
Respirateurs de réanimation

- Aspects cliniques
- Modes ventilatoires
- Technologie

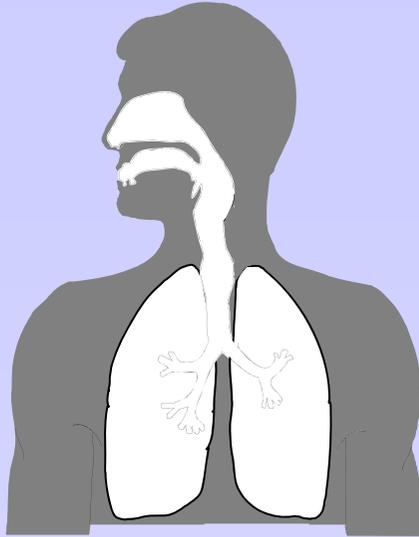


Aspects cliniques

- **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)

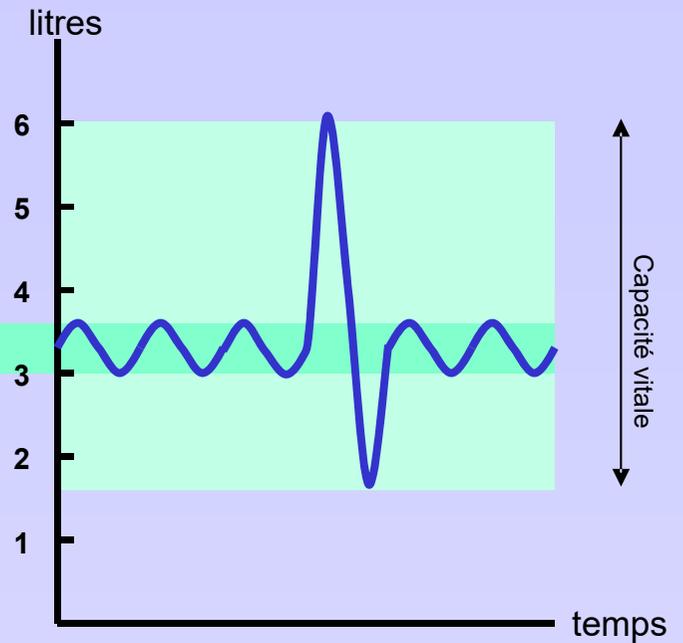


● Les Poumons



Volumes :

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



Pressions :

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

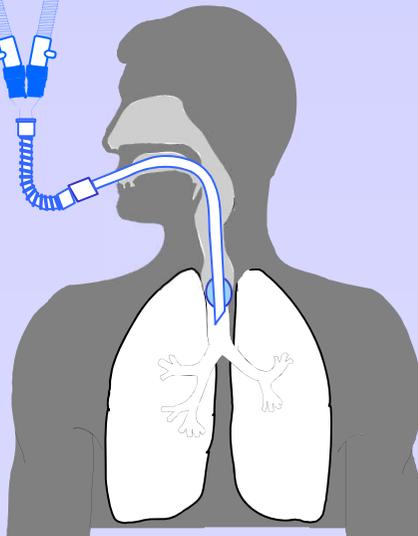
Ventilation artificielle : jusqu'à **30 cm H₂O**

● 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

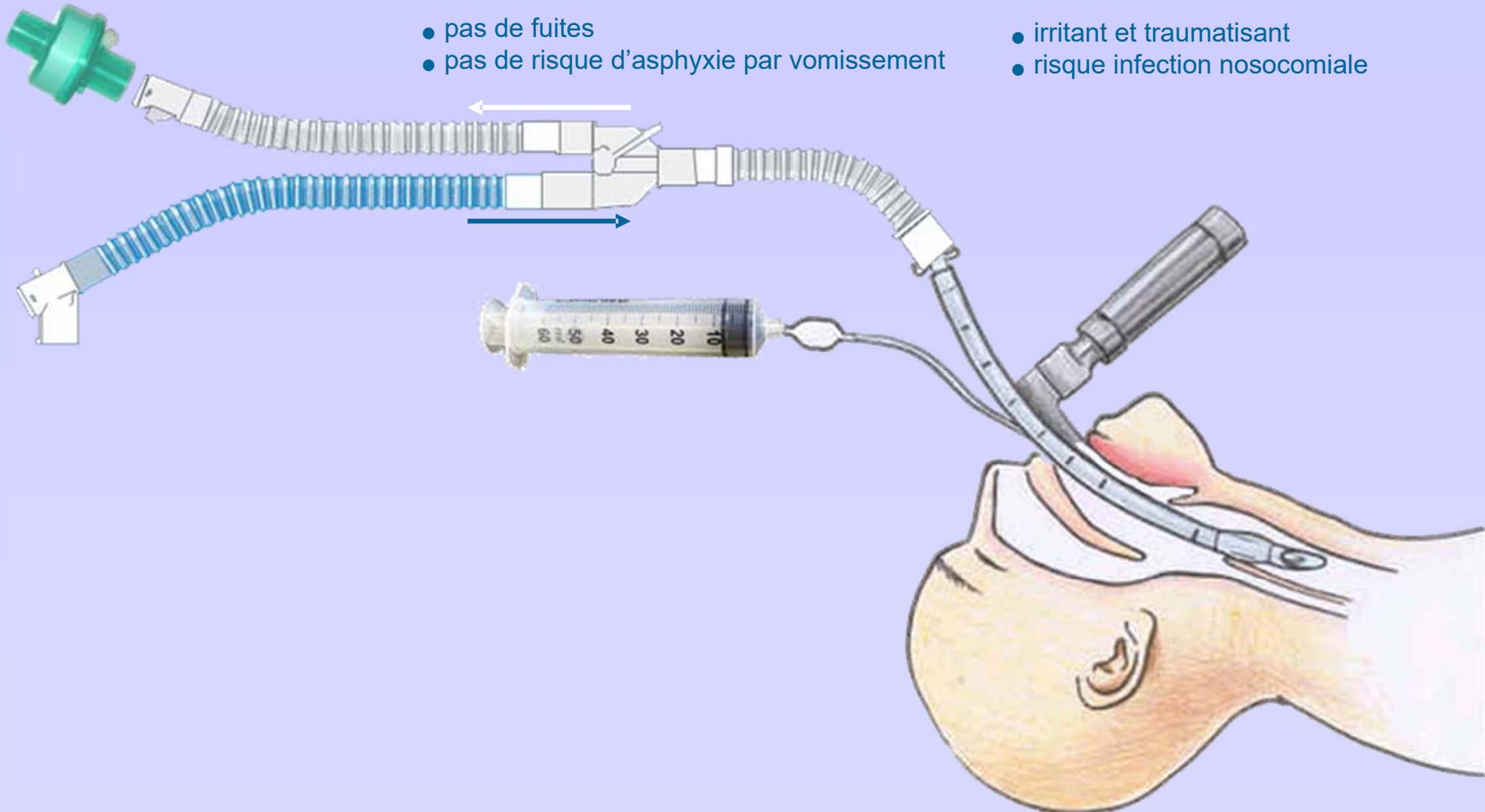
● Intubation



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



- irritant et traumatisant
- risque infection nosocomiale



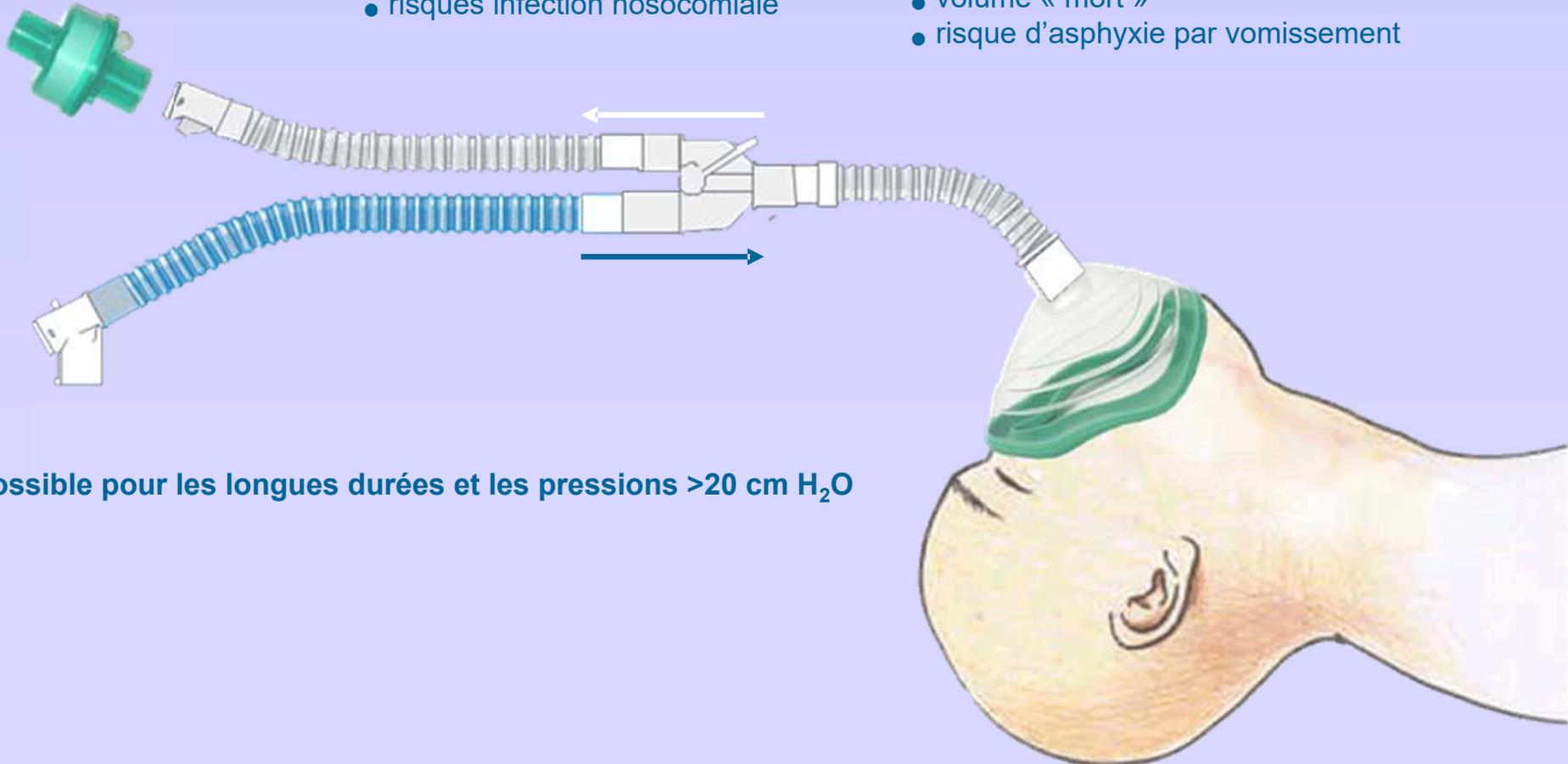
● Ventilation non invasive (VNI) au masque



- confort
- risques infection nosocomiale

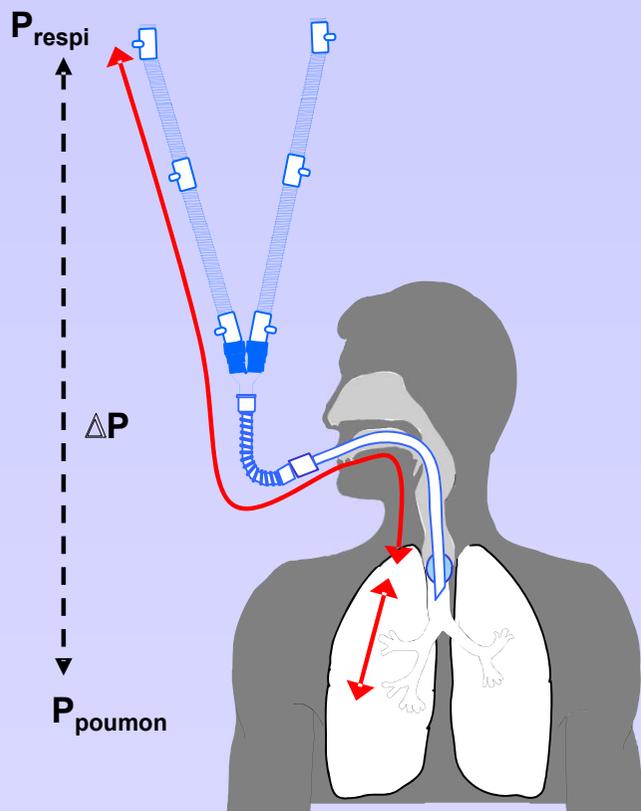


- fuites
- volume « mort »
- risque d'asphyxie par vomissement



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)

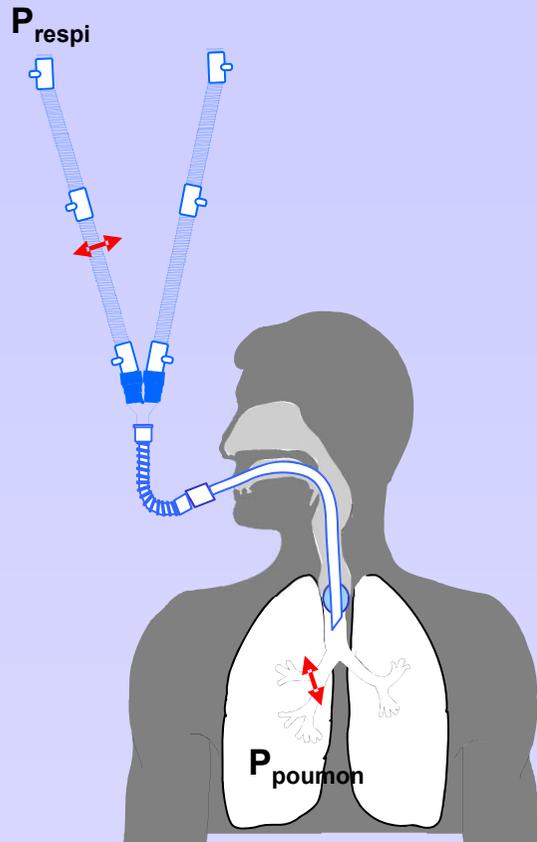
Conséquences d'une résistance élevée :

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



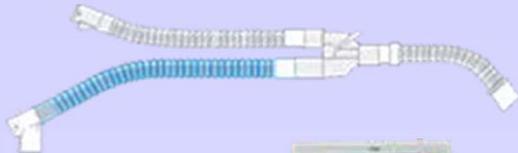
Sonde trachéale : usage unique



Masque : usage unique ou non



Filtres : usage unique

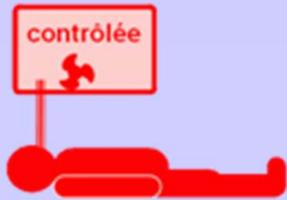


Circuit patient : usage multiple sauf en milieu stérile



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)

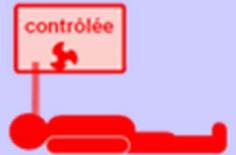


- **Ventilation assistée** : Modes de **sevrage**, le respirateur permet une ventilation spontanée en plus des cycles mécaniques. Les cycles mécaniques sont synchronisés sur les appels du patient (trigger)

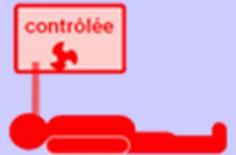


- **Ventilation spontanée (VS)** : Le patient respire naturellement via le respirateur qui surveille volumes et pressions et prend le relais en cas d'apnée.

Ventilation contrôlée

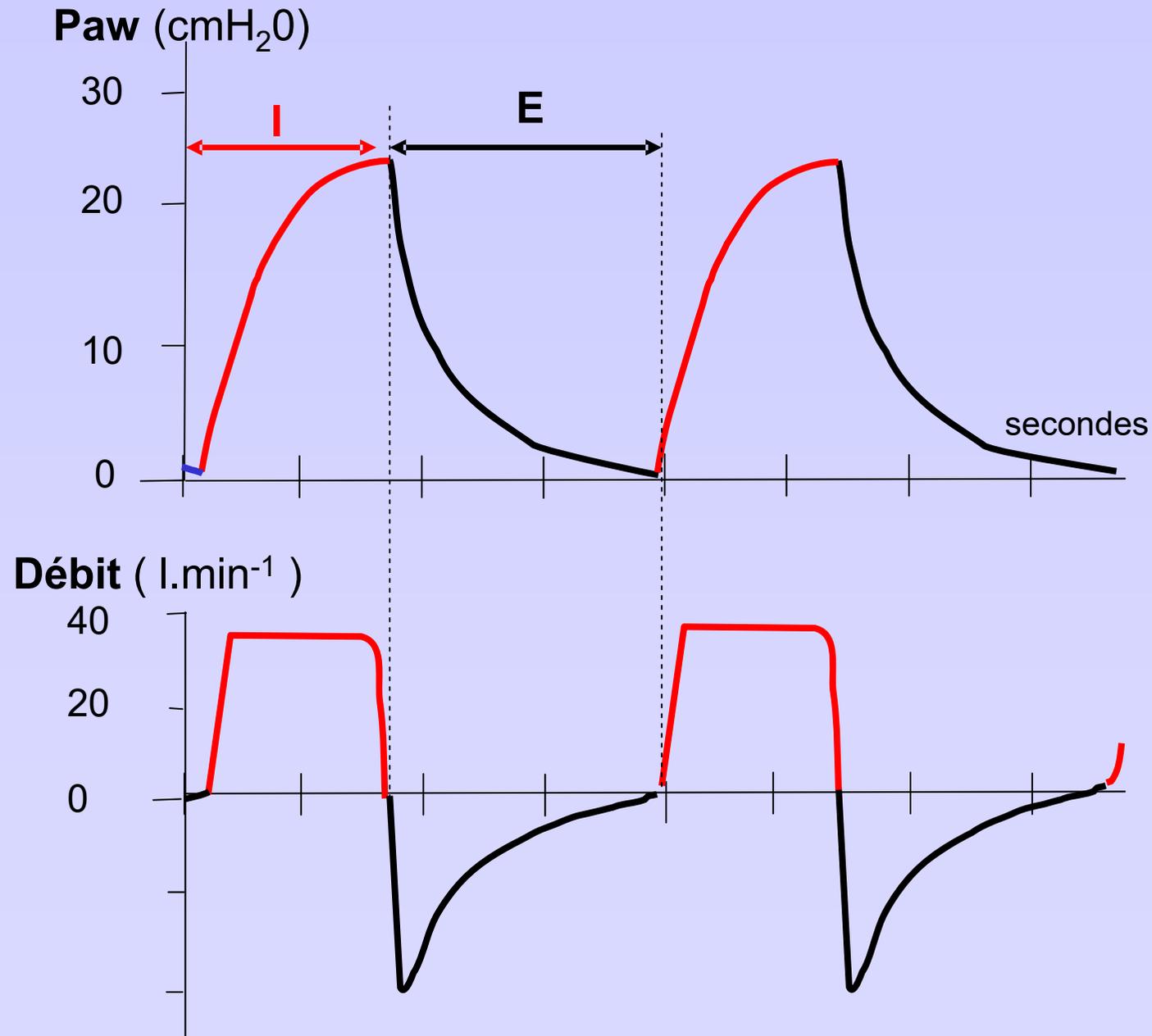


- **Volume contrôlé** : débit inspiratoire constant, on règle le volume (l'expiration est toujours naturelle)
- **Volume contrôlé à régulation de pression (VCRP)** : On règle le volume courant V_t , la pression inspiratoire est régulée
- **Pression contrôlée** : on régule la pression inspiratoire (constante)



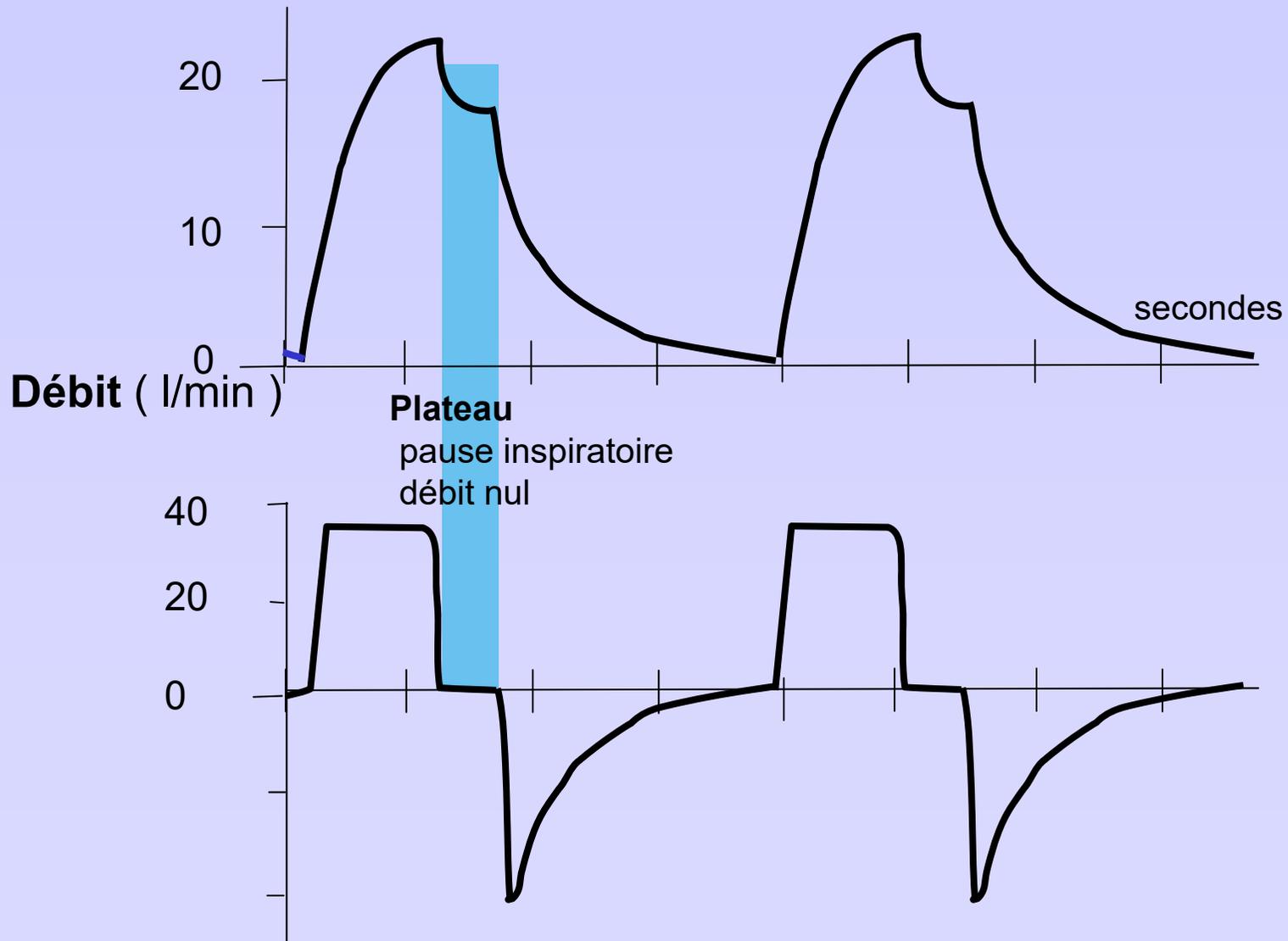
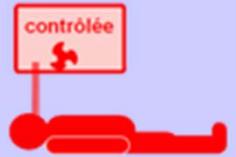
● Volume contrôlé : débit inspiratoire constant

(cas courant)



● Volume contrôlé avec plateau

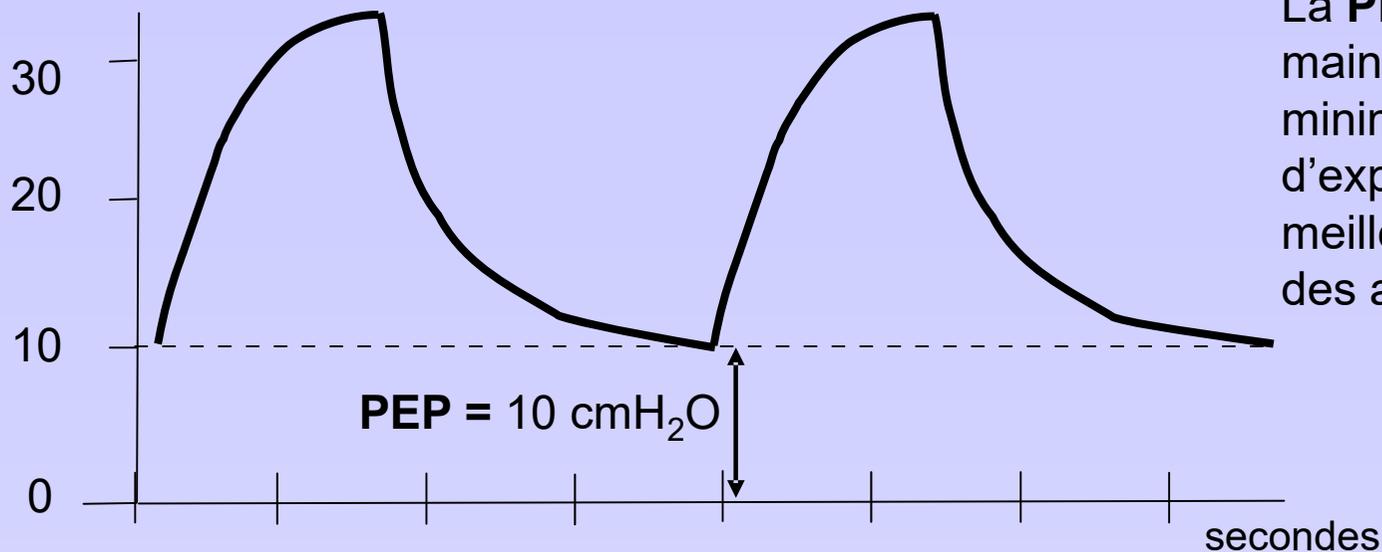
Paw (cmH₂O)





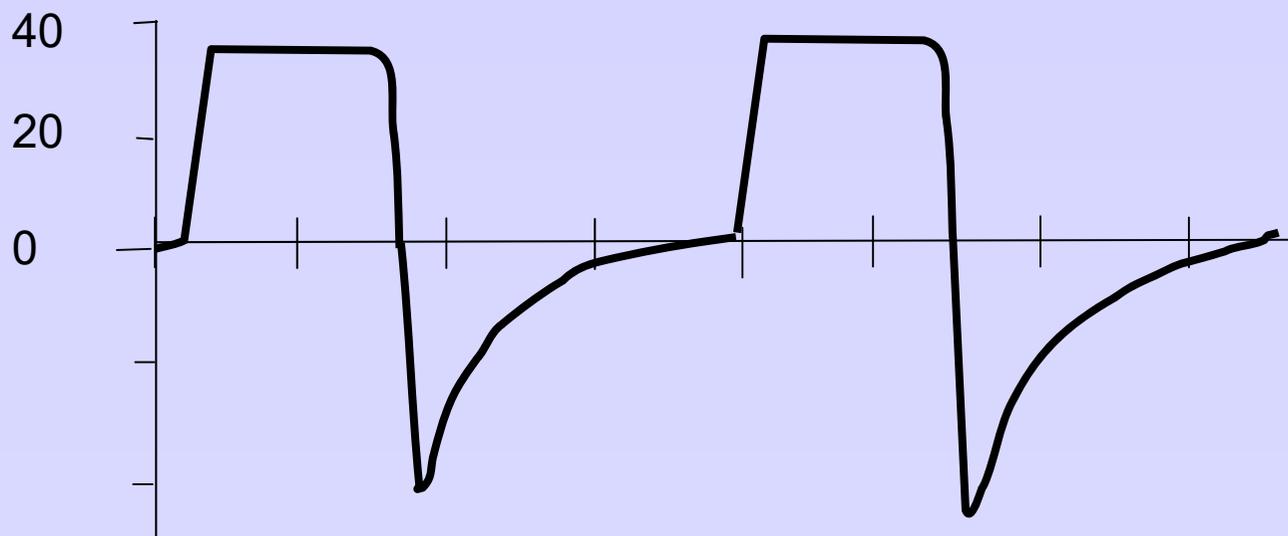
● Volume contrôlé avec pression expiratoire positive (PEP)

Paw (cmH₂O)

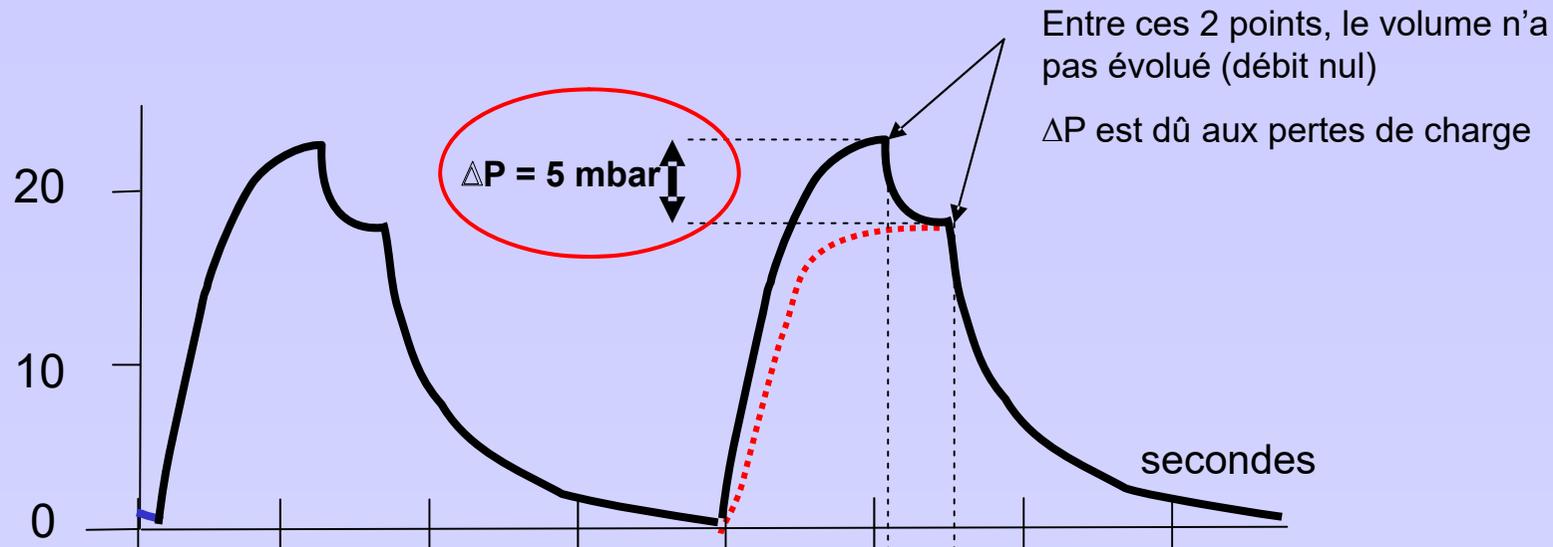
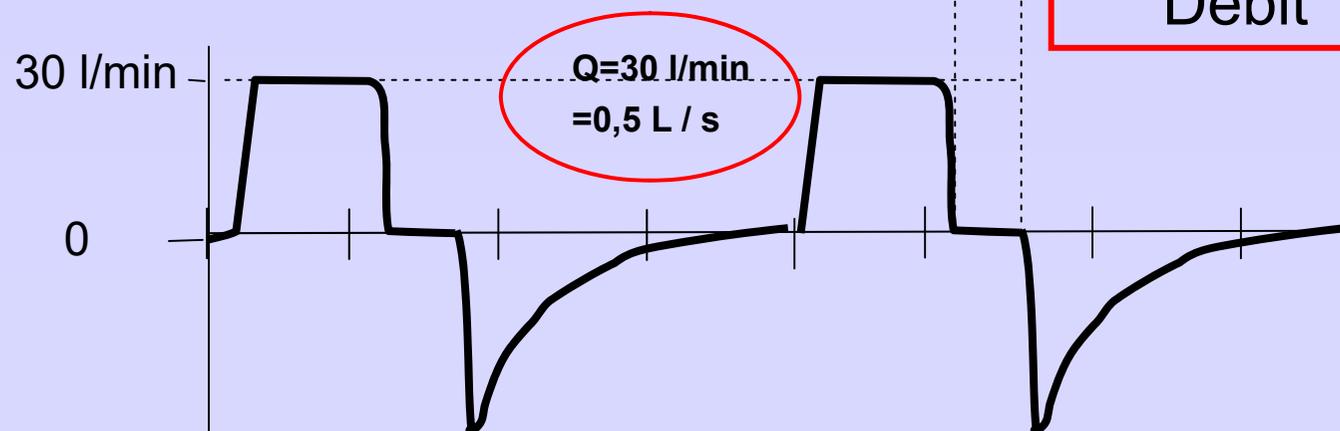


La **PEP** permet de maintenir une pression minimale en fin d'expiration pour un meilleur fonctionnement des alvéoles

Débit (l/min)



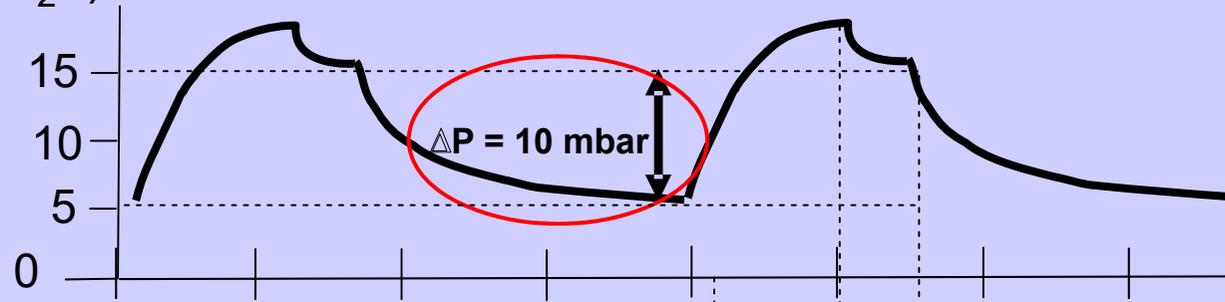
La **PEP** se règle entre **5** et **15** cmH₂O

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

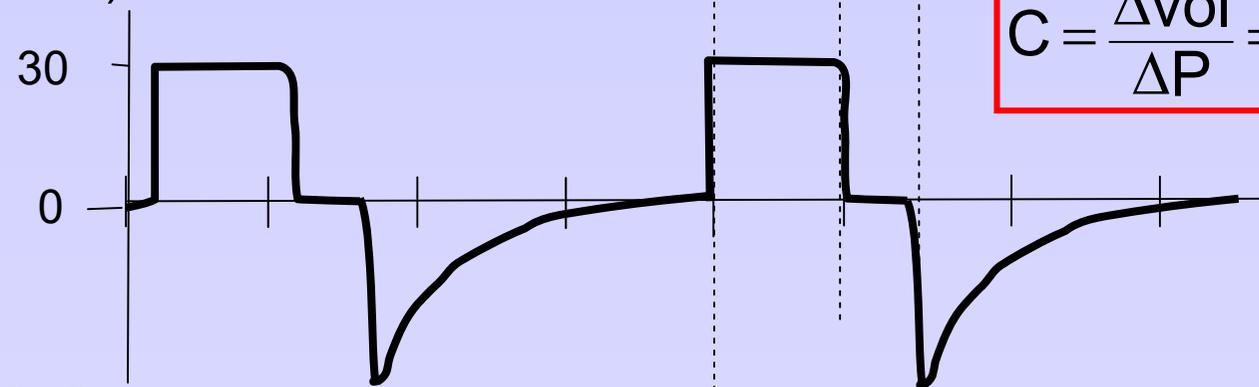
$$R = \frac{\Delta P}{\text{Débit}} = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ mbar / (l/s)}$$

• Volume contrôlé : calcul de la compliance

Paw (cmH₂O)

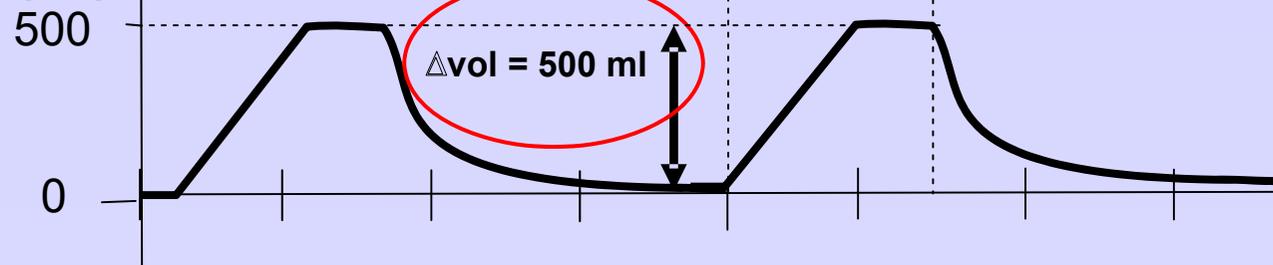


Débit (l/min)



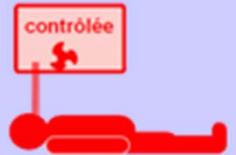
$$C = \frac{\Delta \text{vol}}{\Delta P} = \frac{500}{10} = 50 \text{ ml/mbar}$$

Volume (ml)

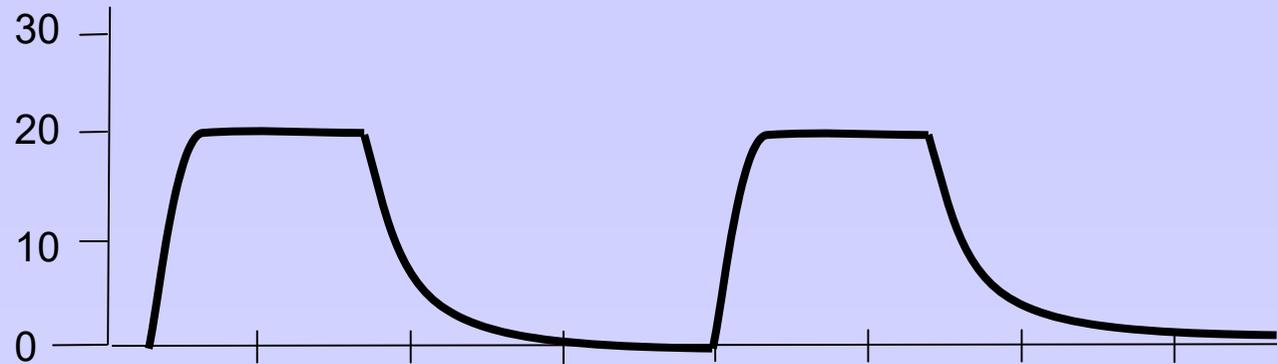


● **Pression contrôlée** : pression inspiratoire constante

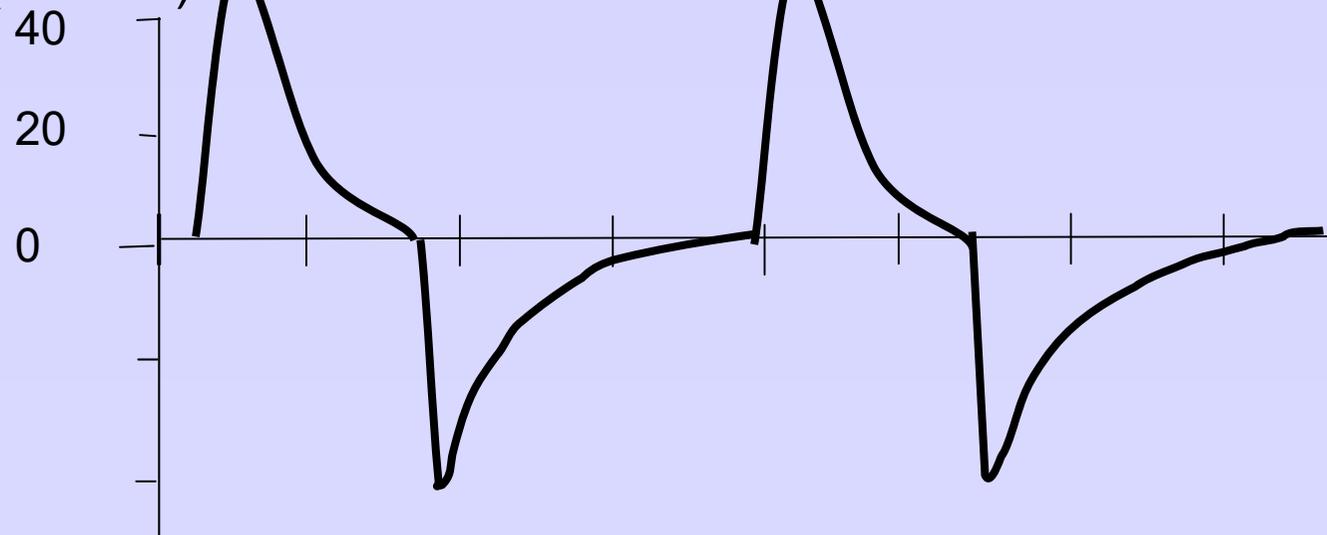
(traumatisme pulmonaire, nouveaux nés)



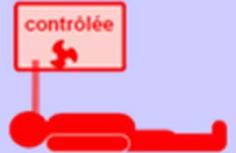
Paw (cmH₂O)



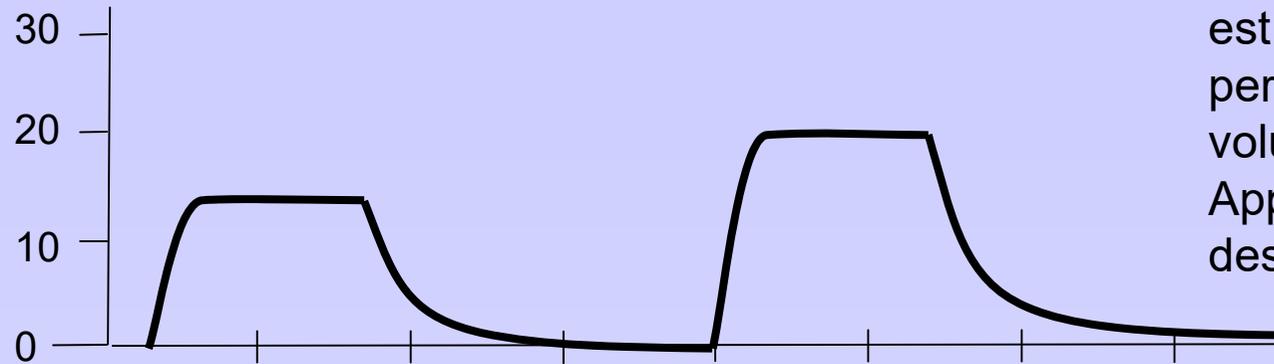
Débit (l.min⁻¹)



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

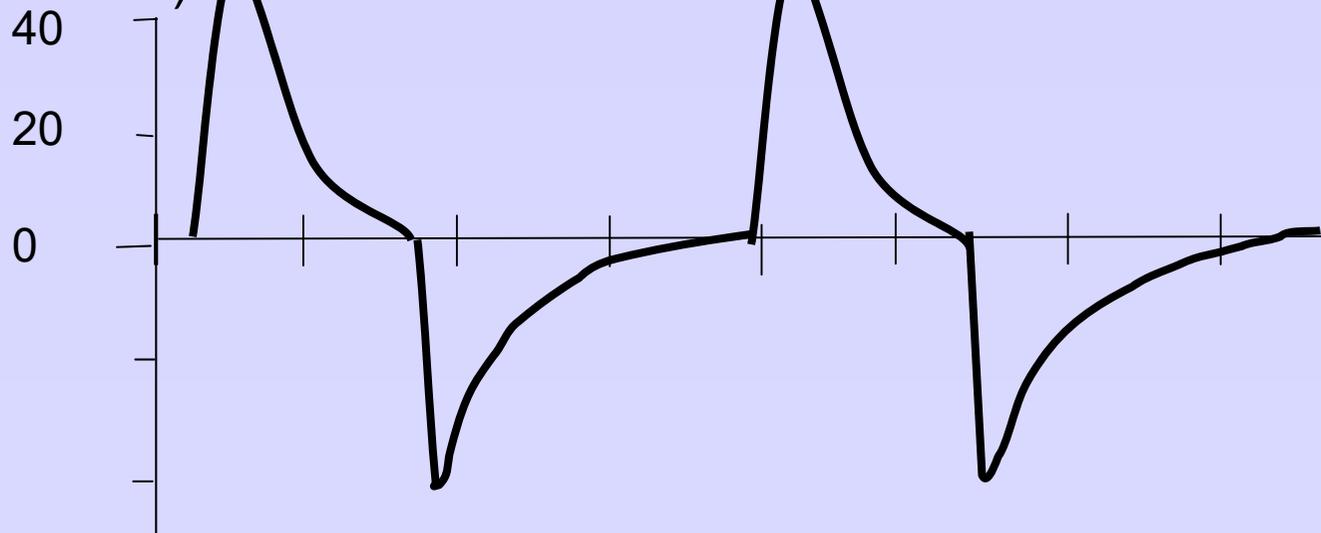


Paw (cmH₂O)



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

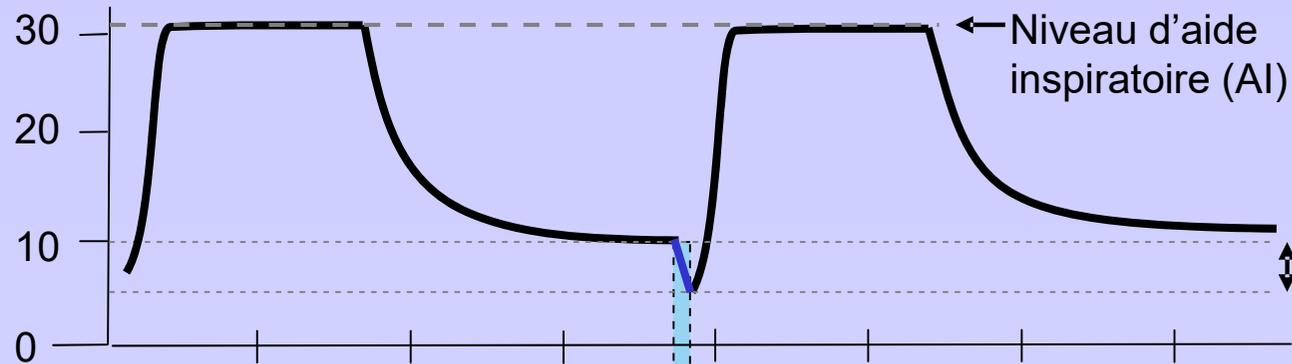
Débit (l.min⁻¹)



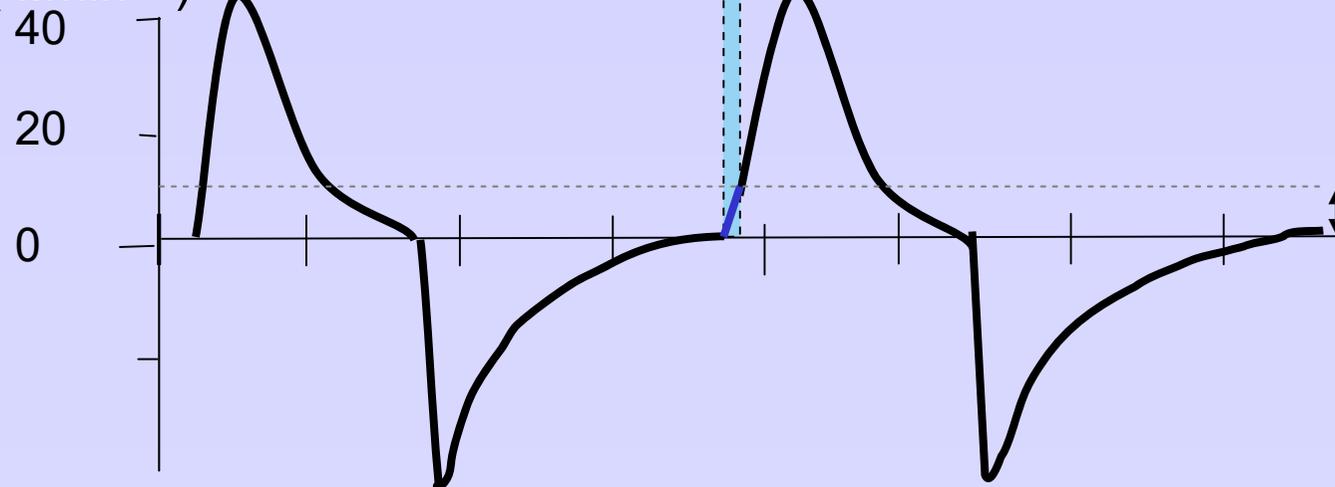
● Ventilation assistée : Trigger et Aide Inspiratoire



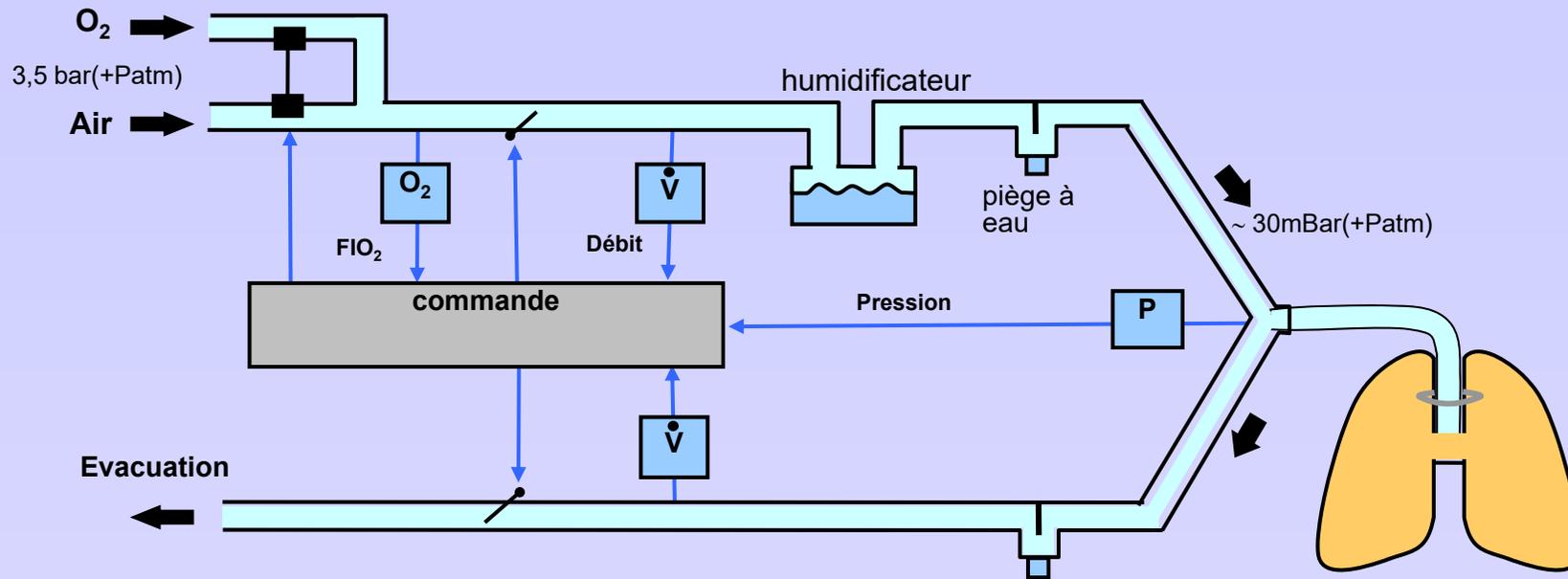
Paw (cmH₂O)



Débit (l.min⁻¹)



Technologie



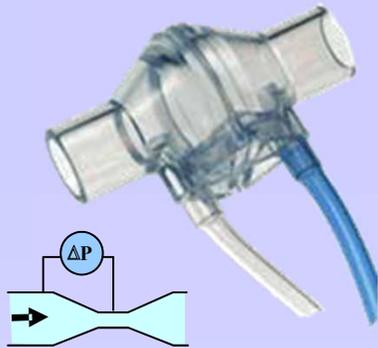
La sonde trachéale, introduite avec un laryngoscope, est équipée d'un ballonnet (gonflable avec une seringue) permettant l'étanchéité.

- **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.

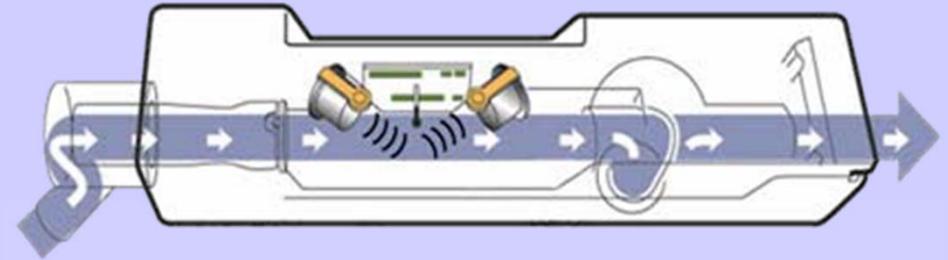
Précis

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.

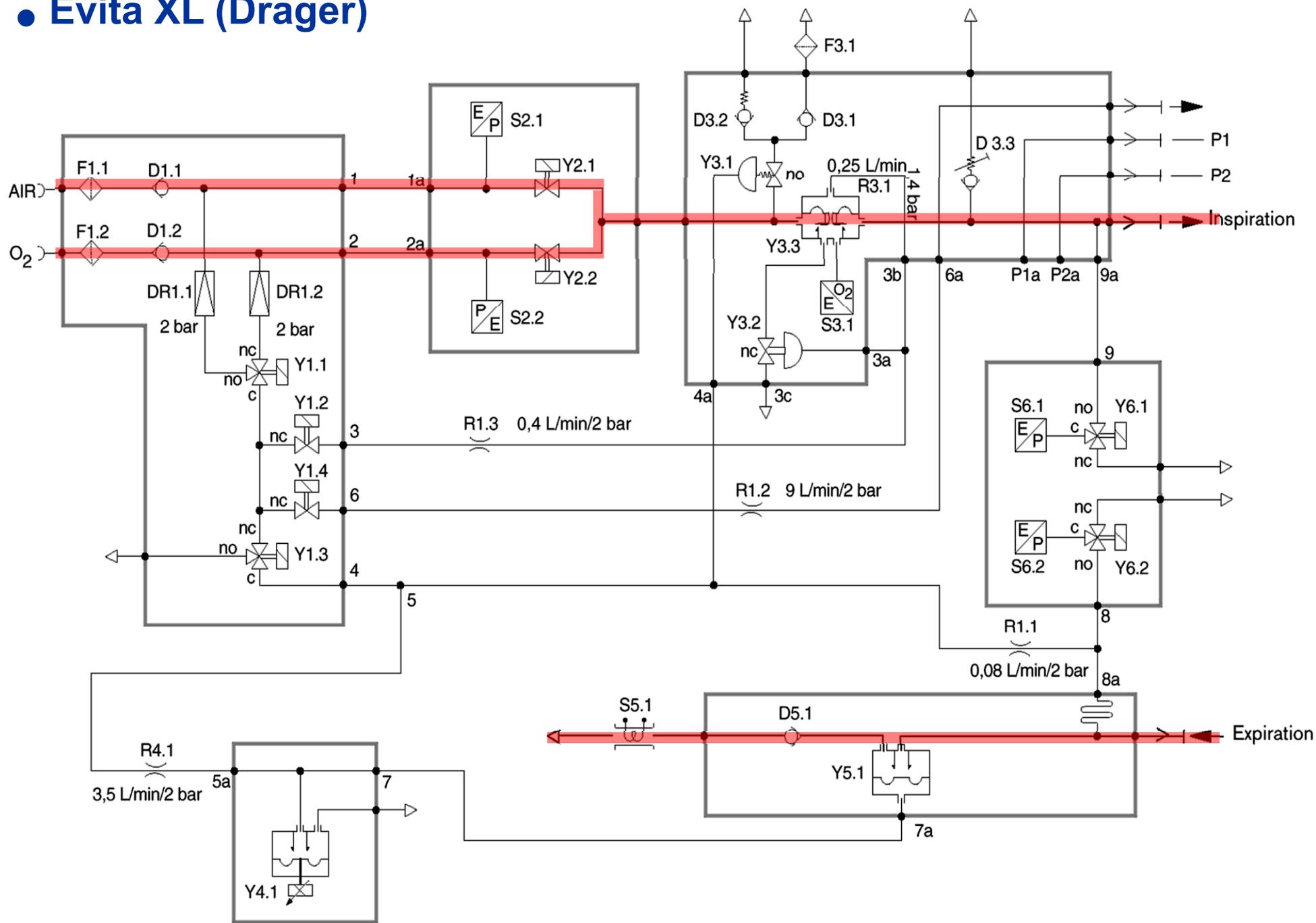
Très précis

Pas d'usure

Onéreux

complexe

• Evita XL (Dräger)



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⁽¹⁾, BIPAP⁽¹⁾_{ASB}, BIPAP⁽¹⁾_{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