
Respirateurs de réanimation

- Aspects cliniques
- Modes ventilatoires
- Technologie



Aspects cliniques

- **Pathologies** : défaillance ou risque de défaillance respiratoire
- **Lieux** : service de réanimation, salle de réveil, urgences
- **Moyens** : forcer l'inspiration d'un mélange air/O₂
(l'expiration est toujours naturelle)

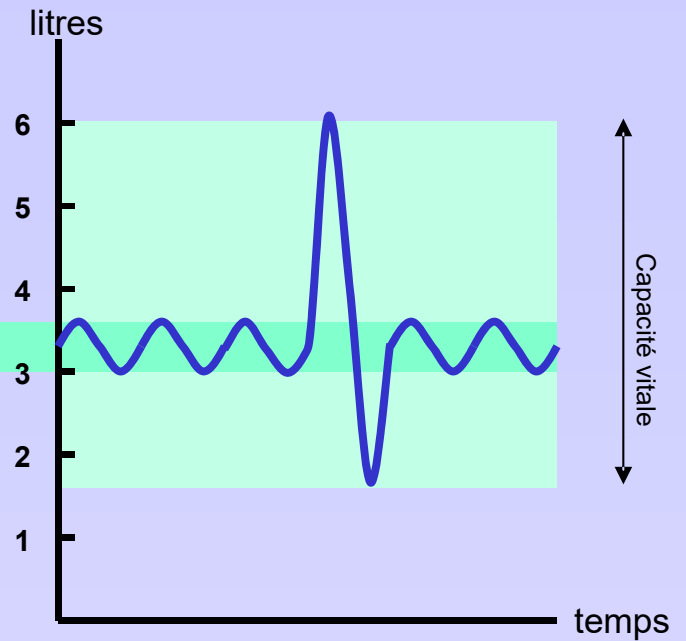


● Les Poumons



Volumes :

Volume courant
 $V_t \approx 500\text{mL}$

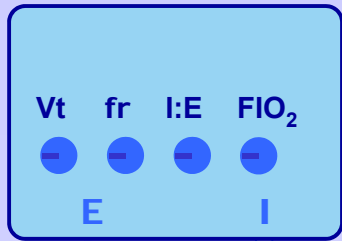


Pressions :

Ventilation spontanée : **10 cm H₂O** (=10 mBar =0,01 P_{atm})

Ventilation artificielle : jusqu'à **30 cm H₂O**

● Le ventilateur



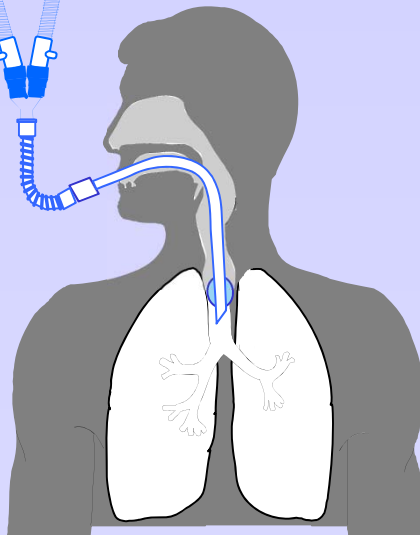
L'opérateur règle à minima :

- le volume courant **Vt** (typ. 500 mL) ou la pression **Paw**
- la fréquence respiratoire **fr** (typ. 12 cycles/min)
- le rapport durée d'inspiration/durée d'expiration (**I:E**)
- la proportion d'oxygène **FIO₂** (21%...100%)

Fabricants :

- Dräger Medical
- Maquet
- Taema
- ...

Coût ≈ 10 000...25 000 Euros



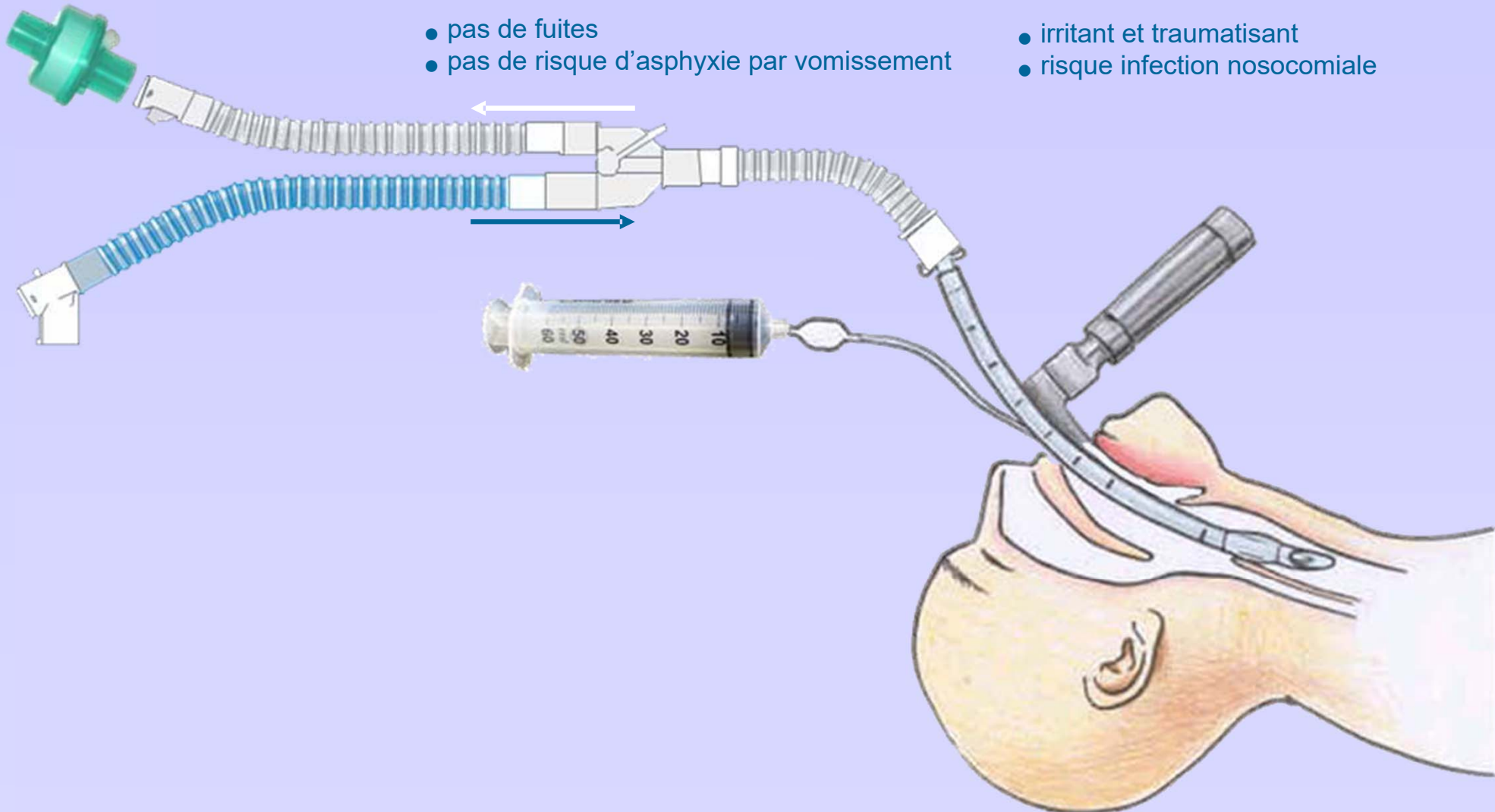
● Intubation



- pas de fuites
- pas de risque d'asphyxie par vomissement



- irritant et traumatisant
- risque infection nosocomiale



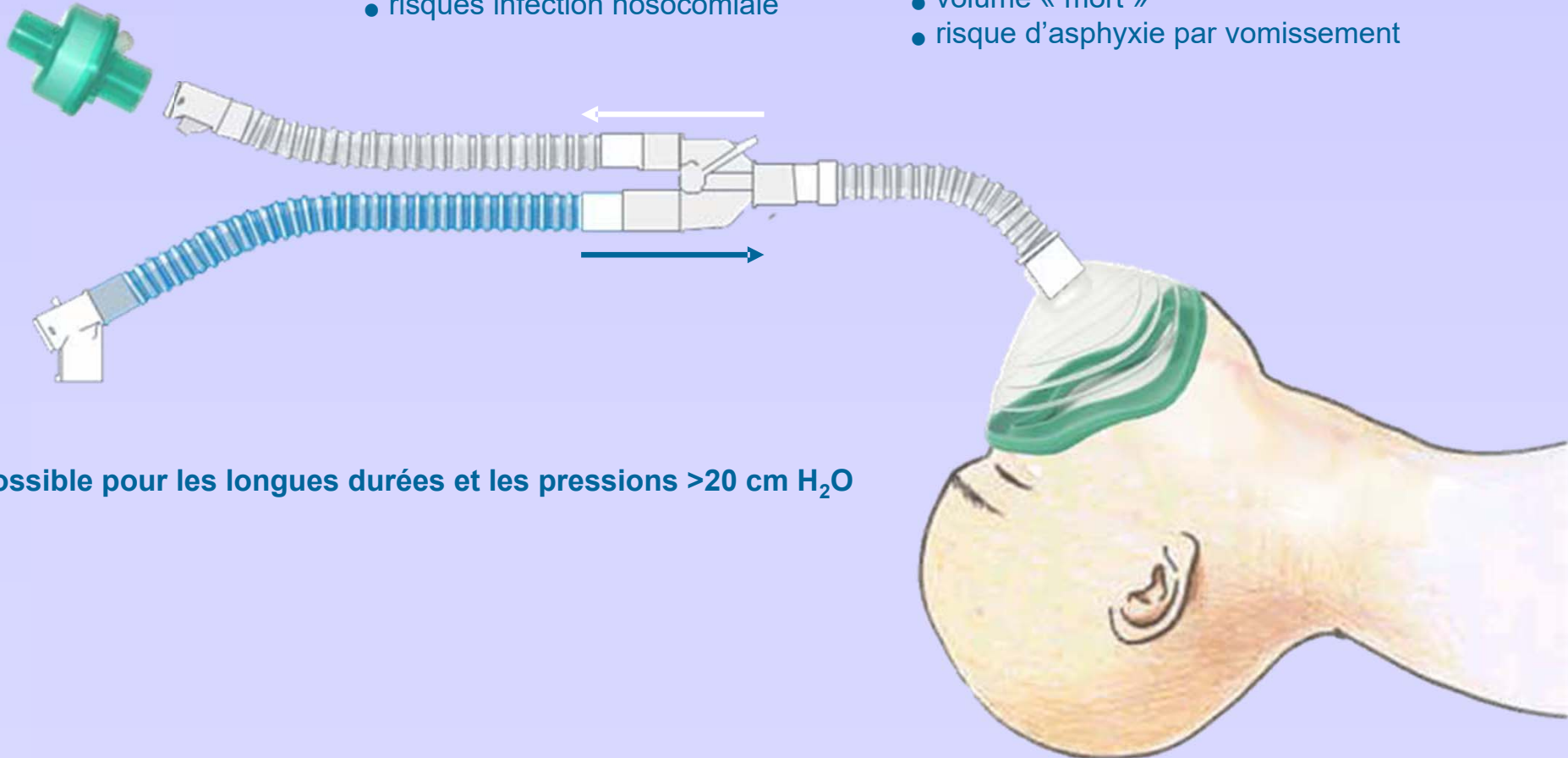
● Ventilation non invasive (VNI) au masque



- confort
- risques infection nosocomiale

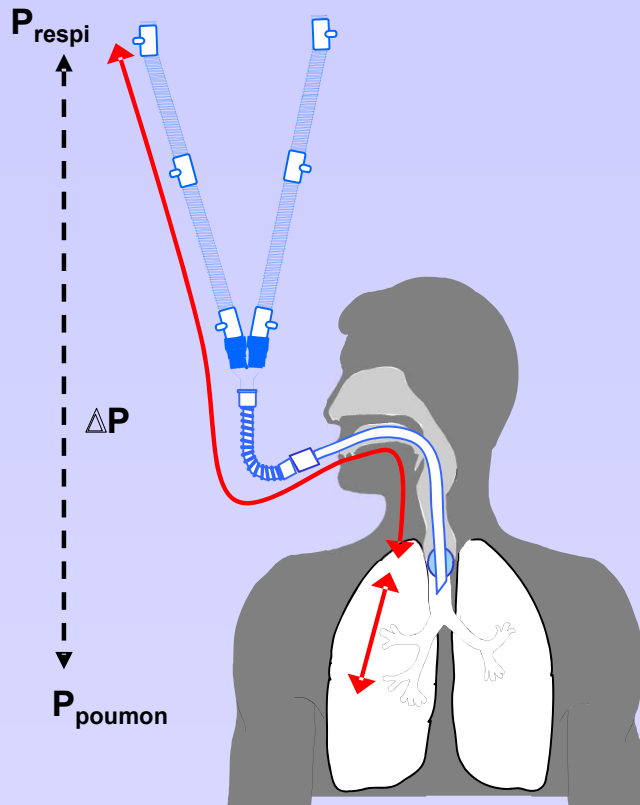


- fuites
- volume « mort »
- risque d'asphyxie par vomissement



Impossible pour les longues durées et les pressions >20 cm H₂O

● Résistances respiratoires



Principe :

Le débit dans les tubulures et les voies respiratoires produit une chute de pression d'autant plus élevée que le passage est étroit et long :

$$\Delta P = R_{\text{tot}} \times \text{Débit}$$

$$P_{\text{poumon}} = P_{\text{respi}} - \Delta P$$

valeur habituelles voies aériennes : 2 mbar / (l/s)

valeur habituelles tubulures : 5 mbar / (l/s)

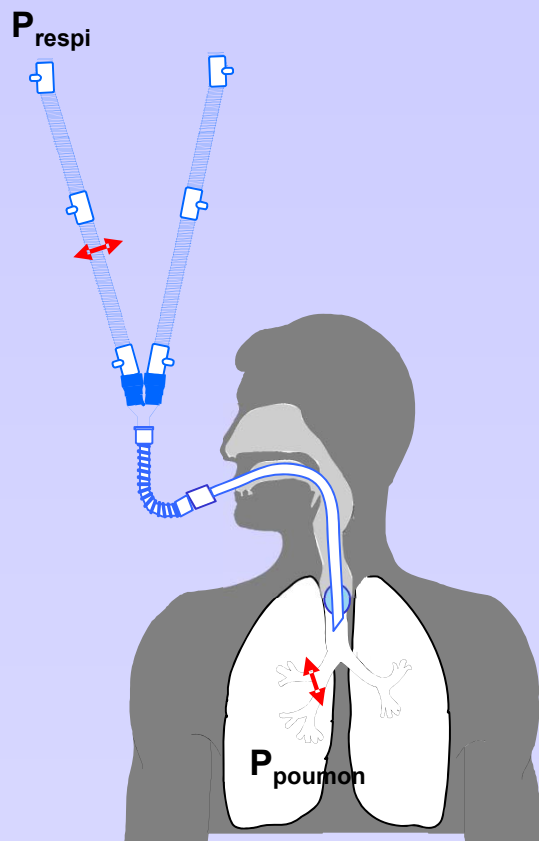
Conséquences d'une résistance élevée :

En ventilation spontanée, le patient éprouve des difficultés à l'inspiration

La pression mesurée au niveau du respirateur est supérieure à la pression alvéolaire

Certains ventilateurs mesurent et compensent cette résistance en augmentant la pression inspiratoire

● Compliance respiratoire



Principe :

Les tubulures et bronches sont élastiques et se dilatent sous l'effet de la pression.

La compliance traduit l'élévation de volume pour une élévation donnée de pression :

$$C = \frac{\Delta \text{Vol}}{\Delta P}$$

Elle est d'autant plus importante que l'objet est élastique

Valeur normales voies aériennes : 50 ml / mbar

Conséquences d'une faible compliance (obésité...) :

En ventilation spontanée, le patient éprouve des difficultés à inspirer un volume donné

En ventilation contrôlée, pour un volume inspiré donné, la pression est élevée, ce qui peut présenter un risque

A l'inverse, une forte compliance des tubulures augmente le volume « mort »

Certains ventilateurs mesurent et compensent cette compliance en augmentant le volume courant.

● Hygiène - stérilisation



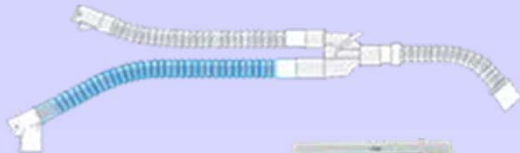
Sonde trachéale : usage unique



Masque : usage unique ou non



Filtres : usage unique

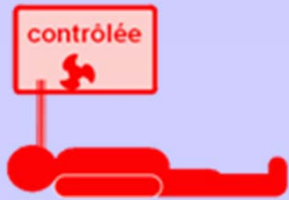


Circuit patient : usage multiple sauf en milieu stérile



Tubes, vannes, capteurs du respirateur : rinçage automatique à l'air

Modes ventilatoires



- **Ventilation contrôlée (VC)** : La ventilation est totalement contrôlée par le respirateur (patient dans le coma ou curarisé)

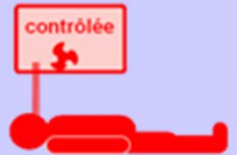


- **Ventilation assistée** : Modes de **sevrage**, le respirateur permet une ventilation spontanée en plus des cycles mécaniques. Les cycles mécaniques sont synchronisés sur les appels du patient (trigger)



- **Ventilation spontanée (VS)** : Le patient respire naturellement via le respirateur qui surveille volumes et pressions et prend le relais en cas d'apnée.

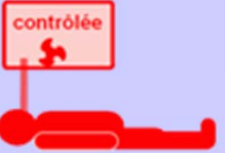
Ventilation contrôlée



- **Volume contrôlé** : débit inspiratoire constant, on règle le volume (l'expiration est toujours naturelle)

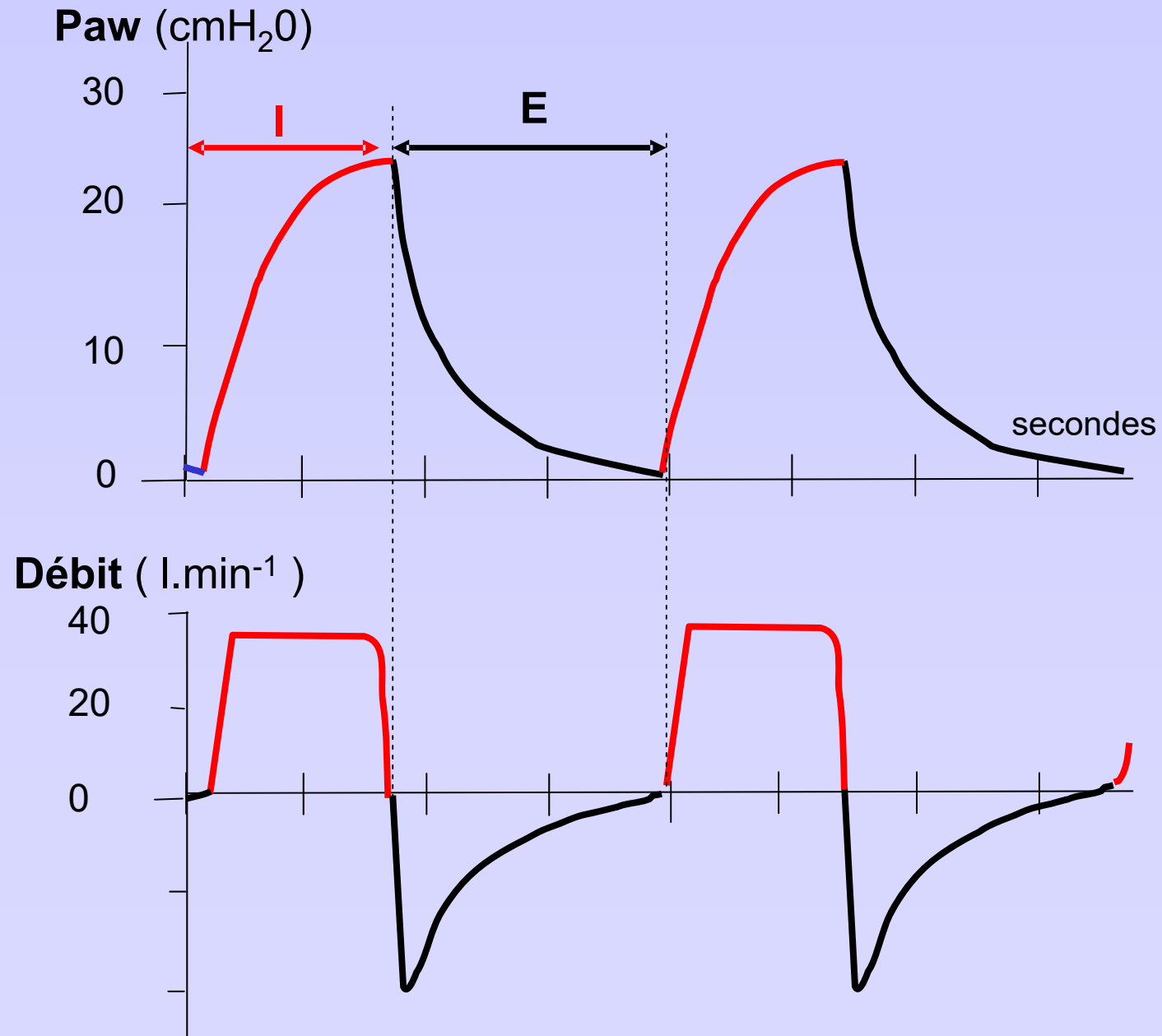
- **Volume contrôlé à régulation de pression (VCRP)** : On règle le volume courant V_t , la pression inspiratoire est régulée

- **Pression contrôlée** : on régule la pression inspiratoire (constante)



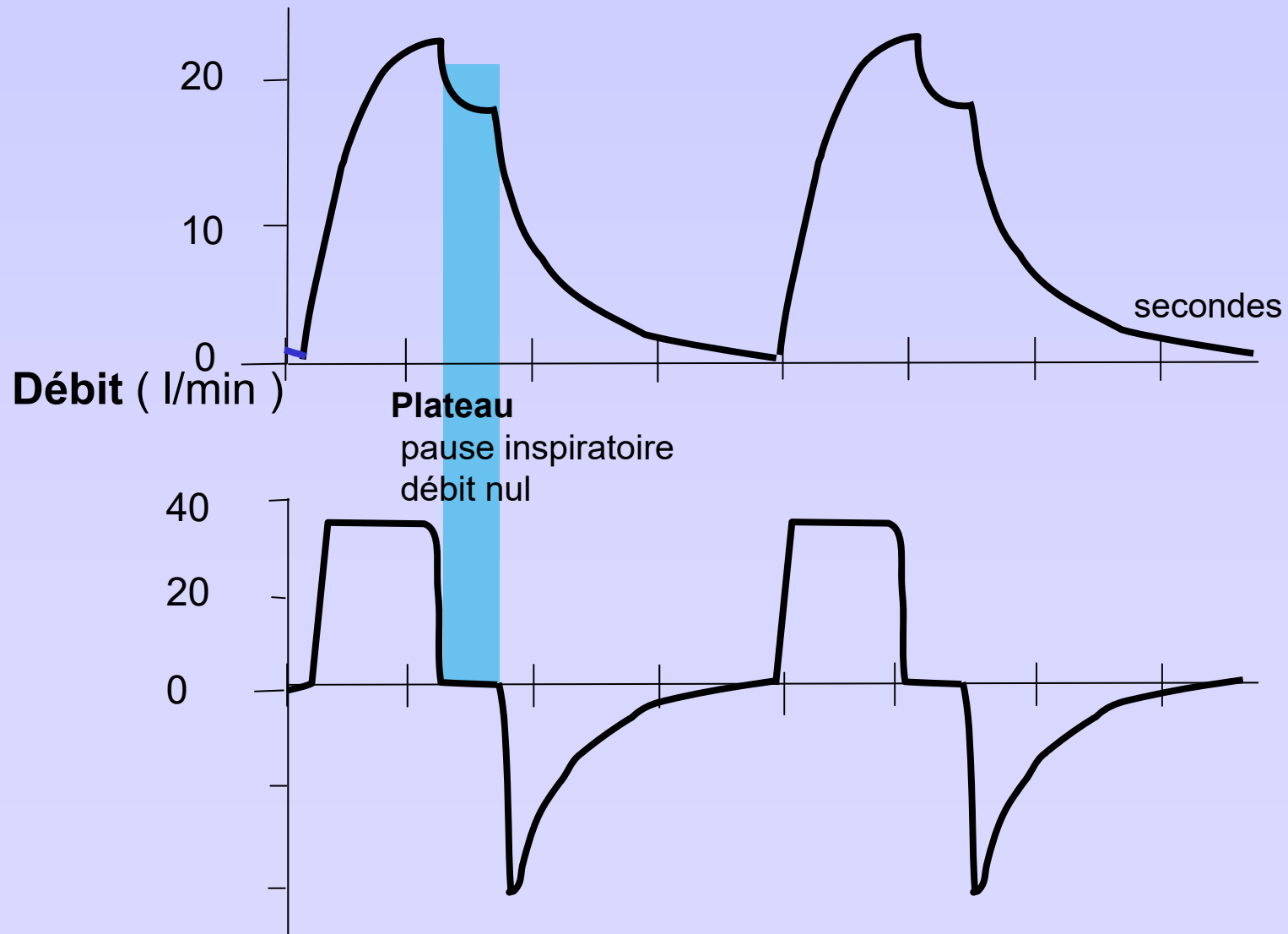
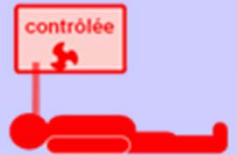
● Volume contrôlé : débit inspiratoire constant

(cas courant)



● Volume contrôlé avec plateau

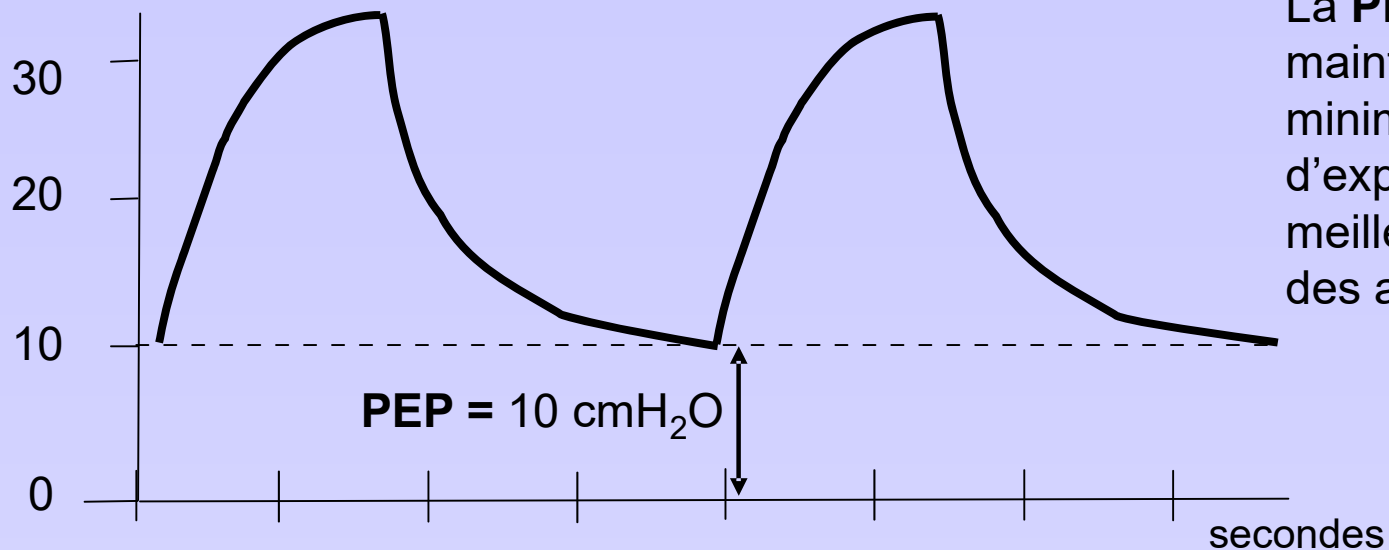
Paw (cmH₂O)





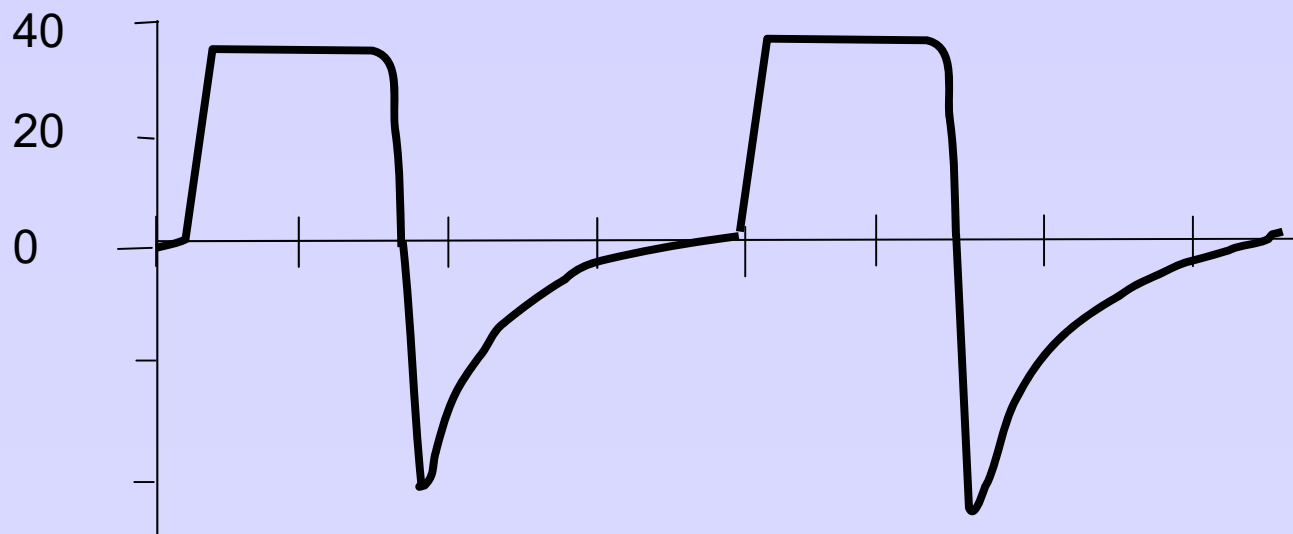
● Volume contrôlé avec pression expiratoire positive (PEP)

Paw (cmH₂O)

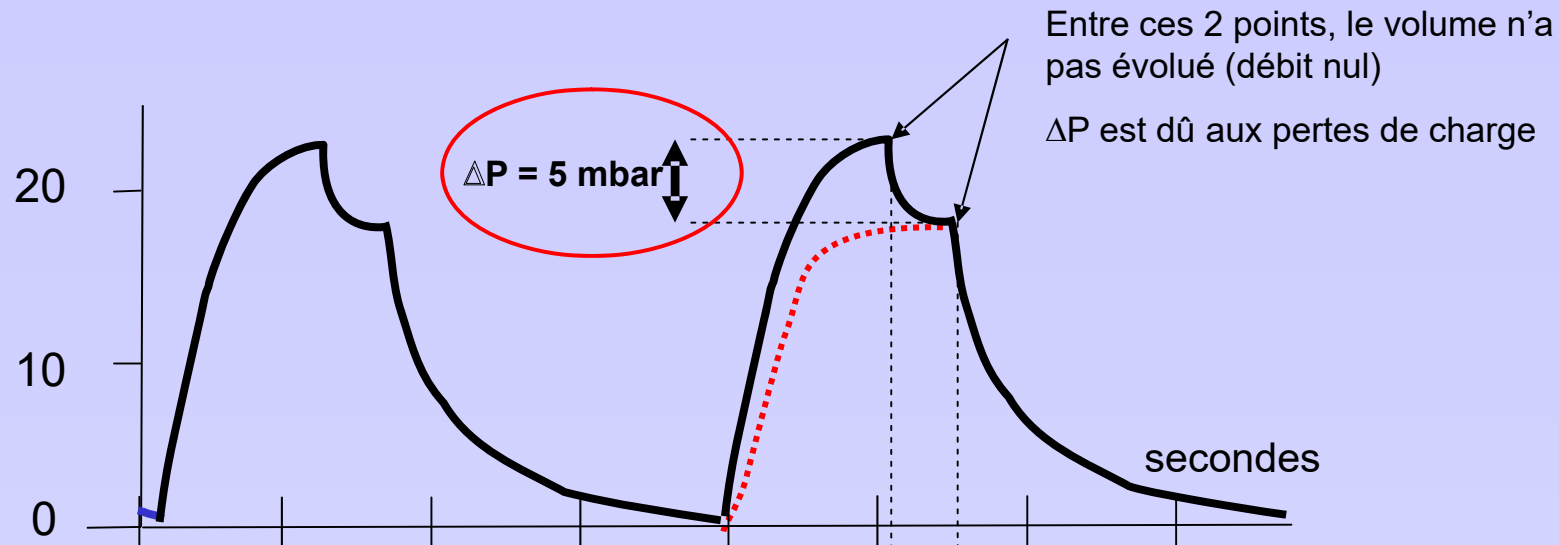


La **PEP** permet de maintenir une pression minimale en fin d'expiration pour un meilleur fonctionnement des alvéoles

Débit (l/min)



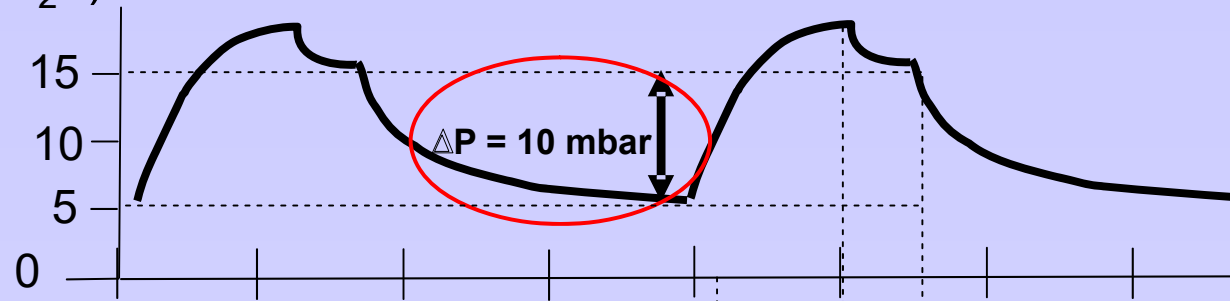
La **PEP** se règle entre **5** et **15** cmH₂O

● **Volume contrôlé** : calcul de la résistance**Paw** (cmH₂O)**Débit**

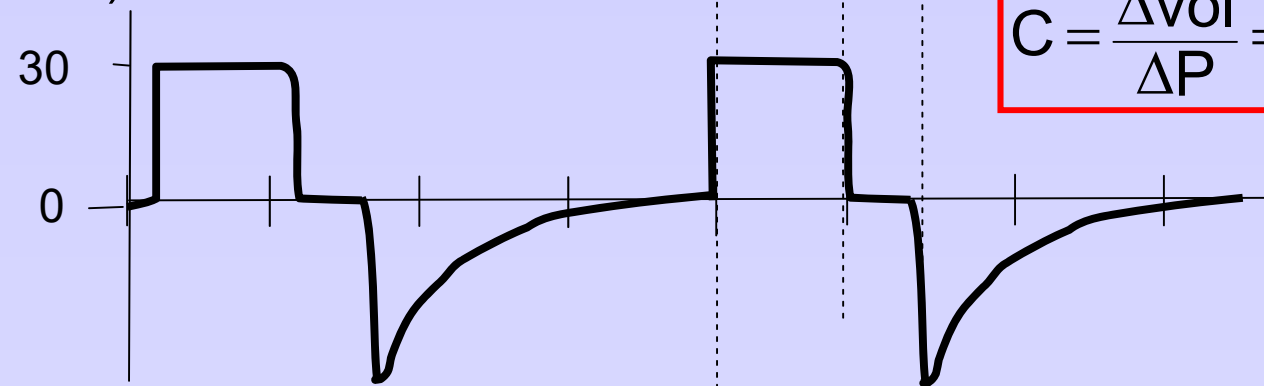
$$R = \frac{\Delta P}{\text{Débit}} = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ mbar / (l/s)}$$

● Volume contrôlé : calcul de la compliance

Paw (cmH₂O)

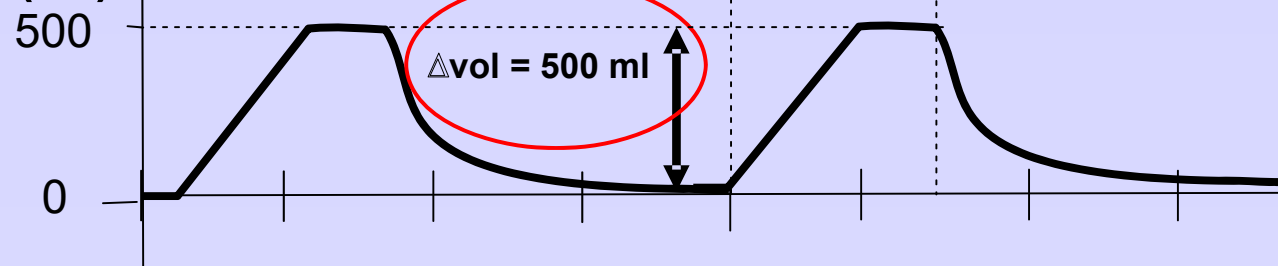


Débit (l/min)



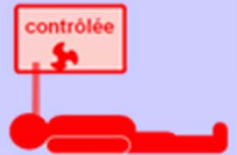
$$C = \frac{\Delta \text{vol}}{\Delta P} = \frac{500}{10} = 50 \text{ ml/mbar}$$

Volume (ml)

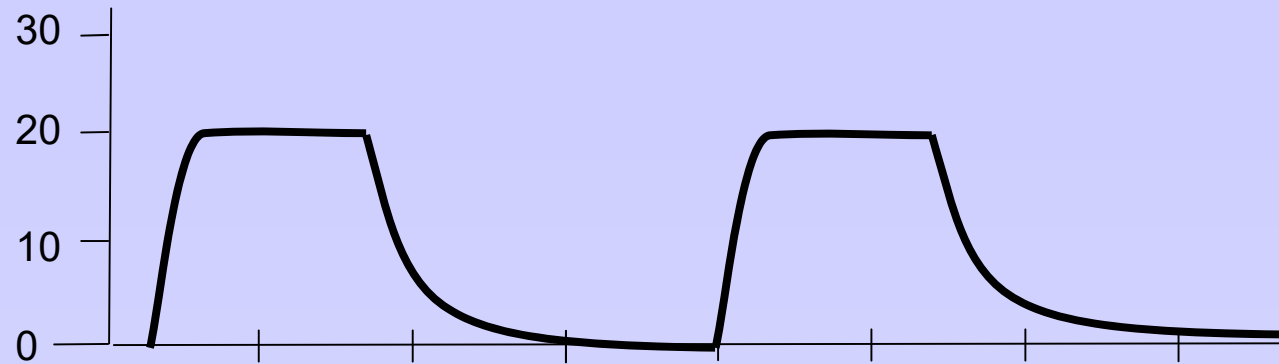


● **Pression contrôlée** : pression inspiratoire constante

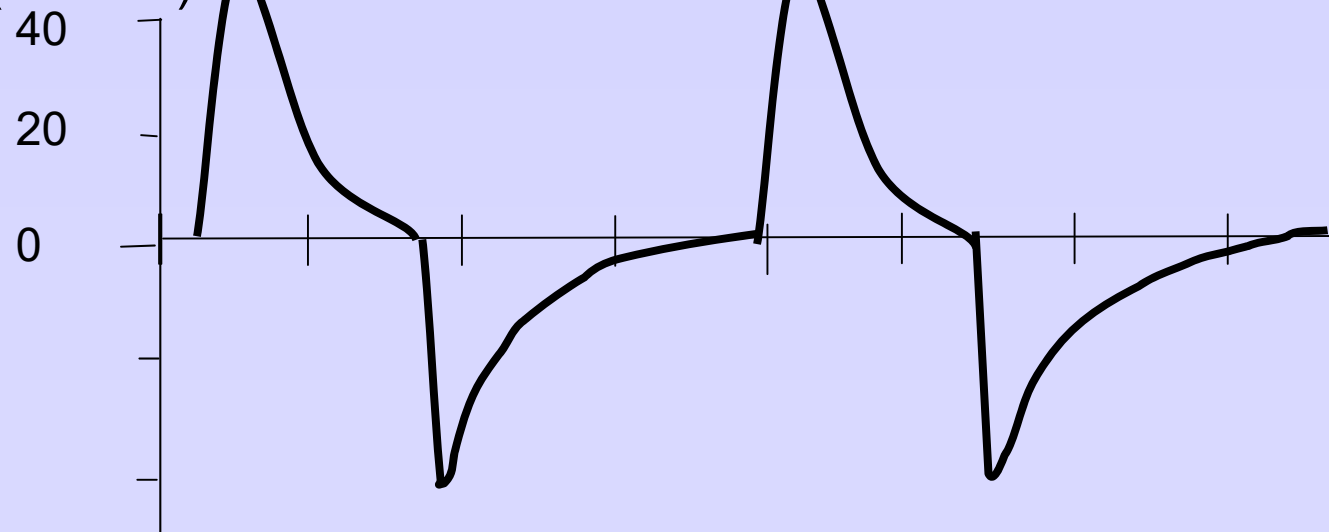
(traumatisme pulmonaire, nouveaux nés)



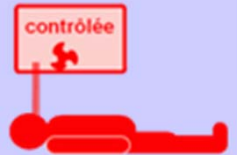
Paw (cmH₂O)



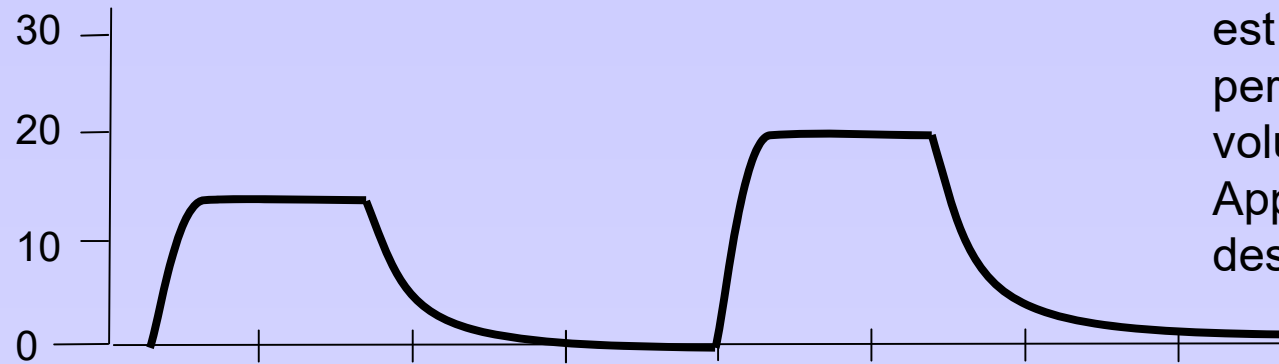
Débit (l.min⁻¹)



- **Volume contrôlé à Régulation de Pression** : pression inspiratoire constante : *VCRP* ou *autoflow*

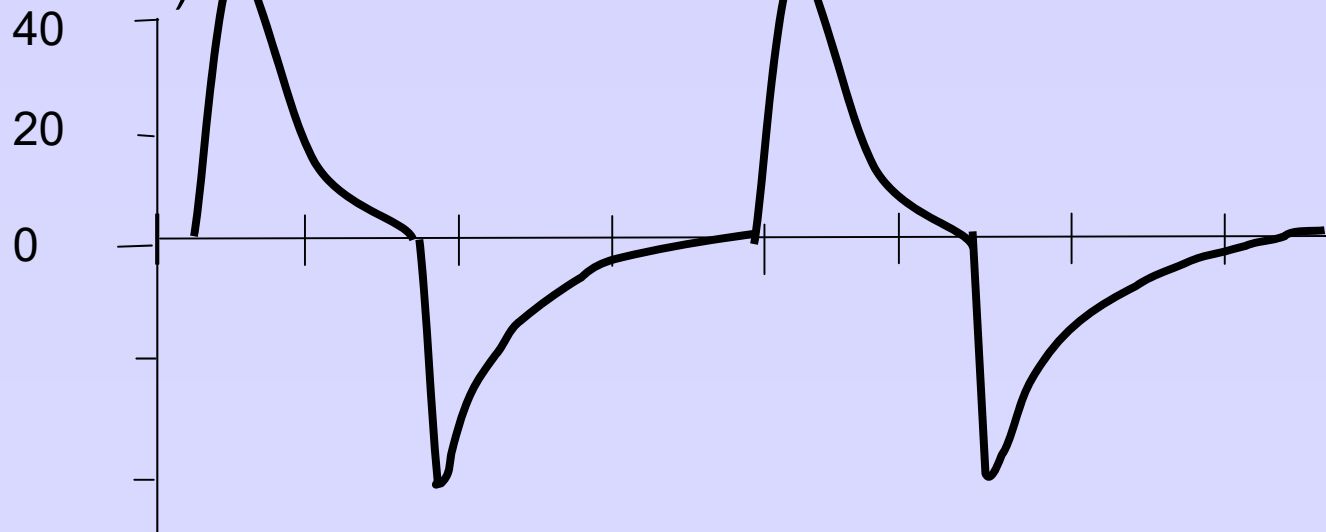


Paw (cmH₂O)



La pression inspiratoire est fixée à une valeur permettant d'atteindre le volume courant fixé : Apprentissage en fonction des cycles précédents

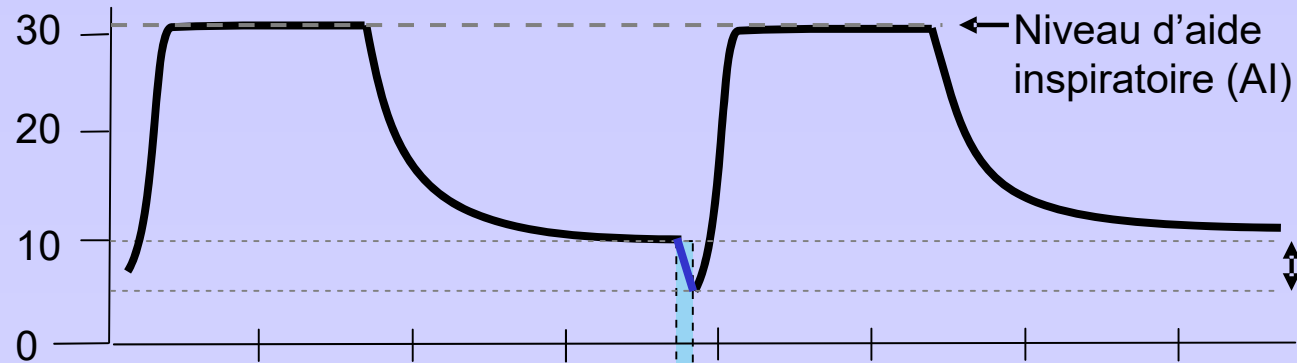
Débit (l.min⁻¹)



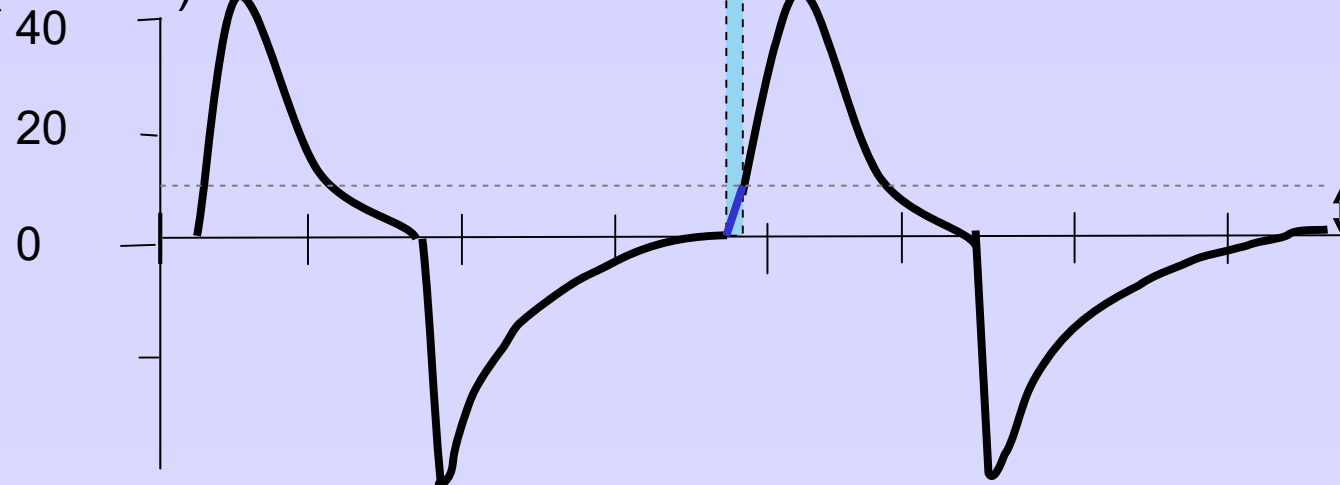
● Ventilation assistée : Trigger et Aide Inspiratoire



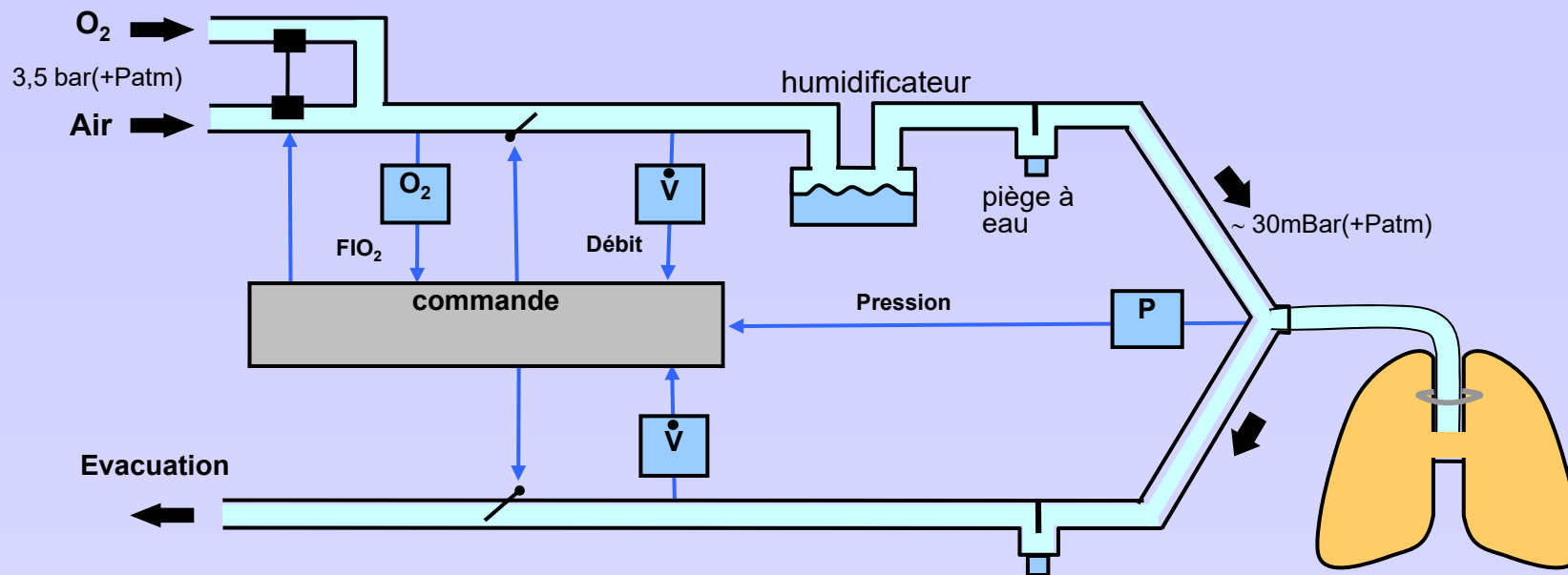
Paw (cmH₂O)



Débit (l.min⁻¹)



Technologie



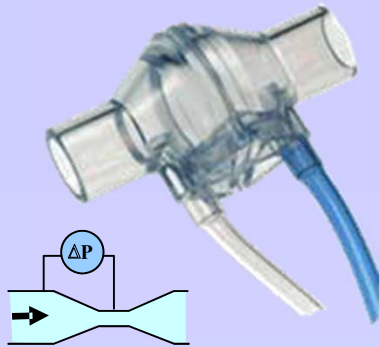
La sonde trachéale, introduite avec un laryngoscope, est équipée d'un ballonnet (gonflable avec une seringue) permettant l'étanchéité.

- Cellule FIO₂



● Capteurs de débit

à chute de pression



La dépression, aux bornes d'un rétrécissement, est fonction du débit. Elle est mesurée par un capteur électronique

Peu onéreux

Peu précis à faible débit

à fil chaud



On mesure l'énergie ($u \cdot dt$) dissipée par un fil conducteur maintenu à 80°C. Cette énergie est fonction du débit.

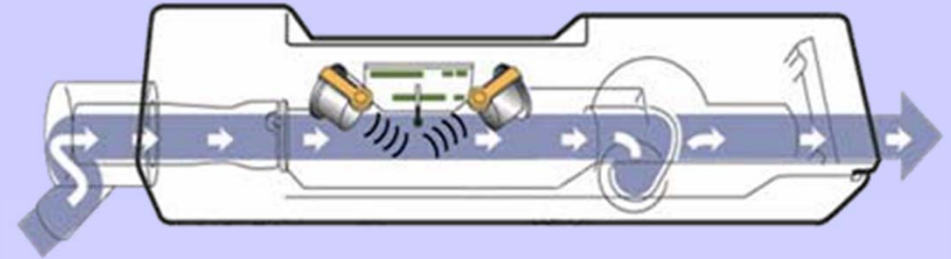
Précis

Large gamme

+ Onéreux

Fragile

ultrasonique (*Servo-i Maquet*)



On mesure le temps de propagation d'une onde ultrasonique entre deux transducteurs. Ce temps est fonction de la vitesse du fluide.

Très précis

Pas d'usure

Onéreux

complexe

TECHNICAL DATA	EVITA XL
Patient type	<ul style="list-style-type: none"> - Adults, children, infants (body weight of at least 3 kg/6.6 lbs) - Premature infants with NeoFlow option
Ventilation settings	
Ventilation mode	<ul style="list-style-type: none"> - IPPV, IPPV_{Assist}/CMV, CMV_{Assist} - SIMV, SIMV_{Psupp} - MMV, MMV_{Psupp} - BIPAP⁽ⁱ⁾, BIPAP⁽ⁱ⁾_{ASB}, BIPAP⁽ⁱ⁾_{Assist} / PCV+, PCV+_{Psupp}, PCV+_{Assist} - APRV - CPAP, CPAP_{ASB} / CPAP/_{Psupp}, CPAP/_{Psupp} - ILV - PPS (optional)
Enhancements	<ul style="list-style-type: none"> - AutoFlow™ – Automatic adaptation of inspiratory flow in volume controlled modes - ATC™ – Automatic Tube Compensation™ - NIV – Mask Ventilation (optional) - SmartCare®/PS– Automated clinical protocol in CPAP/ASB / CPAP/_{Psupp} (optional) - Lung Protection Package – Recruitment manoeuvre and Low Flow manoeuvre (optional)
Ventilation frequency (f)	0 to 100/min, 0 to 150/min (Neonatal)
Inspiration time (T _{insp})	0.1 to 10 s
Tidal volume (V _T) (BTPS*)	<ul style="list-style-type: none"> - 0.1 to 2.0 L (Adult) / 0.02 to 0.3 L (Pediatric) - 0.003 to 0.1 L (Neonatal)
Inspiratory flow	<ul style="list-style-type: none"> - 6 to 120 L/min (Adult) - 6 to 30 L/min (Pediatric and Neonatal)
Inspiratory pressure	0 to 95 mbar/cmH ₂ O
PEEP / intermittent PEEP	0 to 50 mbar/cmH ₂ O
Pressure assist ASB/ _{Psupp}	0 to 95 mbar/cmH ₂ O
Rise time for inspiratory pressure	0 to 2 s
O ₂ concentration	21 to 100 Vol.%
Multi-sense Trigger Criteria	Internal automatic pressure trigger, Flow, Volume (Flow adjustable 0.3 to 15 L/min)
Measured values displayed	
Airway pressure	Peak pressure, plateau pressure, mean pressure, PEEP, min. pressure (-45 to 110 mbar/cmH ₂ O)
Minute volume (MV), (BTPS*)	MV, MV _{spont} (0 to 120 L/min, MV _{leak} (0 to 99 L/min)
Tidal volume (V _T), (BTPS*)	V _{tasb} 0 - 10, respectively 0 - 3999 ml

Breathing frequency (f)	f _{total} , f _{spont} , f _{mand.} (0 to 300 bpm)
O ₂ concentration (FiO ₂)	Inspired O ₂ concentration (15 to 100 Vol.%)
Lung mechanics	- Resistance (0 to 600 mbar/cmH ₂ O L/s) - Compliance (0 to 300 mL/mbar/cmH ₂ O)
Breathing gas temperature	18 °C to 51 °C
Capnography (etCO ₂) (optional)	- 0 to 100 mmHg
CO ₂ production (VCO ₂)	- 0 to 999 mL/min, STPD*
Serial dead space V _{ds}	- 0 to 999 mL, BTPS*
Dead space ventilation (V _{ds} /V _T)	- 0 to 99%
Weaning parameters	- RSB (0 to 9999 (min x L)) / NIF (-45 to 0 mbar/cmH ₂ O)
Alarms / Monitoring	
Airway pressure	High / Low
Expired minute volume	High / Low
Tidal volume	High
Apnea alarm Time	5 to 60 s
Spontaneous breath frequency	High
Inspired O ₂ concentration	High / Low
Breathing gas temperature	High
SpO ₂ pulse (optional)	High / Low
etCO ₂ (optional)	High / Low
Performance data	
Valve response time T _{0...90}	≤ 5 ms
Control principle	Time cycled, volume constant, pressure-controlled
Safety relief valve	100 mbar/cmH ₂ O
Leakage and hose system compensation compliance	automatic
Max. flow for pressure support and spontaneous breathing	180 L/min
Outlet for pneumatic nebulizer	
Operating data	
Mains power connection	100 to 240 V, 50/60 Hz, 10 to 30 V DC
Power consumption	Approx. 125 W
Gas supply operating pressure	O ₂ , air: 2.7 to 6 bar / 39 to 87 PSI
Physical specifications	
Dimensions ventilator (W x H x D)	530 x 315 x 450 mm / 20.9 x 12.4 x 17.7 inches (without trolley)
Diagonal screen size	15" TFT color touch screen
Weight basic unit	Approx. 50 kg / 64 lbs
Machine outputs:	
Digital output	Output and reception via an RS 232 C interface
Digital output	Output for independent lung ventilation (ILV)
Digital output (optional)	For output and reception via two RS 232 C interfaces
Analog output (optional)	For analog output of two measured values