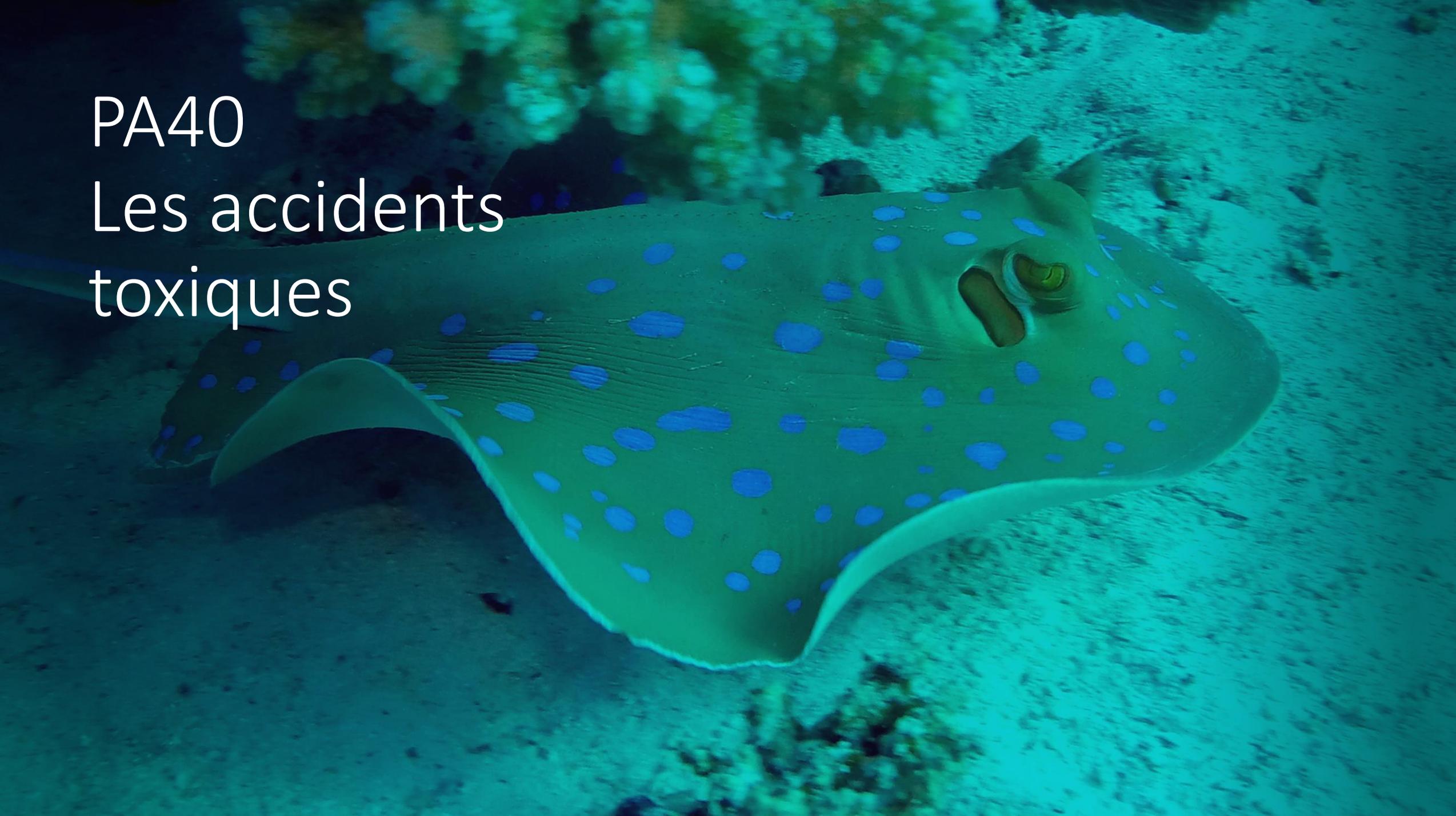


PA40

Les accidents
toxiques



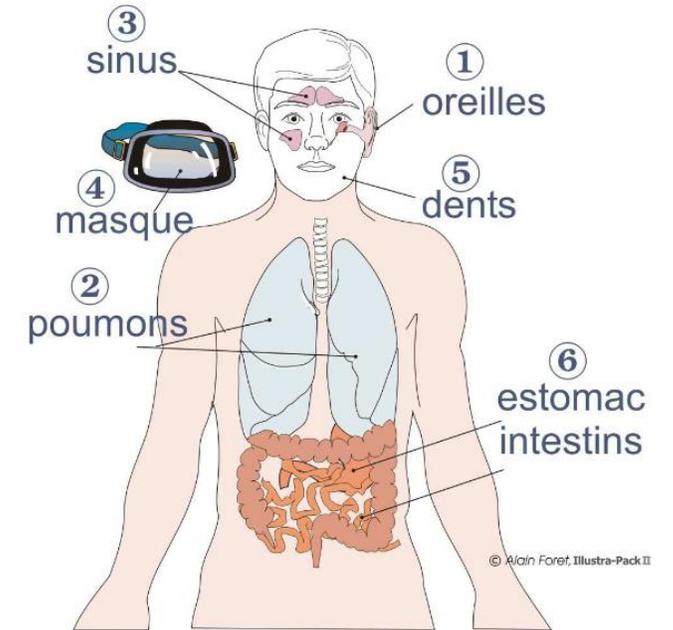
Quizz séance précédente : Les Barotraumatismes

Qu'est-ce qu'un barotraumatisme ?

Un traumatisme engendré par les variations de pression.

Citez-les :

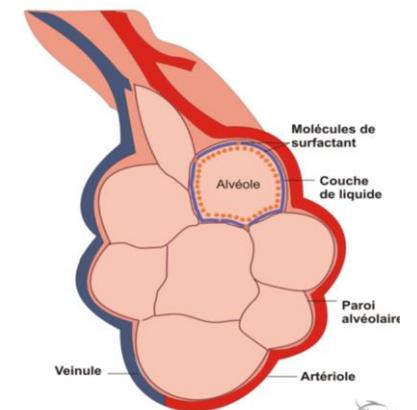
- Sinus
- Dents
- Masque
- Œdème pulmonaire d'immersion
- Oreille
- Surpression pulmonaire
- Système digestif



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, ...)



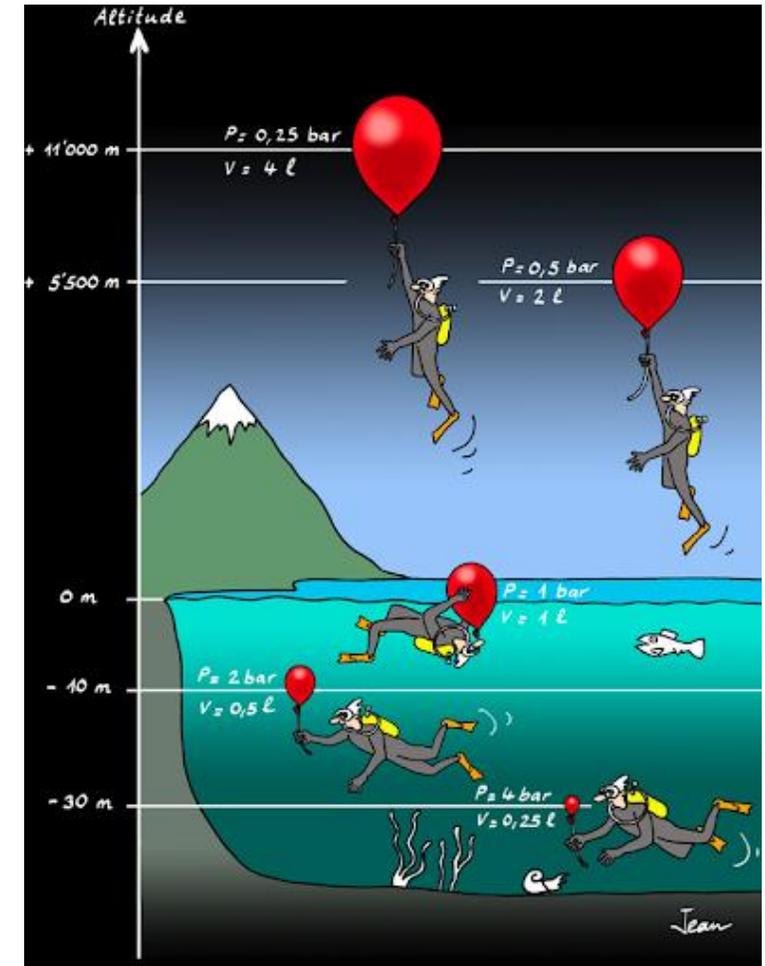
Quizz séance précédente : Les Barotraumatismes

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 ?

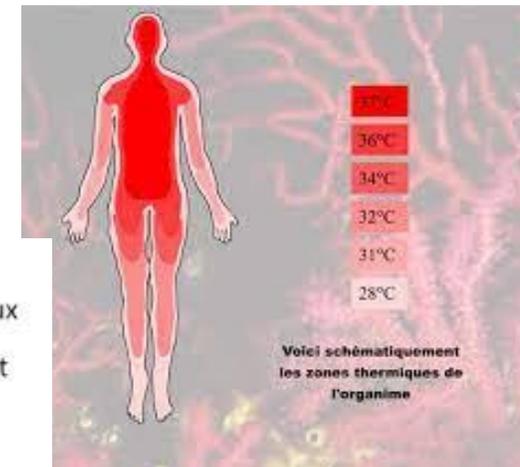
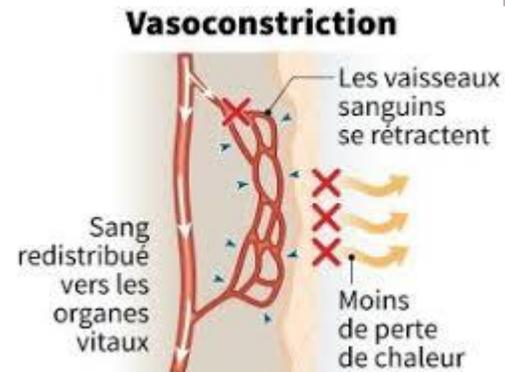
- Manœuvres d'équilibrage douces et régulières dès l'immersion
- Plonger en bonne forme physique et psychique
- Entraîner les muscles péristaphylins
- Descendre en privilégiant une position tête en haut
- Se laver le nez dans l'eau de mer avant l'immersion
- Éviter de plonger avec une cagoule trop serrée,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

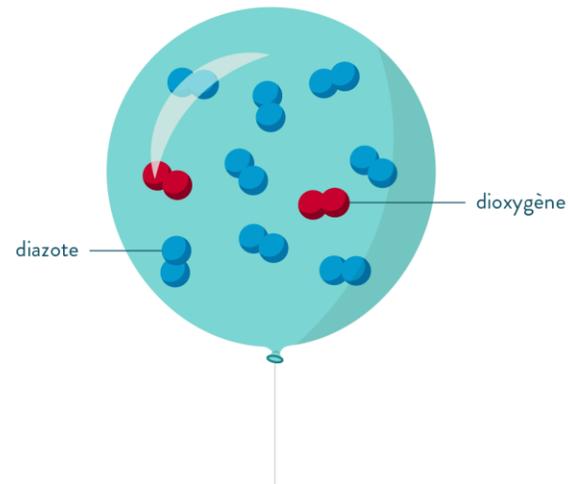
En contrepartie, il crée et rejette du CO_2 .

Il rejette aussi l' O_2 non utilisé.

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

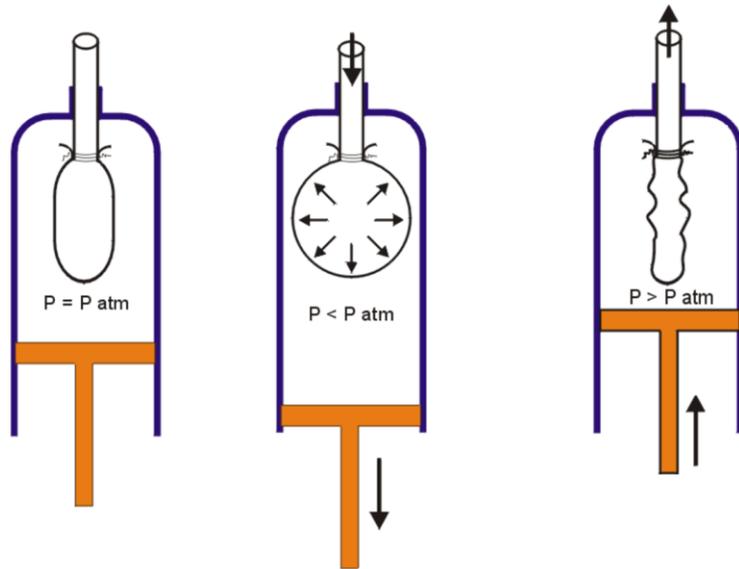


Modélisation de l'air contenu dans un ballon



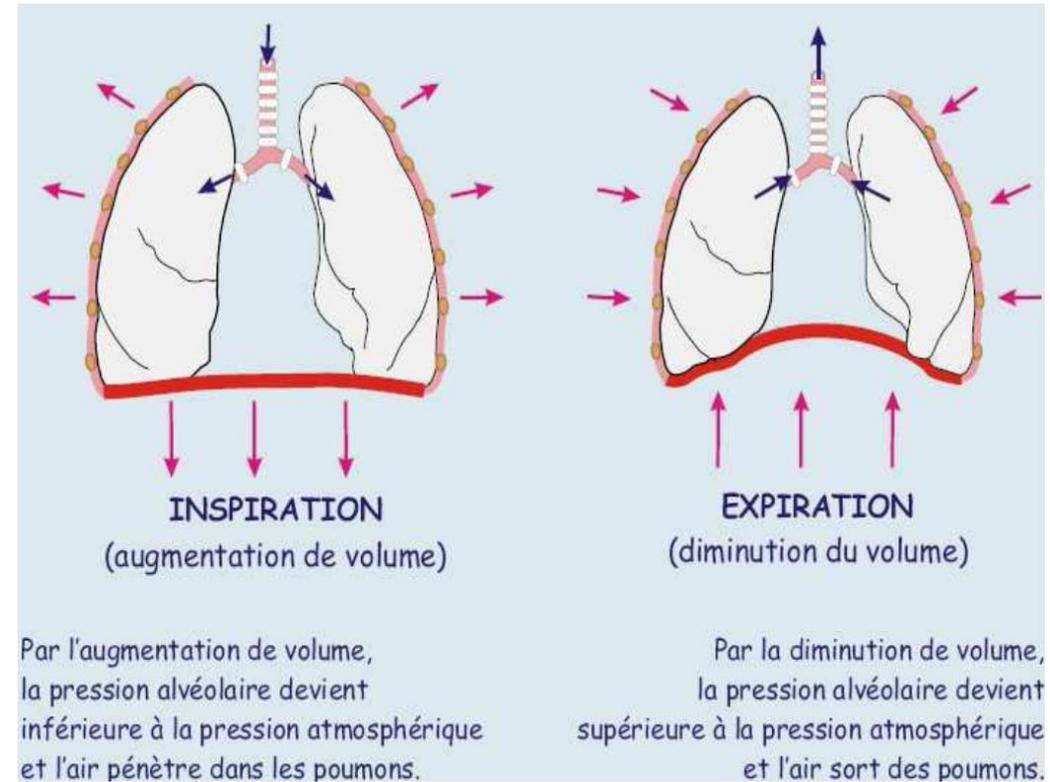
Avant d'aller plus loin : la mécanique ventilatoire

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

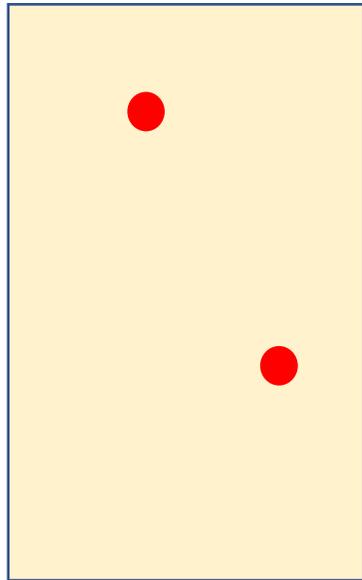


Avant d'aller plus loin : les pressions partielles

C'est la loi de Dalton :

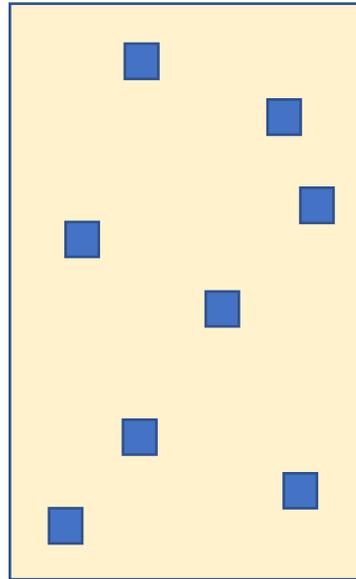
Pression partielle de l'O₂ (PpO₂) = pression qu'il exercerait s'il était le seul gaz dans l'air.

En surface, à 1bar :



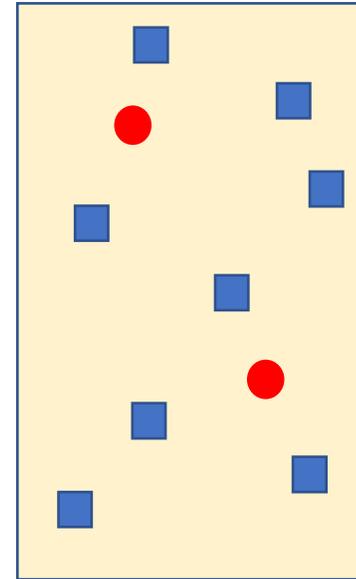
$$PpO_2 = 20\% \times 1 = 0,2\text{bars}$$

+



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

=

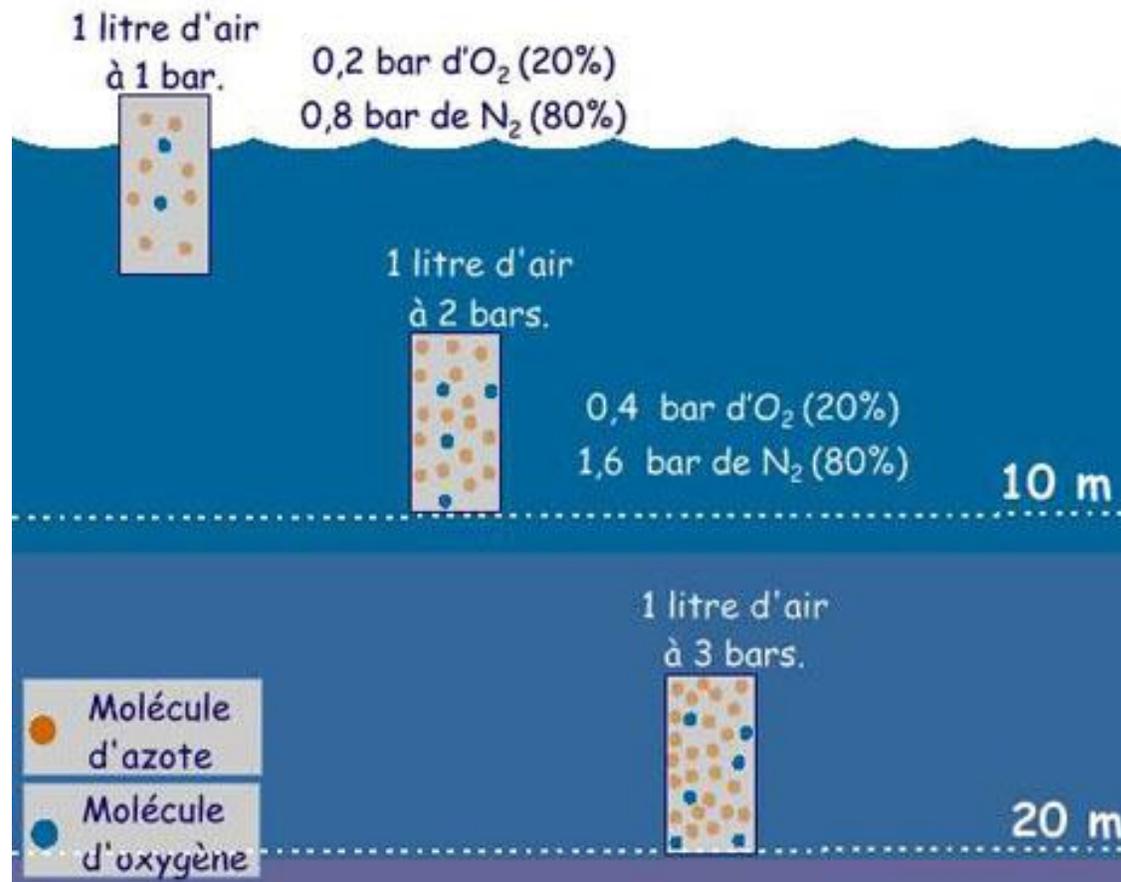


$$\text{Pression du mélange} = 0,2 + 0,8 = 1\text{bar}$$

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 **CO₂** : l'**hypercapnie** = trop de CO₂
 - **Essoufflement**
 - **Apnée**
- Intoxications dues à l'**oxygène** : trop ou pas assez d'O₂
 - **Hyperoxie**
 - **Hypoxie**
- Intoxication due à l'**azote** : la **narcose** = trop de N₂
- Intoxication au **monoxyde de carbone** : trop de CO, problème de gonflage



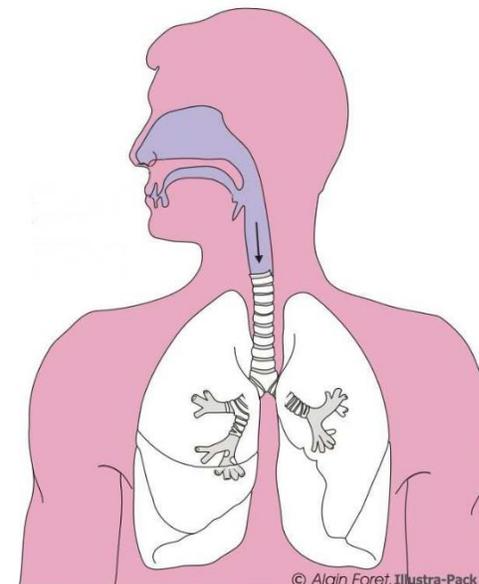
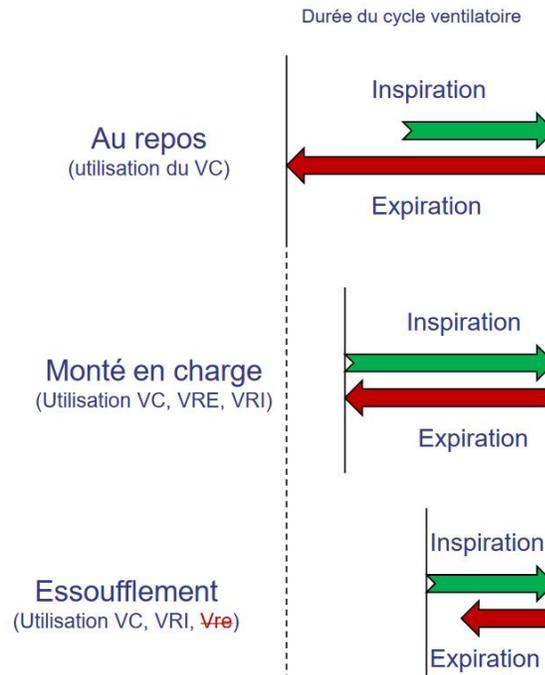
L'hypercapnie & l'essoufflement

L'hypercapnie est un taux anormalement élevé de CO2 dans le sang.
Elle peut survenir à cause d'un **essoufflement**.

Mécanisme de l'essoufflement

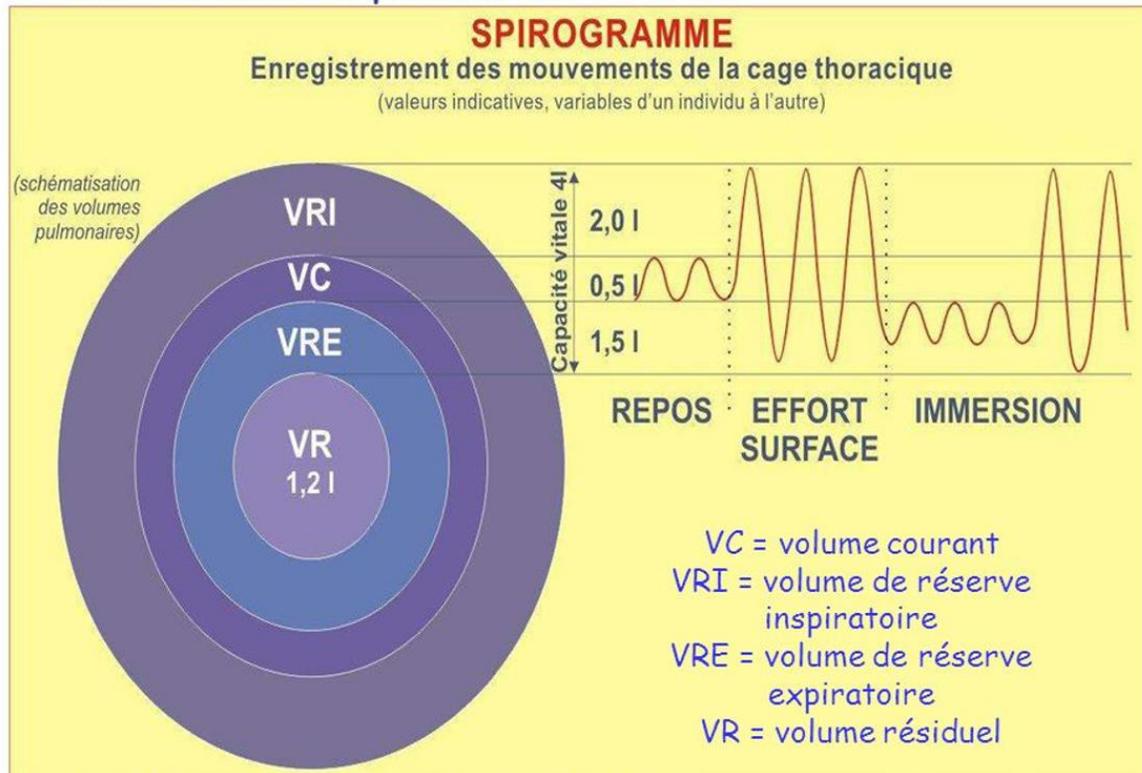
Au repos, l'expiration a une durée supérieure à l'inspiration = les poumons se vident pour mieux faire entrer de l'air frais.

Lorsque la ventilation n'est pas optimale et par réflexe, le corps cherche à inspirer pour faire entrer de l'O2 MAIS sans avoir rejeté le CO2 au préalable. On vide mal nos poumons, l'expiration se raccourcit et devient de plus en plus difficile et le CO2 s'accumule = c'est l'hypercapnie.

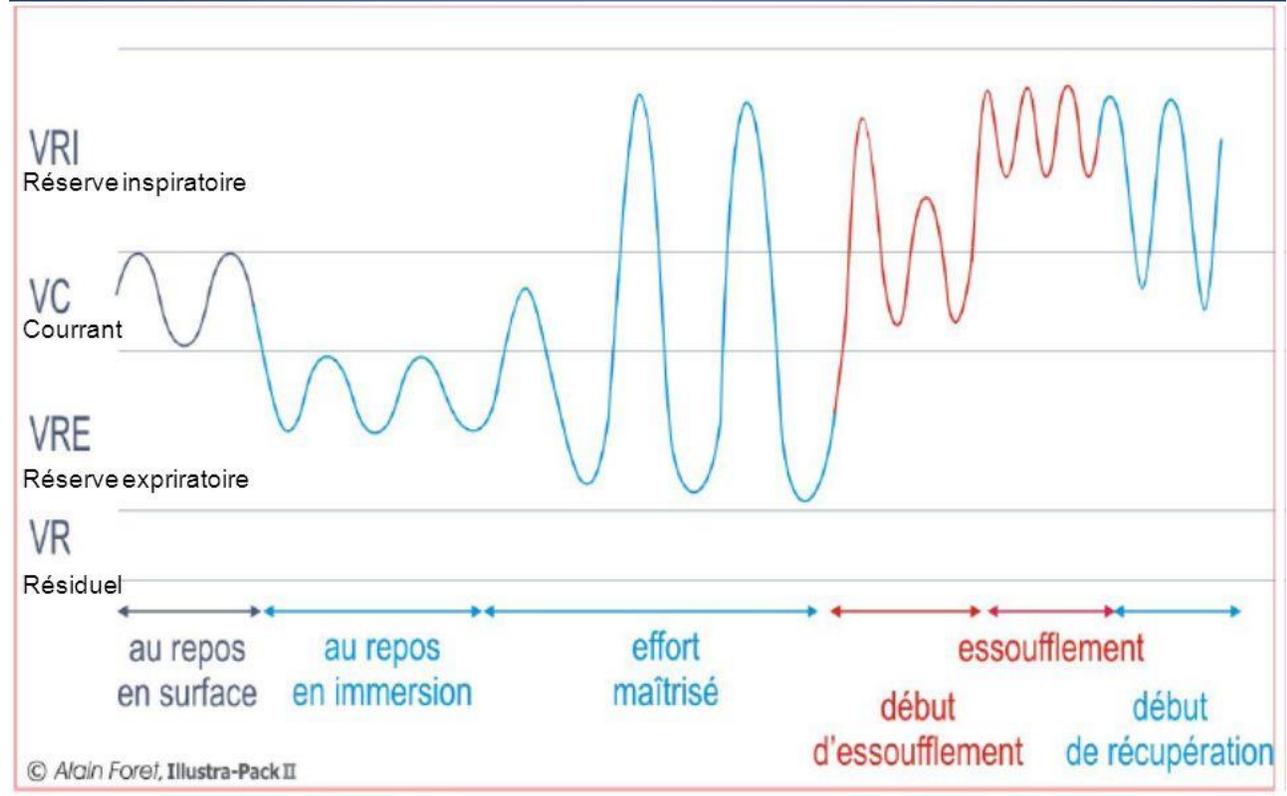


© Alain Foret, Illustra-Pack II

L'essoufflement



Spirogramme : enregistrement des mouvements de la cage thoracique

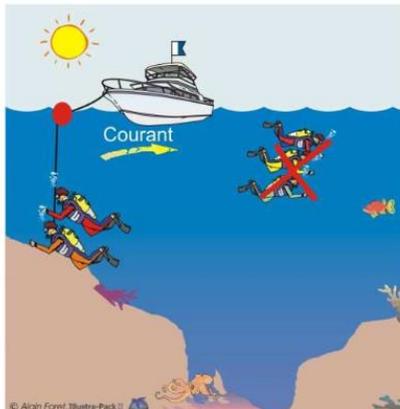


L'essoufflement & la plongée

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

Prévention :

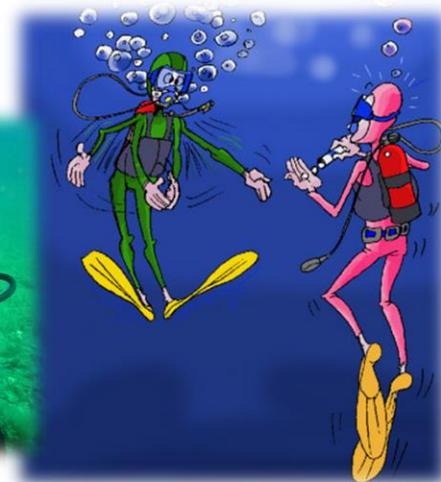
- **Eviter le stress en surface (discussion entre plongeurs autonomes, prendre le temps de s'équiper)**
- **Reprendre son souffle en surface avant l'immersion**
- **Avoir un lestage adapté (sous-lestage/ sur-lestage = efforts = risques d'essoufflement)**
- **Immersion rapide si présence de courant ou 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 PpCO₂
- 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)



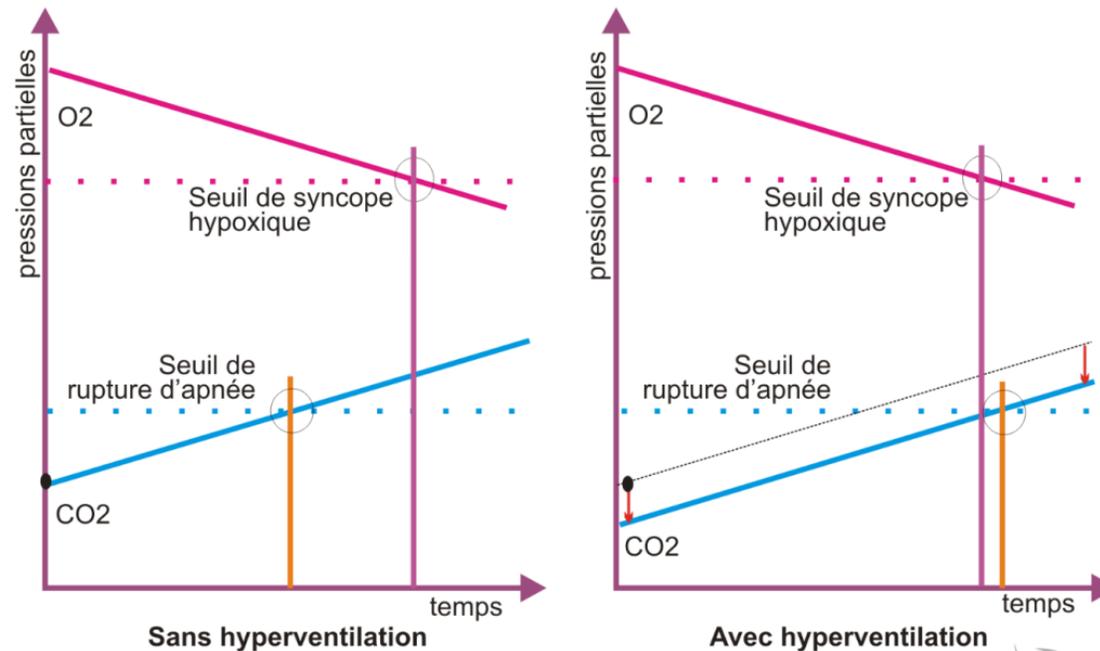
L'hypercapnie & l'apnée

Lors d'une apnée, le corps consomme l'O₂ en réserve sans apport d'air frais et crée du CO₂ sans en rejeter :

- ⇒ le taux d'O₂ diminue
- ⇒ le taux de CO₂ 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

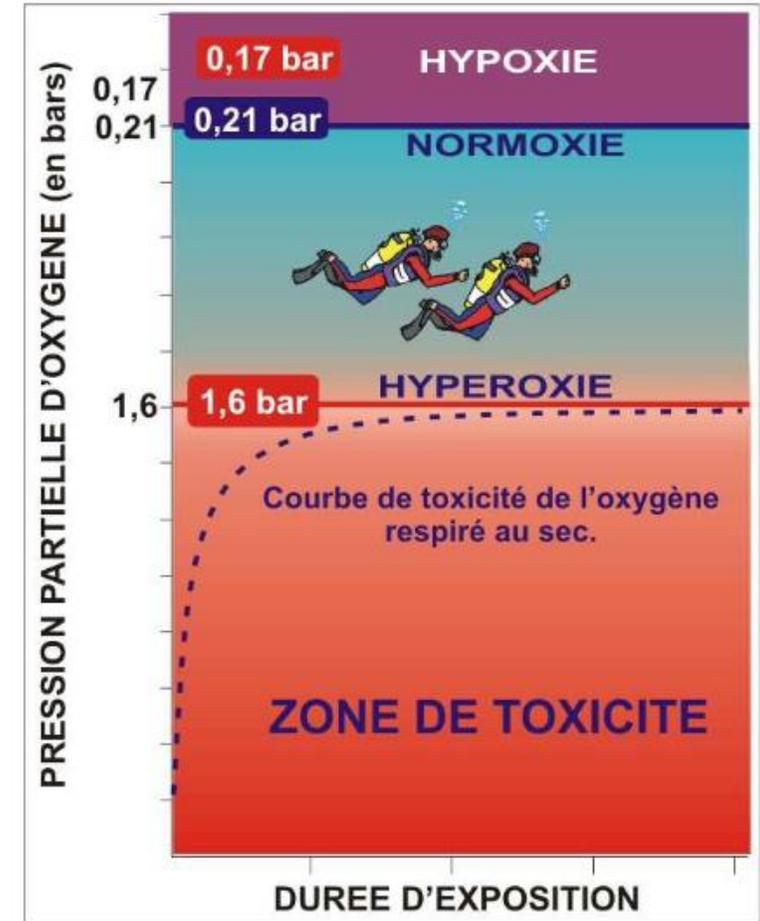
En-dessous de **0,16 bars** de PpO2, le corps n'a plus assez d'O2 pour fonctionner : c'est l'**hypoxie**. Pas de risque en plongée à l'air.

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**.

$$0,16 \text{ bars} < PpO2 \text{ ok} < 1,6 \text{ bars}$$

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)

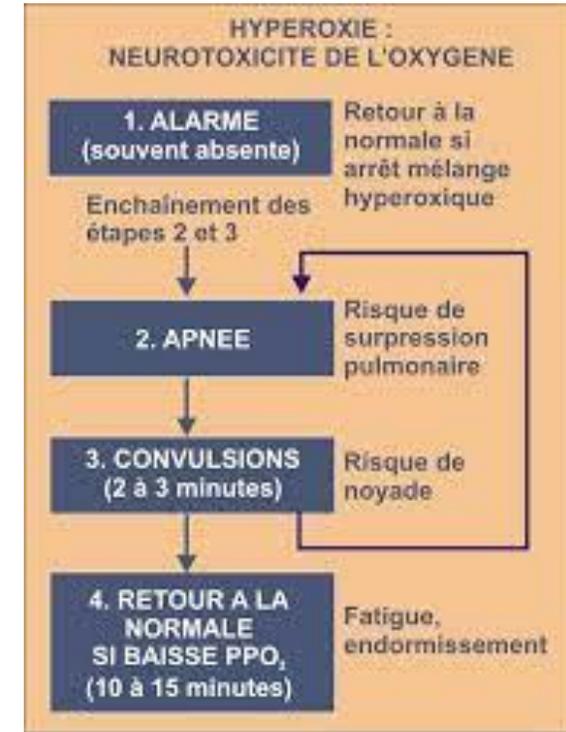
3. Phase convulsive

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 Forest. 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)

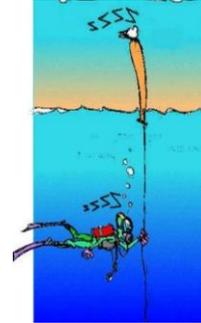
Maîtrise du niveau d'immersion

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

