

LA TOXICITE DES GAZ

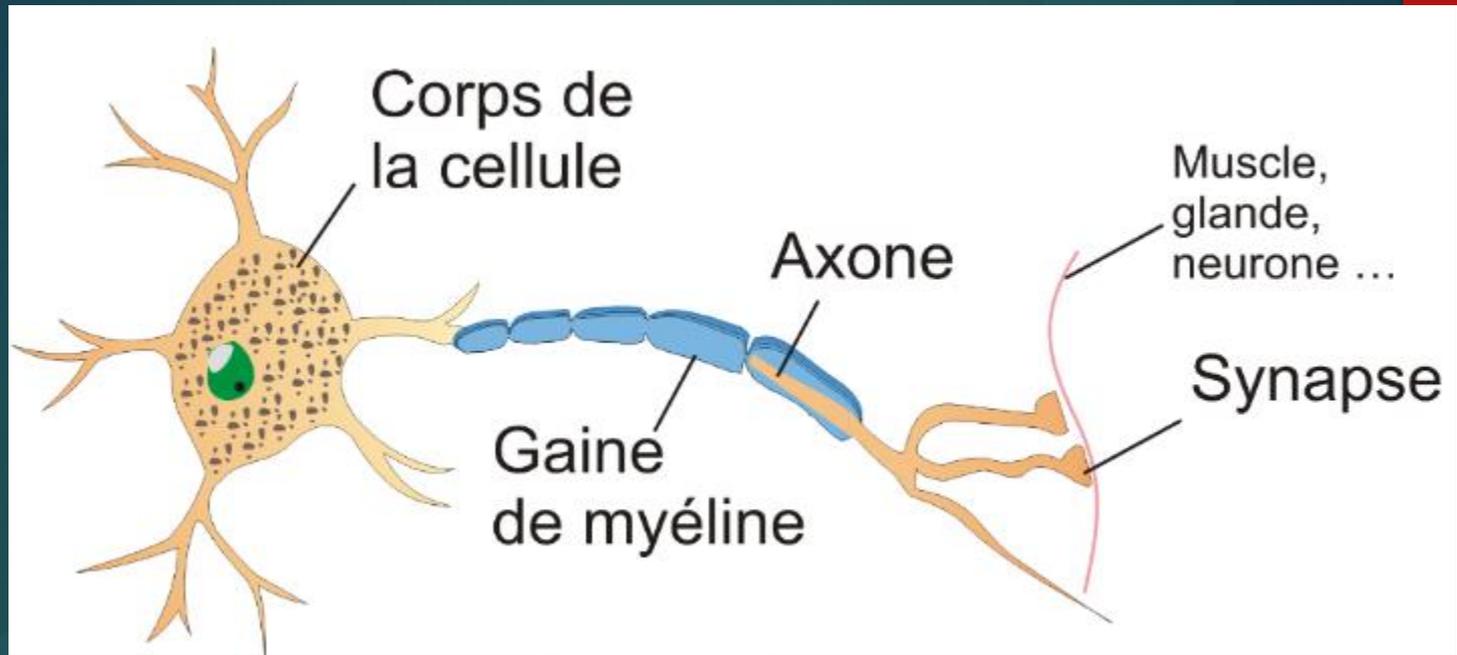
SOMMAIRE

- ▶ La narcose
- L'hyperoxie
- L'hypercapnie
- L'hypoxie

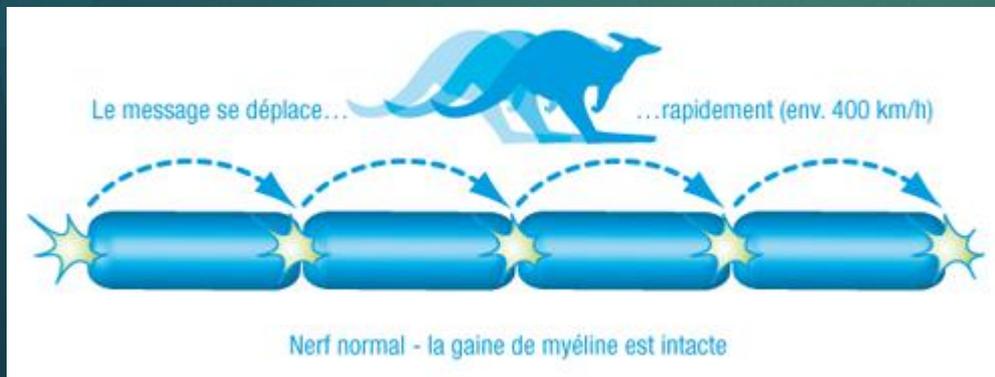
LA NARCOSE

- ▶ L'azote est toxique lorsque sa pp est proche des 3,2 bars et on l'a définie comme dangereuse quand elle est supérieure ou égale à 5,6 bars, mortel à 10 bars.
- ▶ D'autres gaz ont aussi un effet narcotique : le xénon, le krypton et l'argon.

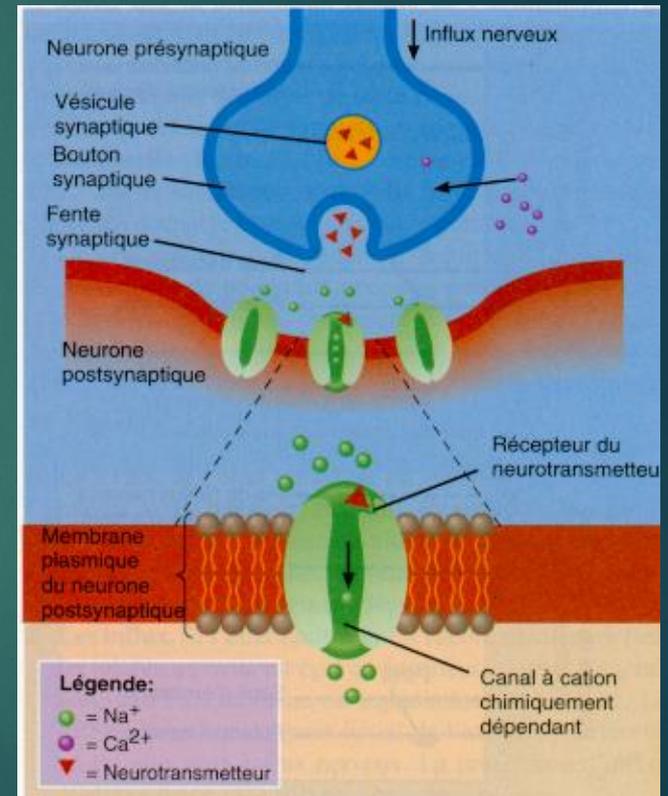
Les gaz inertes perturbent la transmission des messages nerveux dans les neurones cérébraux, par action sur les neurotransmetteurs, avec pour conséquence le ralentissement de l'activité motrice et des perturbations de la réflexion



- l'hypothèse lipidique : les gaz se diffuseraient dans les couches de lipides formant la membrane cellulaire de la myéline, la distendant.



l'hypothèse protéique, suspectée dans les années 60 : les gaz interagiraient directement sur les protéines de la membrane cellulaire, par action sur les protéines réceptrices des neurotransmetteurs dans certaines synapses du SN central (modification de la transmission synaptique)



- 
- ▶ La sensibilité à la narcose n'est pas la même chez tous les plongeurs. Pour les plus sensibles elle peut apparaître dès 30 mètres, pour tous les plongeurs dès 40 mètres. C'est pour cela aussi que la plongée à l'air a été limitée à la profondeur de 60 mètres compte tenu de l'altération des facultés mentales des plongeurs.
 - ▶ L'entraînement va permettre au plongeur de compenser son effet par des automatismes mais pas de la faire disparaître.
-
- La narcose peut se traduire par deux catégories de symptômes, les ressentis et les observables.

Les symptômes ressentis

- ▶ altération des facultés intellectuelles et du raisonnement
- ▶ relâchement, trouble de l'attention (le plongeur a du mal à se concentrer)
- ▶ trouble de la mémoire immédiate (consultation constante des instruments)
- ▶ trouble de l'humeur (euphorie ou anxiété inhabituelle)
- ▶ trouble de la perception (hallucination...)
- ▶ perte des repères spatio-temporels (le plongeur ne sait pas où il se dirige)
- ▶ trouble psychomoteur (gestes désordonnés, maladroits).

Les symptômes perçus

- pas de réponse au signal usuel
- contrôle constant et prolongé des instruments
- attitude inhabituelle ou incohérente (surexcité, angoissé)
- comportement non adapté à la situation
- regard inhabituel
- non respect des consignes.

Les facteurs favorisants

- ▶ Ils sont variables selon la sensibilité de l'individu
- ▶ La fatigue physique ou physiologique.
- ▶ Une vitesse de descente rapide (on préconise 30 m/min).
- ▶ L'augmentation du taux de CO₂ dans l'organisme due :
 - ▶ - aux efforts physiques sous l'eau
 - ▶ - au froid
 - ▶ - au stress
- ▶ Le manque de repère lors d'une descente en pleine eau.
- ▶ Le passage de la tête en bas à la position tête haute lors de la descente.
- ▶ Certains médicaments.

Conduite à tenir

- Face à un plongeur narcosé, il faut lui porter assistance et le remonter de quelques mètres en lui maintenant le détenteur en bouche la prise du sauveteur doit lui permettre de se mettre en toute sécurité au cas ou le plongeur narcosé s'agiterait.
- Le fait de remonter de quelques mètres, les effets de la narcose vont disparaître.
- Comme dans tout accident, la plongée est interrompue en respectant les procédures de décompression. Une fois sur le bateau, on vérifiera l'état psychologique et physique du plongeur.

Prévention

Prévention par le guide de palanquée

Surface:

- S'assurer auprès du plongeur de son expérience des plongées profondes, de sa dernière plongée, de sa condition physique
- Permettre des conditions favorables de mise à l'eau: pas de stress, pas de précipitation > risque d'essoufflement favorisant la narcose; pertes de repères, perte de confiance

Au fond:

- Eviter de descendre trop rapidement dans le bleu
- Préférer les descentes avec points de repères
- Ne pas se redresser brutalement en arrivant au fond à partir de 30 m
- Laisser le temps aux plongeurs de s'adapter à l'environnement
- Limiter les efforts trop importants (adapter son palmage)
- Communiquer pendant la descente et au fond pour s'assurer de l'état de conscience des plongeurs
- Surveiller régulièrement comportements et communication

L'hyperoxie :

- ▶ L'EFFET PAUL BERT (1978) (HYPEROXIE AIGUE)
- ▶ Paul Bert a mis en évidence la neurotoxicité de l'O₂.
- Le système nerveux central voit son fonctionnement troublé quand il est soumis à une PPO₂ supérieure à 1,6 b
 - En France la limite de la plongée à l'air est donc fixé à une PPO₂ de 1,6 b

L'hyperoxie Mécanisme

- ▶ Les effets nocifs de l'oxygène proviennent des propriétés chimiques des Anions OXYGENE O⁻
- ▶ on les appelle « radicaux libres » mais aussi super oxyde.
L'accumulation de radicaux libres chimiquement très réactifs, est susceptible d'entraîner une altération des membranes cellulaires.
- ▶ En fonction du temps d'exposition à l'oxygène et de sa pression partielle, les radicaux libres provoqueront une altération fonctionnelle des cellules nerveuses (accident neurotoxique), voire une altération morphologique au niveau des alvéoles pulmonaires si l'exposition est très longue.

Les symptômes

▶ Une crise hyperoxique passe par différentes phases:

▶ 1. Phase d'alarme (mais souvent absente) :

Crampe, effet tunnel, gêne ventilatoire, augmentation du

■ rythme cardiaque et nausées, euphorie, dépression.

2) Phase d'apnée tonique.
Contraction incontrôlée des muscles respiratoires, spasmes, fermeture de la glotte provoquant une apnée.

- ▶ 3. Phase convulsive :
- ▶ De même type qu'une crise d'épilepsie, alternance de contractions-décontractions musculaires.
- ▶ 4. Phase post convulsive :
- ▶ Si la PPO₂ baisse on va vers un retour à la normal progressif, le plongeur n'a pas de souvenirs de ce qui s'est passé, il reste perturbé.

- ATTENTION : Si lors de la troisième phase, la personne n'a pas été assistée afin de baisser la PPO₂, le cycle peut reprendre par la phase d'apnée puis de convulsion et ainsi de suite jusqu'à la noyade ou la surpression pulmonaire.

Les facteurs favorisants

- ▶ La profondeur (en fonction du mélange respiré)
- ▶ La fatigue, les efforts, le froid...
- ▶ La sensibilité de l'individu.

La prévention

- ▶ Bien identifier les bouteilles (O₂, Nitrox, Air).
- ▶ Pas de palier à l'O₂ pur en dessous de 6 mètres.
- ▶ Ne pas dépasser la profondeur de 60 mètres à l'air.
- ▶ Dans le cas de plongée au Nitrox, vérifier la toxicité du mélange en calculant sa PPO₂.
- ▶ Eviter les facteurs favorisants.

La conduite à tenir

- ▶ Dans tous les cas, il faut baisser la PPO₂, il suffira donc de remonter la personne en l'assistant avec un maintien du détendeur et une prise mettant le sauveteur en sécurité en respectant les procédures de décompression et en surveillant l'expiration de l'assisté (pour les phases d'apnée.)

L'EFFET LORRAIN SMITH

- ▶ L'effet Lorrain Smith est dû à l'inhalation d'O₂ à des PPO₂ supérieures à 0,5 b pour des durées supérieures à 2 heures.
- L'effet Lorrain Smith est surtout lié à une durée d'exposition. Elle concerne particulièrement les travailleurs hyperbare (plongée professionnelle, milieu médical).

▶ Exemple :

- ▶ Un plongeur effectue une plongée de 30 min à 30 m avec un **Nx 32**.
- ▶ A la fin de sa plongée ces tables lui indiquent d'effectuer un **palier** de 5 min à 4,5 m au Nx 50.
- ▶ Quel est le nombre d'UPTD final ?
- ▶ A 30 m $P_{abs} = 4 \text{ bar}$ $P_{pO_2} = 4 * 0,32 = 1,28 \text{ bar}$
- ▶ La P_{pO_2} pour 1,28 bar n'est pas dans le tableau donc on prend une valeur plus défavorable ce qui donne une valeur de P_{pO_2} de 1,3 bar et on peut lire un coef K de 1,48.
- ▶ Le nombre UPTD en fin de séjour au fond est donc de :
- ▶ Nombre UPTD fond = $1,48 * 30 \text{ min} = 44,4$
- ▶ A 4,5 m $P_{abs} = 1,45 \text{ bar}$ $P_{pO_2} = 1,45 * 0,5 = 0,72 \text{ bar}$
- ▶ On choisit 0,8 bar dans le tableau, le coef K est de 0,65
- ▶ Nombre UPTD palier = $0,65 * 5 = 3,25$
- ▶ Nombre UPTD final = Nombre UPTD fond + Nombre UPTD palier = $44,4 + 3,25 = 47,65$
- ▶ On obtient une valeur très faible qui est loin de la zone dangereuse des 625 UPTD en plongée.
- ▶ Il faut noter qu'en cas de recompression thérapeutique la marge de manœuvre des médecins reste confortable puisqu'ils pourront traiter pour 1392 UPTD ($1440 - 47,65 = 1392,35$).

- ▶ Cet effet peut produire des lésions au niveau des alvéoles pulmonaires (une crise pneumotoxique).
- ▶ Pour éviter cela il suffit de revenir progressivement à la normoxie de 0,2 b de PPO₂.

TOXICITE DU CO₂ (hypercapnie)

- ▶ L'intoxication par le dioxyde de carbone, aussi appelé gaz carbonique se manifeste par l'essoufflement au niveau ventilatoire mais peut également produire des céphalées, des nausées, et des pertes de connaissances.

MECANISME

- ▶ A l'inverse des nombreux autres gaz toxiques, ce n'est pas la profondeur qui est directement liée à cette intoxication mais l'activité musculaire produite lors de la plongée.
- ▶ La production de CO_2 est générée par nos cellules qui consomment l' O_2 et produisent donc le CO_2 .
- ▶ Lorsque l'on produit un effort physique, nos muscles, nos cellules ont un besoin accru d' O_2 pour produire l'énergie nécessaire à cet effort, et cette production d'énergie va entraîner un rejet de déchets tels que le CO_2 qui va être éliminé lors de l'expiration.

Conduite à tenir

- ▶ Vous constatez que des chapelets de bulles s'échappent avec une fréquence anormalement rapide.
- ▶ Rassurez le plongeur et remontez-le de quelques mètres en maintenant son détendeur en bouche.,
- ▶ Vous lui faites cesser tout effort.
- ▶ La baisse de pression ambiante peut suffire à désamorcer un essoufflement
- ▶ si la situation s'améliore, poursuivre la surveillance jusqu'au retour sur le bateau.

Prévention

- ▶ Ne pas plonger si on est déjà essoufflé en surface.
- ▶ Modérer et limiter les efforts au fond
- ▶ Se protéger efficacement contre le froid
- ▶ Utiliser du matériel en bon état
- ▶ ne pas avoir une combinaison trop serrée
- ▶ exercer sa respiration en insistant sur le temps expiratoire.
- ▶ Faire suivre chaque expiration d'une petite pause inspiratoire, l'impossibilité d'effectuer ce petit temps d'arrêt indique un début d'essoufflement.

INTOXICATION AU CO

(hypoxie)

- ▶ Le CO est produit par la combustion incomplète d'une substance contenant du carbone.
- ▶ L'oxyde de carbone est un gaz inodore très dangereux pour l'organisme et qui, normalement, ne se trouve pas dans l'air pur ni dans la bouteille si elle a été gonflée loin de toute source polluante.
- L'intoxication au CO peut être évitée par la prévention
- Lors du gonflage des bouteilles la prise d'air du compresseur doit être suffisamment éloignée de toute source de CO (moteur , feu, etc.).

Mécanisme

- ▶ Son mécanisme est simple :
 1. Le CO se fixe sur l'hémoglobine formant une molécule stable.
- ▶ 2. L'oxygène n'est plus transporté.
- ▶ 3. Le cerveau privé d'oxygène meurt ou subit des lésions souvent définitives.

- 
- ▶ Notions théoriques
 - ▶ Les symptômes d'une intoxication au CO peuvent être expliqués par deux mécanismes pathophysiologiques

- 
- ▶ 1) la liaison du CO sur l'hémoglobine joue un rôle en cas d'atmosphère hautement polluée par le CO.
 - ▶ Elle entraîne une hypoxie aiguë, qui se traduit par des maux de tête, vertiges, perte de connaissance rapide.
 - ▶ Les symptômes disparaissent rapidement lorsque la personne ne respire plus l'air pollué et par l'administration d'oxygène au masque.

 - 2) une intoxication tissulaire qui s'établit plus lentement, mais qui résiste plus longtemps à un traitement par oxygène.
 - Elle se fait à partir du CO qui est physiquement dissous dans le plasma

 - Comme la désintoxication des tissus doit se faire par un apport augmenté d'oxygène en périphérie, cette désintoxication a un retard considérable par rapport à celle de l'hémoglobine (8 - 12 heures).

 - Symptômes dus à ce mécanisme: maux de tête, vertiges, précordialgies, examen neurologique anormal (réflexes, conscience), persistant après 1 heure à 1,5 heure d'oxygénothérapie normobare.

- ▶ Indication d'une oxygénothérapie hyperbare en cas de PERTE DE CONNAISSANCE, même brève, lors de l'intoxication.

FIN