



# Barotraumatismes

Michael Morin



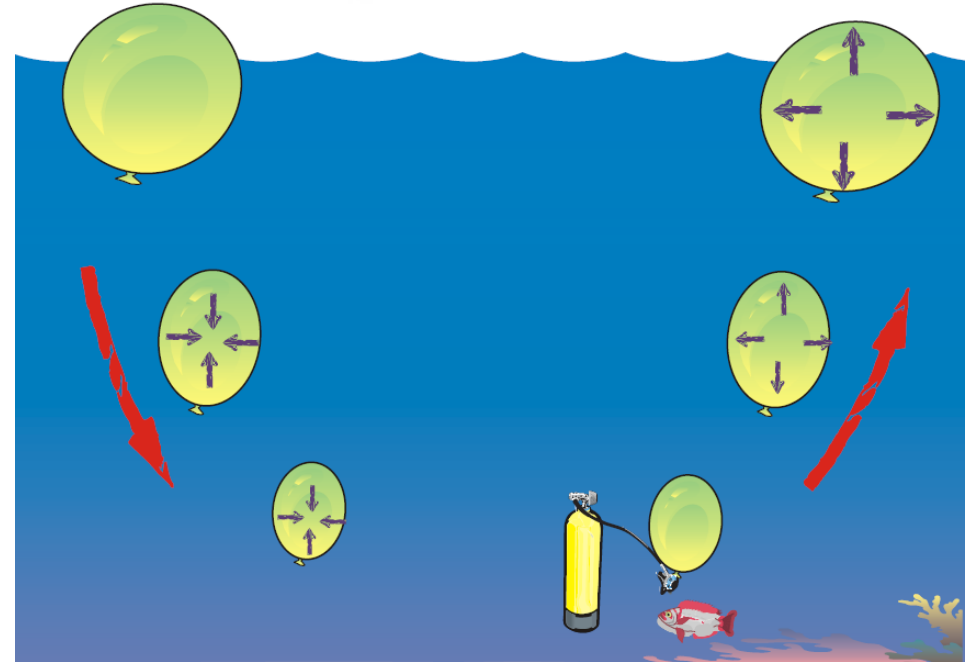
# Barotraumatismes

# Le guide de palanquée et les barotraumatismes

- Pour l'examen :
  - Epreuve théorique
  - Doit savoir se protéger durant les épreuves pratiques (DTMR, Apnée à 10m, Mannequin, descente puis intervention à 40m)
- Dans sa future pratique de GP :
  - Le GP devra avoir une attitude permettant de prévenir les accidents
    - Explications claires au briefing
    - Comportement dans l'eau (ne pas mettre les personnes encadrées en danger, les surveiller très régulièrement)
    - Si un problème survient, savoir le reconnaître et avoir la conduite adaptée

# Principes

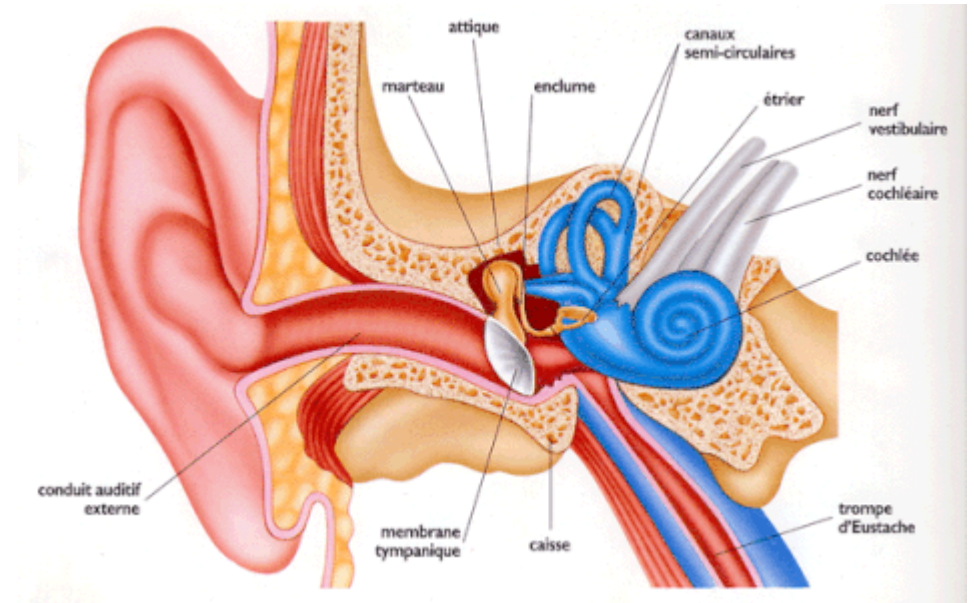
- Loi de Boyle Mariotte
- $P_1 \times v_1 = P_2 \times v_2$  à  $t^\circ$  constante
- Les variations de pressions entraînent des variations de volumes inversement proportionnelles
- Plus on est proche de la surface, plus ces variations sont importantes



© Illustra Pack

# Barotraumatisme de l'oreille

- Ce sont les accidents les plus fréquents (80% des accidents de plongée)
- Ils arrivent à la descente ou à la remontée
- Ils concernent l'oreille moyenne et/ou l'oreille interne



© Illustra Pack

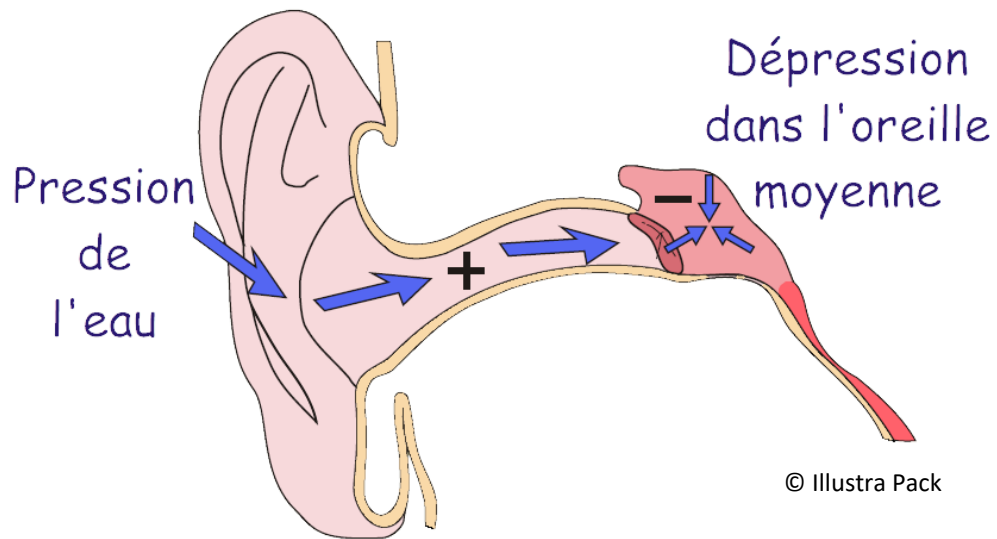
# Barotraumatisme de l'oreille moyenne

## A la descente

La pression augmente donc le volume diminue

L'oreille moyenne est en dépression

Le tympan se déforme vers l'intérieur

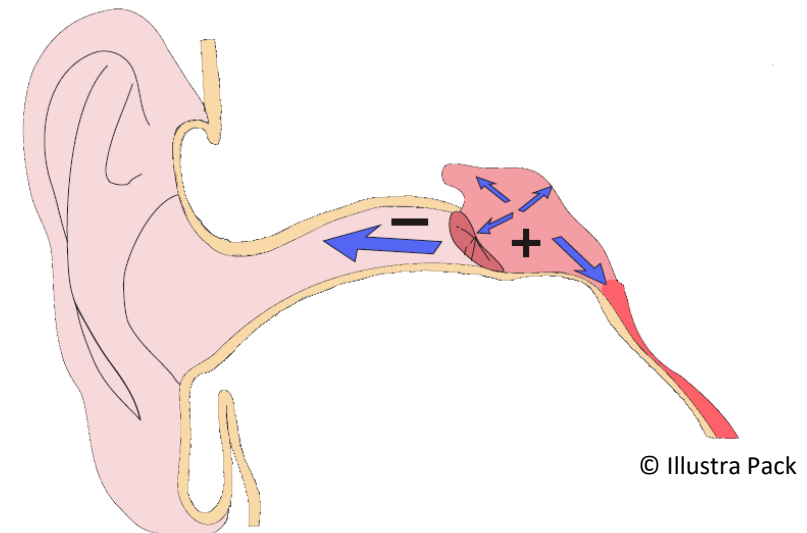


## A la remontée

La pression diminue donc le volume augmente

L'oreille moyenne est en surpression

Le tympan se déforme vers l'extérieur



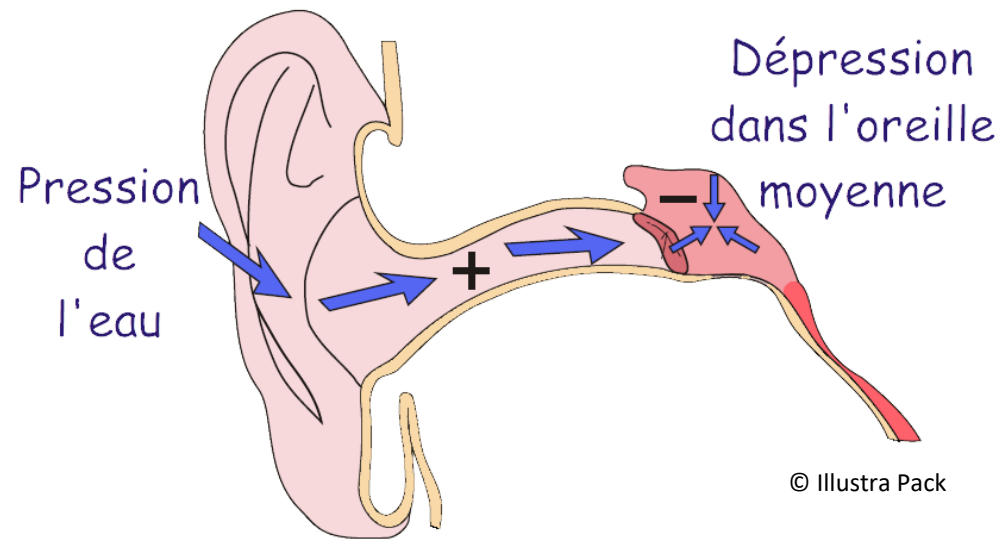
# Barotraumatisme de l'oreille moyenne

## A la descente

Dû à une variation trop rapide du volume (vitesse de descente rapide)

Dysfonctionnement de la trompe d'Eustache

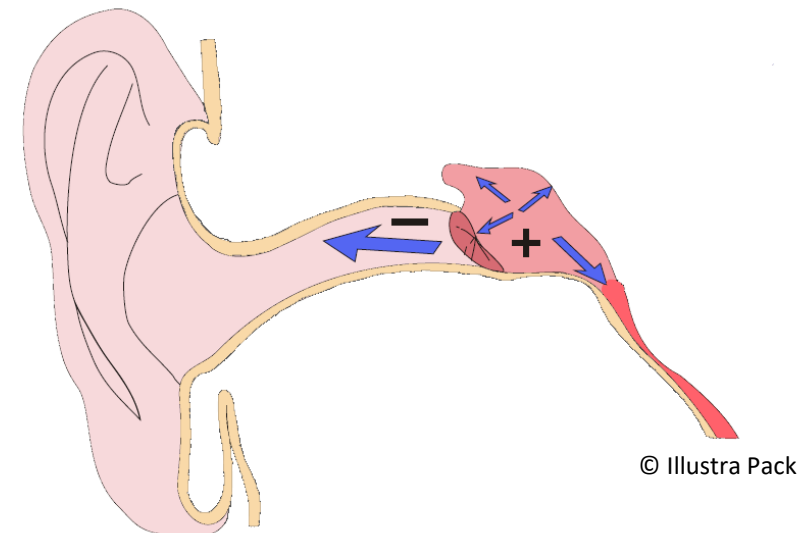
- Inflammation de la trompe ou de la muqueuse nasale obstruant l'orifice de la trompe
- Mucosité qui bouche la trompe
- Problème physiologique (forme de la trompe)



## A la remontée

Dysfonctionnement de la trompe d'Eustache

- Inflammation de la trompe ou de la muqueuse nasale obstruant l'orifice de la trompe (attention aux médicaments anti inflammatoires)
- Mucosité qui bouche la trompe
- Problème physiologique (forme de la trompe)



# Barotraumatisme de l'oreille moyenne

## A la descente

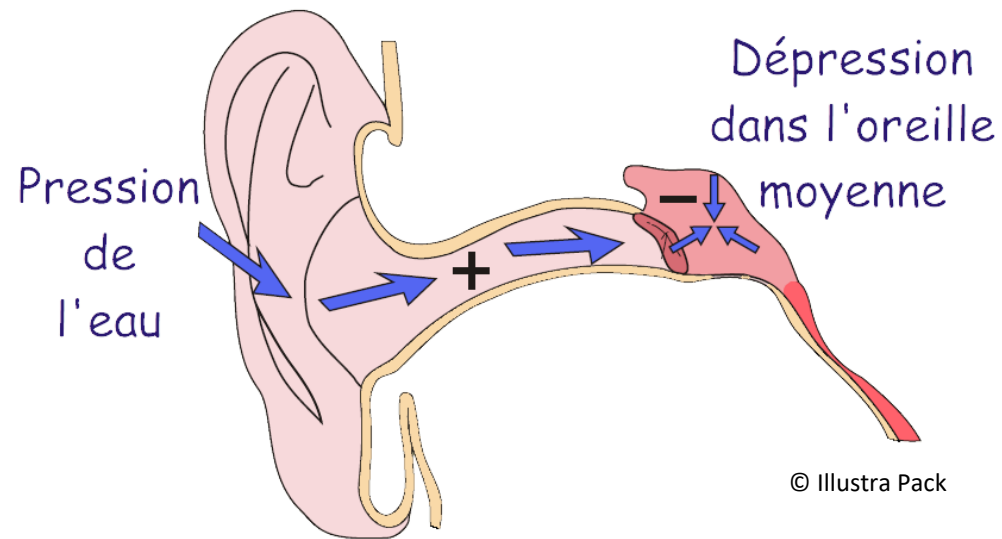
Conduite à tenir :

Arrêter la descente

Remonter à la profondeur de non douleur

Redescendre très lentement en équilibrant les oreilles

Si ça ne passe pas fin de plongée



## A la remontée

Conduite à tenir :

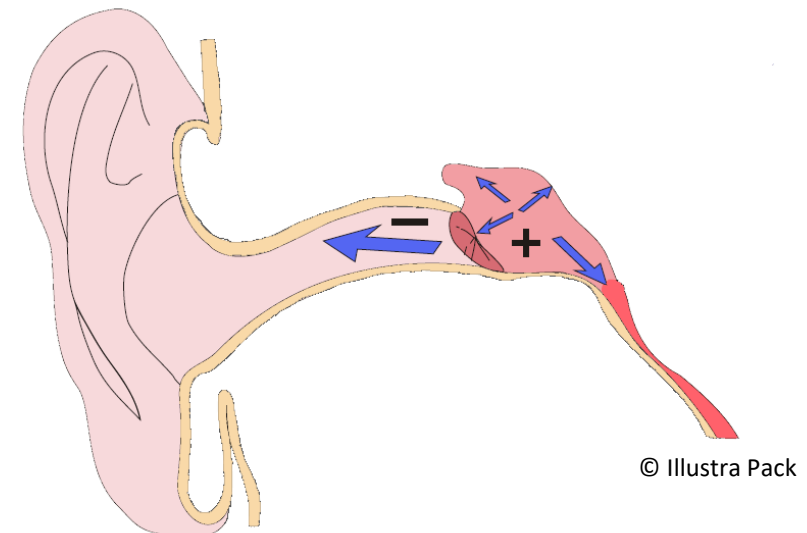
Arrêter la remontée

Redescendre à la profondeur de non douleur

Remonter très lentement

Méthode de Toynbee

Surtout pas de Valsalva



# Barotraumatisme de l'oreille moyenne

- conséquences cliniques :
  - enfoncement du tympan pouvant aller à la rupture, douleur d'intensité variable
  - de la simple gêne à la douleur syncopale (urgence absolue)
  - sensation d'oreille bouchée
  - hypoacousie
  - acouphènes ou non
  - s'il y a vertiges associés : suspecter barotraumatisme mixte avec oreille interne

# Barotraumatisme de l'oreille moyenne

- conduite à tenir :
  - faire consulter par un ORL ou un médecin fédéral
  - protéger l'oreille d'introduction de liquide avec coton ou bonnet, ne surtout pas traiter par auto médication (pas de gouttes)
  - ne plus plonger sans avis médical

# Manœuvres d'équilibrage

| Méthodes                         | Commentaires                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Facilité | Sécurité |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| Vasalva                          | Méthode simple. Nez Pincé, Bouche fermée. C'est la plus risquée, mise en suppression du thorax. Risque de Barotraumatisme de l'oreille, Risque de passage de bulle dans le circuit artérielle (Accident de décompression). Cette manœuvre doit être faite de façon non violente et Jamais à la remontée | ★★★★     | ★        |
| Souffler                         | Variante de la Valsalva. On souffler par le nez comme pour se moucher. Méthode moins violente, pratique lorsque les mains sont prises                                                                                                                                                                   | ★★★      | ★★       |
| Frenzel                          | Méthode difficile à réaliser détenteur en bouche. Consiste à contracter la base de la langue puis à la refouler vers le haut du palais pour amener l'air du pharynx vers la trompe d'Eustache et en faciliter l'ouverture. Manœuvre moins violente que Valsalva.                                        | ★        | ★★       |
| Déglutition                      | Ouverture des trompes d'Eustache par simple déglutition – Trompes bien droite                                                                                                                                                                                                                           | ★        | ★★★      |
| BTV<br>Béance tubaire volontaire | Cette manœuvre consiste à garder les trompes ouvertes grâce au contrôle des muscles qui participent à leur l'ouverture. Cette méthode évite tout risque d'accident barotraumatique de l'oreille à la descente                                                                                           | ★        | ★★★      |
| Toynbee                          | Nez pincé et bouche fermée, déglutir et Aspirer par le nez (Inverse de Valsalva)<br><b>A n'utiliser qu'en cas de difficulté à la remontée</b>                                                                                                                                                           | ★★★      | ★★       |

# Prévention des barotraumatismes de l'oreille moyenne



## Avant

Ne pas plonger avec une infection ORL (rhume, rhinite, trachéite, etc.)

Explications claires données aux membres de la palanquée que vous encadrez

Rappelez le code de communication et pas de Valsalva à la remontée

## Pendant

Essayer d'utiliser des manœuvres douces d'équilibration (BTV, déglutition, ...)

Faire une descente douce, tête haute

Eviter les yoyos

Surveiller sa palanquée

## Après

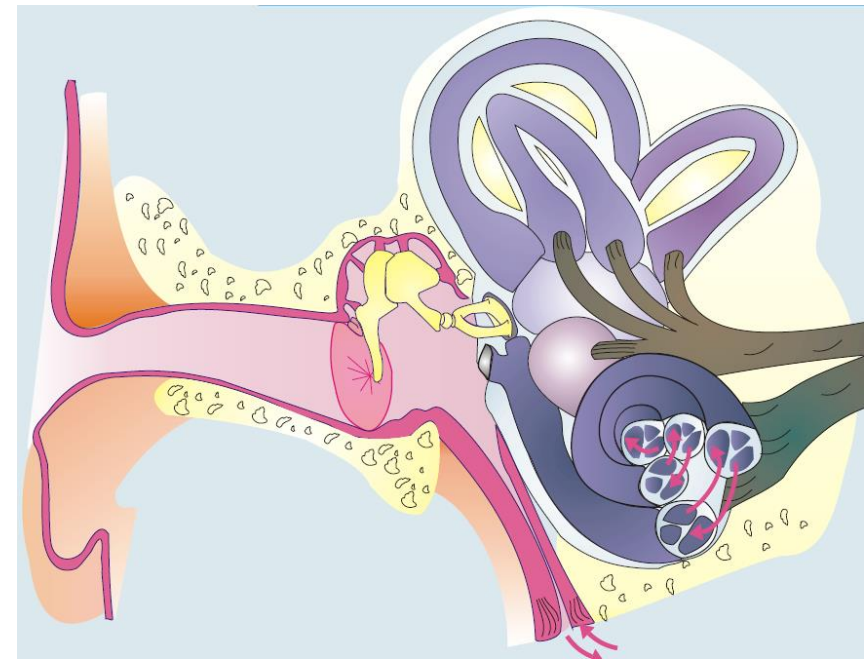
Être à l'écoute de sa palanquée et de son corps

Ne pas négliger les symptômes (oreilles bouchées, douleurs, ...)

Conseiller un avis médical au moindre doute

# Barotraumatisme de l'oreille interne

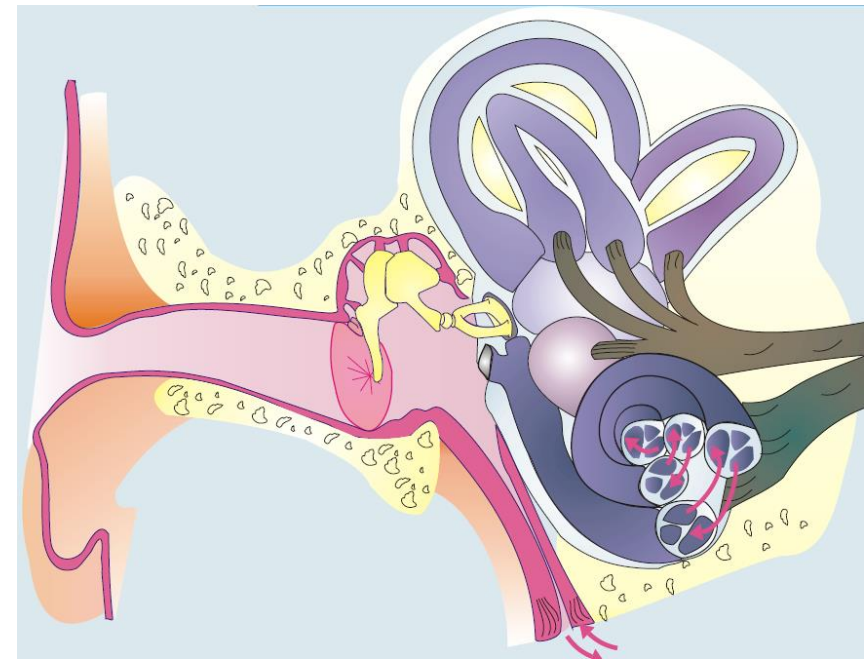
- Moins fréquent que celui de l'oreille moyenne
- Les séquelles sont parfois irréversibles
- Arrive à la descente, conséquence d'une surpression brutale des liquides endolymphatiques du labyrinthe due à:
  - un Valsalva trop fort
  - ou non compensation par effet d'anesthésie pour insensibilité tympanique
  - Ou une rupture du tympan



© Illustra Pack

# Barotraumatisme de l'oreille interne

- Les origines peuvent différentes :
  - Barotraumatisme de l'oreille moyenne transmis à l'oreille interne via les osselets et la fenêtré ovale  
Entorse de l'articulation entre l'étrier et la fenêtré ovale
  - Coup de piston labyrinthique directement transmis à l'oreille interne sans atteinte du tympan et des osselets dû à:
    - un Valsalva brutal,
    - un barotraumatisme direct par coup de piston de l'étrier dans la fenêtré ovale → entorse → rupture fenêtré ronde ou ovale



© Illustra Pack

# Barotraumatisme de l'oreille interne

- Conséquences :
- Troubles de l'audition dus à la destruction des cellules ciliées de la cochlée ( acouphènes, baisse de l'audition, surdité)
- Vertiges, troubles de l'équilibre, nausées dus à la perte de liquide endolymphatique par une fissure dans la fenêtre ronde ou ovale.

# Barotraumatisme de l'oreille interne

- conduite à tenir :
  - faire consulter par un ORL de toute urgence
  - ne plus plonger sans avis médical

# Prévention des barotraumatismes de l'oreille interne



## Avant

Rappeler qu'il ne faut jamais faire de manœuvre de VALSALVA lors de la remontée, cela aggraverait encore la surpression–

Il faut au contraire créer une dépression par la trompe d'Eustache : inspirer doucement en pinçant le nez (manœuvre de TOYNBEE)

## Pendant

Pendant la plongée, en cas d'accident (vertige, désorientation)

Porter assistance, remonter la personne

## Après

En surface : URGENCE  
THERAPEUTIQUE–Alerter les secours pour prise en charge rapide par équipe médicale spécialisée

En cas de doute entre barotraumatisme et ADD, prendre en charge comme un ADD = O2, hydratation, etc.

# Vertige alerno-barique

## Causes

Dû à une dysfonction unilatérale de la trompe d'Eustache qui empêche l'air en surpression relative dans la caisse du tympan de s'évacuer ce qui cause une différence de pression entre les 2 oreilles

Arrive le plus souvent à la remontée

Il est régressif en totalité et rapidement

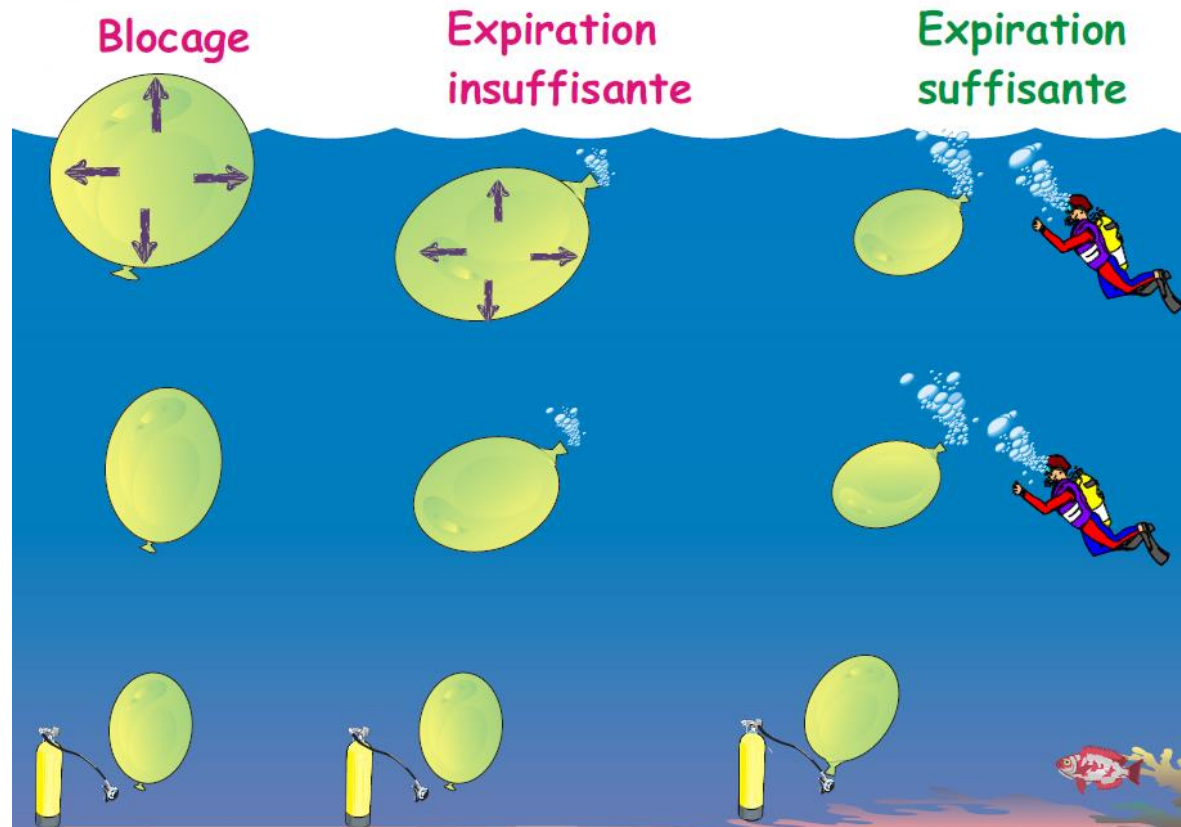
## conséquences

Vertige transitoire et régressif

- Désorientation
- Perte de la notion de verticalité
- Dure de quelques secondes à quelques minutes
- Peut provoquer des nausées
- Risque de noyade si le plongeur panique

# La surpression pulmonaire

- C'est le barotraumatisme le plus grave
- Il arrive à la remontée lorsque l'expiration est bloquée ou insuffisante



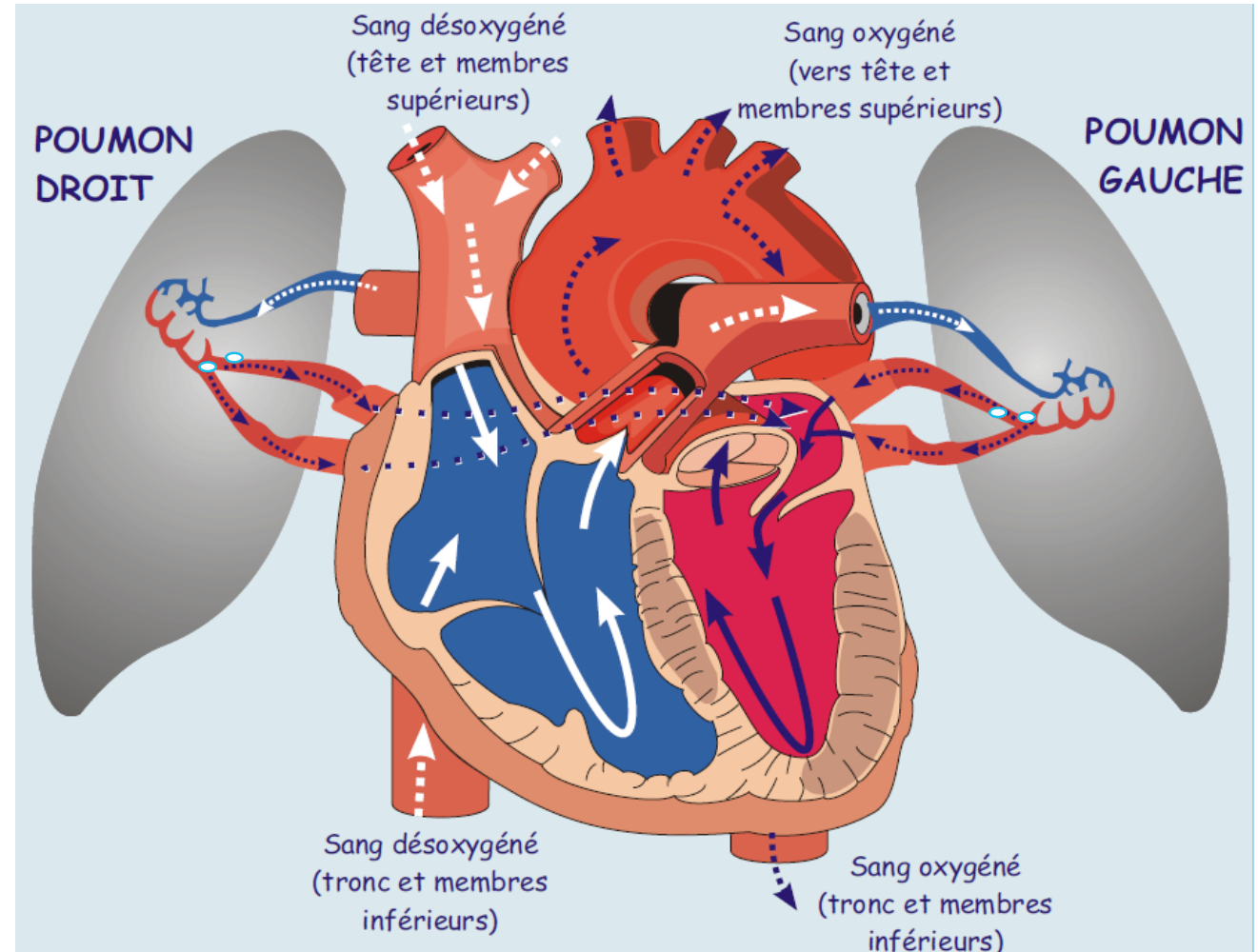
# La surpression pulmonaire

- A la remontée, la pression ambiante diminue
- L'air contenu dans les alvéoles se dilate
- Si l'expiration est bloquée ou insuffisante la surpression pulmonaire survient
- Les conséquences vont de la distension des alvéoles jusqu'à leur rupture
- Si il y a rupture, il y a passage de l'air dans les tissus interstitiels environnants ou dans la circulation via les veines pulmonaires
  - Pneumothorax = décollement du poumon suite à entrée d'air entre les 2 feuillets de la plèvre
  - Emphysème sous cutané (bulles d'air sous la peau) et médiastinal
  - Possibilité d'embolie cérébrale (bulles d'air véhiculées par les veines pulmonaires vers les carotides)

# La surpression pulmonaire

## Passage de l'air dans la circulation

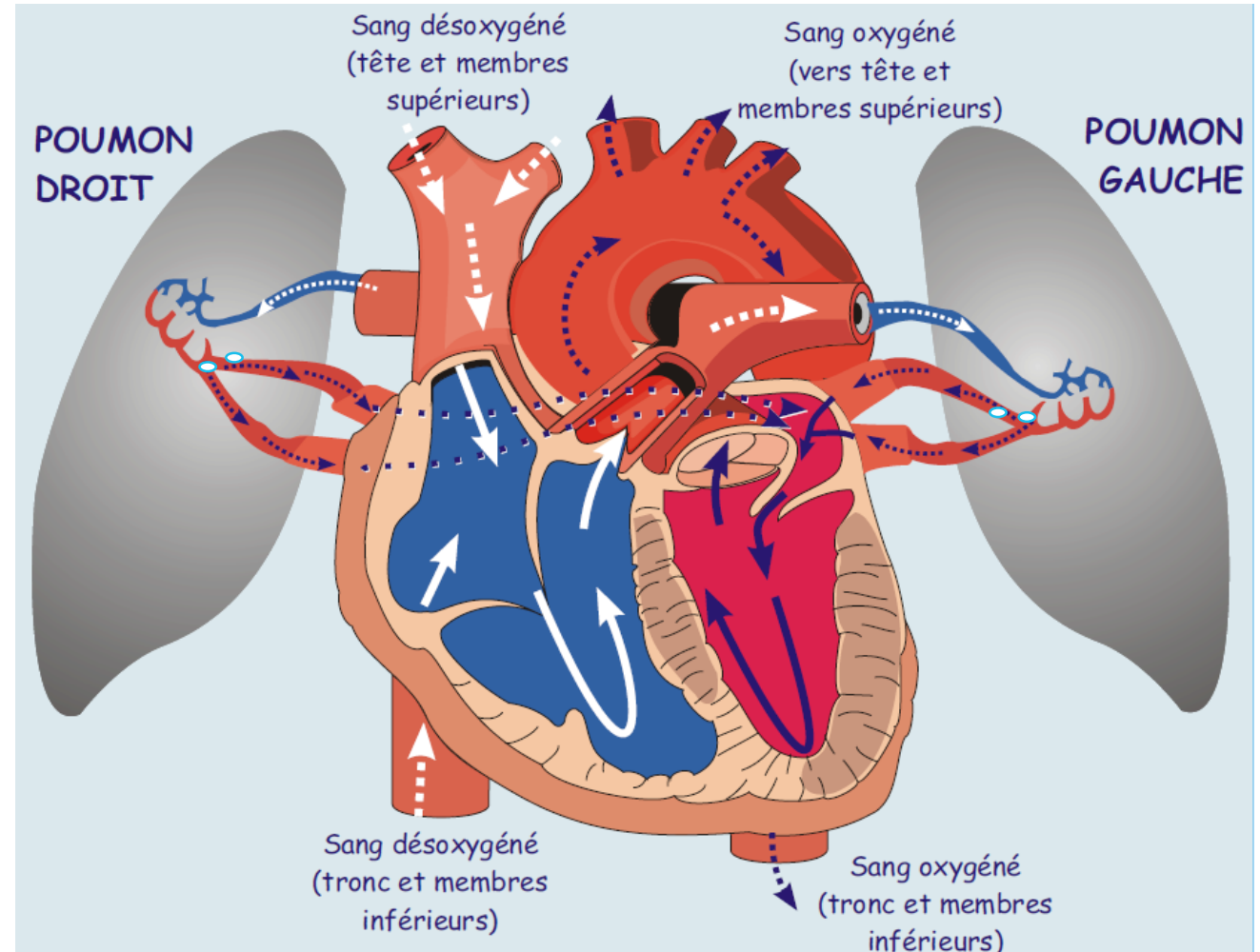
- Les bulles circulent jusqu'à l'oreillette gauche via les veines pulmonaires.
- Passent dans le ventricule gauche, qui les éjecte dans la grande circulation
- Elles se retrouvent dans la crosse aortique
- Comme les bulles dans un liquide montent, elles passent par les carotides et vont vers le cerveau
- Si ces bulles viennent à boucher des vaisseaux sanguins cérébraux, il y aura des lésions neurologiques



# La surpression pulmonaire

## Passage de l'air dans la circulation

- Les symptômes seront d'ordre neurologique
- Troubles sensoriels : vue, audition, touché
- Troubles moteurs (monoplégie, hémiplégie, fourmillements)
- Aphasie
- Convulsion
- Perte de connaissance
- Coma

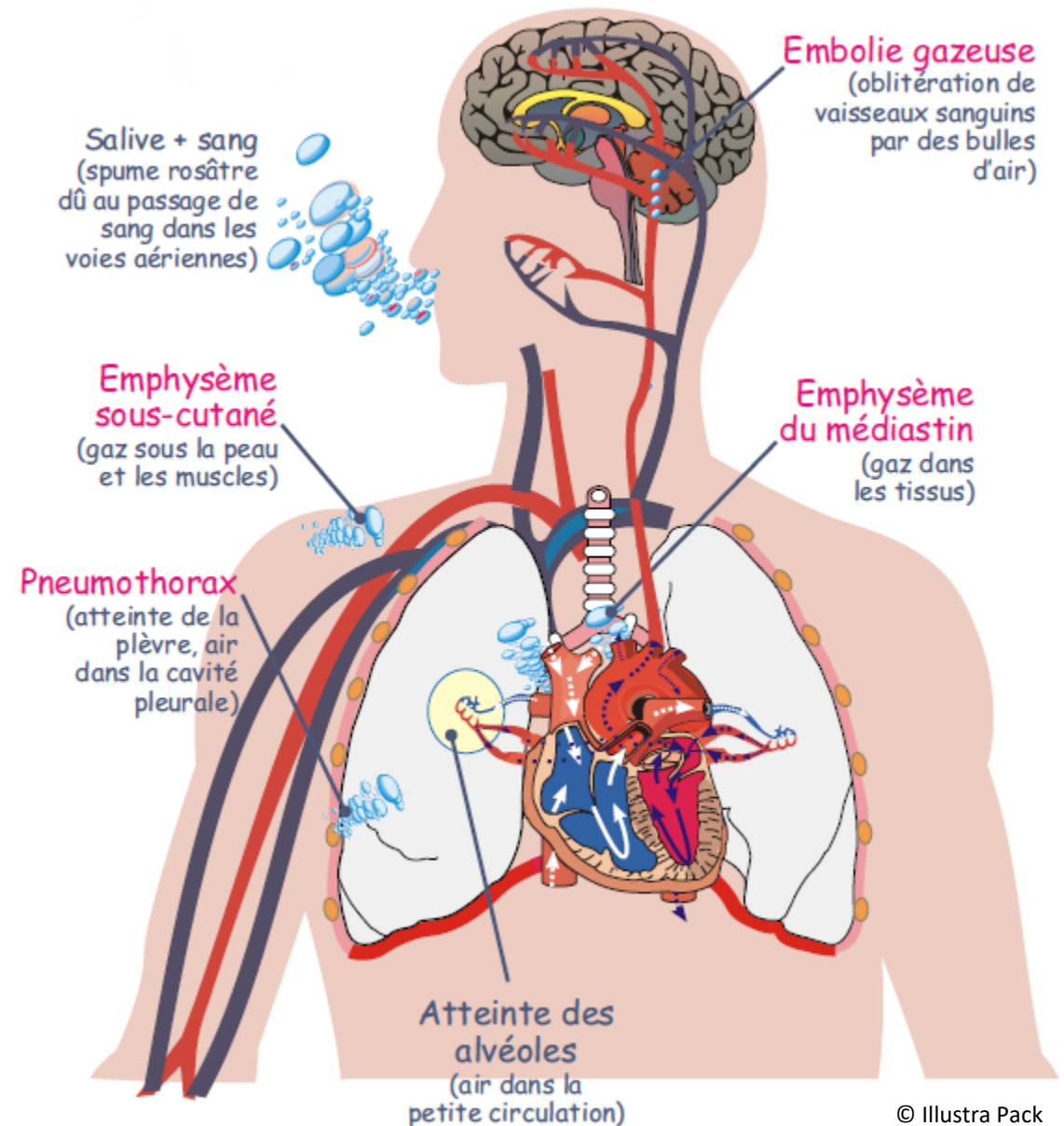


© Illustration Pack

# La surpression pulmonaire

## passage de l'air dans les tissus interstitiels

- Lésions pulmonaires, possibilité de pneumothorax
- Détresse ventilatoire plus ou moins grave
  - Gène respiratoire modérée, accélération de la fréquence ventilatoire, toux intermittente, crachats teintés de sang
  - douleurs thoraciques, toux avec expectoration sanglante, oppression avec détresse ventilatoire

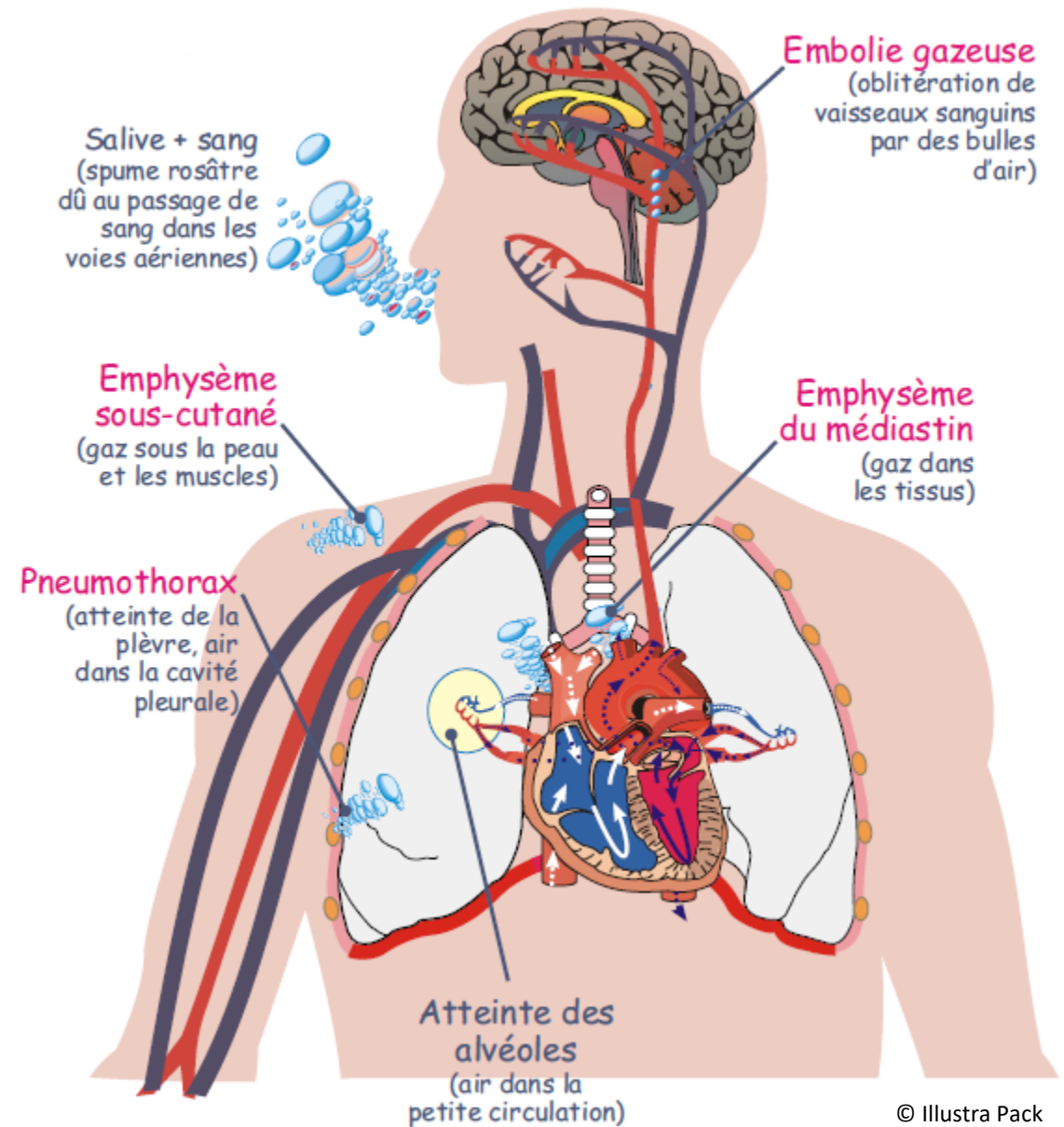


© Illustra Pack

# La surpression pulmonaire

## passage de l'air dans les tissus interstitiels

- Symptômes circulatoires : tachycardie, cyanose
- Symptômes cutanés : crépitation de bulles d'air à la base du cou = emphysème

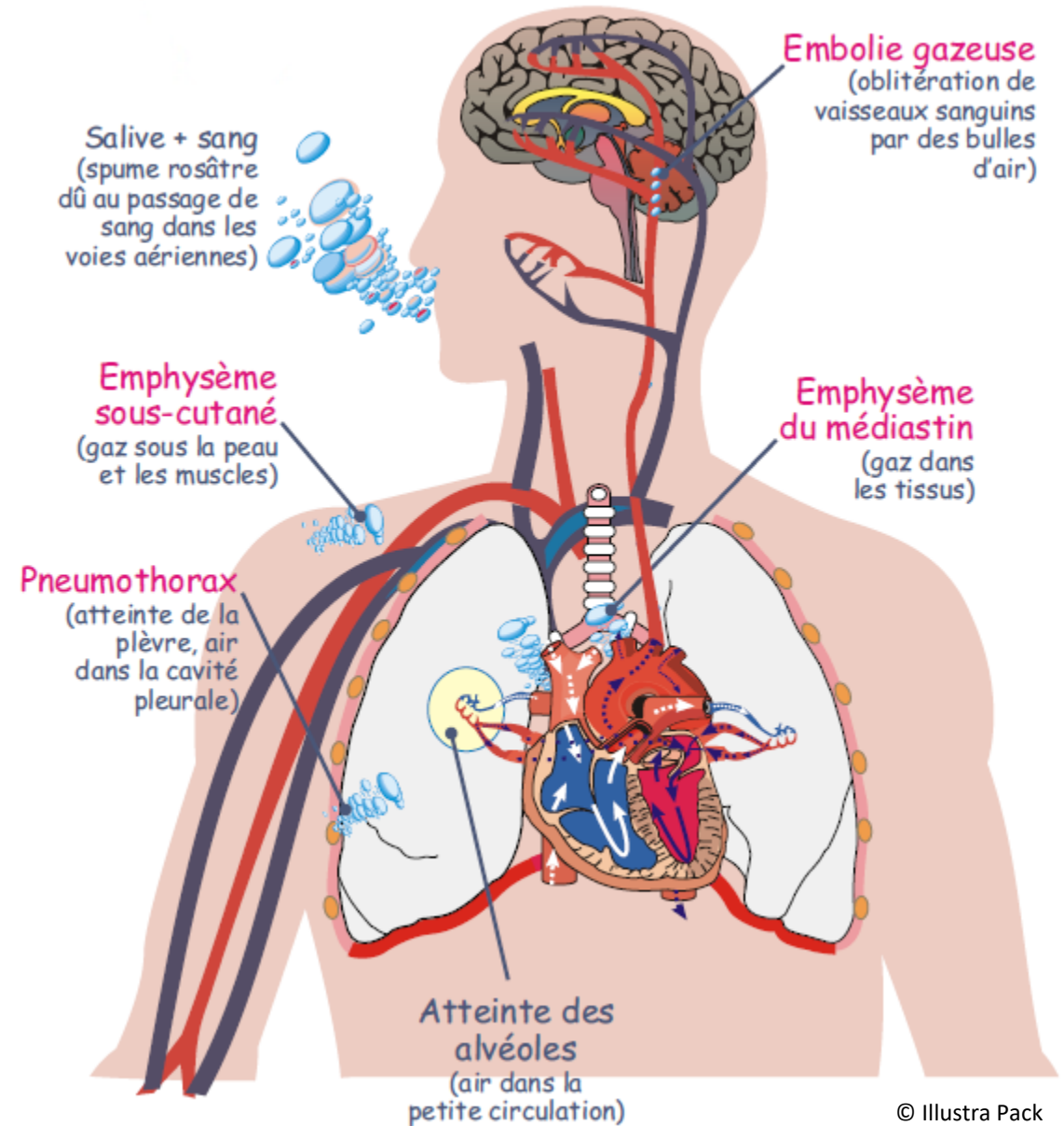


© Illustra Pack

# La surpression pulmonaire

## Conduite à tenir

- Position semi-assise plutôt que couchée
- Réchauffer
- O<sub>2</sub> (15l/mn), inhalation ou insufflation
- Hydrater



© Illustra Pack

# Prévention de la surpression pulmonaire



## Avant

Rappeler :

De ne jamais bloquer sa ventilation et d'expirer pendant la remontée (débutants)

Les procédures d'utilisation du gilet et les principes du poumon ballast

Les modalités de contrôle de la vitesse de remontée

## Pendant

Faire effectuer un test de stabilisation à 5 –6m

Faire preuve d'une grande vigilance, rester très proche des débutants pendant la plongée, imposer de ne jamais être au-dessus du GP lors de la remontée

Anticiper les situations pouvant générer du stress ou une remontée panique

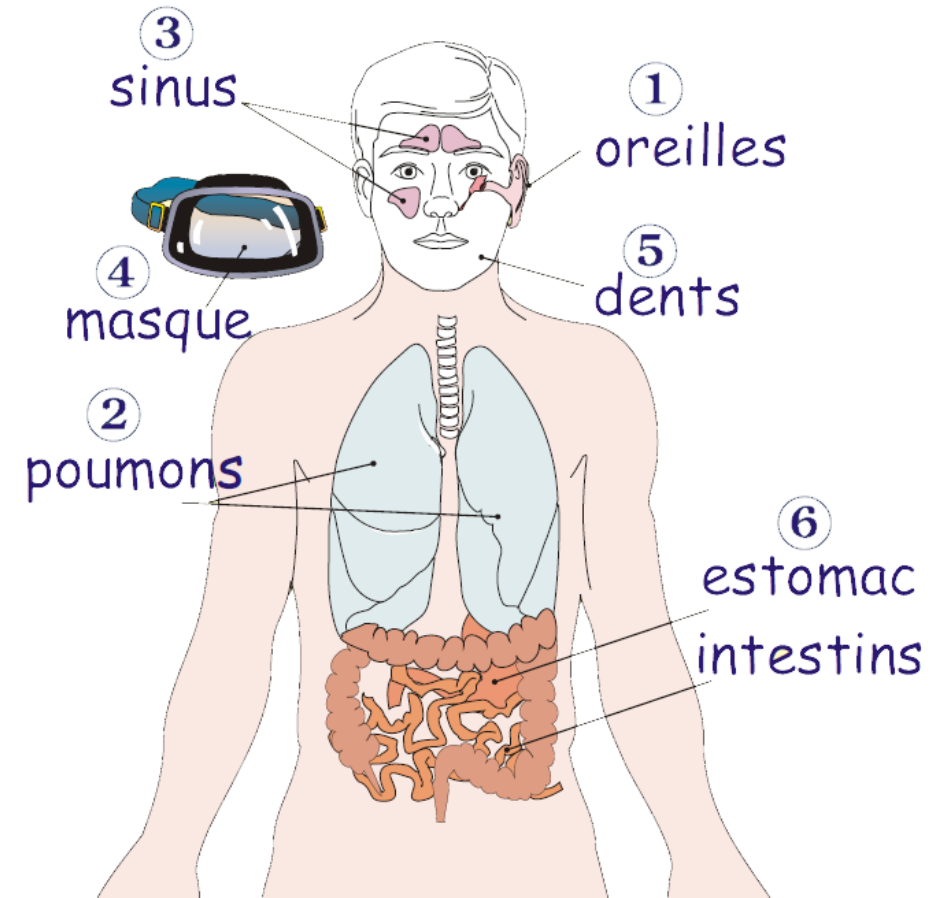
## Après

Surveiller les membres de votre palanquée (importance du moment de convivialité)

Ne pas négliger des symptômes respiratoires, même mineurs.

# Autres Barotraumatismes

- Placage de masque
- Sinus
- Dents
- Tube digestif



© Illustra Pack

# Le placage de masque

- **Mécanisme:**

- Dépression de l'air contenu dans le masque lors de la descente (idem oreille), effet ventouse

- **Symptômes**

- Hémorragies conjonctivales
- Hématome facial
- Saignement de nez

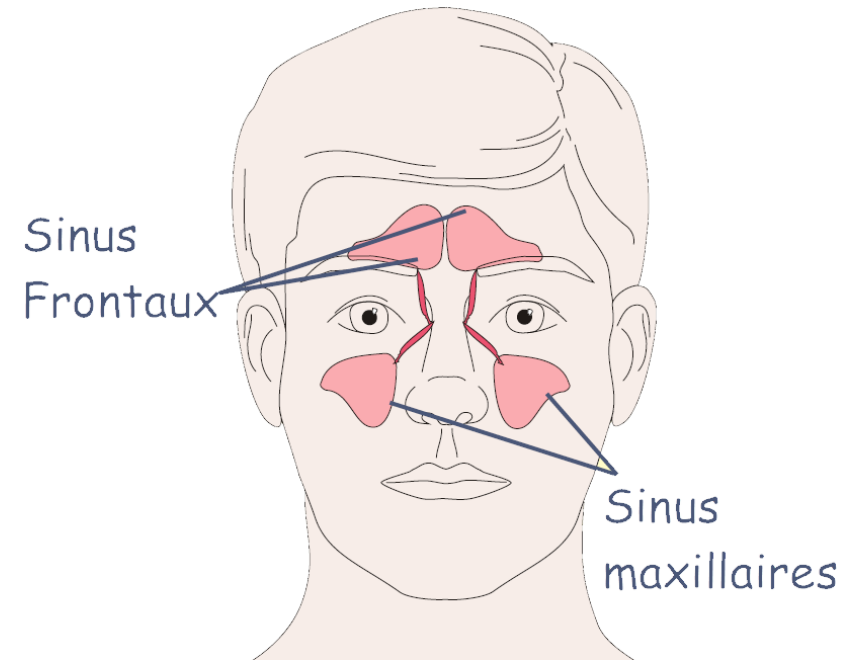
- **Prévention**

- Souffler par le nez pour équilibrer les pressions



# Barotraumatisme des sinus

- Cavités communiquant avec les fosses nasales par un fin canal
- Si le canal est bouché (rhume)
  - En descente : dépression inflammation, douleur, saignement du nez
  - A la remontée : surpression
- Rôle de prévention du GP
  - Dissuader un plongeur enrhumé, éviter les vasodilatateurs
- Se moucher avant immersion
  - Ne pas forcer si douleur, réessayer, savoir renoncer si échec



© Illustra Pack

# Barotraumatisme des dents

- Plutôt rare
- Touche principalement des dents cariées
- Amalgame vieilli, peu étanche, laissant passer de l'air
- Douleur à la descente, par dépression dans la cavité,
- ou à la remontée, par surpression



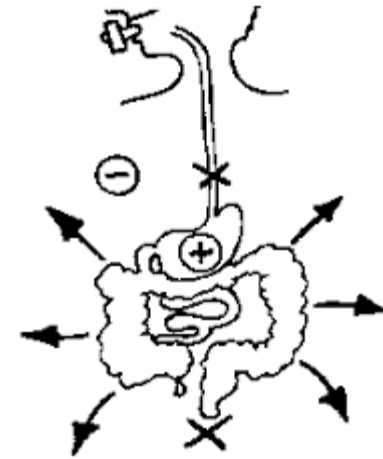
# Barotraumatisme des dents

- **Risques :**
  - Fortes douleurs
  - Expulsion de l'amalgame
  - Bris de la dent, douleur très forte avec risque de syncope
- **Conseils :**
  - Soins dentaires
  - Ne pas forcer si douleur, réessayer, savoir renoncer si échec



# Barotraumatisme du tube digestif

- Bénin et plutôt rare
- Lors de la remontée, sensation de pesanteur gastrique (nécessité d'éructer) ou de distension abdominale
- A l'extrême : la classique « colique des scaphandriers »
  - Arrive lors des plongées très longues (en recycleur par exemple)
  - Prévention : éviter les boissons gazeuses, les féculents
- Eviter de déglutir de l'air (débutants)
- Eviter de plonger avec une gastro entérite ou la turista

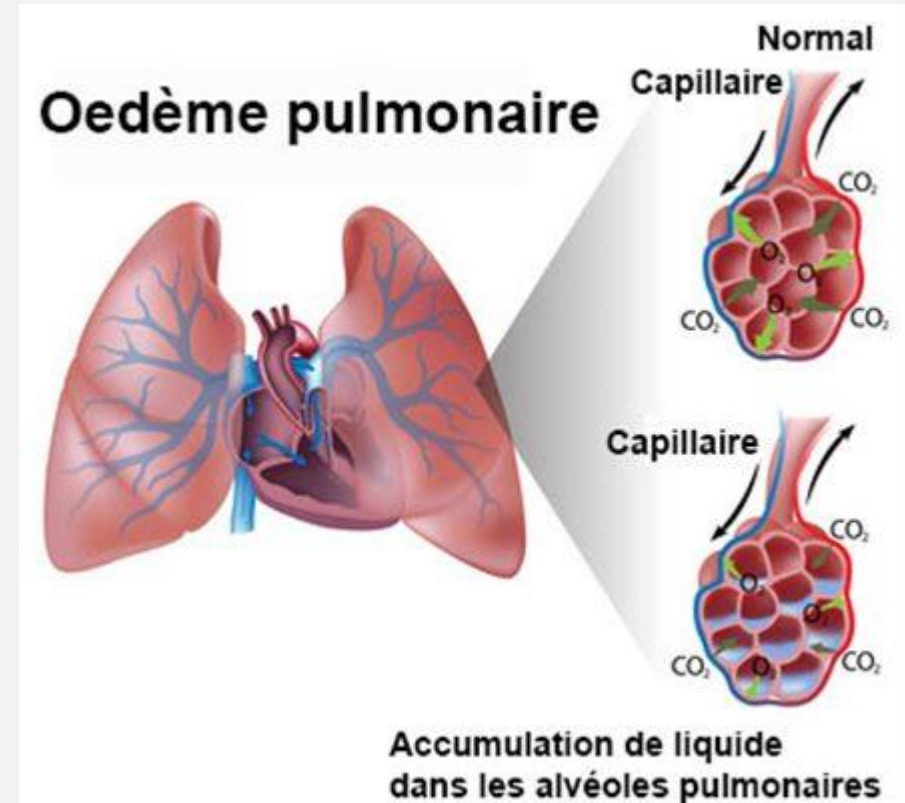




# Œdème pulmonaire d'immersion

# Œdème pulmonaire d'immersion

- Dû à une accumulation anormale de liquide dans les alvéoles pulmonaires
- Ce qui provoque :
- Une gêne respiratoire
- Des difficultés respiratoires
- Des malaises
- Un arrêt cardio-ventilatoire



# Œdème pulmonaire d'immersion

## Mécanisme

- Le sang exerce une pression dans les vaisseaux
- A cause de cette pression le sang « veut un petit peu » sortir du capillaire

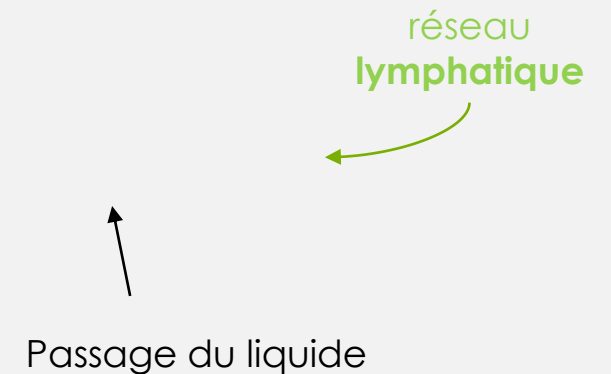
Alvéoles pulmonaires

Capillaire

# Œdème pulmonaire d'immersion

## Mécanisme

- Le sang exerce une pression dans les vaisseaux
- A cause de cette pression le sang « veut un petit peu » sortir du capillaire
- En pratique, il en a qui sort en permanence
- Ce qui ne pose pas de problème car il y a un réseau en charge de récupérer et d'évacuer ce liquide :
  - C'est le réseau **lymphatique**



# Œdème pulmonaire d'immersion

## Mécanisme

- Si on augmente la pression dans le capillaire
  - Ou si on lèse la paroi alvéolo-capillaire
  - Cette paroi devient plus perméable et laisse passer davantage de fluide
  - Ce qui peut dépasser les capacités d'évacuation du réseau lymphatique
  - Le liquide s'accumule autour du capillaire donc dans les alvéoles
- ⇒ Œdème pulmonaire

Passage du liquide (sang ou plasma) dans les alvéoles



Saturation du réseau lymphatique



# Œdème pulmonaire d'immersion

## Que se passe-t-il en plongée

- Il y a une augmentation de la pression capillaire liée à l'immersion
- Et une baisse de la pression alvéolaire liée à notre position dans l'eau

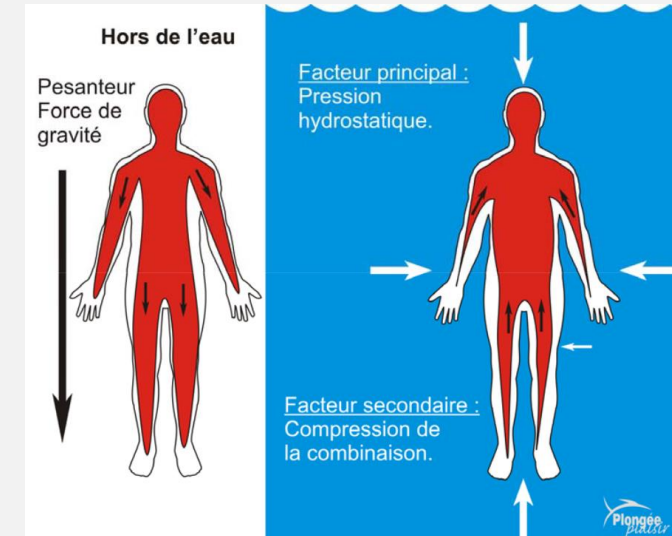
Conséquence :

- Plus grand risque de survenue d'un œdème pulmonaire d'immersion, même sur un cœur et des poumons sains

# Œdème pulmonaire d'immersion

## L'augmentation de la pression capillaire

- Vasoconstriction (blood shift) liée :
    - A l'immersion
    - Au froid
    - A la combinaison
- ⇒ Augmentation du volume sanguin central
- ⇒ Augmentation de la pression artérielle
- ⇒ L'éjection sur sang par le ventricule gauche est plus difficile due au rétrécissement des vaisseaux



© Illustra Pack

# Œdème pulmonaire d'immersion

## L'augmentation de la pression capillaire

- L'effort
  - Augmentation du rythme cardiaque
  - Augmentation de la pression artérielle
    - Plus marquée avec l'âge
  - Modification de la ventilation
    - Différences de pressions plus marquées



# Œdème pulmonaire d'immersion

- **Blood-shift**

⇒ plus de sang dans la cage thoracique

⇒ Inspiration plus difficile

## Gradient de pression hydrostatique

- Plongeur tête haute :

- Pression cage thoracique > Pression détendeur
- Respiration à pression négative

- Plongeur tête en bas :

- Pression détendeur > Pression cage thoracique
- Respiration à pression positive

Pression détendeur

Pression cage thoracique

Davantage d'efforts inspiratoires  
Expiration facilitée

Pression cage thoracique

Pression détendeur

Inspiration facilitée  
Davantage d'efforts expiratoires

# Œdème pulmonaire d'immersion

## Gradient de pression hydrostatique

- Nageur PMT :
  - Pression cage thoracique > Pression détenteur
  - Respiration à pression négative

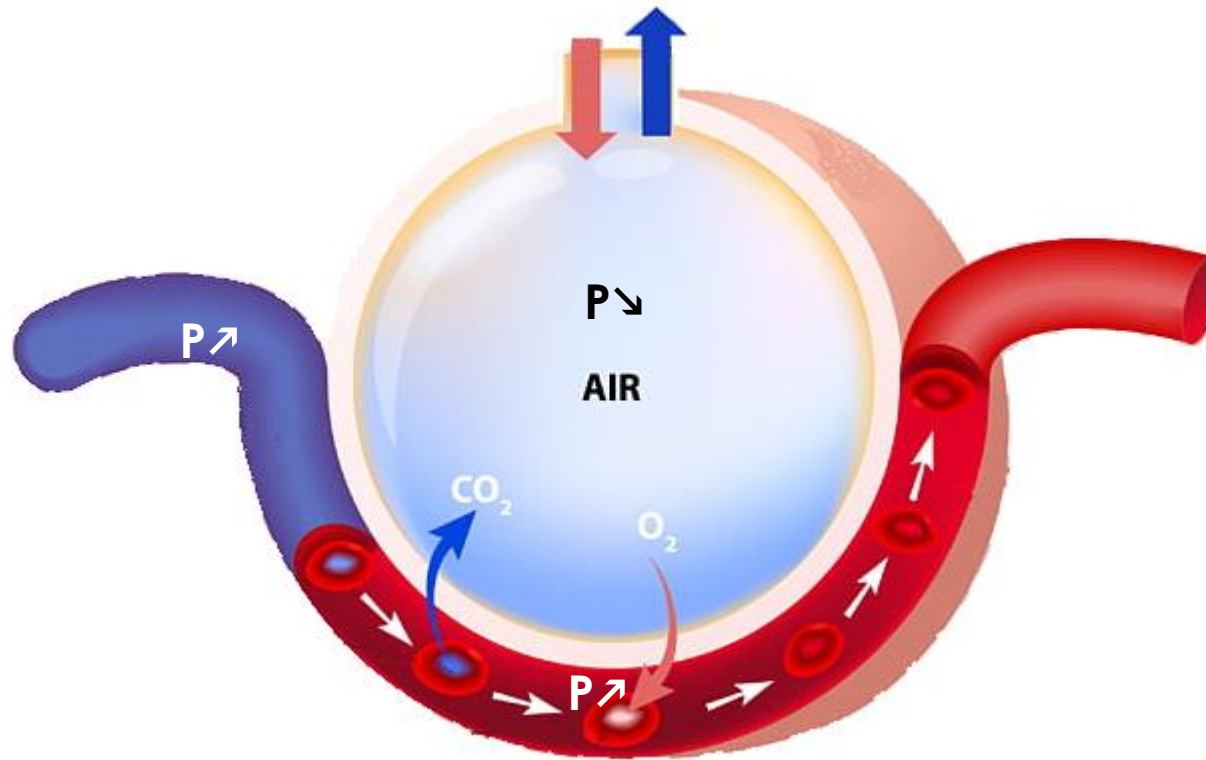


Davantage d'efforts inspiratoires  
Expiration facilitée

# Œdème pulmonaire d'immersion

Augmentation du débit ventilatoire  
Gêne aux mouvements de la cage  
thoracique  
Pression négative (position)

↗ Pression sanguine  
Blood shift  
Vasoconstriction  
Froid  
Combinaison  
Efforts



Gêne à l'éjection  
Vasoconstriction  
Froid  
Maladie Cardio vasculaire

# Œdème pulmonaire d'immersion

## APNÉE

- En parallèle du BLOOD SHIFT s'ajoute le phénomène LUNG SQUEEZE, c'est la réduction du volume pulmonaire sous l'effet de l'augmentation de la pression hydrostatique (Loi de Mariotte-Boyle)
  - La pression alvéolaire devient alors inférieure à la pression ambiante
- ⇒ Augmentation du gradient de pression du capillaire et apparition d'un OPI



(c) Alain Foret

# Œdème pulmonaire d'immersion

## CONSÉQUENCES ET PHYSIOPATHOLOGIE

- Le plongeur victime d'un OPI aura des difficultés respiratoires (Dyspnée).
- De la toux et la présence d'expectorations mousseuses rosées, voire sanguinolentes ainsi que des râles crépitant.
- Une oppression thoracique sans véritable douleur, pouvant s'accompagner d'une sensation de mort imminente.
- Malaise et parfois perte de connaissance.
- Arrêt cardio-respiratoire dans certains cas.

## Comportement du plongeur victime

- Dans l'eau signe « je suis essoufflé » ou ça ne va pas.
- En surface se plaint de gêne ou de douleur respiratoires (si conscient)

# Œdème pulmonaire d'immersion

## CONDUITE A TENIR

Dans l'eau, le GP remarquera un comportement anormal et éventuellement une consommation excessive, sur le signe « Je suis essoufflé », une assistance sera nécessaire pour remonter le plongeur en difficulté.

Extraire la victime de l'eau, faire un bilan

Lui retirer tout ce qui pourrait obstruer ou entraver les voies aériennes respiratoires (masque, détendeur, combi)

Privilégier la position assise (respiration + aisé)

Oxygénothérapie à 15L/min (possibilité d'aspirine)

Transfert médicalisé et caisson hyperbare sur avis médical ou au vu du risque d'ADD (remontée rapide et mauvais échanges gazeux)

# Œdème pulmonaire d'immersion

## CONDUITE A TENIR

Pour le tractage surface il est préférable de laisser la personne dans un position proche de la verticale

Cela empêche le liquide présent de noyer le plongeur

Même si le plongeur, une fois sorti de l'eau se sent mieux et surtout à partir du moment où il y a toux accompagné de crachats rosés, une prise en charge sera nécessaire

Les symptômes peuvent disparaître très rapidement (5 min à 48 heures) spontanément ou après traitement.

Attention, car les signes une fois sorti de l'eau peuvent s'améliorer très rapidement, mais ne doivent surtout pas être négligés.



FIN



**MERCI**