



La pression d'ouverture des voies aériennes: Quels patients? Quels impacts cliniques?

Guillaume Carteaux

guillaume.carteaux@aphp.fr



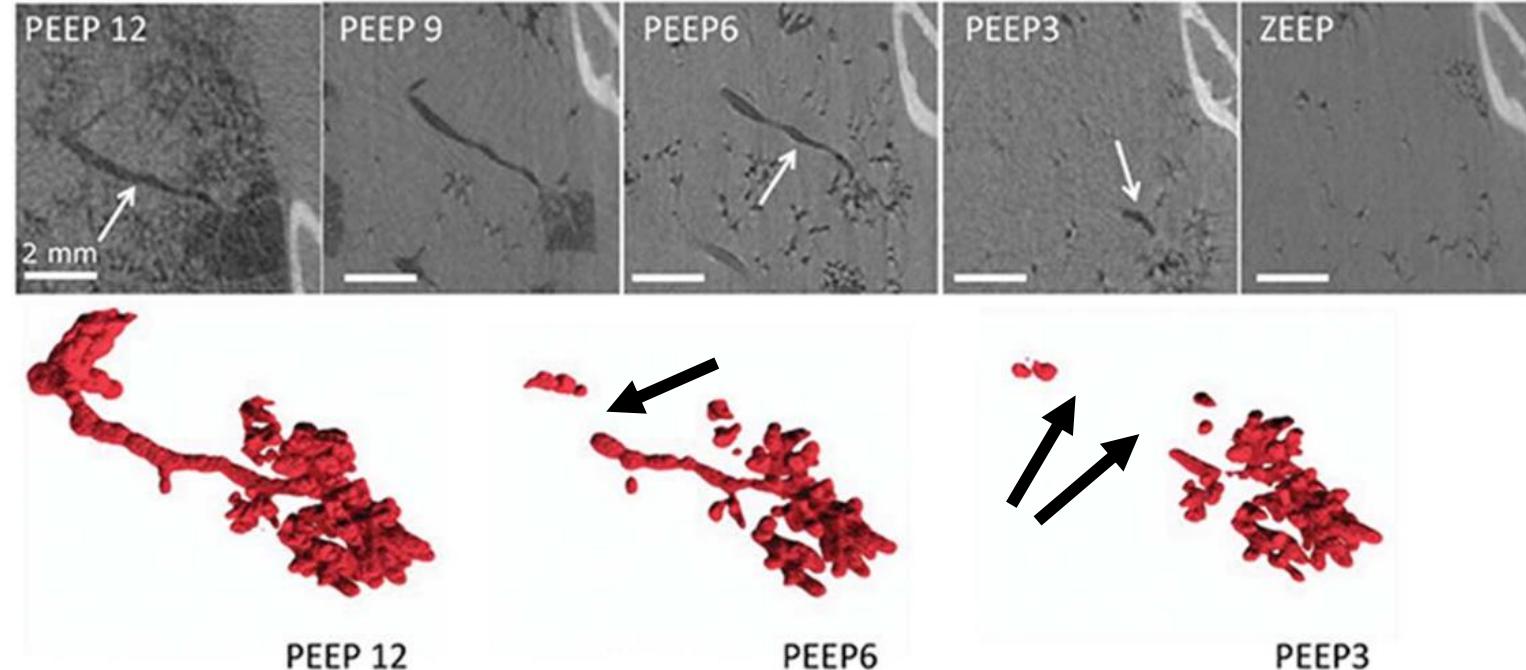
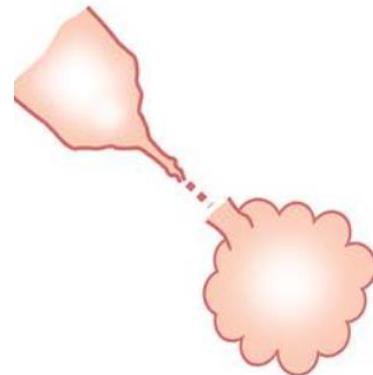
Liens d'intérêt

- Conférences / expertise:
 - Medtronic
 - Fisher and Paykel
 - Air Liquide Medical System
 - Löwenstein
 - Dräger
 - GE Healthcare

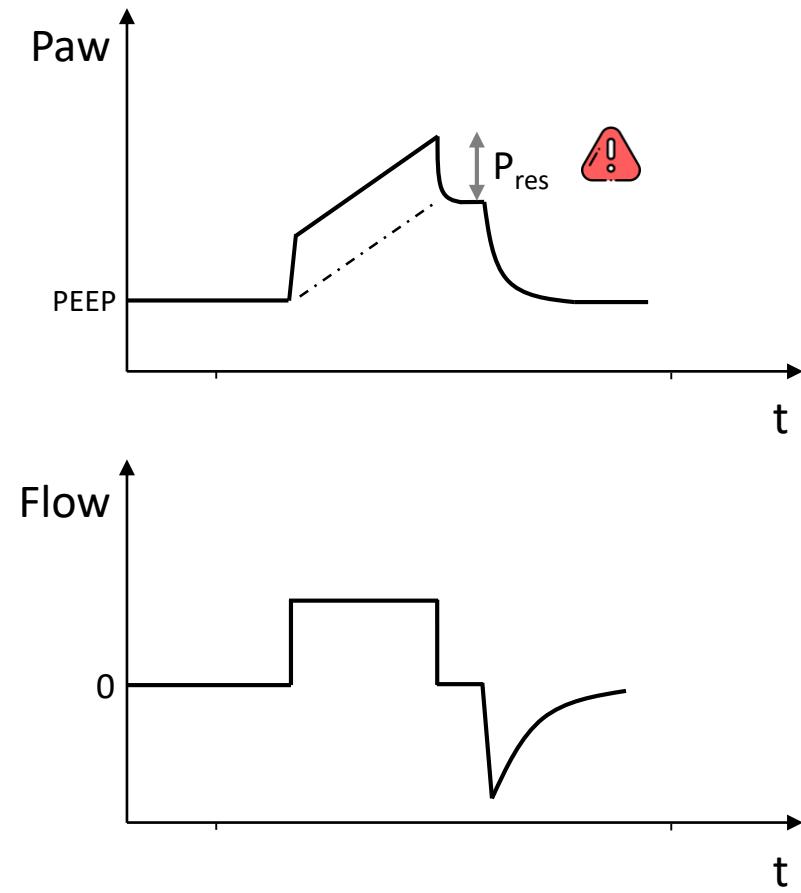
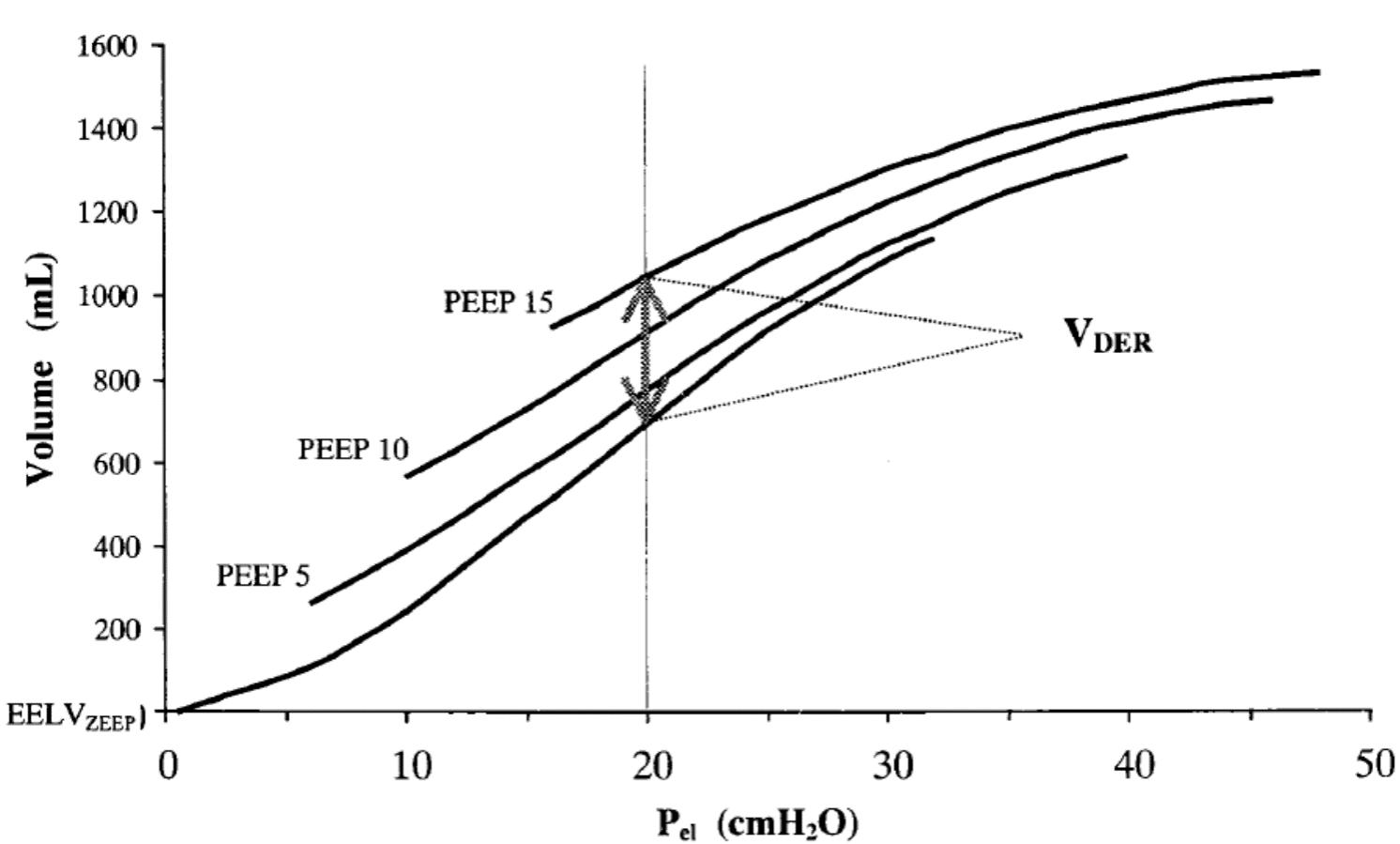
Fermeture des voies aériennes ≠ collapsus

Absence de communication entre l'entrée des voies aériennes et les alvéoles

*High-resolution
synchrotron phase-
contrast CT*

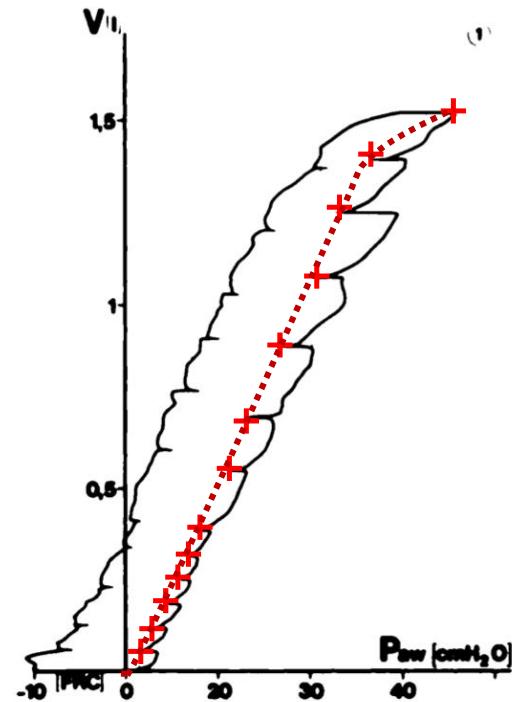


Les voies aériennes sont fermées mais les poumons ne sont pas collabés!

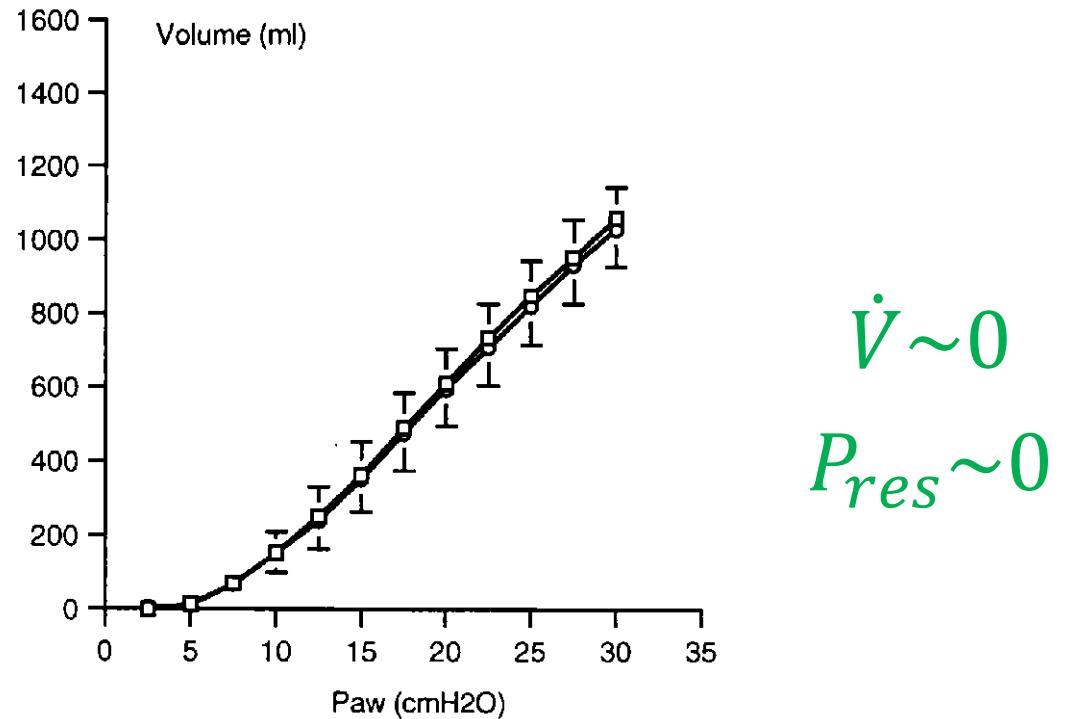


Courbe pression-volume statique ou quasi-statique

$$\dot{V} = 0 \\ P_{res} = 0$$



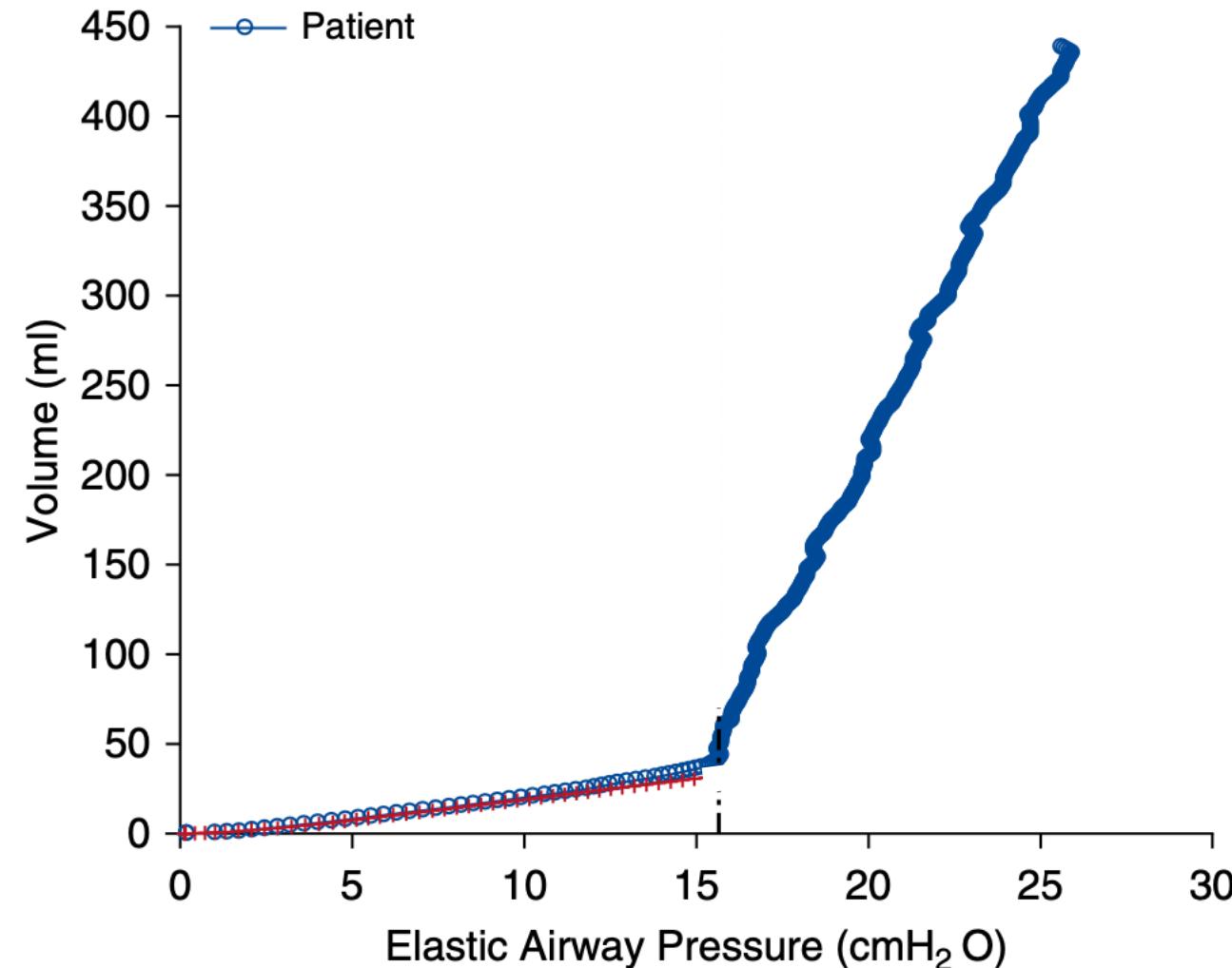
Statique
(Super-seringue)



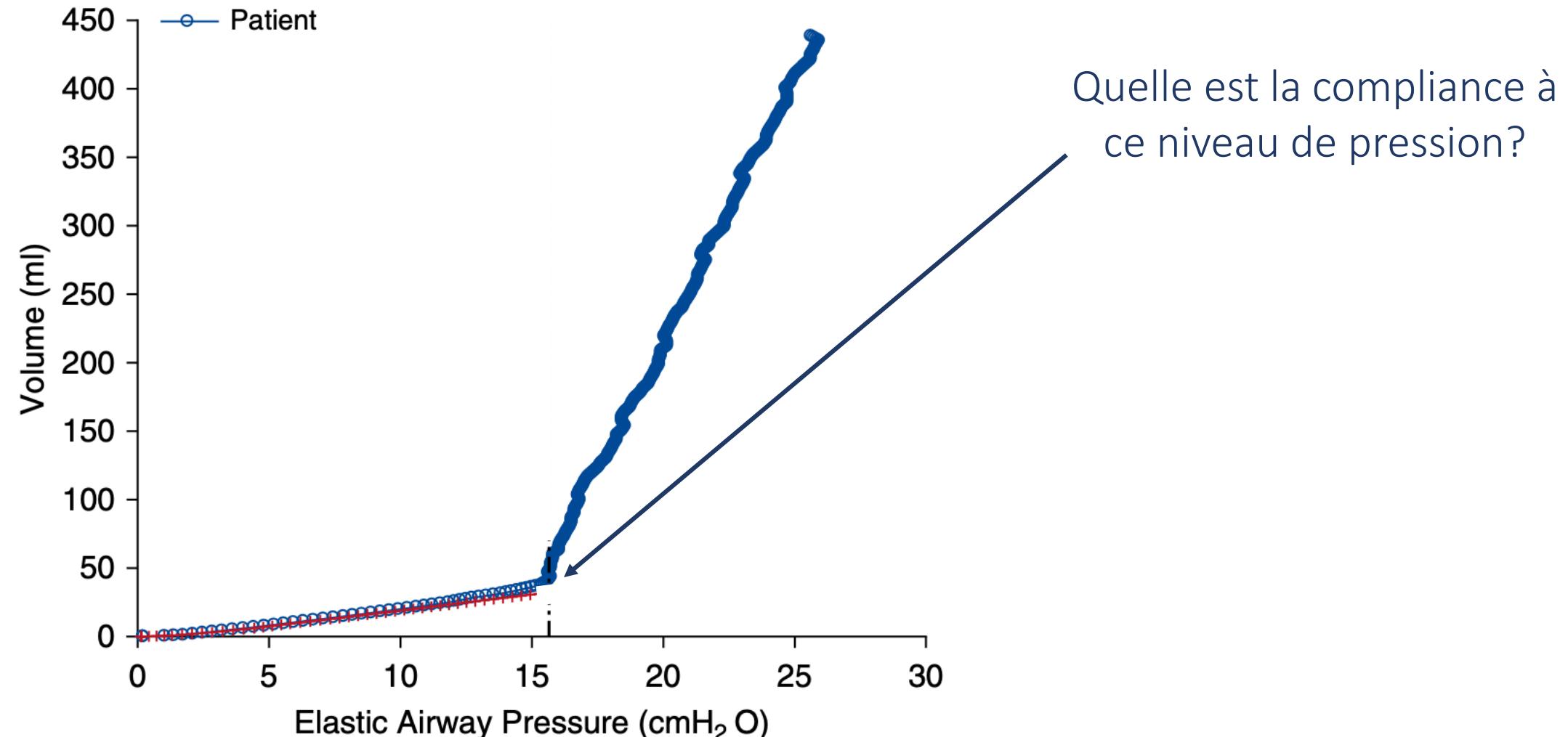
$\dot{V} \sim 0$
 $P_{res} \sim 0$

Quasi-statique
Bas débit (3 et 9 L/min)

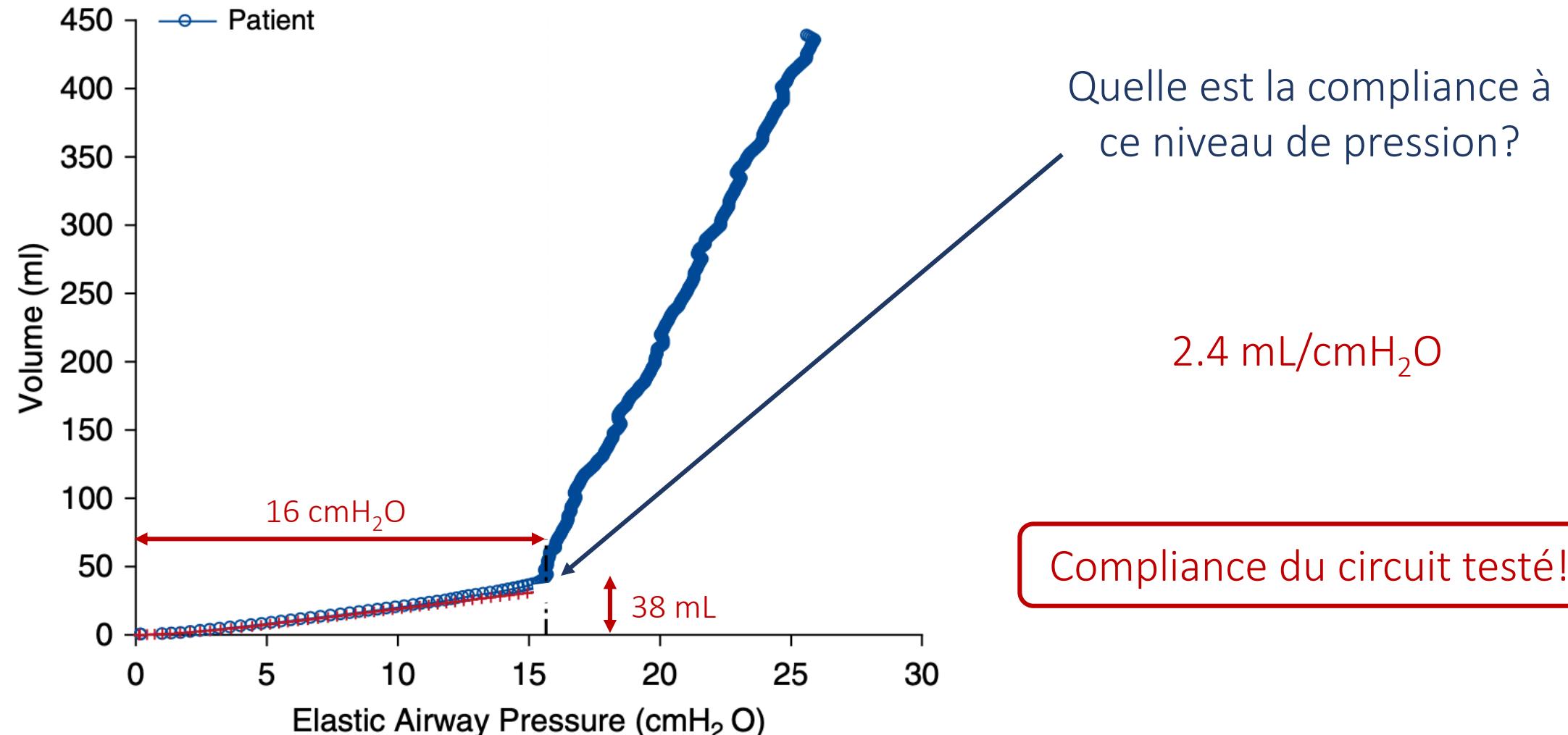
Réinterprétation de la courbe PV quasi-statique



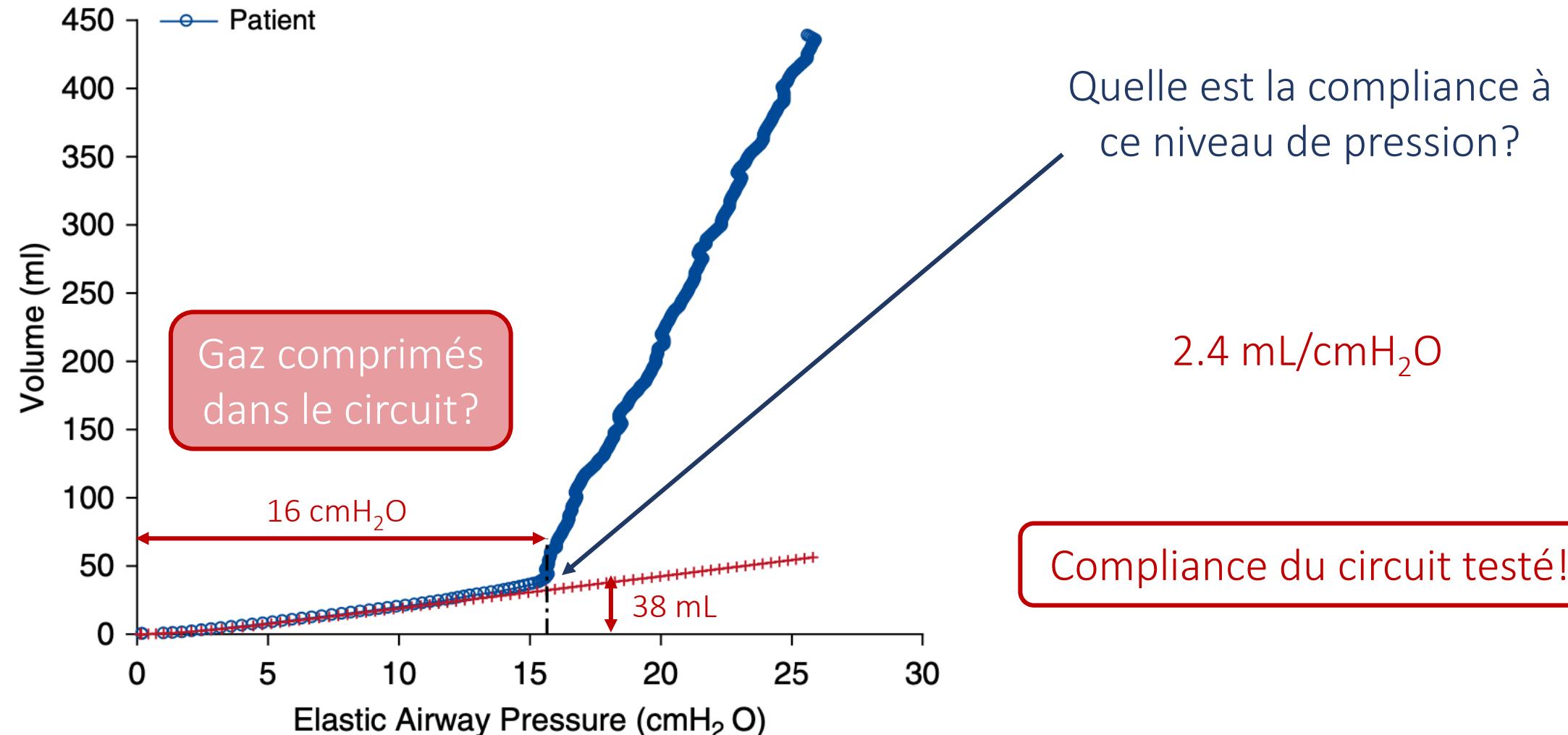
Réinterprétation de la courbe PV quasi-statique



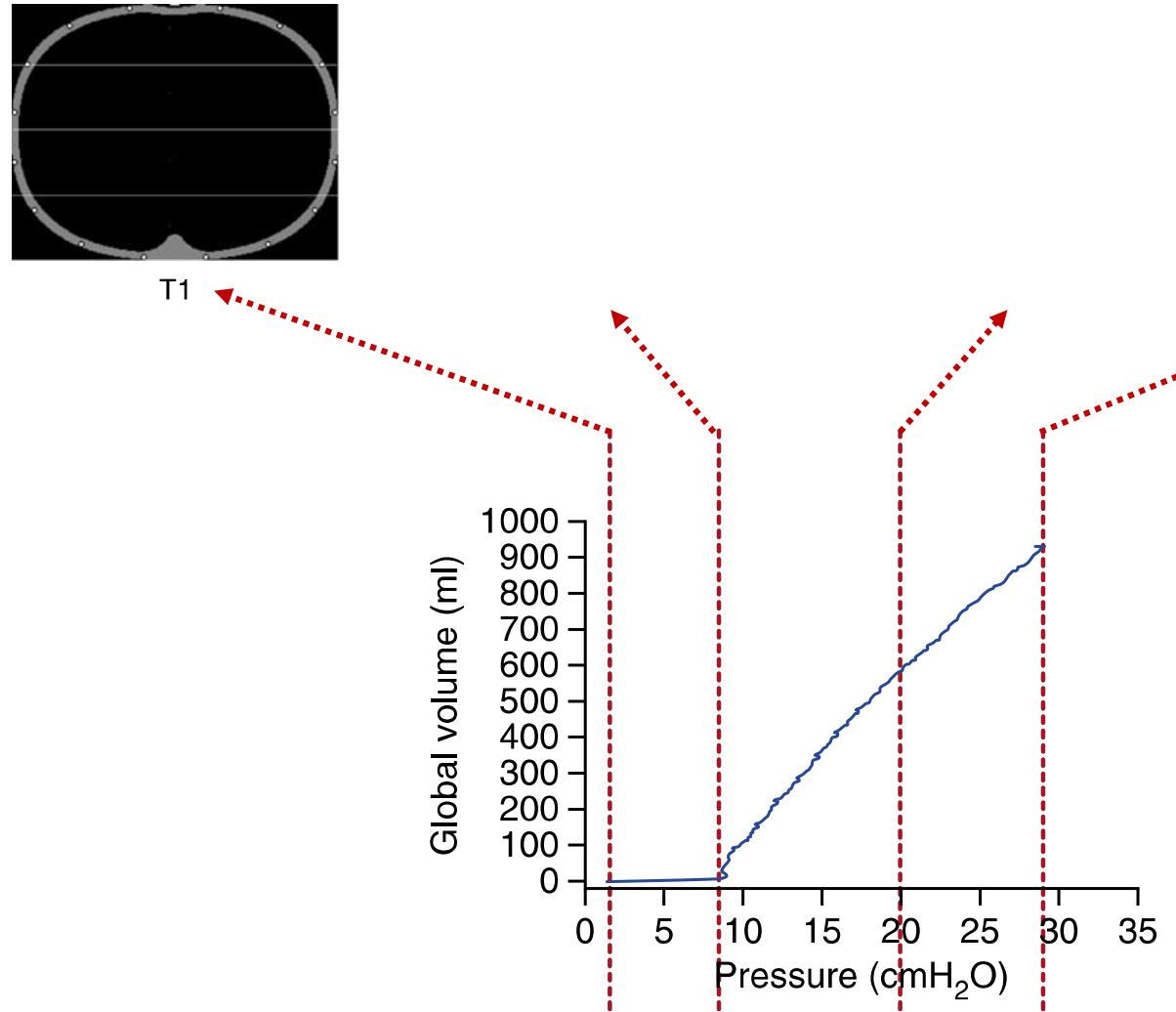
Réinterprétation de la courbe PV quasi-statique



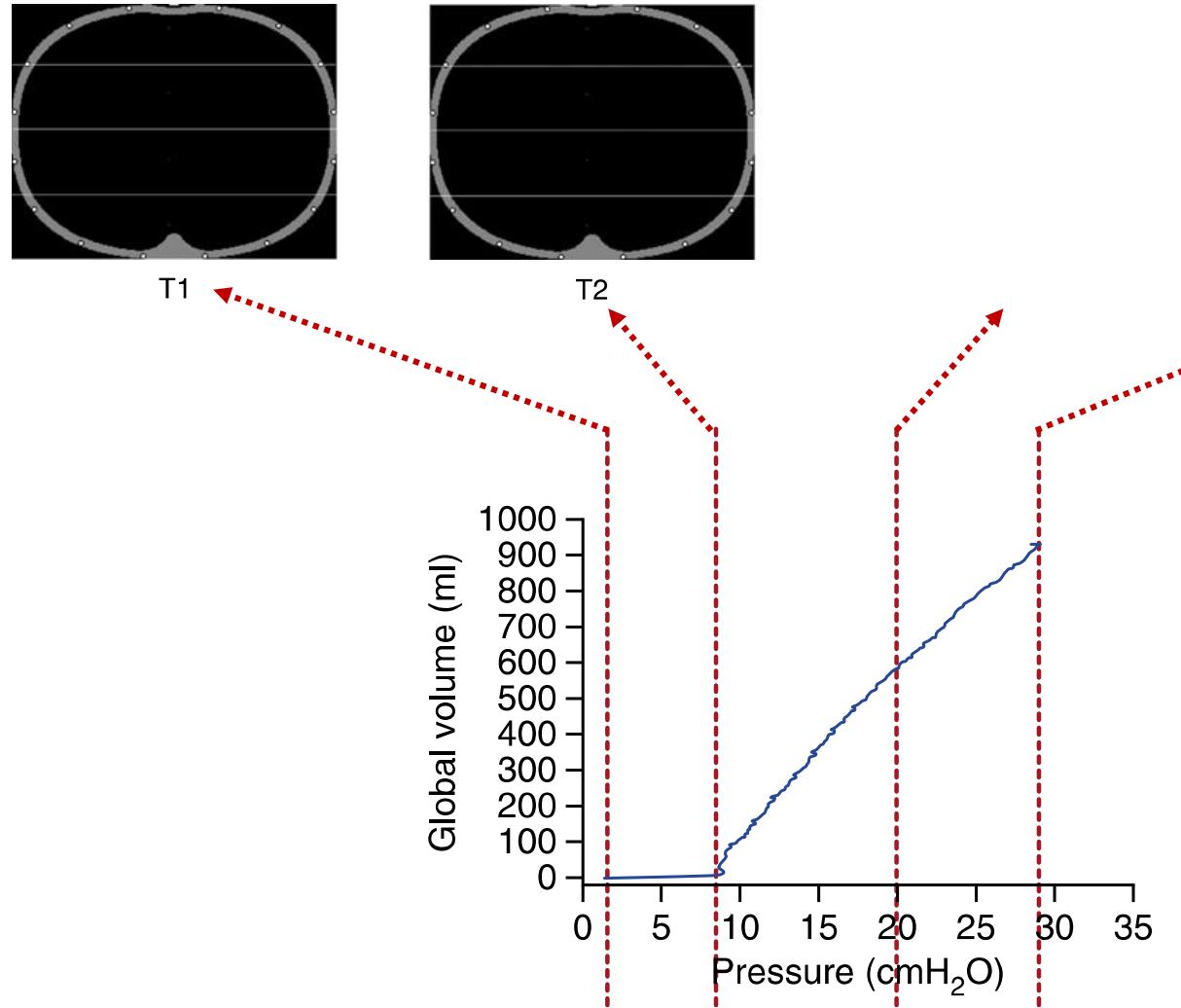
Réinterprétation de la courbe PV quasi-statique



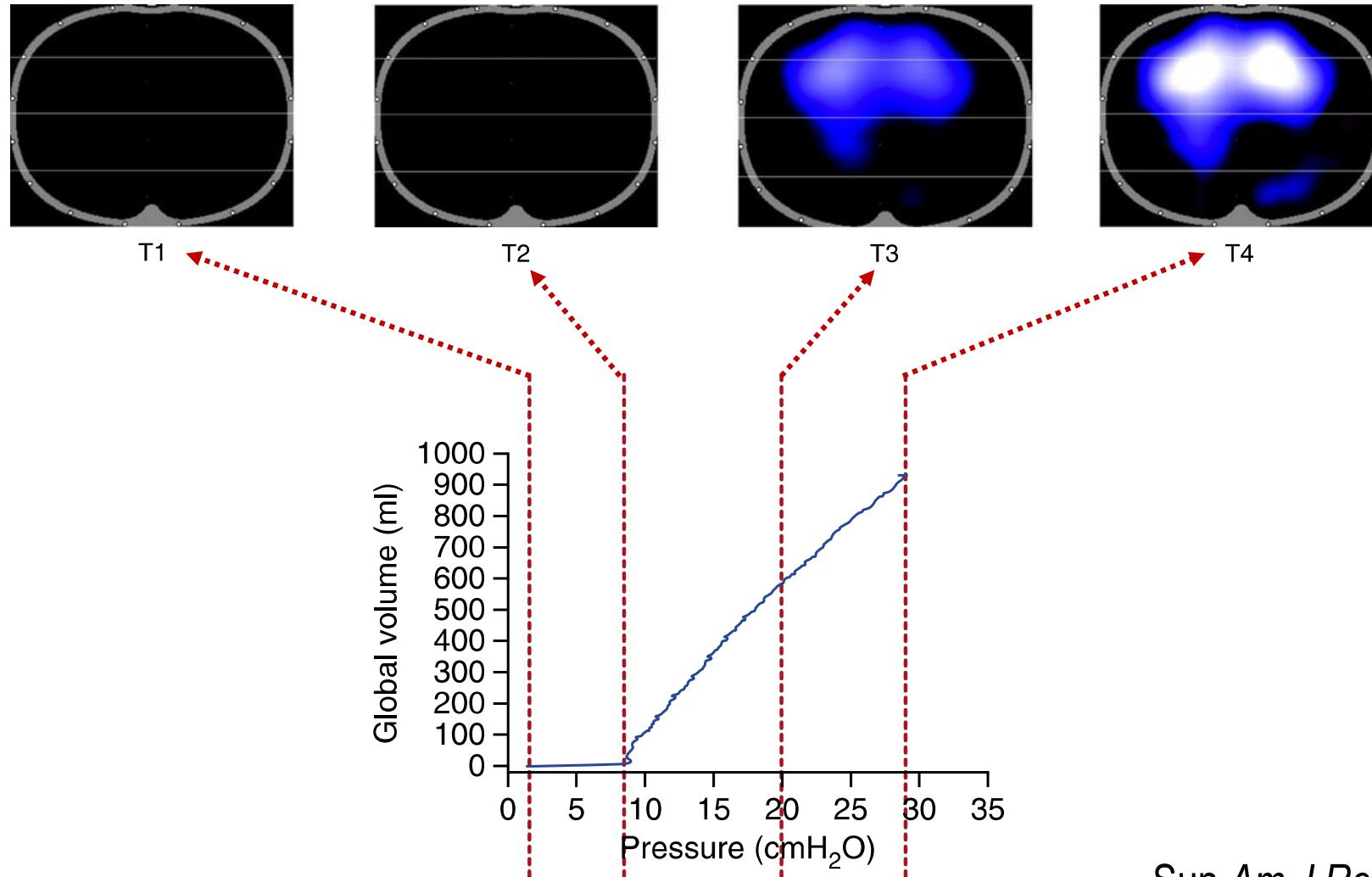
Pas de variation de volume en dessous de la pression d'ouverture



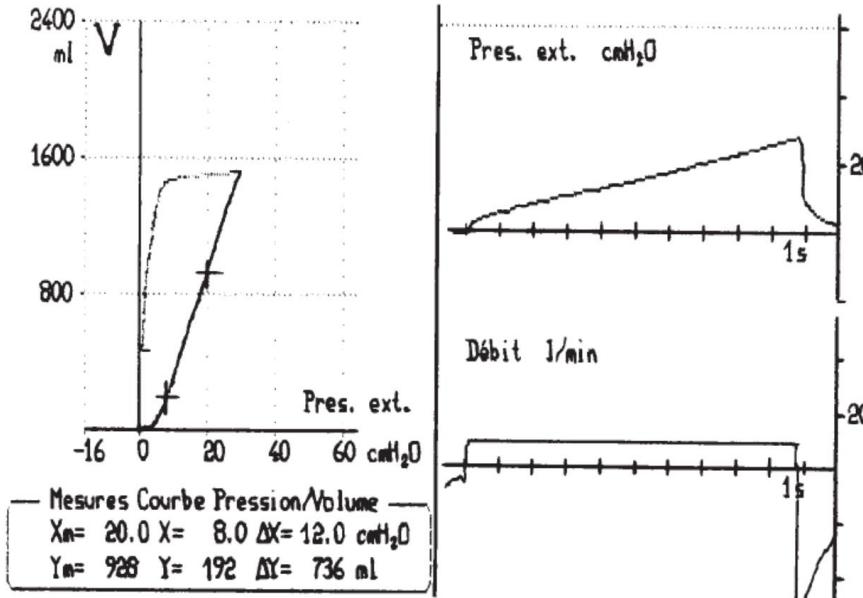
Pas de variation de volume en dessous de la pression d'ouverture



Pas de variation de volume en dessous de la pression d'ouverture



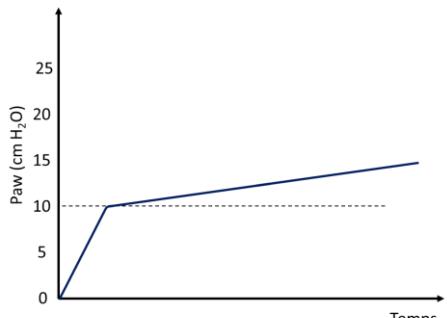
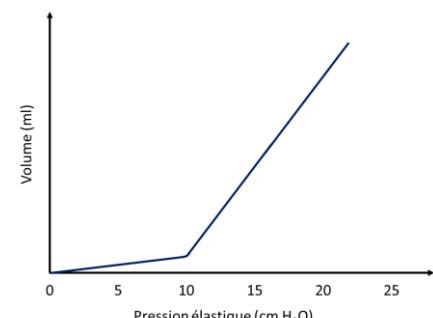
Comment mesurer la pression d'ouverture au lit du malade?



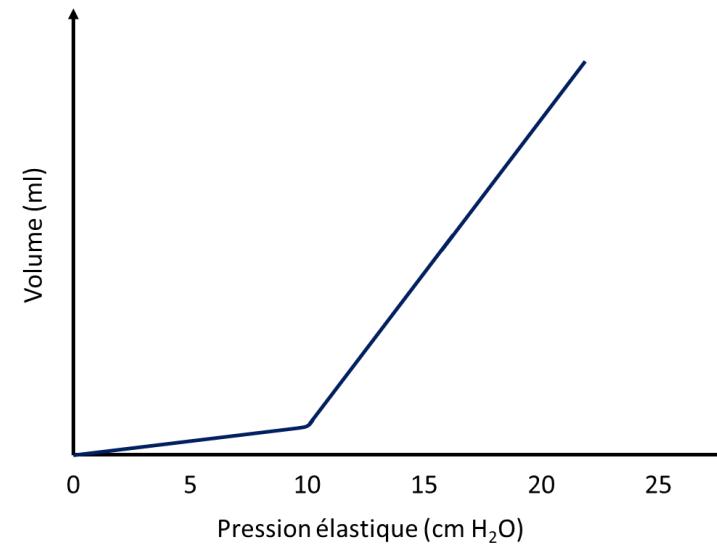
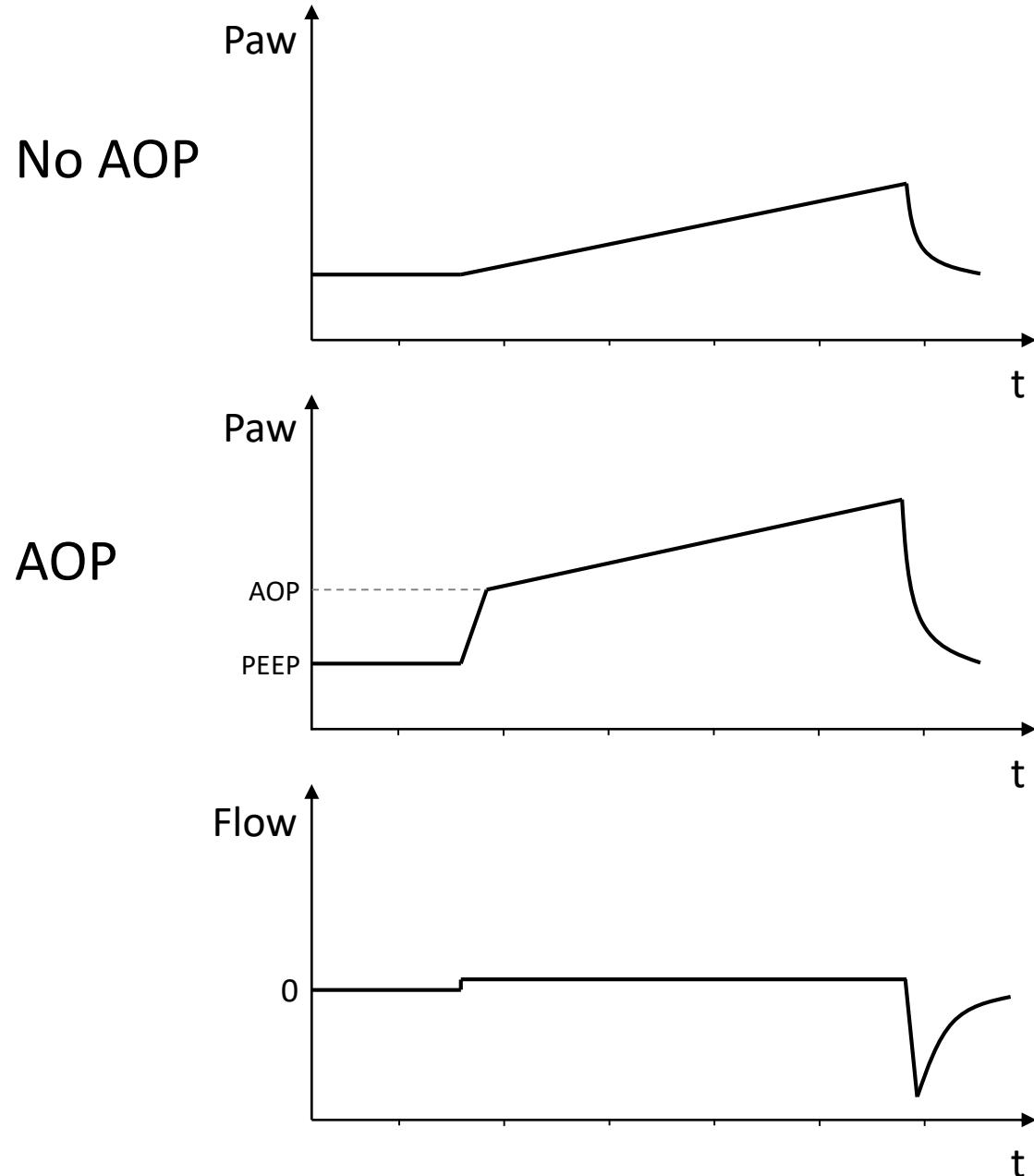
- 1) Pas d'effort respiratoire
- 2) Baisser la fréquence respiratoire à 8/min
- 3) Baisser la PEP à 5 cmH₂O
- 4) Attendre que Vti=Vte

Fonction courbe PV bas débit du ventilateur

Courbe Pression-temps avec débit < 10 L/min



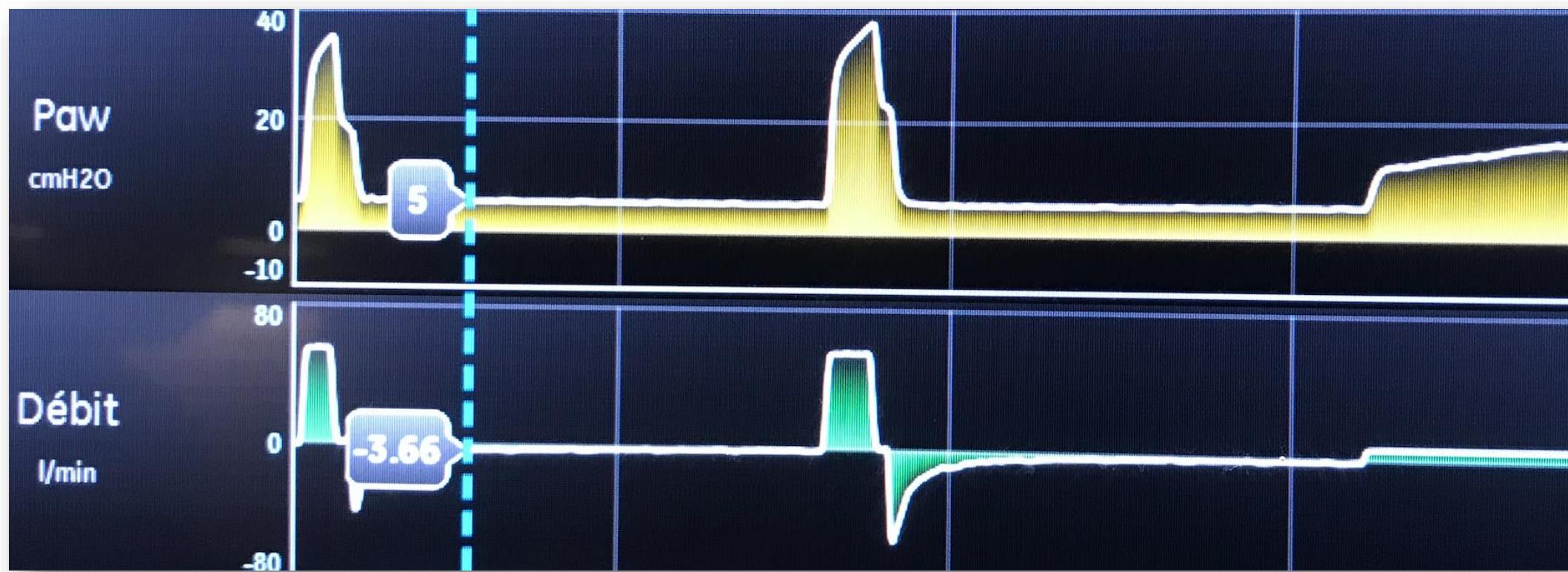
Low flow insufflation



Courbe Pression-temps bas débit

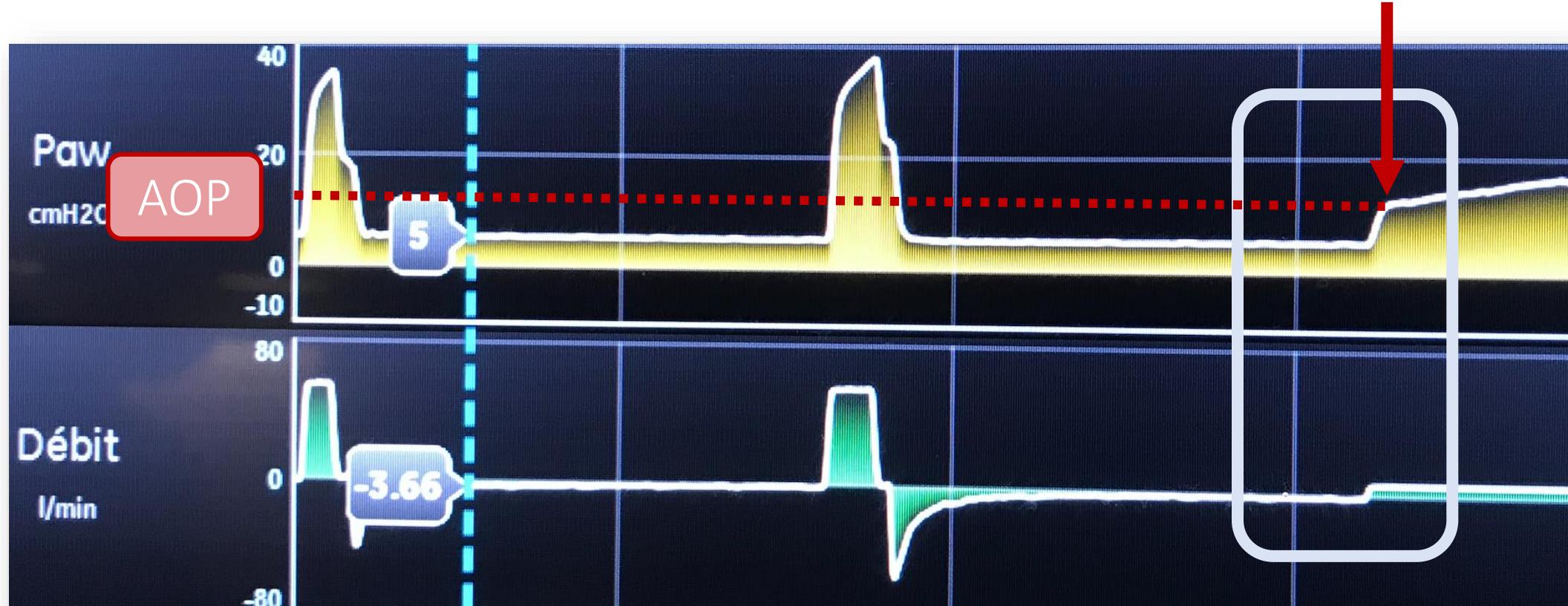


Courbe Pression-temps bas débit



Inflexion au début de la courbe de Paw = Fermeture des voies aériennes

Courbe Pression-temps bas débit



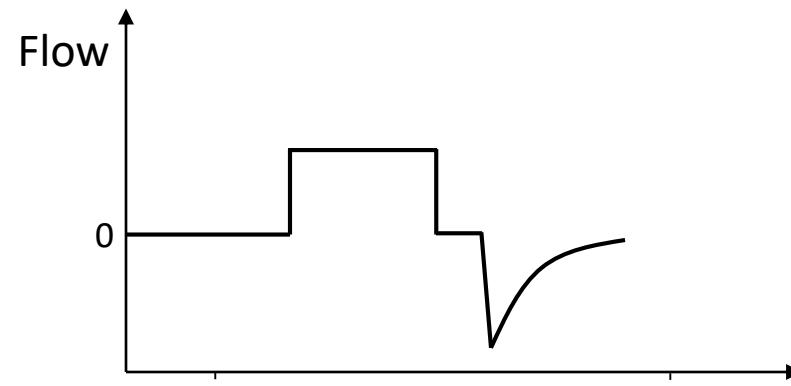
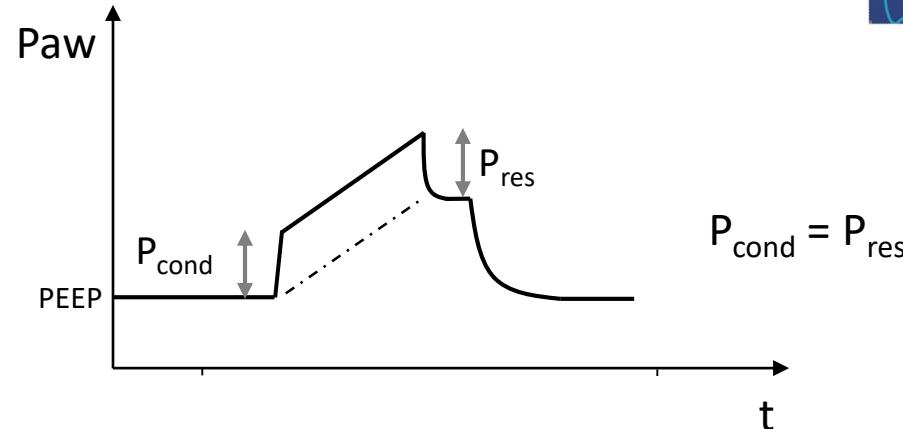
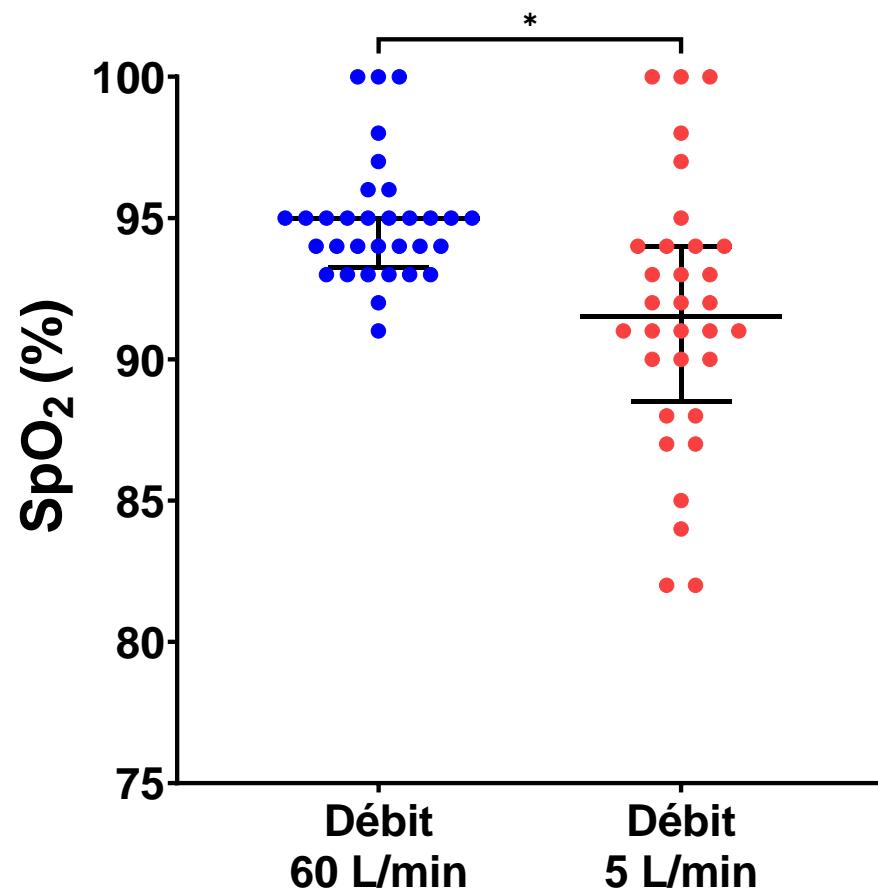
Inflexion au début de la courbe de Paw = Fermeture des voies aériennes

Courbe Pression-temps bas débit

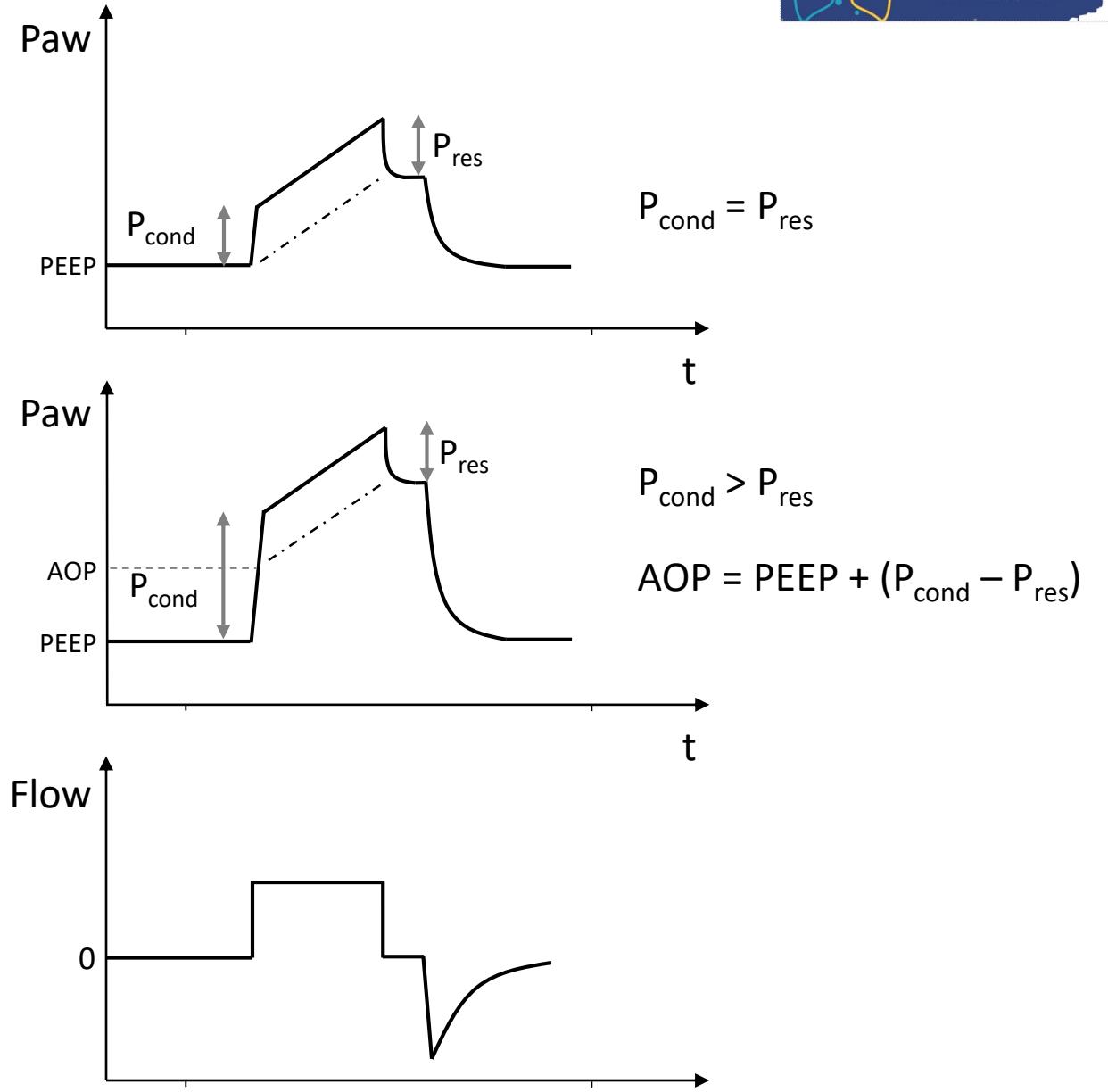
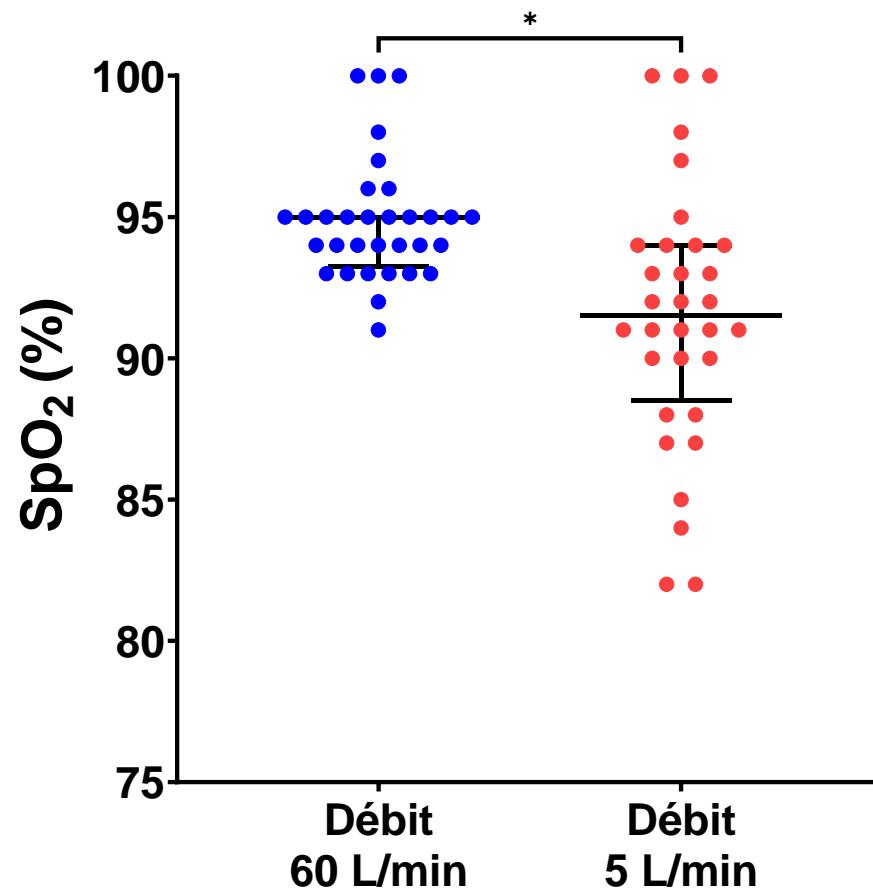


Inflexion au début de la courbe de Paw = Fermeture des voies aériennes

Usual flow insufflation



Usual flow insufflation

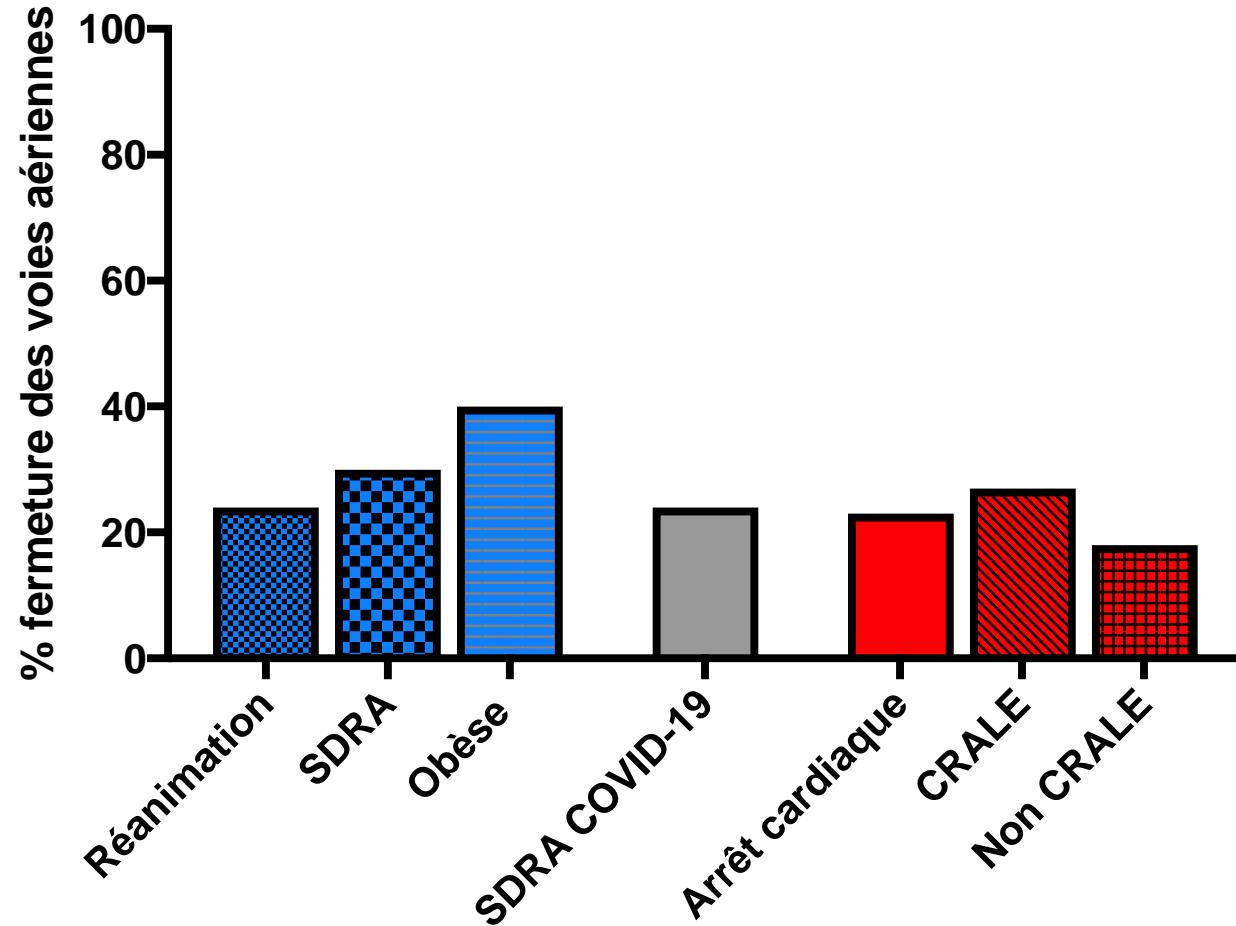


Un phénomène fréquent?

	Pooled Cohort (n = 51)	Body Mass Index			PValue
		< 30kg/m ² (n = 18)	≥ 30 and < 40kg/m ² (n = 16)	≥ 40kg/m ² (n = 17)	
PEEP set, cm H ₂ O	5 (5–6)	5 (5–5)	5 (5–8)	5 (5–5)	0.219
Low-flow inflation pressure–volume curve					
Complete airway closure, n (%)	21 (41%)	4 (22%)	6 (38%)	11 (65%)	0.036

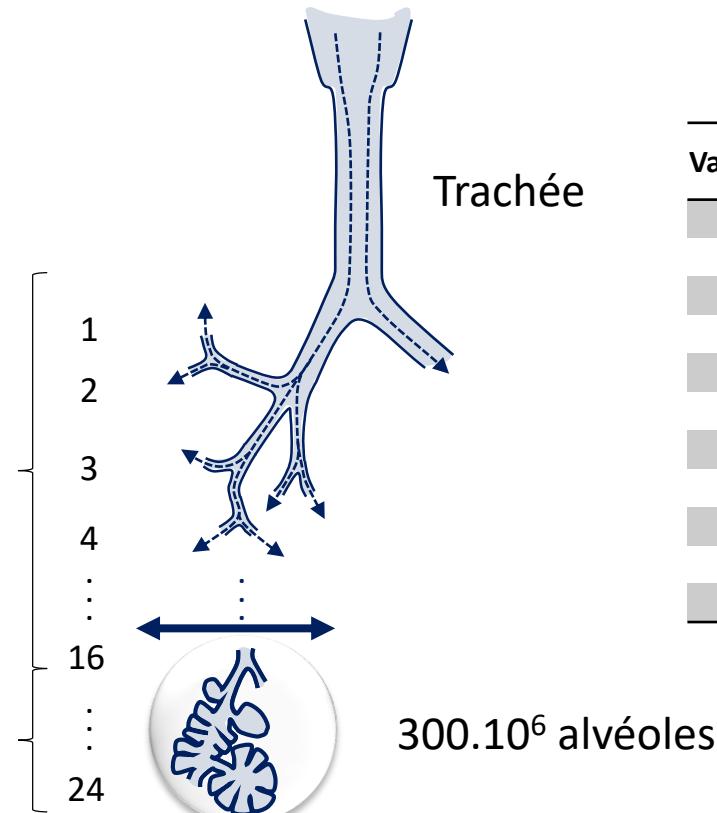
AOP= 9 à 10 cmH₂O en médiane (jusqu'à 20 cmH₂O!)

Fermeture complète des voies aériennes chez les patients critiques



Beloncle, AOIC, 2020
Beloncle, AJRCCM, 2022
Et données non publiées

Localisation de la fermeture ? Bronchioles distales ?

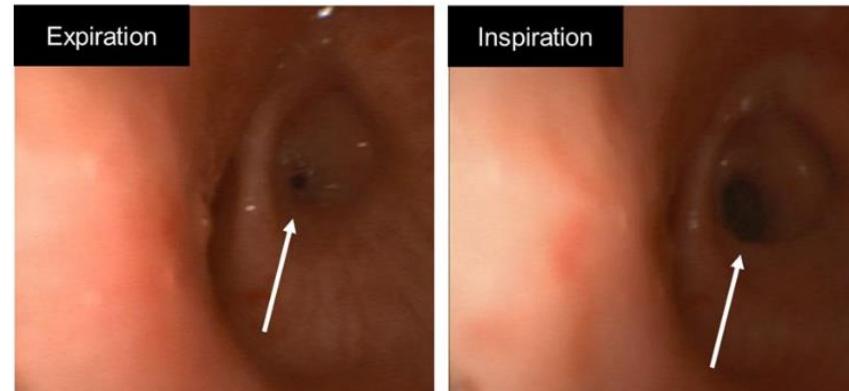
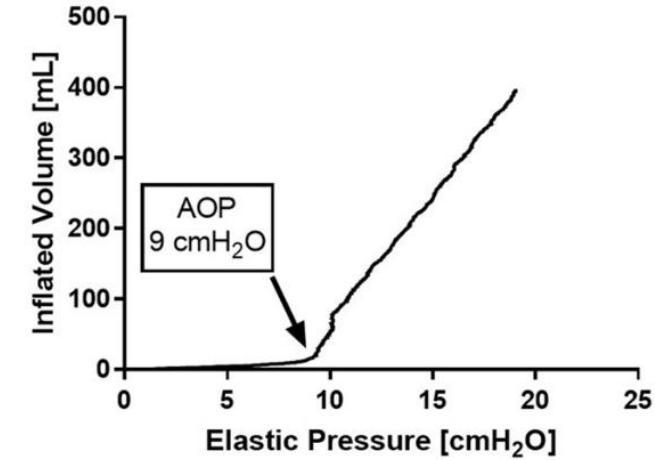
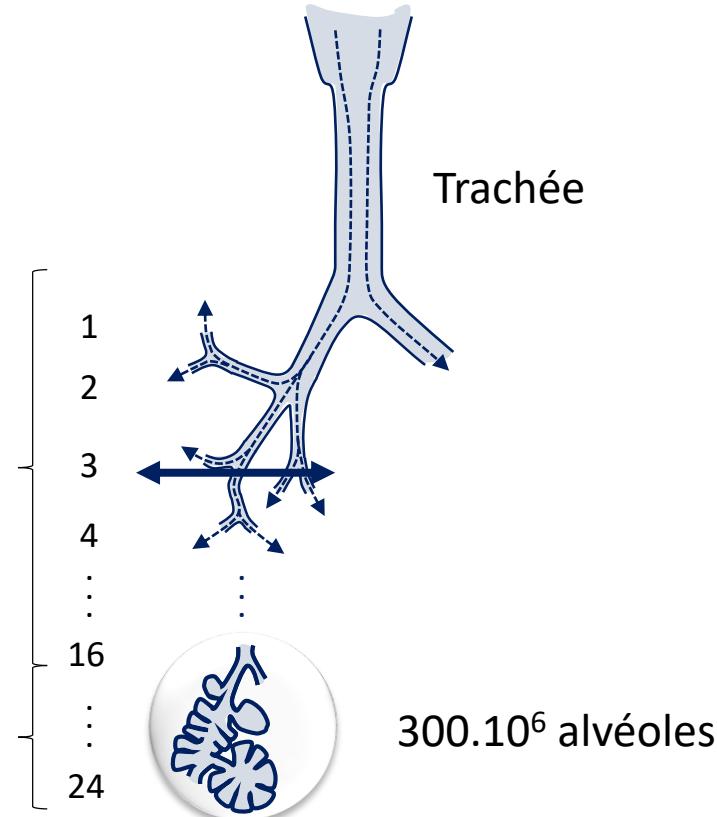


Bronchoalveolar lavage findings

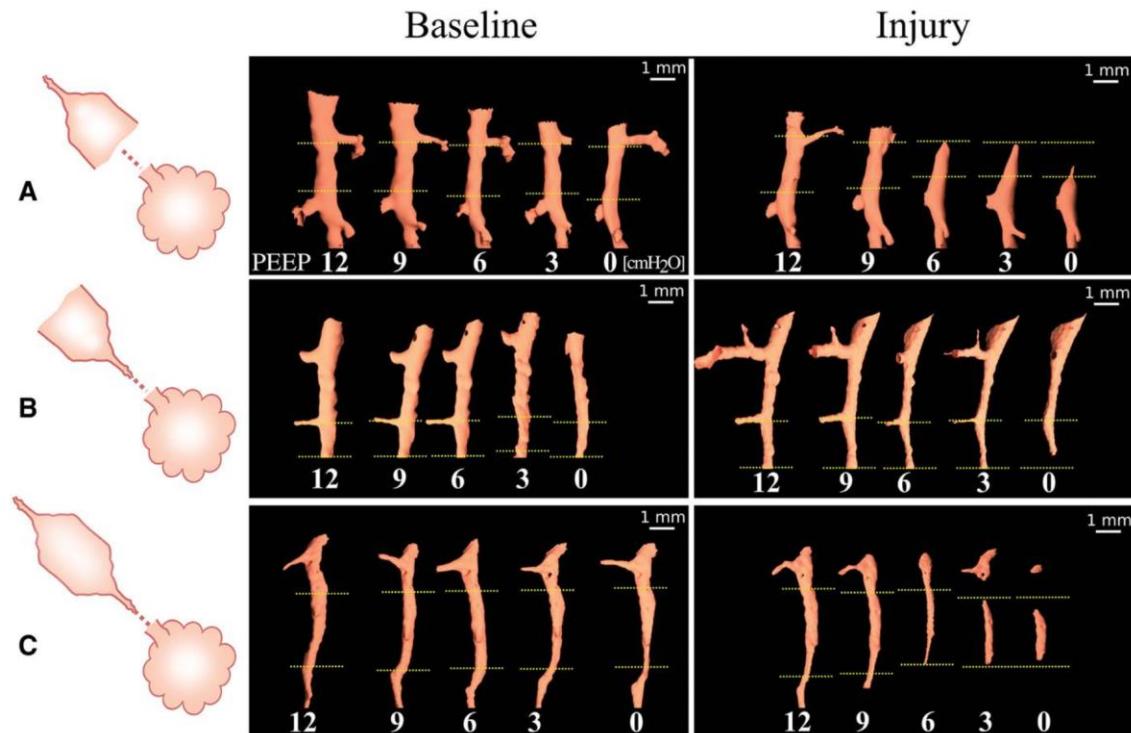
Variables	Airway closure (n=11)	No airway closure (n=12)	P value
Day after intubation, days	3 (2-5)	4 (2-7)	0.80
Cellularity, 10 ³ /ml	210 (138-745)	350 (210-435)	0.53
Neutrophils, 10 ³ /ml	168 (64-760)	203 (76-378)	>0.99
Macrophages, 10 ³ /ml	72 (57-134)	88 (55-96)	0.48
Lymphocytes, 10 ³ /ml	22 (6-41)	7 (2-14)	0.21
Eosinophils, 10 ³ /ml	0 (0-1)	0 (0-2)	>0.99
Siderophages, 10 ³ /ml	0 (0-9)	0 (0-18)	>0.99
Type-IIA secretory phospholipase A2 activity, U/ml	416 (28-1407)	21 (21-31)	0.03
N-terminal peptide of type III procollagen, U/ml	0.38 (0.06-1.74)	0.14 (0.03-1.58)	0.46
Matrix metalloproteinase 2, ng/ml	7.0 (4.4-14.6)	4.0 (0.3-8.3)	0.17
Tumor necrosis factor alpha, pg/ml	14 (0-35)	3.6 (0-67)	0.97

↑ Phospholipase A2 = ↓ surfactant

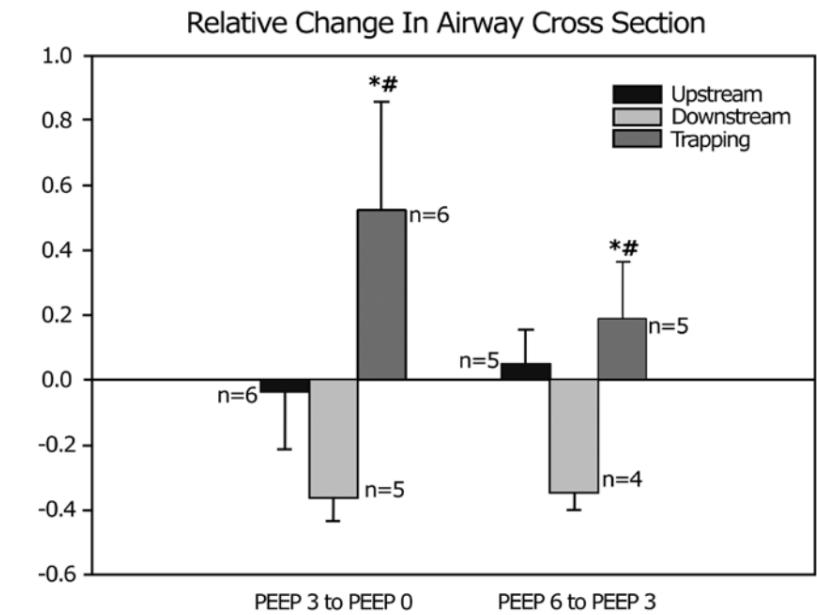
Localisation de la fermeture ? Bronches ?



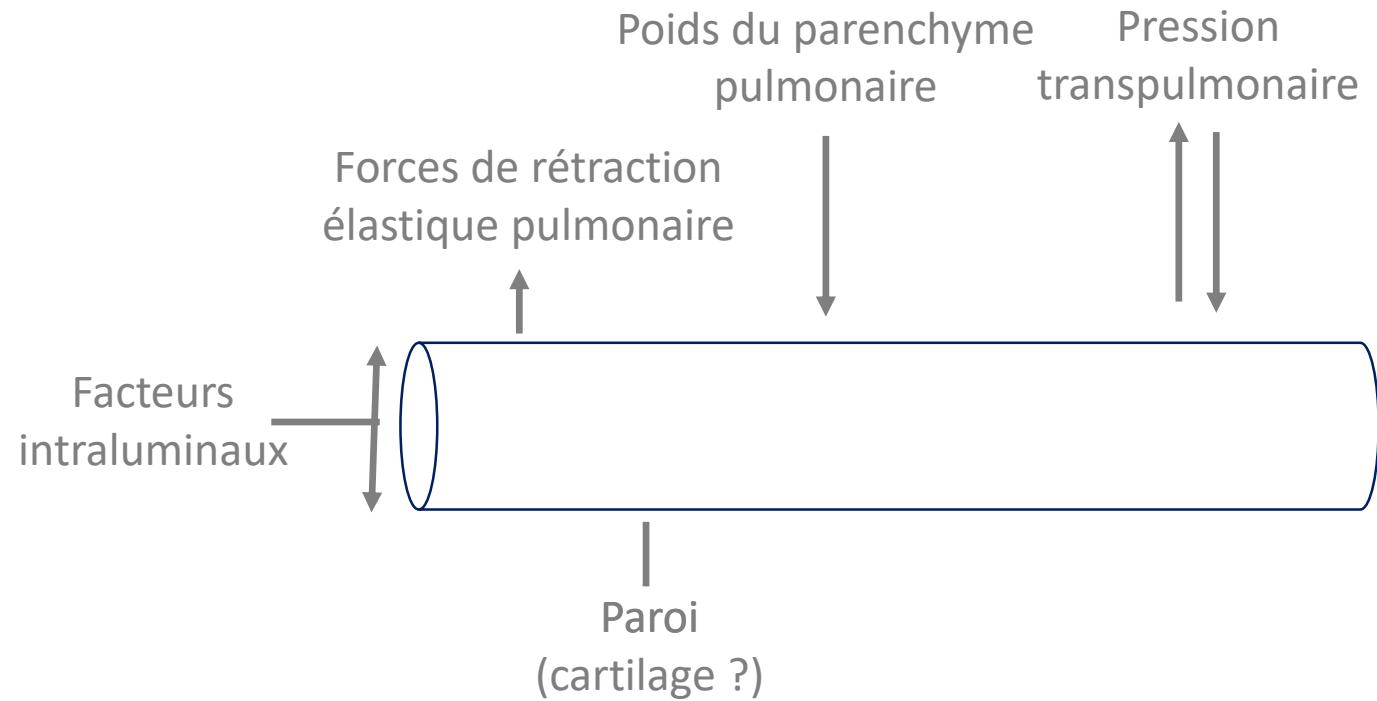
Localisation de la fermeture ? Localisations multiples?



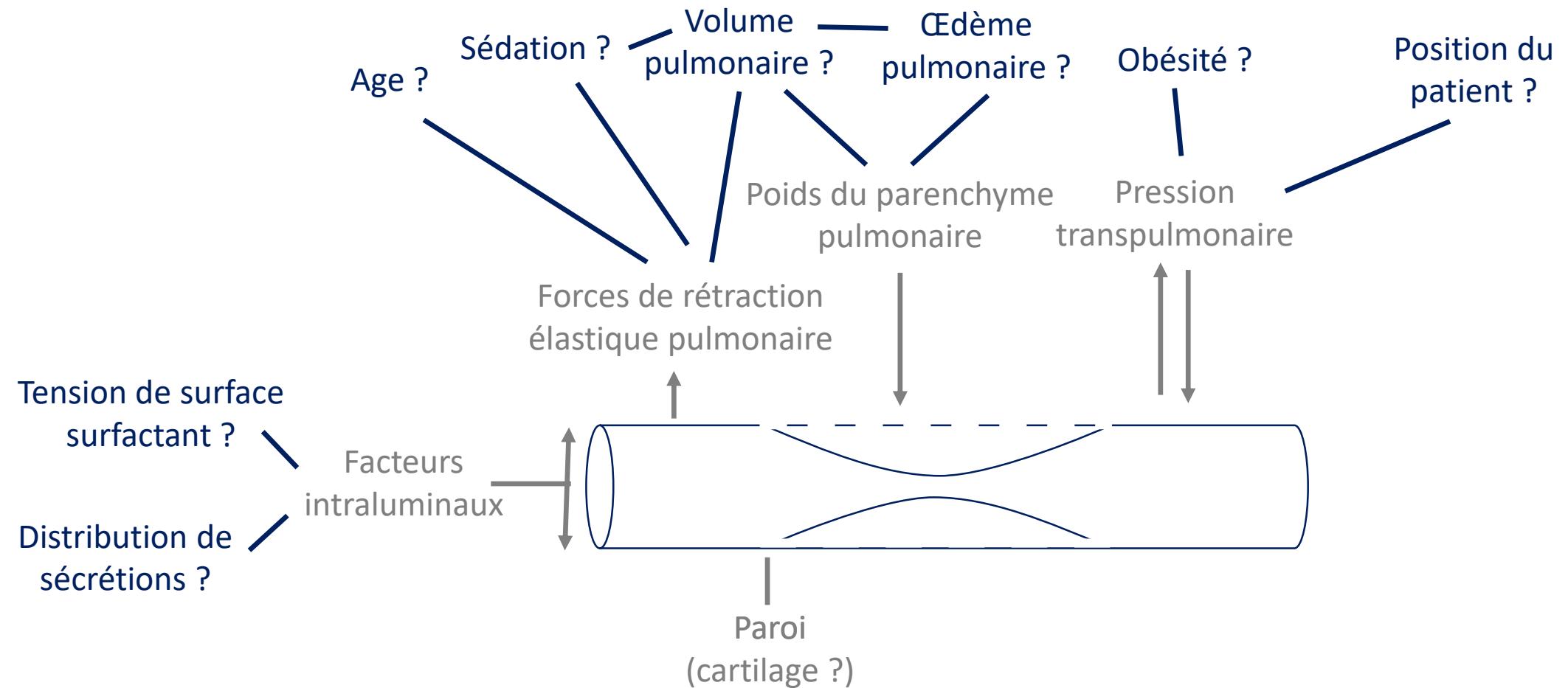
High-resolution synchrotron phase- contrast CT



Mécanismes de la fermeture des voies aériennes ?

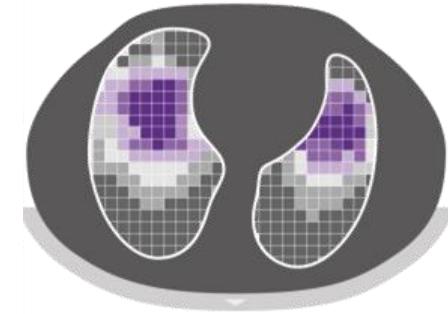
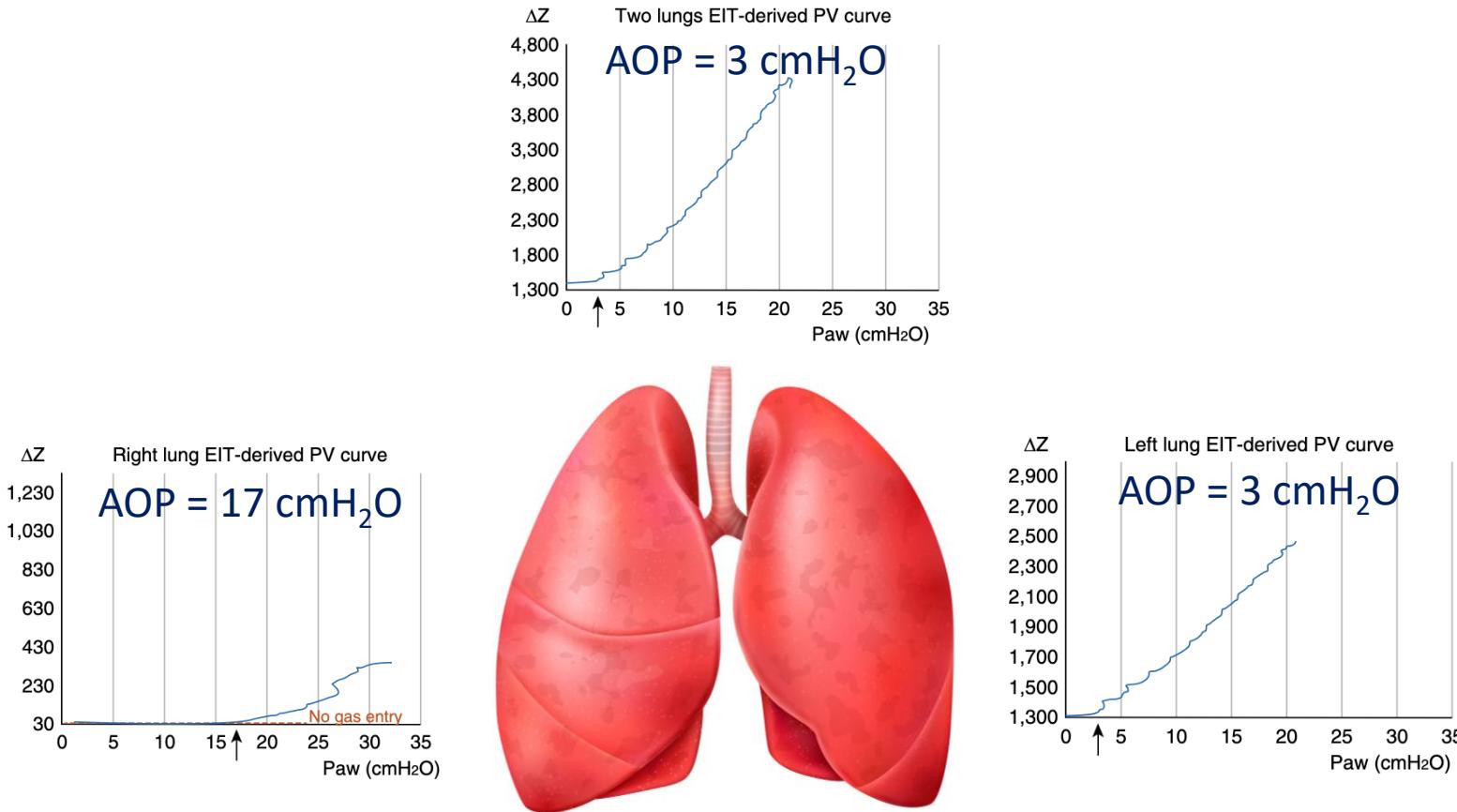


Mécanismes de la fermeture des voies aériennes ?



Atteinte asymétrique

EIT chez 7 patients ayant SDRA
« asymétriques »



- AOP 1,9 [1,4-3,1] fois plus élevée dans le poumon le plus atteint
- AOP mesurée sur courbe PV = AOP la plus basse des 2 poumons

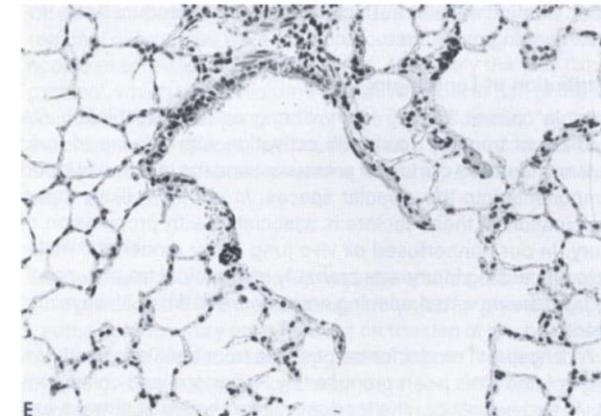
Conséquences?

Si la PEP est < AOP:

Atélectasies?

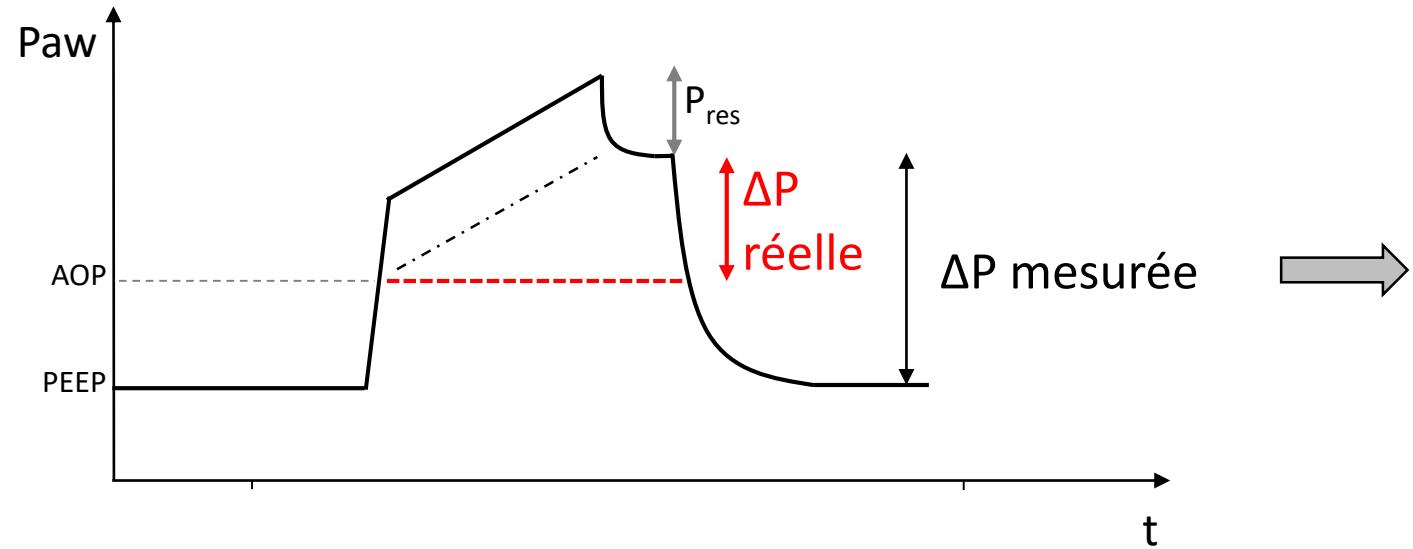
Lésions inflammatoires bronchiolaires d'ouverture et de fermeture?

LUNG INJURY SCORES*				
	PEEP = 0	PEEP < P_{inf}	PEEP > P_{inf}	Not Ventilated
Total airway injury score, %†	40.1 ± 14.6 (< 0.01)	31.4 ± 8.8 (< 0.01)	13.6 ± 3.4 (NS)	14.0 ± 5.9

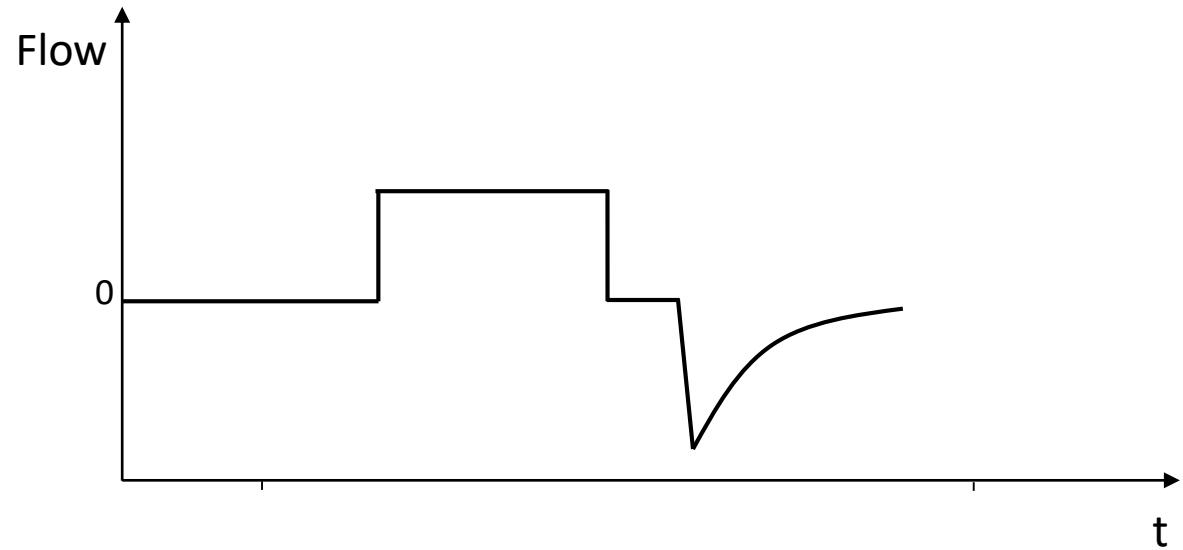


Poumons de rats isolés

Muscedere Am J Respir Crit Care Med 1994



$$C_{RS} = \frac{V_T}{\Delta P}$$



Conséquences sur la mécanique respiratoire

Si pas de prise en compte l'AOP dans les calculs :

En fin d'expiration, la pression sur le ventilateur \neq pression alvéolaire

Surestimation de la pression motrice (driving pressure)

Sous-estimation de la compliance du système respiratoire

Sous-estimation de la compliance d'un éventuel volume recruté

Mésestimation du R/I

TAKE HOME MESSAGE

- AOP = fréquent dans le SDRA, surtout chez les obèses
- Rechercher une fermeture des voies aériennes
 - Courbe pression-temps à débit lent
 - Intérêt d'une mesure simplifiée?
- Prendre en considération l'AOP pour la mesure de la mécanique respiratoire
- Bénéfice théorique à régler une PEP > AOP

