le scaphandrier autonome à casque, alimenté en air comprimé au moyen d'un tuyau branché sur une pompe à soufflet placée à la surface. Entre temps, J. Black avait découvert le gaz carbonique en 1755, Priestley, l'oxygène en 1775, tandis que Lavoisier avait décrit les phénomènes d'oxydation et la production du gaz carbonique comme résultat de ces oxydations : l'organisme consomme de l'oxygène et fournit du gaz carbonique. Mais il faudra attendre encore un siècle pour que soient dégagées les bases théoriques, physiques et physiologiques de l'hyperbarie et décrits les effets toxiques des hautes pressions d'oxygène sur le système nerveux. Entre temps, la thérapie par l'air comprimé avait vu le jour.

1.3. LE TEMPS DE L'HYPERBARIE THERAPEUTIQUE : DU MILIEU DU XIX^e AU DEBUT DU XX^e SIECLE

Au milieu du XIX^e siècle, se développa ce que l'on peut appeler la période française de l'hyperbarie. En 1834, Junod s'intéressa aux effets de l'air comprimé sur l'homme sain : respiration plus facile, imagination vive, sensation d'ivresse, etc... Il publia le résultat de ses recherches sur les effets bénéfiques de la pression qu'il attribuait à une augmentation de la circulation dans les organes internes, notamment au niveau du cerveau. Dans les années 1837-1840, Pravaz et Tabarie présentèrent leurs travaux devant les académies de Médecine ou de Sciences à Paris. Tabarie constata, grâce à cette méthode, une amélioration chez 49 malades atteints d'affections respiratoires et recommanda des compressions et décompressions progressives. Ils furent les premiers à ouvrir un Centre de Traitement, Tabarie à Montpellier en 1840, Pravaz à Lyon peu de temps après. Pravaz disposait de 2 installations, l'une pour 1 ou 2 personnes atteintes de surdité catarrhale et l'autre, beaucoup plus vaste, pouvant admettre 10 à 12 personnes ; il eut une formule imagée en parlant de *bains d'air comprimé*. A son honneur, il commença à vérifier sur lui-même les effets d'une pression à 1 ATA et demie ; en 20 minutes, la lassitude et les céphalées dont il se plaignait, se dissipèrent. A partir de cette époque, les indications du bain d'air comprimé se multiplièrent : état de dénutrition, emphysème, bronchite, laryngisme, rachitisme, scrofule, chlorose, congestion chronique de l'encéphale et de la moelle épinière.

En 1879, Fontaine fit construire une salle d'opération hyperbare mobile, à la disposition des hôpitaux et des asiles ; 27 opérations furent pratiquées en 3 mois par Péan. A partir de 1860, on assista à une explosion de centres à travers toute l'Europe (Stockholm, Londres, Copenhague, Munich, Odessa, Vienne, Moscou, etc.) ainsi qu'à l'implantation de la première installation nord-américaine à Ashawa, Canada. En 1891, J.L. Corning construisit une chambre cylindrique de 6 pieds de diamètre. Il avait remarqué que les ouvriers travaillant en caisson à la construction du tunnel de l'Hudson River avaient une exacerbation frappante de leur vigueur physique et mentale. "Je remarquais que certains d'entre eux qui buvaient de l'alcool, surtout du whisky, devenaient rapidement excités sous l'influence de l'air comprimé. Après cette découverte, je me mis à administrer de l'absinthe, de l'éther, du vin, du vermouth, du champagne et autres stimulants avant de les exposer à l'air comprimé et j'observais, invariablement, des effets analogues". Pendant le même temps, scientifiques et ingénieurs s'attachaient à perfectionner les systèmes de plongée : mise au point par Siebe et Gorman (1819) du premier scaphandre industriel autonome baptisé "Pied lourd" ; invention du détendeur en 1865 par Rouquayrol, ingénieur des mines et Denayrouze alors lieutenant de vaisseau ; possibilité grâce aux aciers coulés et aux alliages de haute résistance de réaliser des réservoirs capables de supporter des pressions de 200 bars permettant l'augmentation de la durée utile de la plongée autonome, qui est fonction de la réserve de gaz ; enfin, mise au point par Brotherhood en 1878 du compresseur haute pression à 3 étages, avec séparation d'eau et d'huile.

De toutes les personnalités qui marquèrent l'histoire de l'hyperbarie, la plus célèbre est sans aucun doute Paul Bert (Figure 1). Son livre *"la pression barométrique"* publié en 1878 est universellement connu et constitue une référence incontournable en médecine hyperbare (Figure 2).

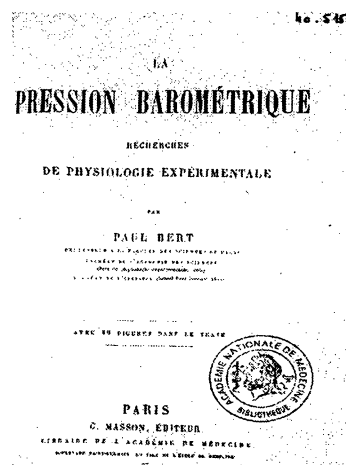
FIGURE 1

Paul BERT (1833-1886)



FIGURE 2

Page de couverture de « La Pression Barométrique »
Éditée en 1878 par MASSON



La vie de Paul Bert fut une véritable épopée sur le plan politique et scientifique. Né à Auxerre en 1833, il fut député de l'Yonne en 1872, ministre de l'Instruction Publique et des Cultes dans le cabinet Gambetta en 1881, Résident Général de France en Annam et au Tonkin en 1885 où il mourut en 1886. Docteur

en médecine en 1863, il enseigna la physiologie à Bordeaux puis à Paris. Il fut élu à l'Académie des Sciences en 1982. Dans son livre remarquable sur la pression barométrique, il insista sur les effets toxiques de l'oxygène à haute pression, responsable de crises convulsives. Paul Bert avait constaté sur les animaux d'expérience les faits suivants : ils convulsaient sous 15 à 20 ATA d'air et sous 5 ATA seulement d'oxygène, les animaux à "sang chaud" étaient plus sensibles à l'oxygène que les animaux à "sang froid", il y avait une différence de sensibilité d'un animal à l'autre d'une même espèce ; le chloroforme prévenait les convulsions ; la bradycardie était constante au cours de l'hyperbarie. Il concluait prudemment que la respiration d'oxygène par l'homme, pour être bien supportée, ne devait pas dépasser la concentration de 60 % à 1 ATA. On sait maintenant que l'oxygène pur peut être donné à un plateau de 2 voire de 3 ATA pendant un temps limité (en général 1 heure), à condition de donner de faibles doses de médicaments sédatifs (en général des benzodiazépines) et de surveiller constamment le patient. La toxicité de l'oxygène sur le système nerveux ou "effet Paul Bert", bien connu des physiologistes, redevint d'actualité pendant la 2ème guerre mondiale surtout du fait des effets nocifs de l'oxygène au cours des plongées prolongées en eaux profondes. Le livre de Paul Bert fut traduit en anglais en 1943 et sa renommée fut bien établie à partir de cette date par la consécration anglo-saxonne. Cette remise à l'honneur de Paul Bert, comme de Smith-Lorrain (d'Edinburgh), précéda de peu l'intérêt que suscita l'OHB. A la lecture des Actes des premiers congrès, on constate que la plupart des auteurs se consacraient surtout à des études expérimentales centrées sur les effets positifs ou négatifs de l'OHB. On en comprend facilement la raison, liée à la responsabilité médicale en cas d'accidents iatrogènes. Damant et Phillips en 1933, se soumièrent volontairement à 4 ATA d'oxygène et présentèrent des convulsions après 13 à 16 minutes d'exposition ; ce fut semble-t-il les premiers cas humains d'"effet Paul Bert". A la même époque que Paul Bert, en 1885, Haldane, étudiant expérimentalement en 1895 les effets du monoxyde de carbone sur la tension d'oxygène, préconisait l'utilisation de l'oxygène hyperbare dans le traitement de l'intoxication au CO, définissant par là même la première indication de l'OHB. Ainsi, se dessinait progressivement une nouvelle approche de l'oxygénothérapie hyperbare qui allait s'affirmer dans la seconde moitié du XXème siècle.

2. L'AVENEMENT D'UNE MEDECINE HYPERBARE SCIENTIFIQUE DANS LA SECONDE MOITIE DU XXème SIECLE

2.1. LES CARACTERISTIQUES DE LA PERIODE

L'avènement d'une médecine hyperbare scientifique s'est faite conjointement avec le développement remarquable de la plongée à des fins militaires, sous l'impulsion des marines des principaux pays et celui, spectaculaire, de la plongée industrielle, stimulée par la recherche pétrolière, pour lesquelles Etats et Compagnies pétrolières ont investi des sommes très importantes. Le challenge qui a consisté à disposer d'unités de combattants sous marins performantes où à faire travailler de manière économiquement acceptable des hommes à des profondeurs de plus en plus grandes, a généré des progrès technologiques très importants comme une connaissance scientifique nouvelle vis à vis, par exemple de la physiologie respiratoire et cardio-vasculaire des plongeurs soumis à l'inhalation de divers mélanges gazeux (oxygène, hélium et maintenant hydrogène), ou au

regard de leur comportement neuropsychique et sensoriel. Des personnalités comme Bean, Behnke, Lambertsen, Lamphier, Buhlman, etc... ont joué un rôle essentiel.

Les aléas économiques induits par les chocs pétroliers successifs, l'apparition et le développement d'une robotique capable d'effectuer des tâches dévolues aux plongeurs il y a encore quelques années, la mise au point de systèmes d'observation sous l'eau particulièrement performants, ont freiné l'essor de la plongée humaine offshore tandis que, à l'inverse, on assistait dans le même temps à deux phénomènes différents : d'une part, l'explosion partout dans le monde de la plongée de loisirs, ce qui a généré un fort courant de recherche orienté vers une connaissance accrue et une meilleure prise en charge des accidents susceptibles de se produire et d'autre part la montée en puissance, régulière et continue de la médecine hyperbare tant en Europe qu'en Amérique du Nord ou en Asie.

Au cours des dernières décennies, l'effort a porté dans trois directions :

- **la multiplication des travaux expérimentaux** a permis une meilleure connaissance des conséquences physiologiques de l'oxygène hyperbare et de donner une assise scientifique indiscutable, grâce notamment aux études sur modèles animaux, aux indications reconnues de l'OHB.

- **une définition plus précise des indications** dans les différents secteurs de la médecine hyperbare (indications d'urgence et de réanimation chez des patients en état critique, indications pour des pathologies au long cours ou d'évolution prolongée) a permis de ne retenir que celles ayant fait l'objet d'une validation. Dans bon nombre de pays, une commission d'évaluation, émanant de la société scientifique de médecine sub-aquatique et hyperbare du pays concerné (en France, la Société de Physiologie et de Médecine Subaquatiques et Hyperbares de Langue Française), révisé périodiquement la liste des indications acceptées, servant ainsi d'interlocuteur de référence auprès des organismes de remboursement (sécurité sociale, compagnies d'assurances, etc...).

- une autre voie de développement est **l'amélioration des conditions de sécurité et de prise en charge des patients dans les caissons et chambres hyperbares**, notamment de ceux en situation instable et relevant d'une réanimation continue. En ce domaine, la médecine hyperbare a bénéficié des progrès techniques réalisés dans les installations et les équipements, engendrés par le développement de l'assistance au forage pétrolier en mer et par la conquête des grandes profondeurs comme de ceux dérivés des concepts modernes de la réanimation.

2.2. LES ACTEURS ET LA DEFINITION DES INDICATIONS DE L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE

La première approche thérapeutique véritablement scientifique revint à Boerema en 1959, dans le domaine de la chirurgie cardiaque sur coeur arrêté en hypothermie et à Brummelkamp en 1961, qui introduisit l'oxygène hyperbare dans le schéma thérapeutique de la gangrène gazeuse, alors en pleine résurgence. Depuis, la contribution de l'école d'Amsterdam, actuellement dirigée par Dirk Bakker, s'est avérée essentielle à la caractérisation des infections nécrosantes des tissus mous, ainsi qu'à leur prise en charge avec OHB.

Ledingham et Illingworth, en Grande-Bretagne, Jacobson aux Etats-Unis furent également des pionniers de l'oxygénothérapie hyperbare.

Il est intéressant de constater comment, selon les pays, en fonction des mentalités médicales, certaines disciplines ou spécialités se sont dès l'origine

impliquées dans la mise sur pied d'une médecine hyperbare de qualité et ont ainsi contribué à asseoir telle ou telle indication :

- En France, les médecins réanimateurs ont été les premiers à introduire l'oxygénothérapie hyperbare dans l'arsenal thérapeutique de leurs malades, raison pour laquelle la plupart des caissons et chambres hyperbares sont installés au sein des services de réanimation ou d'urgence des principaux hôpitaux universitaires. Dans les années 1963-1965, M. Goulon à Garches, A. Larcen à Nancy, J.M. Mantz à Strasbourg, Ph. Ohresser à Marseille, C. Voisin à Lille, L. Lareng à Toulouse, J. du Cailar à Montpellier ont ainsi contribué à dégager les indications de l'OHB dans le domaine de l'urgence et de la réanimation, telles l'intoxication aiguë au monoxyde de carbone, la gangrène gazeuse, l'embolie gazeuse iatrogène, les encéphalopathies post-anoxiques, etc.
- Aux Etats-Unis, l'empreinte de la chirurgie sur la médecine hyperbare s'est faite dès l'origine. Elle s'est traduite par la définition des indications de l'oxygénothérapie hyperbare en traumatologie et en chirurgie plastique et reconstructive, sous l'impulsion notamment de G. Hart et M. Strauss, par la définition du concept de "plaie à problème" présentant un déficit de cicatrisation (J.C Davis et T.K Hunt);
- En Italie, ce sont essentiellement les médecins anesthésistes réanimateurs qui ont pris en charge dès l'origine la médecine hyperbare : ce pays doté d'un des réseaux les plus denses en installations de thérapie hyperbare, est le seul en Europe où la médecine sub-aquatique et hyperbare est une spécialité reconnue, dont l'enseignement fait partie intégrante du cursus universitaire de l'anesthésie-réanimation.
- En Espagne, les médecins internistes ont joué le rôle d'initiateurs.
- Au Portugal, l'implication de la marine reste prépondérante dans tous les domaines de la médecine hyperbare.

Pour ce qui est de l'étude des accidents de plongée, notamment des accidents médullaires de décompression et de leur traitement, ce sont essentiellement les pays à forte tradition de plongée militaire, disposant de nageurs de combat, de plongeurs démineurs, de plongeurs de bord, etc.. qui ont le plus contribué à l'établissement des profils de plongée et des tables de recompression thérapeutiques. Ces mêmes tables ont été très rapidement adoptées pour le traitement des accidents de la plongée de loisirs et continuent de l'être.

2.3. LES CARACTERISTIQUES DE LA MEDECINE HYPERBARE ACTUELLE

Les traits essentiels qui caractérisent actuellement la médecine hyperbare se retrouvent à l'identique dans les différents pays européens, comme de part et d'autre de l'atlantique. **Ils témoignent d'une approche similaire et sont le reflet d'une discipline médicale en cours d'émergence.** Ils concernent les indications de l'OHB, les moyens techniques nécessaires à sa mise en oeuvre, la formation des personnels et la conduite de la recherche.

2.3.1. Indications actuelles de l'oxygénothérapie hyperbare

* Il s'agit d'**indications raisonnées** qui font l'objet d'une validation périodique par un comité d'experts ou d'un consensus établi lors de conférences européennes, à partir de recommandations proposées par un jury international, après avoir entendu un panel d'experts et de rapporteurs et avoir été débattues par