



Cœur et conditions extrêmes

R. Brion
Lyon

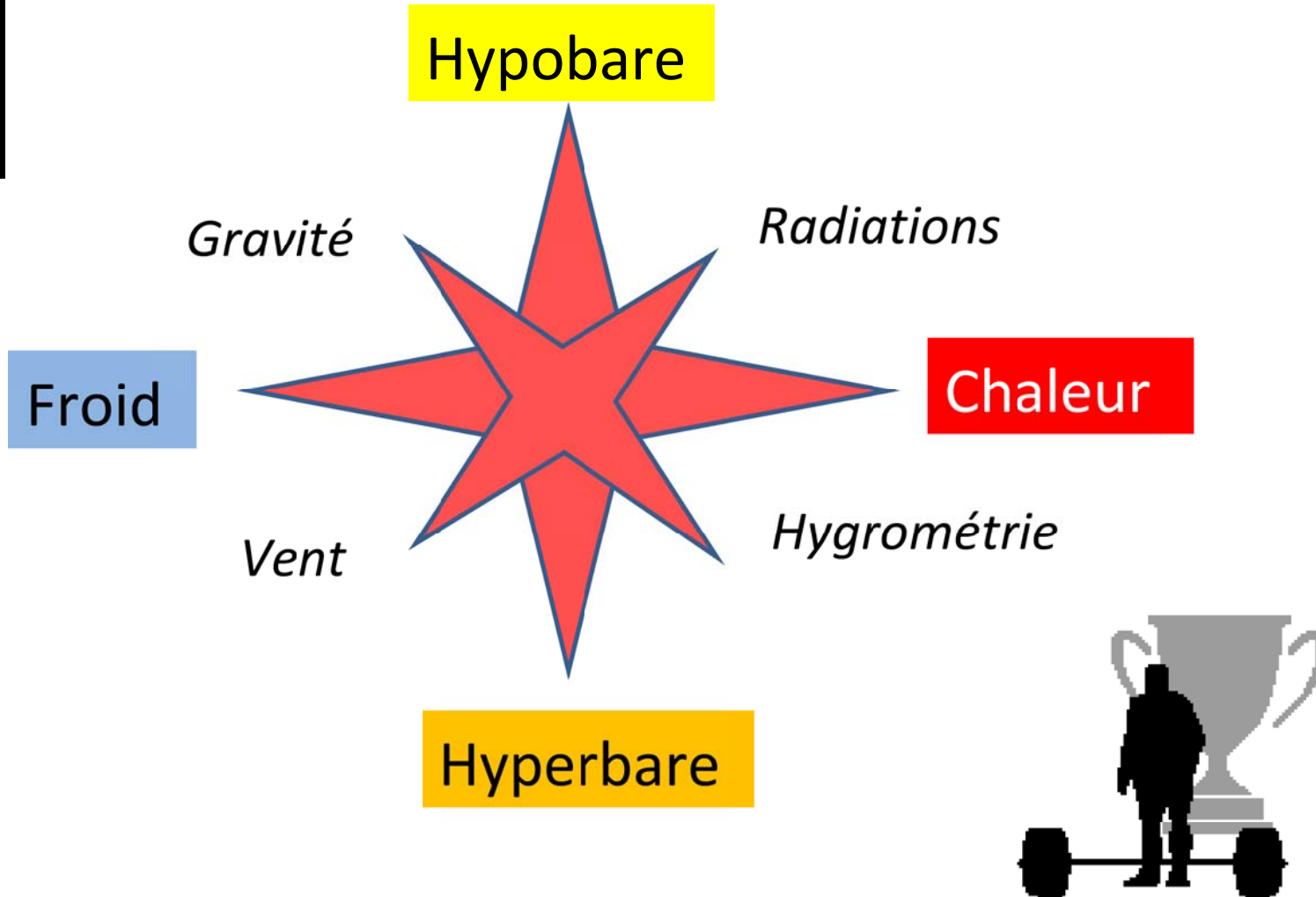
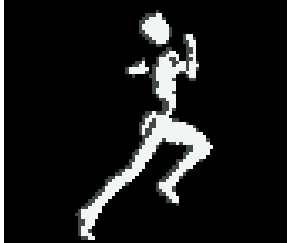


Groupe Exercice Réadaptation et Sport



**Société
Française
de Cardiologie**

Conditions physiques extrêmes

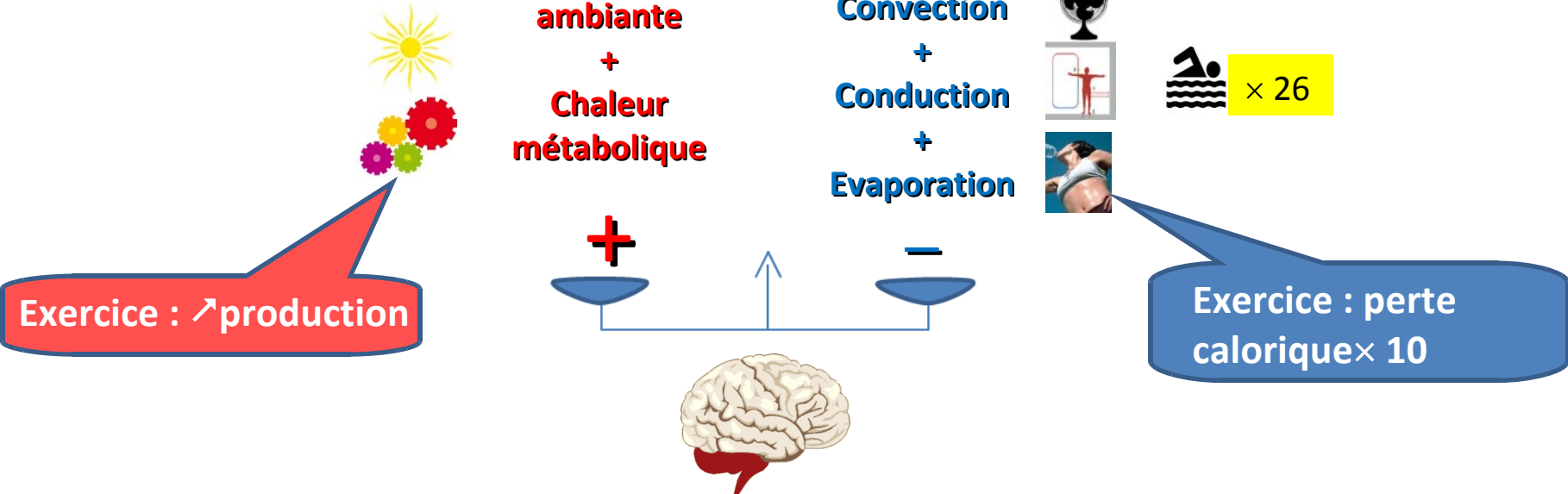


Conditions psychologiques extrêmes

- Confinement
- Promiscuité
- Harcèlement
- Stress, insécurité, peur
- Perte de repères
 - spatiaux
 - temporels
 - nycthéméraux ...



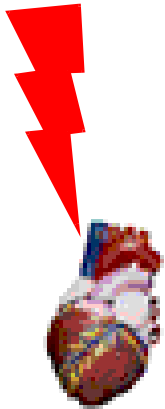
1) Température



41°7 ⚡ T° Hypothalamus ⚡ 34°5

Vasodilatation cutanée
Activation glandes sudoripares

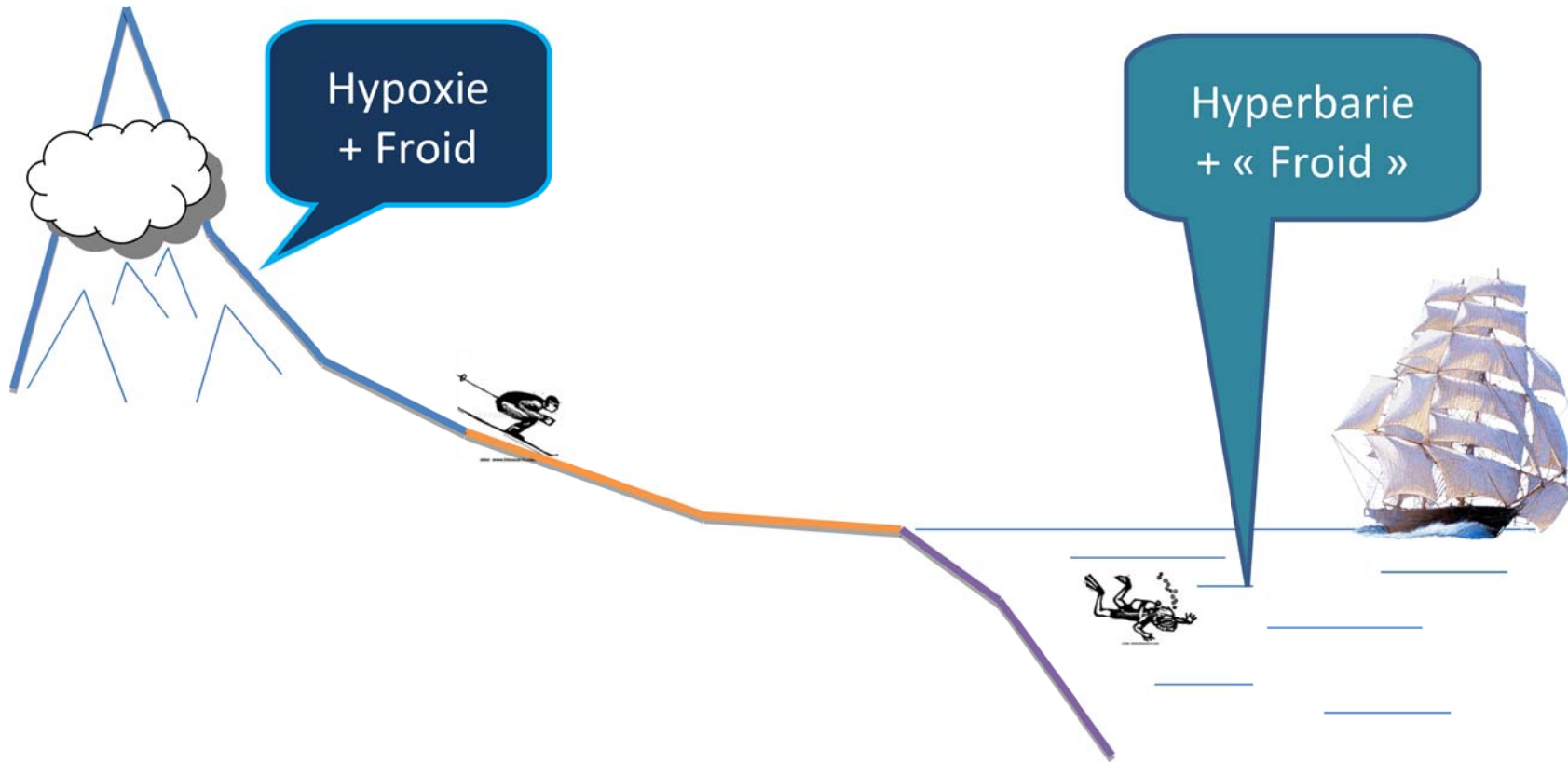
Risques Coup de chaleur
Susceptibilités individuelles
Acclimatation ++ (exercices en ambiance chaude 5 à 10j)



Vasoconstriction cutanée
Frisson

Risques Hypothermie (limite vitale 25°)
↘ Fréquence sinusale → arrêt
↘ Rythme et amplitude respiratoire

2) Histoires de pressions et de T°



Altitude (m)	9000	5000	2000	0	-10	-40	-80	-700
Pression (ATA)	1/3	1/2	3/4	1	2	5	9	71
T°	-43°	-15°	2°	15°	Méditerranée	=	14°	13°
					Océan tempéré		13°	4°

A) Coeur et altitude

Effort physique

Hypoxie

Froid

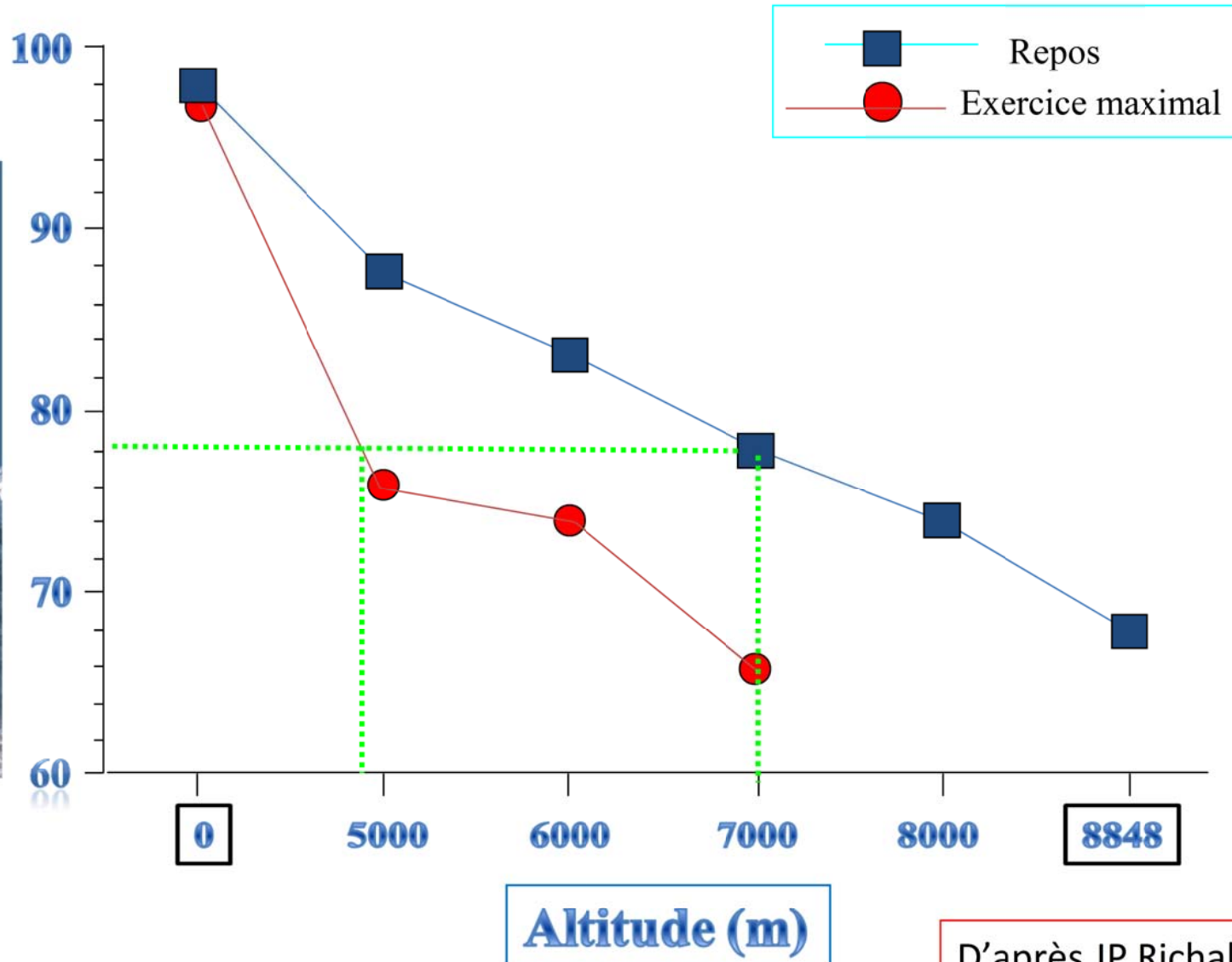
Météorologie

Isolement

Stress



Saturation artérielle en O₂ en haute altitude



D'après JP Richalet

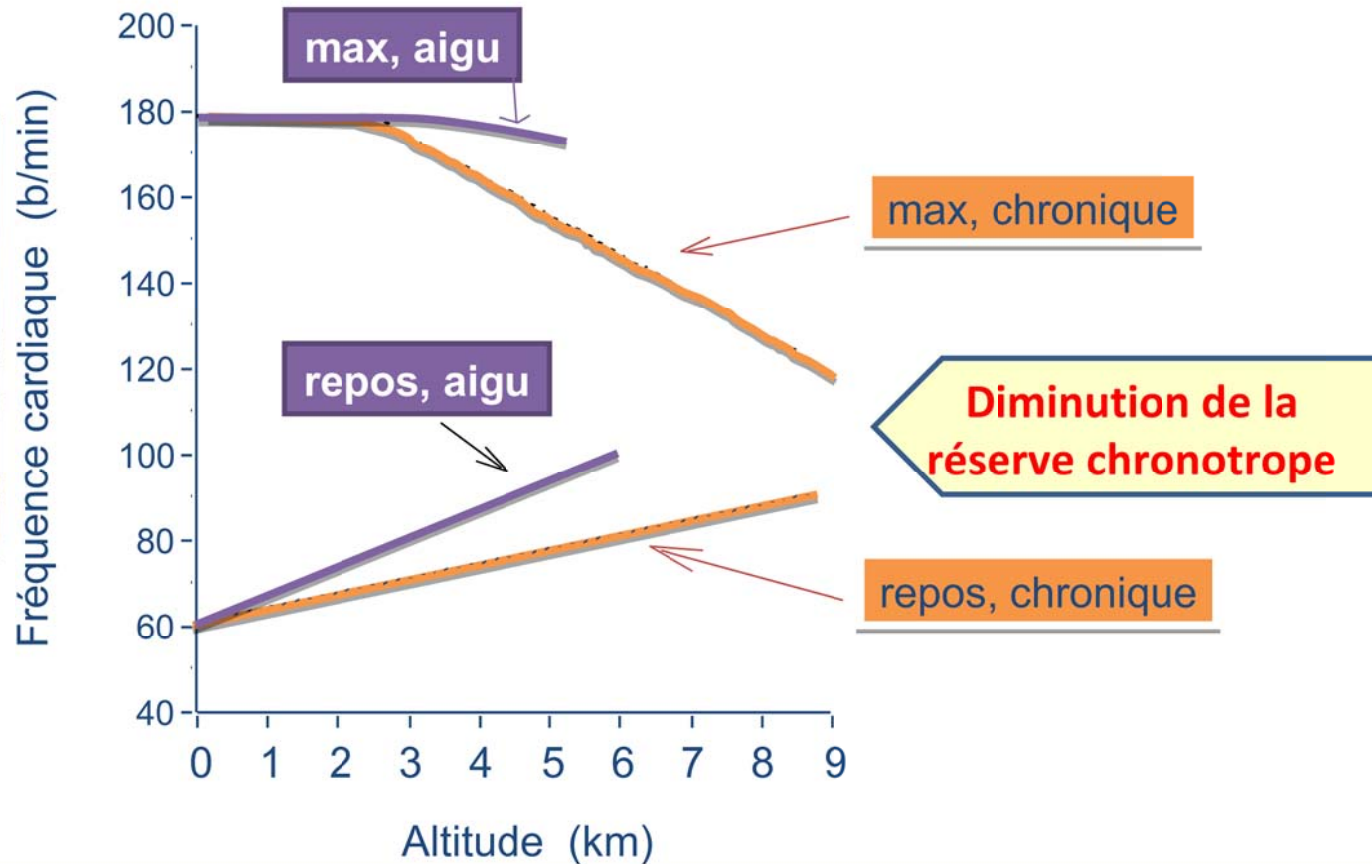
Adaptations à l'exposition aigüe puis prolongée à l'altitude

- **Hyperventilation** Stimulation des chémorécepteurs
- **Tachycardie :** Stimulation adrénergique permanente, mais désensibilisation progressive des β -récepteurs
- **Myocarde :** Maintien fonction systolique
Vasodilatation coronaire puis \searrow débit coronaire
- **Augmentation de la pression artérielle pulmonaire**
 - Vasoconstriction artérielle pulmonaire hypoxique +
 - **Risque de surcharge VD ou d'OAP Hypoxique**
- **Polyglobulie d'adaptation en 5 à 7 j**
 - 17 à 22 g /dl à + de 5500 m
 - Déshydratation \Rightarrow \searrow volume plasmatique
 - \nearrow Viscosité sanguine (/18g d'Hb, Ht > 50 %)
 - **Risque thrombo-embolique ++**



CDISO

Fréquence cardiaque à l'exercice en hypoxie aiguë et chronique



Stimulation adrénergique permanente, désensibilisation des β -récepteurs

D'après JP Richalet

Diminution des capacités d'adaptation à l'exercice en altitude

$$VO_2 = FC \times VES \times (Ca O_2 - Cv O_2)$$

Sujet normal en altitude

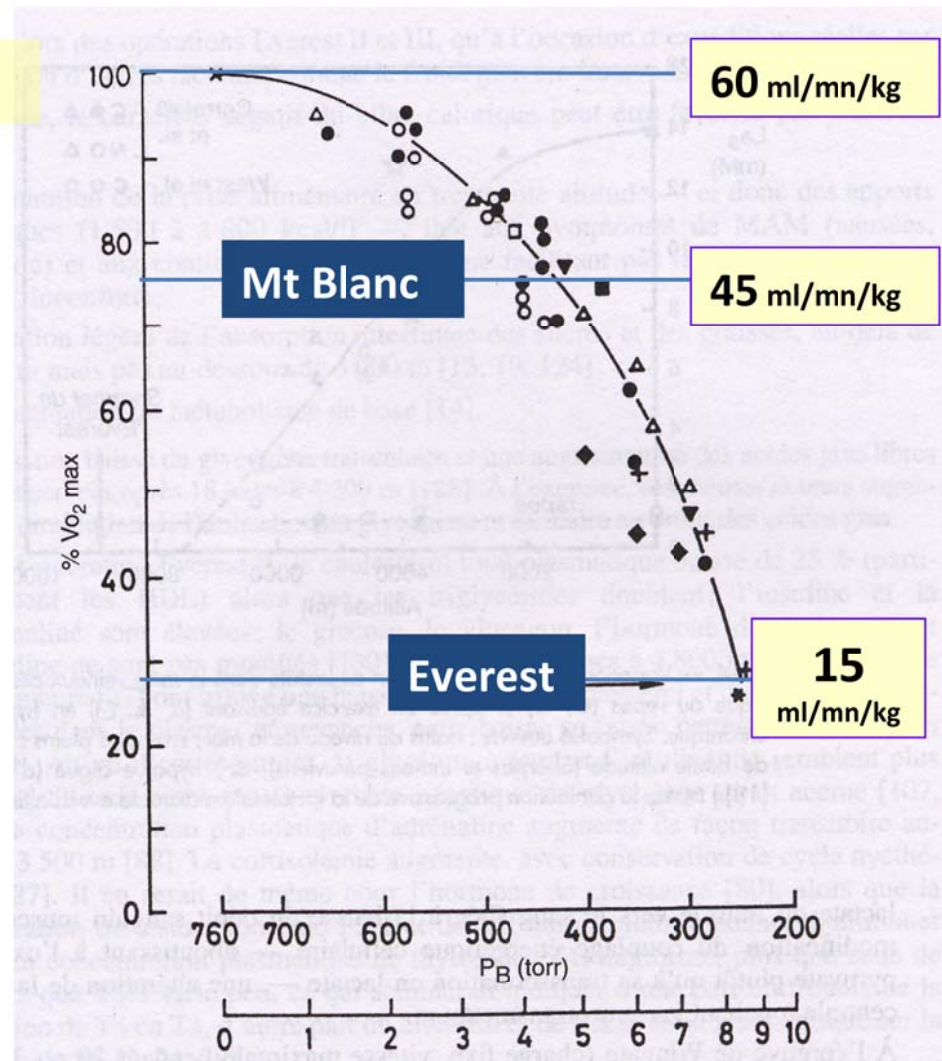
Extraction d'O₂ maximale

Réserve chronotrope ↘

Cardiopathies VES ↘



d'après Cerretelli P,
Sciences et Sport, 1988



Contre-indications à la haute altitude

- Limitations à l'effort : pathologies altérant
fonction respiratoire
débit cardiaque
hématose
- Risque de complication aiguë

CARDIAQUES

- Toute cardiopathie non équilibrée
- Insuffisance cardiaque
- Valvulopathies obstructives (RA, RM)
- Troubles du rythme sévères non contrôlés
- Cardiopathies congénitales significatives non guéries...

NON CARDIAQUES

- Insuffisance respiratoire
- Hémoglobinopathies (drépanocytose...)
- *Apnée du sommeil ?*

Fixer les Limites



8000 m

5 000 m

3 500m

2 500 m

1 500 m



- Sujets exceptionnels !!!
- Test d'effort préalable pour (presque) tout le monde
- Test d'effort préalable après 40 ans si FR

Cardiaque équilibré

« soustraction vitale »

Capacités max – contraintes = réserve suffisante/course

- Limite du cardiaque *sévère*
peu d'effort physique

B) La plongée

A school of striped snappers swimming in clear blue water. The fish are arranged in a loose, diagonal formation, moving from the upper left towards the lower right. The water is a deep, vibrant blue, and the fish have distinct vertical stripes on their bodies.

- L'immersion
- Le froid
- La pression
- La toxicité des gaz
- La décompression

Quelle est la profondeur maximale simulée atteinte par un humain ?



Théo Mavrostomos a atteint le 20 novembre 1992
la profondeur de **701m**
au centre de recherche hyperbare de la Comex à Marseille.

Contraintes cardio-vasculaires



- ↗ **précharge** : immersion ⇔ redistribution masse sanguine vers le haut du corps ⇔ ↗ **12% débit sanguin.**
- ↗ **Postcharge** :
 - **Hyperoxie** : vasoconstriction périphérique, coronaire, cérébrale, viscérale..., ↘ captation CO₂ /PO₂ ×2 (10m).
 - **Froid** : vasoconstriction périphérique et reflexe vagal (face)
- **Densité des mélanges respirés**
 - **Air** : 1,15g/l => 7g à 50m
↗ Travail ventilatoire, Interdépendance VG/VD.
 - **Mélanges légers** :
Hélium (350 m avec confort = 50 m en air)
Hydrogène...
- **Décompression** :

Décompression

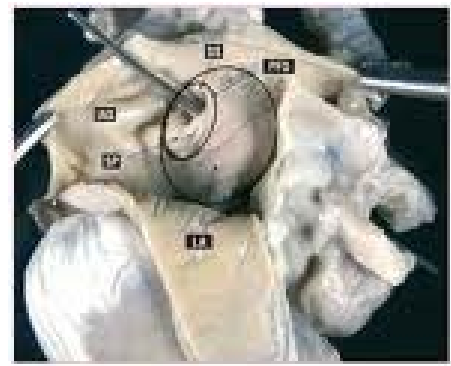
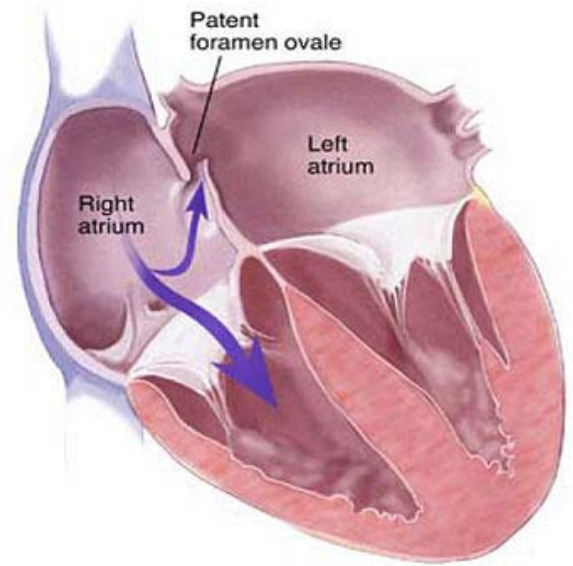
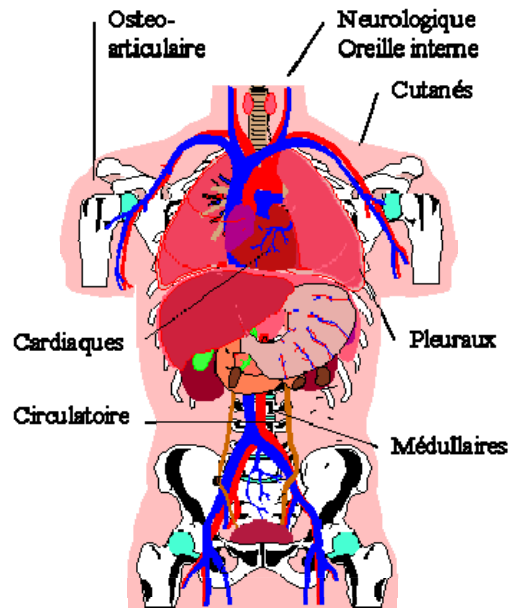
Table: Evolution de l'azote résiduel entre deux plongées

Profondeur (m)	Intervalle de surface	
	2h	3h
15	0.84	0.82
30	0.83	0.81
45	0.82	0.80
60	0.81	0.79
75	0.80	0.78
90	0.79	0.77
105	0.78	0.76
120	0.77	0.75
135	0.76	0.74
150	0.75	0.73
165	0.74	0.72
180	0.73	0.71
195	0.72	0.70
210	0.71	0.69
225	0.70	0.68
240	0.69	0.67
255	0.68	0.66
270	0.67	0.65
285	0.66	0.64
300	0.65	0.63

- Azote dissous dans les tissus, éliminé dans les heures qui suivent la plongée.
- Formation de bulles veineuses chez 50% des plongeurs.
- Risque d'accidents de décompression :

Saturation du filtre pulmonaire

FOP × 2 à 4 risque d'embol systémique



Contre indications

CONTRE-INDICATIONS DEFINITIVES

- Cardiopathie congénitale
- Insuffisance cardiaque symptomatique
- Cardiomyopathie obstructive
- Pathologie avec risque de syncope
- Tachycardie paroxystique
- BAV II ou complet non appareillé
- Shunt droit-gauche découvert après un accident de décompression à symptomatologie cérébrale ou cochléo-vestibulaires

CONTRE-INDICATIONS TEMPORAIRES

- Hypertension artérielle non contrôlée
- Infarctus récent et angor
- Péricardite
- Traitement par anti-arythmique
- Traitement par bêta-bloquant par voie générale ou locale , à évaluer (*)



Contraintes de la plongée libre

- **Vitesse de compression, décompression**
- **Blood shift** : transfert de sang dans la cage thoracique incompressible (1 litre à 30 mètres)
- **L'apnée** :
 - anaérobiose \Rightarrow hypoxie + acidose
 - Retour d'un sang veineux froid et acide lors de la levée de la vasoconstriction (remontée).



Au total : incompatible avec une pathologie cardiaque



Conclusions

« Il faut toujours connaître les limites du possible. Pas pour s'arrêter, mais pour tenter l'impossible dans les meilleures conditions. »

Romain Gary



Le MAM

mal aigu des montagnes

MAM Bénin

- Céphalées
- Nausées
- Anorexie
- insomnie
- œdèmes (visage, chevilles, poignets...)

MAM sévère

- OAP de haute altitude
- Œdème cérébral

Différentier le MAM
D'une décompensation cardiaque

