

Impact des gaz sur le plongeur

Préparation niveau 4

Codep 92

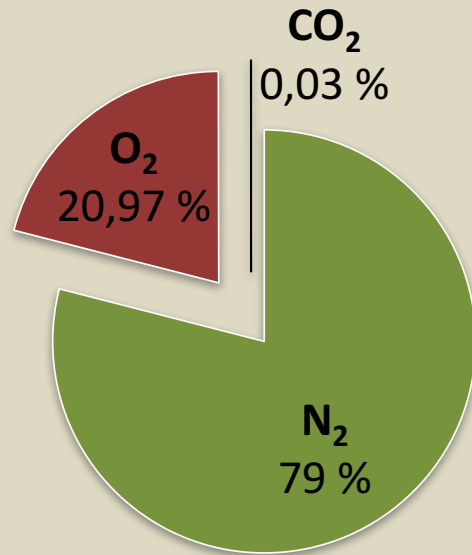
Sommaire

- **Rappels de physique et comportement des gaz**
- **Accidents biochimiques :**
 - Toxicité du dioxyde de carbone (CO_2)
 - Toxicité de l'azote (N_2)
 - Toxicité de l'oxygène (O_2)
 - Toxicité du monoxyde de carbone (CO)
- **Cas de l'apnée**
- **Conclusion**

Rappels de physique et comportement des gaz

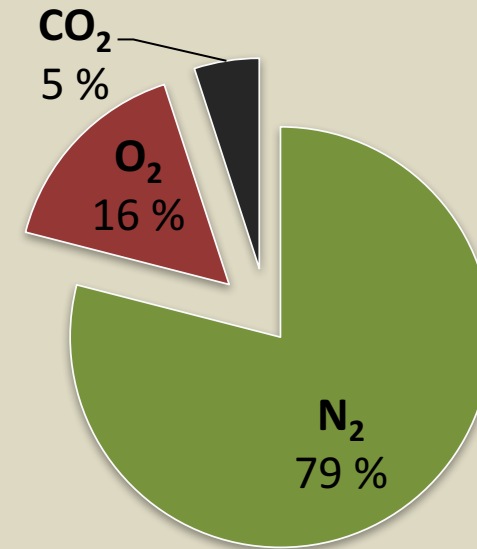
- **Composition de l'air**
- **Rôle des gaz constituants**
- **Pressions partielles et loi de Dalton**
- **Conclusion**

Composition de l'air



Air inspiré

- 79 % d'azote (N_2)
- 20,97 % d'oxygène (O_2)
- 0,03 % de gaz carbonique (CO_2)
- traces de gaz rares (hélium, argon, néon, crypton...)
- très peu de **vapeur d'eau**



Air expiré

- 79 % de N_2
- 16 % de O_2
- 5 % de CO_2
- de la **vapeur d'eau**

Rôle des gaz

Azote (N_2)

- Gaz inerte – il est inspiré et expiré sans participer à des réactions

Oxygène (O_2)

- On consomme ~20 % de la quantité inspirée
- Comburant du métabolisme, il est transformé en en chaleur, eau et CO_2

Dioxyde de carbone (CO_2)

- Déchet du métabolisme cellulaire
- Tout le CO_2 présent dans l'organisme est celui que l'on a fabriqué

*On peut faire varier la nature et la proportion des gaz respirés.
C'est le cas de la plongée aux mélanges autres que l'air, Nitrox et Trimix.*



Loi de Dalton

« Dans un mélange gazeux, chaque gaz est à la pression qu'il aurait s'il occupait seul le volume »

ou

« La pression totale d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions partielles des gaz qui le constituent »

$$P_p = P_{abs} \times \%_{gaz}$$

et

$$P_{abs} = P_{p_1} + P_{p_2} + P_{p_3} \dots$$

Pressions partielles et loi de Dalton : exemples

- **Quelles sont les pressions partielles des gaz constituant l'air respiré en surface ?**

20 % O₂, 80 % N₂

$$P_{pO_2} = 1 \times 20 \% = 1 \times 0,2 = 0,2 \text{ bar}$$

$$P_{pN_2} = 1 \times 80 \% = 1 \times 0,8 = 0,8 \text{ bar}$$

$$\text{Vérification : } P_{abs} = P_{pO_2} + P_{pN_2} = 0,2 + 0,8 = 1 \text{ bar}$$

- **Et l'air respiré à 30 m ?**

20 % O₂, 80 % N₂

$$P_{pO_2} = 4 \times 20 \% = 4 \times 0,2 = 0,8 \text{ bar}$$

$$P_{pN_2} = 4 \times 80 \% = 4 \times 0,8 = 3,2 \text{ bar}$$

$$\text{Vérification : } P_{abs} = P_{pO_2} + P_{pN_2} = 0,8 + 3,2 = 4 \text{ bar}$$

Pressions partielles et loi de Dalton : exemples

- **Et avec du Nitrox 32 à 20 m ?**

32 % O₂, 68 % N₂

32 % de O₂ : $P_{pO_2} = 3 \times 0,32 = 0,96$ bar

68 % de N₂ : $P_{pN_2} = 3 \times 0,68 = 2,04$ bar

Vérification : $P_{abs} = P_{pO_2} + P_{pN_2} = 0,96 + 2,04 = 3$ bar

- **Et du Trimix 10/70 à 100 m**

10 % O₂, 70 % He, 20 % N₂

$P_{pO_2} = 11 \times 0,1 = 1,1$ bar

$P_{pHe} = 11 \times 0,7 = 7,7$ bar

$P_{pN_2} = 11 \times 0,2 = 2,2$ bar

Vérification : $P_{abs} = P_{pO_2} + P_{pHe} + P_{pN_2} = 11$ bar



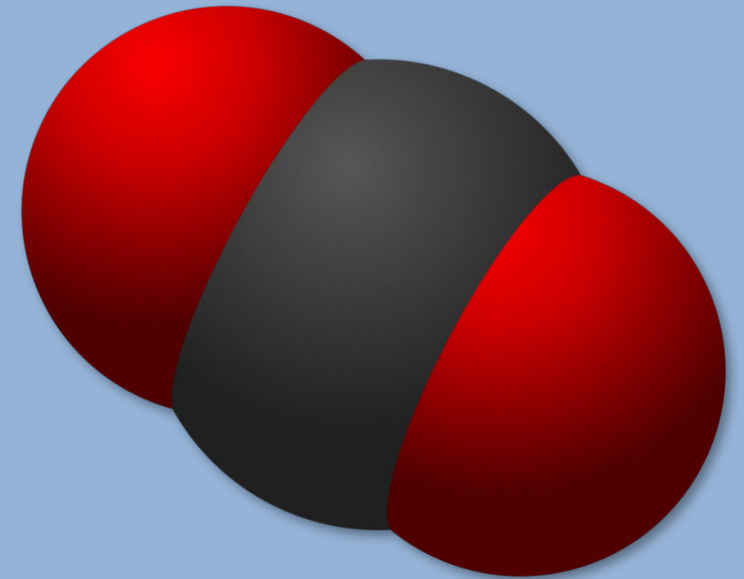
Les accidents biochimiques

- En plongée, contrairement à la surface, l'organisme est confronté à des variations importantes de la **pression partielle des gaz respirés**
- Il doit donc s'adapter à ces **variations**
- Il existe des limites de tolérance pour chacun de ces gaz, et des **accidents biochimiques** peuvent survenir lorsqu'elles sont dépassées
- Ce sont des limites physiologiques, donc approximatives, qui peuvent **varier selon les individus et les conditions**

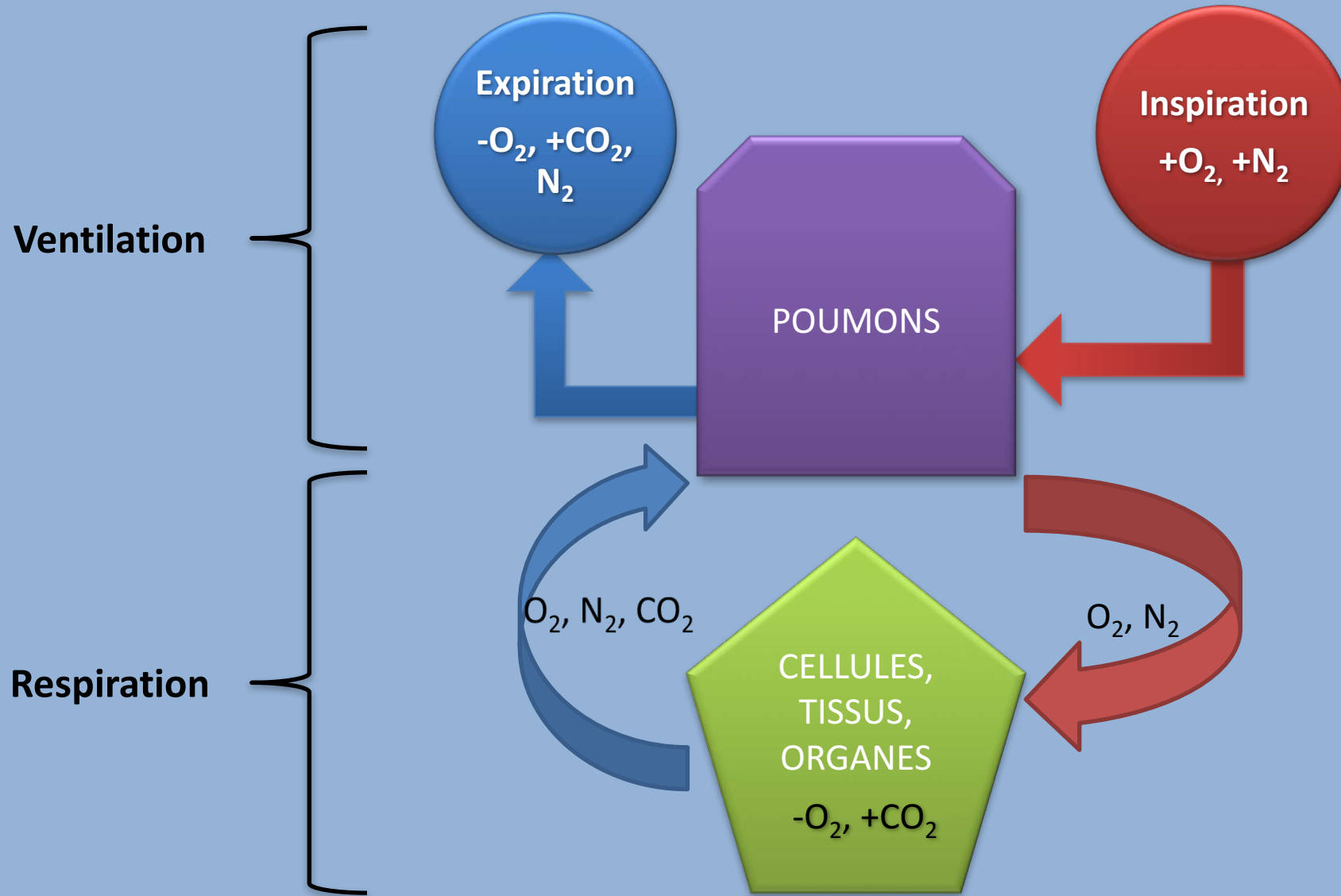
CO₂

Toxicité du dioxyde de carbone : essoufflement

- **Rappel : ventilation et respiration**
- **Circonstances d'apparition**
- **Mécanismes**
- **Risques en plongée**
- **Symptômes**
- **Conduite à tenir**
- **Facteurs favorisants**
- **Prévention**
- **Le guide de palanquée face à l'essoufflement**



Rappel : ventilation et respiration



Essoufflement : circonstances d'apparition

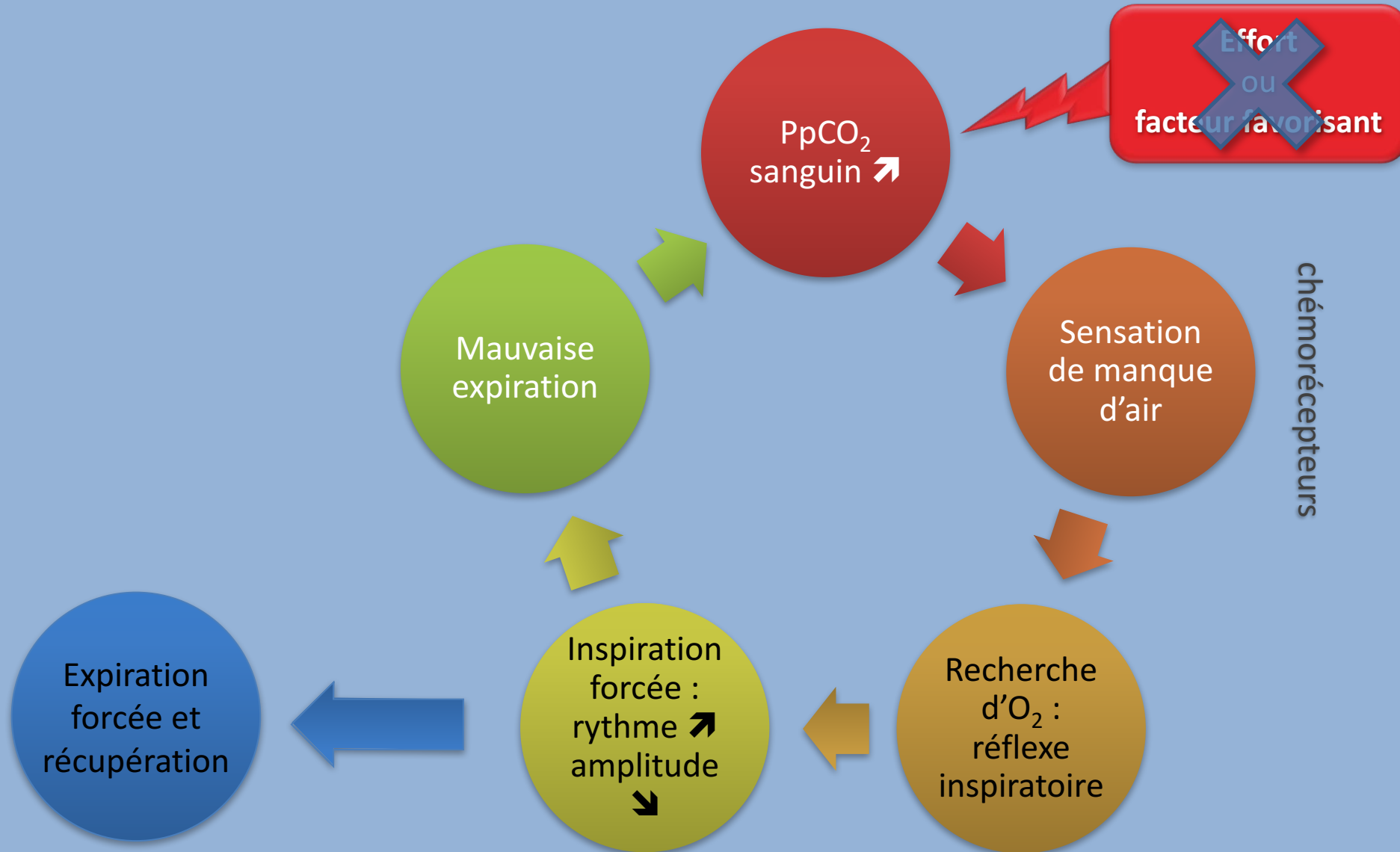
- Le CO₂, présent en très faible quantité (0,03 %) dans l'air inspiré, stimule le **réflexe inspiratoire**
- Le CO₂ produit par la respiration peut fortement augmenter en cas d'**efforts importants**
- Une **expiration insuffisante** va entraîner une augmentation de la pression partielle de CO₂ et faire apparaître un **essoufflement**

*Pour abaisser la PpCO₂ il faut **cesser tout effort et expirer***

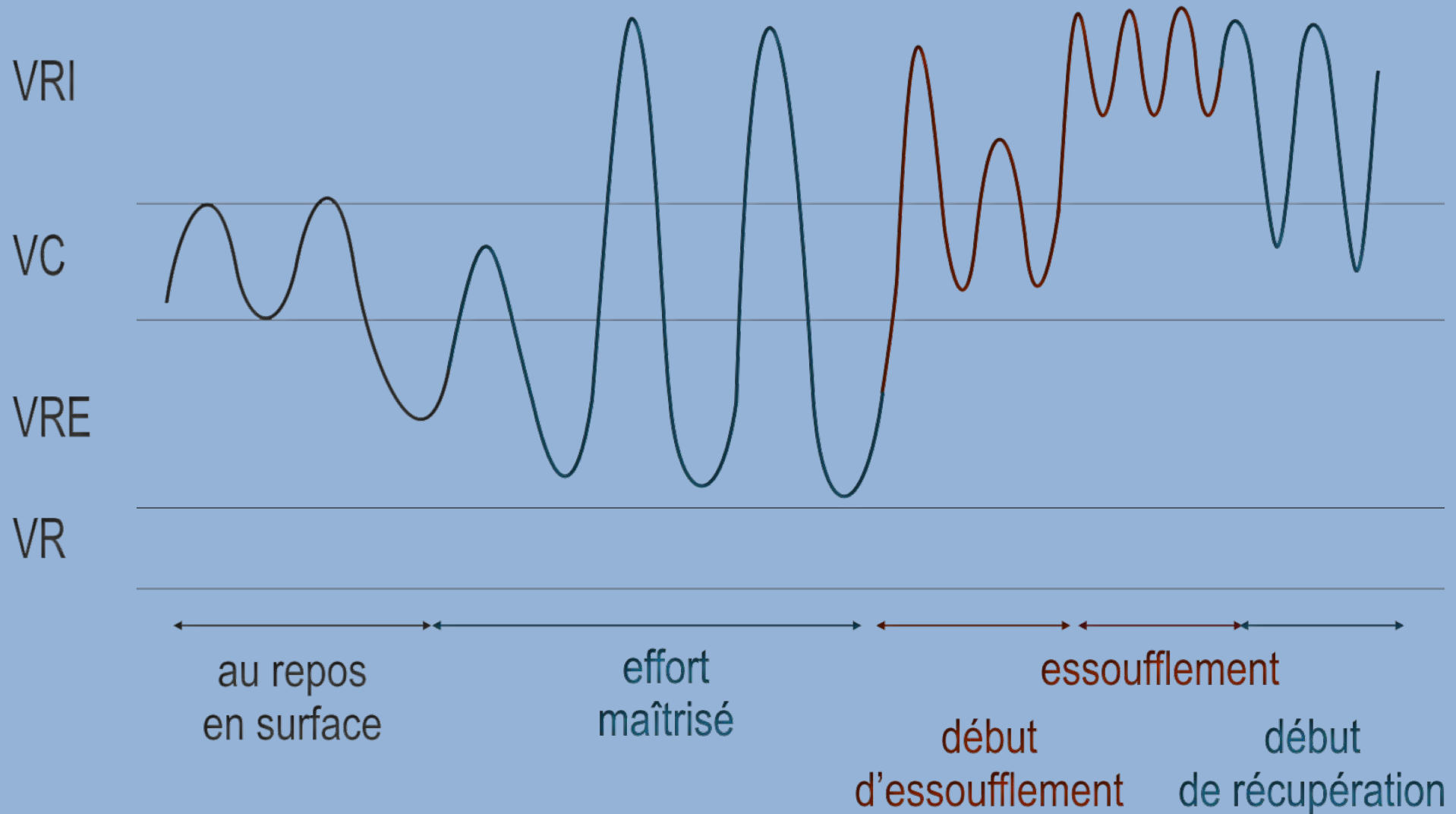
- Dans certains cas, le CO₂ en trop grande quantité peut provenir :
 - de l'air respiré : mauvais gonflage (prise d'air, filtres)
 - de l'augmentation de l'espace mort : tuba trop long ou étroit
 - d'une apnée prolongée en plongée bouteille



Mécanismes de l'essoufflement



Mécanismes de l'essoufflement



Essoufflement : risques en plongée

Augmentation
du rythme ventilatoire



Surconsommation et
risque de panne d'air

Sensation d'étouffement



Risque de panique et noyade

Mauvaise ventilation



Favorise narcose, hyperoxie,
et ADD

Symptômes de l'essoufflement

- *Maux de tête*
- *Difficulté à tenir une courte apnée*
- **Augmentation du rythme ventilatoire** consommation ++
- *Angoisse*
- *Nausées*
- **Stress, agitation, panique**
- **Syncope**

Hypercapnie

Après la plongée peuvent apparaître des maux de tête et des vomissements, même si aucun essoufflement ne s'est déclaré

Essoufflement : conduite à tenir

- Tenter de raisonner le plongeur
 - faire cesser tout effort, calmer
 - inciter à expirer à fond
- Remonter
 - assister le plongeur (si besoin) et remonter de quelques mètres
 - prévenir la palanquée
- Finir la plongée
 - contrôler l'air disponible
 - rallonger les paliers (si possible)
- Sur le bateau
 - prévenir le DP
 - surveiller
 - au besoin mettre sous oxygène normobare*

Donner des explications

Essoufflement : facteurs favorisants

- **Relatifs au plongeur**
 - **état du plongeur** : stress, mauvaise forme physique, émotivité
 - **équipement** : combinaison ou gilet trop serré, bloc mal ouvert
 - **surlestage** : essoufflement en surface, hydrodynamisme perturbé en immersion
 - **mauvaise ventilation** : faible expiration, apnées involontaires, économie d'air
 - **efforts** importants ou non maîtrisés
- **Relatifs à la plongée**
 - **profondeur** d'évolution : augmentation de la dureté du détendeur et de la viscosité de l'air
 - **conditions** : eau froide, courant, mauvaise visibilité

Prévention de l'essoufflement

- **Plongeur**
 - bonnes conditions physique et psychique
 - niveau et technique du plongeur adaptés à la plongée prévue
- **Équipement**
 - bonne protection contre le froid (adaptée, ajustée)
 - lestage adapté
- **Matériel**
 - qualité de l'air dans la bouteille
 - détendeur bien réglé
- **Mise en route**
 - anticiper → pas de précipitation
 - bouteille bien ouverte

**Rôle du guide de palanquée :
préparer la plongée**

Prévention de l'essoufflement

- **Mise à l'eau** : temporiser si un plongeur est essoufflé
- **En surface**
 - utiliser une ligne de vie en cas de courant
 - temps de récupération avant l'immersion si on a fait un capelé
- **Descente**
 - utiliser un mouillage
 - ne pas aller trop vite
- **Au fond**
 - la profondeur favorise l'apparition de l'essoufflement
 - pas d'efforts excessifs
 - anticiper les efforts
 - favoriser et contrôler les phases expiratoires
 - contrôler la consommation
 - écouter la ventilation (?) et observer les bulles

Rôle du guide de palanquée :
gérer la plongée

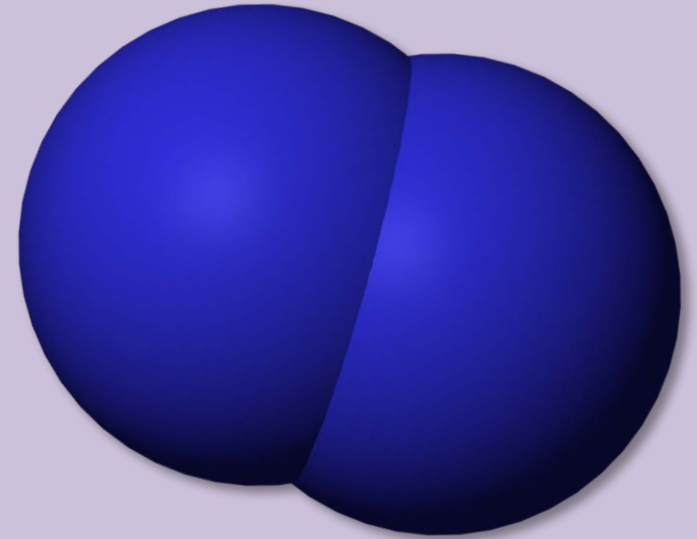
Le guide de palanquée face à l'essoufflement

- *Il est préconisé d'arrêter la plongée en cas de survenue d'un essoufflement*
- *Dans la pratique, un guide peut se retrouver face à un « faux essoufflement » souvent rattrapable*
 - Exemple : à faible profondeur (10/20 m), un plongeur probablement stressé, a du mal à retrouver son souffle. Il fait le signe « je suis essoufflé ». Si le guide réussit à le calmer, éventuellement en remontant de quelques mètres, la plongée peut continuer, ou au moins on retourne au bateau sans avoir à faire surface.*
- *Bien entendu, un vrai **essoufflement**, a fortiori en profondeur (30/40 m) est potentiellement très dangereux et nécessite une **réaction rapide***

N₂

Toxicité de l'azote : narcose

- Circonstances d'apparition
- Mécanismes
- Symptômes
- Quels dangers pour la plongée ?
- Conduite à tenir
- Facteurs favorisants
- Prévention
- À savoir...



Narcose : circonstances d'apparition

- L'azote est un gaz inerte pour l'organisme, il ne participe à aucune réaction, il est inspiré puis expiré
- En plongée, la pression partielle d'azote augmente avec la profondeur
- Ce gaz finit par devenir toxique ; c'est l'« ivresse des profondeurs » qui peut représenter un danger pour l'activité

Narcose : circonstances d'apparition

- Le décret hyperbare fixe la limite de **toxicité de l'azote à 5,6 bar**

À quelle profondeur rencontre t'on une $PpN_2 = 5,6$ bar ?

$$PpN_2 = P_{abs} \times \%_{gaz}$$

$$P_{abs} = PpN_2 / \%$$

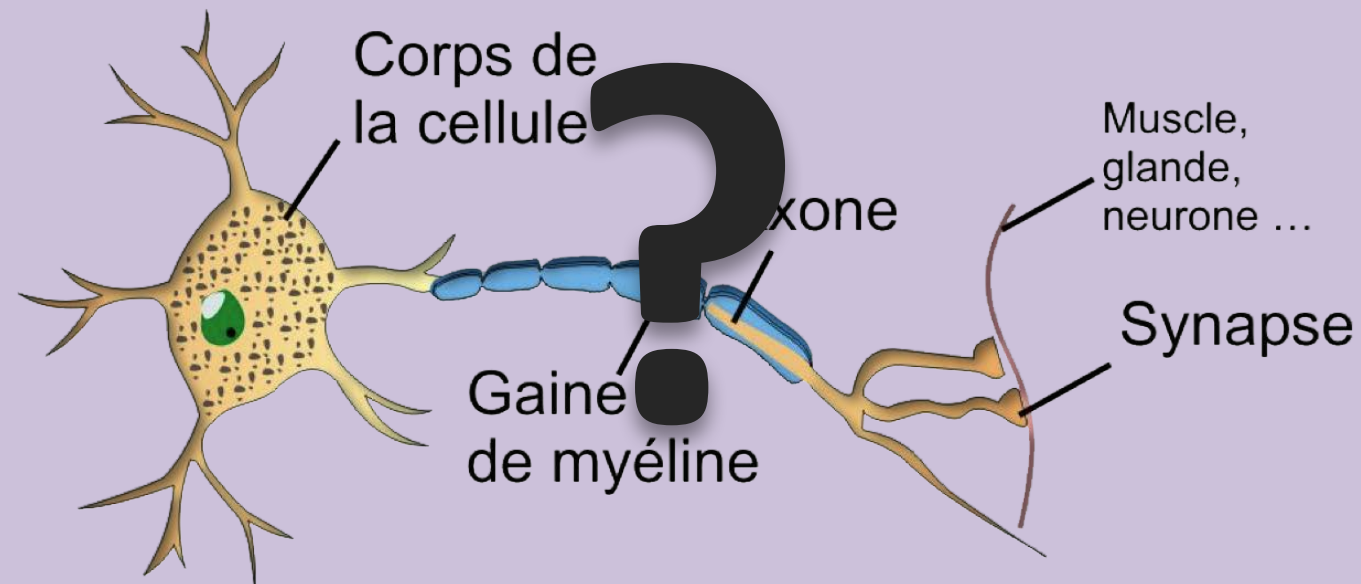
$$P_{abs} = 5,6 / 0,8 = 7 \text{ bar, soit } 60 \text{ m}$$

- **La plongée est donc limitée à 60 m en France**
- Même si à 60 m tous les plongeurs sont atteints de narcose, chez certaines personnes, des symptômes peuvent apparaître dès 30 m

Narcose : mécanismes

Ralentissement de l'influx nerveux

- fixation préférentielle de l'azote dans la gaine de myéline des axones nerveux
- ralentissement des neurotransmetteurs dans l'espace synaptique



Narcose : symptômes

Effets très variables d'une personne à l'autre, mais aussi d'une fois sur l'autre :

- euphorie / angoisse
- amplification du **dialogue intérieur**
- perte d'attention
- perte de la notion de temps
- perte de la mémoire immédiate
- **sensations anormales**
- **retard de réaction**, répétition des signes, réactions anormales
- ...

Narcose : quels dangers pour la plongée ?

- **Narcose d'un plongeur de la palanquée**

Le plus souvent il sera juste ralenti, mais suivra docilement.

Le guide sera attentif à sa consommation et à ses paliers, mais il ne représente pas réellement un danger.

S'adapter aux conditions...

- **Narcose du guide de palanquée**

Il risque de moins bien conduire la palanquée : non respect de la profondeur, du temps de plongée, mauvaises réactions face à un incident.

De plus, si le guide est narcosé, qu'en est-il des autres ?

...mieux vaut remonter

Réflexes et automatismes

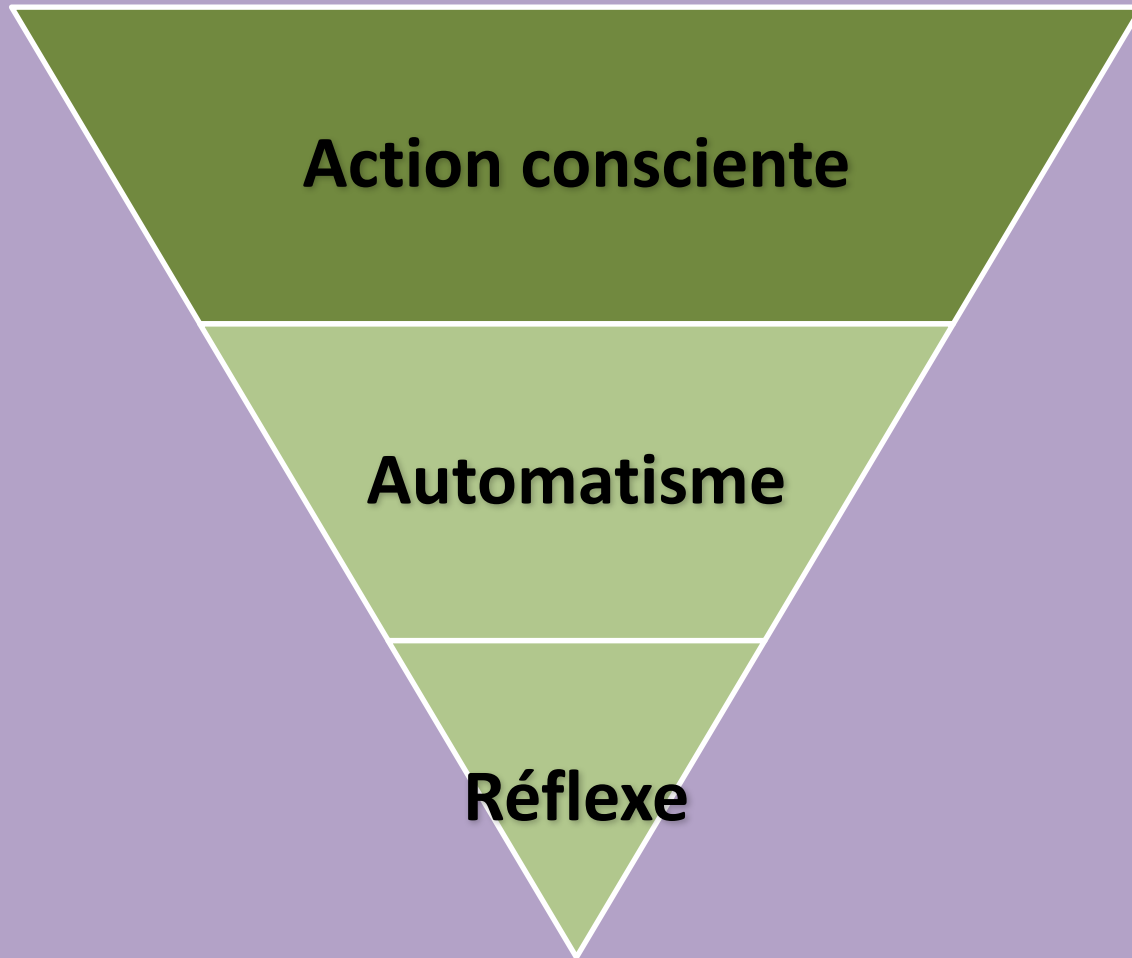
Réflexe

- **Inné**
- **Réaction motrice immédiate**, involontaire, incontrôlable et inconsciente à une stimulation
- L'analyse et la réponse se font par la moelle épinière, sans passer par le cerveau

Automatisme

- **Acquis** avec l'apprentissage et l'expérience
- La réaction nécessite un **temps de réflexion** et d'analyse ; celui-ci diminue largement avec l'expérience
- Avec un geste connu et répété, le SNC est sollicité, mais inconsciemment et **la réaction est plus rapide**

Réflexes et automatismes : temps de réaction



1. Perception : « je racle le fond avec mes palmes »
 2. Analyse : « je dois faire un poumon-ballast inspiratoire »
 3. Action : « j'inspire profondément »
- Expiration à la remontée, poumon-ballast...
 - Réflexe rotulien, pupillaire...

Narcose : conduite à tenir

- **Remonter avec la palanquée**

Les effets disparaissent généralement rapidement

- **Assister le plongeur**

L'inciter à gérer seul sa remontée, sauf s'il semble incapable de le faire

- Une fois de retour sur le bateau, il peut avoir oublié ce qu'il s'est passé ou certains détails de la plongée

Donner des explications et des conseils

Narcose : facteurs favorisants

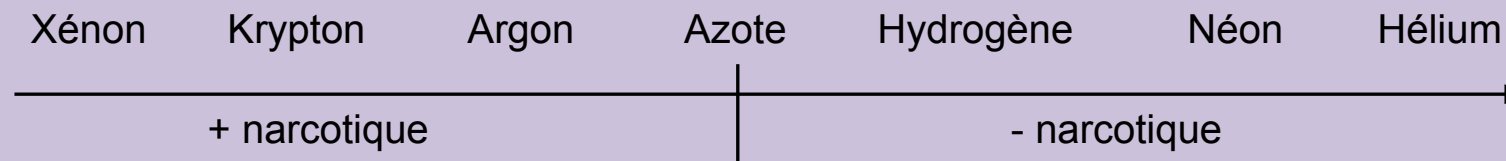
- **État du plongeur**
 - mauvaise forme physique : fatigue, manque d'entraînement, surpoids...
 - état psychique : stress, pas envie de plonger, angoisse, pas concentré...
- **Conditions de la plongée**
 - froid
 - faible visibilité ou absence de repères
 - courant
- **Déroulement de la plongée**
 - descente trop rapide ou trop lente
 - retournement brusque au fond
 - profondeur pour des plongeurs non habitués
 - efforts, mauvaise ventilation (PpCO₂ ↗)

Narcose : prévention

- **Les plongeurs**
 - habitués à la profondeur ?
 - en forme ? envie de plonger ? non stressés ?
- **La plongée**
 - privilégier une adaptation progressive à la profondeur, sur un vécu de plongeur comme sur un séjour de plongée
 - être attentif à la descente : pas trop rapide, avec des repères (tombant, fond, pendeur) et ralentir à partir de 30 m, mais pas trop lente pour ne pas trop se charger en N₂ avant d'arriver au fond
 - limiter les efforts
 - « encadrer » la ventilation des plongeurs
- **Conseils du guide de palanquée**
 - être en forme (éviter les profondes en cas de fatigue)
 - être attentif (à soi comme aux autres)
 - être attentif aux paramètres et conditions de la plongée

Narcose : à savoir...

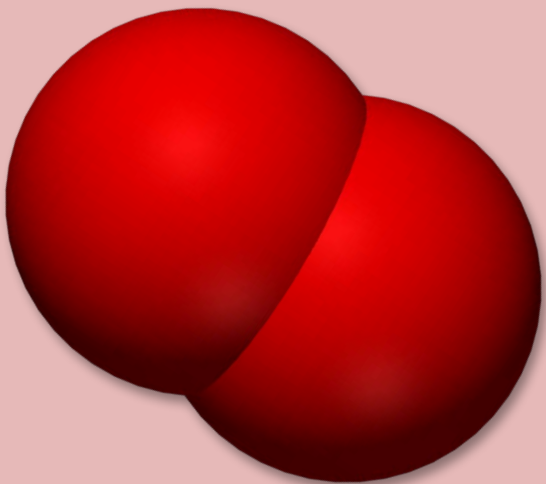
- L'entraînement technique permet l'acquisition d'**automatismes** qui peuvent prendre le relais en cas de défaillance psychomotrice
- La concentration et l'attention aident à lutter contre l'apparition de la narcose → *impliquez les plongeurs*
- Des mélanges comme le Nitrox ou le Trimix permettent de diminuer la PpN₂ et donc l'effet de la narcose
- Effet narcotique des gaz inertes :





Toxicité de l'oxygène : hyperoxie

- Définitions et limites de toxicité
- Circonstances d'apparition
- Hyperoxie et atteinte pulmonaire : effet Lorrain-Smith
- Hyperoxie et atteinte du système nerveux : effet Paul Bert



Pour les mécanismes de l'hypoxie et de l'anoxie, voir la partie sur l'apnée

Définitions et limites de toxicité

Anoxie : $PpO_2 < 0,12$ bar

Pas d'absorption d'O₂ dans les alvéoles

Hypoxie : $PpO_2 < 0,16$ bar*

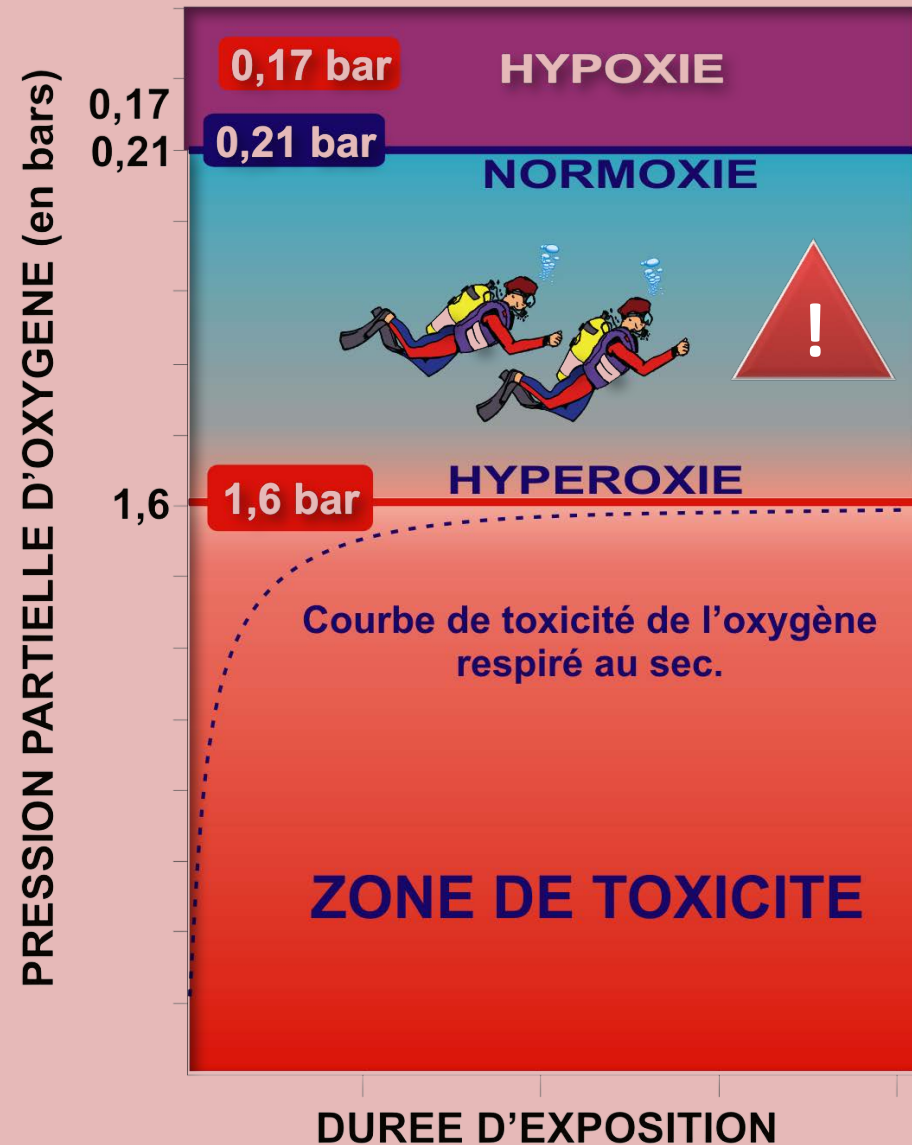
Quantité trop faible pour l'organisme qui tente de s'adapter

Normoxie : $0,17 < PpO_2 < 1,6$ bar

0,21 bar est la quantité moyenne présente dans l'air respiré à la surface

Hyperoxie : $PpO_2 > 1,6$ bar*

L'O₂ respiré devient toxique pour l'organisme dès 0,5 bar sur une longue période



Circonstances d'apparition

- **Cas de l'apnée : hypoxie**

En cas d'apnées prolongées et/ou répétitives

- **Cas de la plongée à l'air : hyperoxie**

L'air provient de la bouteille (celui qu'on respire en surface)

L'hyperoxie peut apparaître avec la profondeur

Laquelle ?

Toxicité quand $P_{pO_2} > 1,6$ bar

$$\begin{aligned} P_{abs} &= P_p / \%_{gaz} \\ &= 1,6 / 0,20 \\ &= 8 \text{ bar soit } 70 \text{ m} \end{aligned}$$

Circonstances d'apparition

- **Cas de la plongée aux mélanges : hyperoxie et hypoxie**

Les mélanges sont testés et approuvés avant l'immersion, donc le problème survient durant la plongée

- + – **Nitrox** : dépassement de la profondeur plancher
- [– **Trimix** : utilisation d'un mélange à la mauvaise profondeur
- + [– **Recycleur** : défaillance de l'appareil qui contrôle le mélange

Quelle est la profondeur plancher au Nitrox 32/68 ? $P_{pO_2max} = 1,4$ bar

$$\begin{aligned} P_{abs} &= P_p / \%_{gaz} \\ &= 1,4 / 0,32 = 4,375 \text{ bar soit } 33 \text{ m} \end{aligned}$$

40 m avec $P_{pO_2max} = 1,6$ bar

Circonstances d'apparition

- *Cas de l'oxygénothérapie : **hyperoxie***

L'oxygène peut devenir toxique en oxygénothérapie hyperbare (caisson)

*L'**hyperoxie** peut apparaître aussi avec le temps : exposition de plusieurs heures à une PpO₂ > 0,5 bar*

C'est le cas de l'oxygénothérapie normobare sur une longue durée

On utilise des tables de toxicité de l'O₂

Ça ne nous concerne pas directement en plongée

Hyperoxie et atteinte pulmonaire : effet Lorrain-Smith

Respiration prolongée d'O₂
à Pp élevée (> 0,5 bar)

Destruction du surfactant des alvéoles
pulmonaires pouvant conduire à un
œdème aigu du poumon (OAP)

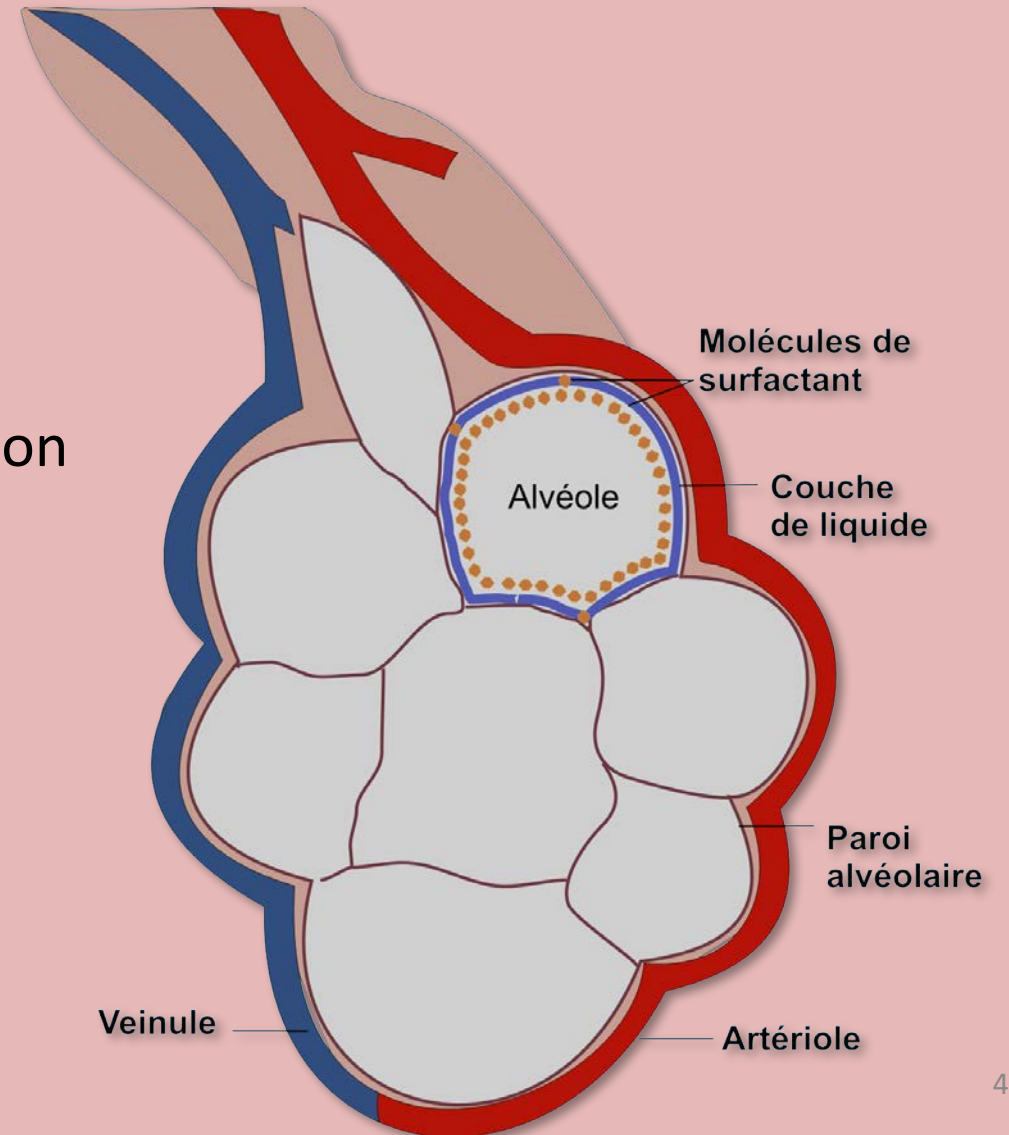
On observe un visage rose, des brûlures
pulmonaires, une toux et des difficultés
respiratoires



Hyperoxie et atteinte pulmonaire : effet Lorrain-Smith

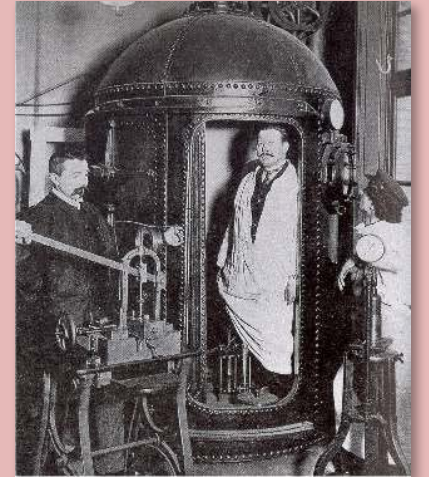
Surfactant

- maintient les alvéoles ouvertes à l'expiration
- offre une protection contre les micro-organismes
- aide à la perméabilité pulmonaire

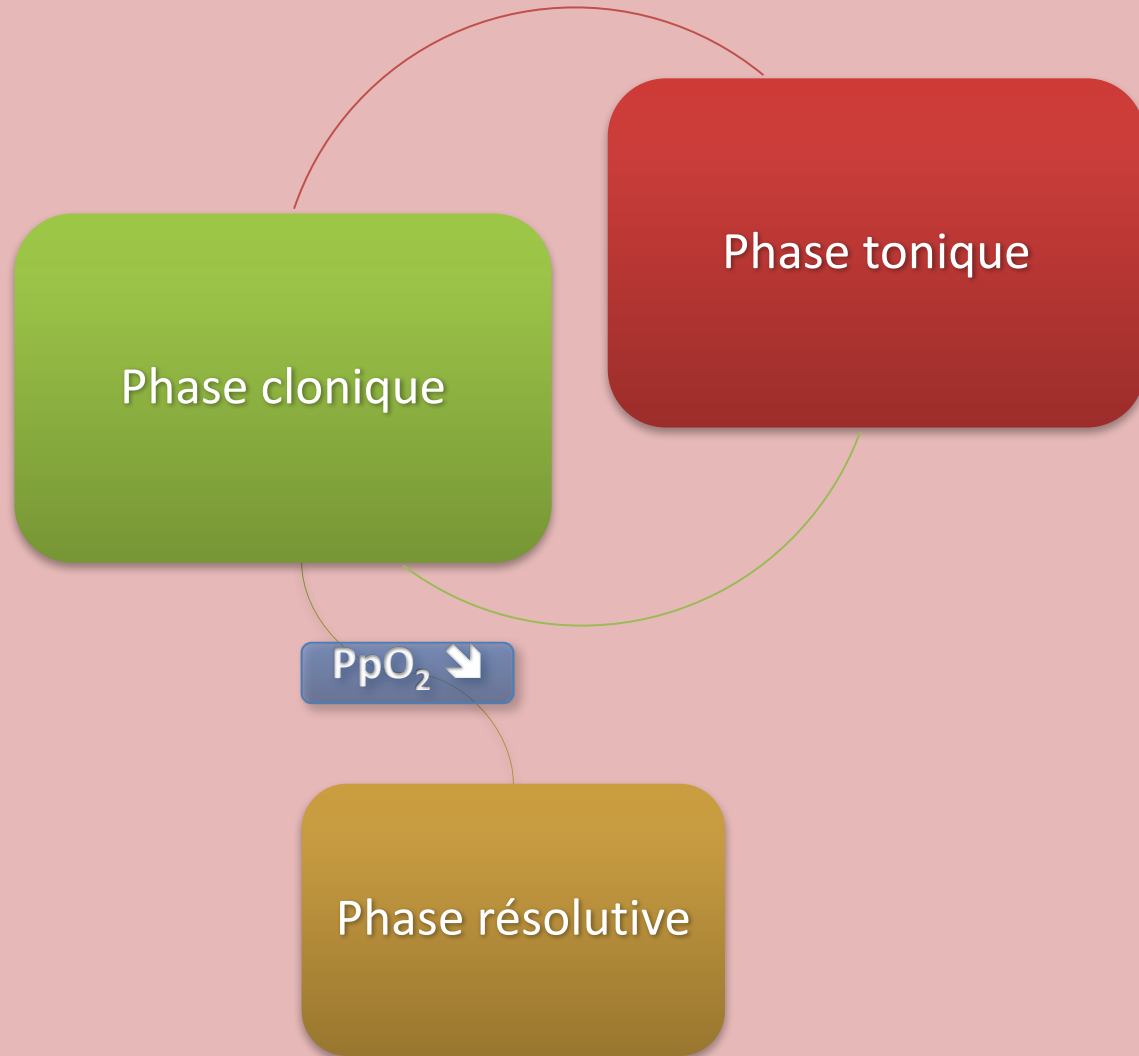


Hyperoxie et atteinte du système nerveux : effet Paul Bert

- Respiration d'un gaz avec une pression partielle d'O₂ élevée ($PpO_2 > 1,6 \text{ bar}$)
- On observe une crise de type convulsive parfois précédée de signes avant-coureurs :
 - vision avec « effet tunnel »
 - tachycardie
 - nausées
 - crampes
 - anxiété
 - confusion
- L'effet de la crise est réversible avec la baisse de PpO_2
- Elle ne laisse pas de trace, voire pas de souvenirs, mais on est dans l'eau...
- Temps avant déclenchement très variable en fonction :
 - de la PpO_2
 - de facteurs favorisants : efforts, mauvaise condition physique, stress, hypercapnie, froid
 - des individus



Hyperoxie et atteinte du système nerveux : effet Paul Bert



CRISE HYPEROXIQUE

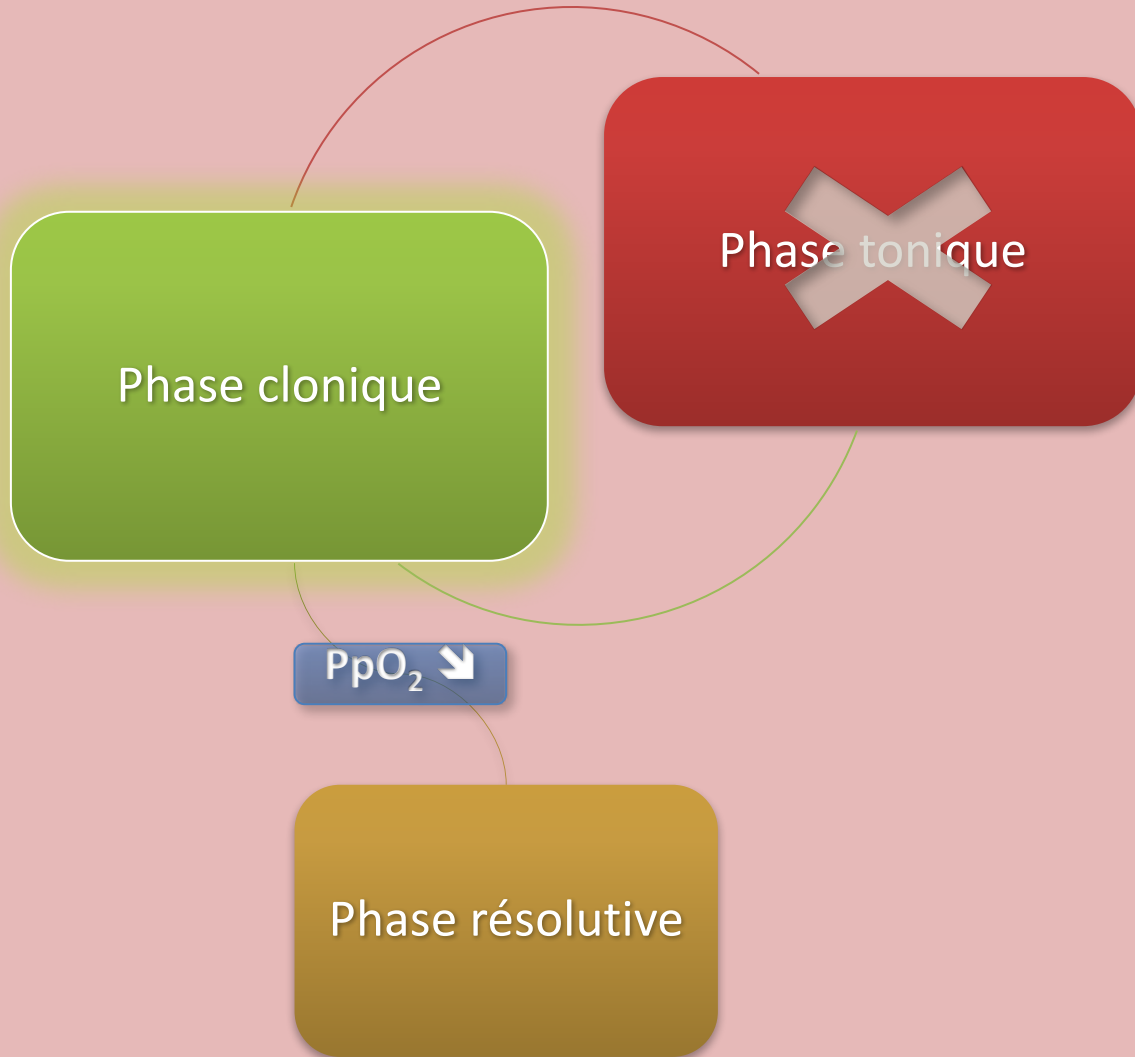
- **Phase tonique** : de 30'' à 2'
 - contractions musculaires généralisées
 - arrêt ventilatoire (blocage de la glotte)
 - avec ou sans perte de connaissance
- **Phase clonique** : de 2 à 3'
 - convulsions (type épileptique)
 - ventilation irrégulière
- **Phase résolutive**: de 5 à 30'
 - relâchement musculaire
 - reprise progressive de la conscience
 - confusion, agitation

Baisse de PpO₂





Hyperoxie et atteinte du système nerveux : effet Paul Bert



CONDUITE À TENIR

- **Phase tonique** : de 30'' à 2'
Ne pas remonter la victime qui risquerait une surpression pulmonaire
- **Phase clonique** : de 2 à 3'
Remonter la victime en maintenant son détendeur en bouche et en se protégeant
- **Phase résolutive**: de 5 à 30'
Surveiller la victime ; elle peut s'endormir

Hyperoxie et atteinte du système nerveux : effet Paul Bert

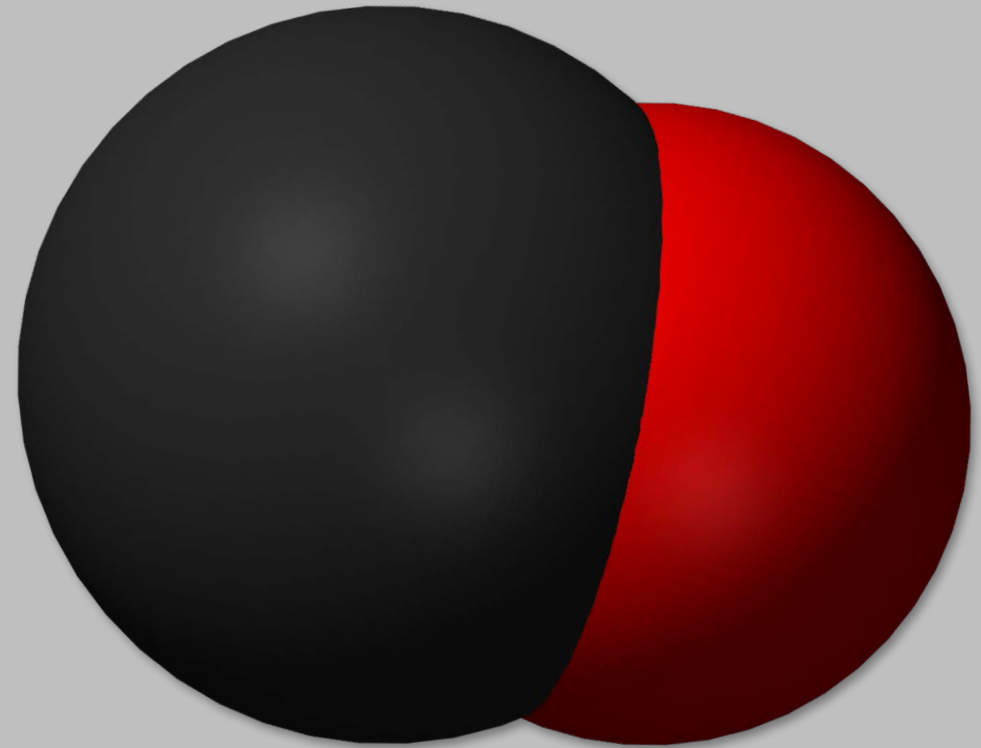
Prévention

- Respecter la profondeur maximale de la plongée
- Plongée au Nitrox :
 - contrôler le pourcentage d'oxygène du mélange
 - calculer et respecter la profondeur plancher
 - par sécurité on peut utiliser une $PpO_2\text{max} = 1,4$ bar
- Trimix, recycleur : matériel connu, entretenu et bien utilisé
- Pas de palier à plus de 6 m à l'O₂ pur



Toxicité du monoxyde de carbone : asphyxie

- Circonstances d'apparition
- Mécanismes
- Symptômes
- Traitement
- Prévention



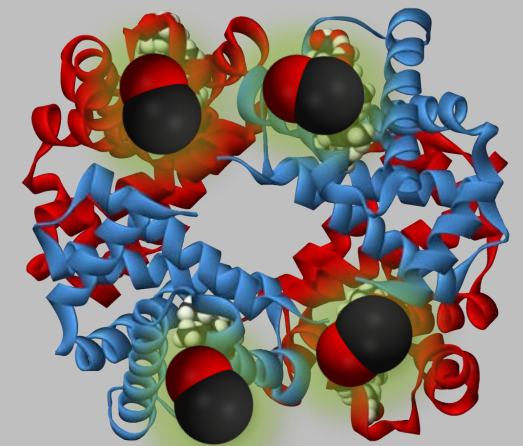
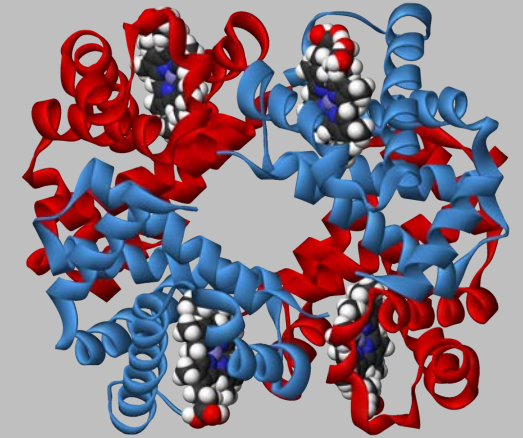
Intoxication au CO : circonstances d'apparition

- Le CO n'est normalement pas présent dans l'air
- Il provient d'une **combustion imparfaite** (chauffe-eau, chauffage, feu de bois, gaz d'échappement, groupe électrogène)
- Il se concentre dans les locaux mal aérés
- Il est **incolore, inodore et sans saveur**
- On peut le retrouver dans les bouteilles si la prise d'air du compresseur est polluée



Intoxication au CO : mécanismes

- Le CO se fixe sur l'hème de l'hémoglobine et de la myoglobine avec une affinité 250 fois plus forte que l'O₂
- La vitesse d'association est légèrement plus lente que l'O₂, mais la vitesse de dissociation 1500 fois plus lente



Plus d'O₂ pour l'organisme !

Intoxication au CO : symptômes

Effets selon la quantité dans l'air respiré

- 0,04 % : maux de tête en 1 à 2 h
- 0,08 % : étourdissements, nausées, convulsions en 45'
- 0,1 % : maux de tête, vertiges, nausées en 20' ; mort en moins de 2h
- 0,32 % : maux de tête, étourdissements et nausées en 5/10' ; mort en moins de 30'
- 0,64 % : maux de tête et vertiges en 1 à 2' ; mort en moins de 20'
- 1 % : mort en 15'
- 1,28 % : perte de connaissance après 2 à 3 respirations ; mort en moins de 3'
- 10 % : mort immédiate

Intoxication au CO : traitement

- Il faut une **prise en charge médicale urgente**
 - Demi-vie d'élimination du CO :
 - 5 à 6 heures en air ambiant
 - 90 minutes en FiO_2 100 % au masque
 - 20 minutes en caisson hyperbare à 2,5 ATA
- La récupération dépend du niveau d'intoxication et il peut y avoir des **conséquences à long terme** :
 - diminution de l'espérance de vie (atteinte du muscle cardiaque)
 - troubles de la mémoire
 - troubles du comportement, de l'humeur
 - démence précoce
 - céphalées chroniques
 - insomnie

Intoxication au CO : traitement

Recherche en cours

- Neuroglobine mutante, H64Q-CCC :
 - 500 fois plus d'affinité avec le CO que l'hémoglobine
 - 10 000 fois plus d'affinité avec le CO qu'avec l'O₂
- In vitro, la demi-vie d'élimination est de 25 sec en présence de cette globine au lieu des 20 min à l'O₂

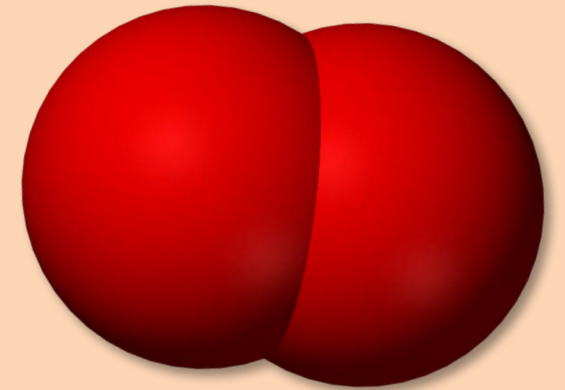
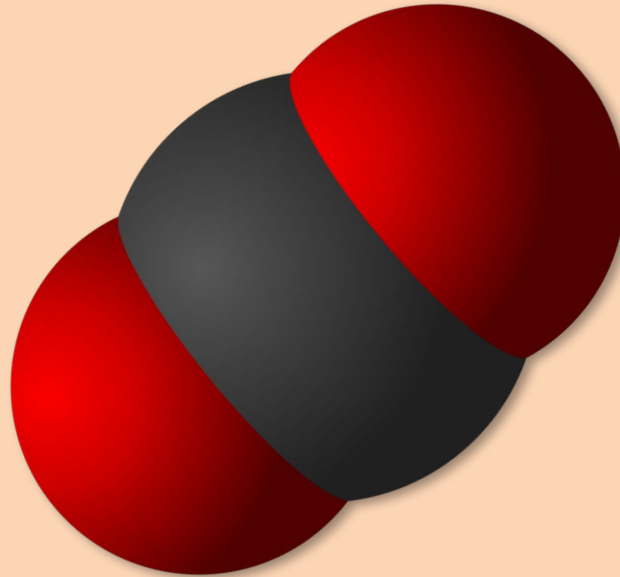
Intoxication au CO : prévention

- Compresseur et remplissage des bouteilles :
 - veiller à avoir une prise d'air « saine »
 - procéder à un entretien régulier du compresseur et des filtres
 - attention aux compresseurs embarqués
- Ne pas préparer une apnée à proximité d'un échappement de moteur



La syncope hypoxique en apnée

- Définition
- Causes
- Mécanisme
- Symptômes
- Prévention



Anoxie : $PpO_2 < 0,12$ bar
Hypoxie : $PpO_2 < 0,16$ bar
Normoxie : $0,16 < PpO_2 < 1,6$ bar

Définition : syncope hypoxique en apnée

- C'est une **perte de conscience** due à un **manque d'apport d'oxygène** au cerveau
- Il se met en veille afin de réserver le peu d'O₂ restant aux fonctions essentielles de l'organisme
- La syncope ne dure que quelques secondes et ne cause jamais de dommage
- Le **danger provient de l'environnement** dans lequel se trouve la personne inconsciente
- L'apnéiste, en général, n'a pas de souvenir de cet incident

Causes

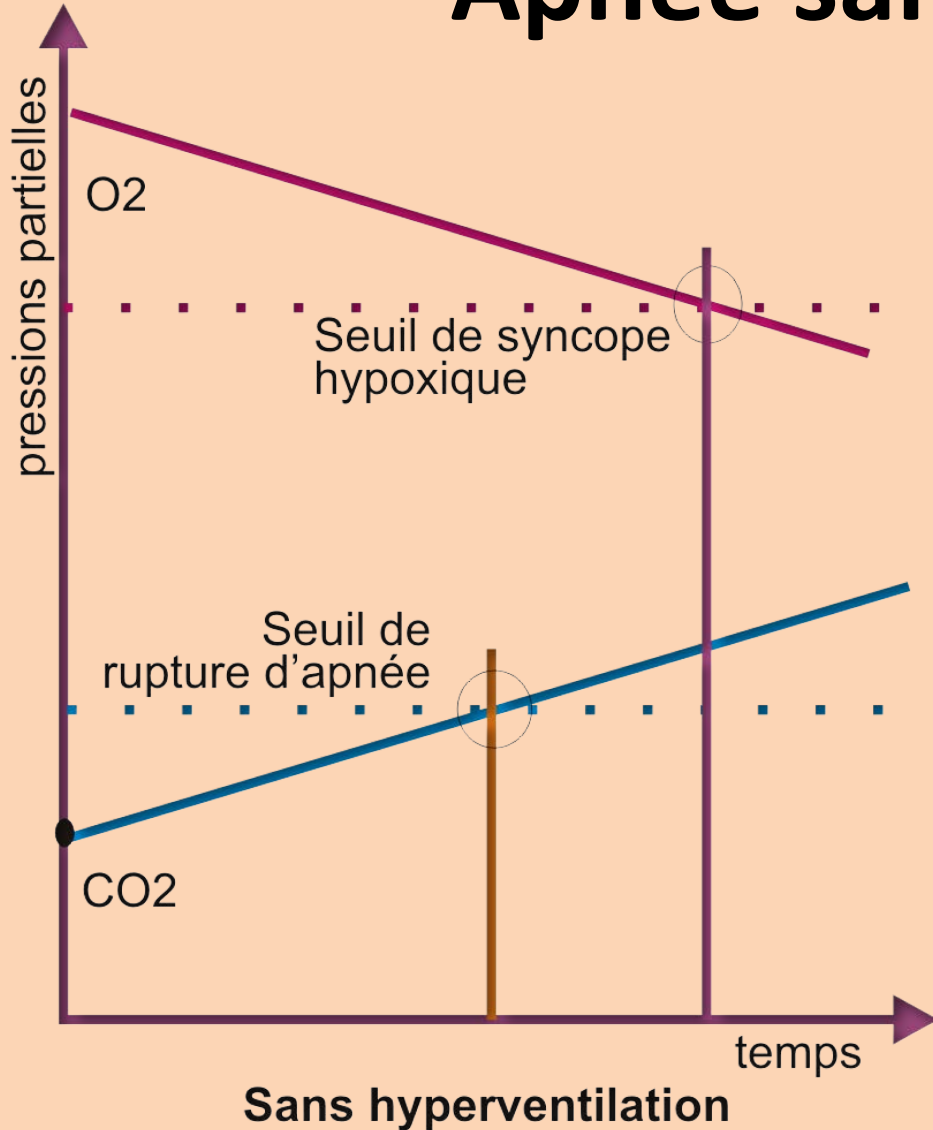
- **Apnées répétitives** sans récupération et dépassement des limites personnelles

- **Hyperventilation**

Inspirations et expirations amples et rapides, afin de retarder le seuil d'apparition du réflexe inspiratoire

L'hyperventilation baisse artificiellement le taux de CO_2 de l'organisme avant l'apnée, mais elle n'augmente pas le taux d' O_2

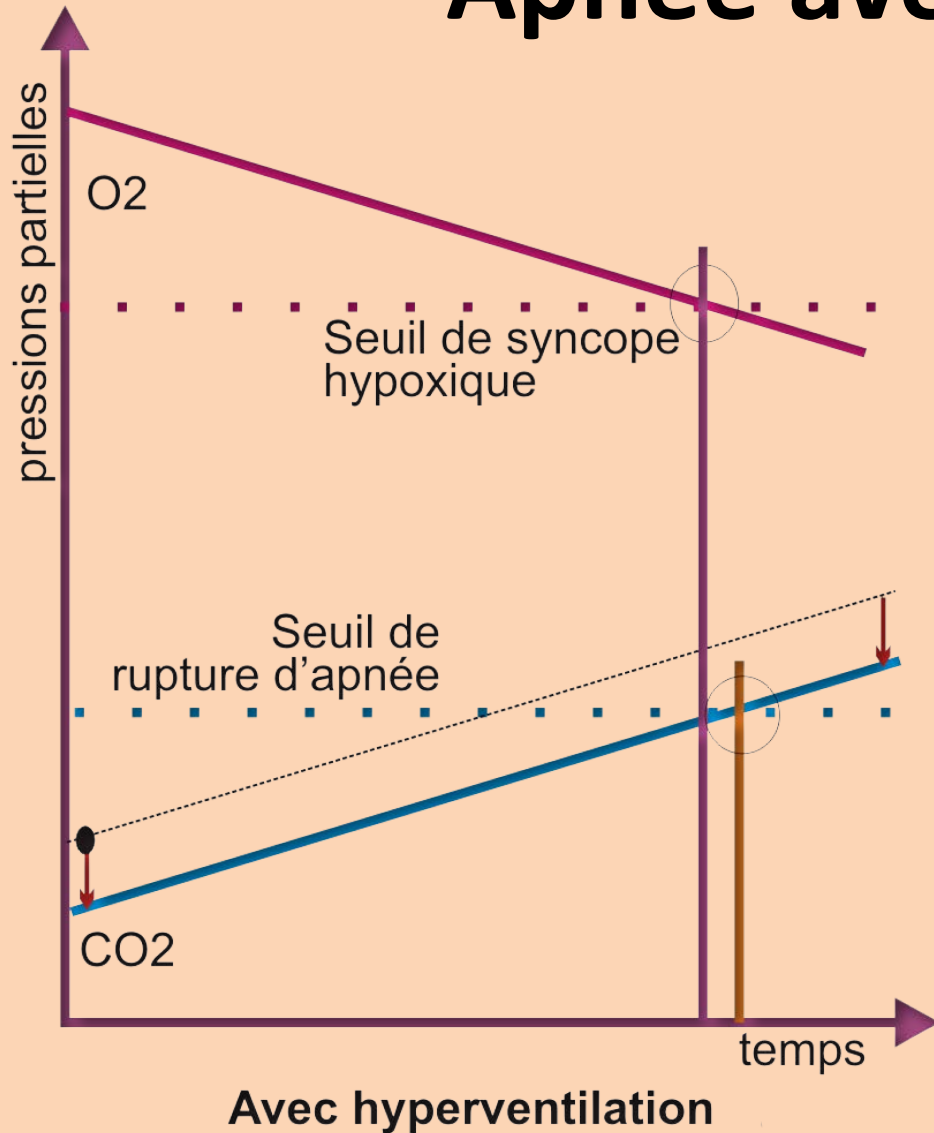
Apnée sans hyperventilation



- Les centres respiratoires (BR) sont alertés par **l'élévation du taux de CO₂** et non par la baisse du taux d'O₂
- Le seuil d'excès de CO₂ est atteint avant que ne soit atteint le seuil minimum d'O₂

stimulation du réflexe inspiratoire
→ *rupture d'apnée*

Apnée avec hyperventilation



- L'**hyperventilation** abaisse le taux de CO₂
- Le seuil de rupture d'apnée est repoussé après le seuil d'O₂

*aucune stimulation du
réflexe inspiratoire,
le cerveau se met en veille
→ **syncope hypoxique***

Symptômes de l'hypoxie

Suivant la baisse des valeurs de pression d'O₂, les symptômes neurologiques sont ou peuvent être :

1. Troubles de la mémoire
2. Trouble du jugement critique
3. Troubles visuels

parfois...

4. **Perte de connaissance**

SAMBA (ou PCM)

- lâcher de bulles
- convulsions, mouvements désordonnés
- troubles de la parole
- coloration des lèvres et du visage
- regard absent
- pas de réponse aux stimuli

Hypoxie :

ce que ressent l'apnéiste / ce que voit son binôme

Durant l'apnée

- Confort inhabituel, pas d'envie de respirer ou de remonter
- Picotements aux extrémités, sensation de flottement, excitation importante
- Durée excessive, absence de mouvements

À la remontée / en fin d'apnée

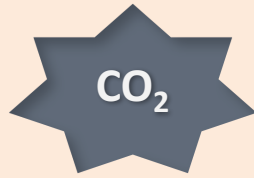
- Lourdeur, chaleur dans les muscles des cuisses, troubles visuels, confort prolongé ou pénibilité anormale
- Largage ceinture, mouvements rapides et désordonnés, lâcher de bulles, arrêt du palmage, apnéiste coule ou remonte

En surface / après l'apnée

- Amnésie, négation de l'épisode
- Lèvres cyanosées, pâleur du visage, pas de reprise immédiate de la ventilation

Prévention

- Ne pas faire d'apnée seul
- Avoir un binôme de même niveau
- Surveillance permanente, y compris après la reprise ventilatoire (30")
- Proscrire l'hyperventilation
- Lestage modéré (flottabilité positive en surface)
- Ne pas dépasser ses limites (durée, profondeur, répétition)



Impact des gaz sur le plongeur

Conclusion

Examen Niveau 4 (2008)
PHYSIQUE APPLIQUEE à la PLONGEE
(Coef. 1)

QUESTION 1 : Les gaz (3 points)

- Q1a. En France l'exposition à une pression partielle d'azote supérieure à 5,6 bar est interdite, que ce soit en plongée loisir ou en plongée professionnelle. Définir la profondeur maximum autorisée ? (1 point)

- Q1b. En France le seuil de l'hyperoxie est de 1,6 bar. Quelle est la profondeur à laquelle ce seuil sera atteint en plongée à l'air ? (1 point)

- Q1c. Quelle conclusion en tirez-vous vis à vis de la réglementation en vigueur en France ? (1 point)

Examen Niveau 4 (2012)
ACCIDENTS de PLONGEE
(Coef. 3)

En tant que guide de palanquée, vous encadrez une palanquée de plongeurs de niveau 2 pour une plongée dans la zone 0-40 m. Arrivé dans cette zone, vous vous apercevez très vite qu'un de vos plongeurs ne répond pas à vos signes et reste prostré.

- a) Quel phénomène suspectez-vous ? (1 point)
- b) Expliquez le mécanisme (1 point)
- c) Quels facteurs peuvent favoriser l'apparition de ce phénomène ? (1 point)
- d) En tant que guide de palanquée, que faites-vous pour prévenir ce phénomène ? (1 point)

C'est fini, merci !

Sources

- www.afssa.fr
- www.sante.gouv.fr
- Plongée Plaisir et Illustra-Pack 3
- Annales d'examens de la CTR Île-de-France / Picardie
<http://www.ffessm-ctridf.fr/formations/niveau4.html>

