FFESSM GRAND EST

FÉDÉRATION FRANÇAISE ÉTUDES & SPORTS SOUS-MARINS

La plongée autonome chez l'enfant, approche physiologique et psychologique

- Bernard SCHITTLY
- spécialiste en médecine générale,
- médecin du sport
- médecin de plongée

Grand Est ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE

FFESSM GRAND EST

FÉDÉRATION FRANÇAISE ÉTUDES & SPORTS SOUS-MARINS

Pourquoi parler de ça ?

- Dogmes en médecine de plongée
- Est-il justifié de poser comme limite d'âge 8 ans ?
- Est-il vrai que le risque d'ADD est plus élevé ?

- Et parce que le PDA du comité Est comporte un volet sur le développement de la plongée enfant

Fédération française d'études et de sports sous-marins
Fondée en 1948, membre fondateur de la Confédération mondiale des activités subaquatiques
French Underwater Federation

PROJET DE DÉVELOPPEMENT ASSOCIATIF
2017 - 2021

COMITÉ RÉGIONAL EST DE LA FFESSM.

plongée nature & sports subaquatiques
Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins
FFESSM.fr COMITÉ RÉGIONAL Est

Grand Est
ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE

Un adulte en plus petit ?

- Lors des discussions pour le CACI avec le ministère JSCS
- Un enfant est un adulte en plus petit !
- Donc tout médecin peut faire le certificat chez un enfant.

- Nous donc voir si cette assertion est juste

FFESSM GRAND EST

FÉDÉRATION FRANÇAISE
ÉTUDES & SPORTS SOUS-MARINS

Aspects physiologiques

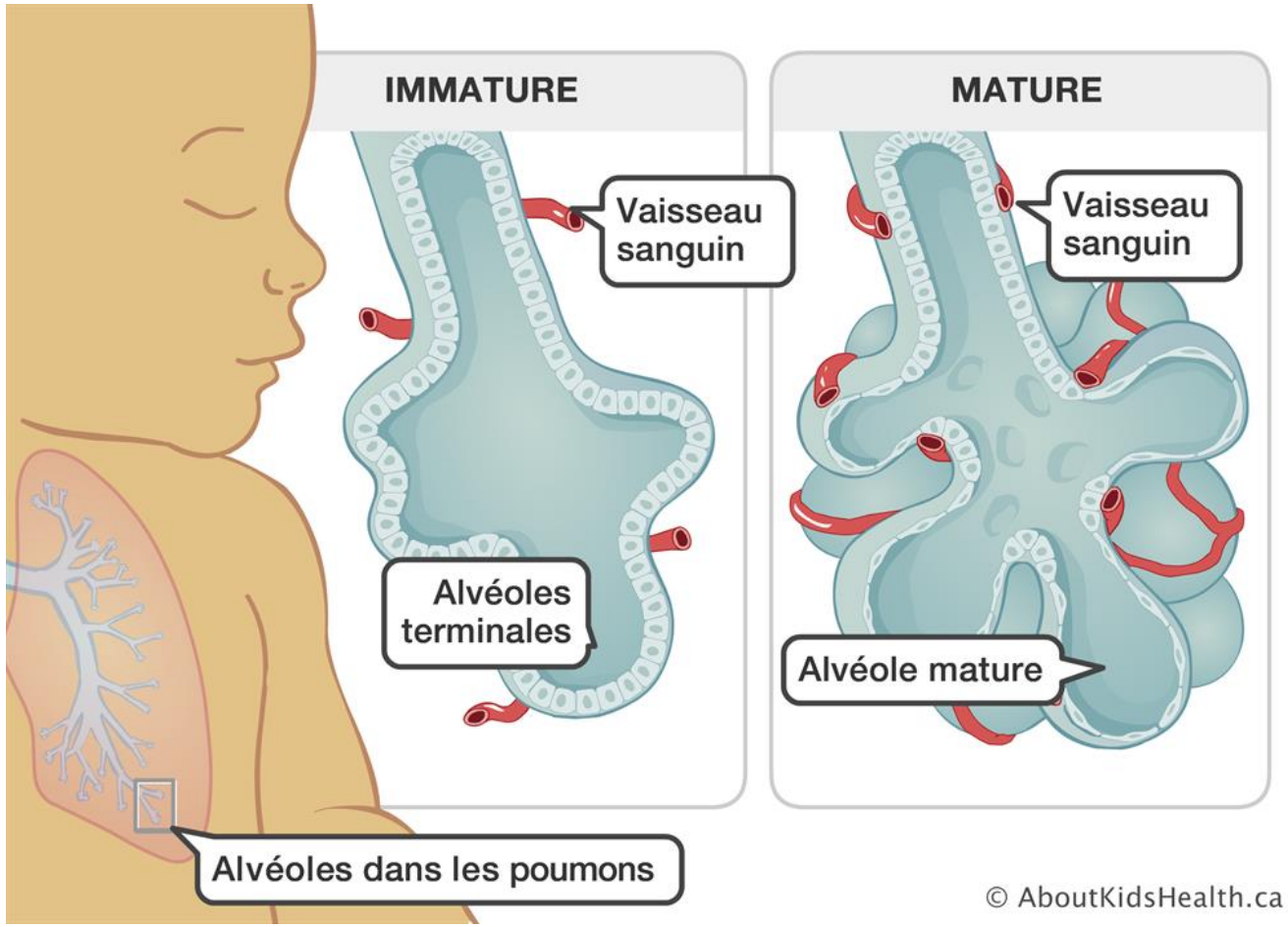
- Appareil respiratoire
- Appareil circulatoire
- ORL
- Appareil locomoteur
- Aspects de thermo-biologie

Aspects psychologiques

Grand Est
ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE

Appareil respiratoire

- les alvéoles se développent vers la 32ème semaine de vie embryonnaire
- elles se vascularisent
- elles se creusent



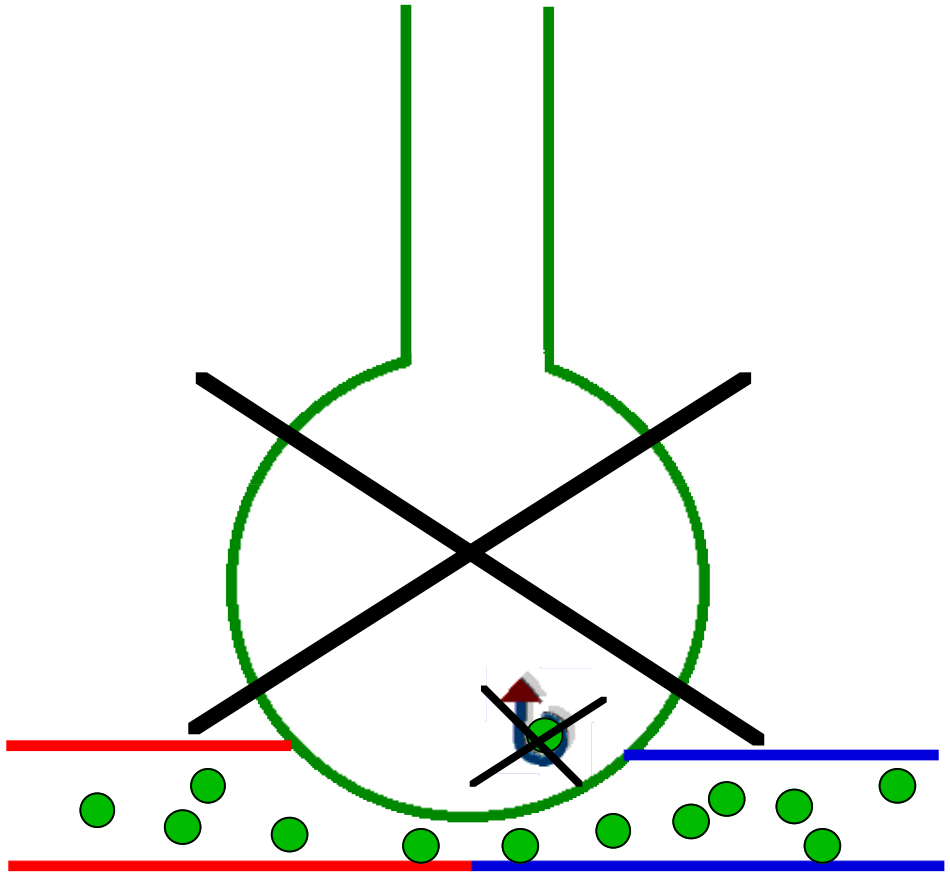
Appareil respiratoire

- 24 millions d'alvéoles à la naissance
- vitesse de multiplication des alvéoles très importante jusqu'à 1 an, petit infléchissement entre 1 et 3 ans, puis ralentissement jusqu'à 8 ans.
- 300 à 600 millions d'alvéoles
- croissance lente du nombre d'alvéole jusqu'à l'âge adulte (16 – 18 ans)
- tailles alvéoles stable jusqu'à 3 ans, puis augmentation de taille de 3 à 8 ans, qui se poursuit mais se ralenti jusqu'à l'âge adulte
- la taille des bronches et bronchioles augmente également avec l'âge

Effet shunt

- Beaucoup d'alvéoles chez l'enfant de moins de 8 ans sont perfusées, mais non ventilées
- Donc pas d'échange gazeux
- L'Azote n'est donc pas éliminé au niveau de ces alvéoles

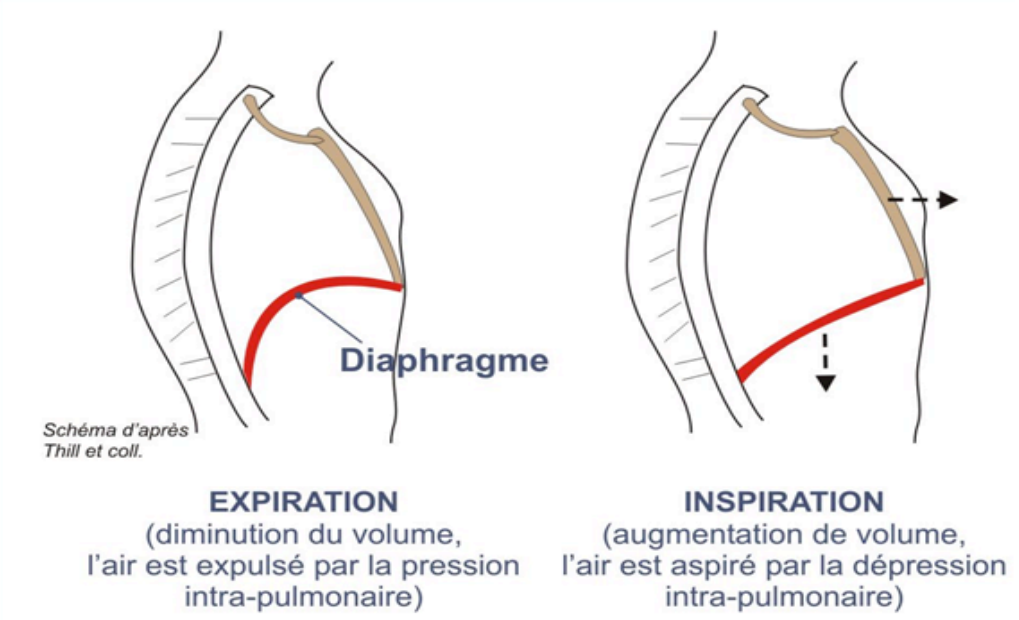
Shunts pulmonaires



L'élasticité pulmonaire

- Le tissu élastique est peu abondant à la naissance et augmente progressivement avec l'âge jusqu'à 18 ans
- Elle devient superposable à celle de l'adulte vers 8 ans.
- Elle intervient dans la compliance et dans la résistance

Résistance pulmonaire



- La valeur du rapport temps inspiratoire sur temps total est plus faible avant l'âge de 8 ans.
- L'expiration est plus prolongée avant 8 ans en rapport avec des résistances périphériques plus élevées

La compliance pulmonaire

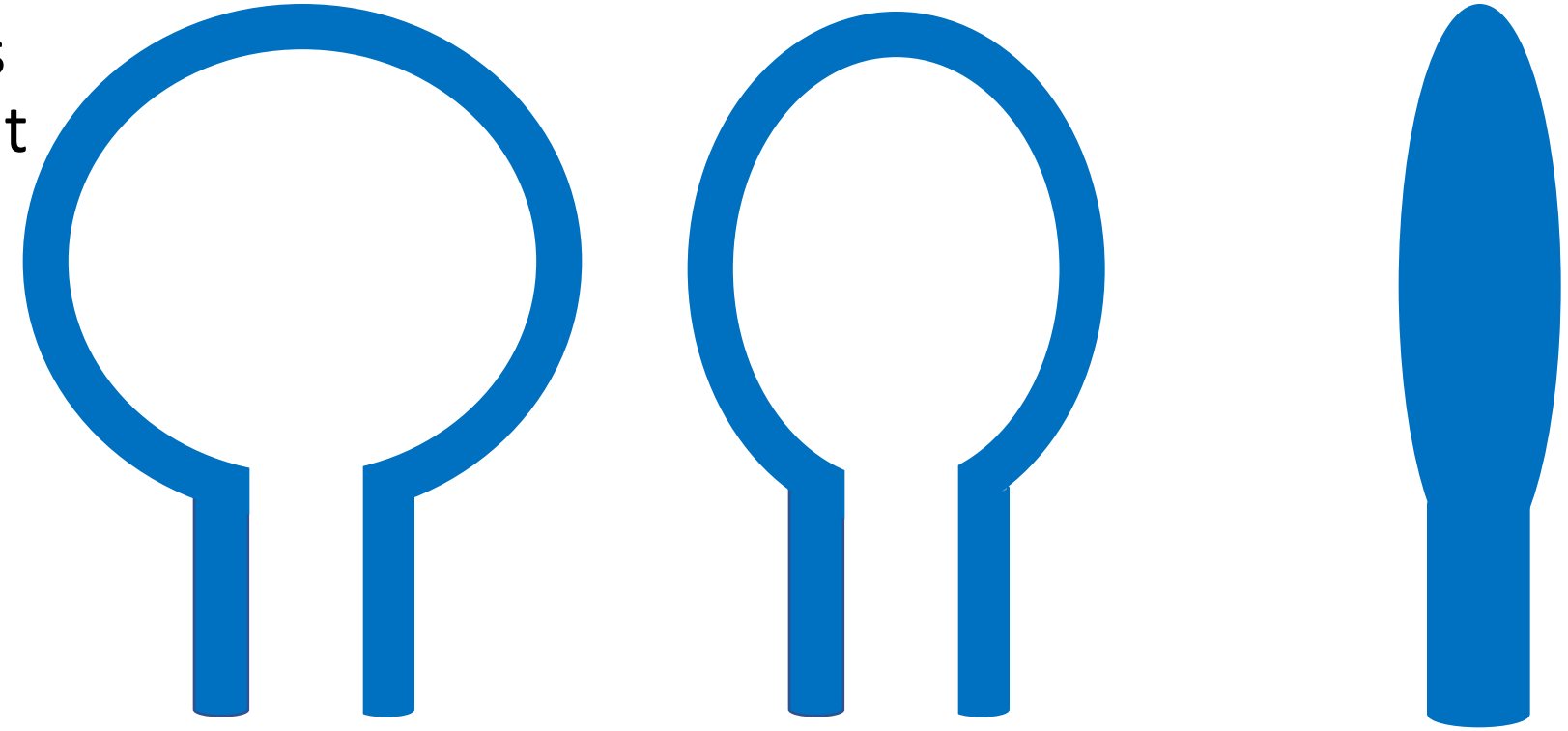
- est la capacité du poumon à modifier son volume en réponse à une variation de pression

La compliance pulmonaire

- La diminution de la compliance provoque une augmentation du travail ventilatoire
- Pour la compenser, l'enfant va diminuer son volume courant et en augmenter sa fréquence respiratoire
- C'est le cas chez le jeune enfant
- Donc respiration superficielle, donc essoufflement facile
- Vers 8 ans, la compliance sera proche de celle de l'adulte

Volume de fermeture

- c'est un volume en dessous duquel les alvéoles se ferment
- ce volume de fermeture est bas chez l'enfant



En inspiration | En expiration : CFR | Collabée

Volume de fermeture

- cet effet est problématique en plongée :
- air captif -> surpression pulmonaire
- mauvais échanges gazeux
- avec hypoxie
- mauvais relargage de l’azote

Échange gazeux

PpO_2	NN	2 ans	8 ans	14 ans
mm Hg	70	82	90	94

A titre comparatif, chez l'adulte la PpO_2 est de 100

Ceci est lié au volume de fermeture

Échange gazeux

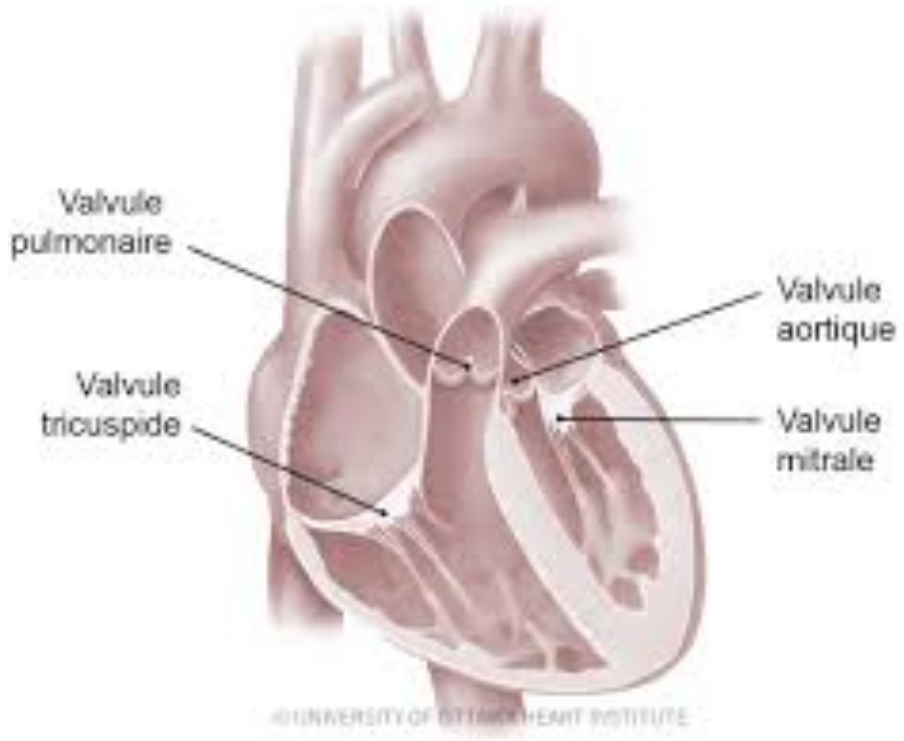
- la régulation de la ventilation est faible chez l'enfant de moins de 4 ans
- après 8 ans elle s'améliore
- la régulation « humorale » liée aux hormones est acquise à 13 ans
- la régulation est complète et le fonctionnement est optimal vers 18 ans (fibres élastiques …)

- le travail respiratoire ainsi que la fréquence sont plus important chez l’enfant, ils diminuent avec l’âge
- la part d’espace mort est d’autant plus grande que l’enfant est plus jeune

En conclusion

- l'immaturité pulmonaire contre indique la plongée avant 4 ans
- entre 4 et 8 ans, il existe un risque élevé d'essoufflement, d'hypoxie, de piégeage gazeux avec surpression pulmonaire
- à 8 ans on peut plonger
- mais il convient de limiter la profondeur maximale
- et d'adapter le détendeur : il doit être particulièrement souple !

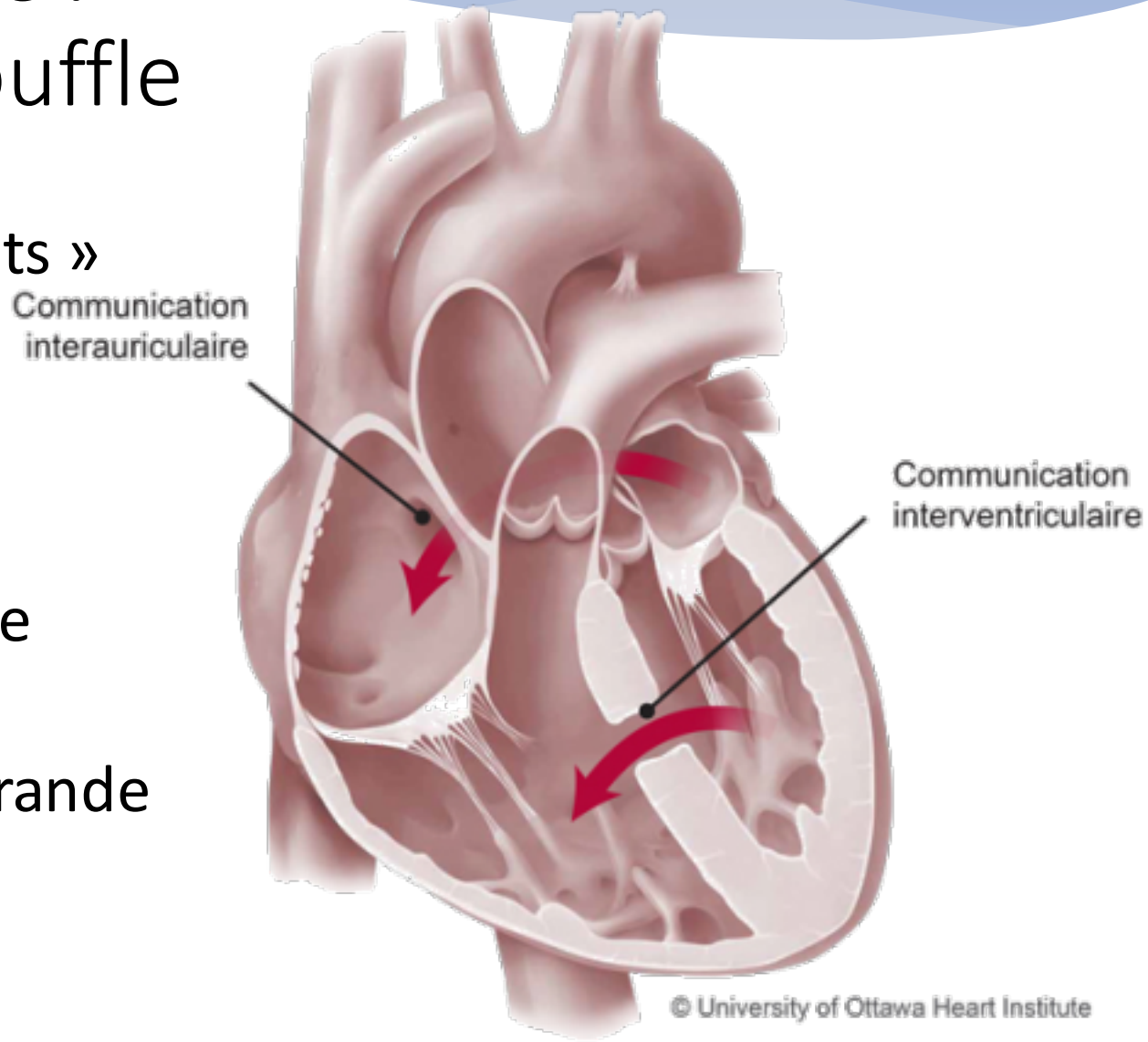
Appareil circulatoire : la présence d'un souffle



- pour l'établissement du CACI
- beaucoup de souffles chez l'enfant
- un enfant sur deux entre 3 et 14 ans présenterait un souffle

Appareil circulatoire : la présence d'un souffle

- ils sont à 90 % « bénins » ou « innocents »
- car non liés à un problème de fonctionnement valvulaire
- un avis cardio est parfois nécessaire
- dans tous les cas, le souffle est lié à une turbulence
- qui va générer des gaz nucléï en plus grande quantité



Appareil circulatoire : FOP

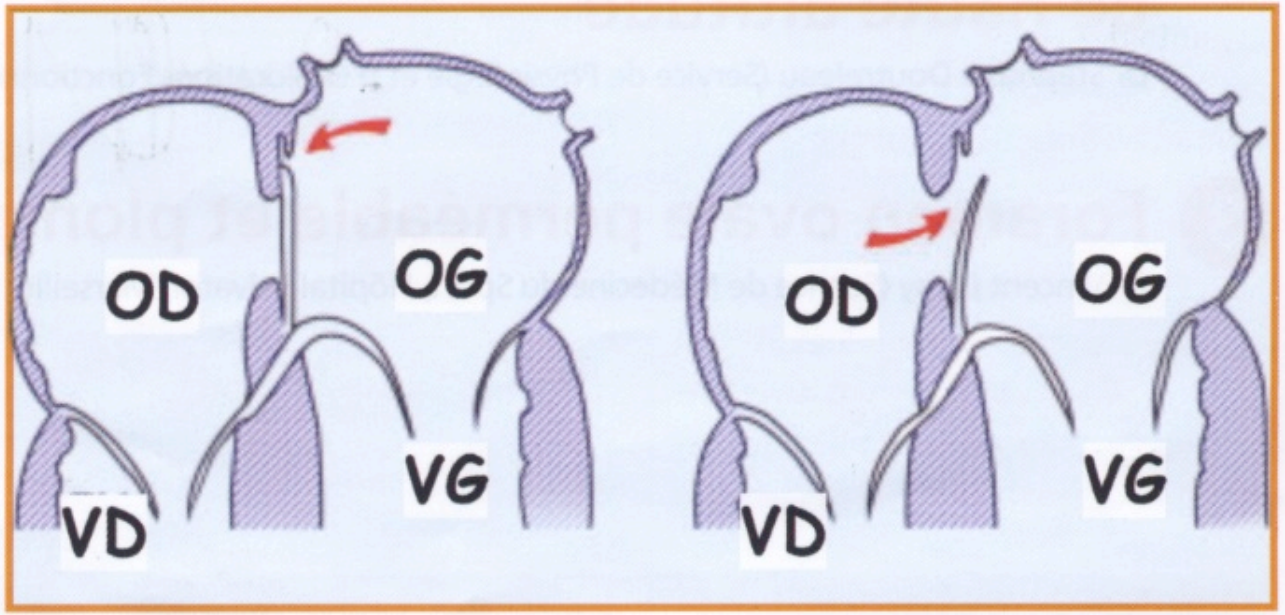


Figure 1 - Schématisation du FOP : le septum secundum, situé sur la partie gauche du septum inter-atrial, se comporte comme un clapet pouvant s'ouvrir ou se fermer selon le gradient de pression intra-auriculaire. Modifié d'après la référence 1.

- La persistance d'un Foramen Ovale Perméable est plus fréquente chez l'enfant : 40 % à 8 ans
- Il y a beaucoup de turbulences à l'abouchement de la veine cave inférieure
- donc plus de gaz nucléï
- si on rajoute les alvéoles non ventilées …

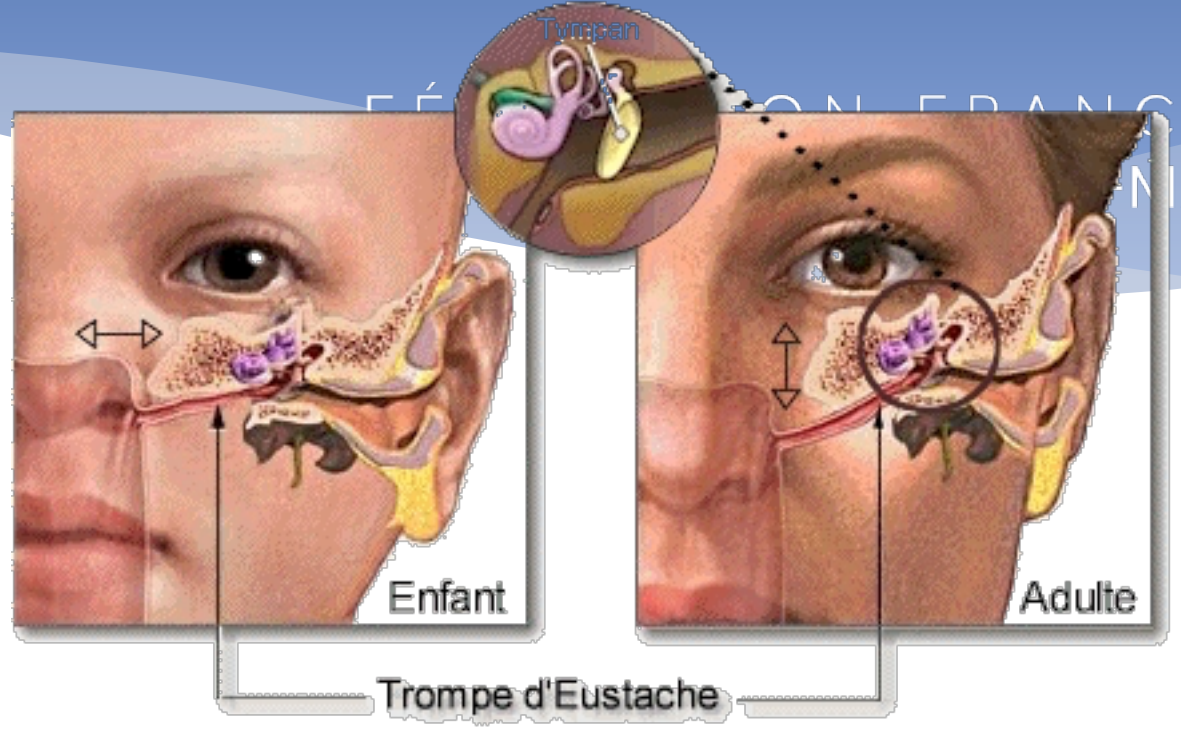
En conclusion

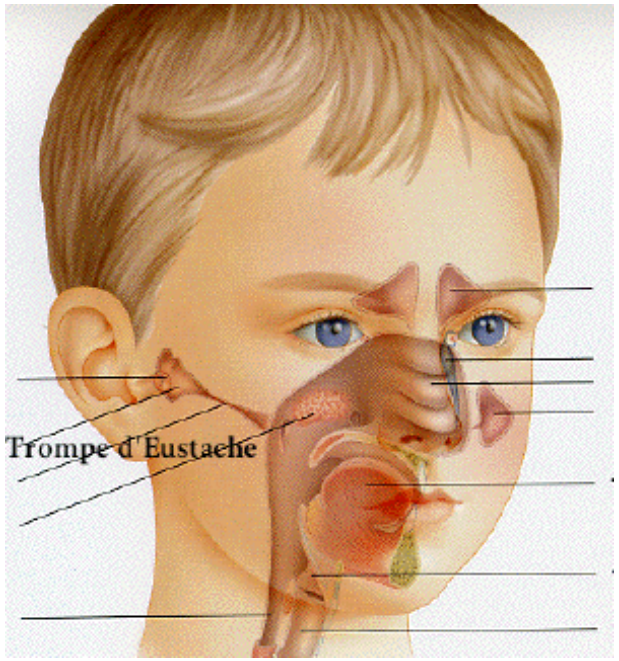
- plus de formation de bulles
- plus de FOP
- plus de shunt pulmonaires
- entrainent un moins bon dégazage
- donc tables non adaptées

- il est donc une fois de plus raisonnable de réduire la profondeur

La sphère ORL : l'oreille

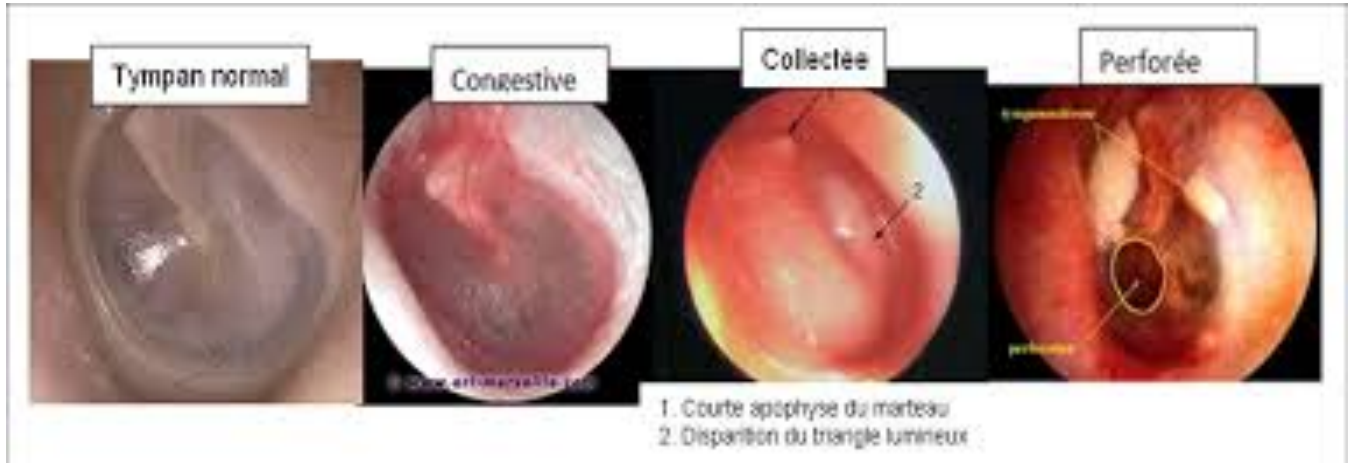
- l'enfant présente des grosses différences avec l'adulte sur ce plan
- trompe d'Eustache plus large
- muscles péri staphylins disposés différemment
- la BTV ne marche pas chez l'enfant

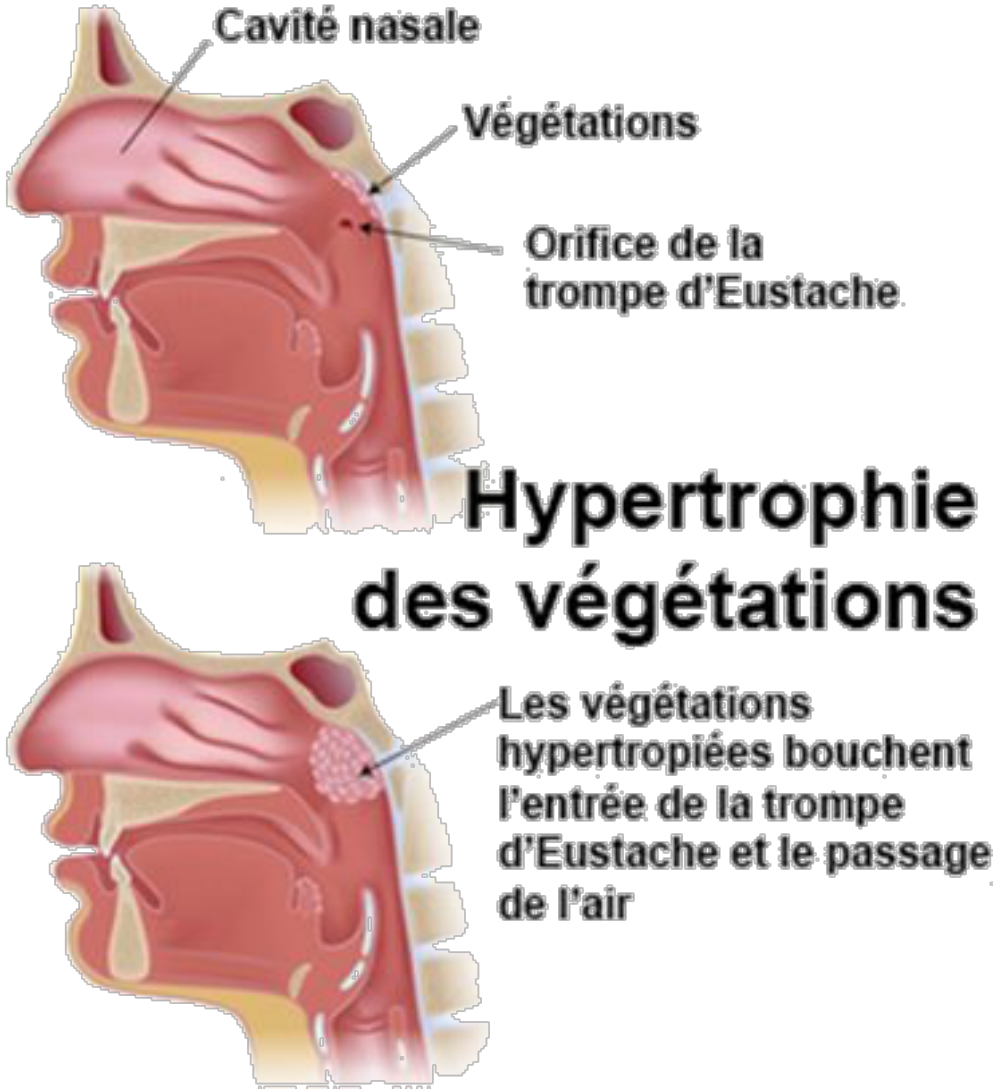




La sphère ORL : l'oreille

- plus de 50 % des enfants ont eu une otite avant 8 ans
- sans le savoir : asymptomatique !
- l'allergie est plus fréquente chez l'enfant
- 25 % des enfants ont ou ont eu une otite séreuse



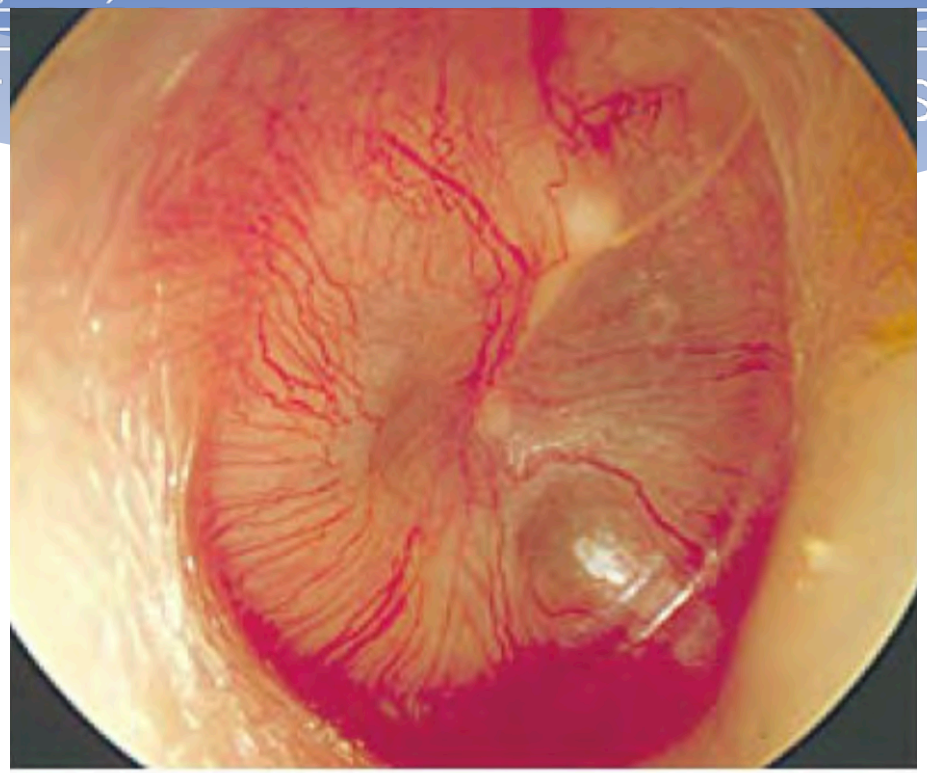


La sphère ORL : l'oreille

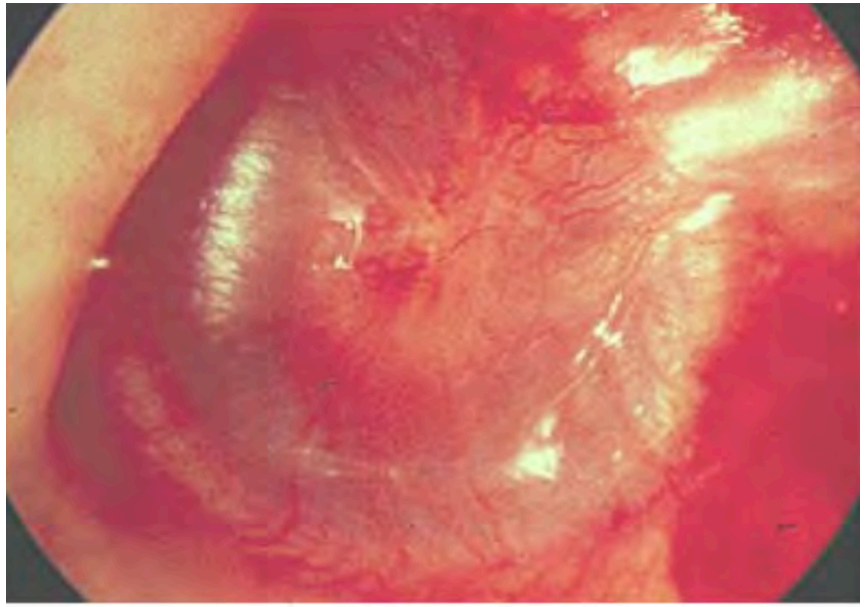
- il y a beaucoup de végétations adénoïdes
- qui bouchent l'orifice d'abouchement de la trompe d'Eustache
- donc empêchent la compensation
- normalisation à partir de 8 ans en général

La sphère ORL : l'oreille

- le Valsalva ne marche pas toujours
- il faut peaufiner l'explication
- incompréhension des manœuvres fréquente



Stade II



Stade IV

La sphère ORL : l'examen par le médecin

- recherche de perméabilité tubaire par le Valsalva
- on fait faire un Valsalva et on regarde si les tympans bougent
- si possible, noter sur le certificat que le Valsalva fonctionne
- **surtout noter qu'il ne fonctionne pas** !
- le tympanogramme a fait couler beaucoup d'encre
  - d'abord obligatoire,
  - puis conseillé
  - et aujourd'hui assez oublié

La sphère ORL : le tympanogramme

- Sert à dépister une otite séreuse
- En réalité, ne sert pas à grand chose
- L'otite séreuse se traduit par une hypoacousie, des otites à répétition et un rhume.
- L'audio-tympanométrie peut être normale et l'enfant peut développer une otite rapidement.
- L'audio-tympanométrie normale ne permet pas de préjuger que la compensation se fera bien.

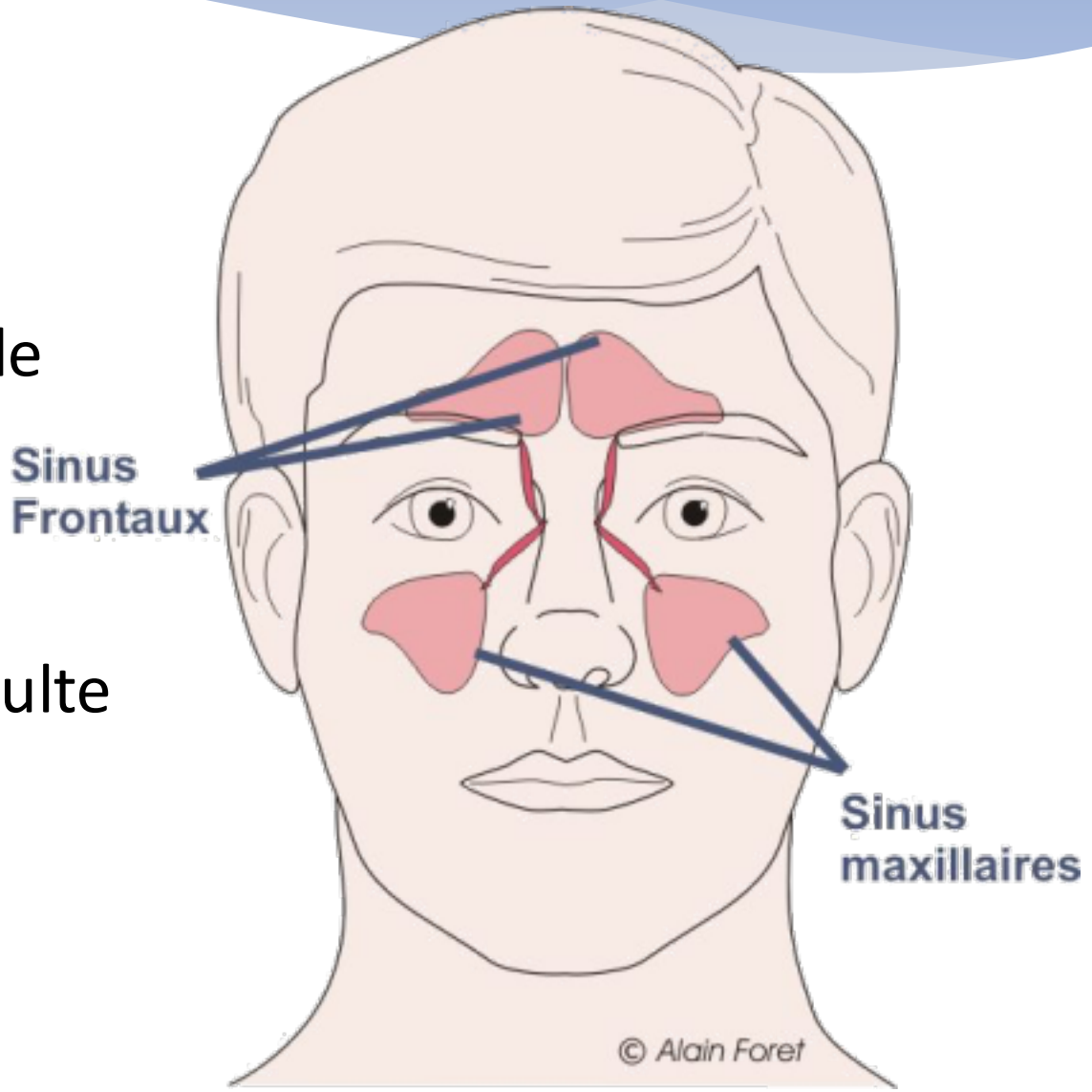
La sphère ORL : le rôle du moniteur

- l'éducation de la « compensation » est un moment essentiel

- si le médecin n'a rien mentionné sur le certificat médical
- bien expliquer ou réexpliquer le Valsalva
- demander un retour :
- « est-ce que tu sens les oreilles craquer quand tu fais cette manœuvre ? »

La sphère ORL : les sinus

- pas de sinus maxillaire ou frontal chez le jeune enfant
  - sinus maxillaires -> 3 ans
  - sinus frontaux -> 6 ans
- plus de risque de sinusite que chez l'adulte
- car plus de rhume
- plus de végétations
- plus d'allergies



Les dents

- beaucoup de dents définitives entre 8 et 12 ans
- beaucoup d’enfants portent des appareils dentaires
- qu’il faut retirer pour la plongée le plus souvent

Les dents

- de façon générale la bouche est fragile
- les dents sont sensibles au froid
- les gencives sont sensibles à la pièce buccale, surtout le frein médian
- les articulations temporo-mandibulaires sont sensibles à l'ouverture de la bouche
  - et peuvent donner des douleurs localisées à ces articulations
  - et un mal de tête

La sphère ORL : conclusions

- attention à l'enseignement de la compensation
- le matériel :
  - taille adaptée de la pièce buccale
  - idem pour le détendeur de secours de l'encadrant
  - détendeur léger et souple
- s'il manque des dents, vérifier que l'embout peut être correctement maintenu en bouche
- on ne plonge pas enrhumé

L'appareil locomoteur

- deux « dogmes » sont encore à « vérifier »:
- le risque d'accident ostéo-arthro-musculaire serait plus élevé
- les enfants plongeurs ont des tailles adultes moindre que les non plongeurs

L'appareil locomoteur : répercussion sur la taille

- l'hypothèse rejoint celle des ADD, mauvaise vascularisation ou mauvaise désaturation des cartilages de croissance
- études réalisées sur des rats

L'appareil locomoteur : répercussion sur la taille

- des études ont été réalisées sur les rats :
  - en condition de plongée extrême et de décompression « explosive »
  - effectivement la taille adulte était plus réduite chez les rats « plongeurs » que chez les rats « témoins »
  - mais une fois qu'on les a mieux nourri, il n'y avait plus de différence
- je vous assure qu'on n'oubliera pas de nourrir nos petits plongeurs
  - ils s'exprimerons largement !

L'appareil locomoteur : répercussion sur la taille

- des études ont été réalisées chez deux groupes de jeunes de 7 à 13 ans :
  - un groupe de nageurs
  - un groupe de plongeurs
- tous les paramètres étudiés étaient identiques

L'appareil locomoteur : ADD OAM

- le cartilage de conjugaison est richement vascularisé
- c'est donc assimilable à un compartiment court
- donc très peu de risque d'ADD
- dans la pratique, on n'observe pas d'ADD
- des études sur le rat jeune n'en montrent pas non plus
  - même s'il est difficile de transposer à l'humain

L'appareil locomoteur : conclusions

- il s'agit bien de dogmes, pas de problème de taille ni d'ADD
- cependant le vrai risque vient du matériel :
- le port de charges lourdes peut générer des problèmes de dos, voire d'autres articulations
- il faut donc une fois de plus adapter le matériel
- bloc et lest
- tout est une question d'équilibre

La thermo-biolologie : le froid

- c’est la plus grande particularité de l’enfant
- très sensible au froid, pas de panicule adipeux, métabolisme de base élevé.
- la déperdition se fait surtout au niveau tête et cou

La thermo-biolologie : le froid

- assez bonne adaptation au froid
- mais sur une durée courte
- bien corrigé par la réglementation :
- Le réglementation impose :
- **t° de 12° minimum,**
- **si t° inférieure à 23°,**
- **durée de plongée 25' maximum.**

Les aspects psychologiques

- il faut distinguer deux périodes
  - l'enfance
  - l'adolescence
- il n'y a pas de frontière d'âge précis
  - l'enfant c'est avant la puberté
  - l'ado c'est entre la puberté et l'âge adulte
- les grands principes énoncés sont des généralités,
- chaque jeune est différent

Les aspects psychologiques : l'enfant

- 1° - l'enfant joue
- l'éducation et l'apprentissage devrait se faire par le jeu
- 2° - non prise en compte du danger en dessous de 12 ans, minoration des risques
- risque de panique avec remontée rapide
- d'où un surcroît de surveillance, une bonne anticipation

Les aspects psychologiques : l'adolescent

- l'ado c'est compliqué
- modifications physiques importantes, bouleversement hormonal
- le schéma corporel n'est pas encore assimilé
- sexualité
- il explique aux parents qu'ils n'ont rien compris à la vie …

Les aspects psychologiques : l'adolescent

- en opposition avec ses parents, avec l'autorité
- effet du groupe,
- cherche à se mettre en danger pour « repousser » les limites,
- ou pour montrer l'appartenance au groupe,
- notion de défi …

En conclusion

- ouverture d'esprit
- respect des jeunes
- attention à la protection des mineurs :
  - séparer les vestiaires garçons / filles
  - pas d'adultes avec les jeunes
- appliquer la directive ministérielle du 22/XI/2018
  - casier judiciaire vierge

Cas clinique d'ADD chez un jeune

- Bonnifacio
- jeune de 12 ans, niveau 1
- plongée à 35 mètres
- arrêt de la plongée parce que se sentait mal
- paresthésies rapidement dans tout le corps
- appel des secours par un moniteur déjà sur le bateau

Cas clinique d'ADD chez un jeune

- mon moniteur se fait « enguirlander » par le responsable de la structure qui l'accuse de paniquer pour une crise de tétanie …
- authentique ADD cérébral
- sur FOP béant
- heureusement sans séquelles
- NB : le père qui est sorti de l'eau un peu plus tard est neurologue !

Conclusions

- un enfant n’est pas un adulte en plus petit
- mais un être en plein développement
- et il faut en tenir compte

Conclusions

- oui, 8 ans est un âge raisonnable pour commencer la plongée subaquatique
- la FFESSM a eu raison d'adopter cet âge comme limite <
- d'ailleurs d'autres fédérations ont suivi, la CMAS a aussi adopté cette limite
- d'autres activités surface peuvent être entreprises bien plus tôt

Des questions ?