

L' APNEE UNE DISCIPLINE MECONNUE

CLUB DE CARDIOLOGIE DU SPORT

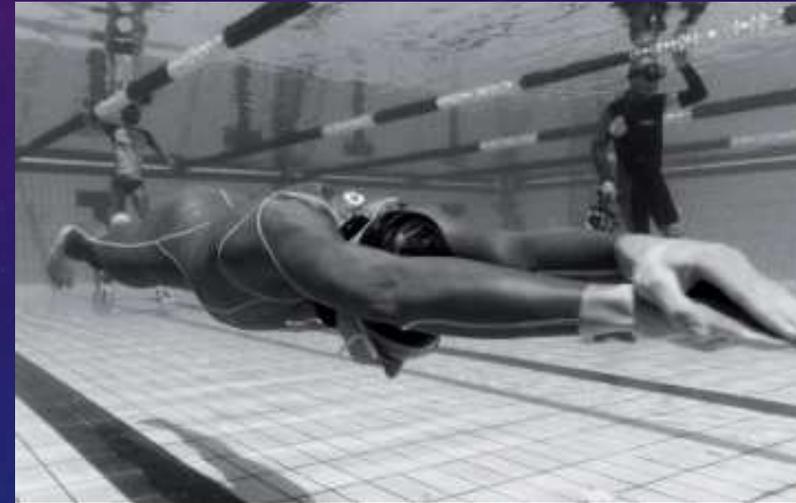
13 DÉCEMBRE 2016

DR JEAN BOUTONNAT CHU DE GRENOBLE

QUIZ

- L'immersion mobilise d'importants volumes sanguins
- L'hyperventilation permet d'augmenter la durée de l'apnée mais présente un risque anoxique accru lors de plongées profondes
- Il existe des règles pour la pratique de l'hyperventilation permettant de limiter les dangers
- La bradycardie d'immersion est importante
- Les contraintes physiologiques sont sensiblement les mêmes entre l'apnée dynamique, statique et lors de plongée profonde en apnée
- Dès la sortie de l'eau et l'arrêt de l'apnée la saturation en oxygène de l'hémoglobine reprend une valeur normale
- La plongée profonde nécessite une préparation mentale supplémentaire par rapport à l'apnée statique ou dynamique en bassin
- L'hypercapnie est génératrice des accidents lors des retours en surface après une plongée profonde

LES DIFFÉRENTES PRATIQUES DE L'APNÉE



Apnée statique DYN, DNF

LES DIFFÉRENTES PRATIQUES DE L'APNÉE



Table 1
AIDA world records in the five depth disciplines
October 2011 (depths in [] awaiting confirmation)

Discipline	Depth (msw)	
	Men	Women
Constant weight without fins	101	[]
Constant weight with fins	124	[]
Free immersion	121	[]
Variable weight	142	[]
No limit	214	[]

Poids constant, poids variable, no limit

APNEE STATIQUE

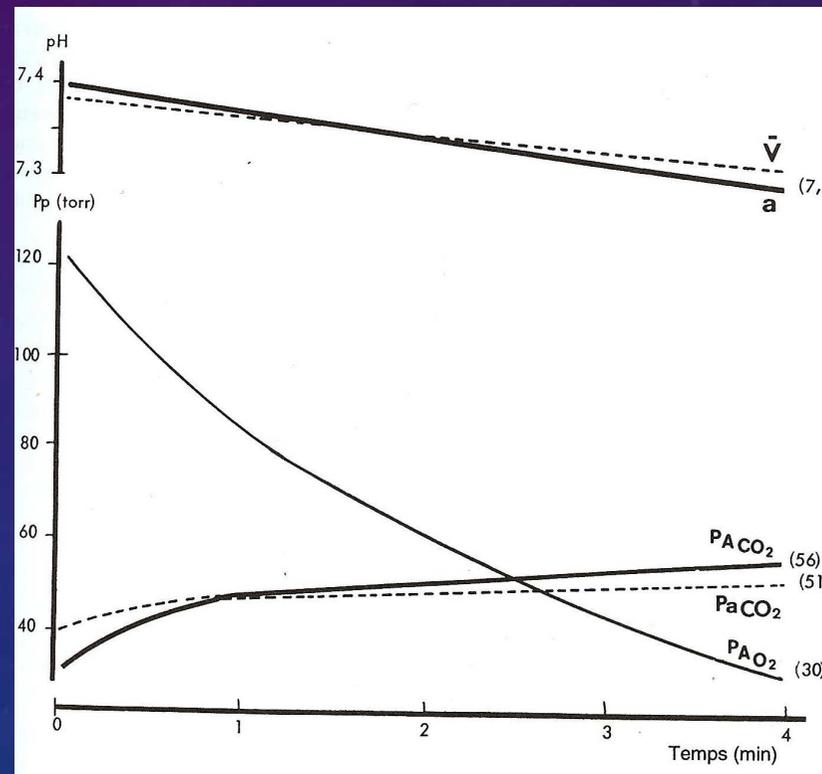
- Paramètres conditionnant la durée de l'apnée :
 - stockage total de l'O₂ et du CO₂ dans les poumons, le sang et les tissus
 - *Breathing technique + CV*
 - *Blood (co₂ buffering)*
 - *Haematocrit and total haemoglobin (training + iron diet- altitude exposure)*
 - *Splenic contraction (largest spleen)*

APNEE STATIQUE

- Paramètres conditionnant la durée de l'apnée :
- Tolérance à l'asphyxie
 - *Respiratory drive and the phases of apnoea (two phases : easy (P_{CO2}) – involuntary breathing movements)*
 - *Hypoxia and brain function (Sao₂ 50% untrained – Sao₂ 30% trained)*
 - *Acidosis*

APNEE STATIQUE

- Tolérance à l'asphyxie



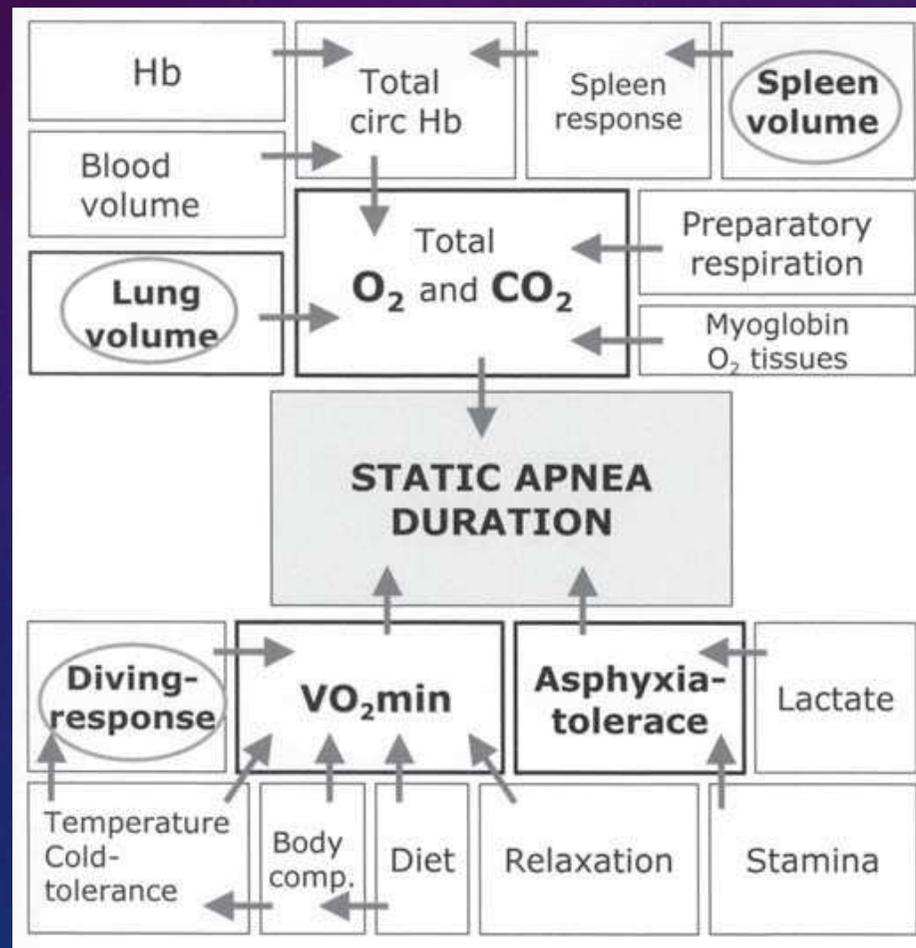
APNEE STATIQUE

- Paramètres conditionnant la durée de l'apnée :
 - Métabolisme
 - *Temperature*
 - *Anthropometrics and body composition*
 - *Fasting and diet*
 - *Relaxation techniques*
 - *The cardiovascular diving response*

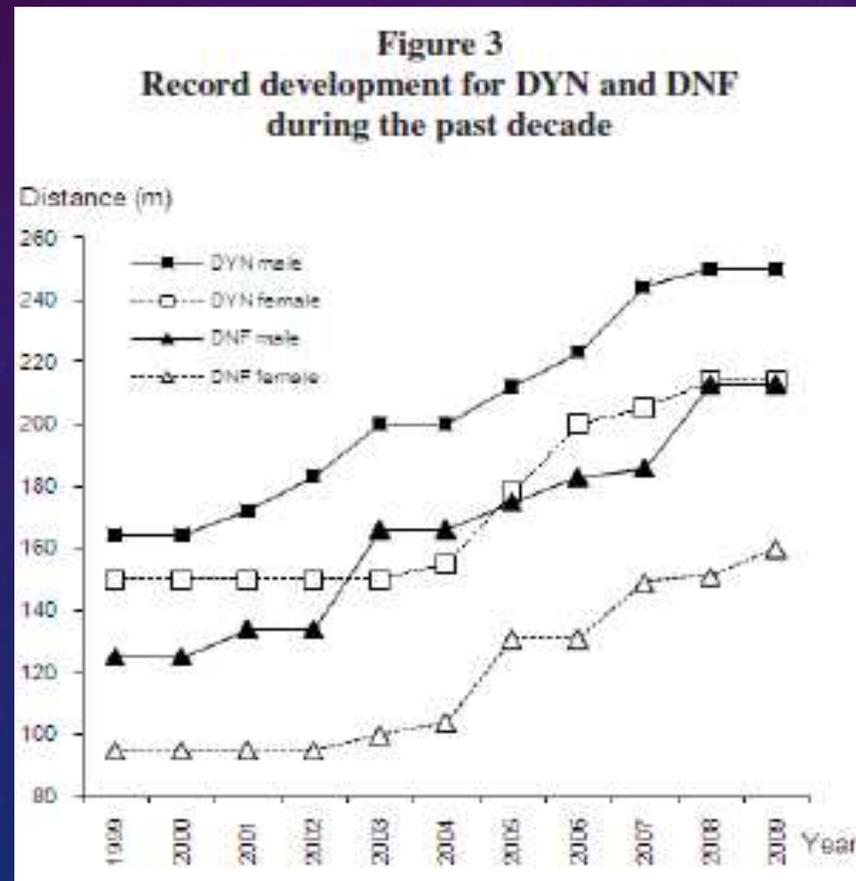
APNEE STATIQUE

- *The cardiovascular diving response*
- la bradycardie liée à l'apnée est peut être un phénomène de préservation de la consommation de l'oxygène héritée de l'évolution
- la bradycardie d'immersion en apnée est déclenchée par l'apnée et l'immersion de la face en eau froide
- la bradycardie peut être associée à d'autres phénomènes électrophysiologiques tels que des extrasystoles ventriculaires ou des troubles de conduction pouvant être incriminés dans la genèse de certains accidents (rare mais possible)
- la bradycardie du plongeur en apnée est associée à une vasoconstriction musculaire intense
- le lactate généré dans le muscle, libéré à la levée de la vasoconstriction musculaire en fin de plongée potentialise la chute du pH et l'augmentation de la PaCO₂ du fait des tampons relarguant du CO₂
- les gastralgies sont un effet de l'immersion et des variations de pression hydrostatique
- Blood shift de 500 à 700ml vers le poumon associé réduction volume pulmonaire
- Surcharge transitoire VD

APNEE STATIQUE



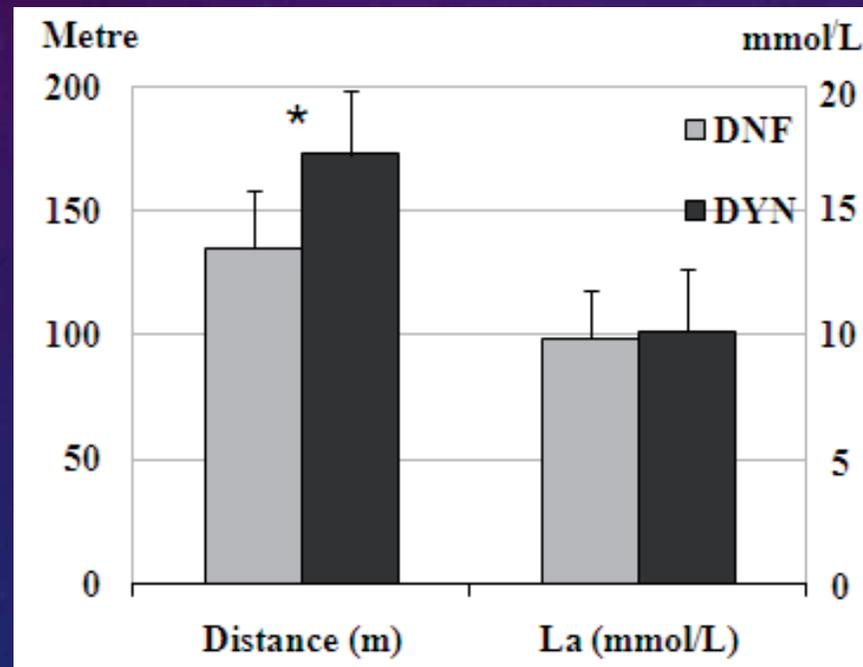
APNEE DYNAMIQUE



APNEE DYNAMIQUE

- **Blood flow distribution: priority of regions versus overall Shortage**
 - During resting apneas, the diving response reduces heart rate and cardiac output, and directs the blood flow mainly towards the brain and heart, while the rest of the organism receives a more limited blood flow. CO₂-induced cerebral vasodilation.
- **Myoglobin** (altitude exposure + iron diet)
- **Anaerobic metabolism and performance**

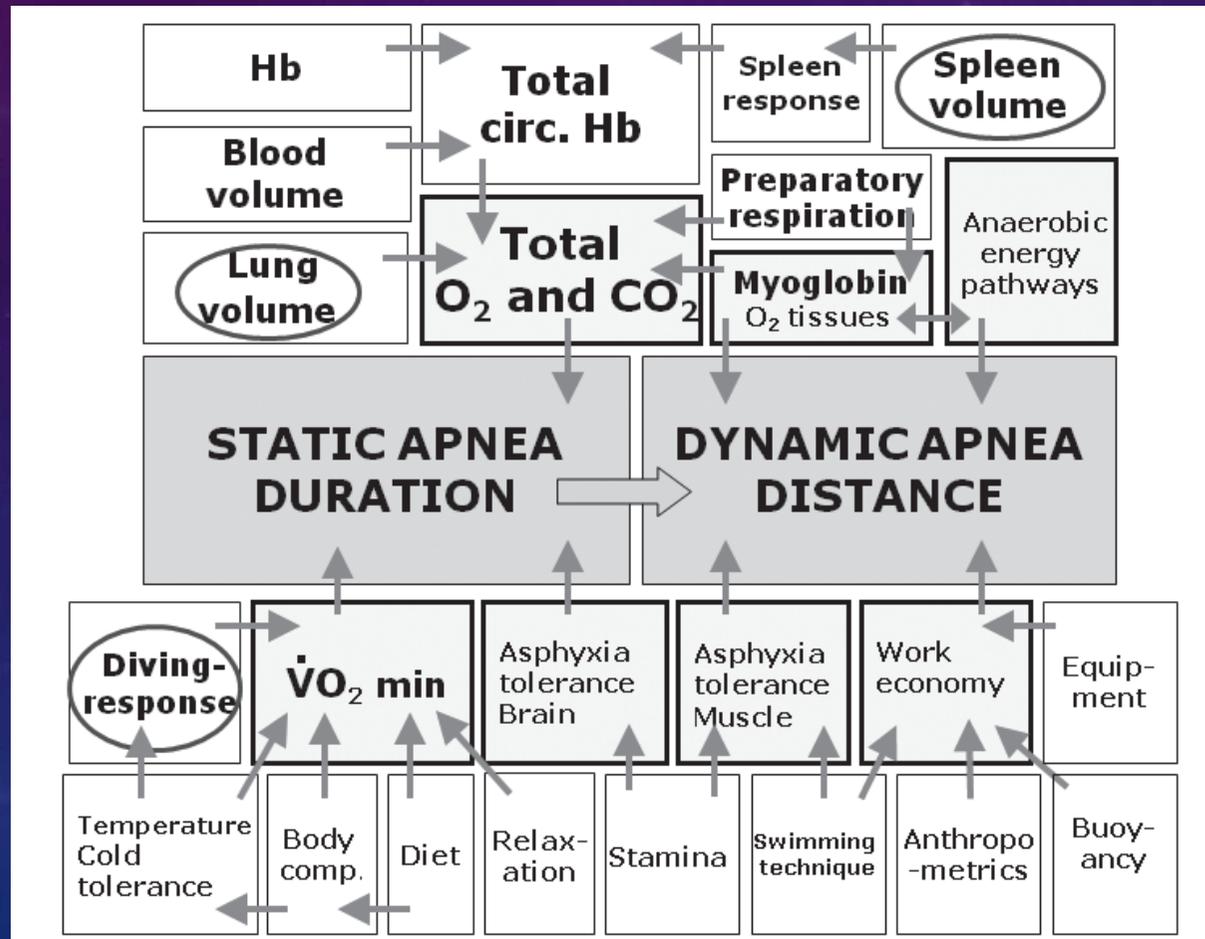
APNEE DYNAMIQUE



APNEE DYNAMIQUE

- **Preparations before diving**
 - BREATHE UP, OR NOT?
 - WARM UP, OR NOT?
 - EATING OR FASTING?
- **Work economy**
- **Physical fitness and apnea performance**
 - Although breath-hold duration has been reported to be correlated to $VO_2\text{max}$
- **Equipment**
- **Psychological requirements**
- **Recovery from an apnea dive**

APNEE DYNAMIQUE



APNEE ET PROFONDEUR

Table 1

AIDA world records in the five depth disciplines as of October 2011 (depths in [] awaiting confirmation)

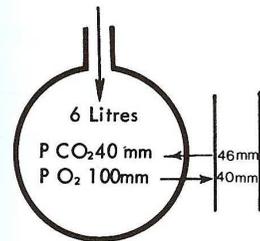
Discipline	Depth (msw)	
	Men	Women
Constant weight without fins	101	62
Constant weight with fins	124	[101]
Free immersion	121	[88]
Variable weight	142	126
No limit	214	160

APNEE ET PROFONDEUR

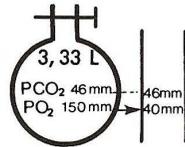
Therefore, diving to depth can be defined in four phases:

- an initial phase of *positive descent* when the diver works to overcome positive buoyancy;
- a second *free-fall* phase when the diver is sufficiently negatively buoyant;
- after the turn, a third phase of *negative ascent* with work to overcome negative buoyancy;
- a final *positive ascent* phase above the point of neutral buoyancy, when the diver may passively rise to the surface.

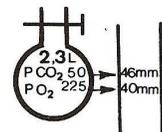
APNEE ET PROFONDEUR



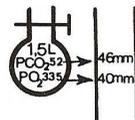
à la surface; pression 1 kg/cm²; inspiration forcée.



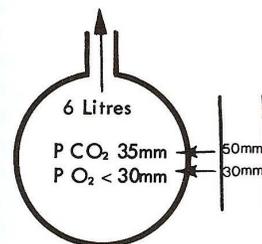
8 m de profondeur; pression ambiante 1,8 kg/cm².



16 m de profondeur; pression ambiante 2,6 kg/cm².

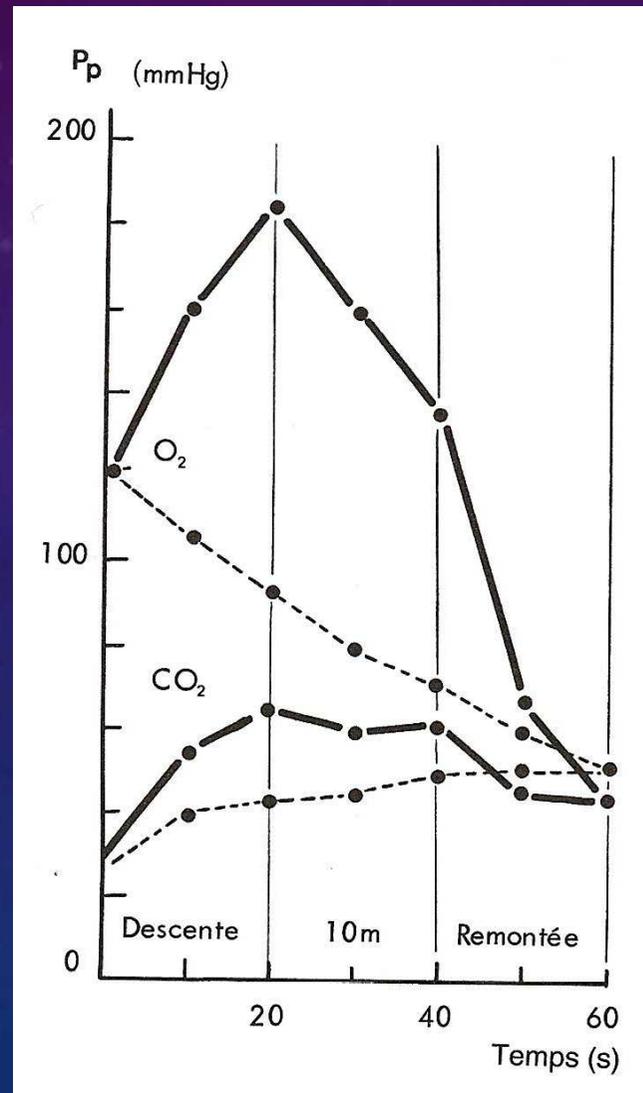


30 m de profondeur; pression ambiante 4 kg/cm².

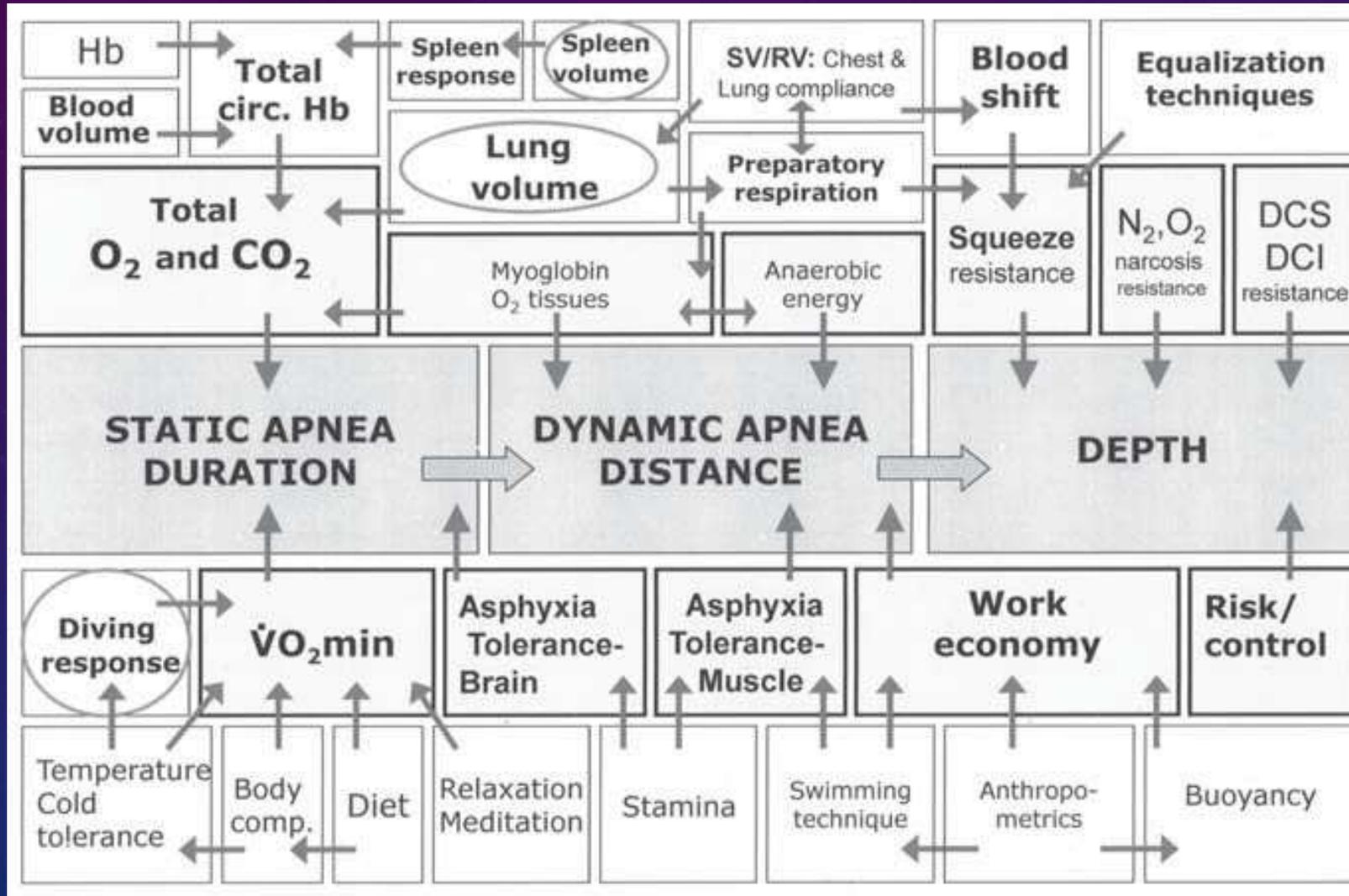


à l'arrivée à la surface; pression ambiante 1 kg/cm²
(exercice intense à la remontée, vitesse 1,2 m/s)

APNEE ET PROFONDEUR



APNEE ET PROFONDEUR



CONCLUSIONS

- l'immersion mobilise d'importants volumes sanguins vers le thorax
- la physique de l'immersion « égalise les différences terrestres de perfusion d'organes »
- l'hyperventilation prolonge certes la durée de l'apnée en augmentant la réserve alcaline mais précipite le sujet en zone de risque pour un événement anoxique
- il existe une très grande variabilité intra et interindividuel de l'hyperventilation
- les accidents anoxiques sont le résultats de la conjugaison de la perte de l'alarme acide (du fait d'une hyperventilation préalable) et de la consommation d'oxygène pouvant se majorer par l'effort lié à la remontée ajoutée de la diminution de la pression barométrique à la remontée faisant dramatiquement chuter la pression partielle en oxygène dans le sang et les alvéoles pulmonaires
- l'hyperventilation favorise également une vasoconstriction cérébrale sensibilisant le cerveau à la souffrance hypoxique
- il faut absolument éviter les plongées en apnées répétées car
 - l'équilibration du CO₂ stocké durant l'apnée sur les tampons mets plus d'une dizaine de minutes à s'équilibrer en surface
 - l'exposition à un risque d'accident de décompression augmente rapidement (stockage d'azote dissous dans les tissus au fil des plongées couplé à une remontée rapide)

CERTIFICAT MEDICAL DE NON CONTRE INDICATION

- Le décret n°2016-1157 du 24/8/2016 CMNCI tous les trois ans sous réserve d'un questionnaire de santé sauf pour la plongée, la spéléologie et l'alpinisme.
- FFESSM étudie discipline par discipline

LA SECURITE ET LE SAUVETAGE

- il faut limiter l'hyperventilation à 3-4 mouvements respiratoires amples,
- il faut limiter la durée de l'apnée à 90 s,
- la plongée doit s'effectuer en binôme avec un observateur dans l'embarcation disposant de moyen de remonter le plongeur,
- il faut limiter le nombre de plongées par heure : pas plus de 6 – 8 plongées,
- il faut savoir réguler ses efforts lors de la remontée,
- il faut savoir sortir de l'eau pour se reposer,
- il faut limiter l'usage des locoplongeurs qui repoussent les limites

LA SECURITE ET LE SAUVETAGE

Le sauvetage en immersion

Actions du Sauveteur	Commentaires
Rejoindre la victime. La stabiliser. Larguer le lest de l'apnéiste. Assurer l'obstruction des voies aériennes. Entamer la remontée.	Eviter que la victime ne coule Eviter l'inhalation d'eau Placer l'apnéiste en difficulté en position légèrement surélevée, afin de faciliter le palmage lors de la remontée.

Le sauvetage en surface

Actions du Sauveteur	Commentaires
Maintenir les voies aériennes de la victime hors de l'eau. Lui ôter son masque. S'assurer de son état (ventilation, conscience) Le stimuler par le contact physique et la parole. Donner l'alerte	Si la victime ne ventile pas : Basculer la tête en arrière pour dégager les voies aériennes Obturer la bouche de la victime avec une main. Pratiquer une à deux insufflations vigoureuses en bouche à nez

PERTE DE CONTROL MOTEUR

- *lâcher de bulles en fin d'apnée*
- *Tremblements désordonnés*
- *Non respect des consignes définies*
- *accélération du rythme de nage*
- *Troubles de la parole*
- *Coloration des lèvres et du visage anormale*
- *Regard vide*
- *Pas de réponse aux stimulations.*

<https://www.youtube.com/watch?v=8AQagZ32FC4>

PERTE DE CONTROL MOTEUR

- La samba peut survenir jusqu'à 15 à 20 secondes après la fin de l'apnée. En effet entre la reprise respiratoire et l'arrivée du sang oxygéné au niveau des récepteurs, il s'écoule un certain temps pendant lequel la PaO₂ continue à décroître et le processus d'hypoxie cérébral à s'aggraver => d'où l'intérêt de maintenir la surveillance jusqu'à 30 secondes après la fin de l'apnée.

QUIZ

L'immersion mobilise d'importants volumes sanguins (V)

L'hyperventilation permet d'augmenter la durée de l'apnée mais présente un risque anoxique accru lors de plongées profondes (V)

Il existe des règles pour la pratique de l'hyperventilation permettant de limiter les dangers (F)

La bradycardie d'immersion est importante (V)

Les contraintes physiologiques sont sensiblement les mêmes entre l'apnée dynamique, statique et lors de plongée profonde en apnée (F)

Dès la sortie de l'eau et l'arrêt de l'apnée la saturation en oxygène de l'hémoglobine reprend une valeur normale (F)

La plongée profonde nécessite une préparation mentale supplémentaire par rapport à l'apnée statique ou dynamique en bassin (V)

L'hypercapnie est génératrice des accidents lors des retours en surface après une plongée profonde (F)

BIBLIOGRAPHIE

- Diving and hyperbaric medicine volume 39 n°2 June 2009; Predicting performance in competitive apnoea diving. Part I: static Apnoea. Erika Schagatay
- Diving and Hyperbaric Medicine Volume 40 No.1 March 2010; Predicting performance in competitive apnea diving. Part II: dynamic apnea. Erika Schagatay
- Diving and Hyperbaric Medicine Volume 41 No.4 March 2011; Predicting performance in competitive apnea diving. Part III: depth. Erika Schagatay