CONNAISSANCES THEORIQUES

Du niveau 1 au niveau 4 d'apnée

CODEP 78

SOMMAIRE:

Préambule:

- Le recueil que vous avez sous les yeux est le fruit du travail des moniteurs d'apnée du CODEP des Yvelines (FFESSM78).
- Strictement fidèle au contenu des manuels de formation édités par la Commission Nationale d'Apnée (CNA), vous y trouverez les connaissances théoriques nécessaires au parcours de l'apnéiste , du débutant à l'expert.

André MAHE responsable de la commission apnée FFESSM 78

Niveau 1
Niveau 2
Niveau 3
Niveau 4

Textes et photos sont la propriété du CODEP78 sauf mentions contraires.
Schémas : source Illustra pack d'Alain Foret

Version 1 : février 2011

BOULANGER Pierre - BERDOUX Max - BRISSET Thierry - BRÖHL Wolfgang - CHEVER Pascal - COHN Bertrand - DUPUY Jean Christophe - GALLIAS Yannis - GUEGUEN Nicolas – LEBOENNEC Yves- LE GUEN Matthieu - LE GUEN Xavier- LERCH Eric - MAHE André – M'BOW Guillaume - MORVAN Michel- PARENT Marie-Agnès - POUSSARD Jocelyne - 0LIER Denis - TONNELIER Thierry - VELLUET Jacques - VIGOUROUX Philippe.

Cours théorique Niveau 4

Niveau 4 = Expertise

- Connaissances en matière d'anatomie, physiologie et physique appliquée à la plongée libre
- Connaissance des causes, symptômes, prévention et conduite à tenir pour les accidents pouvant survenir en apnée
- Connaissances succinctes sur les structures clubs et fédérales
- Prérogatives et responsabilité des Niveaux 4
- Bases en matière d'entraînement
- Savoir organiser une sortie en mer
- Savoir organiser la sécurité en apnée
- Connaissances en matière d'environnement et de biologie

CONNAISSANCES EN MATIÈRE D'ANATOMIE, PHYSIOLOGIE ET PHYSIQUE APPLIQUÉE À LA PLONGÉE LIBRE

Les effets du milieu aquatique

Notions de Physique

LE MILIEU – l' Eau

Caractéristiques physiques

Densité

- 1 litre d'eau « douce » = 1 kg
- 1 litre d'eau de mer = 1,026 kg (à 18°C)

-> L'eau de mer contient des sels - environ 35 g/l (salinité)

Conséquence: adaptation du lestage au milieu

Thermique:

Conductibilité thermique 25 x supérieure que dans l'air

Conséquence: Risque de refroidissement

Notions de Physique

Son

Vitesse du son dans l'eau : 1500 m/s (330 m/s dans l'air)

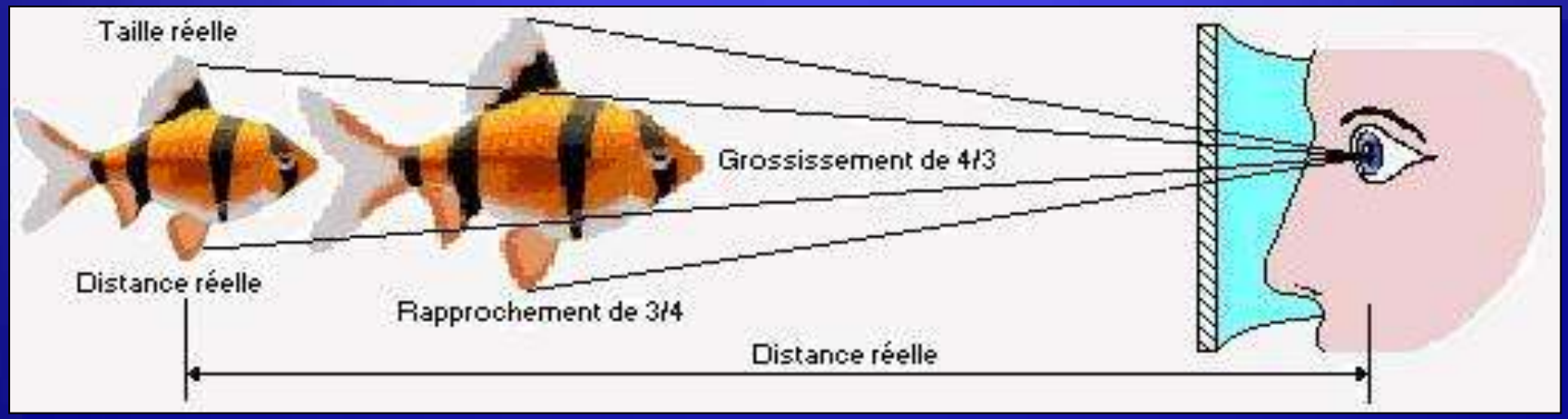
-> **P**ropagation du son 5x supérieure dans l'eau

-> L'origine de la source sonore est difficilement identifiable

Vision :

-> Grossissement de 4/3 dans l'eau

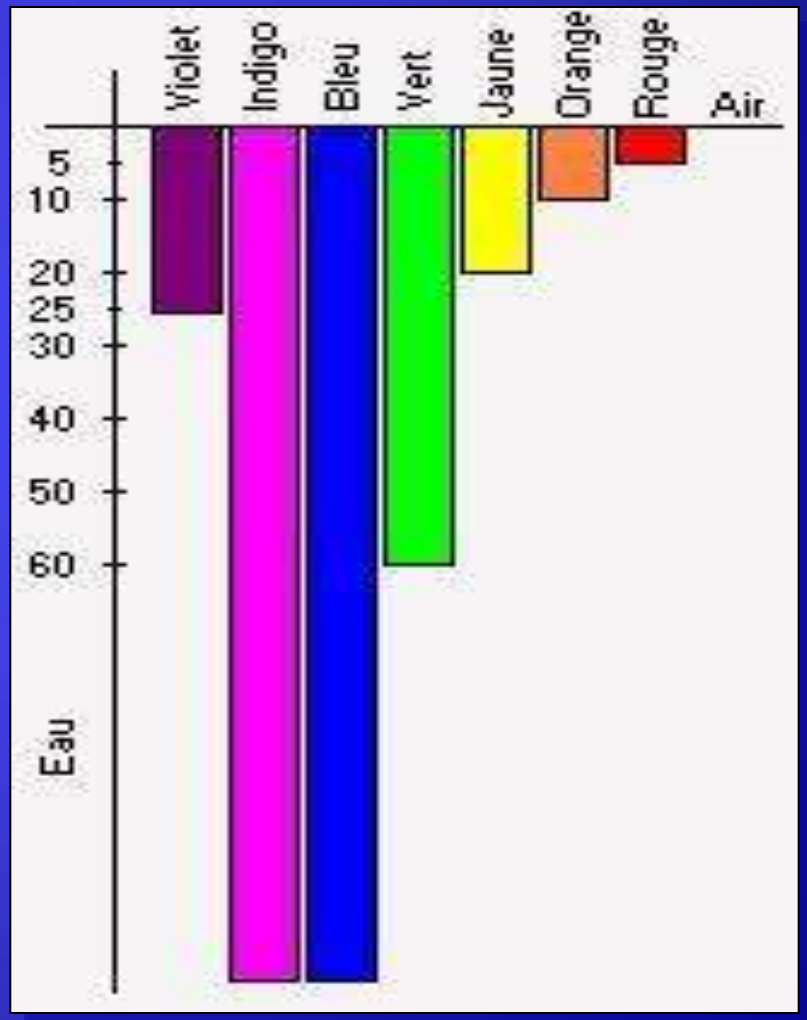
-> Champ de vision réduit de 75%



Notions de Physique

Absorption des couleurs

Les composantes rouges et jaunes de la lumière solaire sont absorbées en quelques mètres, la seule composante susceptible d'être diffusée est donc le bleu.



Notions de Physique

- Notions sur la Pression
- Théorème d'Archimède
- Loi de Boyle Mariotte
- Loi de Dalton
- Loi d'Henry

Notions de Physique

La Pression

P atmosphérique : Pression à la surface de l'eau (variable autour de 1013mbar ou 760mmd'Hg et considérée comme équivalent à 1 bar)

P hydrostatique (ou Pression relative): variable en fonction de la profondeur (augmente de 1 bar par tranche de 10 mètres) (0,98 bar en eau douce et 1,007 bar en eau de mer)

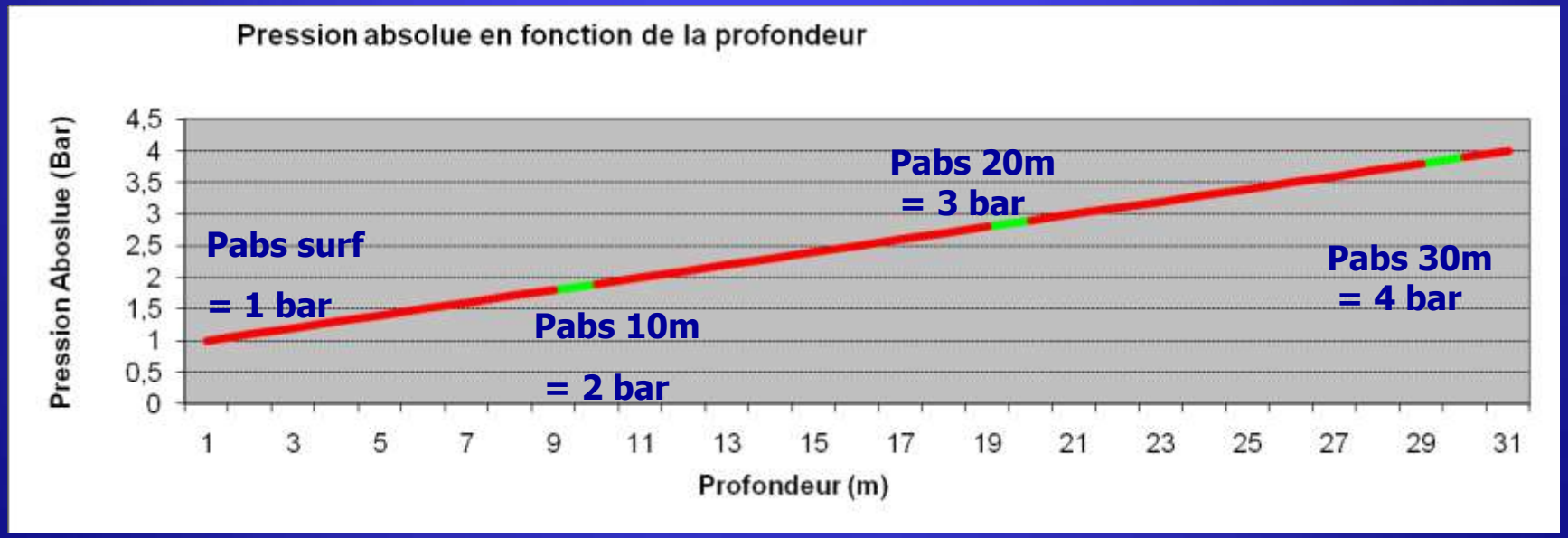
Pression absolue (Pabs) = P atm + P relative

Notions de Physique

La Pression:

La pression absolue varie de 2x entre la surface et 10m; de 1,5x entre 10 m et 20m… la variation de pression est maximale dans l'espace proche.

P Abs = Patm + (Profondeur / 10)



Notions de Physique

Théorème d'Archimède

Tout corps plongé dans un liquide, subit une force verticale, dirigée de bas en haut et égale au poids du volume de liquide déplacé

La flottabilité est la poussée, dirigée de bas en haut, qu'un liquide exerce sur un objet immergé

Important:

Le poids d'un objet immergé dans un liquide correspond à son poids apparent ou poids relatif

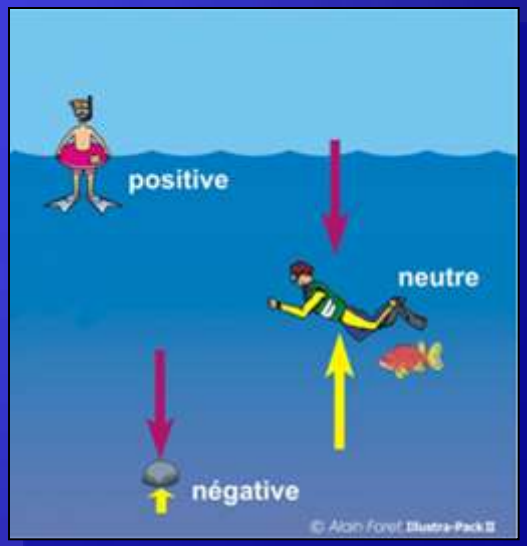
Notions de Physique

Théorème d'Archimède

Poids apparent = Poids réel – Poussée d'Archimède

. Poids app négatif => l'objet flotte (flottabilité positive)
. Poids app nul => l'objet est en équilibre (flottabilité nulle)
. Poids app positif => l'objet coule (flottabilité négative)

Exemple :
Une ancre pèse 25 kg, son volume est de 8 litres
Poids app = 25 – 8 = 13 kg
(Papp > 0 … elle coule!)



Sécurité… adapter son lestage en fonction du milieu et de la zone d'évolution.
En surface et en expiration forcée, les voies aériennes doivent rester hors de l'eau

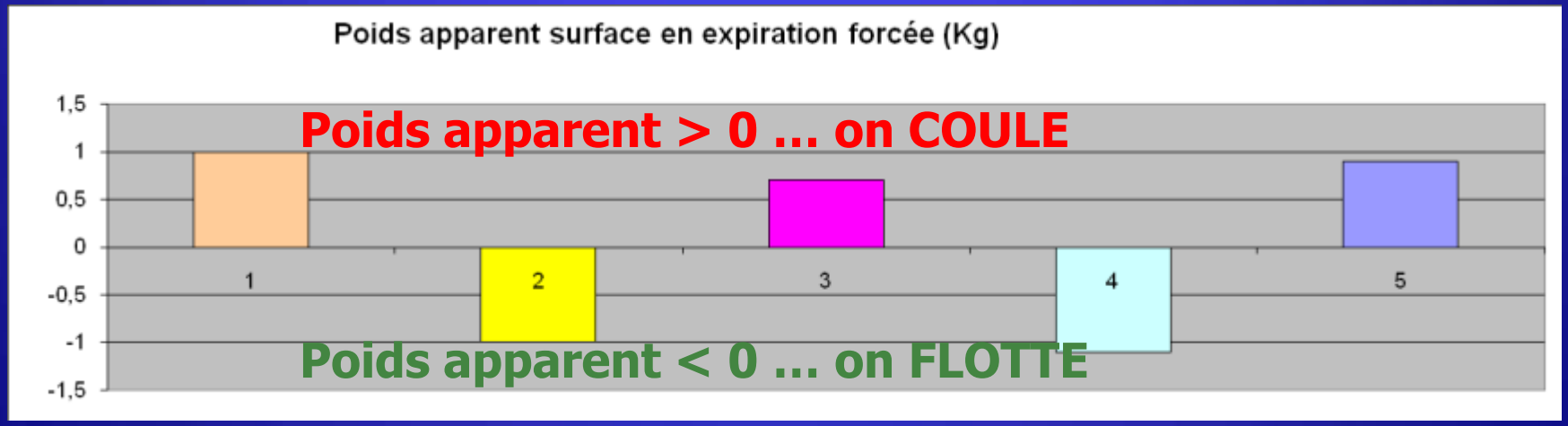
Notions de Physique

Application : Exemple de flottabilité en surface

Poids apparent (expiration forcée)	
Fosse - sans combinaison (1)	**1 kg**
Lac 2 kg - avec combinaison 5mm (2)	**-1 kg**
Lac 4kg - avec combinaison 5mm (3)	**0,7 kg**
Mer 2kg - avec combinaison 5mm (4)	**-1,1 kg**
Mer 4kg - avec combinaison 5mm (5)	**0,5 kg**

Exemple: Apnéiste avec une Capacité Pulmonaire Total (CPT) de 5 litres et Volume Résiduel (VR) de 1,5 litres

Données indicatives pouvant varier suivant les personnes
⇒Test de flottabilité individuel à réaliser



Notions de Physique

Loi de Boyle Mariotte :

Variation du volume d'un gaz avec la pression

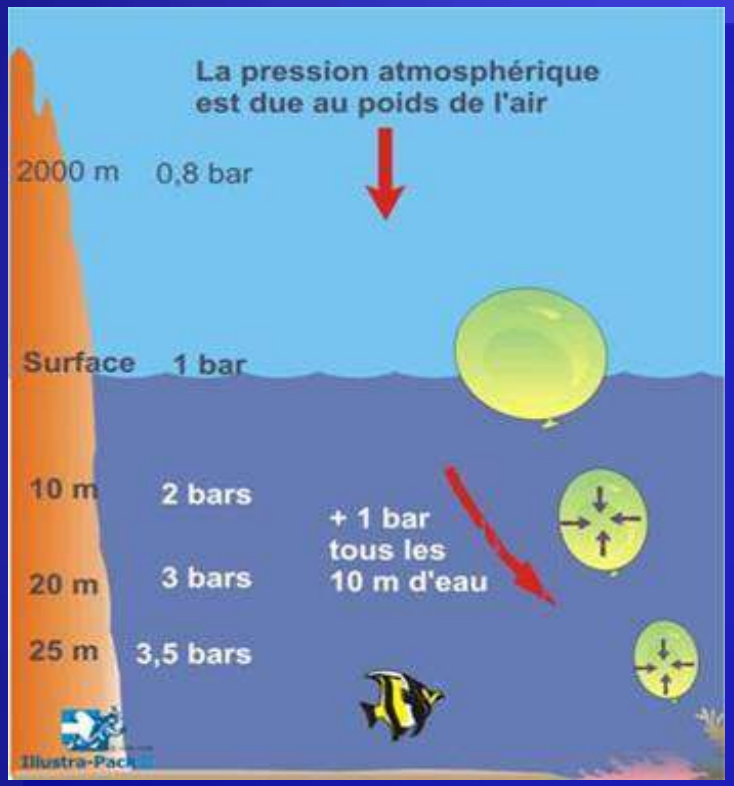
- *A température constante, le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression à laquelle il est soumis*

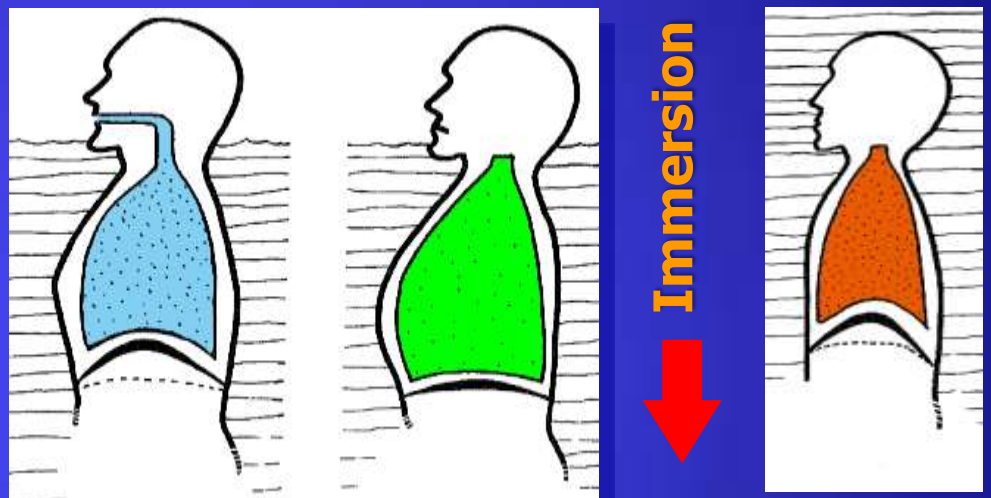
P1 x V1 = P2 x V2

- A la descente, la pression augmente et le volume diminue
- A la remontée, la pression diminue et le volume augmente
- La pression s'exerce sur les cavités naturelles de l'organisme contenant de l'air (Oreilles, Sinus, Poumons) mais aussi sur le volume du masque ou des lunettes

Notions de Physique

Loi de Boyle Mariotte :





Ex : Volume pulmonaire de 6 litres en surface, quel volume à 20 m de profondeur?

.Surface: P1= 1 Bar, V1=6 L

.A 20 m: P2=3 Bar, V2 = ?

P1 x V1 = P2 x V2 => V2 = (P1 x V1) / P2 soit 2 L

Sécurité … la variation des volumes gazeux est à l'origine des accidents « barotraumatiques »

Notions de Physique

<u>Application</u> : Limite théorique de profondeur en apnée

Formule => CPT / VR

(Capacité Pulmonaire Totale / Volume Résiduel)

<u>Exemple</u> : Apnéiste ayant une CPT de 6 L et un VR de 1,5 L

Le volume pulmonaire va diminuer avec l'augmentation de pression pour atteindre la limite du volume résiduel.

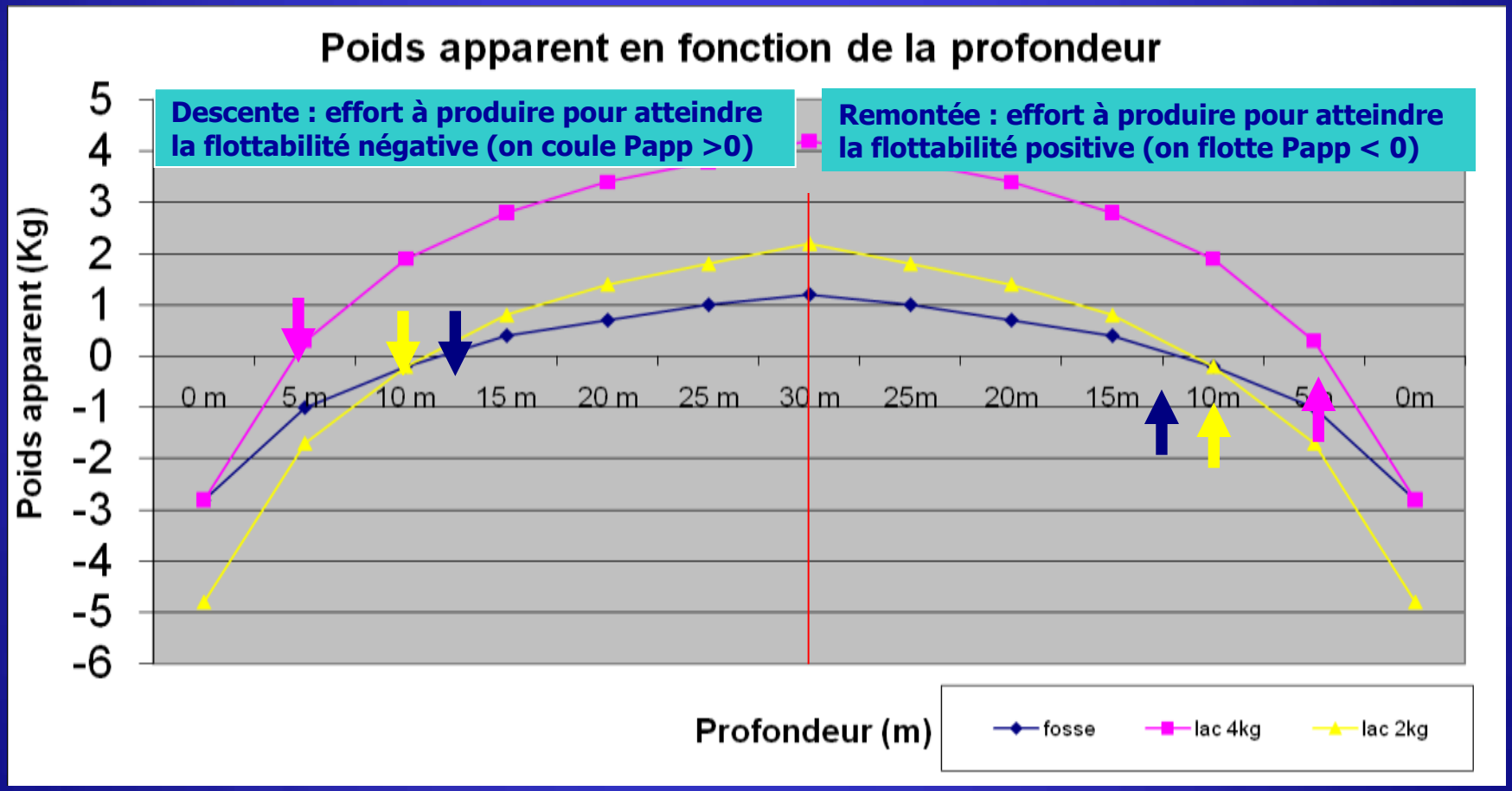
=> 6 / 1,5 = 4 … soit 4 bar donc **30 m**

<u>Sécurité</u> … Ce calcul théorique ne tient compte ni du mécanisme compensatoire du « blood shift », ni de la compensation dans le masque , mais permet d'avoir une idée sur une zone d'évolution maximale

Notions de Physique

<u>Application</u> : Archimède et Mariotte en poids constant

Évolution du poids apparent en fonction de la profondeur (tableau indicatif)



Notions de Physique

<u>Loi de Dalton</u> : Pression partielle d'un gaz

- A température constante, la pression d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions partielles des gaz qui le composent
- La pression partielle d'un gaz dans un mélange est égale au pourcentage de ce gaz multiplié par la pression absolue

$$\boldsymbol{Pp}\ \mathit{Gaz} = \%\ \mathit{Gaz} \times \boldsymbol{P}\ \mathit{absolue}$$

<u>Exemple</u>: Pp O2 en surface et à 10 mètres de profondeur

.En surface, PpO2 => 0,21 x 1 = 0,21 bar

.A 10 mètres, PpO2 => 0,21 x 2 = 0,42 bar

Conséquences… En apnée, l'évolution de la pression partielle d'O2 est à l'origine de la « P.C.M / Syncope »

Notions de Physique

Loi d' Henry

- *A température constante et à saturation, la quantité de gaz dissout dans un liquide est proportionnelle à la pression qu'exerce ce gaz sur le liquide*
- En plongée, c'est l'azote de l'air qui va se dissoudre dans les tissus constituant le corps humain
- En apnée, les descentes répétées en profondeur vont occasionner une accumulation progressive d'azote dissout dans les tissus
- Certaines conditions peuvent conduire à la modification de cet état de dissolution et à la formation de bulles…

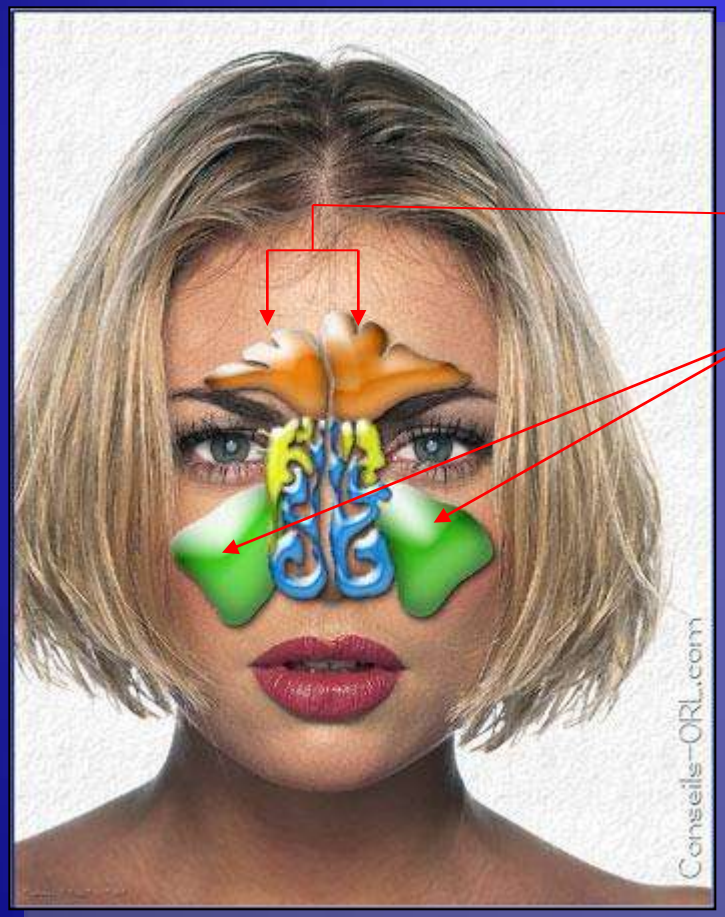
Sécurité… la dissolution des gaz dans les tissus est à l'origine d'Accidents De Décompression (ADD).
L'accident de « Taravana » a été décrit dès 1947. Profondeur, durée, répétitions et temps de récupération sont des facteurs d'influence

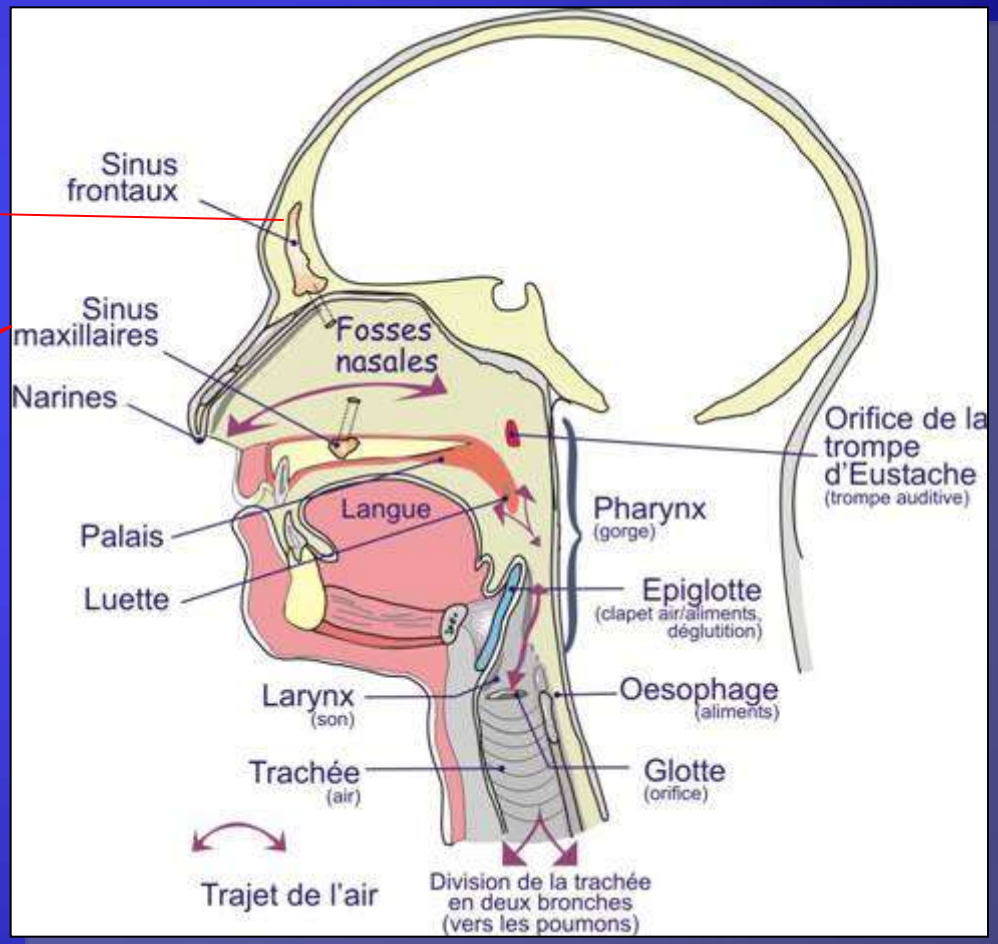
Notions d'anatomie / Physiologie

- L'appareil respiratoire
  - Voies aériennes supérieures
  - Voies aériennes inférieures
  - Les volumes respiratoires
  - Mécanique ventilatoire
- L'appareil cardio vasculaire
  - Le cœur
  - La circulation sanguine
  - Le sang
- L'oreille
- Adaptation à l'immersion « diving reflex »

Notions d'anatomie / Physiologie

Les voies aériennes supérieures





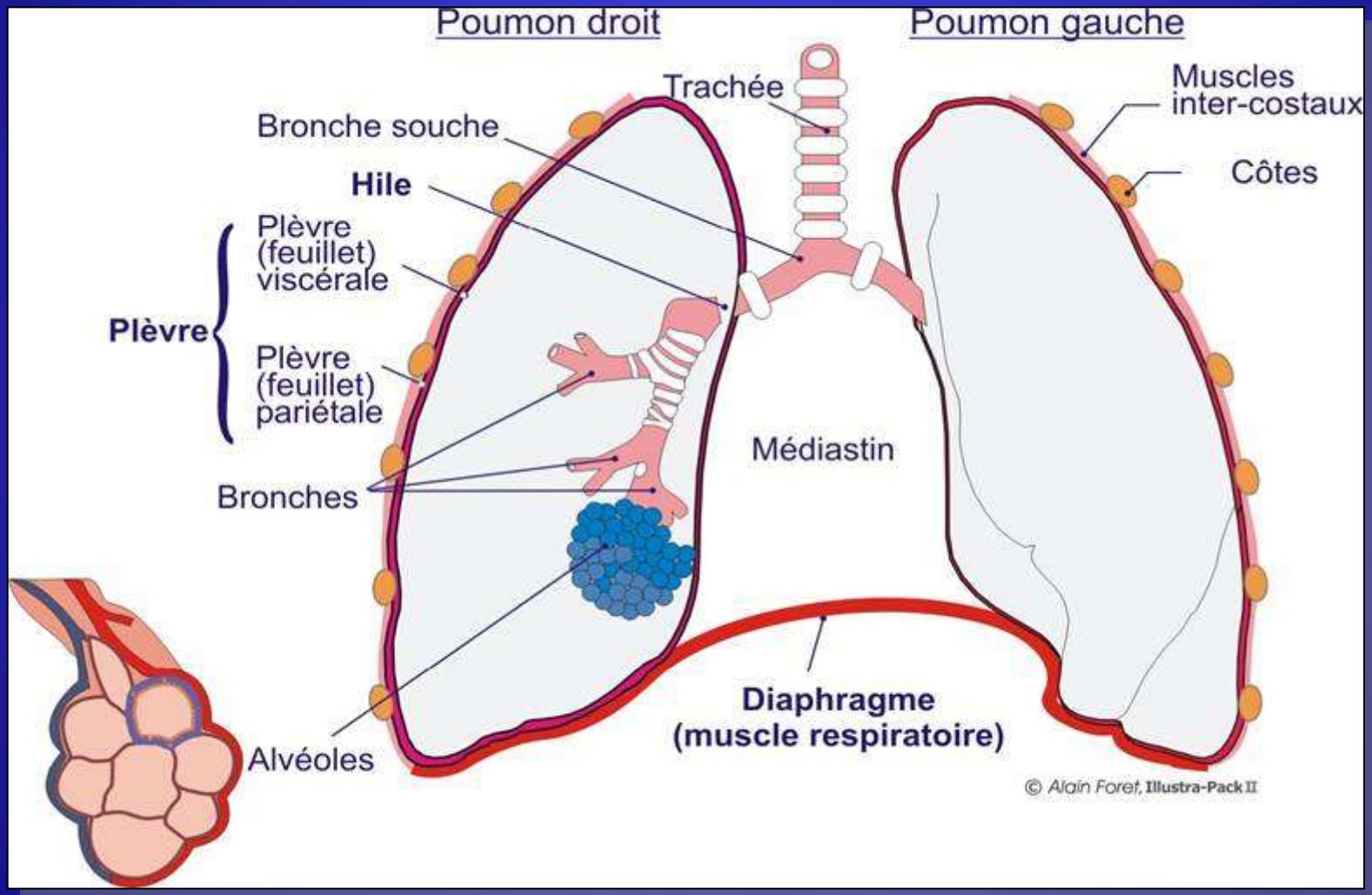
Notions d'anatomie / Physiologie

Les voies aériennes supérieures

- **Nez** : réchauffe, humidifie et filtre l'air inspiré (environ 20 000 Litres / jour)
- **Sinus** : allègent la boîte crânienne / communiquent avec les fosses nasales par de fins orifices "ostium »
- **Pharynx** : carrefour aéro digestif (séparation entre air et aliments) / en relation avec les trompes d'eustache
- **Larynx** : aiguillage qui empêche les aliments de rentrer dans la trachée artère / endroit où sont localisées les 2 cordes vocales

Notions d'anatomie / Physiologie

Les voies aériennes inférieures



Notions d'anatomie / Physiologie

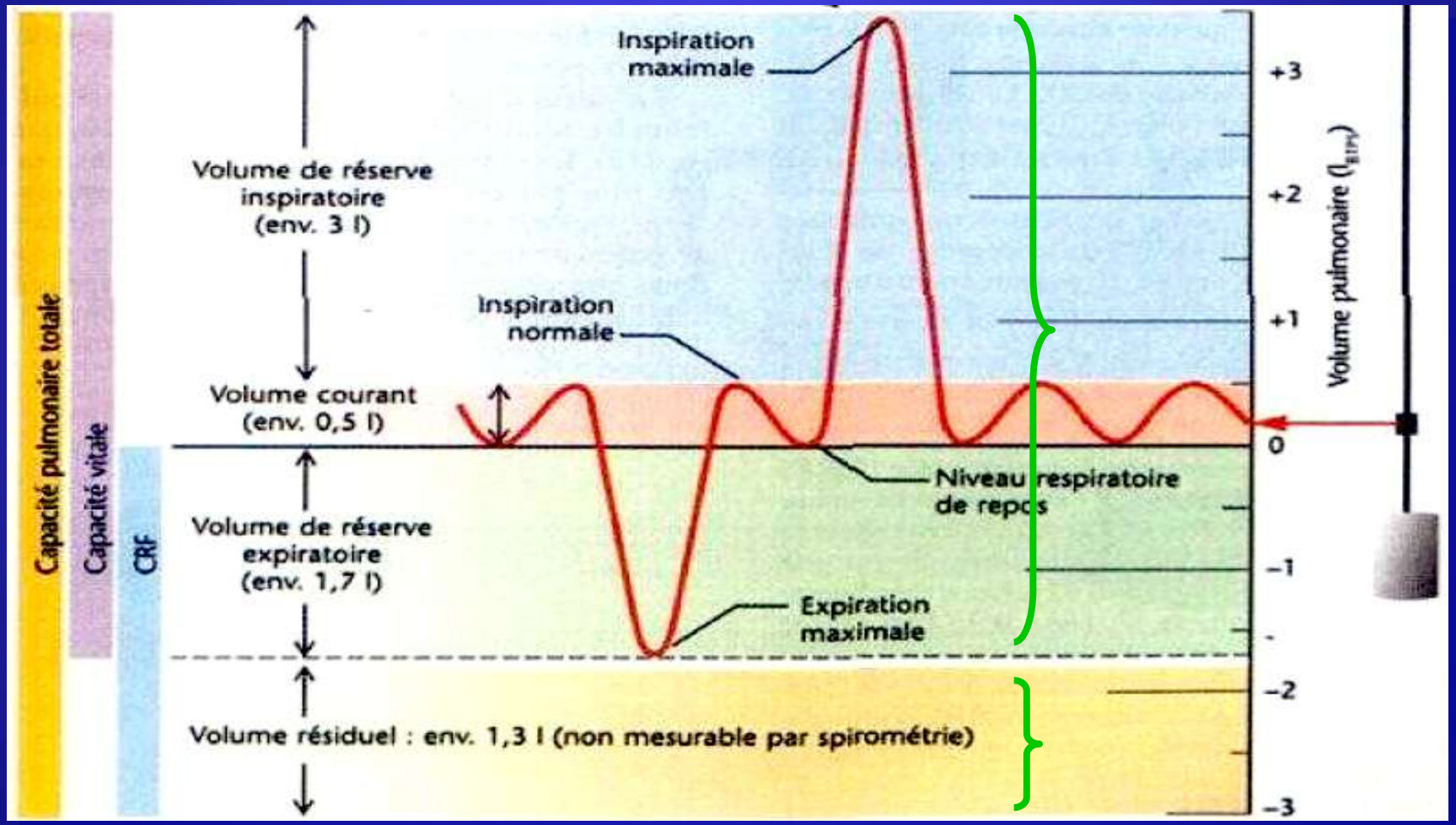
Les voies aériennes inférieures

- **La trachée:** conduit de 10/12 cm (section de 12mm) qui se divise en 2 bronches souches rentrant dans les poumons.
- **Les bronches souches**: se divisent entre 6 et 12 fois pour atteindre une section de 1mm
- **Les Bronchioles**: se divisent en 4 à 5 bronchioles terminales qui après une nouvelle division aboutissent aux alvéoles
- **Les alvéoles**: Siège des échanges gazeux avec les capillaires qui les entourent. Structure en forme de « sac » ayant une épaisseur de 2 microns qui se gonfle et se vide au rythme de la ventilation. La surface alvéolaire d'échanges représente 150 m2

Le volume d'air contenu dans le nez, la bouche, pharynx, bronches et bronchioles représente **l'espace mort** (150 mL) qui ne contribue pas aux échanges gazeux.

Notions d'anatomie / Physiologie

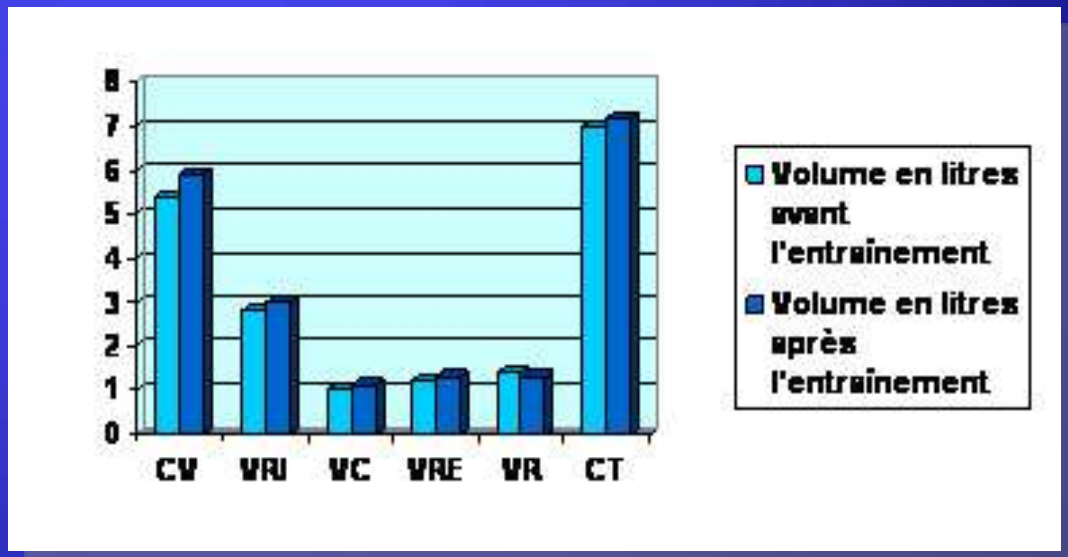
Les volumes



Notions d'anatomie / Physiologie

- **VC** : Volume courant en respiration normale (environ 0,5L)
- **VRI**: Volume de Réserve Inspiratoire qui est le maximum que l'on peut inspirer après une inspiration normale (environ 2,5 L)
- **VRE**: Volume de Réserve Expiratoire qui est le maximum que l'on peut expirer après expiration normale (environ 1,5L)
- **VR**: Volume résiduel (à la fin d'une expiration forcée… environ 1,5L)
- **CV (Capacité Vitale) = VC + VRE + VRI**
- **CT (Capacité pulmonaire totale) = CV + VR**

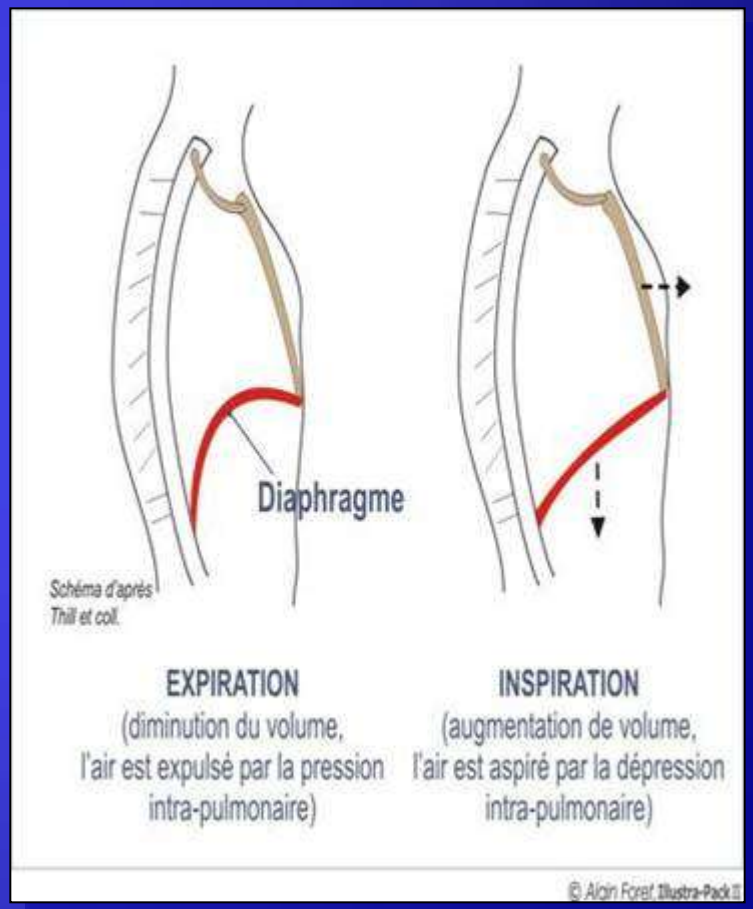
L'entraînement contribue à l'amélioration de ces volumes



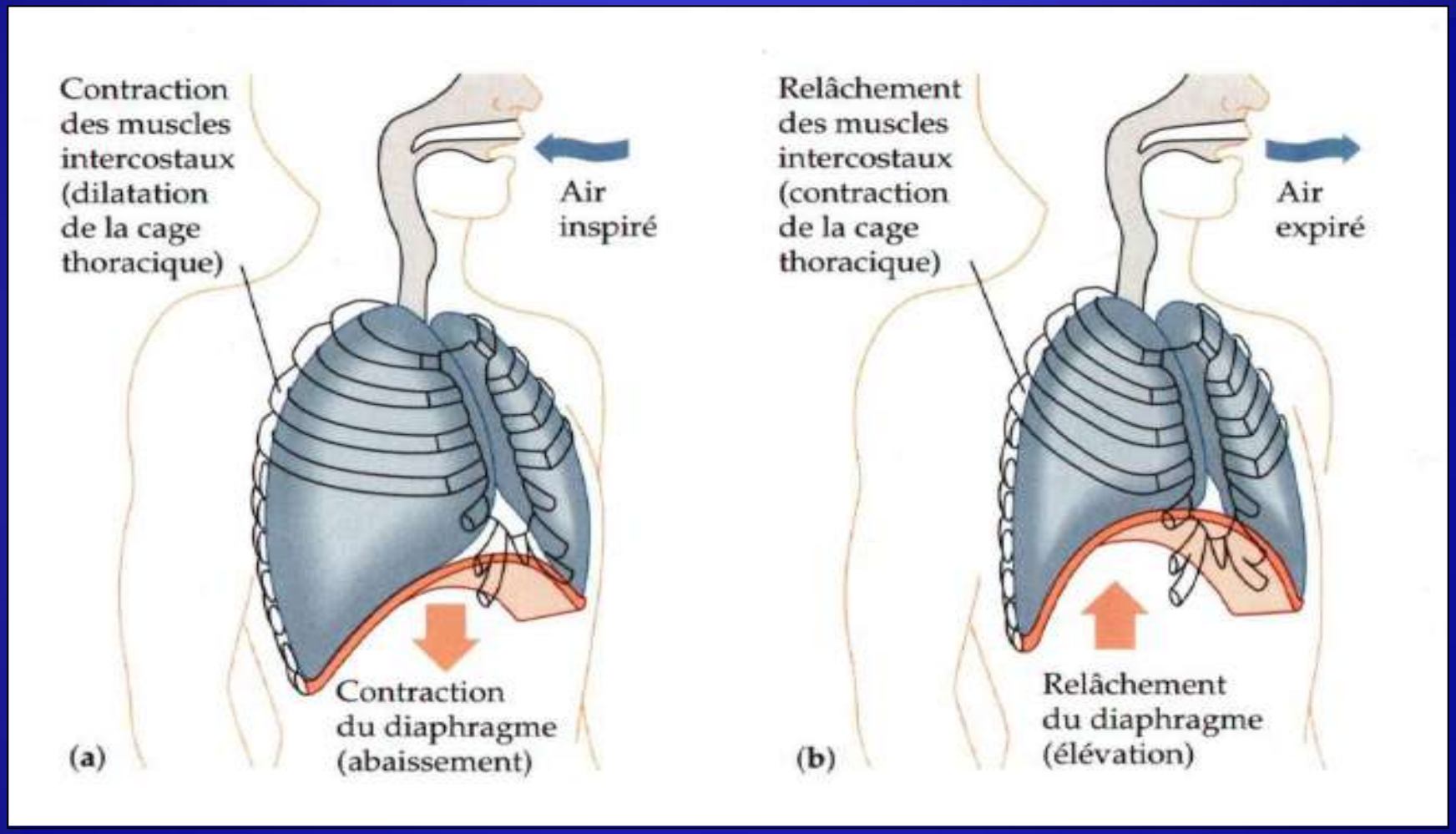
Notions d'anatomie / Physiologie

Mécanisme ventilatoire

- Assurer les échanges gazeux (apport d'O2 et rejet de CO2) entre le milieu extérieur et l'organisme, liés à l'activité cellulaire
- **La ventilation** est régie automatiquement (mécanisme complexe situé dans le bulbe rachidien)
- Des 3 facteurs intervenant dans cette régulation (P artérielle CO2, P artérielle O2 et PH sanguin), la P artérielle CO2 est prédominante
- D'autres facteurs peuvent intervenir.. Froid, peur, émotion, mécaniques (mécano récepteurs)
- Rythme (adulte) entre 15 à 20 / minute



Notions d'anatomie / Physiologie

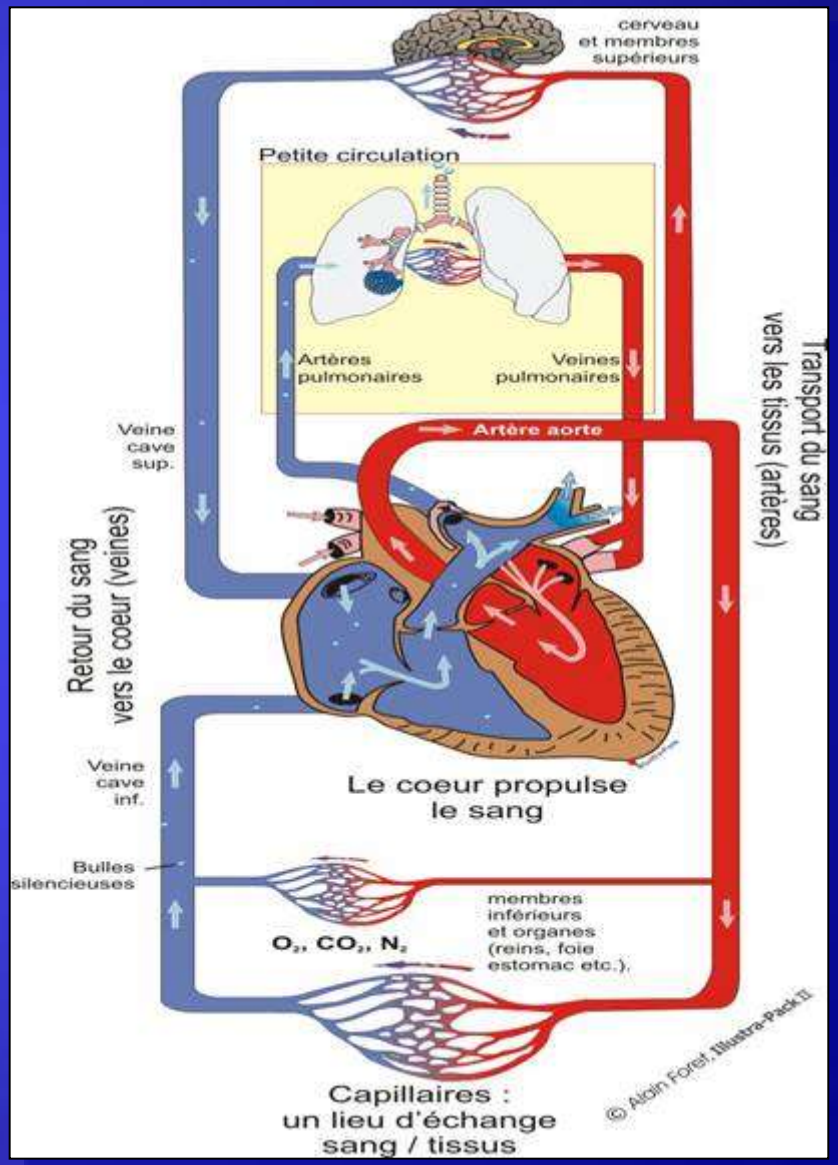


Inspiration active **Expiration passive**

Notions d'anatomie / Physiologie

L'appareil cardio vasculaire

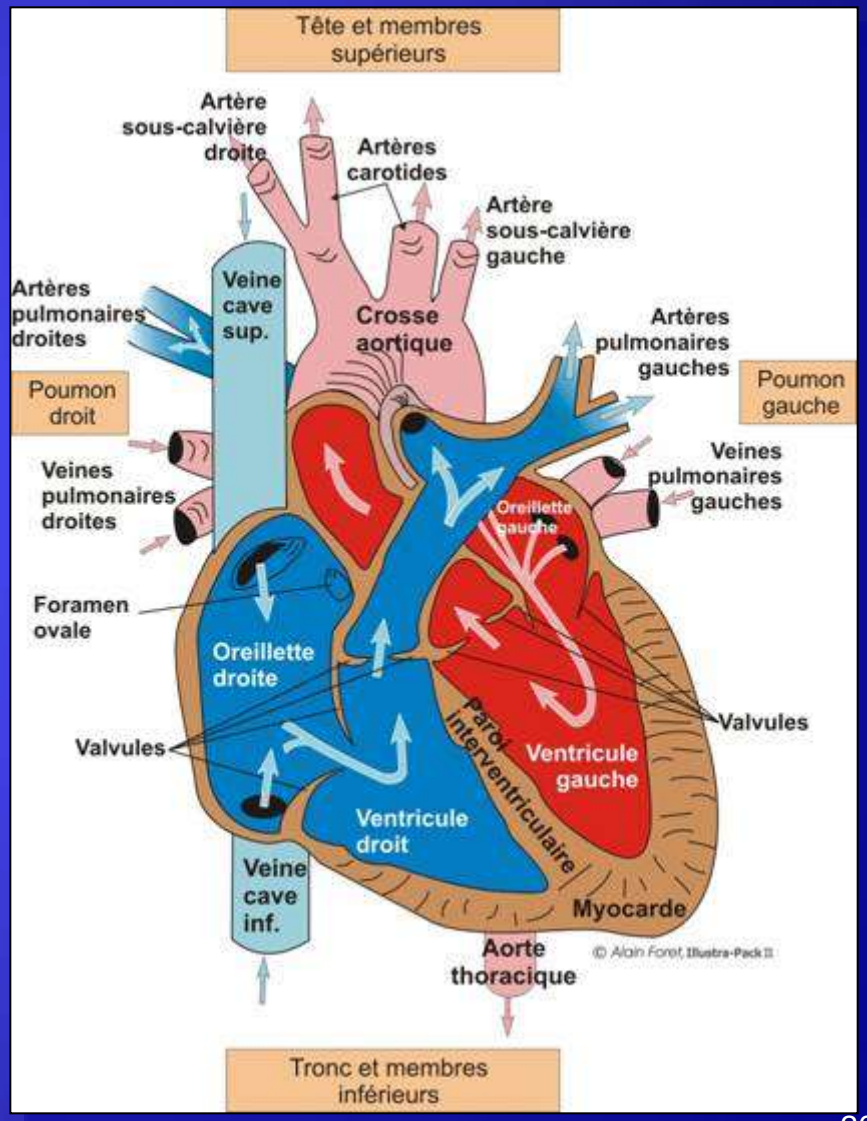
- **Consiste** en une boucle de circulation pulmonaire et une boucle de circulation générale entre lesquelles le cœur (muscle cardiaque) joue le rôle d'une pompe mettant en circulation le sang.
- **La grande circulation**: Le sang oxygéné est expulsé par le ventricule gauche vers les tissus où il va se désoxygéner et se charger en CO2. Le retour du sang se fait par le circuit veineux vers l'oreillette droite.
- **La petite circulation**: Le sang riche en CO2 est expulsé par le ventricule droit vers les poumons où il se ré oxygénera au niveau des alvéoles pulmonaires et revient vers l'oreillette gauche.



Notions d'anatomie / Physiologie

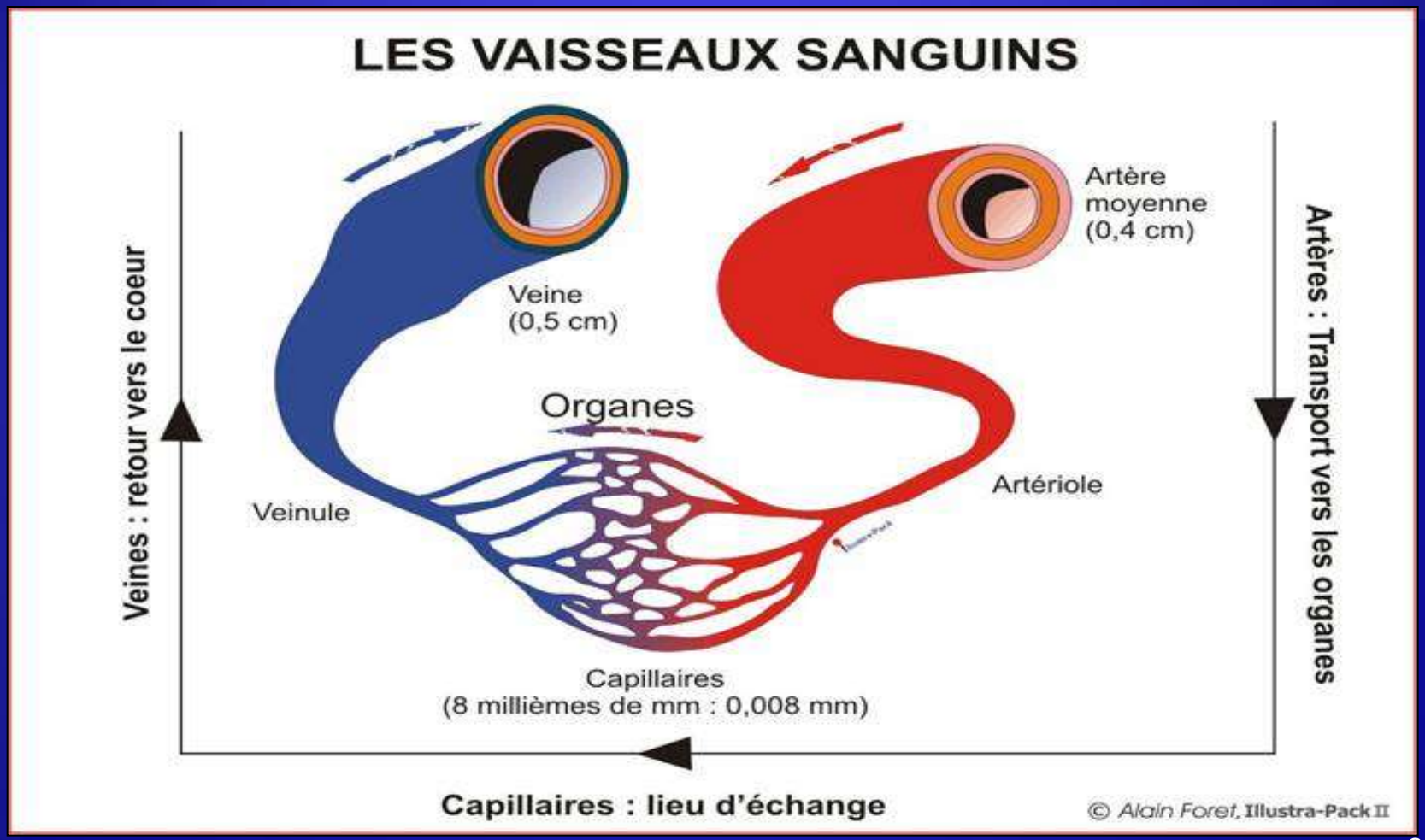
Le cœur

- Muscle situé dans l'espace thoracique
- Rôle de pompe (succession de contractions / relâchements)
- Au repos FC (Fréquence Cardiaque) d'environ 60 à 75 battements/minute (90 chez l'enfant)
- La puissance et la fréquence des contractions sont modulées par des centres situés dans le bulbe rachidien et par le biais de nerfs cardio-modérateur et cardio-stimulateur.



Notions d'anatomie / Physiologie

La circulation sanguine



Notions d'anatomie / Physiologie

La circulation sanguine

- **Les artères:** Vaisseaux élastiques dans lesquels circule le sang depuis le cœur vers les organes. Se ramifient pour finir au stade de capillaires
- **Les capillaires**: Nombreux et très fins, assurent les échanges gazeux et se regroupent en veinules qui elles-mêmes se regroupent en veines
- **Les veines**: Vaisseaux peu élastiques à l'intérieur desquels circule le sang depuis les organes vers le cœur

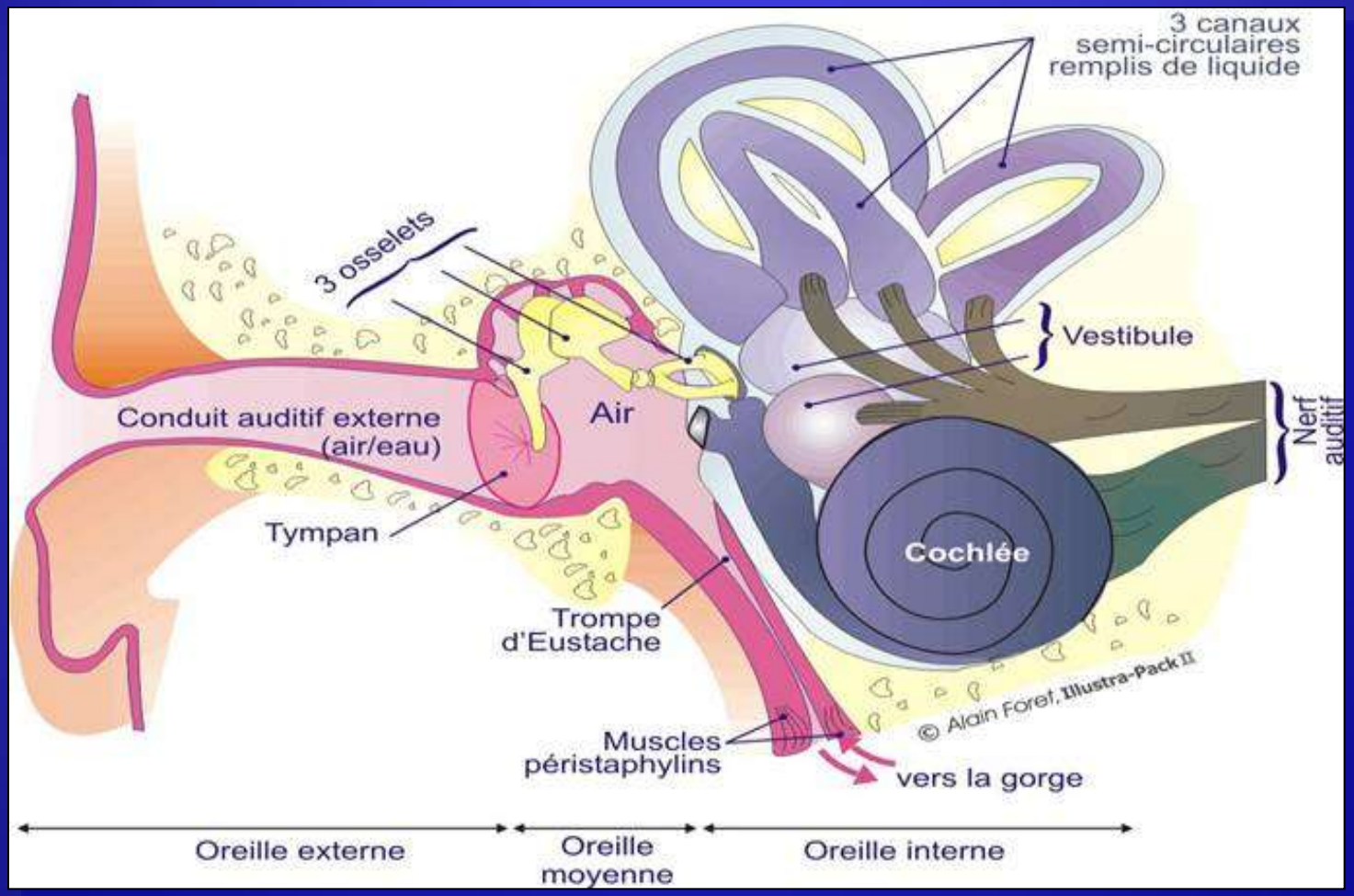
Notions d'anatomie / Physiologie

Le Sang

- Sert à diffuser l'O2 et les éléments nutritifs nécessaires aux processus vitaux de tous les tissus du corps, et à évacuer les déchets dont le CO2. Il sert également à amener aux tissus les cellules et les molécules du système immunitaire.
- Il est « Rouge Clair » lorsqu'il est oxygéné et « Rouge Foncé » quand il est chargé en CO2
- Environ 5 Litres dans le corps humain il est constitué de plasma, de globules rouges, de globules blancs, et de plaquettes
- Globules rouges: environ 5 Millions / mm3, ces cellules servent à fixer de manière réversible l'O2 et le CO2 par le biais de l'hémoglobine
- Globules blancs: 5 à 10 000 / mm3, ces cellules servent à nous protéger des micro organismes étrangers
- Plaquettes: environ 150 000 / mm3 Interviennent dans le mécanisme de la coagulation

Notions d'anatomie / Physiologie

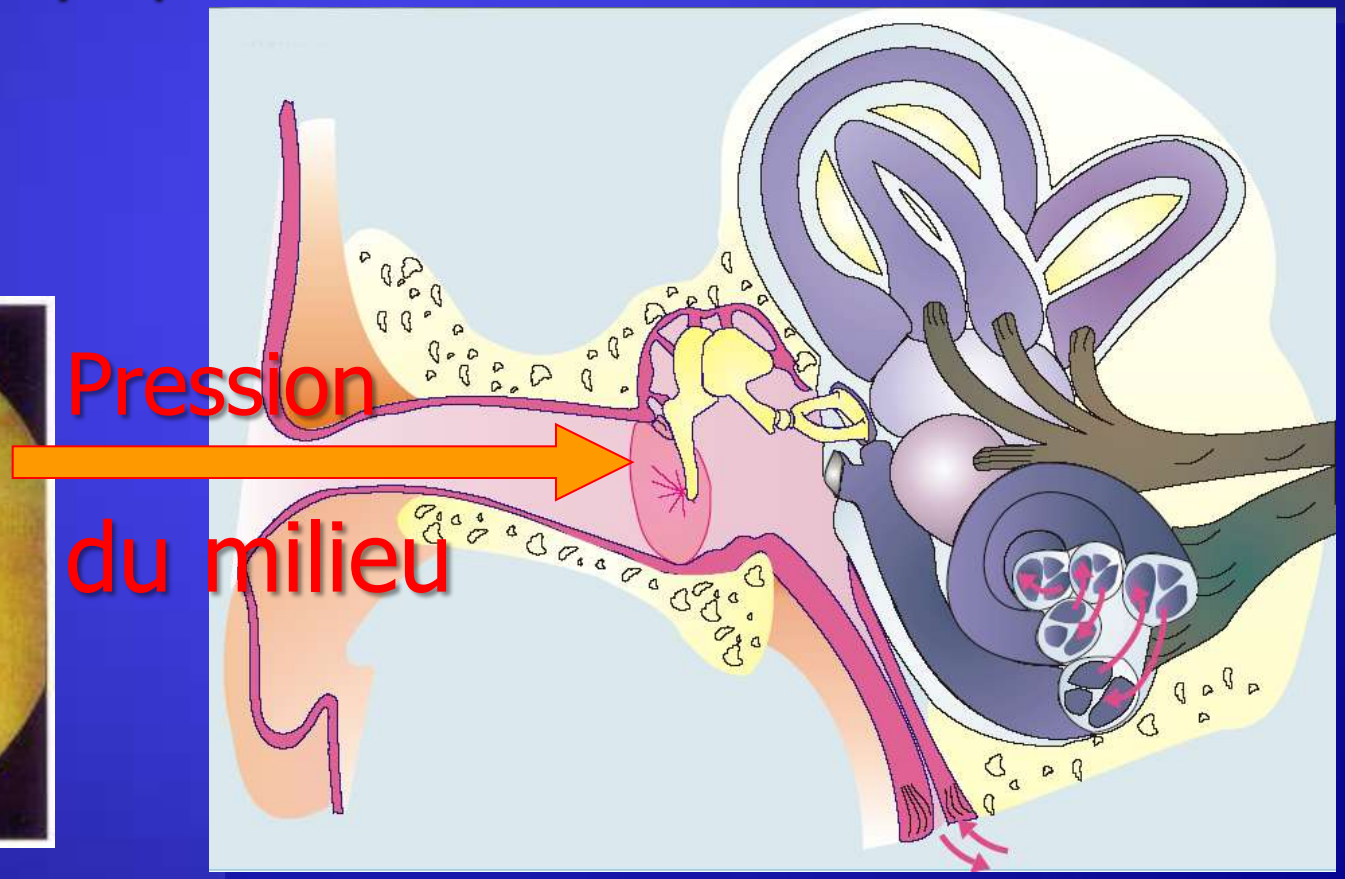
L'Oreille… organe de l'audition et de l'équilibre



Notions d'anatomie / Physiologie

L'oreille externe

Réception, par le pavillon, des ondes sonores qui font vibrer le tympan



Notions d'anatomie / Physiologie

L'oreille moyenne:

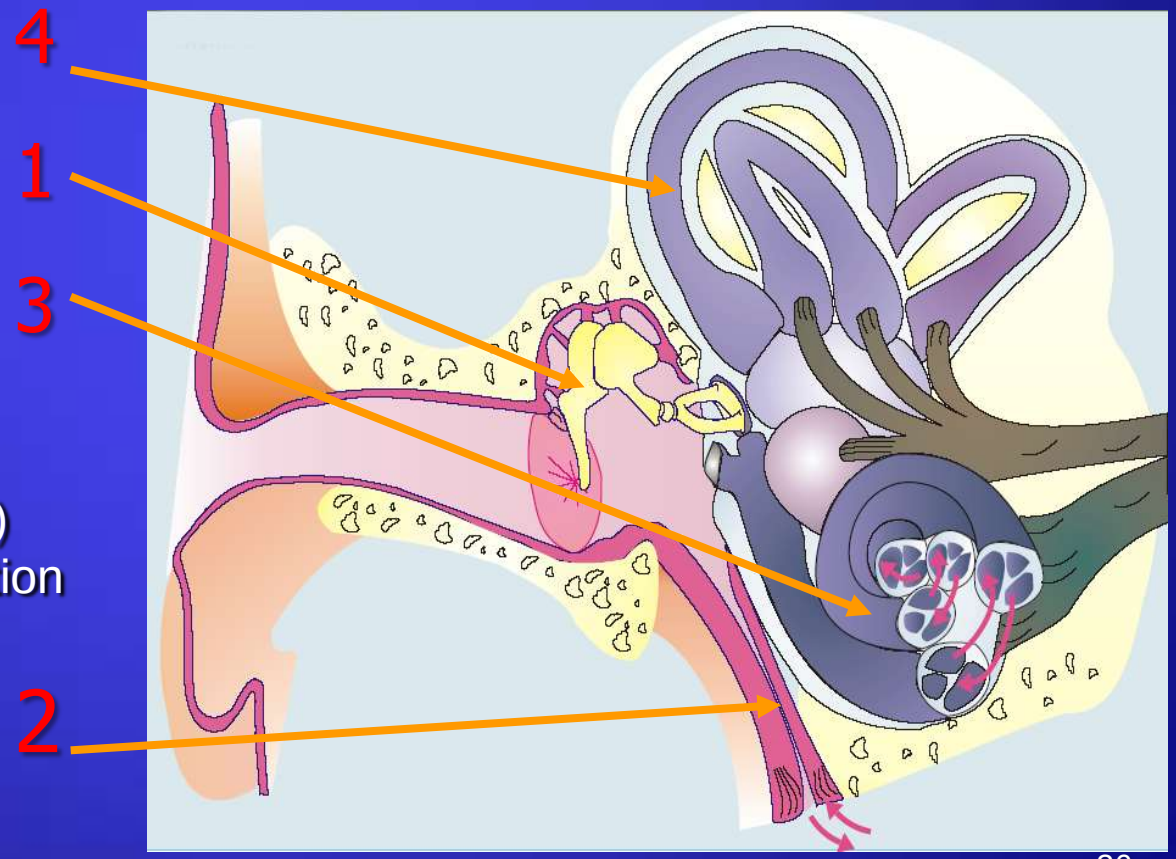
Le tympan transmet les vibrations à la chaîne des osselets « marteau-enclume-étrier » (1) qui les amplifie.

La trompe d'Eustache (2) permet l'équilibre des pressions entre l'OM et le Pharynx.

L'oreille interne:

La Cochlée (3) transforme les vibrations de l'étrier en signaux électriques.

Les Canaux semi-circulaires (4) informent le cerveau de la position de la tête. C'est le siège de l'équilibre.



Notions d'anatomie / Physiologie

Adaptation à l'immersion, ou « diving reflex »

- **Bradycardie :** Diminution du rythme cardiaque (30 à 50%) lorsque le visage est immergé (liée à la présence de thermo récepteurs). La bradycardie sera d'autant plus forte que l'eau est froide. Elle est maximale à partir de 20 secondes après l'immersion

- **Vasoconstriction périphérique due à la pression :** Favorise l'alimentation en sang (vascularisation) des organes « nobles », ce qui permet de mieux résister à un état hypoxique. La pression hydrostatique conduit au refoulement de sang vers la région thoracique et déclenche le phénomène de diurèse (élimination urinaire)

- **Vasoconstriction périphérique due au froid :** Favorise la vascularisation des organes, ce qui permet de mieux résister à un état hypothermique

- **Blood shift :** Ce phénomène est lié à la « loi de Mariotte » et à la diminution du volume pulmonaire avec l'augmentation de pression. Dès lors que le volume résiduel pulmonaire est atteint, il se crée une dépression intra-thoracique qui aspire le sang contenu dans les viscères et les extrémités pour le propulser dans la circulation pulmonaire. Les poumons et les capillaires alvéolaires sont alors gorgés de sang et peuvent résister à l'écrasement. Ce phénomène est naturellement réversible.

CONNAISSANCE DES CAUSES, SYMPTÔMES, PRÉVENTION ET CONDUITE À TENIR POUR LES ACCIDENTS POUVANT SURVENIR EN APNÉE

Les accidents liés au milieu aquatique

LES ACCIDENTS…CAUSES, SYMPTÔMES, PRÉVENTION ET CONDUITE À TENIR

- **Barotraumastimes**
  - **Sinus**
  - **Dents**
  - **Plaquage de masque**
  - **Oreille : Moyenne / interne / vertige alterno barique**
  - **Manœuvre glosso pharyngée ou « carpe »**
  - **Surpression pulmonaire**
- **Syncope**
- **Hypercapnie**
- **ADD – Accident De Décompression**
- **Hypothermie**

Les accidents barotraumatiques

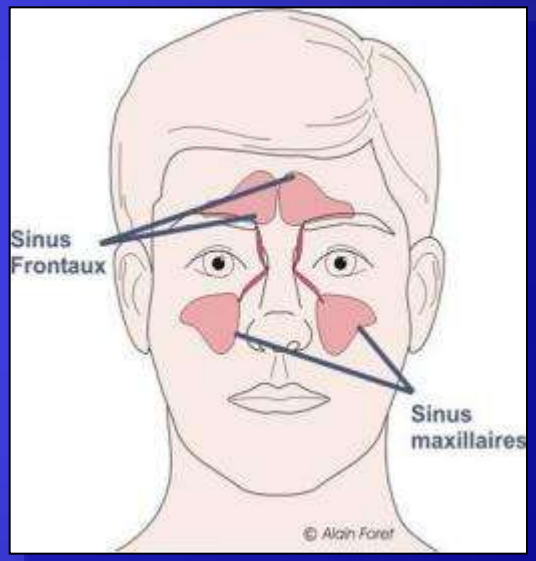
Sinus:

Cause: Impossibilité d'équilibrage créant une différence de pression entre le/les sinus et les fosses nasales (ostium bouché).

Survient le plus souvent à la descente mais peut se produire à la remontée

Symptômes: Douleur aiguë, d'intensité croissante avec la différence de pression

Saignements de nez possible



Conduite à tenir: A la descente, stopper et signaler à l'apnéiste de sécurité (ApnS).

A la remontée, ralentir et signaler à l'ApnS

Saignement de nez => Arrêt d'activité (stopper le Saignement) + consultation médecin

Prévention:

.Pas de mise à l'eau en cas de rhume, de congestion ou de crise allergique

.Se moucher régulièrement (évacuer les mucosités)

.Pas de décongestionnant nasal avant la plongée (effet rebond)

Les accidents barotraumatiques

Dents:

Cause: Compression ou dilatation de petites bulles d'air logées dans une cavité de la dent (carie, plombage, pansement, prothèse)

Symptômes: Douleur pouvant être très vive (jusqu'à la syncope!)

Conduite à tenir: idem que pour sinus

(pas de saignement de nez)

Arrêt d'activité + consultation dentiste

Prévention:

.Consulter régulièrement un dentiste

.Hygiène dentaire quotidienne

Les accidents barotraumatiques

Le plaquage de masque:

Cause: A la descente, lorsque le masque a atteint sa limite de déformation, il se produit un effet ventouse « succion » entraînant des lésions nasales et/ou oculaires

Symptômes: Apparition de petites hémorragies nasale et/ou oculaire (paupière, conjonctivale)
Saignement de nez

Conduite à tenir: Arrêt de l'activité, consulter un médecin

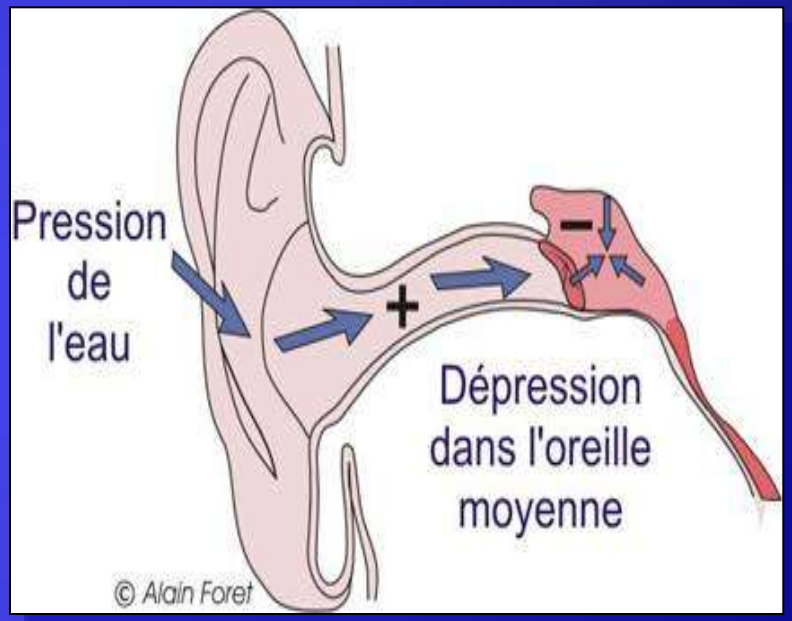
Prévention:
.Compenser par le nez dans le masque régulièrement à la descente (privilégier un masque à faible volume pour la profondeur).
.Attention en gueuse à la vitesse de descente et au retard de compensation
.Pas d'apnée en profondeur avec des lunettes

Les accidents barotraumatiques

Oreille moyenne:

Cause: Déséquilibre de pression entre l'oreille moyenne et le milieu ambiant (le plus souvent à la descente)

Symptômes:
Douleur d'intensité croissante avec la différence de pression pouvant aller jusqu'à une rupture du tympan (saignement possible, désorientation..)



Conduite à tenir:
- A la descente, interrompre et signaler à l'ApnS
- A la remontée, ralentir et faire la manœuvre de Toynbee (valsalva inversé) et signaler à l'ApnS
- En surface, arrêt d'activité si douleur persistante
- Consulter un médecin

Prévention:
- Apprentissage et maîtrise des techniques de compensation (BTV recommandée)
- Pas de mise à l'eau en cas de rhume ou de congestion, pas de produit décongestionnant Se moucher régulièrement et s'hydrater
- Attention aux descentes rapides (gueuse)
- **Jamais de compensation à la remontée**

Les accidents barotraumatiques

Oreille interne:

Cause:

Surpression brutale au niveau de l'oreille moyenne (Valsalva forcée à la descente, Valsalva à la remontée, saut dans l'eau, effet de ventouse de la cagoule…)

Symptômes:

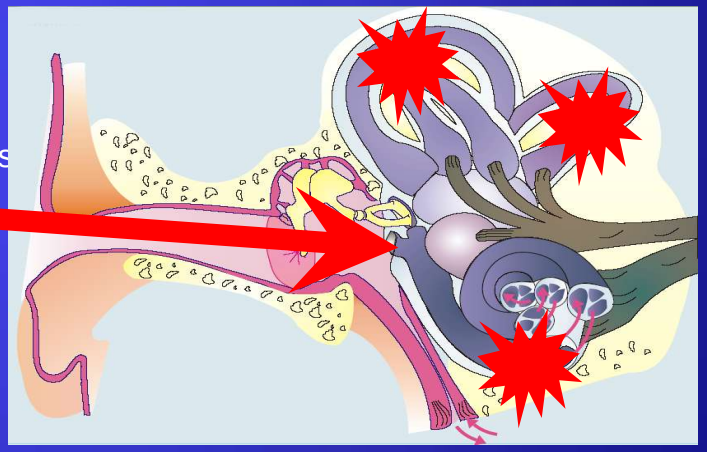
Le plus souvent, l'atteinte de l'oreille interne est associée à l'atteinte de l'oreille moyenne. Les symptômes spécifiques à l'oreille interne peuvent être masqués par ceux de l'oreille moyenne.

Les symptômes ne sont pas toujours bien marqués (baisse auditive, acouphènes, vertiges, nausées, impression de liquide dans l'oreille…)

Certains symptômes peuvent être confondus avec ceux d'un ADD (taravana), les circonstances de l'accident peuvent orienter le diagnostic

conduite à tenir:

- A la descente, interrompre et signaler à l'ApnS
- En surface, arrêt d'activité, rester avec la victime
- Au sec, poser des questions pour évaluer le type de lésion.. contacter les secours pour un avis médical (nous ne sommes pas médecins)
- Mise sous O2 selon avis médical



Prévention:

- Apprentissage et maîtrise des techniques de compensation (BTV recommandée)
- Valsalva en douceur et progressif
- Pas de mise à l'eau en cas de rhume ou de congestion, pas de produit décongestionnant
- Attention aux descentes rapides (gueuse)
- **Jamais de compensation à la remontée**

Les accidents barotraumatiques

Vertige alterno-barique:

Cause:

- Appelé aussi vertige cinétique rotationnel, ce vertige est causé par une différence de pression entre les deux oreilles internes, perturbant les organes liés à l'équilibre (vestibules).
- Ce déséquilibre est principalement lié à un manque de perméabilité d'une trompe d'eustache.
- Peut survenir lors de figures acrobatiques (looping, vrilles, tonneaux..)

Symptômes:

- Le plus souvent bref et fugace et disparaît dés le retour à l'équilibre des pressions entre les oreilles moyennes, survient le plus souvent à la remontée.
- Désorientation, tout bouge, angoisse liée à la perte d'orientation
- Attention car si le vertige venait à persister, il faudrait suspecter une atteinte de l'oreille interne

conduite à tenir:

- A la descente, s'arrêter et remonter, signaler à l'ApnS
- A la remontée, déglutir (pas de Valsalva), signaler à l'ApnS
- En cas de doute sur l'origine ou persistance du vertige (CAT d'une atteinte de l'oreille interne)

Prévention:

- Idem à la prévention pour l'oreille moyenne et interne
- Éviter les figures acrobatiques (virage en profondeur sans faire de tonneaux)

Les accidents barotraumatiques

Manœuvre glosso-pharyngée ou « carpe »

Cause:

- Augmentation de la capacité pulmonaire par distorsion thoracique par un mouvement de carpe pouvant représenter plusieurs litres (on parle de 4 litres pour certains champions) et conduire à une rupture d'alvéoles pulmonaires permettant à l'air de gagner le médiastin
- Cette manœuvre permet de repousser la limite théorique de profondeur en augmentant la capacité pulmonaire totale mais aussi d'augmenter la durée d'apnée par une quantité d'O2 supérieure

Symptômes:

- Variable suivant la gravité du traumatisme (de la douleur thoracique, gène respiratoire, crachats sanglants, troubles ventilatoires et cardiaques, pâleur, pouls rapide, emphysème sous cutané …)

conduite à tenir:

- Suivant les symptômes il y a urgence, bilan secourisme , alerter les secours
- Si victime consciente, mettre en position semi assise avec jambes relevées
- Mettre sous O2 15 l/min.. surveillance active

Prévention:

- Pas de carpe en pratique ludique

Les accidents barotraumatiques

Surpression pulmonaire = Risque Mortel

<u>Cause</u>: Apnéiste qui respire de l'air sur un détendeur en profondeur et remonte en apnée sans expirer

<u>Symptômes</u>: Variables suivant l'atteinte … allant d'un état de choc (pouls rapide, pâleur, teint violacé, extrémité refroidies) à celui manifestant une atteinte pulmonaire (douleur thoracique, toux, crachats sanglants, voie rauque..) et le plus grave : signes d'atteinte neurologique (convulsions, troubles de la parole, maux de tête, vomissement, paralysie, engourdissements, inconscience..)

<u>Conduite à tenir</u>: Alerter et pratiquer les premiers secours, si accidenté conscient : le mettre en position semi assise avec jambes relevées (O2 à 9l/min), surveillance attentive des fonctions vitales

<u>Exemple</u> : Un apnéiste dont le volume pulmonaire total est de 5 L en surface accepte de l'air d'un plongeur et inspire au maximum (mobilise le VRE) par 10m de profondeur.
S'il remonte en surface sans expirer et en application de la loi de Mariotte, l'expansion du volume pulmonaire en surface représentera 10 L.
Cette surpression va occasionner un passage d'air sous forme de bulles dans les vaisseaux sanguins (aéroembolie) qui se répandront dans le corps par la circulation.

<u>Prévention:</u>

Ne JAMAIS accepter d'air d'un plongeur

Les accidents biophysiques

- **Notions sur les échanges gazeux**
- **Cycle d'une apnée**
- **La Perte de Contrôle Moteur ou « Samba »**
- **La Syncope**

Les Accidents biochimiques

Notions sur les échanges gazeux.

- Apport d'oxygène (O2) et production de Gaz Carbonique (CO2)
- La respiration est un mécanisme naturel déclenché lorsque la quantité de CO2 atteint un certain seuil
- En Apnée, la ventilation étant volontairement bloquée, le stock d'O2 diminue pendant que celui de CO2 augmente. La nécessité de respirer intervient lorsque le taux de CO2 atteint le point de rupture de l'apnée (=> envie de respirer)

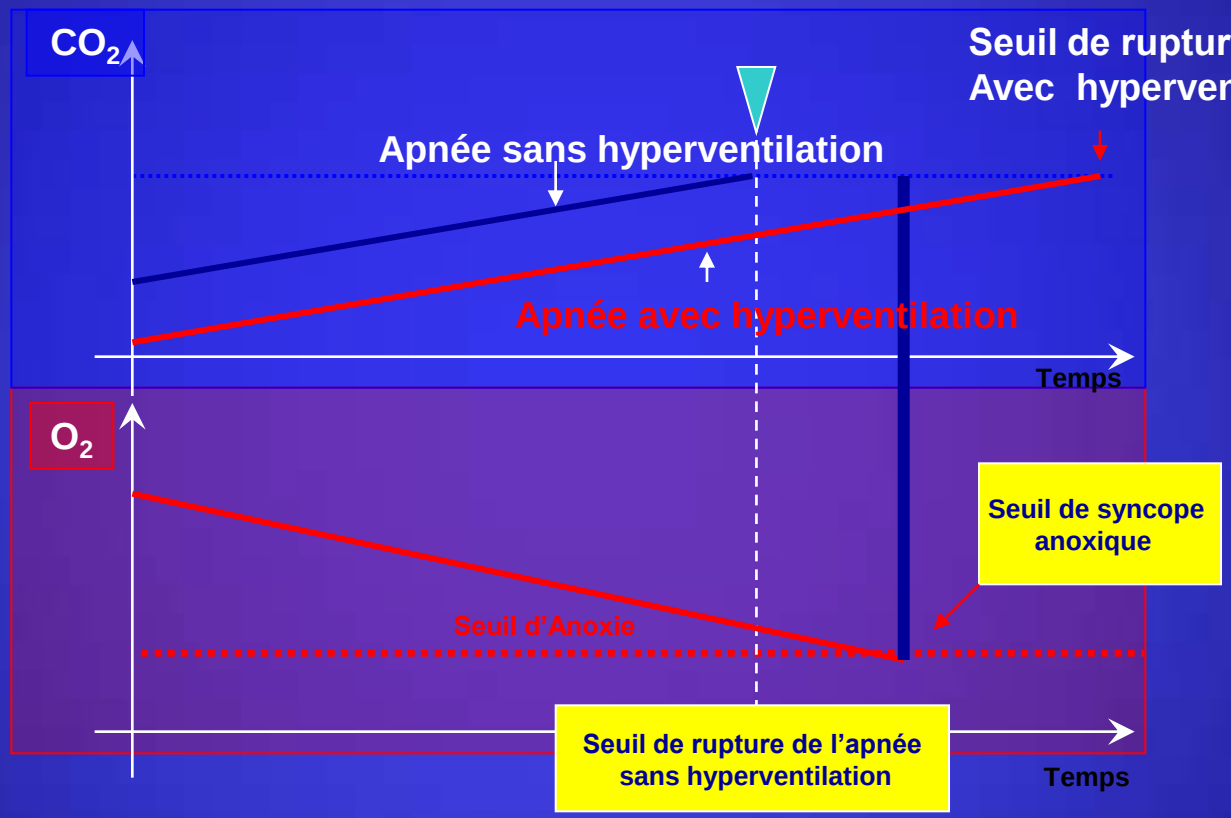
- Si le système nerveux central n'est pas assez alimenté en O2 pour fonctionner, il se met en veille (état d'inconscience appelé **Syncope anoxique**)

Les Accidents biochimiques

Notions sur les échanges gazeux.

Gaz	Pression partielle (bar)	Pression partielle mmHg	%	
AIR	1 bar	760	100	
O2	0,21	160	21%	Air Ambiant
CO2	0,0003	0,228	0,03%	
N2	0,79	599,8	79 %	
O2	0,14	106	14	Air alvéolaire
CO2	0,07	53,3	6	
N2	0,78	592	78	
CO2	0,068	52	6,8	Seuil de rupture de l'apnée
O2	0,066	50	6,6	Troubles de la mémoire
	0,053	40	5,3	Troubles du jugement critique
	0,04	30	4	Perte de connaissance

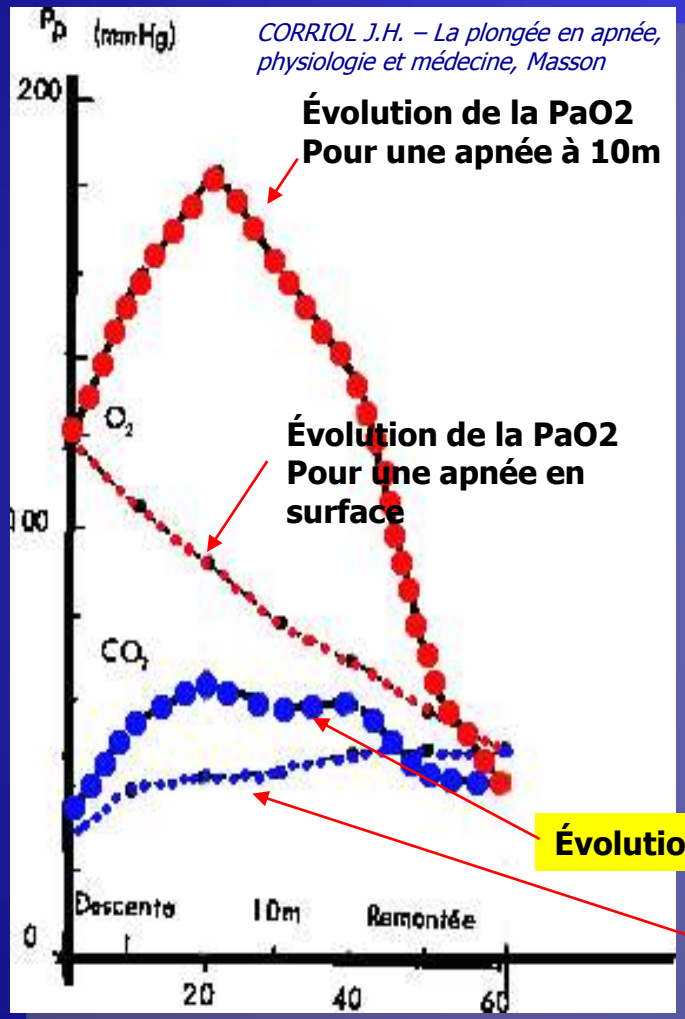
Apnée avec hyperventilation



<u>Sans hyperventilation</u>: Le seuil de rupture de l'apnée (CO2) est atteint avant le seuil de syncope anoxique (O2) !

<u>Avec hyperventilation</u>: Le seuil de syncope anoxique (O2) est atteint avant le seuil de rupture de l'apnée (CO2) !

Les Accidents biochimiques



Évolution de la PaCO2 pour une apnée à 10m

Évolution de la PaCO2 pour une apnée en surface

Apnée en profondeur :

- **L'évolution de la PaO2 est plus marquée que la PaCO2 (le CO2 se fixe sur des substances tampons)**
- **Stimulus CO2 bloqué quand PaO2 > 200 mmHg (environ 15m)**
- **La chute de la PaO2 à la remontée est particulièrement marquée**

Les Accidents biochimiques

- **La « SAMBA » ou PCM** (Perte de Contrôle Moteur) **c'est l'étape ultime avant la Syncope!**
- Le seuil syncopal d'O2 n'est pas atteint… mais très proche !
- La fonction motrice est affectée (avec des convulsions incontrôlables)

Les Accidents biochimiques

Les signes pré syncopaux:

Sur soi: **CES SIGNES NE SONT PAS OBLIGATOIRES.. LA SYNCOPE NE PREVIENT PAS**

- Sensation de bien être et d'aisance inhabituelle
- Grosses difficultés pour finir l'apnée, forte soif d'air
- Lourdeur et chaleur dans les cuisses, picotements dans les extrémités, troubles visuels, vertiges, tremblements

Vu par l'ApnS (Apnéiste de Sécurité):

- Non respect des consignes
- Lâcher de bulles en fin d'apnée
- Absence de mouvements (coule dans la zone de flottabilité négative)
- Tremblements désordonnés
- Accélération du rythme de nage (free) ou du palmage en fin d'apnée
- Forte extension du cou avant d'atteindre la surface ou le mur (dynamique)
- Coloration des lèvres et du visage anormale
- Regard vide, pas de réponse aux stimulations

Les Accidents biochimiques

<u>Les conséquences d'une syncope:</u>

Dans l'eau , si on ne fait rien, l'équation est simple:

SYNCOPE = NOYADE

- L'état de syncope est transitoire, quand le taux de CO2 aura atteint le seuil de stimuli de la ventilation, la victime va se remettre à inspirer
- Si cette inspiration intervient alors que les voies aériennes sont immergées => <u>NOYADE</u> puis <u>MORT</u>

- Dans le cas d'une PCM le risque majeur est une évolution de cet état convulsif à celui de syncope

Les Accidents biochimiques

Conduite à tenir (CAT):

Au fond (Intervention suivant protocoles RIFAA):

- En cas de signes pré syncopaux / anormaux, remonter l'apnéiste à la surface en lui occultant les voies aériennes.

En surface (Intervention suivant protocoles RIFAA):

Protocole d'assistance, de mise en sécurité de la victime et d'alerte

Le RIFAA nécessite une pratique régulière

Les Accidents biochimiques

Prévention:

- Plonger en forme, en ayant envie et correctement alimenté
- Jamais d'hyperventilation
- Ne pas pratiquer seul
- Ne pas forcer une apnée, respecter les principes de progression, pas de « recordite »
- Attention au travail à dominante hypoxique
- Pas d'apnée statique en profondeur
- Être à l'écoute de ses sensations
- Respecter les protocoles de sécurité de chaque discipline
- Pratiquer régulièrement les gestes du RIFAA
- Réagir en cas de doute

Les accidents biophysiques

Hypothermie:

Causes:

- Refroidissement lié à la déperdition calorifique (on se refroidit bien plus vite dans l'eau que dans l'air) – équilibre thermique dans l'air = 27°C et 33°C dans l'eau
- Matériel inadapté ou incomplet (combinaison trop fine et/ou pas assez ajustée, gants, chaussons, cagoule…)
- Durée d'immersion, défaut d'alimentation

Les accidents biophysiques

GRAVITE	SYMPTOMES	PATHOLOGIE
36°C	Frisson	Mini production de chaleur
↓	Chair de poule	Création d'une surépaisseur cutanée améliorant l'isolation
↓	Légère accélération du rythme ventilatoire	Accélération des combustions énergétiques
↓	Bleuissement des extrémités	Limitation de la circulation sanguine (vaso constriction)
↓	Envie d'uriner	Élimination d'eau qui favorise la concentration sanguine et donc la vasoconstriction
DANGER	Crampes	Diminution trop importante du stock de glucides qui n'assure plus le fonctionnement normal des muscles
↓ 34°C	Accélération du rythme ventilatoire	Surconsommation d'O2 pour accélérer la dégradation des glucides stockés dans le foie (production de chaleur)
↓	Frisson profond	Début de l'atteinte profonde du froid
ACCIDENT 31°C	Engourdissement	Le système nerveux central est atteint
↓ 21°C	Coma	Température critique atteinte
	Mort	

Les accidents biophysiques

Hypothermie:

conduite à tenir:

- Interrompre la plongée et ramener le plongeur au bord
- Le déshabiller et le sécher (l'évaporation de l'eau à la surface de la combinaison entraîne une déperdition de calories), le placer à l'abri du vent
- Le couvrir sans oublier la tête (60 à 70% de la perte totale de chaleur se produit par la tête du fait de l'absence de vasoconstriction)
- Faire boire, si possible chaud et sucré (l'hypothermie entraîne une déshydratation par diurèse, aggravée par la diurèse liée à l'immersion)

Les accidents biophysiques

Hypothermie:

Prévention:

- Être en forme, correctement alimenté et hydraté (s'hydrater pendant la séance)
- Utiliser un matériel adapté aux conditions de plongée
- Écouter ses sensations, ne pas lutter contre le froid (questionner régulièrement)
- Vigilance vis à vis d'un comportement passif, la prostration peut être un signe d'atteinte
- Prévoir des exercices dynamiques pour se réchauffer

Les accidents biophysiques

Noyade :

Abstraction faite des noyades dites « sèches » tel que l'hydrocution ou provoquées par un malaise, la noyade consiste dans l'irruption de liquide dans les voies aériennes empêchant le passage d'O2 dans le sang

Causes:

- **Manque d'entraînement ou mauvaise maîtrise de la nage**
- **Défaillance ou mauvaise connaissance du matériel**
- **Panique ou réaction inadaptée**
- **Mauvais comportement.**
- **Trop de lest (attention au changement de milieu ou d'exercice)**
- **Vagues en surface**
- **Bloqué au fond (épave, grotte, filet,…)**
- **Syncope**
- **Hypercapnie, liée à un mauvais tuba ou à des récupérations trop courtes ou à des efforts trop violents, ….**

Les accidents biophysiques

Symptômes :

STADES	Conscience	Respiration	Circulation
Aquastress C'est la « tasse ». L'eau n'a pénétré que dans les voies aériennes supérieures. Le sujet est angoissé, épuisé et a froid	+	+	+
Petite Hypoxique Inhalation d'une faible quantité de liquide dans les poumons. Des troubles de la respiration apparaissent	+	+/-	+
Grande Hypoxique La quantité d'eau dans les poumons est plus importante (œdème du poumon). Les troubles de la respiration sont importants).	+/-	+/-	+
Grande anoxique Les troubles de la respiration sont très importants et l'arrêt cardiaque est imminent	-	-	-

Les accidents biophysiques

Noyade :

conduite à tenir: **Protocole RIFAA**

Prévention:

- **Respecter les consignes de sécurité**
- **Se maintenir en bonne condition physique**
- **Connaître son matériel et celui de ses coéquipiers, lestage (larguage),**
- **Combinaison (engoncement)**
- **Ne pas dépasser ses possibilités ni prendre des risques**
- **Apprendre à plonger en utilisant le moins de lest possible.**
- **En surface, surtout s' il y a des vagues être vigilant, utiliser les bouées comme points d'appui.**
- **Posséder un couteau (très) affûté.**
- **Ne pas rentrer dans une épave, grotte, …**
- **Ne pas plonger près de filet,(150m)…**
- **Ne pas se promener au fond avec des filins (bouée) ou trop de matériel superflu**
- **Appliquer les consignes liées à la prévention de la syncope**

REGLEMENTATION ET PREROGATIVES

SOMMAIRE

p. 67 PREROGATIVES DU NIVEAU 4

p. 69 LA FFESSM

p. 71 ORGANISATION

p. 73 ADMINISTRATION

p. 76 LES COMMISSIONS

p. 79 LA LICENCE

P .80 LE CERTIFICAT MEDICAL

P.81 LIENS

Conditions; Prérogatives – Niveau 4

Licence en cours de validité	Certificat médical	Il valide l'aptitude physique (Valable 1 an) établi par un médecin du sport ou FFESSM.
	Assurance	Obligatoire pour la pratique de l'activité.
Age	Au moins 18 ans	(à la date de l'examen)
Pré requis	N3 apnée	Voir conditions de candidature au N4
RIFAA	Carte obligatoire	

Prérogatives – Niveau 4

Prérogatives	Pratiquer l'apnée sous toutes ses formes et sans restriction de profondeur avec un encadrement d'apnée qualifié	Les prérogatives de l'encadrement fixent les conditions de pratique
	Autonomie complète dans l'espace lointain, 40m (sans cadre à proximité) avec autres N 4. Entre différents niveaux, ce sont les prérogatives du niveau inférieur qui déterminent les limites de l'évolution. En présence d'un encadrant qualifié, celui-ci détermine l'organisation et les limites de l'activité	
	Accès au MEF1 – Entraîneur Apnée « C3 »	

F F E S S M

- La Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-marins
- créée en 1955
- Statut d'association loi de 1901

24, Quai de Rive-Neuve
13284 Marseille Cedex 07
FRANCE

Tél : +33 (0)4.91.33.99.31
+33 (0)4.91.54.77.43
N° Indigo : 0 820 000 457

FFESSM … historique

1935 : Le Cdt Le Prieur 'invente le scaphandre autonome – Création du 1er club français de pêche sous marine

1948 : Création de la Fédération des Sociétés de Pêche à la nage et d'Études sous-marines (FSPNES) acte fondateur de la FFESSM;

1955 : adoption du nom **FFESSM**

1959 : Naissance de la Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques (CMAS). Fondée par 15 nations sous l'impulsion du Cdt Cousteau, elle est représentée en France par la FFESSM

1989 : Avec le film « Le Grand Bleu » l'apnée passe d'un statut d'activité marginale à celui d'activité sportive et voit le développement du nombre de pratiquants.

1991 : L'Apnée est rattachée à la pêche sous marine avec la création de la commission de pêche sous marine et plongée en apnée (la Fédération s'oppose aux compétitions apnée et limite la profondeur à 40m).

1992 : Création de l'Association Internationale pour le Développement de l'Apnée (AIDA) qui vise à une pratique plus étendue de l'Apnée avec ses propres compétitions.

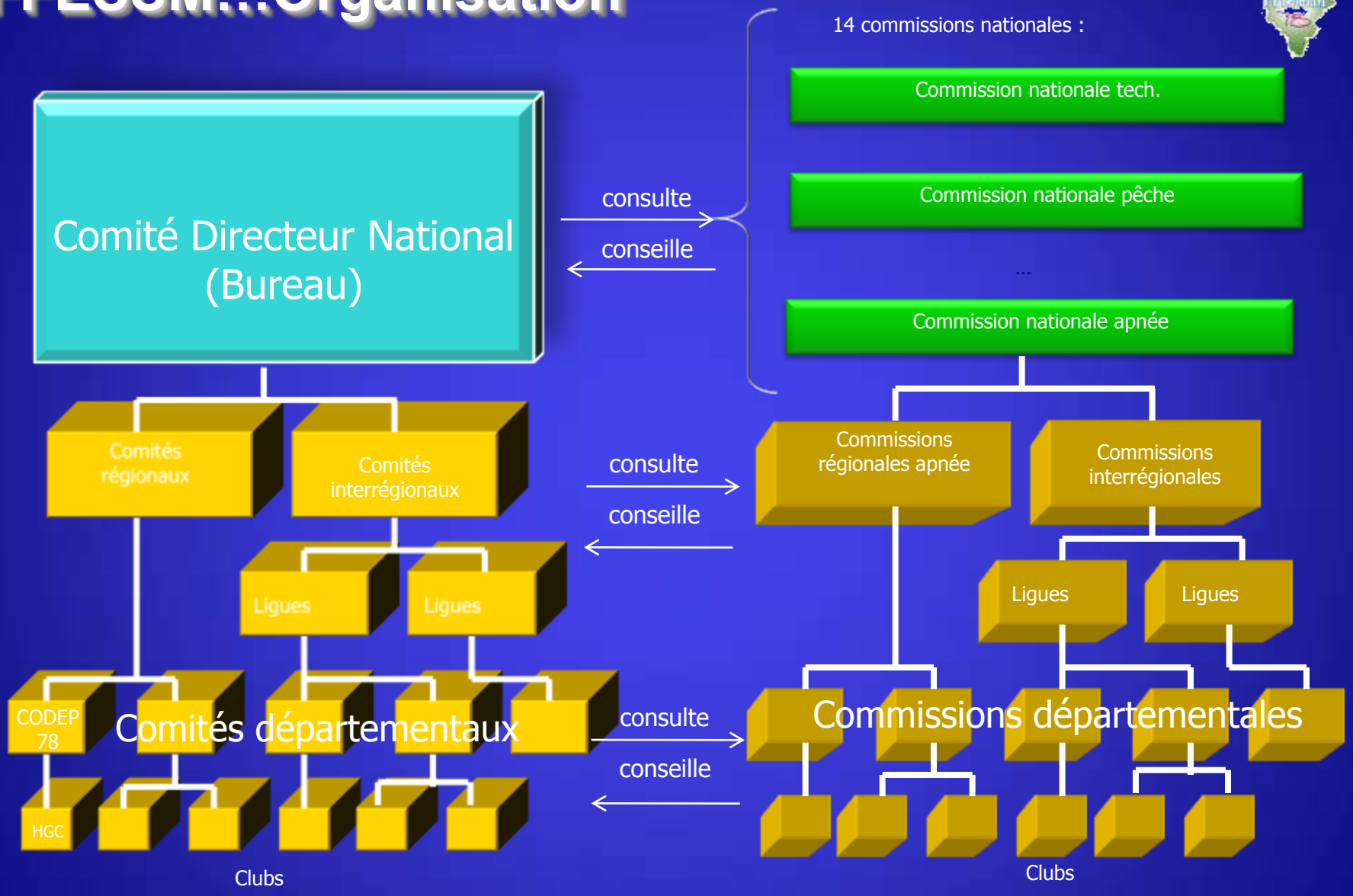
2003 : La FFESSM tolère des compétitions en les réglementant : statique, dynamique et cube. (Le cube ne tournant pas rond, il sera abandonné en 2008…)

2004:Naissance de la commission apnée qui travaille sur le projet de réforme des niveaux, la création du carnet Apnée, le diplôme de secourisme Apnée (RIFAA)… 1er championnat de France d'Apnée.

2007 : le cake aux olives de J.C DUPUY devient fourniture fédérale dans les Yvelines…et la réforme de la CNA est mise en application.

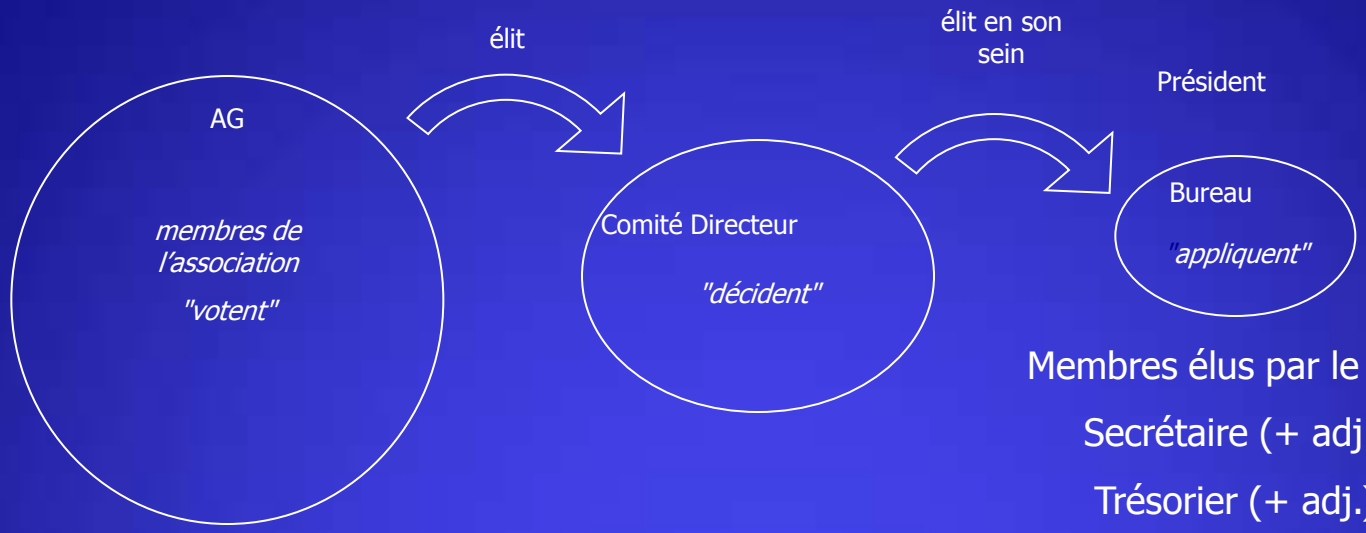
2008: 60 ans de la FFESMM

FFESSM…Organisation



Gestion / Comptabilité

Politique / Évolution



Membres élus par le CD :

Secrétaire (+ adj.)

Trésorier (+ adj.)

(Président adj.)

ELECTION :	En AG tous les 4 ans :
Comité. Directeur. National	Présidents de club
Co. Dir. Régional	Présidents de club
Co. Dir. Départemental	Présidents de club
Co. Dir. du club	Licenciés du club
Présidents Commission Nationale Régionales	Pdts des Com°
Pdts Com° Régionale	Présidents de club
Pdts Com° Départementale	Présidents de club

Vote des Présidents

Nombre de bulletins de vote proportionnel au nombre de licenciés dans leur club.

Conditions pour être éligible

Avoir 18 ans au moins au jour de l'élection, jouir de ses droits civils et politiques, être licencié et être à jour de ses cotisations.

Conditions pour être électeur

Avoir 16 ans au moins au jour de l'élection, jouir de ses droits civils et politiques, être licencié et être à jour de ses cotisations.

Conditions générales d'élection

Statutairement, les conditions d'élection peuvent varier d'une association à l'autre.

FFESSM : ADMINISTRATION

Le Comité Directeur National

ROLE : Gère les finances et l'administration de la Fédération,
Contrôle la gestion des organismes décentralisés et l'activité des clubs
Elabore, étudie la réglementation et veille à son respect,
Entérine les décisions des commissions nationales,
Mène la politique fédérale et en est responsable devant l'AG,

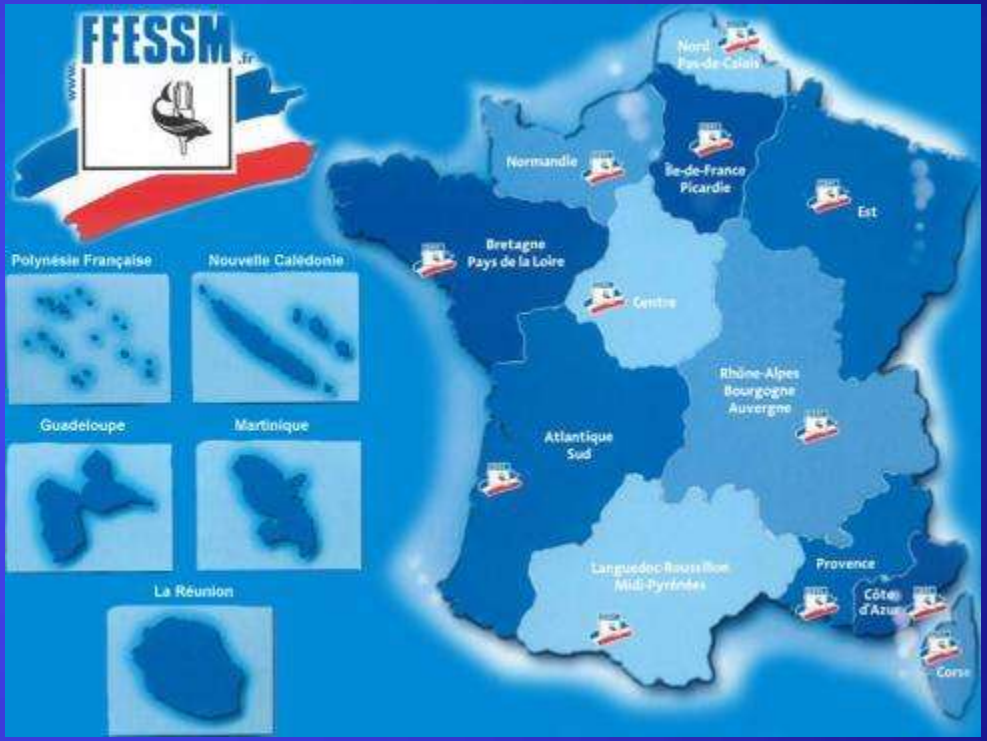
REUNION : Au moins 3 fois/an.

COMPOSITION : les 10 membres du Bureau
8 membres "conseillers"
1 médecin
1 représentant des structures commerciales agréées (SCA)

ELECTION : Elu pour 4 ans par l'AG composée des présidents de clubs.
Scrutin à liste bloquée.
Le président, tête de liste, est élu par l'AG
Pour le vote par correspondance, les mandats sont limités à 10 par personne.

Les Comités Régionaux regroupent les clubs d'une même académie (région)

- 1 Guadeloupe
- 2 Martinique
- 3 Atlantique-Sud
- 4 Corse
- 5 Côte d 'Azur
- 6 Est
- 7 Ile de France
- 8 Languedoc-Roussillon
- 9 Nord
- 10 Nouvelle-Calédonie
- 11 Polynésie
- 12 Provence
- 13 Réunion
- 14 Rhône-Alpes, Bourgogne, Auvergne
- 15 Normandie
- 16 Comité Centre
- 17 Bretagne, Pays de la Loire



Remarques : Les ligues regroupent les associations affiliées d'une région académique au sein d'un comité interrégional.

Le président de club

ROLE : Représente le club dans tous les actes de la vie civile et devant les tribunaux. Ordonne les dépenses.

ELECTION : Par l'AG tous les 4 ans, mandats successifs limités à 2 olympiades (8 ans).

Le club

au nombre de 2200 affiliés à la FFESSM.

ROLE : Dispenser les activités fédérales.

Le licencié

155 000 à la FFESSM.

ROLE : Jouir des activités fédérales.

⇨<u>Conditions d'entrée et sortie des membres</u>

La liberté d'association fait que l'on ne peut contraindre personne à entrer dans une association. Par contre, une association peut interdire l'accès de quelqu'un si cela est prévu dans les statuts.

Les commissions

- Elles fonctionnent comme des associations mais n’en sont pas, elles n’ont pas de personnalité juridique. Elles sont au nombre de 14, chacune dédiée à une activité de la FFESSM.

ROLE général : Etudier les questions relevant de leur discipline, élaborer les décisions,

Mettre en place la promotion de leur discipline,

Suivre l'évolution des techniques, étudier les nouveaux équipements,

Etablir les règles, les programmes d'entraînement

(au niveau National :Contrôle et dirige les compétitions Surveille l'application des règlements)

REUNION : L'AG se réunit au minimum 1 fois/an pour délibérer sur la compétence de la commission et sur les propositions à soumettre à l'agrément du Comité Directeur National.

ELECTION presque identique aux comités : L'AG élit, pour 4 ans, un Président qui va nommer un vice-président et un suppléant.

Les décisions des commissions n’ont qu’un rôle de proposition, elles doivent être entérinées par le Comité Directeur avant d’être exécutoires.

Elles peuvent être classées en trois groupes :

<u>Les commissions sportives :</u>

- Apnée
- Pêche sous-marine
- Tir sur cible
- Hockey subaquatique
- Nage avec palmes
- Nage en eau vive
- Orientation subaquatique

<u>Les commissions culturelles :</u>

- Archéologie subaquatique
- Audiovisuelle
- Environnement et biologie subaquatiques
- Plongée souterraine

<u>Les commissions techniques :</u>

- Technique
- Médicale et de prévention
- Juridique

La commission Apnée :

Cette activité est la plus récente de la FFESSM.
Elle regroupe les pratiques de l'apnée au sens large : de la ballade en palme masque tuba (randonnée palmée) à la compétition. Elle peut se pratiquer dans tous les clubs fédéraux mais certains clubs possèdent du matériel, un encadrement, voire des compétiteurs spécialisés. Il existe 3 niveaux de cadres techniques apnée : initiateurs apnée (C1, C2), moniteurs entraineurs fédéral d'apnée (C3,C4), instructeur national d'apnée. Depuis 2004, il existe aussi des juges d'apnée et juges instructeurs..
L'activité comporte différentes disciplines :

L'Apnée Statique

Pratiquée en surface, elle permet de travailler le relâchement, les sensations, la concentration. La pratique de l'apnée statique contribue à l'amélioration de l'apnée dans toutes les disciplines.

L'Apnée Dynamique

Déplacement horizontal, également pratiqué à faible profondeur. Elle permet de travailler le palmage, l'hydrodynamisme, la gestion de l'effort, de la vitesse et du temps.

Le Poids Constant

Toute situation où le plongeur descend et remonte avec le même lest. Elle permet de travailler les diverses techniques de compensation, le palmage, le relâchement dans la descente, la préparation mentale et connaître son seuil psychologique de profondeur.

Le Poids Variable

Toute situation ou le plongeur descend avec un lest qu'il abandonne à la remontée. Généralement avec, soit des gueuses légères, de 5 à 10 kg, ou des gueuses plus élaborées (15 à 30 kg), type "Grand Bleu ». Elle permet de travailler le relâchement dans la descente, les techniques de compensation et en alternance avec le poids constant, la progression en profondeur.

La compétition: elle concerne trois disciplines : Apnée statique, Apnée dynamique et Apnée dynamique sans palmes.

La FFESSM organise les championnats et Coupe de France, décerne les titres de Champion de France et gère l'équipe de France. Le Champion de France est le vainqueur du Combiné

- LA LICENCE :

- Les clubs délivrent aux adhérents une licence unique permettant de :

- bénéficier d'une assurance Responsabilité Civile aux Tiers (dommages à autrui),
- bénéficier d'une assurance dans le monde entier,
- (il existe des assurances complémentaires qui couvrent les dommages du contractant, non comprises dans la licence de base. Une complémentaire est obligatoire pour les compétitions).
- avoir accès à toutes les disciplines fédérales,
- participer à toutes les activités de la discipline : formations, passage de brevet, compétition,
- Etre élu dans les différentes instances fédérales,
- Bénéficier d'une garantie de Protection Juridique.

Remarques:

- La licence FFESSM est valable du 15 septembre au 31 décembre de l'année suivante (soit 15 mois).
- On ne peut détenir qu'une seule licence par année sportive (12 mois).
- On peut obtenir une licence sans certificat médical.
- En cas d'accident, prévenir l'assureur avant 5 jours (nom et adresse de l'assureur au dos de la licence)
- Il est fortement recommandé de souscrire une assurance complémentaire qui couvre tout accident personnel qui n'engage pas la responsabilité d'un tiers . *3 niveaux de couverture (consulter le site du cabinet Lafont)*

LE CERTIFICAT MEDICAL de non contre-indication à la plongée :

Il est nécessaire à l'obtention de la licence de la FFESSM.

Il peut être délivré par n'importe quel médecin :
- médecin généraliste, Sauf pour passer des brevets ou pour la pratique de la compétition.

Le certificat médical doit alors être délivré par un médecin spécialisé :
- médecin fédéral
- ou médecin du sport
- ou médecin hyperbare

Le certificat médical est valable 12 mois.

Il est OBLIGATOIRE pour pratiquer l'Apnée.

Il est déconseillé de faire pratiquer la profondeur et l'apnée en général à des enfants sans formation spécifique. Il n'y a ni âge minimum, ni âge maximum requis.

L' AUTORISATION PARENTALE :

Elle est nécessaire à l'obtention de la licence de la FFESSM pour les moins de 16 ans.
Elle est à redemander pour chaque sortie ou activité extra-entraînement.

FFESSM : LIENS

Site de la FFESSM : www.ffessm.fr puis beaucoup de liens vers réglementation, assurance

Site de la commission apnée: www.apnee.ffessm.fr

Site de la CMAS : www.cmas2000.org ou www.ffessm.fr puis lien vers CMAS

Site du Cabinet Lafont : *www.cabinet-lafont.com pour consulter les garanties des assurances complémentaires*

ENTRAÎNEMENT BASES ET PRINCIPES

Préambule

A qui s'adresse le cours?

- A des pratiquants apnéïstes en clubs
  - Niveaux 4 suivant ce qui est défini par la FFESSM
  - 1 à 2 séances par semaine
  - Un groupe pratiquant en autonomie entre niveau 4

Non inclus

- Les moniteurs entraîneurs clubs pour apnéïstes.
- Les entraîneurs pour des compétiteurs de haut niveau, régional ou national

Entraînement

Définition

Composantes

Structuration

Philosophie de l'amélioration

Définition

Au plan physique

- Adaptation progressive de l'organisme à l'effort
- Gestion de l'effort et de la récupération

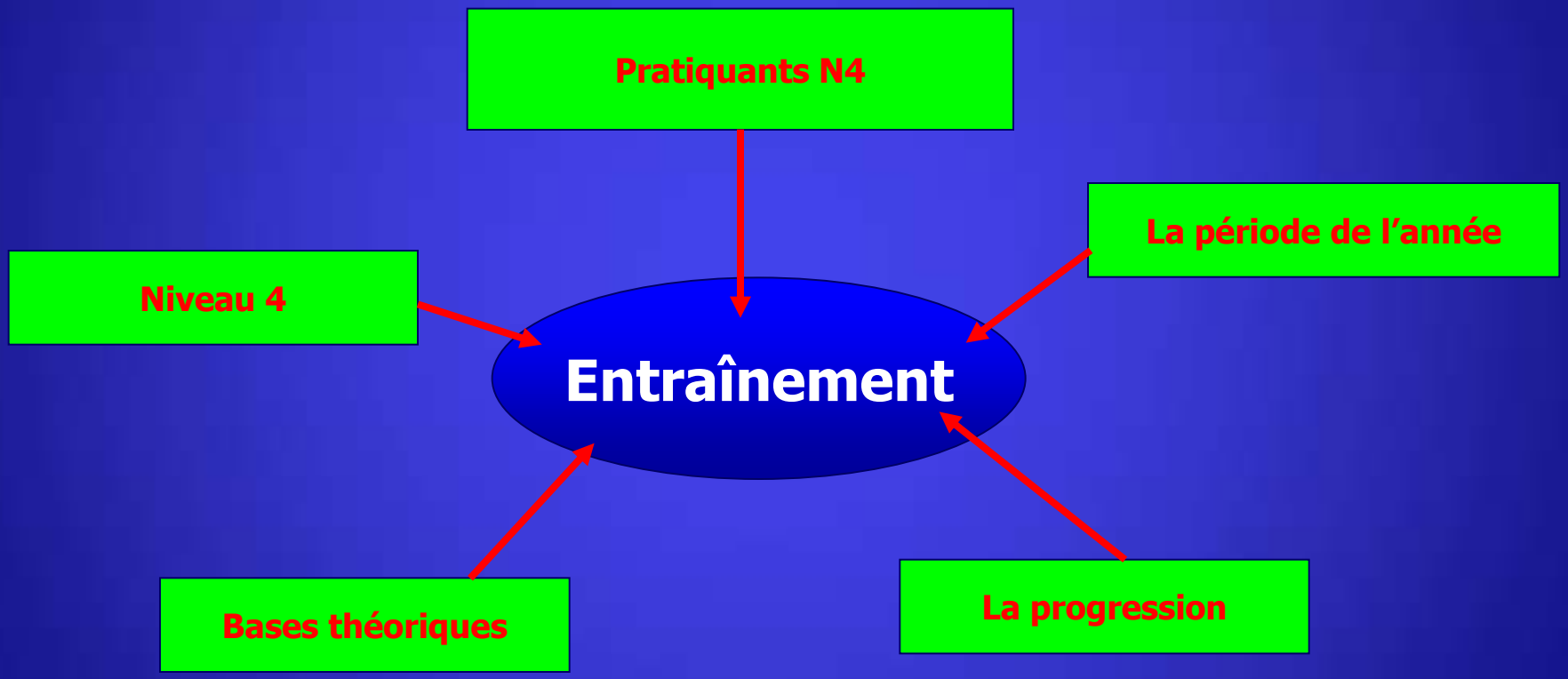
Au plan technique

- Développement des savoirs-faire et des automatismes

Environnement

- Mise en place des conditions matérielles et techniques
- Motivation

Composantes



Composantes

Composantes

Bases théoriques

Les filières énergétiques ou processus métaboliques

- Processus métabolique Aérobie
- Processus métabolique Anaérobie alactique
- Processus métabolique Anaérobie lactique

Hypercapnie

- Augmentation du taux de CO2 dans le sang

Hypoxie

- Diminution du taux d'O2 dans le sang

Processus métaboliques

Ventilation

Aérobie

Renouvellement O2

Pas de ventilation

Anaérobie alactique

Anaérobie lactique

Pas de Renouvellement O2

Processus métaboliques

Aérobie

- Intensité modérée mais réserve importante (2 min à …)
- Production de chaleur et d'eau (sueur) – CO_2

Anaérobie alactique

- Intensité importante et immédiate, pas de réserve (0 à 15s)
- Pas de déchet

Anaérobie lactique

- Intensité importante non immédiate, petite réserve (15s à 2min)
- Production d'acide lactique

Composantes

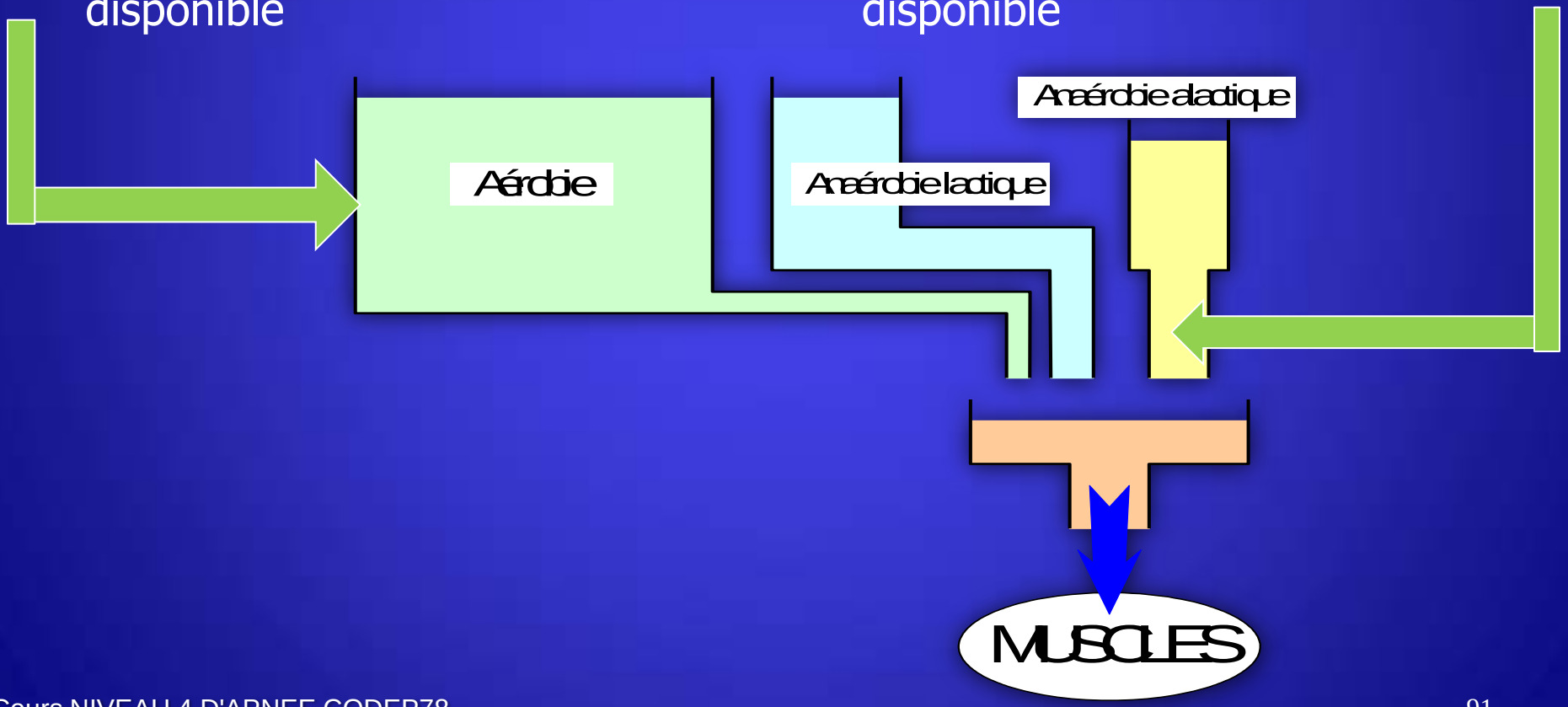
Processus métaboliques

Capacité

- Quantité totale d'énergie disponible

Puissance

- Quantité instantanée d'énergie disponible



Composantes

Filières énergétiques

Les filières énergétiques ou processus métaboliques

- 3 filières produisent l'énergie nécessaire aux muscles
- Les 3 filières se mettent en action en même temps
- Chaque filière atteindra son plein rendement à un moment qui lui est propre et en fonction de la complexité des processus physico-chimiques mis en œuvre

Composantes

Hypercapnie

Eléments de définition

- Tout exercice physique génère du CO2 dans le sang
- La quantité de CO2 dans le sang sollicite la reprise ventilatoire
- Stockage d'acide lactique dans les muscles en fonction de l'apport d'O2 et en apnée subaquatique (réflexe d'immersion)

Exercices

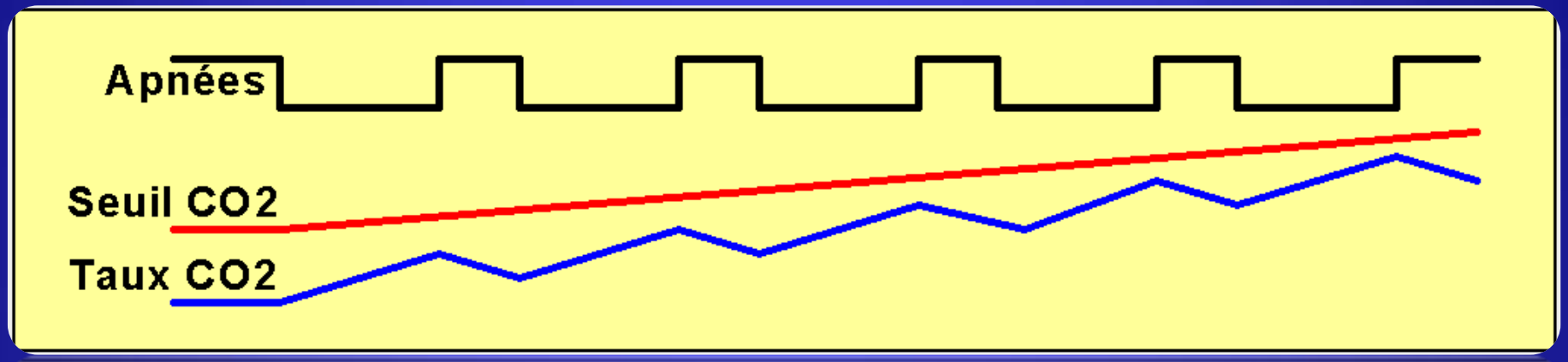
- Exercice sollicitant le seuil de tolérance CO2

Objectifs

- Diminuer la sensibilité de l'organisme au taux de CO2
  - Sensation de reprise ventilatoire
  - Hypercapnie musculaire (jambe lourde)
  - Capacité psychologique à gérer cette sensation

Composantes

Hypercapnie



Exercices

- Récupération courte (faible diminution de la quantité de CO2)
- Exercice physique important (augmente la quantité de CO2)

Type d'exercices

- 16 fois 50m chronos, séries fractionnées, 1' récup

Hypoxie

Eléments de définition

- Tout exercice physique consomme de l'O2. Un taux trop faible entraîne un état de malaise psychologique, pouvant aller jusqu'à la syncope anoxique

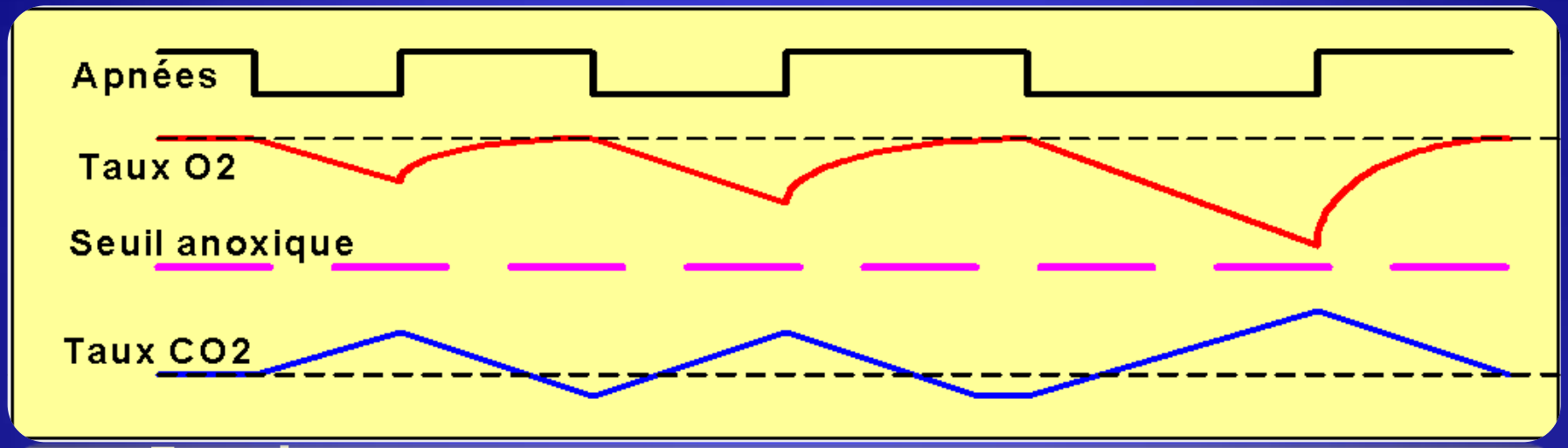
Exercices

- Exercice visant à pousser l'apnée jusqu'à un taux d'O2 « faible »

Objectifs

- Découverte et maîtrise de ses sensations psychologiques et physiologiques

Composantes
Hypoxie



Exercices

- Récupération CO2 suffisante pour faire des apnées « longues »
- Exercice de décontraction, relâchement avec peu de sollicitation physique

Type d'exercices

- Statique + apnées dynamiques
- Poids variable

La progression

Fonction période de l'année

Début de saison, préparation physique générale

↓

Milieu de saison, préparation physique orientée

↓

Fin de saison, préparation physique spécifique

Composantes

Progression

Début de saison, préparation physique générale

- Travail foncier, volume important, intensité faible
- Travail majoritairement aérobique

Milieu de saison, préparation physique orientée

- Travail fractionné, volume faible, intensité importante
- Travail majoritairement hypercapnique

Fin de saison, préparation physique spécifique

- Travail de relâchement
- Travail majoritairement hypoxique

Composantes

Niveau 4

Prérogatives

Sécurité

Préparation

Pratique en binôme

Surveillance

Alerte

Sauvetage

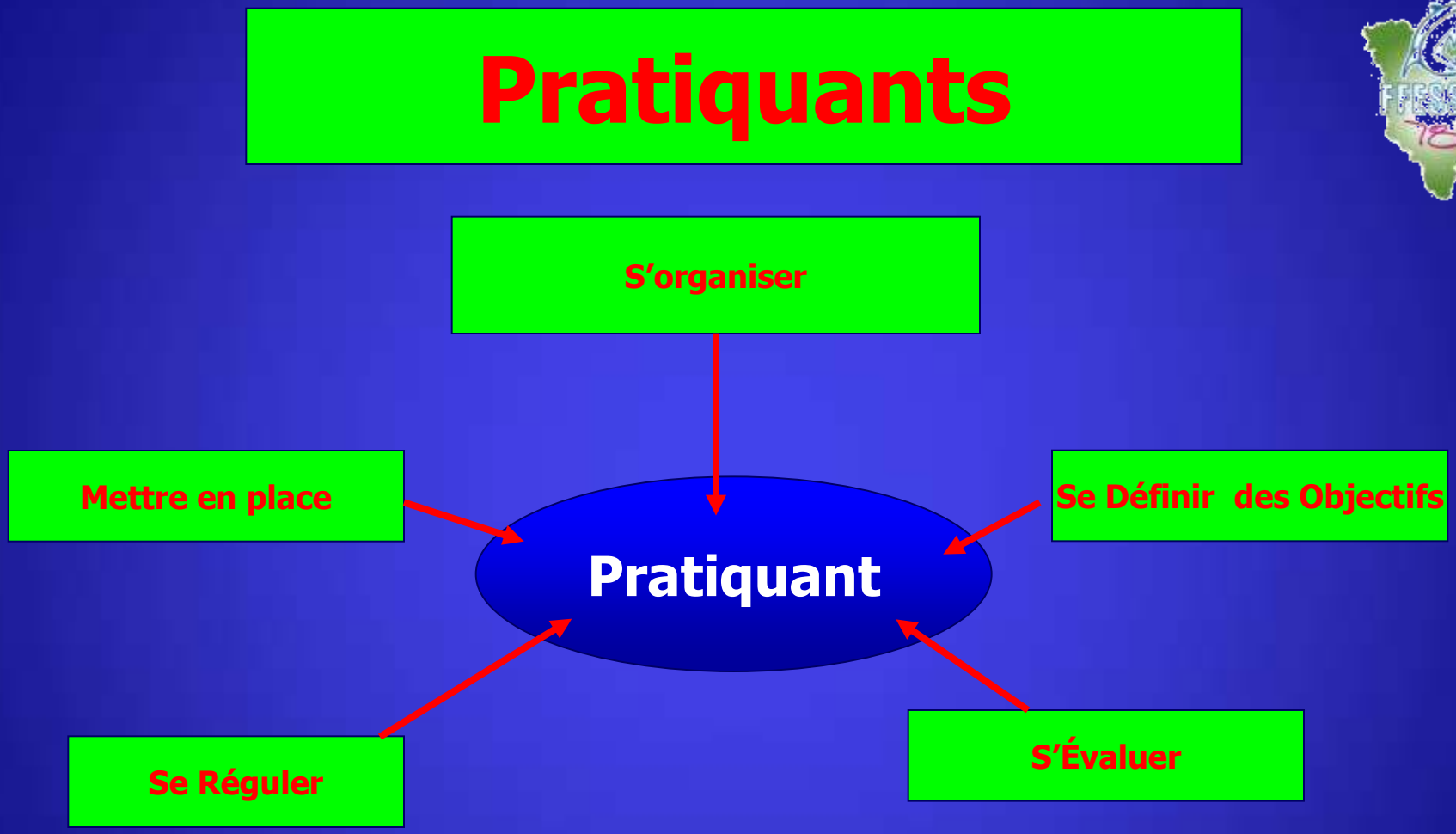
Suivi

Bilan

Espace Lointain
40 m

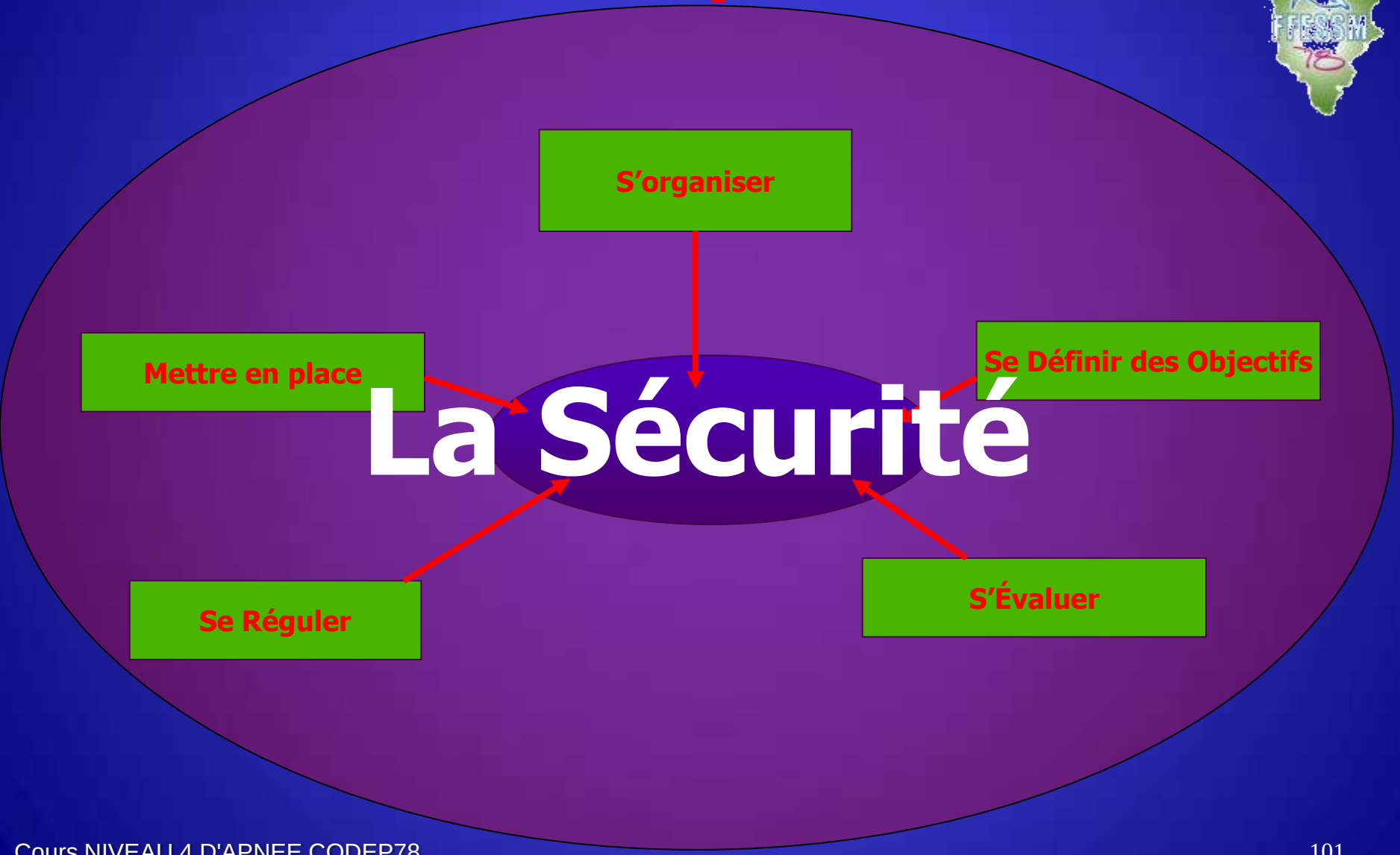
N4
Autonomie complète
Entre même niveau
Max 40m

Composantes



Composantes

Pratiquants



Structuration

Généralités

- Être volontaire pour s'entraîner
- Bon état physique, bon état psychologique
- Une apnée ne doit jamais être douloureuse

Cadre général séances

- Échauffement : motivation – physiologique - musculaire
- Développement des Contenus
- Récupération : récupération active – étirements – 3ème mi-temps

Structuration

L'Échauffement

Psychologique

- Général, avoir envie
- Spécifique apnée, suspension de la ventilation

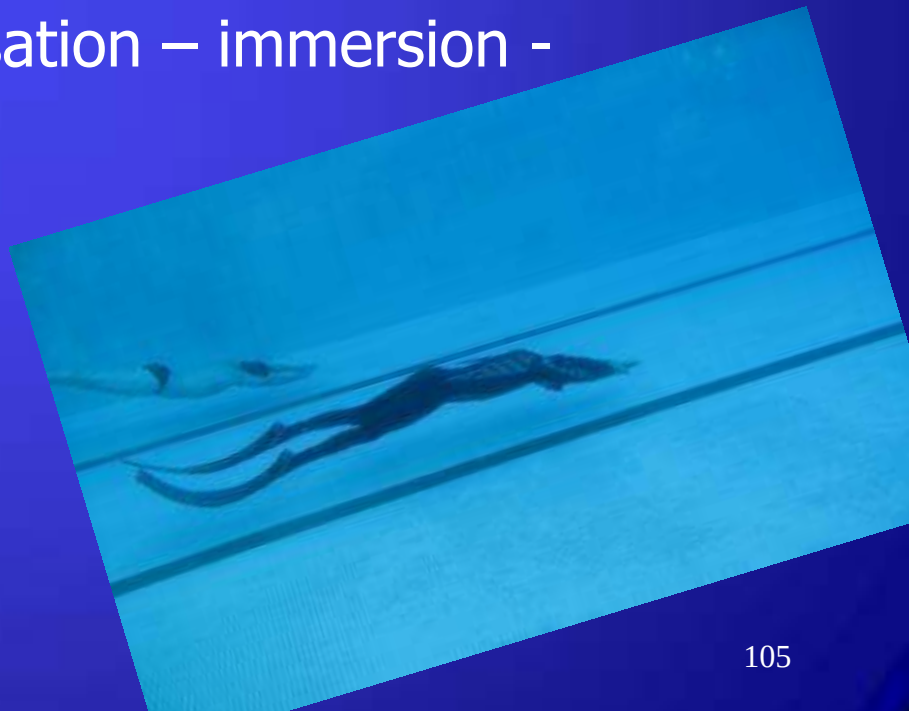
Physique

- Musculaire général
- Physiologique lié à l'apnée, progression de la durée

Structuration

Contenus Séances

- PPG : musculation – footing – vélo - nage
- Techniques : compensation – immersion - nage
- Hypercapnie, Hypoxie



Structuration

Structure séance

- Échauffement - PPG – nage – technique
- La relation effort – récupération, la gestion de l'effort et du CO2
- Hypercapnie – hypoxie
- Les apnées dynamiques – statiques – verticales
- La ventilation – la préparation

Structuration

Relations Individuelles et Collectives

- **Gérer l'effort**
- **Être conscient de l'effet d'entraînement du groupe**
- **Être conscient de ses limites**
- **Travailler ses limites en veillant à respecter la progression**
- **Respecter individuellement et collectivement les règles de sécurité et d'entraînement**

Structuration

Gestion de l'entraînement

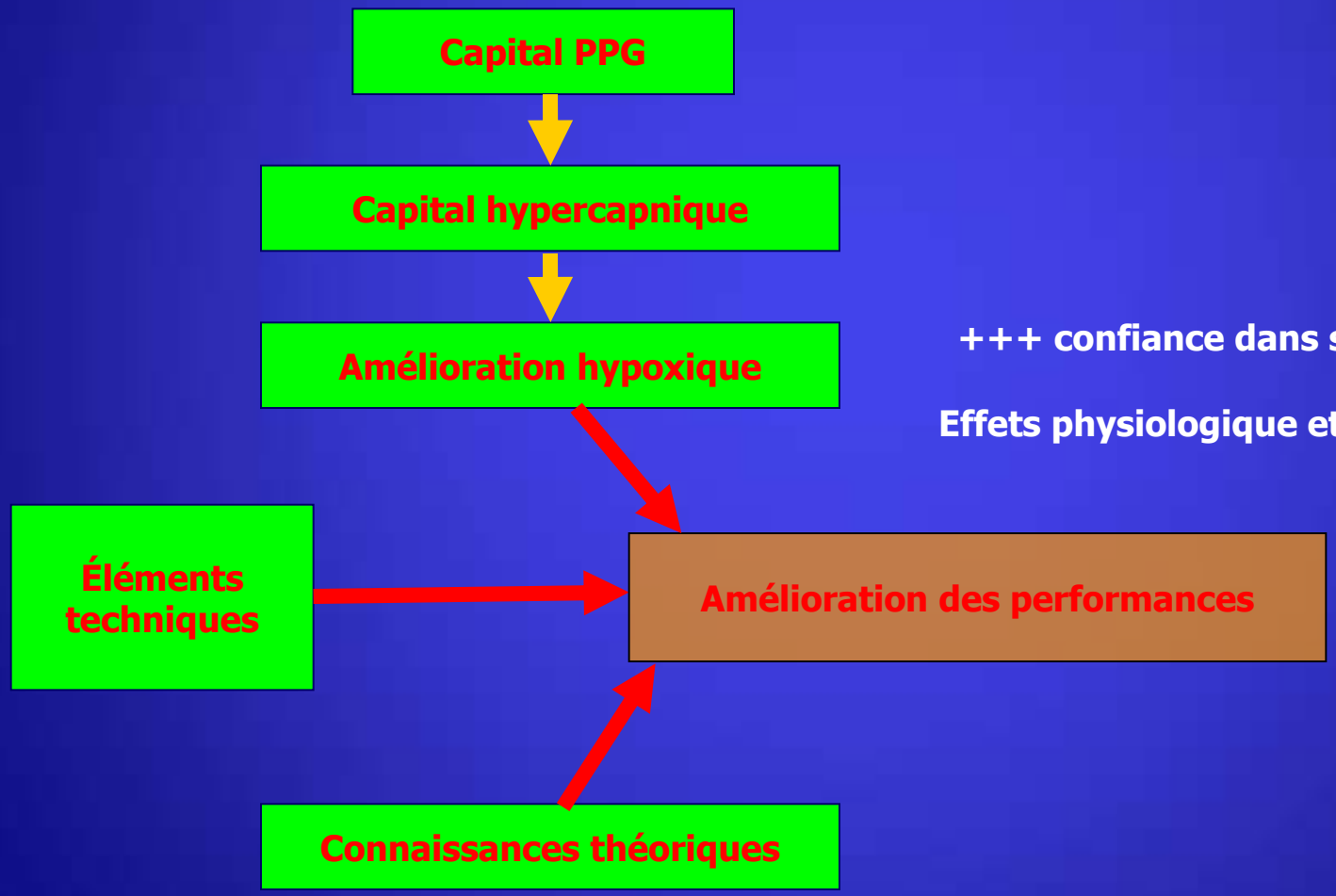
- **Mesure dans l'effort**
  - **Respect de ses capacités individuelles ; On indique au préalable à son binôme la distance max que l'on veux réaliser**
  - **Possibilité de réduire le nombre de répétition, d'aller moins vite, arrêt en début de ligne**
- **Gérer l'effort**
  - **Accélérer, réduire, faire une pause, changer, arrêter : S'ADAPTER**
- **Se rappeler les règles de sécurité et d'entraînement**
  - **Jamais de sortie « scratch »**
  - **Surveillance mutuelle**
  - **À la sortie : un appui, ventiler, saisir le regard de son binôme.**

Structuration

Fin séance

- Récupération active – élimination acide lactique
- Étirements – décontraction
- Echanger sur le déroulement de séance

Philosophie de l'amélioration



+++ confiance dans ses capacités

Effets physiologique et psychologique

ANNEXES

EXEMPLES DE CONSTRUCTION DE SEANCES

Séances techniques à sec

Ventilation

- **Perception et maîtrise cycle ventral/thoracique /Sous Claviculaire**
- **Rythme ventilatoire de préparation, de récupération**
- **Surpression intra-pulmonaire**
- **Dépression intra-pulmonaire**

Étirements

- **D'échauffement : préparation musculaire, ouverture de la cage thoracique**
- **De récupération : drainage musculaire (jambes, épaules, bras)**

Sophrologie

- **Exercices autour du relâchement et de la concentration**

Séance PPG-technik-aquatik

Échauffement

- **Nage libre avec ou sans palme**

Contenus

- **Nage avec ou sans palme, en apnée ou en tuba,**
- **Séries variées (travail vitesse, amplitude, technique de nage)**
- **Fractionné**
- **Mise en place des correctifs fins des techniques personnelles**
- **Mise en place des automatismes de surveillance et de sécurité**
- **Techniques : virage, compensation, immersion, poumon vide**

Récupération

- **Nage libre, rythme décroissant**

Séance hypercapnique

Échauffement

- **NL 400m, PMT 300 à 500m**
- **Apnées 12m, 25m récupération active sur distance identique**

Contenu

- **En fractionné, 3 à 4 séries de 4 à 10 apnées, récupération active ou statique**
- **Variation sur les séries, vitesse, temps ou type de récupération**
- **Séries longues :16x50m ou sur un temps 30mn à 1h**

Récupération

- **NL 100 à 200m, étirements**

Séance hypoxique

Échauffement

- **NL 100 m, PMT 100 à 200m**
- **Quelques Apnées 12m, 25m récup active, puis passive**

Contenu

- **Statique + dynamique sur 25 ou 50, 75m**
- **Dynamique – statique – dynamique sur 25, 50, 75m**
- **Attention à la surveillance réciproque**

Récupération

- **NL 100 à 200m, étirements**

Savoir organiser une sortie en apnée

- Généralités
- Distances marines
  - Marées , règle des 12emes
- Météo
  - Lecture Bulletin Météo
  - Ou le récupérer : liens Internet
- Cartes marine
  - Comment les lire
  - Amers
- Navigation
  - Nœuds
  - Mouillage et bouts
  - Les permis

Généralités

- Pour que votre sortie en apnée ne se transforme pas en galère il est impératif de la préparer :
  - L'environnement
    - Le site de plongée
      - Profondeur souhaitée
      - Type de fond
      - Mode de localisation (GPS, Amers, Etc…)
    - La marée et les courants : Plonger a l'étale
    - La météo : Force et orientation des vents
      - Le vent génère des courants et la dérive du bateau
  - Le Bateau
    - Savoir gérer le bateau et la consommation du moteur
    - Savoir l'ancrer et l'amarrer

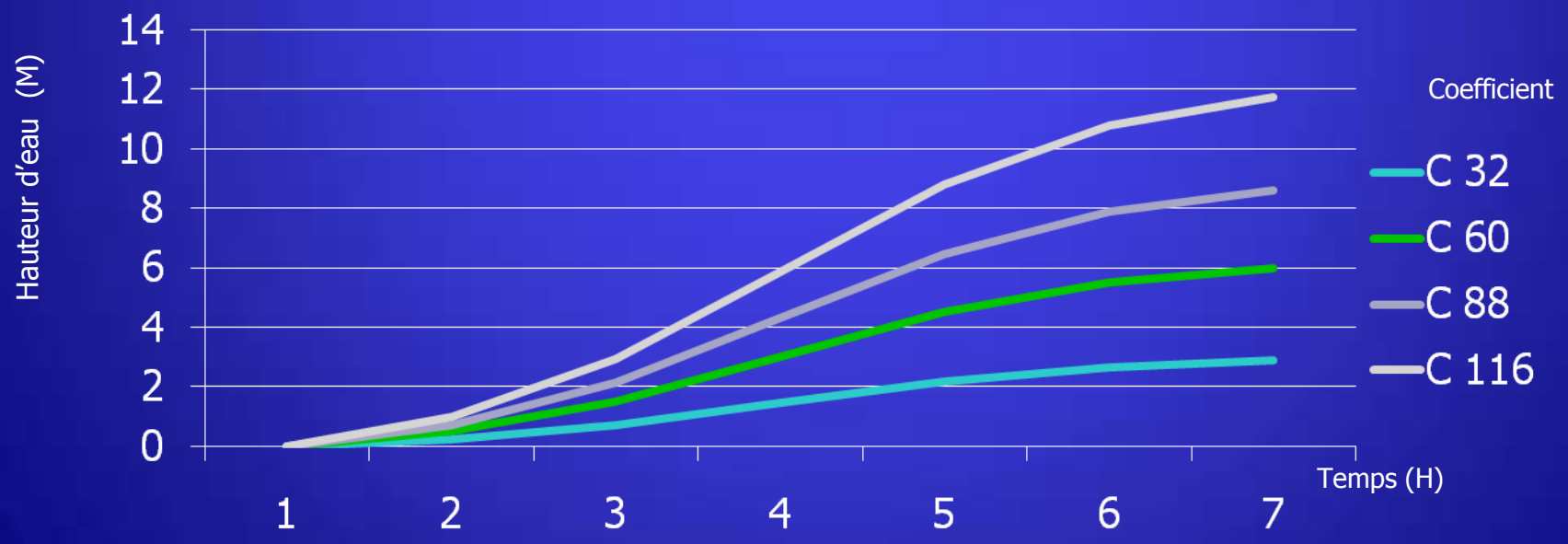
Généralités

- Distance : 1 Mile marin = 1,852 Km
- Vitesse : 1 Nœud = 1 Mile Marin / Heure , 1.852 km/h
- Pression : 1013 hpa (Hecto Pascal) = 1013 mb (Milibar) =1b (Bar)= 760 mmHg (mm de Mercure)
- Heures UTC : Temps universel ; En France heure d'hiver UTC+1h et heure d'été UTC+2
- Fréquence VHF internationale de détresse : canal 16 (fréquence 156,8 MHz)

Marée

- La **marée** est caractérisée par un **marnage** correspondant à la différence de hauteur d'eau entre pleine mer et basse mer successive
- Le **coefficient C** (variable de 20 à 120) caractérise la « force » de la marée
- L'annuaire des marées permet de connaître pour un jour donné de l'année le coefficient et la hauteur d'eau correspondante.. **Indispensable à la préparation d'une sortie !**
- La marée monte ou descend suivant la **Règle des 1/12ieme..**

Evolution de la hauteur d'eau (marée montante) pour 4 coefficients différents à un endroit donné.



Marée – Règle des 1/12ieme

La règle des douzièmes :

La marée ne monte ni ne descend de façon linéaire à une vitesse constante. Les courants de marées sont donc d'une intensité variable selon le moment du phénomène et indépendamment du coefficient qui par nature influe sur l'intensité.

De même la variation de hauteur d'eau à un endroit donné n'évolue pas de façon linéaire mais selon la règle des douzièmes.

- pendant la 1ère heure de 1 douzième
- pendant la 2ème heure de 2 douzièmes
- pendant la 3ème heure de 3 douzièmes
- pendant la 4ème heure de 3 douzièmes
- pendant la 5ème heure de 2 douzièmes
- pendant la 6ème heure de 1 douzième

Soit au total 12 douzièmes ce qui correspond au marnage.

Le principe est de diviser le marnage par 12 puis de répartir les fractions selon la règle édictée.

Bulletin METEO

Origine METEO-FRANCE Brest

Bulletin côtier pour la bande des 20 milles entre la Hague et Penmarc'h le 14 novembre 2010 à 15 UTC
Vent moyen selon échelle Beaufort. Mer du vent : hauteur significative.
Attention : en situation normale, les rafales peuvent être supérieures de 40 % au vent moyen et les vagues maximales atteindre 2 fois la hauteur significative.

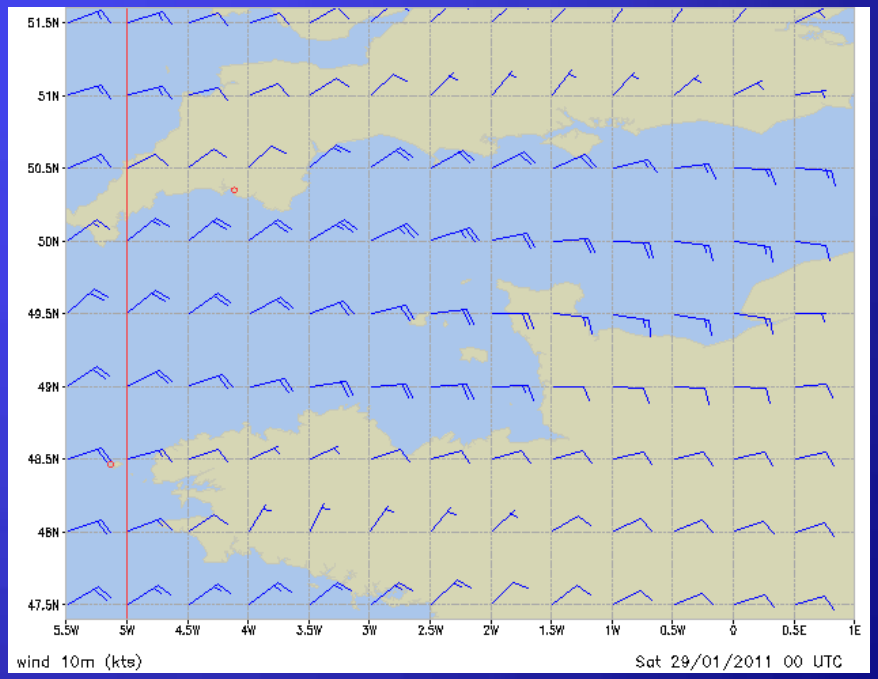
1-Avis de tempête : néant.

2-Situation générale le 14 novembre 2010 à 12 Heure U.T.C. et évolution :
Dépression, 992 hPa, sur Sole, prévue lundi à 12 UTC, au sud-ouest immédiat de Penmarch.

3-Prévisions pour la nuit du 14 novembre 2010 au 15 novembre 2010 :
Vent s'orientant sud-ouest à sud 3 à 4 Beaufort, retournant sud-est à est en seconde partie de nuit en atteignant 5 Beaufort sur la Pointe de Bretagne.
Mer peu agitée devenant agitée sur la Pointe de Bretagne.
En Manche: Houle d'ouest 1 à 2 m.
Sur Pointe Bretagne : Houle d'ouest voisine de 3 m.
Temps variable avec averses, se couvrant en seconde partie de nuit sur la Pointe de Bretagne avec des pluies localement orageuses.
Visibilité 5 à 10 milles, se réduisant 1 à 3 milles sous les pluies.

Exemple d'un bulletin édité par Météo France. Il est indispensable de savoir le lire …et le comprendre

Carte des vents

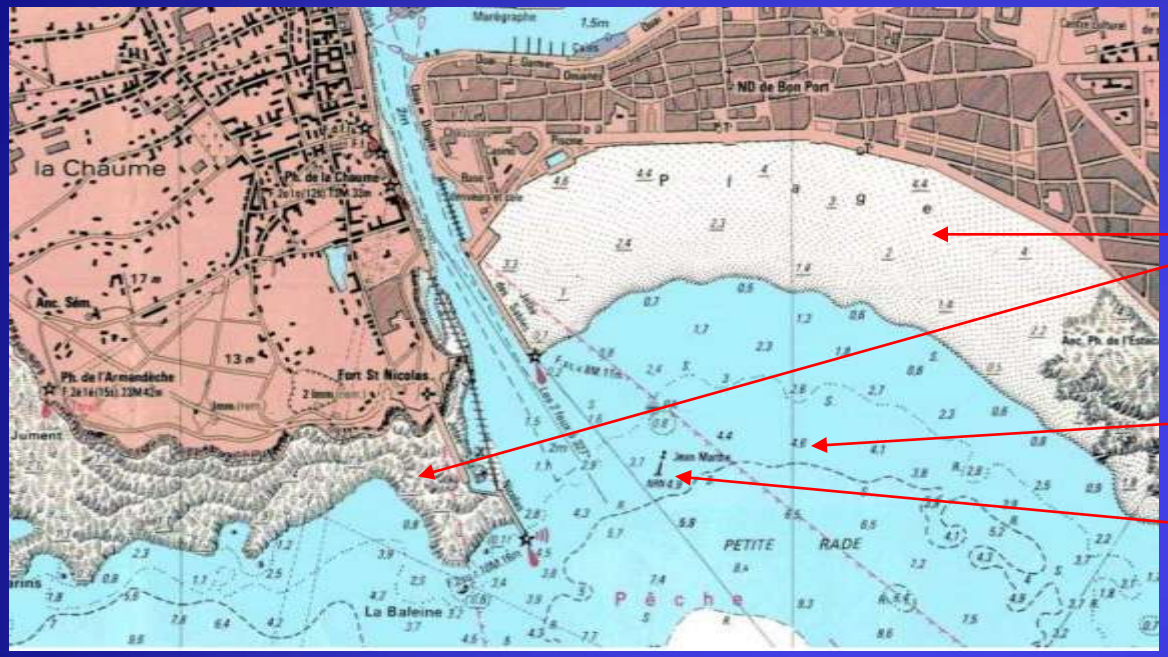


Force du Vent

	Descriptif du vent	Vitesse du vent (* noeud)	Vitesse Du vent (km/h)	Hauteur des Vagues (mètres)	Etat de la mer
0	calme	< 1	< 1	-	La mer est comme un miroir
1	très légère brise	1 à 3	1 à 5	0,1	Quelques rides en écaille de poisson, mais sans aucune écume
2	légère brise	4 à 6	6 à 11	0,2	Vaguelettes courtes aux crêtes d'apparence vitreuse, ne déferlant pas.
3	petite brise	7 à 10	12 à 19	0,6	Très petites vagues, les crêtes commencent à déferler, les moutons apparaissent
4	jolie brise	11 à 18	20 à 28	1	Petites vagues s'allongeant, moutons nombreux
5	bonne brise	17 à 21	29 à 38	2	Vagues modérées, nettement allongées, beaucoup de moutons, embruns
6	vent frais	22 à 27	39 à 49	3	Des lames se forment, les crêtes d'écume blanche s'étendent, d'avantage d'embruns
7	grand frais	28 à 33	50 à 61	4	La mer grossit en larmes déferlantes, l'écume commence à être soufflée en traînées dans le lit du vent
8	coup de vent	34 à 40	62 à 74	5,5	Tourbillons d'écume à la crêtes de lames, traînées d'écume
9	fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	7	Grosses lames déferlant en rouleaux, tourbillons d'embruns arrachés aux lames, nettes traînées d'écume, visibilité réduite par les embruns
10	tempête	48 à 55	89 à 102	9	Très grosses déferlantes, écumes en larges bancs formant des traînées blanches, visibilité réduite par les embruns
11	violente tempête	56 à 63	103 à 117	11,5	Lames déferlantes d'une hauteur exceptionnelle, mer couverte d'écume blanche, visibilité réduite
12	ouragan	64 >	118 >	14	Larmes déferlantes énormes, mer entièrement blanche, air plein d'écume et d'embruns, visibilité très réduite

Cartes marines et Amers

- Il existe 2 types de cartes marines : les Navicartes et celles du SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la marine) Ce sont celles du SHOM qui font référence en terme de chasse sous marine. les cartes navicarte étant plus destinées a la navigation
- Le nombre d'informations étant très important, il convient de se référer a la légende.
- Les normes des légendes sont téléchargeables sur le site du SHOM



Les Amers

Un amer est un point de repère pris sur la côte depuis la mer. Par exemple une cheminée, un clocher d'église, un pic montagneux. Lorsque deux amers sont parfaitement alignés, l'un derrière l'autre, cela constitue un alignement. Avec deux alignements différents, pris dans deux directions approximativement perpendiculaires, on constitue une enseignure. L'enseignure est donc l'intersection des deux alignements.

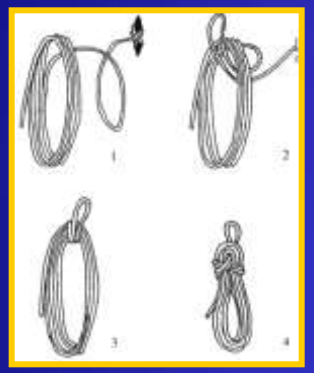
- reconnaitre les principales bouées et balises et savoir les utiliser pour choisir son itinéraire et ses sites de plongée. Une balise de danger isolé signalera une remontée rocheuse, une épave qui peuvent faire l'intérêt d'un site.

Une cote rocheuse , de grandes chances de retrouver sous l'eau un paysage similaire ...

A l'abri du vent, idéal pour installer la gueuse

Noeuds

Rangement
des cordages



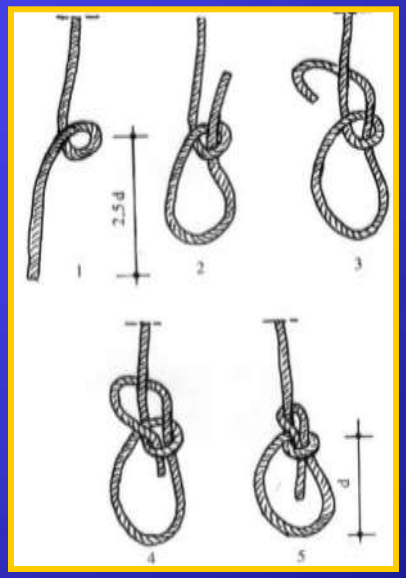
Nœud d'arrêt

Le **noeud en huit** permet d'arrêter proprement les écoutes :

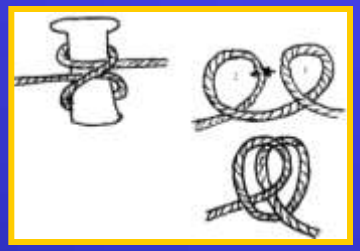
Nœud plat

Attention a passer les boutes du même côte sinon c'est un nœud de vache qui glisse

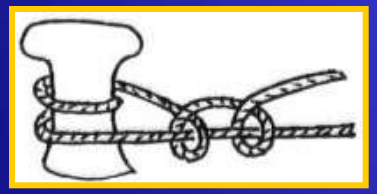
Noeud de chaise



2 demi-clés a capeler
ou
nœud de cabestan



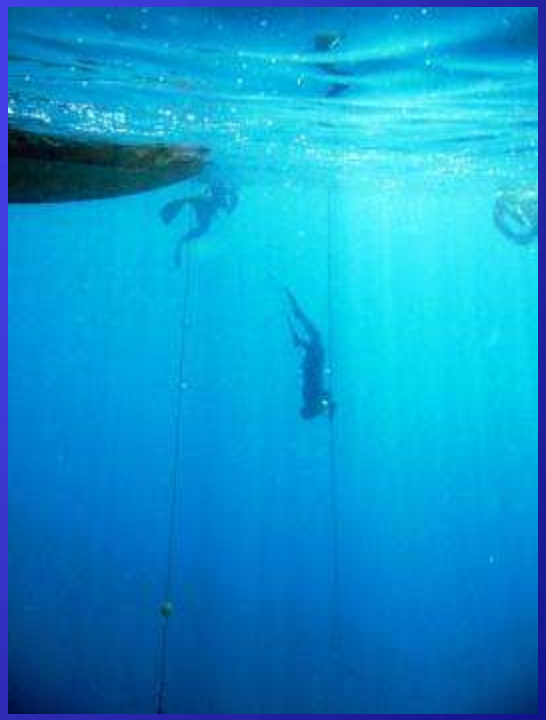
2 tours morts
et 2 demi-clés



Règles de mouillage

Les bateaux de moins de 9 m de long ou moins de 3 tonnes de déplacement doivent posséder une ligne de mouillage comprenant une ancre, une chaîne de 8m et un orin.
La longueur totale de la ligne de mouillage doit être au moins de 5 fois la longueur du bateau.

Dans la pratique, la hauteur de l'eau sous la coque est importante. En effet, il est recommandé d'avoir un rapport entre la longueur de la ligne de mouillage et la distance entre le pont du bateau et le fond, d'un minimum de 5 pour 1.
attention à l'evitement du bateau et aux cordages qui s 'emmellent! Positionnement des gueuses, pendeurs et ateliers divers.
Toujours vérifier le mouillage avant de démarrer l'activité.



Les Permis bateau

- ***Permis de navigation en mer***
  - **La Carte Mer** Ce permis autorise son titulaire à piloter un bateau avec moteur de moins de 50cv, à moins de 5 milles d'un abri et de jour uniquement
    Examen code et conduite
  - **Le Permis côtier** Ce permis autorise son titulaire à piloter un bateau à moteur, quelle que soit sa longueur et sa puissance, de jour comme de nuit, à moins de 5 milles d'un abri.
    Examen code et conduite
  - **Le permis hauturier** pour piloter un bateau sans limite de distance et de puissance de jour comme de nuit

- ***Permis d'utilisation de matériel***
  - Dans cette catégorie, le CRR Certificat Restreint de Radiotéléphoniste est à noter, permettant à bord d'un navire d'utiliser un matériel de transmission VHF.
  - Il s'agit d'un poste d'émission et de réception sur des canaux de la bande marine VHF ; cet appareil est au centre du dispositif de sécurité en mer en ce qui concerne les plaisanciers.
  - Les personnels de l'agence nationale des fréquences s'assurent lors de l'examen du bon usage de la VHF, à savoir que le futur usager sait utiliser sa VHF sans polluer les ondes de messages superflus.

Une réforme est en cours afin de supprimer la nécessité d'obtention du CRR pour les émetteurs de moins de 6 watts.

Liens Internet

- SHOM : http://www.shom.fr
- METEO Marine : http://marine.meteofrance.com

LA SECURITE DANS L'EAU

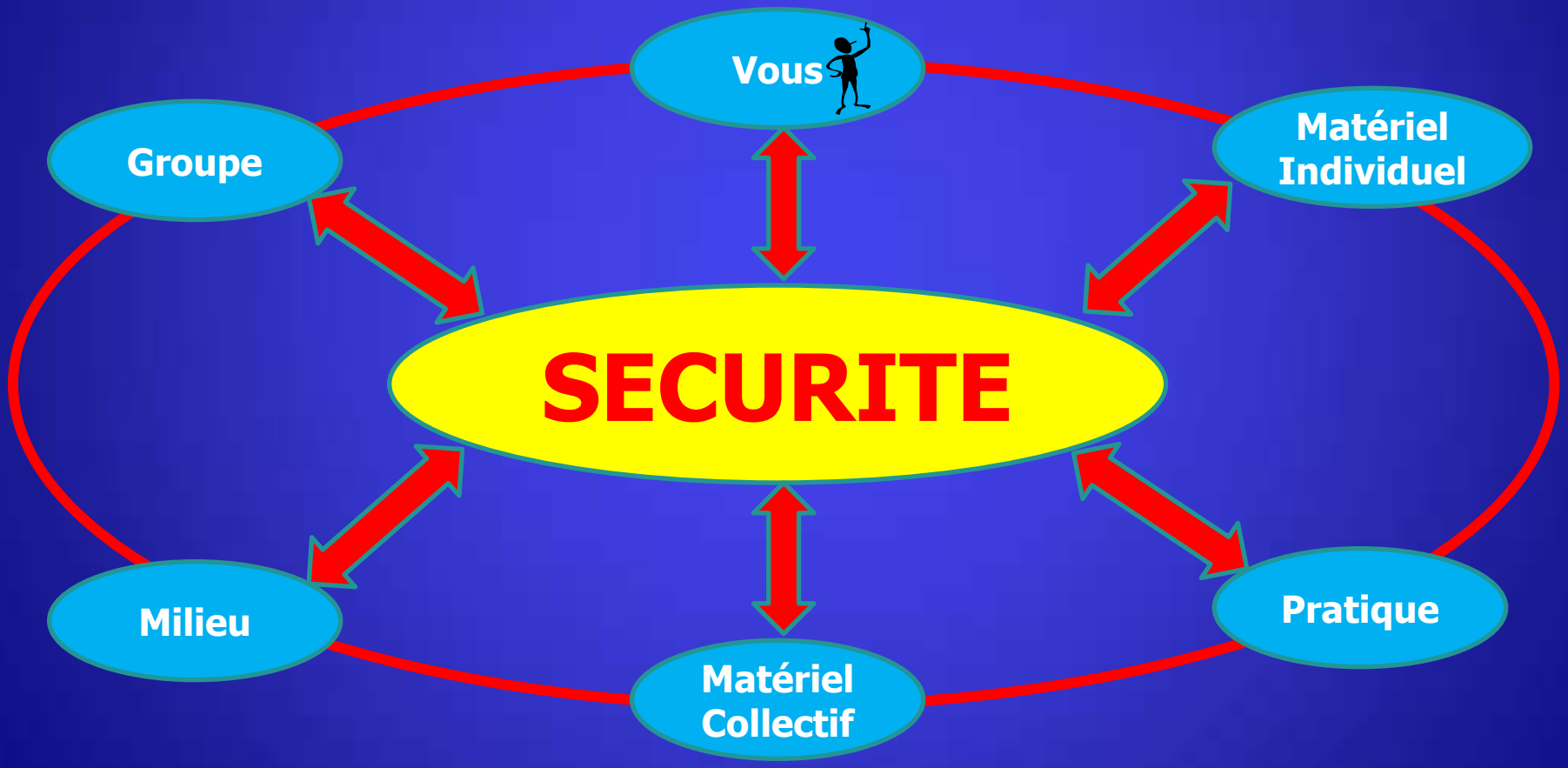
OBJECTIF

Connaîssance et évaluation des risques

Prévention

Prendre toutes les mesures nécessaires pour les éviter.
Assurer la protection et la sauvegarde des personnes.
Mettre en place les moyens d'une pratique saine et sereine

RISQUES ➡ SECURITE



LE MILIEU

LES RISQUES :

- Courants forts (surface, profondeur)
- Visibilité faible
- Température de l'eau
- Thermocline
- Météo (évolutive)
- Accessibilité limitée
- Proximité des secours
- Trafic nautique
- Risques spécifiques (épaves, filets…)

LES MESURES ET ACTIONS :

- Consulter la météo locale et l'annuaire des marées avant tout départ (capitaineries, radio, internet, VHF…)
- Surveiller l'évolution de la météo
- Étudier les cartes marines de la zone
- Vérifier la possibilité d'évacuation
- Contacter le CROSS si besoin
- Vérifier le matériel de communication, de signalisation
- Vérifier le matériel individuel et collectif
- Utiliser une signalisation adapté (bouée, planche, pavillon alpha, lampe à éclat….)
- En piscine, vérifier les accès secours, telephone

LE MATERIEL DE SECURITE

LES RISQUES :

- Risque d'accidents
- Impossibilité de donner l'alerte
- Impossibilité de donner les soins d'urgence
- Difficulté de sauvetage

LES MESURES ET ACTIONS :

- Vérifier le kit d'oxygénothérapie et le défibrillateur
- Vérifier la trousse de premier secours
- Vérifier le GSM et la VHF
- Informer sur la localisation et sur l'utilisation du matériel de sécurité
- Vérifier le matériel de signalisation, le pavillon doit être visible sur la bouée ou sur le bateau
- Garder une attention particulière aux autres usagers (trafic nautique …)

LE MATERIEL COLLECTIF

LES RISQUES :

- Risque d'accidents
- Proximité des ateliers (Gueuse)
- Maitrise et connaissance du matériel

LES MESURES ET ACTIONS :

- Vérifier le matériel collectif de l'atelier
- Délimiter une zone d'évolution
- S'assurer que le matériel est adapté à la pratique (lest, largable, bouée, gueuse…) et que les participants savent l'utiliser

LE MATERIEL INDIVIDUEL

LES RISQUES :

- Risque d'accidents
- Matériels absents ou inadaptés
- Mauvaise utilisation

LES MESURES ET ACTIONS :

- Vérifier et entretenir son matériel
- S'assurer que son matériel est adapté à la pratique (ceinture largable, couteau, combinaison, longe, lampe …)
- Prendre connaissance et savoir utiliser le matériel du binôme

LES APNEISTES

LES RISQUES :

- Condition physique (fatigue, alcool, problèmes de santé)
- Manque de discipline et non respect des consignes
- Dépassement des capacités propres
- Stress, isolement, timidité
- Séance inadaptée

LES MESURES ET ACTIONS :

- Etre à jour administrativement et en forme (licence et Certificat médical)
- S'assurer de la forme et de la motivation des collègues avant et pendant la séance
- Adopter les limites d'évolutions du groupe en fonction des niveaux d'aisance
- Respecter les limites et les consignes
- Responsabiliser le groupe (binomes, sécurité, alerte, freiner les ardeurs…)
- Mettre en place les moyens liés à l'atelier

Apneiste de sécurité: (ApnS) binôme formé et compétent (RIFAA) capable d'assurer la sécurité .

Apnée Statique

LES RISQUES :

- Dépassement des limites
- Sécurité absente ou inadaptée
- PCM (samba) en sortie d'apnée
- Syncope pendant ou après l'apnée
- Noyade

LES MESURES ET ACTIONS :

- Mettre en place un protocole de surveillance (zone d'appuis, binôme, timing…)
- Annoncer la perf attendue
- Contrôler l'état de conscience des apnéistes suivant un protocole non équivoque
- Mettre en place un protocole de sortie
- RIFAA (revoir, s'exercer régulièrement)
- Mettre en place un protocole d'intervention

Apnée Dynamique

LES RISQUES :

- Dépassement des limites
- Sécurité absente ou inadaptée
- PCM (samba) en sortie d'apnée
- Syncope pendant ou après l'apnée
- Noyade

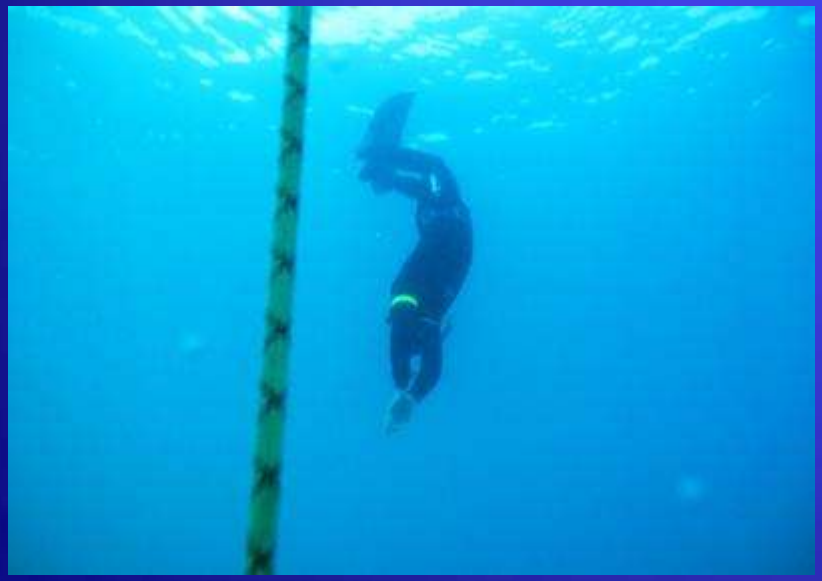
LES MESURES ET ACTIONS :

- Matérialiser la zone d'évolution (piscine, milieu naturel…)
- Mettre en place un protocole de sortie
- Surveillance rapprochée en surface
- Respecter les consignes
- Prévoir des planches et des supports pour la fin d'apnée
- Connaitre les signes pré syncopaux
- RIFAA (revoir, s'exercer régulièrement)

Poids Constant

LES RISQUES :

- Barotraumatismes
- Absence de sécurité ou inadaptée
- Thermocline, Visibilité
- Accidents liés au matériel
- Dépassement des limites
- Syncope
- Récupération surface difficile
- Surveillance difficile



LES MESURES ET ACTIONS :

- Matériel adapté et vérifié
- Installer l'atelier dans une zone sécurisée (courant, lest 2 m au dessus du fond…)
- Limiter la profondeur en fonction du niveau d'aisance des participants
- Travailler la compensation
- Organiser des rotations en trinôme
- Surveillance rapprochée, bonne récupération en surface
- Mettre en place un protocole de sortie
- Respect des consignes

Poids variable

LES RISQUES :

- Barotraumatismes (idem poids constant et attention à la vitesse)
- Remontée hors zone sécurisée
- Accidents liés au matériel
- ADD liés à la fréquence des descentes
- Surveillance difficile

LES MESURES ET ACTIONS :

- Délimiter et sécuriser la zone de pratique (pas de plongeur, de bouts qui trainent…)
- Matériel maitrisé, adapté et vérifié (gueuse à frein)
- Travailler la compensation
- Progressivité dans les profondeurs atteintes
- Vérifier régulièrement l'autonomie de la bouteille
- Limiter le nombre de descentes profondes
- Privilégier le temps de récup surface
- Pas de lestage individuel
- Pas de statique au fond
- Respect des consignes

Les 10 règles d'or de l'apnée

1. Ne jamais faire d'apnée seul
2. S'entrainer avec un apnéiste du même niveau
3. Toujours garder un contact avec l'équipier et rester à portée de main afin de pouvoir l'assister rapidement en cas de besoin
4. Etre attentif aux signes indicateurs de syncope (lèvres violettes, regard vide, visage pâle,…)
5. Toujours annoncer l'exercice avant le départ et le respecter. Pas de dépassement non prévu de la distance, du temps et de la profondeur
6. Proscrire l'hyper ventilation
7. Bien maîtriser une performance avant de tenter de l'améliorer
8. Laisser le temps à l'organisme de s'habituer à une profondeur avant d'aller plus loin
9. Eviter la pratique de la carpe
10. En apnée, rien n'est acquis, tout se travaille en fonction de la forme du jour

CONNAISSANCES DE PROTECTION DE L’ENVIRONNEMENT

NOTIONS DE BIOLOGIE MARINE

- En tant qu'utilisateur du milieu aquatique, l'apnéiste doit limiter au maximum son impact sur l'environnement.

- Il s'agit de préserver les écosystèmes marins et les espèces qui les constituent.

- L'apnéiste est particulièrement bien placé pour se rendre compte de la fragilité de l'environnement et doit donc être un acteur encore plus sensibilisé de la protection du milieu naturel.

- **Cette protection doit s'effectuer à plusieurs stades :**
  - Dans l'eau lors de la plongée
  - Lors du trajet vers le site de plongée, que ce soit dans le cas d'une plongée du bord, ou dans le cas d'une plongée depuis une embarcation
  - En amont, au port par exemple ou après la plongée

- Ces actions passent par les « eco-gestes » : ce sont des gestes, souvent simples, que chacun peut faire pour limiter son impact sur l'environnement.

- **Dans l'eau :**

  - Les fonds marins sont colonisés. A chaque coup de palme malencontreux, des organismes vivants sont perturbés ou détruits. Certains comme les coraux mettent des dizaines d'années à repousser.

    Soyez donc particulièrement précautionneux avec vos palmes (et vos mains !)

  - Attention au sur lestage, il favorise incontestablement le contact avec les fonds marins

  - Les rochers sont l'habitat de nombreux animaux : toujours les laisser en place.

  - Les animaux nourris perdent leur instinct naturel : il faut bannir le nourrissage.

  - Les restes d'animaux morts s'incluent dans un cycle naturel : ne rien ramener en surface.

  - Les phares brûlent les yeux des poissons : éviter de les éclairer directement.

  - Approcher calmement les animaux et rester à distance permet de les observer sans les faire fuir.

  - Collectez les sacs et objets en plastique que vous trouvez en plongée.

- **Lors du trajet vers le site de plongée**
  - Lors des plongées du bord, attention au piétinement lors de la mise à l'eau. Immergez-vous, si possible, à partir d'une plage de sable ou de galets moins "sensible" que les zones colonisées par un herbier, des coraux ou des algues
  -
  - Pas de déchets rejetés par-dessus bord (sacs plastiques, bouteilles, mégots)
  - Choisir une zone de mouillage en fonction de la nature du fond. Un ancrage sur un herbier de posidonie arrache jusqu'à 250 feuilles à chaque fois ! Son impact va au-delà de celui de l'ancre, car la chaîne racle le fond dans le périmètre d'évitement.
  - Attention aux huiles solaires. Les couches d'huiles forment un écran à la surface de la mer diminuant la photosynthèse indispensable à la vie. Évitez les huiles solaires et protégez-vous plutôt avec des laits solaires ou tout autre produit soluble dans l'eau.

- **En amont ou après la plongée**
  - Le plongeur est souvent un fort consommateur d'eau. Que ce soit pour se nettoyer après une séance ou pour rincer son matériel, les occasions sont nombreuses d'ouvrir le robinet !...
  - Utilisez des bacs de rinçage et réduisez votre temps de douche.
  - Ramenez vos déchets !

Les embranchements primitifs

- **Les Algues**
  - Elles sont dépourvues de racines, tiges, feuilles ou fleurs
  - La plupart des algues visibles sont benthiques.
  - D'autres espèces sont pélagiques et flottent au gré des courants, constituant le phytoplancton, élément primordial de la chaîne alimentaire
  - Ce sont en général des espèces de petite taille, voire microscopiques

- **Les Plantes (spermatophytes)**
  - Il s'agit de végétaux supérieurs avec racines (rhizomes), fleurs et fruits
  - Elles sont représentées sur nos côtes par les Posidonies, les Cymodocées et les Zostères
  - Elles sont très utiles pour leur capacité de production d'oxygène, pour l'abri qu'elles offrent aux alevins et aux animaux marins
  - Elles concourent également au maintien du sol marin grâce à leurs racines

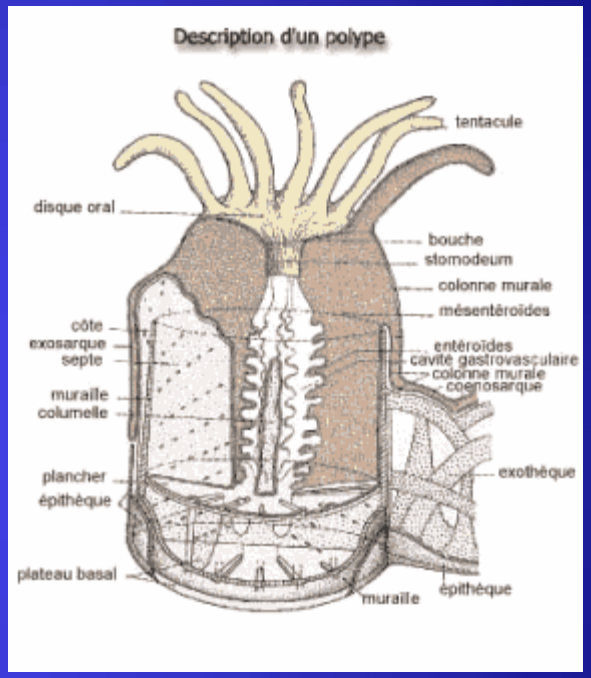
Les embranchements primitifs

- **Les Spongiaires**
  - Ils sont considérés comme les plus simples des animaux pluricellulaires.
  - Ils ne possèdent ni tube digestif, ni système nerveux, ni système circulatoire.
  - On en connaît plus de 3000 espèces qui vivent de la surface aux plus grandes profondeurs
  - Ce sont des animaux filtreurs. Leur organisme est parcouru d'un courant d'eau duquel l'oxygène et des nutriments sont prélevés, et dans lequel les déchets sont rejetés

- **Les organismes Vermiformes**
  - Les vers constituent un groupe d'animaux assez hétérogènes
  - Leur détermination est assez complexe
  - Ils sont souvent difficiles à observer en plongée bien qu'ils grouillent dans les sédiments meubles, sous les blocs et dans les fissures de rochers
  - Leur forte biomasse, leur faible capacité à se défendre et leur grande valeur nutritive leur donnent une place importante dans la chaîne alimentaire.

Les embranchements primitifs

- **Les Cnidaires**
  - Leur forme générale évoque celle d'un sac muni d'une seule ouverture, bordée de tentacules garnis de cellules urticantes.
  - Les cnidaires comptent plus de 10000 espèces se présentant généralement sous 2 formes :
    - Une forme fixée, parfois définitivement, appelée Polype
    - Une forme libre à l'état adulte, appelée méduse
  - Ces animaux sont omniprésents dans l'univers du plongeur : coraux, madrépores, gorgones, anémones, méduses, hydraires. Ils sont présents dans toutes les mers et à toutes les profondeurs.



Les embranchements évolués

- **Les Bryozoaires**
  - Ce sont des animaux discrets, peu connus des plongeurs
  - Ils comprennent des espèces de forme et taille très variées dont seules les colonies sont aisées à distinguer à l'œil nu. Les individus qui les constituent ne dépassent généralement pas le millimètre
  - On trouve par exemple les roses de mer, le faux corail, les dentelles de neptune, les bugules.
  - Il en existe environ 5000 espèces qui colonisent tous les niveaux marins, et sur tous les types de substrat

- **Les Échinodermes**
  - Il s'agit d'un des groupes les mieux caractérisés
  - Leur organisation suivant une symétrie pentaradiée (d'ordre 5) est unique dans le monde animal
  - Cette symétrie détermine une absence totale de tête.
  - On trouve par exemple les oursins, les comatules, les étoiles de mer, les ophiures, l'holothurie

Les embranchements évolués

- **Les Mollusques**
  - C'est l'embranchement le plus important et le plus diversifié parmi les invertébrés aquatiques.
  - Ils comprennent quelques 80 000 espèces
  - On trouve par exemple les dentales, chiton, gastéropodes, bivalves, seiches, pieuvres

- **Les Arthropodes Crustacés**
  - Ils sont protégés par une carapace incrustée de sels minéraux
  - Leur classification est complexe
  - On y trouve crabes, écrevisse, homards, bernard l'ermite
  - Ils assurent leur croissance par des mues successives

Les embranchements évolués

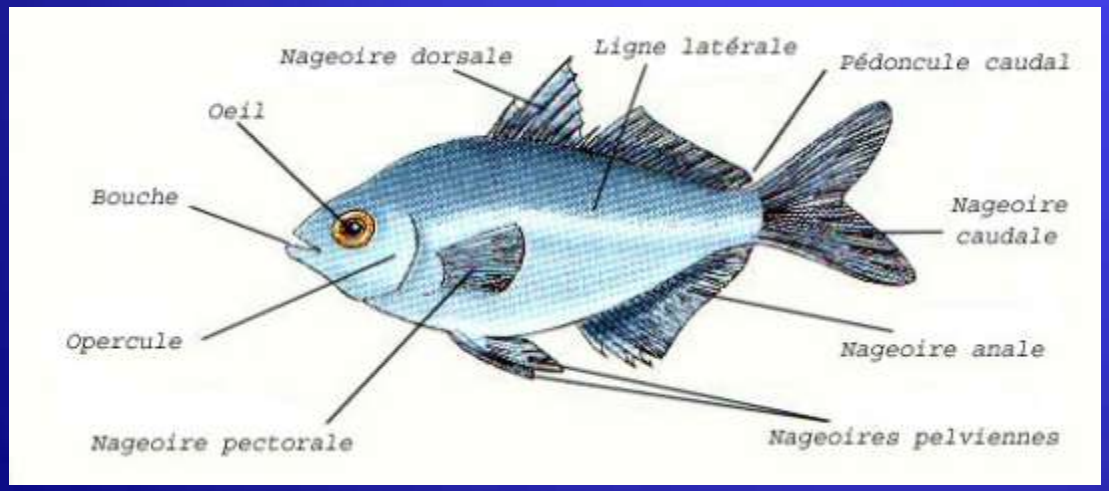
- **Les Tuniciers**
  - Certains sont pélagiques mais la plupart vivent fixés au substrat
  - On y trouve pparticulièrement les ascidies qui se présentent sous la forme d'une outre fixée à la base, munie de 2 ouvertures ou siphons.
  - Ce sont des filteurs actifs (capacité de contraction)

Les embranchements évolués

- **Les poissons**
  - Les poissons constituent un groupe très hétérogène tant par la morphologie que par les caractères anatomiques.
  - Ils utilisent des branchies pour extraire de l'eau l'oxygène nécessaire à leurs fonctions vitales, et se propulsent grâce à des nageoires de nombre, de forme et positions variables.
  - Ils vivent dans toutes les mers et à toutes les profondeurs, dans les eaux douces, sous tous les climats, supportant des températures allant de 40 à -3° C
  - Leur taille varie de quelques millimètres à plus de 18 mètres pour le requin baleine, le plus grand poisson actuel
  - Environ 30 000 espèces sont répertoriées dans les eaux du globe, mais on en découvre constamment de nouvelles.

Les embranchements évolués

- **Les poissons (suite)**
  - Bien qu'ils se présentent sous une infinité de formes, ils ont en commun un certain nombre de caractéristiques essentielles, pas toujours apparent
  - La forme de leur corps, couvert ou non d'écailles correspond à une adaptation plus ou moins poussée, à leur mode de vie : fuselé et doté d'une nageoire caudale puissante chez les pélagiques, il peut être totalement aplati chez les espèces vivant sur, ou à proximité du fond : poissons plats, raies, baudroies.
  - Toute une panoplie « d'accessoires » peut venir compléter cette adaptation : antennes, ventouses, barbillons, organes lumineux, électriques, appendices divers, adaptés à leur habitat et leurs habitudes alimentaires



Les embranchements évolués

- **Les Mammifères marins**

  - Le terme « mammifère marin » n'a pas une grande valeur systématique et peut englober un ensemble d'animaux hétérogènes.

  - En effet, les principaux mammifères marins, animaux vertébrés homéothermes dont le corps est recouvert de poils et qui allaitent leurs petits sont les Cétacés, les Pinnipèdes, les Siréniens (Dugongs), mais il n'y a aucune raison d'exclure les loutres (carnivores Mustélidés et certains estiment que l'Ours blanc (carnivore Ursidé) trouve ici sa place

  - Leurs ancêtres ont été des animaux terrestres et, considérant les régimes alimentaires des espèces actuelles, on a de bonne raisons de penser qu'ils appartenaient au groupe des carnassiers. L'adaptation à la vie marine des espèces actuelles peut être considérée comme plus ou moins parfaite en fonction de leur indépendance par rapport au milieu terrestre.

Les embranchements évolués

- **Les Mammifères marins (suite)**

  - Leurs principales adaptations ne reposent paradoxalement pas sur le système respiratoire (poumons, alvéoles), mais sur le système circulatoire et sur les qualités du sang.

  - En effet, un dauphin qui peut passer 20 minutes en plongée, ou un cachalot qui effectue des apnées de 45 minutes n'ont pas proportionnellement des poumons plus volumineux que nous.

  - Ils ont par contre un volume sanguin très important et leur sang est excessivement riche en hémoglobines ayant des performances de stockage d'oxygène supérieures aux nôtres.

  - De plus, leur système circulatoire peut , mieux que le notre répartir les masses sanguines au moment des apnées et leur cœur peut se mettre à battre à un rythme incroyablement lent, s'adaptant ainsi à un métabolisme d'économie en plongée.

FIN