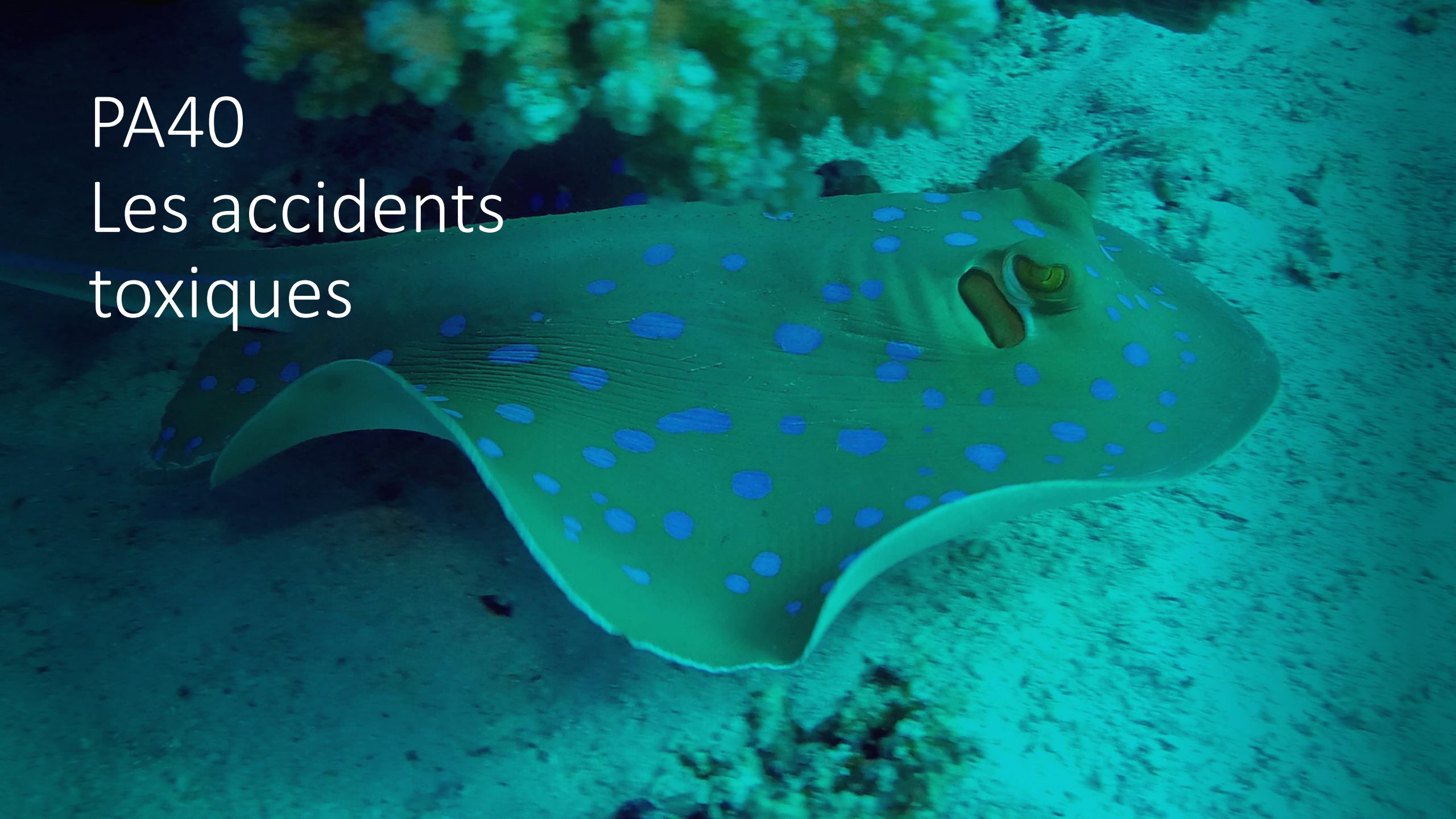


PA40

Les accidents  
toxiques



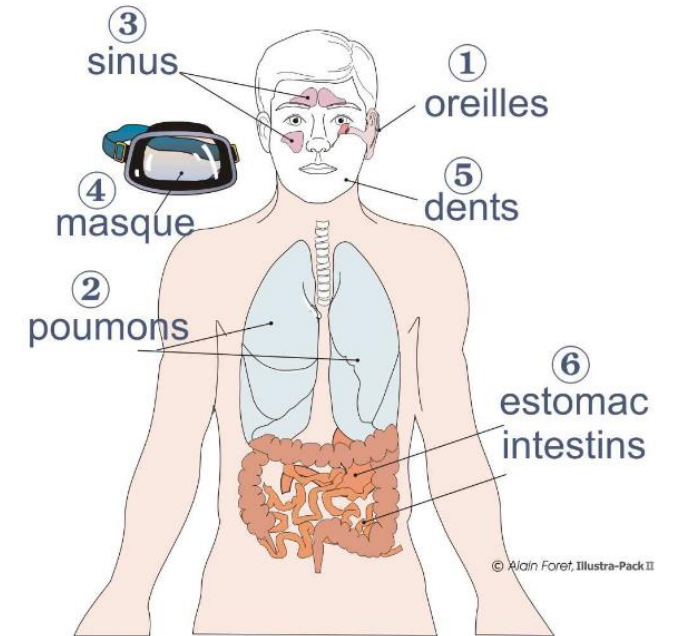
# Quizz séance précédente : Les Barotraumatismes

Qu'est-ce qu'un barotraumatisme ?

Un traumatisme engendré par les variations de pression.

Citez-les :

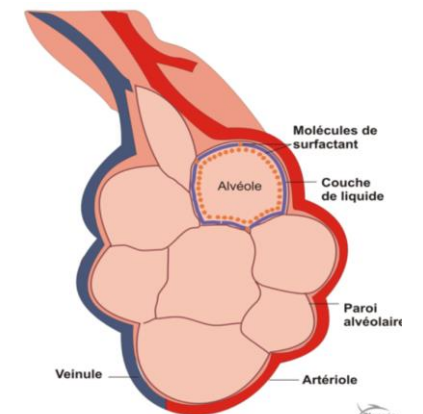
- Sinus
- Dents
- Masque
- Œdème pulmonaire d'immersion
- Oreille
- Surpression pulmonaire
- Système digestif



Quel est le rôle des alvéoles pulmonaires :

Elles permettent les échanges gazeux nécessaires à la vie :

- Absorption de l'oxygène pour redistribution aux organes via le sang
- Rejet des gaz en excès non utilisés (oxygène, dioxyde de carbone, azote, ...)



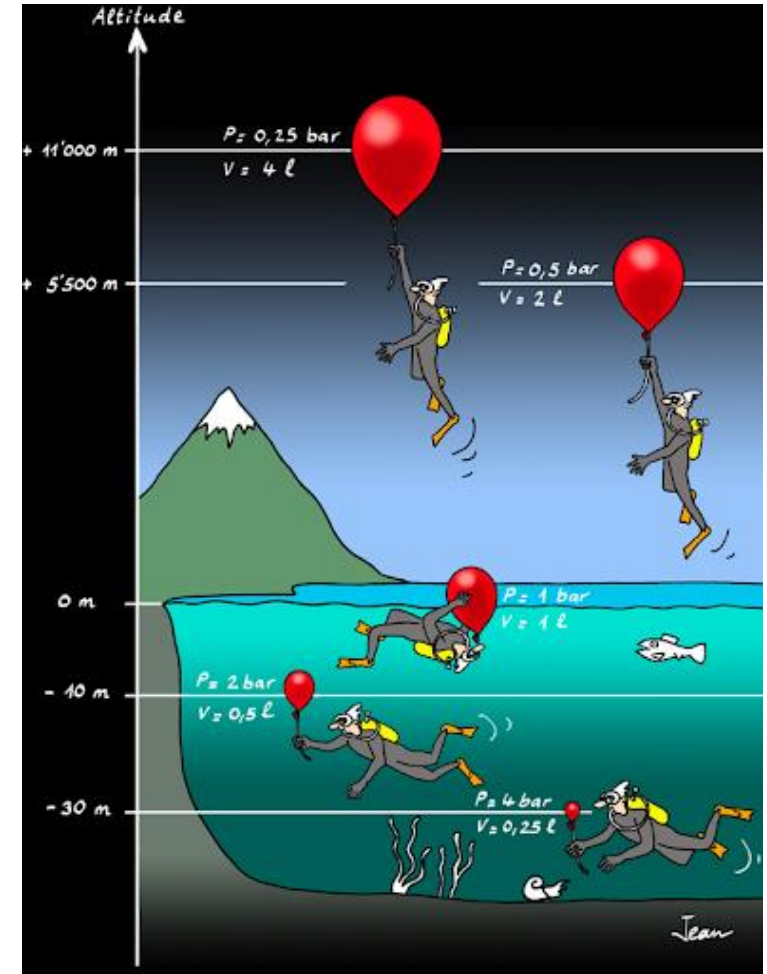
# Quizz séance précédente : Les Barotraumatismes

Comment éviter une surpression pulmonaire ?

- **En maintenant une ventilation continue**
- En respectant la vitesse de remontée :
  - 10m / min du fond à 6m
  - 6m / min entre chaque palier  
( 30s entre 6m et 3m et 30s entre 3m et la surface)
- En remontant tête en haut pour dégager les voies aériennes

Comment éviter un barotraumatisme de l'oreille ?

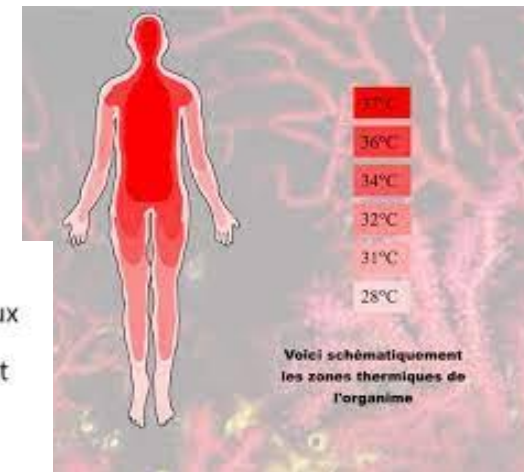
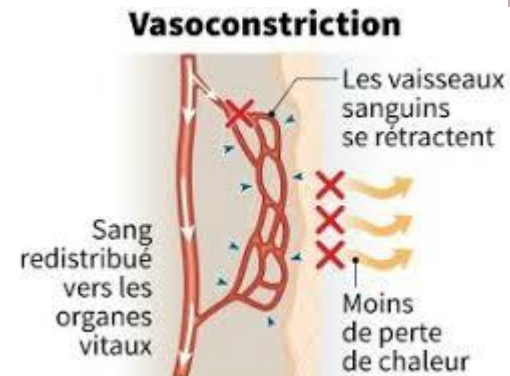
- Manœuvres d'équilibrage douces et régulières dès l'immersion
- Plonger en bonne forme physique et psychique
- Entraîner les muscles péristaphylins
- Descendre en privilégiant une position tête en haut
- Se laver le nez dans l'eau de mer avant l'immersion
- Éviter de plonger avec une cagoule trop serrée, mettre de l'eau dans la cagoule avant l'immersion



# Quizz séance précédente : Les Barotraumatismes

Quels impacts le froid a-t-il sur les barotraumatismes ?

- Les muscles et vaisseaux se contractent
    - ⇒ difficultés à les contrôler pour équilibrer les oreilles
  - Maintien des organes vitaux à une température d'environ 37°C
    - ⇒ le sang va se déplacer des extrémités vers les organes vitaux
    - ⇒ le volume sanguin va augmenter dans la cage thoracique comprimant les poumons
    - ⇒ cela peut entraîner une lésion des alvéoles et provoquer un Œdème pulmonaire d'immersion
- Prévention = avoir une combinaison adaptée*



# Avant d'aller plus loin : la composition de l'air

L'air est composé d'environ 78% d'azote ( $N_2$ ), 21% d'oxygène ( $O_2$ ), 0,04% de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) et d'autres gaz neutres non utilisés par l'organisme.

## En surface :

L'organisme utilise et consomme l' $O_2$ .

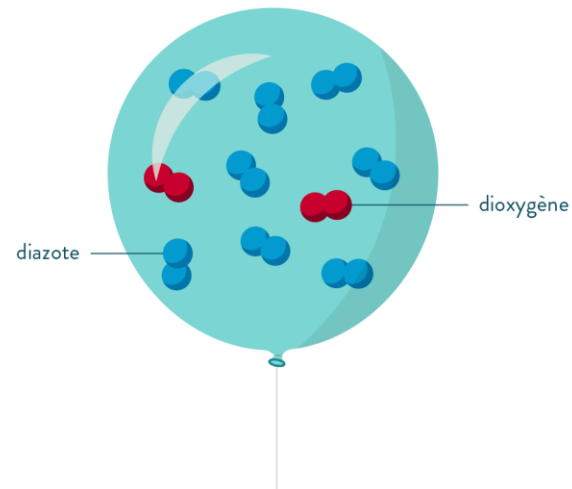
En contrepartie, il crée et rejette du  $CO_2$ .

Il rejette aussi l' $O_2$  non utilisé.

L'azote, quant à lui, « ne fait que passer » car non utilisé par nos organes.



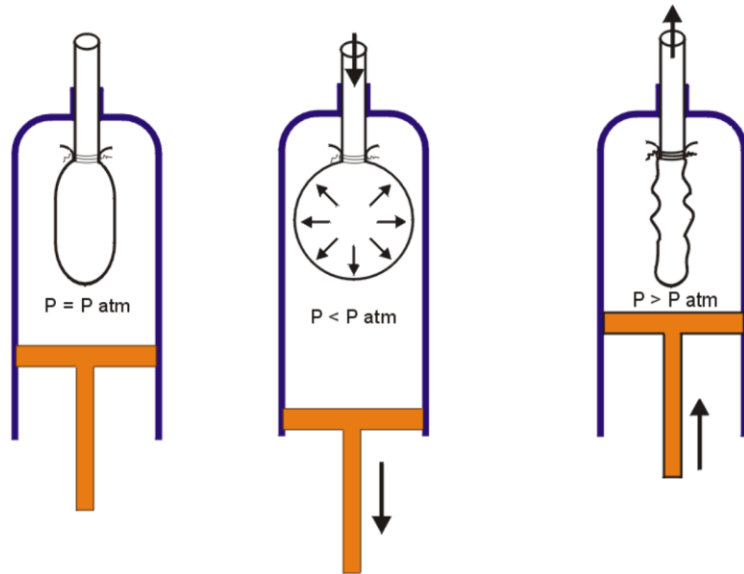
Modélisation de l'air contenu dans un ballon



# Avant d'aller plus loin : la mécanique ventilatoire

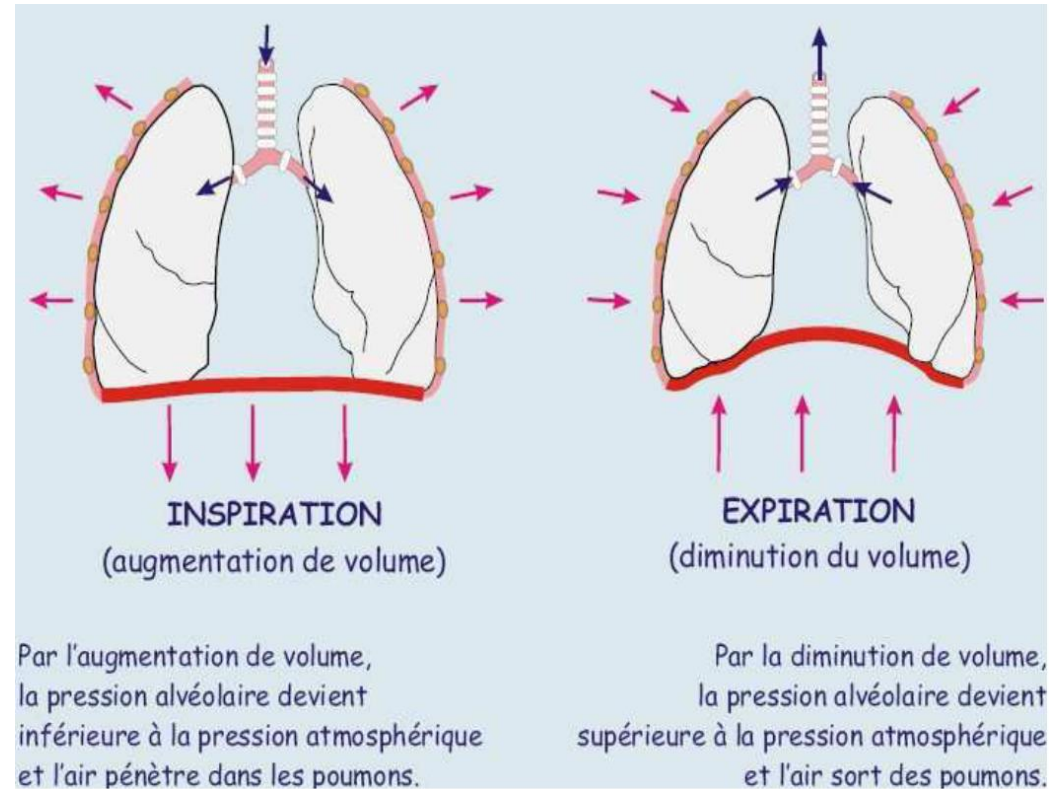
Comment fonctionne la mécanique ventilatoire ?

Cf. cours précédent sur les barotraumatismes.



Loi de Boyle-Mariotte :  $PV = \text{constante}$  ( $T^\circ = \text{constante}$ )  
 $\Delta V \rightarrow \Delta P \rightarrow E$  (écoulement des gaz)

Phase active      AU REPOS      Phase passive

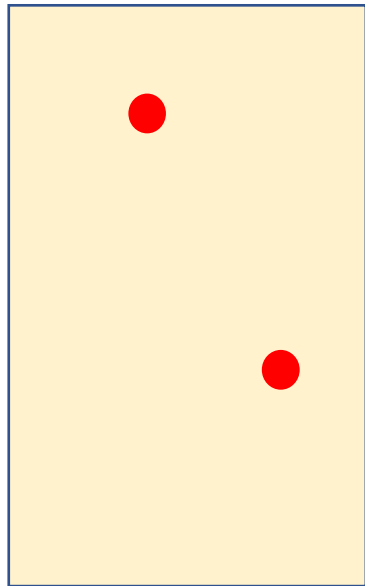


# Avant d'aller plus loin : les pressions partielles

C'est la loi de Dalton :

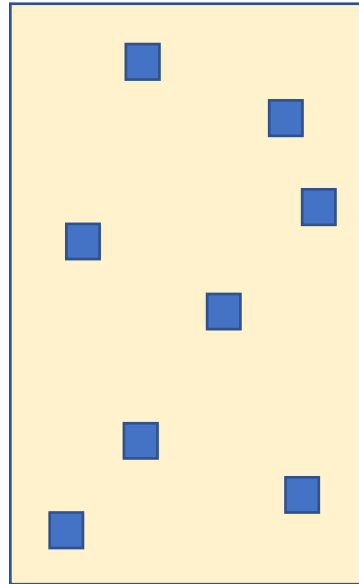
Pression partielle de l'O<sub>2</sub> (PpO<sub>2</sub>) = pression qu'il exercerait s'il était le seul gaz dans l'air.

En surface, à 1bar :



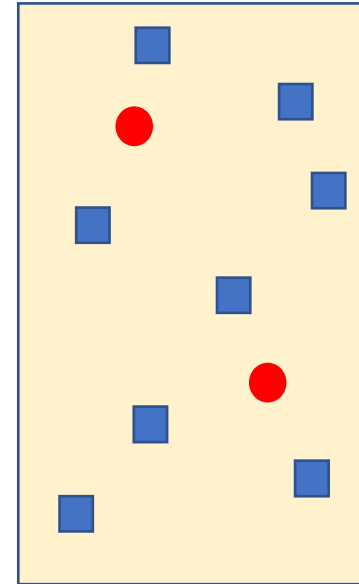
$PpO_2 = 20\% \times 1 = 0,2\text{bars}$

+



$PpN_2 = 80\% \times 1 = 0,8\text{bars}$

=

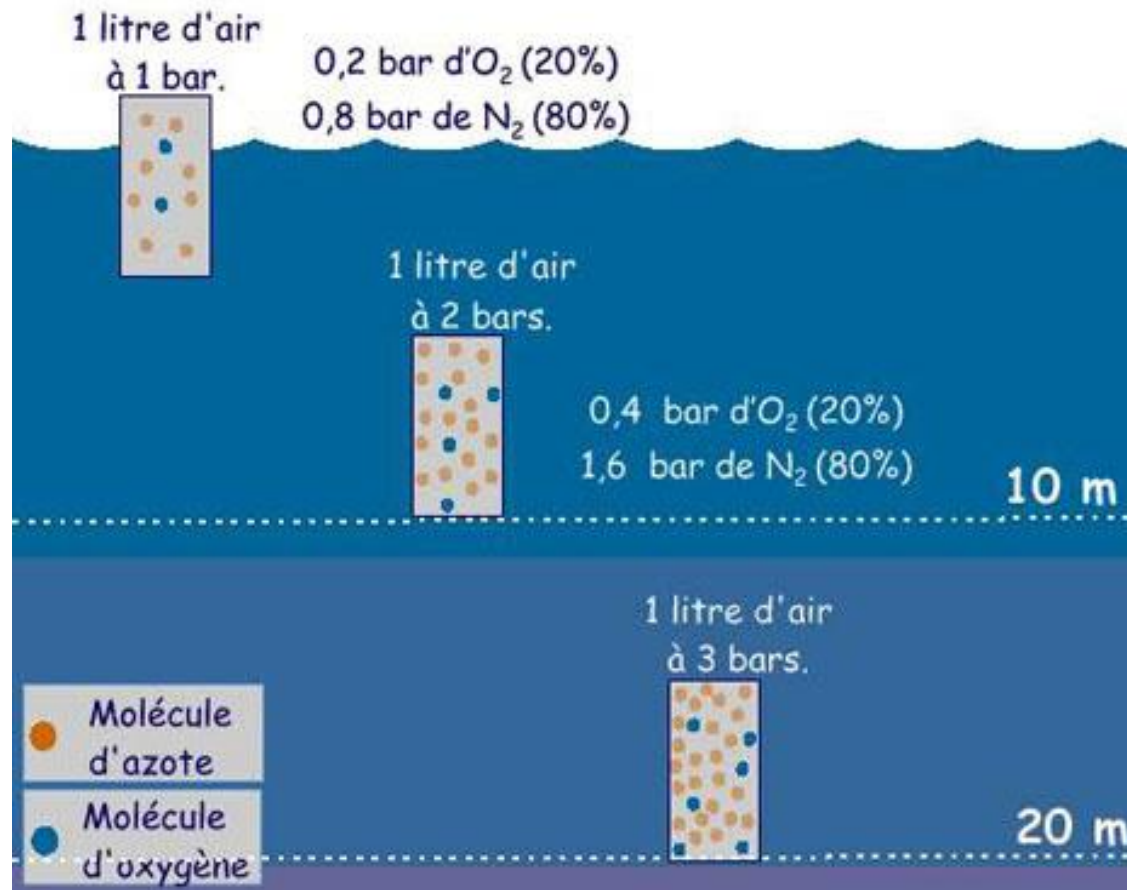


Pression du mélange =  $0,2 + 0,8 = 1\text{bar}$

# Avant d'aller plus loin : les pressions partielles

## En plongée :

Avec l'augmentation de la pression ambiante, les pressions partielles de chaque gaz augmentent aussi. C'est l'inverse qui se produit à la remontée (*avec une phase de désaturation nécessaire pour évacuer l'azote*).





# Accidents toxiques : qu'est-ce que c'est ?

Un **accident toxique** est une **intoxication à un gaz due aux changements de pressions partielles.**

- Intoxication due au **CO<sub>2</sub>** : l'**hypercapnie** = trop de CO<sub>2</sub>
  - **Essoufflement**
  - **Apnée**
- Intoxications dues à l'**oxygène** : trop ou pas assez d'O<sub>2</sub>
  - **Hyperoxie**
  - **Hypoxie**
- Intoxication due à l'**azote** : la **narcose** = trop de N<sub>2</sub>
- Intoxication au **monoxyde de carbone** : trop de CO, problème de gonflage



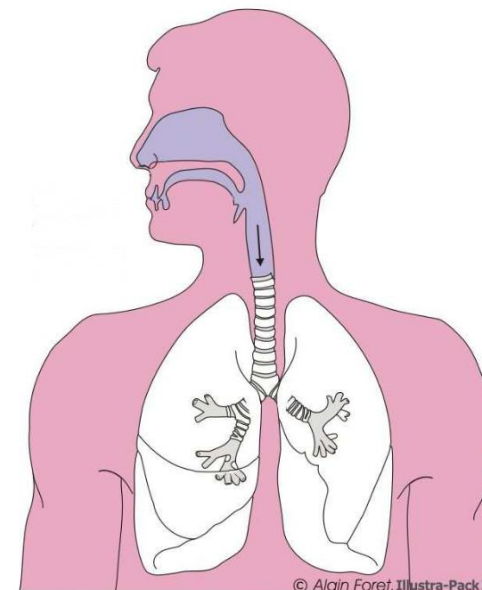
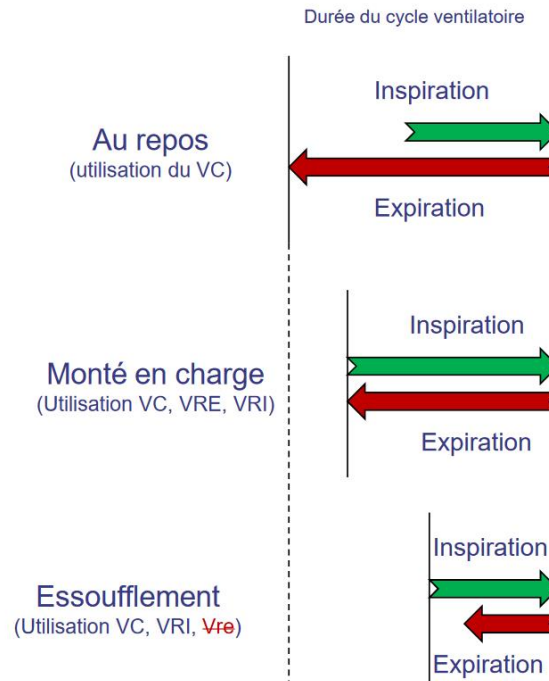
# L'hypercapnie & l'essoufflement

**L'hypercapnie est un taux anormalement élevé de CO<sub>2</sub> dans le sang.**  
Elle peut survenir à cause d'un **essoufflement**.

## Mécanisme de l'essoufflement

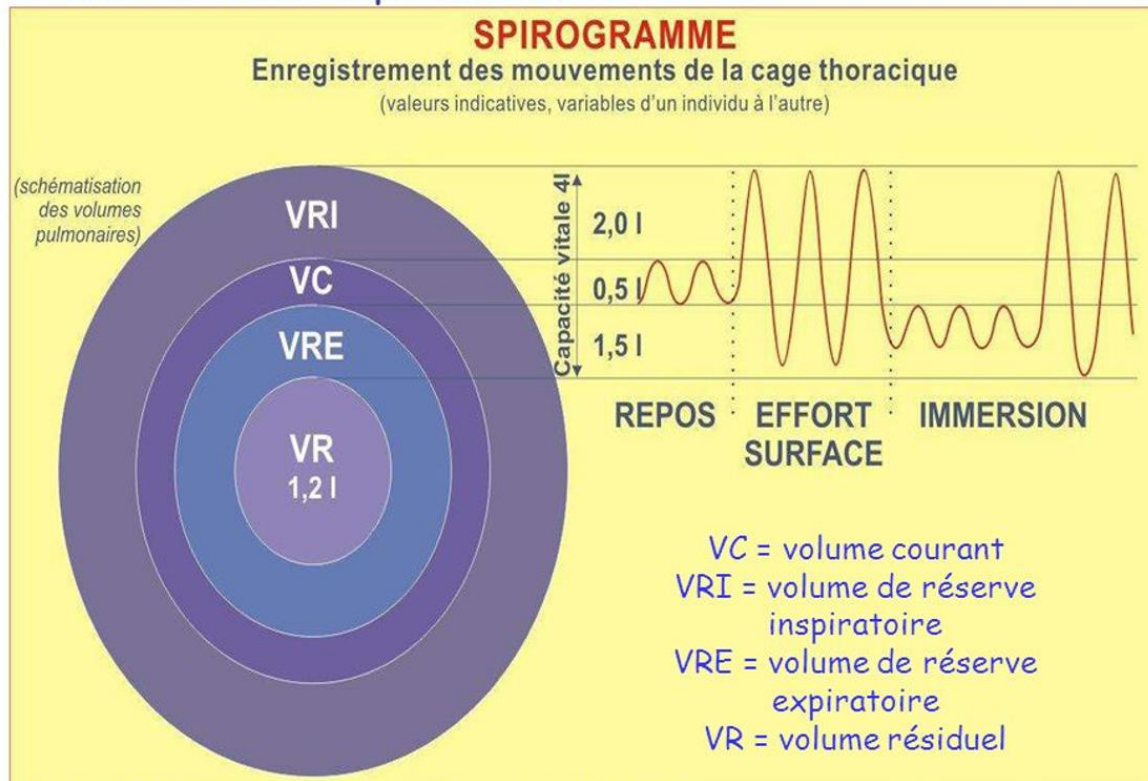
Au repos, l'expiration a une durée supérieure à l'inspiration = les poumons se vident pour mieux faire entrer de l'air frais.

Lorsque la ventilation n'est pas optimale et par réflexe, le corps cherche à inspirer pour faire entrer de l'O<sub>2</sub> MAIS sans avoir rejeté le CO<sub>2</sub> au préalable. On vide mal nos poumons, l'expiration se raccourcit et devient de plus en plus difficile et le CO<sub>2</sub> s'accumule = c'est l'hypercapnie.

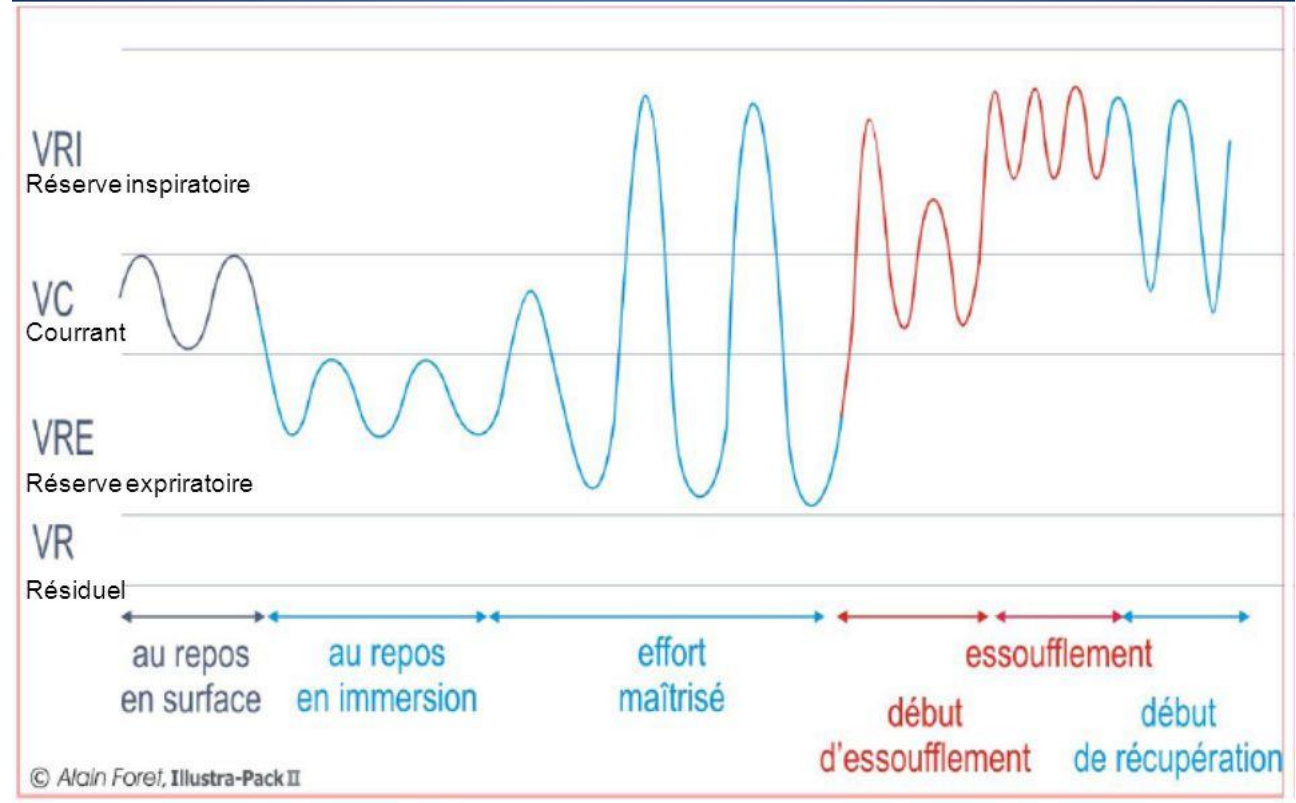


© Alain Foret, Illustration-Pack II

# L'essoufflement



## Spirogramme : enregistrement des mouvements de la cage thoracique

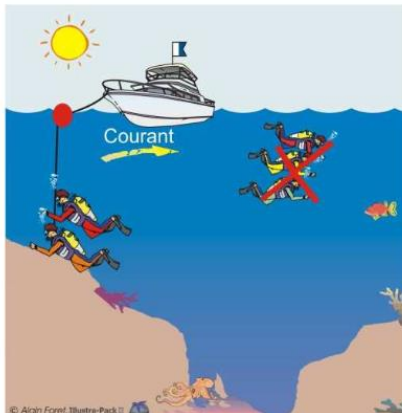


# L'essoufflement & la plongée

En plongée, l'essoufflement est l'ennemi du plongeur car difficile voire impossible à arrêter !

## Prévention :

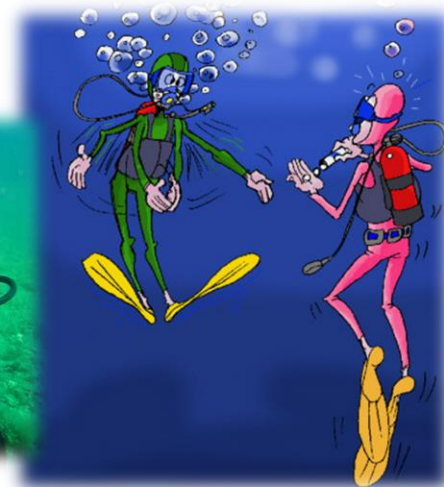
- **Eviter le stress en surface (discussion entre plongeurs autonomes, prendre le temps de s'équiper)**
- **Reprendre son souffle en surface avant l'immersion**
- **Avoir un lestage adapté (sous-lestage/ sur-lestage = efforts = risques d'essoufflement)**
- **Immersion rapide si présence de courant ou de houle**
- **Descente au mouillage**
- **Se faire ramener au bateau par le courant**
- **Ne pas palmer contre le courant, utiliser le relief pour s'abriter**
- **Plonger avec un matériel bien entretenu qui limite les efforts (détendeur bien réglé)**
- **Avoir un vêtement isothermique adapté, le froid augmentant la ventilation et donc le risque d'essoufflement**
- **La profondeur augmente la viscosité de l'air = il devient plus difficile à respirer. On adaptera ses efforts à la profondeur en insistant sur l'expiration.**



# L'essoufflement & la plongée

## Symptômes

- Ventilation accélérée et haletante (poumons pleins)
- Sensation de manque d'air, de « soif d'air »
- Visualisation de chapelets de bulles continus
- Agitation
- Nausée, maux de tête = **déclenchement des secours**



## Conduite à tenir si je suis essoufflé

- Cesser tout effort
- Forcer sur l'expiration
- Avertir les membres de ma palanquée
- Remonter de quelques mètres pour diminuer la PpCO<sub>2</sub>
- Vérifier mon manomètre pour éviter la panne d'air



## Conduite à tenir si un coéquipier est essoufflé

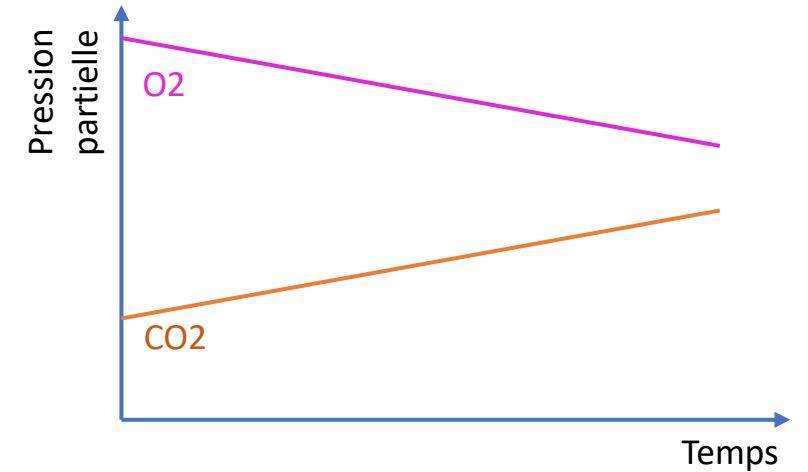
- Lui indiquer de souffler
- L'aider à remonter de quelques mètres (aide ou assistance)
- Le rassurer (regard, contact)
- Eviter la remontée panique (prévention SP & ADD)



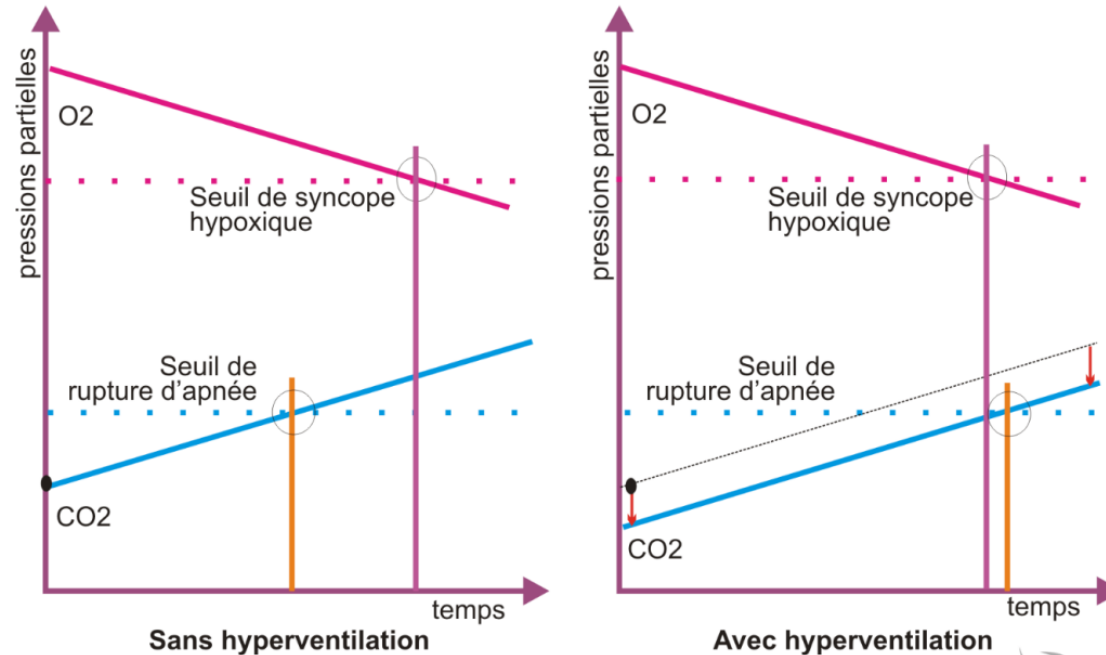
# L'hypercapnie & l'apnée

Lors d'une apnée, le corps consomme l'O<sub>2</sub> en réserve sans apport d'air frais et crée du CO<sub>2</sub> sans en rejeter :

- ⇒ le taux d'O<sub>2</sub> diminue
- ⇒ le taux de CO<sub>2</sub> augmente



Si la technique n'est pas maîtrisée, l'apnéiste risque la syncope.



# La PpO2 & la plongée

L'organisme a besoin d'O2 pour vivre ... mais ni trop ... ni trop peu.

## Mécanisme

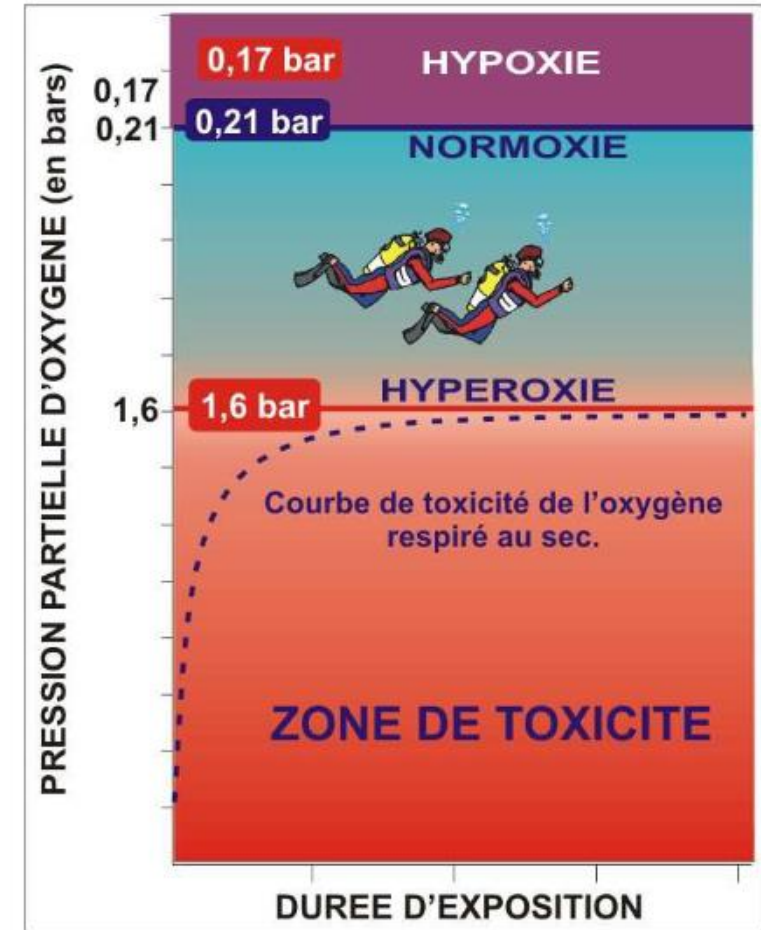
En-dessous de **0,16 bars** de PpO2, le corps n'a plus assez d'O2 pour fonctionner : c'est l'**hypoxie**. Pas de risque en plongée à l'air.

À l'inverse, au-dessus de **1,6 bar** de PpO2, l'oxygène est en quantité trop importante et devient toxique : c'est l'**hyperoxie**.

**0,16 bars < PpO2 ok < 1,6 bars**

À l'air, quelle est la profondeur à ne pas dépasser pour éviter l'hyperoxie ?  
 $1,6 \text{ bar} / 21\% (\% \text{ O}_2 \text{ dans l'air}) = 7,6 \text{ bars}$  de pression absolue soit une profondeur de 66m. La plongée à l'air est limitée à 60m en France : tout va bien sauf si Nitrox !

Quelle est la profondeur à ne pas dépasser pour un palier à l'O2 pur ?  
 $1,6 \text{ bar} / 100\% (\text{O}_2 \text{ pur}) = 1,6 \text{ bar}$  de pression ambiante soit une profondeur de 6m.



© Alain Foret, Illustration-Pack II



# La PpO2 & la plongée

## Symptômes de l'hyperoxie

### 1. Phase d'alarme

Quelques signes avant-coureurs non perçus par le plongeur dans la plupart des cas :

- nausées
- Spasmes
- anxiété
- confusion
- troubles de la vue
- euphorie

### 2. Phase d'apnée tonique

Se caractérise par des contractions musculaires généralisées et incontrôlables  
= apnée glotte fermée

⇒ ne surtout pas remonter durant cette phase ! (risque de SP & d'ADD)

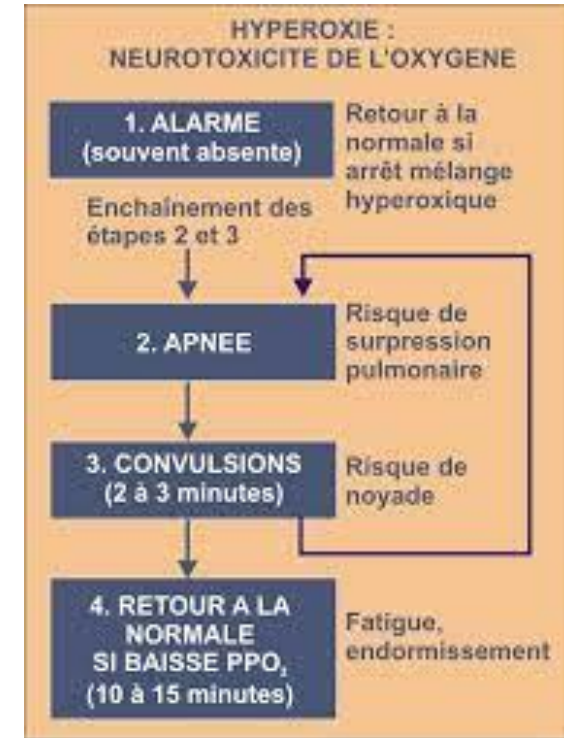
### 3. Phase convulsive

Convulsions similaires à une crise d'épilepsie durant 2 à 3 min. On en profite pour faire remonter la personne de quelques mètres.

⇒ maintien de l'embout en bouche

### 4. Phase résolutive

Retour progressif à la normale (si la PpO2 a diminué). Cette phase dure entre 10 et 15min.  
La personne est dans un état confus et ne se souvient pas de la crise.



© Alain Forest, Illustration-Pack II



# La narcose

Avec la profondeur, la PpN2 augmente.

L'azote, non utilisé par le corps, est dissous dans les tissus et perturbe le système nerveux : c'est **l'ivresse des profondeurs**.

**La narcose apparaît dès 30m chez tous les plongeurs !**

**La PpN2 max tolérée par le corps est 5,6bars.**

A l'air, quelle est la profondeur à ne pas dépasser pour éviter la toxicité de l'azote ?

5,6 bars / 78%  $\approx$  7 bars de pression ambiante soit 60m.

**C'est la toxicité de l'azote qui limite la plongée en France à 60m.**



© Copyright Pierre Fouillet pour Passion-Plongée.com



© Alain Foret. Illustra-Pack II



# La narcose

## Prévention

- Accoutumance progressive à la profondeur
- Vitesse de descente de 30m/min max, ralentie au-delà de 30m
- Privilégier une descente tête en haut à partir de 30m, sans retournement brusque
- Privilégier une descente avec des repères visuels (tombant, mouillage, ...)
- Limiter les efforts (limitation de la charge en azote + prévention essoufflement)
- Bonne forme physique et psychique

## Symptômes

- Troubles de l'attention
- Euphorie
- Angoisse
- Perte de repères spatio-temporels
- Troubles visuels (effet tunnel)
- Troubles de la mémoire immédiate
- Troubles psychomoteurs
- Repli sur soi

## Conduite à tenir

- Porter assistance et remonter de quelques mètres
- Interrompre la plongée
- Vérifier l'état de conscience sur le bateau/à terre



# Accidents toxiques et plongée



## AVANT

### Vérification du matériel palanquée :

- Lestage
- Sanglage
- Vérification fonctionnement

### Briefing entre autonomes :

- Discussion sur envies de chacun
- Echange pour diminution du stress
- Prévoir le check à 3m (vérif' matériel + oreilles)

## PENDANT

### Immersion quand ventilation ok

- Prévention essoufflement

### Ventilation continue

### Maîtrise vitesse de descente:

- Prévention narcose (30m/min max)

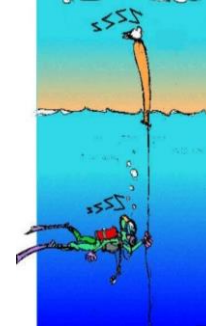
### Maîtrise du niveau d'immersion

Plongeur stabilisé = pas d'efforts =  
prévention de l'essoufflement +  
maintien du palier

### Maîtrise vitesse de remontée :

## REC

Expiration lors du tirage de parachute



## APRÈS

### Surveillance

S'assurer que la palanquée  
va bien

### Secours

Déclenchement des secours  
aux moindres signes

### Compresseur

Gonflage des blocs avec  
un air sain

