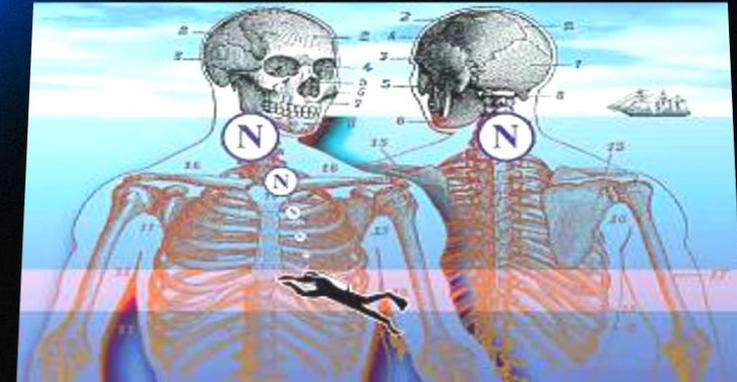


# Prise en charge d'un accidenté de plongée



- 
- Définition
  - Epidémiologie
  - Physiopathologie
  - Tableaux cliniques
  - Prise en charge pré-hospitalière
  - Prise en charge hospitalière

➤ Définition



➤ Epidémiologie

➤ Physiopathologie

➤ Tableaux cliniques

➤ Prise en charge pré-hospitalière

➤ Prise en charge hospitalière



## Accident de décompression

Formation de bulles de gaz libres dans le sang et les tissus, secondaire à une ↓ pression ambiante

= *decompression illness / decompression incident / decompression injury = DCI*

**Maladie de décompression**  
*Decompression Sickness = DCS*

**Embolie gazeuse artérielle**  
*Arterial Gas Embolism = AGE*



## Accident de décompression ≠ accident pour les assurances

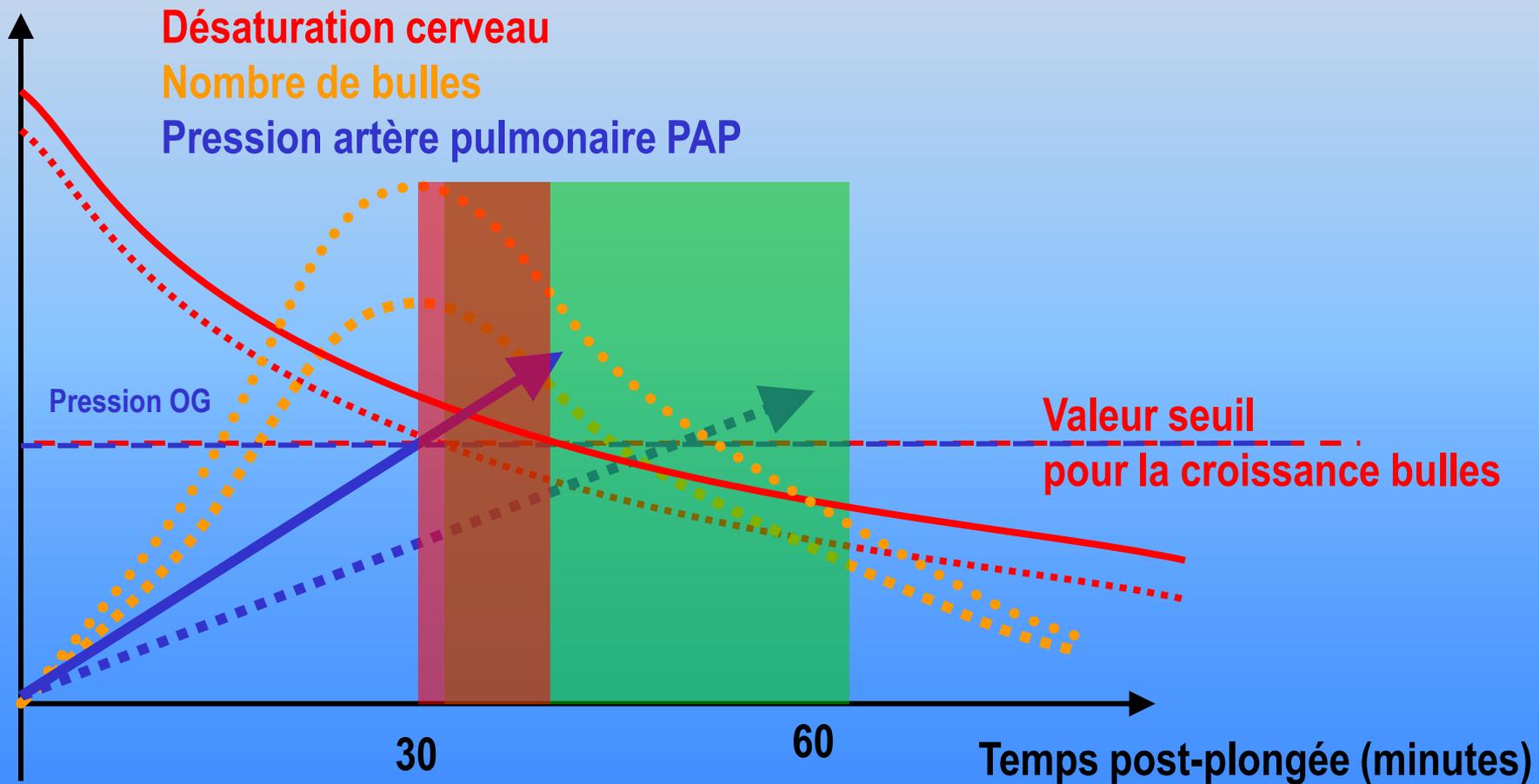
*= événement soudain et imprévu*



*Pris en charge par assurance maladie LaMal  
+ assurance complémentaire DAN, FSSS, PADI, etc.  
(conseillée si > 40 m)*



## Comprendre l'ADD



➤ Définition

➤ Epidémiologie



➤ Physiopathologie

➤ Tableaux cliniques

➤ Prise en charge pré-hospitalière

➤ Prise en charge hospitalière

# Epidémiologie



## Plongée loisir

- Plus de 3 M de licenciés fin 90
- Plongeur autonome dès l'âge de 10 ans
- Introduction sport-handicap / loisir-enfant de 8-12 ans



## Plongée sportive

- Plongée profonde (>40m)
- Plongée TEK (mélanges) en augmentation +++
- Plongée spéléo

En Suisse, 150 clubs, 55 écoles  
12'000 membres, 50'000 plongeurs



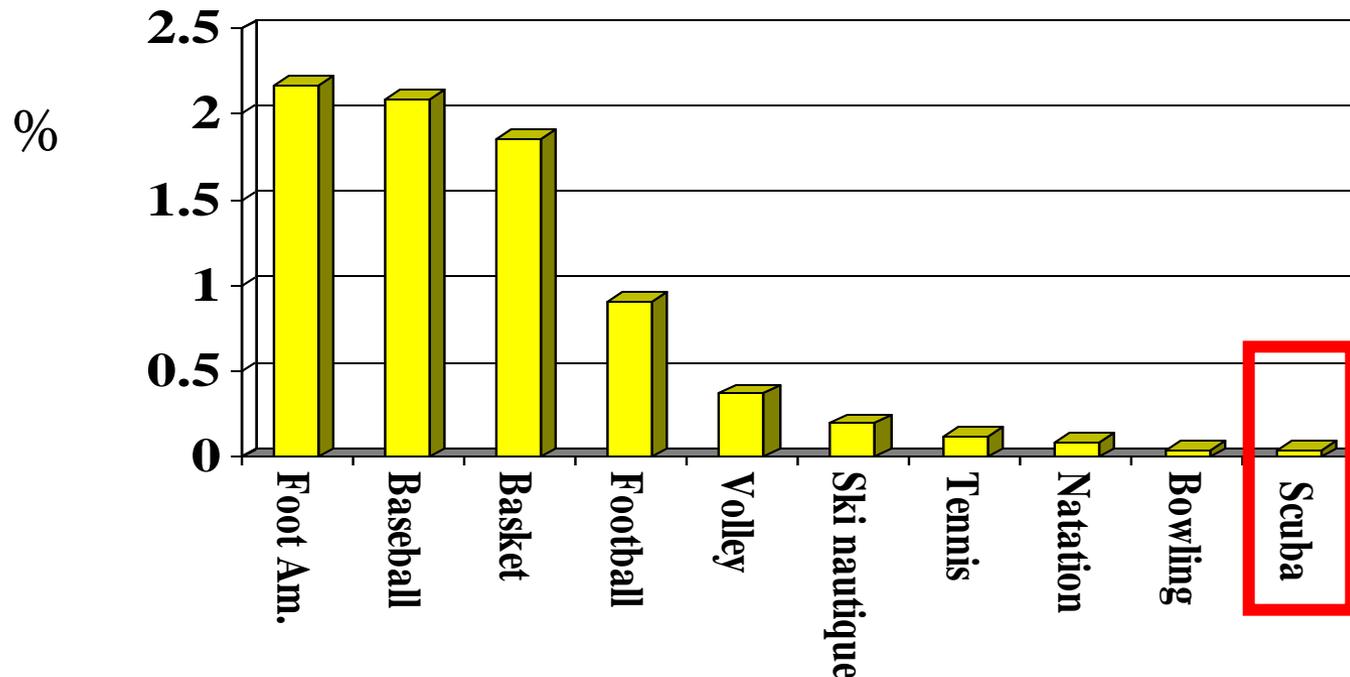
Région lémanique: > 10'000 plongées/an

Genève: 3'500-4'000 plongeurs



## Accidents facts-1991, National Safety Council, US

2.6 Mio licenciés et 1044 accidents, c.a.d. prévalence de 0.04%





## Accident de décompression

- Plongées commerciales: 1/ 1'000
- Plongées loisirs: 2/ 10'000
- Plongées scientifiques: 1/ 100'000



## Objectifs différents



## Accidents de décompression et décès en Suisse 01/2004-12/2008

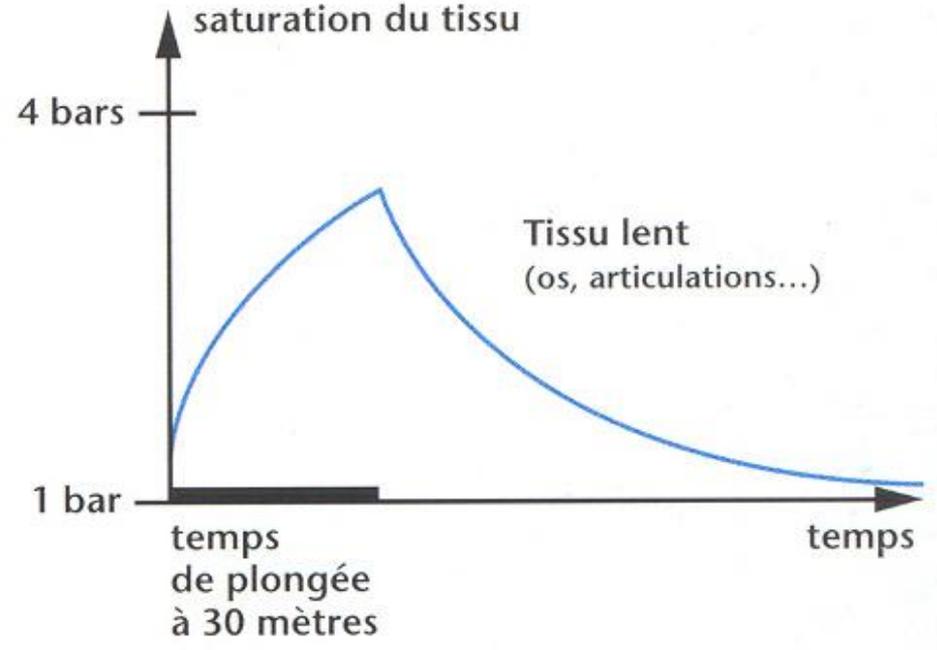
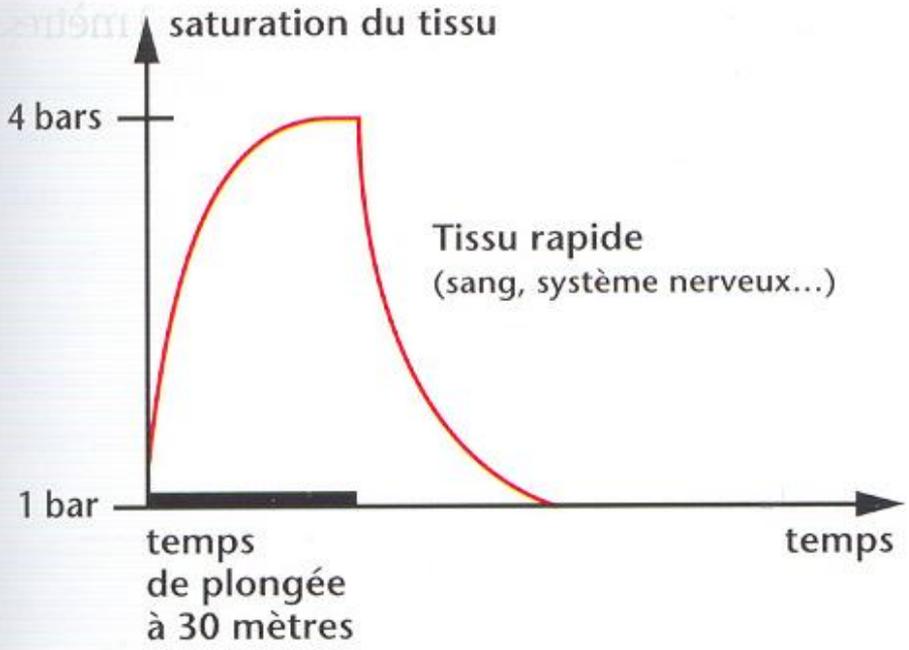
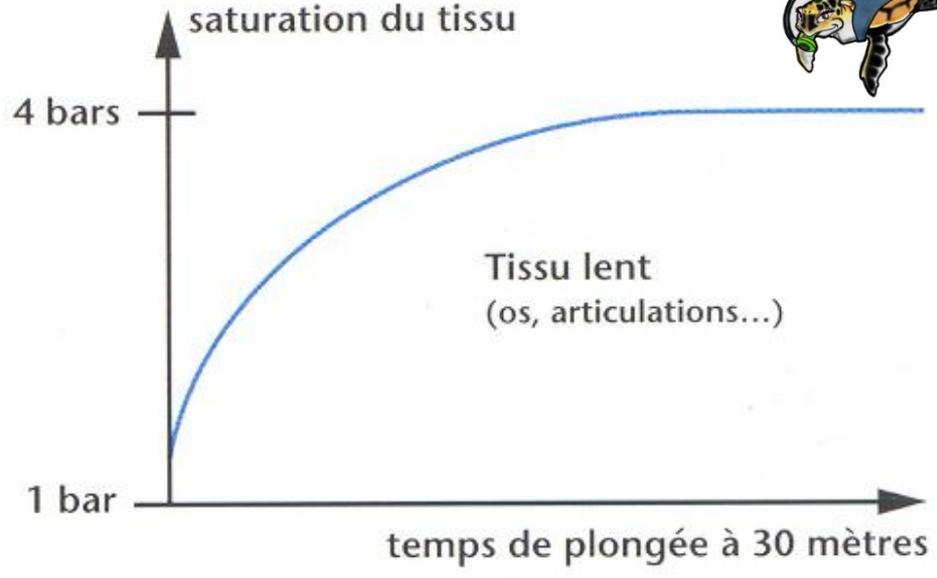
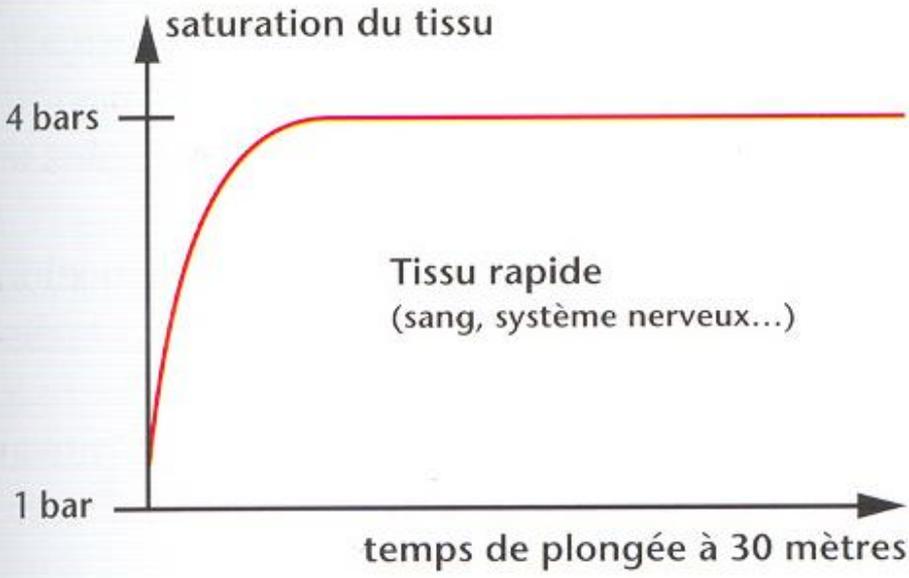
DAN Suisse: Divers Alert Network,

ONB: oxygénothérapie normobare OHB: oxygénothérapie hyperbare

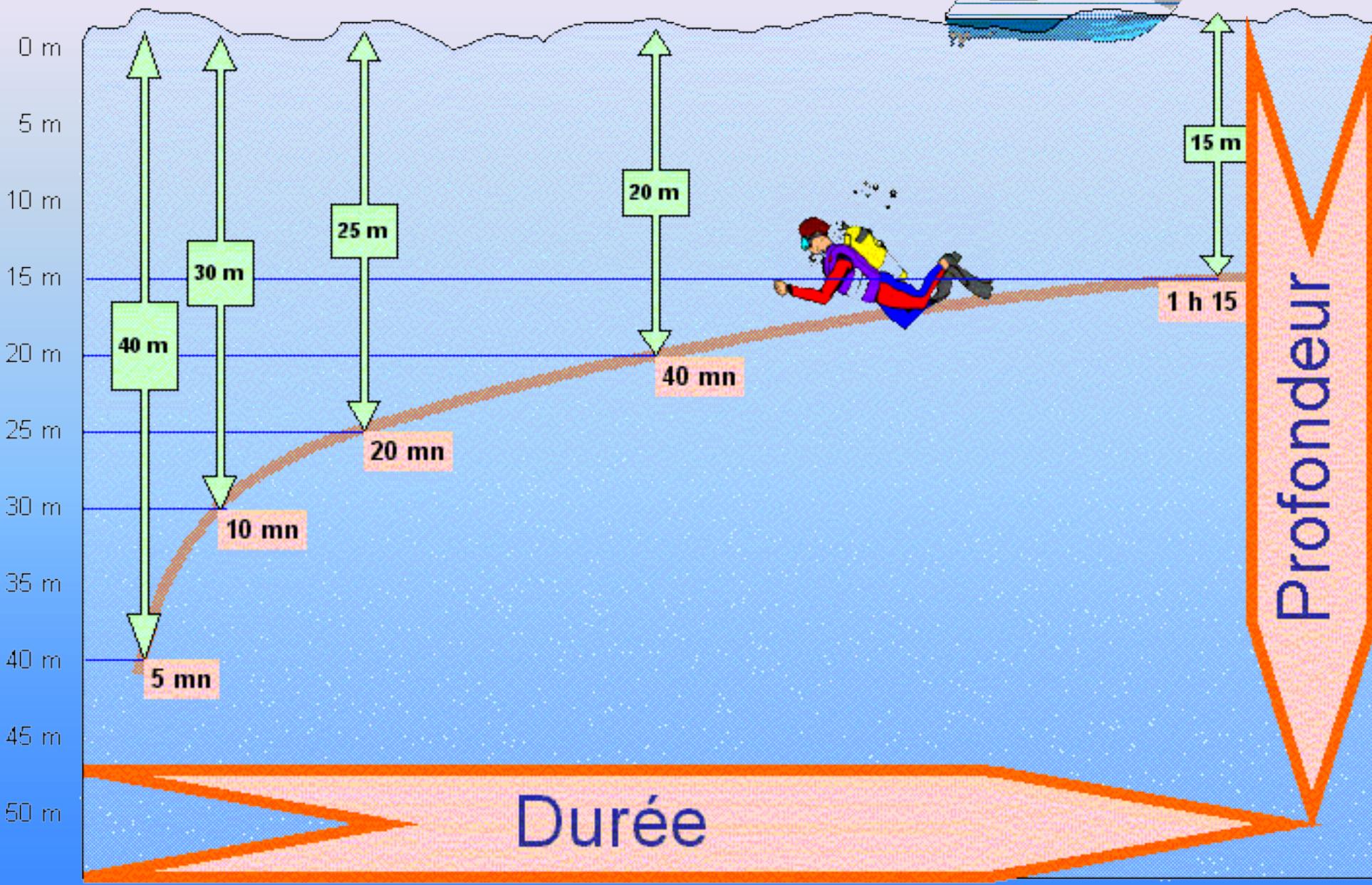
Année	$\Sigma$ discrets	$\Sigma$ modérés	$\Sigma$ sévères	Décès	Total
2004	7	16	5	5	33
2005	13	11	4	4	32
2006	12	14	5	2	33
2007	23	22	4	5	54
2008	11	17	7	3	38
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>80</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>190</b>
%	34.5	42.2	13.3	10	100
ONB	23	42	14		69
OHB	31	33	11		75

- Définition
- Epidémiologie
- Physiopathologie
- Tableaux cliniques
- Prise en charge pré-hospitalière
- Prise en charge hospitalière





# Courbe de sécurité



# RECREATIONAL DIVE PLANNER™

DIVING SCIENCE & TECHNOLOGY, CORP.

**START DEPTH (feet)**

DEPTH	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
A	10	9	7	6	5	4	4	3	3	3	3	4
B	19	16	13	11	9	8	7	6	6	5	5	4
C	25	22	17	14	12	10	9	8	7	6	6	5
D	29	25	19	16	13	11	10	9	8	7	7	6
E	32	27	21	17	15	13	11	10	9	8	7	7
F	36	31	24	19	16	14	12	11	10	9	8	8
G	40	34	26	21	18	15	13	12	11	10	9	
H	44	37	28	23	19	17	15	13	12	11	10	
I	48	40	31	25	21	18	16	14	13	12	11	
J	52	44	33	27	22	19	17	15	14	12	11	
K	57	48	36	29	24	21	18	16	14	13	12	
L	62	51	39	31	26	22	19	17	15	14	13	
M	67	55	41	33	27	23	21	18	16	15	14	
N	73	60	44	35	29	25	22	19	17	16	15	
O	79	64	47	37	31	26	23	20	18	17	16	
P	85	69	50	39	33	28	24	21	19	18	17	
Q	92	74	53	42	35	29	25	22	20	19	18	
R	100	79	57	44	36	30	26	23	21	20	19	
S	108	85	60	47	38	32	28	25	23	22	21	
T	117	91	63	49	40	34	30	27	25	24	23	
U	127	97	67	52	43	36	32	29	27	26	25	
V	139	104	71	54	45	38	34	31	29	28	27	
W	152	111	75	55	47	40	36	33	31	30	29	
X	168	120	80	60	50	43	38	35	33	32	31	
Y	188	129	85	63	52	44	37	34	32	31	30	
Z	205	140	90	68	55	46	39	36	34	33	32	

**TABLE 2 SURFACE INTERVAL CREDIT TABLE**

START DEPTH (feet)	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
A	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
B	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
C	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
D	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
E	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
F	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
G	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
H	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
I	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
J	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
K	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
L	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
M	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
N	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
O	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
P	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Q	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
R	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
S	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
T	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
U	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
V	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
W	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
X	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Y	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Z	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00

**TABLE 1 NO DECOMPRESSION LIMITS AND GROUP DESIGNATION TABLE**

START DEPTH (feet)	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
A	10	9	7	6	5	4	4	3	3	3	3	4
B	19	16	13	11	9	8	7	6	6	5	5	4
C	25	22	17	14	12	10	9	8	7	6	6	5
D	29	25	19	16	13	11	10	9	8	7	7	6
E	32	27	21	17	15	13	11	10	9	8	7	7
F	36	31	24	19	16	14	12	11	10	9	8	8
G	40	34	26	21	18	15	13	12	11	10	9	
H	44	37	28	23	19	17	15	13	12	11	10	
I	48	40	31	25	21	18	16	14	13	12	11	
J	52	44	33	27	22	19	17	15	14	12	11	
K	57	48	36	29	24	21	18	16	14	13	12	
L	62	51	39	31	26	22	19	17	15	14	13	
M	67	55	41	33	27	23	21	18	16	15	14	
N	73	60	44	35	29	25	22	19	17	16	15	
O	79	64	47	37	31	26	23	20	18	17	16	
P	85	69	50	39	33	28	24	21	19	18	17	
Q	92	74	53	42	35	29	25	22	20	19	18	
R	100	79	57	44	36	30	26	23	21	20	19	
S	108	85	60	47	38	32	28	25	23	22	21	
T	117	91	63	49	40	34	30	27	25	24	23	
U	127	97	67	52	43	36	32	29	27	26	25	
V	139	104	71	54	45	38	34	31	29	28	27	
W	152	111	75	55	47	40	36	33	31	30	29	
X	168	120	80	60	50	43	38	35	33	32	31	
Y	188	129	85	63	52	44	37	34	32	31	30	
Z	205	140	90	68	55	46	39	36	34	33	32	

**TABLE 3 • REPETITIVE DIVE TIMETABLE**

DEPTH (feet)	Z	Y	X	W	V	U	T	S	R	Q	P	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
35	205	188	168	152	139	127	117	108	100	92	85	79	73	67	62	57	52	48	44	40	36	32	29	25	19	10
40	140	129	120	111	104	97	91	85	79	74	69	64	60	55	51	48	44	40	37	34	31	27	22	16	9	
50	11	20	39	36	43	46	49	52	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100	103	
60	5	9	13	17	20	23	27	30	33	36	39	42	44	47	49	52	54	56	59	61	63	67	71	73	77	
70	2	4	6	8	11	13	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	41	44	48	51	54	57	
80					30	29	28	26	25	23	22	21	19	18	17	15	14	13	11	10	8	4				
90										2	4	5	7	8	9	11	12	13	15	16	17	19	20	22	26	
100																										
110																										
120																										
130																										

The Recreational Dive Planner is designed specifically for planning recreational (no decompression) dives on air only. Do not attempt to use it for planning decompression dives.

**Safety Stops** — A safety stop for 3 minutes at 15ft is required any time the diver comes up to or within 3 pressure groups of a no decompression limit and for any dive to a depth of 100ft or deeper.

**Emergency Decompression** — If a no decompression limit is exceeded by no more than 5 minutes, an 8 minute decompression stop at 15ft is mandatory. Upon surfacing, the diver must remain out of the water for at least 5 hours prior to making another dive. If a no decompression limit is exceeded by more than 5 minutes, a 15ft decompression stop of no less than 15 minutes is urged (air supply permitting). Upon surfacing, the diver must remain out of the water for at least 24 hours prior to making another dive.

**Flying After Diving Recommendations**  
 For Dives Within the No Decompression Limits  
 • Single Dives: A minimum pre-flight surface interval of 12 hours is suggested.  
 • Repetitive Dives and/or Multi-day Dives: A minimum pre-flight surface interval of 18 hours is suggested.

For Dives Requiring Decompression Stops  
 • A minimum pre-flight surface interval greater than 18 hours is suggested.

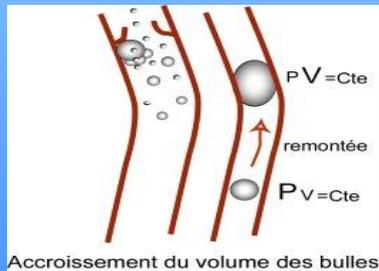
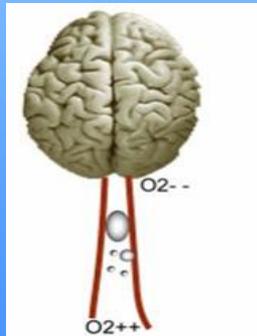
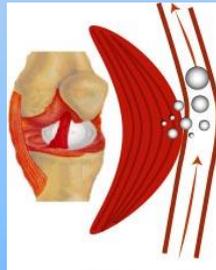
**TABLE 2 SURFACE INTERVAL CREDIT TABLE**

START DEPTH (feet)	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
A	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
B	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
C	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
D	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
E	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
F	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
G	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
H	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
I	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
J	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
K	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
L	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
M	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
N	0:00	0:00	0:0									

# Accidents de décompression



Formation de bulles N<sub>2</sub>  
(gaz dissous)



Maladie de décompression

↑ volume cavités aériennes  
→ **barotraumatisme**

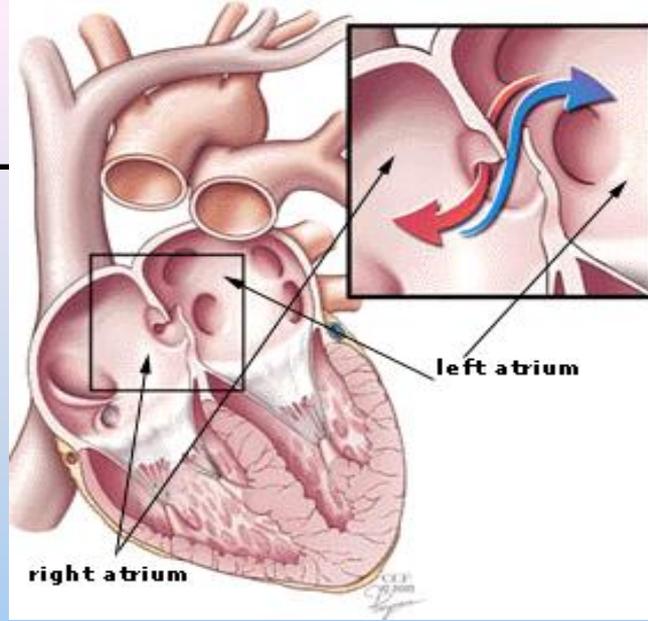
Artérialisation  
d'air  
Surpression  
pulmonaire

Embolie gazeuse  
artérielle

Rupture cavité

Plaquage masque  
Oreille/Sinus  
Vertige dysbarique

Pneumothorax  
Pneumomédiastin  
Pneumopéricarde



Bulles tissulaires

Systeme veineux

Dégâts tissulaires

Systeme artériel

Coeur

Foramen ovale

Barotrauma

Shunt A-V  
Chokes  
Malformations

Poumons  
< 0.3 ml/kg/min

Expiration





Formation de bulles dépend de:

- Gaz respiré (air, Nitrox, Hélio<sub>2</sub>, Trimix, O<sub>2</sub>)
- Durée et profondeur de la plongée
- Composition corporelle
- Vitesse de décompression (remontée)
- Débit sanguin (échange tissu-sang) Cave effort après





## 60% ADD sont dits « immérités »

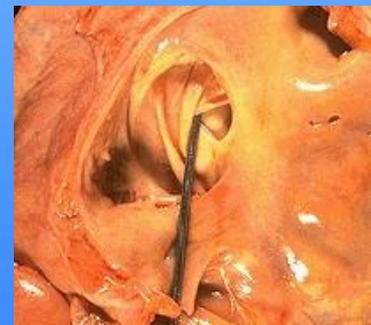
- Respect des procédures (vitesse/palier/ordi)
- Validation des tables chez plongeurs mâles jeunes et sportifs
- Les tables de plongée et les ordinateurs de plongée = approximation des phénomènes de saturation / désaturation chez le « plongeur moyen »
- Difficultés +++ des plongeurs à accepter leur ADD





## ADD « immérités »

- Souvent ( $\pm 80\%$  des cas), on retrouve un FOP
  - Germonpré et al. 1998 (J Appl Phys) (c-ETO) :
    - ADD cérébral : 83% FOP
    - ADD médullaire: 43% FOP -- (contrôles : 37.5% FOP)
  - Cantais et al. 2003 (Crit Care Med) (c-DTC) :
    - ADD cérébral : 83% DTC positif (50% violation des tables MN90)
    - ADD médullaire: 37.9% DTC positif (60% violation des tables MN90)
  - Torti et al. 2004 (Eur Heart J) (c-ETO) :
    - 64% FOP en cas d'ADD « majeur »





## L'ADD inexplicable

- Analyse de la plongée et de la notion “inexplicable”
- L'ADD “inexplicable” arrive aux plongeurs sans FOP aussi

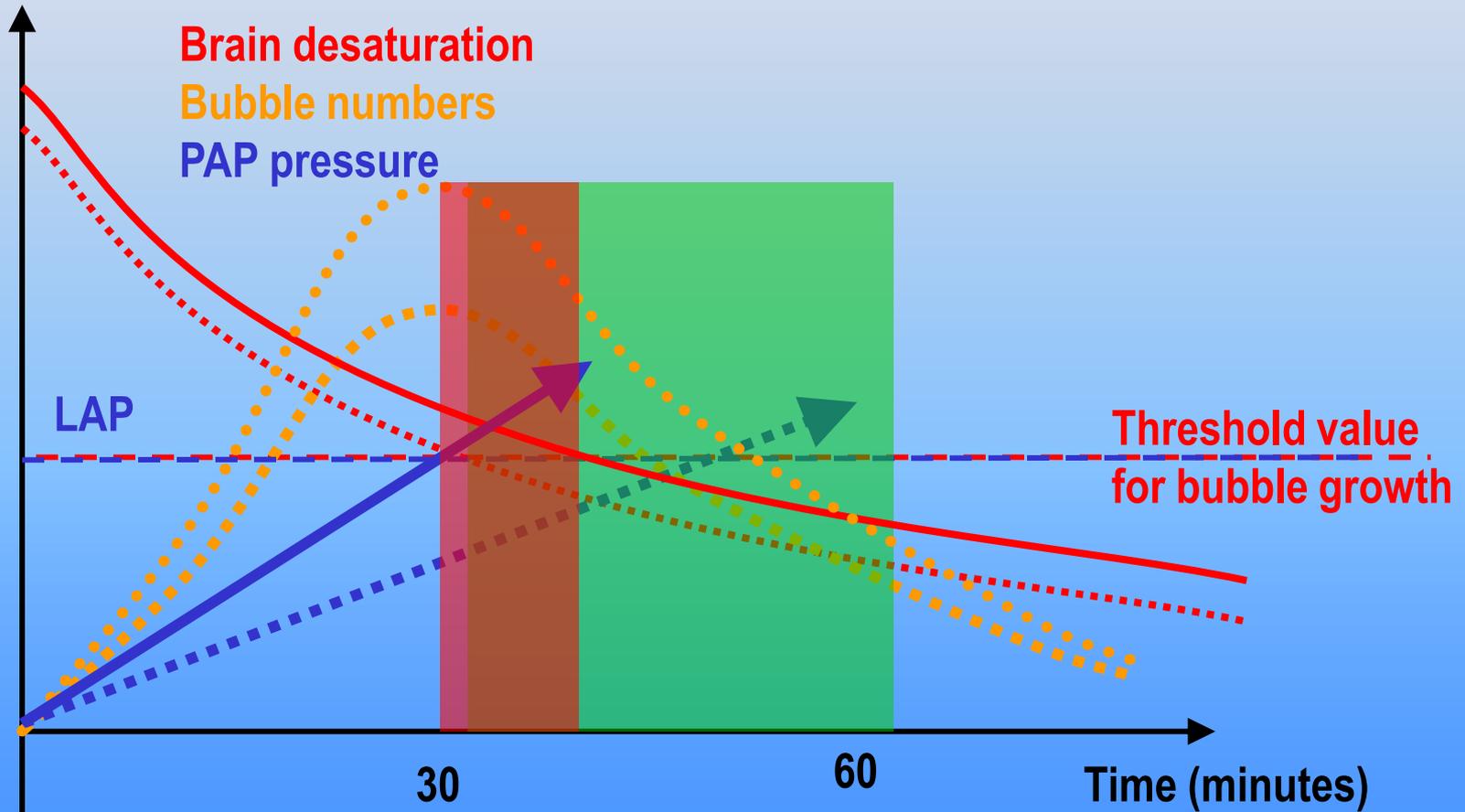
Germonpré et al. (1998) : 38.5% no-fault no-FOP

Torti et al (2004): 35.7%



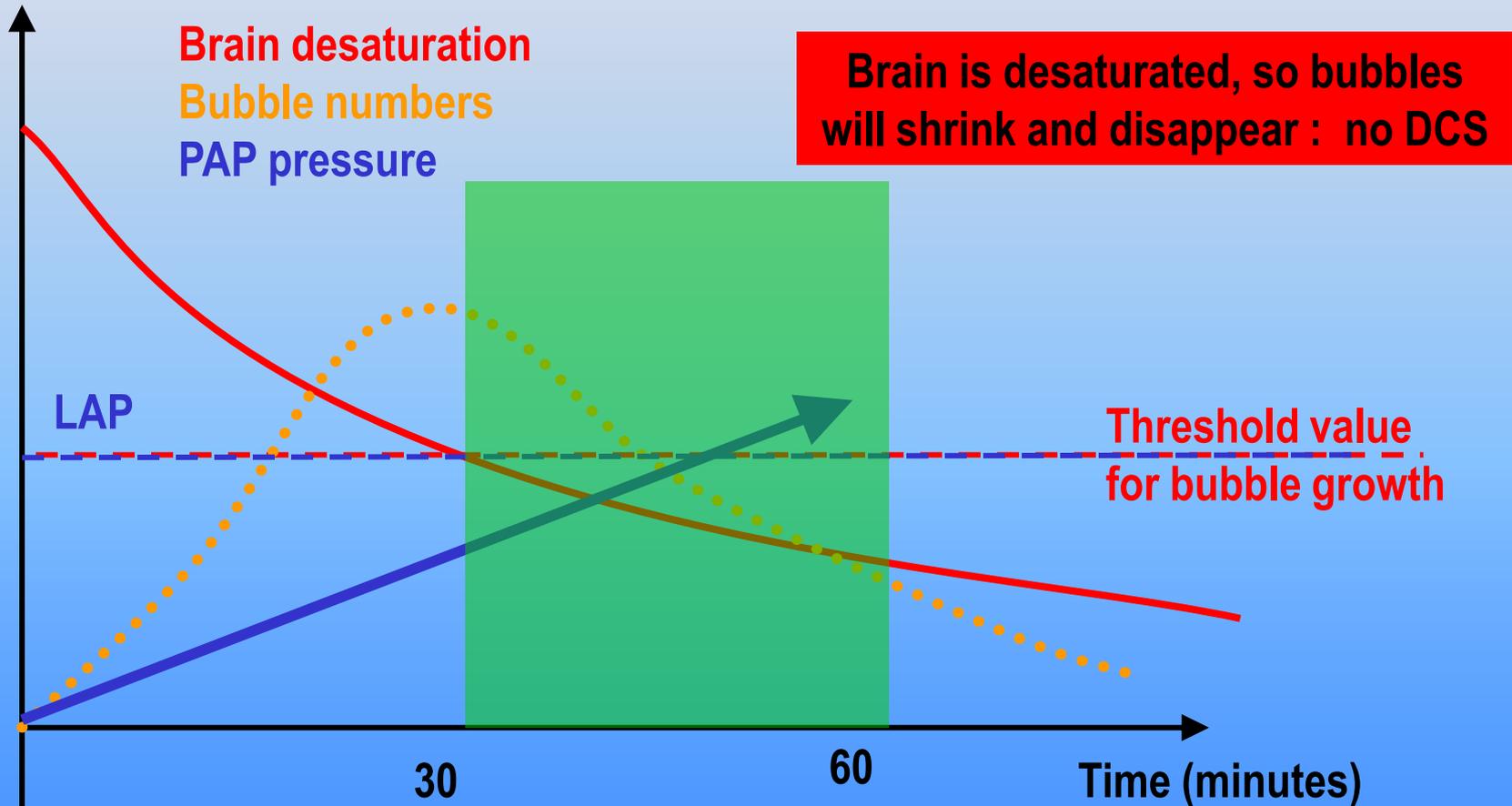


## Comprendre l'ADD



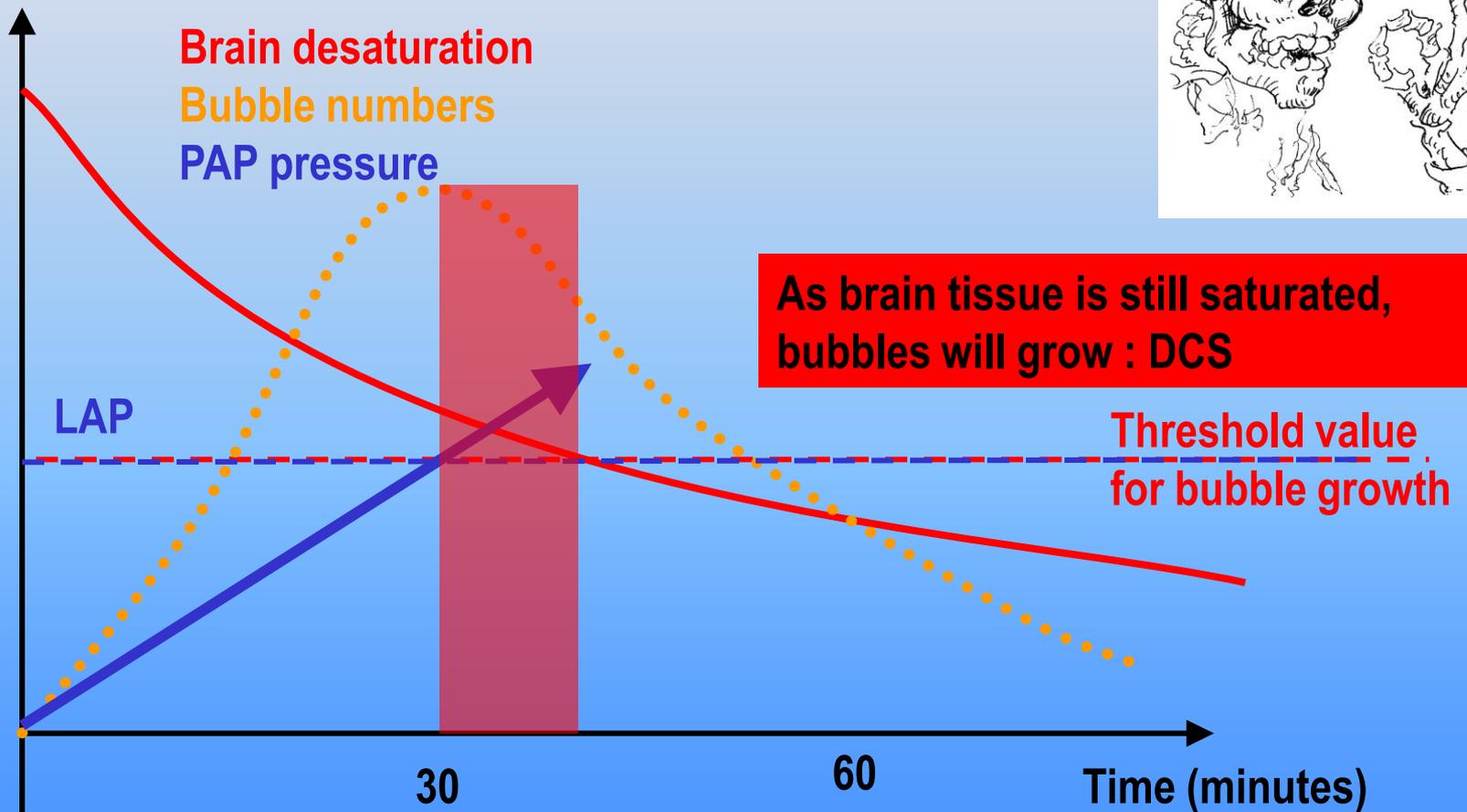


## Comprendre l'ADD



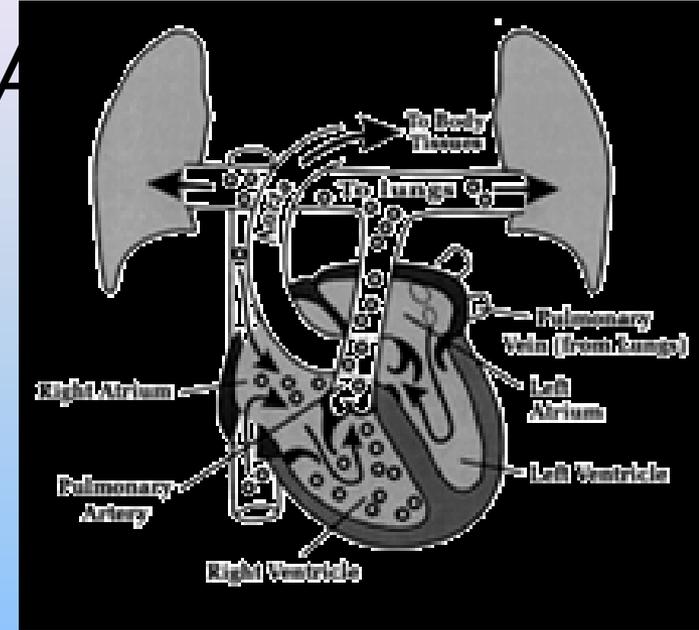
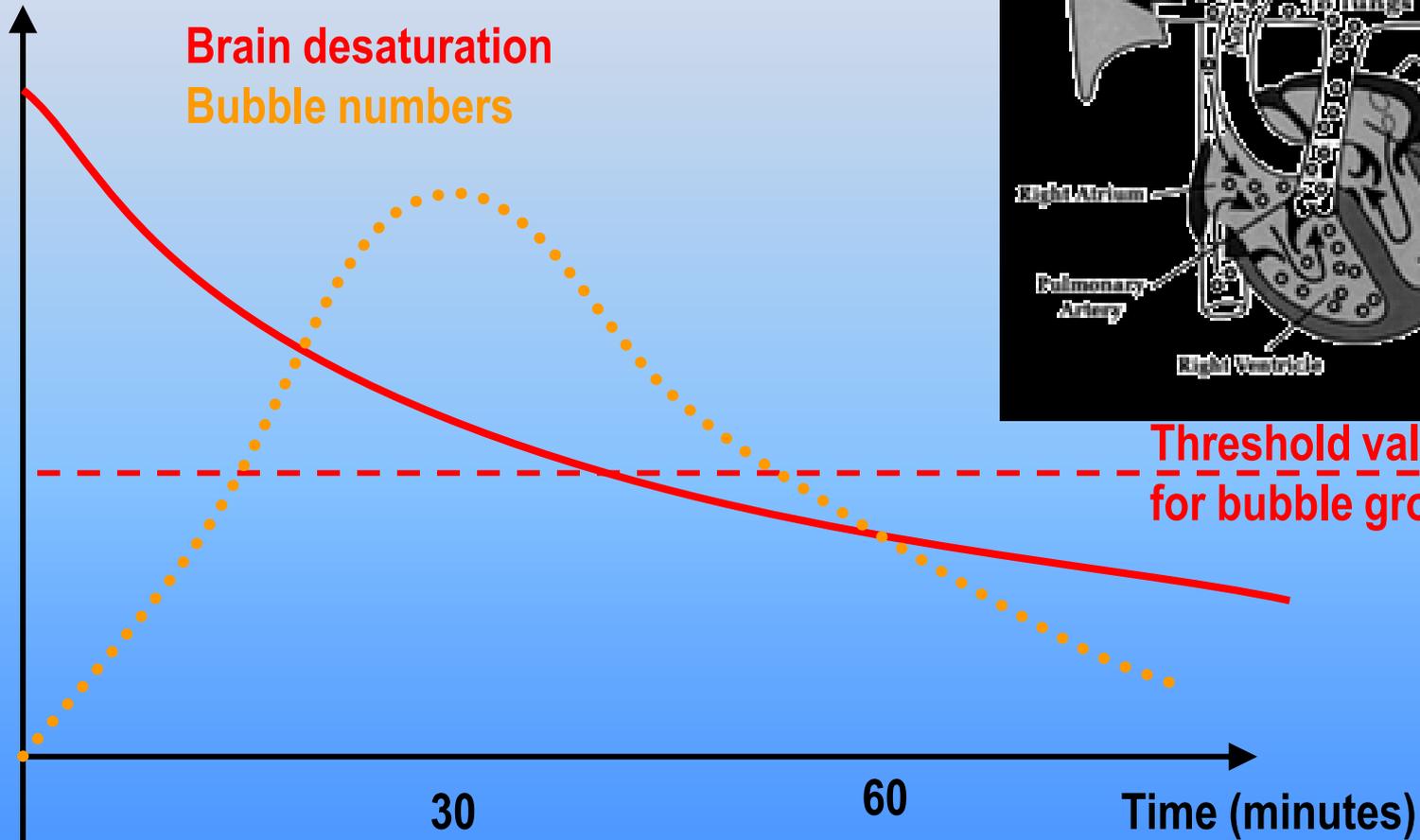


## Comprendre l'ADD





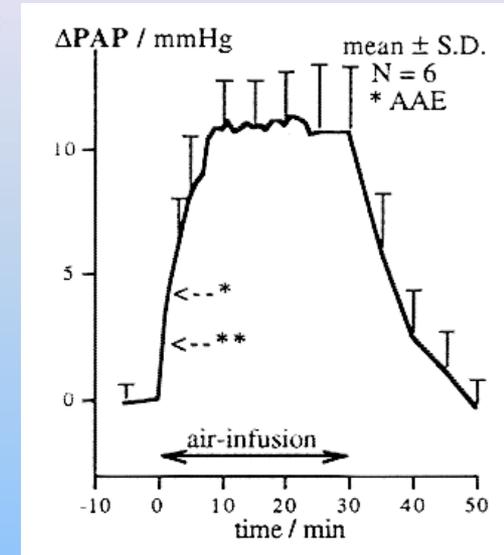
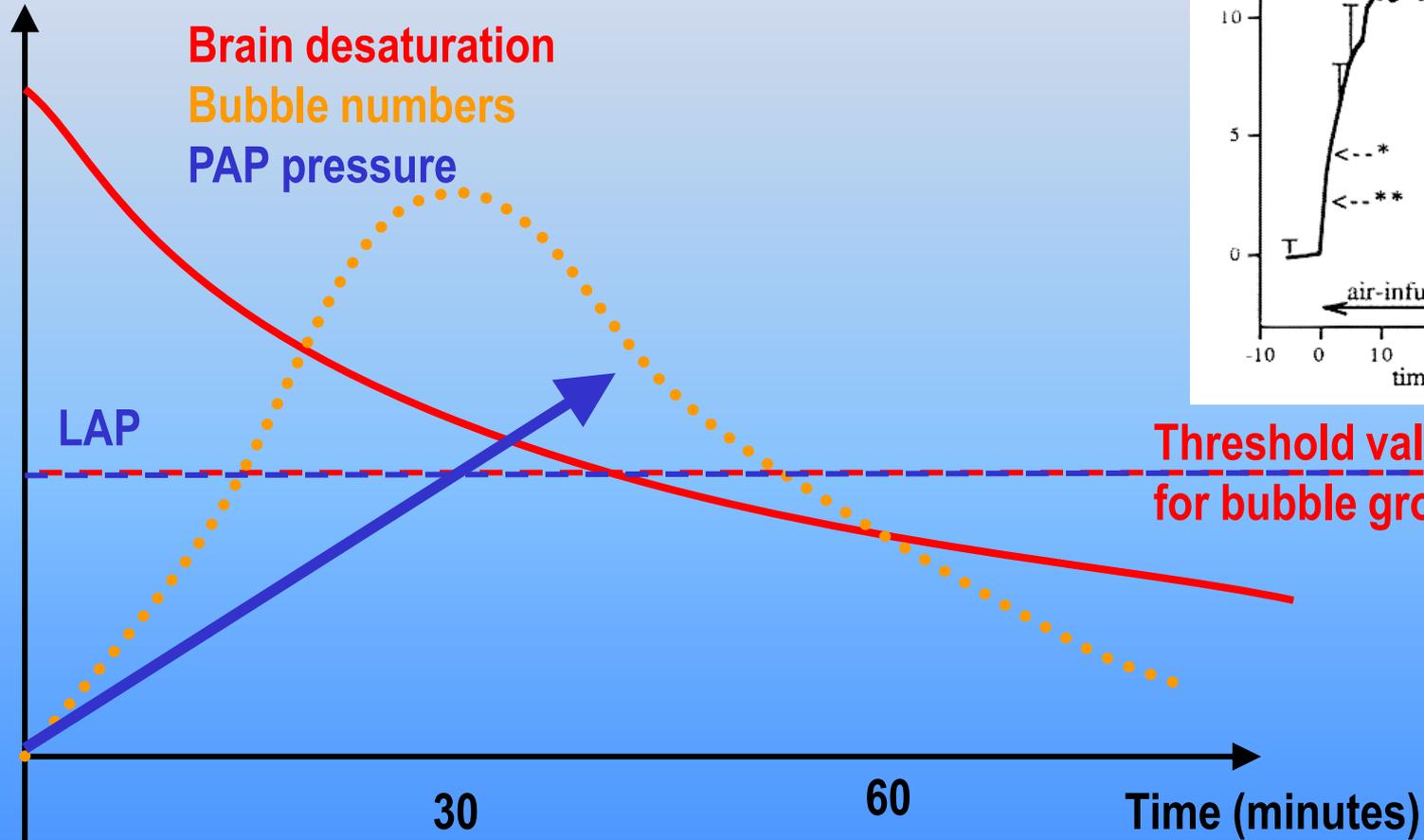
## Comprendre l'A



**Threshold value  
for bubble growth**

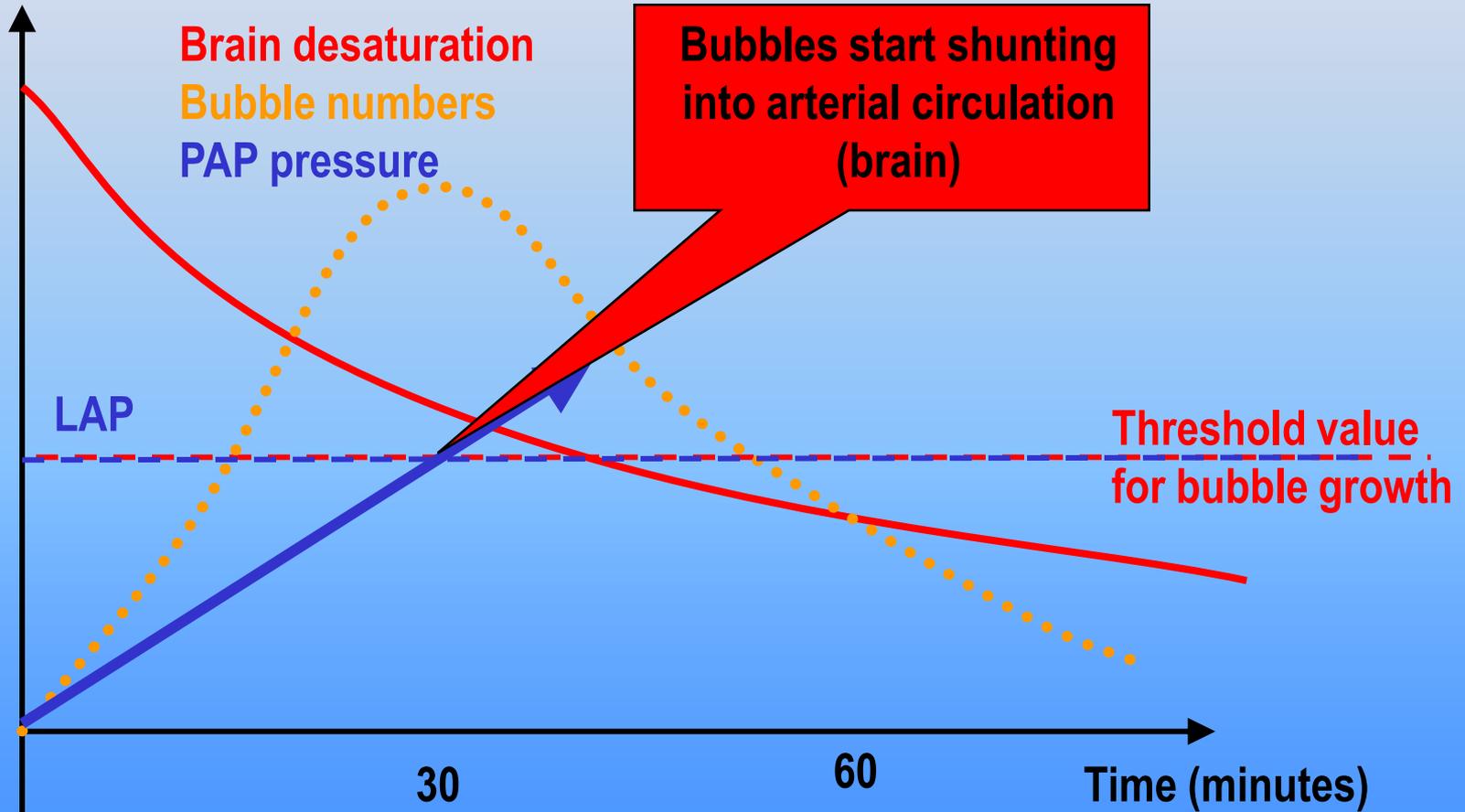


## Comprendre l'ADD



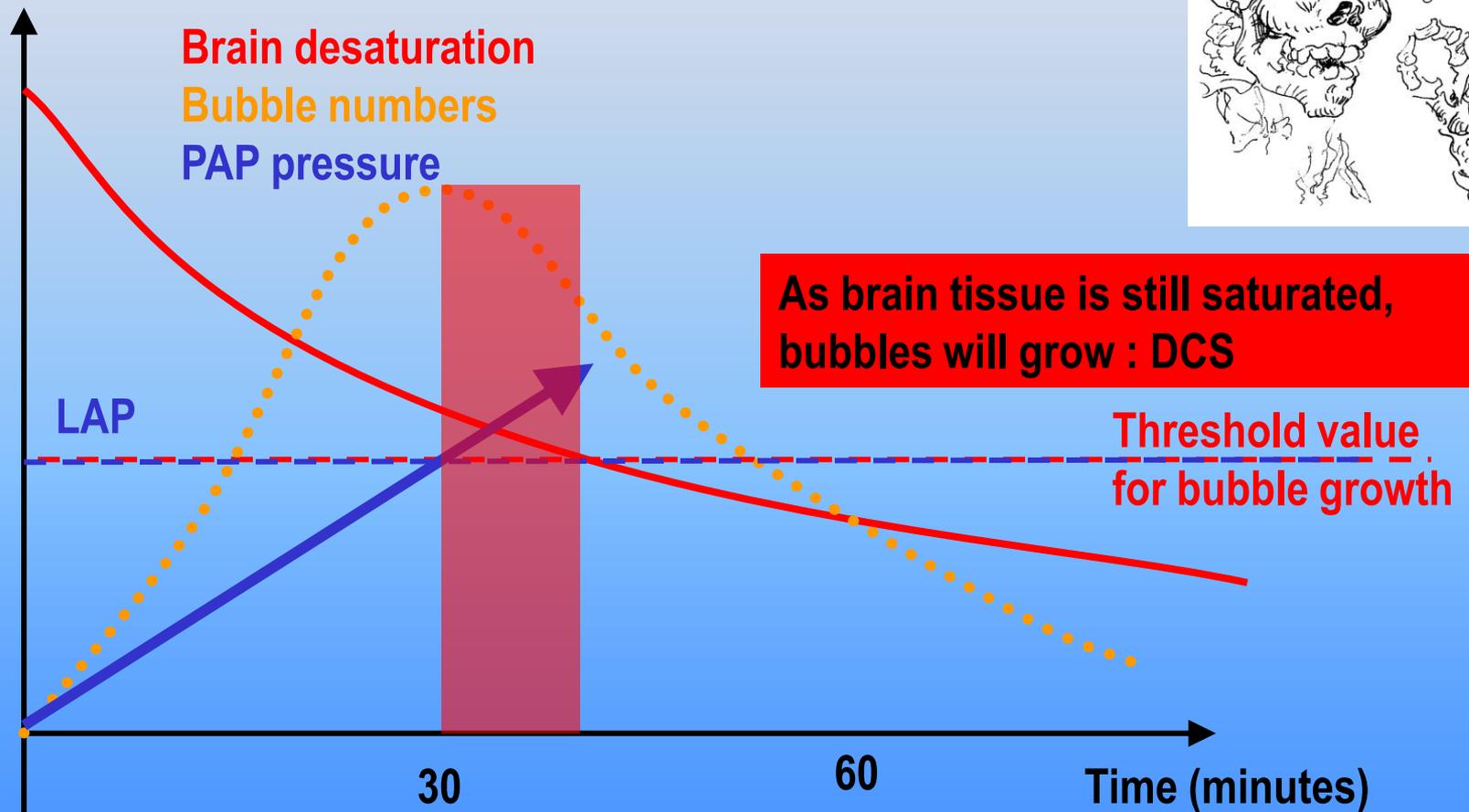


## Comprendre l'ADD



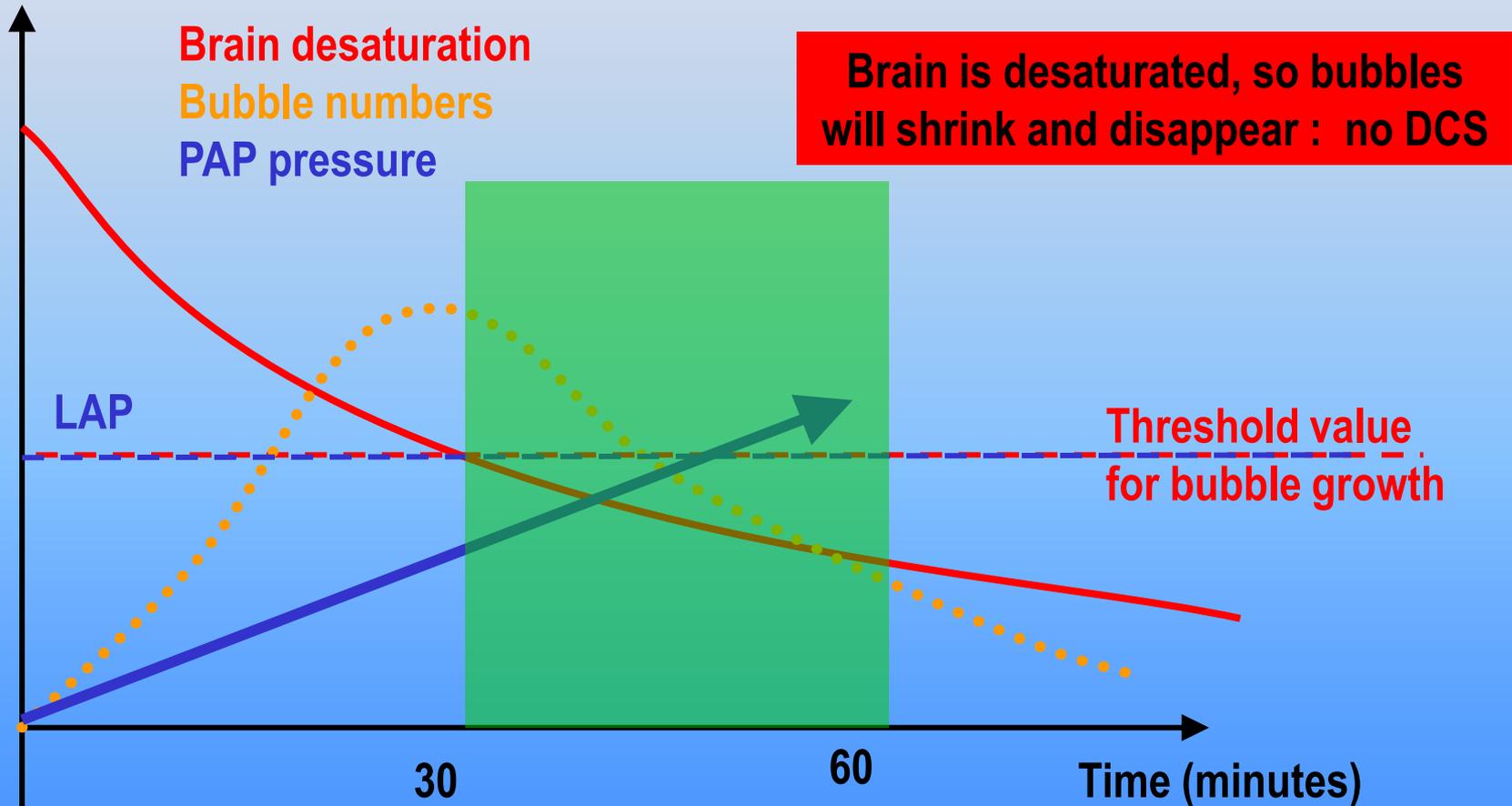


## Comprendre l'ADD



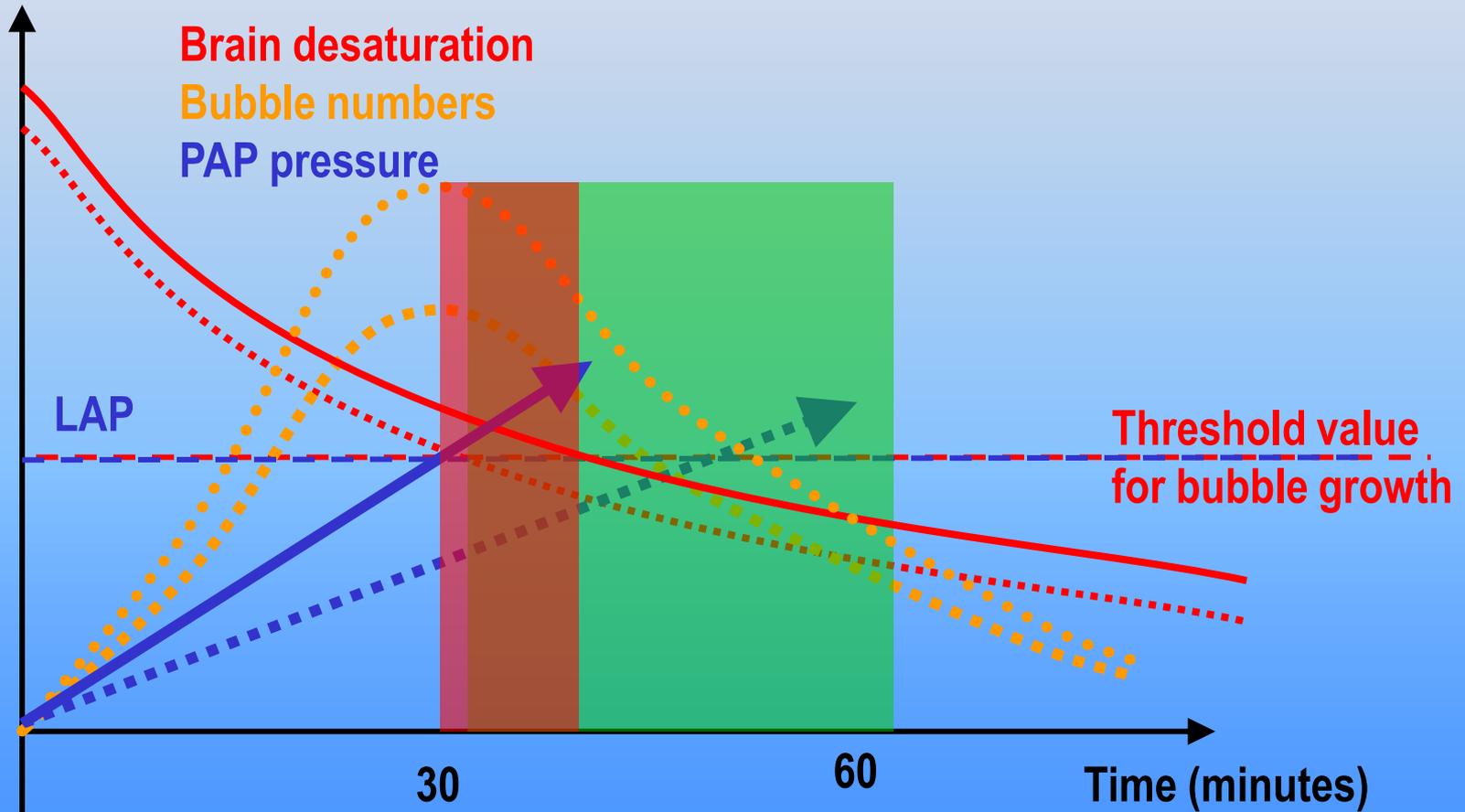


## Comprendre l'ADD





## Comprendre l'ADD





## Facteurs de risque pour ADD

- Fatigue
- Non respect de la table/ordinateur
- Exercice après la plongée
- Température
- Âge
- Obésité
- **Déshydratation**
- Alcool
- Hypercapnie ( $\uparrow\text{CO}_2$ )
- Bain chaud/soleil après la plongée
- Antécédents d'ADD



# Pre-Dive Vibration Effect on Bubble Formation After a 30-m Dive Requiring a Decompression Stop

PETER GERMONPRÉ, JEAN-MICHEL PONTIER,  
EMMANUEL GEMPP, JEAN-ÉRIC BLATTEAU,  
STEEFAAN DENEWETH, PIERRE LAFÈRE, ALESSANDRO MARRONI,  
AND COSTANTINO BALESTRA

GERMONPRE P, PONTIER J-M, GEMPP E, BLATTEAU J-E, DENEWETH S, LAFERE P, MARRONI A, BALESTRA C. *Pre-dive vibration effect on bubble formation after a 30-m dive requiring a decompression stop*. *Aviat Space Environ Med* 2010; 81: xx-xx.

**Introduction:** The preconditioning of divers to reduce post-dive decompression sickness (DCS) has gained increased interest in diving medical research over the last few years. The beneficial effects of physical exercise, oxygen breathing, hyperbaric exposure, heat exposure, hyperhydration, or nitroglycerin administration before the dive are only a few examples of ongoing research. In this work, we investigated the effects of pre-dive whole-body vibration on post-dive bubble formation. **Methods:** Following French Navy standard dive procedures, 14 healthy male military divers performed 2 identical dives 1 wk apart to 30 m of seawater (msw) for 30 min. One of the dives was randomly preceded by a 30-min whole-body vibration session (frequencies 35-40 Hz), 1 h before the dive. Post-dive bubbles were measured precordially 30, 60, and 90 min after the dive and were graded according to the Kissman Integrated Severity Score (KISS) protocol, with and without knee flexing. Arterial endothelial function was measured before and after vibration using flow mediated dilation (FMD) measurement. **Results:** A significant reduction in bubble scores was observed after the "vibration" dive. **Conclusion:** As there was no observed change in FMD after vibration, we do not believe a nitric oxide mediated mechanism is involved; rather, a mechanical dislodgement or enhanced lymphatic elimination of gas nuclei is hypothesized.

**Keywords:** scuba diving, decompression sickness prevention, bubble formation, whole-body vibration.

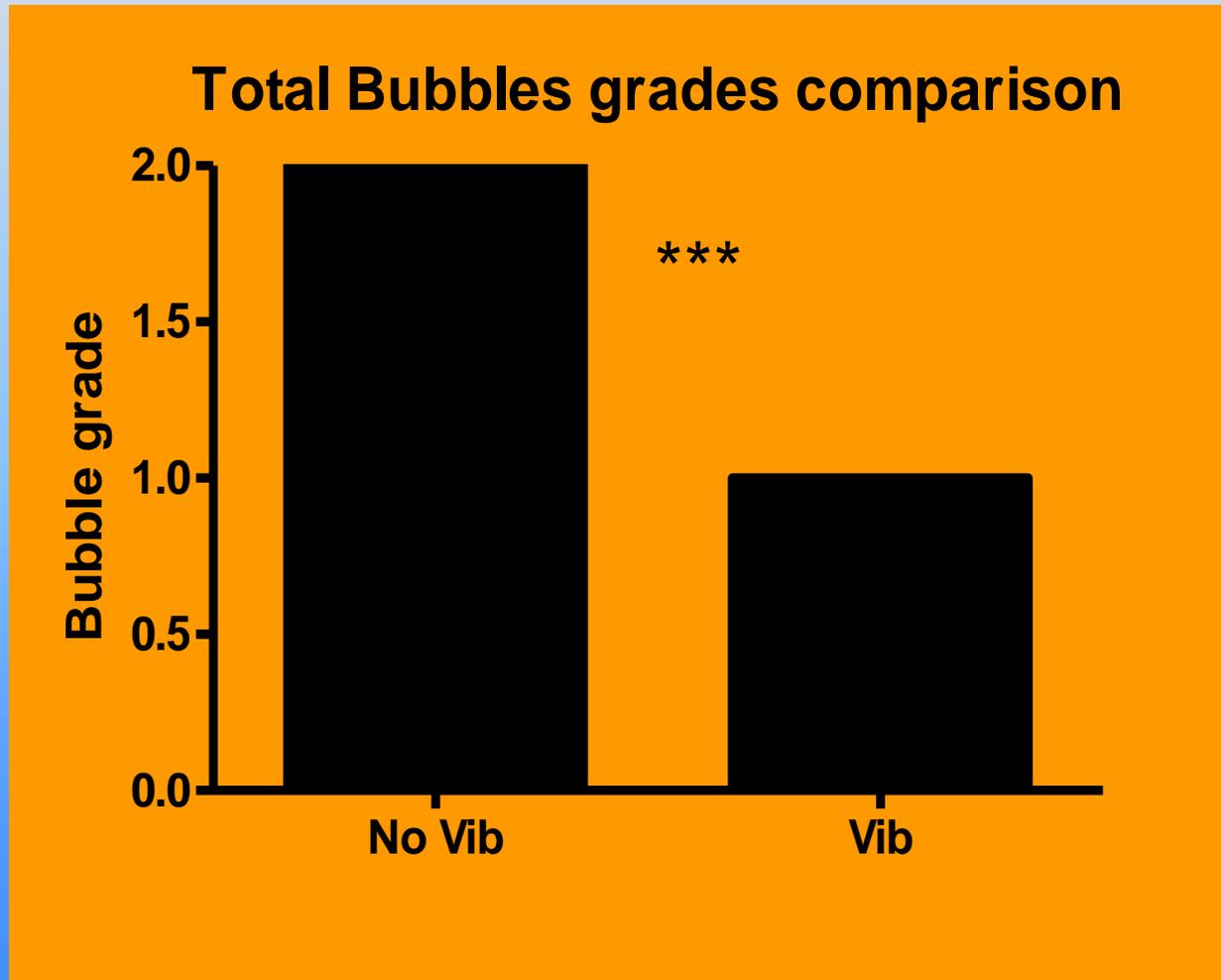
beneficial effects of pre-dive exercise (5,14), oxygen breathing (9), pre-dive hyperbaric sessions (19,24), heat preconditioning (6), hydration (15), and nitric oxide (NO) donor administration (13). Most of these experiments try to influence bubble formation by modifying biophysical or chemical properties of the endothelial surface, on which gas bubbles or nuclei are presumed to be forming. In this paper, we report the possibility of reducing post-dive bubble formation by a short bout of mechanical low-frequency vibrations of the whole body 1 h before the dive.

## METHODS

The study protocol was approved by the Academic Ethical Committee of the Brussels Free University and by the French Navy Experimental Ethical Committee. After consent, 14 healthy male military divers (age range: 23-44, mean 29 yr, height:  $177 \pm 6$  cm, weight:  $79.44 \pm 10.7$  kg) participated in this prospective study. All divers were in good health, did not take any medication, and had never suffered from DCS. They performed



## Vibration avant la plongée





## Exercice avant la plongée et formation de bulles

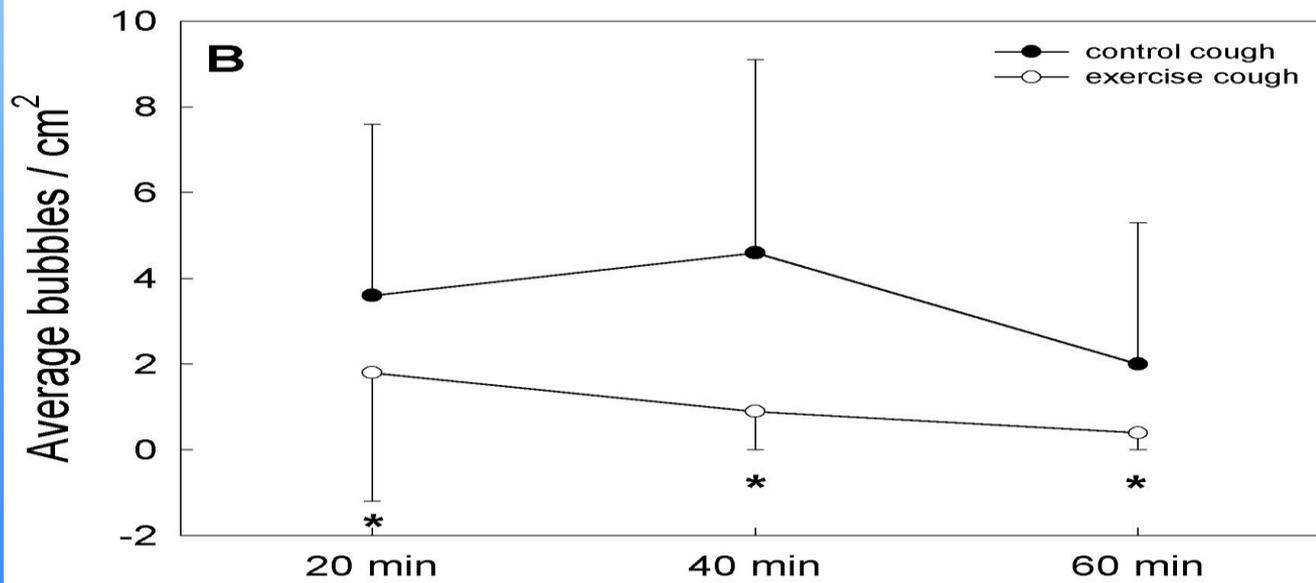
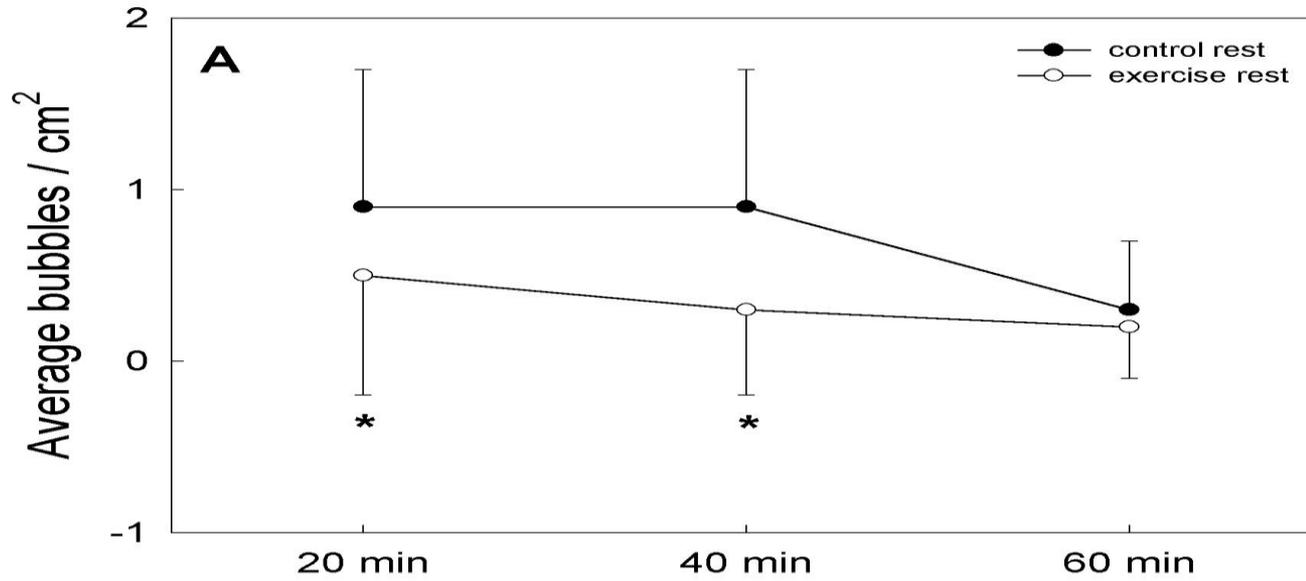
- 2 études avec 32 plongeurs:  
Blateau et al (2006 and 2007) a montré qu'une course sous-maximale 2 heures avant une plongée en caisson réduit la formation de bulles
- Courir mais aussi pédaler à 2 niveaux d'intensité réduisent la formation de bulles en plongée humide (Pontier et al 2007)



- Exercice durant le palier de décompression (palmage durant 3 min palier à 3 m)



# Physiopathologie



➤ Définition

➤ Epidémiologie

➤ Physiopathologie

➤ Tableaux cliniques



➤ Prise en charge pré-hospitalière

➤ Prise en charge hospitalière



## Maladie de décompression

### Type I (mineurs)

Ostéo-arthro-musculaires  
(30%): bends

Cutanés: puces, moutons

Lymphatiques: oedème

Fatigue intense

### Type II (majeurs)

ADD médullaire (70% ADD) 75% ADD neuro  
Accident central 25% ADD neuro



paresthésies  
para/hémi-parésie  
para/hémiplégie  
sphincters

Cardio-respiratoires: Chokes

Cochléo-vestibulaire (15%)



## Symptômes de l'ADD

Selon les statistiques DAN

### Neurologique sévère

- Inconscience
- Paralyse
- Trouble de la vision
- Trouble des mouvements
- Obnubilation
- Trouble intestinal
- Trouble de la parole
- Trouble de la miction
- Crampes

### Neurologique léger

- Troubles de la sensibilité
- Étourdissement
- Sensations cutanées
- Trouble de la personnalité
- Altération des réflexes
- Sensation de faiblesse





## En pratique...

- Fourmillements jambes suivis d'une paraparésie ou paraplégie ascendante progressive après un délai (30' à 90') et troubles sphinctériens

### ADD médullaire

Signes prémonitoires: troubles de la sensibilité en ceinture et douleur thoracique et/ou abdominale et/ou rachidienne

- Coma immédiat en surface, convulsions, arrêt cardio-respiratoire, décès

signes cérébelleux, asymétrie pupillaire, paralysie oculaire  
signes hémisphériques: amputation  $\frac{1}{2}$  champ visuel, cécité corticale, hémiplégie, hémisyndrome sensitif, aphasie, autres déficits focaux,  
signes oculaires: amaurose

### Embolie gazeuse cérébrale



## En pratique...

- Vertiges rotatoire, nausées, vomissements, nystagmus (battement du regard)  
(souvent déjà dans l'eau)

**ADD cochléo-vestibulaire**

Diagnostic différentiel: barotraumatisme de l'oreille interne et l'ADD cérébelleux.

- Toux, sifflements, manque d'air, cyanose et parfois crachats sanglants

**ADD pulmonaire ou Chokes**

Diagnostic différentiel: Œdème pulmonaire immersion



## Barotraumatisme du poumon “Surpression”

- Survient à la remontée lors d'un blocage volontaire ou non de la respiration
  - panique
  - spasme réflexe de la glotte du à l'entrée accidentelle d'eau dans le nez ou la bouche
  - problème médical préalable (obstruction d'une bronche, asthme, bronchite chronique, emphysème...)
- Remontée sans embout (RSE) sans évidence d'erreur technique

Danger existe dès  
2 mètres de profondeur  
(plongeur débutant en piscine)





## Pathogénèse de l'embolie gazeuse cérébrale

- Rémontée sans expirer (loi de Boyle-Mariotte) →  
Si pression transpulmonaire > 80 mmHg →  
Rupture alvéolaire, passage de gaz dans les veines pulmonaires et la circulation systémique  
→ embolisation cérébrale massive, embolisation coronarienne
- Signes associés: pneumomédiastin,  
emphysème cervical: crepitus et voix rauque
- Pneumothorax possible

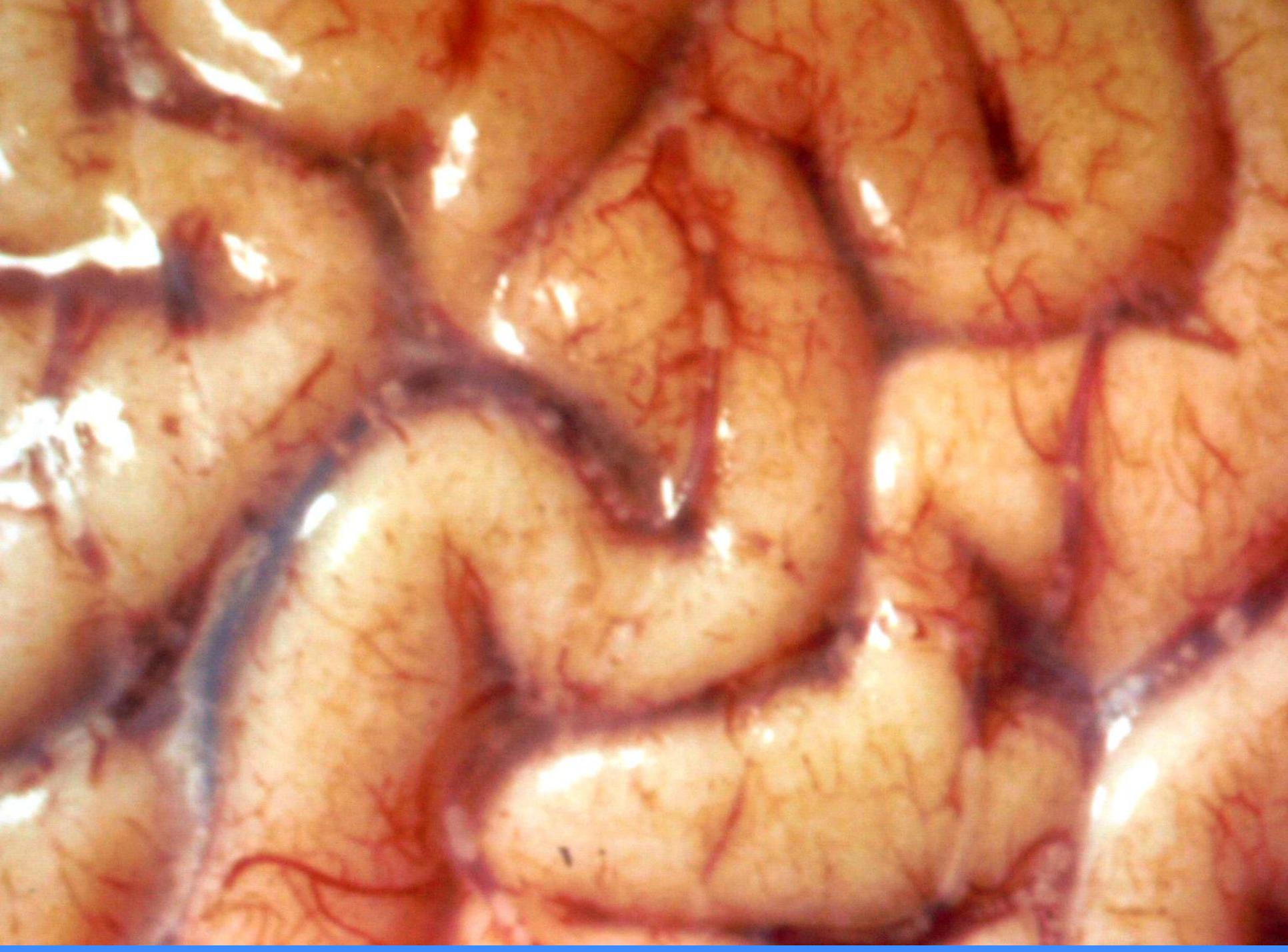


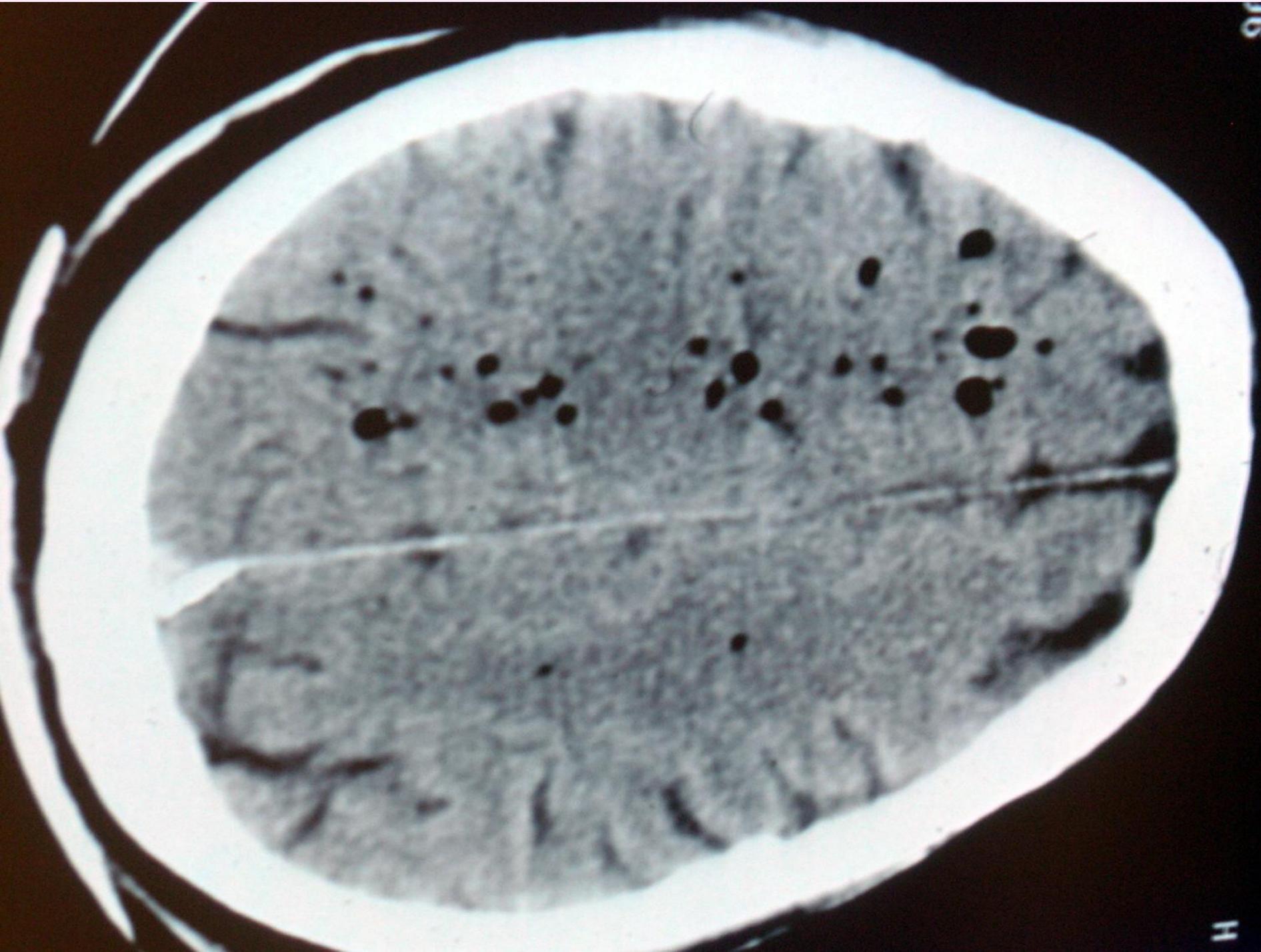


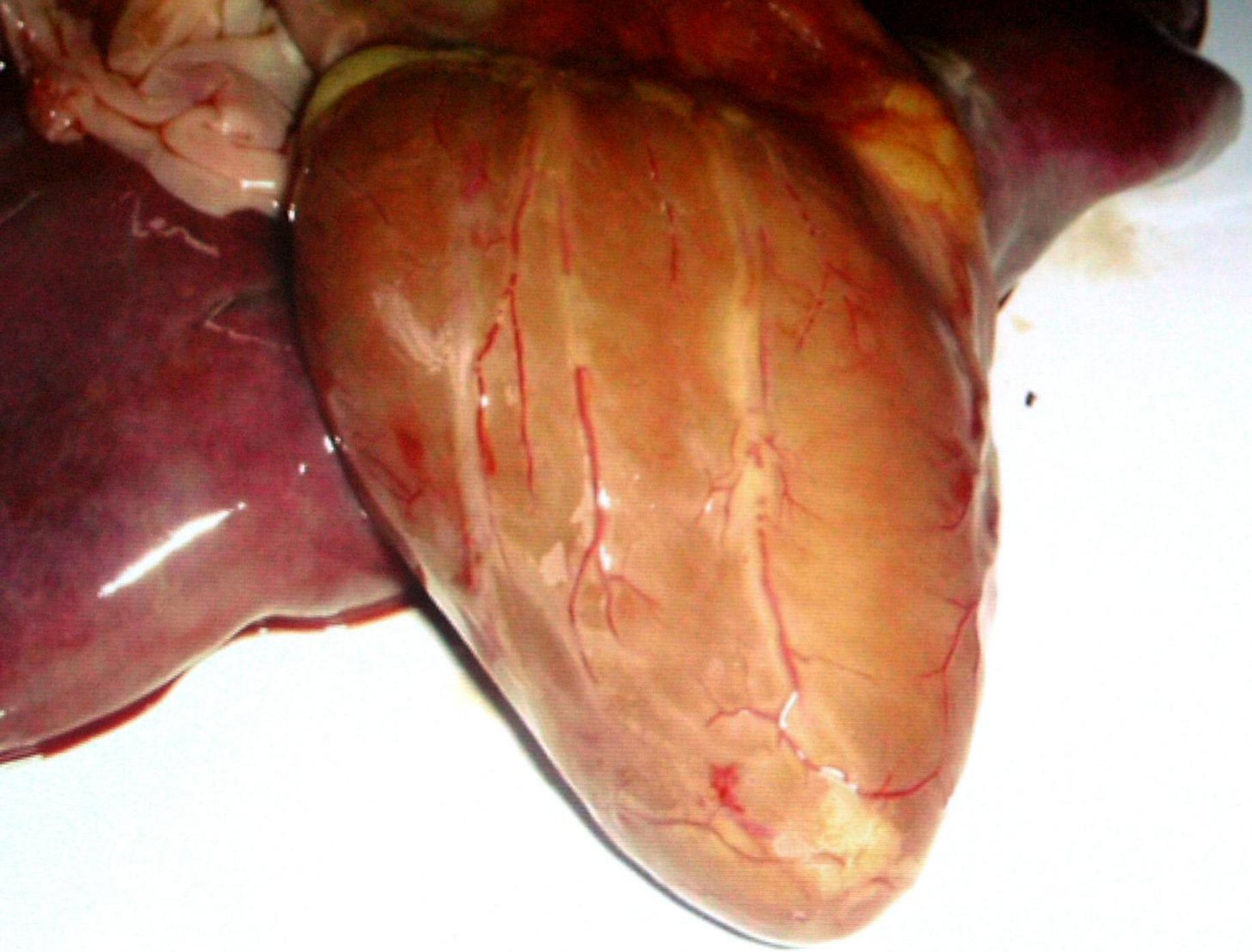
## Embolie gazeuse cérébrale

- Plongeur expérimenté de 23 ans
- Panne d'air à 36 m
- Remontée assistée sur un détendeur jusqu'à 6 m
- Probable panique et remontée rapide sans expirer
- Perte de conscience immédiate puis décès pendant le transport vers un centre hyperbare
- Autopsie: embolie gazeuse cérébrale massive











## Chokes

- Situation rare survenant lors de remontée rapide depuis grande profondeur
- Due à une embolisation bullaire massive du lit pulmonaire
- Symptômes:
  - Gêne ou douleur rétro-sternale
  - Toux sèche
  - Fatigue extrême
  - Détresse respiratoire progressive



## Œdème pulmonaire d'immersion

(Swimming-induced pulmonary oedema,  
immersion-related pulmonary oedema)

- Décrit chez les purs-sangs (effort ++++)
- Survient chez le nageur ou plongeur
- toux, essoufflement, crachats sanglants
- survient après 20-30' de plongée
- s'aggrave à la remontée
- résolution spontanée fréquente
- récurrence souvent lors de plongées ultérieures
- plus grave en eau froide
- souvent chez sujets avec hypertension artérielle modérée
- confondu avec ADD





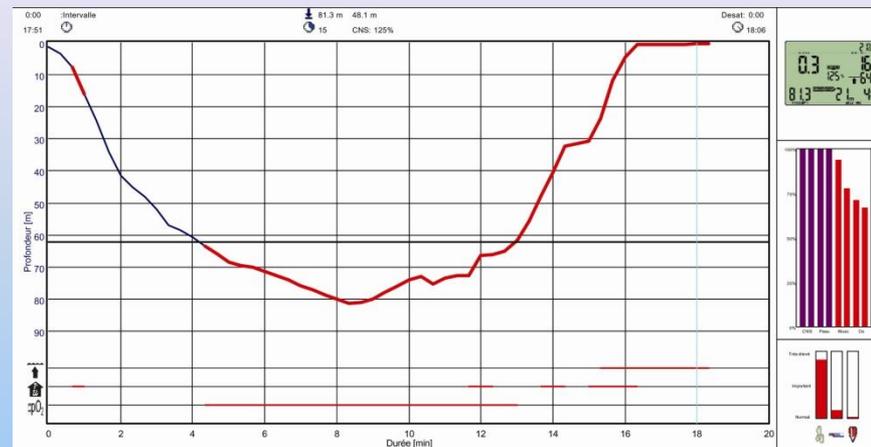
## Diagnostic

Plaintes +++ associées à la plongée - diagnostic ADD difficile

- Pas de signes ni symptômes spécifiques
- Plaintes pouvant apparaître tardivement après la plongée (> 6 heures )
- Limite de 72 heures (?)
- Ne jamais sous-estimer le danger potentiel
- Evolution dans le temps imprédictible
- Importance d'une anamnèse technique précise (profil de plongée détaillé)
- Rôle du transport aérien ou du passage d'un col en voiture dans l'apparition des symptômes



## Profil de plongée



- Plongée à moins de 10 m: ADD médullaire exclu mais EG tout à fait possible
- Plongée courte et profonde : symptômes cérébraux
- Plongées successives: symptômes médullaires



## Points à retenir



- En plongée sportive, 80% des ADD sont de type II
- Les symptômes d'embolie gazeuse cérébrale apparaissent immédiatement
- 50% des symptômes d'ADD médullaire apparaissent en 1 heure, 90% en six heures

- Définition
- Epidémiologie
- Physiopathologie
- Tableaux cliniques
- Prise en charge pré-hospitalière
- Prise en charge hospitalière



# Prise en charge pré-hospitalière



- Ne jamais sous-estimer les plaintes



- Etablir une feuille de route: heure, traitements, hydratation



# Examen Neurologique DAN

Nom de l'examineur \_\_\_\_\_

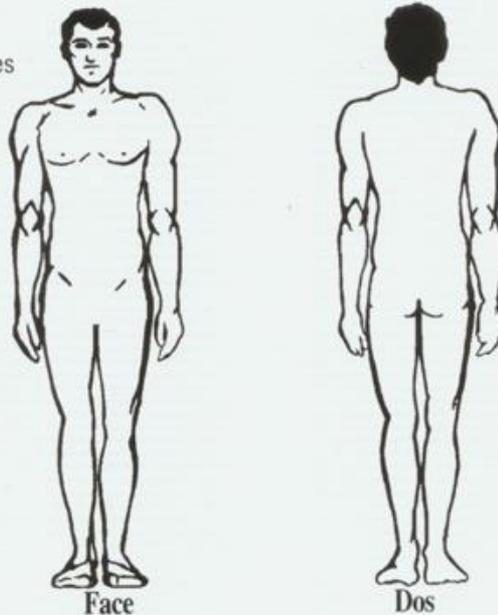
Nom de l'accidenté \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Téléphone ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_ Date et heure \_\_\_\_\_

S.V.P., cochez ( ✓ ) dans les petits carrés en cas de test anormal ou douteux. Ecrivez les commentaires éventuels sous le schéma du corps humain: grisez les parties cutanées qui accusent un changement de sensibilité. Donnez quelques renseignements sur la plongée et l'accident (p. ex: profondeur, durée, remontée rapide, etc.).

- 1. **Orientation** —
  - a. personne
  - b. endroit et données temporelles
- 2. **Yeux** —
  - a. mouvements/nystagmus
  - b. test de vision périphérique
  - c. diamètre des pupilles
- 3. **Front** —
  - a. "froncer les sourcils"
  - b. sensibilité
- 4. **Visage** —
  - a. "Pincer les lèvres" (comme pour siffler)
  - b. Sourire
  - c. "grincer les dents"
  - d. sensibilité
- 5. **Oreilles** —
  - a. audition
  - b. bruits/sons anormaux
- 6. **Déglutition** —
  - a. regarder la "pomme d'Adam"
- 7. **Langue** —
  - a. "tirer la langue"
- 8. **Epaules** —
  - a. force
  - b. sensibilité
- 9. **Bras** —
  - a. Serrer les doigts
  - b. les bras ensemble/séparément
  - c. sensibilité
- 10. **Thorax** —
  - a. sensibilité
- 11. **Jambes** —
  - a. flexion/extension contre résistance
  - b. test d'équilibre/coordination
  - c. sensibilité



Commentaires:

---



---



---



---



---



# Examen Neurologique en 5 Minutes

Exécuter les points suivants et noter l'heure et le résultat.

1. **Orientation** — Demandez le nom du plongeur accidenté, la date courante, des détails sur la plongée. Même si le plongeur peut sembler alerte, les réponses à ces questions peuvent dévoiler une certaine confusion mentale.
2. **Yeux** — Maintenez la tête de la victime ou demandez-lui de ne pas la bouger. Demandez-lui de suivre des yeux votre main (à environ 50 Cm) bougez de haut en bas et droite/gauche. Les yeux du plongeur devraient suivre les mouvements sans saccades (nystagmus) et de façon uniforme. Contrôlez la vision périphérique. Vérifiez si les pupilles sont du même diamètre et réagissent à la lumière.
3. **Front** — Demandez au plongeur accidenté de fermer les yeux pendant que vous lui touchez doucement le front et le visage. Recherchez et notez toute différence ou disparition de sensibilité. Le plongeur accidenté ayant les yeux fermement clos, vérifiez sa force musculaire en essayant d'écarter les paupières en prenant appui au-dessus des sourcils. Demandez à la victime de froncer les sourcils. Notez toute différence. Testez la sensibilité cutanée.
4. **Visage** — Demandez au patient de pincer les lèvres comme pour siffler. Voyez si le plongeur peut froncer les lèvres. Demandez-lui de sourire. Voyez si une différence existe dans les muscles de la face. Demandez au plongeur de grincer les dents. Palpez les joues, les muscles devraient avoir la même force. Notez toute différence. Testez la sensibilité cutanée.
5. **Oreilles** — Le patient a les yeux fermés. Demandez-lui si son audition est normale. Contrôlez l'audition en plaçant votre main à 50 cm de l'oreille du patient et tout en frottant votre index sur votre pouce, demandez s'il entend. Rapprochez votre main jusqu'à ce qu'il entende.
6. **Déglutition** — Demandez au plongeur de déglutir pendant que vous vérifiez le mouvement vertical de la "Pomme d'Adam".
7. **Langue** — Demandez de "tirer la langue". Celle-ci devrait sortir de la bouche au milieu et en droite ligne sans aucune déviation à droite ou à gauche.
8. **Epaules** — Placez fermement vos mains sur les épaules de la victime. Dites-lui de hausser les épaules. Notez toute différence de force. Vérifiez la sensibilité cutanée.
9. **Bras** — Demandez à la victime de serrer vos doigts (les deux mains en même temps) et notez toute différence de force. Les mains du plongeur accidenté sont placées sur sa poitrine, demandez-lui de lever les coudes à l'horizontale. Doucement, poussez puis tirez les coudes du patient alors qu'il oppose une résistance au mouvement. Notez toute différence de force. Testez la sensibilité cutanée.
10. **Thorax** — L'accidenté a les yeux fermés. Testez la sensibilité cutanée.
11. **Jambes** — La victime est couchée sur le dos. Levez et baissez une jambe pendant que le patient oppose une résistance. Notez toute différence de force pour les jambes. Le patient est debout. Testez sa coordination et son équilibre en lui demandant de marcher sur les pointes/talons.

S'il existe des anomalies, considérez qu'il s'agit d'un accident de plongée. Administrez les premiers soins appropriés, transportez la victime à l'hôpital le plus proche et appelez DAN: +41.1.383.1111. La situation neurologique dans laquelle le plongeur se trouve peut empêcher la réalisation de un ou plusieurs de ces tests, si c'est le cas notez pourquoi le test a été omis. Cet examen neurologique devrait être effectué souvent: au moins toutes les heures. Notez les résultats et transmettez-les au personnel médical compétent. Pratiquez souvent cet examen rapide pour être efficace au moment voulu. **NOTE: L'utilisation de cette fiche ne remplace pas l'entraînement nécessaire à la bonne marche de ces techniques.**



➤ Attitude si suspicion d'accident de type II ou erreurs patentes de procédure 1

- Arrêt de tout effort physique
- Décubitus dorsal, déplacement prudent du patient
- O<sub>2</sub> thérapie normobare masque hte concentration: FiO<sub>2</sub> 100%
- Appel des secours (préciser accident de plongée, hélicoptère)

# Prise en charge pré-hospitalière



## ➤ Attitude si suspicion d'accident de type II ou erreurs patentées de procédure 2

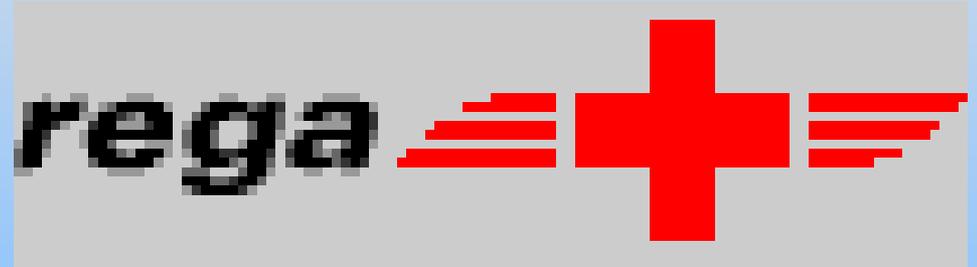
- Hydratation orale +++: 1000 ml eau en 30-45 minutes
- Hydratation i.v. +++: pas de glucosés (NaCl, Ringer)
- Protection contre le froid (sécher, couvrir)

➤ Aspirine ?      **non**



➤ Rassurer le plongeur, récupérer son ordinateur de plongée

# Appel des secours <sub>1</sub>



Tel 1414 ou + 41 333 333 333

Interlocuteur:

médecin hyperbare DAN

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

# Prise en charge pré-hospitalière



O<sub>2</sub>thérapie normobare masque hte concentration  
FiO<sub>2</sub> 100%

- Lutte contre l'hypoxie tissulaire et l'hypoxémie
- ↗ gradient PN<sub>2</sub> → accélération de la dénitrogénéation
- FiO<sub>2</sub> 100%: circuit fermé (système Wenoll),  
masque haute concentration débit 15 L/min



# Prise en charge d'un ADD



En fin de plongée mais aussi dans les heures post-plongée

## Plaintes légères

- Fatigue +++
- Signes/sympt cutanés
- « Bends »

## Sur le site de plongée

- 100% O<sub>2</sub>
- Hydratation
- Protection thermique
- Decubitus dorsal
- Alerte

## Plaintes sévères

- Troubles sensitivo-moteurs
- Troubles fcts supérieures
- Troubles équilibre

Neuro check

∅ symptômes dans les  
30 min 100% O<sub>2</sub>

Symptômes persistants  
dans les 30 min 100% O<sub>2</sub>

**HOSPITALISATION**  
100% O<sub>2</sub> normobare

**Consultation  
spécialisée**



# Transport ADD type II



- Pas d'interruption de l' O<sub>2</sub>
- Pas de déplacement autonome du plongeur
- Altitude de vol de l'hélicoptère la plus basse (mais contraintes météo !)
- Discuter alors transport terrestre
- Course contre la montre



- Examen général superficiel, év. complété d'un examen spécialisé (consultation en médecine de plongée).
- Répétition du status neurologique y.c. contrôle de la vessie et du tonus sphinctérien.
- Priorité donnée à la stabilisation des fonctions vitales, avant un traitement en caisson hyperbare (OHB) si celui-ci s'avère nécessaire.
- Documentation de la plongée (binôme, ordinateur).
- Documentation de toutes les mesures médicales.
- Vérification de la couverture d'assurance.

## AUTRE MESURES THÉRAPEUTIQUES

- Voir aussi informations "Directive accident de plongée" [www.suhms.org](http://www.suhms.org)
- Conseils en médecine de plongée pour le diagnostic, le traitement et les possibilités de transport: **Hotline DAN: Tel. Rega 1414, étranger +41 333 333 333.**
- Poursuite de l'oxygénation normobare selon recommandations du médecin de plongée resp. jusqu'au traitement consécutif.
- La décision d'une thérapie OHB peut dépendre de critères logistiques (lieu de l'accident, possibilités de transport, disponibilité).



[dansuisse@wendling.ch](mailto:dansuisse@wendling.ch)

Hotline DAN: Rega Tél. 1414, depuis l'étranger +41 333 333 333



**SUHMS** Secrétariat  
Lerchenweg 9  
CH-2543 Lengnau  
Tél. +41 32 653 85 46  
[suhms@datacomm.ch](mailto:suhms@datacomm.ch)  
[www.suhms.org](http://www.suhms.org)

ont collaboré:

Dr. Peter Knessl, Dr. Peter Nussberger, Dr. Jürg Wendling, Dr. Christian Wölfel



SWISS UNDERWATER AND HYPERBARIC MEDICAL SOCIETY  
SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR UNTERWASSER- UND  
HYPERBARMEDIZIN  
SOCIÉTÉ SUISSE DE MÉDECINE SUBAQUATIQUE ET HYPERBARE  
SOCIETÀ SVIZZERA DI MEDICINA SUBACQUEA IPERBARICA

# ACCIDENT DE PLONGÉE

ÉVALUATION ET TRAITEMENT  
POUR MÉDECINS D'URGENCE  
ET CENTRES D'URGENCE

RECOMMANDATIONS 2010 - 2013  
DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DE MÉDECINE  
SUBAQUATIQUE ET HYPERBARE "SUHMS"

- Définition
- Epidémiologie
- Physiopathologie
- Tableaux cliniques
- Prise en charge pré-hospitalière
- Prise en charge hospitalière





## Bilan hospitalier

RX thorax (pneumothorax?)

ECG (syndrome coronarien?)

FSC, CRP, Na/K, créatinine, CK, TP/PTT

Gazométrie si intubation

Scanner cérébral si doute causal: AVC? Autre ?

## Ttt hospitalier pré-OHB

O<sub>2</sub> normobare, hydratation +++, lidocaïne pour AGE?



## European Committee for Hyperbaric Medicine



### Conférence de consensus 1996 Marseille Place de l'oxygénothérapie hyperbare

Recommandations ECHM

Niveaux d'évidence ECHM

Type		
1	Recommandé fortement	Le jury considère l'OHB comme ayant une importance critique sur l'évolution
2	Recommandé	Le jury considère l'OHB comme affectant positivement l'évolution
3	Optionnel	Le jury considère l'OHB comme une option

Niveau A	Au minimum 2 études concordantes, contrôlées, randomisées, en double aveugle sans biais méthodologiques
Niveau B	Études randomisées, contrôlées, double aveugle avec biais méthodologiques, études avec échantillonnages restreints ou une seule étude disponible
Niveau C	Consensus d'experts sur le sujet.

**ADD: Type 1, niveau C**

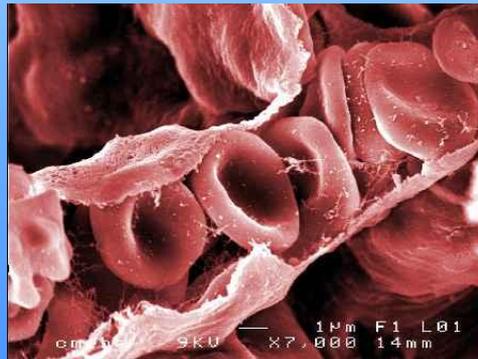


## O<sub>2</sub>thérapie hyperbare FiO<sub>2</sub> 100%

➤ Lutte contre l'hypoxie tissulaire +++

➤ Dénitrogénéation bullaire et tissulaire

➤ Action rhéologique:  
↑ déformabilité des globules rouges



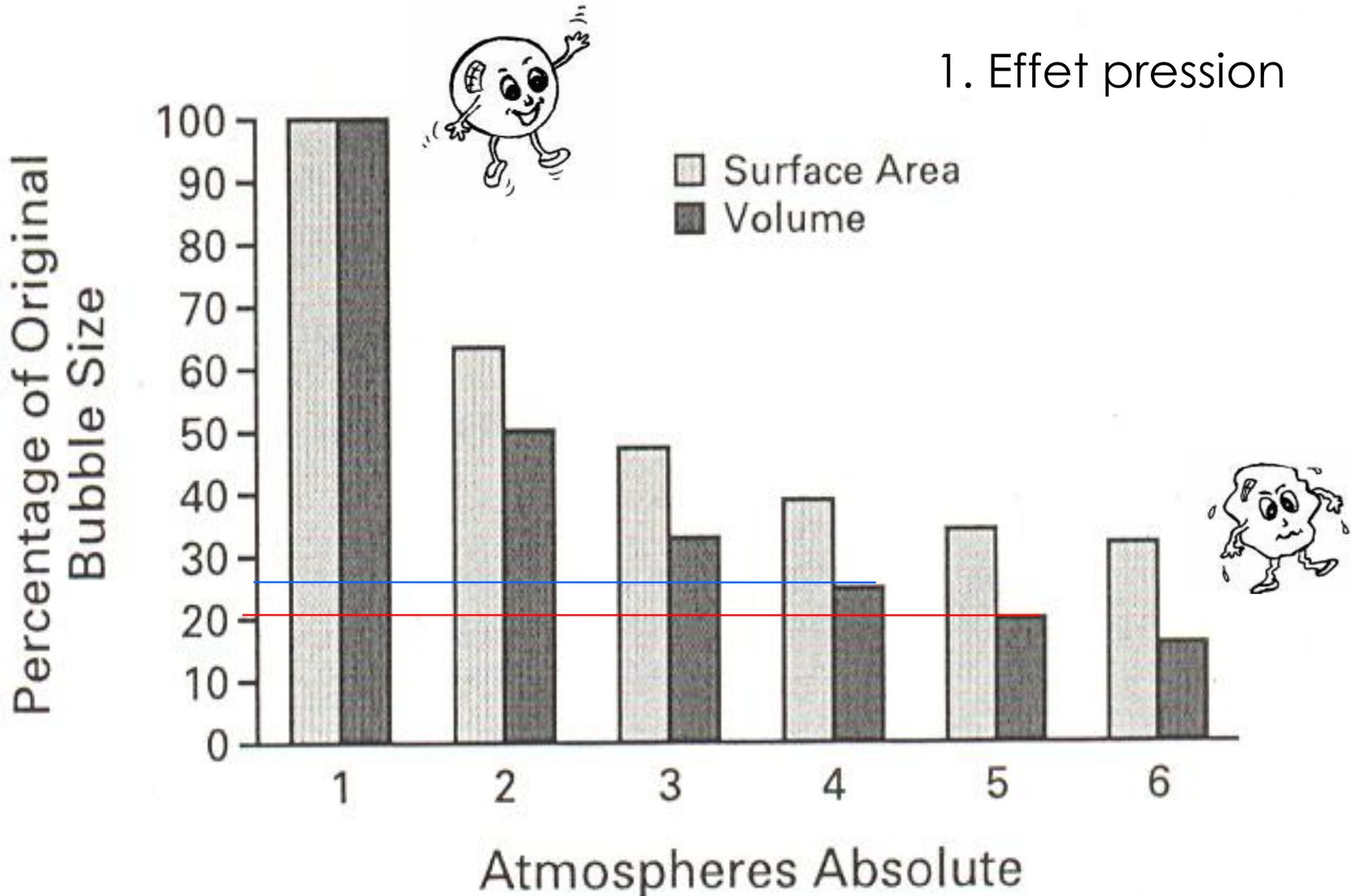
➤ Effet pression sur taille des bulles (< 3 heures après accident)



# Prise en charge hospitalière

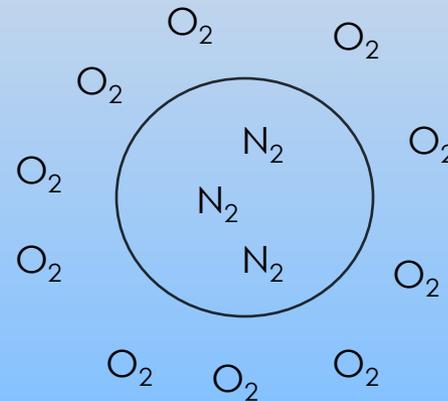


## 1. Effet pression





## 2. Dénitrogénéation

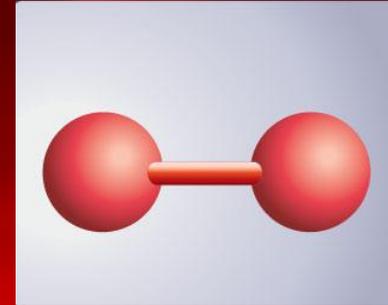
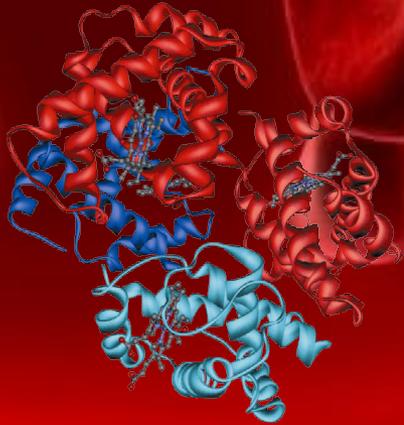


3. ↑ diffusion  $O_2$  tissulaire (vol de diffusion x 10)

# Prise en charge hospitalière

## Augmentation du contenu artériel en oxygène

Contenu  $O_2 = O_2$  lié à l'Hb +  $O_2$  dissous



$O_2$  dissous =  $\alpha P$        $\alpha = 0.0031$  ml/100ml sang/mmHg

$CaO_2 = 1.34 \times SaO_2 + 0.003 \times PaO_2$

# Prise en charge hospitalière



**1 ATA:**  $PO_2 = 100$  mm Hg

- 19.2 ml /100 ml
- 0.31 ml /100 ml

Air ambient

(HbO<sub>2</sub> Sa 95%)

(O<sub>2</sub> dissous 0.0031 x 100)

**1 ATA:**  $PO_2 = 760$  mm Hg

- 20.1 ml /100 ml
- 2.3 ml /100 ml

O<sub>2</sub> 100%

(HbO<sub>2</sub> Sa 98%)

(O<sub>2</sub> dissous 0.0031 x 760)

**3 ATA:**  $PO_2 = 2280$  mm Hg

- 20.1 ml /100 ml
- 7 ml /100 ml

O<sub>2</sub> 100%

(HbO<sub>2</sub> Sa 98%)

(O<sub>2</sub> dissous 0.0031 x 2280)

Extraction O<sub>2</sub> tissu = 5 ml/100 ml

O<sub>2</sub> dissous > besoins métaboliques

# La nouvelle chambre hyperbare des HUG







Caisson Galéazzi 1964

1 place couchée ( $\pm$  1 place assise)

1 médecin hyperbare bénévole

Infirmiers du SU

Médecins/infirmiers anesthésistes

Techniciens

Pression de travail 4 ATA (30 mètres)

Oxygène/héliox

Caisson semblable CHUV

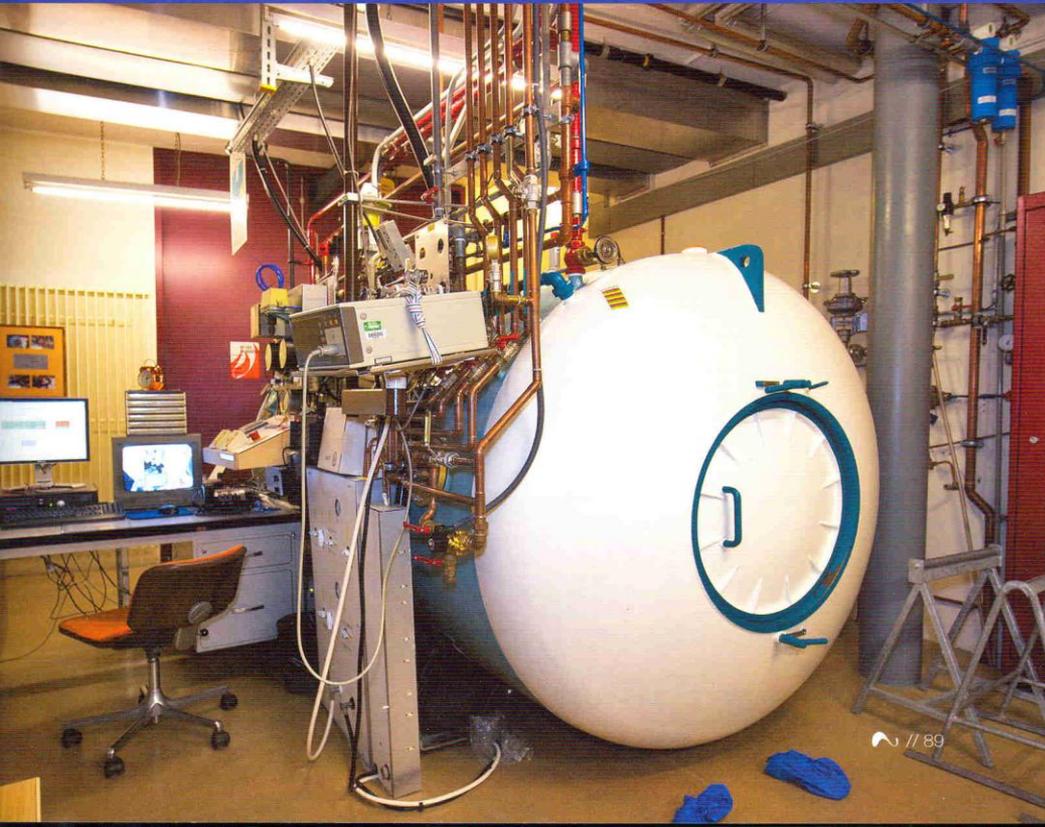
2 médecins hyperbares

1 équipe d'accompagnateurs  
bénévoles

# Le caisson hyperbare, planche de salut des plongeurs

C'est une étrange boîte blanche de dix mètres de long. Un caisson qui peut faire des petits miracles. La chambre hyperbare, bien connue des professionnels, est utilisée pour soigner les accidentés de plongée et pour un nombre incalculable de problèmes de santé, dont le traitement du diabète.

*Texte: Aline Jaccottet*



## Cas traités

### Cas aigus

Accidents de décompression

Intoxications au CO

(embolies gazeuses)

Rares cas électifs





**HAUX-STARMED**

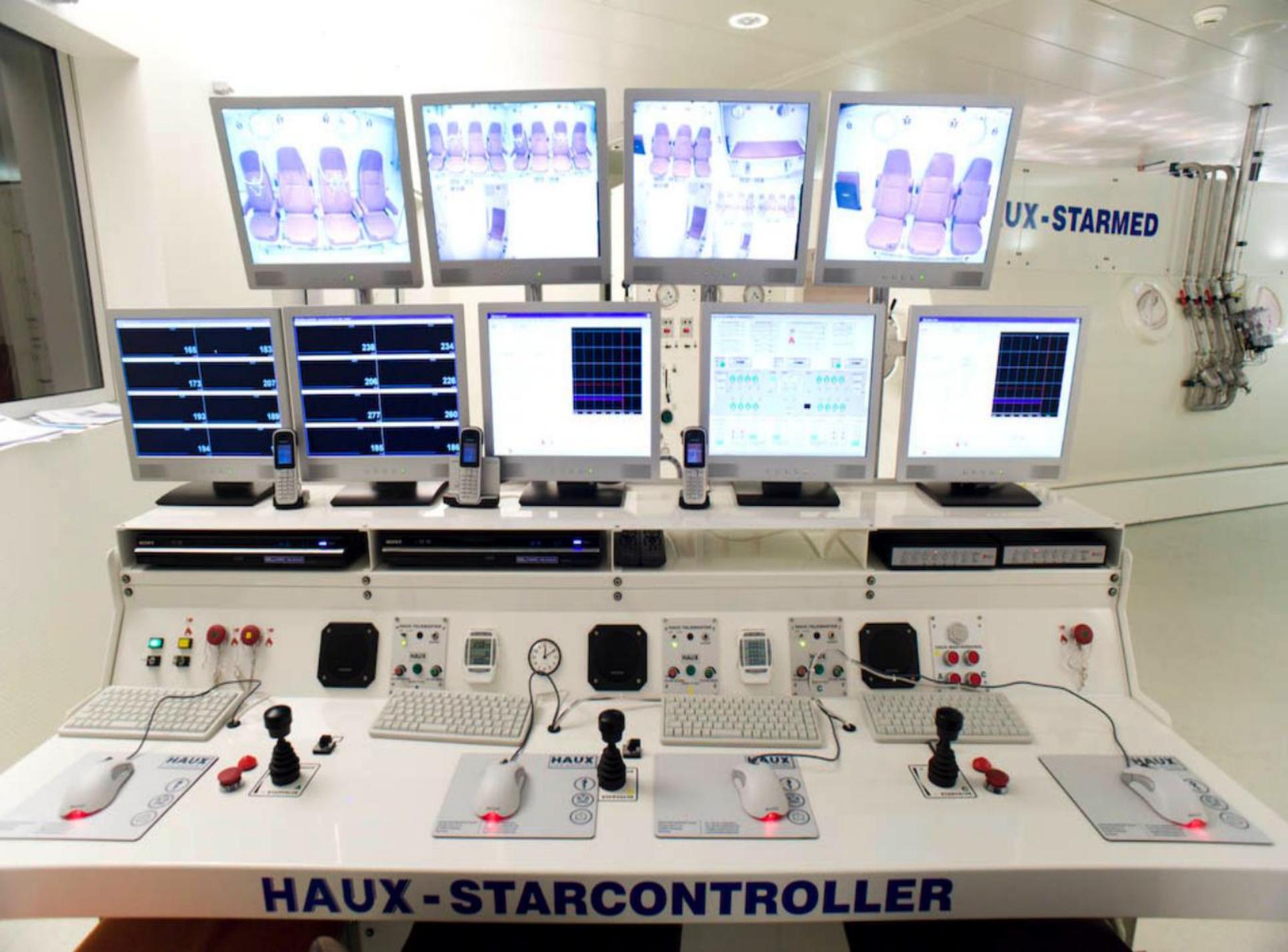
- Diamètre intérieur 2400 mm
- Silhouette en  $\Omega$  (fond plat)
- Longueur 10 mètres
- Poids 32 tonnes
- Pression de 4 bar (4 ATA)

**HAUX-STARMED 2400**

- 2 chambres principales reliées par un sas de transfert
- Capacité: chambres 8 assis ou 4 assis + 1 lit / sas 2 assis
- Banquettes sièges Roll-on/ Roll-off
- Portes de plein pied ( lits) battantes et coulissantes pour sas







UX-STARMED

HAUX-STARCONTROLLER

HAUX  
LIFE-SUPPORT



SAMSUNG

SyncMaster 214T

HAUX  
LIFE-SUPPORT



01

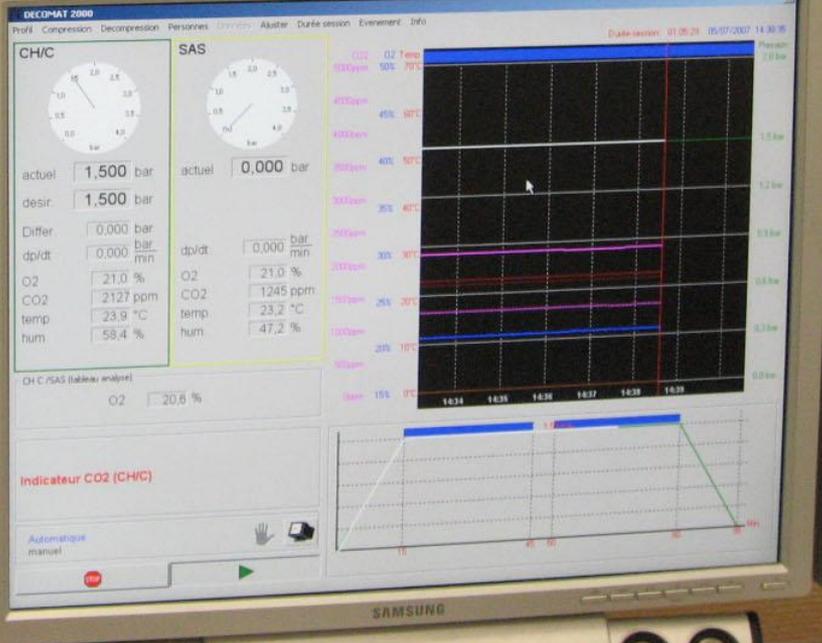
SAMSUNG

SyncMaster 214T



SAMSUNG

SyncMaster 214T

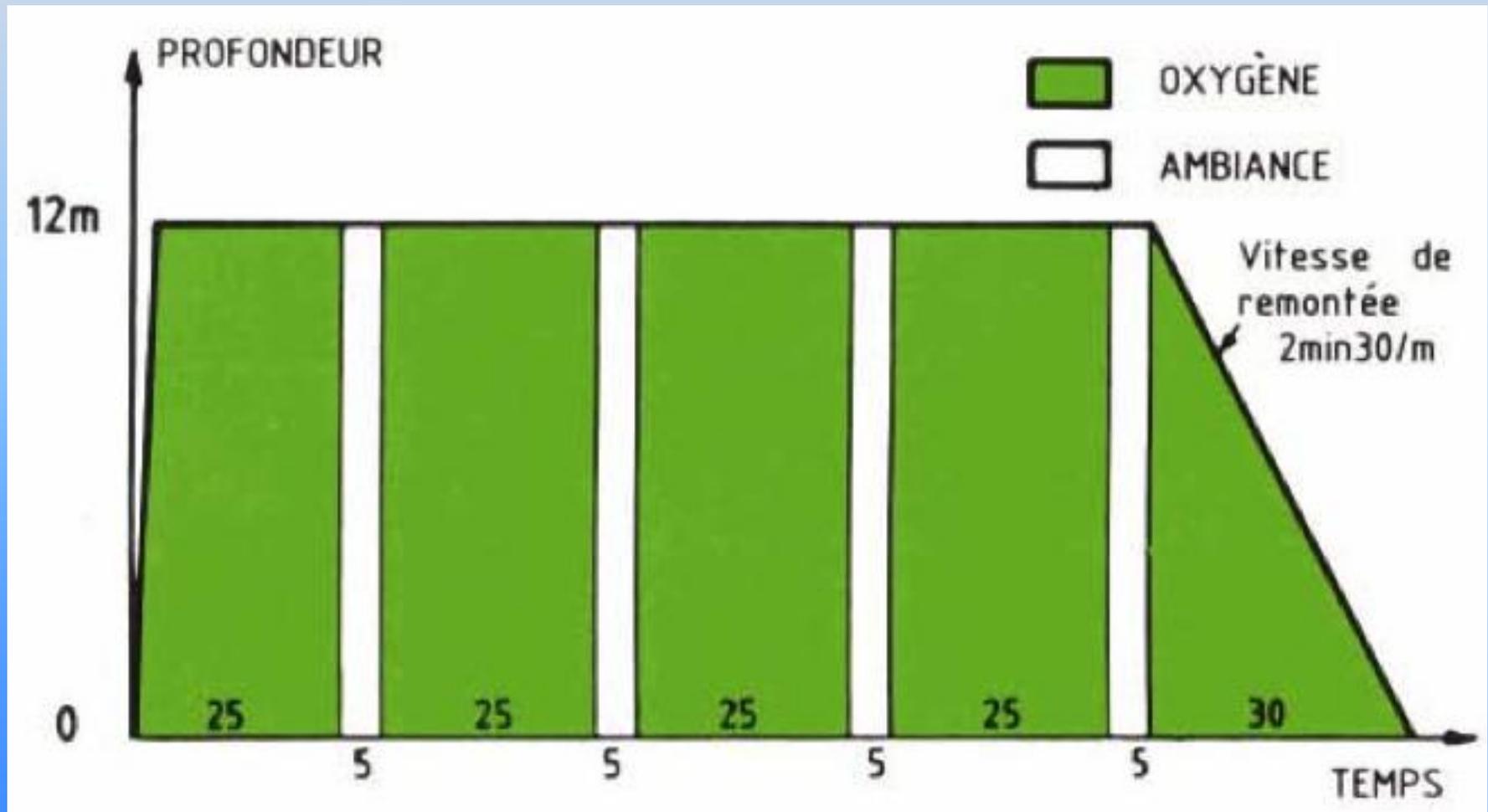


SAMSUNG

# Prise en charge hospitalière



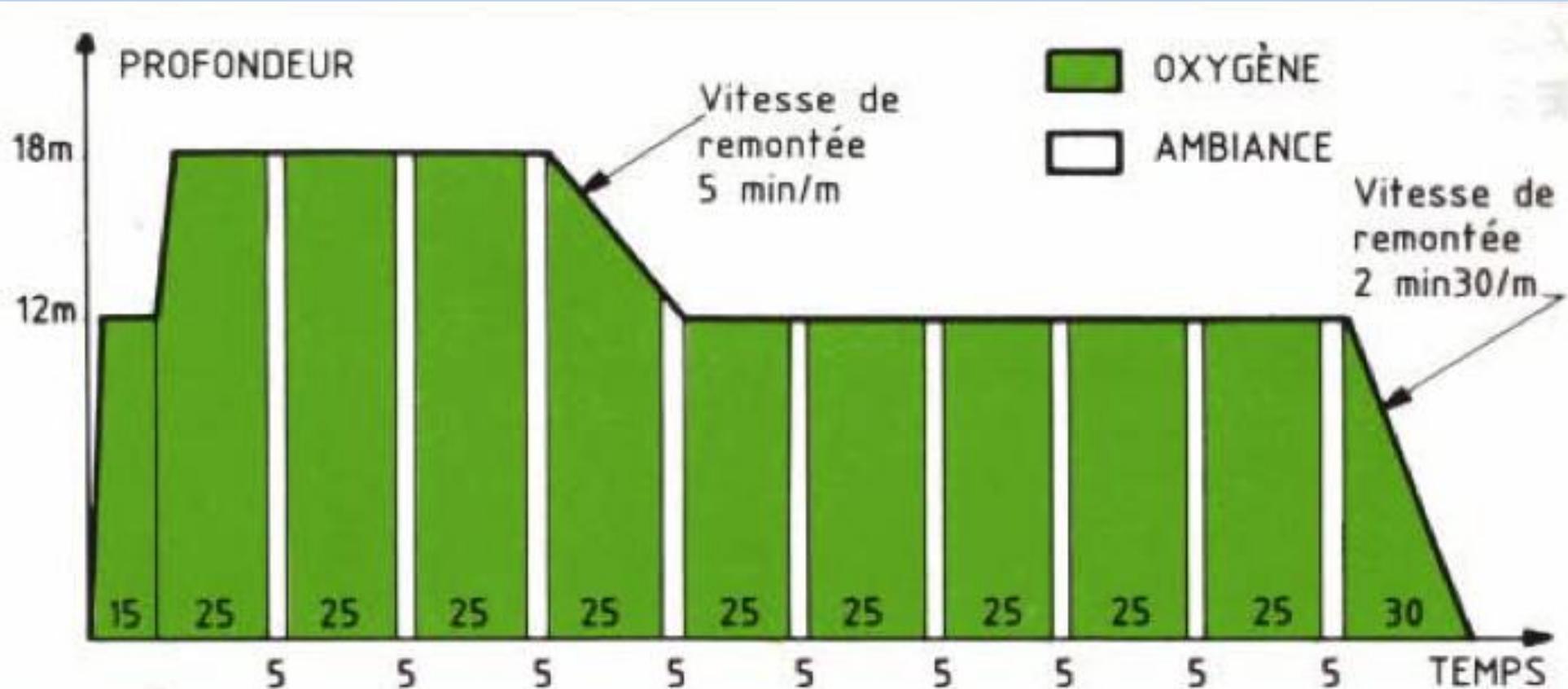
Table Comex 12, 150 minutes (ADD type I)



# Prise en charge hospitalière



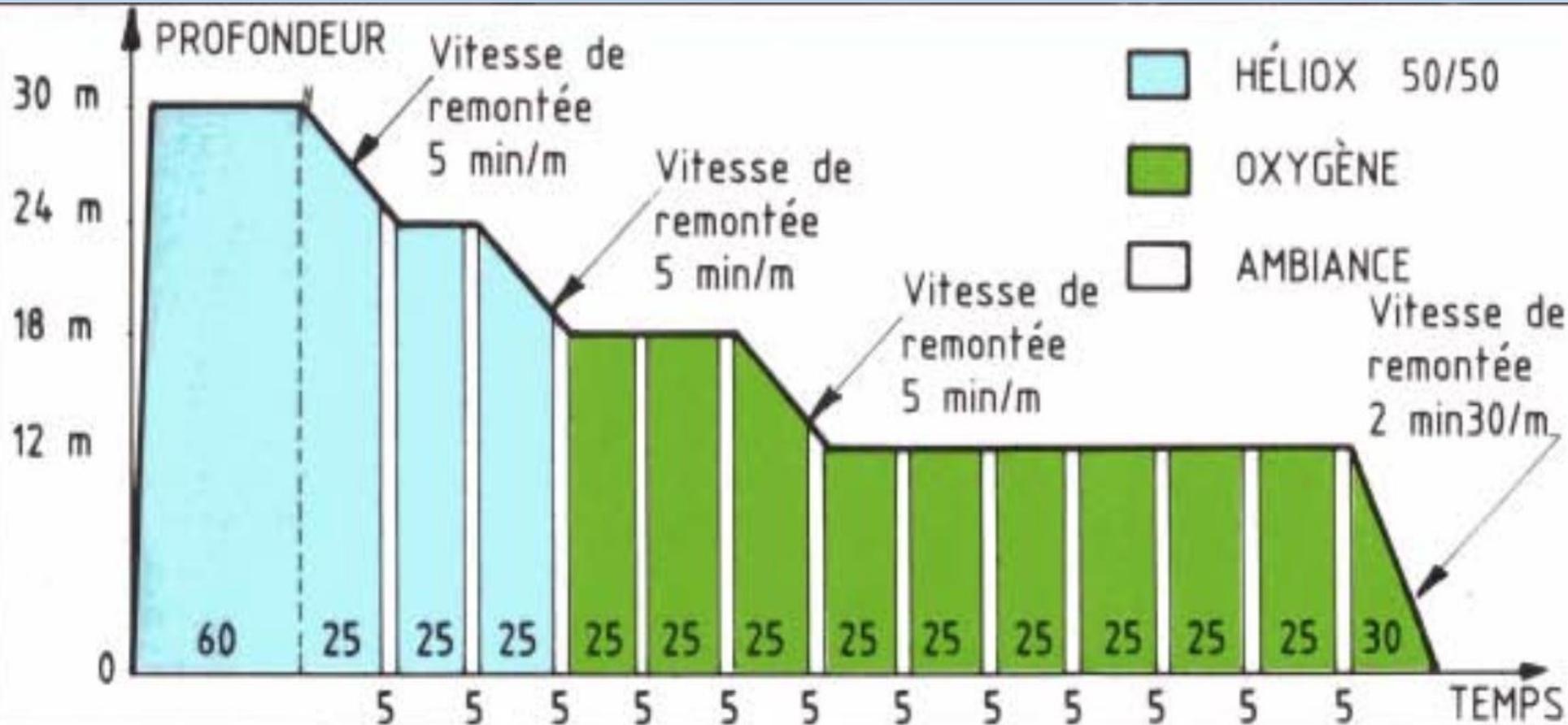
Table Comex 18, 300 minutes (ADD neuro léger, ADD vestibulaire)



# Prise en charge hospitalière



Table Comex 30, 450 minutes (ADD neuro grave)



# Prise en charge hospitalière



Table 2.5 ATA, 90 minutes

