

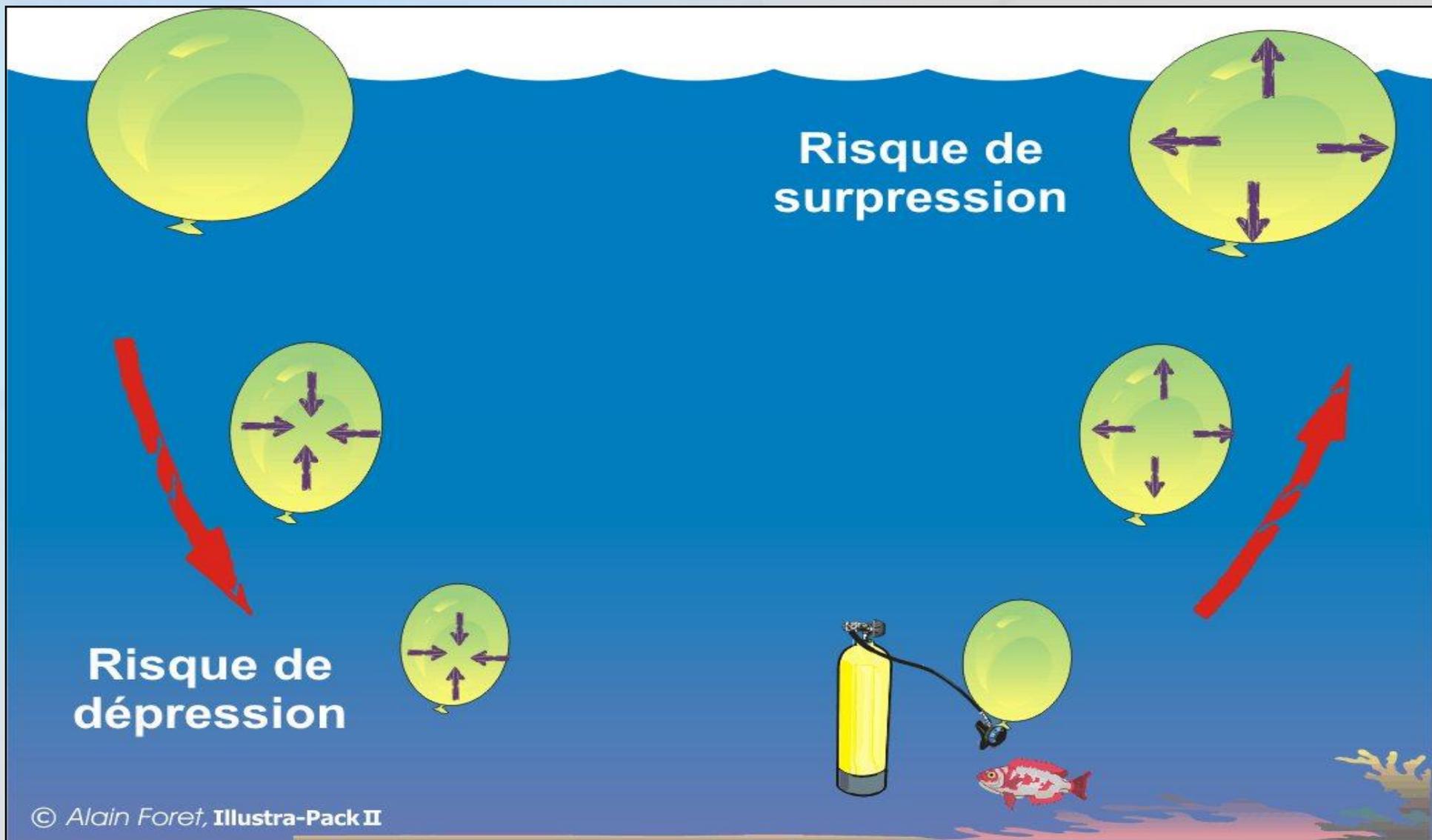


Olivier  
MARTIN

Barotraumatismes  
Accidents biochimiques  
Dangers du milieu  
Accidents de décompression

# LES BAROTRAUMATISMES

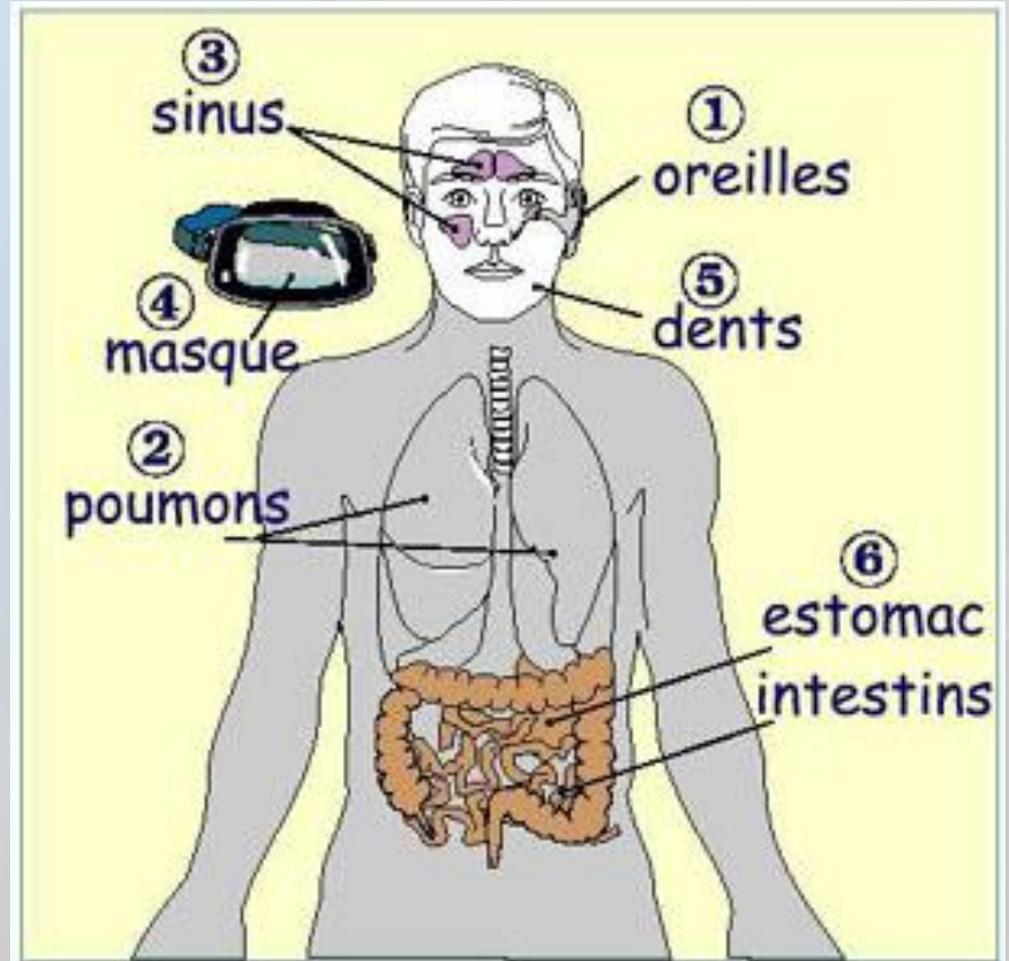
# Définition



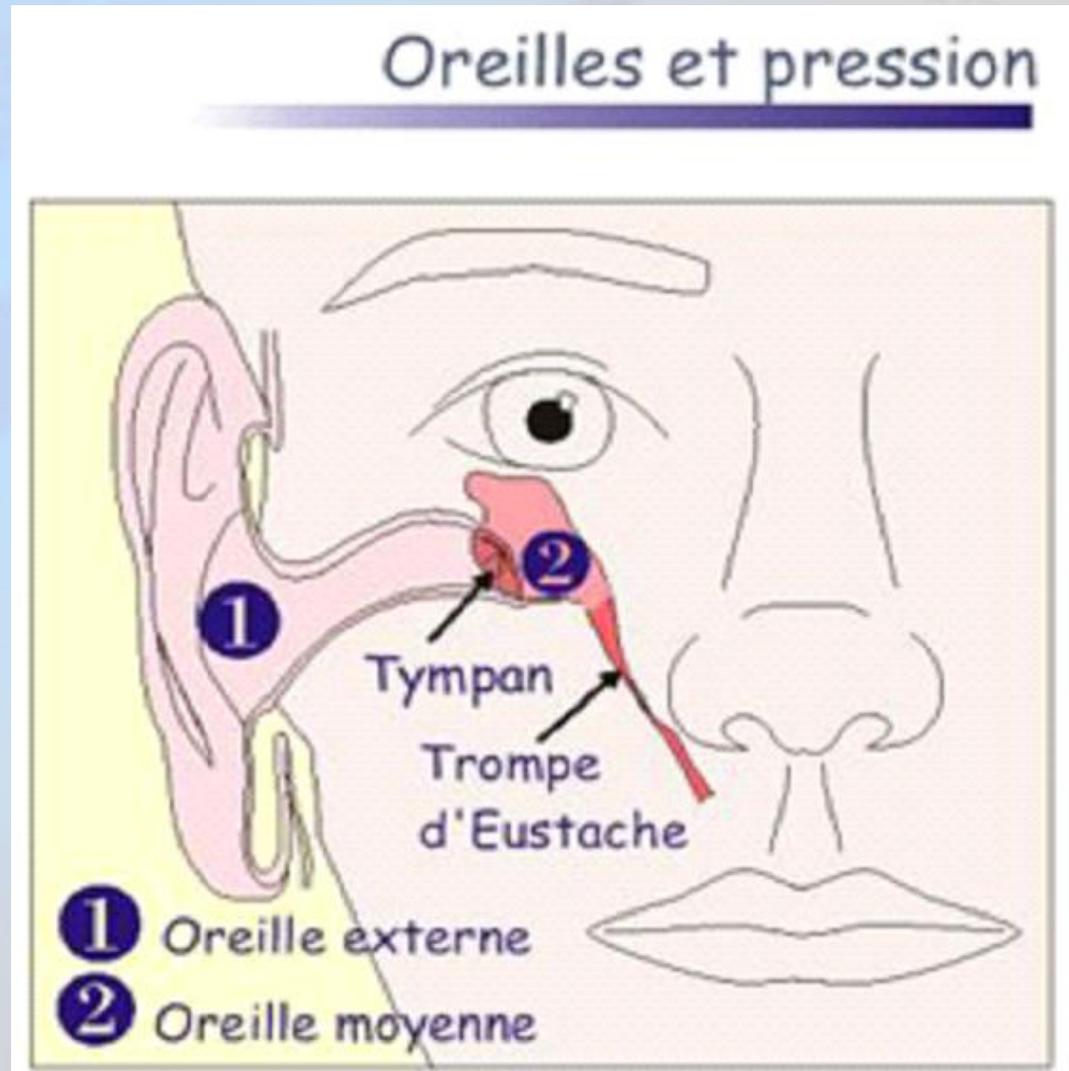
# Les zones de barotraumatismes

6 zones de notre corps peuvent subir un barotraumatisme

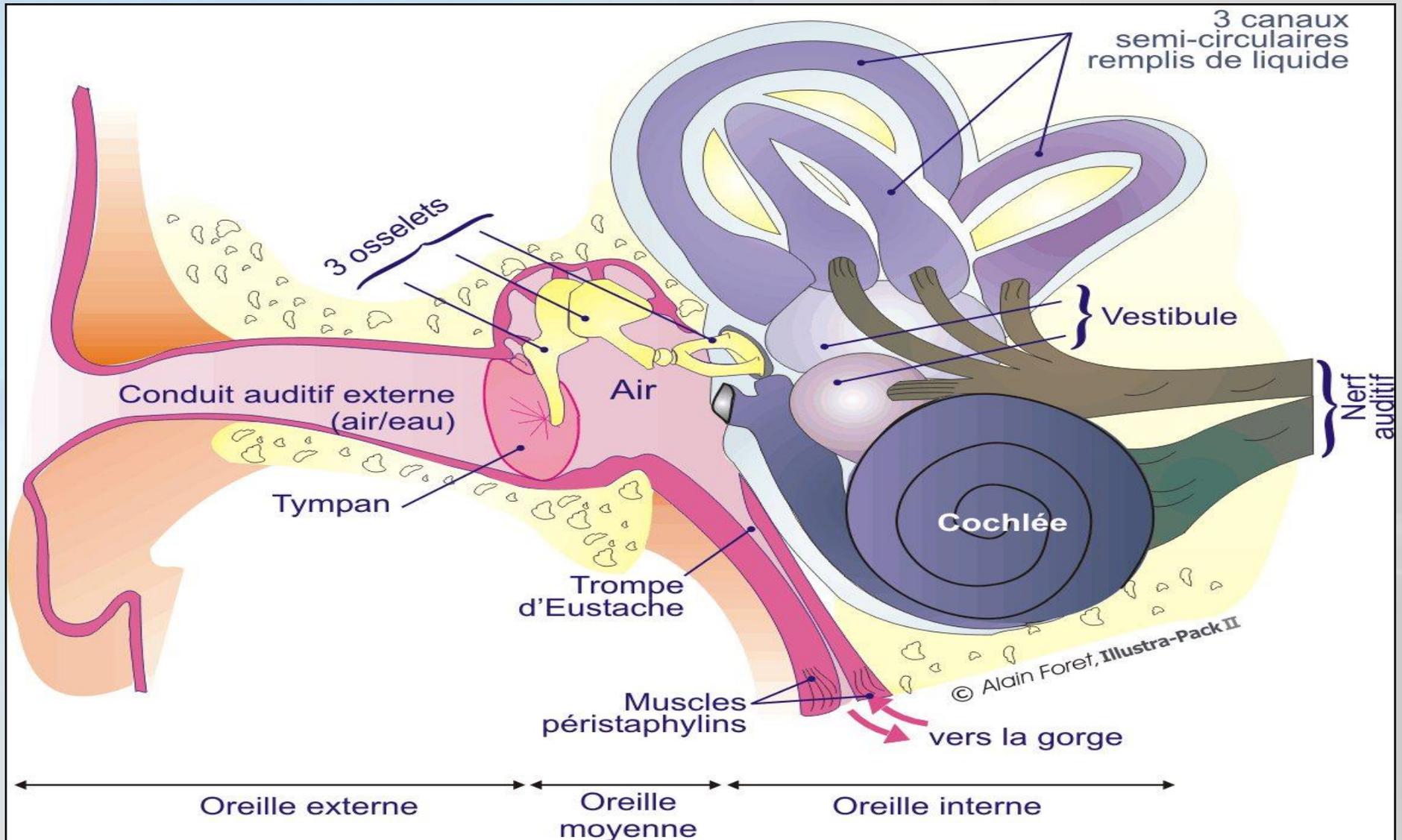
- Les Oreilles
- Les Poumons
- Les sinus
- La partie du visage couverte par le masque
- Les dents
- L'estomac et intestins



# L'oreille : vue en coupe de la liaison entre l'oreille et l'arrière nez (Le rhinopharynx)

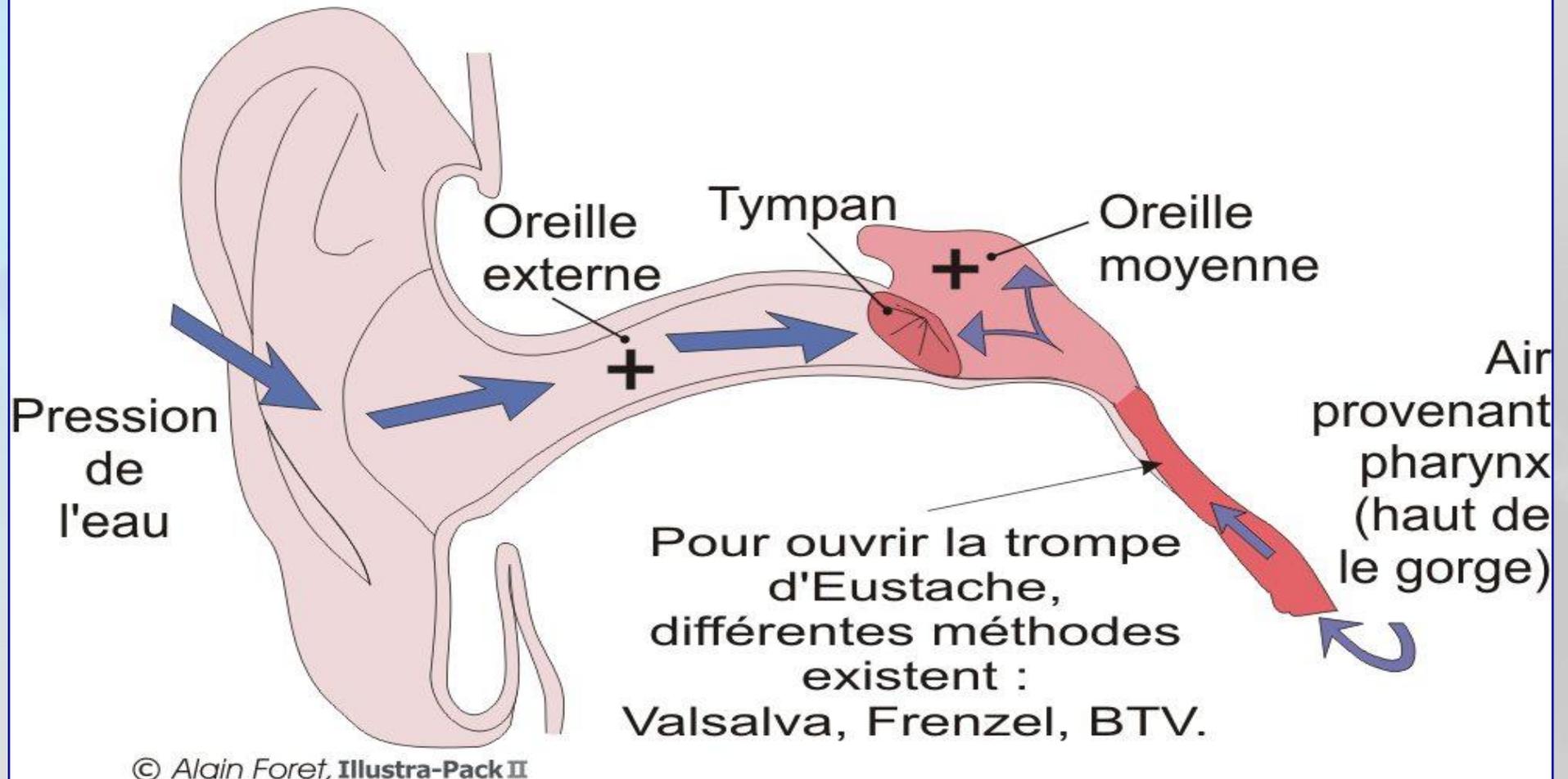


# L'oreille



## Barotraumatisme de l'oreille interne

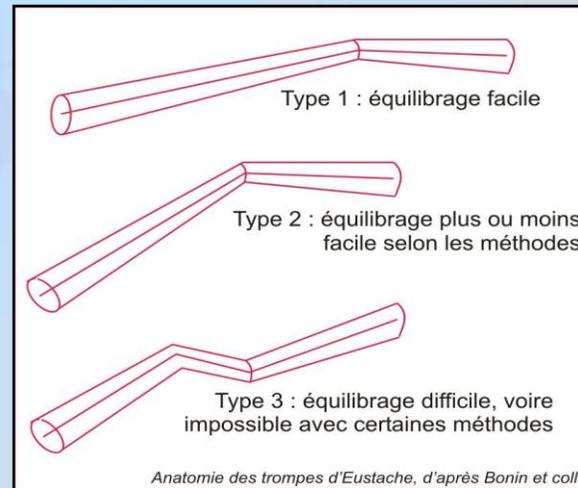
La trompe d'Eustache est généralement fermée, empêchant l'air du pharynx de parvenir dans l'oreille moyenne.



# Barotraumatisme de l'oreille interne

## ■ Causes :

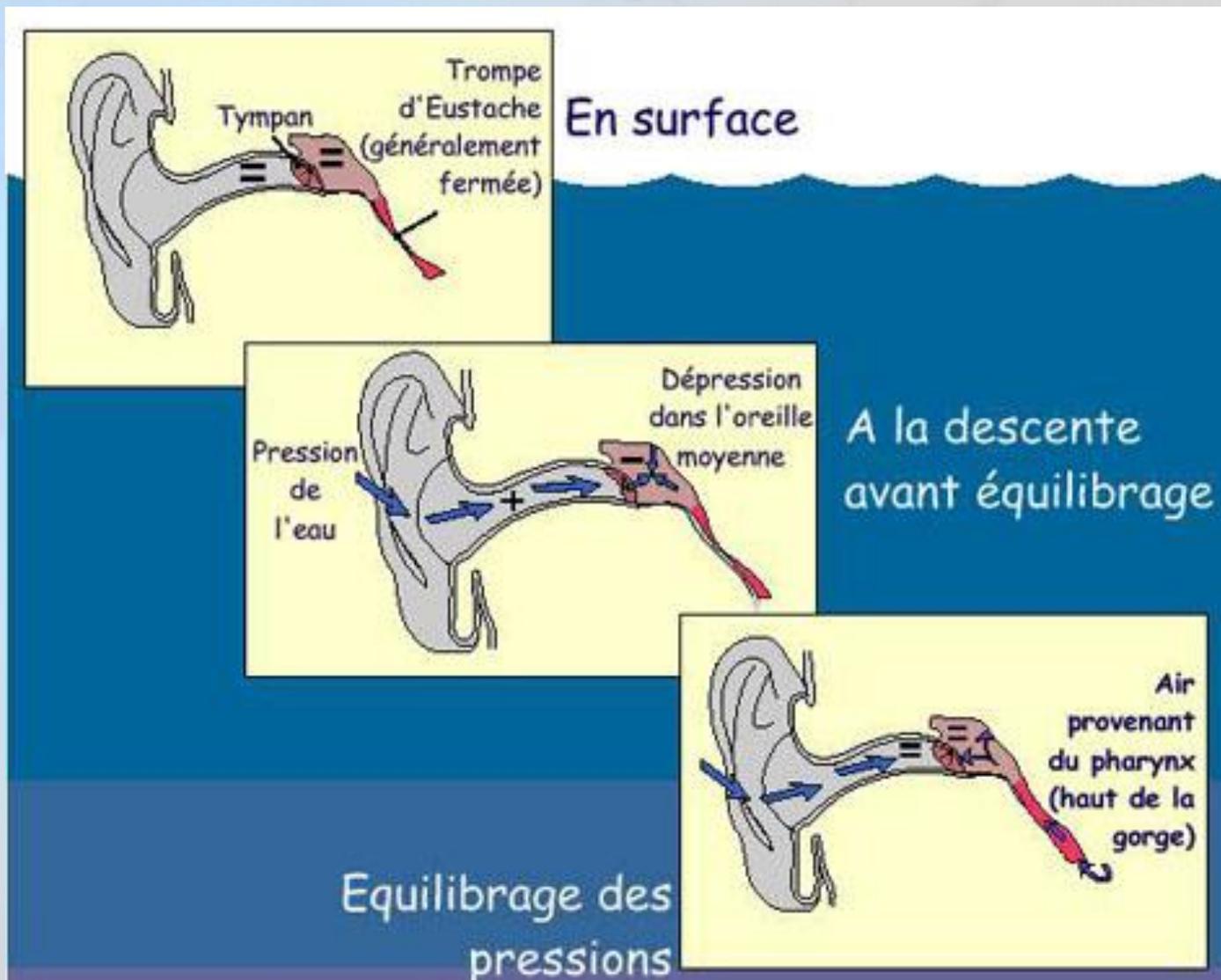
- obstruction tubaire (rhume,...),
- équipression non/mal faite,
- anatomie de la trompe d'Eustache.



## ■ Symptômes :

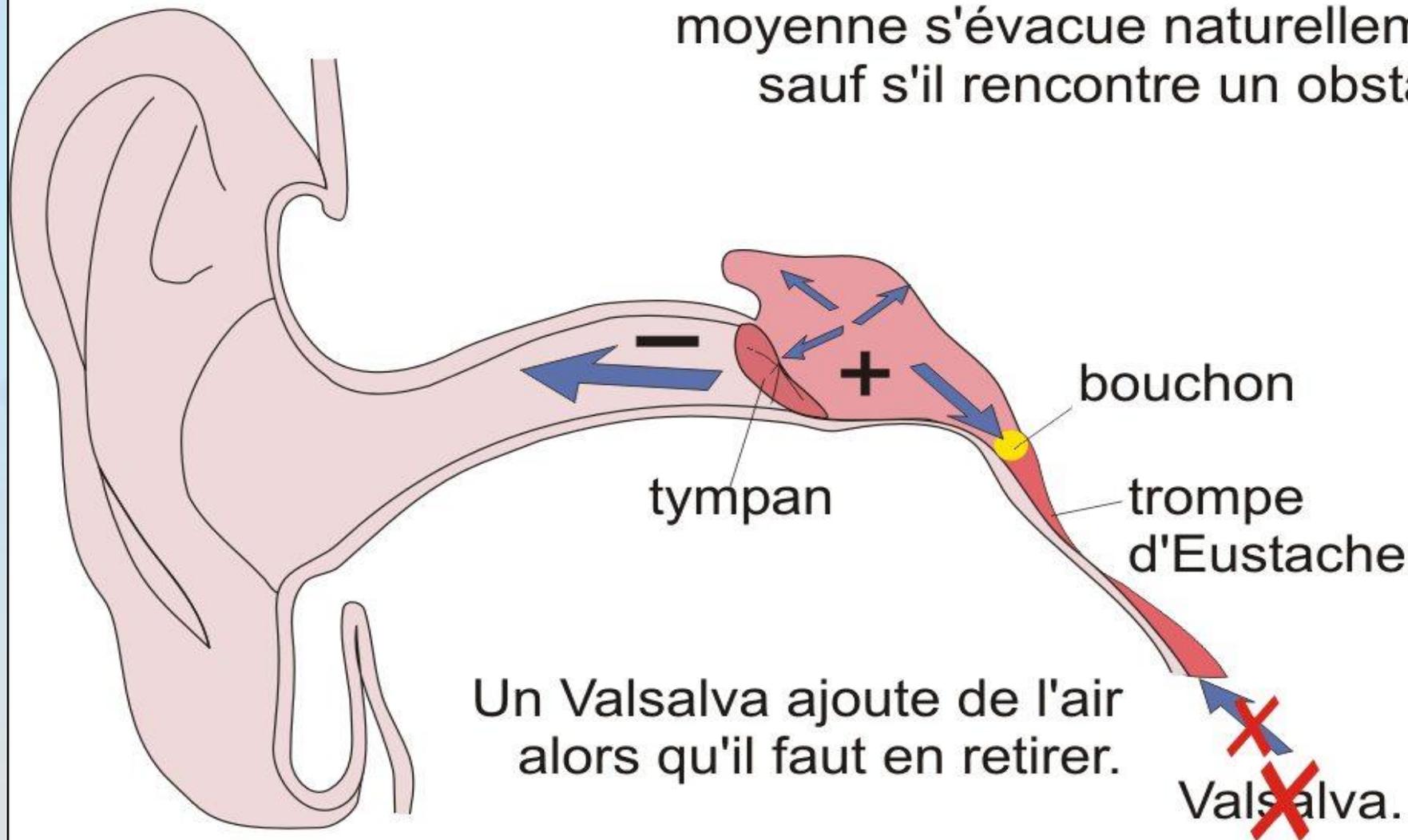
- gêne → douleur de + en + violente → hémorragie
- acouphènes, bourdonnements graves, surdité,
- eau dans oreille moyenne → vertige

# Nécessité de l'équilibrage des pressions et manœuvres à réaliser



## Barotraumatisme de l'oreille interne

A la remontée, l'air en excès dans l'oreille moyenne s'évacue naturellement, sauf s'il rencontre un obstacle.



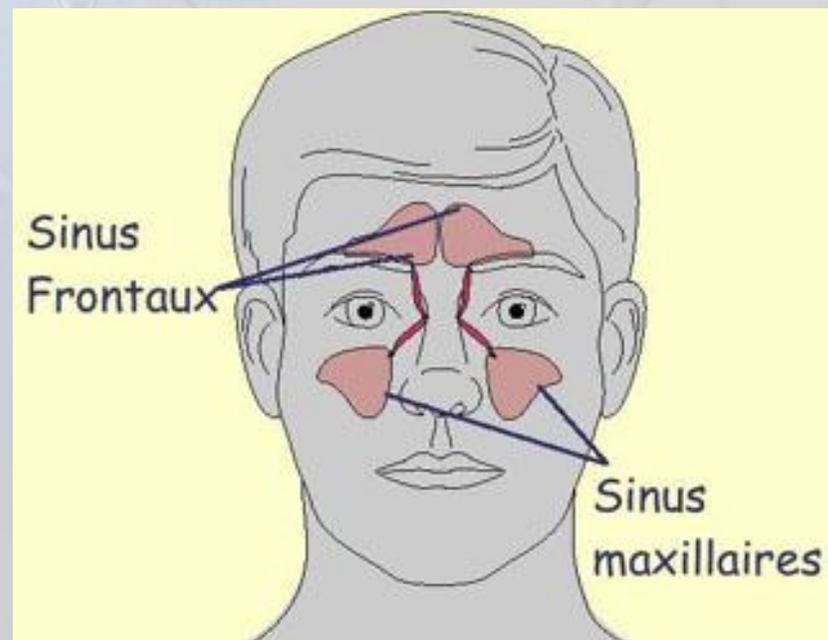
© Alain Foret, Illustra-Pack II

## ... Conseils

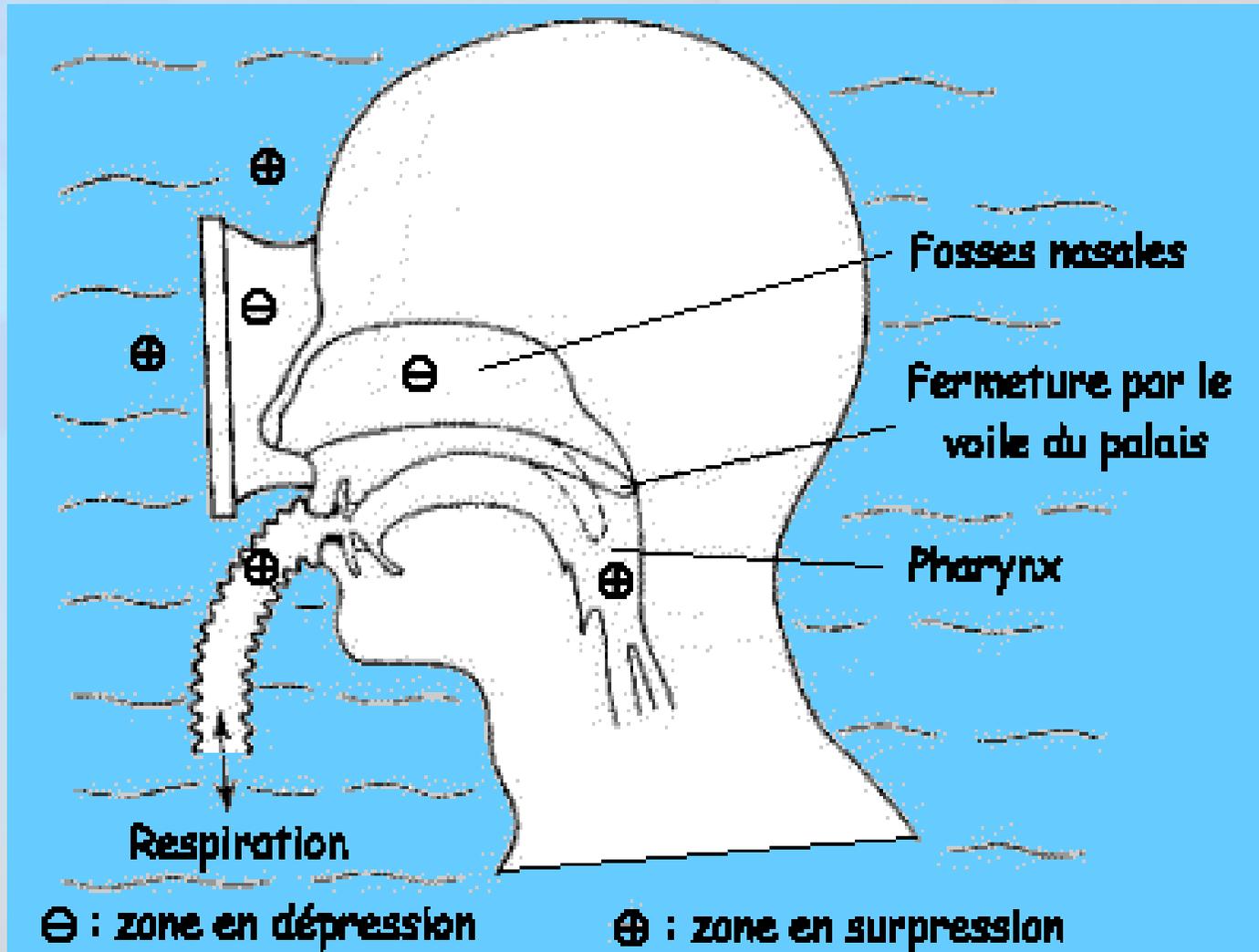
- Ne pas plonger si vous êtes enrhumé ou malade (ORL)
- En cas de douleur , ne forcez pas.
- Ne jamais effectué une manœuvre d'équilibrage brusque
- Pratiquer une autre technique de décompression que Valsalva
- Ne pas faire de Valsalva à la remontée

# Les sinus

- Sinus communiquent avec les fosses nasales avec des petits canaux
- Si ces derniers sont bouchés cela va créer à la descente un dépression et la plongée doit être interrompue si les douleurs persistent
- Douleur violente au niveau du front
- Douleur au niveau de la mâchoire,
- Écoulement sanguin du nez.



# Le placage de masque



# Le placage de masque

- Placage de masque :
  - Constitue un risque en cas de masque trop serré
  - L'air emprisonné dans le masque va à la descente créer un effet ventouse
  - Cela va provoquer un oedème au niveau des yeux
  - Prévention : il suffit de souffler de temps en temps dans son masque

# Les dents

- Constitue un risque en cas de carie mal soignée ou de couronne mal ajustée.
- De l'air peut être emprisonné dans ces cavités et subir la loi de Mariotte :
- implosion de la dent lors de la descente, douleurs extrêmes et risque d'explosion de la dent ou couronne lors de la remontée
- Risque de douleur intense qui peut conduire jusqu'à la syncope

Ça vous rappelle quelque chose ? La Loi de Boyle Mariotte, peut-être...

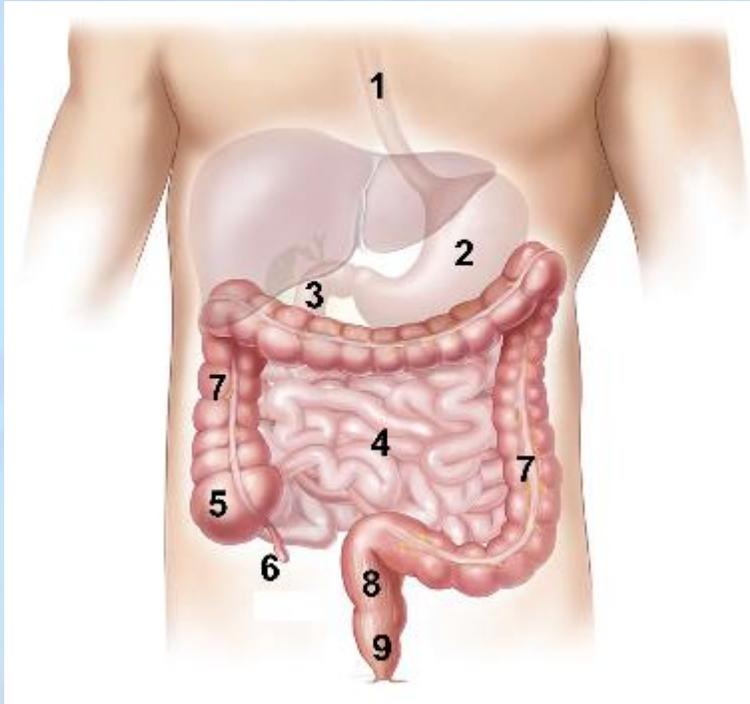
A température constante, le volume d'une masse gazeuse est inversement proportionnel à la pression qu'il subit.

# Les dents

**Au moins une fois par an !!!**



# Estomac et Intestins



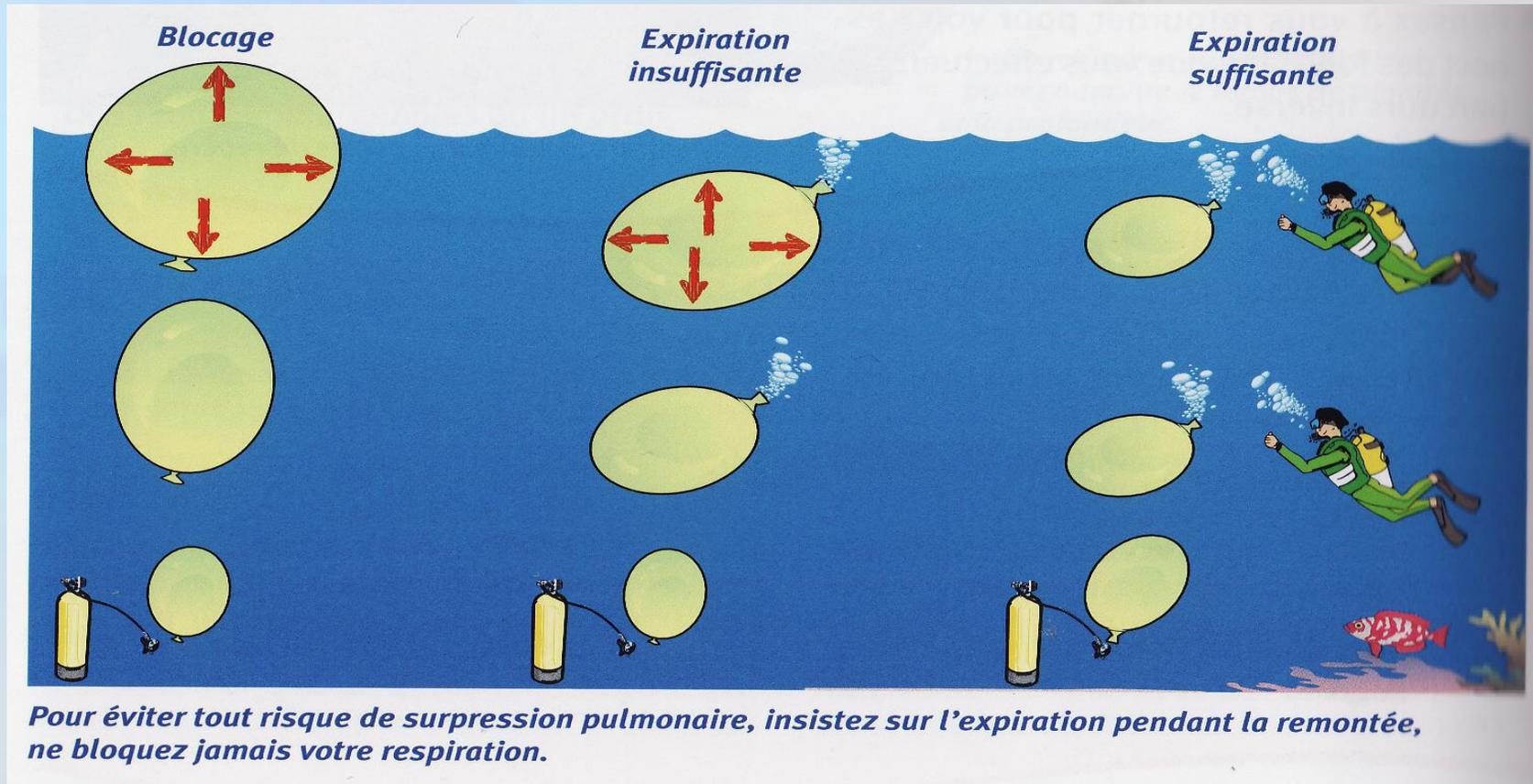
## Appareil digestif.

1. Œsophage.
2. Estomac.
3. Duodénum.
4. Intestin grêle.
5. Cæcum.
6. Appendice iléo-cæcal.
7. Côlon.
8. Rectum.
9. Anus.

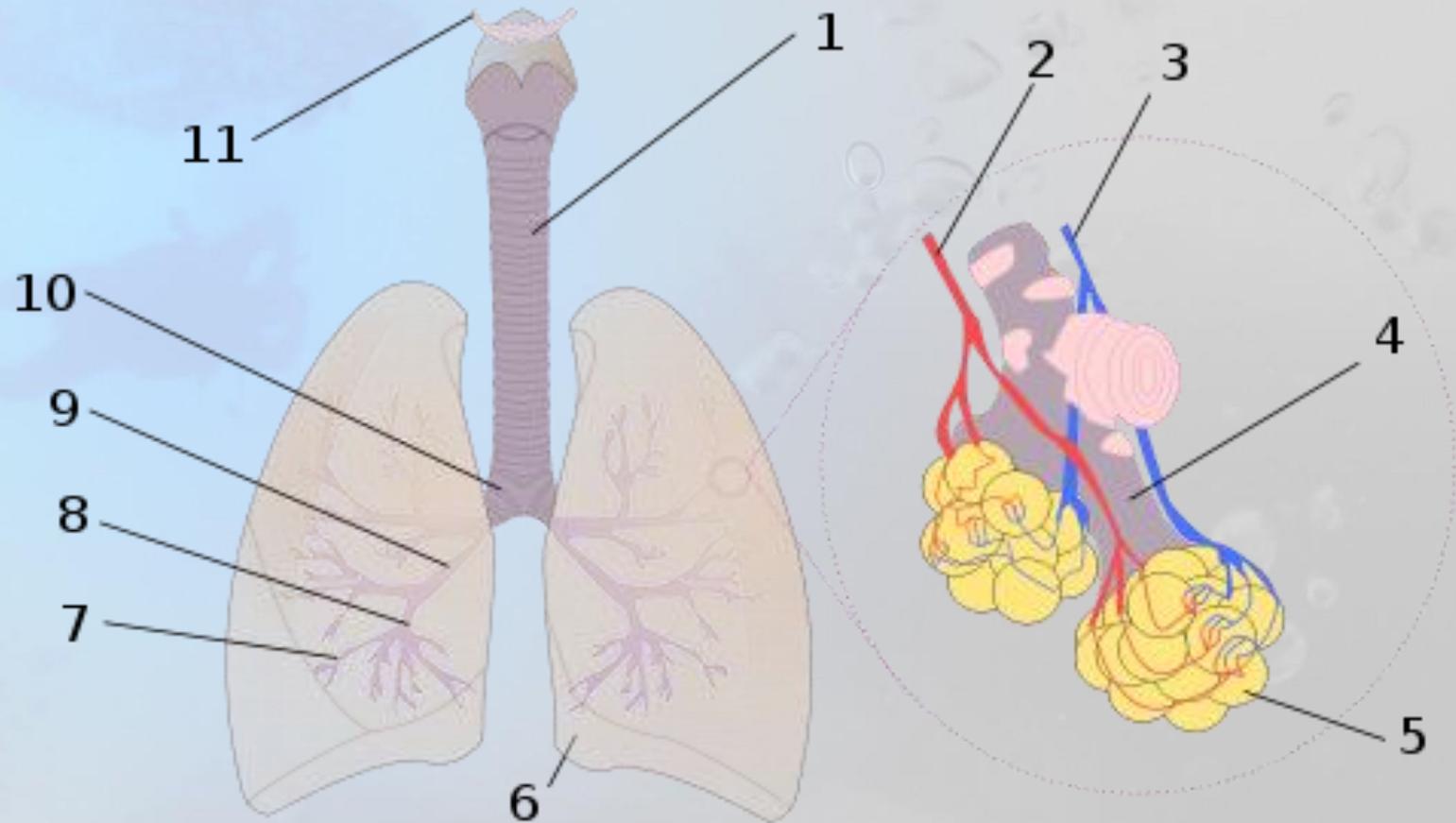
## ■ Estomac ou intestin

- De l'air avalé ou des aliments en fermentation peuvent se dilater en remontant
- Fortes douleurs au niveau du ventre
- Évacuer les gaz et faire attention à ce que l'on mange avant de plonger

# Éviter la surpression pulmonaire



# Les poumons et la surpression pulmonaire



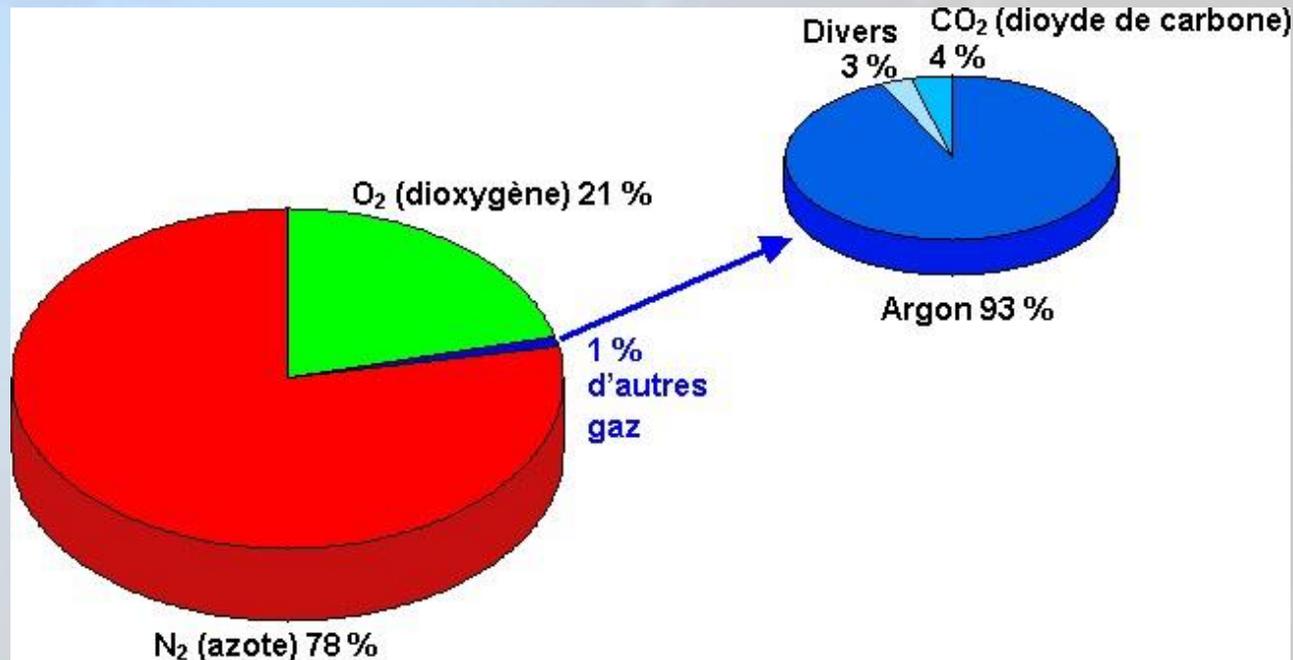
# PREVENTION

- Ne pas bloquer sa respiration à la remontée,
- Limiter sa vitesse de remontée entre 15 et 17 m/minute
- Insister sur l'expiration si la remontée est un peu rapide,

# LES ACCIDENTS BIOCHIMIQUES

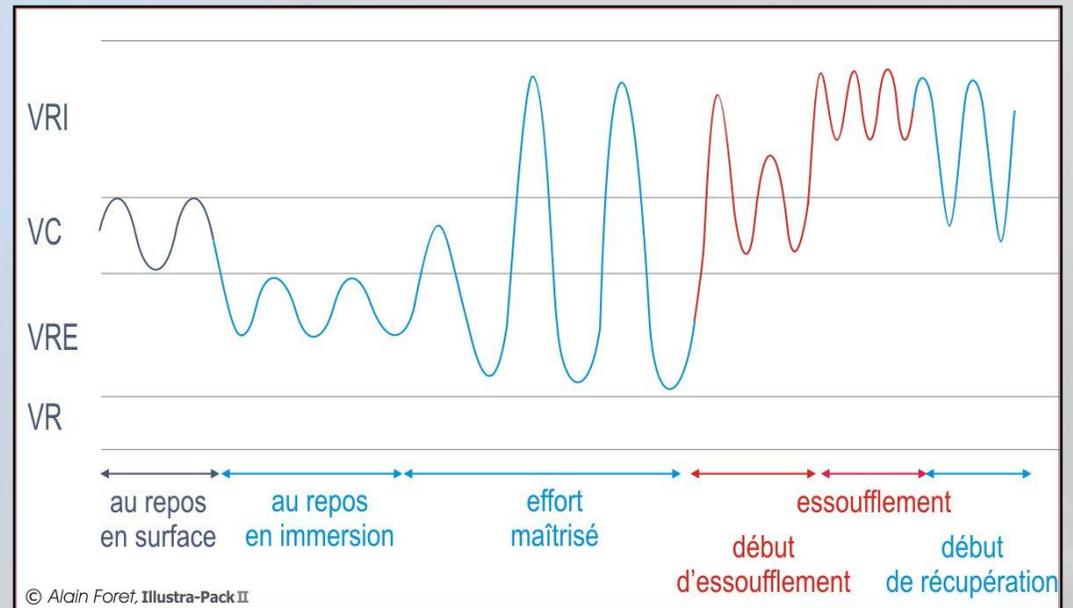
# Accidents biochimiques

- Les gaz que l'on respire peuvent être toxiques dès lors que leur pression partielle dépasse un certain seuil. Les plongeurs sportifs respirent de l'air comprimé.
- L'air n'est pas un gaz unique mais un mélange de gaz composé de :
  - AZOTE ( $N_2$ ) --> 80 %
  - OXYGÈNE ( $O_2$ ) --> 20 %



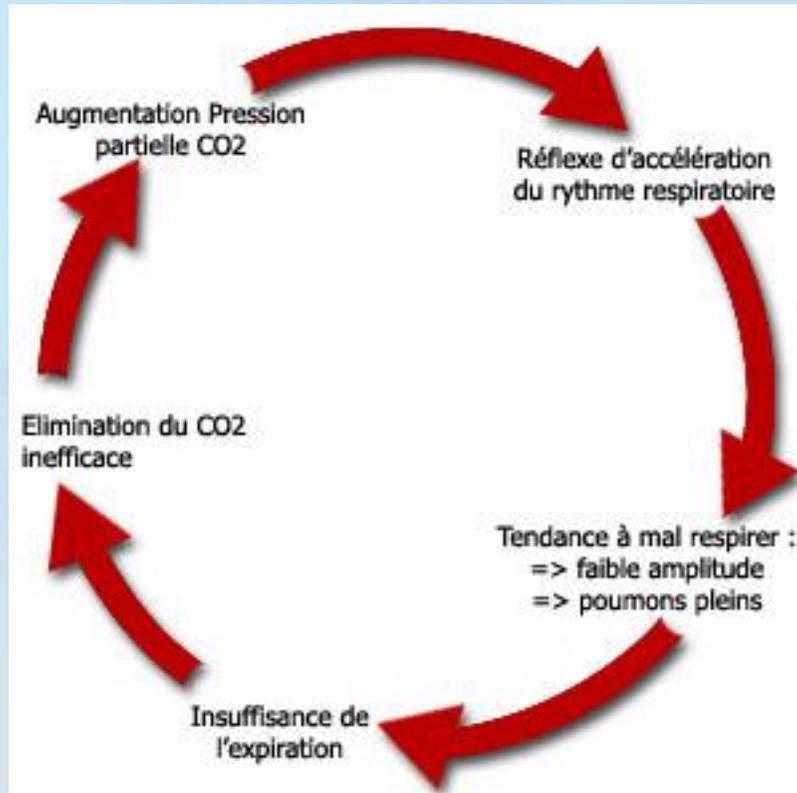
# Essoufflement/L'hypercapnie

- Notre corps utilise de l'oxygène et produit un déchet « le gaz carbonique » évacué lors de l'expiration
- Face à un effort, le plongeur va augmenter sa fréquence respiratoire et son amplitude
- Lors que cette adaptation atteint ses limites, notre organisme se dérègle.
- Nous n'avons plus le temps d'expirer le gaz carbonique que notre corps réclame de l'air et une asphyxie par le CO<sub>2</sub> apparaît.
- Danger, l'essoufflement est un facteur souvent déclencheur d'accidents de plongée.



# Essoufflement/L'hypercapnie

## ■ Le processus de L'essoufflement...



### Symptômes :

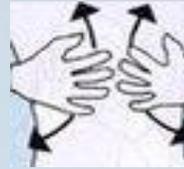
- Accélération du rythme respiratoire
- Impression de manque d'air et de Suffocation
- Halètement
- Palpitations
- Grosses Crampes
- On ne tient plus les apnées de contrôle
- Consommation excessive
- Syncope

### Conséquences :

- Syncope et donc risque de Noyade
- Ou remontée en panique (risque de surpression pulmonaire)

- **Conduite à tenir quand je commence un essoufflement**

- Avertir les autres plongeurs



- Se calmer en arrêtant tout effort

- Se forcer à expirer pour évacuer le CO<sub>2</sub> en excès

- **Conduite à tenir face à quelqu'un qui fait un essoufflement**

- Calmer le plongeur

- Remonter lentement le partenaire à l'aide de la stab et effectuer la remontée à vitesse contrôlée et faire les paliers

- En surface, le rassurer, éviter tout effort et sur le bateau le mettre à l'aise et ouvrir sa combinaison pour l'aider à respirer

## Prévention de l'Essoufflement

### Facteurs Favorisant :

- Profondeur →
- Mauvaise ventilation →
- Psychologique →
- Froid →
- Condition physique →
- Fatigue →
- Lestage →
- Matériel inadapté →
- Stabilisation au fond →

### Prévention :

- Limiter sa profondeur en début de saison
- Insister sur l'expiration. Rythme respiratoire contrôlé et bonne amplitude
- Éviter le stress, la plongée doit rester un plaisir
- Combinaison adaptée, Glucides, temps de plongée raccourcis en eau froide
- S'entraîner régulièrement
- Dormir suffisamment
- Adapté : ni trop, ni pas assez
- Palmes, détendeur mal réglé, ...
- Utilisation correcte pour un minimum d'effort

**Il Faut signaler immédiatement l'essoufflement aux autres plongeurs !**

# La narcose

- INTRODUCTION :
- Les gaz que nous respirons en plongée peuvent être toxiques lorsque leur pression partielle dépasse un certain seuil. Le plongeur niveau II doit connaître ces accidents afin de les prévenir. Pour comprendre cette partie il faut bien avoir assimilé la loi de DALTON.
- Les accidents présentés dans cette page correspondent aux accidents pour lequel le plongeur niveau II est susceptible d'être exposé de par ses prérogatives.

# La narcose

- La Narcose est un accident qui est provoqué par la toxicité de l'Azote. Elle est assez méconnue car elle n'intervient pas de manière constante. En générale elle peut se manifester dès 30 m pour de jeunes plongeurs et elle est systématique à 60 m même pour les plongeurs expérimentés.
- 
- CAUSES :
- Selon les individus.
- Selon le contexte.
- Selon l'accoutumance du plongeur à la profondeur.
- Selon de l'état physique du plongeur (fatigue).

# La narcose

- SYMPTÔMES :
  
- AU FOND :
  - Sentiment d'euphorie, d'anxiété ou d'agressivité.
  - Accentuation du dialogue intérieur.
  - Difficultés pour lire ses instruments et de retenir les informations lues. (regarder sans arrêt ses instruments)
  - Comportement irraisonné, enlever son masque, son détendeur sans raison, se mettre à descendre vers le fond.
  - Réponse aux signes difficile (temps de réflexion important).
  - Signes bizarres ou mal faits.
  - Impression d'effet de résonance dans la tête à chaque respiration sur le détendeur.
  - Perte de connaissance.
  
- EN SURFACE :
  - Amnésie sur ce qui s'est passé lors de la plongée.

# La narcose

## ■ CONDUITE A TENIR :

- Faire baisser la pression partielle d'Azote ( $N^2$ ), remonter de quelques mètres 10 à 15 m environ, continuer la plongée à cette profondeur sans redescendre si les symptômes ont disparu.
- Remonter l'accidenté si perte de connaissance.

## ■ PRÉVENTION :

- Il ne faut pas effectuer de plongée profonde si l'on est fatigué ou anxieux.
- Il faut s'observer et observer ses coéquipiers.
- Il faut apprendre à se connaître, ses limites, les manifestations de la narcose lors des plongées précédentes (être attentif lorsque l'on dépasse 30 m).
- Ne jamais descendre à une profondeur pour laquelle on est jamais descendu sans être accompagné par un plongeur très expérimenté.

- Et n'oubliez jamais...

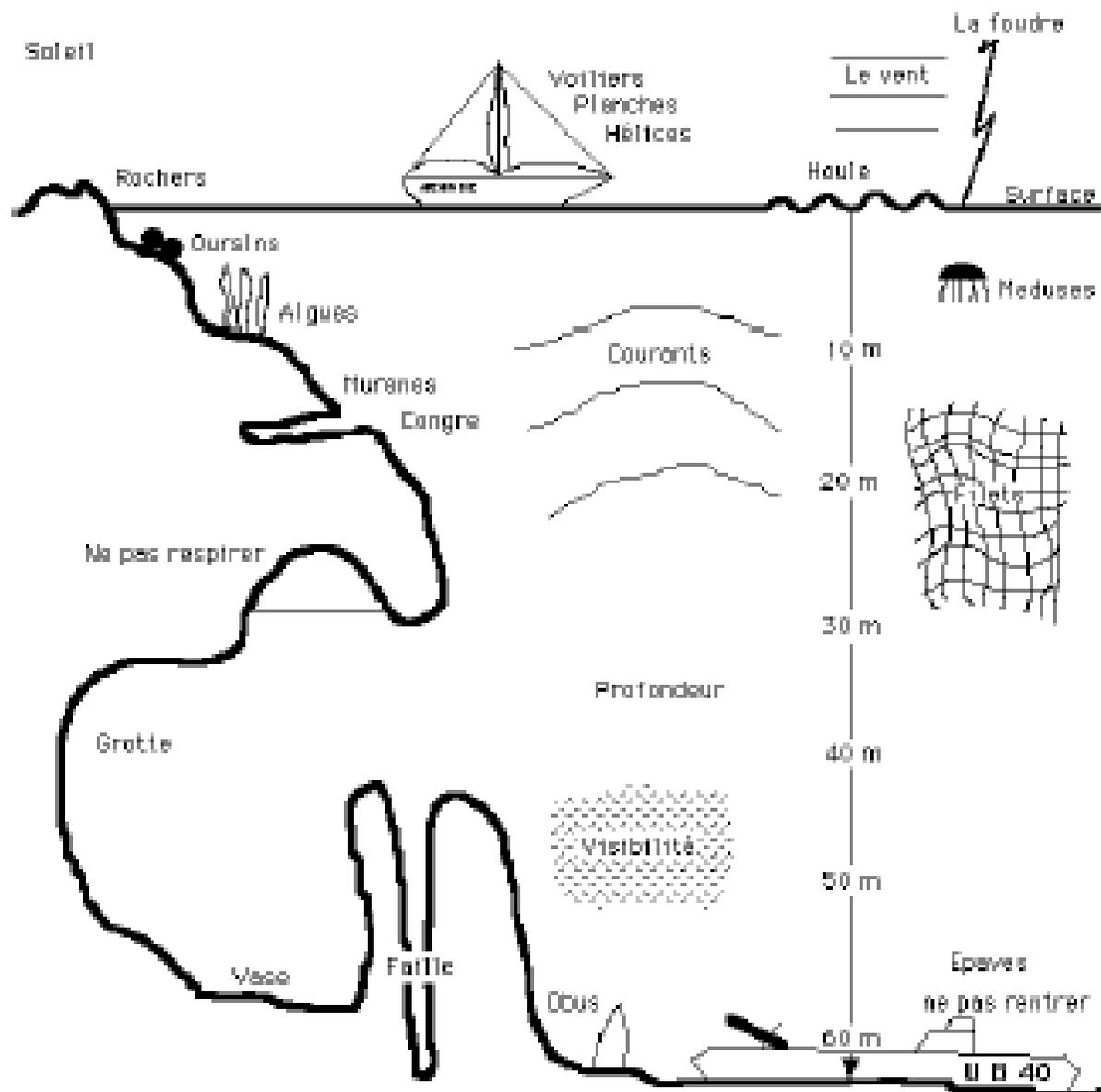
- La plongée est avant tout un moment de plaisir à partager !

- Pour qu'elle le reste, soyez attentif aux consignes, elles vous protègent
- Un incident, voire un accident survient quand plusieurs facteurs s'additionnent et donc, signalez sans attendre le moindre problème. Cela évite l'accumulation de difficultés qui peuvent devenir vite ingérables.
- Sachez renoncer à une plongée quand les conditions n'y sont pas, plutôt que de mal la vivre ou de prendre des risques
- Partagez vos doutes, posez des questions et parlez de vos « erreurs » avec vos encadrants et vos équipiers, elles sont sources de progression et de sécurité, pour vous-même et pour les autres, ...ce sont de véritables cadeaux !

- ...Nous vous souhaitons de belles plongées !

# LES DANGERS DU MILIEU

# LES DANGERS DU MILIEU.



## Le Froid

### Causes :

la conductivité thermique de l'eau est **25 fois plus importante** que l'air et donc nous nous refroidissons 25 fois plus vite dans l'eau.

Cette déperdition va augmenter si :

- L'eau est plus froide.

- Le corps est mal protégé.

- La circulation d'eau est importante

## Le Froid

### Symptômes :

L'agression par le froid se manifeste par :

- La chair de poule
- Les frissons, tremblements
- L'accélération du rythme respiratoire (consommation ++ )
- Le bleuissements des extrémités
- L'envie d'uriner (diurèse)
- Les crampes
- Essoufflement
- Fatigue excessive et perte de l'attention

## Le Froid

Prévention :

Il Faut **TOUJOURS** signaler le Froid !



- Faire un apport de glucides avant la plongée en eau froide.
- Port de vêtements isothermes adaptés à la température de l'eau et si possible taillés sur mesure, port de gants, de chaussons, de cagoule.
- Protéger le plus possible la nuque
- Suspendre la plongée dès les premiers frissons.

# LES ACCIDENTS DE DECOMPRESSION

# INTRODUCTION

- Pour comprendre les accidents de décompression, il faut bien avoir compris les lois de Henry et Mariotte ainsi que les mécanismes de la circulation et de la respiration.
- L'objectif du niveau 2 est de comprendre les mécanismes des accidents de décompression. De par ses prérogatives il n'aura pas à traiter ces accidents, il évolue sous la responsabilité d'un directeur de plongée dont c'est le rôle. Ces accidents étant sournois, il doit savoir déceler chez ses coéquipiers tous symptômes permettant un traitement rapide. Il devra dans ce cas alerter le directeur de plongée qui se chargera de gérer l'accidenté.

# Rappels

- L'air est composé d'environ 20% d'oxygène et de 80% d'azote (à  $P_{atm} = 1 \text{ bar}$  :  $P_p N^2 = 0,8$ ).
- 
- L'oxygène de l'air est consommé par l'organisme ce qui n'est pas le cas de l'azote qui va se retrouver en excédant dans l'organisme du plongeur pendant et après la plongée.
- Les facteurs de dissolution (Loi de Henry) : Nature du gaz, Nature du liquide (Tissus ou compartiments), pression (donc de la profondeur), de la température du corps humain ( $37^\circ\text{C}$ ), du temps (Durée de la plongée), de la surface de contact, de l'agitation (efforts pendant la plongée).
- Loi de Mariotte :  $P_1V_1 = P_2V_2 = \text{constante}$ .

Ça vous rappelle quelque chose, la Loi de Boyle Mariotte ?

**A température constante, le volume d'une masse gazeuse est inversement proportionnel à la pression qu'il subit.**

# Causes et mécanismes

- Pendant la plongée , la quantité d'Azote augmente plus ou moins en fonction des tissus (compartiments).
- Lors de la remontée :
  - L'Azote reprend sa forme gazeuse dès qu'il y a sursaturation, les petites bulles peuvent être éliminées par la circulation et la respiration.
  - Si la remontée s'effectue trop rapidement, les bulles grossissent avant que l'échange pulmonaire (hématose) ne soit réalisé il se produit alors un blocage de la circulation sanguine, c'est l'embolie gazeuse.
  - Si on effectue pendant la remontée une manœuvre de Valsalva, ou un gonflage du S.S.G. à la bouche, il se produit une hyper pression pulmonaire, supérieure à la pression des micro bulles, celles-ci ne pouvant traverser la paroi alvéolaire repartent dans la circulation sanguine. La pression ambiante diminuant leur volume grossit et il se produit un blocage de la circulation sanguine.
  - Si on dépasse la sursaturation critique il se produit un dégazage incontrôlé des grosses bulles conduisant au blocage de la circulation sanguine.
  - Si les cellules ne peuvent être alimentées en oxygène elles subissent des dommages irréversibles.

**SYMPTÔMES** : Ils dépendent des tissus atteints et ils apparaissent entre la sortie de l'eau et les 6 heures suivantes.

- **ACCIDENTS CUTANÉS** : (Puces & Moutons)
  - Ils sont bénins mais peuvent annoncer un accident neurologique qui lui est plus sérieux.
  - Plus fréquent chez les plongeurs en combinaison étanche.
  
- **ACCIDENTS OS ARTICULATIONS CARTILAGES ET MUSCLES (Ostéo-articulaires):** (Bends)
  - Douleur lancinante à une articulation, un membre qui devient de plus en plus aiguë au fil du temps.
  
- **NEUROLOGIQUES** :
  - Fatigue générale, pâleur, angoisse.
  - Douleur violente au niveau des omoplates ou des lombaires.
  - Fourmillement dans les membres (jambes le plus souvent).
  - Impossibilité d'uriner.
  - Perte des sens (vue, ouïe, parole)
  - Paralysies : (similaires à celles d'une surpression pulmonaire)
  - Monoplégie.
  - Hémiplégie.
  - Quadriplégie.
  - Paraplégie (Impossible avec une surpression pulmonaire) due à un dégazage au niveau de la moelle épinière.
  - Syncope et mort.

# SYMPTÔMES (suite) :

## ■ **CARDIAQUES :**

- Infarctus du myocarde par dégazage dans une artère.

## ■ **PULMONAIRE :**

- Insuffisance respiratoire aiguë, due au dégazage dans l'artère pulmonaire ou l'une de ses branches.

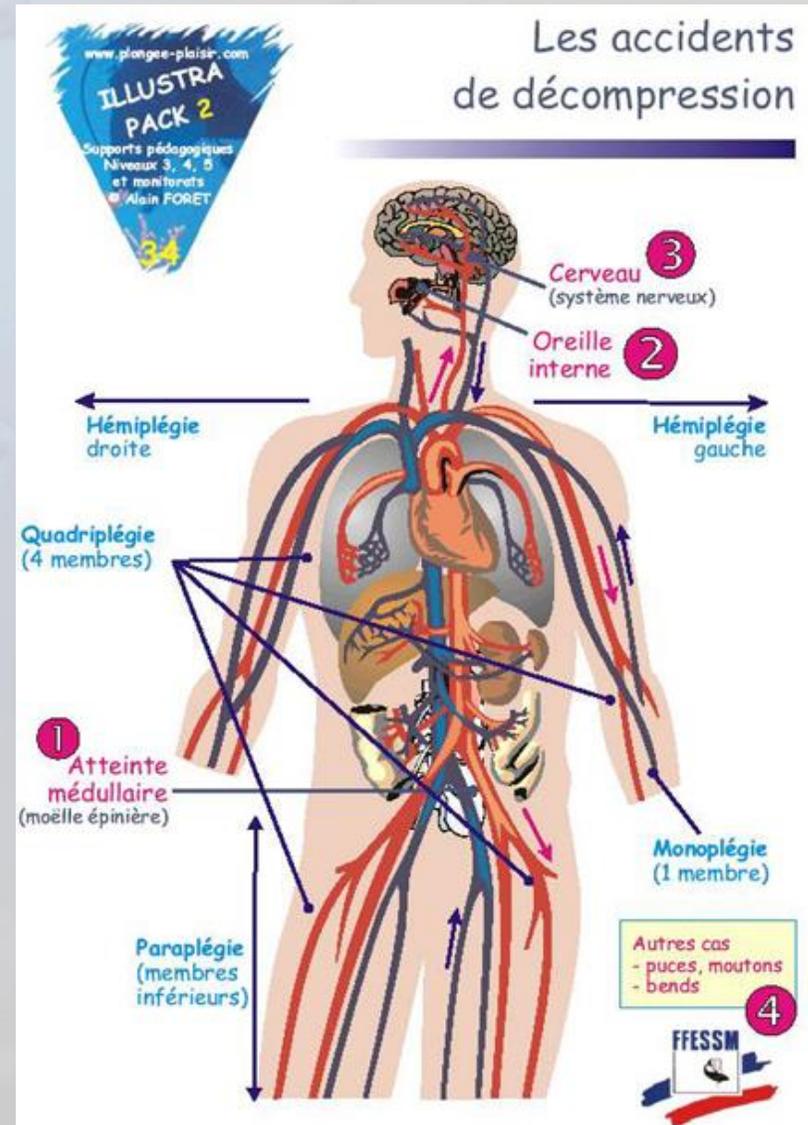
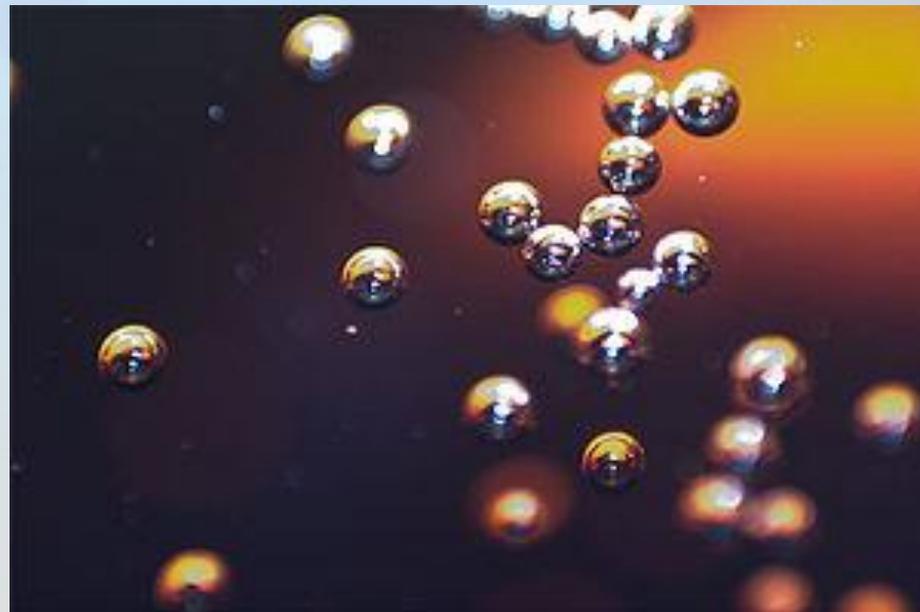
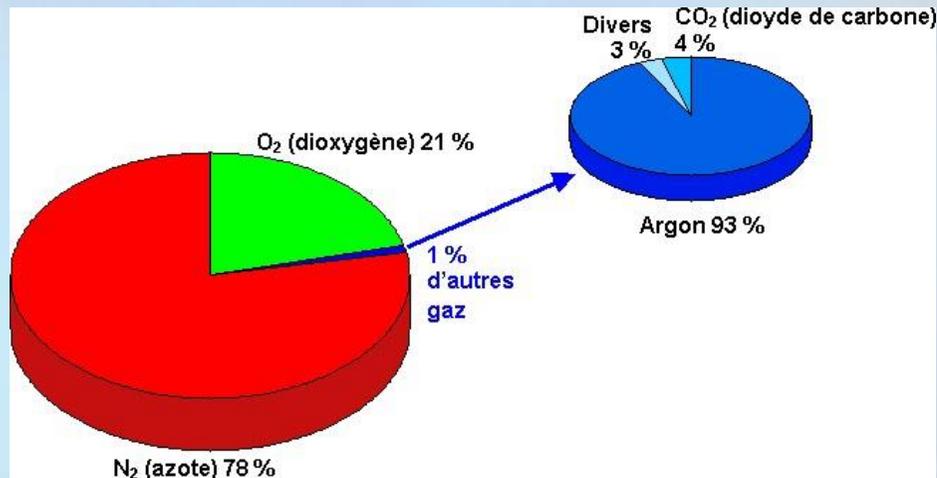
## ■ **DE L'OREILLE INTERNE :**

- Vertiges, perte d'équilibre, nausées (parfois au palier), audition difficile ou impossible (Dégazage dans l'oreille interne centre de l'audition et de l'équilibre).

## ● **DÉCOMPRESSION EXPLOSIVE :**

- Due à une remontée très rapide :
- Défaillance cardiaque.
- Surpression pulmonaire associée.

# Notions sur les accidents de décompression



## Conduite à tenir (*pour information*)

- Ne pas croire que cela va passer.
- Mettre en position déclive tête en bas.
- Sécher, réchauffer, rassurer.
- Oxygène normobar à 15 litres par minute.
- Si conscient donner un comprimé d'aspirine non effervescent 500 mg.
- Faire boire 1 à 2 litres d'eau d'eau douce.
- Faire uriner si c'est possible.
- Alerter et faire transporter d'urgence vers un centre de recompression (caisson hyperbare).

# Prévention

- Respecter les consignes du Directeur de Plongée données sur le bateau avant la plongée (Topographie du site, Profondeur, Durée de la plongée, Consignes particulières de sécurité, etc.).
- Respecter la vitesse de remontée (le fait de respecter la vitesse de remontée c'est comme un premier palier que l'on réalise)
- Faire les paliers qui sont indiqués par la table ou l'ordinateur. Les paliers doivent être réalisés :
  - à la bonne profondeur et pas à 1 ou 2 m près (ils sont réalisés à l'horizontale afin que l'ensemble du corps soit à la profondeur du palier).
  - ne pas économiser l'air au palier, se ventiler correctement et forcer sur le temps d'expiration.
- Ne pas changer de tables ou d'ordinateur entre deux plongées.
- Respecter les règles préconisées dans les tables en cas de remontées anormales, ou respecter les indications de l'ordinateur.

## Prévention (suite)

- En cas d'effort important lors de la plongée, il ne faut pas allonger les paliers au hasard : il faut suivre les indications de l'ordinateur ou de la table. On peut si les conditions le permettent (absence de houle de courant de surface) allonger la durée du palier à 3 m (c'est le seul qui peut être allongé sans risque).
- Pas de manœuvre de Valsalva lors de la remontée ou au palier.
- Pas d'effort important pendant la plongée : se mettre à l'abri du courant, prendre des repères visuels au fond (point fixe) et palmer utile pour se caler au dessus du repère, se déhaler à l'aide des mains sur un rocher etc.
- Pas d'effort important après la plongée (pas de sport).
- Ne pas pratiquer d'apnée après une plongée.
- Ne pas prendre l'avion (pressurisation à 0,8 bar équivalent à 2000 m d'altitude), pas d'excursion en montagne et cela pendant 12 heures après la dernière plongée.
- Ne pas plonger en cas de fatigue importante (physique ou morale).

An underwater scene with a diver on the left and bubbles rising on the right. The text 'AUTRE ACCIDENT : LA NOYADE' is centered in blue.

# AUTRE ACCIDENT : LA NOYADE

# la noyade

- elle peut survenir après un essoufflement, une panne d'air, une narcose, une panique, une syncope, un choc, une panne de matériel, bref toute cause qui vous fera lâcher votre détendeur et boire la tasse fatale.
- Il est à noter que cet accident peut souvent s'accompagner d'un accident de décompression puisque l'évacuation de l'azote n'est plus normale pour cause de ventilation défectueuse.
- Plusieurs niveaux de gravité ont été définis.
- **Le stade 1** est atteint quand la personne ayant bu la tasse est consciente mais épuisée.
- **Le stade 2** est atteint quand la personne a de plus de réelles difficultés à respirer.
- **Le stade 3** est atteint quand la personne est un peu dans le cirage en respiration accélérée et incomplète (comme dans l'essoufflement), le pouls est rapide.
- **Le stade 4**, ultime, est atteint quand la personne est inconsciente et ne ventile plus. Le cœur pourra cesser de battre et il n'y a pas de temps à perdre.

## Conduite à Tenir

- Le noyé devra être sorti rapidement de l'eau et les secours prévenus rapidement.
- Selon le degré de gravité et les circonstances, le noyé pourra subir une réanimation (vous apprendrez tout ça au CFPS), oxygénothérapie, évacuation au caisson hyperbare.

## limiter les risques de noyade

- c'est savoir nager correctement,
- c'est éviter de plonger en cas de fatigue,
- avoir un bon entraînement pour modifier certains réflexes naturels qui s'avèrent dangereux sous l'eau,
- rester à l'écart des filets immergés, prohiber l'hyperventilation en apnée et l'absence de surveillance surface que ce soit en plongée libre ou en plongée apnée

- Et n'oubliez jamais...

- La plongée est avant tout un moment de plaisir à partager !

- Pour qu'elle le reste, soyez attentif aux consignes, elles vous protègent
- Un incident, voire un accident survient quand plusieurs facteurs s'additionnent et donc, signalez sans attendre le moindre problème. Cela évite l'accumulation de difficultés qui peuvent devenir vite ingérables.
- Sachez renoncer à une plongée quand les conditions n'y sont pas, plutôt que de mal la vivre ou de prendre des risques
- Partagez vos doutes, posez des questions et parlez de vos « erreurs » avec vos encadrants et vos équipiers, elles sont sources de progression et de sécurité, pour vous-même et pour les autres, ...ce sont de véritables cadeaux !

- ...Nous vous souhaitons de belles plongées !