

Physiopathologie de la haute altitude

Jean-Paul Richalet

Université Sorbonne Paris Nord
Pôle Médical INSEP



Operation EVEREST III (COMEX 97)

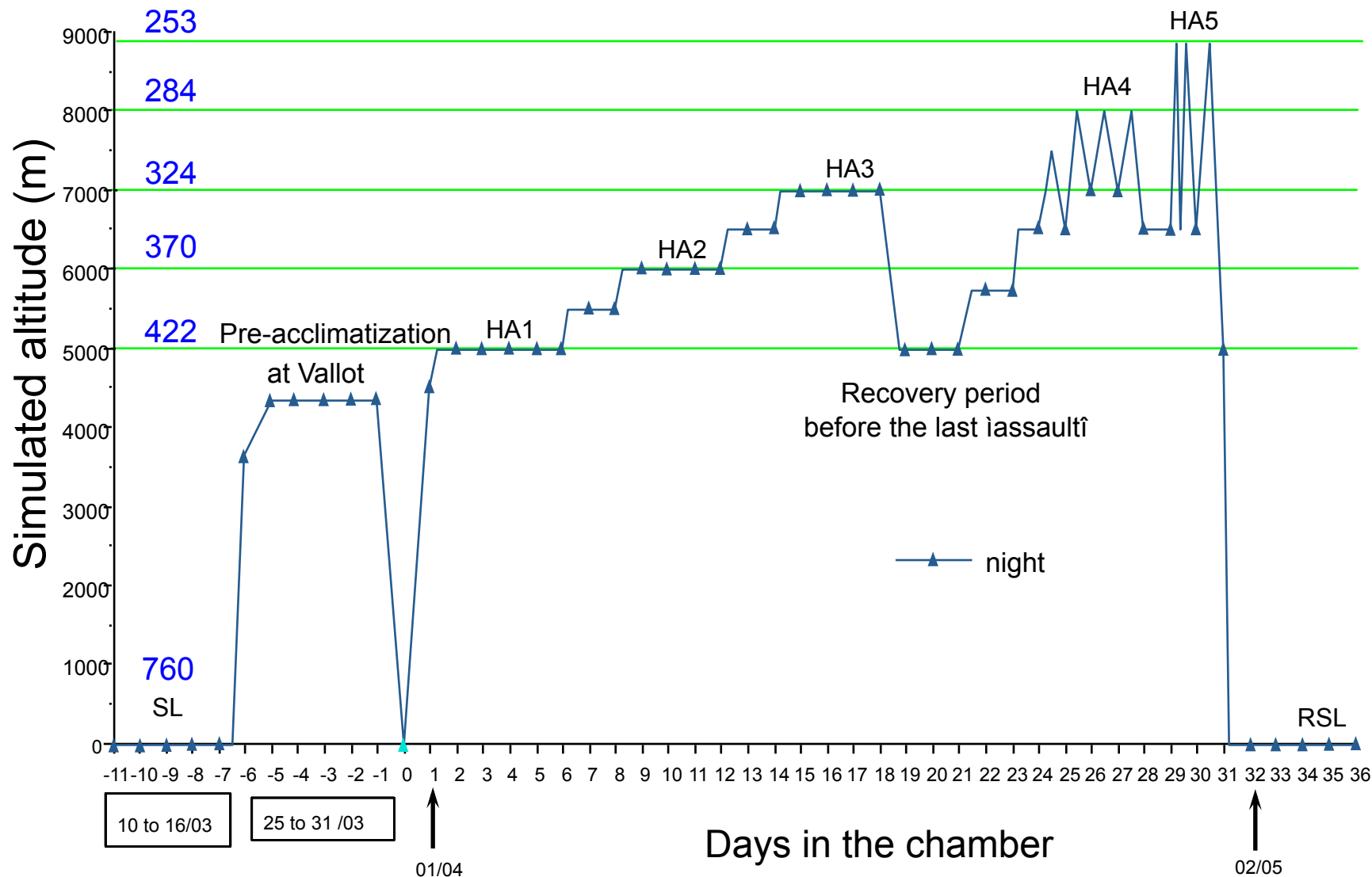
Progression profile

Experimental periods

SL: sea level

HA1 to HA5: high altitude

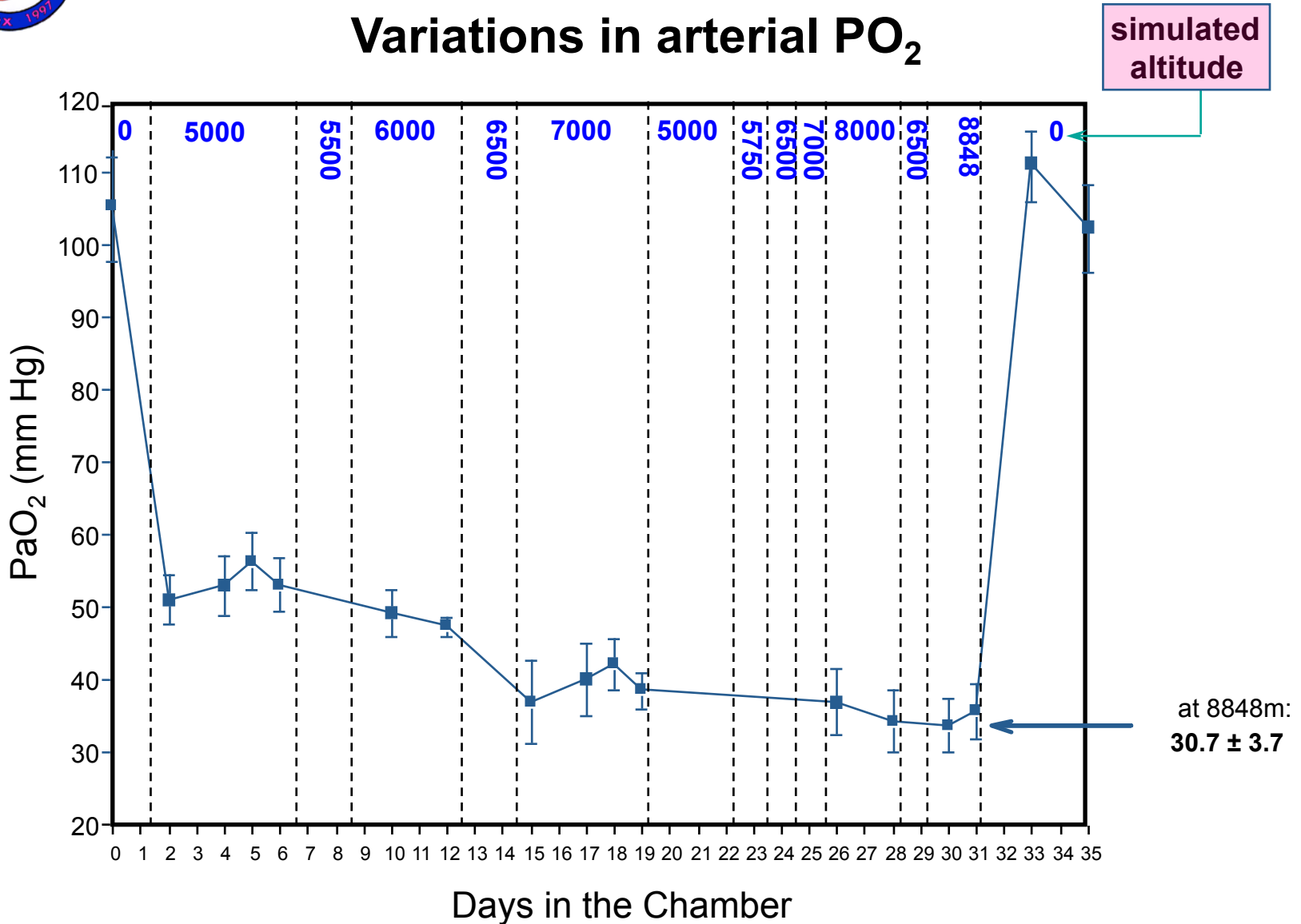
RSL: return to sea level





Operation EVEREST III (COMEX 97)

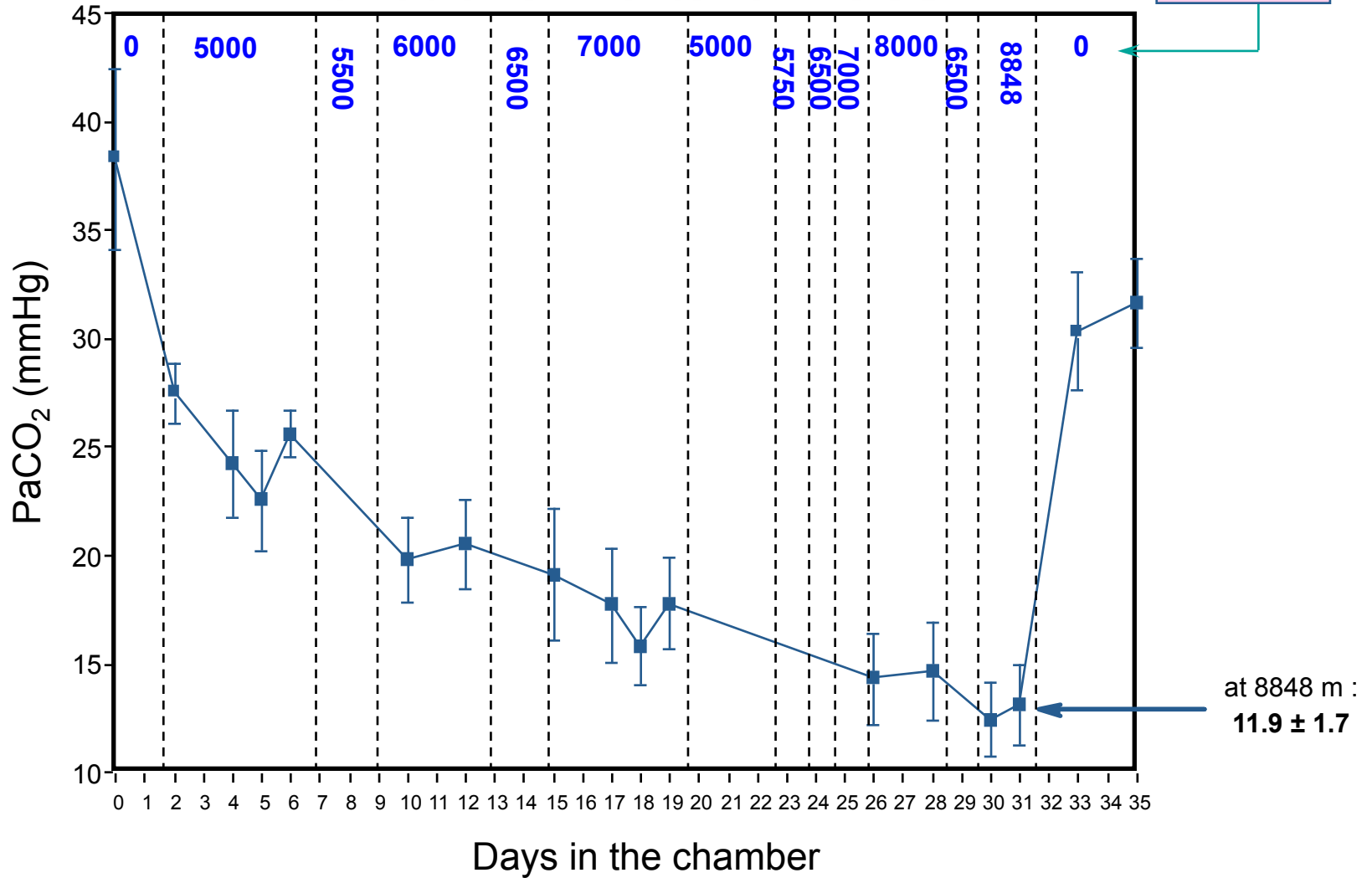
Variations in arterial PO₂





Operation EVEREST III (COMEX 97)

Variations in arterial PCO₂

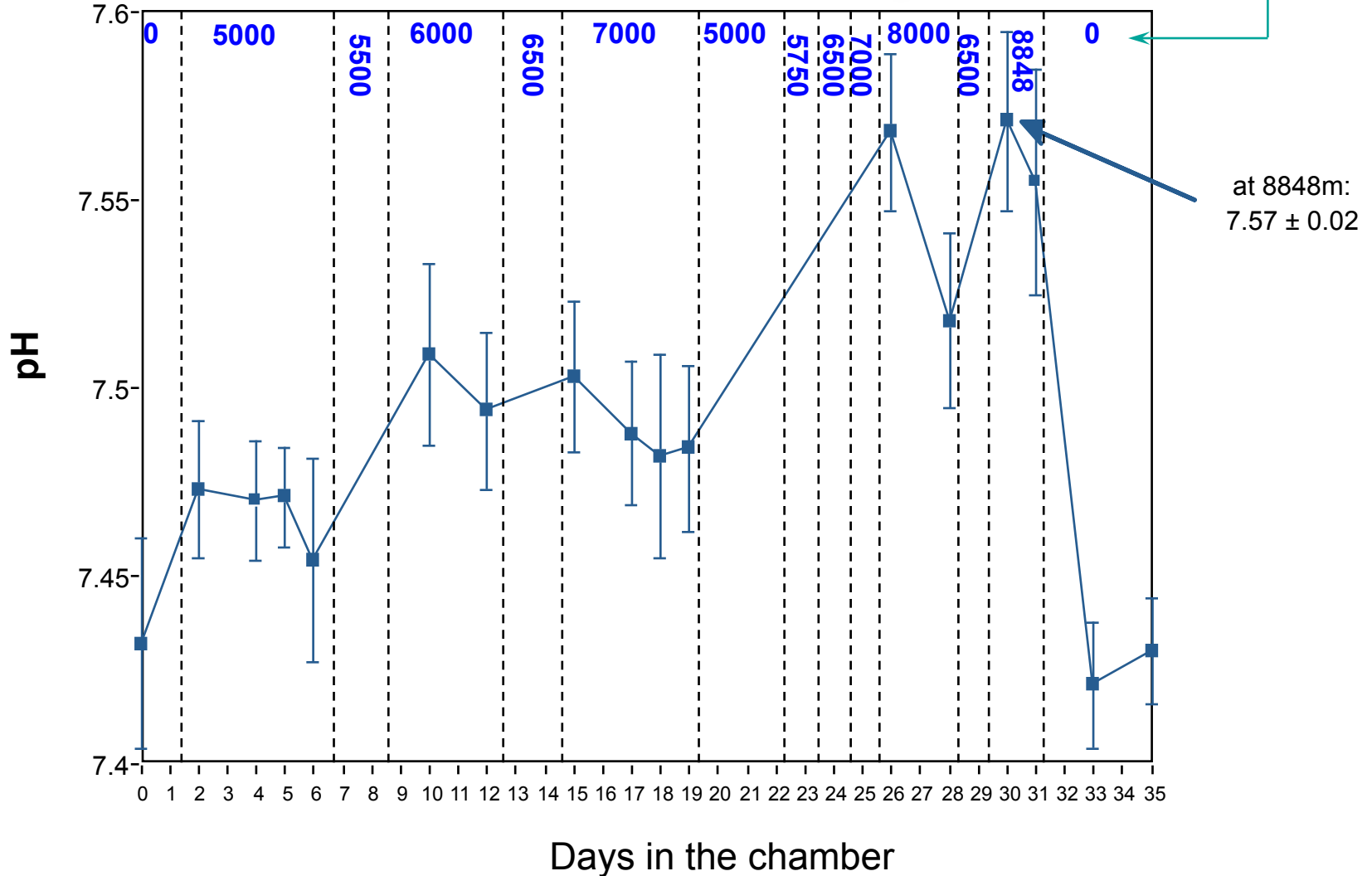


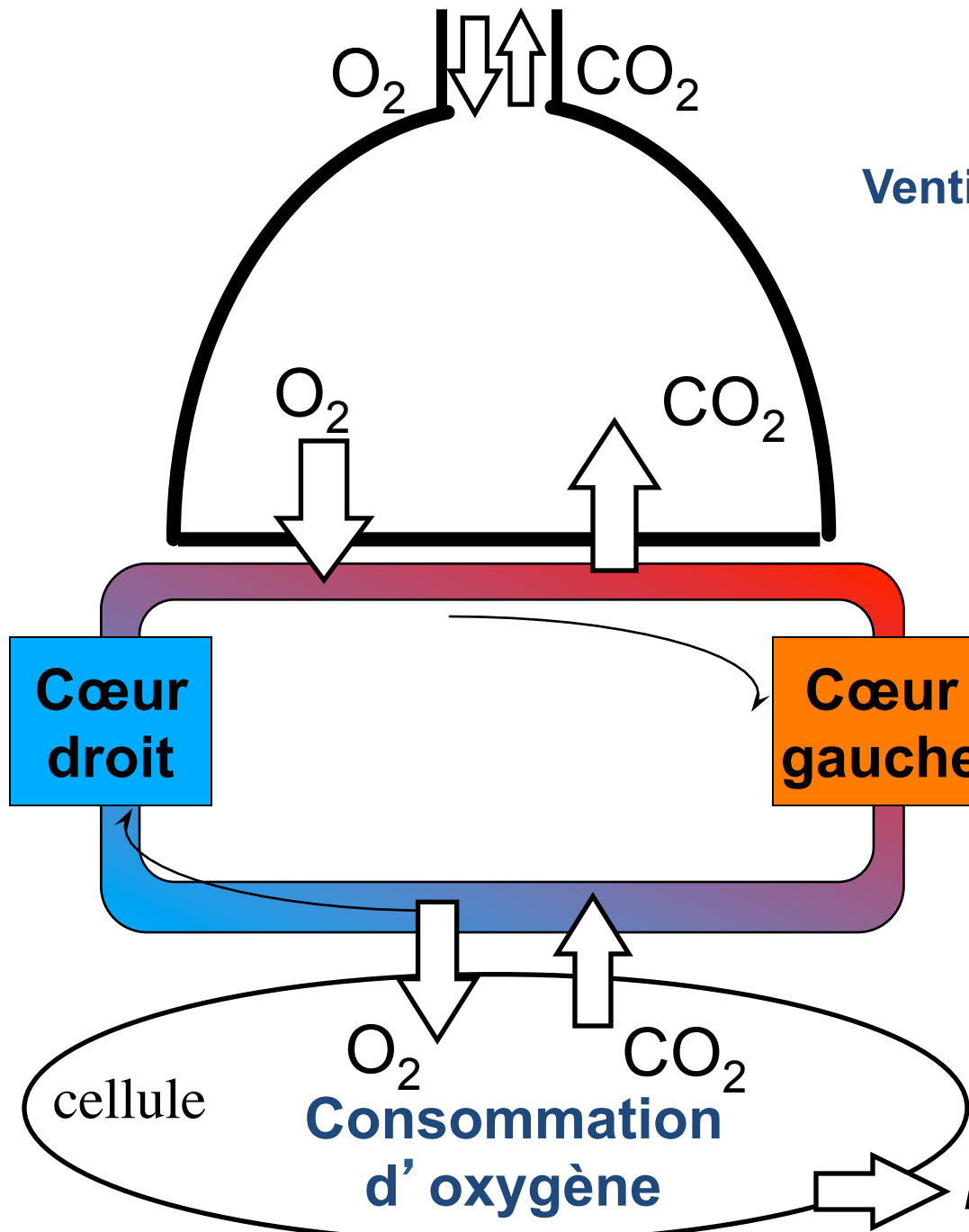


Operation EVEREST III (COMEX 97)

Variations in arterial pH

simulated altitude





Ventilation pulmonaire :
CONVECTION

Transfert alvéolo-capillaire
en oxygène : **DIFFUSION**

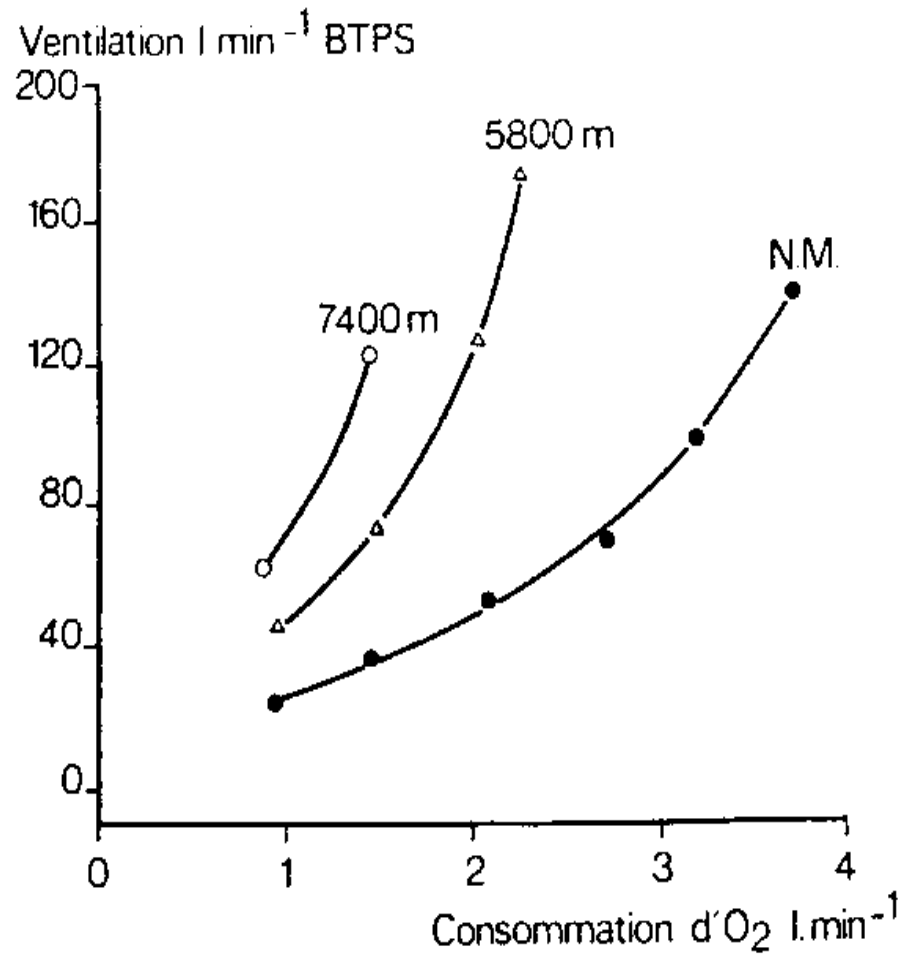
Transport de l' oxygène par
le sang : **CONVECTION**

Diffusion de l' oxygène
vers les tissus :
DIFFUSION

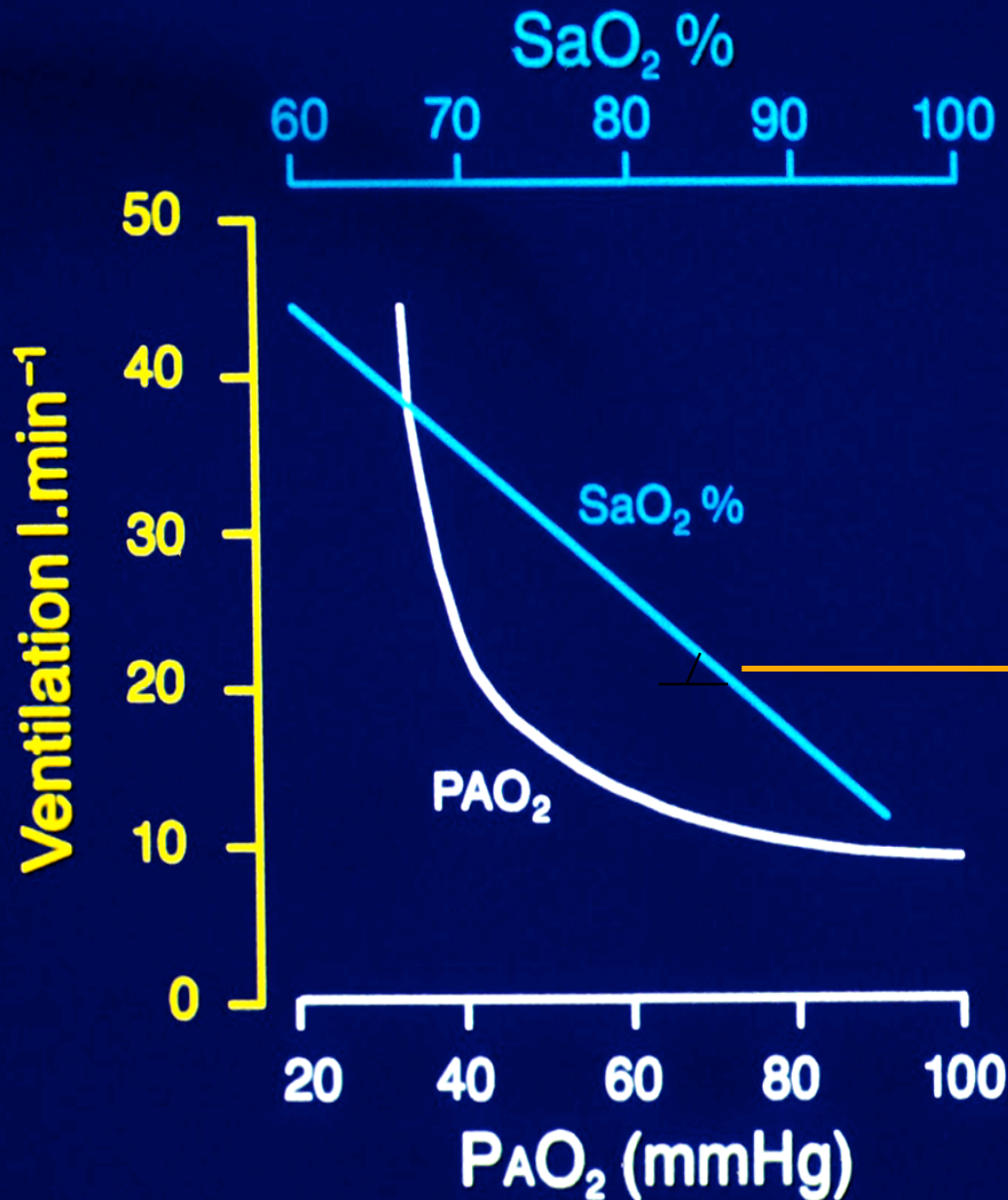
**Consommation
d' oxygène**

Production d' énergie aérobie

La ventilation augmente au repos et pour chaque niveau d'exercice



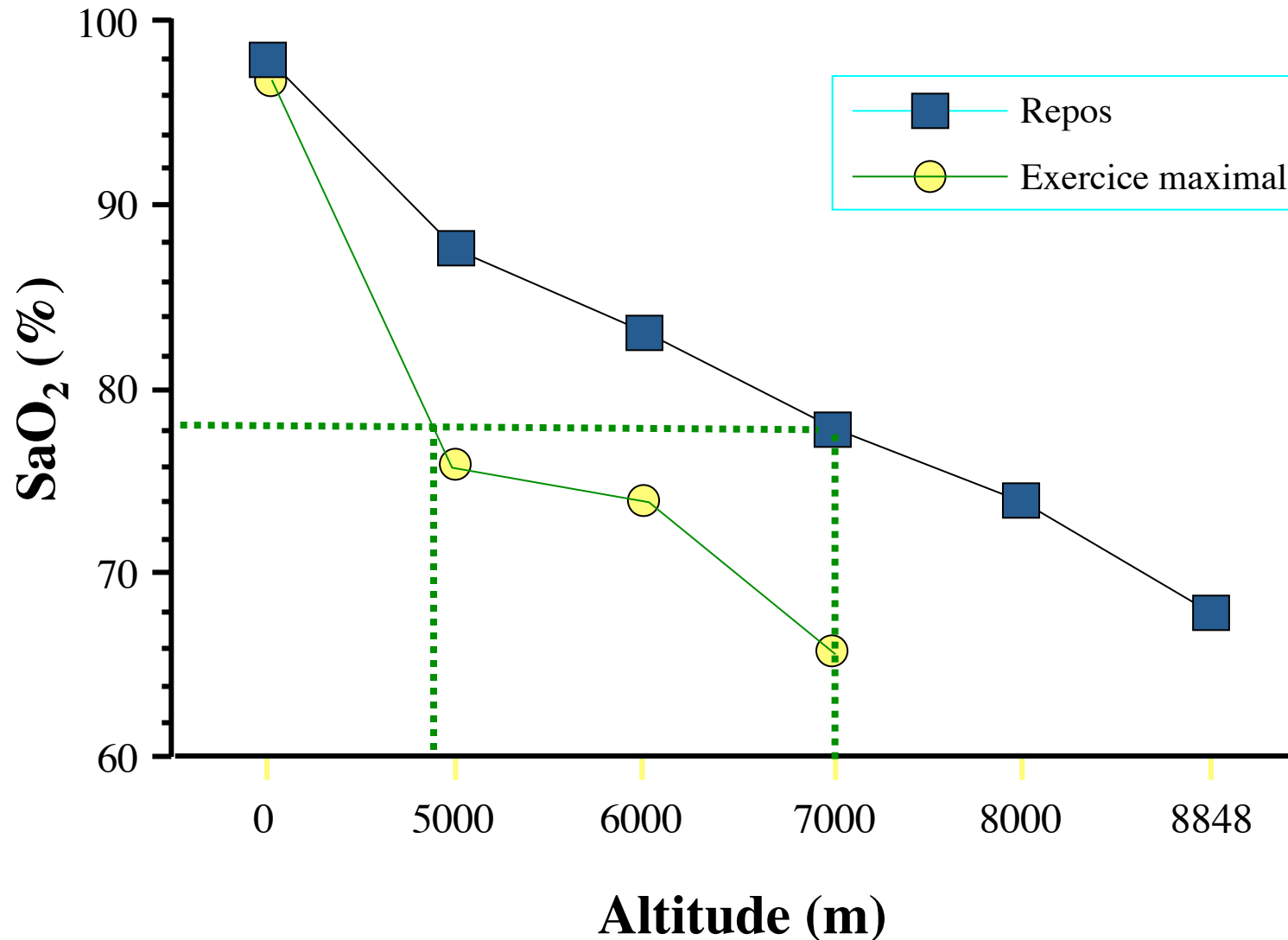
Réponse ventilatoire à l'hypoxie



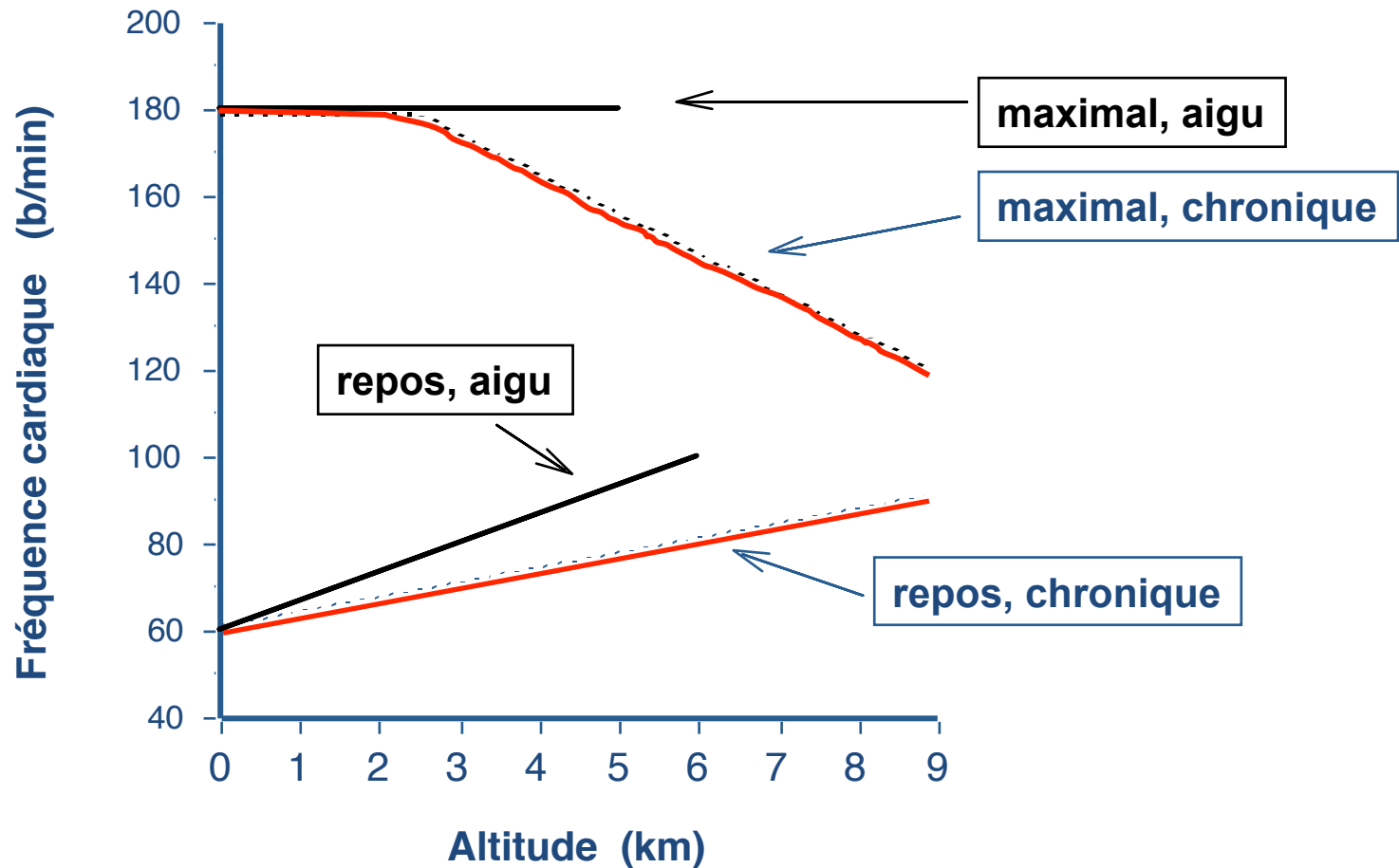
$$RVH = \frac{\Delta \dot{V}_e}{\Delta \text{Sa}}$$

Élément déterminant:
la sensibilité des
chémorécepteurs
périphériques

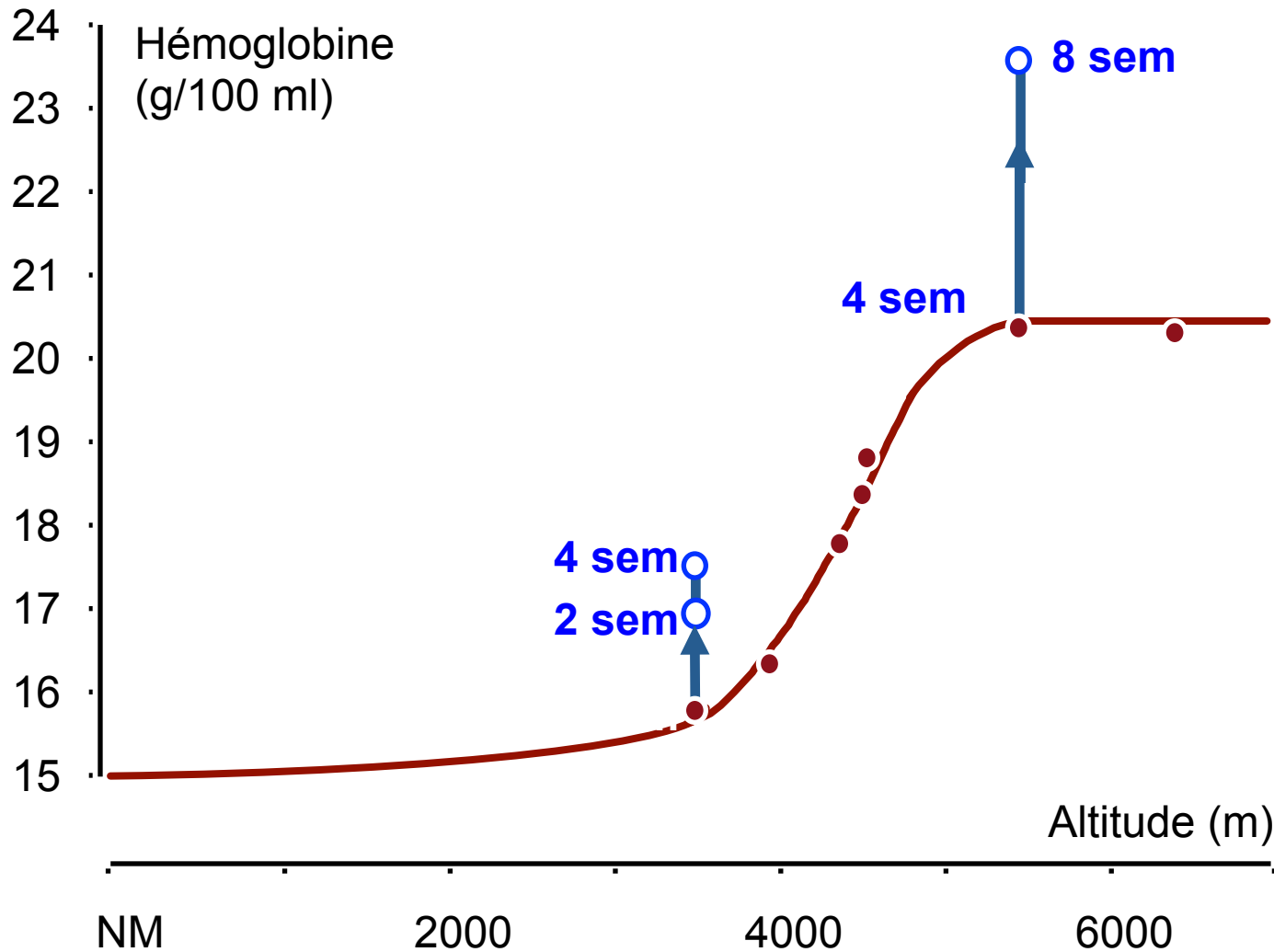
Saturation artérielle en O₂ en haute altitude



Fréquence cardiaque au repos et à l'exercice en hypoxie aiguë et chronique



Concentration d'hémoglobine en fonction de l'altitude et de la durée du séjour



Pathologie liée à la haute altitude

- Mal aigu des montagnes bénin (MAM)
- Œdème localisé de haute altitude (OLHA)
- Mal des montagnes compliqué
 - Œdème pulmonaire de haute altitude (OPHA)
 - Œdème cérébral de haute altitude (OCHA)
- Maladies hémorragiques, ischémiques et thromboemboliques de haute altitude
 - Hémorragies rétiniennes de haute altitude (HRHA)
 - Accidents thromboemboliques
 - Accidents ischémiques transitoires
- Polyglobulie chronique d'altitude (Maladie de Monge)

MAM – Oedème localisé de haute altitude



Céphalées
Tr digestifs
Fatigue
Vertiges
Insomnie...

• Signes cliniques

– **début**: dyspnée anormale, asthénie intense
toux sèche

MAM parfois associé

– **phase d'état** : cyanose

dyspnée de repos

râles pulmonaires

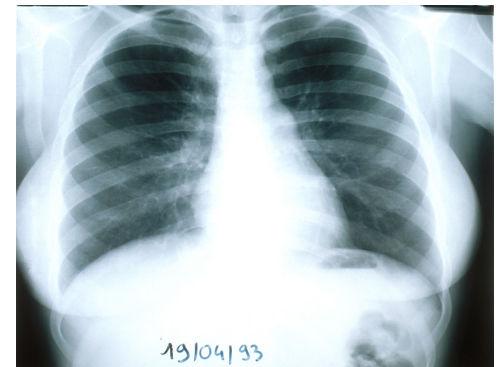
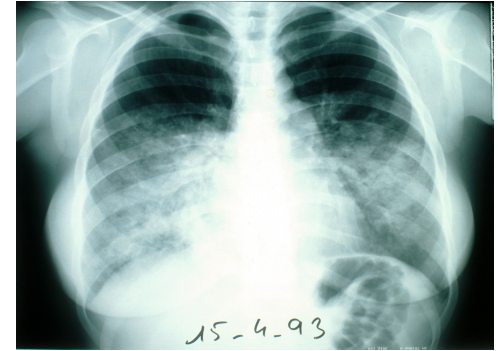
tachycardie

fièvre

expectoration typique

– **évolution**: *décès* dans 44% des cas non traités

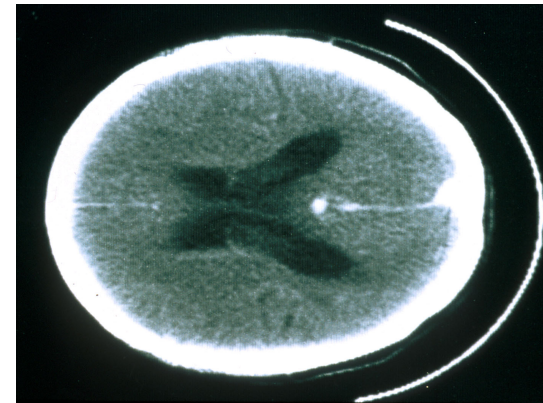
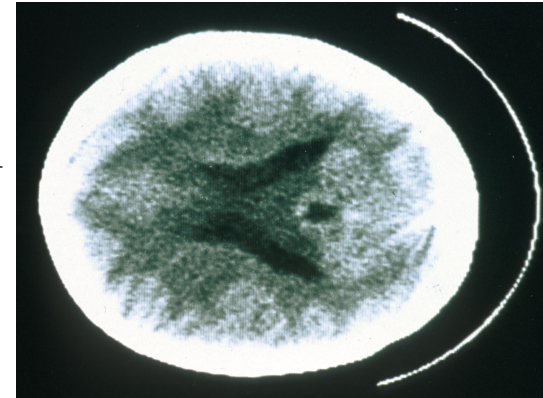
- guérison rapide et sans séquelles si REDESCENTE entreprise rapidement



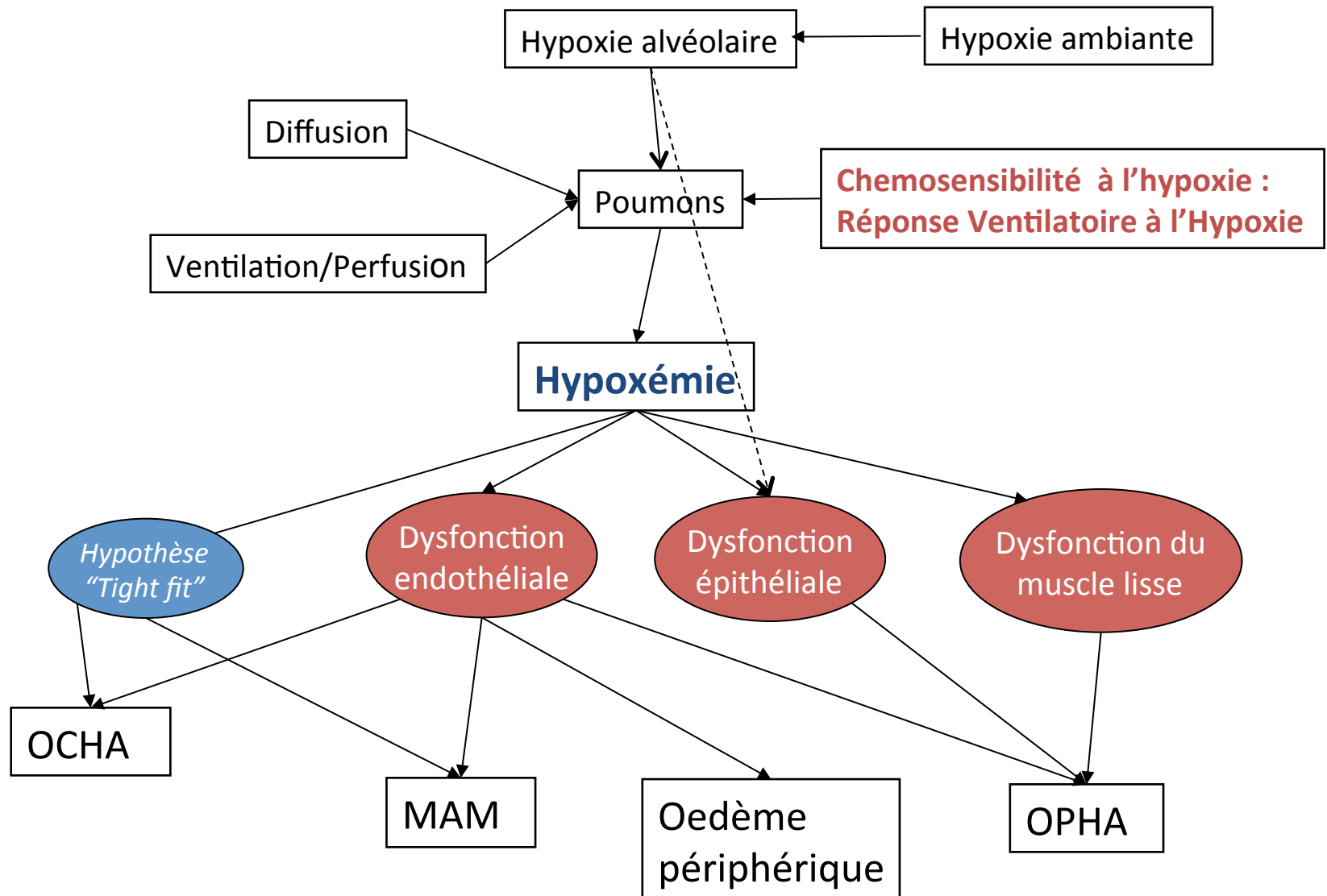
OCHA Œdème cérébral de haute altitude

• Signes cliniques

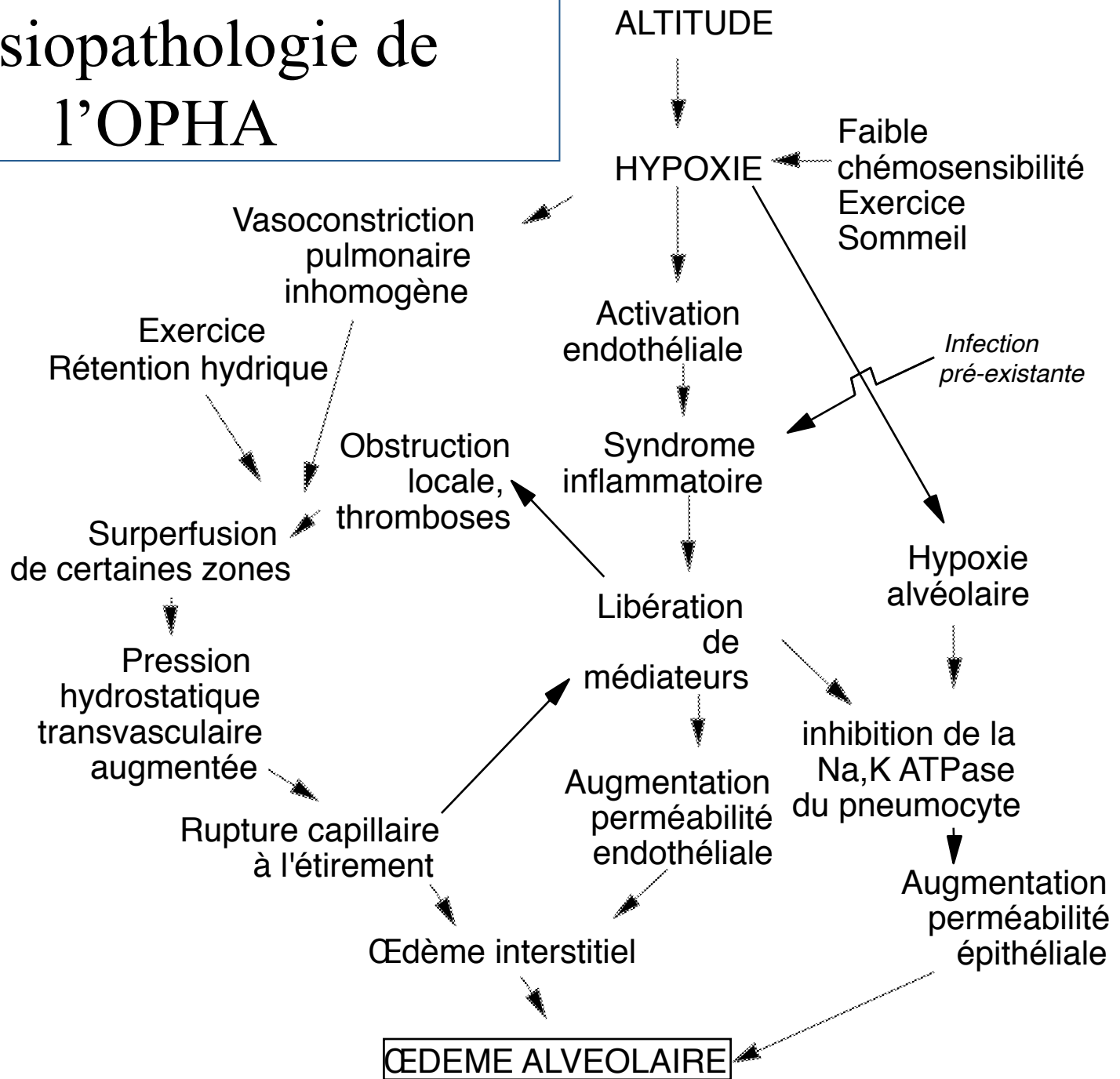
- MAM qui s'aggrave, avec au premier plan
 - Signes neuropsychiques
 - Tableau d'hypertension intracrânienne
 - Céphalées calmées par aucun antalgique,
 - aggravées par la toux et les efforts à glotte fermée.
 - Vomissements en jet.
- ou : Modifications de l'humeur: irritabilité / torpeur
- ou : Torpeur, phénomènes hallucinatoires.
- ou : Signes neurologiques focaux
 - Diplopie, troubles de l'élocution, convulsions, paralysies, ...



Physiopathologie des maladies d'altitude



Physiopathologie de l'OPHA



OPHA Physiopathologie: Circulation pulmonaire et altitude

**VASOCONSTRICTION PULMONAIRE
HYPOXIQUE HETEROGENE**



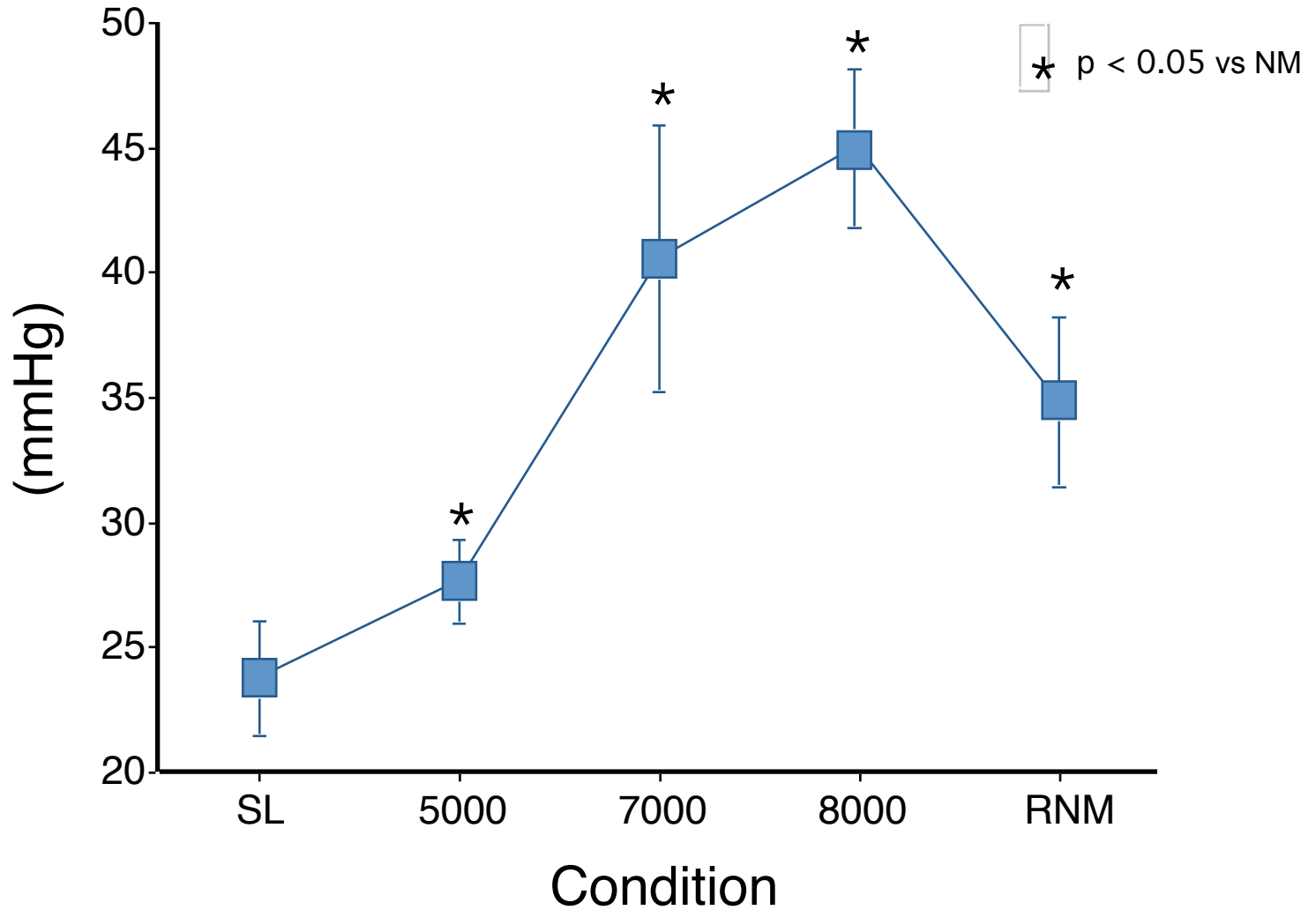
HTAP

La PAP augmente beaucoup plus à l'exercice en hypoxie qu'en normoxie

*Cependant, l'HTAP ne suffit pas totalement à expliquer
la survenue d'OPHA*



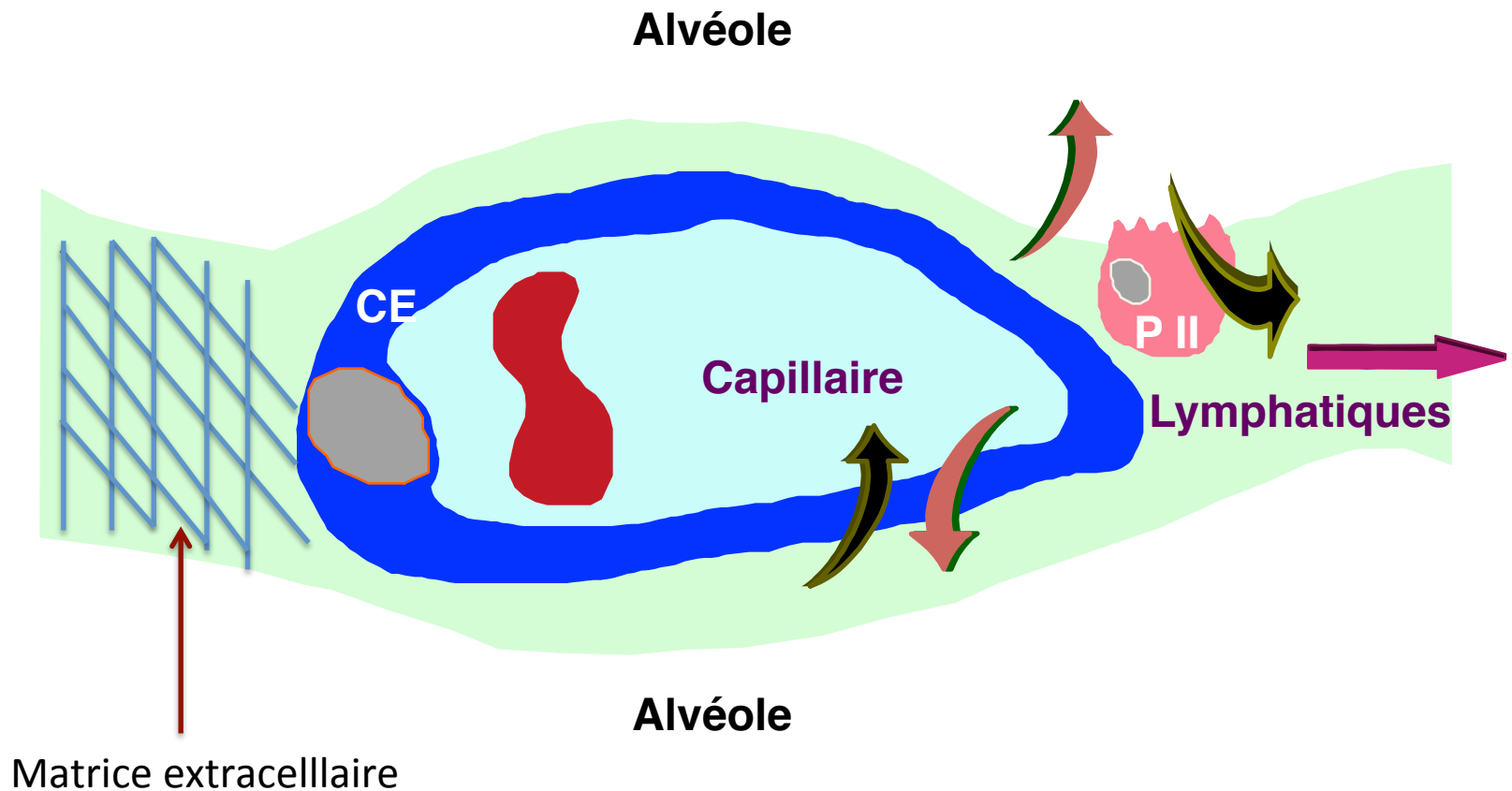
Pression artérielle pulmonaire systolique*



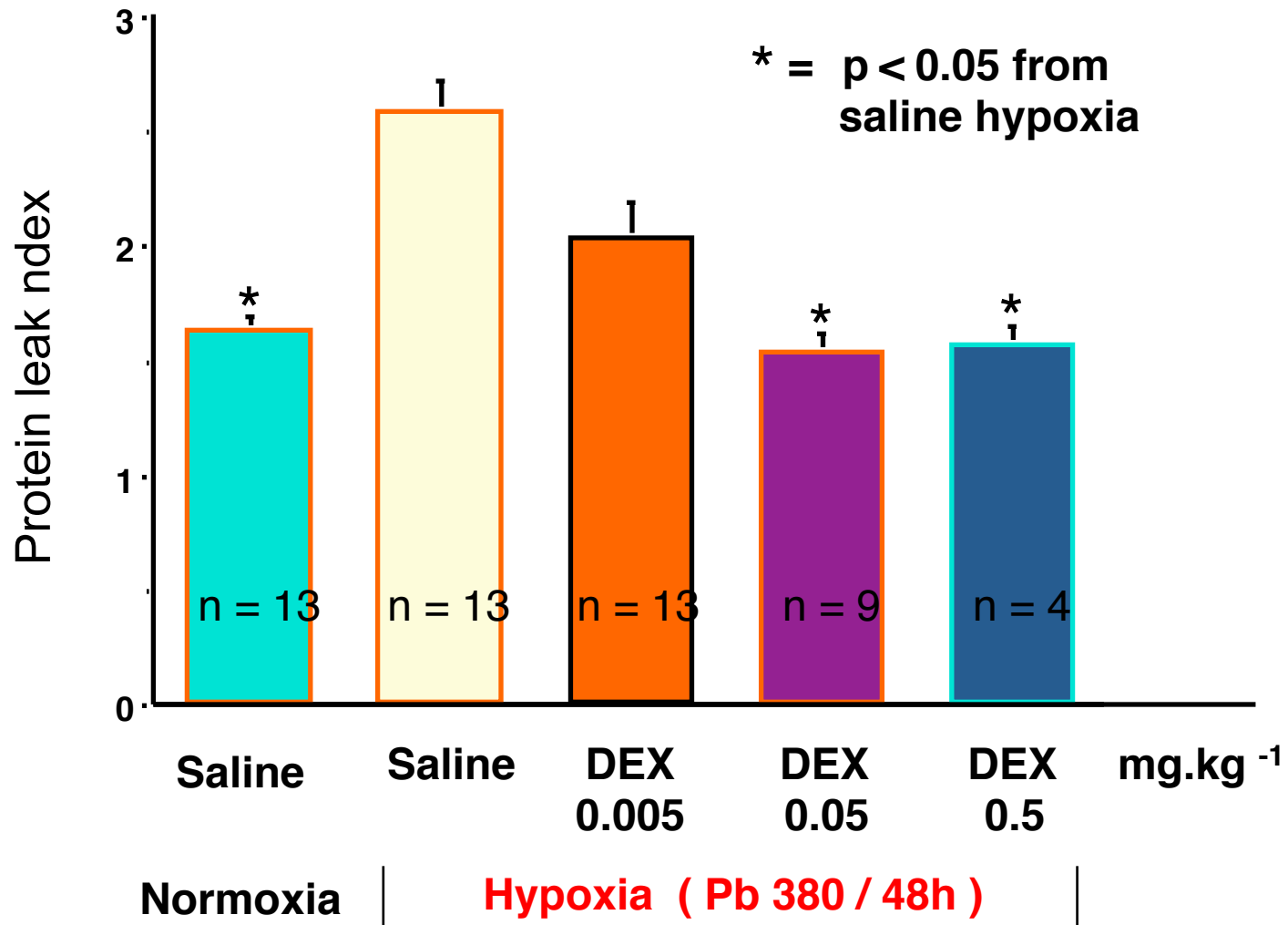
*: gradient VD-OD + 5 mmHg

Boussuges et al., AJRCCM, 2000

Transfert de fluides dans les poumons

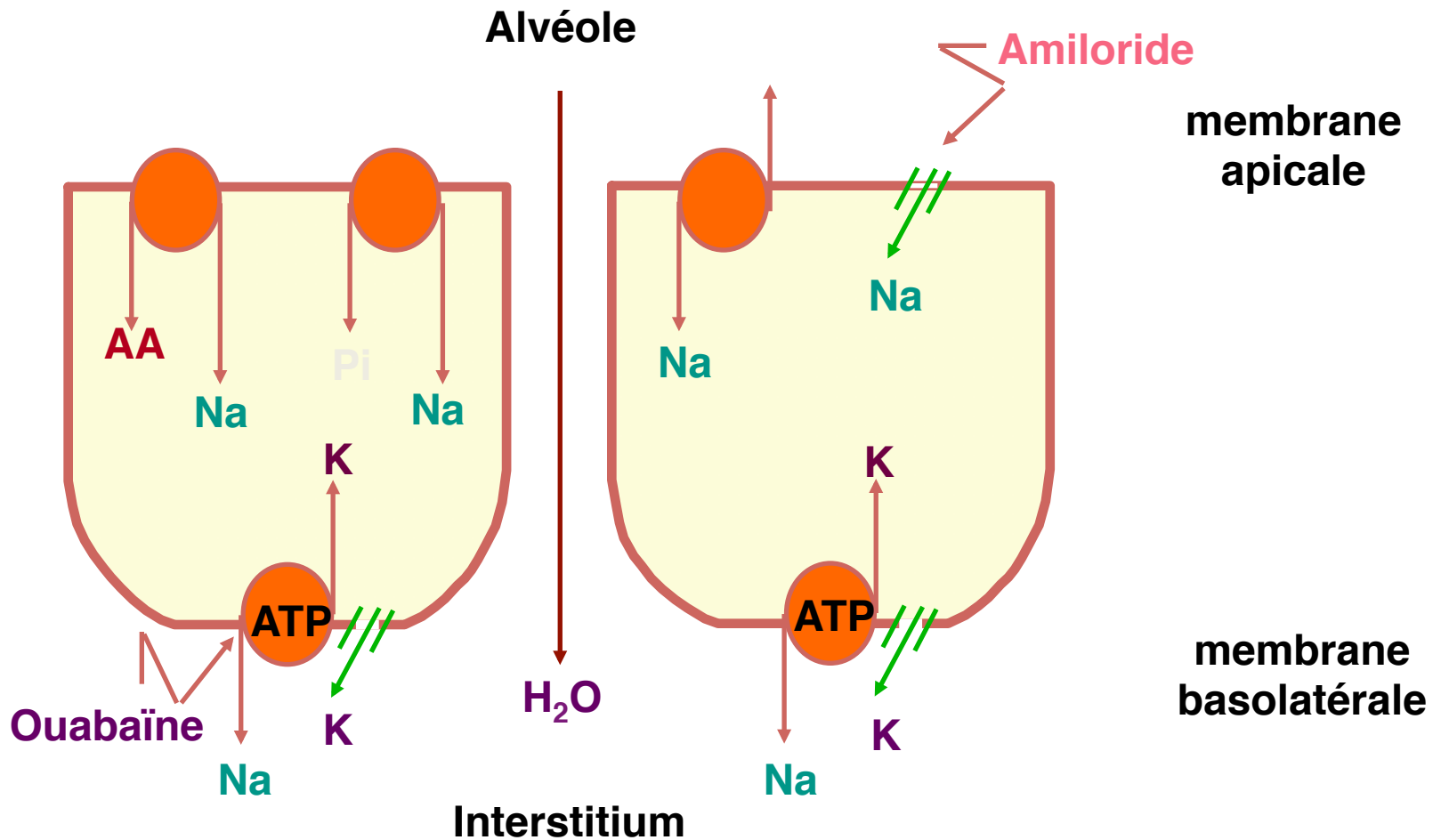


Effect of hypoxia on pulmonary vascular leak in rats

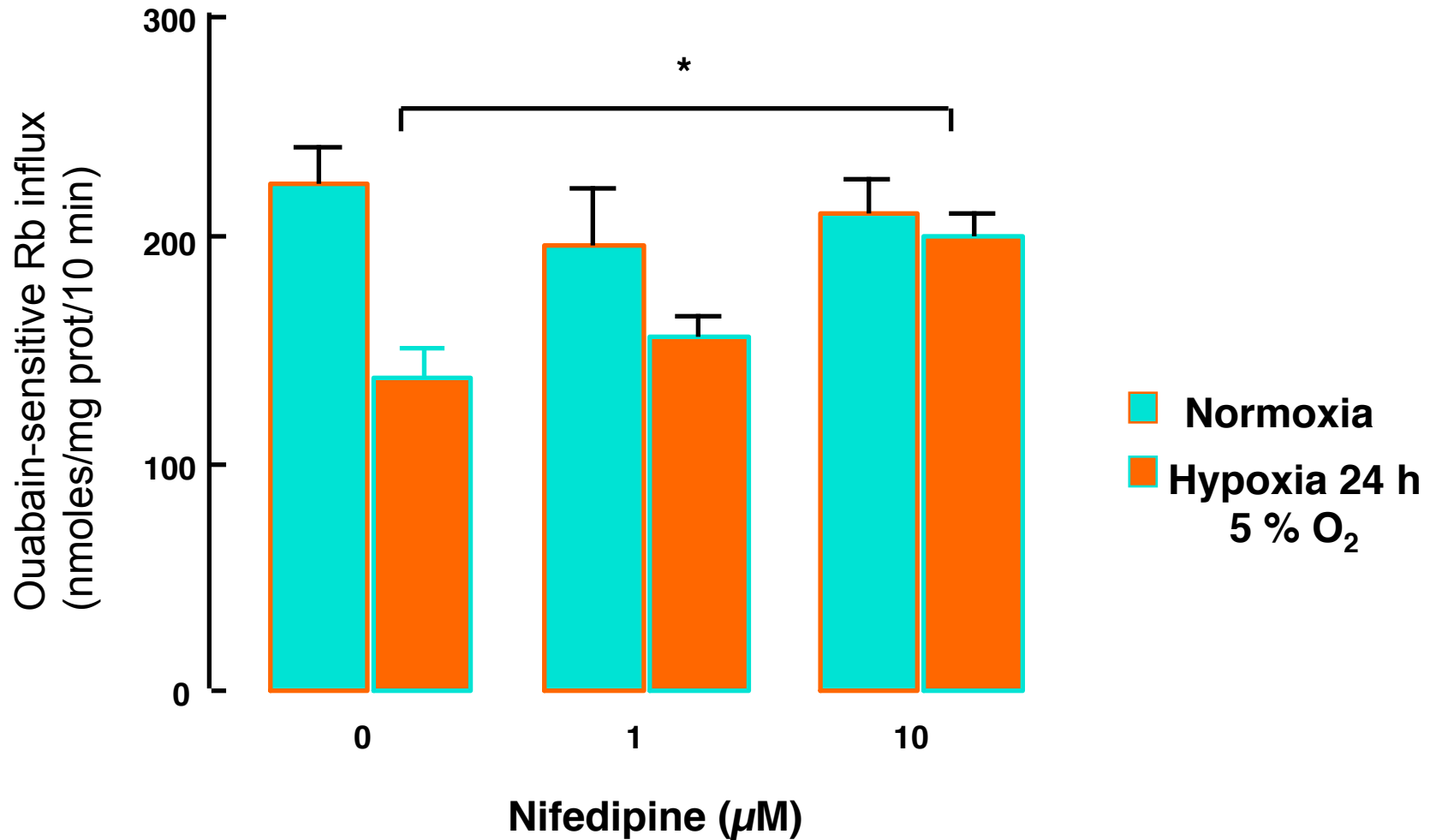


Redrawn from Stelzner et al. *J. Clin. Invest.* 82 : 1840-47, 1988

Epithélium alvéolaire et transports ioniques

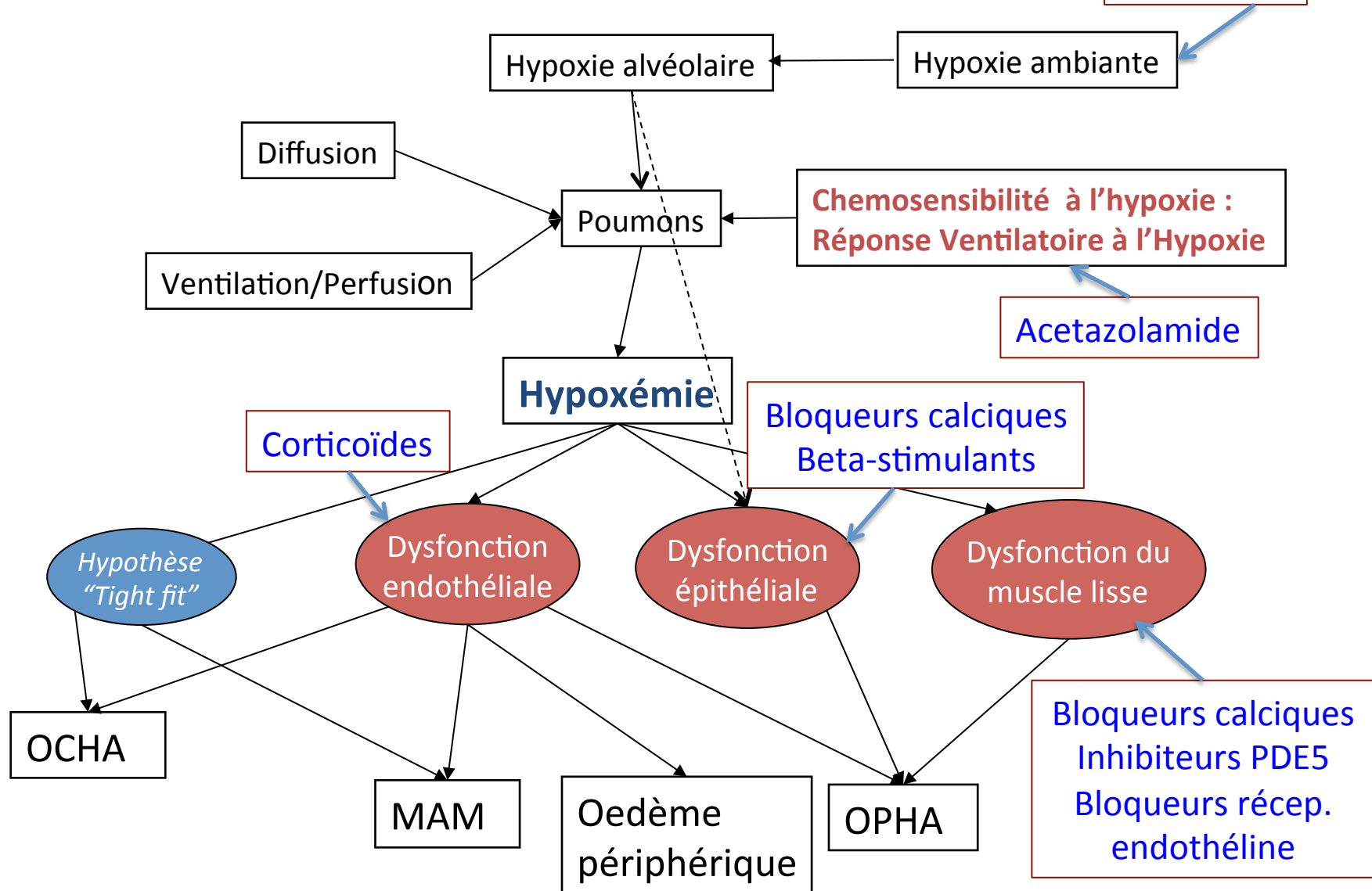


EFFECT OF NIFEDIPINE ON HYPOXIA-INDUCED DECREASE OF Na,K - ATPase ACTIVITY



Physiopathologie des maladies d'altitude

Oxygène,
redescende



Brochure

« Santé et altitude », 7^{ème} édition
disponible sur le site: www.arpealtitude.org

7^{EME} EDITION

SANTÉ & ALTITUDE



CETTE BROCHURE A ETE REALISEE PAR
L'ASSOCIATION POUR LA RECHERCHE EN
PHYSIOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT (ARPE).



Sport

Collection dirigée par
Frédéric Depiesse

Jean-Paul Richalet
Jean-Pierre Herry

18 fiches
pratiques à
télécharger

Médecine de montagne

Alpinisme et sports de montagne



5^e édition

ELSEVIER

Elsevier Masson

Médecine de Montagne
Elsevier-Masson , 5^{ème} édition, 2017