



Risques Bio-chimiques

Risques du milieu Subaquatique

Toxicité des gaz

- » Essoufflement
- » Narcose
- » Autres Intoxications



Autres risques en plongée

- » Noyade
- » Froid
- » Dangers du milieu subaquatique



Risques Bio-Chimiques

Toxicité Des Gaz

Une évidence.

Tout un chacun sait que l'être humain est fait pour respirer de l'air pur et que certains gaz peuvent être nocifs (pollution atmosphérique, inhalation accidentelle de gaz domestique, odeurs, ...).

Hors, le Plongeur respire un air qui n'est plus sous la pression atmosphérique normale, ce qui amène à se demander si les composantes de cet air respiré par le plongeur ne pourrait pas devenir toxiques dans certains cas.

Un phénomène connu.

**Bio-
Chimique**

Effet **biologique** sur le plongeur.
de l'action **chimique** d'un gaz.

La tolérance de l'organisme à divers gaz varie selon la nature des gaz et la pression partielle à laquelle ils sont inhalés.

La cause première d'un accident de plongée de type bio-chimique est donc toujours l'inhalation d'un gaz à une pression partielle au delà de la limite acceptée par l'organisme humain, et ce pendant un certain temps. Les risques liés aux composants gazeux de l'air sont connus depuis longtemps:

- CO₂: Essoufflement, asphyxie.
- O₂: Hyperoxie, Hypoxie, Anoxie.
- N₂: Effet Narcotique.
- CO: Asphyxie.



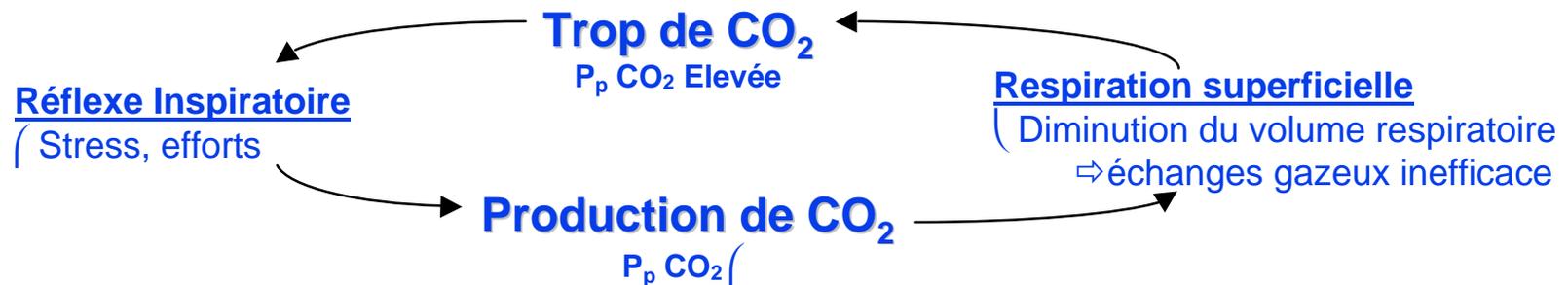
Risque Bio-chimiques

Toxicité CO₂: Essoufflement

Mécanisme de l'essoufflement.

Lorsque la **P_p CO₂ > 0,7 bar** (hypercapnie), ou/et, dans une moindre mesure, en présence d'un taux trop bas d'oxygène (hypoxie), le gaz carbonique en excès devient responsable d'un **essoufflement**, **augmentant** alors de **plus de 6 fois la fréquence et l'amplitude des mouvements respiratoires**, respiration de rythme anormalement élevé qui ne peut se poursuivre longtemps sans conduire à l'anoxie.

Ce mécanisme atavique qui, dans un premier temps, favorise l'élimination du CO₂ en surplus dans l'organisme au cours d'un effort, se caractérise alors par une respiration anormale qui conduit, si la P_p CO₂ se maintient, à empêcher tout nouvel efforts permettant ainsi à l'organisme de récupérer (du moins en surface).



Malheureusement, **en plongée la pression partielle de CO₂ augmente avec la profondeur** (voir « [Loi de Dalton](#) »), ou de plus la respiration se fait au travers d'un détendeur augmentant ainsi le volume mort respiré, **conduisant à un cercle vicieux** lié à la profondeur qui amplifie l'essoufflement du plongeur.



Risque Bio-chimiques

Toxicité CO₂: Essoufflement en plongée

Causes et Prévention de l'essoufflement en plongée

Causes	Prévention
Effort Physique	a) Ne pas descendre si on est déjà essoufflé en surface. b) Modérer ses efforts en plongée, surtout en profondeur. c) Avoir un bon entraînement et ne pas faire d'apnée en plongée.
Froid et Anxiété	Se protéger efficacement contre le froid, toujours rester calme.
Matériel défectueux	a) Utiliser du matériel en bon état, changer le bronze poreux du premier étage régulièrement. b) éviter un excès de CO ₂ à la prise d'air lors du gonflage du bloc

Symptômes et Conduite à tenir

Symptômes	Conduite à tenir
Détresse respiratoire pouvant entraîner une panique ⇒ risque de sur-accident: noyade, surpression pulmonaire.	Avertir son binôme ou la palanquée (signe essoufflement) Suspendre tout effort physique (signe « STOP ») Essayer de se relaxer (ou calmer le camarade) Favoriser l'expiration et Remonter 
Risque de syncope avec pour conséquence la noyade	Sauvetage avec maintien de l'embout en bouche.
L'hypercapnie peut favoriser la formation de bulles d'azote, c'est à dire un accident de décompression .	Traitement des accidents associés éventuels (voir ADD)

Risques Bio-Chimiques

Toxicité De l'Oxygène

Hyperoxie.

Effet Lorrain-Smith: ($P_p O_2 > 0,5 \text{ bar}$ et $\hat{e} T > 3$

h)

Mécanisme: **Brûlure** des alvéoles Pulmonaires
⇒ Altération des Échanges gazeux.



Symptômes: **Gène respiratoire**, toux, sensation de brûlure à la respiration et œdème pulmonaire.

Traitement: **Remonter** pour diminuer la $P_p O_2$

Prévention: Aptitude fédérale à la plongée aux mélanges et O_2 .

Effet Paul Bert: ($P_p O_2 > 1,7 \text{ bar}$)

Mécanisme: Crise neurotoxique par Intoxication des cellules nerveuses ⇒ **Crise de type épileptique.**

Symptômes: **3 phases** (*Tonique*: blocage respiration par tétanie; *clonique*: convulsions; *Résolutive*: dépression et éventuellement syncope).

Attention aux sur-accidents: Noyade et surpression Pulmonaire.



Traitement: **Remonter** pour diminuer la $P_p O_2$ **Sauf** pendant la phase tonique. Traitement de tout sur-accident éventuels (noyade, surpression pulmonaire).

Prévention: Maintenir $P_p O_2 < 1,7 \text{ bar}$: soit 70m Max à l'Air, 7m Max à l' O_2 pur).

Causes	Effet sur l'organisme
$P_p O_2 < 0,1 \text{ bar}$	Syncope Anoxique
$P_p O_2 < 0,17 \text{ bar}$	Hypoxie
$P_p O_2 = 0,19 \text{ bar}$	Taux Normal en surface
$P_p O_2 > 0,5 \text{ bar}$ avec $\hat{e} T > 3 \text{ h}$	Hyperoxie: Effet lorrain-Smith
$P_p O_2 > 1,7 \text{ bar}$	Hyperoxie: Effet Paul Bert

Hypoxie et Anoxie.

($P_p O_2 < 0,17 \text{ bar}$ ⇒ Hypoxie; $P_p O_2 < 0,1 \text{ bar}$ ⇒ Anoxie).

L'Anoxie provoque une syncope parfois brutale. Ce type d'accident qui concerne surtout les plongeurs en apnée s'appelle « **le rendez-vous syncopal des 7 mètres** » (perte de connaissance chez un apnéiste entre 10 et 5 mètres lors de la remontée).



Risques Bio-chimiques

Hypercapnie et Anoxie en Apnée

Les plongeurs subaquatiques doivent être capables de maintenir une apnée sous l'eau pour des raisons évidentes de sécurité. Cependant l'**Apnée**, bien que naturelle, **n'est pas démunie de risques** lorsque l'on cherche à prolonger celle-ci **au delà de ses limites** sans entraînement.

Le rendez-vous syncopal des 7 mètres.

Cause et Mécanisme:

On l'a vu, ce n'est pas le manque d'oxygène qui est la première cause du " besoin de respirer ", mais l'excès de CO_2 dans le sang (hypercapnie). Dans le cas de l'apnée, la durée de l'immersion est directement liée à l'apport d' O_2 avant l'immersion et à la limitation de production de CO_2 pendant celle-ci.

La phase de préparation respiratoire (appelée hyperventilation) de l'apnéiste permet d'augmenter la $\text{P}_p \text{O}_2$ et de diminuer la $\text{P}_p \text{CO}_2$. Cependant, une hyperventilation excessive induit des valeurs de $\text{P}_p \text{O}_2$ et de $\text{P}_p \text{CO}_2$ telles que, au fond, la $\text{P}_p \text{CO}_2$ remontera sans atteindre la valeur critique qui stimule les centres respiratoires.

Le réflexe respiratoire est alors inhibé.

L'apnéiste se sent bien et n'éprouve pas le besoin de respirer \Rightarrow il prolonge son apnée.

A la remontée, la baisse brutale de $\text{P}_p \text{O}_2$ liée à la baisse de la pression absolue (loi de Mariotte) peut provoquer une **syncope anoxique** entre -10 mètres et la surface.



Traitement: ➤ Sauvetage et réanimation.

Symptômes: ➤ Après Hyperventilation, sensation de vertiges, étoiles, fourmillements.
➤ Au fond, sensation d'euphorie, de bien être excessive.
➤ A la remontée, palmage lent, absence de tour d'horizon, syncope...

Prévention: ➤ Hyperventilation raisonnable (règle du tiers temps).
➤ Connaître ses limites.
➤ Jamais d'apnée seul.
➤ Porter un lestage adapté, permettant le retour en surface dès 10 m.



Risques bio-chimiques

Toxicité De l'Azote: La Narcose

Pour une $P_pN_2 > 3,2$ (zone des 40 mètres à l'air), **l'Azote devient narcotique**, et provoque ce qu'on appelle « **l'ivresse des profondeurs** ».

Causes:

- Inexpérience, mauvaise forme physique, descente trop rapide, efforts en profondeur.

Symptômes:

- Diminution de l'attention.
- Dialogue intérieur.
- Euphorie ou angoisse.
- Impression de flottement, perte de sensibilité des jambes ou même de tout le corps.
- Perte de conscience.
- Les coéquipiers qui constatent une modification du comportement du plongeur qui peut devenir inadéquat et prendre des risques inutiles.

Traitement:

En remontant de quelques mètres dès l'apparition des premiers symptômes, ceux-ci disparaissent en ne laissant **aucune séquelle**. Parfois, cette manœuvre doit être effectuée par les coéquipiers, lorsque le plongeur n'est plus capable de réagir.



Prévention:

- S'adapter progressivement à la profondeur et éviter les efforts dans l'espace lointain.
- Ne pas tenter de record de profondeur.
- Se connaître et être attentif aux signes avant coureur chez soi et chez les plongeurs de la palanquée.



Risque bio-chimiques

Toxicité du Monoxyde de 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.

Causes:

Concentration de CO > 0,2 % du mélange gazeux.

Mécanisme:

L'Oxyde de Carbone (CO) a une grande affinité avec l'hémoglobine et se combine avec elle pour former un composant très stable: La carboxy-hémoglobine (HbCO). Cette recombinaison se fait au détriment de l'Oxygène et perturbe l'hématose.

Symptômes :

L'intoxication provoque des vertiges et des vomissements qui s'accroissent avec la profondeur et peut entraîner la mort en peu de temps.

Le diagnostic en est difficile, les symptômes étant ceux d'une détresse respiratoire.

Traitement : η

O₂ normobar, prise en charge par un centre médical en urgence.

Prévention :

Lors du gonflage des bouteilles : La prise d'air du compresseur doit être suffisamment éloignée de toute source de CO (moteur, feu, etc.).

Aucun filtre ne peut empêcher le CO d'entrer dans la bouteille lors du gonflage!

Les apneistes et nageurs doivent prêter attention aux échappements des moteurs de bateaux.



Risques du milieu Subaquatique

Noyades

La Noyade est un risque important en plongée, qui se définit par un arrêt respiratoire par inondation des voies aériennes.

Pathologies liées à l'inondation des voies respiratoires:

Lorsque **les voies respiratoires sont inondées**, les échanges gazeux entre l'air et le sang (l'hématose) ne peuvent alors plus s'effectuer. Cela provoque une **asphyxie** grave et durable avec **anoxie**, **hypercapnie** et **acidose** (abaissement du pH sanguin). Les organes les plus fragiles (le cerveau puis le cœur) vont se détériorer rapidement **entraînant la mort après quelques minutes**.

Sur le plan pathologique, on distingue:

- **L'inondation par de l'eau douce** qui, moins concentrée que le sang en sels, passe dans la circulation par osmose et dilue le sang (acidose). Les globules rouges éclatent alors (hémolyse) et ne remplissent plus leur fonction de transport d'oxygène.
- **L'inondation par l'eau de mer**, plus concentrée que le sang en sels minéraux. Le plasma, attiré osmotiquement par l'eau de mer, remplit les alvéoles, causant un oedème pulmonaire.
- **L'inondation par l'eau de piscine**, qui est une eau douce (provoquant donc un phénomène d'hémolyse) chlorée, brûlant donc de surcroît le surfactant des tissus alvéolaires et pouvant conduire à une infection grave s'ajoutant à l'hémolyse.

On distingue deux formes de noyade:

- » La Noyade Primaire dans laquelle il y a inhalation primaire d'eau (on boit la tasse).
- » La Noyade Secondaire qui intervient à la reprise de connaissance après une syncope avec inondation massive des voies respiratoires.



Risques du milieu Subaquatique

Noyades

Noyade Primaire (par asphyxie).

Causes:

- Maladresse: Quinte de toux, Vomissement incontrôlé, Manque d'entraînement à la nage.
- Technique inadéquate: Fatigue, **Essoufflement**, Rupture d'apnée, **Panique**.
- Défaillance du matériel : Panne de détendeur mal gérée.

Mécanisme:

Une noyade primaire commence toujours par une grosse tasse, qui peut déclencher une panique. Si l'inondation persiste, cela entraîne une hypoxie, puis une série d'apnées et d'inspiration d'eau par réflexes d'hypercapnie. Une série de convulsions asphyxiques survient alors jusqu'au seuil anoxique qui provoque une inspiration majeure. L'arrêt respiratoire est alors instantané suivi d'un arrêt cardiaque.

Noyade Secondaire (par arrêt cardiorespiratoire).

Causes: Perte de connaissance ou syncope pendant l'immersion, suite à :

- Un **traumatisme** direct (traumatisme cérébral ou cervical à la mise à l'eau, morsures ou piqûres venimeuses, lésions sur chocs –hélices, quille, ancre, ...-).
- Une **hydrocution** (gradient thermique peau/eau trop important, repas trop ...riche).
- Une **douleur** importante (barotraumatisme, morsure, etc..).
- Une **intoxication** biochimique (anoxie, hypercapnie sévère, narcose sévère).

Mécanisme:

Perte de connaissance et arrêt cardiorespiratoire, qui provoque une hypercapnie et une hypoxie, suivies d'une reprise respiratoire atavique importante. Si les voies respiratoires sont au contact de l'eau à ce moment, on retrouve la noyade primaire.

Ce type de noyade n'est donc pas immédiatement critique et la rapidité d'intervention des équipiers pour dégager les voies respiratoires conditionne les chances de survie.



Risques du milieu Subaquatique

Noyades

Symptômes:

Dans un premier temps, on assiste à des réactions de panique visant à regagner la surface. Après la perte de connaissance, trois états sont possibles:

- Mort apparente: Absence de ventilation mais faible tension artérielle. **État grave, mais réversible.**
- Mort clinique: Absence de ventilation, puis fibrillation et arrêt cardiaque. **État très grave, mais réversible** si intervention **dans les trois minutes.**
- Mort par anoxie cérébrale.

Traitement: Dans tous les cas la priorité doit être donnée à **sortir l'accidenté de l'eau.**

1. noyade secondaire: Il est primordial de **maintenir les voies respiratoires hors de l'eau** en surface ou en contact avec un détendeur en bon état de fonctionnement en immersion.

2. noyade primaire: Environ **3 minutes** pour intervenir et effectuer les premiers secours.



- Appel des secours d'urgence.
- Pratiquer une réanimation cardiorespiratoire (Voir le chapitre sur les « Premiers secours »).
- Oxygénothérapie Normobare.
- Ne pas réchauffer le noyé (L'hypothermie est un antidote à l'anoxie cérébrale).

Prévention:

En plongée, la noyade est due à l'imprudence, à un accident ou à une cause pathologique:

- Visite médicale tous les ans.
- Se maintenir en bonne condition physique.
- S'adapter lentement à la température de l'eau.
- Prendre soin de son matériel.
- Attention à la mer (courant, houle)
- Respecter les consignes de sécurité.
- Ne pas dépasser ses possibilités.
- Éviter l'alcool et les abus de nourriture.
- Ne pas plonger seul.
- Pas de plongée sans Tuba.



Risques du milieu Subaquatique



Le Froid

Le froid amplifie les risques en plongée. Le signe « J'ai froid » existe pour alerter la palanqué et doit être pris en compte comme un signe d'arrêt de la plongée.

Mécanisme:

Le corps humain a une température moyenne de 37°C, les organes internes de celui-ci nécessitant cette température. Pour être perçu comme confortable, c'est à dire ni trop chaud ni trop froid, l'air ambiant doit avoir 21°, alors que l'eau doit être à 34°.

Lorsque le plongeur est exposé au froid, deux mécanismes interviennent:

- Diminution du débit sanguin périphérique qui atténue la déperdition de chaleur.
- Augmentation de la production de chaleur métabolique.

Lorsque la perte dépasse la production de chaleur, l'organisme se refroidit et il y a risque d'accident.

Symptômes:

- Une sensation de **froid**, **fatigue**, « **barre** » au front.
- La « **chair de poule** », due à une contraction des muscles cutanés qui dresse les poils et augmente l'épaisseur de la peau pour améliorer l'isolation.
- Les **frissons**, dus à des contractions répétées des muscles moteurs des membres qui augmentent la production de chaleur.
- L'**essoufflement** car la production d'énergie supplémentaire demande un apport accru d'oxygène.
- La « **cyanose** », bleuissement des extrémités indique une diminution de la circulation sanguine cutanée.
- L'**envie d'uriner** car l'élimination d'eau augmente la concentration sanguine.
- Les **crampes** qui sont des contractures douloureuses des muscles, dénotant une perturbation métabolique.
- Les **troubles cérébraux** (baisse de l'attention, manque de volonté engourdissement, perte de connaissance, coma, etc.) qui indiquent déjà une atteinte profonde.
- La **mort** peut survenir brutalement en dessous de 28-30 degrés.



Risques du milieu Subaquatique



Le Froid

Traitement:

- Sortir l'accidenté de l'eau, le mettre à l'abri du vent.
- Couvrir le plongeur avec des vêtements et des frictions vigoureuses.
- Le réchauffer progressivement (boisson chaude sucrée et/ou douche chaude).
- Jamais d'alcool.
- En cas d'inconscience: Oxygénothérapie, couverture de survie, bilan et évacuation.

Causes:

- Température de l'eau selon la saison, les courants, la profondeur.
- Matériel inadapté ou inefficace.
- Insuffisance alimentaire.
- Fatigue physique.

Prévention:

Le froid est une agression qui fait courir des risques inutiles au plongeur mal protégé:

- Port de **vêtements isothermes** adaptés à la température de l'eau et bien ajustés: combinaison, gants, chaussons et cagoule.
- Suspendre la plongée dès les premiers frissons (le signe conventionnel:  appelle la réponse ).
- Prendre un supplément de glucides avant une plongée en eau froide.
- Protéger la nuque (le bulbe rachidien est le centre de la régulation thermique).



Risques du milieu Subaquatique

Autres risques

Risques du milieu naturel.

- État de la mer: Houle, Courant, turbidité
- Grottes et Tunnels: Ressac, visibilité, orientation

Prévention.

- Prendre la météo.
- Proscrire en Plongée.

Risques dus à l'homme.

- Filets et Lignes: Très dangereux pour le plongeur
- Épaves: Tôles coupantes, visibilité, orientation
- Bateaux en surface: Attention aux helices

Prévention.

- A fuir à tout prix.
- Gants, Ne pas entrer à l'intérieur.
- Pavillon Plongée, tour horizon.

Morsures et Piqûres d'animaux marins.

Prévention.

- Se renseigner sur la faune locale avant la plongée.
- Ne pas toucher, pourchasser ou nourrir un animal inconnu.
- Éviter de s'appuyer sur le fond à l'aveuglette.

Traitement.

Une syncope peut survenir, assister la victime et amorcer immédiatement une remontée contrôlée de toute la palanquée.

Oursins: Tremper la partie atteinte dans l'eau chaude (50°C) soulage la douleur. Retirer si possible les piquants. Désinfecter les plaies. Une infection peut survenir mais les réactions générales sont rares.

Rascasses: Immobiles, elles sont pratiquement invisibles et peuvent infliger des blessures très douloureuses. Rincer à l'eau très chaude (50 à 60°C) pour inactiver le venin. En cas d'allergie (état de choc ou syncope), pratiquer les premiers secours et appeler un médecin en urgence.

Méduses, coraux de feu et anémones de mer: Provoquent souvent une urticaire. Rincer la zone atteinte à l'eau de mer (jamais d'eau douce!) puis au vinaigre ou à l'alcool à 40-70° pour inactiver le venin. En cas d'allergie (état de choc ou syncope), pratiquer les premiers secours et appeler un médecin en urgence.

Cônes: Certains de ces coquillages possèdent un dard à toxine dont la piqûre provoque des fortes douleurs et des troubles circulatoires locaux. Réanimation si nécessaire et appeler un médecin.

Murènes: Bien qu'impressionnantes, elles attaquent rarement (sauf provocation...). En cas de morsure, il faut se méfier de l'infection et bien désinfecter la plaie.

Serpents de mer: Souvent venimeux, les morsures nécessitent souvent les premiers secours et un sérum anti-venin. Appeler un médecin en urgence.