

L' ENFANT et LA PLONGEE

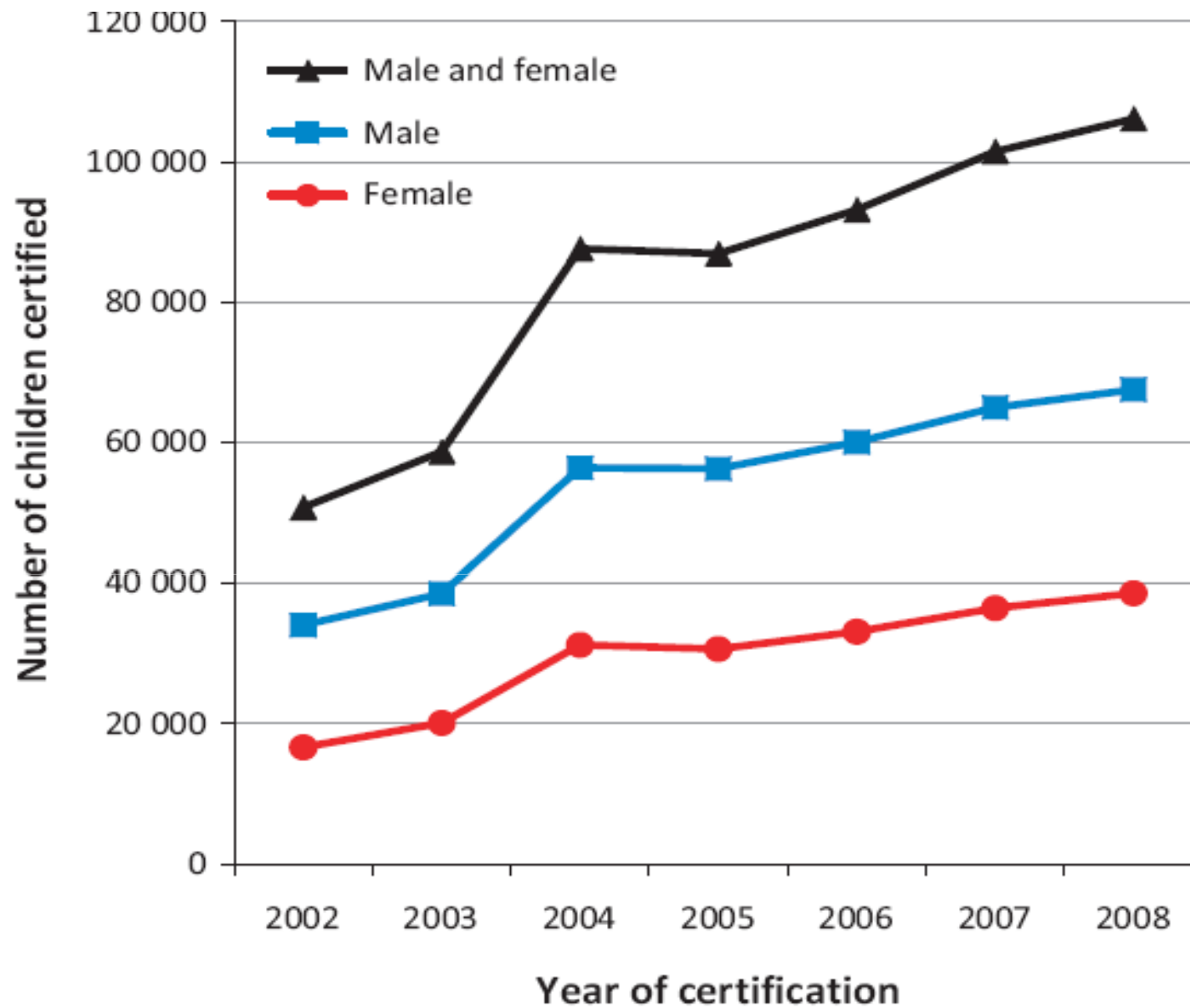
Particularités et Limites

Dr P.Peslages
Journée Nationale FFESSM
14 Décembre 2013

EPIDEMIOLOGIE

ELEMENTS DE PHYSIOLOGIE

CONCLUSION



Certifications in 8-14-year-old children by PADI .

Accidentologie en Pédiatrie

2002- 2008 : < 10 cas décès / An
DAN

Hawaii 1983- 2003

6 Arterial Gas Embolism (AGE)

16 Décompression Sickness (DCS)

3 cas d'AGE : Asthme et/ou Remontée panique

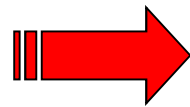
2 cas d'adolescents avec troubles psychologiques (attention deficit hyperactivity Disorder.ADHD)

> 90% cas : erreurs procédures (panne d'air, plancher, encadrements)

Éléments de physiologie en plongée

L'enfant est en développement physique et psychologique

Vulnérabilité d'organe spécifique



Age minimum
Aptitudes variables

Appareil Respiratoire

La maturation pulmonaire est progressive (tout au long de la croissance)

La multiplication alvéolaire est rapide jusqu'à 4 ans puis ralentit pour s'arrêter vers l'âge de 8 ans

L'élasticité pulmonaire est plus faible (petit enfant)
(résistances statiques)

Les résistances dynamiques diminuent si augmentation de la taille arbre bronchique

A partir de 4 ans, le volume courant $VT/Poids = \text{Adulte}$

L'espace mort anatomique augmente avec :

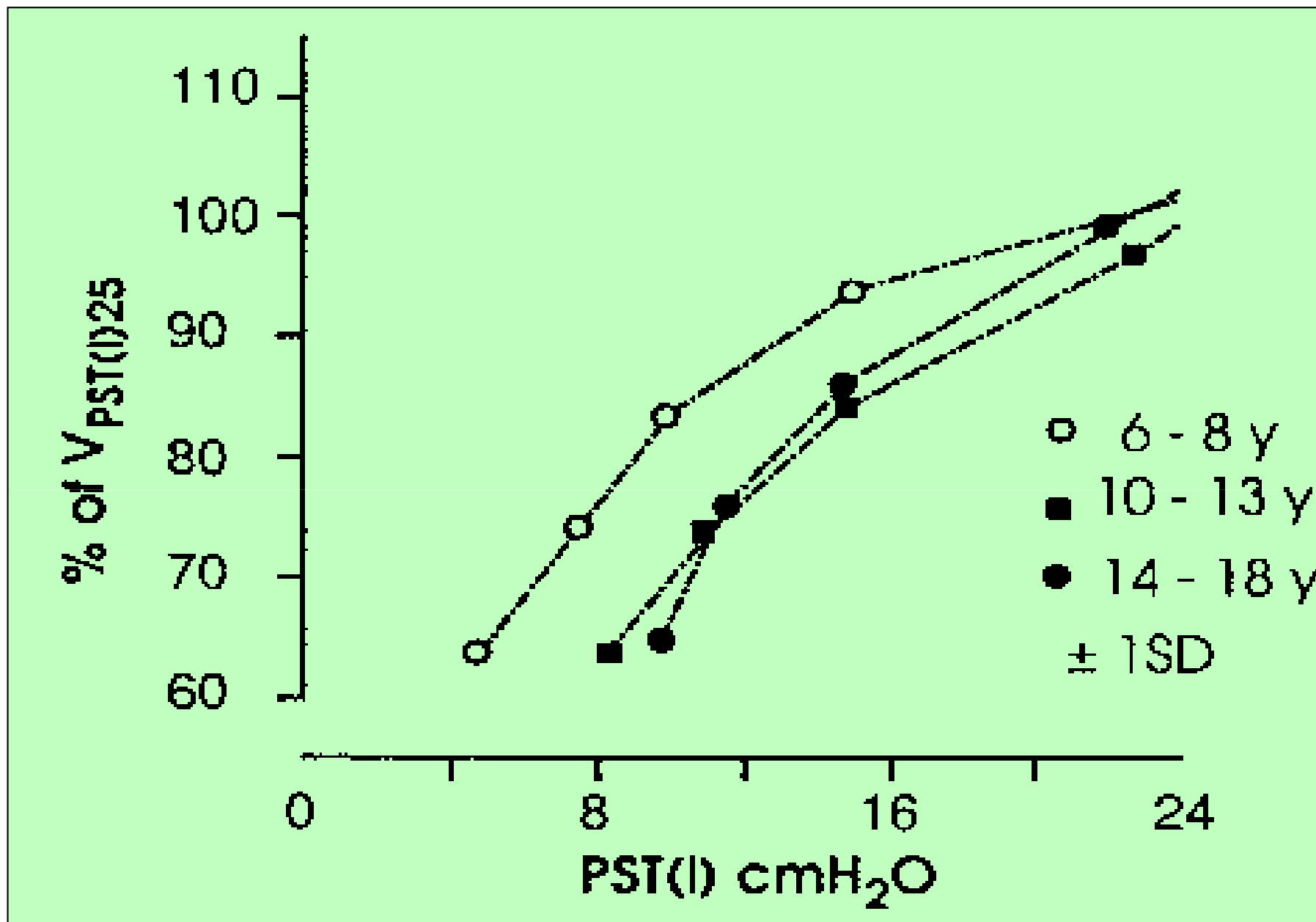
-Taille , Poids, SC, CRF

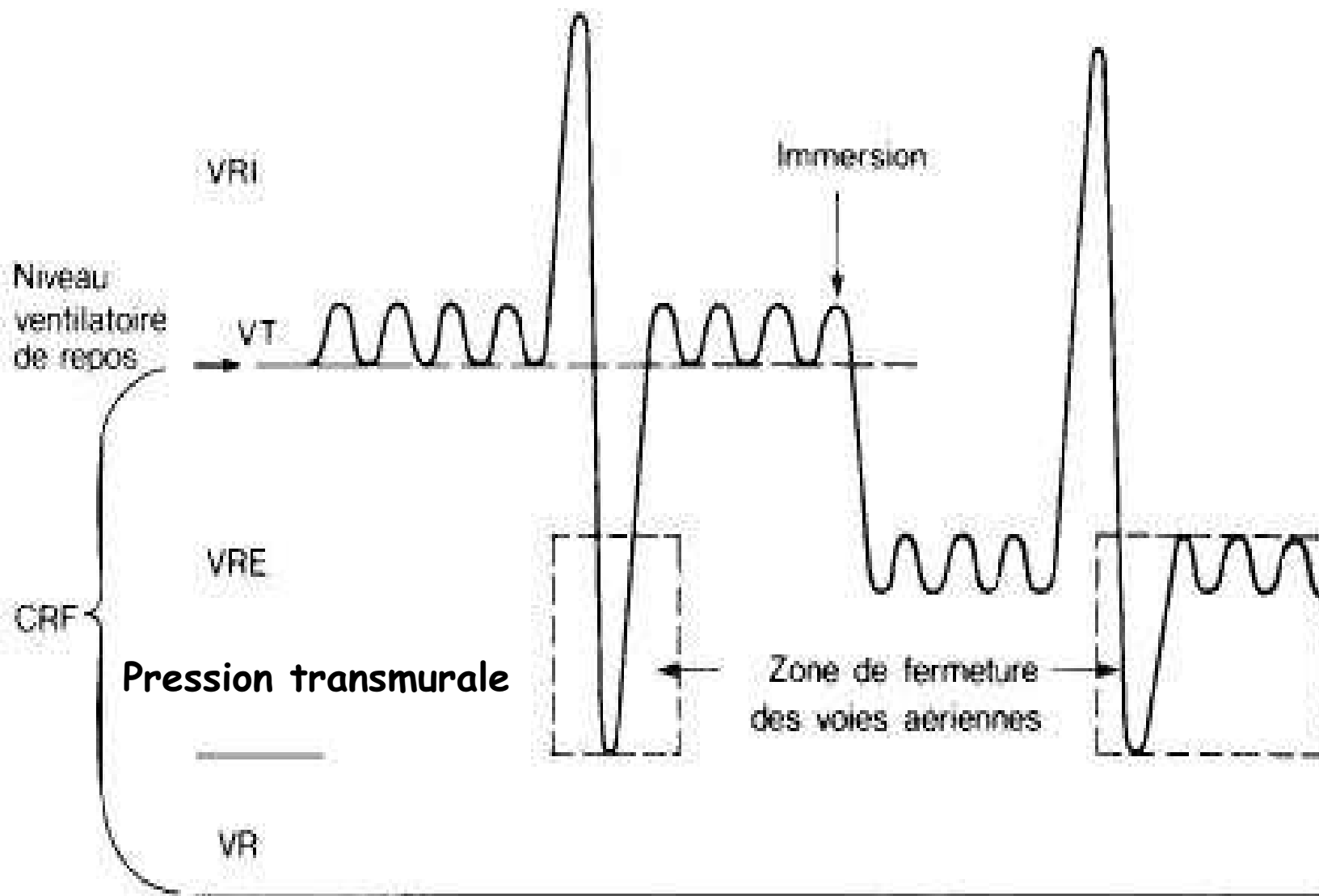


Possibilité d'un piégeage gazeux

Débit ventilatoire plus important que l'adulte /
Wrespi + élevé

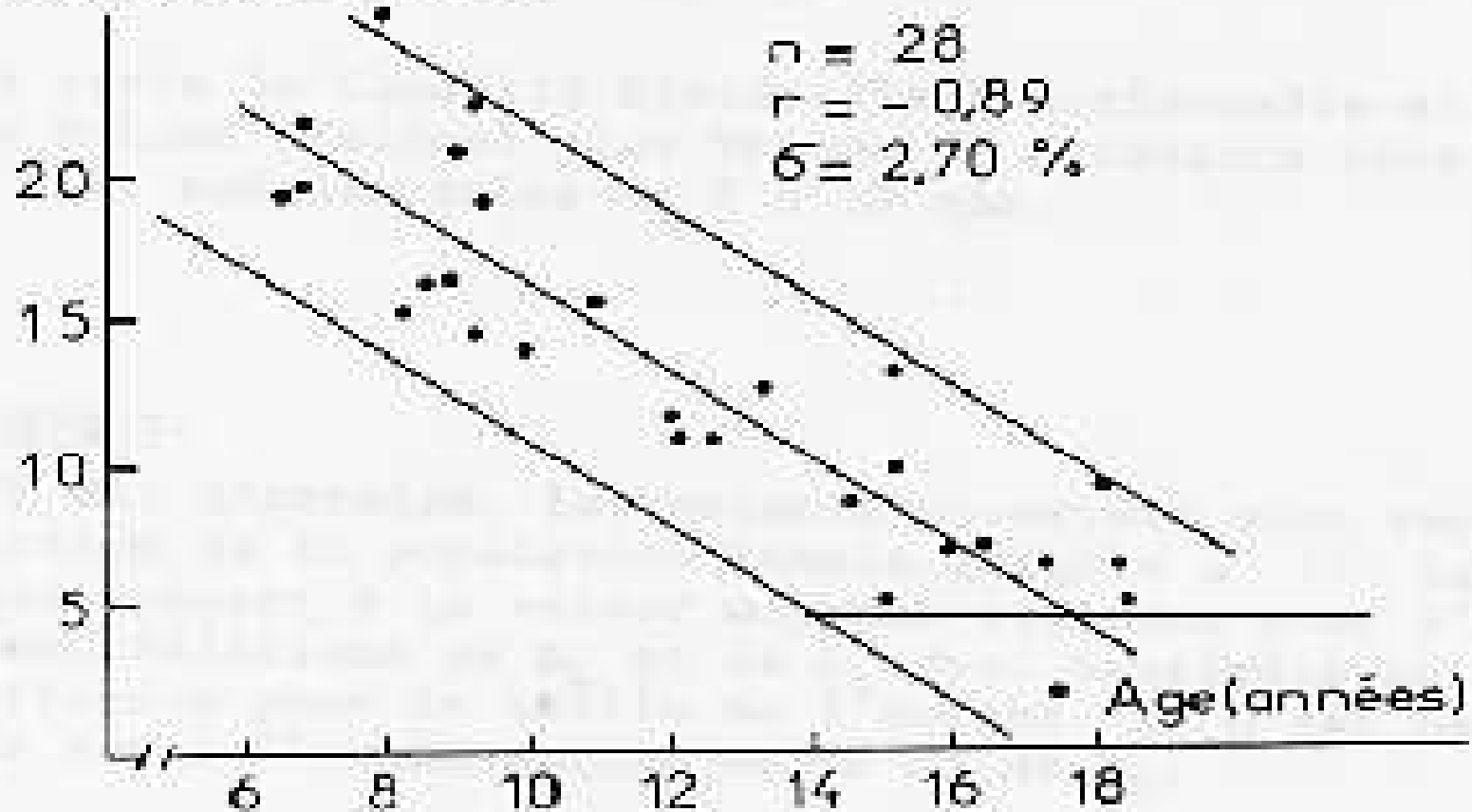
L'hypoxie physiologique de jeune enfant possible
par un effet shunt





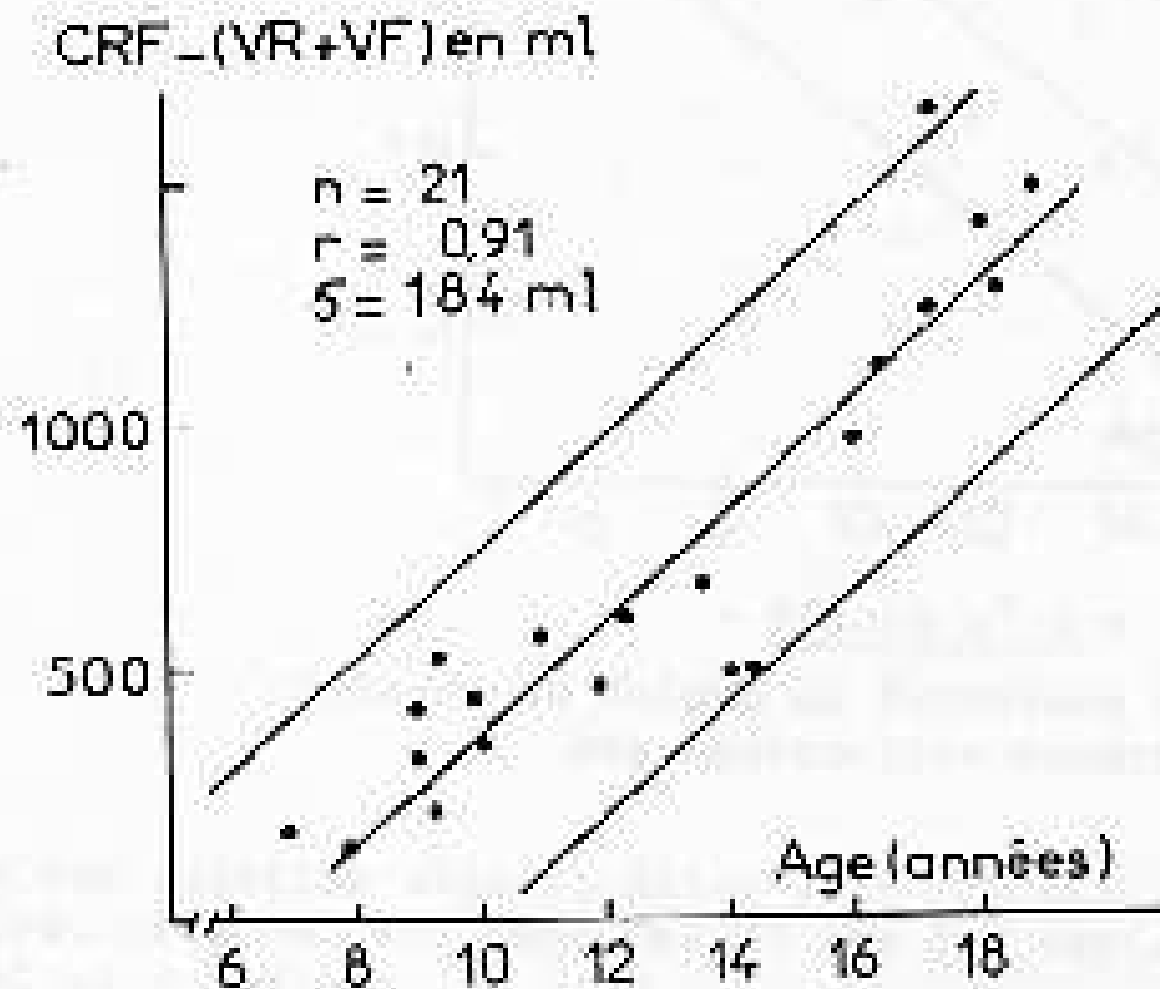
Gaultier et al, Rev Mal Respir, 1975

Volume de fermeture en %
de la capacité vitale



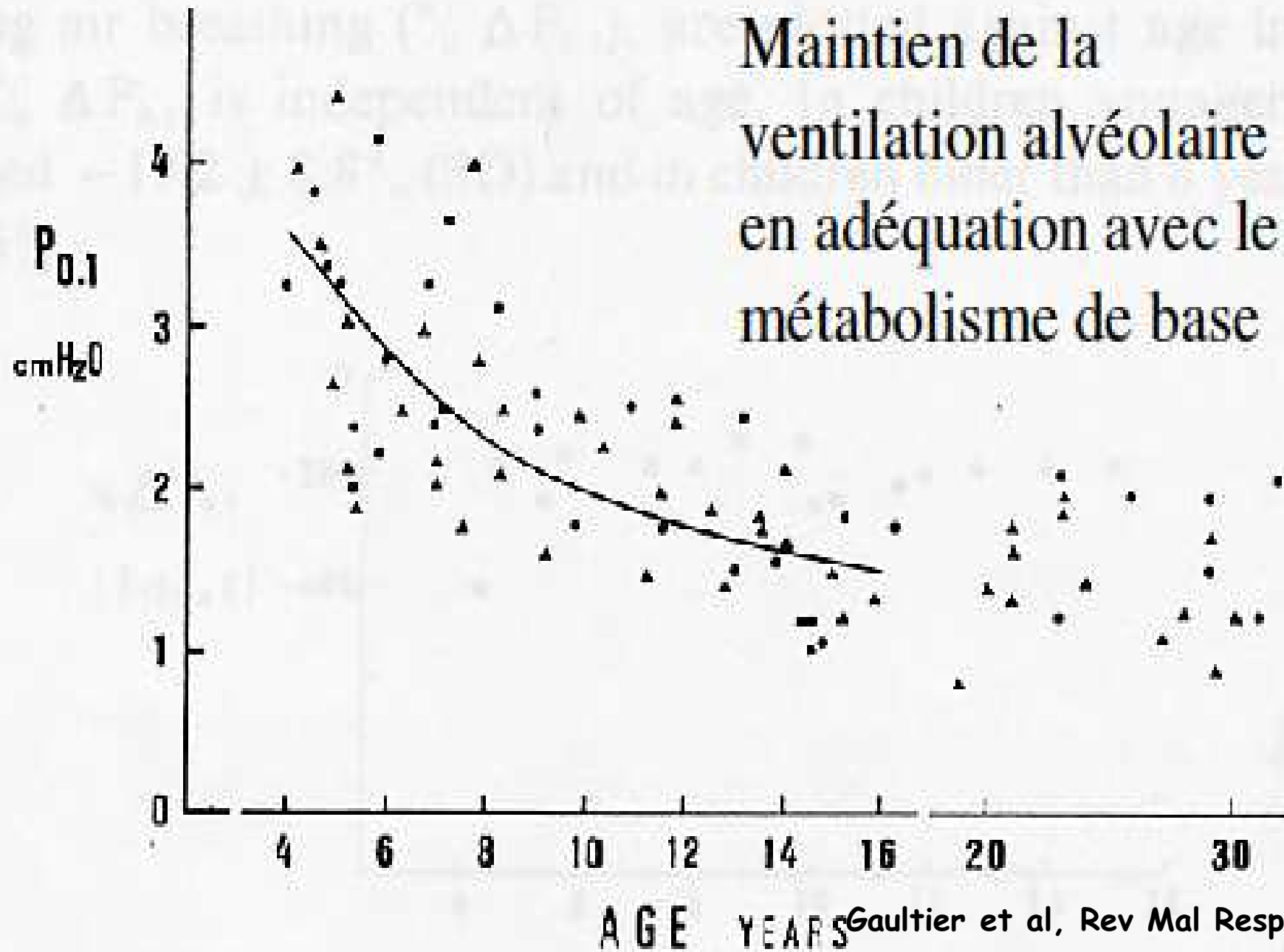
- Figure n°1 -

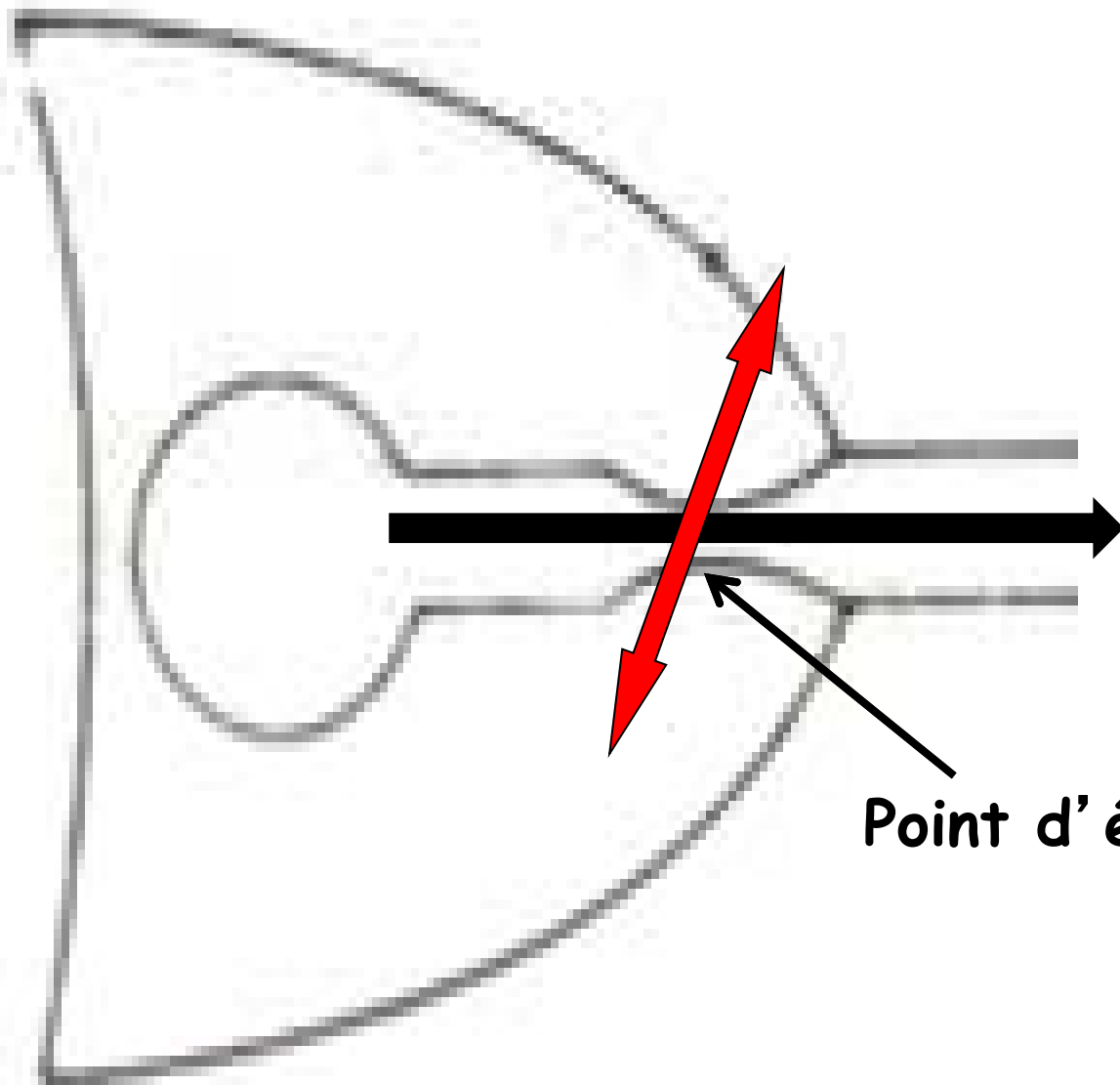
Relation entre le Volume de Fermeture et l'âge
chez 28 enfants sains de 6 à 18 ans.



Différence entre la Capacité Résiduelle Fonctionnelle et la somme Volume Résiduel plus Volume de Fermeture chez 21 enfants sains de 7 à 18 ans.

Maintien de la ventilation alvéolaire en adéquation avec le métabolisme de base





Point d'égale pression

Zone en amont de PEP

Zone en aval de PEP

Hyperréactivité bronchique (HRB) (1)

EFR , 16 enfants, 10-13ans

Avant-Après plongée (1m et 8m) et exercice sur bicyclette en respirant de l'air froid

- Baisse DEP25, DEP50 (significative jusqu'à 10%)

Cliniquement : Asymptomatique

-Facteur de risque : Petit gabarit

Winkler BE, Int J Sports Med. 2010

Hyperréactivité bronchique (HRB) (2)

41 enfants (8-14 ans)

Plongée en piscine

Baisse des débits expiratoires [$<10\%$, 20%]

Volume résiduel pas de modification

Wollin P, Pneumologie. 2011

A l'immersion, en plongée bouteille :

Avant l'âge de 7-8 ans, risques respiratoires :

**1. Tachypnée (consommation gaz) compliquée
essoufflement (hypercapnie)**

**2. Autopeep avec Trapping gazeux (distension,
surpression)**

3. Hypoxie (shunt)

Après l'âge de 7-8 ans

Possible sous réserve de limiter le Wrespi :

a-Détendeur (compensé Ier, Iième Etage,
Ouverture Facilitée)

b-Tuba de taille appropriée

c-Profondeur

d-Remontée lente !!! (HRB)

Evénement de type Chaotique

14 ans, sportif, Aucun ATCD

Préparation premier niveau plongée, visite Médicale spécialisée RAS

Aptitude médicale sur examen clinique

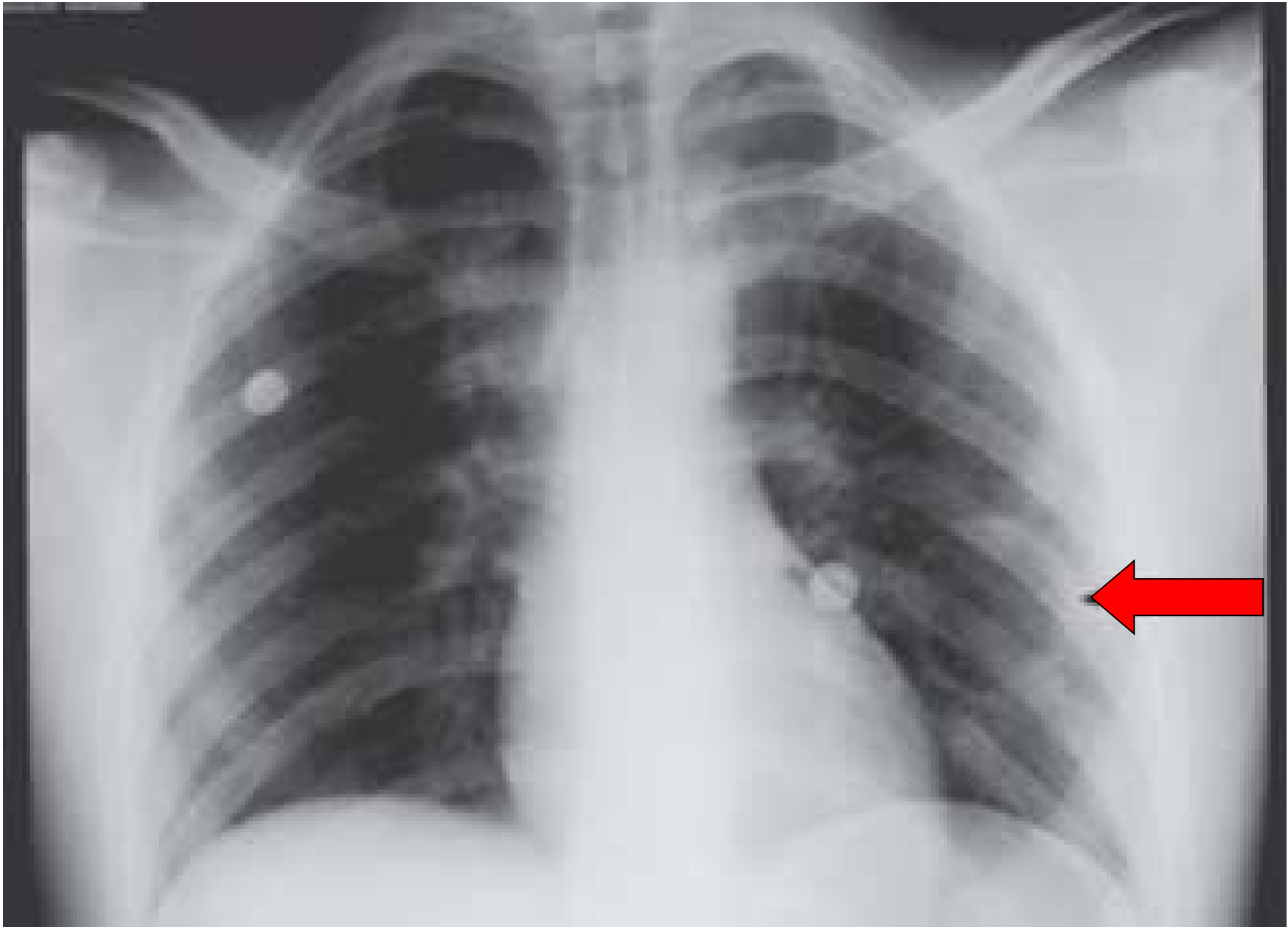
Stage de certification aucun problème

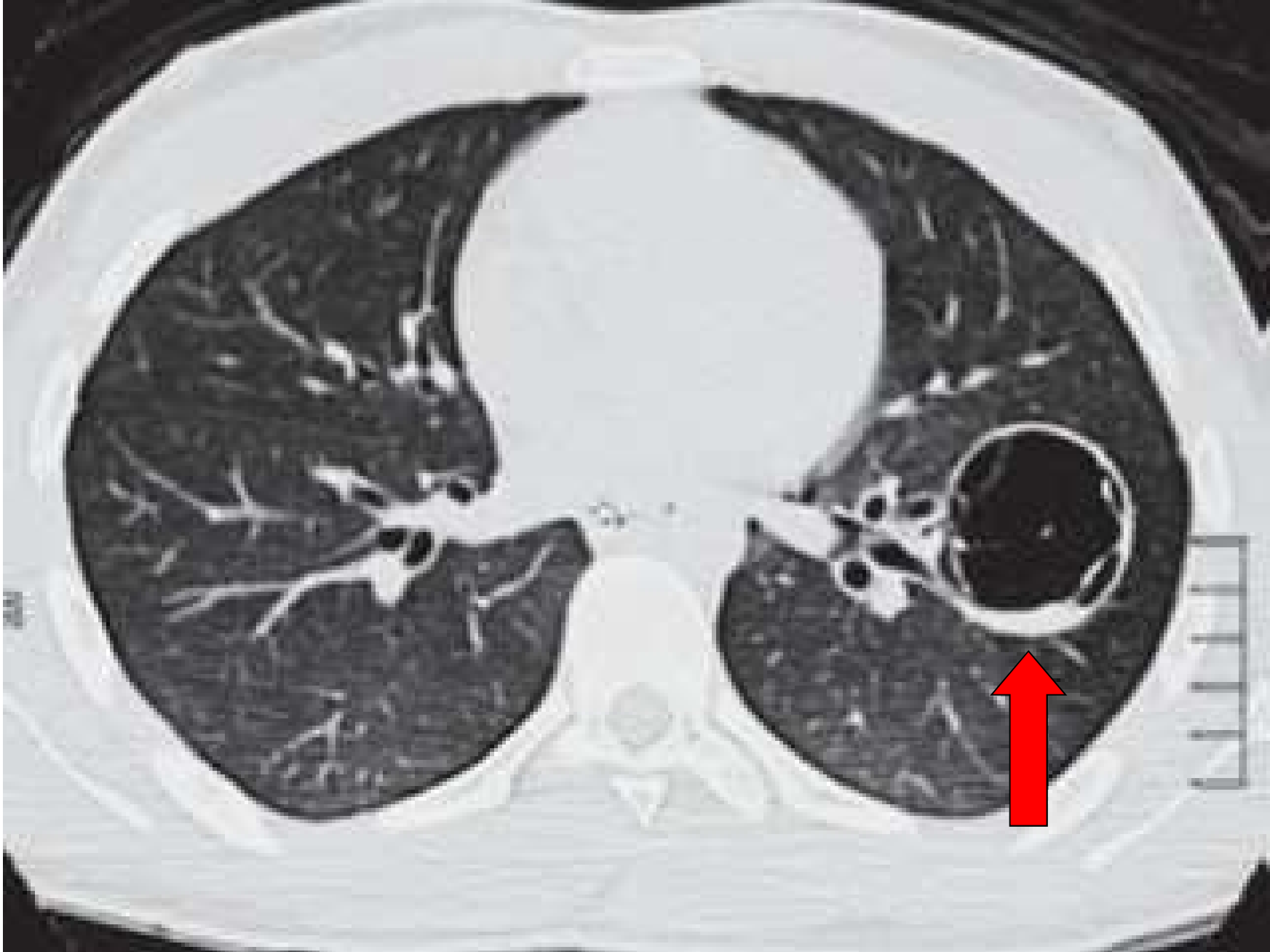
Plongée avec encadrement, et son père

Plongée n° 2 de la journée

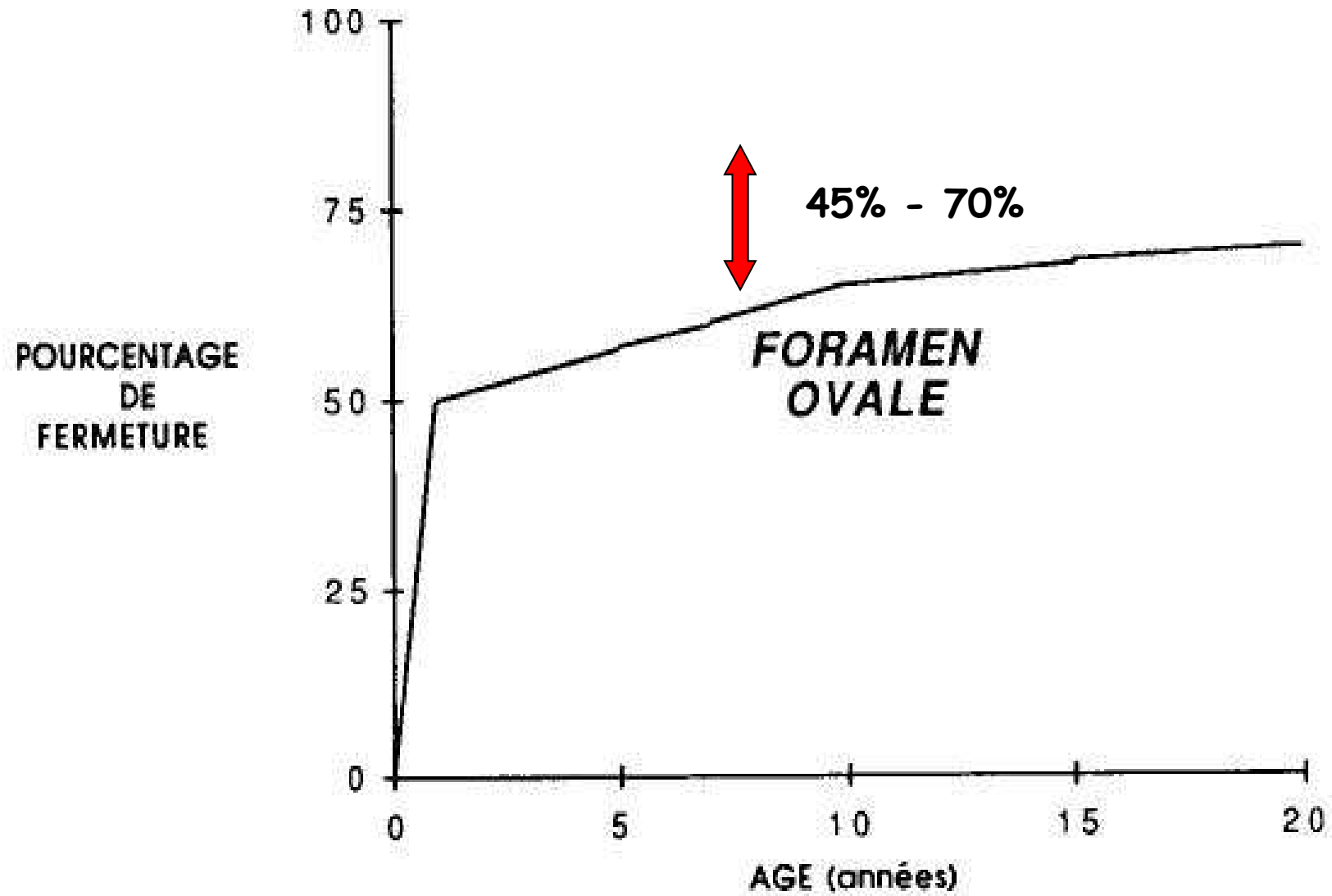
Mouvements anormaux au pallier à 5 m

Troubles de conscience en surface





Appareil Cardiovasculaire



Doppler pour détection bulles circulantes

10 enfants, 13 ans (+/-2ans)

Une plongée unique à l'air, Doppler Avant-Après

[12 +/- 3 m ; 26 +/- 7 min]

Pas de bulles

Lemaitre F, Pediatr Exerc Sci. 2009

Chez l'enfant

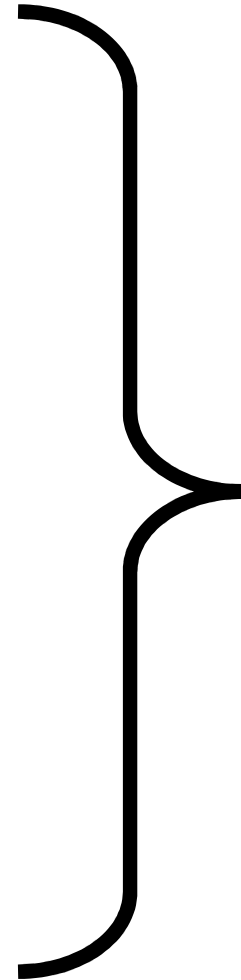
Shunt Intrapulmonaire

Filtre Pulmonaire

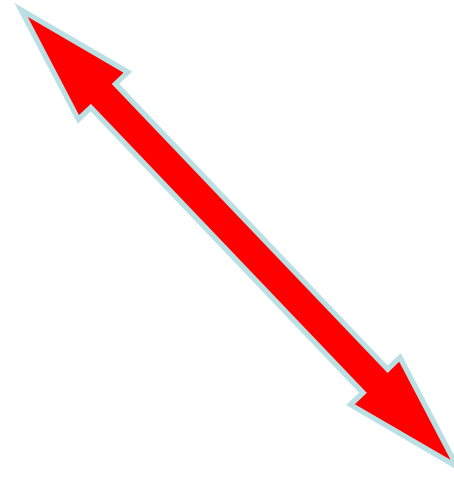
Noyaux gazeux
(endothélium)

Bloodshift

OPI



Adaptation cardiovasculaire



Profil Plongée Actuelle

Most common problems in children during SCUBA dive training

Impairment in ventilation of the Eustachian tube 12%

Cerumen obturans 5%

Otitis externa 4%

Body mycosis 3%

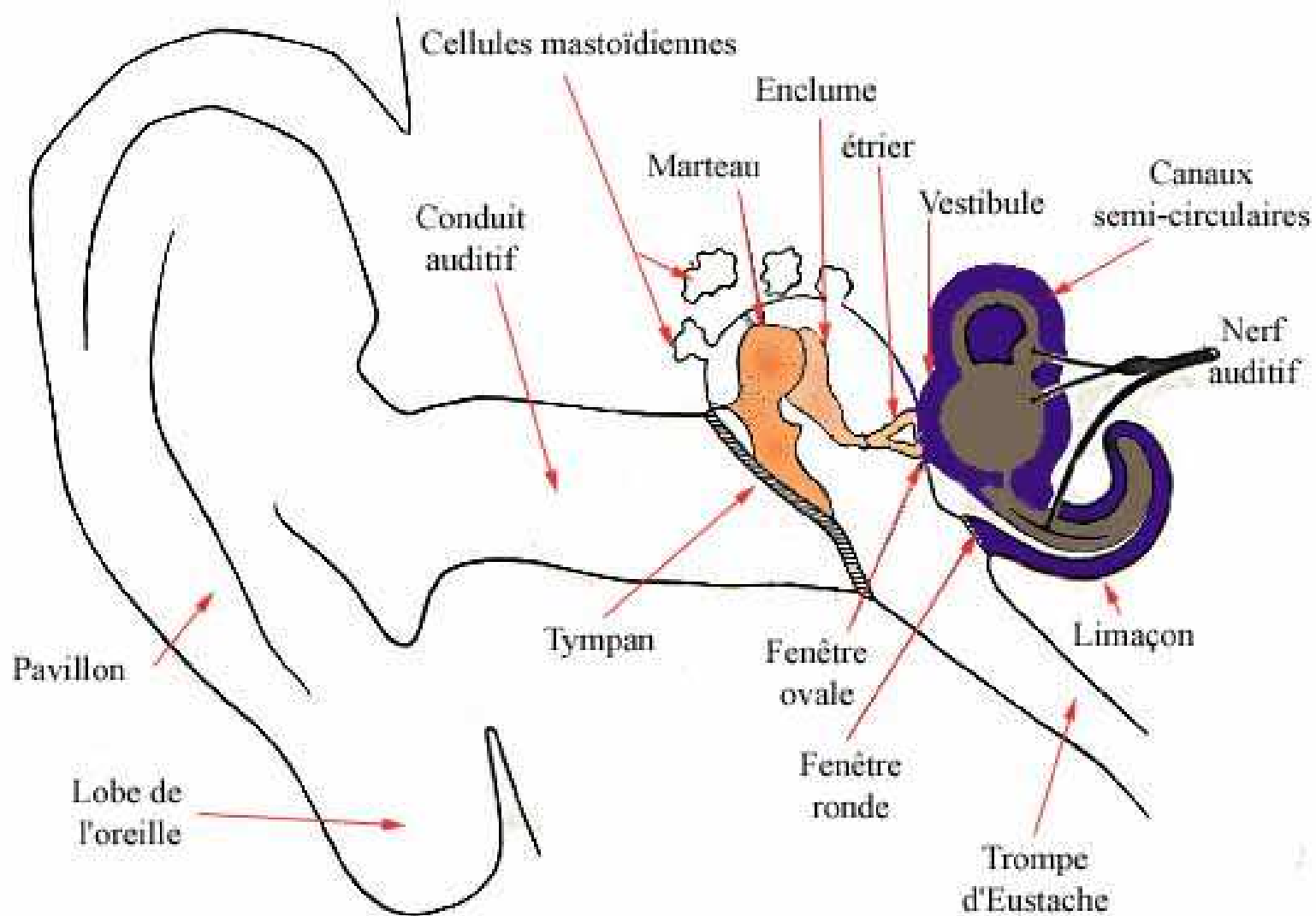
Otitis media 0.5%

Dental pain 0.5%

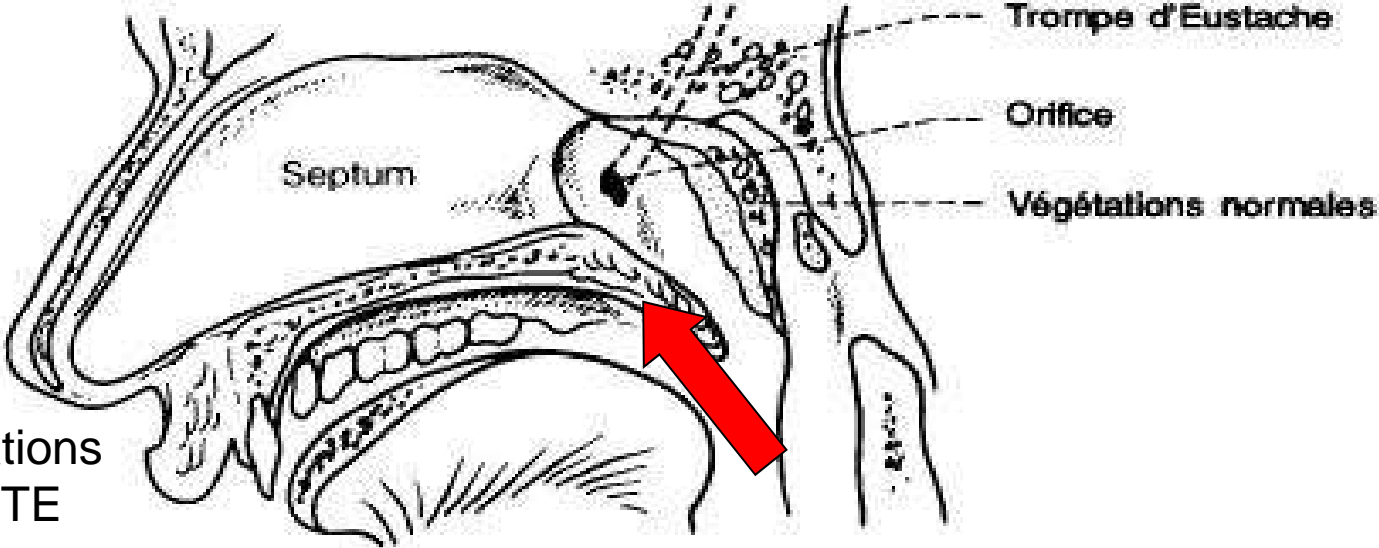
Epistaxis 0.5%

Appareil ORL

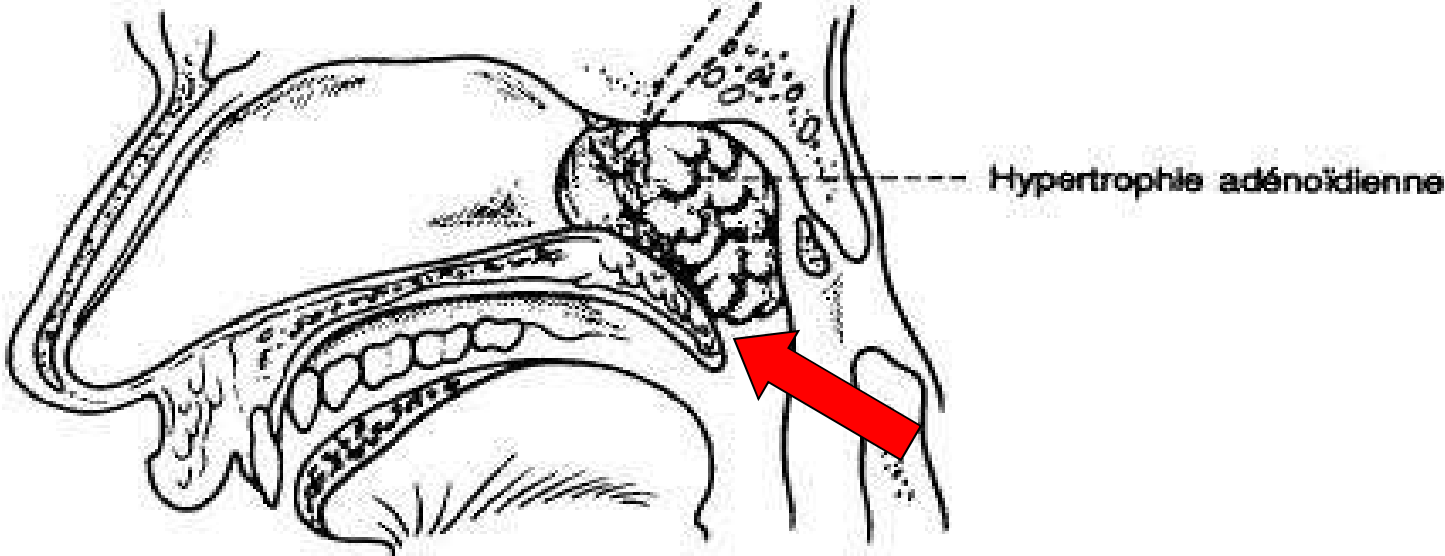
Antécédents familiaux, Episodes Infectieux, Pathologie uni,bilatérale



Appareil ORL



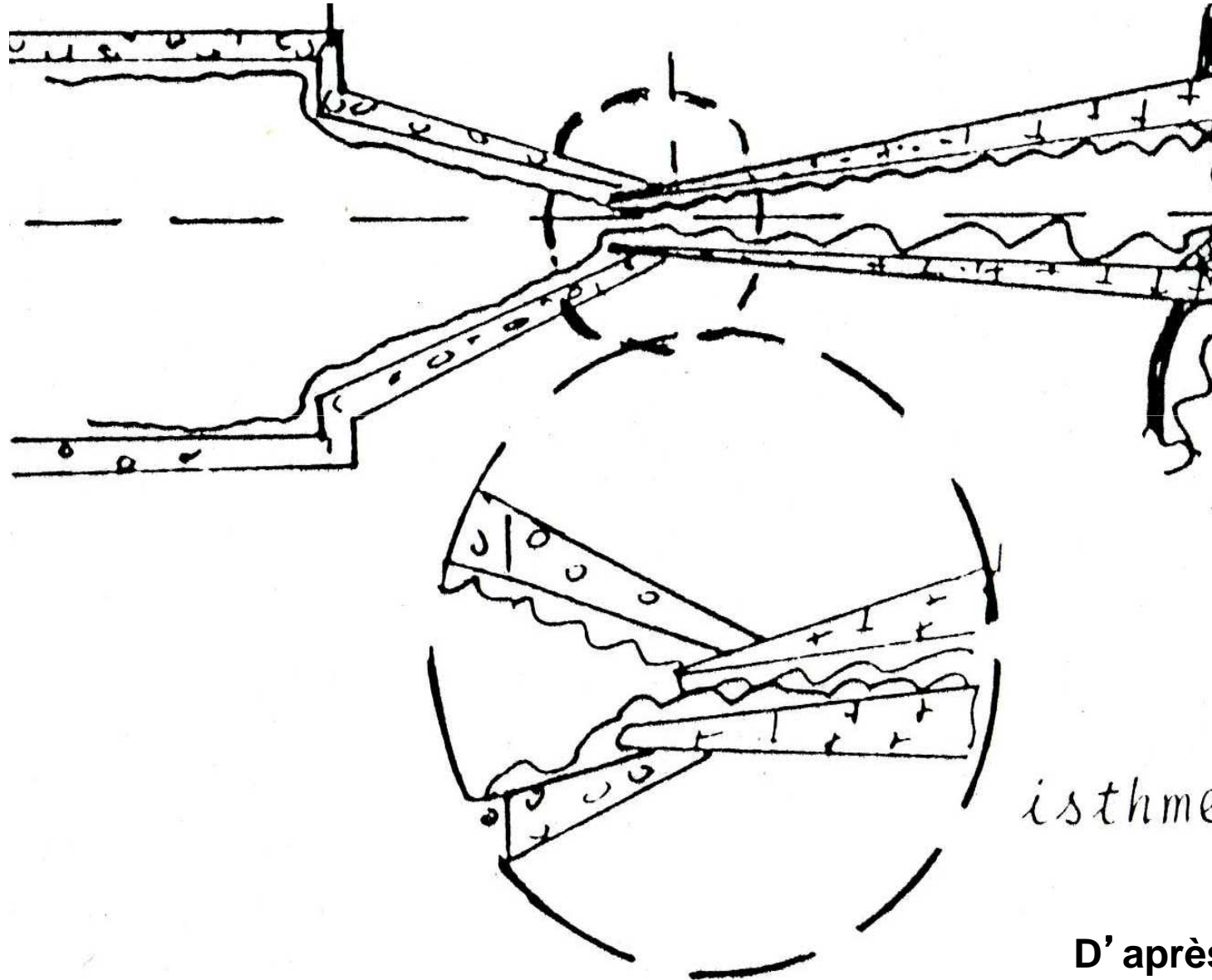
- Végétations
- Orifice TE



Hypertrophie adénoïdienne

T osseuse

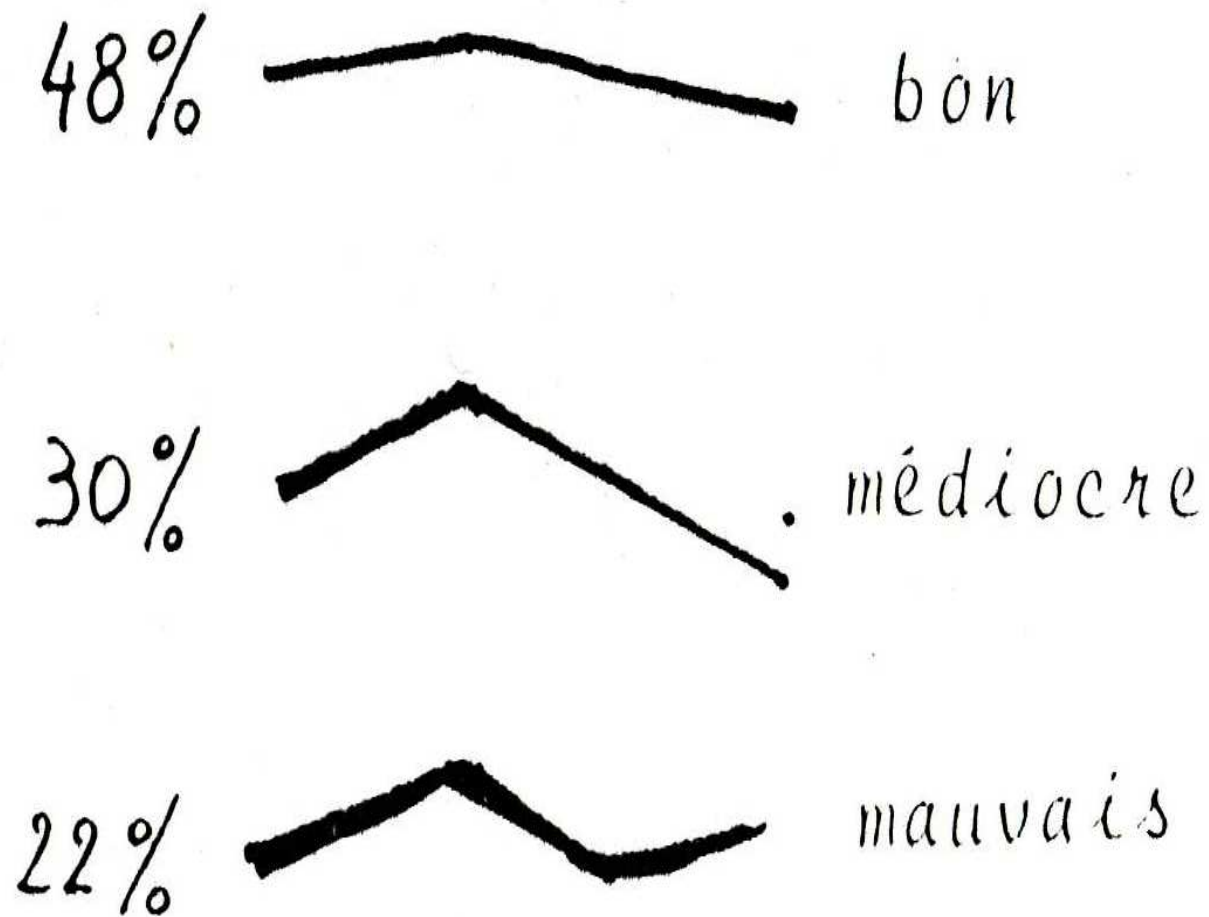
T Fibrocartilagineuse



isthme

D'après Dr S. Zaouche

Morphologie de la Trompe Eustache et capacité à équilibrer



Appareil ORL

**Pediatric sudden sensorineural hearing (SNHL) loss
after diving**

Entité clinique méconnue (de moins en moins)

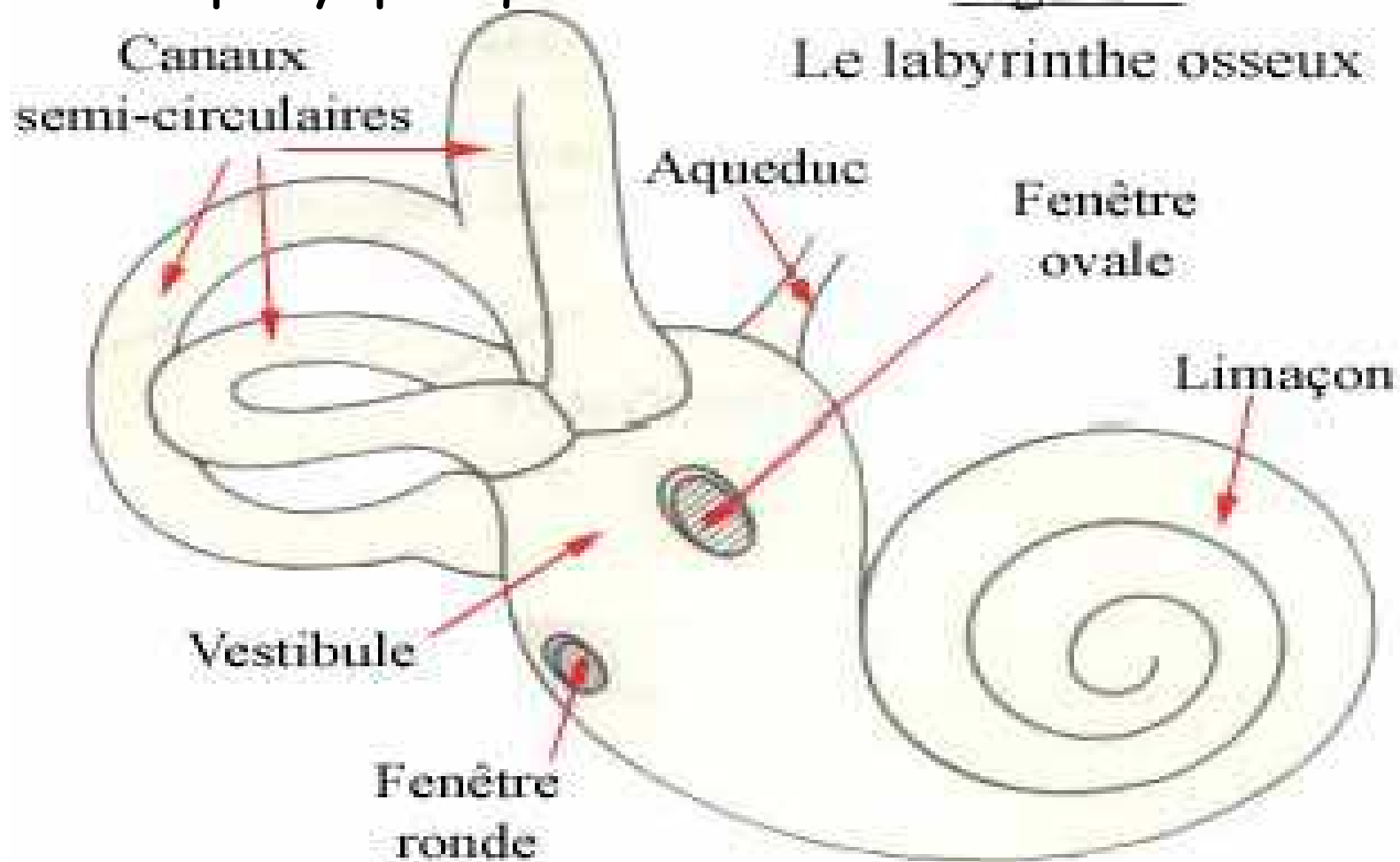
Barotraumatisme de l'oreille interne

A faible profondeur

5 cas pédiatriques publiés

Diagnostiques différentiels

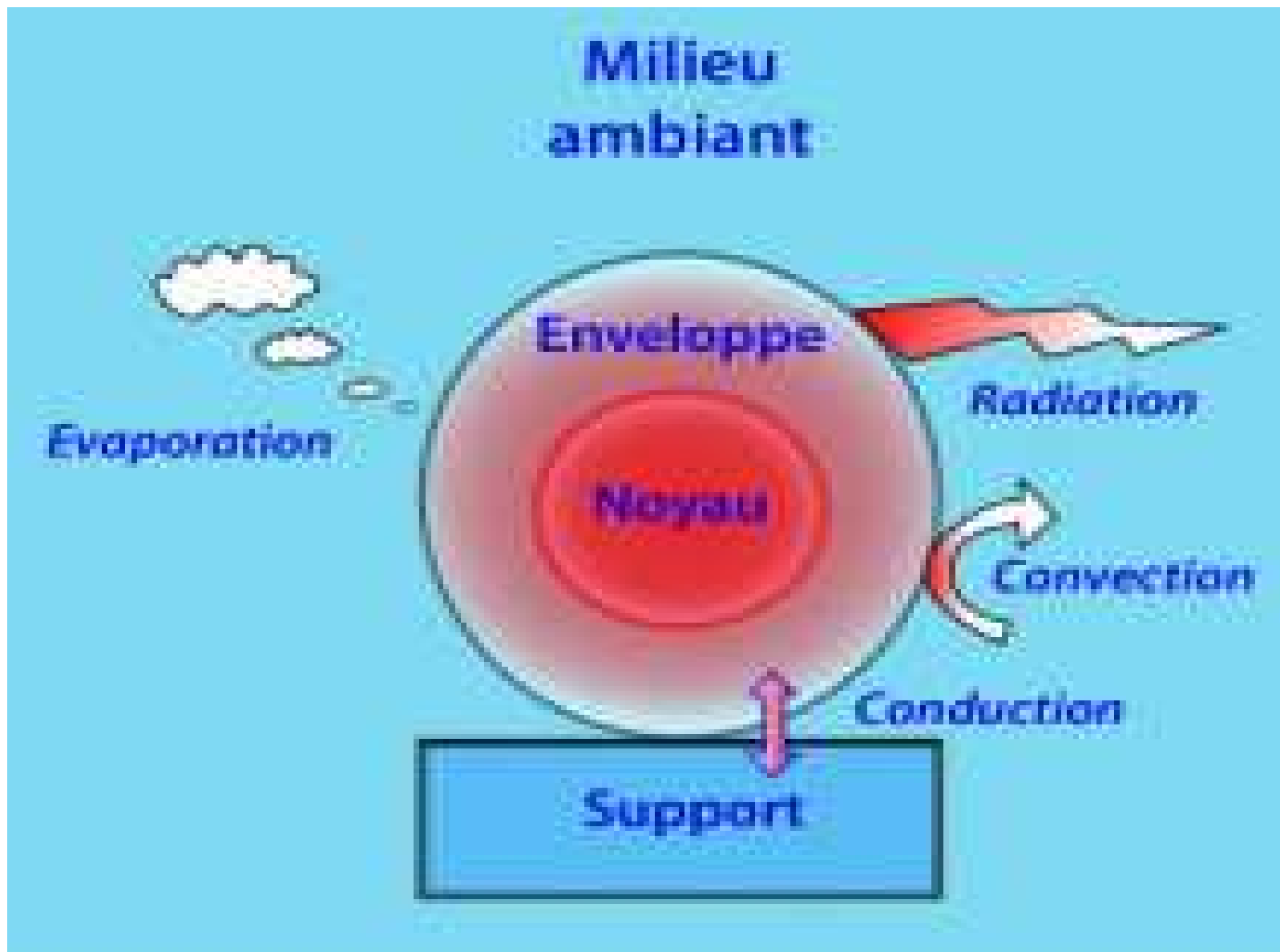
Physiopathologie discutée : anomalie de connexion entre l'oreille moyenne et interne, avec modification des pressions et des fluides +/- fistule périlymphatique



2 membranes fragiles Vs écoulement dans OM, [Pr x 20 > Tympan]

Author	Age/ sex	Initial signs and symptoms	Cause	Treatment	Remarks
Soss and Creek ^[8]	15/ M	Left severe SNHL + T	Diving at 20 feet depth (6,06 m)	nd	Constant tinnitus, some improvement of hearing loss 4 months later
Grundfast and Bluestone ^[3]	7/F	Bilateral progressive SNHL	Vigorous swim	Bilateral tympanotomy months later: right round window fistula closure	Absent bone over round window membrane in both ear. No hearing recovery after surgery.
Pullen et al. ^[4]	15/M	Left moderate SNHL	Scuba diving at 25 feet depth (7,25 m)	Tympanotomy 12 days after trauma: round window and oval window fistulas closure	Good improvement of hearing loss after surgery
Rozsasi et al. ^[9]	12/F	left profound SNHL	Diving to a depth <1.80 m (after a pike from a 0,75 m starting block)	Tympanotomy the day after the trauma: round window fistula closure. Medical therapy (vaso-active drugs and steroids)	No hearing recovery after surgery. Slight hearing recovery 6-30 months later
	12/F	left profound SNHL +T	Diving to a depth <2.50 m (after a pike from a 1 m diving board)	Tympanotomy the day after the trauma: round window less angled than normal. Medical therapy (vaso-active drugs and steroids)	No hearing recovery after 21 months. Tinnitus disappeared after few days
Present case	12/M	right moderately severe SNHL	Diving to a depth < 2 m (after a pike from a 0.75 m diving board)	Medical therapy (vaso-active drugs and steroids)	Mild improvement of hearing loss after medical therapy

Thermorégulation chez l'enfant



Rappels

La conductibilité de chaleur de l'eau :

- 24 fois plus grande que celle de l'air

La neutralité thermique pour l'homme :

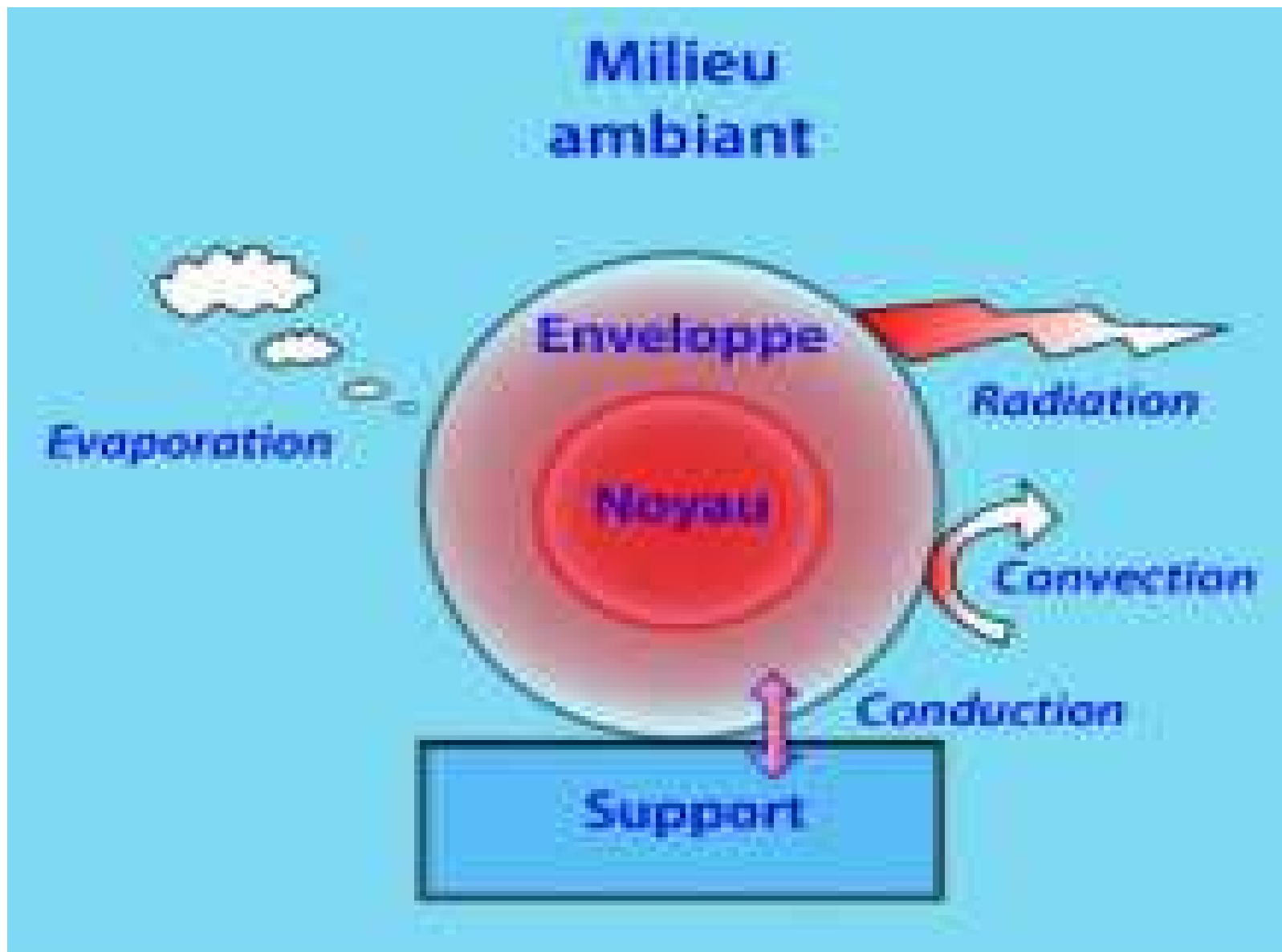
- Dans l'eau à $35^{\circ} C$ (34 à $36^{\circ} C$)
- Dans l'air à $28^{\circ} C$

Thermorégulation chez l'enfant

Spécificités

- Zone exposition (SC) : Tête et Cou
- Pannicule adipeux mince
- Surface corporelle/Poids +élevée
- Réponse comportementale non adaptée
- Vêtements non ajusté, **convection majorée**
(renouvellement rapide de la couche limite)

Thermorégulation chez l'enfant



Thermorégulation en plongée chez l'enfant

Prévention Primaire ++

- Organisation plongée
- Eau > 12°
- Vêtements ajustés
- Profondeur et Durée immersion

Aspects psychologiques

Compréhension, discipline, mise en danger (personnelle, groupe)

Enfants et adolescents avec troubles psychologiques
(attention deficit hyperactivity Disorder.ADHD)

Environnement : Parents, Encadrants

Conclusion

Aptitude médicale par Médecin sensibilisé aux risques spécifiques

Plongée dans le respect des recommandations actuelles (FFESSM, CCMAS)

Importance de la qualité de l'encadrement