



# **CERTIFICAT DE PLONGÉE: NE PAS COMMETTRE DE BULLES**

**CLAUDIA SCHMEER**

**MÉDECINE INTERNE GÉNÉRALE FMH**

**MEDICAL EXAMINER OF DIVERS, SUHMS.**

Formation continue Remed  
9 octobre 2014

CONFLIT D'INTÉRÊT?



# PLAN

- Incidence accidents
- Physiologie du corps en immersion
- Examen clinique
- Certificat
- Exemples – cas pratiques
- Messages –clés

# QUELQUES CHIFFRES

□ NB plongeurs                     $\pm 15'000'000$  plongeurs

□ Incidence ADD                    0,5 à 1 / 10'000 plongées  
( $\rightarrow 30 / 10'000$  plongées spéc)

□ Décès                                16,5 / 100'000 plongeurs/an

# CAUSE DÉCÈS

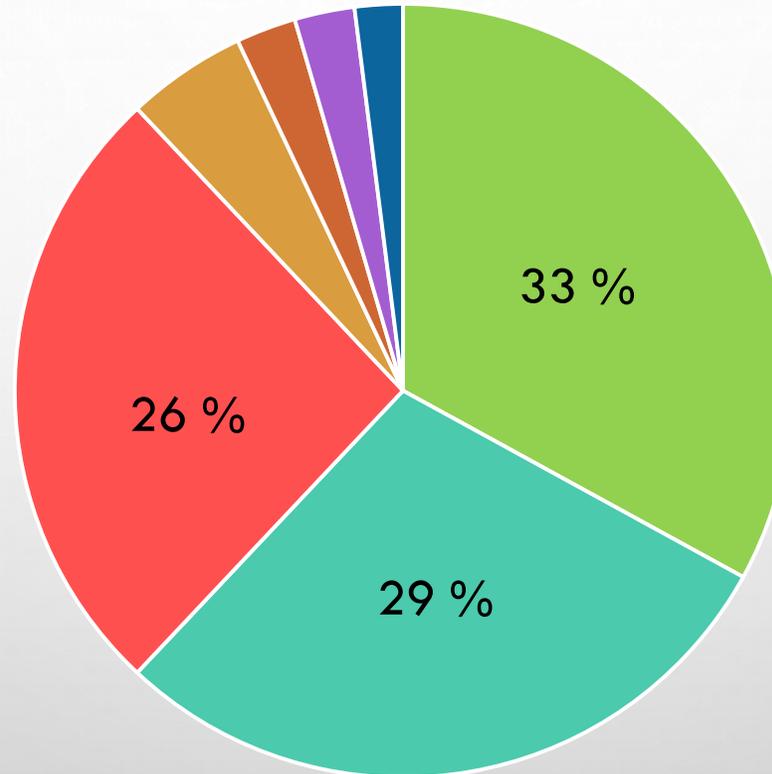
DAN: analyse 947 décès entre 1992 et 2003 (USA, Canada)

- Age médian                      43 ans (12-79)
- BMI                                      27 kg/m<sup>2</sup> (17-54)
- Comorbidités                      CV 27%, Diabète 4%  
Asthme 3%, Respiratoire 3%,  
Epilepsie 1%

# CAUSE DÉCÈS

## Disabling injuries in 590 diving fatalities

**CV:**  
**60% symptomatiques:**



**PANIC:**

**1/5 CASES WITH  
EMERGENCY ASCENT**

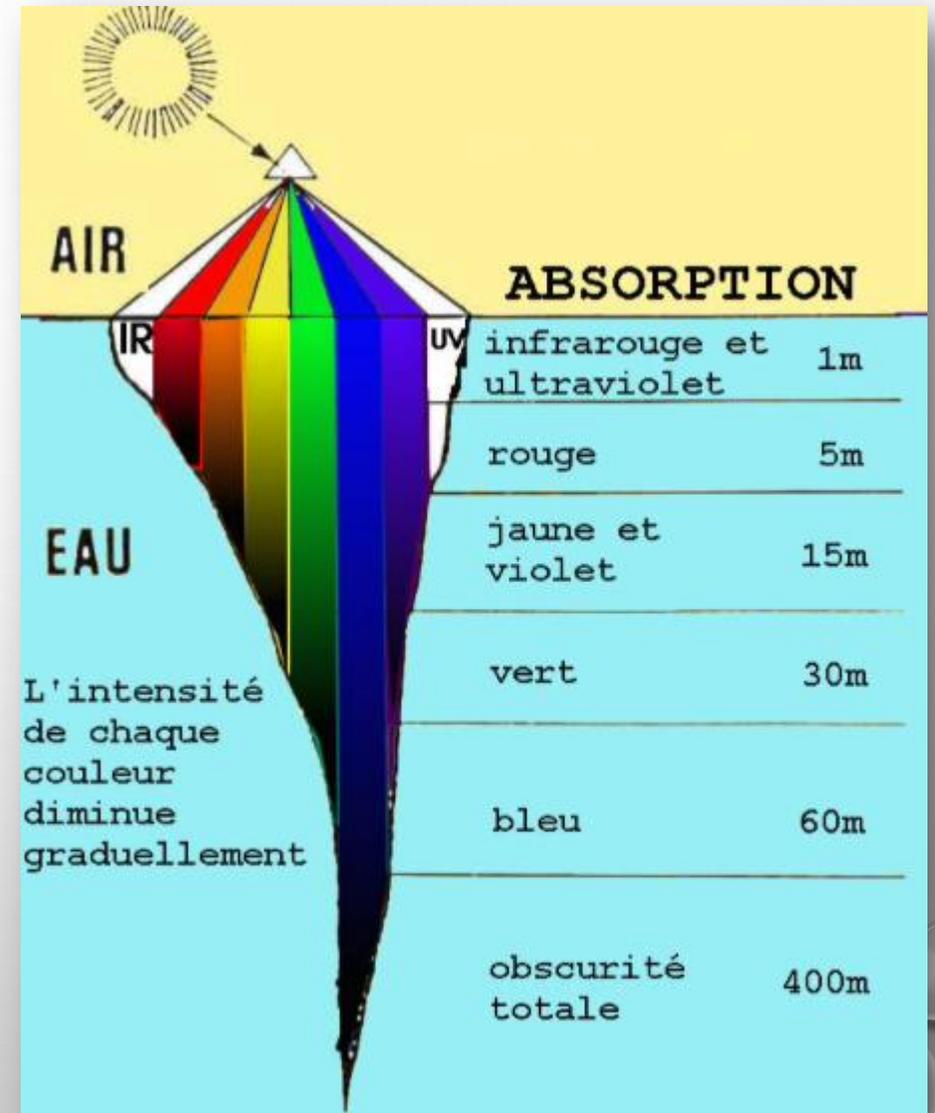
■ ASPHYXIA   ■ AGE   ■ CARDIAC INCIDENTS   ■ TRAUMA   ■ DCS   ■ LOC   ■ INAPPROPRIATE GAS

ALLEZ, ON PLONGE!



# L'EAU, UN ÉLÉMENT...

- Froid
- Dense, incompressible
- Soumis à des pressions
- Perceptions auditives  
et visuelles transformées
- Irréspirable... noyade!



# PLONGÉE = QUEL EFFORT ?



*"The doctor said he needed more activity. So, I hide his scuba equipment twice a week."*

Léger à modéré

Comparable à :

- tir à l'arc

- équitation

- rouler à moto

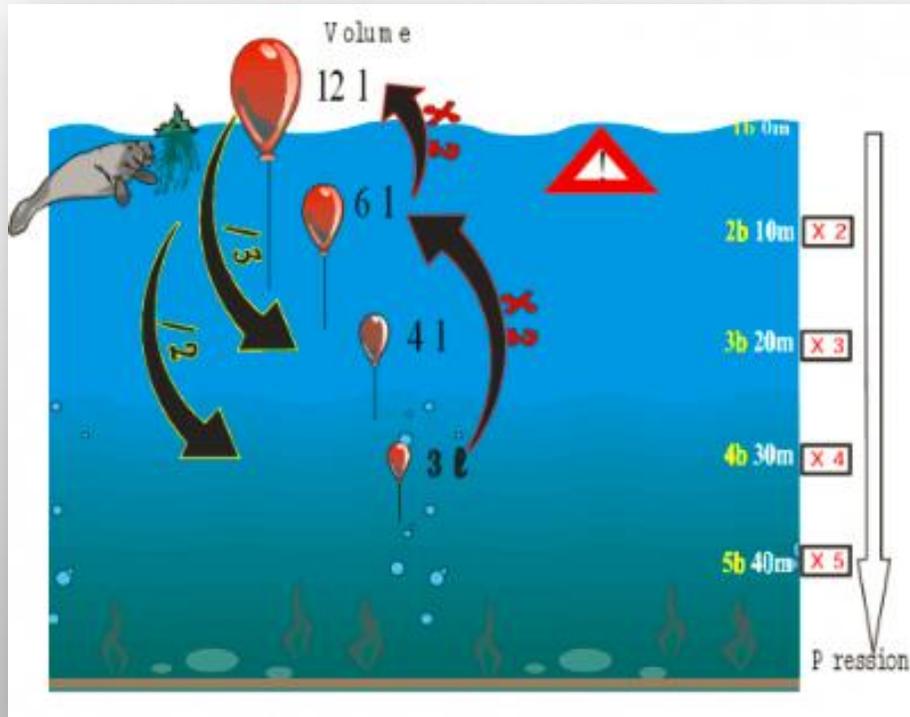
MAIS:

Effort parfois sévère

Poids matériel 20-60 kg

# IMMERSION

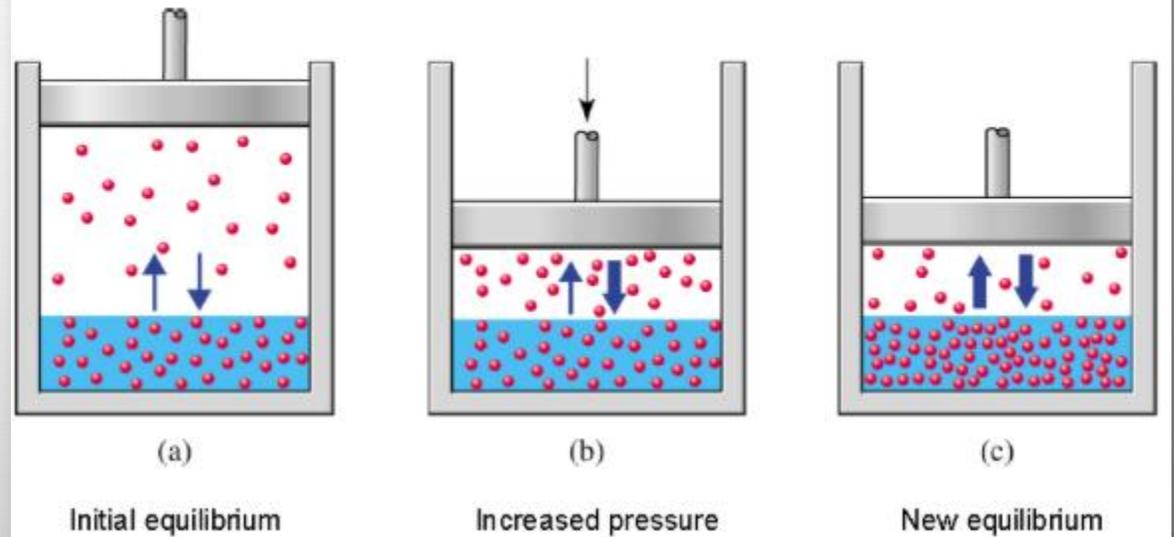
## Loi de Boyle-Mariotte



**➔** Barotraumatisme

## Loi de Henry

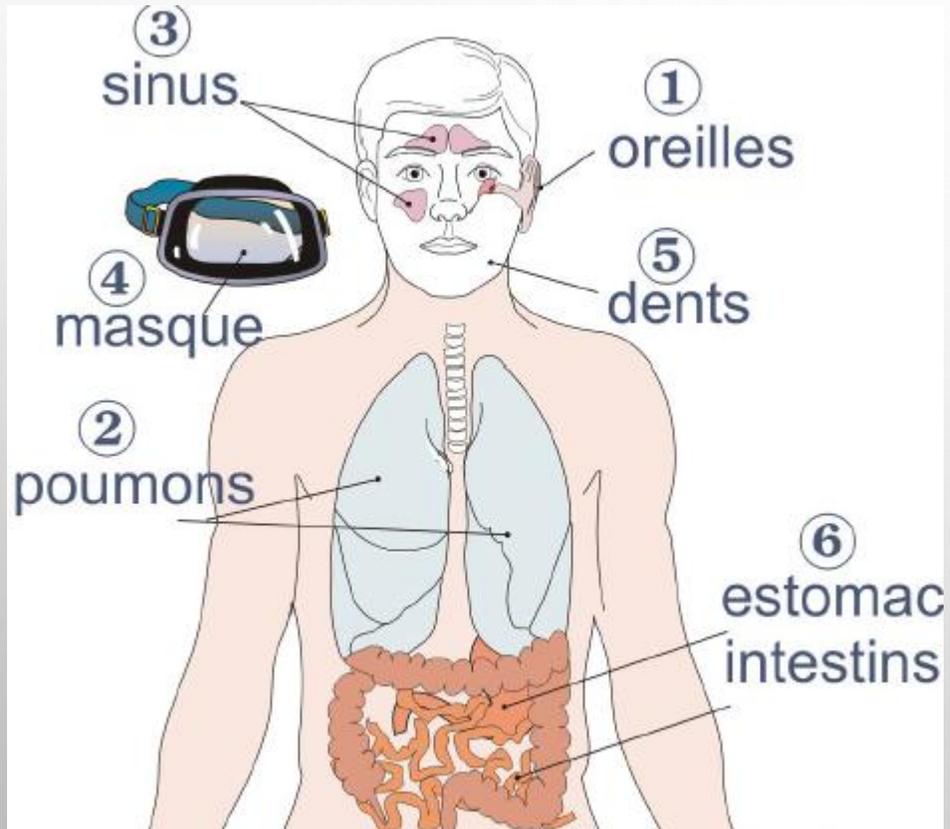
### Gas Solubility – Effect of Pressure



**➔** ADD

# IMMERSION

## Loi de Boyle et Mariotte: Barotraumatismes



② *Poumons*

⑥ *Estomac, intestins*

RGO sévère

Hernies hiatales

Hernies de paroi...

Subiléus sur brides

# IMMERSION

Loi de Henry: **ADD** (DCI = decompression illness)

TYPE 1

Musculo-cut

Articulaire

TYPE 2

Systémique

Neuro

EMBOLIE GAZEUSE

ARTÉRIELLE

Svt mortel



DD: OAP d'immersion

# GAZ EN IMMERSION

PROF (mètres)	P absolue (Bar)	PiN2 (Bar)	PiO2	PiCO2 si 1% (N< 0.05%)
0	1	0.79	0.21	0.01
10	2			0.02 hypercapnie, début hyperventilation
14	2.4		0.504	
20	3		0.63 Toxicité pulm (Effet Lorrain-Smith)	Essoufflement constant, Céphalées
35	4.5	Début narcose «ivresse des profondeurs»		
50	6	4.56 ralentissement hallucinations		
70	8		1.68 Toxicité neuro (Effet Paul Bert): crise convulsive	0.08 Stupeur, ébriété PC
90	10	7.9 PC		

# PHYSIOLOGIE DU CORPS EN PLONGÉE



# EFFETS CARDIOVASCULAIRES (1)

Pression - ↑ avec profondeur + perte de gravité  
- compression vv MI

➔ ↑ V sg «central» → ↑ précharge, V télédiastolique →  
↑ V éject et débit card (30-60%) et ↓ FC.

➔ ↑ diurèse 0.5-0.7 litres

*Pendergast et al. J Appl Physiol 2009*

*Marabotti et al. Acta Physiol 2013*

# EFFETS CARDIOVASCULAIRES (2)

«diving reflex» (T < 20 degrés)

Stimulation p. sensitive nf trijumeau → inhibition centre médullaire cardio-resp



bradycardie (↓ FC 60%)



vasoconstriction périphérique



shunt vers zones sensibles à l'hypoxie

... arythmies, tachycardies, bloc AV ...

# EFFETS RESPIRATOIRES

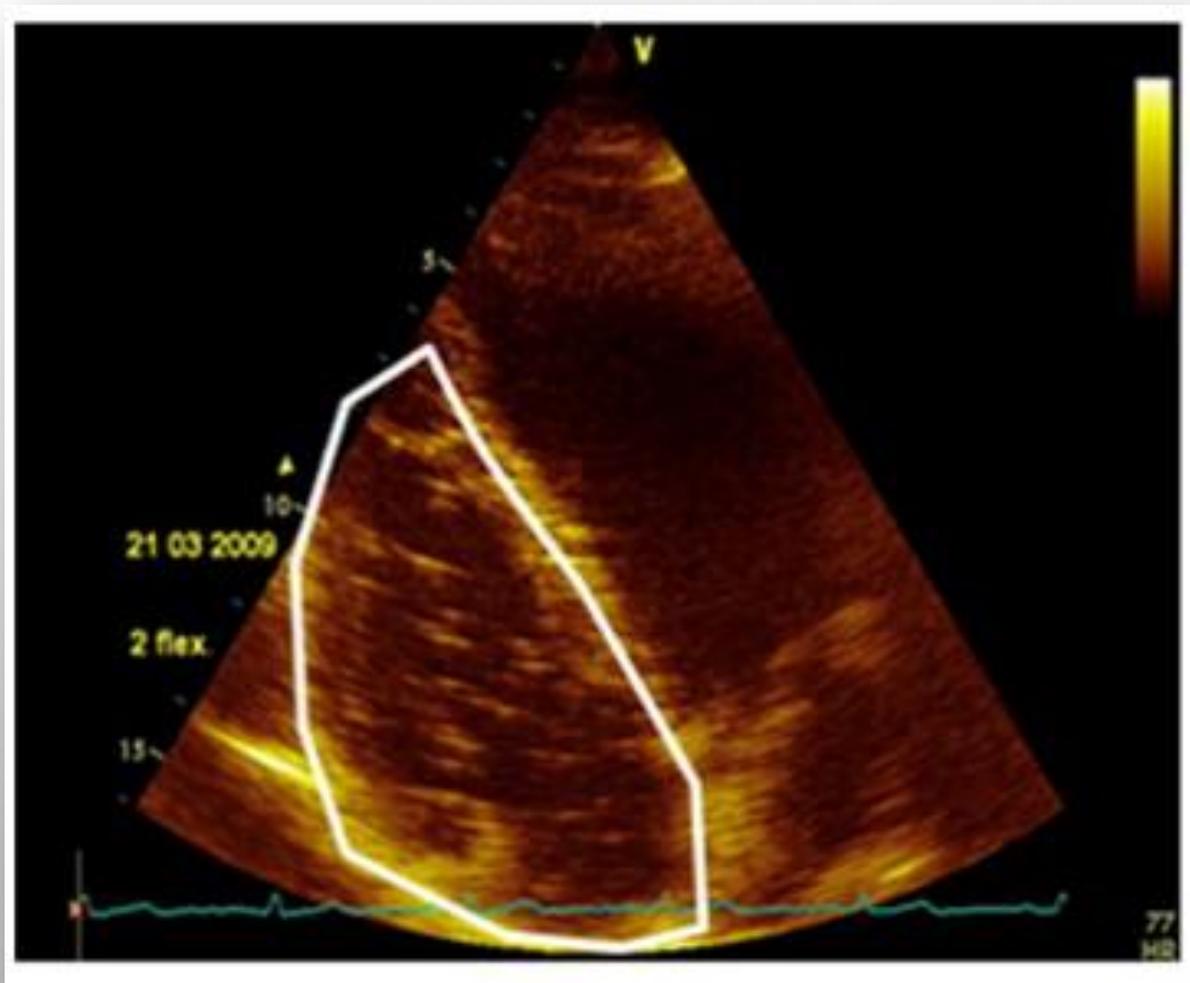
- ↑ PAP
- ↑ RÉ.S. VAS
- ↓ CRF et CV
- ↑ TRAVAIL INSPIRATOIRE
  
- ↓ FR
- ↑ Vol. Courant



... ET LES BULLES ?



# LES BULLES



❑ Présentes c/o 62% plongeurs  
↔ ↑ PAP <sup>1</sup>

❑ Nb ↑ avec <sup>2</sup>

- ↑ âge
- ↑ BMI
- «méforme» physique
- ♀ (prémén) < ♂

<sup>1</sup> Marabotti et al. *Resp Med* 2013

<sup>2</sup> Boussuges et al. *Clin Physiol Funct Imaging* 2009

<sup>3</sup> Tiré de Papadopoulou et al. *Adv Colloid Interface Sci Resp Med* 2013

# ET ENCORE LES BULLES

- ❑ In vitro: bulle = corps étranger: adhésion et agrégation plaquettaire
- ❑ In vivo: ↓ nb thrombocytes après plongée  
↔ ↑ NB de bulles <sup>1</sup>
- ❑ Thrombogénique, activation coagulation, agrégats plaquettaires, activation neutrophiles, stress oxydatif, dysfonction endothéliale

<sup>1</sup> Pontier et al. Appl Physiol Nutr Metab 2012

# VISITE MÉDICALE



# CERTIFICAT MÉDICAL: POUR QUI?

- Guidelines , consensus et standards internationaux
- Obligatoire c/o professionnels
- Recommandé c/o plongeur loisir
  - début de carrière
  - plongeurs «tek»
  - plongeurs > 40 ans

# APTITUDE À LA PLONGÉE

- Capable de nager sur 500 m, restriction capacité physique?
- Capacité de communication?
- Capable de prendre des responsabilités (binôme)?
- Exclusions pathologiques provoquant
  - PC et désorientation, syncopes, mort subite?
  - réaction de panique?
  - barotraumatisme?
- Exclusion pathologies aggravées par plongée?

# EXAMEN CLINIQUE

## EXAMEN MÉDICO-SPORTIF D'APTITUDE À LA PLONGÉE

---

Nom/Prénom:

Date de naissance:

Rue/NAP/Localité:

Téléphone:

Profession:

Assurance maladie:



### PREMIER EXAMEN

---

# EXAMEN CLINIQUE

## Status:

Les investigations mentionnées ci-dessous constituent un minimum indispensable pour délivrer un certificat. En cas de doute, se référer aux fiches de contre-indications. Les examens complémentaires sortent du cadre de l'examen médico-sportif

**... volume expiratoire de la première seconde et capacité vitale (éventuellement Peak flow)  
(ECG conseillé dès 50 ans)**

**Cliché thoracique conseillé,  
Indispensable dès 50 ans (datant de moins de 2 ans)**

Lieu / date:

Signature / timbre du médecin :

Signature candidat à la plongée :

ÄRZTLICHES ZEUGNIS:  
CERTIFICAT MÉDICAL:  
CERTIFICATO MEDICO:  
MEDICAL CERTIFICATE:

TAUGLICHKEIT FÜR DAS SPORTTAUCHEN  
APTITUDE A LA PLONGÉE SPORTIVE  
IDONEITÀ MEDICA ALL'IMMERSIONE SUBACQUEA SPORTIVA  
FITNESS FOR RECREATIONAL SCUBA DIVING

NAME / NOM / NOME

**La personne susmentionnée a subi aujourd'hui un examen médical pratiqué selon les recommandations de la SSMSH.**

**Cet examen n'a pas mis en évidence de contre-indication absolue à la pratique de la plongée en scaphandre autonome.**

SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR UNTERWASSER- UND HYPERBARMEDIZIN  
SOCIÉTÉ SUISSE DE MÉDECINE SUBAQUATIQUE ET HYPERBARE  
SOCIETÀ SVIZZERA DI MEDICINA SUBACQUEA ED IPERBARICA

WWW.SUHMS.ORG

SUHMS

ÄRZTLICHES ZEUGNIS:  
CERTIFICAT MÉDICAL:  
CERTIFICATO MEDICO:  
MEDICAL CERTIFICATE:

TAUGLICHKEIT FÜR DAS SPORTTAUCHEN  
APTITUDE A LA PLONGÉE SPORTIVE  
IDONEITÀ MEDICA ALL'IMMERSIONE SUBACQUEA SPORTIVA  
FITNESS FOR RECREATIONAL SCUBA DIVING

## **Limites:**

- **pas de diagnostic médical**
- **Ex: plongée test 6 m, plongée sans courant...**

## **Prochain examen:**

- **selon décision médicale**
- **jeune BSH: 1x/ 5 an**
- **> 45 ans: 1x/ 2 an**

SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR UNTERWASSER- UND HYPERBARMEDIZIN  
SOCIÉTÉ SUISSE DE MÉDECINE SUBAQUATIQUE ET HYPERBARE  
SOCIETÀ SVIZZERA DI MEDICINA SUBACQUEA ED IPERBARICA

# NOS CANDIDATS...



# ARTHUR, 52 ANS



- 23 plongées
- Jogging
- Toux matinale
- Tabac 30 UPA
- BMI 27 kg/m<sup>2</sup>

# TABAC ET PLONGÉE

- ❑ Elimination N<sub>2</sub> plus lents chez fumeurs <sup>1</sup>
- ❑ ADD plus graves c/o > 15 UPA <sup>2</sup>
- ❑ VEMS ↓ plus rapidement c/o plongeurs professionnels fumeurs <sup>3</sup>



examen clinique/paraclinique «strict»

motivation arrêt

profil de plongée «conservateur»

<sup>1</sup> Hart et al. Unders Hyperb Med Soc 2010

<sup>2</sup> Buch et al. Aviat Space Environ Med 2003

<sup>3</sup> Tetzlaff et al. Chest 2006

# LOLA, 25 ANS

- ❑ 110 plongées
- ❑ ED
- ❑ Citalopram 20 mg/j



# PLONGÉE ET MÉDICAMENTS

- ❑ Peu de données
- ❑ Interactions imprévisibles ... et prévisibles:
  - Bbloquant: ↓ tolérance à l'effort
  - IMAO, tricycliques: CI absolue (risque ECG et EEG)
- ❑ Effet profondeur
  - ex: neuroleptiques, anti-histaminiques
- ❑ Maladie sous-jacente >> traitement
- ❑ Danger automédication / pathologie aigue : CI

# AUTO-MÉDICATION?

## Questionnaire anonyme

UK, 531 personnes = 26%

57% automédication

22% TTT prescrits

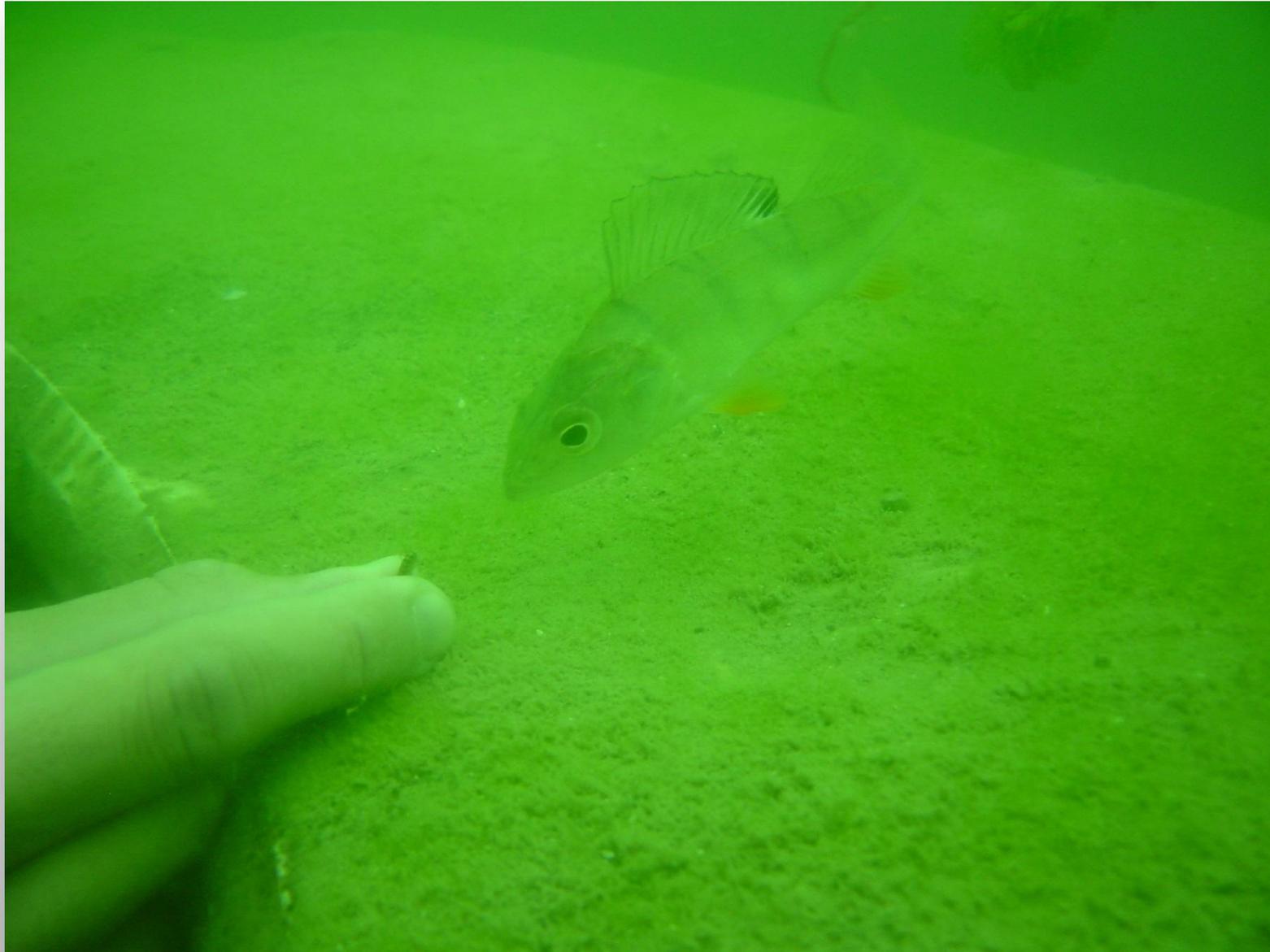
**Table 2**  
**Over-the-counter drugs taken within 6 hours**  
**of diving activities, n = 303**

Category	Frequency	Comments
Analgesics	180/303	Paracetamol, ibuprofen, aspirin, codeine
Decongestants	132/303	Oral pseudoephedrine Topical – unspecified
Antihistamines	41/303	Sedative – cinnarizine, chlorphenamine, Non-sedative – loratadine, cetirizine diphenhydramine
Antiemetic	27/303	Unspecified
Cold/flu remedies	10/303	Cough mixture, cold/flu remedies
Gastrointestinal	3/303	Loperamide
ENT	2/303	Unspecified
Miscellaneous	3/303	Antimalarials, antibiotics

# TTT CHRONIQUE

- Pathologie sous-jacente?
- Traitement bien établi = primordial.
- Effets connus, amélioration patho sous-jacente
  -  Aptitude à la plongée OK ?
- Si changement récent: réévaluation après temps «adéquat».
- Adaptation du profil de plongée.

# PLONGÉE EN LAC...



## ... JAMES, 43 ANS



- Jogging
- Asthme léger  
intermittent
- Fct pulm N
- Ventolin en R  
1 x/semaine

# ASTHME ET PLONGÉE

## Théorie:

- ❑ ↑ risque bronchospasme ↔ air trapping  
    **➔** risque barotraumatisme / ↑ «AGE» (?)
- ❑ ↓ ventilation maximale volontaire si stress

## Pratique:

- ❑ 6-8 % plongeurs asthmatiques (ATCD ou actif)<sup>2</sup>
- ❑ 42.5% ttt de fond, 28% prophylaxie avant plongée<sup>1</sup>
- ❑ ↑ risque «AGE» 2x

<sup>2</sup> Weaver et al. *Wilderness and Environmental Med* 2009

<sup>1</sup> Tezlaff et al. *Int J Sports Med* 2005

# ASTHME ET PLONGÉE

Avis d'experts suisses:

[www.suhms.org](http://www.suhms.org)

- Asthme modéré à sévère: CI formelle plongée!!
  
- Asthme intermittent léger : OK
- Asthme contrôlé : OK
  
- DANS TOUS LES CAS, AVIS DU SPECIALISTE/PNEUMOLOGUE!!

*Davies et al. Clin Rev Allerg Immunology 2005  
Heritier. Rev Med Suisse 2013*

# JACQUES-YVES, 79 ANS



❑ 3721 plongées

❑ BSH

# CERTIFICAT DE PLONGÉE...

- ✓ Fitness physique, mental, sens des responsabilités
- ✓ Pas de mise en danger pour lui-même ou binôme
- ✓ Pas d'aggravation pathologie préexistante
- ✓ Pas de prédisposition médicale pour risque ↑ ADD

.... VOUS NE COMMETTREZ PAS DE BULLES!

# LIENS/RÉFÉRENCES

## Sociétés médicales de plongeurs

□ EUBS

[www.eubs.org](http://www.eubs.org)

□ SUHMS

[www.suhms.org](http://www.suhms.org)

## Sociétés de plongeurs

□ CH

[www.susv.ch](http://www.susv.ch)

□ DAN

[www.diversalertnetwork.org](http://www.diversalertnetwork.org)

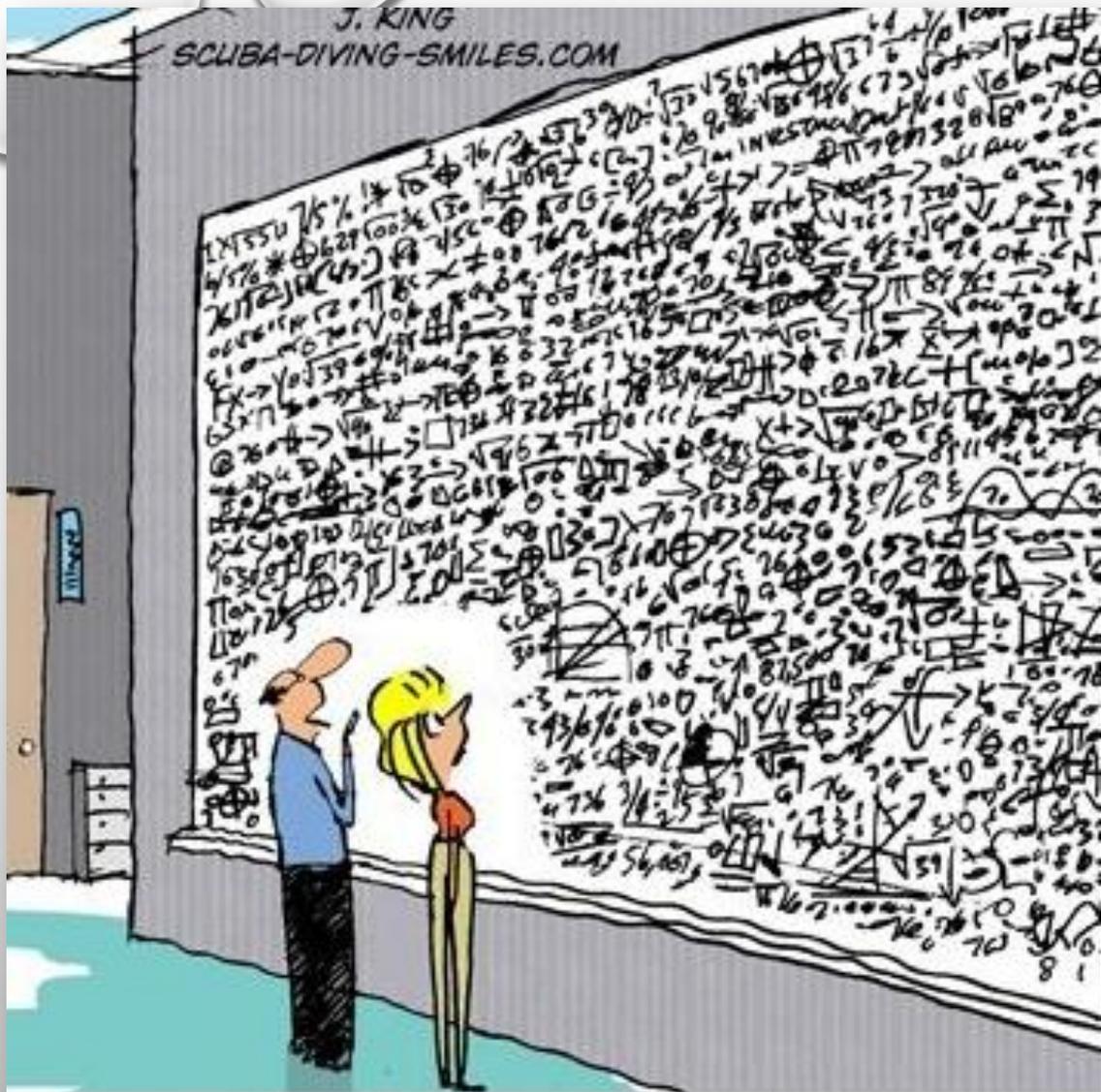
[www.daneurope.org](http://www.daneurope.org)

## Info/forum

[www.scuba-doc.com](http://www.scuba-doc.com)

An underwater photograph of a coral reef. The water is clear and blue. In the foreground, there is a large, white, porous coral structure. Below it, a dark green coral reef is visible. Several small, dark fish are swimming in the water. The text "MERCI POUR VOTRE ATTENTION!" is overlaid in the center in red, bold, sans-serif font.

**MERCI POUR VOTRE ATTENTION!**



*“...And that, in simple terms, is what happens when you come up from your dive too quickly. Any questions?”*

**QUESTIONS?**

□ Aptitude à la plongée

□ [www.suhms.org](http://www.suhms.org)

