

Cours de Plongée Sous-Marines Niveau 2
La Loi de Mariotte, la loi de Dalton
et la loi de Henry

Maxime **Chambreuil**
maxime.chambreuil@free.fr

25 janvier 2003

Table des matières

1	Loi de Mariotte	2
1.1	Pré-requis	2
1.2	Enoncé	2
2	Loi de Dalton	3
2.1	Conséquences	3
2.2	Pression totale	3
2.3	Enoncé	3
2.4	Exemples	4
2.5	Exercices	4
2.5.1	Exercice 1	4
2.5.2	Exercice 2	4
2.5.3	Exercice 3	5
2.5.4	Exercice 4	5
3	Loi de Henry	6
3.1	Enoncé	6
3.1.1	A saturation	6
3.1.2	En sous-saturation	6
3.1.3	En sur-saturation	6
3.2	Les facteurs de dissolution	7
3.2.1	La nature des composants	7
3.2.2	La température	7
3.2.3	La pression	7
3.2.4	Le temps	7
3.2.5	La surface de contact	7
3.2.6	L'agitation	7
3.3	Applications	8

Chapitre 1

Loi de Mariotte

1.1 Pré-requis

A la surface, la pression atmosphérique est de 1 bar. 10 mètres d'eau augmente la pression de 1 bar : 2 bars à 10 m, 3 bars à 20 m, etc...

1.2 Enoncé

A température constante :

$$Pression \times Volume = constante$$

Chapitre 2

Loi de Dalton

2.1 Conséquences

La profondeur de plongée est limitée en fonction de la toxicité du gaz respiré (Narcose).

Voici quelques conséquences de la loi de Dalton :

- Mélanges respiratoires
- Caisson de décompression
- Plongée en altitude (tables de plongée inutiles)

Les gaz exercent une pression égale à leur pourcentage dans la composition du mélange.

$$P_{air} = 1 \text{ bar} \rightarrow P_{O_2} = 0,2 \text{ bar}$$

$$P_{air} = 1 \text{ bar} \rightarrow P_{N_2} = 0,8 \text{ bar}$$

2.2 Pression totale

La pression partielle d'un mélange gazeux est la somme des pressions partielles des gazs constituant le mélange :

$$P_{Totale,air} = P_{Partielle,O_2} + P_{Partielle,N_2}$$

Au delà de sa pression partielle, un gaz est dangereux.

2.3 Enoncé

A température donnée, la pression partielle d'un gaz dans un mélange est égale au produit de la pression totale du mélange par le pourcentage du gaz

dans la composition du mélange :

$$P_{Partielle} = P_{Totale} \times N \%$$

2.4 Exemples

A la pression atmosphérique,

$$P_{Partielle, N_2} = 1 \text{ bar} \times 80 \% = 0,8 \text{ bars}$$

A 30 m de profondeur,

$$P_{Partielle, O_2} = 4 \text{ bars} \times 20 \% = 0,8 \text{ bars}$$

2.5 Exercices

2.5.1 Exercice 1

Lors d'une plongée, on a une pression partielle d'oxygène de 1,6 bars. Quelle est la profondeur de la plongée ?

Soit p la pression absolue du gaz, en appliquant la loi de Dalton, on a :

$$P_{Partielle, O_2} = p \times 20 \% = 1,6 \text{ bars}$$

$$p = \frac{1,6 \text{ bars}}{20 \%} = \frac{1,6 \text{ bars}}{\frac{20}{100}} = 8 \text{ bars}$$

$$p = 8 \text{ bars} \rightarrow \text{prof} = 70 \text{ metres}$$

2.5.2 Exercice 2

A 40 mètres de profondeur, on a une pression partielle d'oxygène de 1,7 bars. Quelle est le pourcentage d'oxygène dans ce mélange ?

Soit n le pourcentage d'oxygène dans ce mélange, on a :

$$P_{Partielle, O_2} = 5 \text{ bars} \times n = 1,7 \text{ bars}$$

$$n = \frac{1,7 \text{ bars}}{5 \text{ bars}} = 0,34$$

A la surface, ce mélange donne les pressions partielles suivantes :

$$P_{Partielle,O_2} = 0,34 \text{ bars}$$

$$P_{Partielle,N_2} = 0,66 \text{ bars}$$

On est dans le cas d'un mélange de Nitrox.

2.5.3 Exercice 3

A 40 mètres de profondeur, quelle est la pression partielle de l'azote dans l'air ?

$$P_{Partielle,N_2} = 5 \text{ bars} \times 80 \% = 4 \text{ bars}$$

2.5.4 Exercice 4

A 10 mètres de profondeur, quelle est la pression partielle de l'oxygène dans l'air ?

$$P_{Partielle,O_2} = 2 \text{ bars} \times 20 \% = 0,4 \text{ bars}$$

Chapitre 3

Loi de Henry

3.1 Enoncé

Lors de la descente, les gazs se dissolvent dans l'organisme. En remontant, ses gazs ressortent des tissus. C'est pour cette raison que les tables de plongée existent.

A température constante et à saturation, la quantité de gaz dissout dans un liquide est proportionnelle à la pression exercée par ce gaz sur le liquide.

3.1.1 A saturation

La pression se mesure pour un gaz libre. Pour un gaz dissout, on parle de tension.

A saturation, la pression est égale à la tension :

$$Pression = Tension$$

3.1.2 En sous-saturation

En sous-saturation, la pression est supérieure à la tension :

$$Pression > Tension$$

Au cours de la descente, les gazs rentrent dans les tissus : On est en sous-saturation.

3.1.3 En sur-saturation

En sur-saturation, la pression est inférieure à la tension :

Pression < Tension

Au cours de la remontée, les gaz sortent des tissus : On est en sur-saturation.

On observe ce phénomène lors de l'ouverture d'une bouteille de champagne.

3.2 Les facteurs de dissolution

3.2.1 La nature des composants

Plus le gaz est soluble, plus la quantité dissoute est importante.

La vitesse de dissolution du gaz est différente suivant le liquide de dissolution, appelé aussi solvant.

3.2.2 La température

Si la température diminue, la solubilité augmente.

3.2.3 La pression

Si la pression augmente, la solubilité augmente.

3.2.4 Le temps

Si le temps de plongée augmente, la solubilité augmente.

3.2.5 La surface de contact

Si la surface de contact augmente, la vitesse de dissolution augmente.

3.2.6 L'agitation

Si l'agitation augmente, la vitesse de dissolution augmente (le sucre dans le café).

3.3 Applications

Quand la profondeur augmente, la pression augmente. Plus le temps de plongée est long, plus l'azote se dissout dans l'organisme.

Il faut donc :

- Faire attention à sa vitesse de remontée : 15 mètres par minute
- Utiliser les tables
- Respecter un palier de sécurité
- Eviter les efforts au fond