



# Intro déco 3\* 2010

Loi de Henry  
Notions Fondamentales  
Les précurseurs



# Déco part.1 : Intro

- Rappels
- Notions fondamentales
- Loi de Henry
- Les débuts
- A suivre ...



# Rappels

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

- Gaz
  - Air
  - Oxygène
  - Azote
  - $CO_2$
- Boyle et Mariotte
- Dalton



# Rappel : Gaz

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

- Air = environ 20%  $O_2$  et 80%  $N_2$
- L'oxygène est métabolisé => il n'intervient pas dans la décompression
- L'azote est le constituant principal et l'objet de la décompression
- Le  $CO_2$  est un facteur favorisant l'ADD



# Rappel : Boyle et Mariotte

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

*« À température donnée, le volume occupé par une masse de gaz est inversement proportionnel à la pression qu'elle subit »*

$$P * V = \text{constante}$$

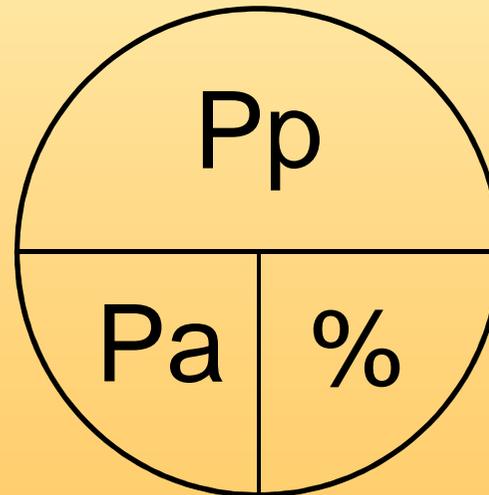
*Cette loi n'intervient pas directement dans la décompression mais interviendra dans le comportement des bulles à la remontée : taille de la bulle.*



# Rappel : Dalton

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

*« À température donnée, la pression d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions de chaque gaz entrant dans la composition s'ils occupaient seuls le volume total »*





# Notions

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

- Diffusion  $\times$  Dissolution
- Loi de Henry
- Pression  $\times$  Tension
- Saturation
- Désaturation  $\times$  Décompression
- Cinétique



# Diffusion $\times$ Dissolution

- Gaz à la surface d'un liquide  
=> Diffusion dans le liquide
- Le liquide dissout le gaz = stabilisation dans tout le liquide
- Entropie = mesure de l'homogénéité
- L'entropie tend à être maximale : équilibre dynamique entre gaz libre et gaz dissout



# Dissolution

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

- Si modification des conditions extérieures => modification de la quantité de gaz dissout
- La dissolution prend un « certain temps » dépendant de :
  - Surface d'échange
  - Gaz +/- soluble
  - Solvant +/- actif

Tout le problème de la décompression sera de maîtriser ce temps (et donc sa cinétique)



# Loi de Henry

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

*« À température donnée et à l'équilibre, la quantité de gaz dissout dans un liquide est proportionnelle à la pression du gaz exercée à la surface du liquide »*

Si pression varie => rupture d'équilibre => transfert du gaz dans un sens ou l'autre  
Notre but : transfert non anarchique !



# Pression $\times$ Tension

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

- Pression = force/surface du gaz libre à la surface du liquide
- Tension = idem pour le gaz dissout
- A l'équilibre : pression = tension
- Cet état s'appelle : saturation



# Sous/sur-saturation

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

- 3 Etats possibles :
  - Pression  $>$  tension : sous-saturation
  - Pression = tension : saturation
  - Pression  $<$  tension : sur-saturation
- Sursaturation critique = différence pression/tension maximale admissible physiologiquement



# Décompression ?

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

- Augmentation de pression => dissolution de gaz non métabolisables dans les tissus
- Diminution de pression => restitution des gaz dissous : c'est la désaturation
- La décompression à défaut d'être contrôlée pourrait engendrer une désaturation pathogène => il faut un moyen de contrôler la décompression



# Cinétique

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

*Le moyen de contrôler cette décompression est l'adoption de protocoles répondant à une cinétique de décompression*

*« La cinétique de décompression est l'étude des mouvements de molécules de gaz d'un milieu vers un autre dans leurs causes et leur vitesse »*



# Les précurseurs

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

**Paul BERT**  
1833 - 1886

Découvre les effets pathogène d'une déco trop rapide. Il propose des arrêts pendant la remontée.

**John HALDANE**  
1860 - 1936

Père de la théorie moderne de décompression.



# Haldane

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

- Observation + expérimentation
- Gradient : différence tension et pression absolue extérieure
- Si gradient  $> 2,25 \Rightarrow$  problème  
si  $< 1,25 \Rightarrow$  ok
- Observe des différences entre tissus
- C'est la variation relative de pression qui est importante  $\Rightarrow$  déco logarithmique



# Concepts clés de Haldane

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

1. Tissus  $\times$  Compartiments
2. Période
3. Modèle par perfusion ( $\leftrightarrow$  par diffusion)
4. Instantanéité des échanges
5. Pas d'interaction entre cellules
6. Symétrie charge / décharge
7. Pas de dégazage inter-compartiment



# Tissus × Compartiments Période

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

- Tissus : sang, cerveau, peau, muscle ...
- Compartiment = ensemble de tissus divers qui ont un même comportement par rapport à la saturation
- Période : temps mis par un compartiment pour arriver à mi-saturation



# La suite ...

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

**Paul BERT**  
1833 - 1886

Découvre les effets pathogène d'une déco trop rapide. Il propose des arrêts pendant la remontée.

**John HALDANE**  
1860 - 1936

Père de la théorie moderne de décompression.



# La suite ...

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

**John HALDANE**

1860 - 1936

Père de la théorie moderne de décompression.

**Robert WORKMAN**

Adapte les valeurs de gradient maximum de Haldane : Les sursaturations varient avec la profondeur et chaque compartiment.



# La suite ...

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

**John HALDANE**

1860 - 1936

Père de la théorie moderne de décompression.

**Robert WORKMAN**

Adapte les valeurs de gradient maximum de Haldane : Les sursaturations varient avec P. hydro et chaque compartiment.



# La suite ...

- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

## Robert WORKMAN

Adapte les valeurs de gradient maximum de Haldane : Les sursaturations varient avec  $P_{hydro}$  et chaque compartiment.

## Albert Bühlmann 1924-1994

Utilise aussi des M-values mais utilise la pression ambiante (plongée en altitude).



- Rappels
- Notions & Loi de Henry
- Evolution
- A suivre...

**A SUIVRE ...**