

Le Dioxyde de Carbone - un Ennemi Redouté (1ère partie)

Ceci est la première partie d'une série de trois articles sur le dioxyde de carbone, l'un des facteurs les plus fréquents des accidents de plongée. Les deuxième et troisième parties seront publiées dans les prochaines éditions d'Alert Diver.

Il s'en est fallu de peu

Permettez-moi de commencer par une anecdote personnelle : En 2016, je participe à une plongée dans le cenote Regina, près de Tulum, dans l'État du Quintana-Roo, au Mexique. Notre objectif était de visiter la portion contenant de l'eau salée, à environ 30 mètres de profondeur, avec un maximum de 34 mètres pour cette plongée précise. Nous sommes partis avec quatre bouteilles AL80 (doubles et à deux sorties) de Nitrox 32, plus une AL40 d'oxygène pour la décompression, que nous avons placée près de l'entrée à une profondeur de 6 mètres. La durée prévue de la plongée était de 200 à 210 minutes.

La nuit précédente, je n'avais pas dormi plus de trois heures en raison d'obligations professionnelles, ce qui, rétrospectivement, n'était pas une bonne idée. Cependant, je n'avais pas le recul nécessaire lorsque j'ai pris ma décision et j'avais très envie d'y aller malgré tout.

Le Cenote Regina est d'une beauté renversante, et tout s'est déroulé sans problème au début. Lorsque nous avons atteint la pression de retour, nous avons fait demi-tour après environ 90 minutes d'une plongée très agréable. Nous avons encore un retour à la palme d'une durée à peu près équivalente, suivi d'une vingtaine de minutes de décompression à faible profondeur.

Environ dix minutes plus tard, à la minute 100, je commence à éprouver une sensation très particulière : Mon diaphragme s'est mis à palpiter et ma respiration s'est progressivement transformée en ce que je ne peux que décrire comme des sanglots incontrôlables, bien que dépourvus du contenu émotionnel qui accompagne généralement ce type de manifestation physiologique. J'ai essayé de me concentrer et de reprendre le contrôle de mon corps, mais les sanglots n'ont fait que s'accroître. Je me suis rendu compte que je ne respirais probablement pas très efficacement et que je faisais plus de bulles que d'habitude.



Crédit photo : Joram Mennes

Il ne m'a pas fallu longtemps pour que mon état psychique s'en ressente également : L'anxiété a commencé à s'installer, ainsi que le sentiment de ne pas pouvoir tirer suffisamment d'air du deuxième étage de mon détendeur. Je suis passé à mon détendeur de secours, juste au cas où, mais sans aucun effet.

Je fais signe au reste de l'équipe que j'ai un problème, et nous nous arrêtons. Je commence à ressentir l'envie de me précipiter vers la surface, une demande tout à fait inutile venant des tréfonds de mon système nerveux central, étant donné que nous sommes à près de deux heures de la sortie, avec trente mètres de roche et de terre au-dessus de nos têtes.

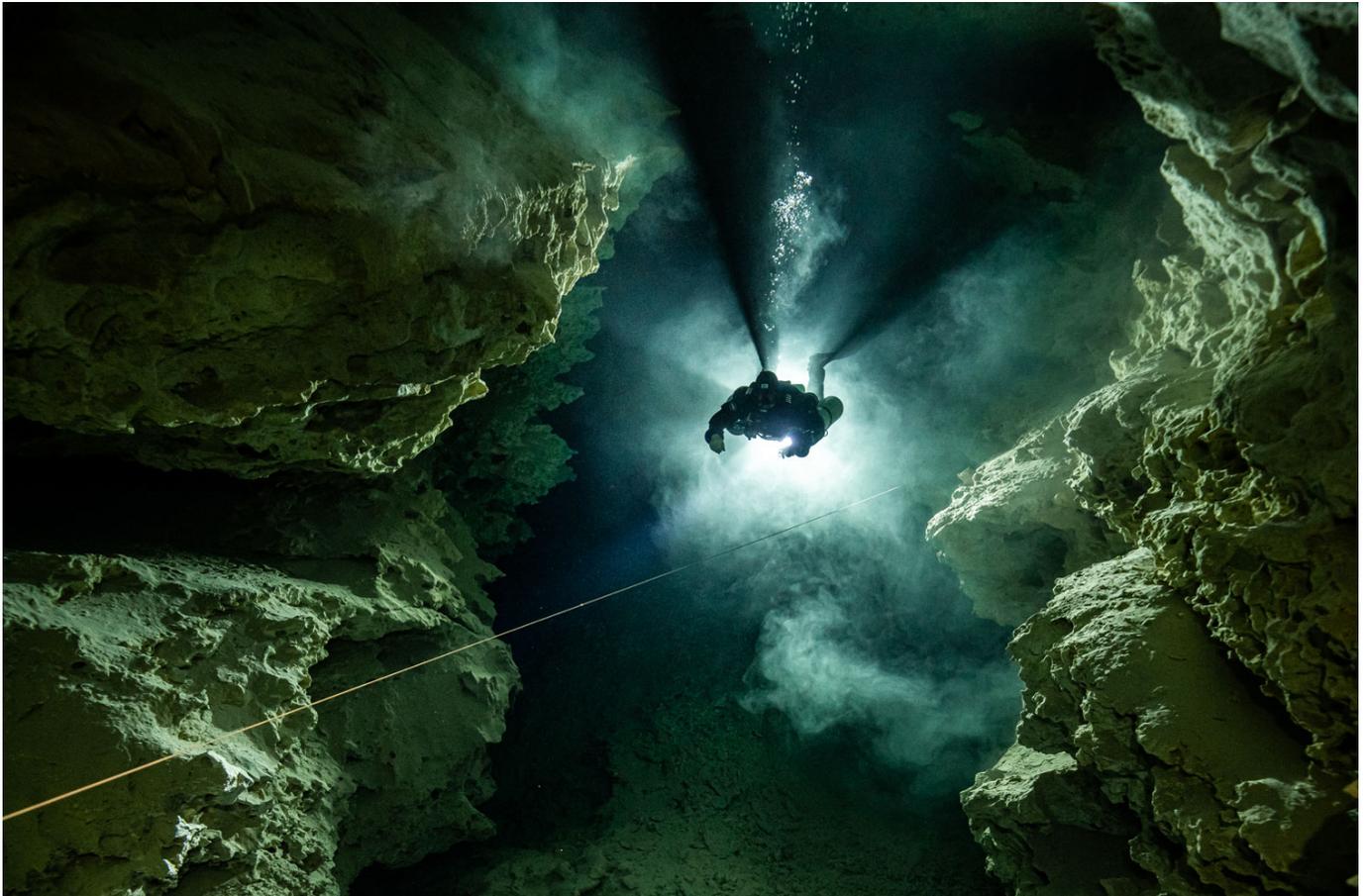
Je passe les minutes suivantes – je ne sais pas combien de temps exactement, mais j'ai l'impression que c'est une éternité – à débattre avec une voix dans ma tête qui essaie de me convaincre qu'il n'y a pas de mal à abandonner à ce moment-là. Les gens comprendraient. Repousser cette voix dans le trou d'où elle était sortie a demandé des efforts considérables, et j'admets volontiers que le résultat n'était pas acquis d'avance.

Finalement, les sanglots se sont calmés et nous avons repris le chemin du retour doucement. Ce délai et mon rythme respiratoire élevé avaient entamé nos réserves. Bien que nous soyons loin d'être à court de gaz respiratoire, trouver le premier bloc de décompression avec 110 bars de Nitrox supplémentaires a été un soulagement.

Nous avons terminé la plongée avec un retard d'une demi-heure en raison de la pause que j'ai dû faire et de l'augmentation du palier de décompression qui en a résulté. Mais nous sommes sortis. Le lendemain, j'ai repris la plongée souterraine, avec la résolution de dormir davantage et de la jouer plus tranquille, du

moins dans un avenir proche.

Lors du débriefing de plongée, nous avons déterminé que la cause principale de mon problème était probablement l'accumulation de dioxyde de carbone dans mon système sanguin, la fatigue due au manque de sommeil ayant également contribué à ce problème. Ce qui nous amène au sujet de cet article.



Crédit photo : Joram Mennes

Le métabolisme du dioxyde de carbone, la version (très) courte

Le dioxyde de carbone est un résidu du métabolisme cellulaire. Nous inspirons un gaz respiratoire contenant de l'oxygène. Nos poumons absorbent une partie de cet oxygène dans la circulation sanguine, où il est capté par les globules rouges (*l'hémoglobine*). Le sang riche en oxygène passe par le côté gauche du cœur, d'où il est pompé d'abord vers le cerveau et le système nerveux central, puis vers le reste du corps.

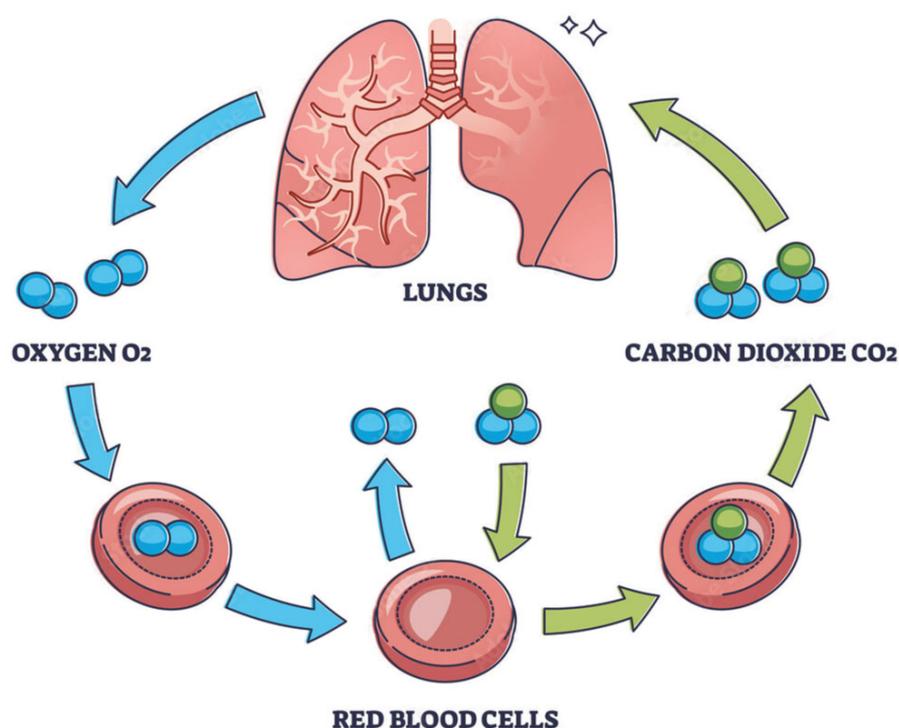
Dans les différentes parties du corps, une série de réactions biochimiques ont lieu, au cours desquelles l'oxygène est combiné au carbone (absorbé par l'alimentation) pour former du dioxyde de carbone. Ces réactions génèrent l'énergie qui nous permet de fonctionner.

Le sang appauvri en oxygène, contenant désormais du dioxyde de carbone sous diverses formes, retourne vers le côté droit du cœur, qui le pompe vers les poumons, où le dioxyde de carbone est éliminé et éventuellement expiré.

Remarque : les mécanismes réels sont beaucoup plus complexes. Le CO_2 n'est pas un simple déchet. Il joue un rôle important dans la régulation de l'acidité du sang, et moins de 10 % du CO_2 total contenu dans

le sang est éliminé à chaque passage dans les poumons. Pour plus de détails, voir [ici](#).

HUMAN GAS EXCHANGE



Prendre la mesure du méchant

Il existe un certain nombre de paramètres physiologiques mesurables qui décrivent ce processus. La capacité de nos poumons à absorber l'oxygène est appelée $VO_2 \text{ max}$. La $VO_2 \text{ max}$ décrit le volume maximal d'oxygène que nos poumons sont capables de fournir à notre corps pour produire de l'énergie, par unité de temps et en fonction du poids corporel. Les athlètes pratiquant l'endurance la connaissent bien en tant que mesure de la performance cardiovasculaire.

Il existe un deuxième paramètre important, appelé *Quotient Respiratoire*, généralement abrégé en *QR*. Le QR décrit le rapport entre l'élimination du dioxyde de carbone et l'absorption d'oxygène. Un QR normal pour un être humain au repos est de 0,8. En effet : Au repos, nous n'expirons que quatre molécules de CO_2 pour cinq molécules d' O_2 consommées. Le reste de l'oxygène reste dans notre corps. À l'effort, [le QR peut atteindre 1,2 et plus](#) (lien en anglais). Cela signifie que notre métabolisme puise dans les réserves d'oxygène stockées dans nos muscles (chimiquement liées à la myoglobine) lors des phases de repos. Un QR de 1,0 est appelé seuil anaérobie, un autre terme familier aux sportifs.

Lors d'un effort, notre corps a une demande accrue d'oxygène et produit plus de dioxyde de carbone. Lorsque la quantité de CO_2 produite dépasse la capacité de notre métabolisme respiratoire à l'éliminer de la circulation sanguine et à l'expirer, le CO_2 commence à s'accumuler. Comme tout apnéiste le sait, la sensation de manque d'air et l'envie de respirer ne sont pas dues à un manque d'oxygène - il y en a suffisamment en général et le manque d'oxygène vous fait simplement perdre connaissance - mais à un excès de CO_2 , un état connu sous le nom d'*hypercapnie*.

Ceci conclut la première partie de notre série. Dans la deuxième partie, nous examinerons de plus près la physiologie du dioxyde de carbone dans le corps humain, la façon dont il est affecté en plongée et ce qui rend l'hypercapnie si dangereuse. La troisième partie portera sur les contre-mesures, c'est-à-dire les aptitudes et les procédures permettant de contrôler notre taux de CO2. Restez prudents et à l'écoute !

Les photos sous-marines présentées dans cet article montrent l'étonnant cénote Regina. Elles ont été prises par [Joram Mennes](#), avec le plongeur [Stratis Kas](#). Merci à tous les deux d'avoir pris ces magnifiques photos, expressément pour ce contenu d'Alert Diver.

À propos de l'auteur

Tim Blömeke enseigne la plongée récréative et technique à Taïwan et aux Philippines. C'est un plongeur passionné par les grottes, les épaves et la plongée au recycleur. Il est aussi contributeur et traducteur pour Alert Diver. Il vit à Taïpei à Taïwan. Vous pouvez le suivre sur Instagram à [@timblmk](#).

Traductrice : [Florine Quirion](#)