

Handicap physique majeur

Distinction PESH modéré et majeur

Ce n'est pas la pathologie qui définit le type de handicap mais la capacité à réaliser des gestes sécuritaires de base.

Critères:

- Maintien de l'embout en bouche
- Manœuvre de valsalva tout en maintenant sa stabilisation
- Compréhension des consignes.

Un PESH majeur en début de formation peut évoluer en PESH modéré.

Atteintes cérébrales

Pathologies

- IMC : Infirmité Motrice Cérébrale
- Traumatismes crâniens
- Accidents Vasculaires Cérébraux (AVC)
- Tumeurs cérébrales
- Hémiplégie

Handicaps

- Pertes contrôle du mouvement (précision, amplitude, force, coordination...)
- Troubles proprioceptifs, de sensibilités
- Pertes mémoires, troubles de l'attention
- Troubles du langage (oral, écrits)
- Troubles perception espace et formes
- Troubles système autonome (thermorégulation, cardio-respiratoire, digestion...)

Atteintes médullaires

Pathologies

- Paraplégie
- Tétraplégie
- Spina bifida

Handicaps

- Troubles sensibilités (pertes ou hyper)
- Troubles mobilités (spasticité, atonie...)
- Troubles système autonome (thermorégulation, cardio-respiratoire...)
- Déformation appareil locomoteur (hypotrophie, déviation rachi...)

Difficultés d'adaptation

1. Système nerveux : rappels
2. Adaptation cardiovasculaire
3. Adaptation respiratoire
4. Adaptation motrice
5. Thermorégulation: le froid, la chaleur
6. Dénitrogénéation

1 - Para-Tétraplégie : 1500/an

Le niveau neurologique est défini comme étant le niveau le plus distal où la sensibilité et la motricité sont intactes.

Causes:

Traumatismes :

Direct : élongation, compression, section

Indirect : fracture (accident de la voie publique, du travail, sport...)

Myélites : infectieuse ou indéterminée, brutal ou progressif.

Tumeurs : Extra ou intra médullaires.

Accidents vasculaire et médullaire

Tableau

De 0 à 6 mois :

Paralysie, anesthésie, aréflexie, hypotonie

Au delà de 6 mois :

Récupération? hyper réflexie, spasticité

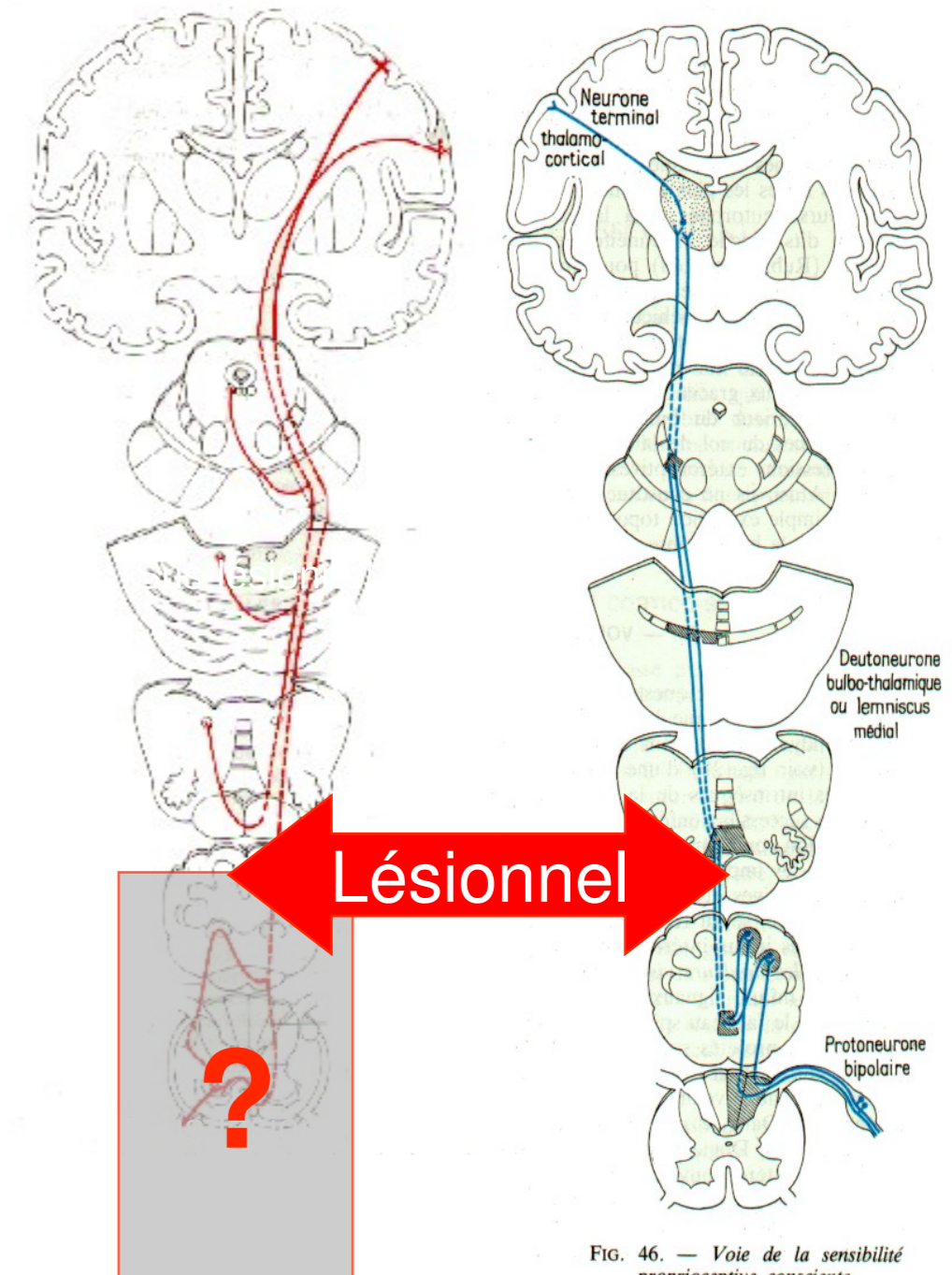


FIG. 46. — Voie de la sensibilité proprioceptive consciente.

Systeme nerveux

- Neurovégétatif (orthosympathique et parasymphathique) :
 - Involontaire et inconscient : cardio-respiratoire, nutrition, reproduction
- Cérébro-spinal :
 - Vie de relation
 - Systeme nerveux central : encéphale, moelle épinière
 - Systeme nerveux périphérique : nerfs crâniens et rachidiens

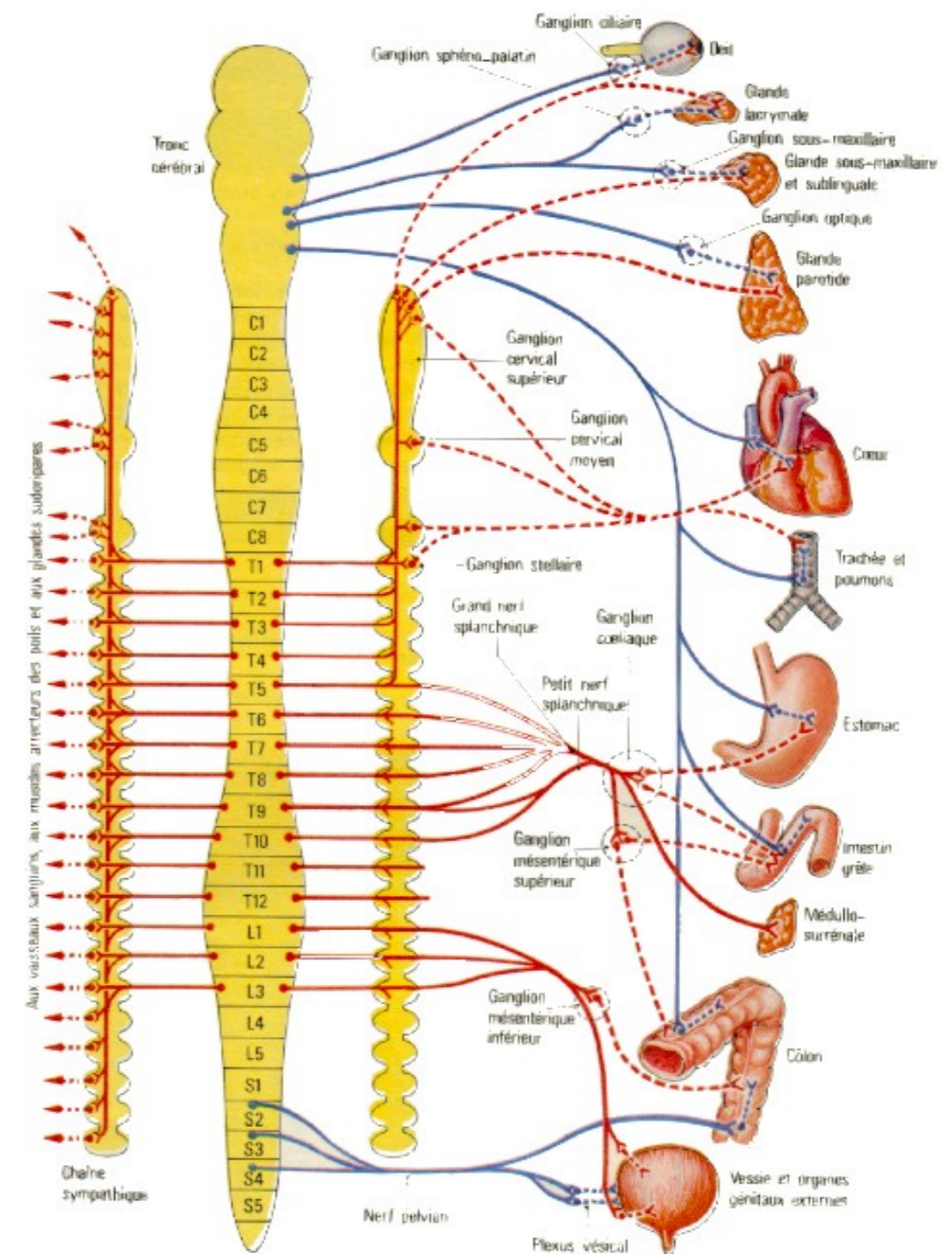
Systeme Nerveux

Parasympathique

III , VII , IX et X^{ème} paires crâniennes
stimulé par l'acétylcholine

Orthosympathique

Chaîne ganglionnaire latéro-vertébrale
 de C8 à L2
stimulé par l'adrénaline



Prédominance du parasympathique (freinateur)

Hyper réflexie autonome

Concerne les blessés médullaires > T6

Réponse exagérée du système nerveux sympathique à divers stimuli (excitations) se produisant **EN DESSOUS** de la lésion médullaire et se manifestant entre autres par hypertension artérielle, rougeur à la face et du thorax, congestion nasale, bradycardie, céphalées violentes et sueurs intenses

Le plongeur victime en a déjà connu généralement

Les causes: vessie trop remplie (oubli du sondage), plaie ou escarres en formation...

Le plongeur connaît la conduite à tenir (en principe...)

L'aider s'il ne peut l'assurer seul

Appel médical d'urgence au moindre doute.

2 - ADAPTATION CARDIOVASCULAIRE

Conséquences hémodynamiques de l'immersion

- Pression intra-thoracique négative : ascension du diaphragme
- Redistribution de la masse sanguine
- Augmentation de la pré-charge
- Augmentation de 10 à 25% du débit cardiaque
- Vasoconstriction périphérique : augmentation de la post-charge
- Diurèse d'immersion (X4)

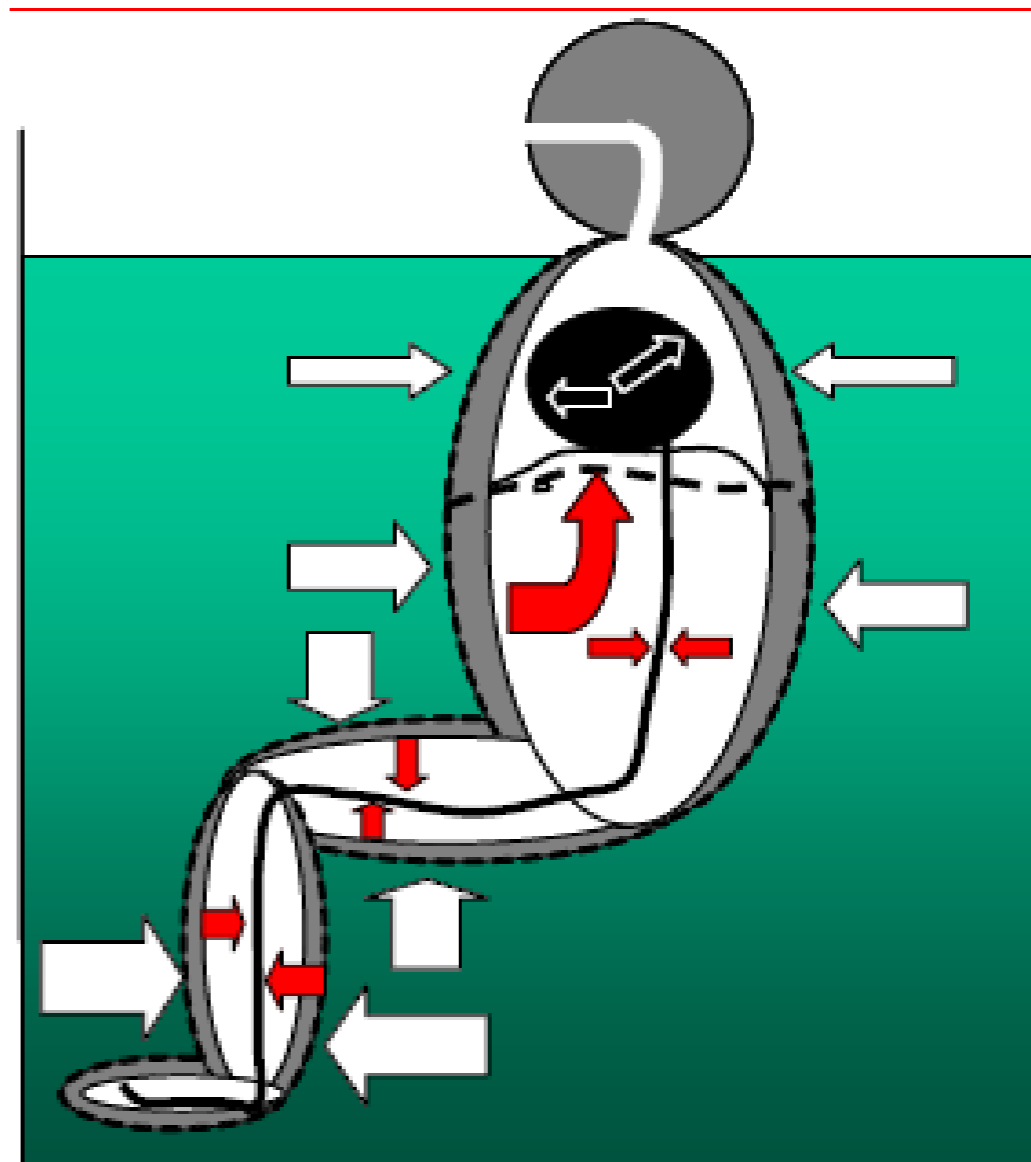


illustration : A. BOUSSUGES

2 - ADAPTATION CARDIOVASCULAIRE

Chez le plongeur tétraplégique:

Bradycardie par prédominance parasympathique (centres du tronc cérébral préservés)

Hypotension orthostatique : pas de tachycardie ni vasoconstriction d'adaptation : diminution de la post charge

Réduction importantes de l'œdème de stase des membres inférieurs (vasoplégie) par la pression hydrostatique, ce qui augmente la pré-charge

Réduction du lit vasculaire liée à l'atrophie sous-lésionnelle : augmentation moindre pré-charge

3 - ADAPTATION RESPIRATOIRE

Chez le plongeur valide

CV	↘
VRE	↘
Compliance	↘
Résistance	↗

Agostoni et al. 1966; Nakanishi et al. 1999

Immersion :

- Perte de 30% du VRE
- Capacité Vitale = - 300 ml
- Volume RI identique
- Augmentation du travail respiratoire de 60%

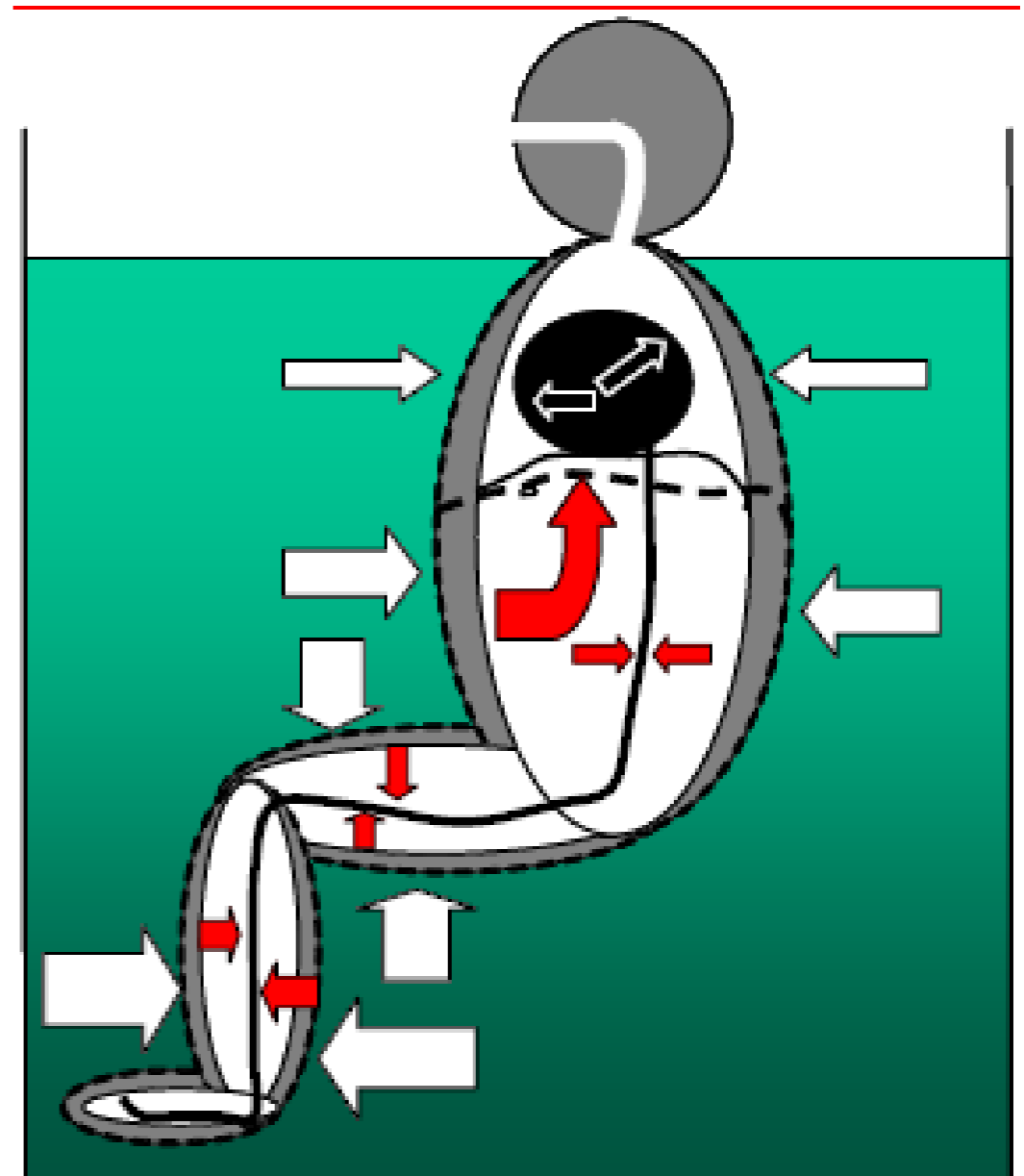


illustration : A. BOUSSUGES

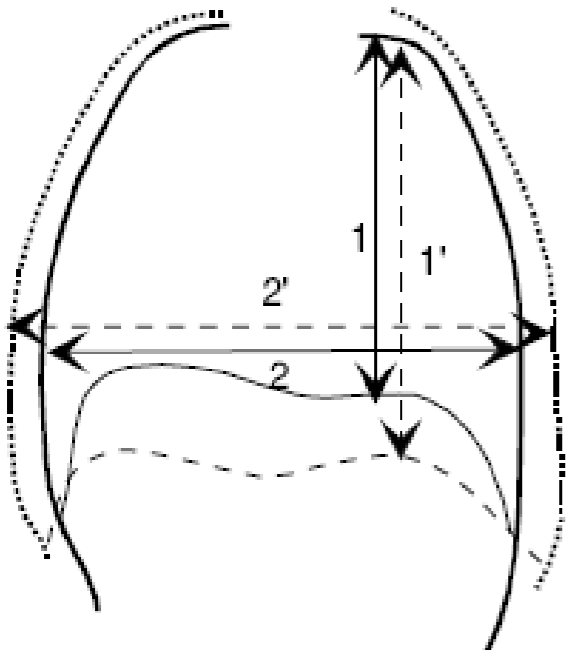
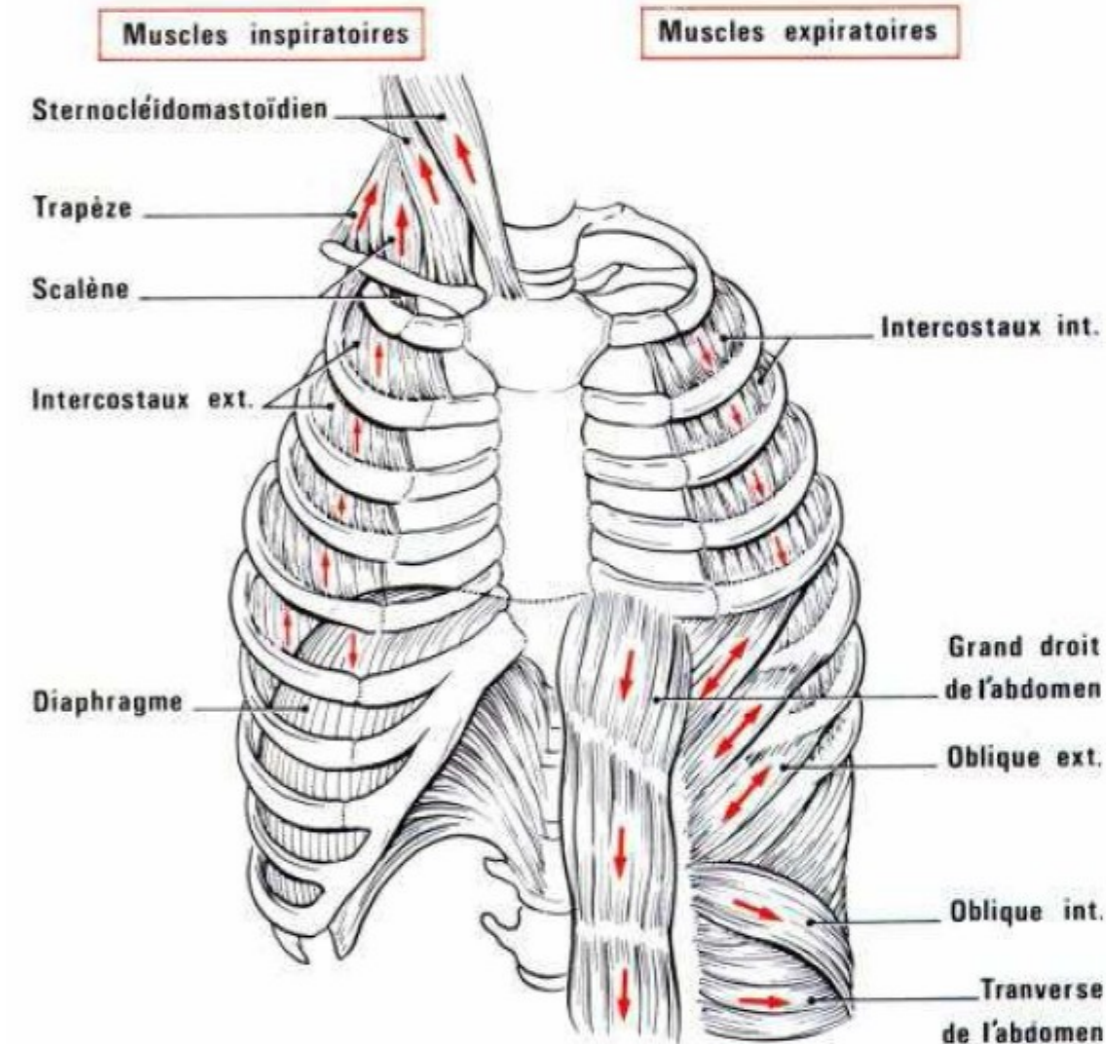
3 - ADAPTATION VENTILATOIRE

Les muscles de la ventilation :

• C3 – C4 – C5 : **diaphragme**

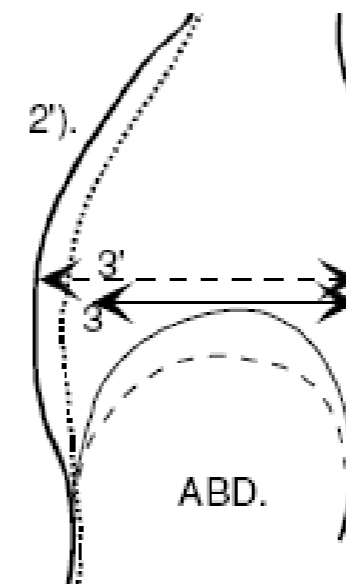
et accessoirement :

- C5 : grand dentelé, scalènes.
- C6 : grand dorsal, grand pectoral, grand rond.
- T1 à T8 : intercostaux.
- T6 à T12 : abdominaux.



La contraction du diaphragme entraîne :

- 1 - Une augmentation du diamètre vertical (1 1')
- 2 - Une augmentation du diamètre antéro-postérieure (2 2').
- 3 - Une augmentation du diamètre transverse (3 3')



3 - ADAPTATION VENTILATOIRE

Chez le tétraplégique

Lésion > à C5 :

Atteinte des inspirateurs et des expirateurs.

Lésion < à C5:

Inspiration active, elle ne pose pas de réel problème car réalisée à 70% par le diaphragme (C3-C5) et accessoirement : sternocléidomastoïdiens (C2), scalènes (C4)



Attention aux voies aérienne en surface :
expiration insuffisante, toux inefficace, effort impossible, risque d'encombrement, fausses routes, intercostaux (T1) non fonctionnels



3 ADAPTATION VENTILATOIRE

En plongée l'expiration passive doit se faire contre une résistance accrue : pression hydrostatique et résistance mécanique du détendeur.

L'expiration active forcée est impossible selon le niveau lésionnel : absence des muscles intercostaux et abdominaux (C4 C5 C6)

Paraplégies hautes et cervicales basses : toux assez efficace : muscles accessoires (Intercostaux, Gd pectoral, Gd dorsal, Gd dentelé)

En Pratique pour la plongée

- **Pas de ceinture de plomb (dans la combi +++)**
- **Combinaison pas trop serrée (sur mesure)**
- **Pas d'effort trop intenses (essoufflement ++)**

3 - ADAPTATION VENTILATOIRE

Au syndrome restrictif lié à la plongée se rajoutent les atteintes propres du plongeur

Intérêt d'une étude fonctionnelle respiratoires préalable (tétraplégiques, paraplégiques hauts)

4 - ADAPTATION MOTRICE

- Maintien du détendeur en bouche : athétose - *mouvement involontaire du maxillaire* 🤪
- Equilibrage de oreilles : pince, assistance.
- Déplacement +/- avec les bras et ondulations du corps
- Rendement énergétique faible
- Risque d'essoufflement
- Protection articulaire des épaules chez les paraplégiques



5 - THERMOREGULATION

EQUATION DU BILAN THERMIQUE

$$\dot{M} \pm \dot{C} \pm \dot{K} \pm \dot{R} - \dot{E} = \pm \dot{S}$$

M : 1) métabolisme de base : 40W/ m² - viscères 56%, muscles 18%,
cerveau 15%

2) activité musculaire squelettique : 90%

3) frisson x 4 la production de chaleur

c : Convection :

transfert de chaleur par l'intermédiaire d'un fluide en mouvement

K : Conduction :

transfert de chaleur au travers de deux solides en contact

R : Rayonnement :

sous forme d'infra rouges du plus chaud vers le plus froid

E : Evaporation :

sueur, respiration

5 - THERMOREGULATION

Neutralité thermique dans l'air = 25°C
dans l'eau = 34°C

CONVECTIVITE :

Boutelier et al. 1979

hc : coefficient d'échange convectif

	hc (W.m ⁻² .°C ⁻¹)
Air	2,5
Eau (35°C)	45
Eau Froide + 0,1 m.s ⁻¹	60
Eau Froide + 0,25 m.s ⁻¹	200

CONDUCTIVITE : 25 fois supérieure dans l'eau / air

5 - THERMOREGULATION

La chaleur va du corps vers la périphérie au contact de la couche d'eau par **conduction**, puis par **convection** de la couche limite vers l'eau environnante.

La vitesse de transfert est fonction du **différentiel thermique**, de la **vitesse** et de la **turbulence de l'eau** au contact du corps.

 Respecter le temps de plongée si prescription médicale ?!

5 - THERMOREGULATION



LE FROID

Chez le para et tétraplégique :

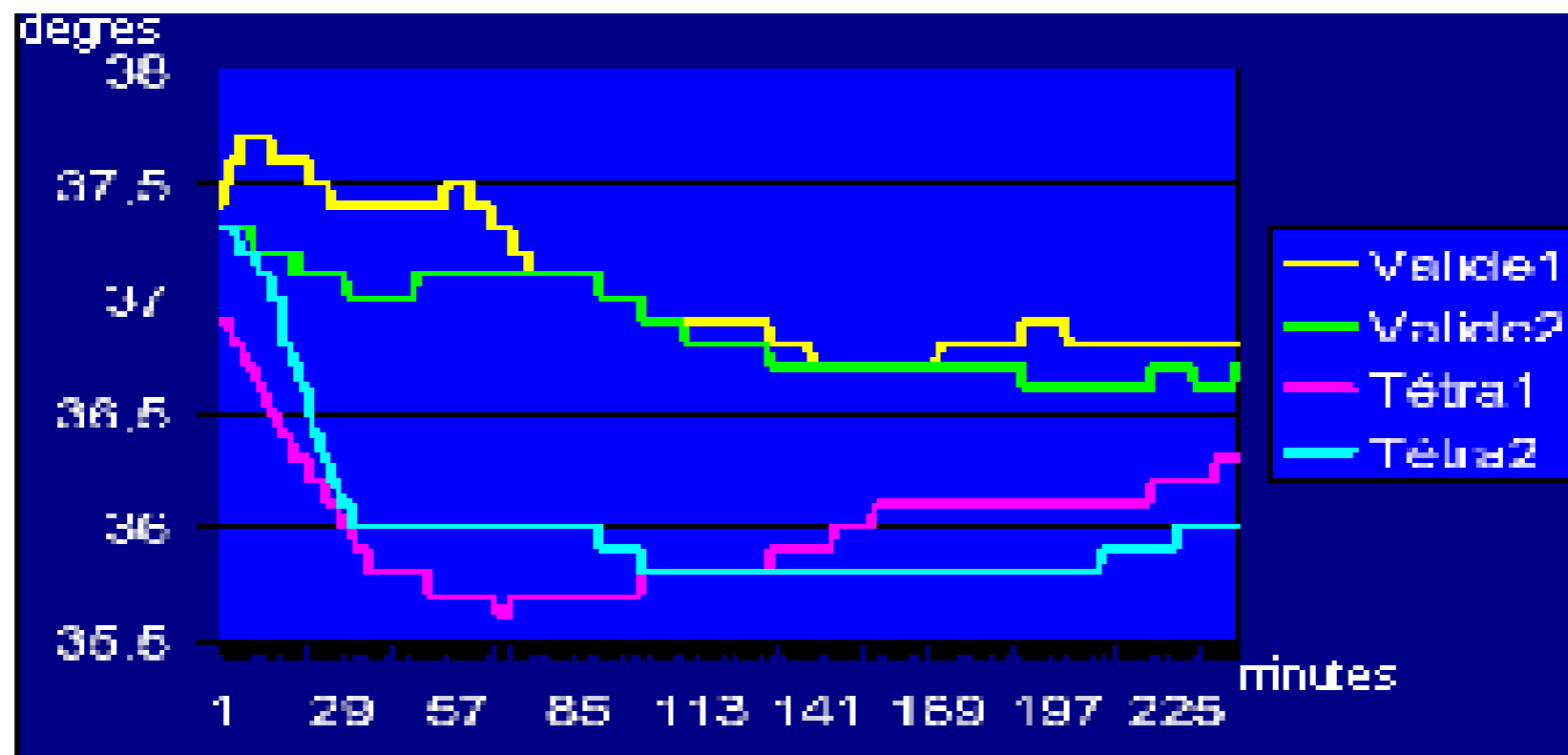
- Pas de **vasoconstriction périphérique** réflexe au froid en sous-lésionnel
- Pas de **frisson** (tétra)
- Problème de l'adaptation de la **protection thermique**
- Respiration de **gaz froids** : convection augmentée



5 - THERMOREGULATION

Etude du GERTP et l'étude du Dr. Wuyam au laboratoire d'explorations fonctionnelles respiratoires du CHU de Grenoble

2 valides et 2 tétraplégiques avec combinaisons de 7mm plongés dans une eau de 18°C pendant 30 minutes. Températures relevées au séchage, habillage et après repos de 4 heures.



5 - THERMOREGULATION



LE CHAUD

Attention aux gains thermiques : absence de sudation pour les tétraplégiques



Prévention passive :
ombre du bateau...
vêtements claires, aérés...
chapeau

Prévention active :
hydratation et arrosage fréquents...
horaires de l'activité...



6 - DENITROGENATION

Absence d'études

En pratique : plongées dans la courbe de sécurité sans paliers.

On retient pour mémoire les interrogations sur le rôle supposé des compressions médullaires a minima dans certains ADD et dans la stase veineuse rachidienne.

La zone cicatricielle péri-lesionnelle est potentiellement le siège d'une hypervascularisation (d'où le risque de stase bullaire...)