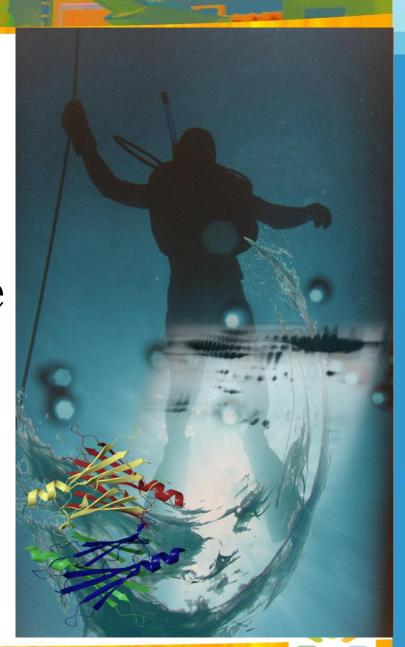
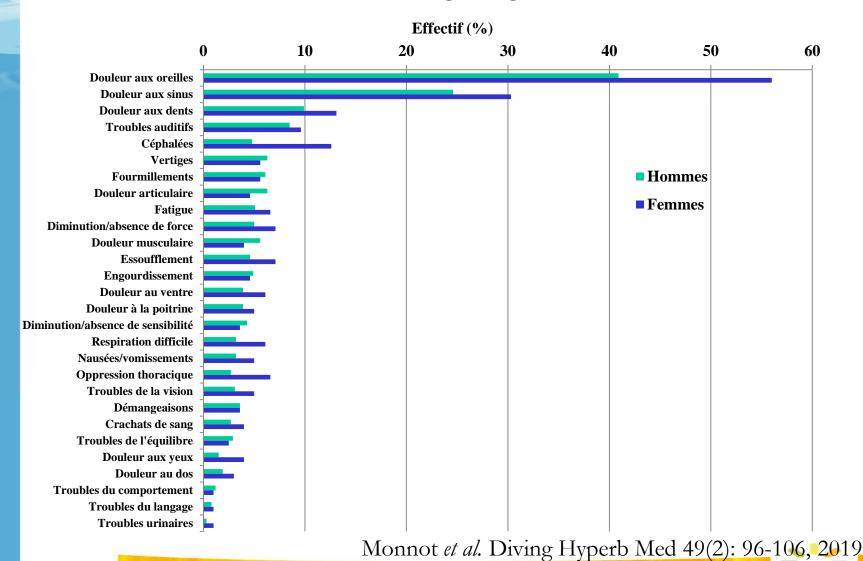


Vers une gestion « individualisée » de la décompression

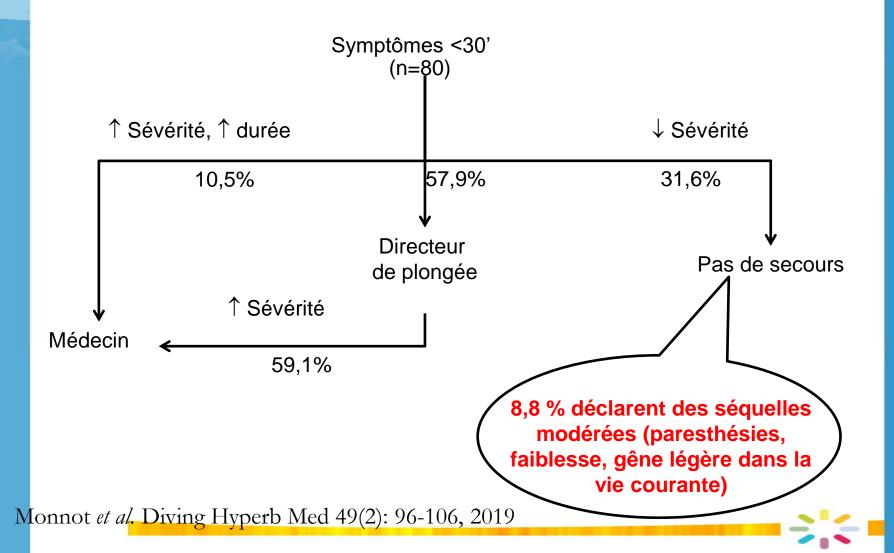


Traumatologie générale





Prise en charge des ADD



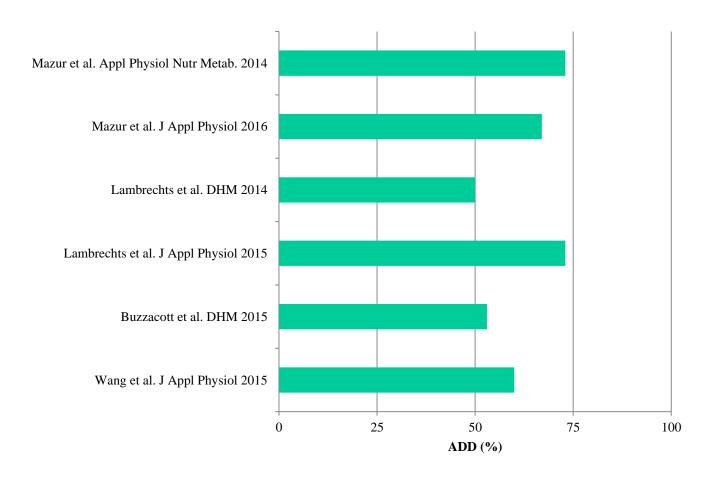


L'accident de décompression

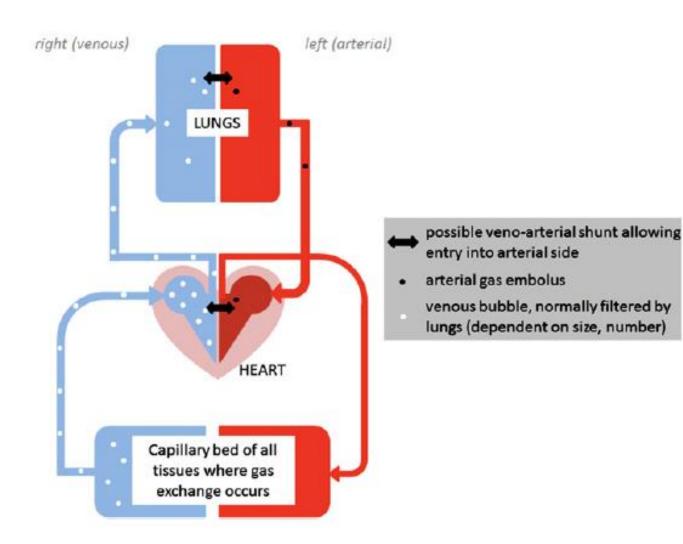
	Risque	Référence
Plongeurs suisses	≈ 0.025 %	Torti et al. <i>Eur heart J</i> 25(12): 1014-1020; 2004
Marine française	≈ 0.029 %	
Dive master, Dive instructors	≈ 0.149 %	Hagberg & Ornhagen, <i>Undersea Hyperb Med</i> 30(2):93-102; 2003
DAN	≈ 0.15 %	Ranapurwala et al., <i>Diving Hyperb Med</i> 44(2):79-85; 2014
Plongeurs scientifiques	≈ 0.003 %	Dardeau et al. <i>Diving Hyperb Med</i> 42(4):195-200; 2012



Hétérogénéité de la réponse à la décompression



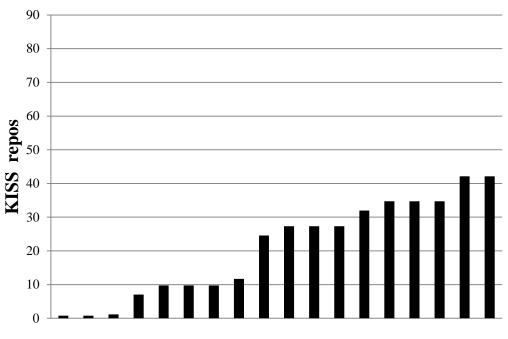


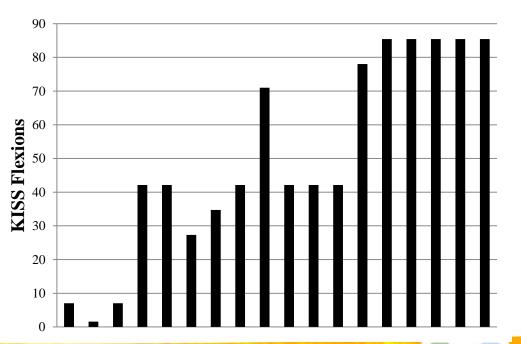




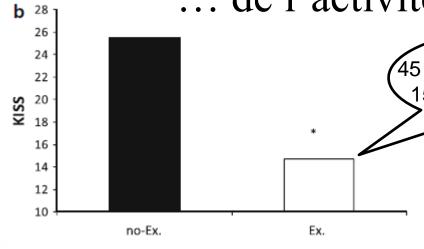


La réponse bullaire est hétérogène





La formation de bulles dépend ... de l'activité pré-plongée



45 min au seuil ventilatoire 15 min avant la plongée

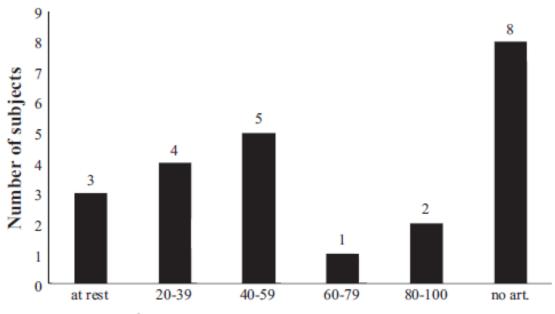
Castagna O *et al.* Eur J Appl Physiol 111(6):1047-1054, 2011

Allocation	Body weight (g)	Scan grade	Survival (min)
Exercise (48 h prior to diving)	315 ± 6	4 (3-5)	35 (26-60)§
Sedentary	310 ± 9	5 (—)	12 (4–20)
Exercise (20 h prior to diving)	316 ± 9	0.5 (0−2) §*	> 60 (—) §*
Sedentary	313 ± 8	5.0 (4-5)	13 (2-47)
Exercise (10 h prior to diving)	314 ± 9	5 (—)	11 (3–15)
Sedentary	318 ± 12	5 (—)	14 (2-31)
Exercise (5 h prior to diving)	309 ± 8	4 (2–5)	20 (10-60)
Sedentary	312 ± 6	5 (3–5)	23 (17-60)
Exercise (30 min prior to diving)	315 ± 8	5 (—)	11 (3-23)
Sedentary	317 ± 9	5 (—)	8 (2–17)

Wisloff U et al. J Physiol 555(3):825-829, 2004



... mais attention à l'activité post-plongée!



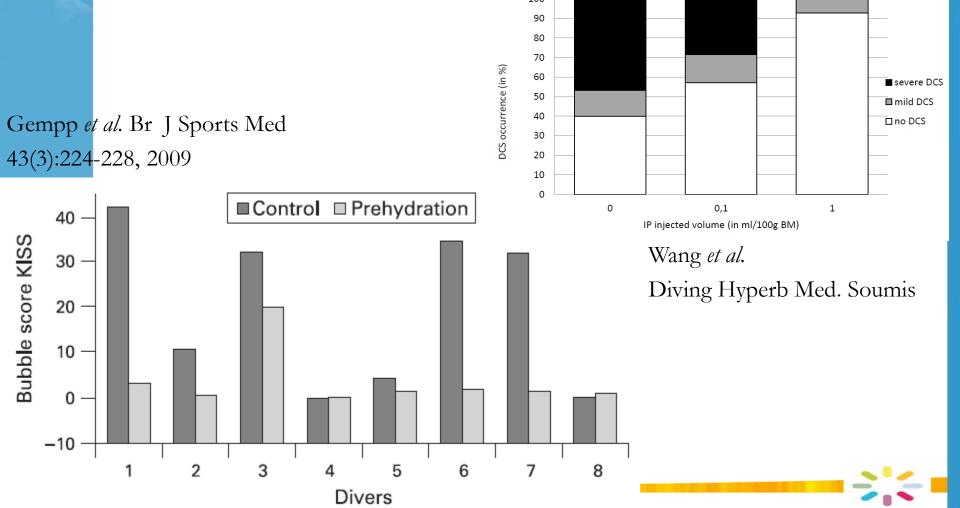
% $\dot{V}O_{2}$ Max at observed onset of arterialization



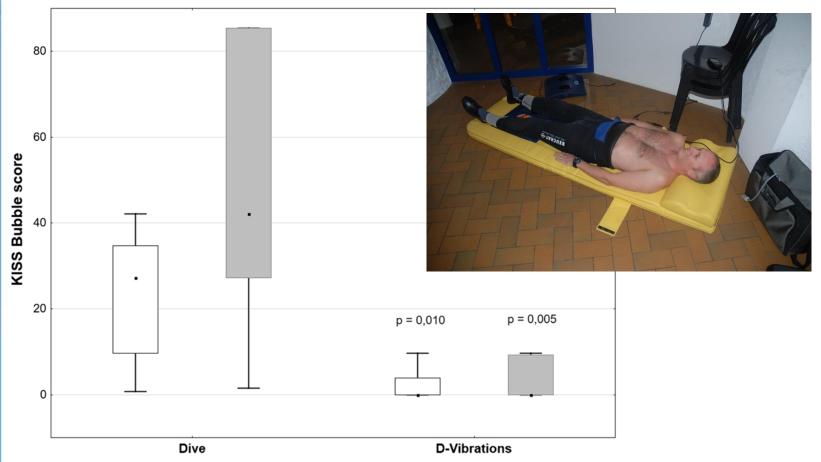


ORPHY EA 4324 Optimisation des Régulations Physiologique

La formation de bulles dépend ... de l'activité pré-plongée



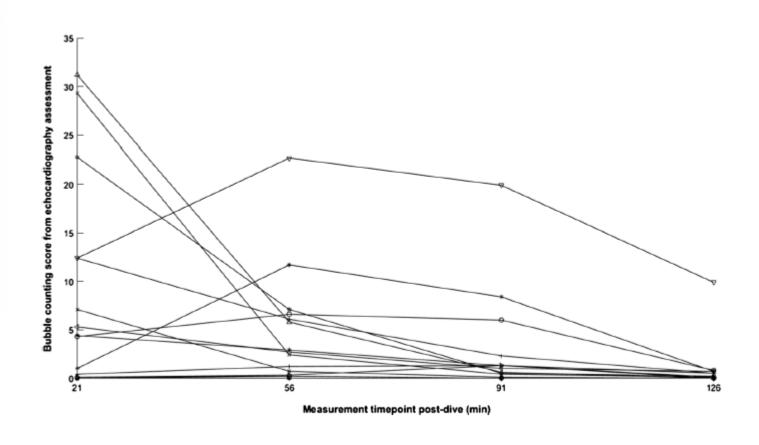
La formation de bulles dépend ... de l'activité pré-plongée



Lambrechts et al. Eur J Appl Physiol 117(2):335-344, 2017



La formation de bulles dépend ... des individus



Papadopoulou et al.. Eur J Physiol 118 (6):1255-1264, 2018





La formation de bulles dépend ...

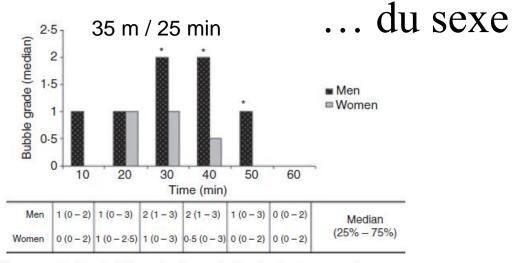


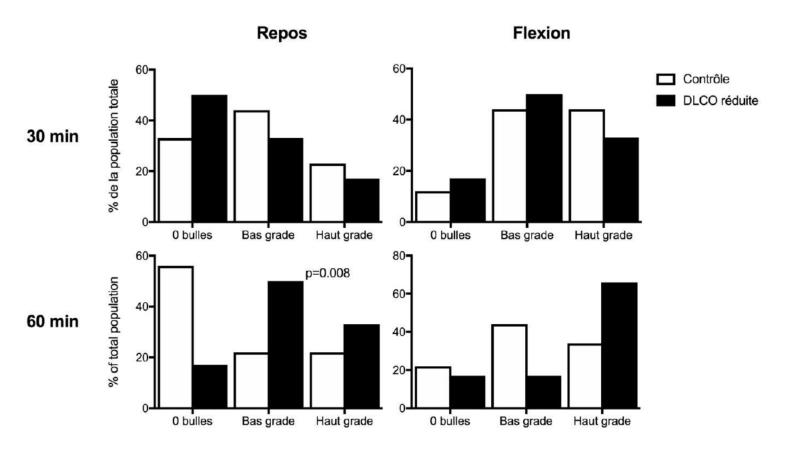
Figure 1 Median bubble grades detected after the dive in men and women. Bubble grade was higher in men 30, 40 and 50 min after the dive.

Boussuges et al. Clin Physiol Funct Imaging 29(6):400-405, 2009

Les femmes produisent moins de bulles après la plongée...



La formation de bulles dépend ... de la fonction pulmonaire



Loddé B. Thèse de doctorat, 2018





La formation de bulles dépend de la fonction vasculaire



Contrôle: $0.87 \pm 1.3 \text{ bulles/cm}^2$



0,4 mg nitroglycérine : 0.32 ± 0.7 bulles/cm²

Table 3. Effects of nitrate on bubble formation

	Experimental Group	Control Group
No. of bubbles, bubbles/cm ²	0.02 (0.02)	0.2 (0.5)*
Survival, no. of animals	7	5

Mollerlokken et al. J Appl Physiol 101(6):1541-1545, 2006.

Dujic et al.

2006.

Med Sci Sports Exerc

38 (8):1432-1435,

Values for no. of bubbles are means (SD) for 7 animals in both groups. *P < 0.0001.





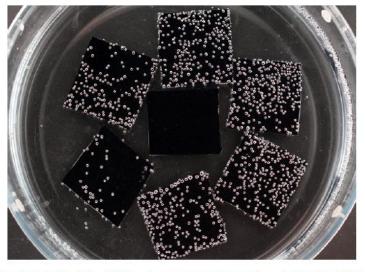
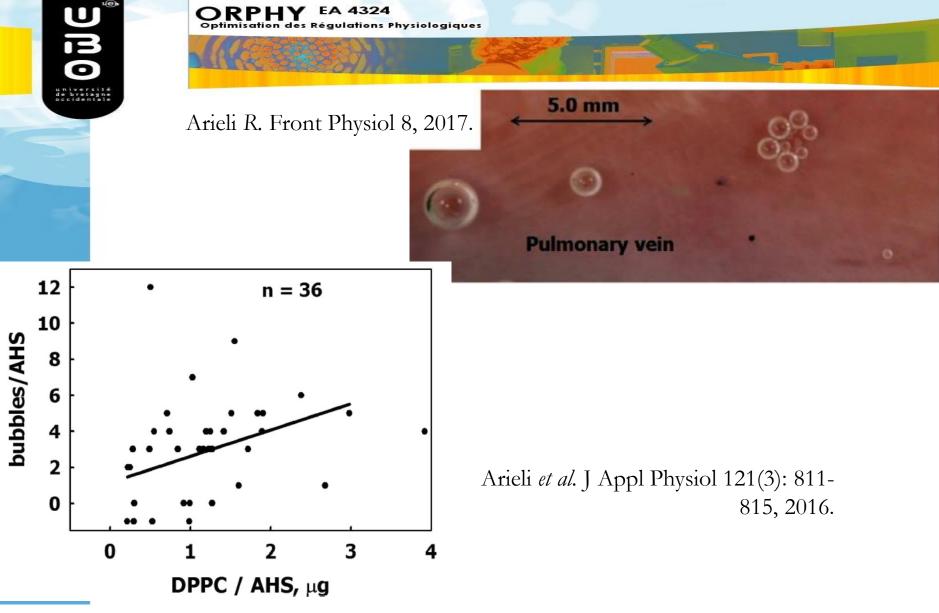


Fig. 1. Six hydrophobic UW-I-wafers on the periphery and one hydrophilic UW-I-wafer in the center, photographed 2.5 h after decompression from 300 kPa (20 msw).

Arieli & Marmur. Respir Physiol Neurobiol 185(3): 647-652, 2013.

La formation des bulles est plus importante sur les surfaces hydrophobes.





Les bulles se forment au niveau de « spots actifs » présents à la surface de l'endothélium et riches en dipalmitoylphosphatidylcholine



Bulles et avion

Cialoni et al. Diving Hyperb Med 45(1):10-15, 2015

- 39 plongeurs et 17 plongeuses (56 personnes)
- 13 plongées sans paliers en 1 semaine
- 23 non-bulleurs, 16 bulleurs, 17 occasionnels

- 24h sans plonger avant le vol retour
- 8 plongeurs bulleurs dans l'avion
- Pas de bulles chez 2 plongeurs très bulleurs si 36h sans plonger

Relation bulles vs risque ADD

Table 2. Results from the experimental dives

Bubble	Number	Cases	AED risk, %	
grade	of	of	Estimate	95%
	dives	AED		confidence
				interval
0	66	0	0	0.0 to 6.8
1	35	2	6	0.7 to 19.8
2	30	2	7	0.9 to 22.6
3	65	9	14	7.3 to 24.6
4	7	3	43	16.0 to 74.9
5	-	, ye.,	34).	-

Eftedal *et al.* Undersea Hyperb Med 34 (2):99-105, 2007

Table 2
Group comparison of DCS type and VGE grade; * 15 minute intervals

	Bubble grade		Time points (n) with bubbles *	
	median	maximum	median	maximum
1				
No DCS $(n = 13)$	0	2	0	1
Musculoskeletal DCS ($n = 6$)	1	3	4	6

Gawthrope et al. Diving Hyperb Med 45 (1):25-29, 2015





Relation bulles vs risque ADD



Les bulles veineuses circulantes expliquent environ 13% du risque d'ADD

Accident de désaturation et... sursaturation

TABLE 4 GF in DCS cases.			
Numbers of cases	Percentage	GF	
8	2.5	>1	
14	4.4	>0.9	
120*	37.5	>0.80; <0.90	
116*	36.2	>0.70; <0.80	
46	14.4	< 0.70	
10	3.4	< 0.60	

Parmi 39 099 plongées réalisées par 2629 plongeurs, 320 ont généré un ADD.

0.94

Dans 55% des cas, le niveau de sursaturation n'excède pas 80% de la sursaturation critique.

< 0.50

Accident de désaturation, bulles ...

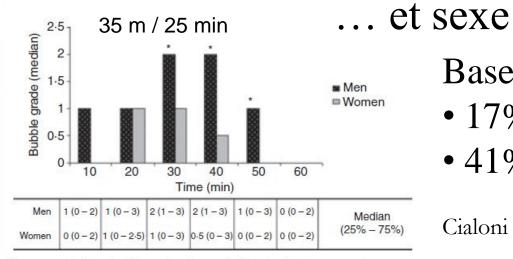


Figure 1 Median bubble grades detected after the dive in men and women. Bubble grade was higher in men 30, 40 and 50 min after the dive.

Boussuges et al. Clin Physiol Funct Imaging 29(6):400-405, 2009

Les femmes produisent moins de bulles après la plongée...

Base de données DAN:

- 17% de plongeuses
- 41% des ADD

Cialoni et al. Front. Psychol 8, 2017

Chez le rat, une métaanalyse indique que les femelles sont plus à risque

Buzzacott et al. Comput Biol Med 55: 74-78, 2014.

... mais semblent plus à risque d'ADD,





La probabilité d'accident de décompression dépend

- > de la quantité de bulles veineuses
- > de la capacité à gérer ces bulles

Les deux font intervenir des facteurs individuels encore mal connus

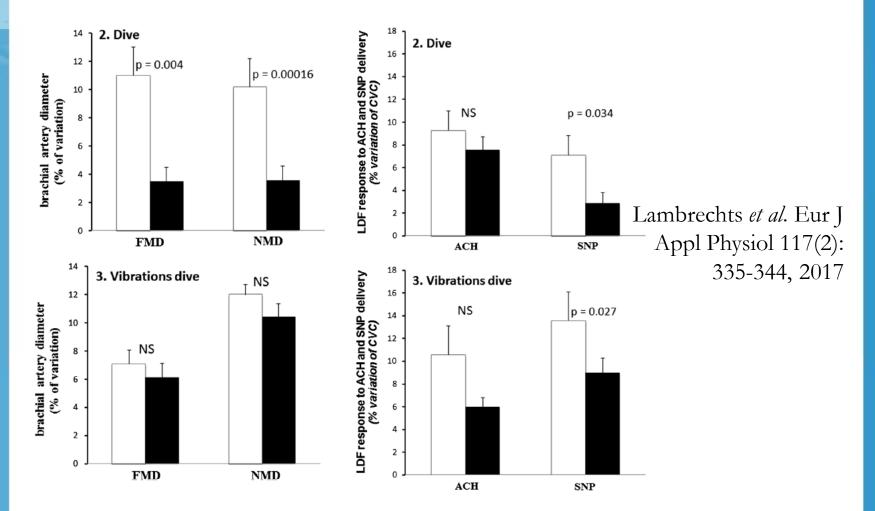
Leur identification est nécessaire pour

- > l'évaluation du risque individuel,
- > la gestion personnalisée de la décompression





Accident de désaturation et... vaisseaux

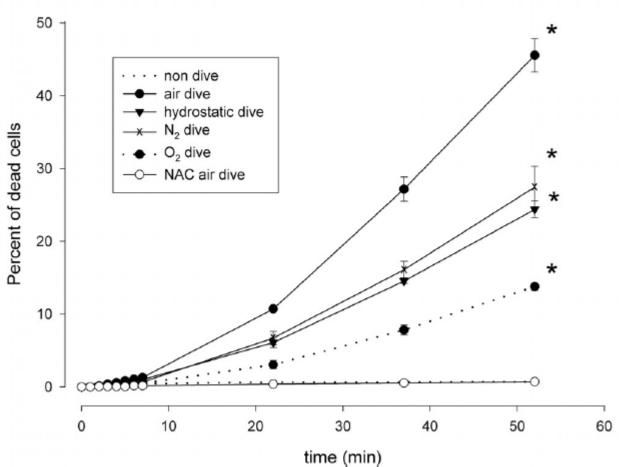






Accident de désaturation et... stress oxydant

Time course of cell death during compression and dive phases

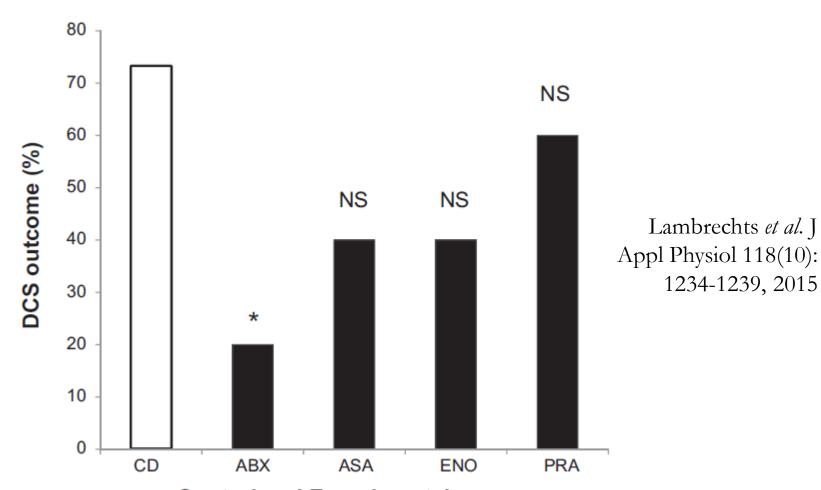


Wang *et al.* Med Sc Sports Exerc 47(7): 1362-1371, 2015





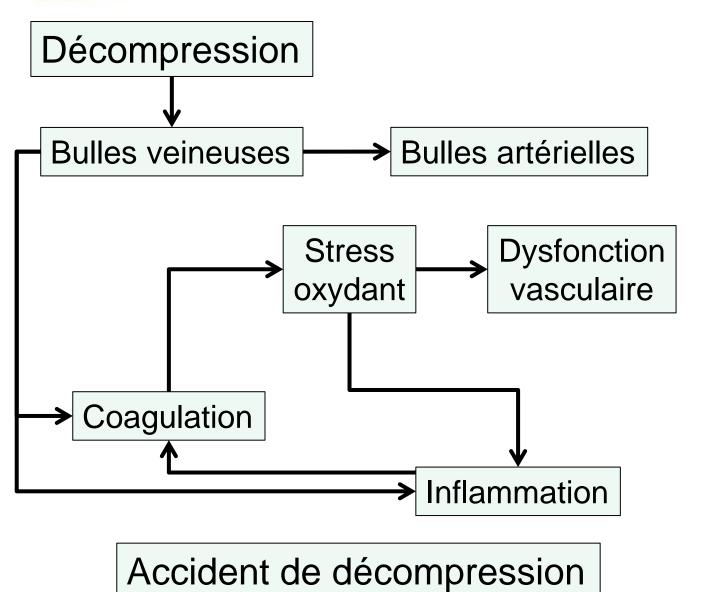
Accident de désaturation et... coagulation

















L'étude des mécanismes de l'ADD se heurte

- à la complexité de la pathologie
- à l'hétérogénéité de la population

D'où l'importance de disposer

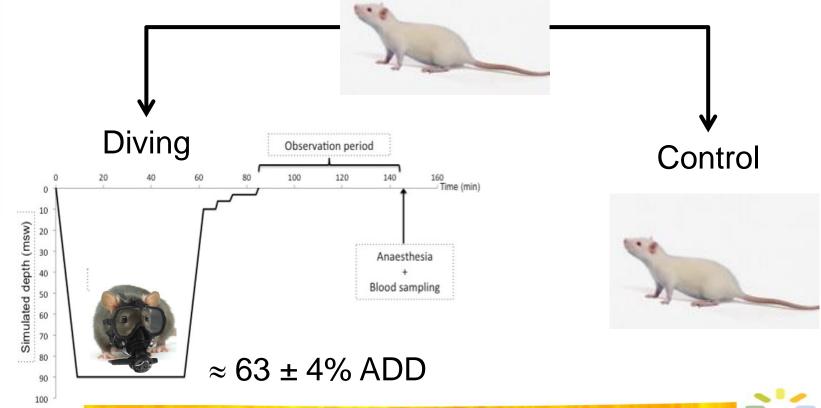
- > d'un modèle d'accident de décompression
- > d'une population homogène



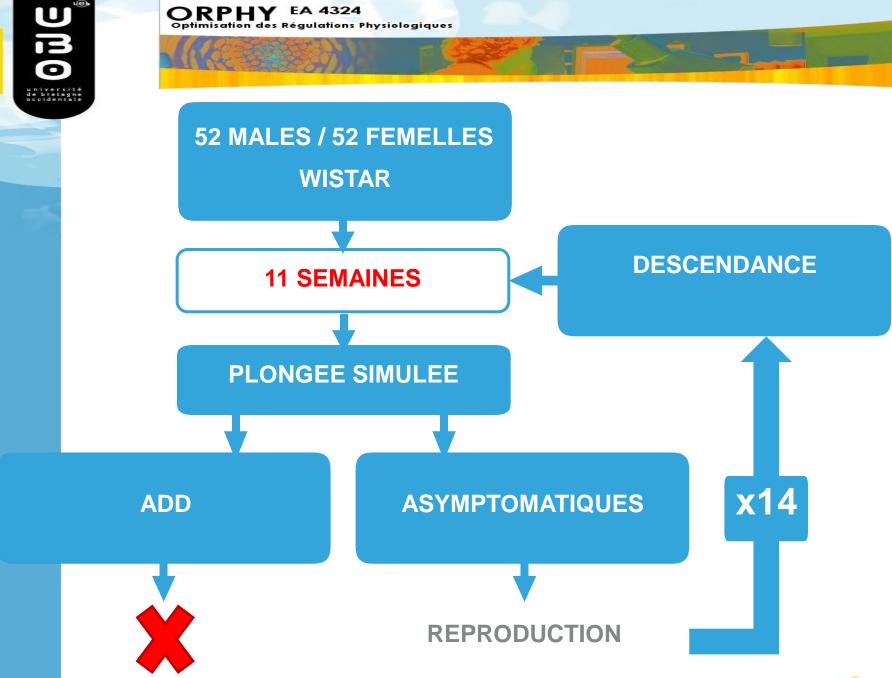


Hétérogénéité de la réponse à la décompression

Mâles Sprague-Dawley $(11 \text{ semaines}; 410 \pm 30 \text{ g})$

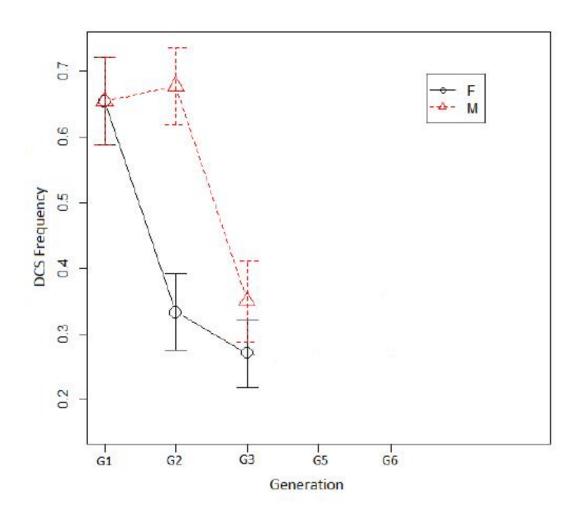












Laautridou et al. Med Sc Sport Exerc 49(12): 2433-2438, 2017





Conclusions

• La sélection d'individus spécifiquement résistants à l'ADD démontre l'existence de facteurs héritables

• L'évolution de la résistance implique probablement un nombre limité de gènes portés par le chromosome X





PERSPECTIVES

☐ J'entreprends une thérapie génique et me fai	is greffer
les gènes de résistance	

- ☐ Avant de faire un enfant, je m'assure que mon/ma partenaire n'a jamais eu d'ADD
- ☐ La connaissance de mon profil individuel me permet d'adapter la décompression à mes « capacités »





PERSPECTIVES

☐ J'entreprends une thérapie génique et me fais greffer les gènes de résistance

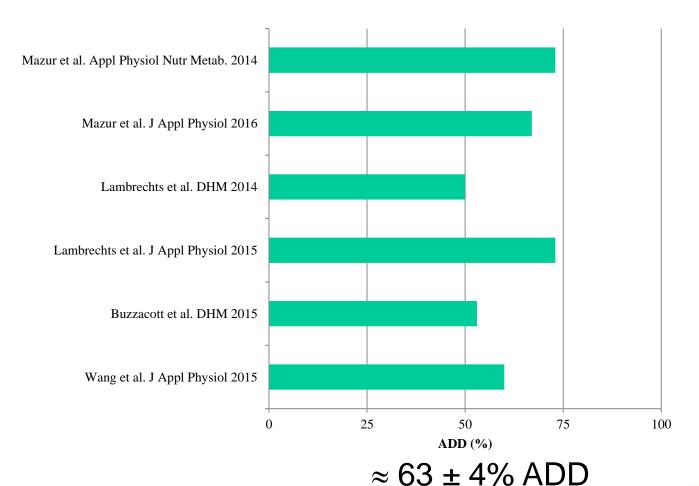
☐ Avant de faire un enfant, je m'assure que mon/ma partenaire n'a jamais eu d'ADD

☑ La connaissance de mon profil individuel me permet d'adapter la décompression à mes « capacités »





L'accident de décompression : nature probabilistique ?









Peter Germonpré

The Science of Diving

Things your instructor never told you

médecine de la plongée

en physiologie et

Bénéfices intégralement

reversés à l'EUBS pour la

promotion de la recherche

European Underwater and Baromedical Society

ISBN: 978-3-659-66233-1

Disponible en ligne

https://www.morebooks.de/store/gb/book/the-science-ofdiving/isbn/978-3-659-66233-1

ou chez votre libraire préféré en utilisant l'ISBN





Merci de votre attention

et

Bonnes plongées

