

La plongée d'exploration spéléologique avec recycleur

THOMAS Thibault et LAFITTE Benjamin

Classe de Première scientifique - Lycée Emile Peytavin - Avenue du 11 novembre - 48001 MENDE - Contact : colloque.lyceepeytavin@outlook.fr

Introduction - problématique

Nous avons voulu savoir ce qu'était exactement la plongée spéléo avec recycleur et quelle était l'importance des gaz dans cette pratique. Nous sommes rentrés en contact avec Laurent CHALVET, plongeur spéléo, afin qu'il nous éclaire sur ces différents points.

Nous voulions savoir comment il est possible de respirer dans un circuit fermé sans s'étouffer, mais aussi quels sont les risques liés aux gaz.

**La pression et l'azote : problème en plongée souterraine ?
Et le recycleur une solution ?**

Le Recycleur

Le recycleur est un appareil utilisé en plongée spéléo comme en plongée sous-marine.

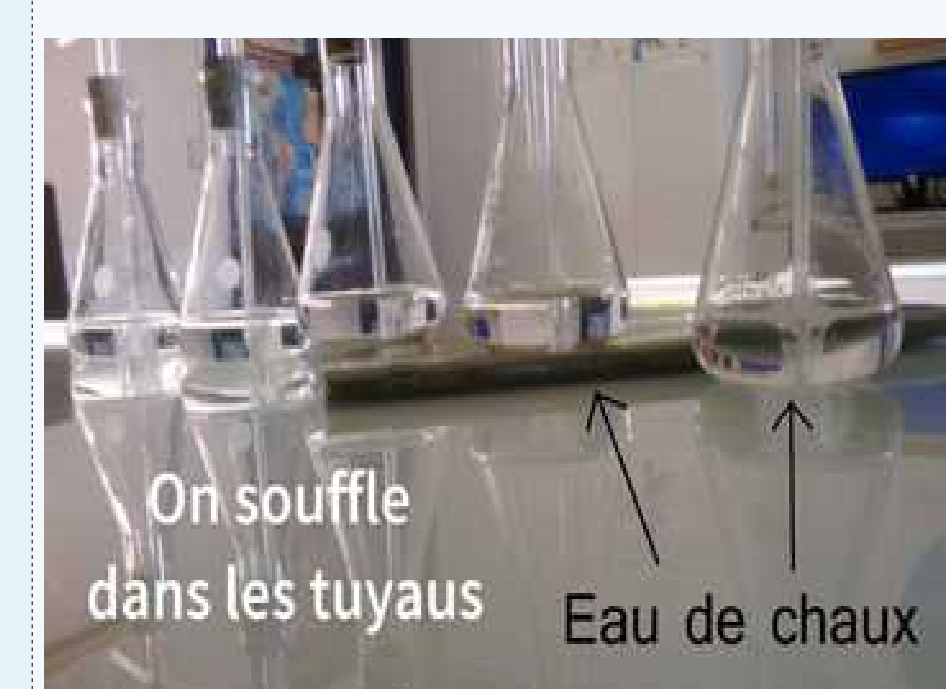


Comment capte-t-on le CO2 dans un recycleur ?

Le recycleur permet au plongeur une plus grande autonomie lors de plongée ; de plus, il ne rejette pas de bulles, donc il ne modifie pas le milieu dans lequel il se trouve. Le rôle du recycleur consiste à débarrasser l'air expiré du CO2, puis à l'enrichir en O2 pour compenser la fraction de ce gaz consommée par le plongeur. Pour cela lorsque le plongeur expire, l'air est retenu dans la poche, il passe dans des cartouches de chaux sodée où est capté le CO2. Il est alors stocké dans la cartouche de chaux tandis que le reste de l'oxygène est purifié afin d'être réutilisé par le plongeur.

Pour modéliser cette action j'ai réalisé une expérience avec de l'eau de chaux (semblable à la chaux sodée)

On prend cinq erlenmeyers dans lesquels on met la même quantité d'eau de chaux ; on bouche, puis on souffle par la paille, on laisse reposer pendant 1 à 2 min puis on observe que l'eau de chaux est de moins en moins trouble. On peut donc en conclure que l'eau de chaux capte le CO2 comme le fait la chaux sodée dans le recycleur.



Qu'est ce que la Chaux sodée ?

La chaux sodée est une matière généralement poudreuse et de couleur blanche, obtenue par décomposition thermique du calcaire.

Le principe est de piéger le CO2 avec des granulés calibrés de chaux sodée. On va avoir un compromis entre facilité de respiration et qualité de filtration :

- Si les granulés sont trop gros, on respire très facilement mais le CO2 n'est pas piégé.
- Si les granulés sont trop petits, on respire difficilement, voire cela peut devenir impossible mais beaucoup de CO2 est piégé.

La Pression

En plongée sous-marine, la pression qui s'exerce sur les tissus biologiques et sur les gaz inspirés a une grande importance. Sa variation peut être considérable en fonction de la profondeur.

La loi de Boyle-Mariotte : Le volume d'une masse gazeuse donnée est inversement proportionnel à la pression, à température constante.

$P \times V = \text{Constante}$

Cette loi est importante en plongée car elle peut être à l'origine de graves accidents : Les barotraumatismes

Comment est provoqué un barotraumatisme?

Matériel pour l'expérience montrant le principe d'un barotraumatisme :

- 1 bac d'eau transparent
- 1 barquette de viande vide
- du film plastique
- un feutre waterproof

Fermer hermétiquement la barquette de viande vide à l'aide du film plastique. Faire sur le film une croix bien nette qui servira pour l'observation. Immerger la barquette et observer ce que fait le film plastique (s'aider de la croix tracée).



Lorsque l'on plonge la barquette dans l'eau, le film plastique, qui symbolise la cavité, se creuse (la croix est déformée) car la pression exercée par l'eau est plus forte que celle exercée par l'air à l'intérieur de la barquette. Si l'on continue, cela peut provoquer l'éclatement de la cavité, c'est le barotraumatisme.

Il existe différents barotraumatismes. Voici les plus connus : oreille, poumons qui peut entraîner l'accident cérébral, dents, sinus.

Le diazote

Le diazote est soluble dans le sang, il est donc responsable de la narcose et l'embolie (les 2 plus grands risques dus à l'azote en plongée)

La narcose à l'azote : Excès d'azote qui agit sur le système nerveux entraînant des troubles du comportement

Les effets :

- Dans l'eau à la descente, à partir de 30 m
- Symptôme euphorie : rire et sensation de cerveau vide, détachement du monde extérieur, dialogue intérieur, baisse d'attention, ...
- A des profondeurs importantes, autour de 90 m
- Troubles deviennent graves, plongeur peut perdre connaissance, hallucinations avec sensation visuelle intense, impression de lévitation. Ces effets sont proches de ceux du LSD.

Loi de Henry : La quantité de gaz dissout dans un liquide est proportionnelle à la pression exercée par ce gaz au contact de l'interface air/liquide, à température constante et à saturation. Lorsque l'on met en contact un gaz avec un liquide, le gaz se retrouve sous forme dissoute dans le liquide avec la profondeur.

Pourquoi doit-on respecter des paliers de décompression ?

Matériel pour l'expérience montrant le principe de la formation des bulles :
- 2 bouteilles d'eau gazeuse en plastique

On ouvre la première bouteille d'eau gazeuse et on observe ce qui se passe, on ouvre la deuxième bouteille doucement en refermant un peu pendant qu'on la débouche.



Lorsque l'on débouche la première bouteille, des bulles se forment puisque la chute de pression du gaz dans la bouteille est brutale donc la quantité de gaz dissout doit diminuer très rapidement. En ouvrant la seconde bouteille lentement, la pression du gaz diminue très lentement et la quantité de gaz dissout, qui doit rester proportionnelle, diminue également faiblement. Le gaz a donc "le temps" de reprendre sa forme gazeuse par la surface de l'eau. Il n'a pas besoin de faire de bulles pour garder l'équilibre (la deuxième bouteille modélise une remontée en respectant les paliers de décompression)

La création de bulles dans l'organisme provoque l'embolie qui peut aller jusqu'au décès.

Définitions

- **Trimix** : mélange de trois gaz, l'oxygène, l'hélium et l'azote.
- **Héliox** : mélange gazeux d'hélium et d'oxygène utilisé en plongée profonde.
- **Nitrox** : mélange d'air suroxygéné, c'est à dire que le pourcentage d'oxygène y est supérieur à 21 %.
- **Pression** : force rapportée à la surface sur laquelle elle s'applique.
- **Azote** : gaz, de symbole (N). Il est le principal composant de l'air (79% de l'air est composée de diazote N2 (molécule avec 2 atomes d'azote))

Conclusion

Tandis que le recycleur permet une plus grande autonomie lors des plongées, grâce à son principe de chaux sodée qui capte le CO2. Le diazote et la pression sont de véritables ennemis pour les plongeurs qui courent des risques à chaque plongée, pouvant aller jusqu'au décès.

Le recycleur est aujourd'hui indispensable aux plongeurs spéléo parce qu'il est efficace. Mais le diazote et la pression restent à ce jour un problème majeur pour cette pratique.

Bibliographie

- La plongée sous-marine, L'adaptation de l'organisme et ses limites
- LP_N2_Les_tables (PDF sur les tables de décompression)
- PDF sur la plongée spéléo (risques et matériels)
- MEMOIRE-IN-Accidents-en-recycleurs-Laurent-Marcoux

- Remerciements à Guilhem Maistre de l'expédition Lengguru 2014
- Remerciements à Laurent Chalvet, plongeur spéléo, CDS 48

- TPE, travaux personnels encadrés par Mme Jouve (professeur de sciences physiques) et M. Jacquet (professeur de SVT)

Ce travail a été réalisé de septembre 2013 à mars 2014 dans le cadre du suivi pédagogique de l'expédition scientifique internationale de l'IRD LENGGURU 2014



Avec les partenaires :