

L'origine de la formation des bulles d'azote en plongée



Partie 1 : historique & références

A l'origine de l'histoire



En 1659, Robert Boyle n'établit pas de relation entre l'apparition des bulles et la variation de pression générée par sa pompe à vide.

C'est Edme Mariotte qui établit que la baisse de la pression extérieure (lors de la remontée) facilite la croissance des micro-noyaux (loi de Mariotte en 1676).

L'air inspiré contient environ 78% d'azote ; 20,9 d'oxygène et 0,97% d'autres gaz comme l'argon et le CO₂.

À la descente, la pression partielle des gaz inertes (N₂, He) augmente entraînant leur dissolution dans le sang et les tissus (loi de Henry).

A la remontée la baisse de la pression ambiante entraine une sursaturation tissulaire ... Si le gradient de pression dépasse un seuil dit « critique » il y a exsolution (naissance de bulles).

La cinétique de « chargement » varie en fonction de la perfusion et de la diffusion dans les différents compartiments ... Certains sont dits compartiments « rapides », d'autres compartiments « lents ».



A l'origine de l'histoire



La relation entre l'ADD et la formation des bulles s'impose dès Paul Bert en 1878 qui autopsiera des animaux et mettra en évidence des bulles intravasculaires.

Dans les années 1900, les premiers « mal des caissons » sont observés chez les plongeurs tubistes travaillant sous pression (Fondations des ponts; tunnels sous marins ...).

A cette époque, avant que la physiologie de la décompression ne soit comprise, certains médecins et plongeurs pensaient que les bulles de gaz responsable du « mal des caissons » pouvaient être éliminées en secouant vigoureusement les plongeurs après leur sortie de l'eau !

L'idée est que les secousses permettraient de « décoller » ou « chasser » les bulles de gaz des tissus et de favoriser leur dissolution ou leur élimination par la circulation sanguine.



A l'origine de l'histoire

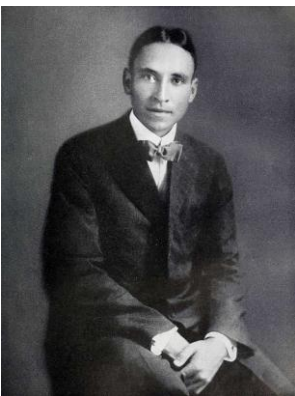
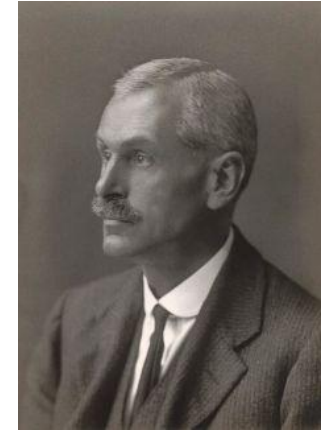


Par la suite, Arthur Edwin Boycott et John Scott Haldane en 1908 établiront les 1eres tables de décompression.

Il faudra attendre Albert Richard Behnke en 1942 pour voir émerger la notion de bulles asymptomatiques que l'on appellera les « bulles silencieuses ».

On sait depuis Edmund Newton Harvey (1944) que la formation des bulles n'est pas simplement la conséquence de la sursaturation du gaz diluant (Azote ou hélium) au cours de la désaturation.

L'existence de noyaux gazeux (de phases gazeuses de très petites dimensions) présents à l'état basal dans les liquides expliquerait la facilité de création des bulles.





Références



Vann RD, Butler FK, Mitchell SJ, Moon RE. *Decompression illness*. **The Lancet**. 2011;377:153–164. (Synthèse clinique majeure DCS/AGE.) ([The Lancet](#))

Moon RE, Mitchell SJ. *Decompression Sickness and Arterial Gas Embolism*. **NEJM**. 2022;386:1254–1264. (Mécanismes, rôle du PFO, conduites.) ([Internet Book of Emergency Medicine](#))

Harvey EN. *Bubble formation in animals. I. Physical factors*. **J Cell & Comp Physiol**. 1944;24(1):1–22. (Hypothèse des **crevasses** hydrophobes.) ([SciSpace](#))

Epstein PS, Plesset MS. *On the Stability of Gas Bubbles in Liquid-Gas Solutions*. **J Chem Phys**. 1950;18:1505–09. (Croissance/dissolution par diffusion.) ([AIP Publishing](#))

Arieli R, et al. *Nanobubbles form at active hydrophobic spots on the luminal aspect of blood vessels...* **Frontiers Physiol**. 2017;8:591. (AHS vasculaires, DPPC, détachement de bulles.) ([Frontiers](#))

Thom SR, et al. *Intramicroparticle nitrogen dioxide is a bubble nucleation site...* **J Appl Physiol**. 2012;112:204–211. (Microparticules pré-gazéifiées, inflammation.) ([Physiology Journals](#))

Eftedal O, Brubakk AO. *The relationship between venous gas bubbles and adverse effects of decompression*. **UHMS** report. (Doppler/VGE = indicateur sensible mais non spécifique.) ([Undersea & Hyperbaric Medical Society](#))

Branger AB, Eckmann DM. *Intravascular gas embolism absorption dynamics*. **J Appl Physiol**. 1999;87:1287–1295. (Cinétique et formes de bulles en microvaisseaux.) ([Physiology Journals](#))

Vincent JL, et al. *Evaluation and management of decompression illness—an intensivist's viewpoint*. **Intensive Care Med**. 2003;29:2312–2318. (Filtrage pulmonaire, shunts.) ([SpringerLink](#))

SPUMS et al. *Position statement on PFO & diving*. 2015. (Risque accru avec shunt droite-gauche, indications de dépistage ciblé.) ([spums.au](#))

Mitchell SJ, Doolette DJ. *Inner ear decompression sickness...*

Diving & Hyperbaric Med. 2015;45:105–110. (Vulnérabilité de l'oreille interne, rôle PFO.) ([diving-rov-specialists.com](#))

BMJ Case report. *Dysbaric osteonecrosis in multiple bones*. **BMJ**. 2018;360:k637. (DON, facteurs de risque.) ([BMJ](#))

Bennett & Elliott's Physiology and Medicine of Diving (5e éd., Brubakk & Neuman, eds.). (Ouvrage de référence.) ([Internet Archive](#))