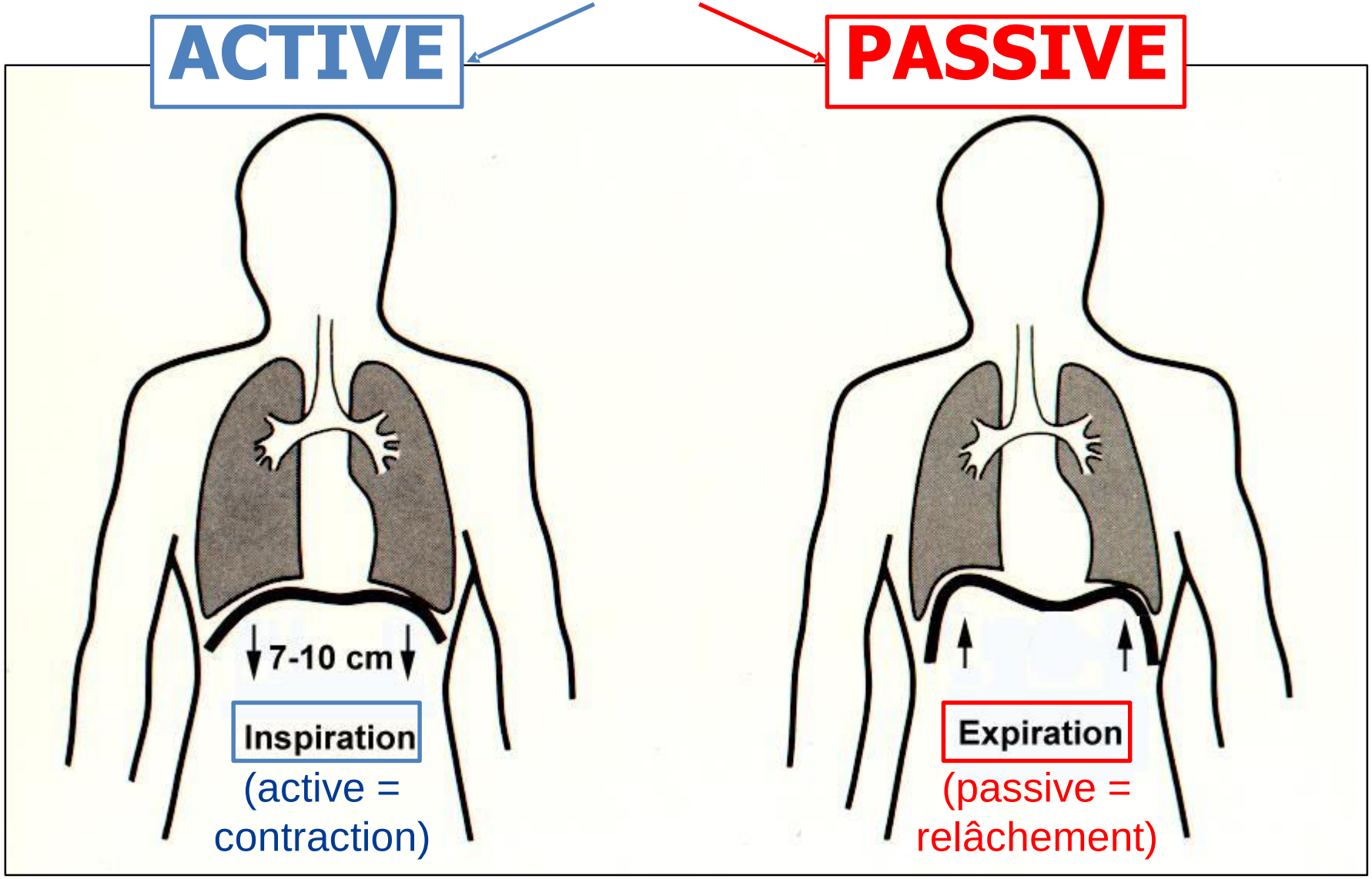
Les modes ventilatoires conventionnels

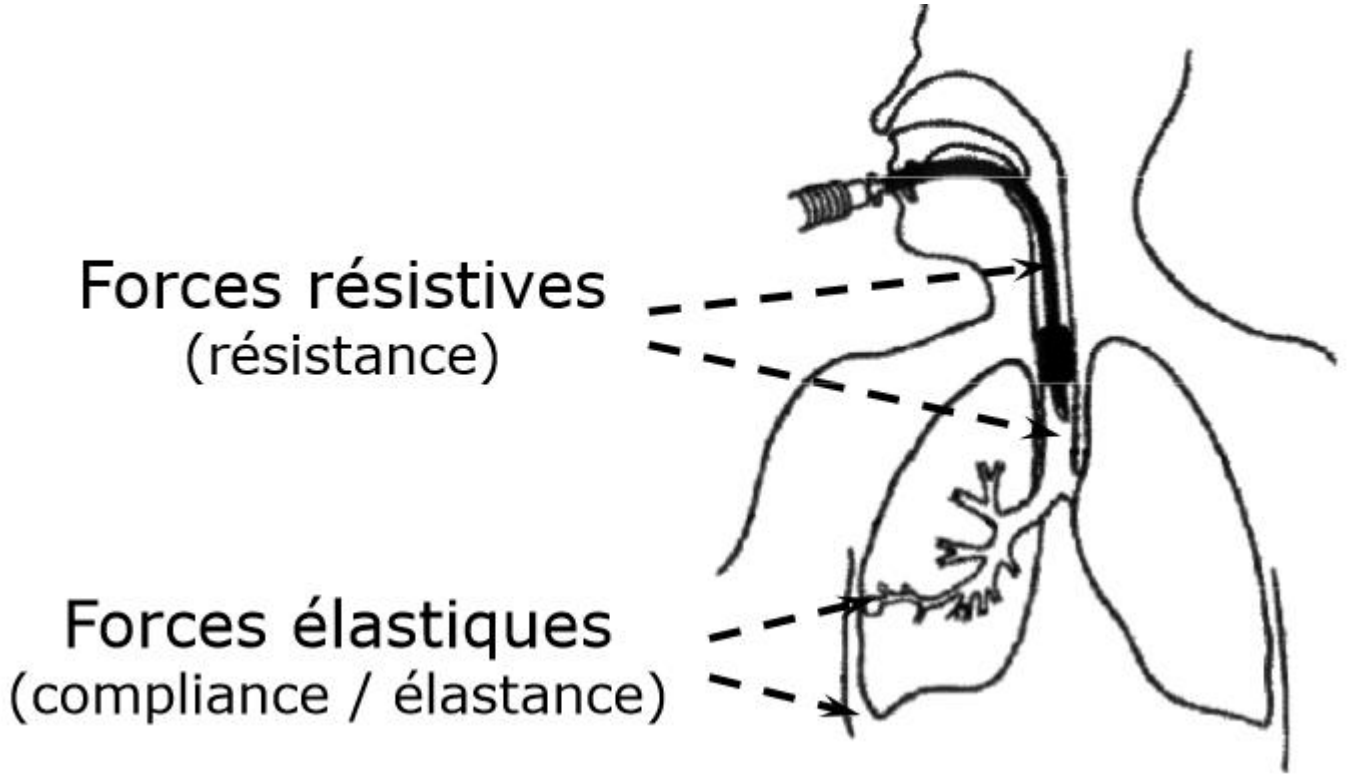
Dr Ben Saida Imen
Service réanimation médicale Farhat Hached Sousse

Rappel

Mécanique ventilatoire: 2 phases



Rappel


Forces résistives
(résistance)
Forces élastiques
(compliance / élastance)

Rappel

Équation du mouvement

Paw (pression ds le système respiratoire)

=

Pmusc (patient) **+ Pvent** (machine)

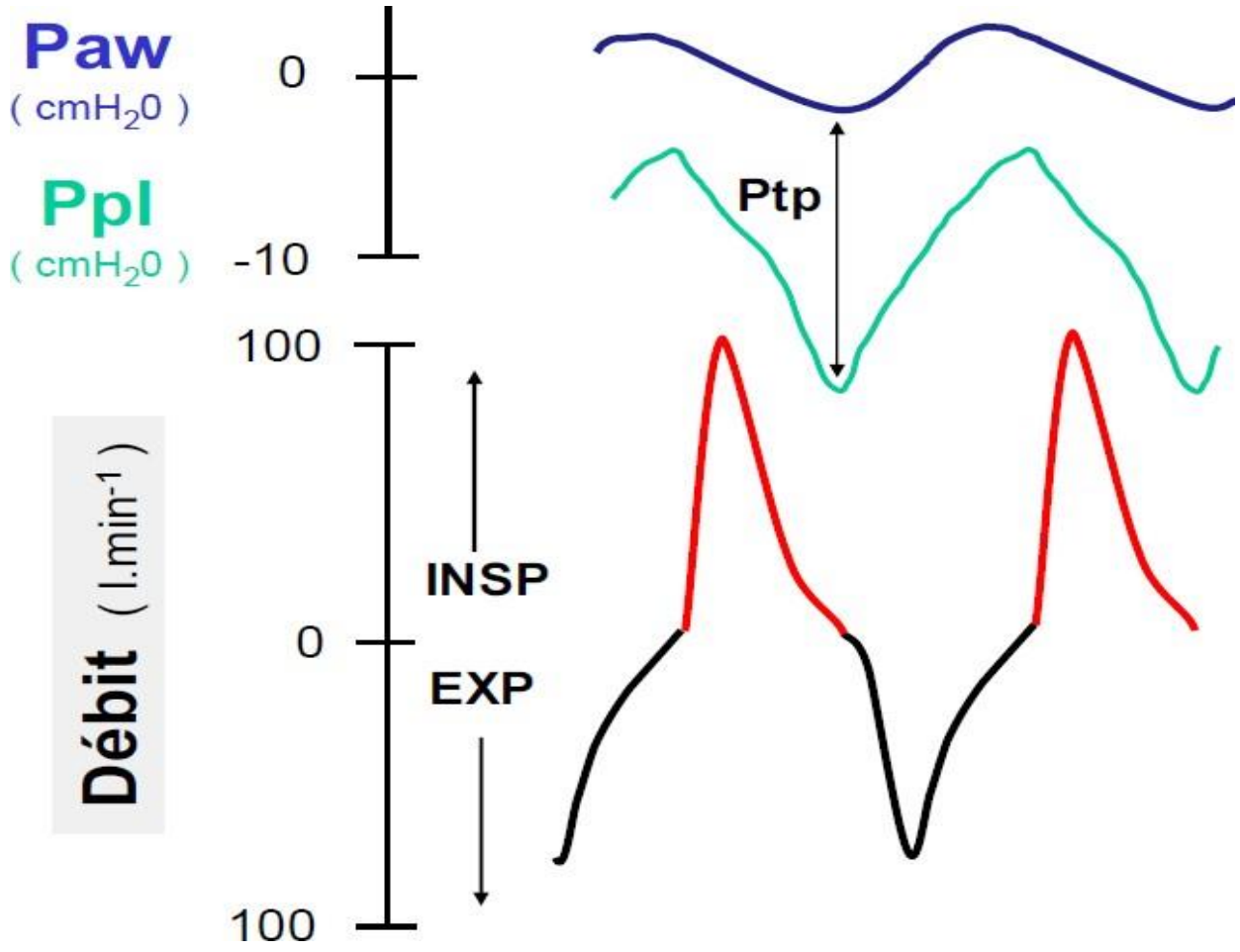
=

P-résistive + P-élastique

RESISTANCE x DEBIT **ELASTANCE x VOLUME**

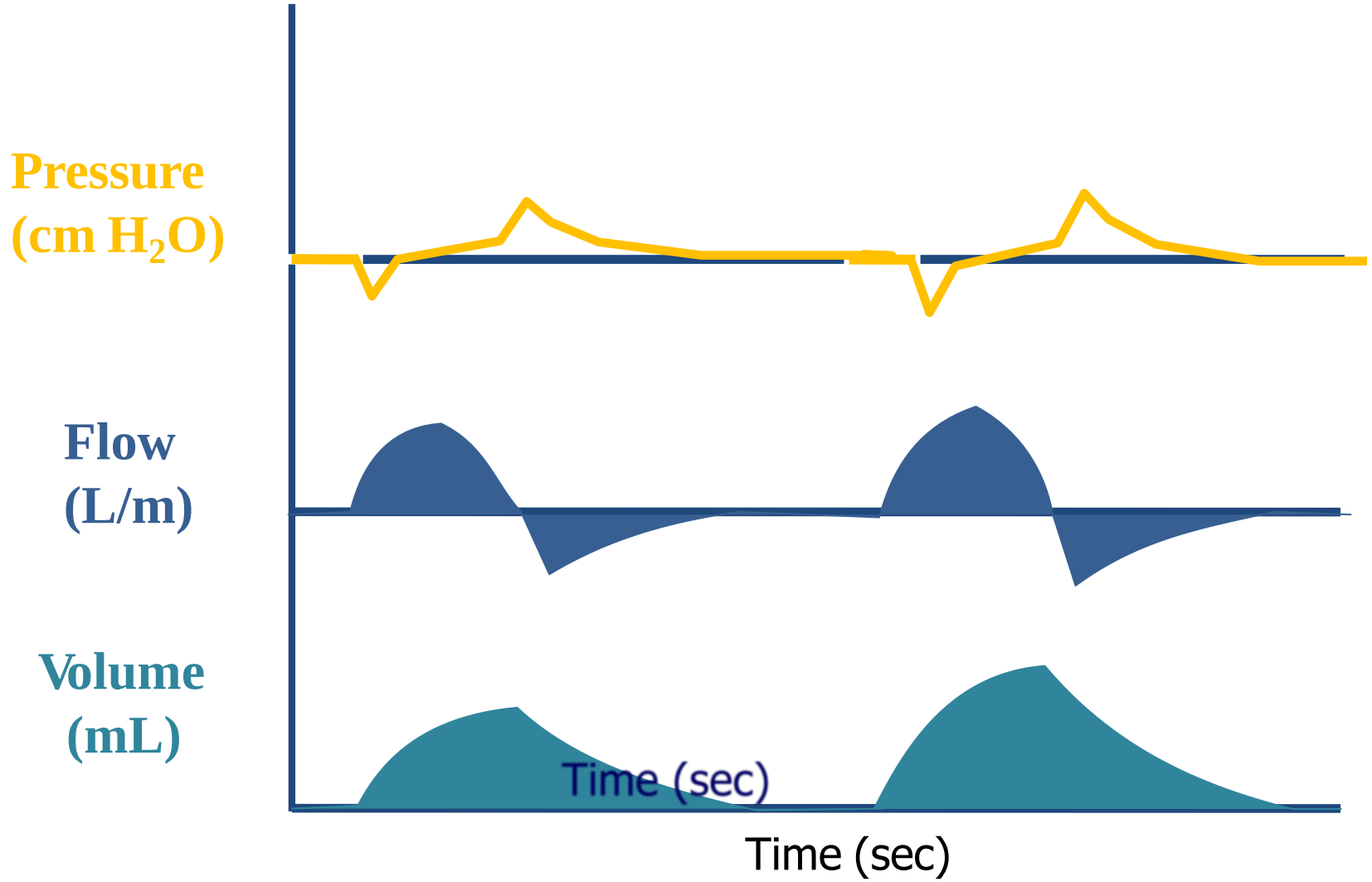
$$Paw = R \times V' + E \times V$$

Ventilation spontanée au repos



- Il existe un pic de débit pro-inspiratoire aux alentours de 100 l/min.
- La pression à la bouche et dans les voies aériennes supérieures est proche de 0.
- La pression motrice ou transpulmonaire dépend de la pression négative générée dans la plèvre par la contraction des muscles inspiratoires.

Respiration spontanée



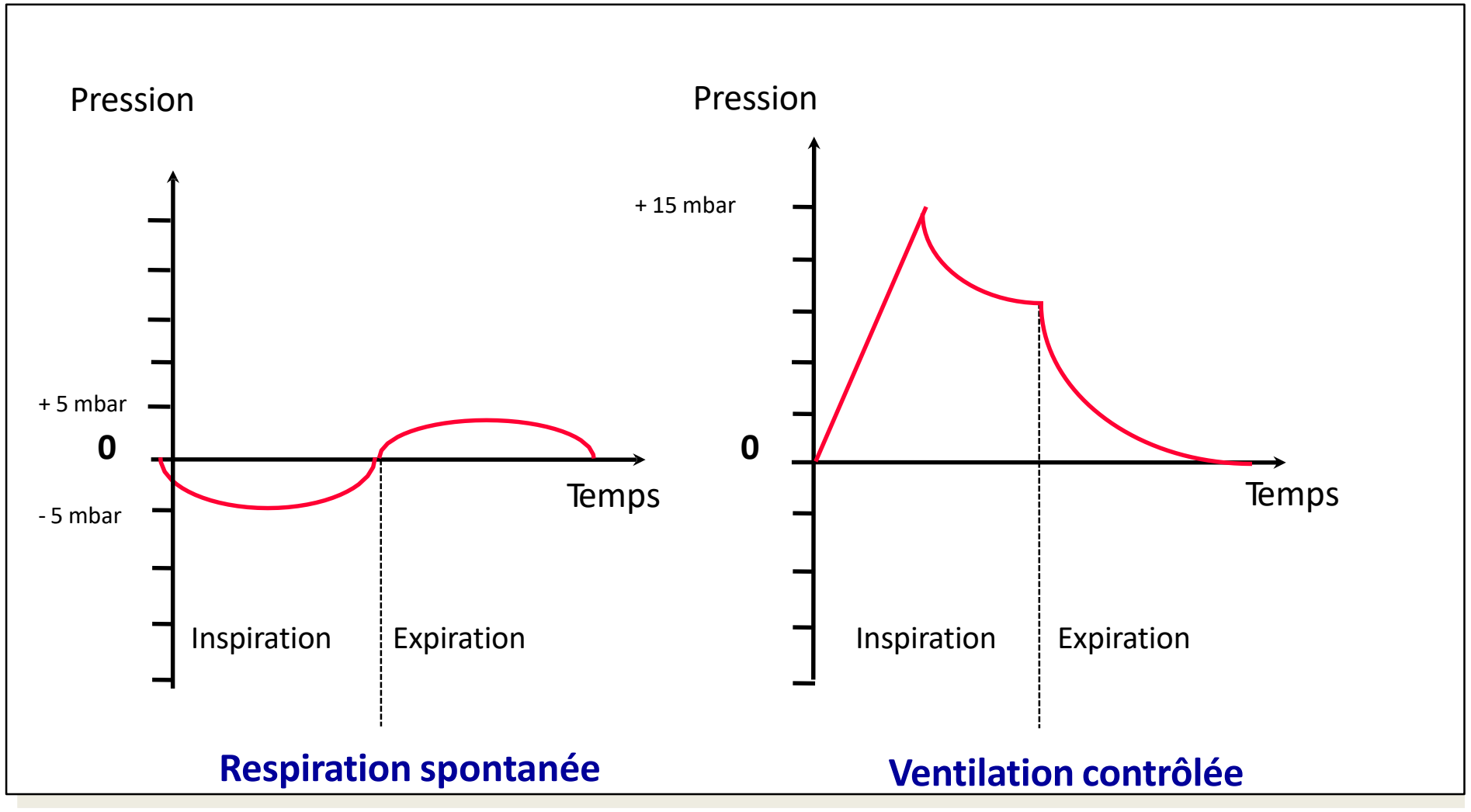
Buts de la ventilation artificielle

- **Assurer les échanges gazeux**
  - Ventilation alvéolaire suffisante pour éliminer le CO2 produit : **≠ hypercapnie**
  - Mélange gazeux permettant le maintien d'un transport d'O2 adapté aux besoins **: ≠ hypoxémie**

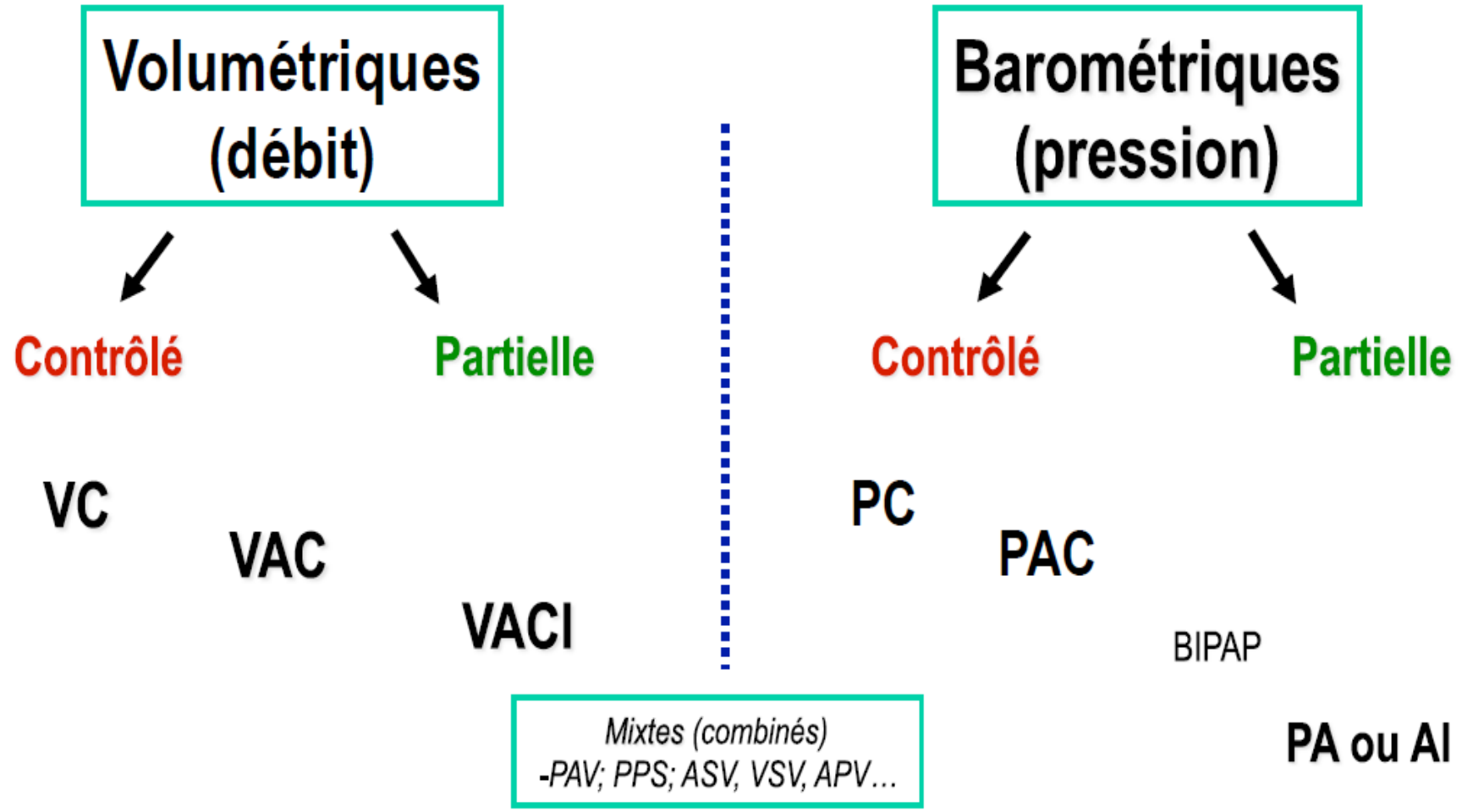
- **Prendre en charge le travail respiratoire**
  - Totalement ou partiellement : **≠ fatigue** des muscles respiratoires

- **Maintenir le volume pulmonaire**
  - Optimiser la capacité résiduelle fonctionnelle (PEP)
    ≠ Prévenir ou traiter **les atélectasies**

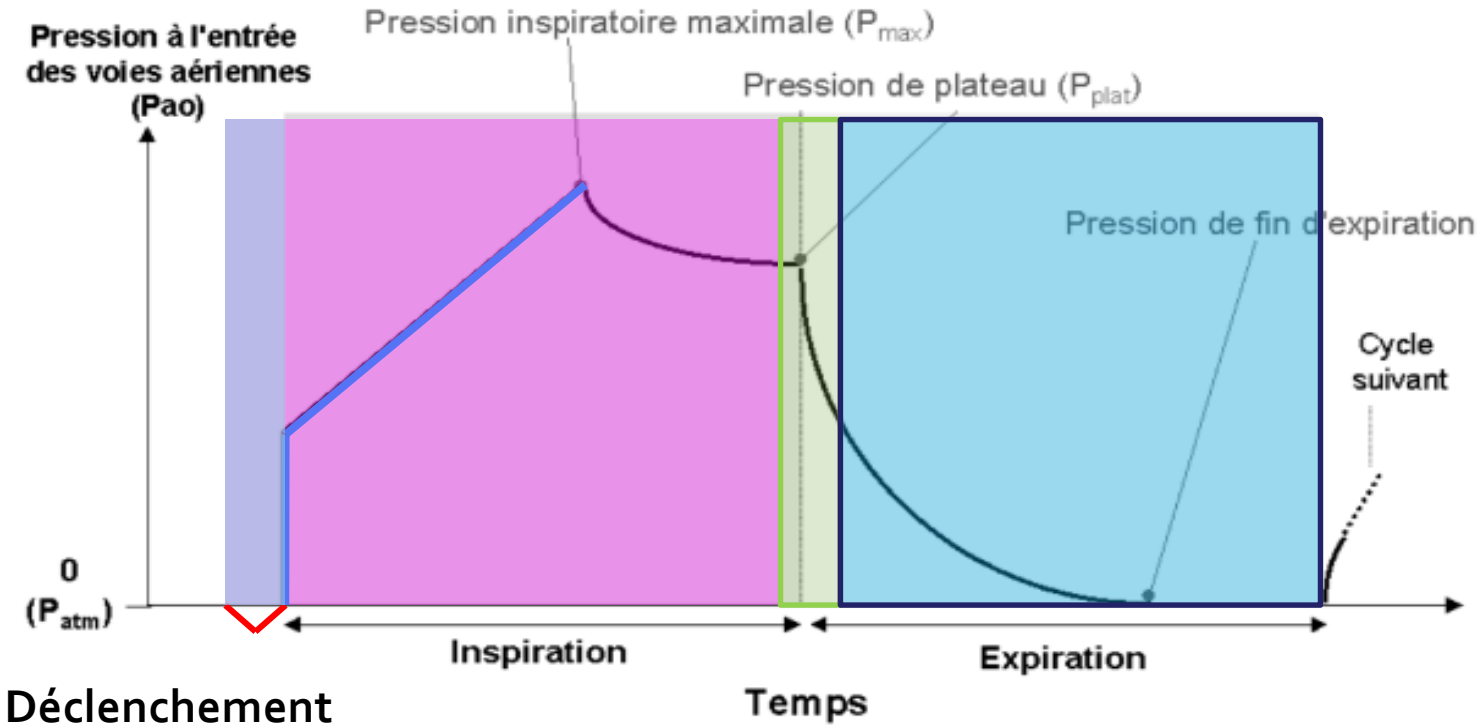
Ventilation spontanée VS Ventilation artificielle



Modes de ventilation



Le cycle respiratoire



Principes généraux

En ventilation mécanique, on distingue :

- **Ventilation contrôlée (exemple VC): L'insufflation** et le **cyclage inspiration-expiration** sont effectués à un temps déterminé. Le malade est contraint d'adopter la FR du respirateur. Le travail ventilatoire est totalement pris en charge par le respirateur.
- **Ventilation assistée-contrôlée (exemple VAC): L'insufflation** est déclenchée par un effort du malade. Le **cyclage inspiration-expiration** est effectué à un temps déterminé. Le patient a la possibilité de modifier la FR **à condition** que celle-ci soit supérieure à celle réglée sur le respirateur. Le travail inspiratoire est en principe limité à l'effort de déclenchement de l'insufflation (SI le débit d'insufflation est bien choisi).
- **Ventilation assistée (exemple Aide inspiratoire): VT, Ti et FR ne sont pas contrôlés par le respirateur**. Le malade **déclenche l'insufflation**, puis est imposée une pression inspiratoire positive. **L'expiration** est **déterminée par le patient** (cyclage). Le VT dépend donc de l'effort inspiratoire du patient, des caractéristiques élastiques du système respiratoire, des résistances inspiratoires, du Ti…

Principes généraux

Quel que soit le mode ventilatoire utilisé, il faut distinguer :

- **Les paramètres réglés par le clinicien** (par exemple volume courant dans un mode volumétrique ou pression inspiratoire dans un mode barométrique)

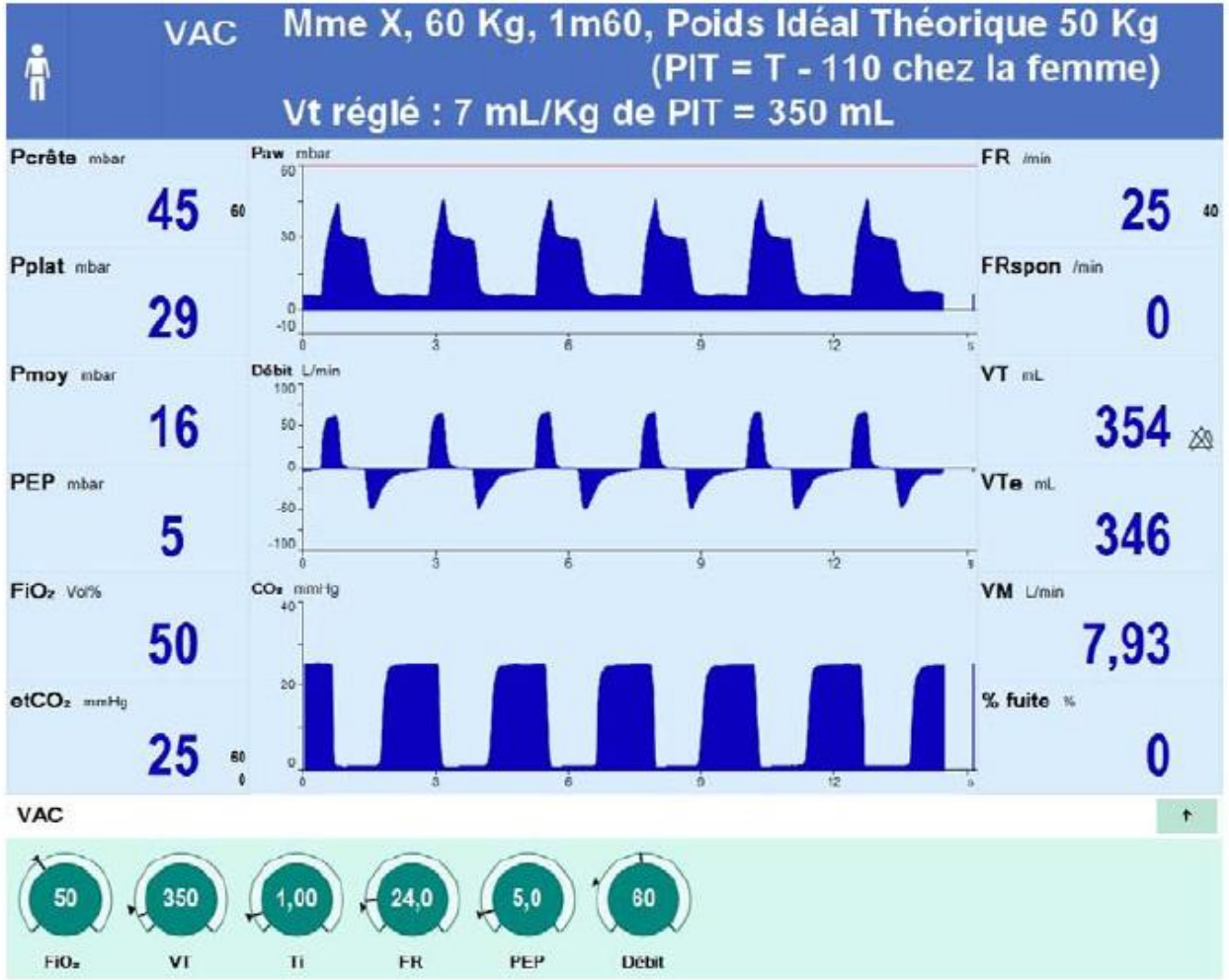
- **Les variables résultant de l'interaction entre le ventilateur** (les paramètres réglés sur le ventilateur) **et le système respiratoire du patient ventilé** (par exemple volume courant dans un mode barométrique ou pression de crête et pression de plateau dans un mode volumétrique). Ces variables doivent être monitorées. Les variables critiques doivent faire l'objet d'un réglage adéquat des alarmes.

Principes généraux

Les paramètres fondamentaux à régler et à surveiller en ventilation artificielle sont les suivants :

- **les paramètres de volume :** Le volume courant (Vt), la ventilation minute (VM)
- **Les paramètres de temps :** La fréquence respiratoire, le rapport I/E
- **Les paramètres de pression :** La pression de crête, de plateau, moyenne, PEEP, Pmax, Aide Inspiratoire
- **Les paramètres de débit :** Le débit inspiratoire, la pente de l'aide inspiratoire
- **La composition du mélange gazeux :** la FiO2

Le respirateur



Modes volumétriques
VC-VAC

VC-VAC- VACI

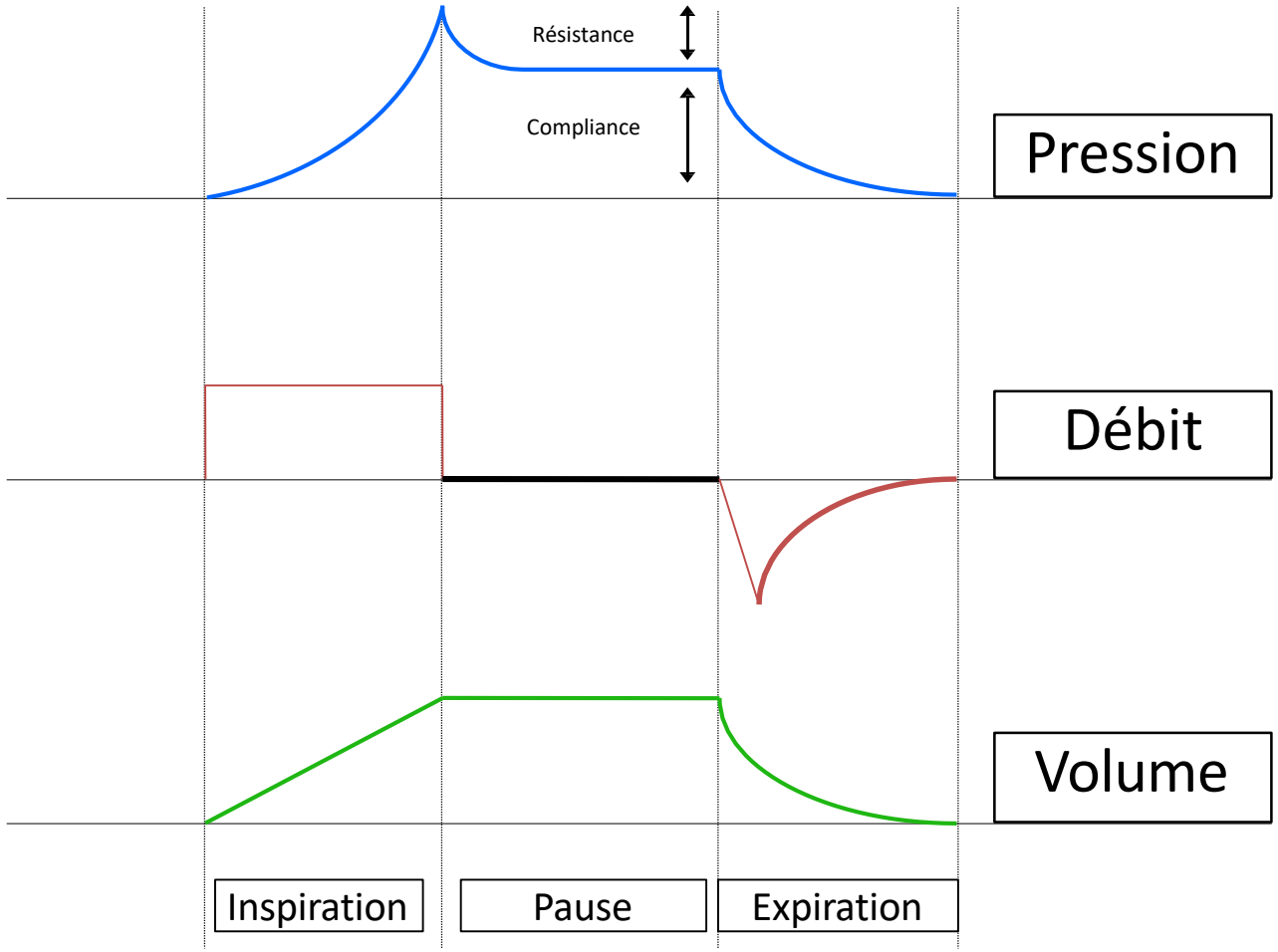
- **La ventilation à volume contrôlé (VC):**

C'est le mode de ventilation le plus simple et le plus ancien. Le ventilateur assure à lui seul la ventilation du malade. Une ventilation spontanée est impossible.

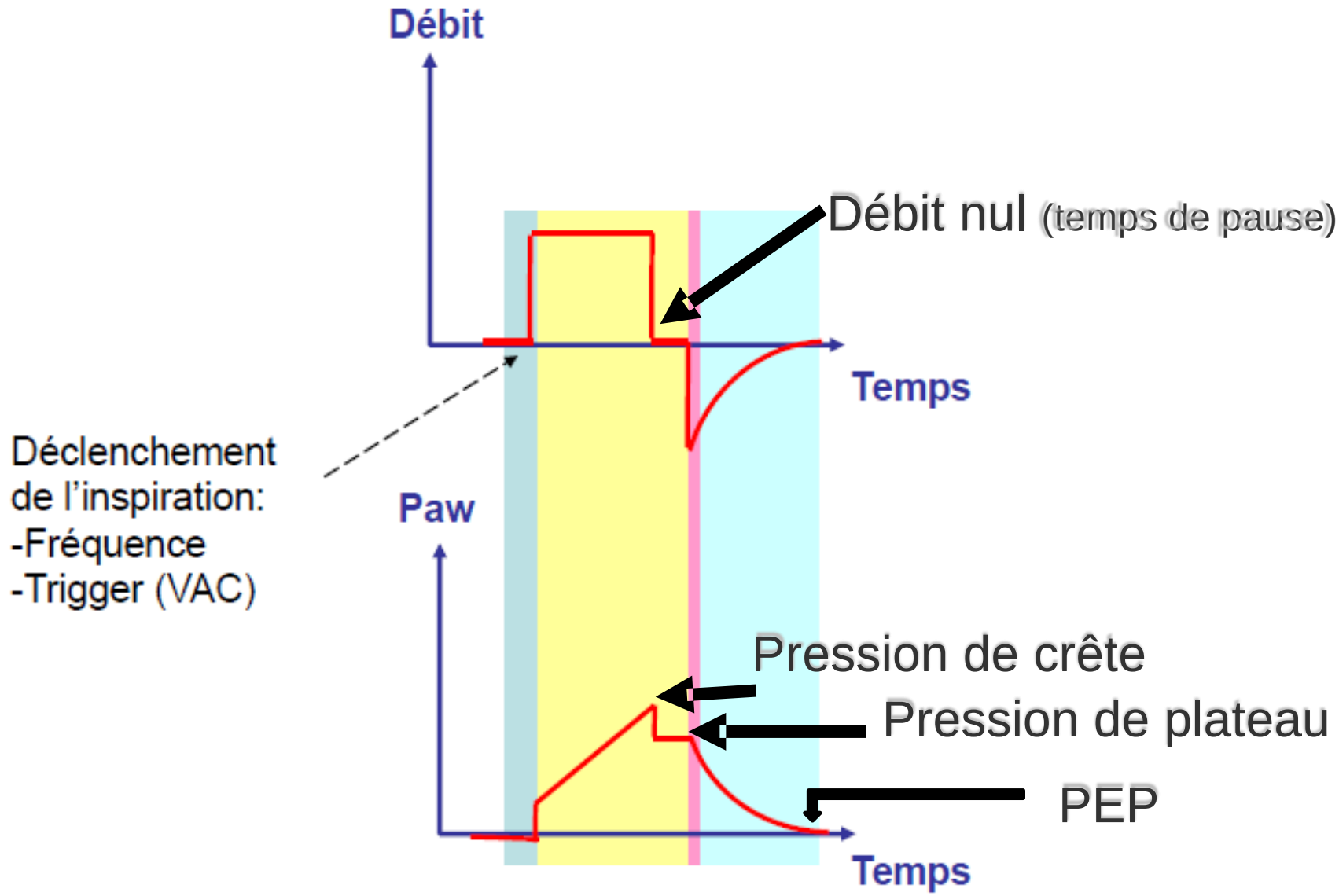
Un volume courant pré-réglé (Vt) est insufflé dans les poumons du patient à une fréquence prédéterminée, à un rapport I/E, un débit inspiratoire et une FiO2 fixés. Une pep peut également être ajustée.

- **La ventilation assistée contrôlée (VAC):** La ventilation assistée contrôlée est une ventilation contrôlée (VC) à laquelle a été rajouté un trigger **VC + Trigger = VAC**
- ***La ventilation assistée contrôlée intermittente (VACI)*** *permet au patient d'intercaler des cycles spontanés entre les cycles du ventilateur, lesquels peuvent être assistés par de l'aide inspiratoire.*

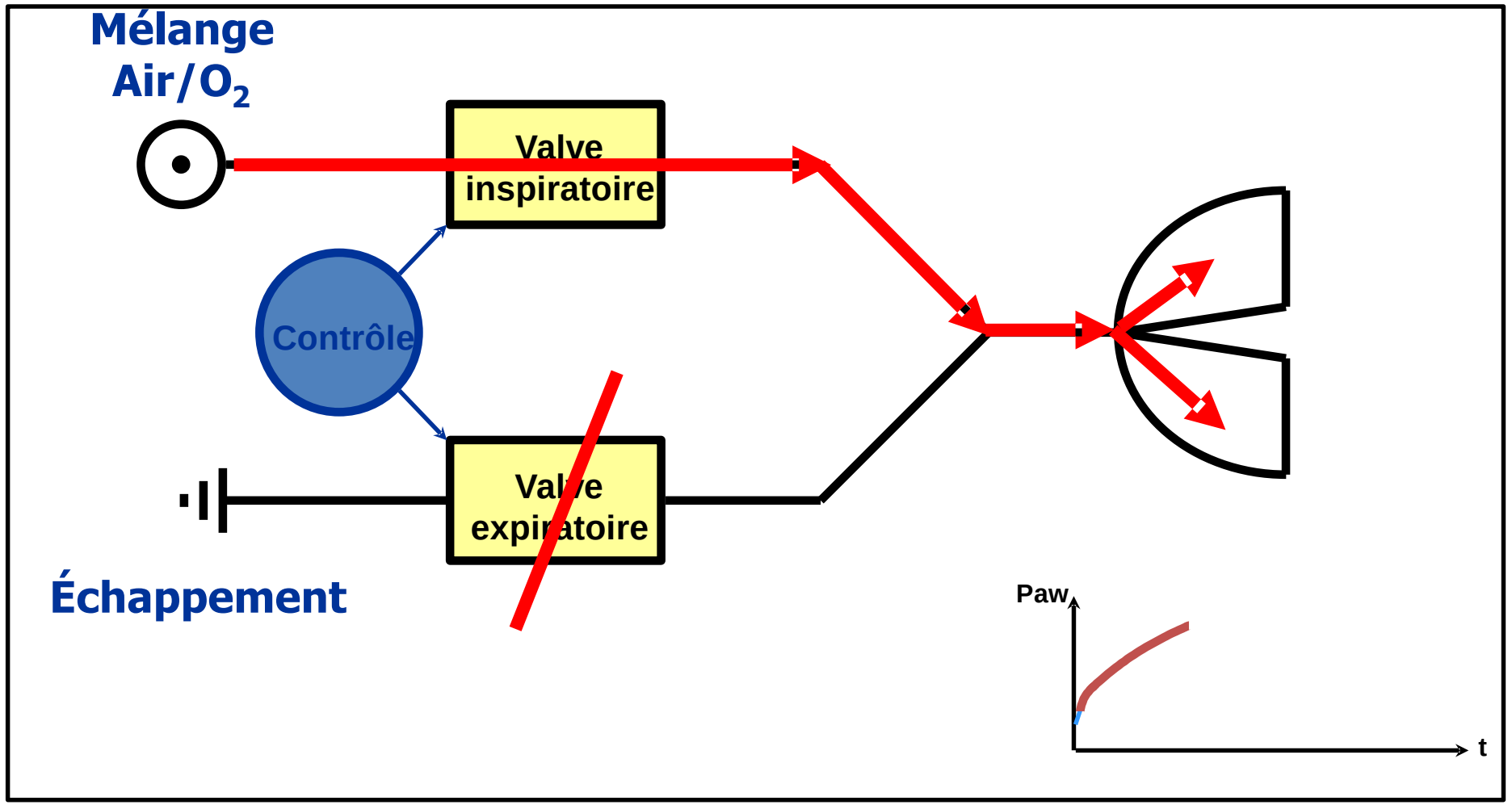
Les courbes respiratoires



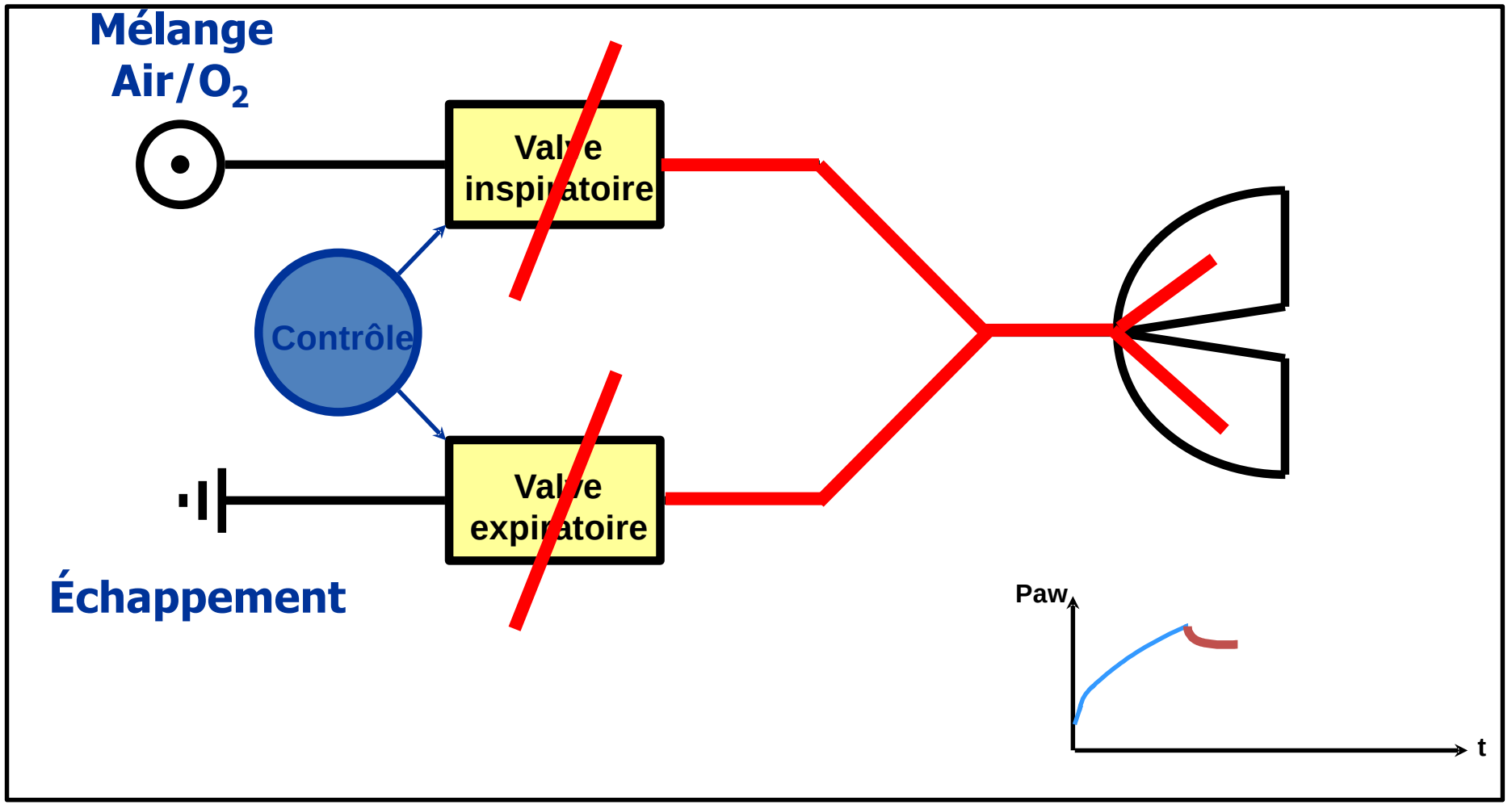
Les 4 phase du cycle ventilatoire en VC



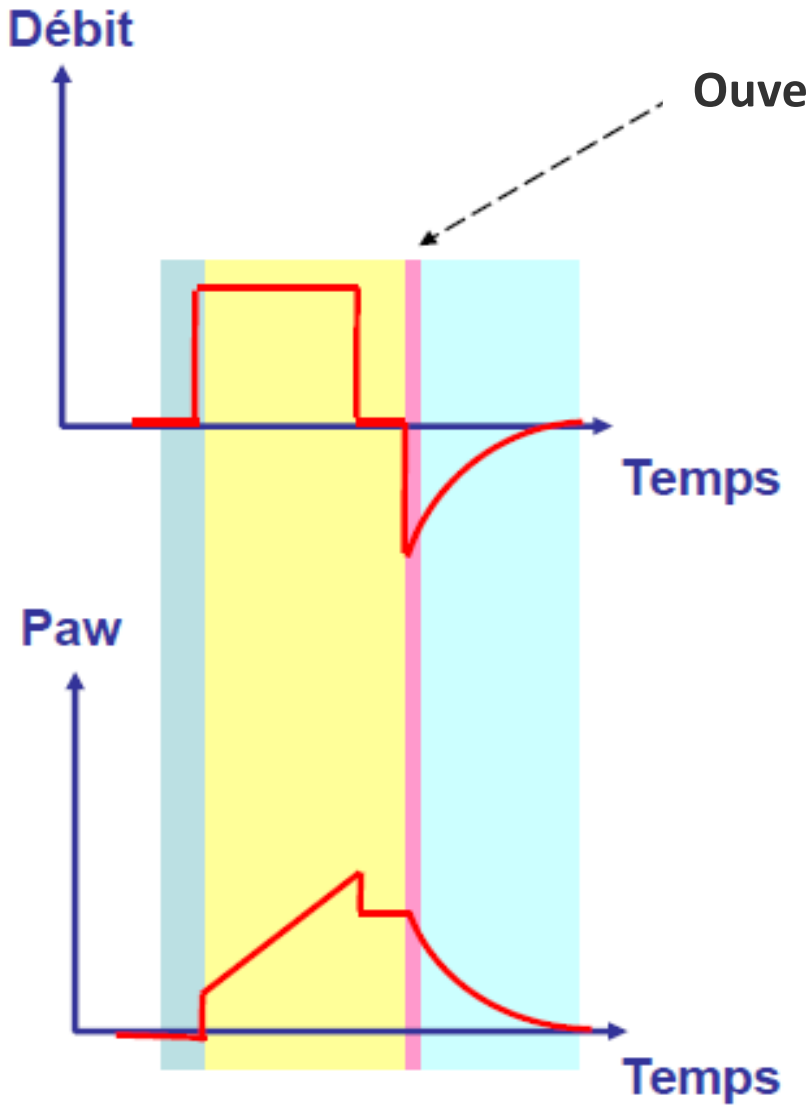
A l'inspiration



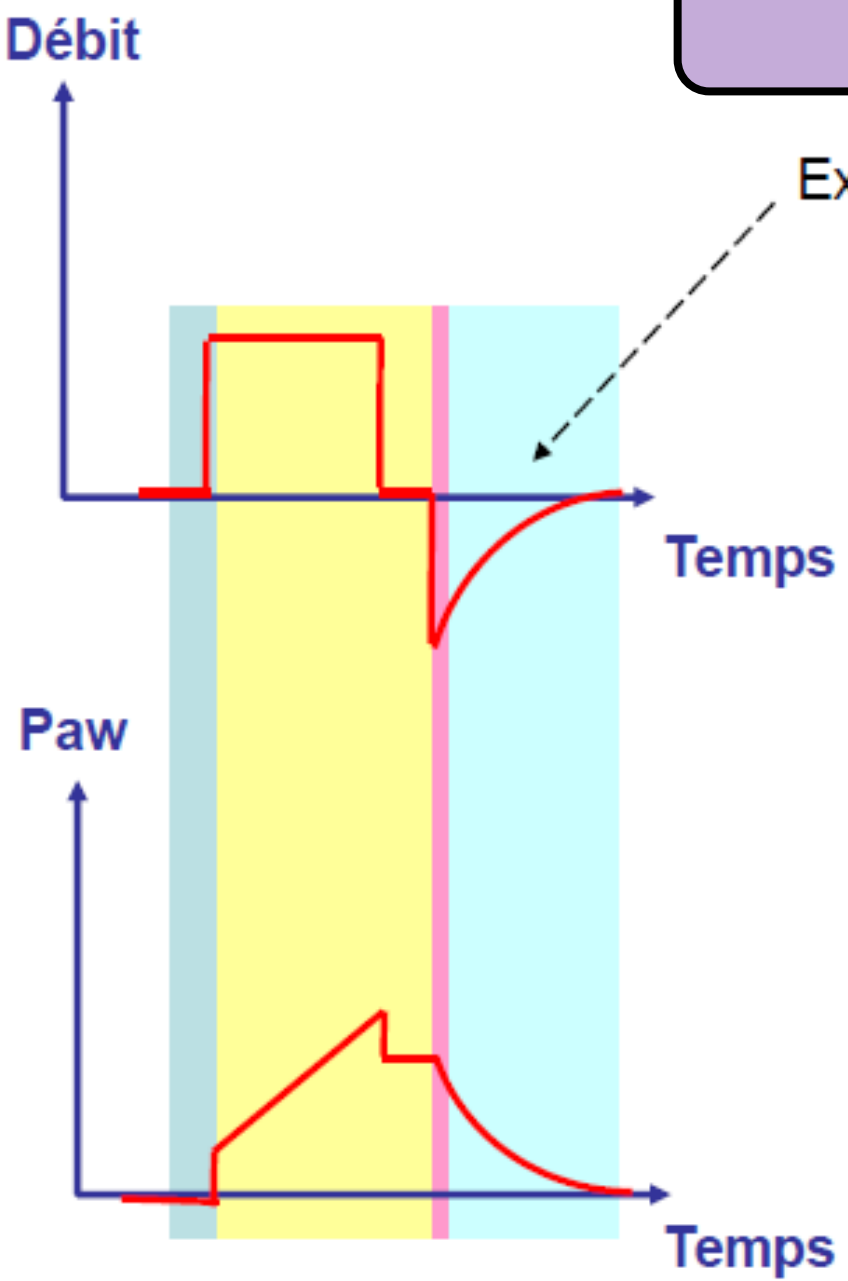
En plateau

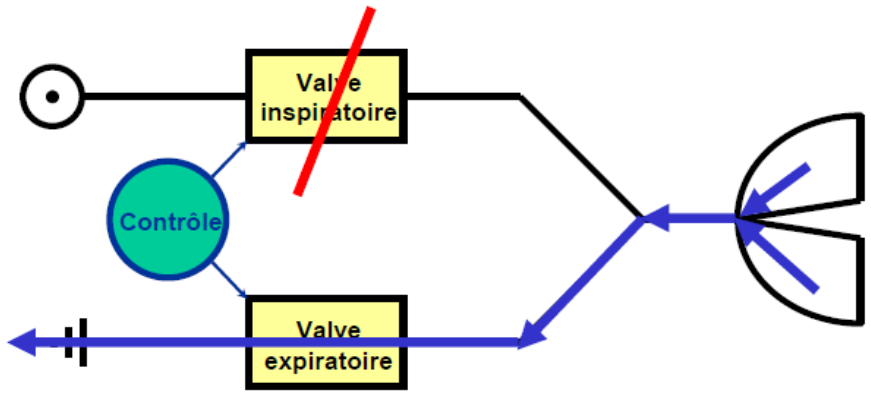

Mélange
Air/O_2
Valve inspiratoire
Contrôle
Valve expiratoire
Échappement
Paw
t

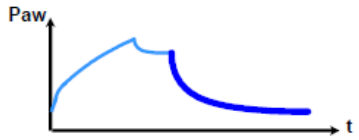
Déclenchement de l'expiration



Temps expiratoire







Ventilation assistée contrôlée (VAC)

Réglages

- Volume courant (Vt)
- Fréquence inspiratoire
- Temps inspiratoire (Ti) ou le débit d'insufflation
- Le trigger
- PEEP
- FiO2

▪ Volume courant (Vt)

- volume insufflé au patient à chaque cycle, VT 6-8 ml/Kg pour poids idéal théorique (PIT).

- fonction de la taille du patient PIT = X + 0,91 (taille en cm - 152,4)

  Femmes : X = 45, 5 Hommes : X = 50

Ventilation assistée contrôlée (VAC)

Réglages

- Volume courant (Vt)
- Fréquence inspiratoire
- Temps inspiratoire (Ti) ou le débit d'insufflation
- Le trigger
- PEEP
- FiO2

Fréquence inspiratoire

- c’est le fréquence de répétition des cycles machines
- Objectif le plus souvent de normalisation de PH
- En général 15-25/min

Ventilation assistée contrôlée (VAC)

Réglages

- Volume courant (Vt)
- Fréquence inspiratoire
- Temps inspiratoire (Ti) ou le débit d'insufflation
- Le trigger
- PEEP
- FiO2

▪ Temps inspiratoire (Ti) ou le débit d'insufflation

- soit en réglant la **proportion d'inspiration et d'expiration** par le réglage du rapport **I/E** (ex : I/E = 1/3). A partir de la fréquence respiratoire et du I/E, le ventilateur calcule un temps d'insufflation.

- soit en réglant le **débit d'insufflation (débit de pointe)** : ex. 60 L/minute (c'est-à-dire 1 L/seconde). Avec le VT et le débit, le ventilateur calcule le temps d'insufflation.

Rapport I/E

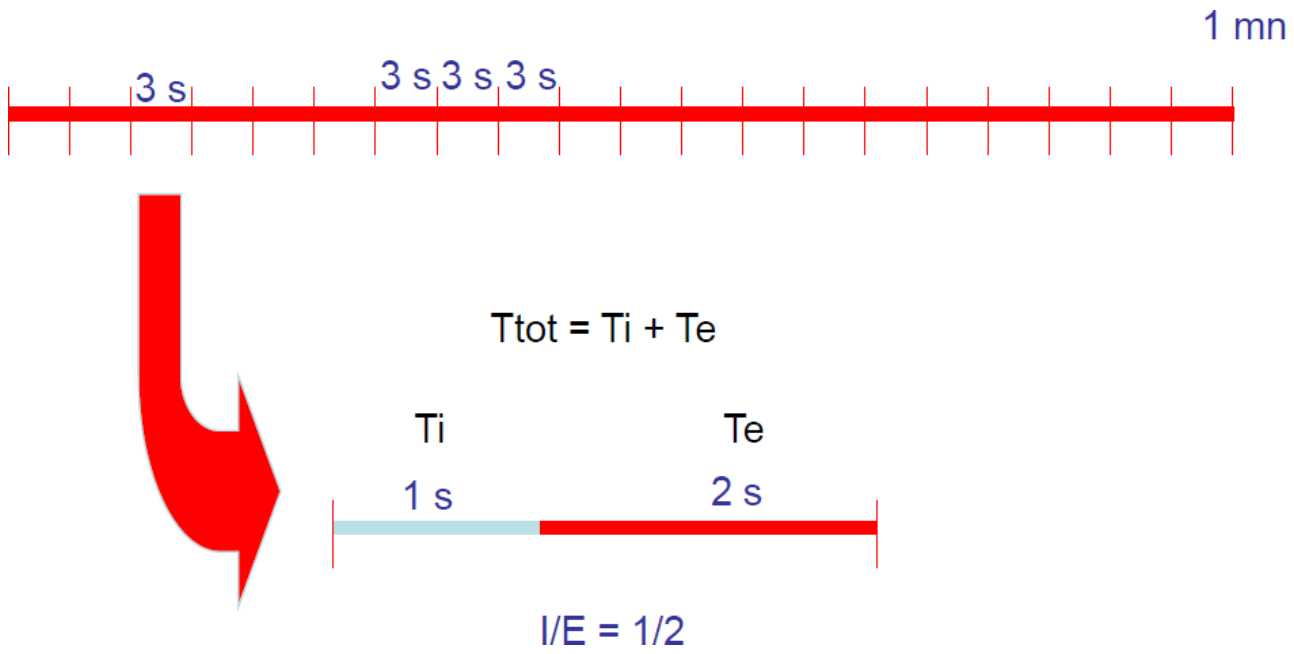
Valeur temps inspiratoire Ti divisé par temps expiratoire Te

- **Ti** composé d'un temps d'insufflation actif et d'un temps passif
  - Temps d'insufflation actif
  - Temps de plateau en % cycle total (10%)

  Arrêt de l'insufflation mais valve expiratoire fermée donc pression maintenue dans les voies aériennes)
- **Te :** temps pendant lequel la valve expiratoire est ouverte
- **I/E** = 1/2 : Te est deux fois plus long que Ti ; E = 2 X I

Rapport I/E

FR= 20/mn

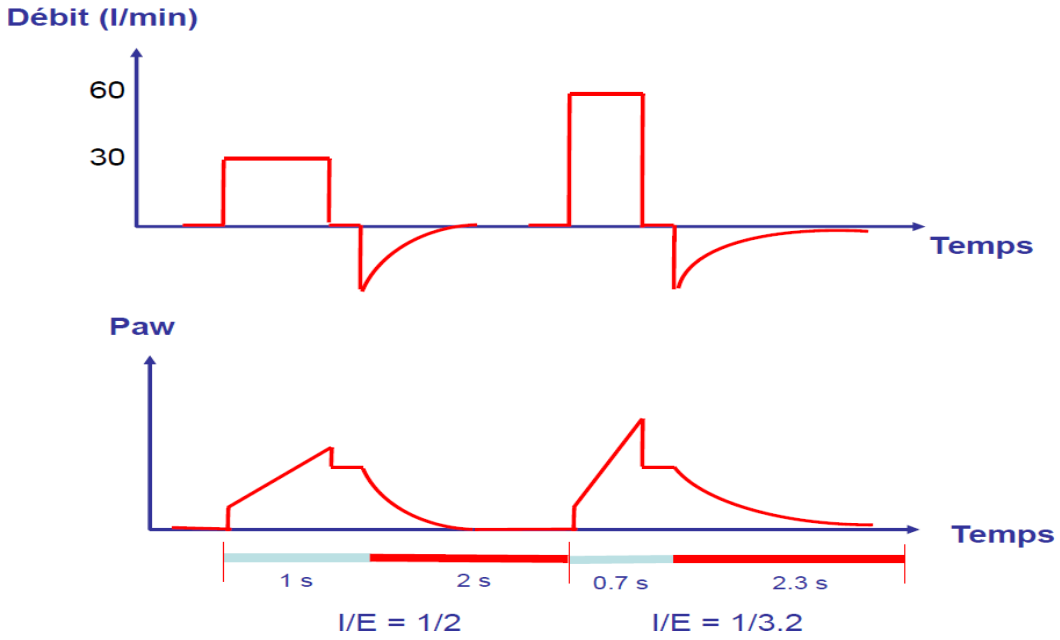


Le débit d'insufflation

Le débit d'insufflation : vitesse d'insufflation du volume courant: la vitesse à laquelle se remplissent les poumons du patient.

Un débit important (>60 L/min) permet d'allonger le temps expiratoire.

Un débit faible (< 40 L/min) permet d'allonger le temps inspiratoire.



Ventilation assistée contrôlée (VAC)

Réglages

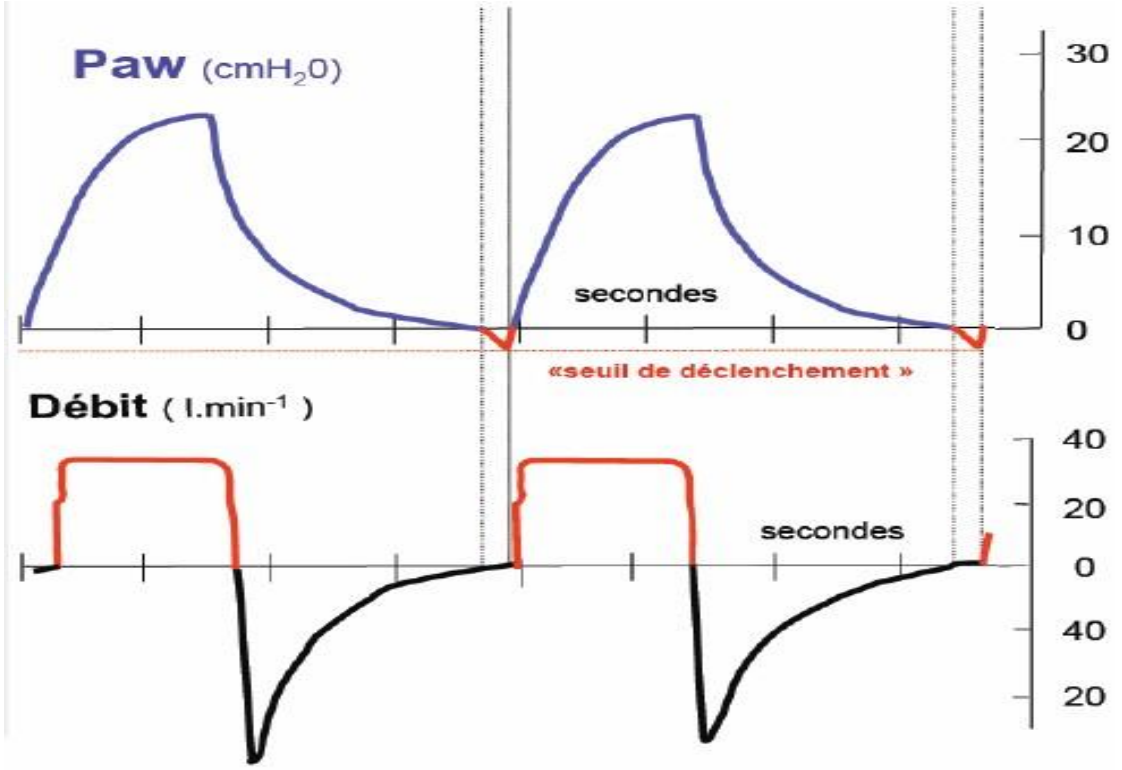
- Volume courant (Vt)
- Fréquence inspiratoire
- Temps inspiratoire (Ti) ou le débit d'insufflation
- Le trigger
- PEEP
- FiO2

Le trigger

- Seuil de déclenchement ou seuil de détection .
- Sert à : ➔ détecter l'appel inspiratoire du patient

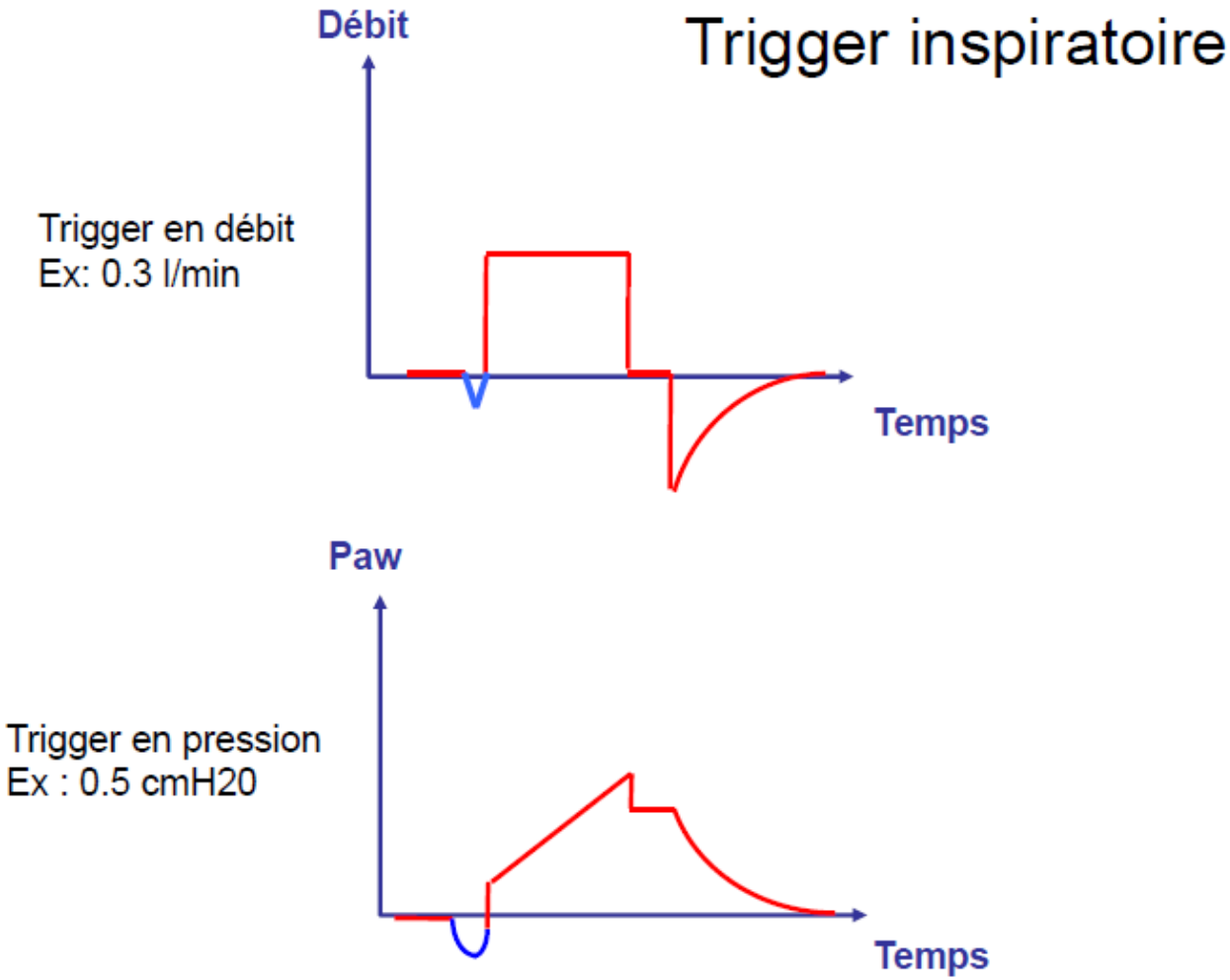
  ➔ le différencier d'un artefact dû au système mécanique

  ➔synchroniser le ventilateur avec l'effort du patient



Le trigger

Deux modes: Débit - Pression



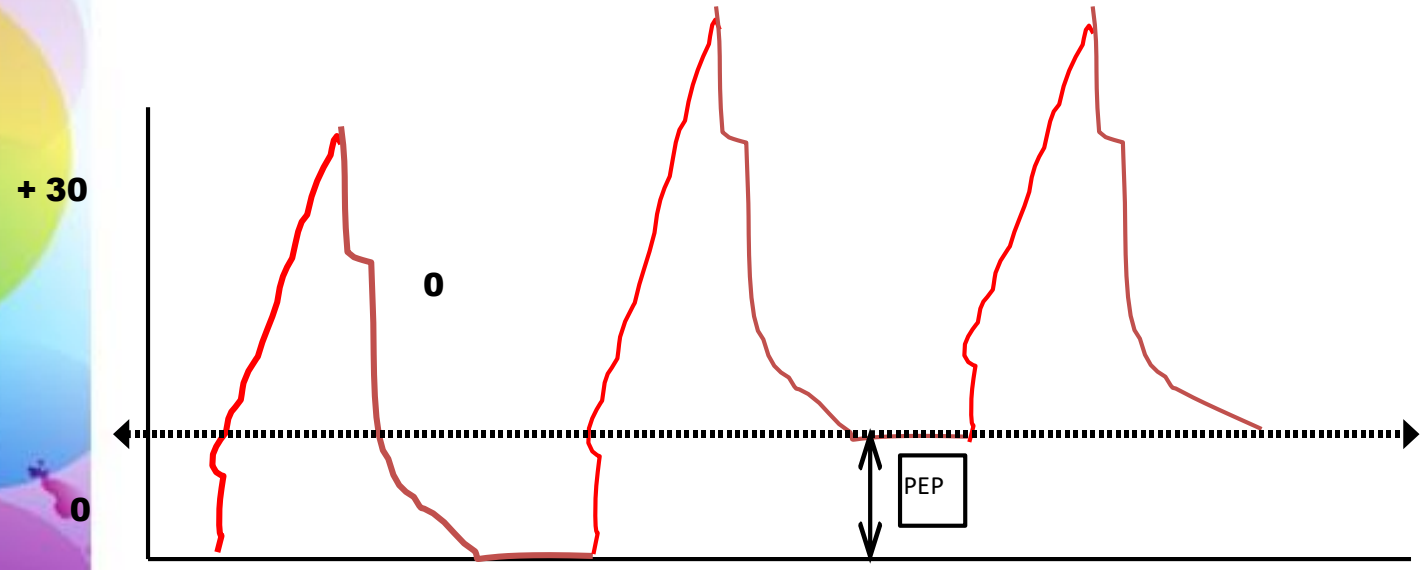
Ventilation assistée contrôlée (VAC)

Réglages

- Volume courant (Vt)
- Fréquence inspiratoire
- Temps inspiratoire (Ti) ou le débit d'insufflation
- Le trigger
- PEEP
- FiO2

Pression Expiratoire Positive (PEP)

- P résiduelle dans voies aériennes pendant l'expiration



▪ Pression Expiratoire Positive (PEP)

Avantages :

En maintenant ouvertes certaines alvéoles en fin d'expiration, elle permet :

•une augmentation du recrutement alvéolaire

•une limitation du risque d'atélectasies en maintenant les alvéoles ouvertes.

•une augmentation de la capacité résiduelle fonctionnelle (C.R.F.).

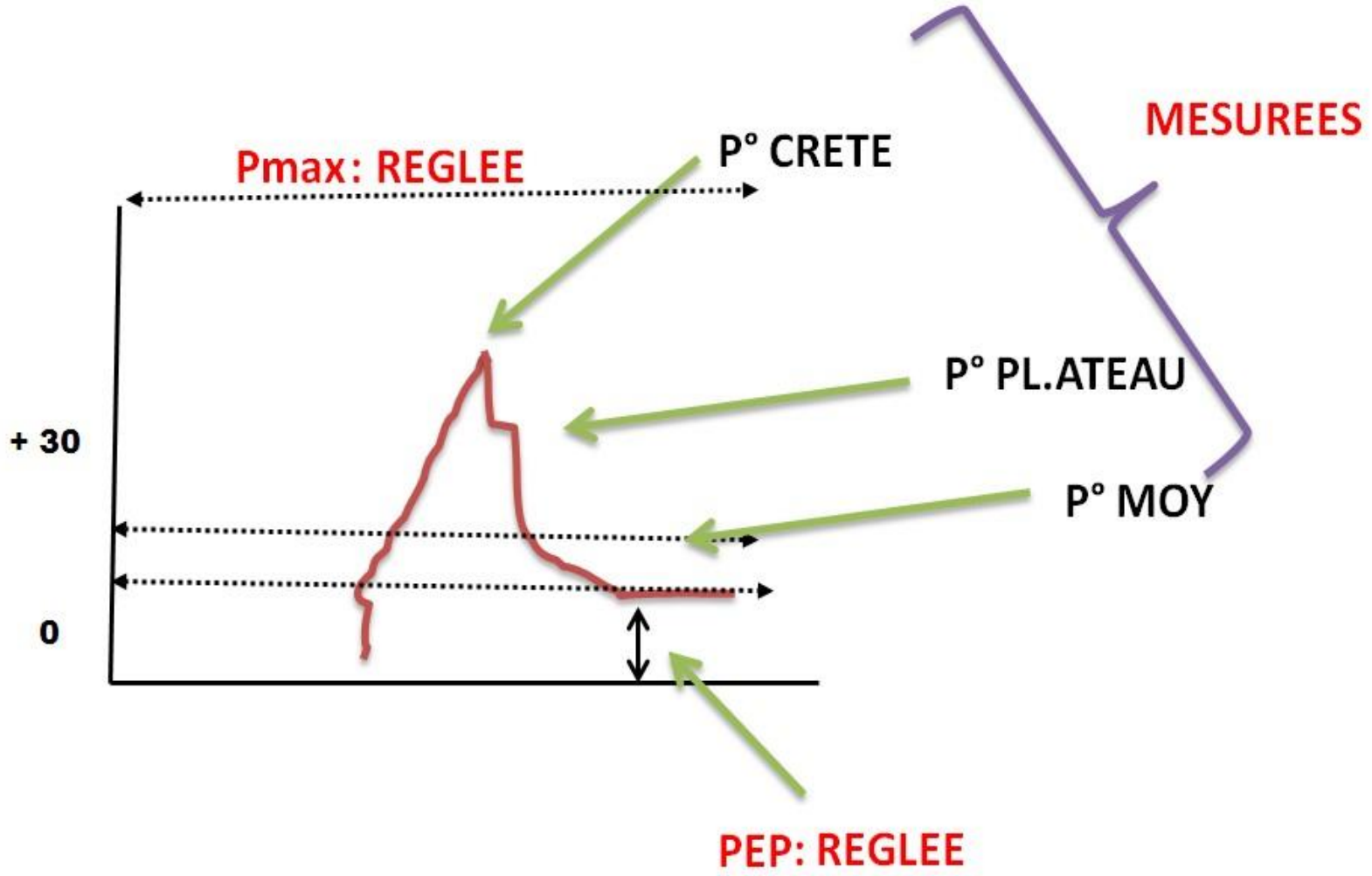
•une amélioration possible de la compliance thoraco-pulmonaire.

Inconvénients :

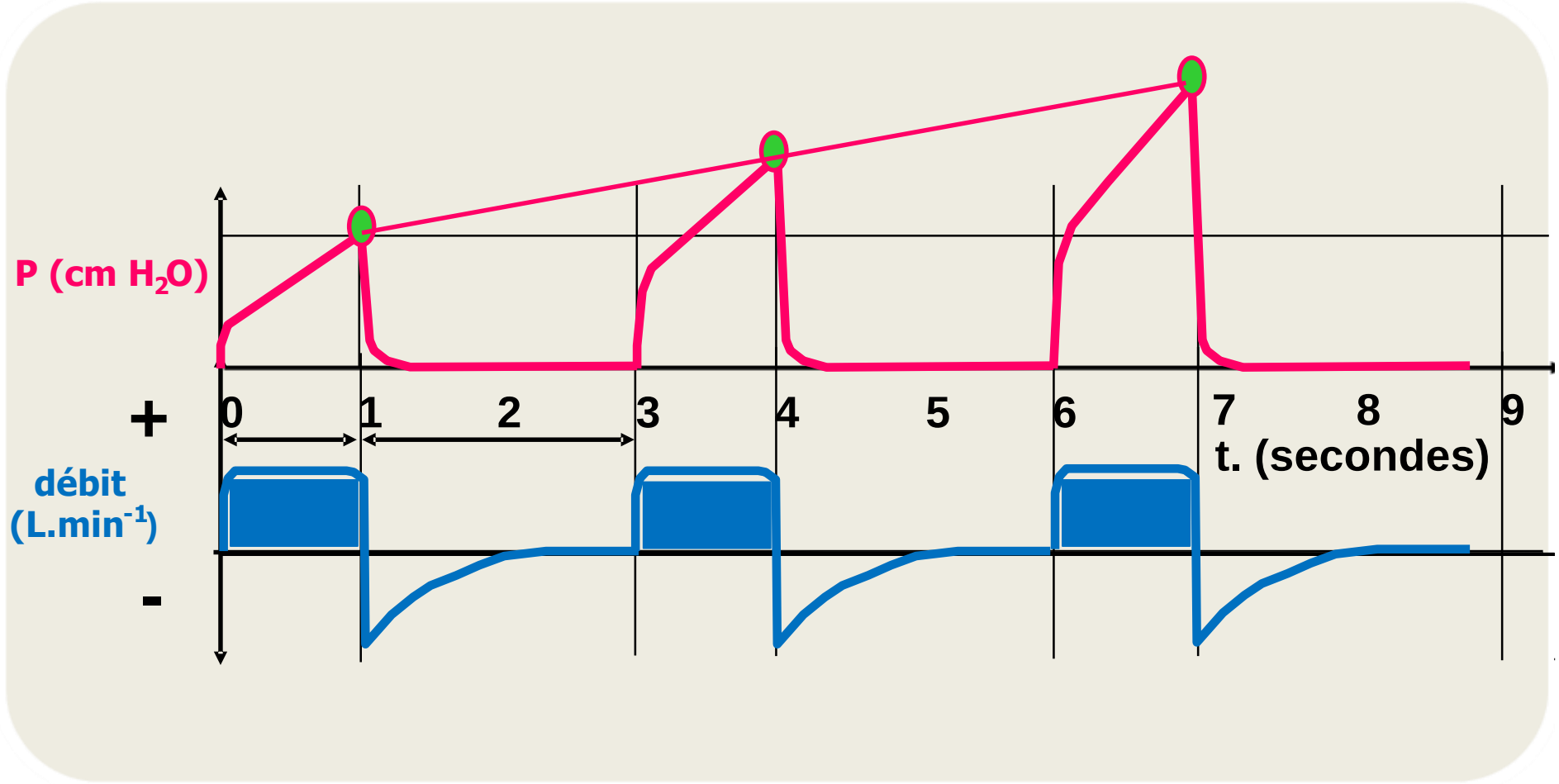
•Retentissement hémodynamique.

•Augmentation du risque de barotraumatisme.

Surveillance

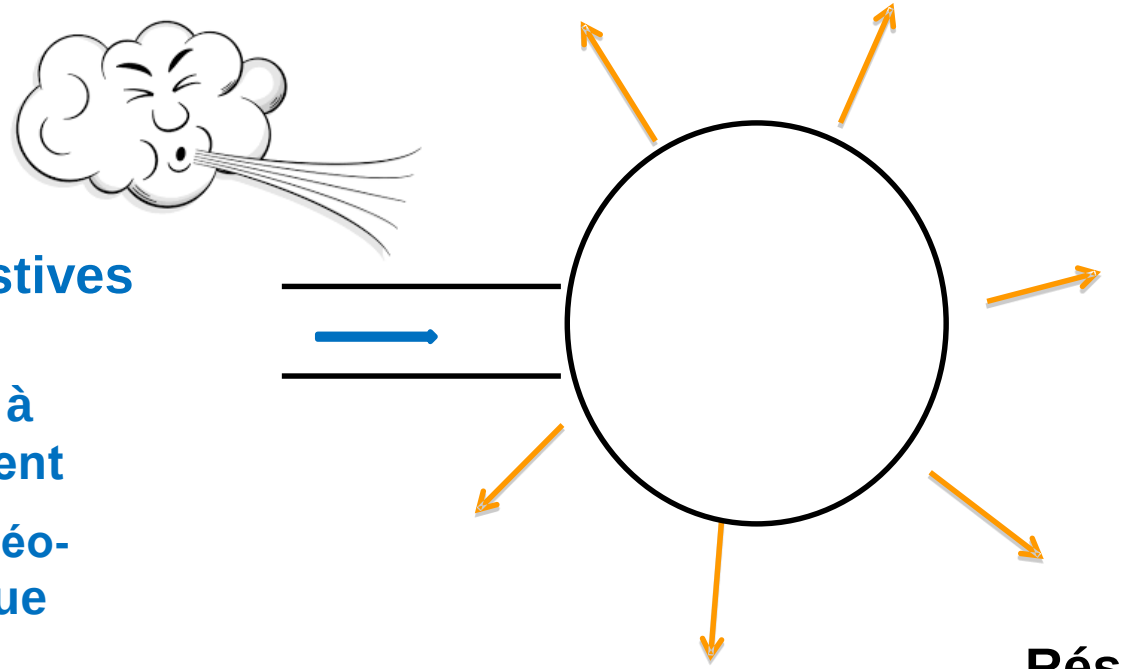


Volume Contrôlé (VC)



Le volume réglé est "bien délivré",
mais la pression est non controlée: risque barotraumatique

Résistance ? Compliance ?



Forces résistives

=

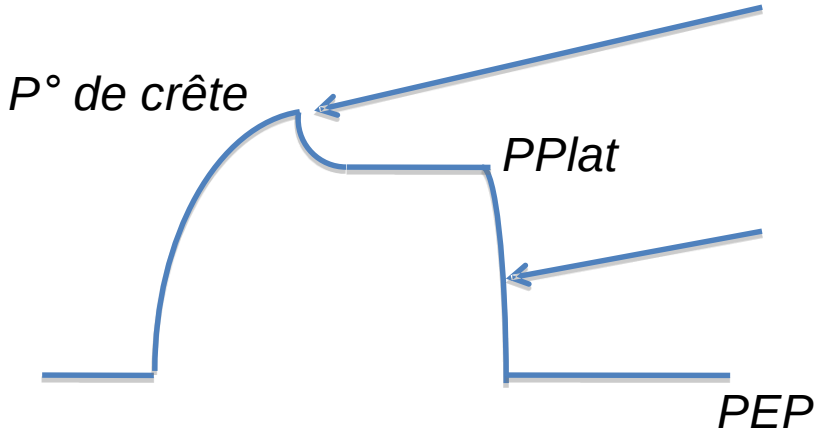
obstacle à l'écoulement

l'arbre trachéo-bronchique

Forces élastiques/compliance sytème respiratoire (poumon + paroi)

=

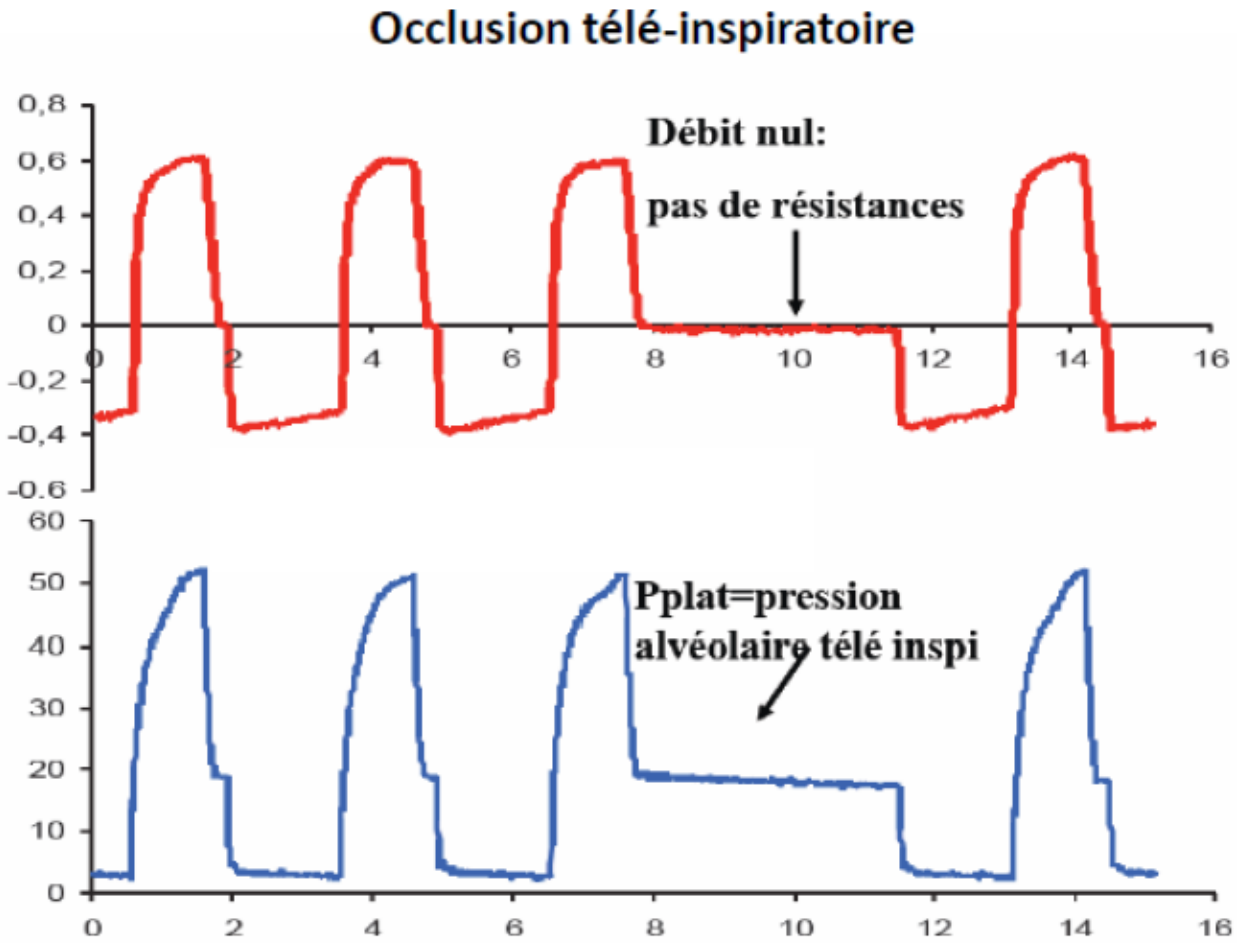
Capacité du poumon à modifier son volume en de pression



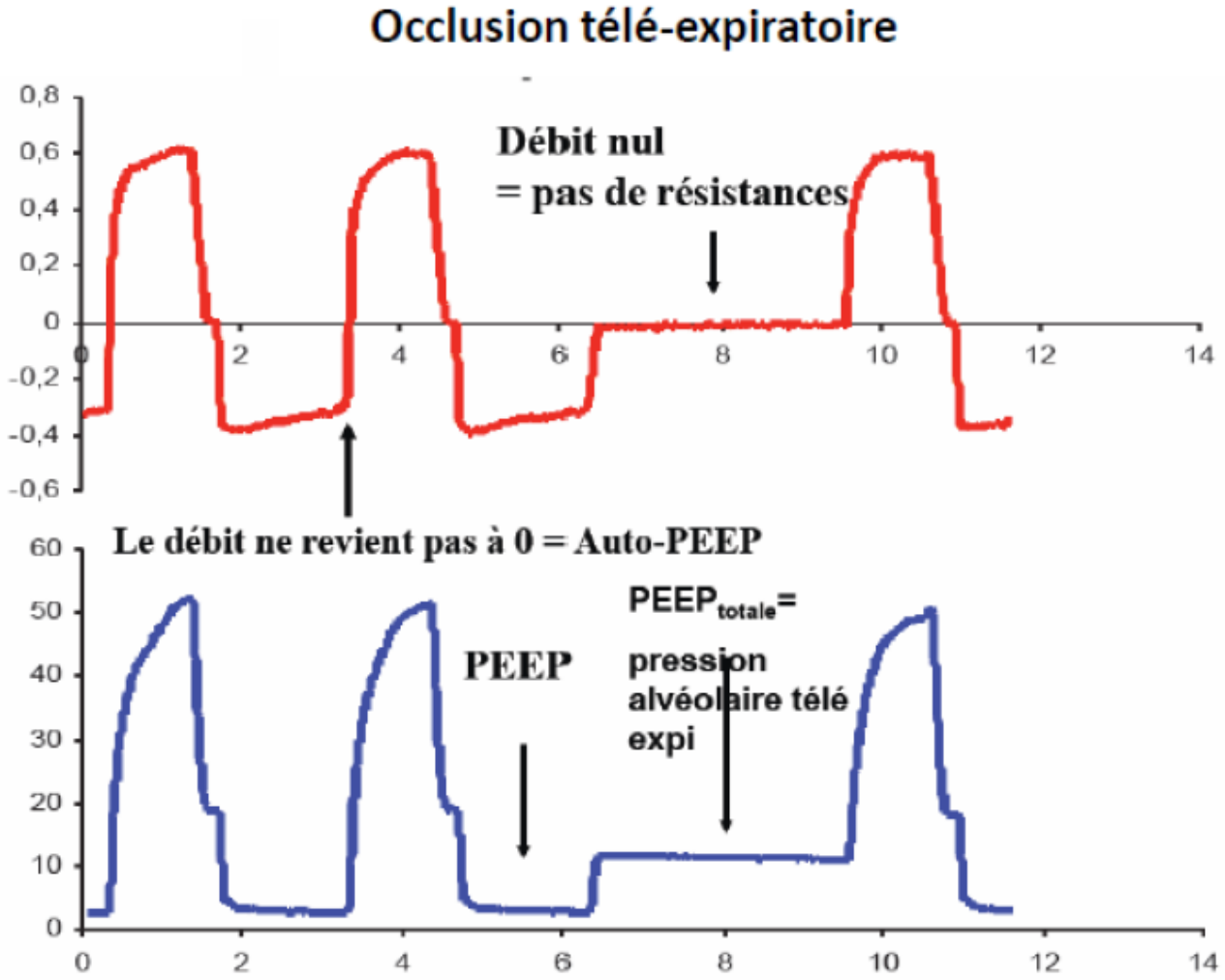
Résistance= (Pcrête-Pplat) / débit$_{insp}$

Compliance= Vt / Pplat-PEP

Pression de plateau



AutoPEP


Occlusion télé-expiratoire
Débit nul
= pas de résistances
Le débit ne revient pas à 0 = Auto-PEEP
PEEP
PEEP totale=
pression
alvéolaire télé
expi

Ventilation assistée contrôlée (VAC)

Réglages

- Volume courant (Vt)
- Fréquence inspiratoire
- Temps inspiratoire (Ti) ou le débit d'insufflation
- Le trigger
- PEEP
- FiO2

Modes barométriques
PC-PAC-AI

Ventilation en pression contrôlée (PC)

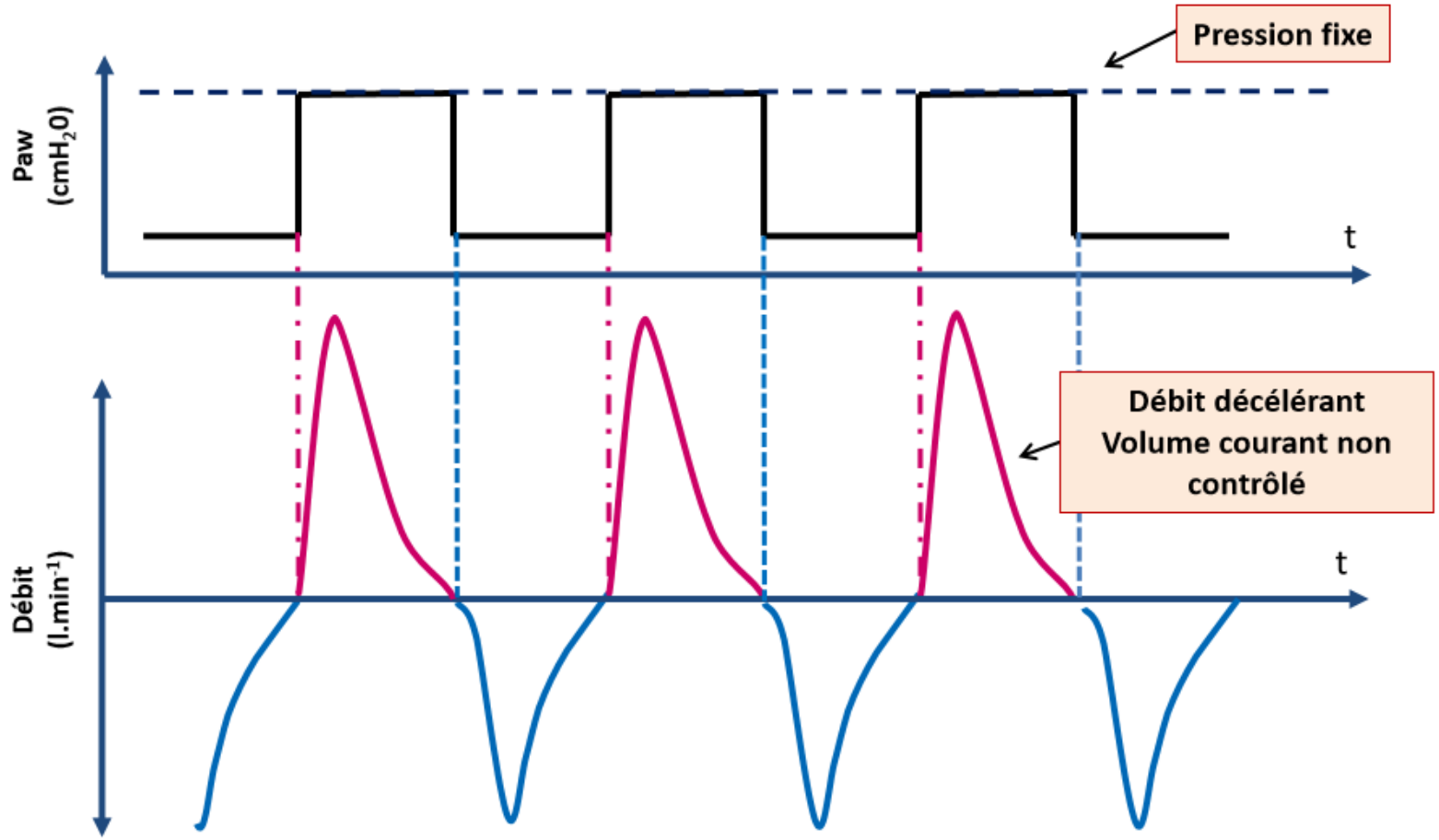
➢ *Réglages*

- **Pression consigne** : pression inspiratoire de pointe.

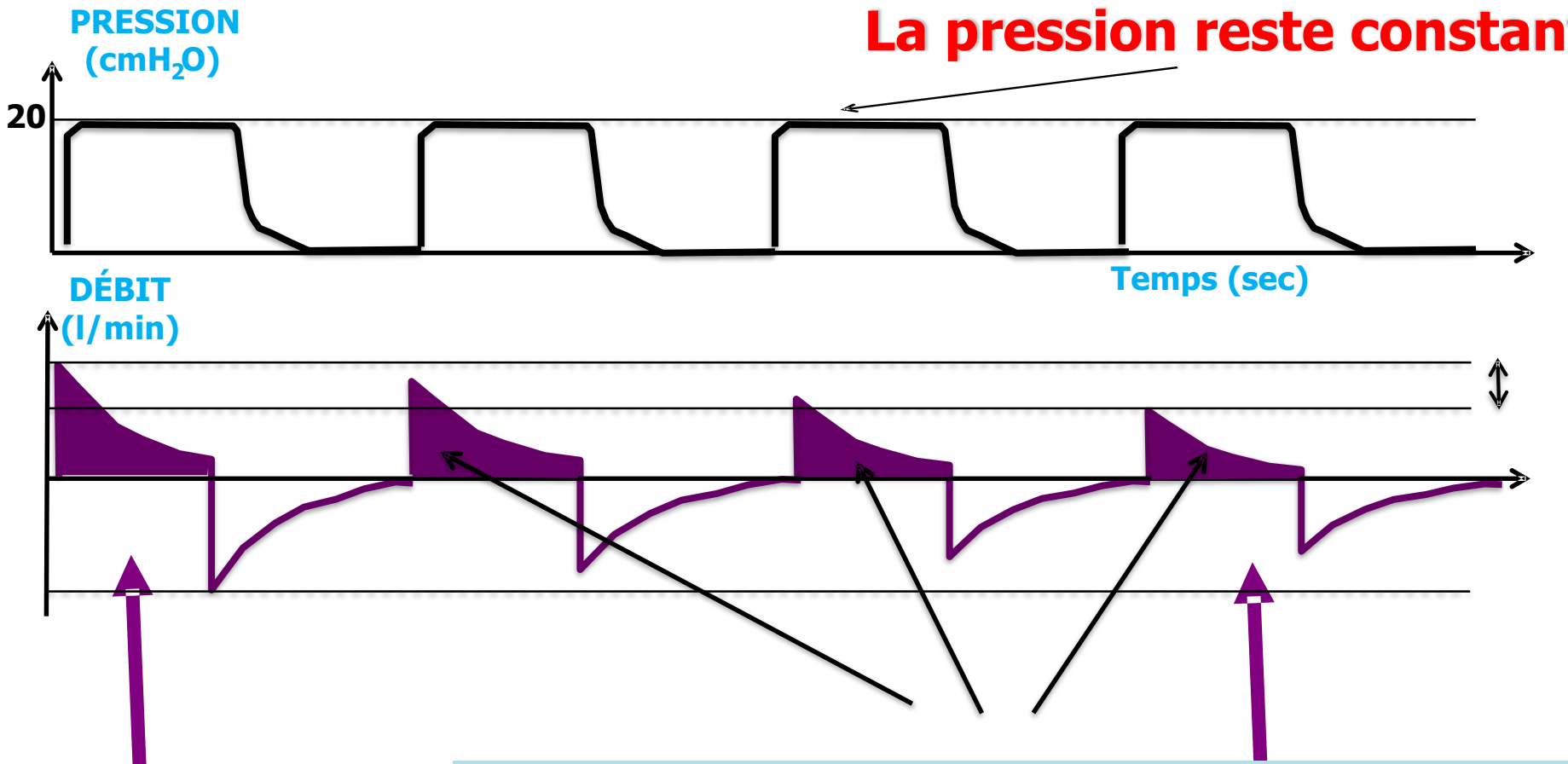
Une valeur maximale de pression inspiratoire de 30 cmH2O ne doit pas être dépassée

- **Temps inspiratoire**
- **Fréquence respiratoire**
- **Pente, temps de pressurisation**
- **PEEP**
- **FiO2**

Ventilation en pression contrôlée (PC)



Pression Controlée



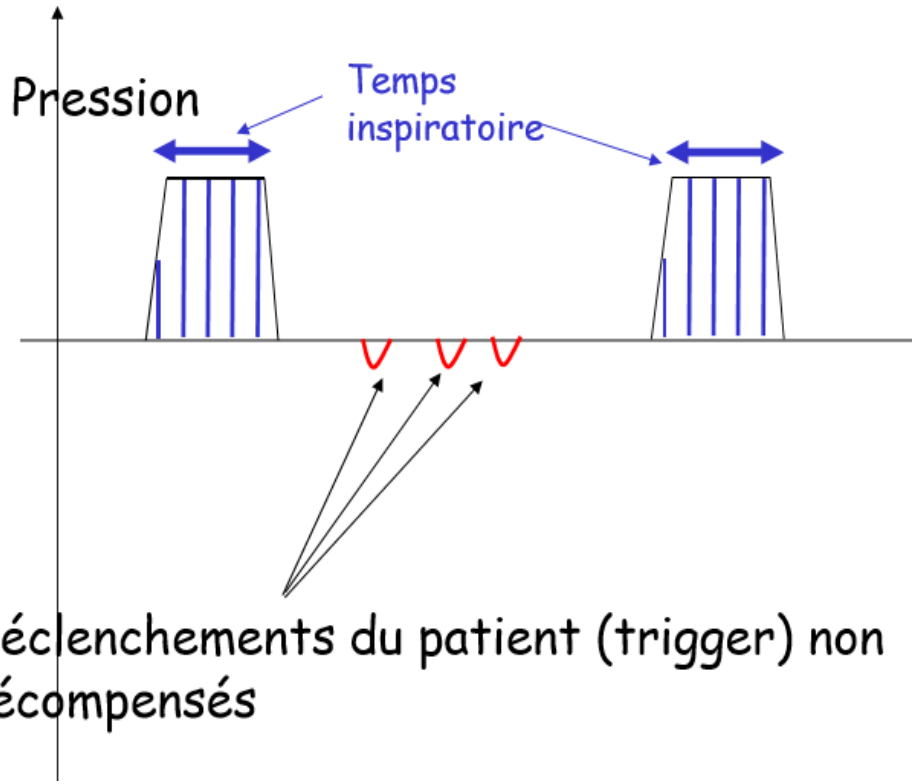
Sous l'effet d'une réduction de la compliance,
le volume délivré chute à chaque cycle ventilatoire

VT = 500 ml

VT = 250 ml

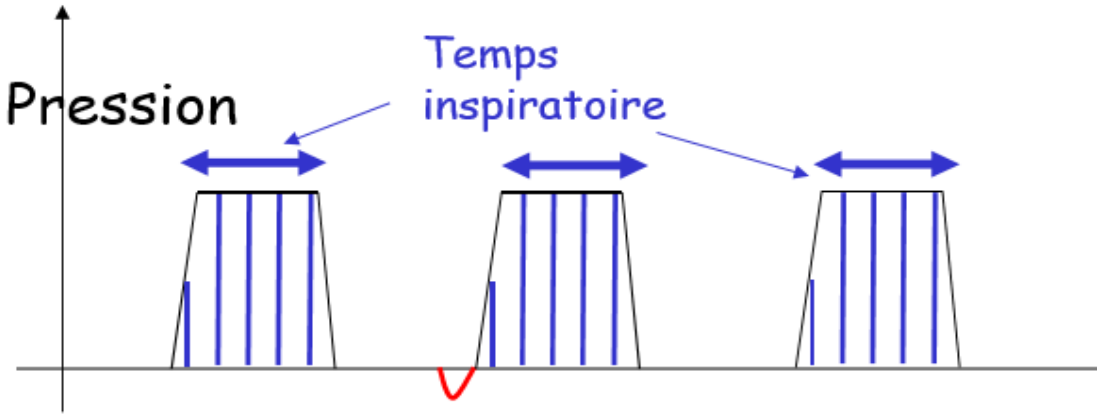
PC-PAC

Mode en pression PC



Déclenchements du patient (trigger) non récompensés

Mode en pression PAC



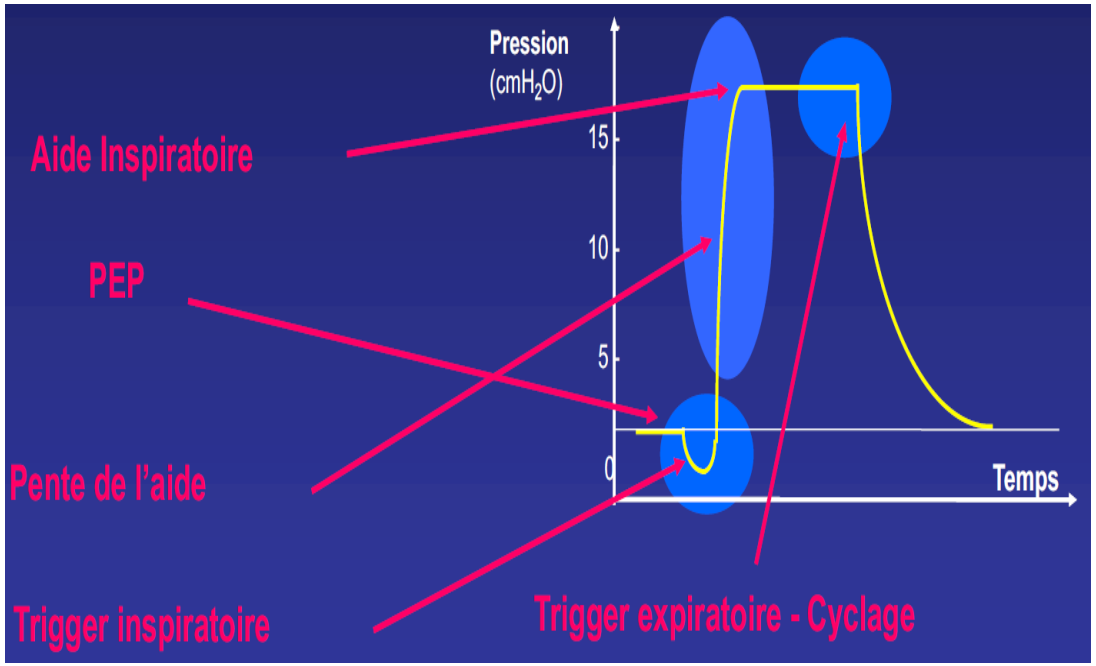
Aide inspiratoire (VS-AI)

- Le patient maintient une activité respiratoire, ce qui diminue la tendance à l'atrophie des muscles respiratoires.
- La respiration spontanée/assistée assure une meilleure synchronisation patient-machine que dans les modes contrôlés ou assistés-contrôlés.
- Le niveau de soutien ventilatoire est réglable, ce qui rend le mode bien adapté au sevrage.
- Nécessite un minimum (voir pas du tout) de sédation.

Aide inspiratoire (VS-AI)

Réglages

- **Niveau d'aide inspiratoire**
- **Trigger inspiratoire**
- **Pente de montée**
- **Trigger expiratoire** en débit
- **PEP**
- **FiO2**



Niveau d'aide inspiratoire

Pression = aide inspiratoire (cmH2O)

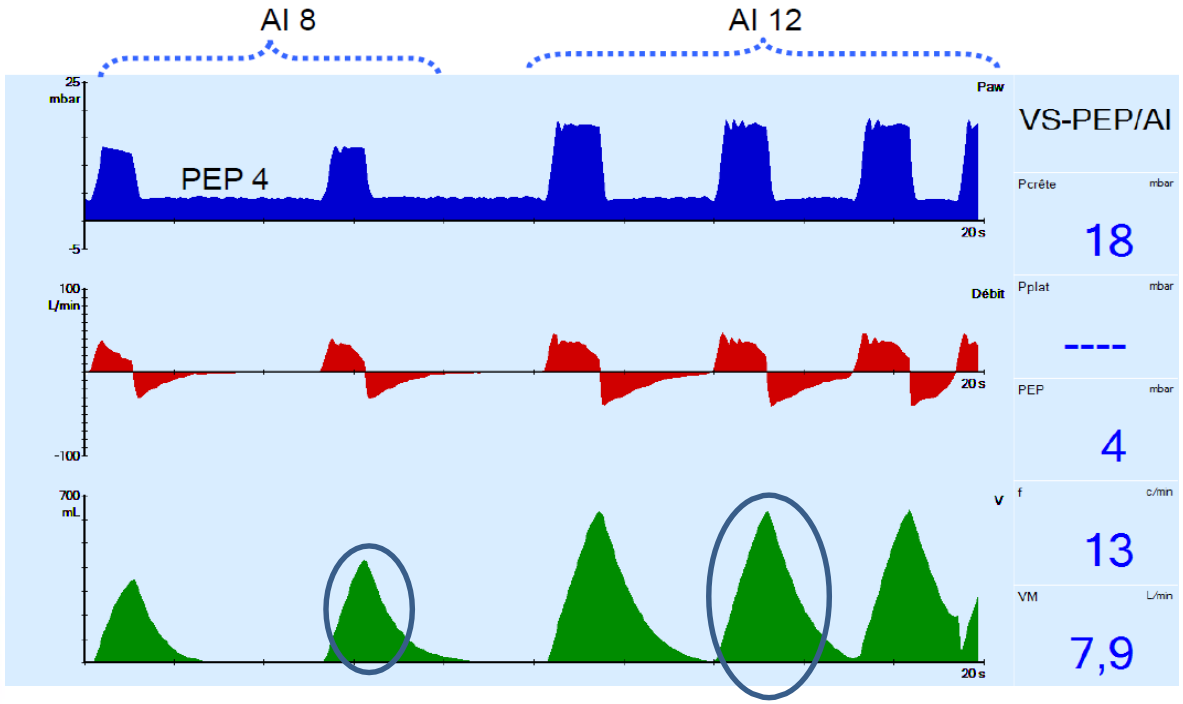
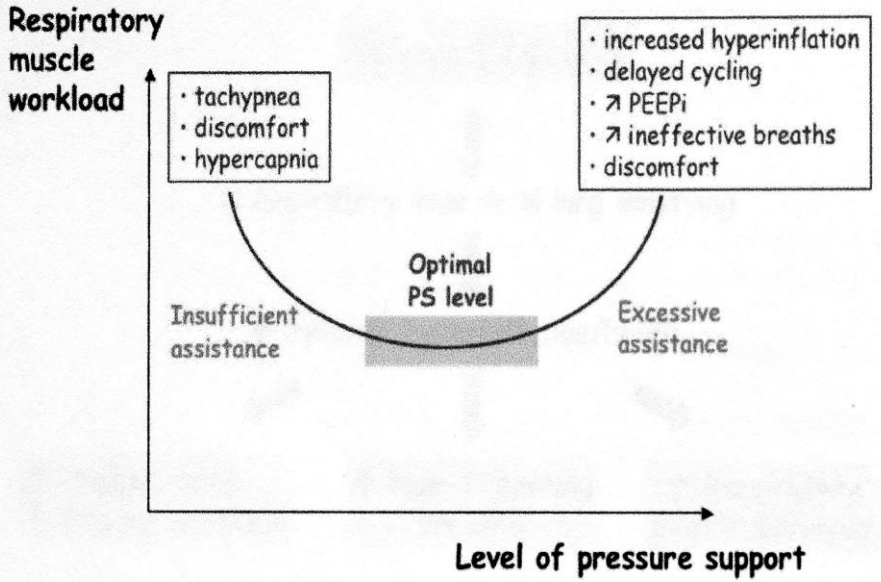
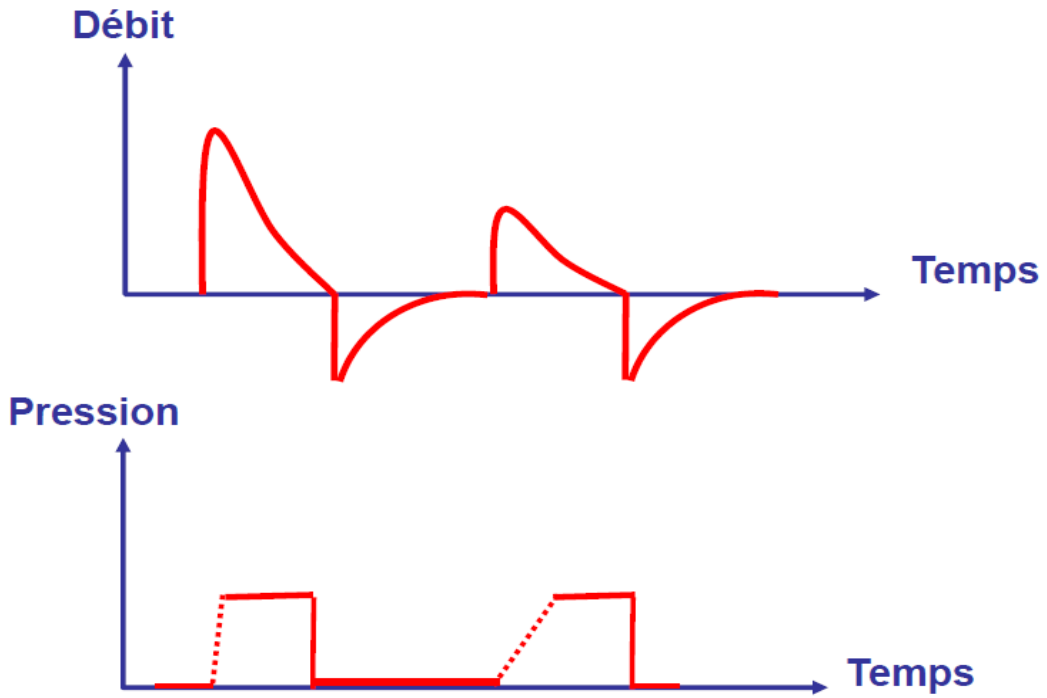


Figure 2



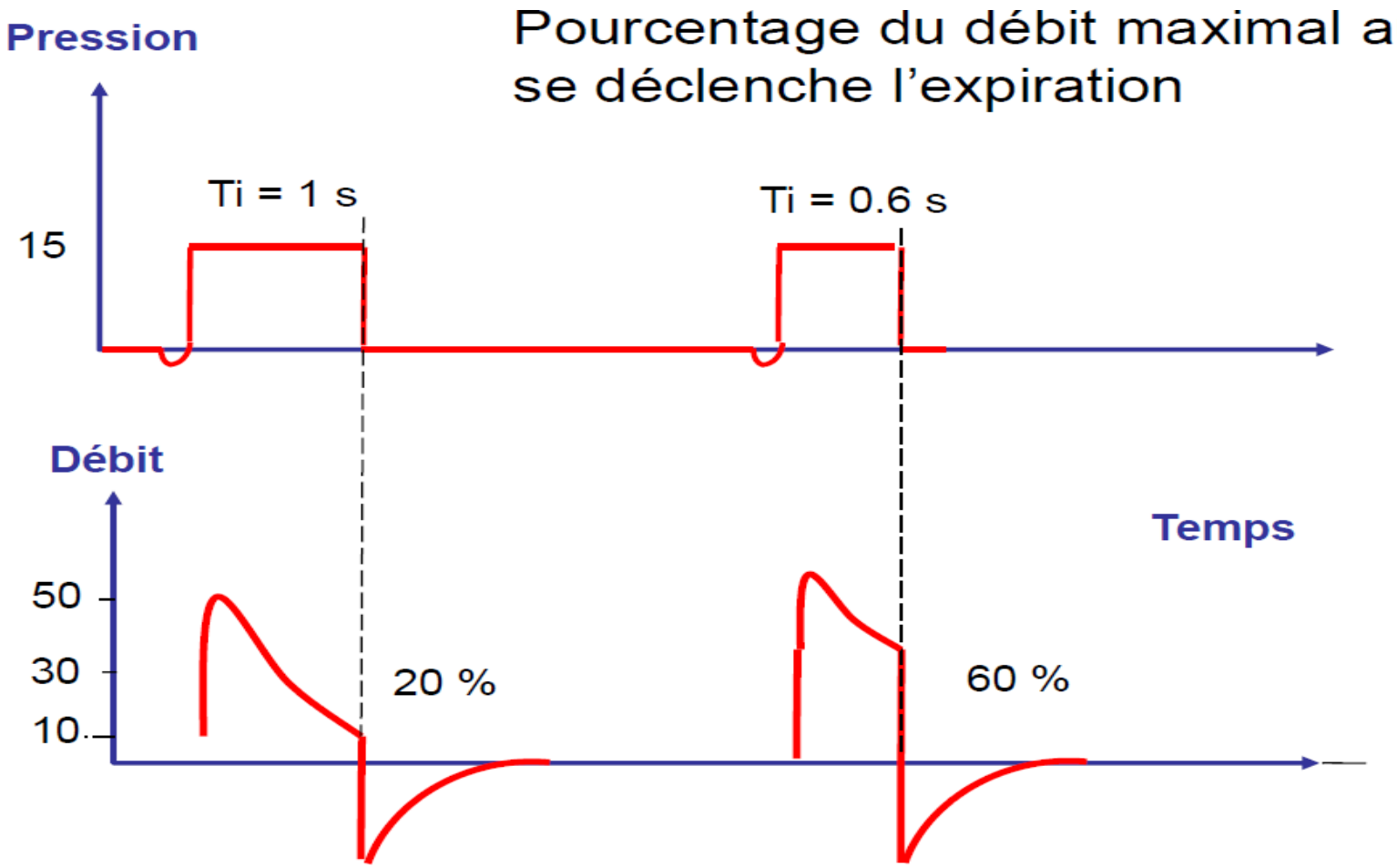
Pente

Pente en VSAI = temps de mise en pression (0-200 msec)



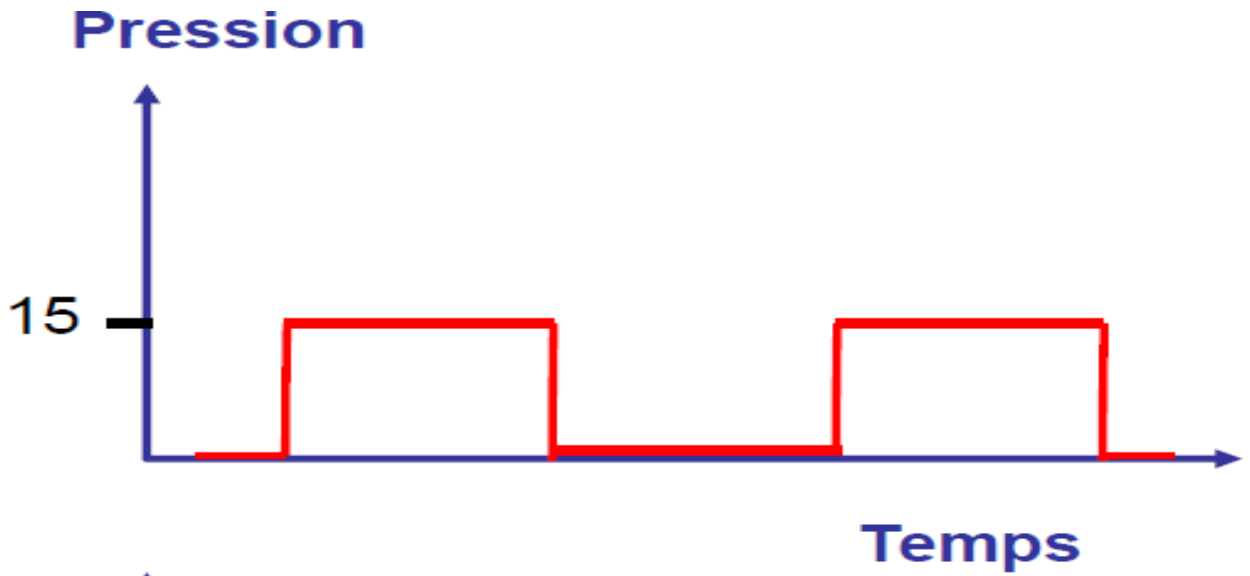
- Permet de mettre en adéquation la demande du patient et l'offre du respirateur
- conditionne le débit maximum atteint (jusqu' à 200 litres/min)

Trigger expiratoire en VSAI

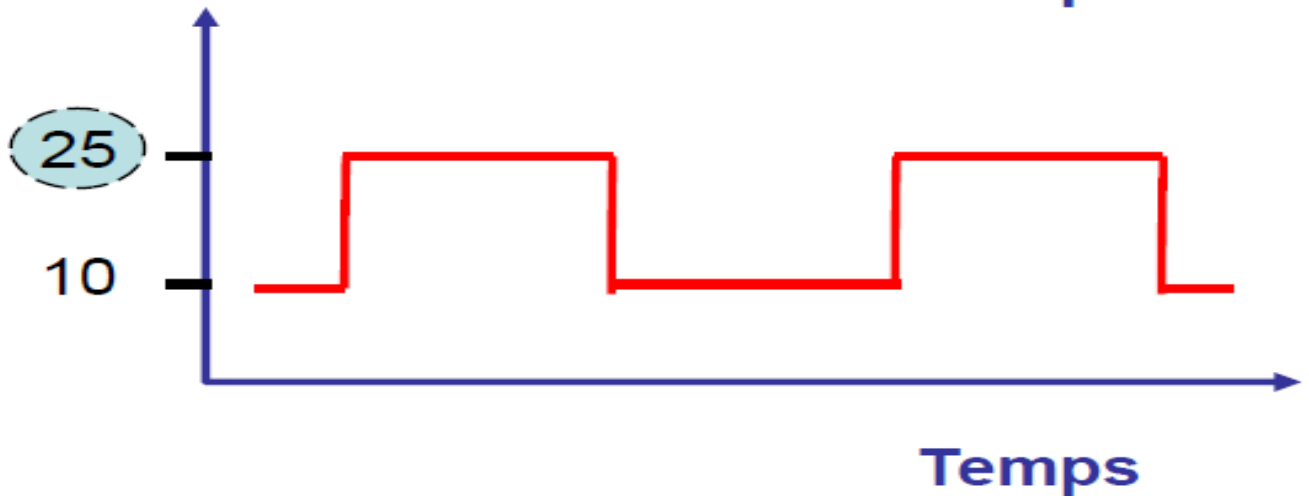


PEP

AI = 15
PEP = 0



AI = 15
PEP = 10



Aide inspiratoire (VS-AI)

Monitorage

- Volume courant
- Fréquence respiratoire
- Alarmes : réglage 10 à 20% au delà des valeurs observés
- Courbes de débit et de pression

TAKE HOME MESSAGE

Paramètres ventilatoires	*Mode volumétrique (VC, VAC…)*	*Mode barométrique (PC, PAC, VS-AI…)*
Volume courant (VT)	FIXE (assuré)	Variable
Pression des voies aériennes	Variable	FIXE (assurée)
Débit	Carré (constant)	Décélérant
Alarmes à surveiller	**Pression maximale Pression moyenne Pression de plateau**	**Volume courant Ventilation minute EtCO2**