

**Oedème pulmonaire
lors de l'exercice:
« Pulmonary capillary stress failure »**

Dr Frédéric Roche

**Service de Physiologie Clinique et de l'Exercice
CHU Nord
Groupe de Recherche PPEH
Université Jean Monnet
Saint-Etienne**

**Vulnérabilité membrane alvéolo-
capillaire:
un phénomène obligatoire !**

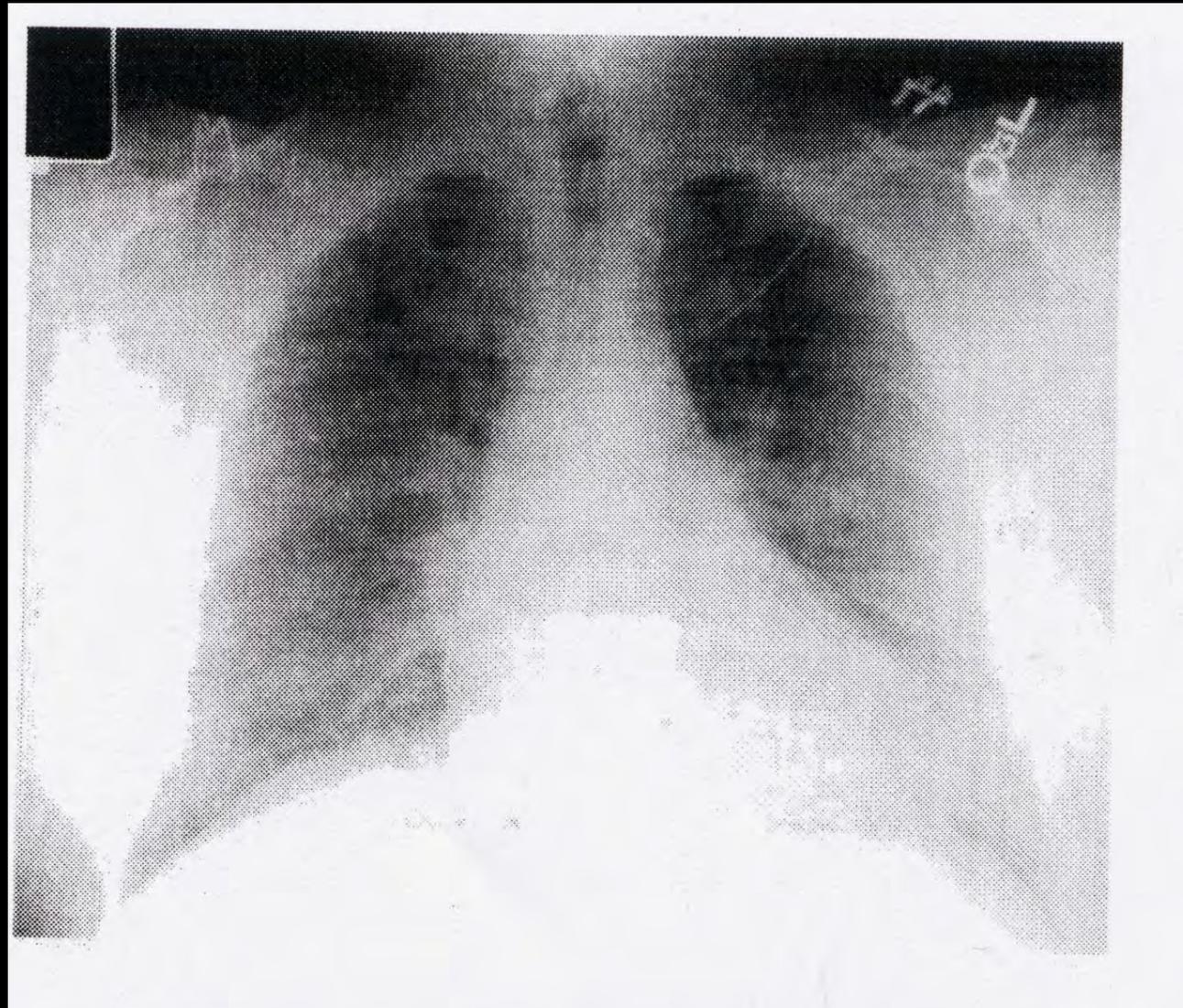
Surface d'échange : 50 à 100 m²

Finesse de la membrane : 0,2 à 0,3 μ

Diffusion passive

Oedème Pulmonaire d'Altitude:

- Modifications ultrastructurales des parois membran. AC
- Relation intensité des dégats et augmentation de la P. Hydrostat. Capillaire Pulmonaire



Quelles « pressions critiques » ?

Pression capill transmurale de 24 mm Hg : danger
Dégâts formels si P. Cap \geq 40 mm Hg

Effet de l'exercice intense : peu connu,
Virtuellement neutre...

Mesures directes:

PAP moyenne $>$ 20 mm Hg lors d'un exercice exténuant
P. Cap. Transmurale (base) $>$ 25 mm Hg

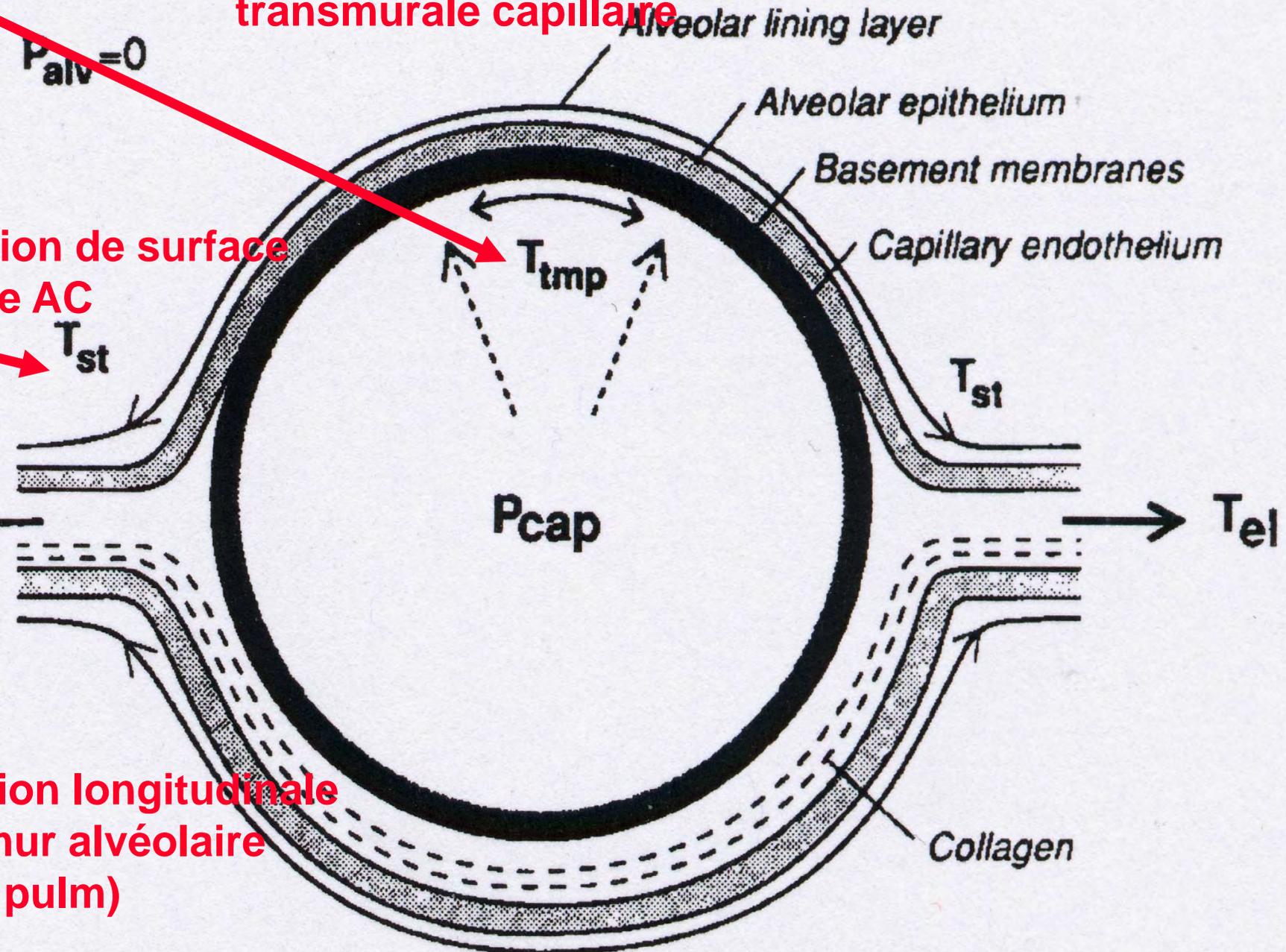
Ttmp: tension pariétale circonférentielle causée par la pression transmurale capillaire

$P_{alv} = 0$

Tst: tension de surface de la ligne AC

T_{el}

Tel: tension longitudinale Dans le mur alvéolaire (inflation pulm)



Alveolar lining layer

Alveolar epithelium

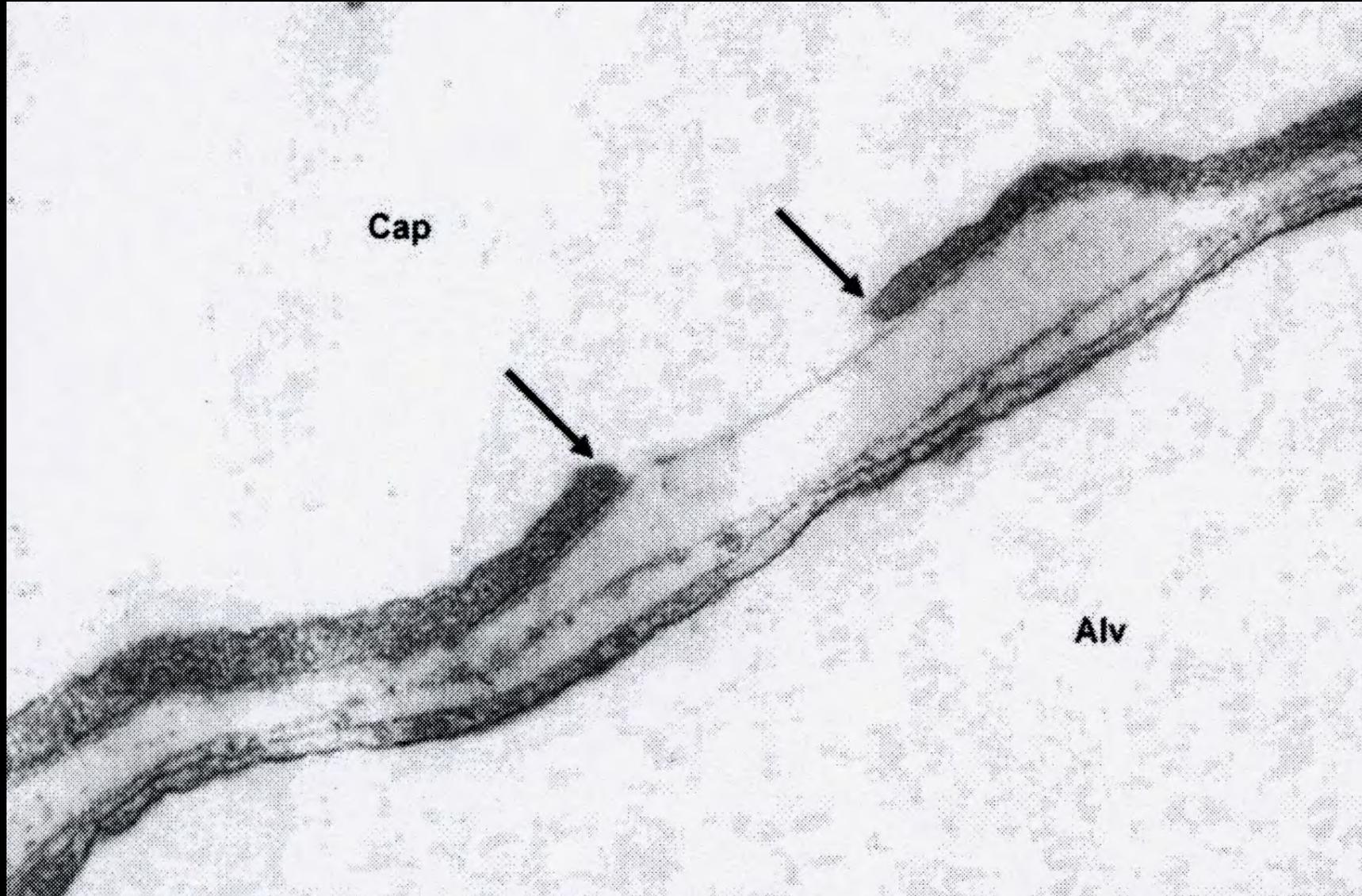
Basement membranes

Capillary endothelium

Collagen

**Augmentation de la pression capillaire pulmonaire durant
chez le sportif l'exercice intense:**

**Arguments cliniques pour affirmer la fragilité de cette
barrière AC ?**



Une série de cas cliniques...

- **Impaired pulmonary and cardiac function after maximal exercise** (Rasmussen et al. J Sports Sci 1988)
- **Acute pulmonary oedema in two athletes during a 90-km running race** (MacKechnie et al. S Afr Med J 1979)
- **Water intoxication: a possible complication during endurance exercise** (Noakes et al. Med Sci Sports Exerc 1985)
- **Delirium and pulmonary oedema after completing a marathon** (Young et al. Am J Respir Crit Care Med 1997)

Hopkins, Schoene, West et al.

J Appl Physiol 1998

Am J Respir Crit Care Med 1997

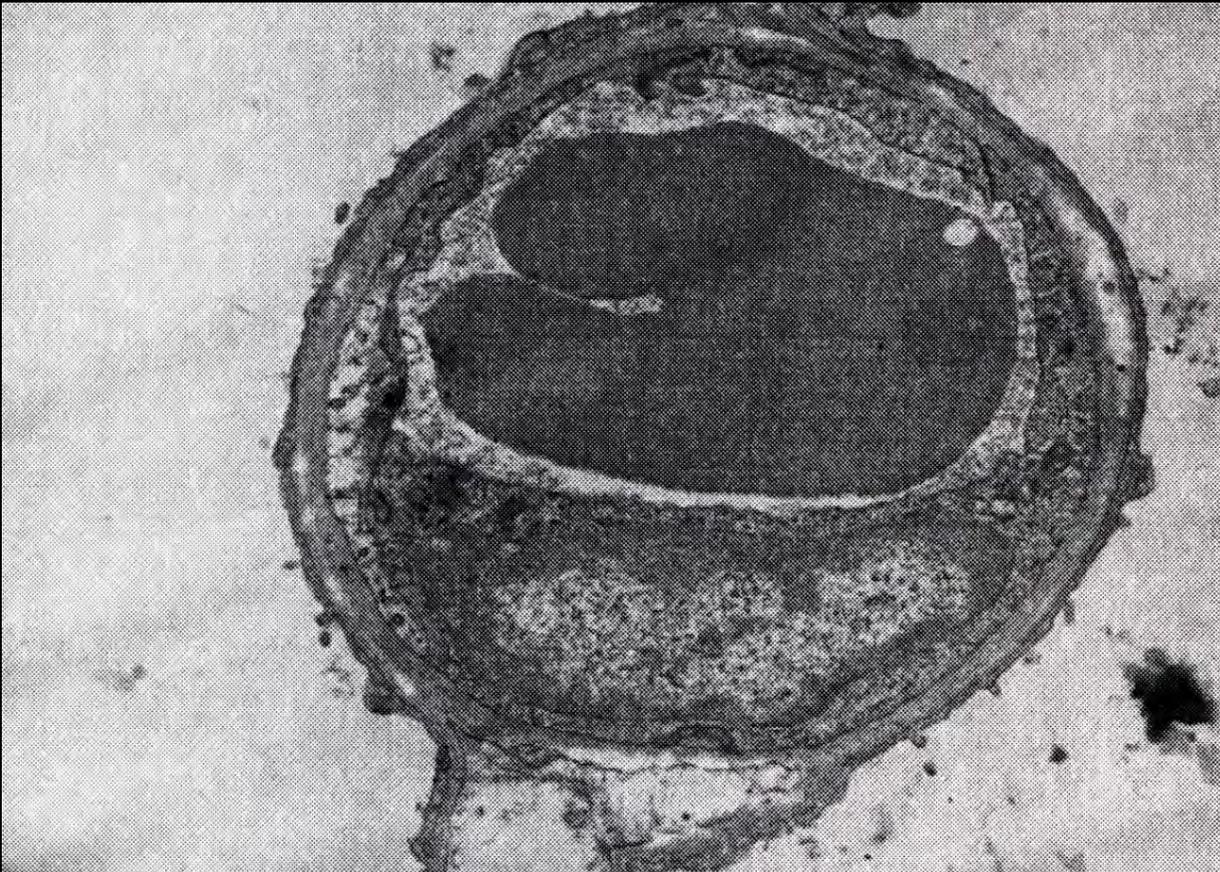
**- LBA dans l'heure suivant un sprint de 4 km (177 bpm) ,
Cyclistes (n=6), haut niveau, asymptomatiques:**

[Hématies], [Prot], Leukotriènes B4: Augmentées

**- Signes d'hémorragie intra-alvéolaire étaient absents chez ce
type de sportif « Elite » lors d'un exercice sous max.
(77% de VO₂max)**

Thoroughbreds : race de chevaux sélectionnée

Hémorragie alvéolaire avec réaction macrophagique
Niveaux de P. pulm extraordinaires chez ces animaux
(VO₂ max : 100 mL/kg/min de masse maigre)



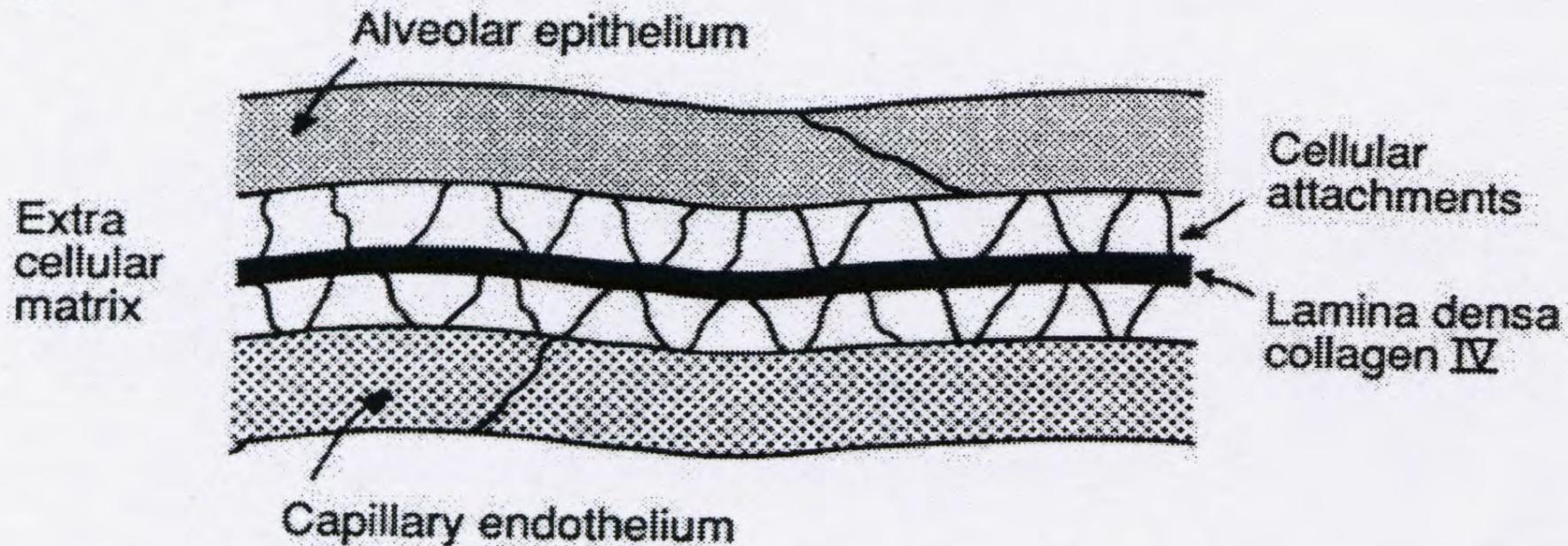
Sur tapis, au galop:
P. Atriale G.: 70 mm Hg
PAP moy: 120 mm Hg
P Cap.: 100 mm Hg

Solidité mécanique de la Membrane AC:

Matrice extracellulaire, Collagène de type IV (structure en triple hélice)



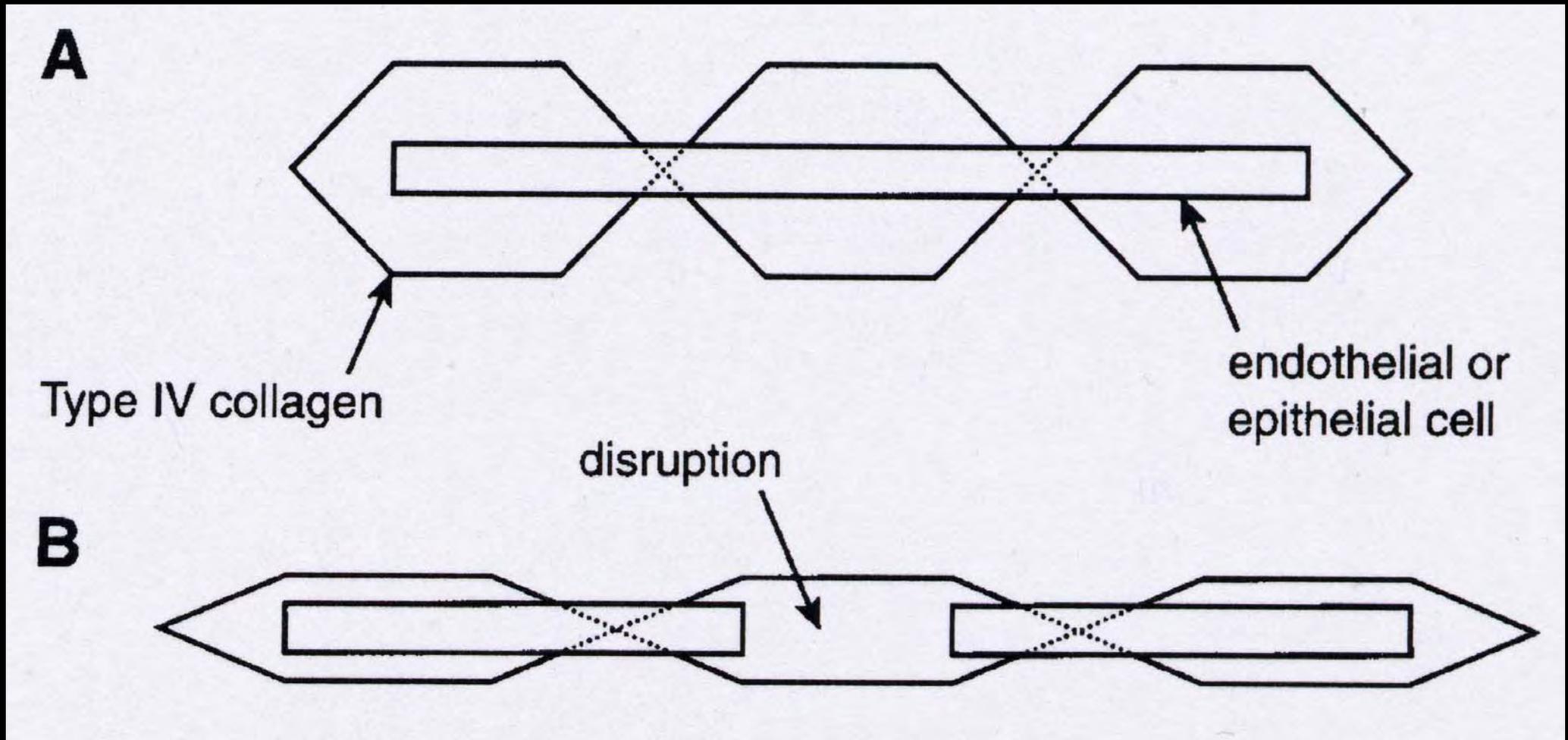
B



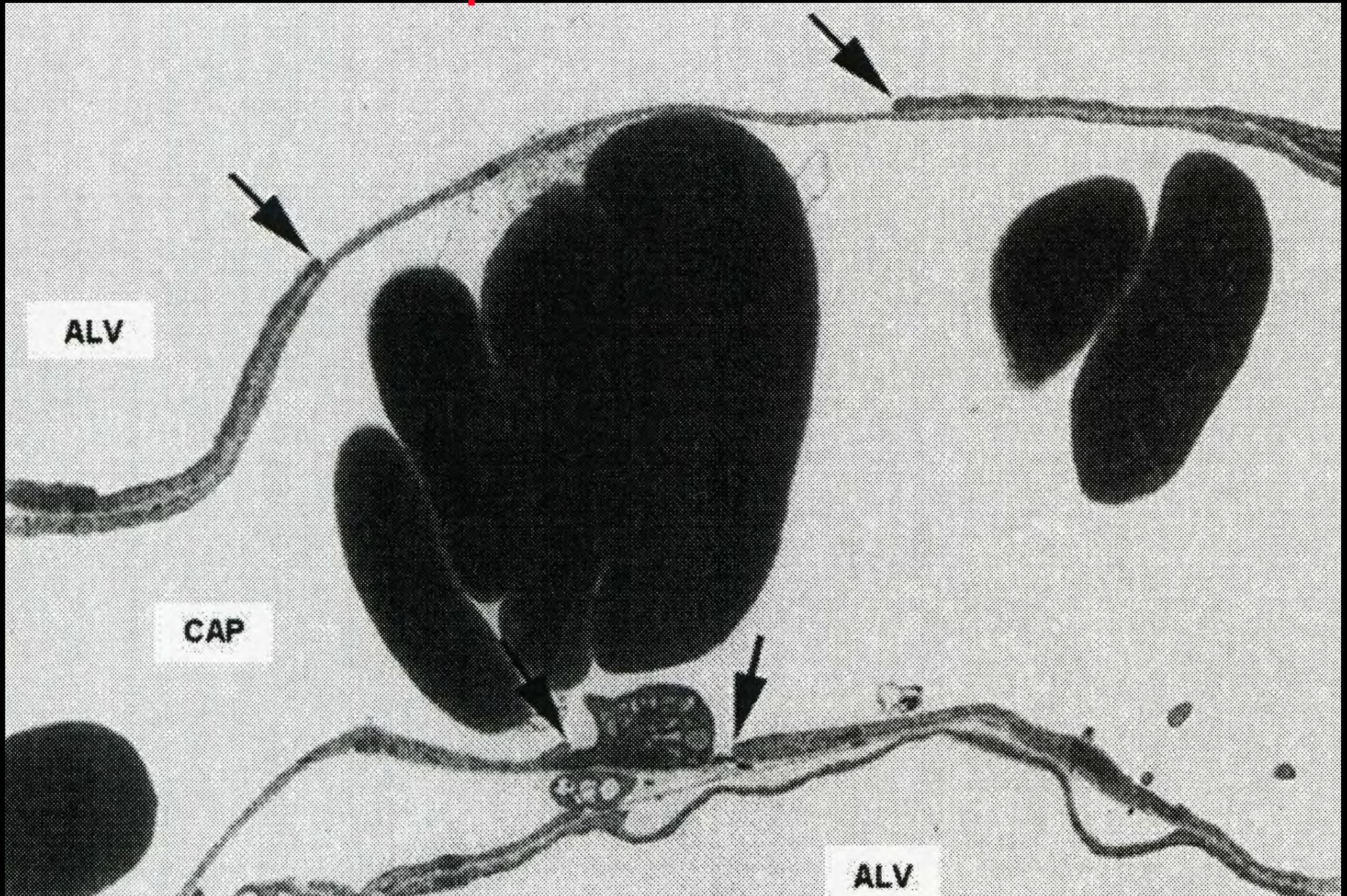
Etirement de la matrice EC

Rupture membranaire cellulaire et non intercellulaire

Rapidement réversible (quelques minutes) dans l'OA d'altitude
(si normalisation de la réponse vasoconstrict.)



**Lésions endothéliales capillaires
ET
Lésions épithéliales alvéolaires**



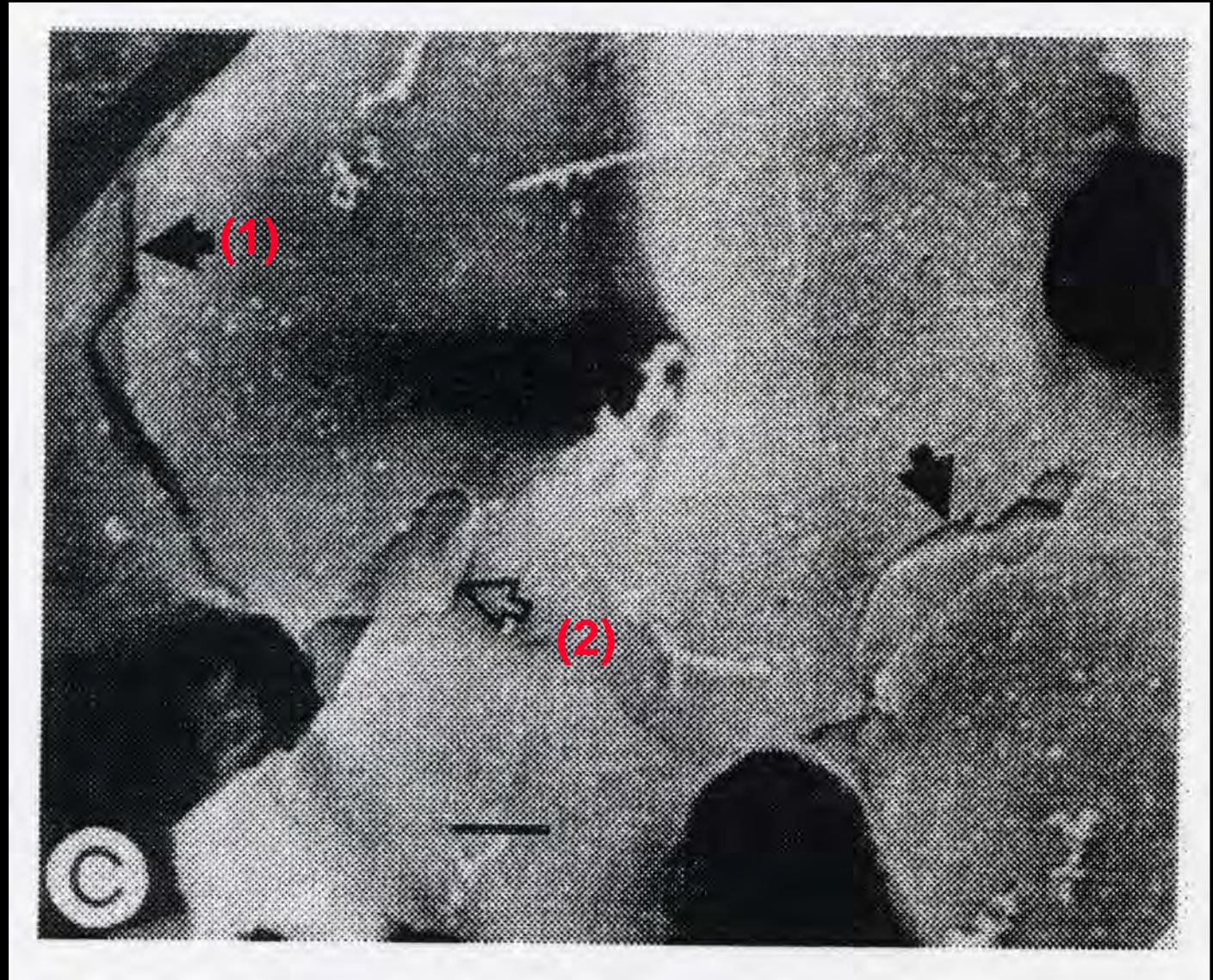
Lésions avec ruptures de la barrière alveolo-capill. Flap de l'endothélium (1)

À proximité d'une jonction intercellulaire (2)

ME

Poumon de lapin

P perf capill. 52 mm Hg





Remodelage : Régulation continue de la Memb. AC en réponse au stress capillaire

- Augm. de la synthèse de collagène et d'élastine (mRNA)
- Endothélium-dépendant (méchano-transduction)
- signaux membran. Cell. : canaux ioniques
- distortion cytosquelet. (noyaux) : modifications transcrip.

Quelles situations peuvent amener à ces lésions MAC

- **Athlète de haut niveau, chevaux: ruptures capillaires**
- **Situations pathologiques d'augmentation de la P. Cap.**
 - Vasoconstriction pulmonaire hypoxique**
 - OAP neurogenique (central, sympathique)**
 - Dysfonction VG, sténose mitrale**
 - Hyperinflation pulmonaire (barotraumatisme)**
- **Altération de la matrice EC**
- **Augmentation de la perméabilité Cap. Pulm (inflammation)**

OAP d'exercice: Exceptionnel Elite, Grand compétiteur

