

Préparation Niveau II



Prévention des accidents
en plongée

1

**Les accidents biomécaniques
ou barotraumatismes.**

Les accidents biochimiques



C.S.C

Vincent Bonnemaïson
Club Subaquatique de Charenton

Version 1 : Vincent Bonnemaïson 22.01.2003
Version 2 : revision Bernard Largeault 01.02.2006
Version 3 : revision Bernard Largeault 02.02.2011
Version 4 : revision Bernard Largeault 17.01.2012
Version 5 : revision Bernard Largeault 16.01.2013

Avertissement :

Ce document est un support des cours organisés par les moniteurs du C.S. Charenton.
Il ne dispense pas de suivre les cours proposés pour la formation Niveau II.

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | LES ACCIDENTS BIOMECHANIQUES OU BAROTRAUMATISMES | 4 |
| 1.1 | INTRODUCTION ET RAPPELS | 4 |
| 1.2 | BAROTRAUMATISME DES OREILLES..... | 5 |
| 1.2.1 | CAUSE | 5 |
| 1.2.2 | MECANISME | 5 |
| 1.2.3 | SIGNES..... | 6 |
| 1.2.4 | CONDUITE A TENIR..... | 6 |
| 1.2.4.1 | A la descente | 6 |
| 1.2.4.2 | A la remontée..... | 7 |
| 1.2.5 | TRAITEMENT | 7 |
| 1.2.6 | PREVENTION..... | 7 |
| 1.3 | BAROTRAUMATISME DES SINUS..... | 7 |
| 1.3.1 | CAUSE | 7 |
| 1.3.2 | MECANISME | 8 |
| 1.3.3 | SIGNES..... | 8 |
| 1.3.4 | CONDUITE A TENIR..... | 8 |
| 1.3.4.1 | A la descente | 8 |
| 1.3.4.2 | A la remontée..... | 8 |
| 1.3.5 | TRAITEMENT | 8 |
| 1.3.6 | PREVENTION..... | 8 |
| 1.4 | PLACAGE DE MASQUE..... | 8 |
| 1.4.1 | CAUSE | 8 |
| 1.4.2 | MECANISME | 8 |
| 1.4.3 | SIGNES..... | 9 |
| 1.4.4 | CONDUITE A TENIR..... | 9 |
| 1.4.4.1 | A la descente | 9 |
| 1.4.5 | TRAITEMENT | 9 |
| 1.4.6 | PREVENTION..... | 9 |
| 1.5 | BAROTRAUMATISME DES DENTS | 9 |
| 1.5.1 | CAUSE | 9 |
| 1.5.2 | MECANISME | 9 |
| 1.5.3 | SIGNES..... | 10 |
| 1.5.4 | CONDUITE A TENIR..... | 10 |
| 1.5.4.1 | A la descente | 10 |
| 1.5.4.2 | A la remontée..... | 10 |
| 1.5.5 | TRAITEMENT | 10 |
| 1.5.6 | PREVENTION..... | 10 |
| 1.6 | BAROTRAUMATISMES DES VISCERES (ESTOMAC OU INTESTIN) | 10 |
| 1.6.1 | CAUSE | 10 |
| 1.6.2 | MECANISME | 10 |
| 1.6.3 | SIGNES..... | 10 |
| 1.6.4 | CONDUITE A TENIR..... | 10 |
| 1.6.5 | TRAITEMENT | 10 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1.6.6 | PREVENTION..... | 10 |
| 1.7 | SURPRESSION PULMONAIRE..... | 11 |
| 1.7.1 | CAUSE | 11 |
| 1.7.2 | MECANISME | 11 |
| 1.7.3 | SIGNES..... | 11 |
| 1.7.4 | CONDUITE A TENIR..... | 12 |
| 1.7.5 | TRAITEMENT | 15 |
| 1.7.6 | PREVENTION..... | 15 |
| 1.8 | CONCLUSION..... | 15 |
| | | |
| 2 | LES ACCIDENTS BIOCHIMIQUES | 16 |
| | | |
| 2.1 | INTRODUCTION ET RAPPELS | 16 |
| 2.2 | NARCOSE OU TOXICITE DE L'AZOTE (IVRESSE DES PROFONDEURS)..... | 16 |
| 2.2.1 | CAUSE | 16 |
| 2.2.2 | MECANISME | 16 |
| 2.2.3 | SIGNES..... | 17 |
| 2.2.4 | CONDUITE A TENIR..... | 17 |
| 2.2.5 | TRAITEMENT | 17 |
| 2.2.6 | PREVENTION..... | 17 |
| 2.3 | ESOUFFLEMENT OU TOXICITE DU DIOXYDE DE CARBONE | 18 |
| 2.3.1 | CAUSE | 18 |
| 2.3.2 | MECANISME | 18 |
| 2.3.3 | SIGNES..... | 19 |
| 2.3.4 | CONDUITE A TENIR..... | 19 |
| 2.3.5 | TRAITEMENT | 19 |
| 2.3.6 | PREVENTION..... | 19 |
| 2.4 | HYPEROXIE OU TOXICITE DE L'OXYGENE | 20 |
| 2.4.1 | CAUSES | 20 |
| 2.4.2 | MECANISME | 20 |
| 2.4.3 | SIGNES..... | 20 |
| 2.4.4 | CONDUITE A TENIR..... | 20 |
| 2.4.5 | TRAITEMENT | 21 |
| 2.4.6 | PREVENTION..... | 21 |
| 2.5 | CONCLUSION..... | 21 |

1 LES ACCIDENTS BIOMECHANIQUES OU BAROTRAUMATISMES

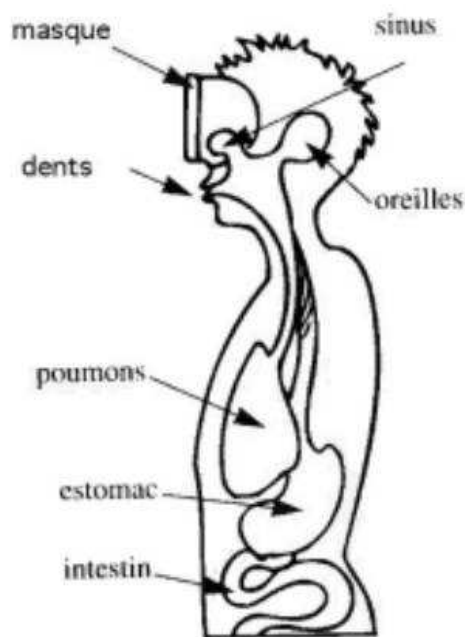
1.1 Introduction et rappels

En grec, baro signifie pression et trauma lésion. Les accidents biomécaniques ou barotraumatismes sont les lésions générées par les variations de pression.

A température constante, le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression qu'il subit (loi de Boyle Mariotte).

$$P \times V = Cte \text{ ou } P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = Cte$$

Certaines cavités de l'organisme contiennent de l'air. Sous l'effet des variations de pression, à la descente ou à la remontée, cet air, s'il est emprisonné va se comprimer ou se dilater, provoquant une dépression ou une surpression.



| Barotraumatisme | Descente = Dépression | Remontée = Surpression |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Oreille | X | X |
| Sinus | X | X |
| Placage de masque | X | |
| Dent | X | X |
| Poumons | | X |
| Viscères (estomac et intestin) | | X |

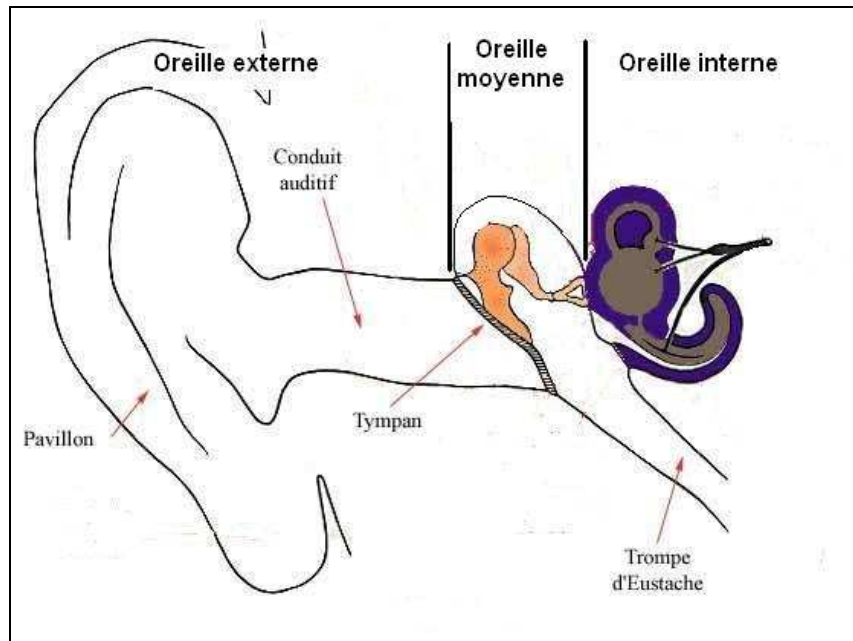
Les variations de pression sont plus importantes dans les premiers mètres. Les 10 premiers mètres suffisent à voir la pression doubler (de la surface à 10m). Il faut ensuite 20m pour que la pression double à nouveau (de 10 à 30m), puis 40m (de 30 à 70m). La plus grande vigilance s'impose donc à proximité de la surface, c'est à dire dans les premiers mètres de notre plongée et dans les derniers mètres lors de la remontée.

1.2 Barotraumatisme des oreilles

1.2.1 Cause

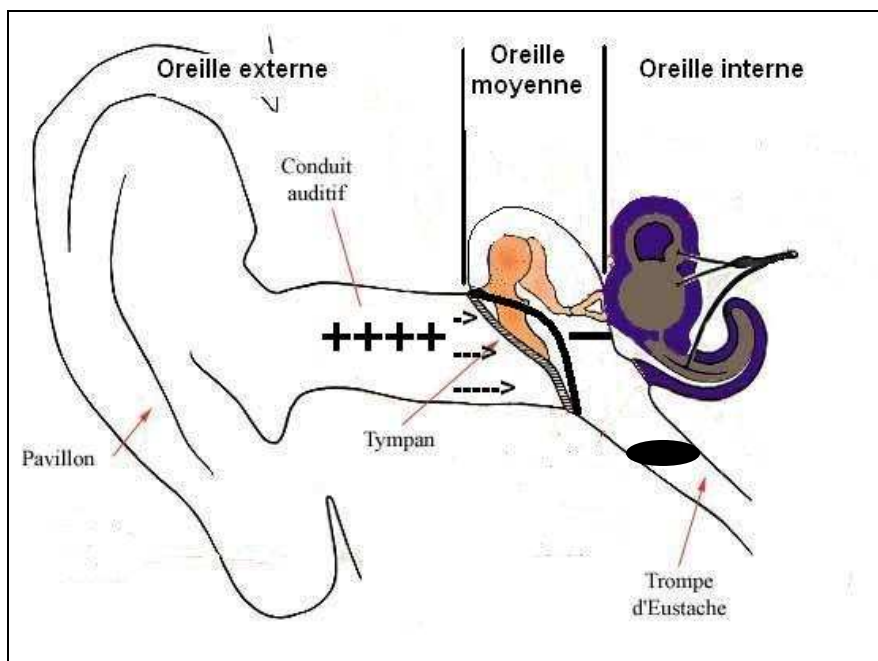
Avec les variations de pression ambiante à la descente ou à la remontée, il y a déformation du tympan suite au déséquilibre de pression entre l'oreille externe et l'oreille moyenne.

La limite d'élasticité du tympan se situe entre 0,3 et 0,5 bars selon les individus.

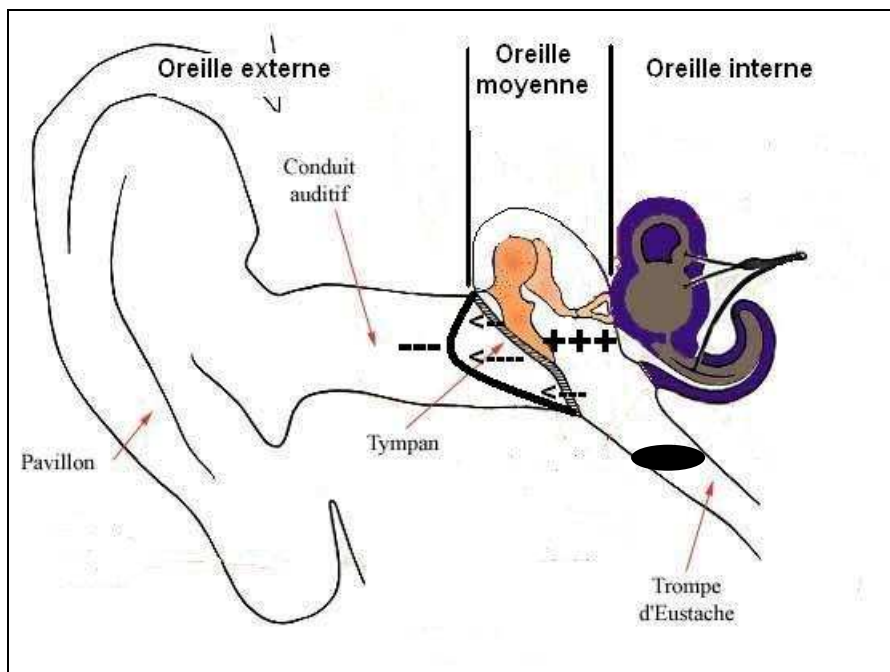


1.2.2 Mécanisme

Lors de la descente, la pression ambiante augmente. Si la trompe d'Eustache est fermée et empêche les pressions de s'équilibrer, la pression fait s'incurver le tympan vers l'intérieur.



A l'inverse, lors de la remontée, la pression ambiante diminue et fait s'incurver le tympan vers l'extérieur si la trompe d'Eustache reste fermée.



1.2.3 Signes

Au fur et à mesure de l'augmentation de pression lors de la descente, on ressent :

- Simple gêne,
- Douleur d'intensité croissante,
- Perforation tympanique avec vertiges, bourdonnements, nausées voire syncope.

1.2.4 Conduite à tenir

1.2.4.1 A la descente

Dès les premiers signes et sans attendre la douleur :

- Interrompre immédiatement la descente,
- Remonter légèrement,
- Indiquer aux membres de votre palanquée que "cela ne va pas" en montrant l'oreille concernée.
- Faire l'une des manœuvres d'équilibrage des oreilles :
 - Manœuvre de VALSALVA : nez pincé et bouche fermée, souffler de l'air par le nez,
 - Déglutition,
 - Manœuvre de FRENZEL : la base de la langue est contractée au maximum vers le haut en arrière contre le voile du palais,
 - Béance tubulaire volontaire (BTV) : elle consiste à reproduire volontairement les mouvements provoqués par le bâillement.

Si l'équilibre des pressions n'est pas réalisé, ne pas forcer et renoncer à cette plongée.

1.2.4.2 A la remontée

- Stopper la remontée et redescendre légèrement.
- Indiquer aux membres de votre palanquée que "cela ne va pas" en montrant votre oreille concernée.
- Se moucher sans forcer.
- Remonter tout doucement en pratiquant la manœuvre de TOYNBEE (Valsalva inversée = inspiration par le nez en se pinçant le nez).
- Si cela ne suffit pas, se faire assister par un coéquipier pour remonter !

1.2.5 Traitement

Consulter rapidement un médecin ORL.

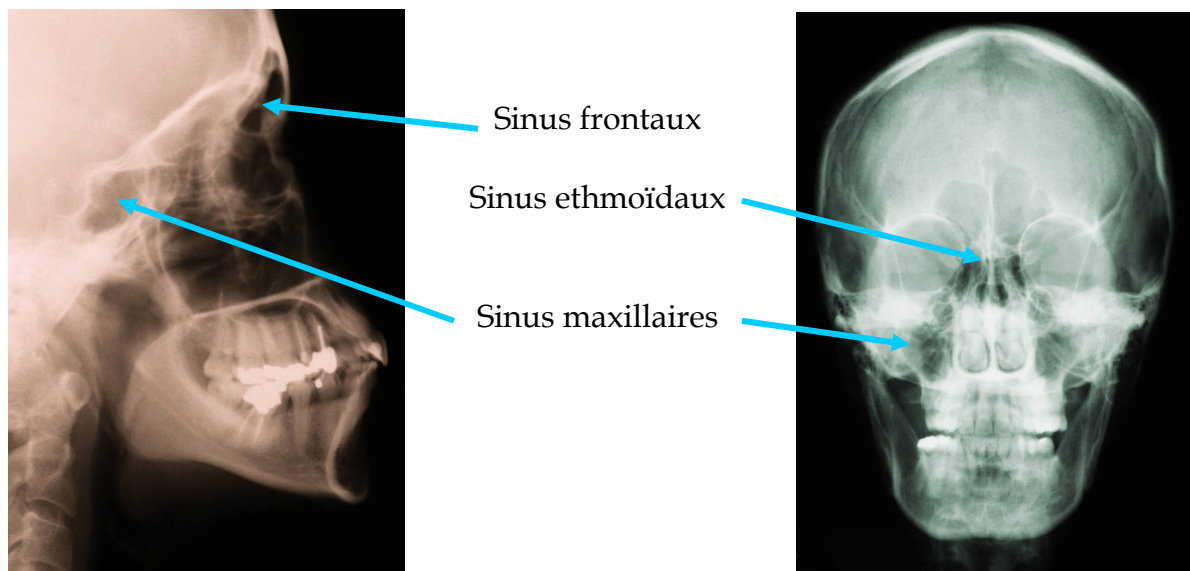
1.2.6 Prévention

- Equilibrer sans attendre une gêne à la descente, ne pas forcer.
- Pas de manœuvre de Valsalva à la remontée
- Ne pas plonger en cas de rhume ou d'otite (contre indication absolue).
- Ne pas plonger en cas de bouchon de cérumen dans le conduit auditif externe.
- Consulter régulièrement un médecin « plongée » (visite annuelle obligatoire).

1.3 Barotraumatisme des sinus

1.3.1 Cause

Dans une première approche, les sinus sont au nombre de trois. Ce sont des cavités remplies d'air communiquant avec les fosses nasales par un petit conduit.

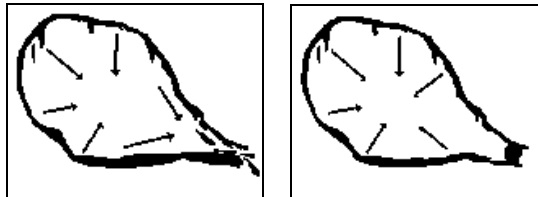


Les pressions entre les sinus et les fosses nasales s'équilibrent normalement toutes seules car, sauf cas particuliers, ils sont en liaison avec les fosses nasales et l'équilibrage des pressions se fait naturellement, sans intervention.

Le déséquilibre de pression entre le sinus et les fosses nasales, suite à une obstruction du conduit mettant ces deux cavités en relation (inflammation ou polype), est à l'origine de ce barotraumatisme.

1.3.2 Mécanisme

Dépression à la descente aspirant les parois tapissant ces cavités, surpression à la remontée.



1.3.3 Signes

Douleurs d'intensité graduelle : barre au niveau du front, rage de dents. Saignement, voire syncope.

1.3.4 Conduite à tenir

1.3.4.1 A la descente

- Stopper la descente et remonter légèrement.
- Informer les membres de la palanquée.
- Se moucher.
- Interrompre la plongée si les signes ne disparaissent pas.

1.3.4.2 A la remontée

- Stopper la remontée et redescendre légèrement.
- Prévenir les membres de la palanquée.
- Remonter lentement.
- Si cela ne suffit pas, demander l'assistance d'un coéquipier.

1.3.5 Traitement

Consulter un médecin ORL.

1.3.6 Prévention

- Pas de plongée si rhume ou sinusite (contre indication absolue).
- Ne pas forcer.
- Consulter régulièrement un médecin « plongée » (visite annuelle obligatoire).

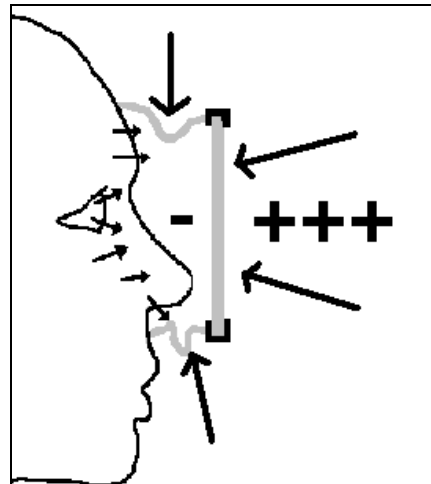
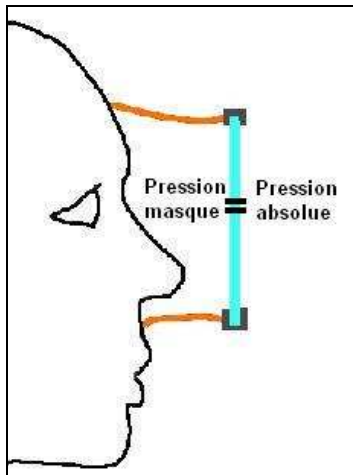
1.4 Placage de masque

1.4.1 Cause

Augmentation de la pression ambiante s'exerçant sur le masque lors de la descente.

1.4.2 Mécanisme

Lors de la descente, la pression absolue à l'extérieur du masque augmente. Sous l'effet de cette augmentation de pression, l'air emprisonné dans le masque va se comprimer. Le masque se déforme jusqu'à atteindre sa limite d'élasticité : phénomène d'écrasement. Après la limite d'élasticité, le masque va se comporter comme une ventouse et aspirer la partie du visage qu'il recouvre.



1.4.3 Signes

- Douleur d'intensité croissante.
- Sensation d'aspiration de la partie du visage en contact avec le masque.
- Hématome (œil au beurre noir).
- Saignements de nez.
- Yeux rouges.

1.4.4 Conduite à tenir

1.4.4.1 A la descente

- Interrompre immédiatement la progression,
- Remonter légèrement.
- Souffler par le nez pour compenser la compression de l'air contenu dans le masque à la descente.
- Ne surtout pas essayer d'arracher le masque (cela augmenterait l'effet ventouse)

1.4.5 Traitement

Consultation médicale (ORL ou Ophtalmologiste).

1.4.6 Prévention

Tout au long de la descente, souffler régulièrement par le nez.

1.5 Barotraumatisme des dents

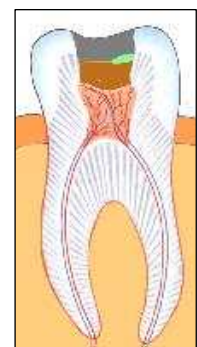
1.5.1 Cause

Variation de pression à l'intérieur d'une dent lors de la descente ou à la remontée.

1.5.2 Mécanisme

Compression à la descente ou dilatation à la remontée de l'air emprisonné dans une cavité dentaire (plombage mal fait, carie dentaire non soignée).

Aspiration de la pulpe dentaire lors de la descente, fissure voire éclatement de la dent lors de la remontée.



1.5.3 Signes

Douleurs intenses voire syncope.

1.5.4 Conduite à tenir

1.5.4.1 A la descente

Interrompre la descente, remonter légèrement. Réessayer de descendre doucement, si cela persiste, interrompre cette plongée.

1.5.4.2 A la remontée

Interrompre la remontée, redescendre légèrement.
Prévenir ses coéquipiers et se faire assister pour la remontée.

1.5.5 Traitement

Consultation Dentiste.

1.5.6 Prévention

Hygiène buccodentaire.
Visite annuelle chez un dentiste.

1.6 **Barotraumatismes des viscères (estomac ou intestin)**

1.6.1 Cause

Dilatation des gaz contenus dans les viscères lors de la remontée (gaz avalé lors de la plongée ou gaz de « digestion »).

1.6.2 Mécanisme

La dilatation des gaz provoque une distension des organes (estomac, intestin).

1.6.3 Signes

Ballonnements, éructation, flatulences.
Douleur d'intensité variable.

1.6.4 Conduite à tenir

Éliminer au maximum par les voies naturelles.
Si nécessaire, redescendre légèrement, prévenir ses coéquipiers et demander de l'assistance pour remonter.
Remonter très lentement.

1.6.5 Traitement

Si nécessaire, consultation médicale.

1.6.6 Prévention

Hygiène alimentaire avant de plonger : éviter boisson gazeuse, aliments provoquant des flatulences (pain, féculents...)
Évacuer par les voies naturelles sans se retenir.

Ne pas avaler d'air, notamment lorsque le détendeur prend l'eau (fuite de la membrane d'expiration).

1.7 Surpression pulmonaire

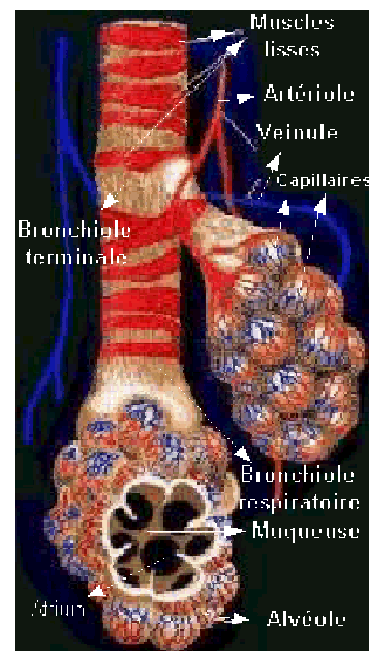
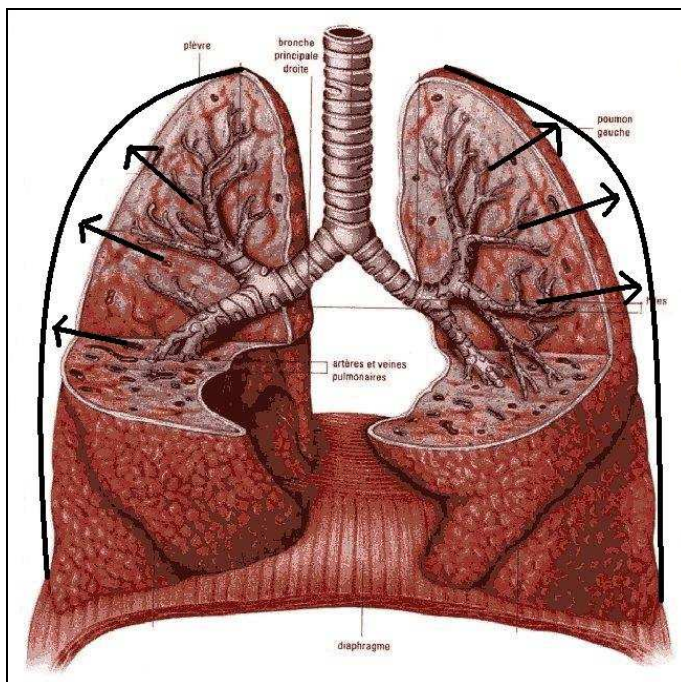
C'EST L'ACCIDENT LE PLUS GRAVE EN PLONGEE SOUS-MARINE, AUSSI LE PLUS SIMPLE A EVITER.

1.7.1 Cause

Blocage de la respiration ou ventilation insuffisante lors de la remontée le plus souvent suite à un stress ou lors d'un exercice de remontée d'un plongeur en difficulté.

1.7.2 Mécanisme

Lors de la remontée, l'air contenu dans les poumons se dilate, entraînant une augmentation du volume des poumons jusqu'à atteindre et dépasser la limite d'élasticité des alvéoles pulmonaires qui se déchirent.



1.7.3 Signes

Signes pulmonaires

- Douleur thoracique plus ou moins intense en fonction de la nature des lésions (simple distension alvéolaire jusqu'à déchirure).
- Gêne respiratoire pouvant aller jusqu'à l'impossibilité de respirer.
- Toux et crachats de spume rosâtre.
- Pneumothorax (déchirure de la plèvre).

Signes généraux

- Suite au passage d'air dans le thorax, emphysème sous-cutané provoquant des crépitations neigeuses sous la peau dans le haut du thorax.

Signes neurologiques

- Suite au passage d'air dans le réseau artériel (embolie gazeuse) et jusqu'au cerveau, paralysie (hémiplégié, tétraplégié).
- Trouble de la parole et de la vision.
- Crise convulsive.
- Etat de choc.
- Syncope.
- Arrêt respiratoire et cardiaque, voire mort.

1.7.4 Conduite à tenir

Surpression pulmonaire et accident de décompression sont des urgences médicales. Comme les deux peuvent se cumuler et qu'il n'est pas toujours évident de les dissocier, il y a une conduite à tenir unique pour les 2.

- Sortir la victime de l'eau, la sécher, puis la réchauffer avec la couverture de survie.
- Selon l'état de conscience, position semi assise ou allongée ou position latérale de sécurité (PLS).

=> **Secourir**

1/ L'accidenté doit être encouragé à boire sauf dans trois circonstances suivantes :

- accidenté peu coopératif, voire inconscient, dont les réflexes oropharyngés sont compromis (risque d'inhalation pulmonaire).
- nausées et /ou vomissements.
- suspicion de lésion du tube digestif

L'eau plate est le meilleur liquide à raison d'un litre en fractionnant les prises. A défaut, le liquide administré, s'il peut contenir du sel, ne doit pas contenir trop de sucre.

2/ Administrer de l'oxygène

- en respiration spontanée via un masque facial avec réservoir alimenté par un débit d'au moins 15 litres d'O₂/mn pour l'adulte de manière à maintenir un pourcentage d'O₂ dans l'air inspiré le plus proche possible de 100% pendant toute la durée de l'inspiration.
- en cas de détresse respiratoire ou circulatoire, de coma, l'administration d'oxygène doit se faire avec l'assistance d'un système insufflateur selon une méthode enseignée dans le cadre de l' « Attestation de Formation aux Premiers Secours avec Matériel » (AFPSAM)
- l'administration d'O₂ à 100% doit être poursuivie jusqu'à la prise en charge spécialisée.

3/ Autres médicaments

- l'accidenté doit être encouragé à absorber au maximum 500mg d'Aspirine sauf dans les trois circonstances déjà évoquées précédemment et sous réserve qu'il ne présente pas d'allergie à ce médicament. L'application de cette recommandation reste du domaine optionnel et concerne tous les accidents de décompression ainsi

que les accidents par barotraumatisme pulmonaire s'accompagnant de signes neurologiques.

Cette dose concerne aussi bien l'adulte que l'enfant de plus de 10 ans ; pour un enfant de 8 à 10 ans, la posologie sera réduite à 250mg maximum.

- aucun autre médicament ne peut être recommandé.

=> **Alerter**

en mer par l'intermédiaire d'un message à l'intention du CROSS par VHF canal 16
à terre par téléphone en composant le 15 ou le 112.

=> **Recueillir les informations**

* sur les lieux de l'accident

Relever les paramètres de la plongée.

Ce sont les informations figurant sur la fiche d'évacuation MedSubHyp/FFESSM (voir page suivante) qui doit accompagner l'accidenté jusqu'à la prise en charge en milieu spécialisé.

* secondairement

Faire parvenir à l'accidenté le « questionnaire étude accident »



FICHE D'EVACUATION DE PLONGEUR



NOM : PRENOM : Date de naissance :
DATE : Tél. Club ou Accompagnant :

CARACTERISTIQUES DE LA PLONGEE

LIEU :

PLONGEE LIBRE SCAPHANDRE

PROFONDEUR MAX : mètres

DUREE TOTALE : minutes

| PALIER | Mètres | | | |
|--------|---------|--|--|--|
| | Minutes | | | |

HEURE DE SORTIE : H

TABLE UTILISEE :

ORDINATEUR : A JOINDRE

PLONGEE SUCCESSIVE oui non
REMONTEE incidents

NORMALE 10 - 15 m/min

RAPIDE > 17 m/min

PANIQUE

SIGNES OBSERVES

HEURE

PREMIERS SOINS

P.L.S.
OXYGÈNE

M.C.E.
ASPIRINE

B. À B.
BOISSON



INTERVENTION MEDICALE



NOM DU MEDECIN : Tél. :

Heure de Prise en charge : Lieu :

EXAMEN CLINIQUE ET DIAGNOSTIC EVOQUE :

.....
.....
.....
.....
.....

TRAITEMENT :

.....
.....
.....

HORAIRE

.....
.....
.....
.....
.....
.....

EVACUATION PRIMAIRE

Service d'Accueil : Moyen(s) : Durée totale :

MEDICALISATION OUI NON Médecin convoyeur : Tél :

1.7.5 Traitement

Evacuation rapide vers un centre de traitement hyperbare.

1.7.6 Prévention

- Ne pas bloquer sa respiration, surtout lors de la remontée.
- Amplifier l'expiration lors d'une remontée rapide (exercice remontée PA).
- Contrôler sa vitesse de remontée (purger sa stab).
- Pas d'apnée en plongée bouteille = ne pas retenir sa respiration.
- Ne pas donner d'air à un apnéiste.
- Respecter les contre-indications médicales (asthme, bronches à clapets).

1.8 Conclusion

Nous avons tous été confrontés à un incident barotraumatique : une oreille qui ne passe pas, une barre dans les sinus à la descente...

Ces accidents peuvent survenir dans les premiers mètres, à la descente ou lors de la remontée, où nous devons faire preuve d'une extrême vigilance.

Nous l'avons vu, ces accidents sont faciles à éviter.

Ces accidents peuvent être potentiellement très dangereux : mortel pour certains ou pouvant laisser des séquelles irréversibles.

En tant que futur niveau II de la FFESSM, vous devez parfaitement les connaître pour les prévenir en toute circonstance.

2 LES ACCIDENTS BIOCHIMIQUES

2.1 Introduction et rappels

L'air est composé de différents gaz :

- 78,084% d'azote (N₂),
- 20,946% d'oxygène (O₂),
- 0,033% de gaz carbonique (CO₂),
- 0,937% de gaz rares et argon.

La loi de Dalton nous indique que « A température donnée, la pression absolue d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions partielles des gaz qui le composent ».

Cette loi se formule de la façon suivante :

$$P_{\text{air}} = P_{\text{PN}_2} + P_{\text{PO}_2} + P_{\text{PCO}_2} + P_{\text{Pgaz rares}}$$

Dans cette formule,

P_{air} indique la pression du Mélange

P_{PN_2} indique la pression partielle de l'azote

P_{PO_2} indique la pression partielle de l'oxygène

P_{PCO_2} indique la pression partielle du gaz carbonique

$P_{\text{Pgaz rares}}$ indique la pression partielle des gaz rares

On peut aussi écrire : $P_{\text{Pgaz}} = P_{\text{abs.}} \times \% \text{gaz}$

En plongée, l'augmentation progressive de la pression absolue de 1 bar tous les 10 mètres peut nous exposer au seuil de toxicité des gaz :

- L'azote cause la narcose à partir d'une P_{PN_2} de 3,2 bars.
- Le dioxyde de carbone cause l'essoufflement à partir d'une pression partielle de 0,06 bars.
- L'oxygène cause l'hyperoxie à partir d'une pression partielle de 1,6 bars.
- Le monoxyde de carbone cause l'asphyxie à partir d'une pression partielle de 0,20 bars.

La connaissance de ces seuils nous donne les limites de profondeur de la plongée à l'air et les règles de prudence à adopter.

2.2 Narcose ou toxicité de l'azote (ivresse des profondeurs)

2.2.1 Cause

Intoxication à l'azote à partir d'une pression partielle de 3,2 bars (30 mètres), seuil variable d'un individu à l'autre.

2.2.2 Mécanisme

La pression partielle d'azote augmente avec la profondeur. Chez les sujets les plus sensibles, les premiers signes peuvent apparaître à partir de 30 mètres (pression partielle de 3,2 bars). Entre 40 et 60 mètres (pressions partielles de respectivement 4 et 5,6 bars), il est acquis que nous sommes tous touchés.

Le mécanisme exact n'est pas connu à ce jour, il semblerait que l'azote modifie la conduction des influx nerveux au dessus d'une certaine pression partielle.

2.2.3 Signes

Les signes suivants peuvent survenir :

- Engourdissement physique, diminution des réflexes,
- Troubles de la vision : rétrécissement du champ de vision, vision double,
- Troubles de la pensée et de la mémoire : augmentation du dialogue intérieur, baisse de l'attention, altération du raisonnement, désorientation, perte de la notion du temps et de la profondeur, regards incessants vers ses instruments, intérêt pour des futilités,
- Euphorie (sorte d'état alcoolique plus ou moins prononcé),
- Comportement incohérent (arrachage de masque, lâcher d'embout...),
- Angoisse,
- Agressivité.

Généralement, le narcosé n'a pas conscience de son état. Il est donc important de reconnaître chez les autres la narcose. Un plongeur narcosé peut montrer les signes suivants :

- isolé, il reste un peu à part de sa palanquée,
- il peut ne plus répondre aux signes usuels de plongée,
- il peut montrer un comportement inadapté (difficulté à se maintenir à la profondeur, plongeur voulant prolonger la plongée et se maintenir à une profondeur),
- il peut aussi montrer un comportement irraisonné (arrachage de masque, lâcher d'embout),
- agressivité, angoisse, excitation,
- Plus rarement, possible perte de connaissance.

2.2.4 Conduite à tenir

Remonter jusqu'à disparition des symptômes (= s'extraire ou extraire le plongeur de la zone de danger).

Demander ou porter assistance.

2.2.5 Traitement

Aucun en l'absence de suraccident.

2.2.6 Prévention

- S'habituer progressivement à la profondeur lors de chaque saison.
- Evoluer avec des plongeurs habitués à cette profondeur.
- Lors des plongées dans la zone des 40 mètres, ralentir la descente à partir de 30 mètres.
- Descendre tête en haut, notamment lors des derniers mètres.
- Eviter de se redresser brutalement dans les derniers mètres.
- Eviter les plongées profondes en cas de fatigue, d'anxiété ou de stress.
- Respect absolu de la profondeur limite : 60m
- Surveillance mutuelle des plongeurs de la palanquée.
- Connaître ses limites (expérience).

2.3 Essoufflement ou toxicité du dioxyde de carbone

2.3.1 Cause

Intoxication au dioxyde de carbone (CO₂) à partir d'une pression partielle comprise entre 0,03 et 0,04 bars, essoufflement à partir de 0,06 bars, mort au-delà de 0,09 bars.

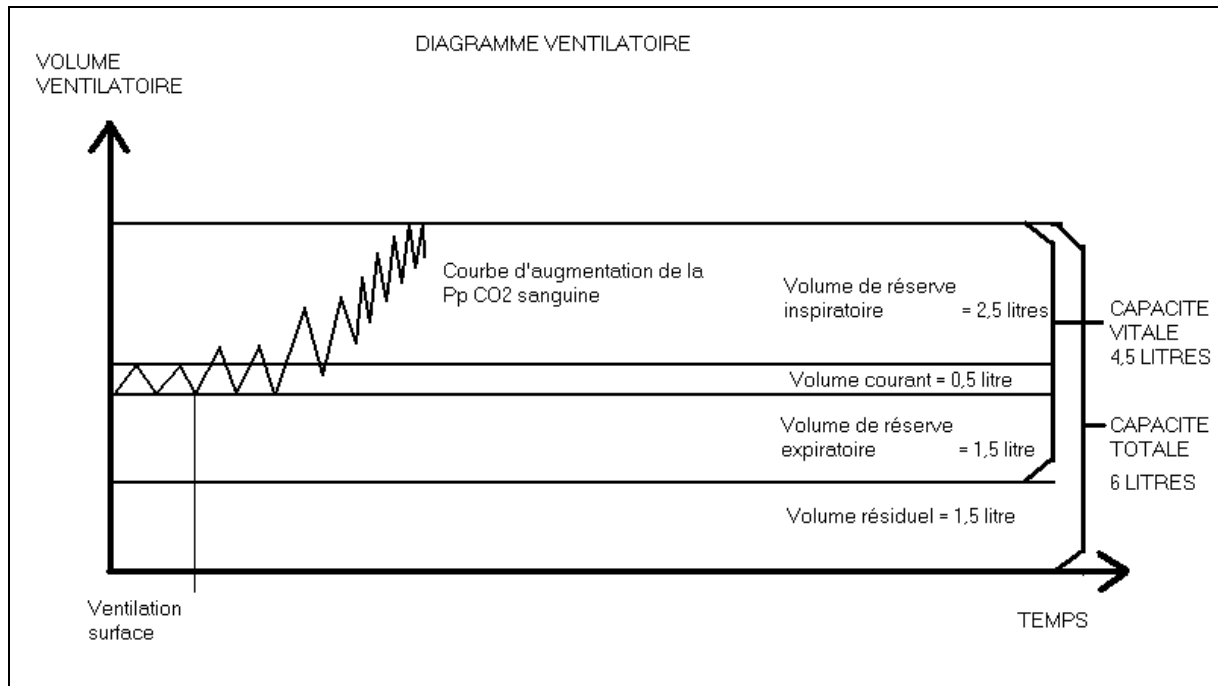
C'est un accident aux causes multiples qui peuvent se cumuler entre elles :

- Le froid : on respire plus superficiellement, donc on élimine le CO₂ moins bien.
- L'émotion et la peur dérèglent la respiration.
- Un effort important pendant la plongée.
- Un mauvais lestage.
- Un rythme respiratoire inadapté (apnée entre inspiration et /ou expiration superficielle).
- Le manque de condition physique : demande un effort plus important pour réaliser un déplacement.
- Les conditions de plongée : le courant, une distance parcourue importante, un palmage trop rapide.
- Le matériel : détendeur mal réglé, dur à l'inspiration.
- L'air vicié : prise d'air sur le pot d'échappement du compresseur, huile dans l'air (compresseur).
- Le mal de mer.
- La profondeur :
 - effet loi de Dalton, simple augmentation de la pression partielle de CO₂ avec l'augmentation de la profondeur et donc de la pression absolue.
 - augmentation de la densité des gaz avec la profondeur.
- L'effort avant la plongée : un palmage important à contre courant pour rejoindre le site de plongée sans une pose avant de descendre augmente la charge de CO₂ dans l'organisme et prédispose à l'essoufflement.

2.3.2 Mécanisme

C'est la teneur en CO₂ qui commande à l'organisme l'inspiration.

Lorsque la pression partielle de CO₂ augmente, cela commande l'inspiration et augmente le rythme respiratoire. La ventilation devient superficielle, le CO₂ est mal éliminé. On entre dans un cercle vicieux.



2.3.3 Signes

On va voir ou ressentir les signes suivants :

- Augmentation du rythme respiratoire, le plongeur est « noyé » dans ses bulles, il a en permanence un nuage de bulles autour et au dessus de lui.
- Sensation d'étouffement.
- Envie de prendre un bon bol d'air (dans l'eau !), on pense à retirer son détendeur, à remonter très vite (trop vite !) en surface.
- Fatigue, maux de tête, angoisses et nausées.
- Risque de syncope à partir de 0,07 bars.

2.3.4 Conduite à tenir

- Arrêter tout effort.
- Se stabiliser à l'aide de son gilet pour ne pas redescendre.
- Demander assistance à un membre de sa palanquée.
- Amplifier et forcer sur l'expiration (c'est le plus difficile à faire car votre physiologie vous commande INSPIRATION...).
- Remonter pour faire baisser la pression partielle du dioxyde de carbone.
- Interrompre la plongée même si cela va mieux.
- Augmenter la durée du dernier palier (3m).

2.3.5 Traitement

Oxygénothérapie normobare.

2.3.6 Prévention

- Entraînement régulier pour se maintenir en bonne condition physique, maîtriser ses émotions, contrôler sa respiration.
- Adopter une protection adaptée contre le froid.

- Lestage correct.
- Pas d'effort avant la plongée (à terre ou en surface avant l'immersion).
- Matériel entretenu régulièrement.
- Qualité de l'air dans le bloc.

2.4 Hyperoxie ou toxicité de l'oxygène

2.4.1 Causes

Effet Lorrain-Smith :

- Toxicité chronique de l'oxygène à partir d'une pression partielle d'oxygène supérieure à 0,5 bars durant plus de 6 heures.

Effet Paul Bert :

- Toxicité aiguë de l'oxygène à partir d'une pression partielle de 1,6 bars. Il faut descendre à 70 mètres à l'air comprimé pour être confronté à cet accident.

2.4.2 Mécanisme

Effet Lorrain-Smith :

- Irritation des poumons et inflammation rénale.

Effet Paul Bert :

- Neurotoxique aigu.

2.4.3 Signes

Effet Lorrain-Smith :

- Gène, toux, œdème.

Effet Paul Bert :

- Crise convulsive de type épileptique sous-marine parfois accompagnée de signes annonciateurs : augmentation du rythme cardiaque, troubles oculaires ou auditifs, contractions musculaires.
- Comme la crise épileptique, trois phases :
 - Tonique : convulsions généralisées (blocage de la respiration et mâchoire contractée).
 - Clonique : perte de connaissance brutale.
 - Résolutive : relâchement généralisé.

2.4.4 Conduite à tenir

Effet Lorrain-Smith :

- Interrompre l'exposition à l'oxygène.

Effet Paul Bert :

- Remonter pour faire baisser la pression partielle d'oxygène (attention toutefois au blocage de la respiration et difficulté de remettre l'embout en bouche si la mâchoire est contractée) !

2.4.5 Traitement
Hospitalisation.

2.4.6 Prévention

Effet Lorrain-Smith :

- Limiter le temps de respiration de l'oxygène pur...

Effet Paul Bert :

- Pas de palier à l'oxygène pur en dessous de 6 mètres.
- Respecter les limites de profondeur de la plongée à l'air.
- Respecter les limites de profondeur en cas de plongée au mélange suroxygéné.

2.5 Conclusion

La toxicité des gaz est liée à l'augmentation de la profondeur d'évolution.

Niveau II de la FFESSM, vous allez évoluer encadrés jusqu'à 40m. A cette profondeur, la prévention de la narcose et de l'essoufflement passe par une observation attentive de vos équipiers et un strict respect des règles de prévention. Nous sommes tous un jour confrontés à la manifestation de la toxicité des gaz.

Leur connaissance permet de cantonner leurs manifestations au niveau de l'incident maîtrisable, et l'expérience permet d'éviter l'accident.