LES ACCIDENTS EN APNEE

Marseille – 2022

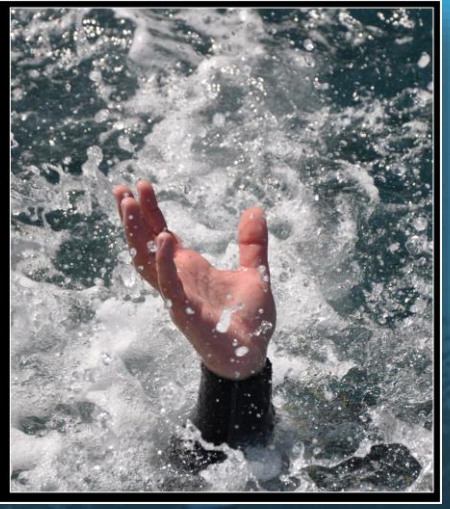
jerome.poussard@ap-hm.fr

Médecine Hyperbare, Subaquatique et Maritime, Pôle Réanimation Urgences SAMU Hyperbarie, CHU Marseille
Centre de Recherche en Cardio-Vasculaire et en Nutrition, Aix Marseille Université
Institut de Médecine et de Physiologie en Milieu Maritime et en Environnement Extrême - PHYMAREX
Centre National de Plongée, de Secours Nautique & de Survie, ECASC / SDIS04
Société Nationale de Sauvetage en Mer - SNSM

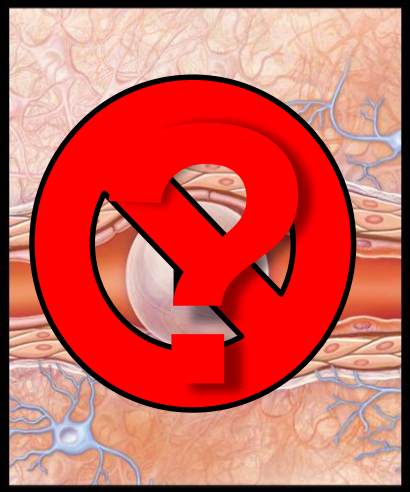
LES ACCIDENTS

BAROTRAUMATISME

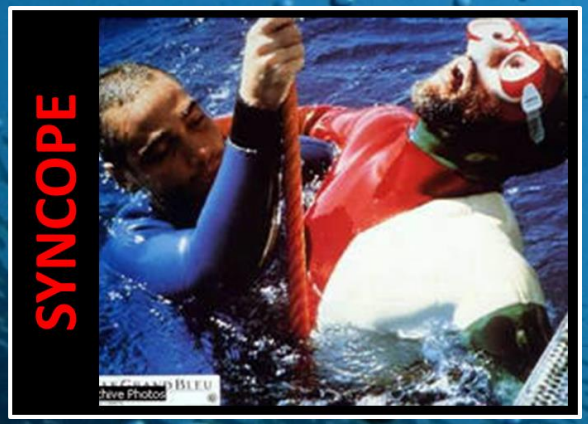
LA NOYADE



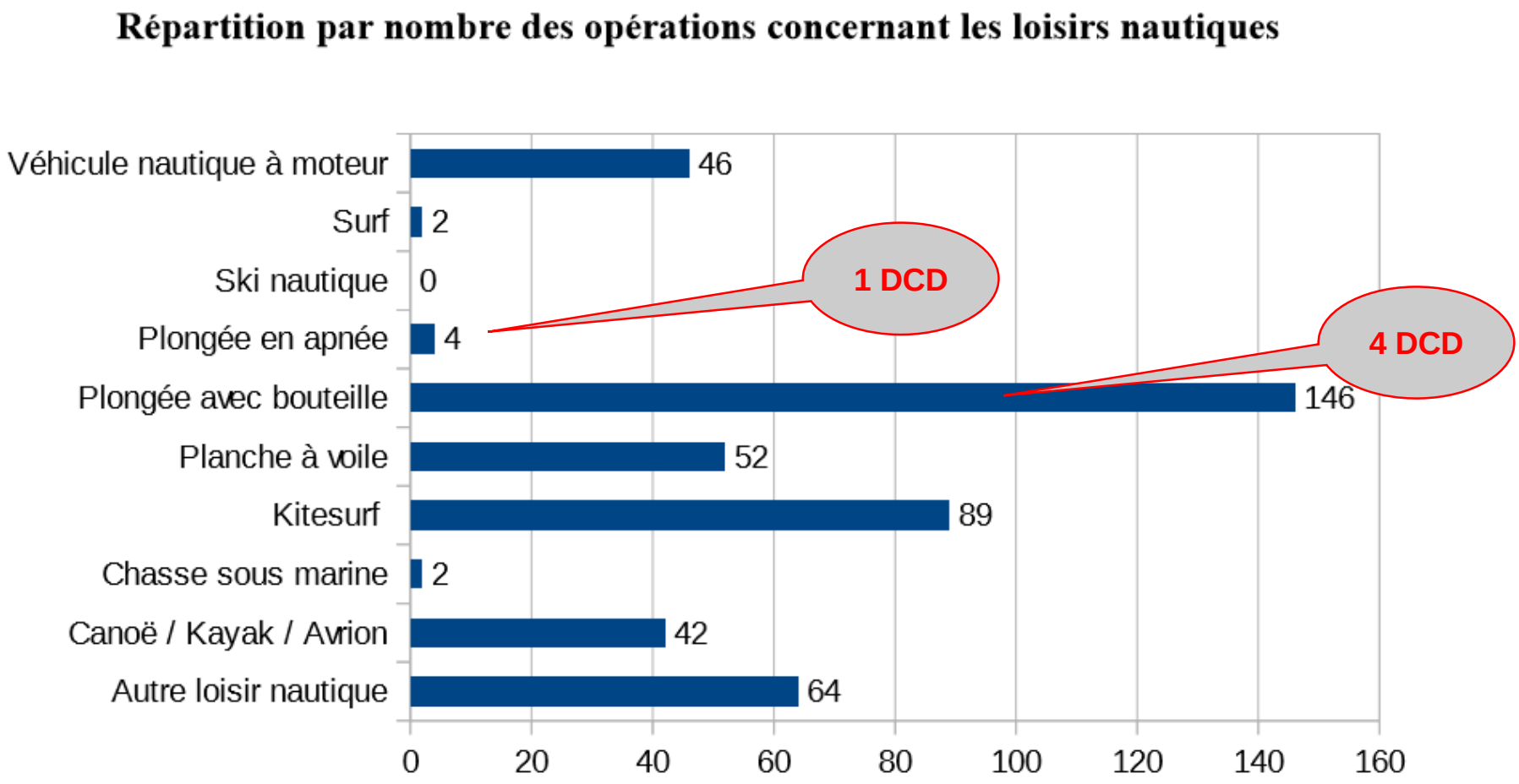
ACC. DE DESATURATION



LES ACCIDENTS

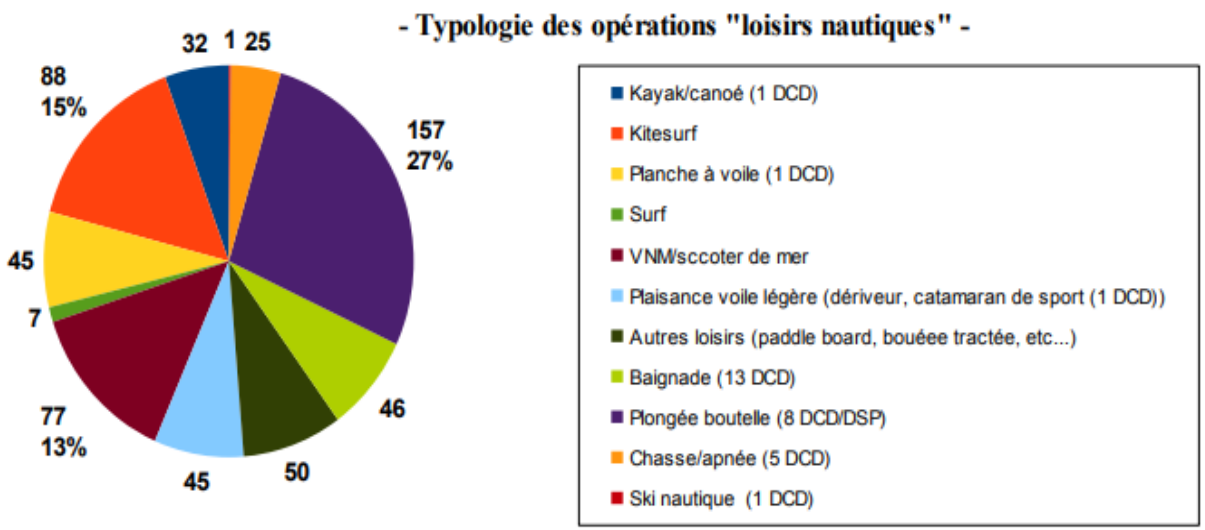


Epidémiologie: Données CROSS MED 2016



=> Apnée: 1 DC / 6 Accidents

Epidémiologie: +/- Stable: données CROSS MED 2017



15/48

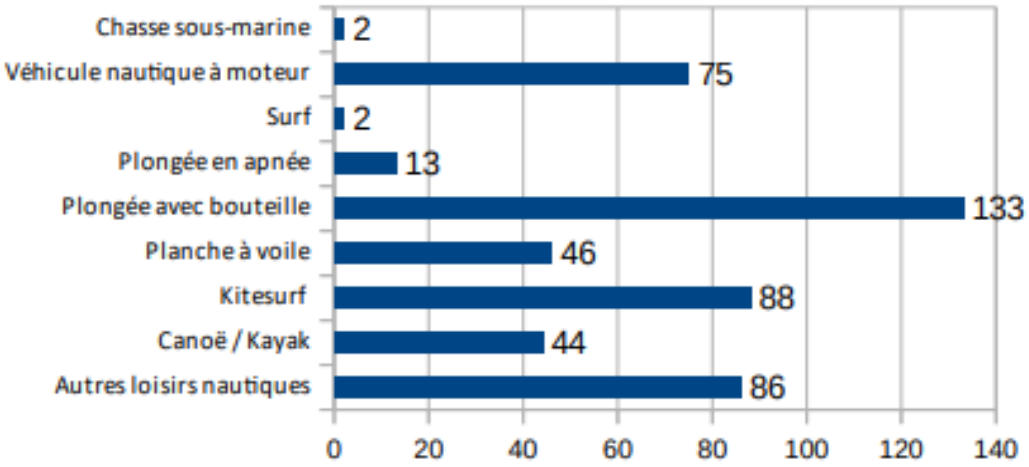
Bilan 2017 :

- **3213 opérations SAR**
- **7500 personnes impliquées**
- **36 personnes décédées**

dont : -7 accidents de plongée
- 3 chasseurs sous marin
- 2 plongeurs apnéistes
- 9 baigneurs
-4 hommes à la mer

=> Apnée: 5 DC / 25 Accidents

Epidémiologie +/- stable: Données CROSS MED 2019



=> Apnée: 2 DC / 13 Accidents

Le nombre de personnes impliquées dans les opérations du CROSS est en légère baisse cette année par rapport à 2018. Ainsi, les 3110 opérations de 2019 ont impliqué un total de 7293 personnes. Près des deux tiers (63%) de ces personnes sont des plaisanciers français. Au total :

- 1175 personnes **secourues** et 4345 **assistées** (cf. classification SAR ou MAS) – chiffres en baisse par rapport à 2018 (1378 *personnes secourues / 4628 assistées)*
- 35 personnes décédées en mer dont:
  - ✔ 7 découvertes de corps ;
  - ✔ 4 baigneurs ;
  - ✔ 6 plongeurs bouteille et 2 chasseurs apnéistes ;
  - ✔ 4 personnes malades ayant fait l'objet d'une décision d'évacuation médicalisée depuis un navire de plaisance ou à passagers ;
  - ✔ 2 personnes emportées par une lame depuis la côte et 2 hommes à la mer tombés d'un navire ;
  - ✔ 2 professionnels, l'un décédé à l'occasion d'un abordage entre deux yachts, l'autre, un pêcheur, décédé d'un arrêt cardiaque suite à l'incendie de son navire.
- Enfin, sont à déplorer **7** disparitions.

Epidémiologie +/- stable: Données CROSS MED 2020

CROSS MED	La Garde	Corse	Total
BAIGNADE	**43**	**13**	**56 (44)**
dont bande des 300 mètres	32	8	40 (35)
PLONGÉE	**79**	**11**	**90** (91)
dont chasse sous-marine & apnée	11	3	14 (16)
dont plongée bouteille	68	8	76 (75)
AUTRES LOISIRS NAUTIQUES	**273**	**54**	**327** (224)
Kayak	33	5	38 (27)
Kitesurf	56	9	65 (39)
Planche à voile	21	5	26 (21)
Véhicule Nautique à Moteur	68	19	87 (60)
Autres (engins et pneumatiques de plage, paddle, bouées tractées, etc)	95	16	111 (77)
TOTAL	395 (310)	78 (49)	**473** (359)

Le nombre total de décès (23) dans des opérations coordonnées ou suivies par le CROSS est en très forte hausse par rapport à 2019 (13). Ces accidents mortels comprennent notamment :

- 8 malaises ou accidents à bord d'embarcations de plaisance ;
- 7 baigneurs (3 en 2019) ;
- 3 plongeurs (apnée et bouteille) ;
- 1 découverte de corps sur navire de commerce ;
- 4 découvertes de corps.

=> Apnée: 1 à 3 DC / 14 Accidents ??

Epidémiologie +/- stable: Données CROSS MED 2021

- **4.154 opérations** coordonnées ou suivies concernant **9.384 personnes impliquées (+ 25 %)** dont 1 651 secourues, 5 031 personnes assistées,

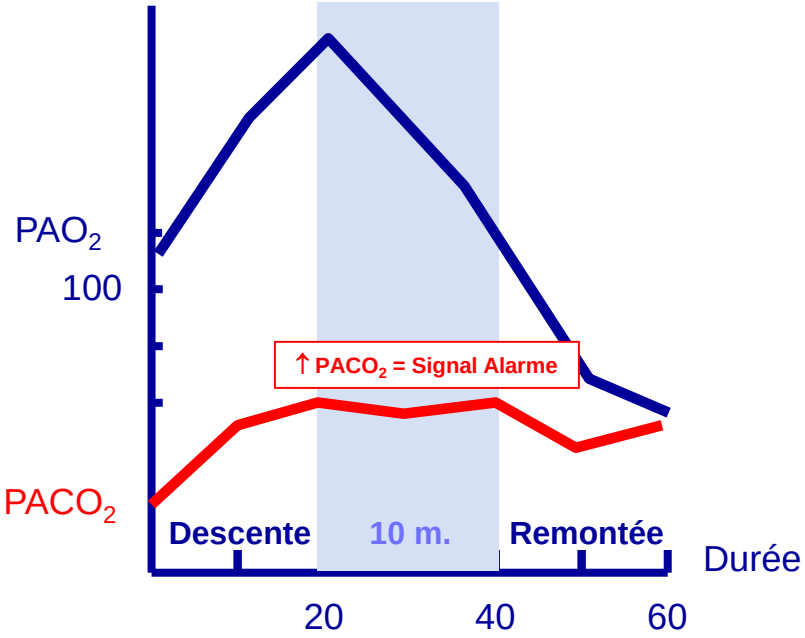
- 37 décédées (dont **12 plongeurs** et 9 baigneurs) et 6 disparues

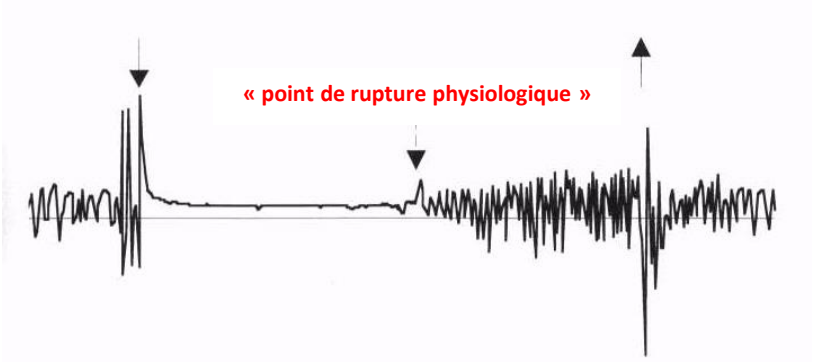
=> **+/- Stable**

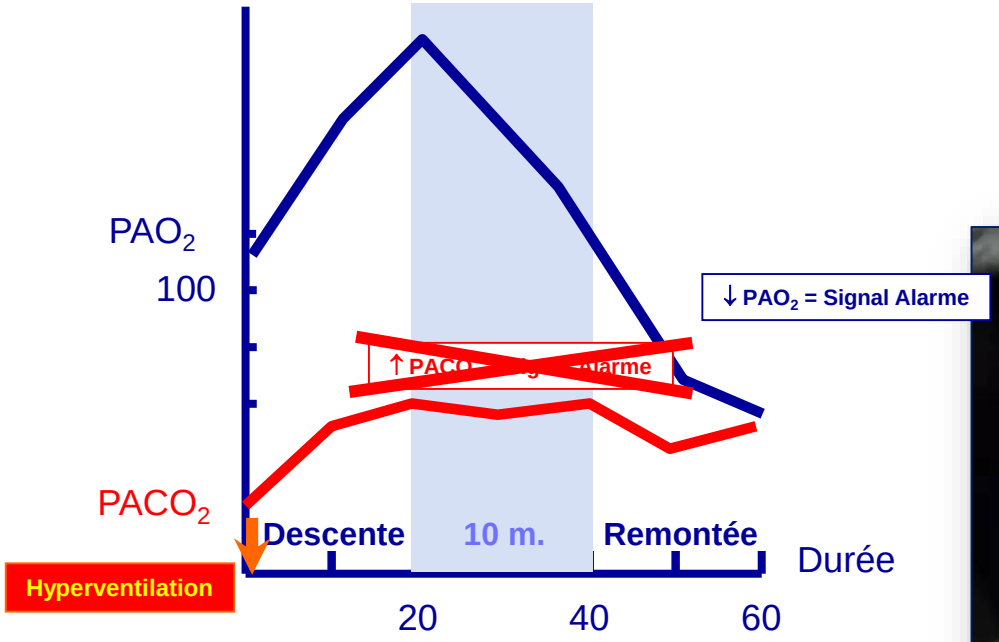
Epidémiologie +/- stable ?: Données CROSS MED 2022

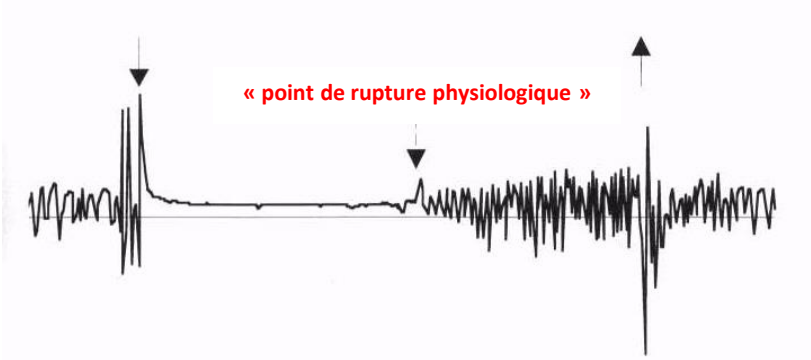
En 2022, le CrossMed a une nouvelle fois été confronté à une activité intense", euphémise la préfecture maritime. + 4,5 % d'opérations impliquant la vie humaine et surtout + 30 % de décès par rapport à 2021, soit 48 personnes ayant perdu la vie

SYNCOPE


PAO2
100
↑ PACO2 = Signal Alarme
PACO2
Descente
10 m.
Remontée
Durée
20
40
60

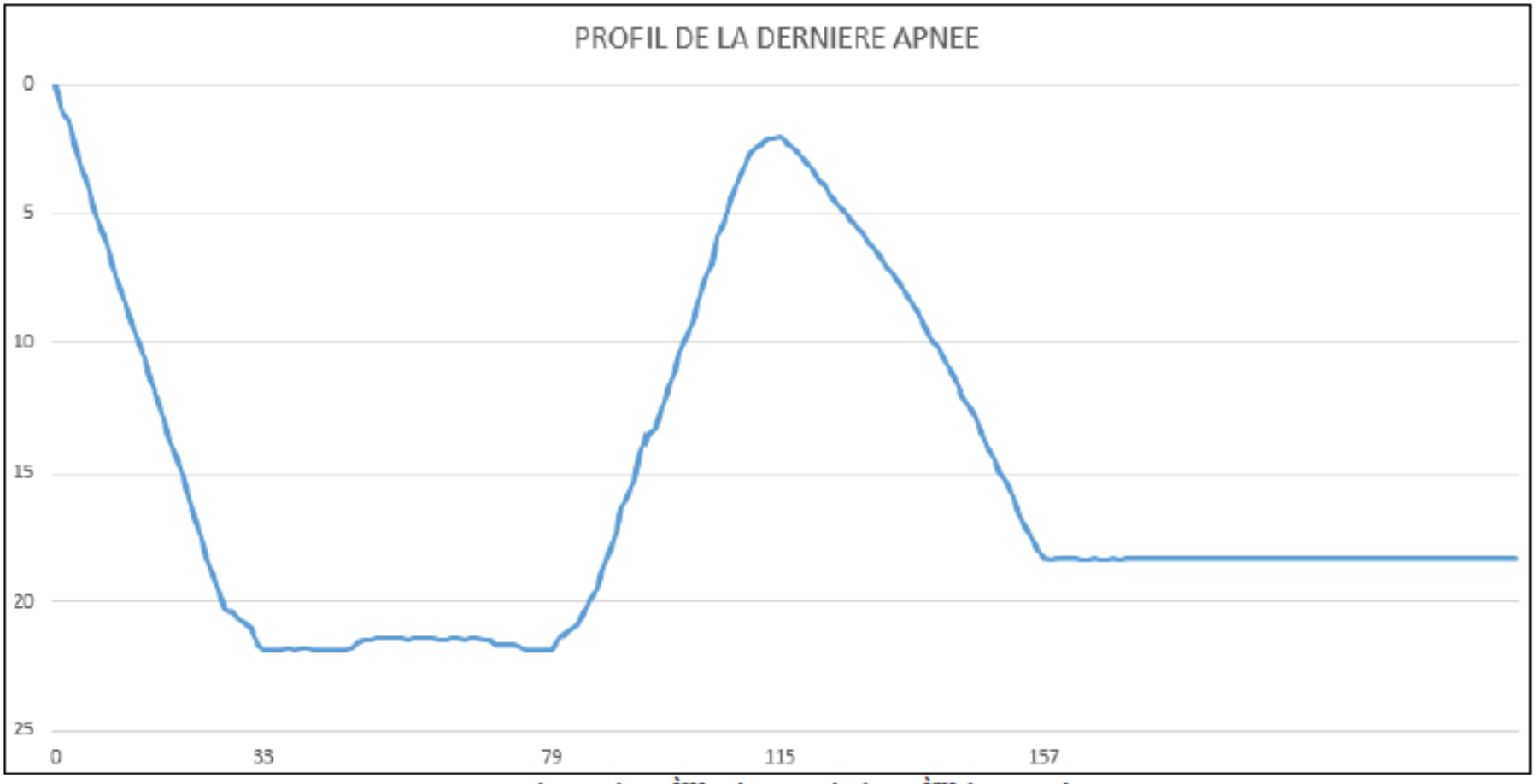

« point de rupture physiologique »


PAO2
100
↓ PAO2 = Signal Alarme
↑ PACO2 = Signal Alarme
PACO2
Descente
10 m.
Remontée
Durée
Hyperventilation
20
40
60


« point de rupture physiologique »

00:33
00:57
00:33/00:57

Rai Tre



Paramètres des 3ères minutes de la 41ème immersion

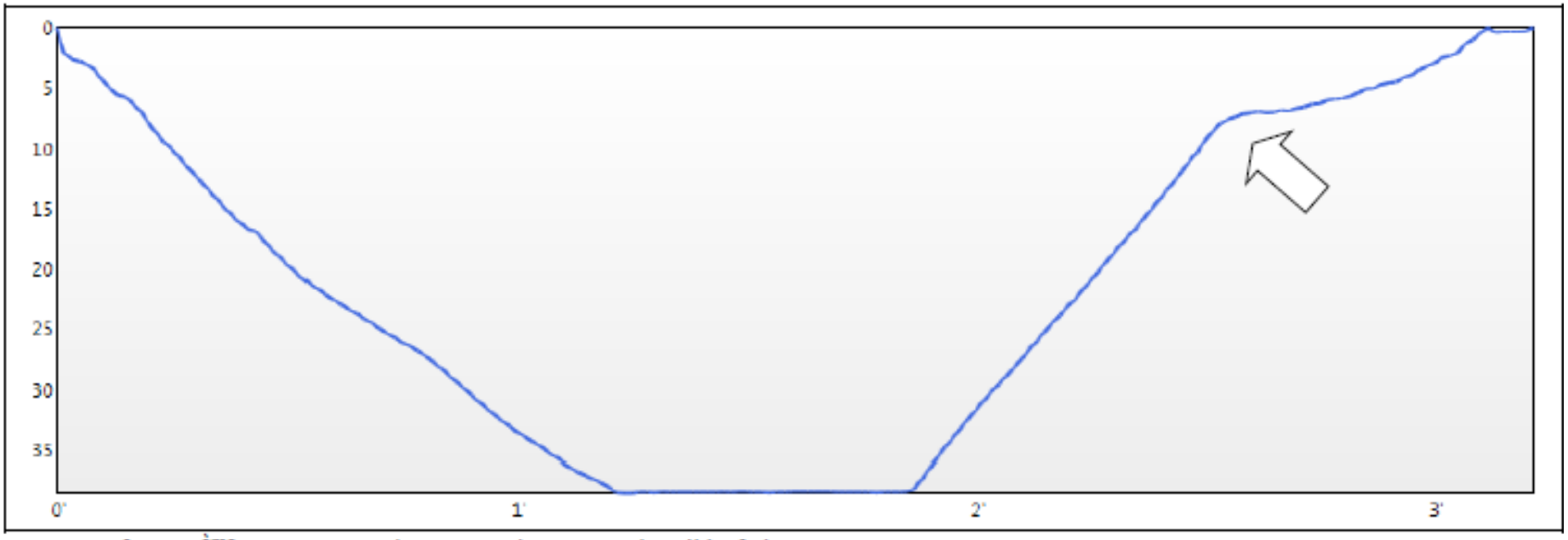


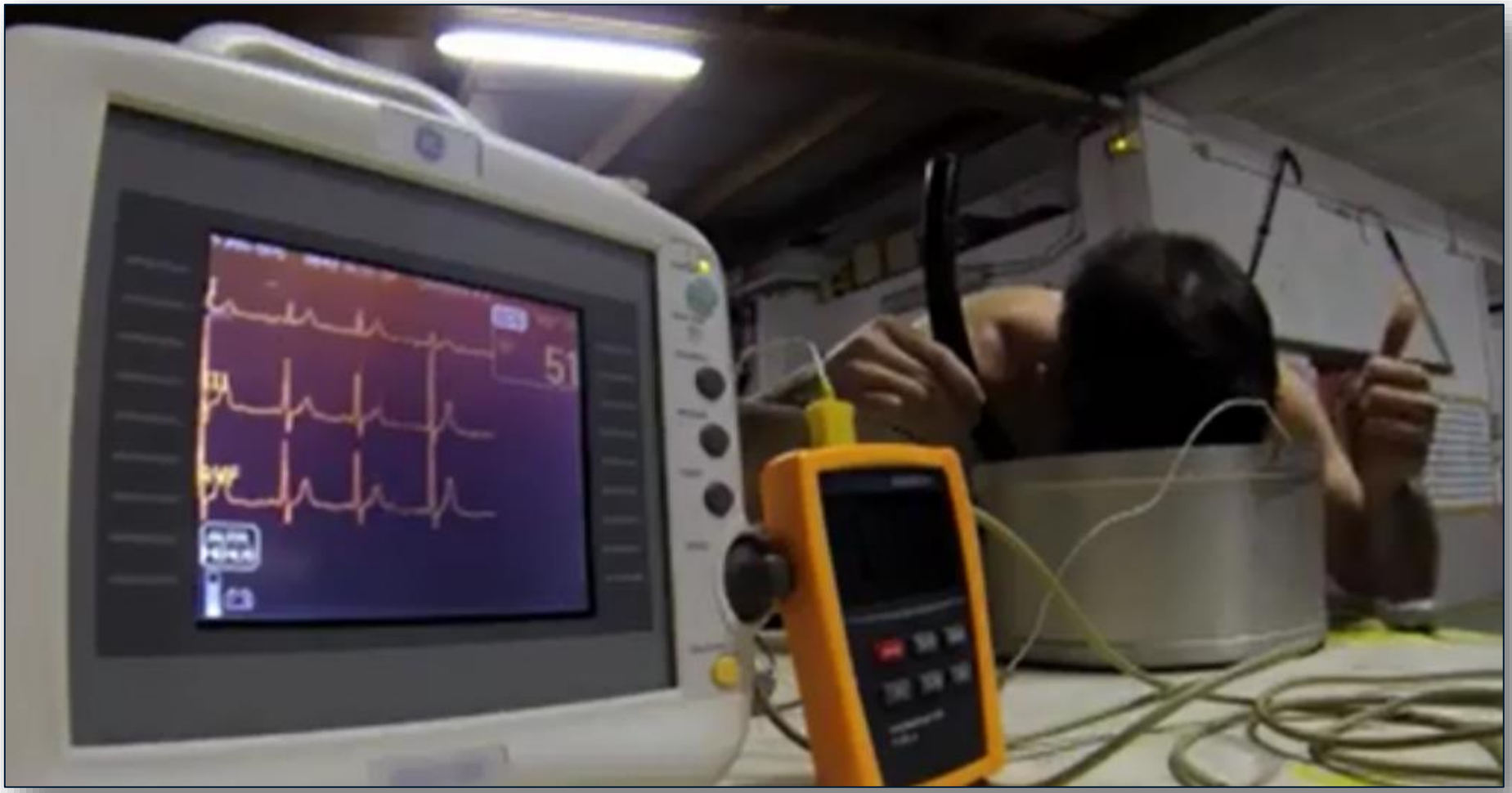
Figure n°6 : 11ème immersion du 15 octobre 2016 (scellé n°2)

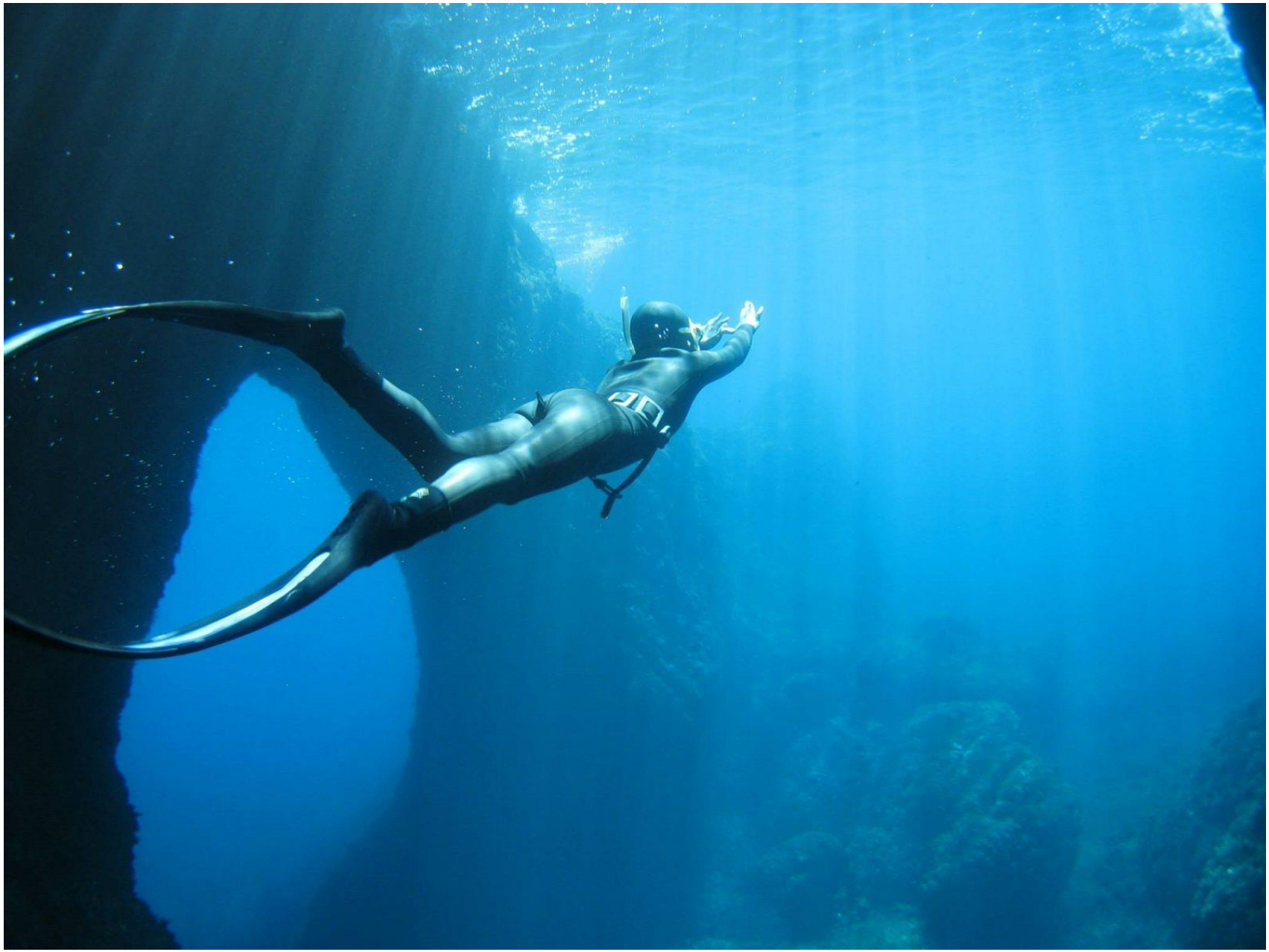
MAKO

NEVER EVER
FREEDIVE ALONE
ALWAYS FREEDIVE
WITH A BUDDY
Ne plongez plus jamais seul

YouTube

SAMBA


51



Contents lists available at ScienceDirect

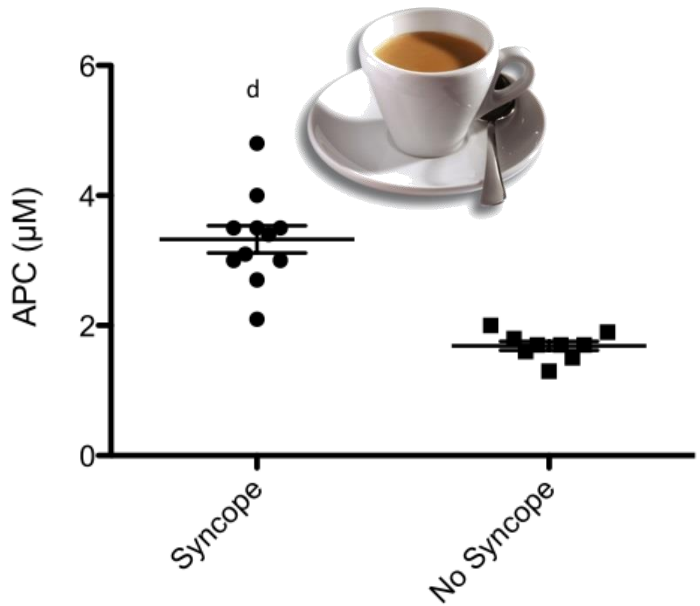
International Journal of Cardiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijcard

Letter to the Editor

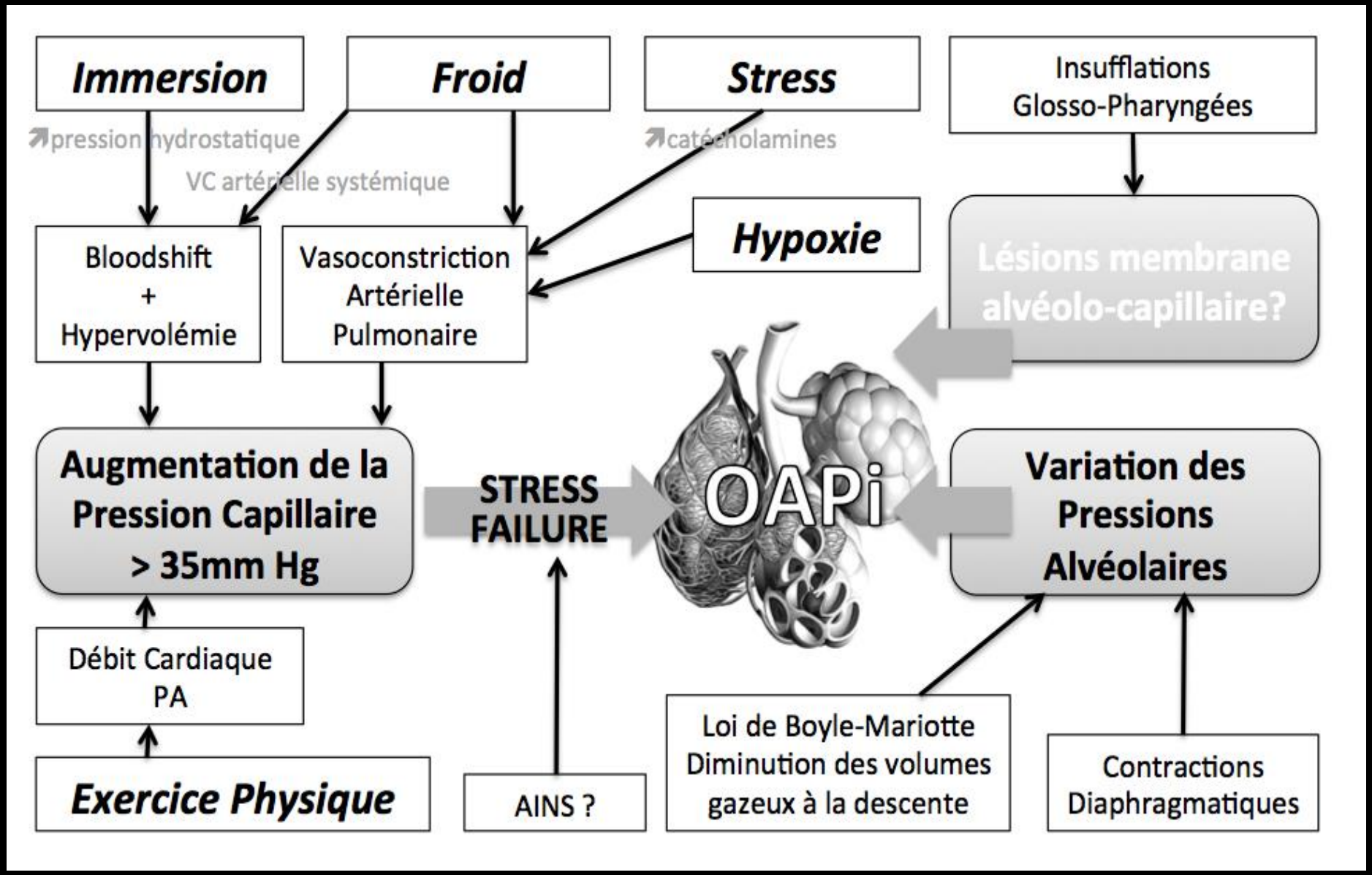
Plasma adenosine release is associated with bradycardia and transient loss of consciousness during experimental breath-hold diving

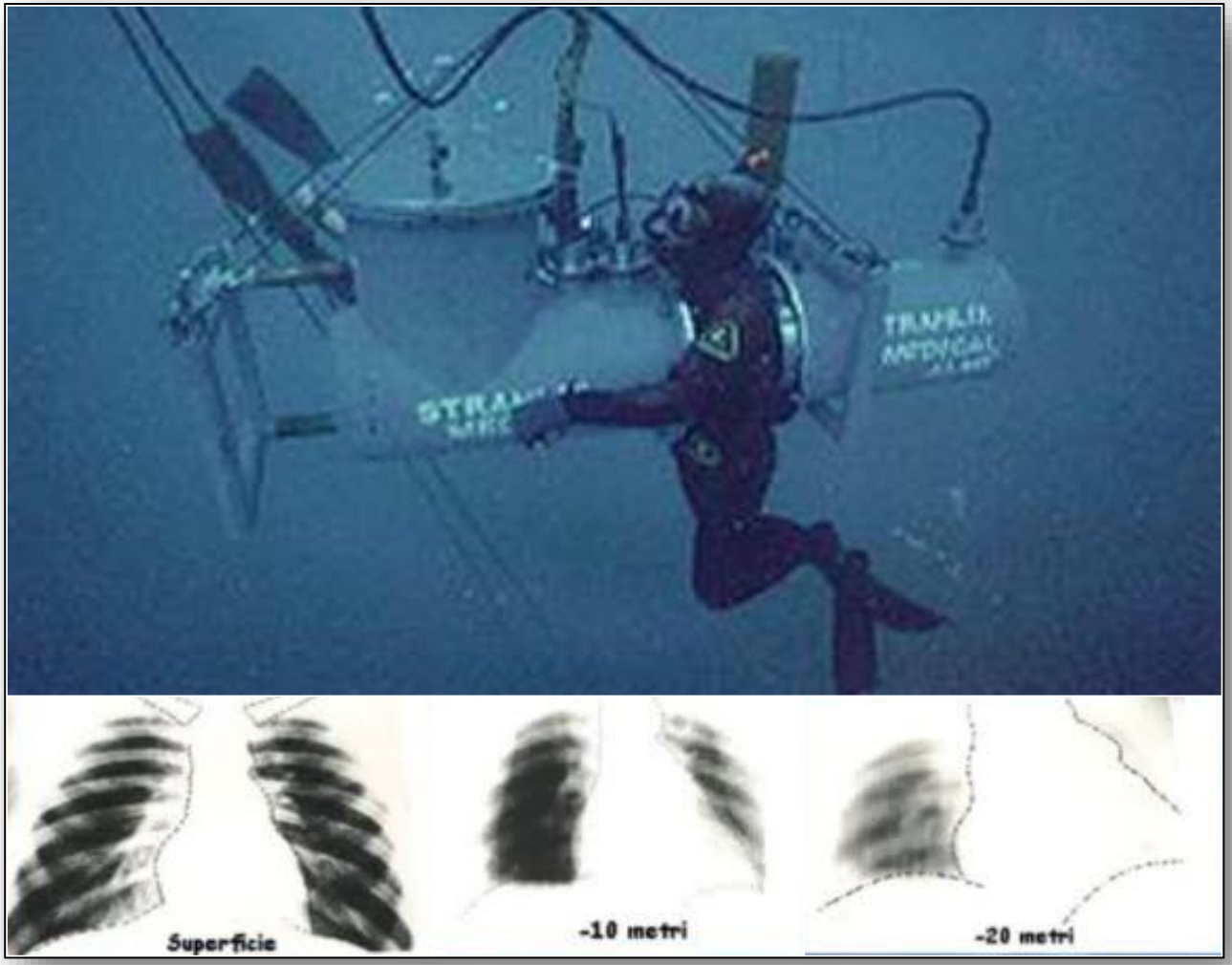
Fabrice Joulia [a,h], Mathieu Coulange [a,b], Frederic Lemaitre [c], Guillaume Costalat [c], Frederic Franceschi [a,d], Vlad Gariboldi [a,e], Laetitia Nee [a,f], Julien Fromonot [a,f], Laurie Bruzzese [a], Gilles Gravier [a], Nathalie Kipson [a], Yves Jammes [a], Alain Boussuges [a,g], Michele Brignole [h], Jean Claude Deharo [a,d], Régis Guieu [a,g,*]

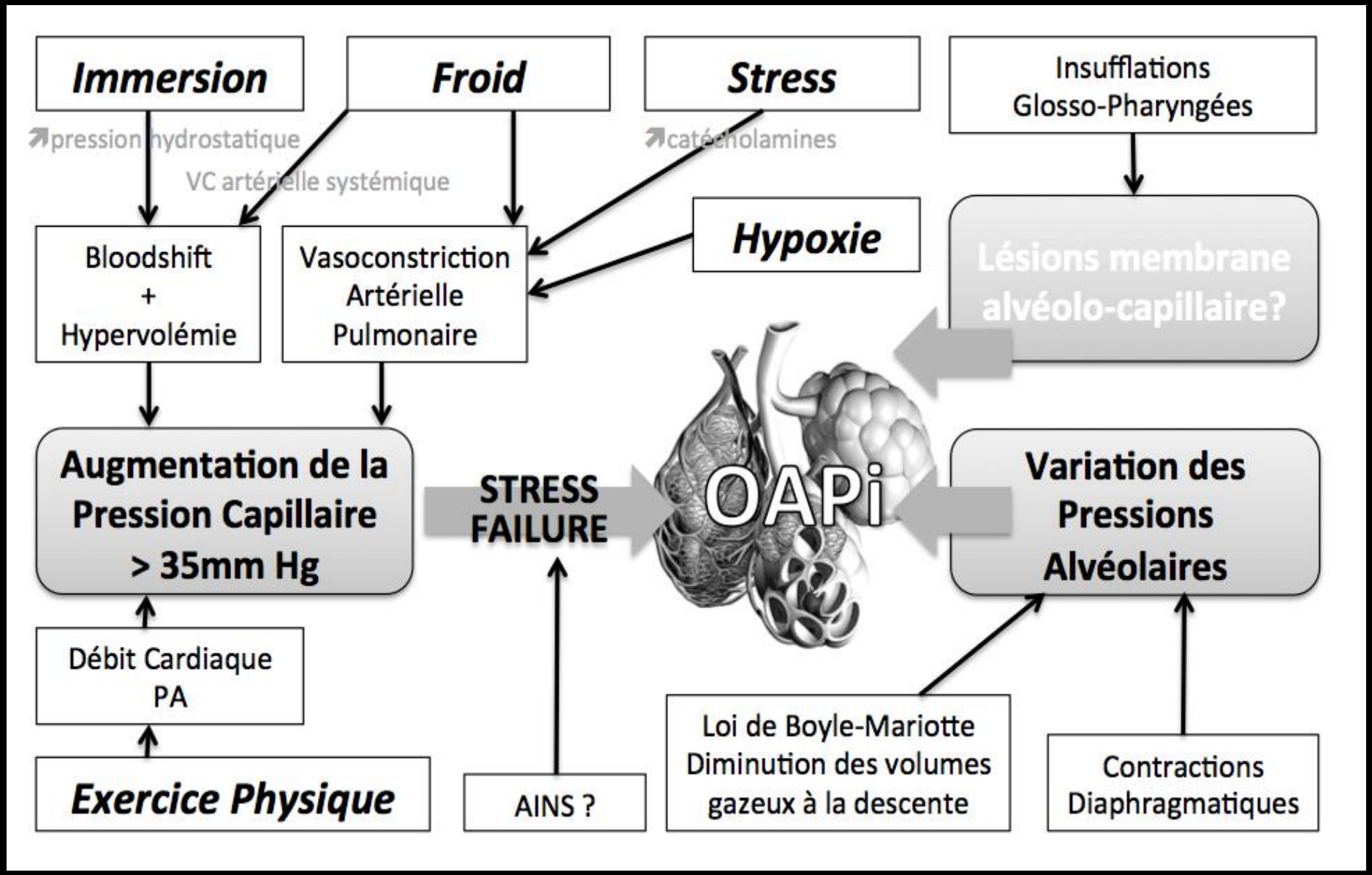


Hypercapnie

HEMOPTYSIE


Immersion
Froid
Stress
Insufflations Glosso-Pharyngées
↗pression hydrostatique
VC artérielle systémique
↗catécholamines
Bloodshift + Hypervolémie
Vasoconstriction Artérielle Pulmonaire
Hypoxie
Lésions membrane alvéolo-capillaire?
Augmentation de la Pression Capillaire > 35mm Hg
STRESS FAILURE
OAPi
Variation des Pressions Alvéolaires
Débit Cardiaque PA
Exercice Physique
AINS ?
Loi de Boyle-Mariotte Diminution des volumes gazeux à la descente
Contractions Diaphragmatiques

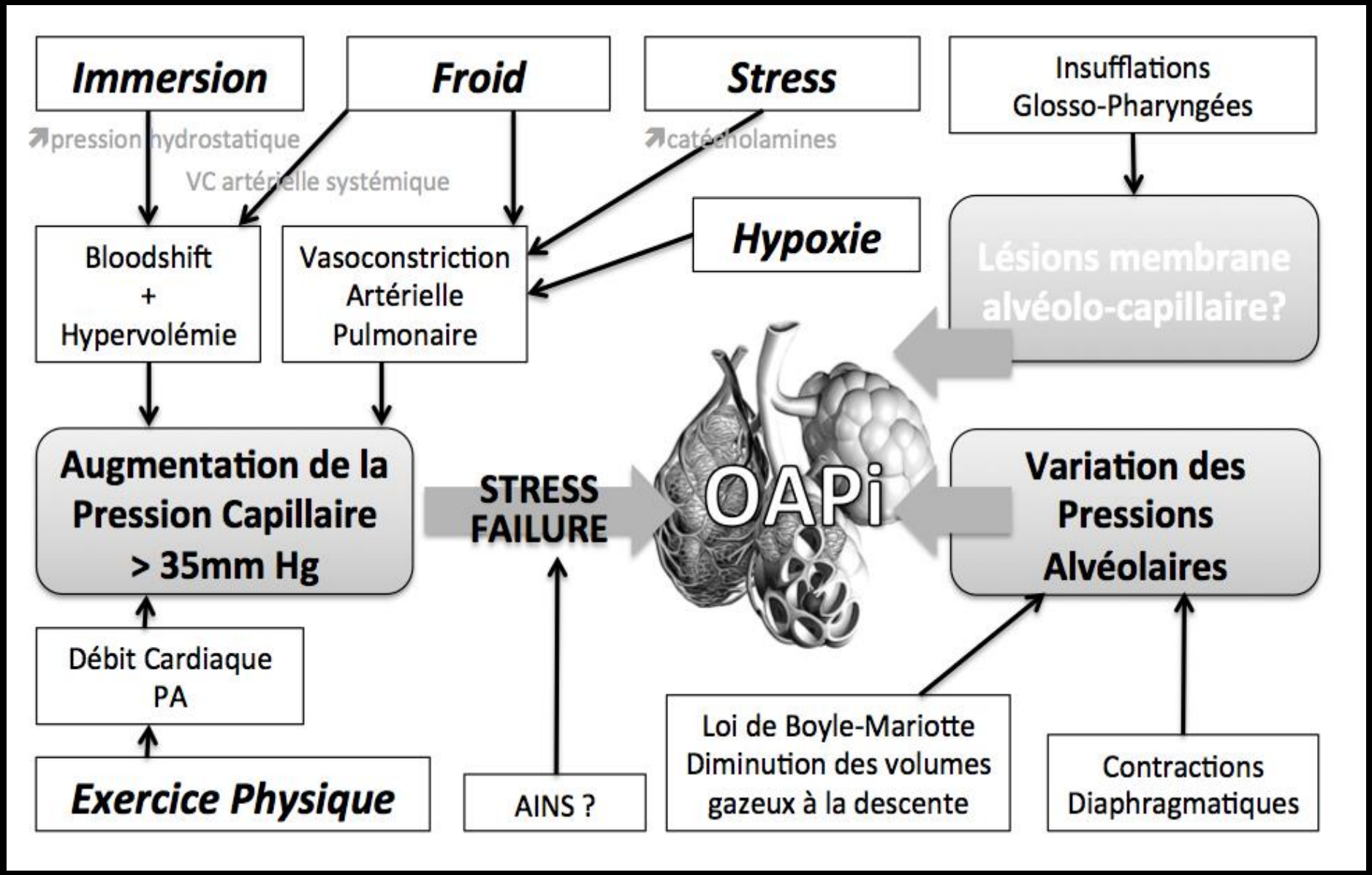

Superficie
-10 metri
-20 metri


Immersion
Froid
Stress
Insufflations Glosso-Pharyngées
↗pression hydrostatique
VC artérielle systémique
↗catécholamines
Bloodshift + Hypervolémie
Vasoconstriction Artérielle Pulmonaire
Hypoxie
Lésions membrane alvéolo-capillaire?
Augmentation de la Pression Capillaire > 35mm Hg
STRESS FAILURE
OAPi
Variation des Pressions Alvéolaires
Débit Cardiaque PA
Exercice Physique
AINS ?
Loi de Boyle-Mariotte Diminution des volumes gazeux à la descente
Contractions Diaphragmatiques

Pression Artérielle Moyenne

Boussuges A, Coulange M, Bourc'his M et al.

Novalja et al., 2007 – Andersson et al., 2009


Immersion
Froid
Stress
Insufflations Glosso-Pharyngées
↗pression hydrostatique
VC artérielle systémique
↗catécholamines
Bloodshift + Hypervolémie
Vasoconstriction Artérielle Pulmonaire
Hypoxie
Lésions membrane alvéolo-capillaire?
Augmentation de la Pression Capillaire > 35mm Hg
STRESS FAILURE
OAPi
Variation des Pressions Alvéolaires
Débit Cardiaque PA
Exercice Physique
AINS ?
Loi de Boyle-Mariotte Diminution des volumes gazeux à la descente
Contractions Diaphragmatiques

Nery ©

Paramètre	UM	Pred.	TEST#1	%Pred.
CVE	l(btps)	5.57	6.87	123.4
VRE	l(btps)	1.57	2.27	144.7
VRI	l(btps)		4.03	
VE	l/min		4.80	
Rf	1/min		8.50	
Vc	l(btps)		0.57	
Vc/Ti	---		0.20	
Ti/Ttot	---		0.40	

WILDERNESS & ENVIRONMENTAL MEDICINE, **25**, 466–471 (2014)

BRIEF REPORT

Glossopharyngeal Insufflation and Breath-Hold Diving: The More, the Worse?

Alain Boussuges, MD, PhD; Olivier Gavarry, PhD; Jacques Bessereau, MD; Mathieu Coulange, MD, PhD; Morgan Bourc'his, MS; Pascal Rossi, MD, PhD

From the UMR-MD2, French Armed Biomedical Research Institute, IRBA, Brétigny sur Orge, and Aix-Marseille University, Marseille, France (Drs Boussuges, Bessereau, Coulange, and Rossi); Laboratoire HandiBio–EA 4322, Université du Sud Toulon Var, La Garde, France (Dr Gavarry); Pole RUSH, Assistance Publique des Hopitaux de Marseille, Marseille, France (Drs Bessereau and Coulange); Massiliasub, Marseille, France (Mr Bourc'his); and the Internal Medicine Department, Hôpital Nord, Assistance Publique-Hôpitaux de Marseille, Marseille, France (Dr Rossi).

Paramètre	UM	Pred.	TEST#4	%Pred.
CVI	l(btps)	5.57	10.08	181.2
VRE	l(btps)	1.57	3.40	217.1
VRI	l(btps)		6.15	
VE	l/min		6.90	
Rf	1/min		13.00	
Vc	l(btps)		0.53	
Vc/Ti	---		0.31	
Ti/Ttot	---		0.37	

Jacobson et al., 2006 – Chung et al., 2010 – Liner et al., 2010

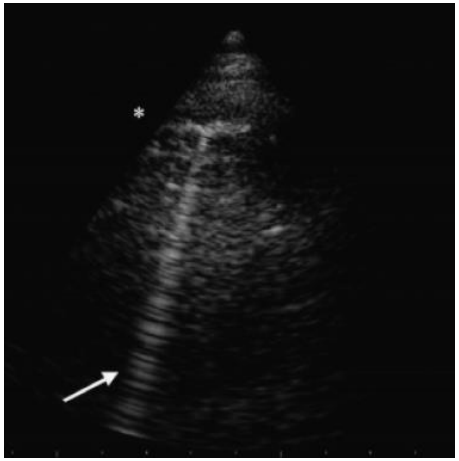
Scand J Med Sci Sports 2011
doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01319.x

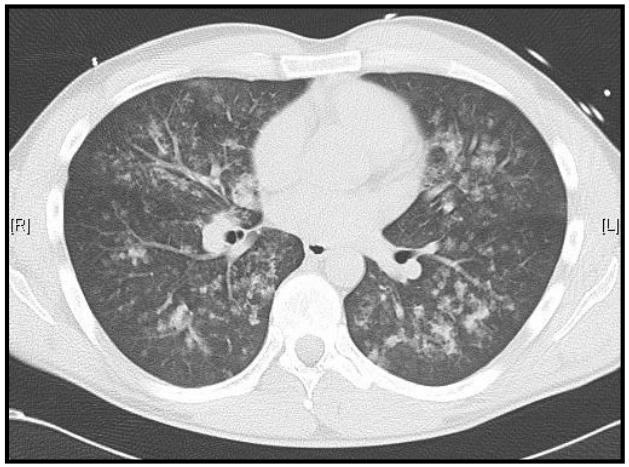
© 2011 John Wiley & Sons A/S

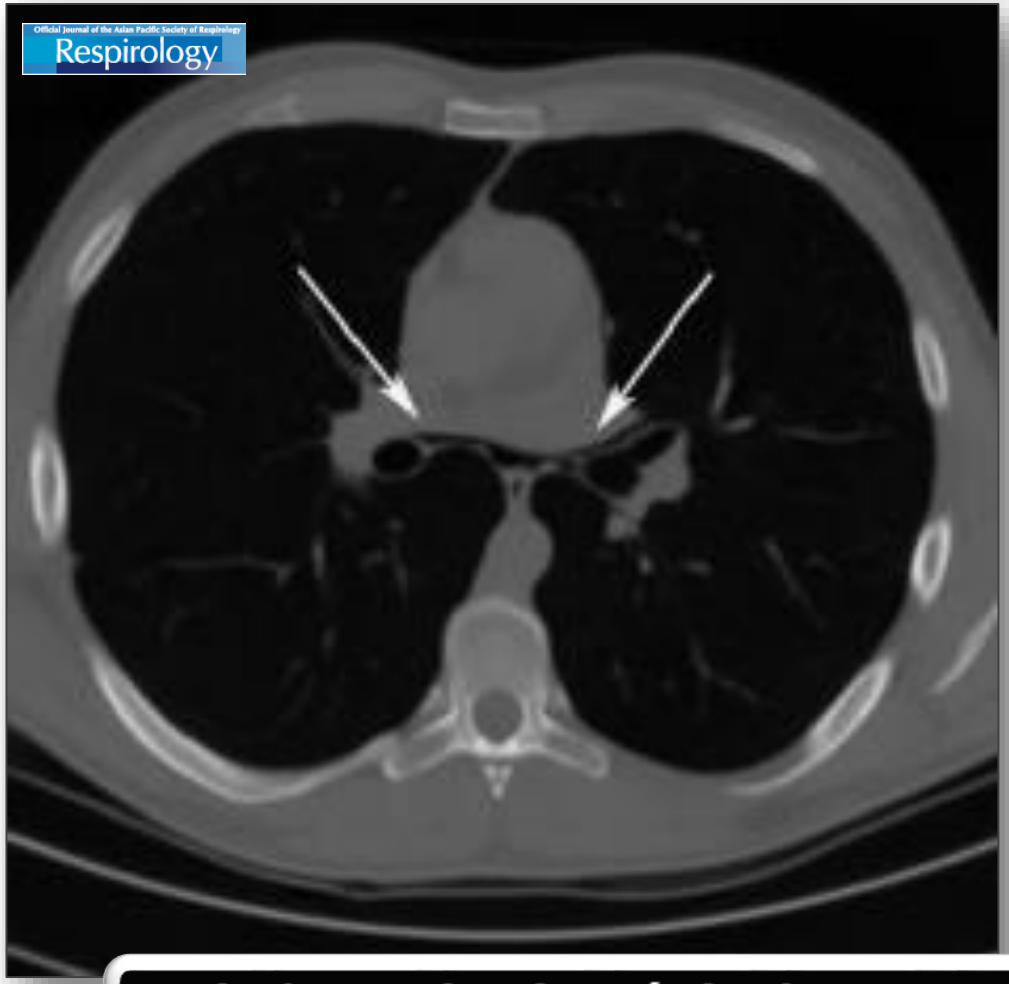
SCANDINAVIAN JOURNAL OF
MEDICINE & SCIENCE
IN SPORTS

Ultrasound lung comets induced by repeated breath-hold diving, a study in underwater fishermen

A. Boussuges[1], M. Coulange[1], J. Bessereau[1], O. Gargne[1], K. Ayme[1], O. Gavarry[2], P. Fontanari[2], F. Joulia[2]



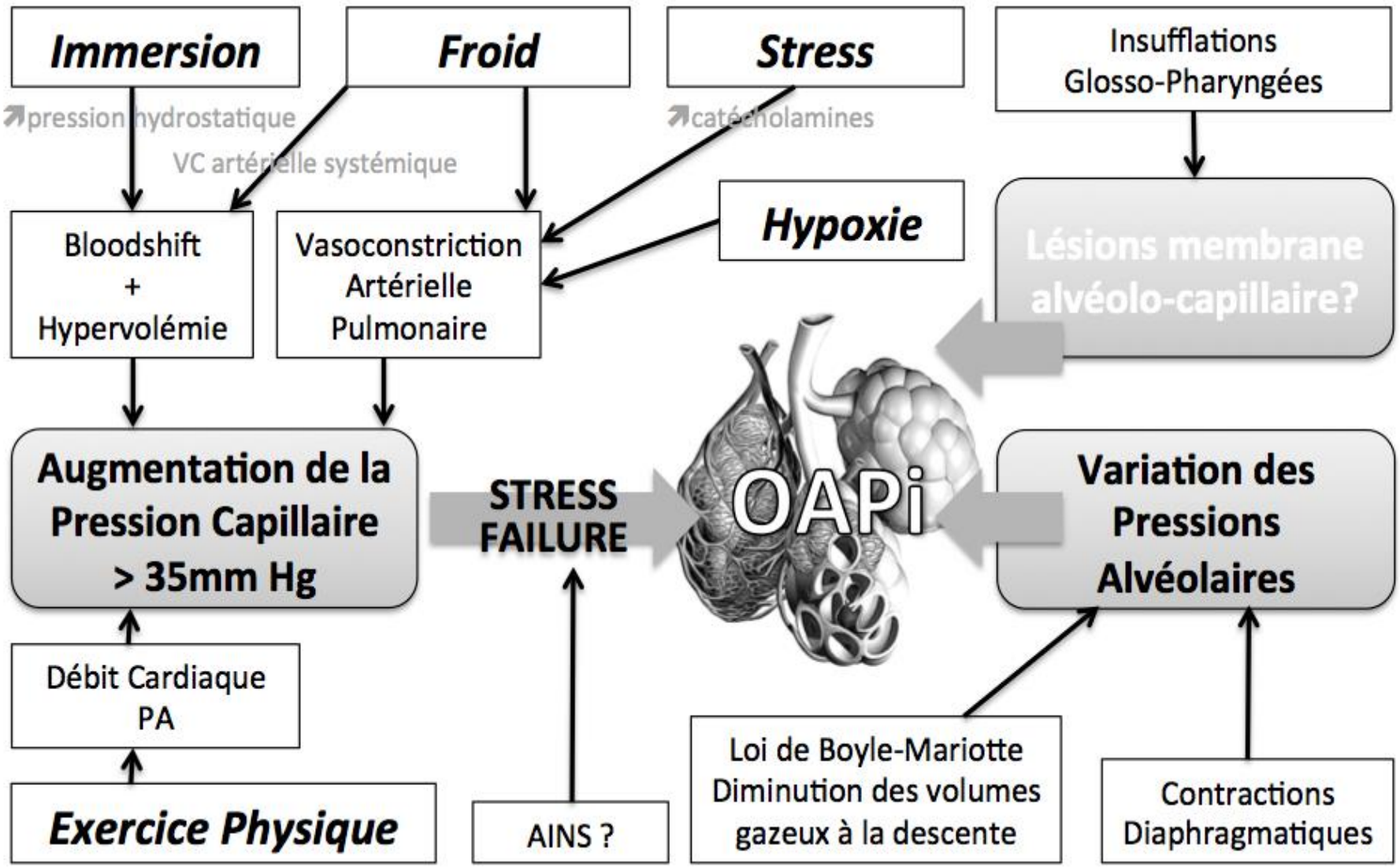




Etude / tomodensitométrie chez 6 apnéistes
(en référence et après des manœuvres de carpe)

- **2 sujets ont 1 pneumomédiastin sur les 2 examens**
- **3 sujets ont un pneumomédiastin après les manœuvres glossopharyngées**
- **1 sujet n'augmente pas son volume pulmonaire et a une TDM nle**

Chung et coll – Respirology. 2010


Immersion
Froid
Stress
Insufflations Glosso-Pharyngées
↗pression hydrostatique
VC artérielle systémique
↗catécholamines
Bloodshift + Hypervolémie
Vasoconstriction Artérielle Pulmonaire
Hypoxie
Lésions membrane alvéolo-capillaire?
Augmentation de la Pression Capillaire > 35mm Hg
STRESS FAILURE
OAPi
Variation des Pressions Alvéolaires
Débit Cardiaque PA
Exercice Physique
AINS ?
Loi de Boyle-Mariotte Diminution des volumes gazeux à la descente
Contractions Diaphragmatiques

Hémoptysies: CAT

Hémoptysies
Toux
Douleur thoracique
Gêne laryngée
Dyspnée
Modification de la voix

OAPi ?

Surpression?

Sortir de l'eau
Pas de Ré-immersion
Oxygénothérapie MHC
Avis médical

- **Bilan d'imagerie précoce**
- **Bilan CardioVx**
- **C.I 1 mois**

Sous évaluation médicale

Récidive

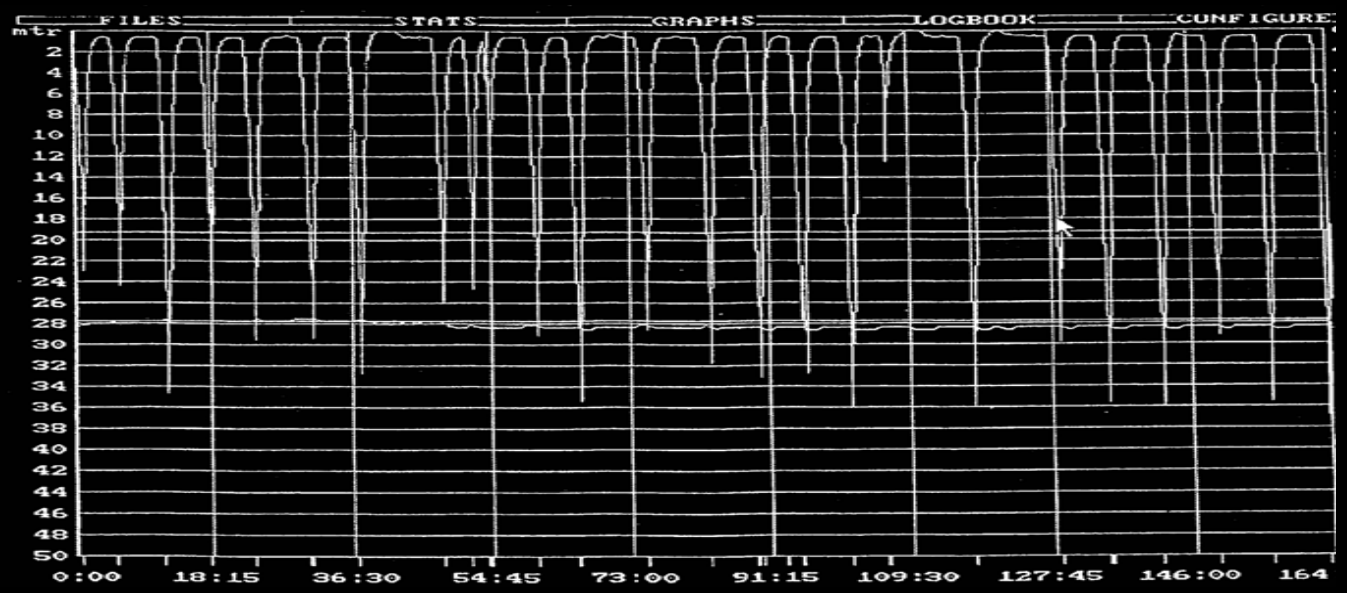
Mortel ?

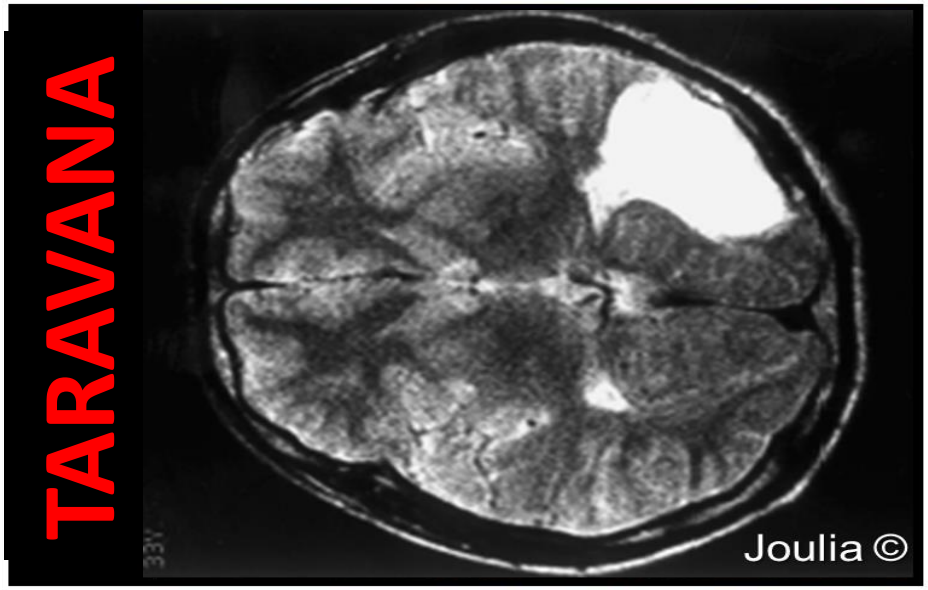
TARAVANA
Joulia ©

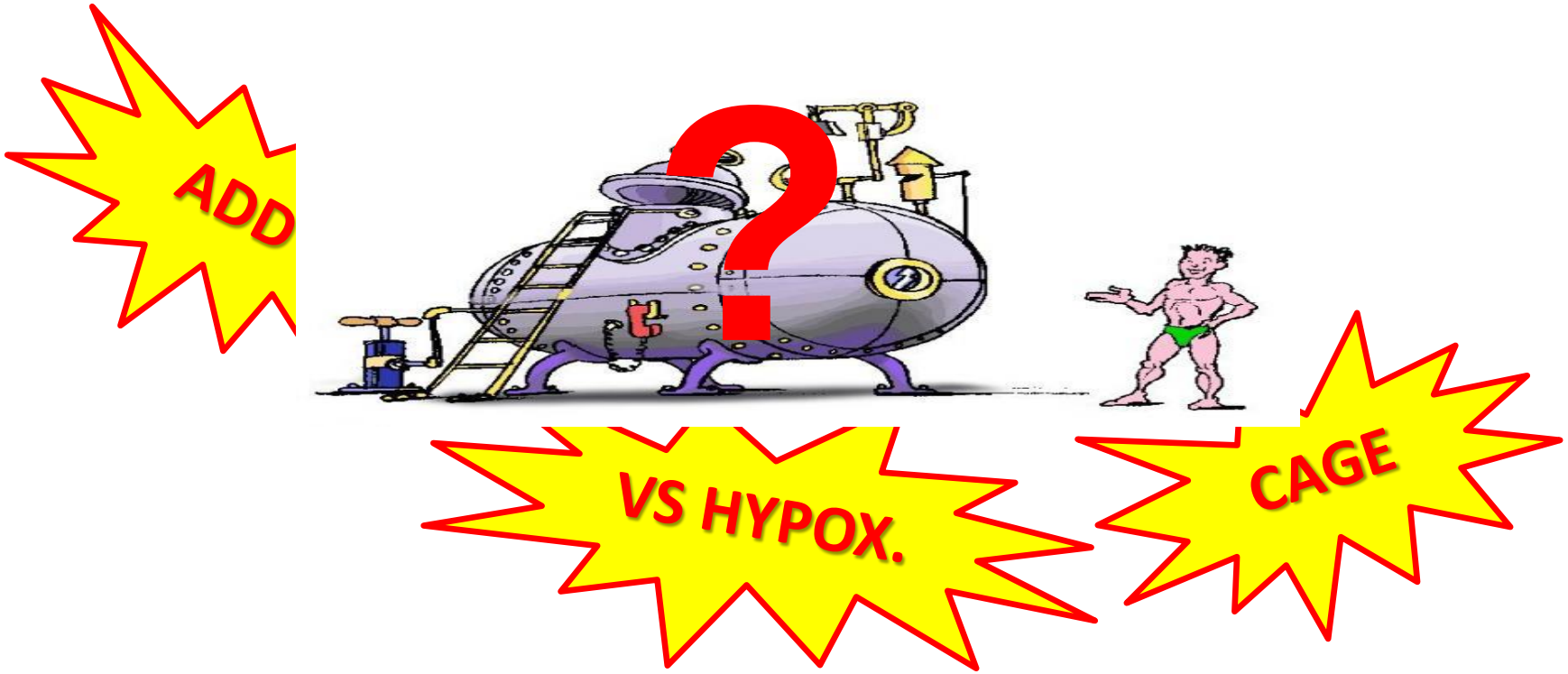
TARAVANA

Décrit en 1947 en Polynésie:

- **Pêcheurs coquillages ou des éponges**
- **Plongées à poids variable,**
- **Profondeurs importantes (20 à 45 mètres),**
- **> 15 plongées par heure - 6 heures d'affilée**
- **Symptomatologie neurologique +++ et/ou psychique**




TARAVANA
Joulia ©


ADD
?
VS HYPOX.
CAGE

TARAVANA: ADD ?

Thèse Dr HERAN (1990): 6 cas

- Pêcheurs de haut niveau, compétition sportive de chasse, plongées de 5 à 8 heures consécutives, profondeur > 30 mètres, des durées d'apnées >2 minutes, temps de récupération surface de 30 secondes à 4 minutes.

- Les manifestations cliniques :
  - 5 cas: neurologiques centrales (dysarthrie, aphasie, parésie et/ou paresthésie du côté droit)
  - **1 cas vestibulo-labyrinthiques : (vertiges, troubles de l'équilibre, hypoacousie)**

TARAVANA: ADD ?

- **Les modifications de l'air alvéolaire:**

  La mesure de l'azote alvéolaire en surface, à la fin d'une apnée, la montre supérieure à 79%, du fait de la diminution de l'oxygène (O^2) consommée par les tissus, sans augmentation notable du gaz carbonique (CO^2) tamponné par les tissus

  PAULEV, 1965 : le pourcentage d'azote alvéolaire est de 83 % en sortie dune plongée de 1 minute à 20 mètres, et de 88 % pour une plongée de 2 minutes à 20 mètres.

- **Augmentation PpN2 par augmentation de la pression hydrostatique.**

- **L'hyperventilation préalable à l'immersion => fermeture des shunts pulmonaires, et l'élargissement de la surface d'échange capillaire-alvéole, facilitent le passage de l'azote alvéolaire dans le sang capillaire**

Immersions répétées => Saturation tissulaire

TARAVANA: ADD ?

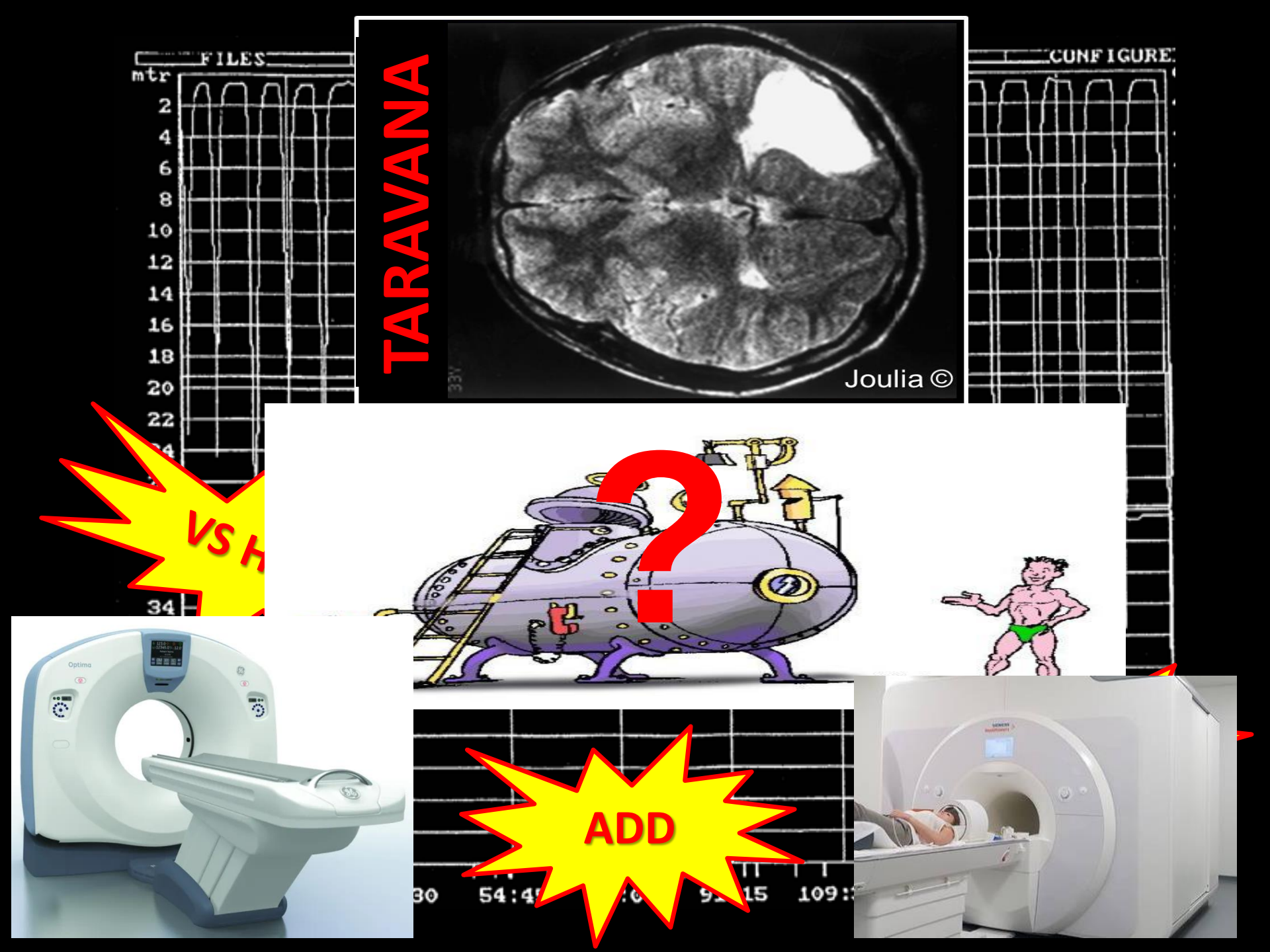
Facteurs de risque:

- **Profondeur du fond,**
- **Durée d’immersion,**
- **Durée de récupération en surface,**
- **Durée totale de l’immersion,**
- **Etat physique du plongeur (âge),**
- **Effort musculaire produit,**

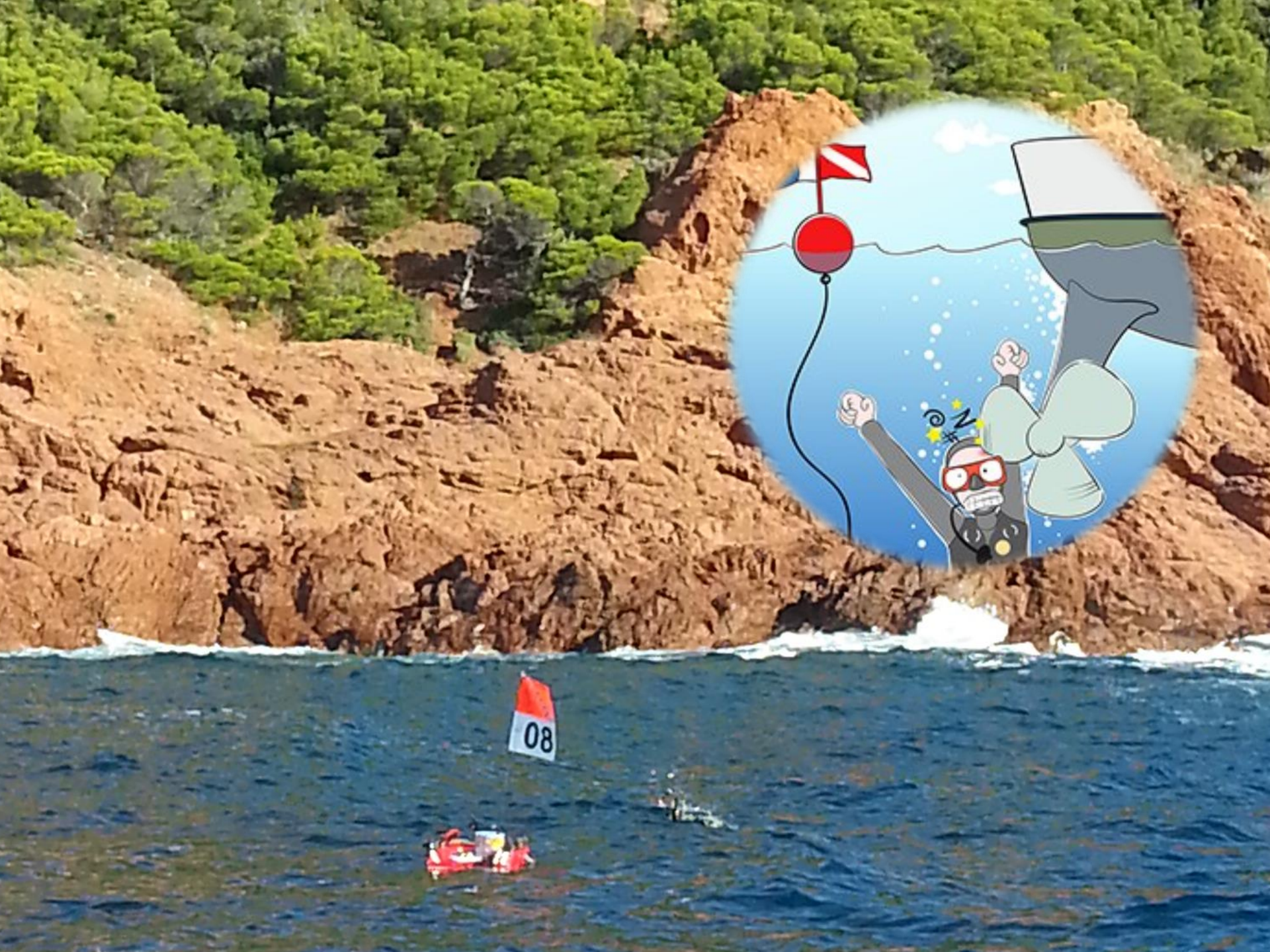
- **Vitesses descente et remonté**

Prof	Temps	1/2h	1h	1h½	2h	3h	4h	5h	10h
15m	1 mn					57	51	48	45
	2 mn					28	25	24	22
	3 mn					19	17	16	15
20 m	1 mn		58	52	47	42	38	36	34
	2 mn		29	26	23	21	19	18	17
	3 mn		19	17	15	14	12	12	11
25 m	1 mn		46	41	37	34	30	29	27
	2 mn		23	20	18	17	15	14	13
	3 mn		15	13	12	11	10	9	9
30 m	1 mn	59	38	34	31	28	25	24	22
	2 mn	29	19	17	15	14	12	12	11
	3 mn	19	13	11	10	9	8	8	7
35 m	1 mn	50	33	29	26	24	22	20	19
	2 mn	25	16	13	13	12	11	10	9
	3 mn	16	11	9	9	8	7	7	6
40 m	1 mn	44	29	26	23	21	19	18	17
	2 mn	22	14	13	11	10	9	9	8
	3 mn	14	9	8	7	7	6	6	5
45 m	1 mn	39	25	23	21	19	17	16	15
	2 mn	19	13	11	10	9	8	8	7
	3 mn	13	8	7	7	6	5	5	5
50 m	1 mn	35	23	20	18	17	15	14	13
	2 mn	17	11	10	9	8	7	7	6
	3 mn	12	7	6	6	5	5	4	4

Dr Nicolas Héran. **Thèse** de **doctorat** en Médecine: **Les plongeurs en apnée peuvent-ils présenter une maladie de la décompression ?**


FILES
mtr
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
34
CONFIGURE
TARAVANA
Joulia ©
VS
?
ADD
54:4
109:

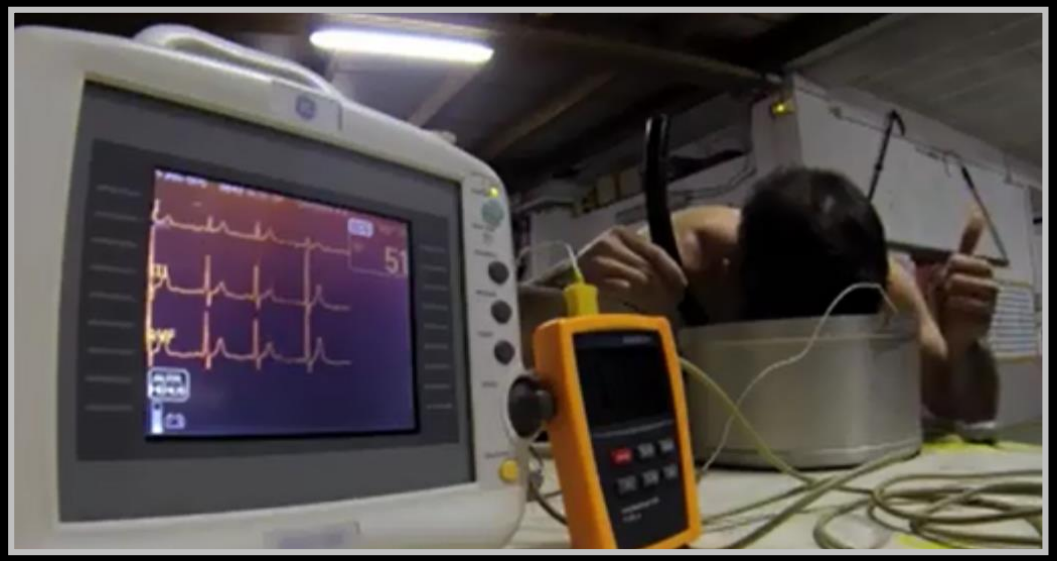
TRAUMATO

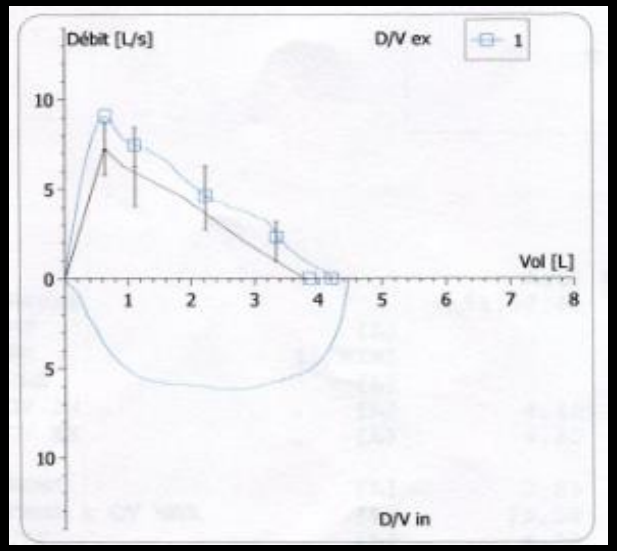

08

LA VISITE MEDICALE II

VISITE MEDICALE DE NON CONTRE INDICATION

(surtout si apnée > 90 s & > 10 m)



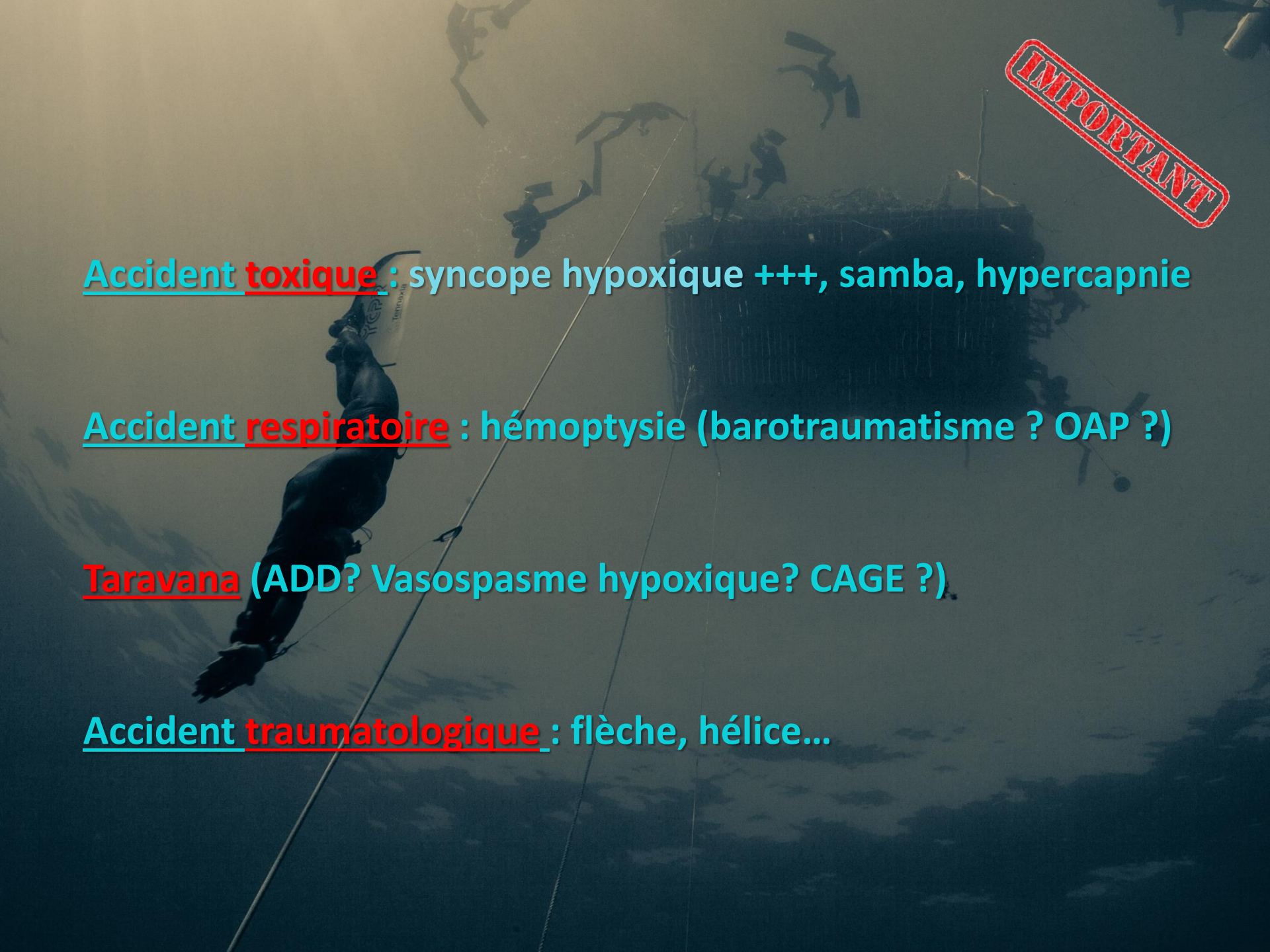


Apnée :	**Contre-indications définitives** **V = poids constant** **O = piscine**	**Contre-indications temporaires** **V = poids constant** **O = piscine**
CARDIOLOGIQUES	Cardiopathie congénitale, Insuffisance Cardiaque, CMO, pathologie à risque syncopal (valvulopathies type RAO RM), Tachycardie paroxystique, BAV 2 / 3 non appareillé . Accident vasculaire cérébral , HTA non contrôlée après épreuve d'effort .	HTA infarctus récent angor péricardite stent vasculaire
ORL	V/O trachéostome évidemment petro mastoïdien Perforation tympanique résiduelle, déficit vestibulaire non compensé V/ otospongiose opérée ossiculoplastie cophose unilatérale	Syndrome vertigineux perf tympanique obstruction tubaire épisode infectieux
PNEUMOLOGIE	V/O Pneumothorax spontané ou maladie bulleuse V asthme sévère (stade 3) BPCO	Pleurésie, infection, trauma thoracique
OPHTALMO	Kératocône>stade 2 chirurgie oculaire récente 6 mois	V/O Décollement rétinien
NEUROLOGIE	Epilepsie, syndrome déficitaire, pertes de connaissances itératives	Traumatisme crânien récent avec perte de connaissance à évaluer Hernie discale cervicale ou lombaire symptomatique
PSYCHIATRIE	Psychoses sévères IMC	V/Alcoolisation aigue V/ trt antidépresseur et anxiolytique V/Tétanie normo calcique
HEMATOLOGIE	Thrombopénies Hémophilie Thrombopathie congénitales	
GYNECOLOGIE		V/ grossesse
METABOLISMES	Diabète de types 1 et 2 voir annexe	
DERMATOLOGIE		Pathologies infectieuses en cours
GASTRO	V manchon anti reflux	
CANCEROLOGIE		A évaluer cas par cas à la fin du traitement

QUELQUES CONSEILS AVANT L'APNEE

- Etre en **bonne forme** physique et psychique
- Eviter de plonger dans un **contexte d'infection**
- Ne pas faire d'apnée **dans les 6 à 12 h qui suivent une plongée** en SCUBA
- Ne **pas plonger en bouteille** dans les 12 h qui suivent des apnées à plus de 20 m
- **Planification** (montre & profondimètre ou ordinateur)
- Favoriser **l'échauffement** et la **progressivité**
- Eviter le « **no warm up** »
- Eviter les **apnées profondes à faible volume pulmonaire**
- Eviter **l'hyperventilation** (4 mvts ventilatoires amples max. en 15 s.)
- Maitriser la **manœuvre de la carpe**
- Ne pas banaliser les **contractions diaphragmatiques** sur le fond
- Eviter les **exercices à haute intensité** lors de la remontée
- Limiter la **durée** à 90 secondes (surtout si profondeur > 10 m)
- Ne pas banaliser une **samba**
- Avoir des temps de **récupération** en surface
- **S'hydrater** à raison de 300 cc par heure d'immersion
- Ne **pas prendre d'aspirine** en post – immersion

CONCLUSION III



Accident toxique : syncope hypoxique +++, samba, hypercapnie

Accident respiratoire : hémoptysie (barotraumatisme ? OAP ?)

Taravana (ADD? Vasospasme hypoxique? CAGE ?)

Accident traumatologique : flèche, hélice…