

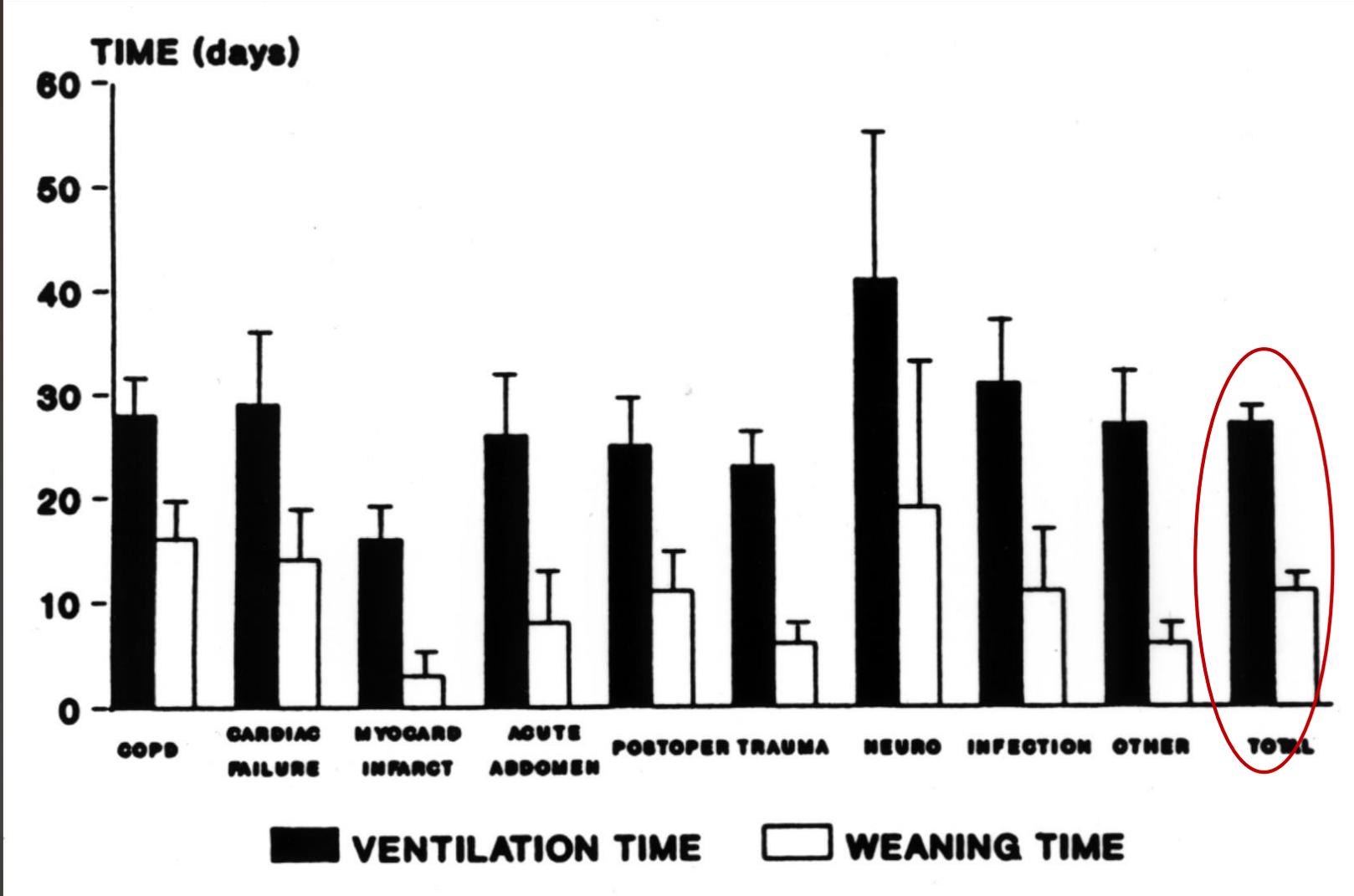


# Nouveaux modes ventilatoires :

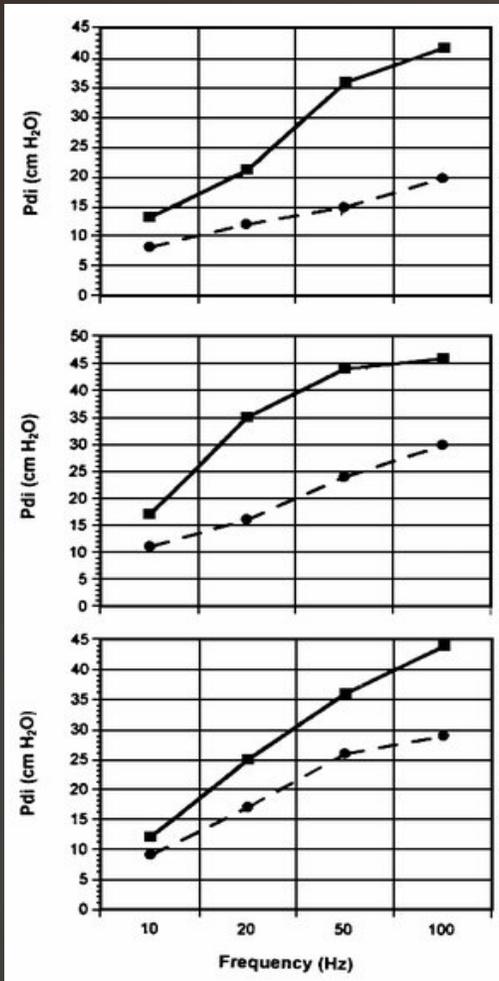
*Avancées réelles? Sucre glace?*

*ou Effet cosmétique des ventilateurs?*

M Boussarsar, Sousse.



Esteban A, et al. Chest 1994;106:1188-93



Effects of prolonged controlled mechanical ventilation on diaphragmatic function in healthy adult baboons

Anzueto. A et al. Crit Care Med 1997

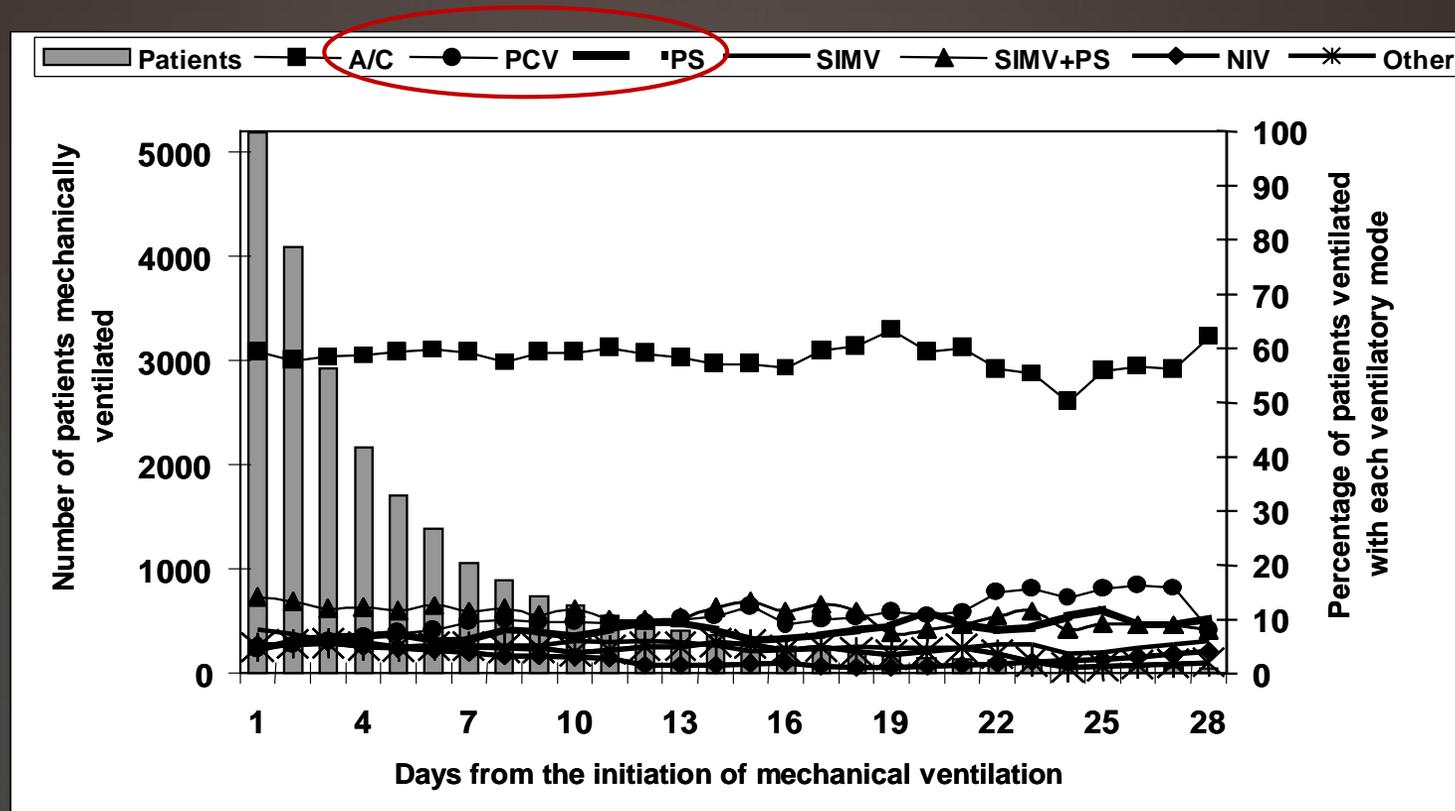
Étude "in vivo" des propriétés contractiles et de l'endurance du diaphragme chez 3 babouins

Pdi : Jo vs J11 de VM

diminution de la force de 25%  
diminution de l'endurance 36%

# A 28-day international study of the characteristics and outcomes in patients receiving mechanical ventilation.

Esteban A et al. 2001. Am J Respir Crit Care Med



361 ICUs ; 15 750 patients admis ; 5183 sous ventilation mécanique > 12h

# Introduction



- ▶ **Nouveaux modes ventilatoires :**

- ▶ **Dual modes**

- ▶ **Modes mixtes**

- ▶ **Modes asservis**

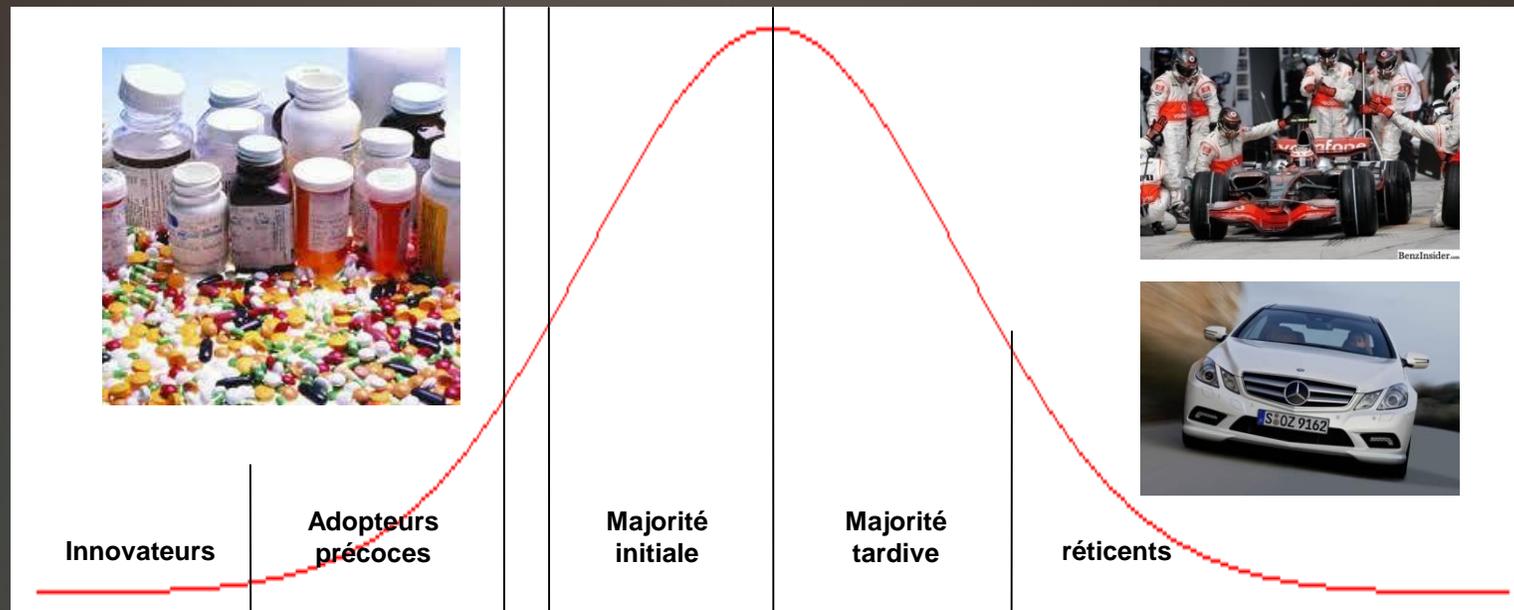
- ▶ **Modes exotiques**

- ▶ **Anciens modes :**

- ▶ **VAC, VPC, VSAI**



## Adoption Chasm



# IRA

- ▶ **Altération des échanges gazeux**
- ▶ **Augmentation du travail respiratoire**  
(*Augmentation du « coût en oxygène » de la ventilation*)

# Assistance ventilatoire

- ▶ Amélioration des **échanges** gazeux
- ▶ Diminution totale ou partielle du **travail** respiratoire
- ▶ *(Diminution totale ou partielle du « coût en oxygène » de la ventilation)*
- ▶ Prévention **PSILI/VILI**
- ▶ Prévention **Inconfort**

# Equation du mouvement de Newton

▶  **$P_{tot} = E_{tot}.V + R_{tot}.V' + I.V''$**

- ▶  $P_{tot}$  = Pression totale
- ▶  $E_{tot}$  = Elastance totale
- ▶  $R_{tot}$  = Résistance totale
- ▶  $V$  = Volume
- ▶  $V'$  = Débit
- ▶  $V''$  = Accélération
- ▶  $I$  = Inertie

# Equation du mouvement de Newton

- ▶  $P_{\text{tot}} = E_{\text{tot}}.V + R_{\text{tot}}.V' + I.V''$
- ▶  $P_{\text{tot}} = P_{\text{mus}} + P_{\text{vm}}$

# Respirateur : Fonction de base

▶  $P_{tot} = E_{tot}.V + R_{tot}.V' + I.V''$

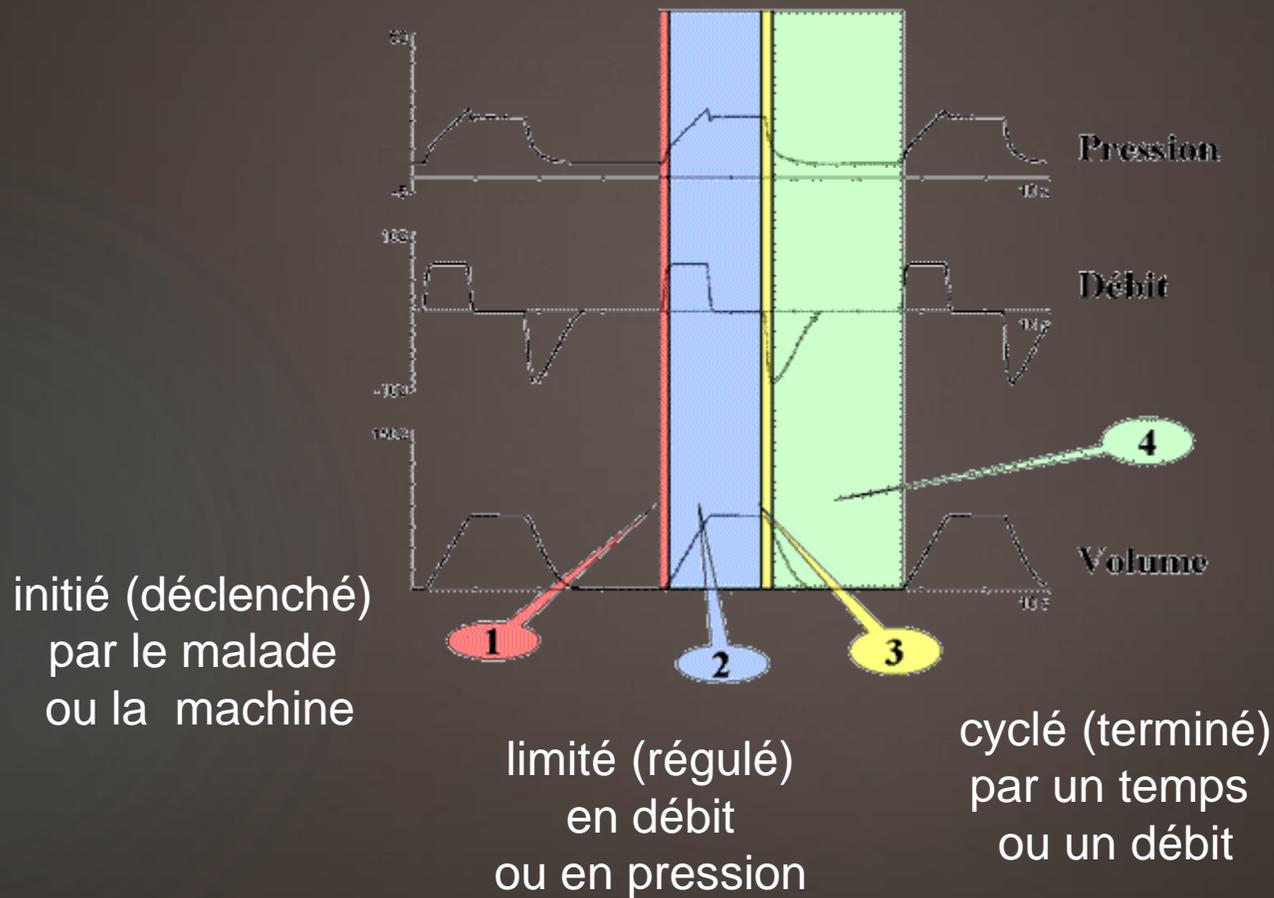
▶  $P_{tot} = P_{mus} + P_{aw}$

▶ Pressurisation

▶ Cyclage

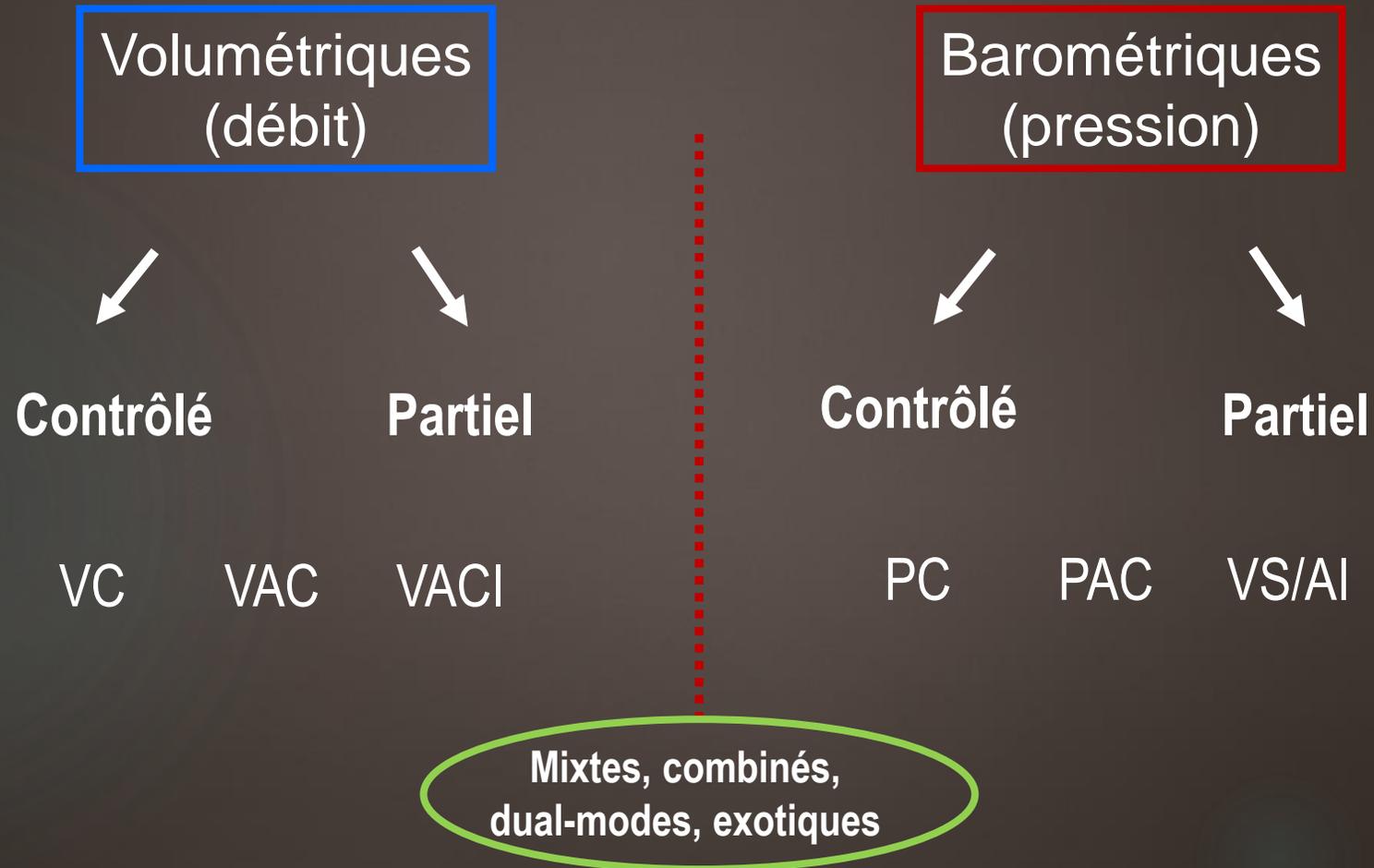


### Les quatre phases du cycle respiratoire



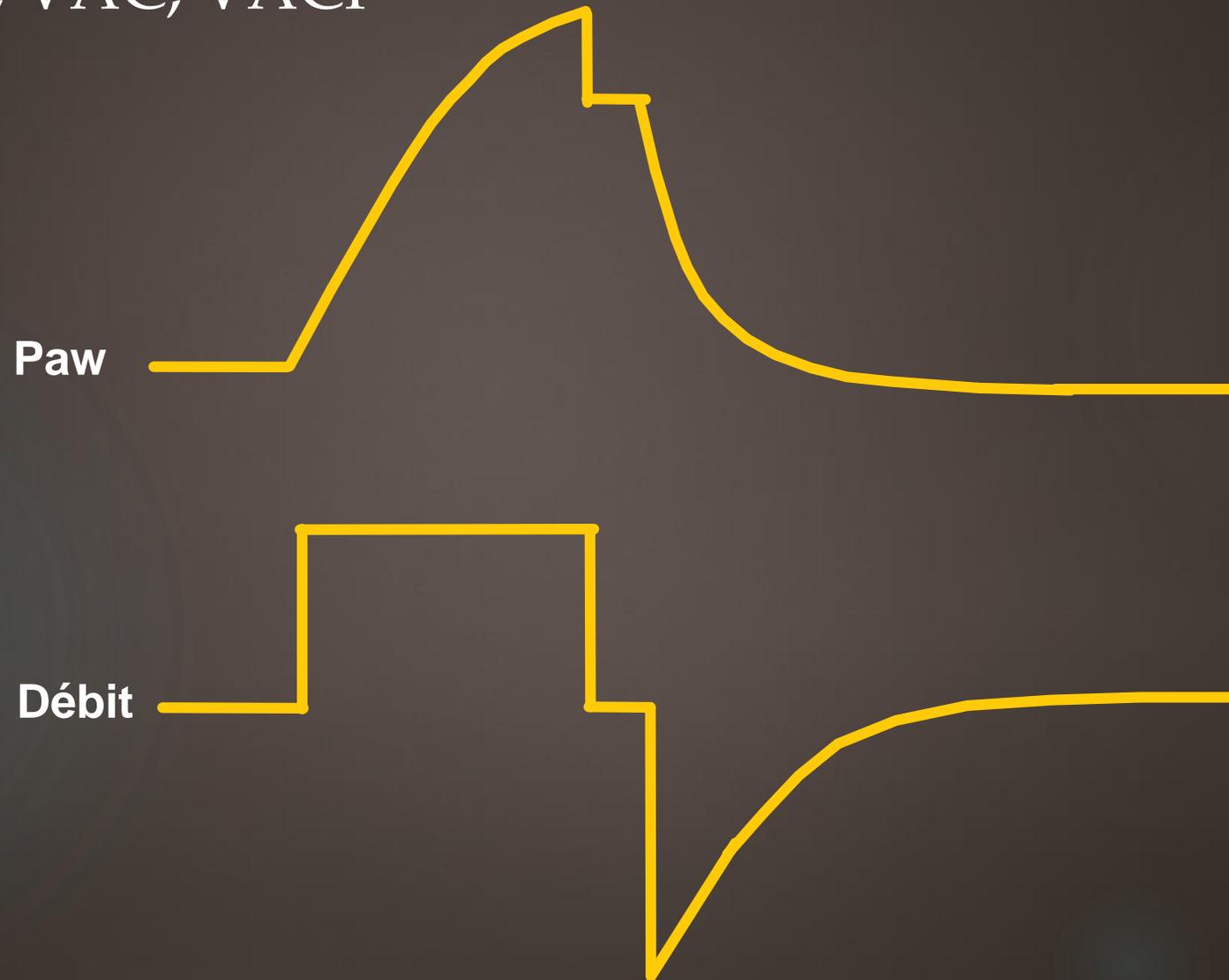
# Anciens modes ventilatoires

## Essai de classification



# Mode en débit (volumétrique)

VC, VAC, VACI



# Mode en pression (barométrique)

PC, PAC, PACI, VS/AI



Situation instable 😞

*Modes stables !!!*

*(VAC, VPC, VSAI)*

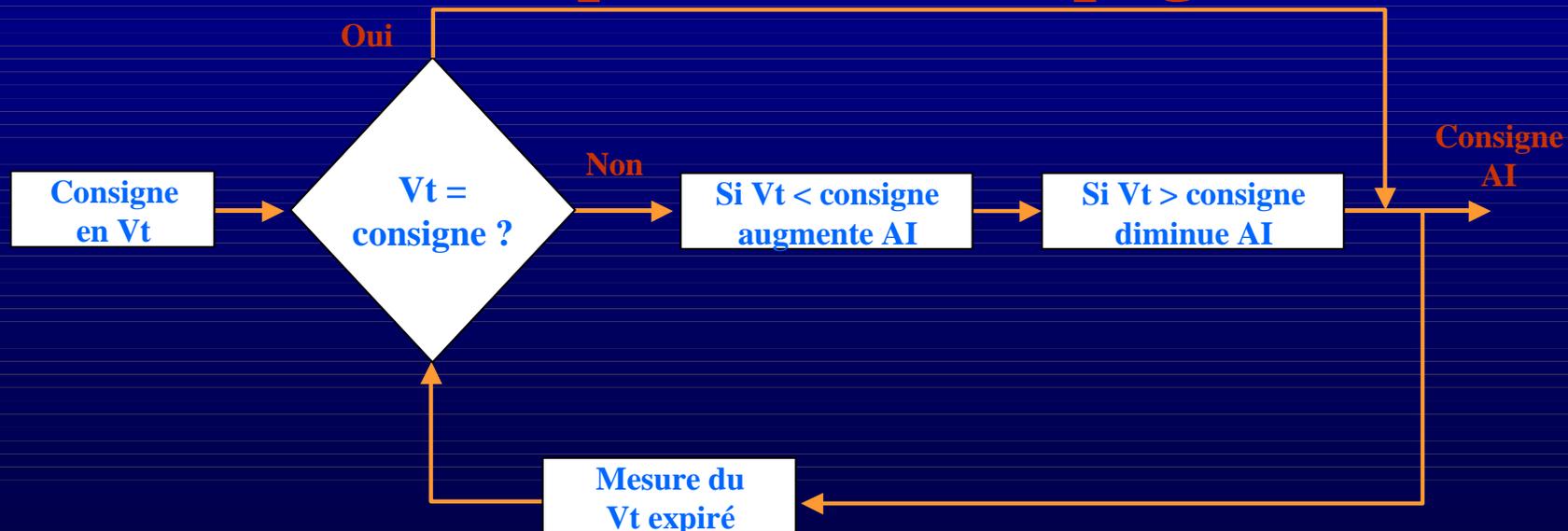
Interaction Patient / ventilateur

*(sédation, réglages fins)*

# VENTILATION

## Modes hybrides - Pression et volume

### Technique de « rattrapage »



# Classification, essai 1

## *Boucles de régulation*

- ▶ Intérieur cycle : 1<sup>er</sup> degré de régulation
- ▶ Cycle à cycle : 2<sup>ème</sup> degré de régulation
- ▶ Plusieurs cycles / plusieurs paramètres : 3<sup>ème</sup> degré de régulation

# Classification, essai 2

- ▶ **Traitement symptomatique**
- ▶ **Traitement physiopathologique**

# VAPS :

*Volume Assured Pressure Support*

- ▶ *T-Bird, Sebac ; Horus, Taema ; Elisée, Saime.*
- ▶ **Boucle d'asservissement à « l'intérieur du cycle »**
- ▶ **Mode hybride**

# VAPS :

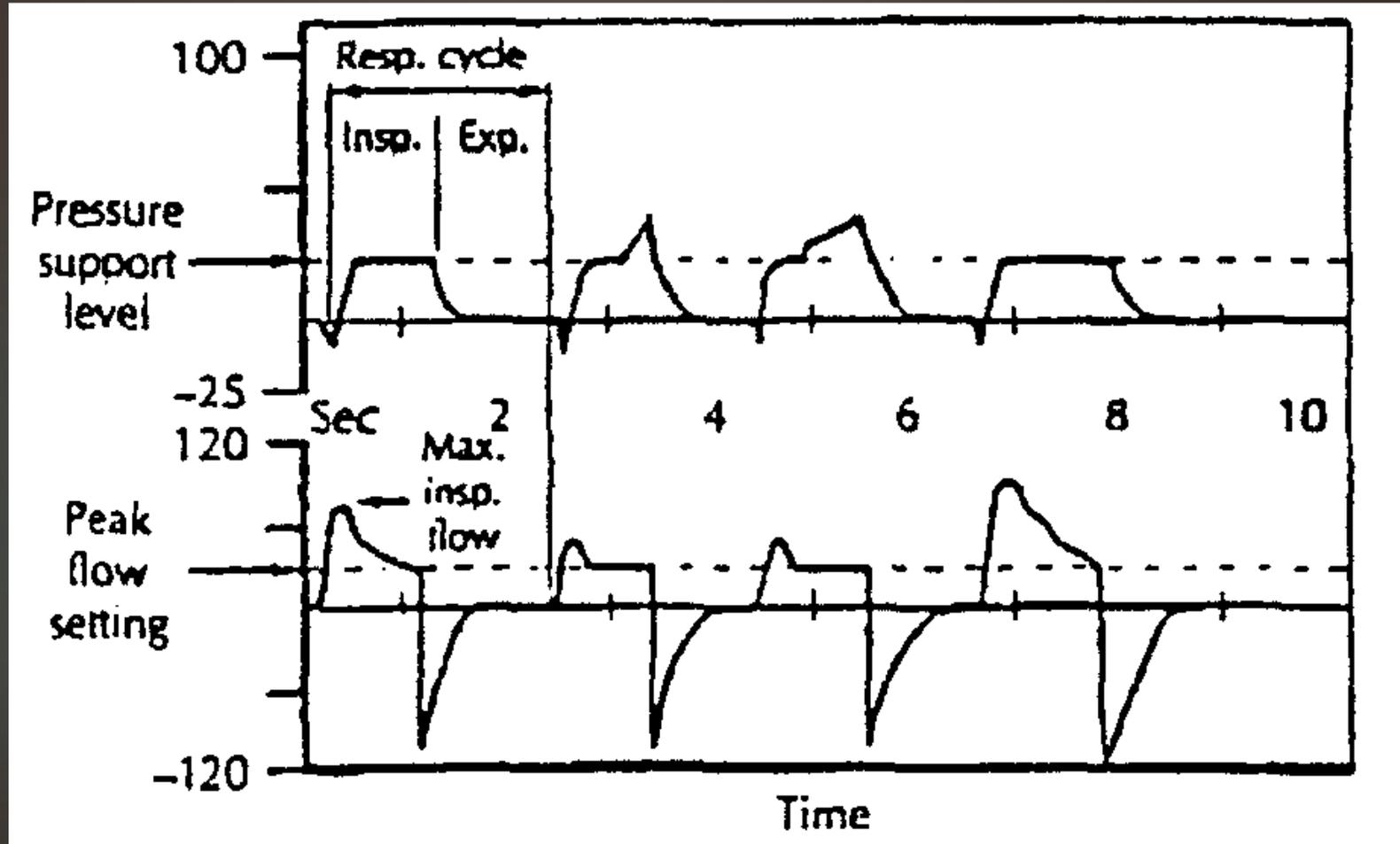
## Volume Assured Pressure Support

### ▶ Réglages

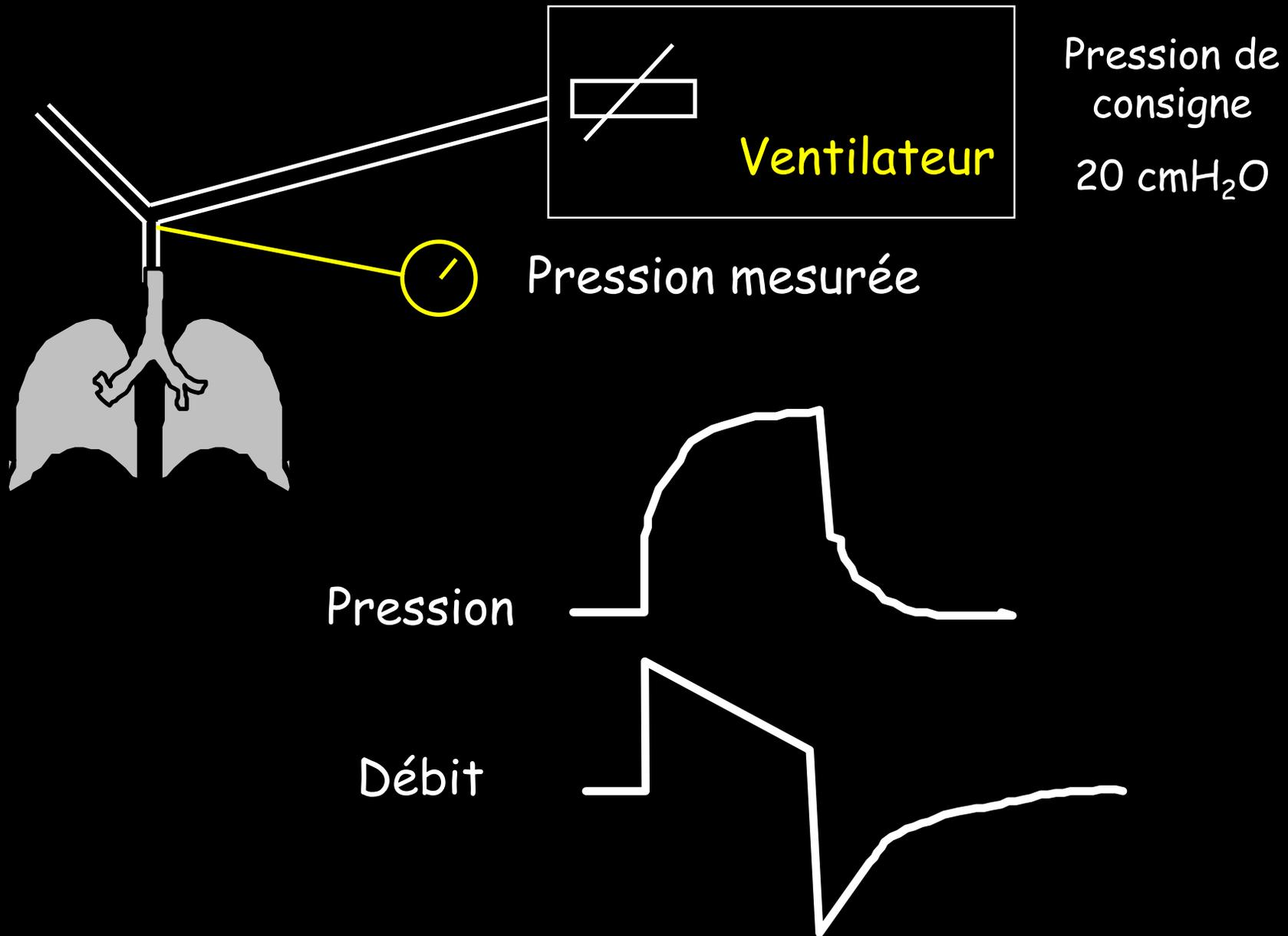
- ▶ Pression inspiratoire (AI)
- ▶ Temps inspiratoire
- ▶ Vt de consigne
- ▶ Débit
- ▶ Trigger
- ▶ Fréquence respiratoire
- ▶ FIO<sub>2</sub>
- ▶ PEEP

# VAPS :

*Volume Assured Pressure Support*



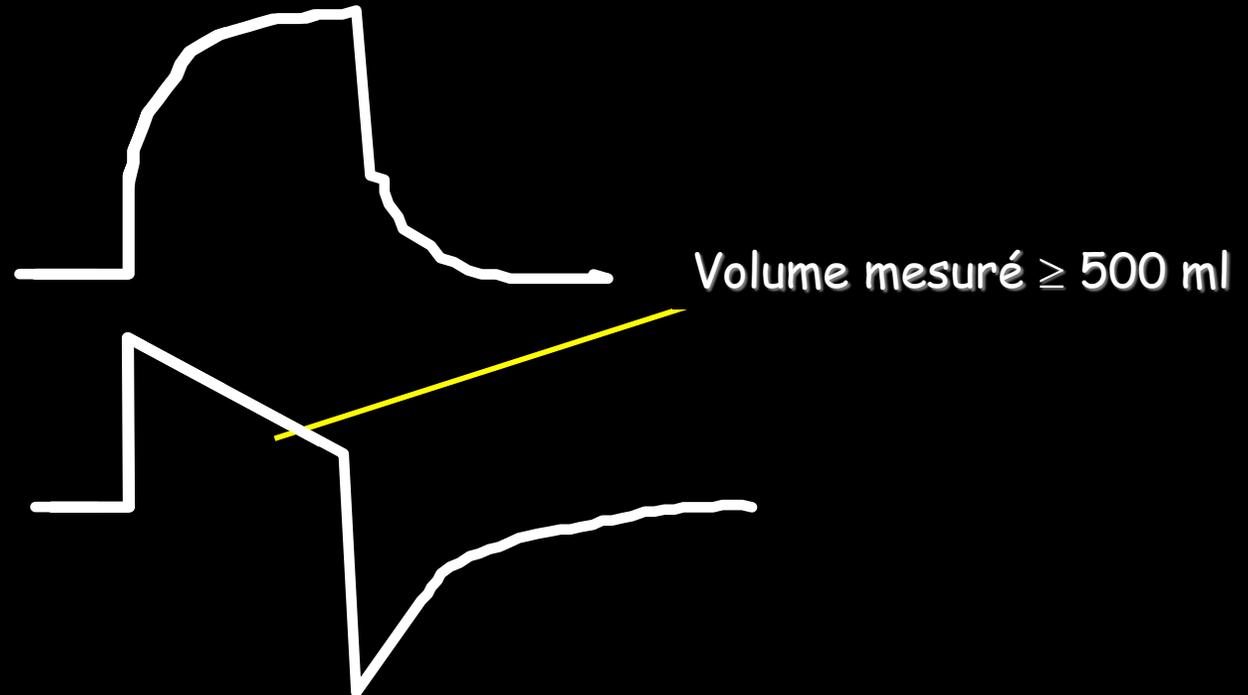
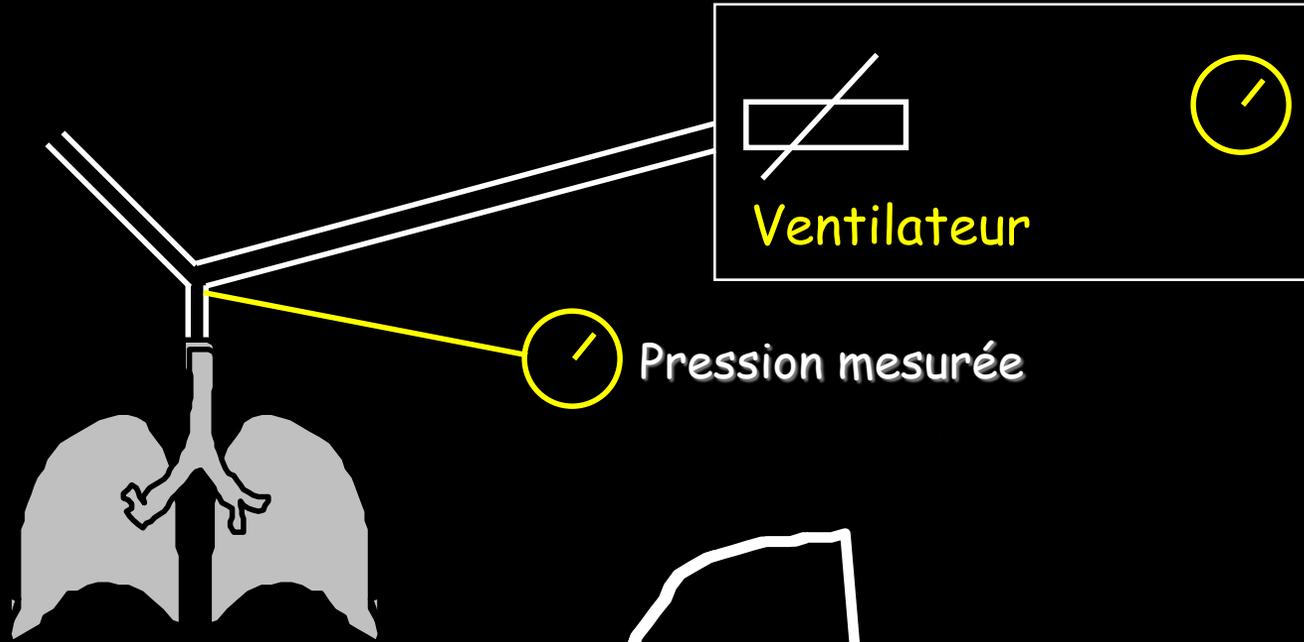
# Mode en Pression



# Dual Mode (dans le cycle)

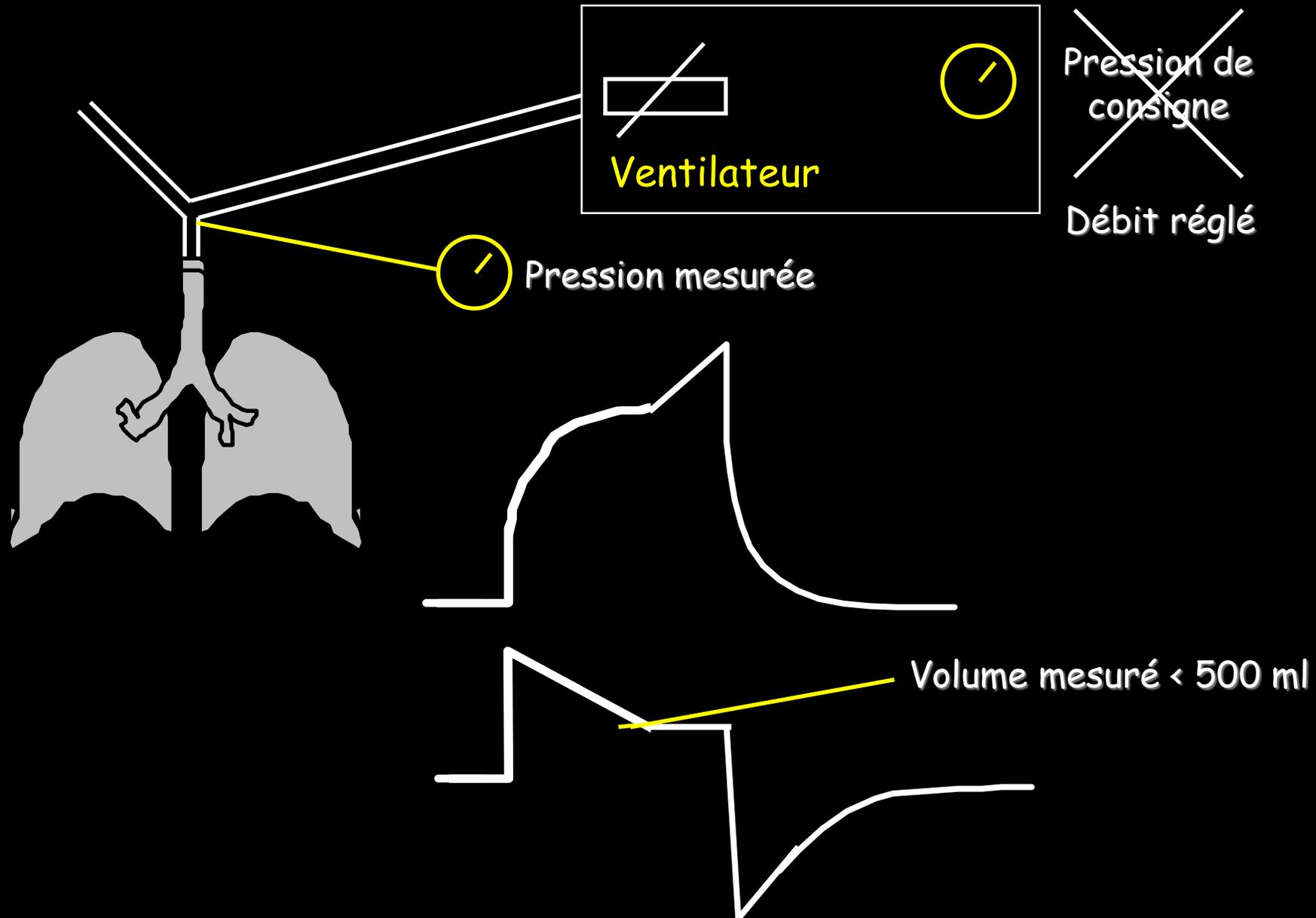
Volume de consigne = 500 ml

Pression de consigne  
20



# Dual Mode (dans le cycle)

Volume de consigne = 500 ml



# VAPS :

## *Volume Assured Pressure Support*

### ▶ Réglages

- ▶ Pression inspiratoire (AI)
- ▶ Temps inspiratoire
- ▶ Vt de consigne
- ▶ Débit
- ▶ Trigger
- ▶ Fréquence respiratoire
- ▶ FIO<sub>2</sub>
- ▶ PEEP

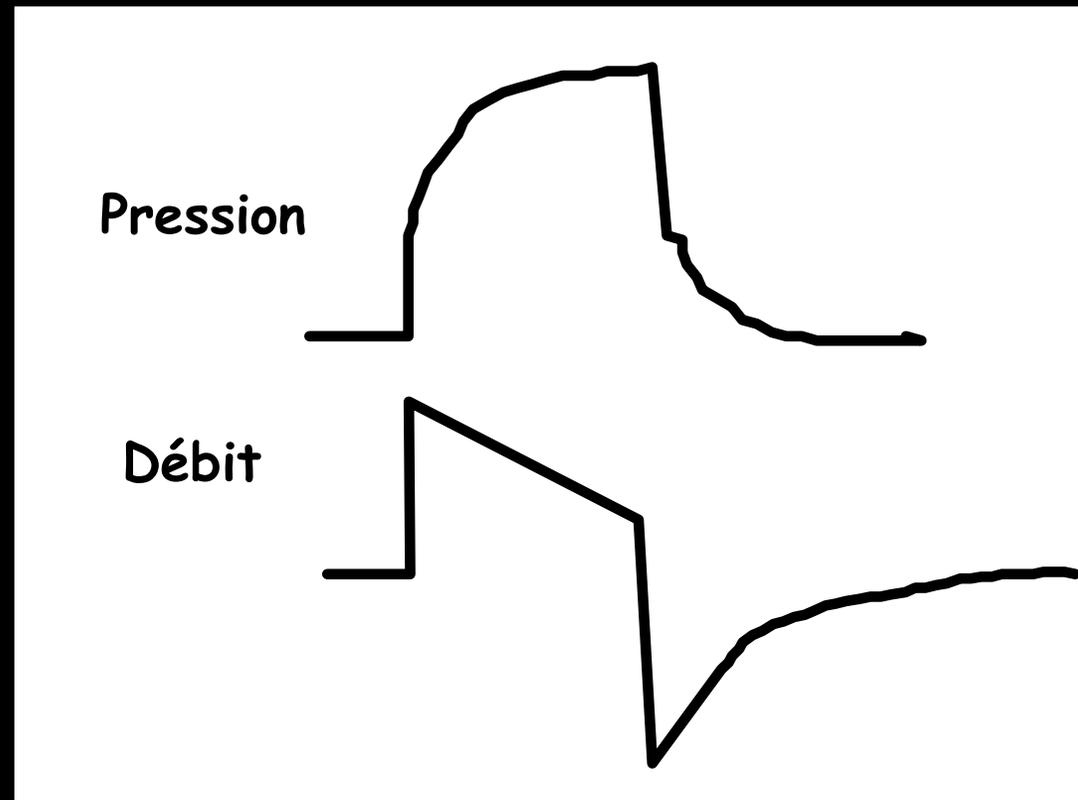
### • Surveillance

- Pression
- I/E
- Vt
- VMI

# VAPS

## Inconvénients

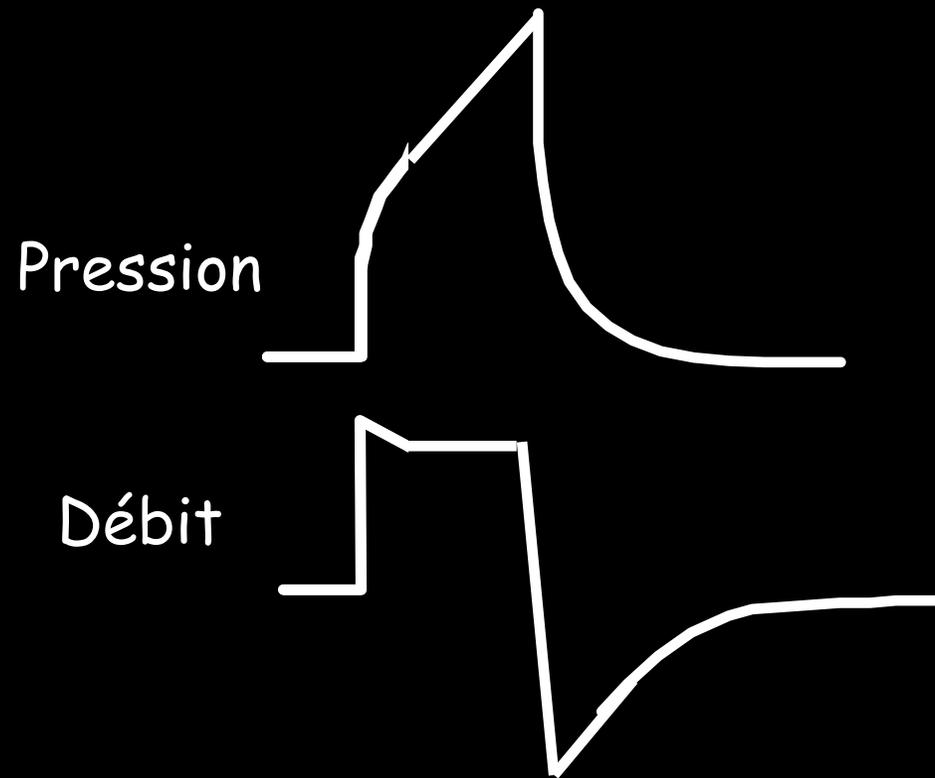
Pression inspiratoire réglée trop haute  
ou  $V_t$  de consigne réglé trop bas



# VAPS

## Inconvénients

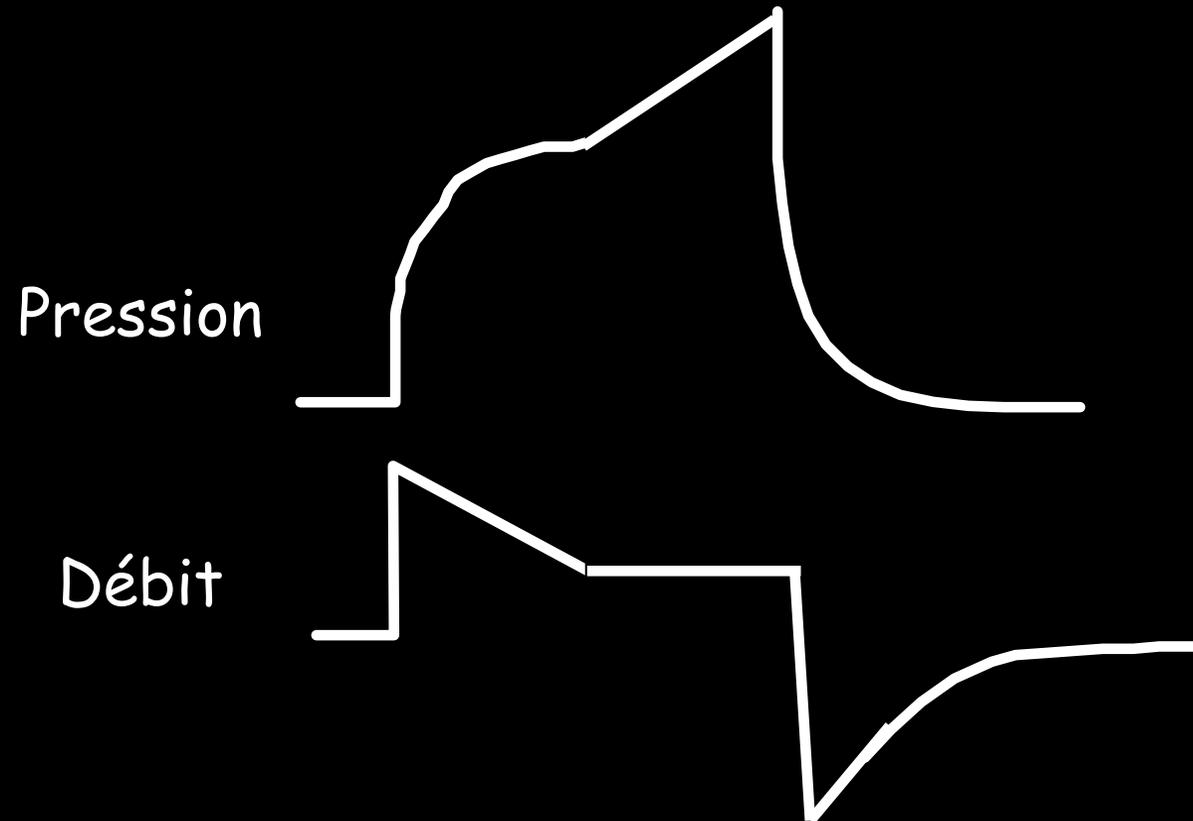
Débit réglé trop haut



# VAPS

## Inconvénients

Débit réglé trop bas



# VAPS :

## *Volume Assured Pressure Support*

- ▶ **Amato M**, Valente Barbas C, Bonassa J, Nascimento Saldiva J, Araujo Zin W, Ribeiro de Carvalho C. Volume-assured pressure support ventilation (VAPSV). *Chest* 1992; 102: 1225-34
- ▶ 8 patients avec Insuffisance Respiratoire Aiguë
- ▶ **Objectif** : Comparaison VAC et VAPS en termes de mécanique respiratoire, oxygénation, travail respiratoire
- ▶ **Résultats** : Réduction du travail respiratoire de 50% en VAPS comparé à la VAC, amélioration de la mécanique respiratoire, réduction de la PEEPi
- ▶ **Limites de l'étude** :
  - ▶ en VAC, débit réglé faible
  - ▶ Vt supérieur en VAPS par rapport à la VAC
- ▶ **Hass C**, Branson R, Folk L, Campbell R, Wise C, Davis Jr K. Patient-determined inspiratory flow during assisted mechanical ventilation. *Respir Care* 1995; 40: 716-21

# VCRP :

## *Ventilation contrôlée à régulation de pression*

- ▶ VCRP, Sevo 300, Siemens ; Autoflow, Evita, Drager
- ▶ Boucle d'asservissement « cycle à cycle »
- ▶ Mode contrôlé,  $V_t$  garanti à la pression la plus basse
- ▶  $V_{tc}$ , P,  $FR_{min}$ ,  $T_i$
- ▶ 4 cycles à  $10\text{cmH}_2\text{O} > \text{PEEP}$
- ▶ Mesure le  $V_t$ , compare  $V_{tc}$ , détermine la P par paliers de  $3\text{cmH}_2\text{O}$
- ▶ Marche si pas de VS sinon il bascule en Volume Support ou Volume Assisté
- ▶ Expériences faibles et peu convaincantes.

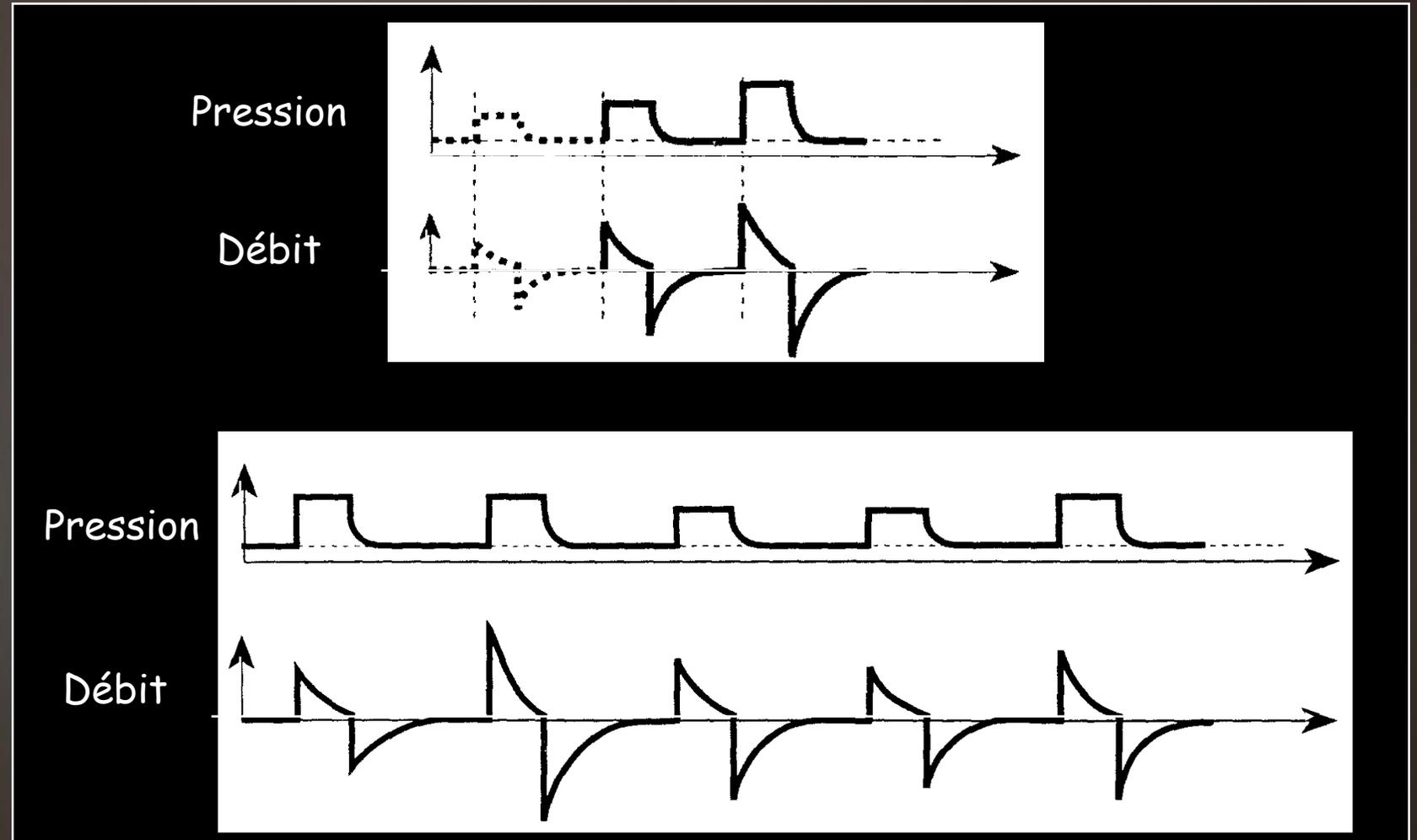
**VSV** : *Volume Support Ventilation*

**APV** : *Adaptive Pressure Ventilation*

- ▶ **VA** : *Volume Assisté, Sevo 300, Siemens*
- ▶ Boucle d'asservissement « cycle à cycle »
- ▶ AI asservie à 2 paramètres contrôlés  $FR_c$  et  $V_{tc}$  pour garantir VMI
- ▶ Pressurisation à 10cmH<sub>2</sub>O,  $V_t$  comparé à  $V_{tc}$  et AI variée par paliers de 3cmH<sub>2</sub>O
- ▶ Si  $FR < FR_c$ , calcule un nouveau  $V_{tc}$  sur la base de ( $FR_m$ ,  $V_{tm}$ ) sans dépasser  $1.5 \times V_{tc}$
- ▶  $AI < 5 \text{cmH}_2\text{O}$   $P_{max}$ , si  $V_{tc}$  non délivré, alarme « pression limitée »
- ▶ Vitesse de pressurisation et cyclage idem VS/AI
- ▶ Apnée, passage en VCRP.

**VSV** : *Volume Support Ventilation*

**APV** : *Adaptive Pressure Ventilation*



# Volume Assisté (VA)

## Inconvénients

- ▶ **Efforts importants du malade, débit et  $V_t$  inspirés augmentent :**

*diminution de la  $P_{insp}$*

- ▶ **Exemple d'un drain thoracique qui bulle, le  $V_t$  inspiratoire est supérieur au  $V_t$  de consigne :**

*$P_{insp}$  diminue progressivement*

# Volume Assisté (VA)

## Inconvénients

- ▶ Si R augmente, le  $V_t$  inspiratoire va être inférieur au  $V_t$  de consigne :

*P<sub>insp</sub> augmente*

- ▶ Si la  $P_{insp}$  augmente, la FR peut diminuer en raison de l'apparition de cycles manqués :

*$V_t$  de consigne augmente,  $P_{insp}$  augmente*

# AI, P0.1 :

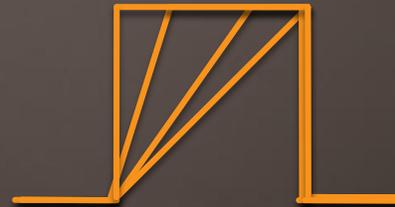
## *Aide Inspiratoire asservie à la P0.1*

- ▶ Mesure de P0.1 / cycle, moyenne sur 5 cycles
- ▶ Améliore le déclenchement (P0.1 étant le reflet du driving central et de l'effort musculaire)
- ▶ P0.1m mesurée est comparée à P0.1c cible fixée
- ▶ AI est asservie à P0.1m par paliers de 1cmH2O
- ▶ Peut être utile pour la surveillance de l'évolution à la capacité de respirer tout seul donc du sevrage.

# ARIS :

## *Auto-Regulated Inspiratory Support*

- ▶ Boucle de régulation complexe « cycle à cycle ».
- ▶ Niveau / Forme AI (prend en compte R)
- ▶ Objectif : VM cible en respectant 4 contraintes :
- ▶  $P_{max}$ ,  $V_{tmin}$ ,  $FR_{min}$ ,  $FR_{max}$ .
- ▶ Réagit aux variations de la demande ventilatoire ou modification des propriétés mécaniques.



# ASV:

## Adaptive Support Ventilation

- ▶ Galiléo, Hamilton
- ▶ Boucle de régulation complexe et élaborée
- ▶ Otis :  $P_{appl} = P_{mus}(+++)$  +  $P_{aw} (-)$ .
- ▶  $P_{aw}$  et FR sont ajustées pour VM cible en tenant compte des cycles spontanés.
  
- ▶ Objectifs :
  - ▶ obtenir le mode ventilatoire qui permet le moins de WOB.
  - ▶ Limiter l'hyperinflation dynamique.
  - ▶ Rester dans les limites de sécurité (P et V).

# ASV:

## Adaptive Support Ventilation

- ▶ Réglages:
- ▶ VM cible en % de VM idéale/poids idéal.
- ▶ Le respirateur ajuste la Paw cycle à cycle.
- ▶ 5 cycles test à 15 c/mn et une P à 15cmH2O.
- ▶ Mesure la compliance dynamique, FR, Vt, constante de temps expiratoire.
- ▶ Le respirateur génère ensuite la P, sous forme d'AI/2cmH2O pour induire le Vt cible, sans distension ni respiration superficielle.
- ▶ Etablit un cadre de sécurité dans lequel la combinaison FR, Vt peut se déplacer.
- ▶ Si pas de VS, bascule en pression contrôlée.

# PAV:

## Proportional Assisted Ventilation

- ▶ PAV, PB840, Mallinckrodt Puritan Bennett,
- ▶ PPS, Evita, Drager
- ▶ Asservissement dans le cycle, ajustement cycle à cycle.
- ▶  $P_{aw}$  proportionnelle à l'effort
- ▶ Le plus approprié pour décharger les muscles respiratoires
- ▶  $P = P_{mus} + P_{aw} = E \times V + R \times V' + I \times V''$

# PAV:

## Proportional Assisted Ventilation

- ▶ Aucun réglage traditionnel en dehors du trigger, PEEP, FiO<sub>2</sub>
- ▶ Degré d'assistance, DA et VA respectivement en fonction de la R et la C mesurées.
- ▶ **Paw** = [VAxV] + [DAxV']
- ▶ P<sub>appl</sub> = P<sub>aw</sub> + P<sub>mus</sub>      donc
- ▶ P<sub>mus</sub> = P<sub>appl</sub> - P<sub>aw</sub>  
= [E<sub>x</sub>V + R<sub>x</sub>V'] - [VAxV + DAxV']  
= [E-VA]<sub>x</sub>V + [R-DA]<sub>x</sub>V'

# PAV:

## Proportional Assisted Ventilation

- ▶ Réglage manuel ou boucle d'asservissement
- ▶ Risque de sur-assistance « runaway ».
- ▶ Risque de sous-assistance.
- ▶ Les efforts qui n'entraînent pas de changement de débit ni de volume ne sont pas détectés, tel que PEPi.

# NAVA:

## Neurally Adjusted Ventilatory Assist

- ▶ Mode asservi à l'électromyogramme diaphragmatique.
- ▶ Améliore la synchronisation patient-ventilateur.
- ▶ Trigger : signal d'activité électrique du diaphragme
- ▶ Adaptation de l'assistance à l'effort diaphragmatique.
  
- ▶ *Concept séduisant!*
- ▶ *Problème de détection et d'épuration du signal EMG (position de la sonde gastrique, filtration des spasmes œsophagiens)*

# APRV:

## Airway Pressure Released Ventilation

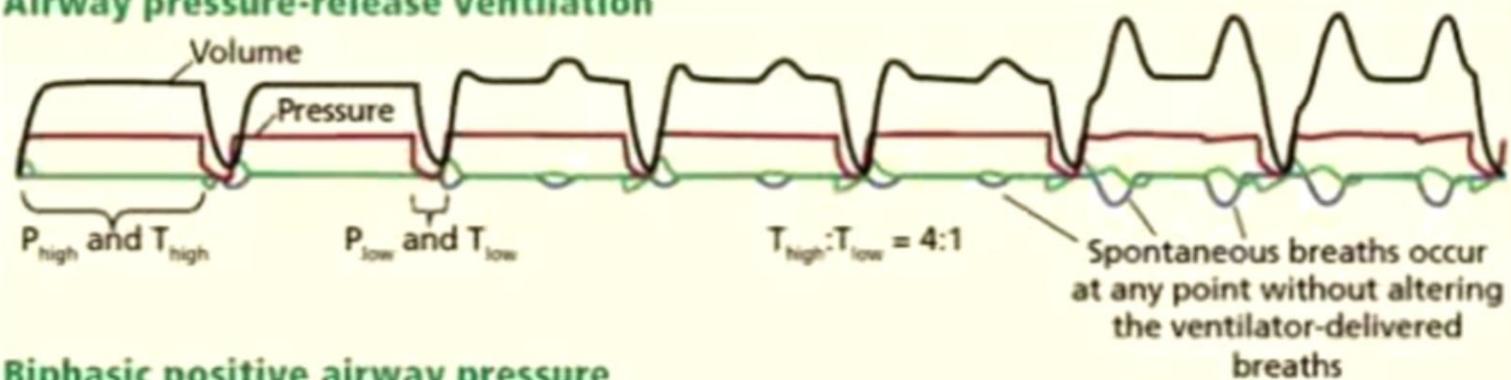
- ▶ Generic term for pressure control intermittent mandatory ventilation with unrestricted spontaneous breathing throughout the cycle
- ▶ Includes also

# BiPAP :

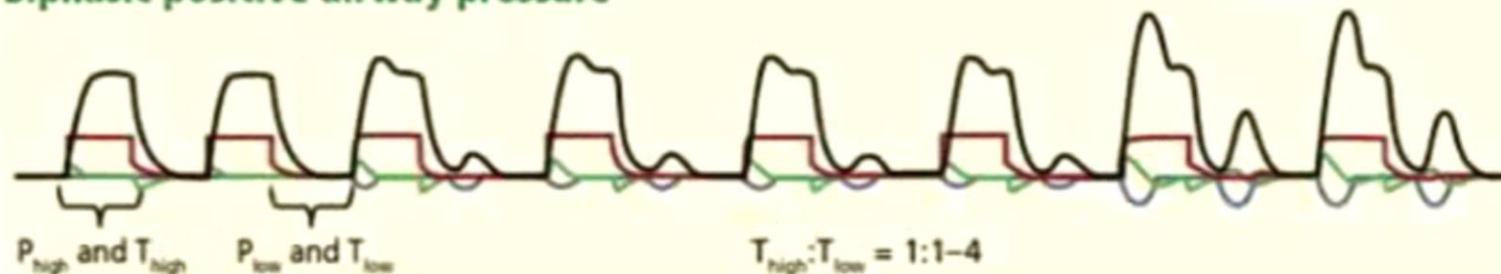
## BiPhasic Positive Airway Pressure

# APRV vs BiPAP

## Airway pressure-release ventilation

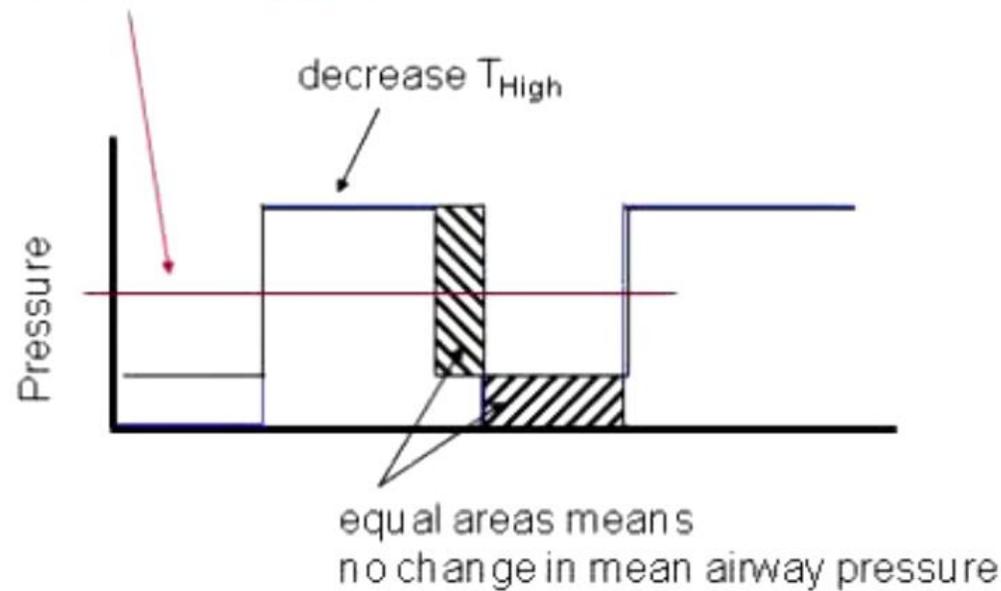


## Biphasic positive airway pressure

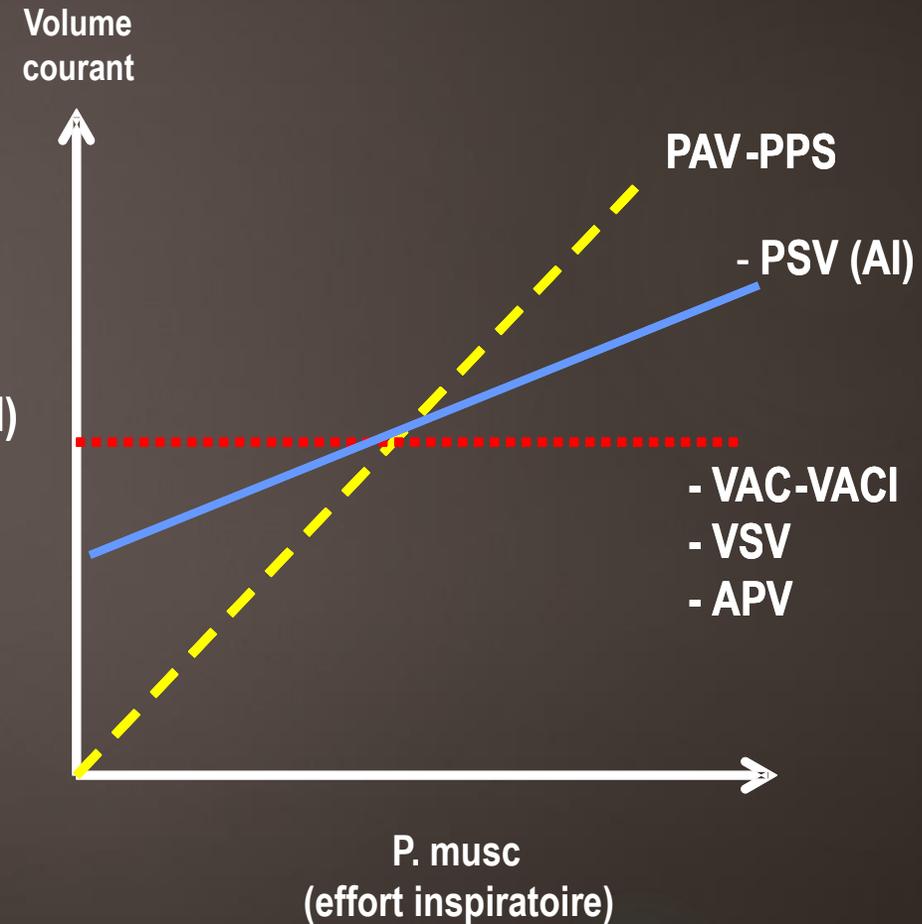
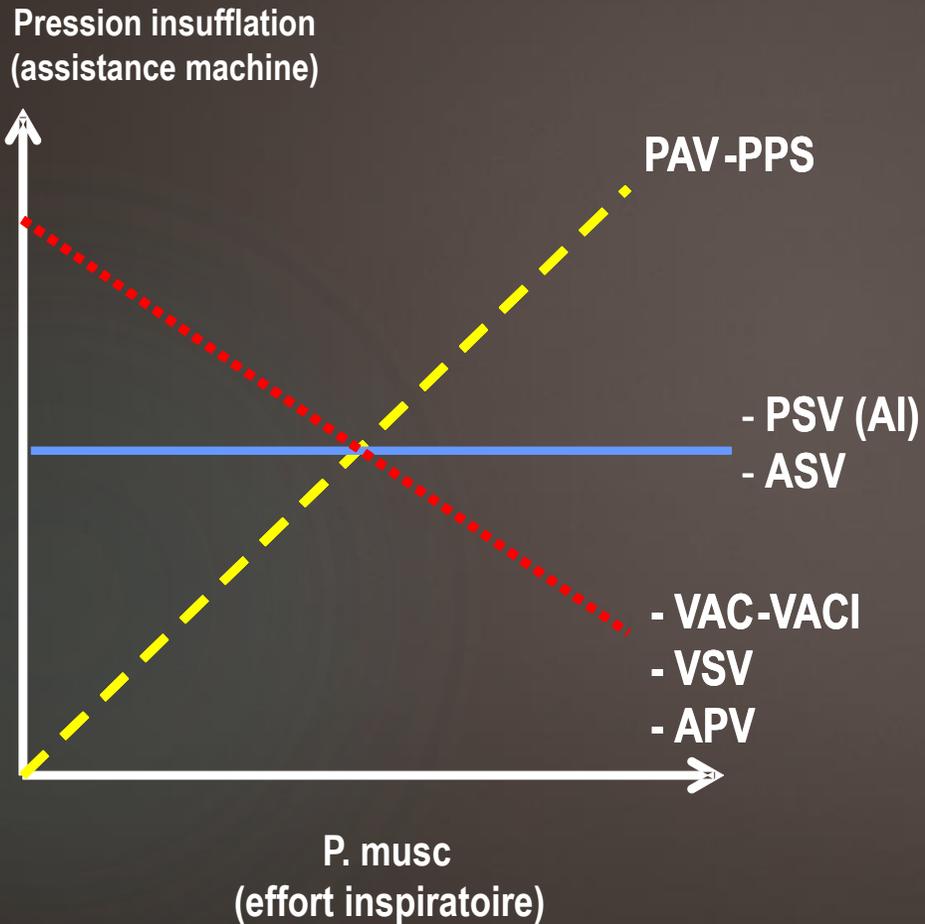


# APRV and Equivalent BIPAP

same mean airway pressure



# Les 3 catégories de modalités ventilatoires partielles



# Conclusion

- ▶ Les nouveaux modes ventilatoires
- ▶ sont déjà **utilisés/ables**
- ▶ des **dysfonctionnement** machine/concept sont possibles
- ▶ **Intérêt clinique ?**