



Les modes ventilatoires en anesthésie

K. Nouette-Gaulain

2013

Pôle D'anesthésie Réanimation

CHU Pellegrin

Bordeaux

Généralités

Pendant longtemps ventiler un patient en anesthésie :



- **Suppléer les effets des médicaments**
- **Administer un volume minute compatible avec la survie du patient**
- **Puis adapté à l'ETCO₂**



Evolution des respirateurs

Anesthésie



1ère « machine » permettant le dosage de l'oxygène, de l'éther et du chloroforme

Ventilation manuelle (Man/Spont)



Mode en volume (VC)

Mode en pression (VPC)

Aide inspiratoire (AI)

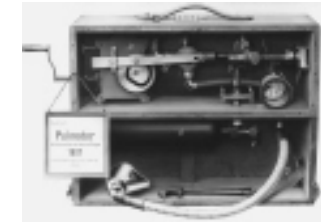
Disparition progressive des ventilateurs à soufflet?

Anesthésie par inhalation à objectif de concentration (AIOC)

Réanimation

1905

Ventilation manuelle (Man/Spont)



1960

Poumon d'acier



1980

Aide inspiratoire (AI)

Disparition progressive des ventilateurs à soufflet



2000

Nouveaux modes ventilatoires partiels (BIPAP, AutoFlow...)

Systemes « expert » (ex. SmartCare)

Modes ventilatoires

Volumétrique

(Débit)

Contrôlé

Partielle

VC

VAC

VACI

Barométrique

(Pression)

Contrôlé

Partielle

PCV

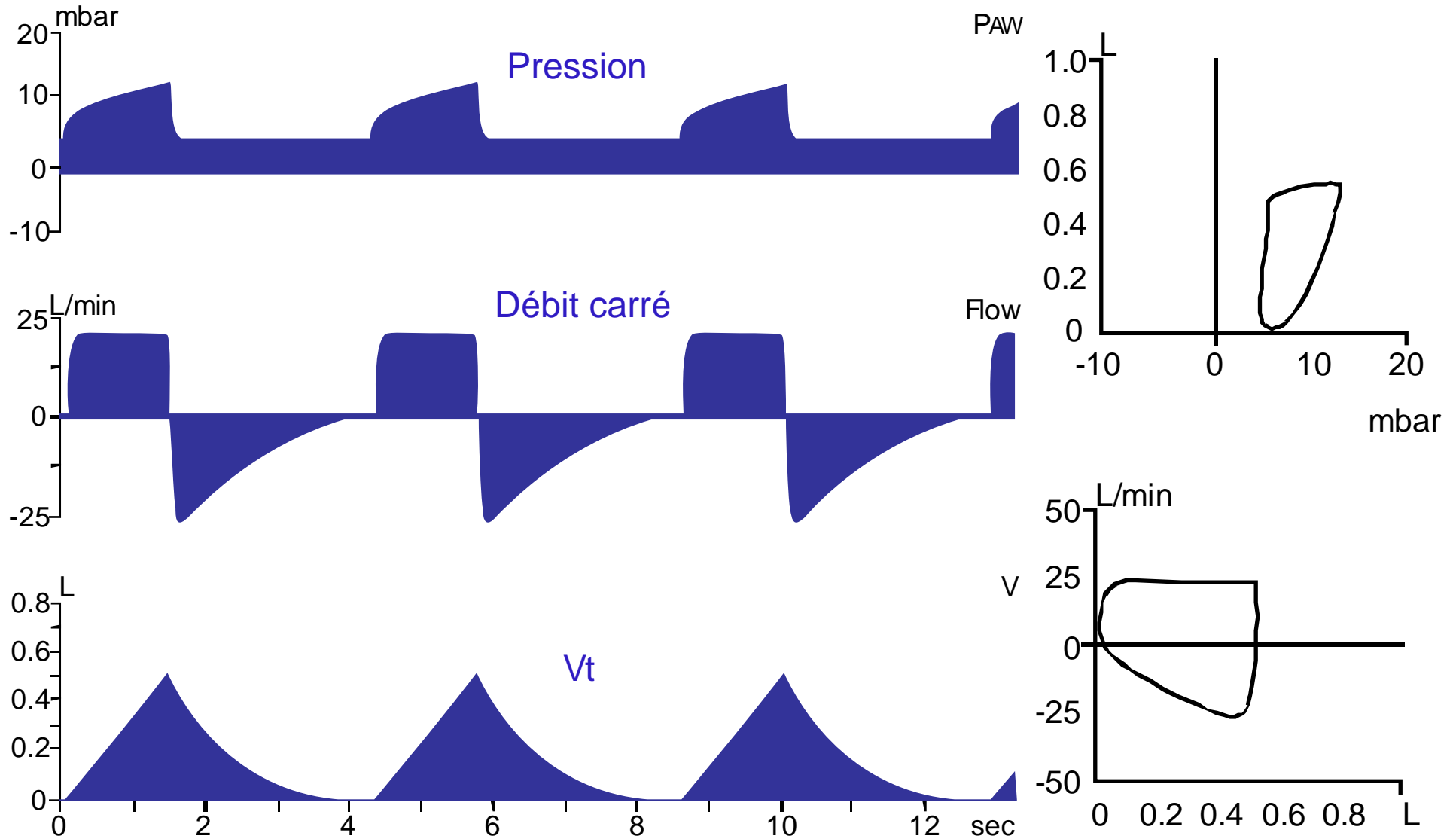
PAC

AI

Modes combinés

Pression contrôlée, volume garanti

Volume contrôlé, débit constant



Volume contrôlé

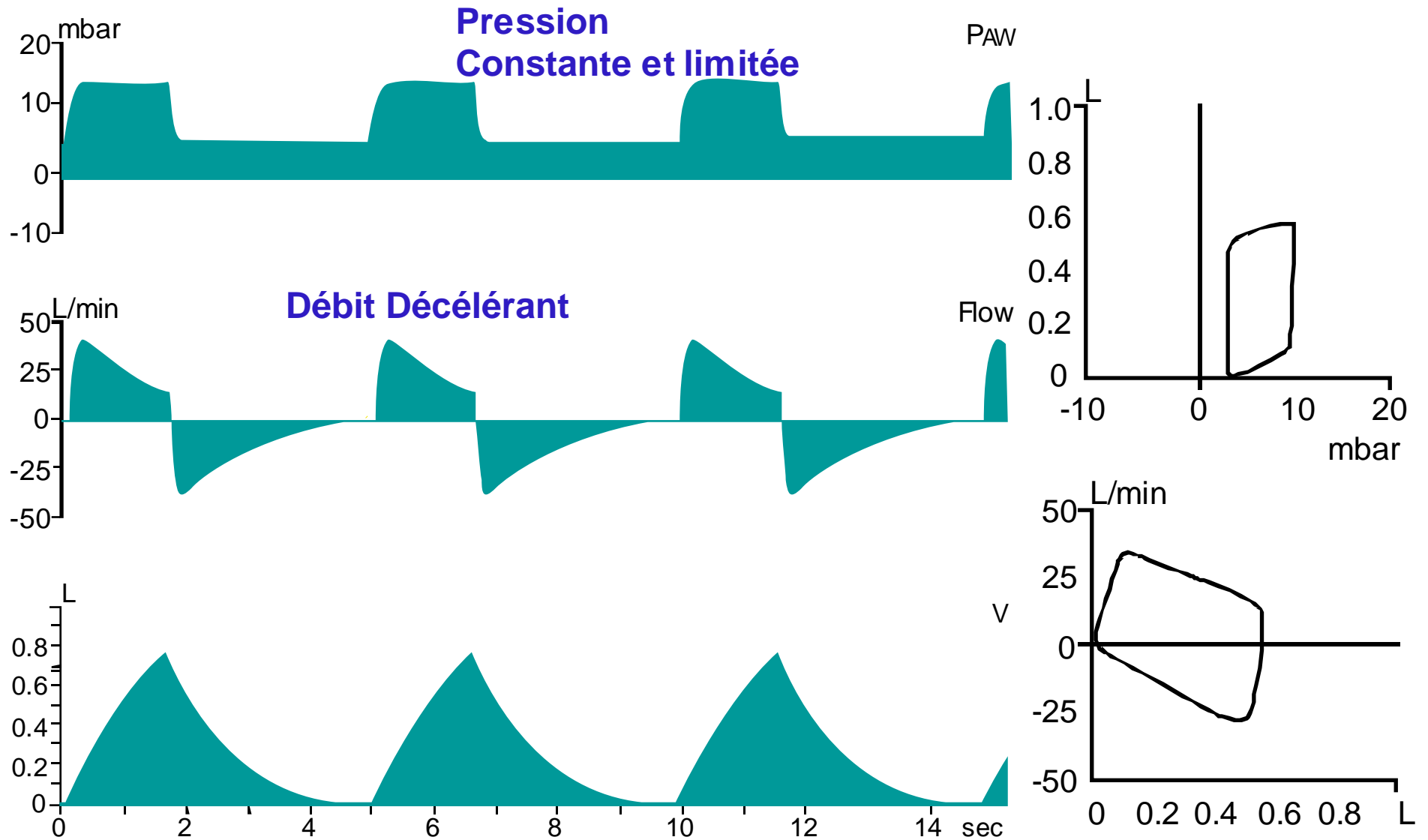
Aucune participation du malade

Patient reçoit un volume courant réglé, à une fréquence imposée

- V_t : 7-9 ml/kg
- Fréquence 10 à 20 /min ajustée selon $FeCO_2$
- Rapport I/E ou T_i/T_{tot}
-1/2 ou 33% augmentée selon clinique
- PEP
-selon clinique recommandée chez obèse

**Alarmes à
surveiller
Pressions
 CO_2**

Pression contrôlée, Débit décélérant



Pression contrôlée

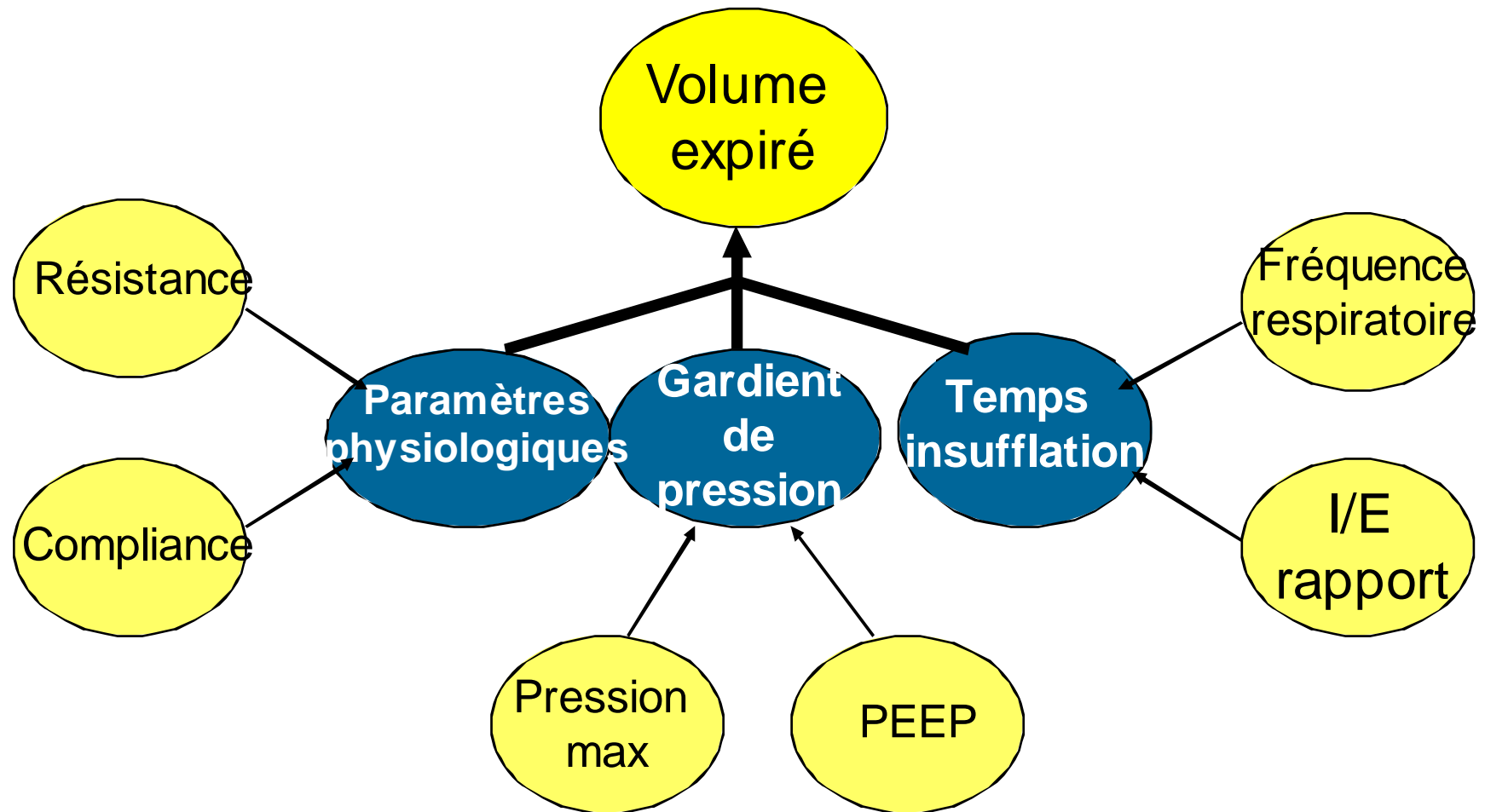
Aucune participation du malade

Le ventilateur insuffle un mélange oxygène-air ou protoxyde d'azote, à une fréquence donnée, jusqu'à l'atteinte de la pression fixée

- **Fréquence** 10 à 20 /min
ajustée selon $FeCO_2$
- **Pression inspiratoire** pour avoir un V_t compris entre 7-9 ml/kg
- **Rapport I/E ou T_i/T_{tot}**
-1/2 ou 33% augmentée selon clinique
- **PEP**
-selon clinique recommandée chez obèse

Alarmes à surveiller
Volume(V_t , VM)
 CO_2

Facteurs déterminant le volume en mode PC

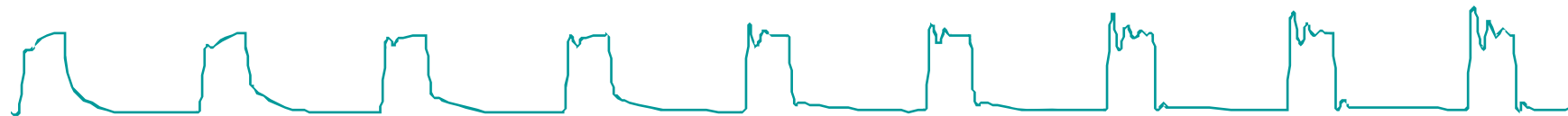
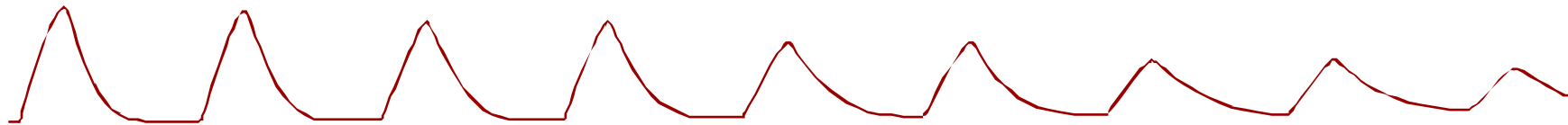
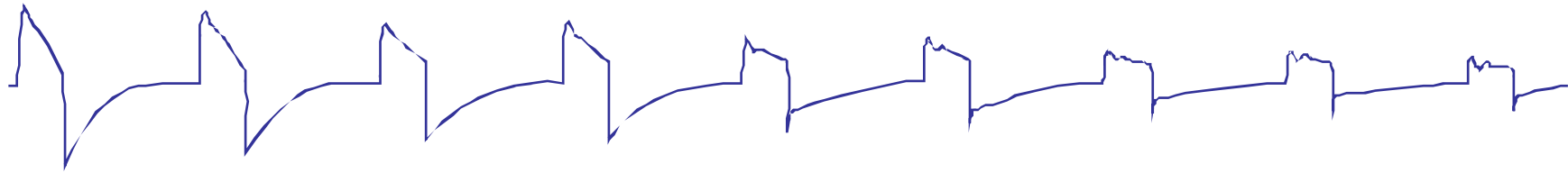


Avantages de la PC

- La pression constante inspiratoire et le débit décélérant
 - 📖 optimisent les échanges gazeux
 - 📖 optimisent la distribution des gaz inspiratoires
 - 📖 améliorent l'oxygénation
 - 📖 diminuent le shunt pulmonaire
- La pression inspiratoire est plus basse qu'en mode volume contrôlé
- Les fuites sont compensées

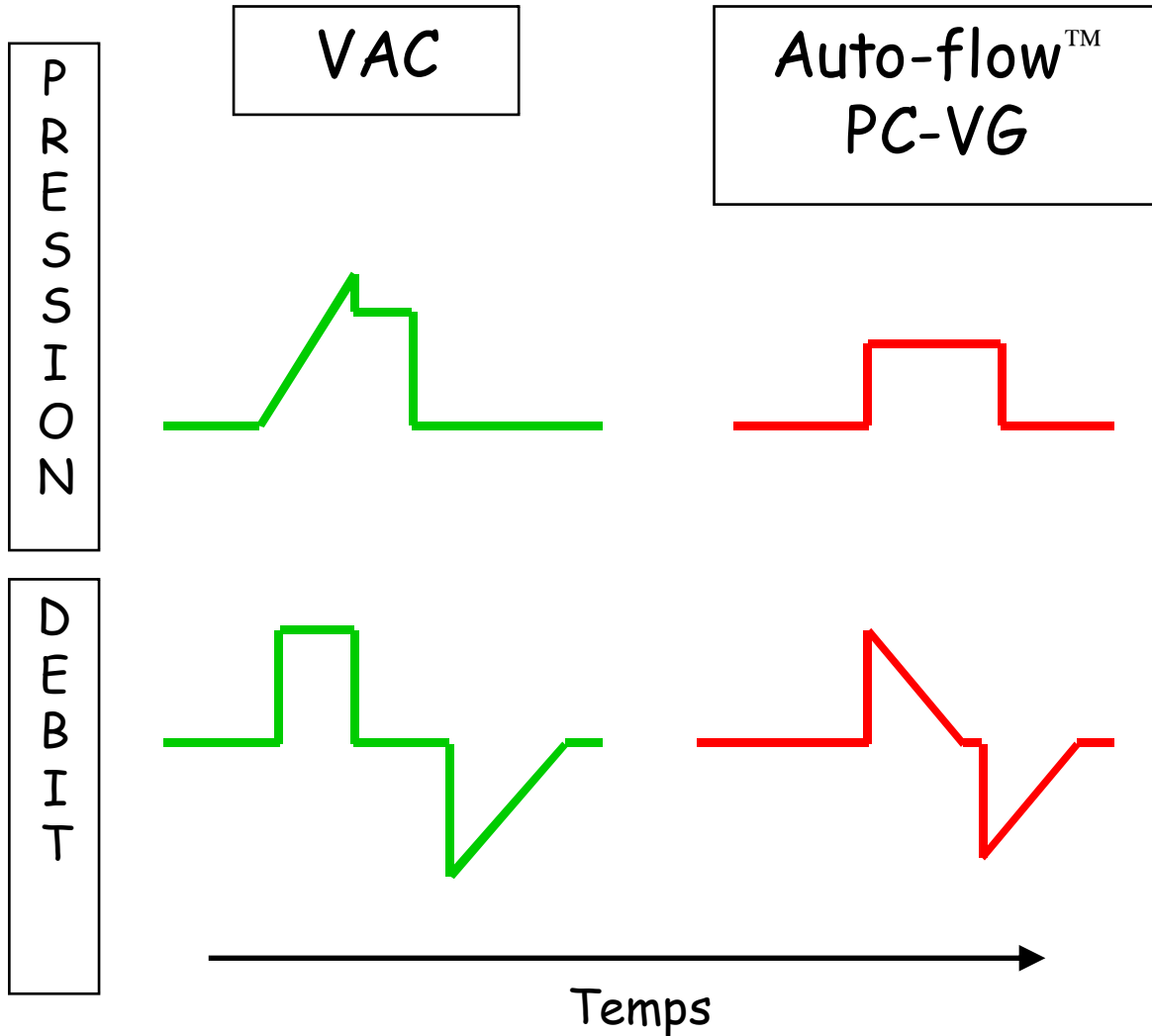
Inconvénients de la Presssion contrôlée

↓ débit et du VT



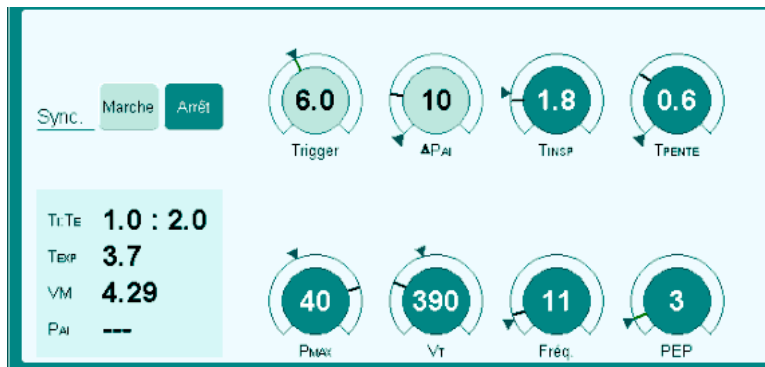
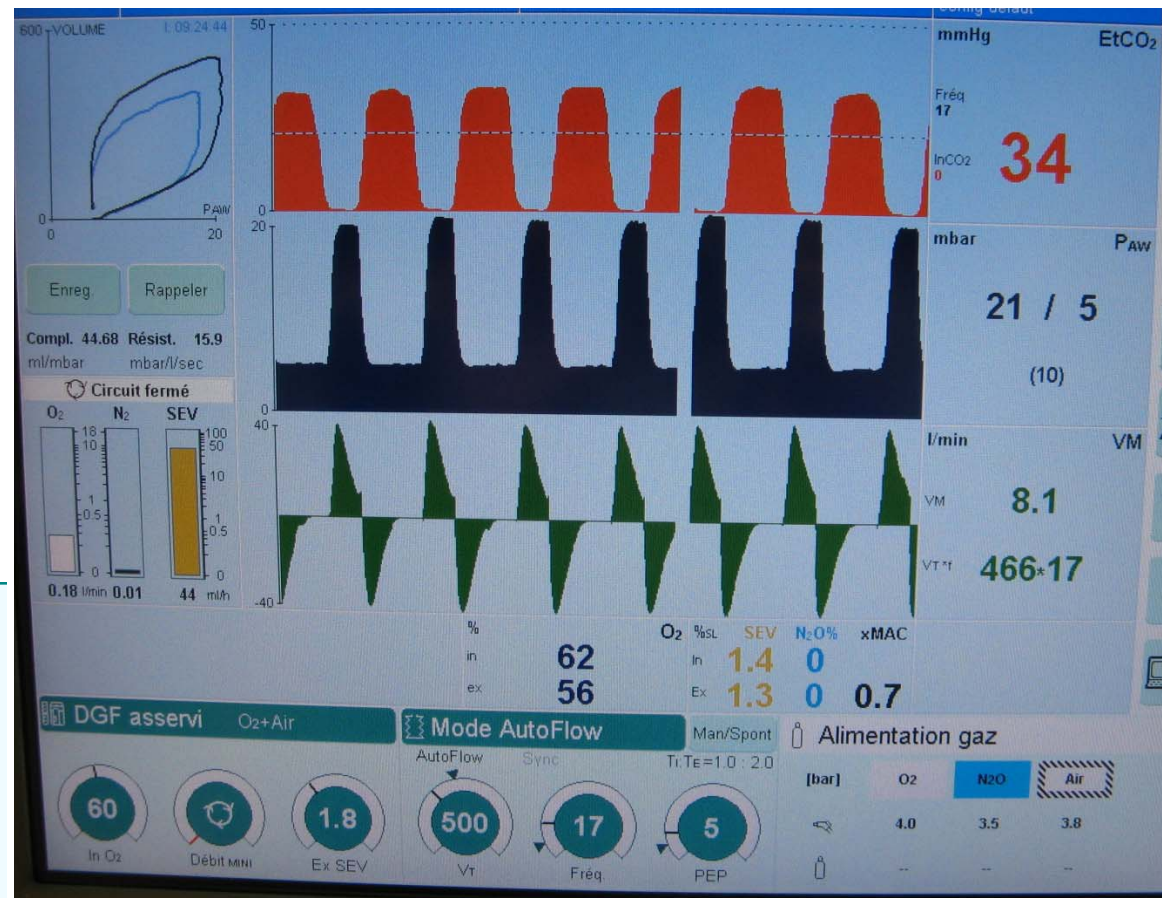
↓ Compliance et/ou ↑ Résistance

Mode mixte: débit décélérant avec volume garanti en anesthésie



Mode mixte

Ventilation en pression, volume garanti



Mode mixte: débit décélérant avec volume garanti en anesthésie

Possibilité d'une participation du malade ou non selon respirateur

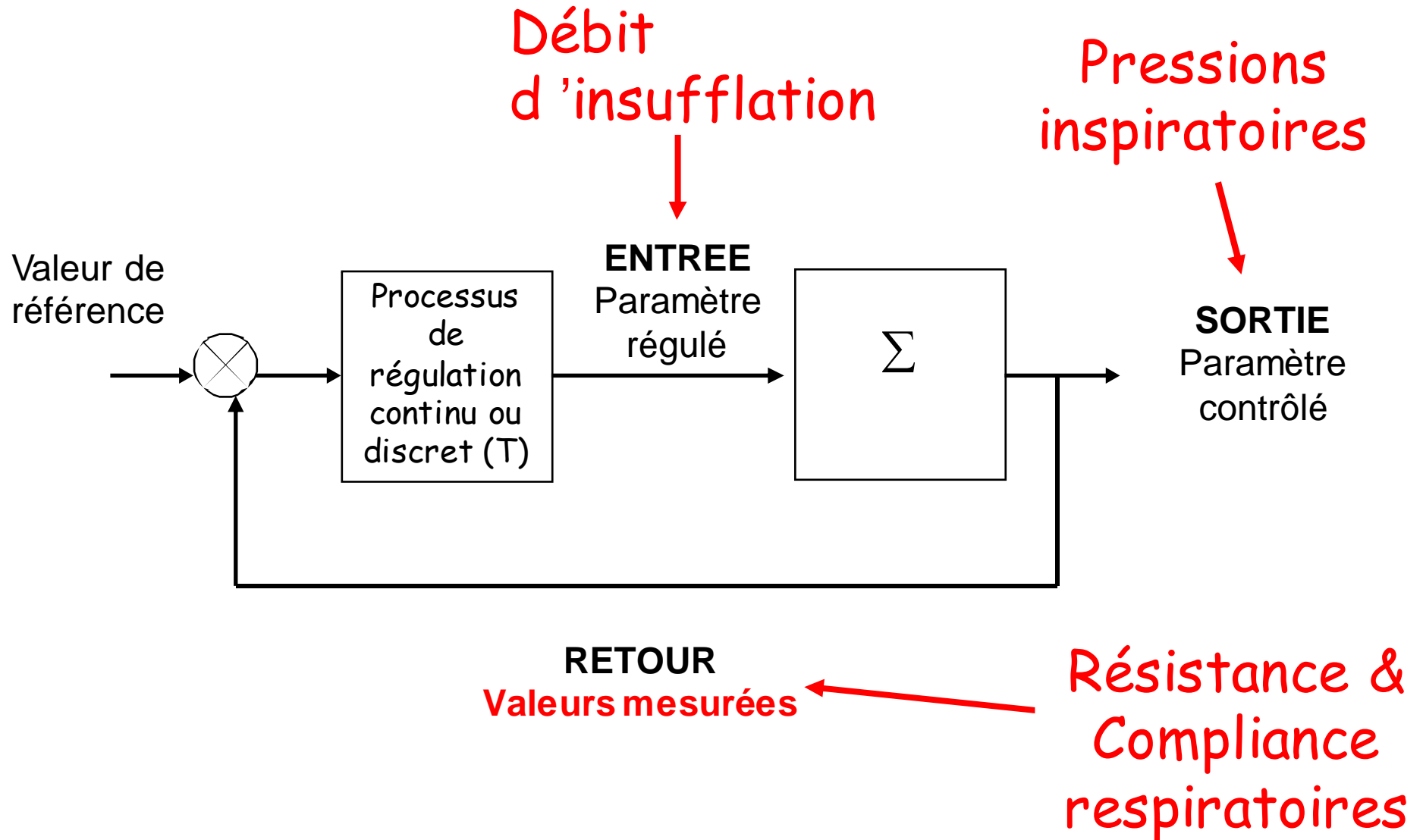
Patient reçoit un volume courant réglé constant avec un mode en débit décélérant à une fréquence imposée

- **Vt:** 7-9 ml/kg
- **Fréquence** 10 à 20 /min ajustée selon $FeCO_2$
- **Pression inspiratoire** (<pression de fuite si ML)
- **Rapport I/E ou Ti/Ttot**
-1/2 ou 33% augmentée selon clinique
- **PEP**
-selon clinique recommandée chez obèse

Alarmes à surveiller

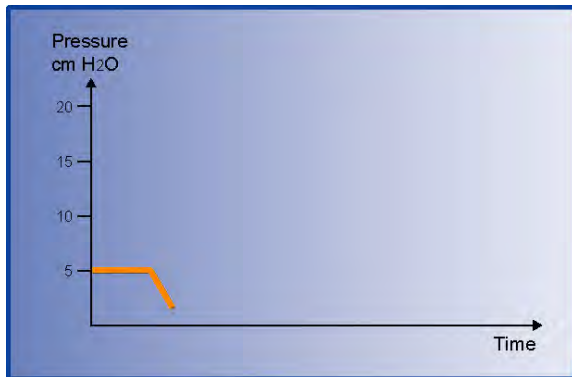
**Volume(Vt, VM)
Pression
CO₂**

Boucle d'asservissement

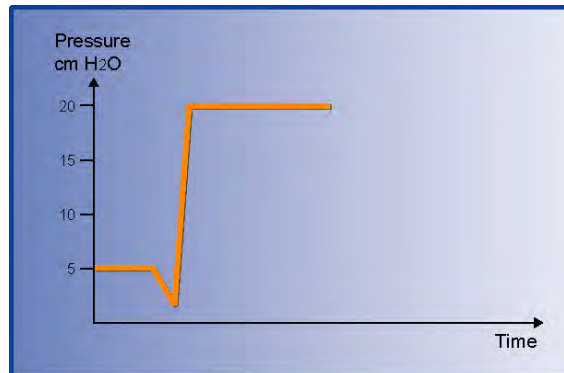


Aide inspiratoire

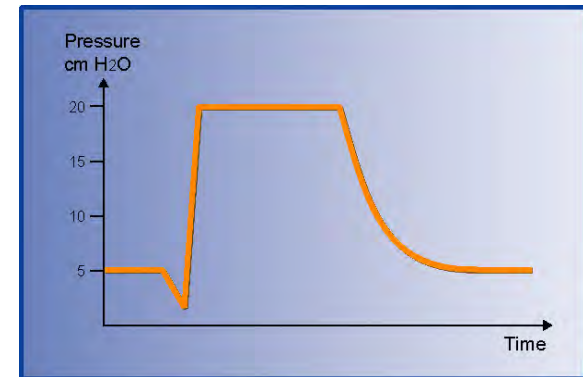
Appel patient



Inspiration patient à la pression inspiratoire réglée



Expiration du patient



Aide Inspiratoire

Participation du malade

Ventilateur est déclenché par un signal de débit provenant de la respiration du patient, débit décélérant

- **Le niveau d'aide** est réglé pour obtenir le volume courant désiré
- **La fréquence ventilatoire**
 - minimum doit être réglée
 - permet une ventilation de sécurité
- **La durée maximum de l'inspiration** doit être réglée

Le trigger en aide inspiratoire

- **Seuil de déclenchement : Trigger**
 - – Seuil de déclenchement qui permet de détecter l'appel inspiratoire du patient
- **La sensibilité du trigger**
 - 📖 Maximum au réveil
 - 📖 Moins sensible en peropératoire et au cours de l'induction pour éviter l'auto trigger

Aide inspiratoire à l'induction apnée?

 Le signal de débit déclenche l'aide
inspiratoire

- Les voies aériennes sont mises en pression à la valeur préréglée
- Le flux inspiratoire est d'emblée maximum le flux est décélérant

 L'arrêt de l'aide est déclenché

- par un signal de débit
- par une limite de temps inspiratoire

**QUEL VT EN ANESTHÉSIE SUR
POUMON SAIN?**

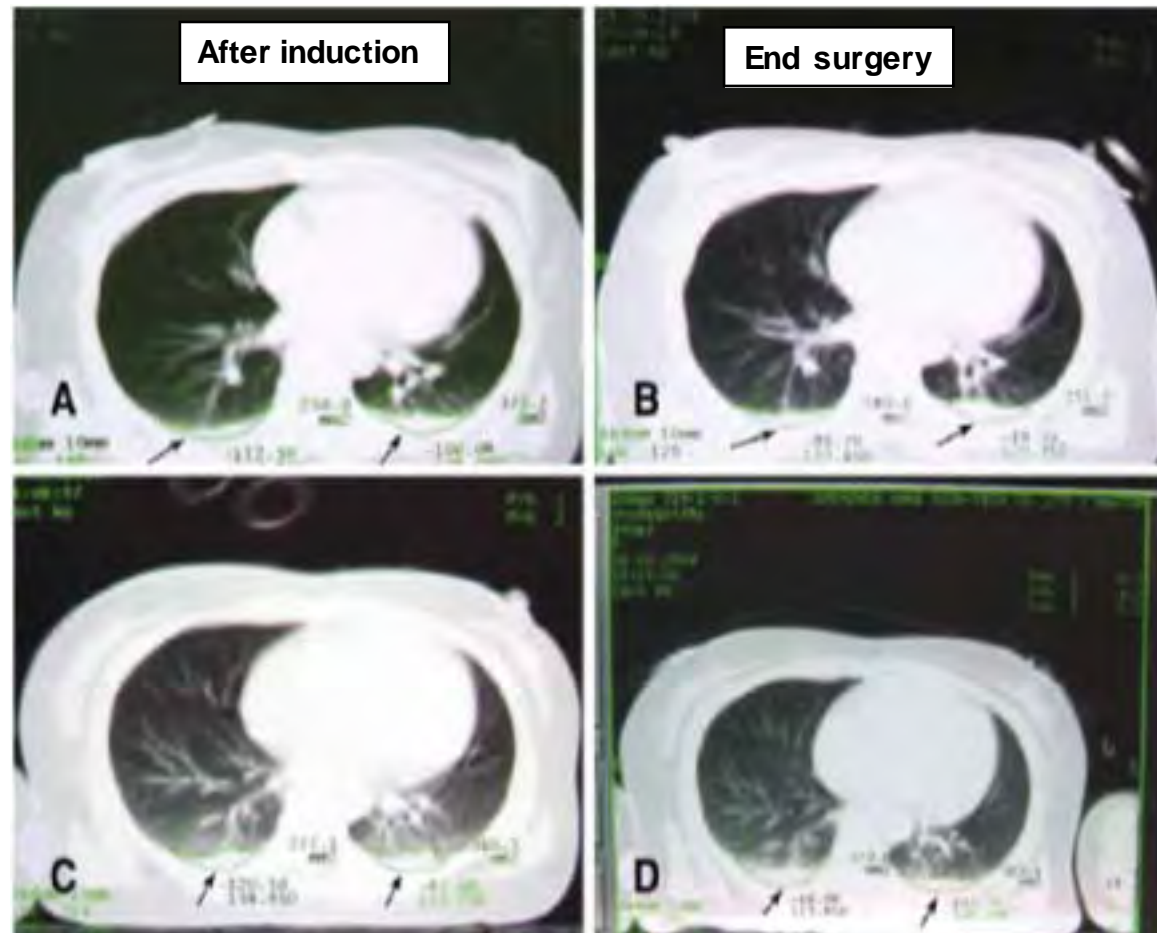
Effect of low tidal volume ventilation on atelectasis in patients during general anesthesia: a computed tomographic scan

Hongwei Cai PhD (Professor of Anesthesia)^a, Hua Gong MD (Staff Anesthesiologist)^{a,*}
Lina Zhang MD (Staff Anesthesiologist)^a, Yanjin Wang MD (Staff Radiologist)^b,
Yuke Tian PhD (Professor of Anesthesia)^c *Journal of Clinical Anesthesia* (2007) 19, 125–129

Atelectasies sont comparables chez les patients avec 6 or 10 mL/kg, durée de chir 7h

Conventional
VT= 10 ml/kg
(PEEP=0)

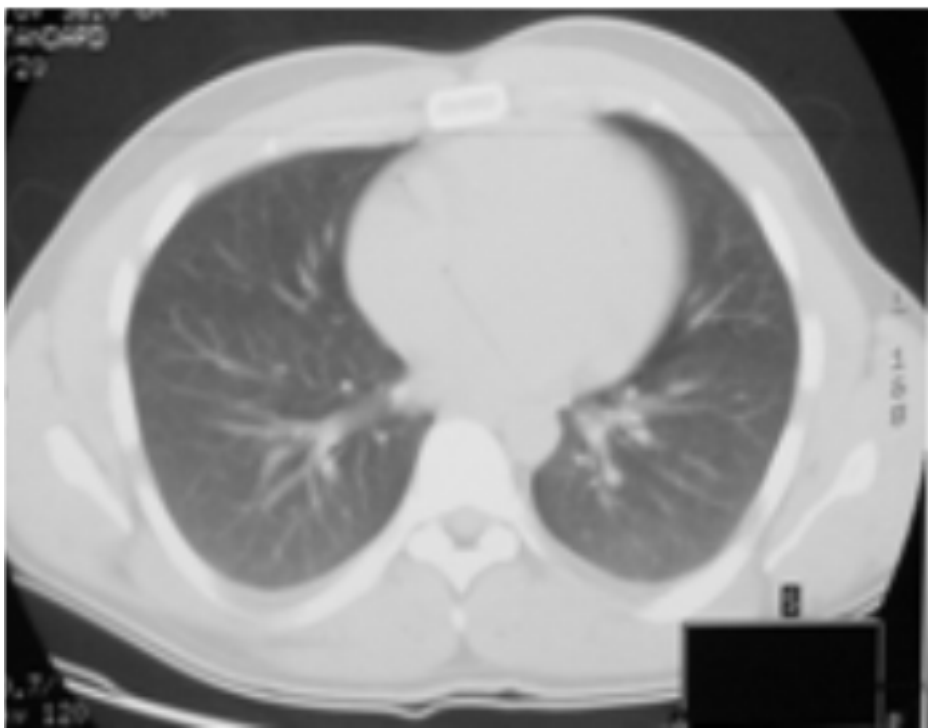
bas VT
VT= 6 ml/kg
(PEEP=0)



What Tidal Volumes Should Be Used in Patients without Acute Lung Injury?

Marcus J. Schultz, M.D., Ph.D.,* Jack J. Haitzma, M.D., Ph.D.,† Arthur S. Slutsky, M.D.,‡ Ognjen Gajic, M.D.§

Healthy

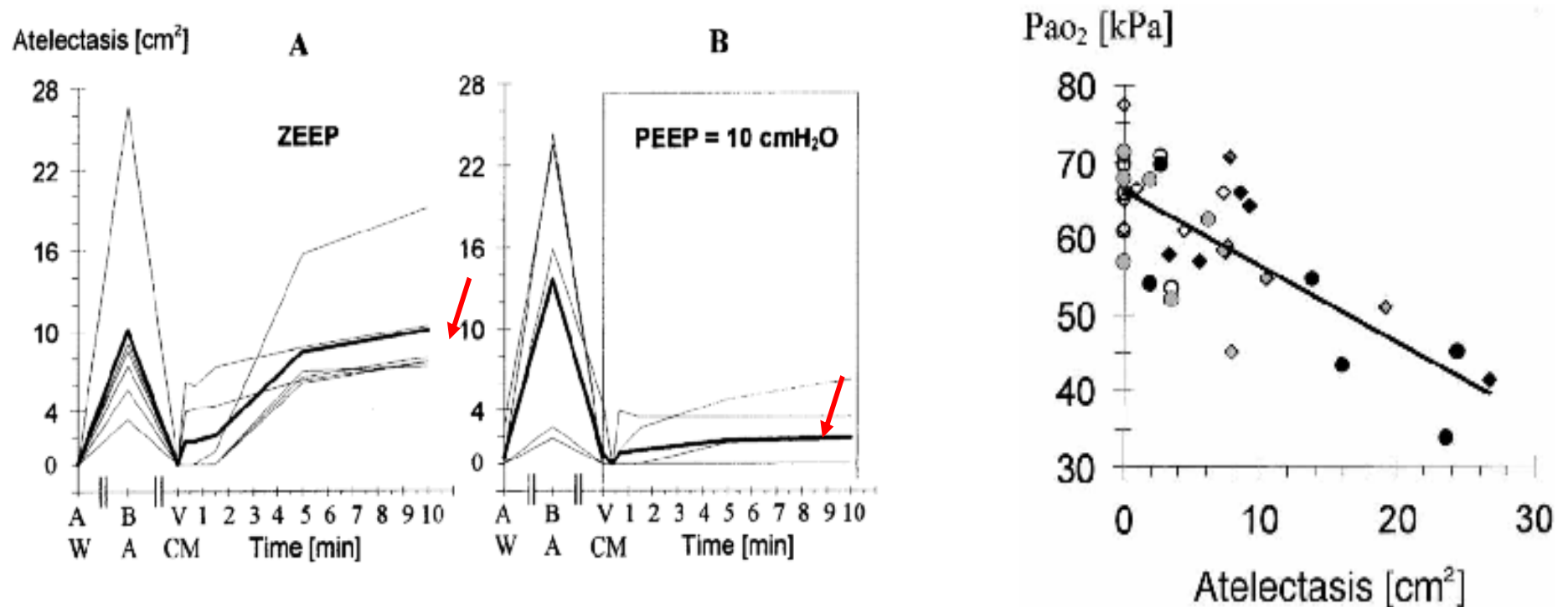


Poumon normal
VT < 10 ml/kg
Pplateau < 15-20 cm
H₂O
PEEP ≥ 5 cmH₂O

intérêt de la PEEP ?

Positive end-expiratory pressure prevents atelectasis during general anaesthesia even in the presence of a high inspired oxygen concentration

Neumann, Rothen, Berglund, Valtysson, Magnusson, Hedenstierna
Acta Anaesthesiol Scand 1999; 43: 295–301



L'application d'une PEEP prévient la survenue d'atélectasie
durant l'anesthésie générale

Atelectasie

Choix de la manoeuvre de recrutement

Une Capacité vitale pendant 8s.

Talab HF et coll. Anesth Analg 2009; 109: 1511-6.

★ **Pression contrôlée à 40 cmH₂O, + PEP 20 cmH₂O FR 7/min pendant 3 min.** Tafer N et coll Ann Fr Anesth Réanim 2009;28:130-4.

★ **50 à 60 cmH₂O de pression de plateau pendant 10 cycles respiratoires. Bohm SH et coll.** Anesth Analg 2009; 109:160-3.

40 cmH₂O pendant 15 s. Almarakbi WA et coll Br J Anaesth 2009;102: 862-8.

REVIEW ARTICLE

David C. Warltier, M.D., Ph.D., Editor

Anesthesiology 2005; 102:838-54

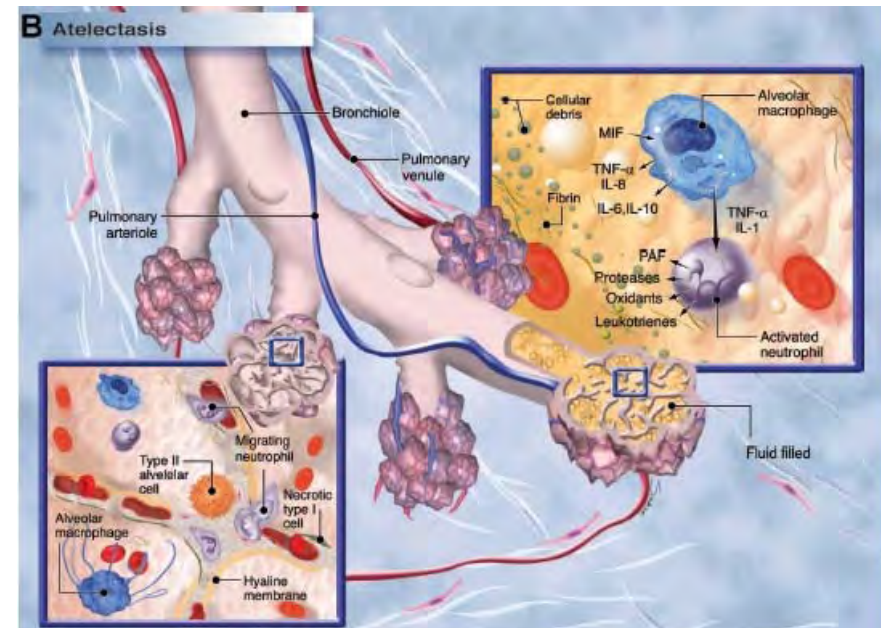
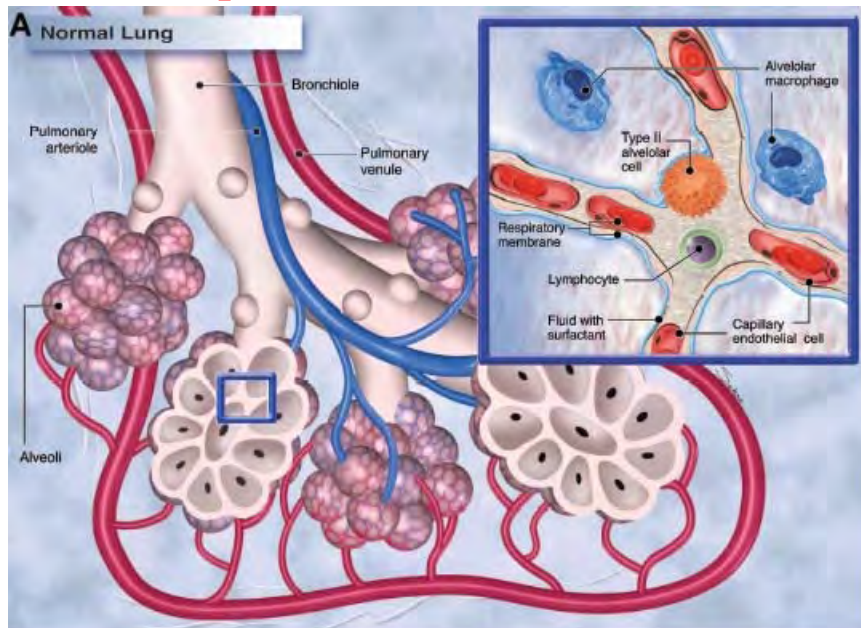
© 2005 American Society of Anesthesiologists, Inc. Lippincott Williams & Wilkins, Inc.

Pulmonary Atelectasis

A Pathogenic Perioperative Entity

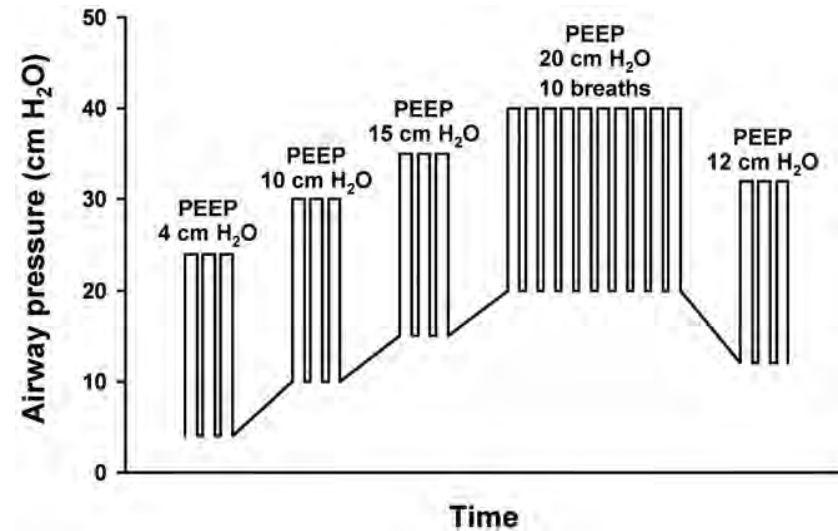
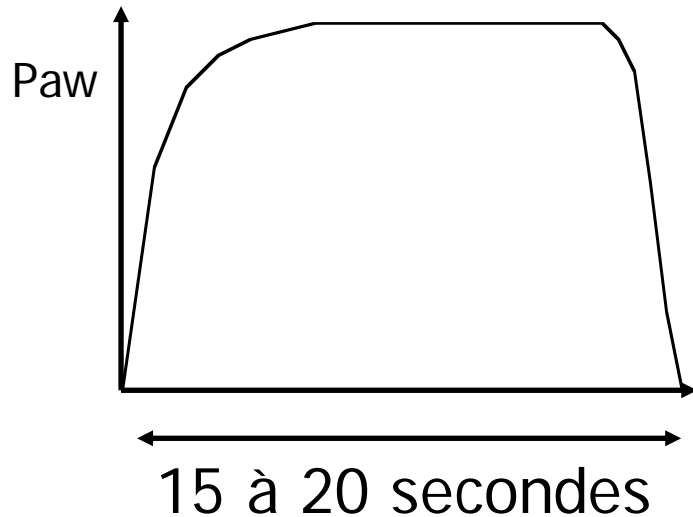
Michelle Duggan, M.B.,* Brian P. Kavanagh, M.B.†

Induction Peropératoire



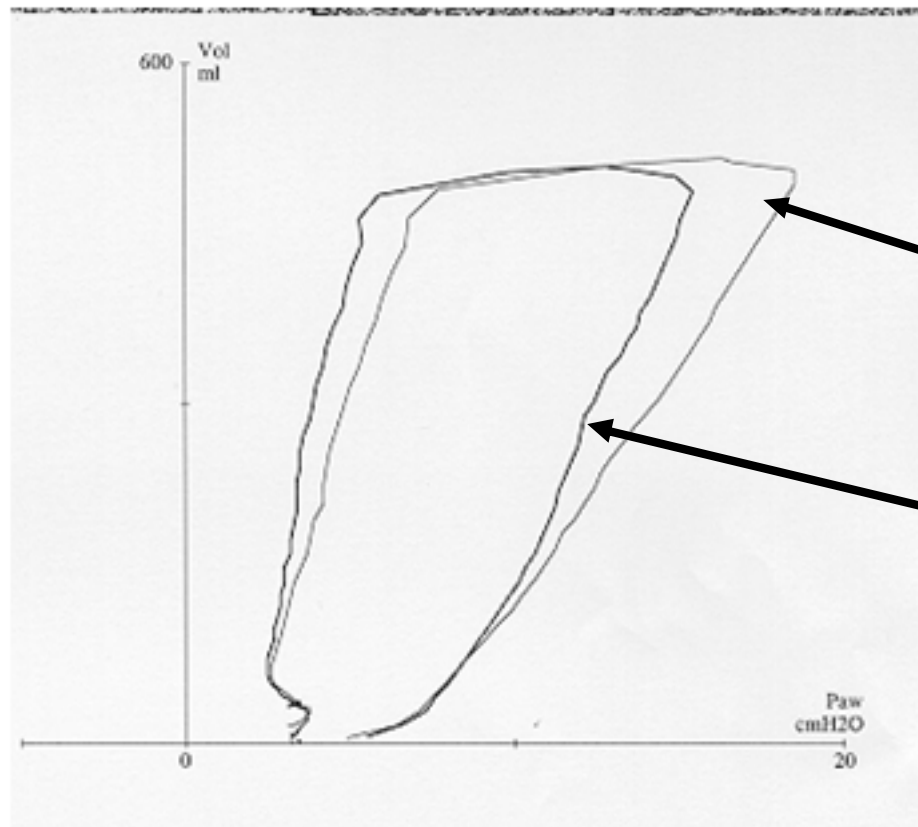
Manceuvres de recrutement

Circuit en mode manuel
Valve APL 30 à 40 cm H₂O
Pression sur le ballon
Surveillance sur le moniteur



Whalen: Anesth Analg, Volume 102(1). 2006.298-305

Effets d'une manœuvre de recrutement mode VC

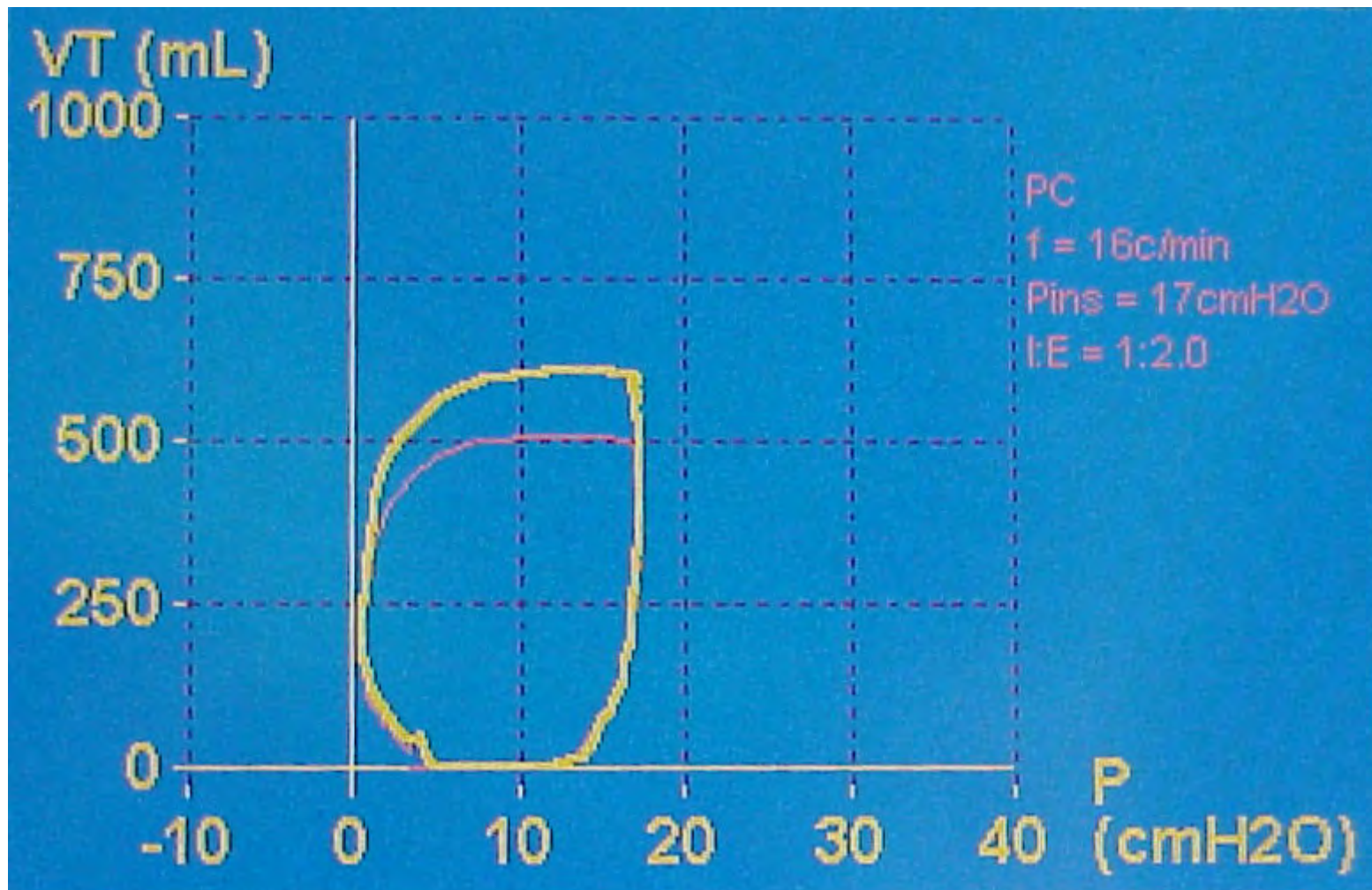


Avant recrutement

Après recrutement

+ Amélioration de la SpO_2 et interprétation de la $FeCO_2$

Effet d'une manoeuvre de recrutement en mode PC
Augmentation du volume courant



VC/PC

?

Adultes volume vs pression ?

British Journal of Anaesthesia 100 (1): 100-105 (2008)
doi:10.1093/bja/aen267

2008

BJA

RESPIRATION AND THE AIRWAY

Pressure-controlled ventilation improves oxygenation during laparoscopic obesity surgery compared with volume-controlled ventilation

P. Cadot¹*, T. Guenoun¹, D. Journois¹, J.-M. Chevassier², J.-L. Diehl³ and D. Safran¹

P > V

Pressure-controlled Ventilation Does Not Improve Gas Exchange in Morbidly Obese Patients Undergoing Abdominal Surgery

Gregory A. Hans • Audrey A. Prégaldien •
Abdourahamane Kaba • Thierry M. Sottiaux •
Arnaud DeRoover • Maurice L. Lamy • Jean L. Joris

OBES SURG 2008

P = V

Comparison of Volume-controlled and Pressure-controlled Ventilation during Laparoscopic Gastric Banding in Morbidly Obese Patients

L. E. C. De Baerdemaeker • C. Van der Hertem •
J. M. Gillardin • P. Pattyn • E. P. Mortier • L. L. Szegedi

OBES SURG 2008

P < V



La guerre de Troie n'aura pas lieu

**MAIS CONCERNANT LA
VENTILATION AVEC FUITES...**

Ventilation avec fuites

Induction anesthésique

ventilation au masque PC Vs VM

Von Goedeck Anesth Analg 2004

- 41 patients adultes

 Anesthésie

fentanyl 2 mcg/Kg + propofol 2,5 – 3,5 mg/Kg + 10 mg/Kg/H

Ventilation PC

. 15/mn

. pression réglée: Vt 8 – 10

ml/KG

. I/E 1/1

Ventilation manuelle

. valve réglée 20 cm H₂O

. I/E 1/1

. 15/mn

Induction anesthésique ventilation au masque PC Vs VM

Von Goedeck Anesth Analg 2004

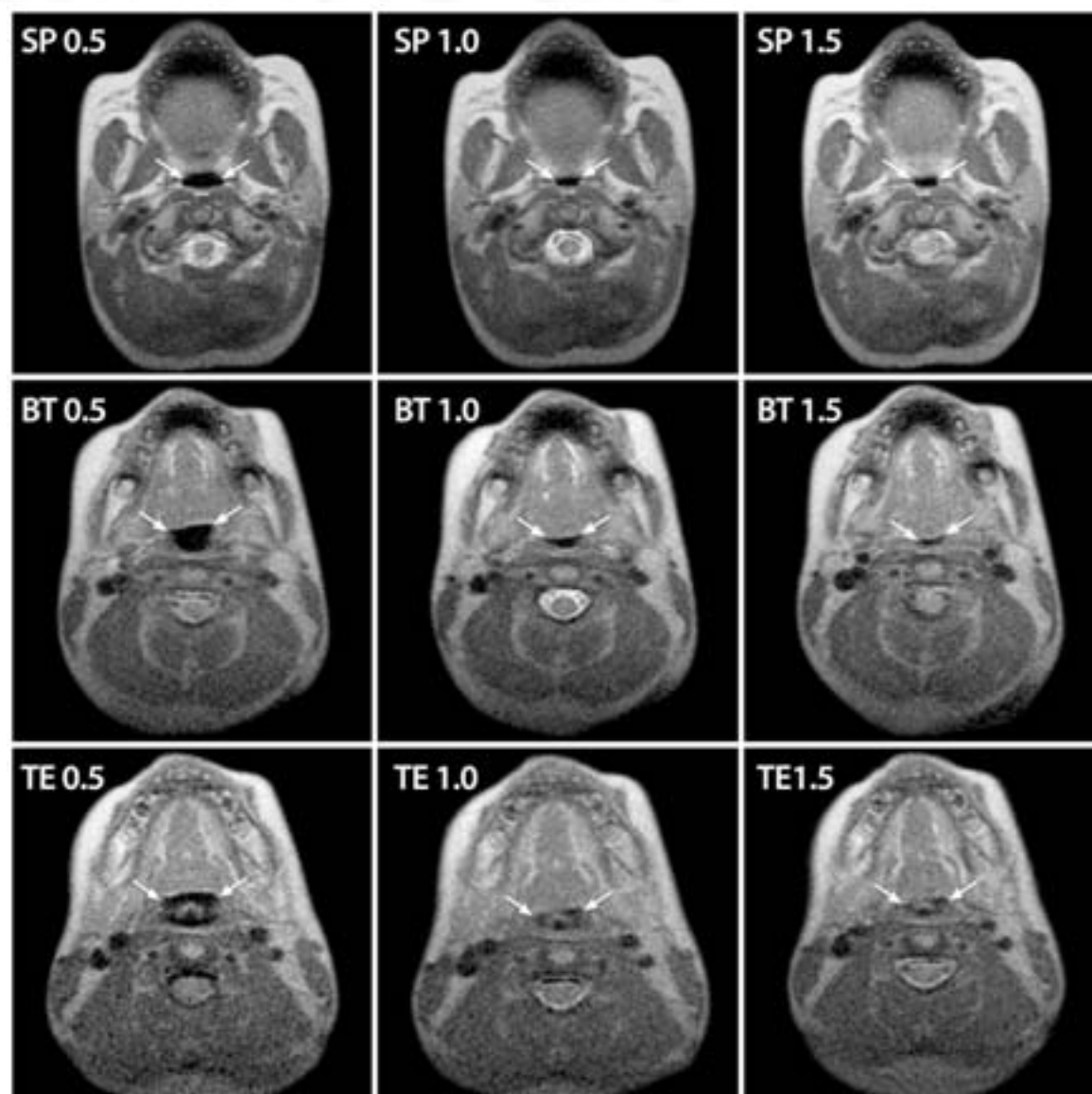
● Pas d'insufflation gastrique

	PC	VM	p
FeCO ₂ mmHg	34 ± 3	33 ± 4	0,015
fr /mn	15	15,4 ± 1	0,001
Vt exp ml	650 ± 100	680 ± 100	<0,001
VE l/mn	10,4 ± 1,8	11,6 ± 1,8	<0,001
P crête cm H ₂ O	10,6 ± 1,5	14,4 ± 2,4	<0,001
I/E %	48 ± 8	33 ± 7,7	<0,001
débit gaz l/s	0,81 ± 0,06	1,06 ± 0,26	<0,001

En mode PC: pression de crête plus basse, critères initiaux conformes

Extent and Localization of Changes in Upper Airway Caliber with Varying Concentrations of Sevoflurane in Children

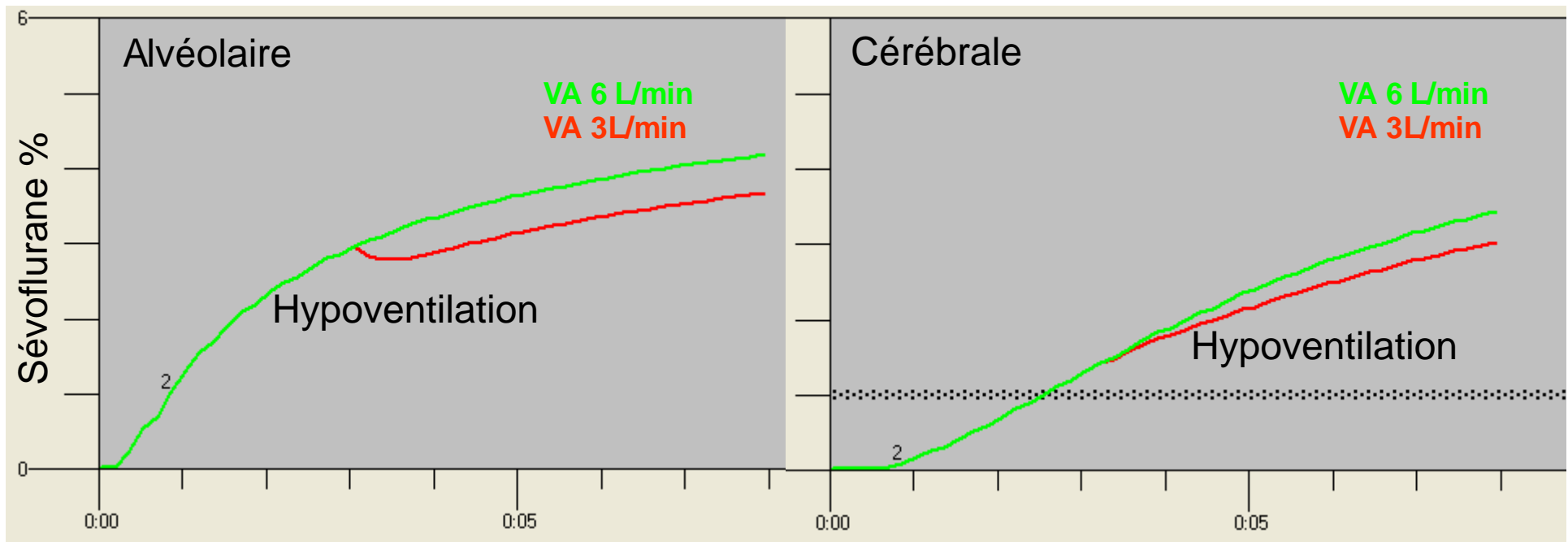
Mark W. Crawford, M.B.B.S., F.R.C.P.C.,[†] Mauro Arrico, M.D.,[†] Christopher K. Macgowan, Ph.D.,[‡]
Shi-Joon Yoo, M.D., F.R.C.P.C.[§]



Induction au sévoflurane

Concentration alvéolaire et cérébrale

En fonction de la ventilation alvéolaire



Simulation GASMAN

Intérêt de surveiller le VT et la FetSévo à l'équilibre

Induction par inhalation avec aide inspiratoire chez l'adulte

	AI	Ventilation spontanée
BIS	28 (\pm 4)*	32 (\pm 6)
Vt _{exp}	418 (\pm 82) §	279 (\pm 102)
Etco ₂ post intubation	36.4 (\pm 3.3)‡	39.7(\pm 3.7)
Score intubation	+++	++

* p < 0.05 § p < 0.004 ‡ p < 0.03
Comparé avec ventilation spontanée

OBÈSE ET PRÉOXYGÉNATION



Standard (ballon)

VS

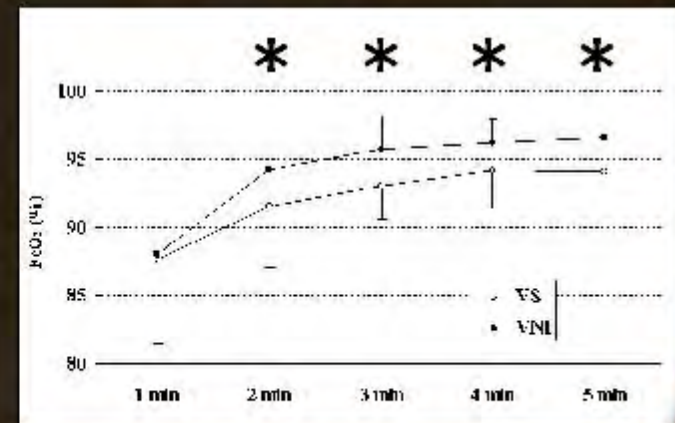
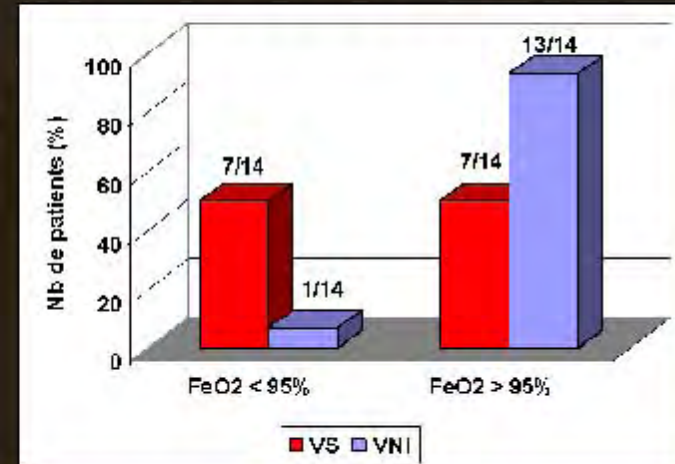


VNI (AI+PEP)-préOxy

La Ventilation
Non Invasive (VNI)
en Préoxygénation
pour intubation au masque
facial en aide inspiratoire
(8-10 cm H₂O) associée
à une PEP (6 cm H₂O)
permet d'améliorer
la préoxygénation chez l'obèse.

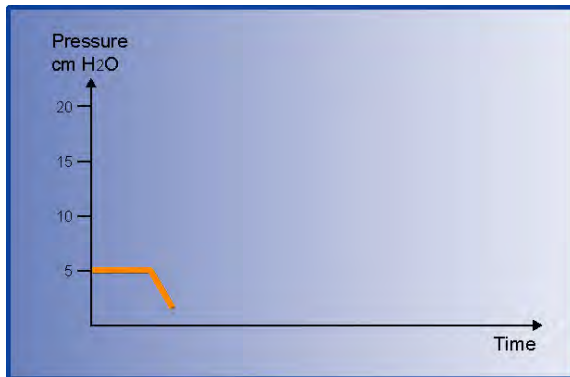
Delay,.. Jaber. Anesth-Annal 2008

EN VNI AU BLOC



Aide inspiratoire

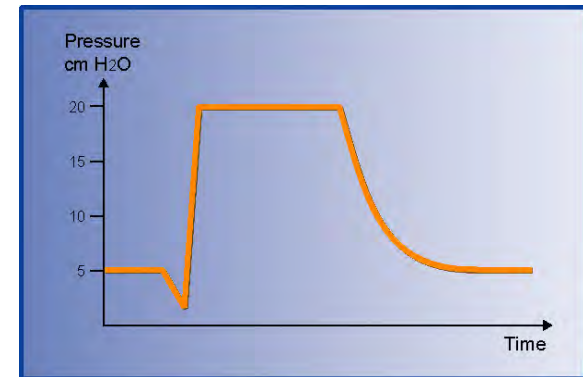
Appel patient



Inspiration patient à la pression inspiratoire réglée



Expiration du patient



Aide inspiratoire à l'induction apnée?

- 📄 Le signal de débit déclenche l'aide inspiratoire
 - Les voies aériennes sont mises en pression à la valeur pré réglée
 - Le flux inspiratoire est d'emblée maximum le flux est décélérant

- 📄 Si le patient est apneique il est ventilé en mode pression contrôlée à partir des réglages de l'AI

- 📄 Dès que le patient reprend une VS il est ventilé en mode AI

Aide inspiratoire et avantages

- Diminution du travail respiratoire
- Augmentation du V_t en ventilation spontanée
- Optimisation des échanges gazeux, diminution de la PCO_2
- Maintien de la VS et du jeu diaphragmatique
 - 📄 diminution des atélectasies ?

Conclusion:

Induction de l'anesthésie

- 1. Mode circuit interne
- 2. Si induction inhalée au sevoflurane:
 - Aide inspiratoire

En apnée?

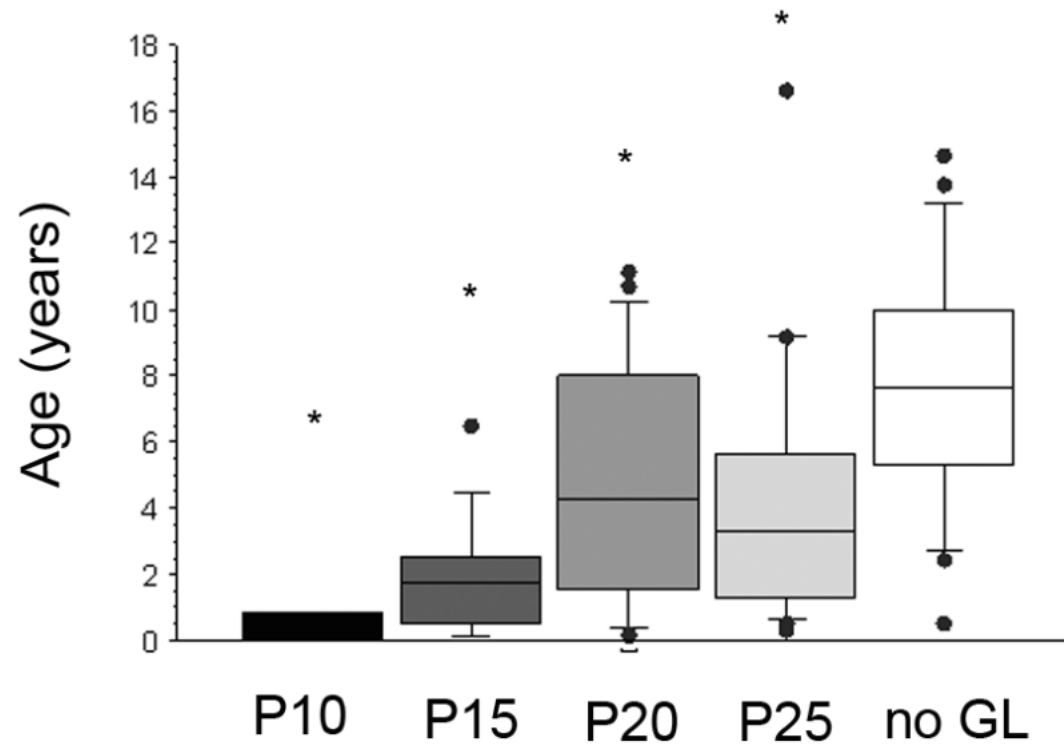
Intérêt du mode PC?

MODE COMBINES?

Facemask Pressure-Controlled Ventilation in Children: What Is the Pressure Limit?

Sylvaine Lagarde, MD,* François Semjen, MD,* Karine Nouette-Gaulain, MD, PhD,*†
Françoise Masson, MD,† Maryline Bordes, MD,* Yves Meymat, MD,* and Anne-Marie Cros, MD*

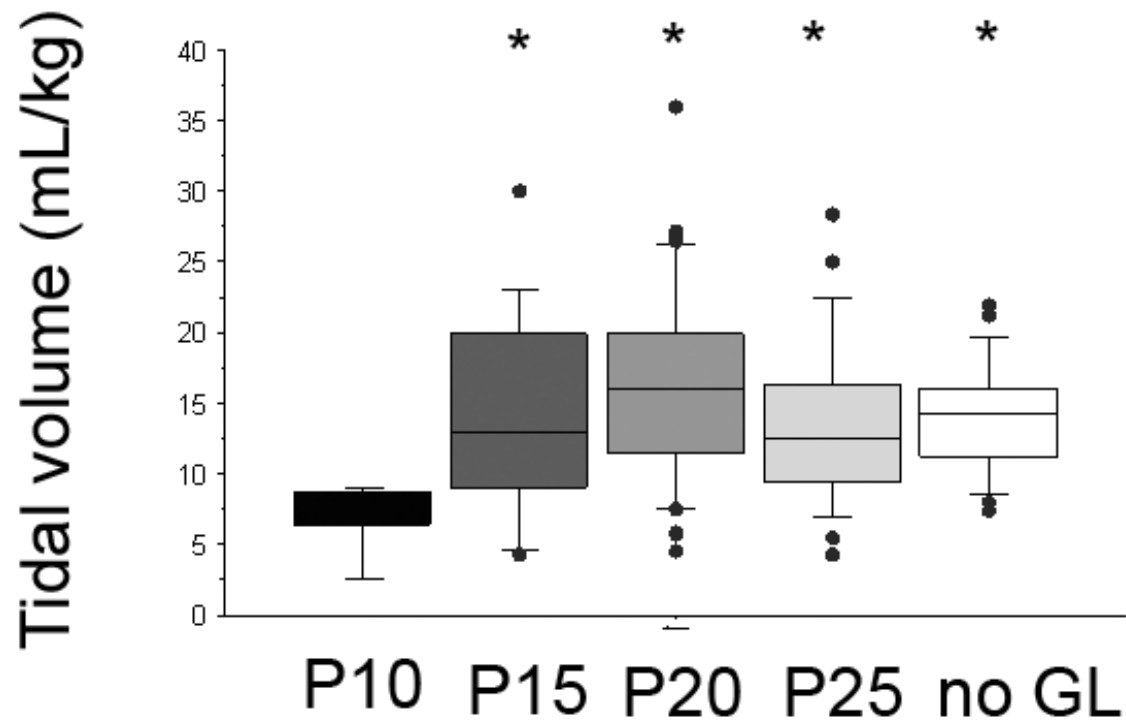
La présence des fuites gastriques à l'induction est liée à l'âge de l'enfant



Facemask Pressure-Controlled Ventilation in Children: What Is the Pressure Limit?

Sylvaine Lagarde, MD,* François Semjen, MD,* Karine Nouette-Gaulain, MD, PhD,*†
Françoise Masson, MD,† Maryline Bordes, MD,* Yves Meymat, MD,* and Anne-Marie Cros, MD*

Au-delà de P15, pas d'augmentation du VT



Pressure-controlled ventilation is superior to volume-controlled ventilation with a laryngeal mask airway in children

M. BORDES¹, F. SEMJEN¹, C. DEGRYSE¹, J. L. BOURGAIN² and A. M. CROS¹

¹Pellegrin Children's Hospital, Bordeaux 2 University, Bordeaux and ²Department of Anesthesia, Institut Gustave Roussy, Villejuif, France

PC: P_{insp} > P_{leak} n=1/40

VC: P_{insp} > P_{leak} n=9/40

Comparison of respiratory parameters after 5 min and at the end of the procedure with the same mode and comparison of respiratory parameters between the two modes at the end of procedure (mean ± SD).

	PCV		VCV	
	5 min n = 20	End of surgery n = 23	5 min n = 20	End of surgery n = 17
P _{insp} (cm H ₂ O)	12.4 ± 2.6	12.4 ± 2.2 NS*	14.2 ± 2.8	14.7 ± 2.9 NS
VT _{exp} (ml)	204 ± 65	206 ± 62 NS*	196 ± 61	197 ± 60 NS
P _{ET} CO ₂ (mm Hg)	38.7 ± 3.2	38.9 ± 3.3 NS*	39.7 ± 4.1	39.9 ± 4.0 NS

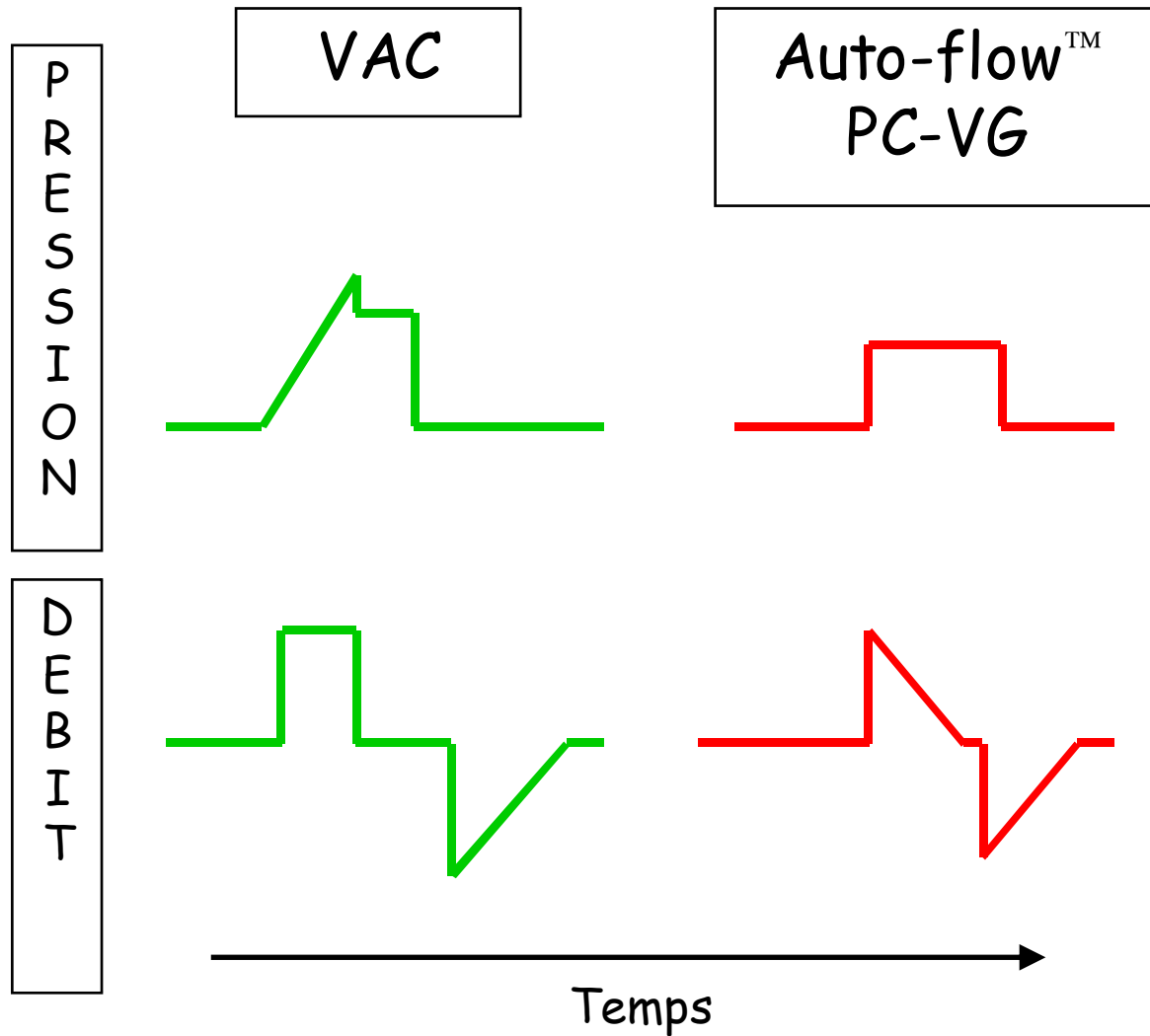
NS, no significant difference in respiratory parameters at 5 min and at the end of the procedure between PCV and VCV.

*Comparison between the two modes at the end of surgery, *P* < 0.03.

Intérêt de PC en pédiatrie

- Amélioration des conditions d'induction
- Diminue l'incidence des fuites gastriques avec le ML
- Mode de référence en ventilation pédiatrique sur poumon sain

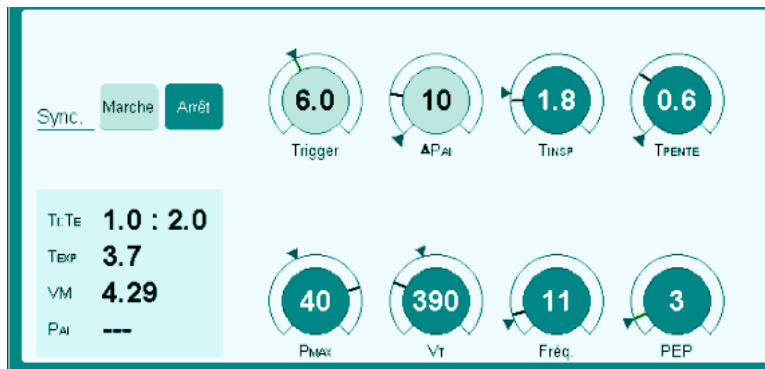
Mode mixte: débit décélérant avec volume garanti en anesthésie



Mode mixte

Ventilation en pression, volume garanti

Moins de manipulations peropératoires



Automode et VC en anesthésie

Moins d'ajustements peropératoires

Parameter	AM	SIMV	<i>p</i>
Sex	15 m/5 f	8 m/12 f	–
Age (years)	24–87	23–84	
Mean age (years)	55.1 ± 16.1	53.8 ± 15.7	0.68
Duration of anaesthesia (min)	248 ± 79	248 ± 50	0.79
Duration of surgery (min)	166 ± 67	180 ± 45	0.50
Cumulative doses of anaesthetics			
Vecuronium (mg)	13.1 ± 5.3	11.6 ± 3.8	0.44
Fentanyl (mg); AM: 10, SIMV: 9	1.6 ± 0.9	1.4 ± 0.3	0.82
Sufentanil (µg); AM: 10, SIMV: 11	157 ± 54	140 ± 37	0.42
Propofol (mg)	437 ± 153	405 ± 134	0.59
Midazolam (mg); AM: 7, SIMV: 7	16.8 ± 14.1	9.3 ± 3.5	0.30
Weaning time (min)	136 ± 46	169 ± 68	0.18
Number of ventilator manipulations			
Total	0.55 ± 0.69 (11)	5.05 ± 1.19 (101)	< 0.001
Adjustment of mandatory rate	0.55 ± 0.69 (11)	3.75 ± 1.19 (75)	–
Switching to PSV	–	1.15 ± 0.37 (23)	–
Switching back to SIMV	–	0.15 ± 0.37 (3)	–
Automatic switching PCV → PSV	9.1 ± 3.2 (182)	–	–
Automatic switching PCV → PSV	8.1 ± 3.2 (162)	–	–

No difference in haemodynamic either

En entretien intérêt du mode PC?

- Ventilation avec fuite
 - Avant intubation chez l'enfant
 - Masque Laryngé
- Modes combinés...



Quelle est la meilleure technique pour préoxygéner ?

•A: VS 3 min

•B: 4 CV

•C: 8 CV

•D: Je n'en ai rien à

Respiration spontanée : Volume courant ou capacités vitales ?

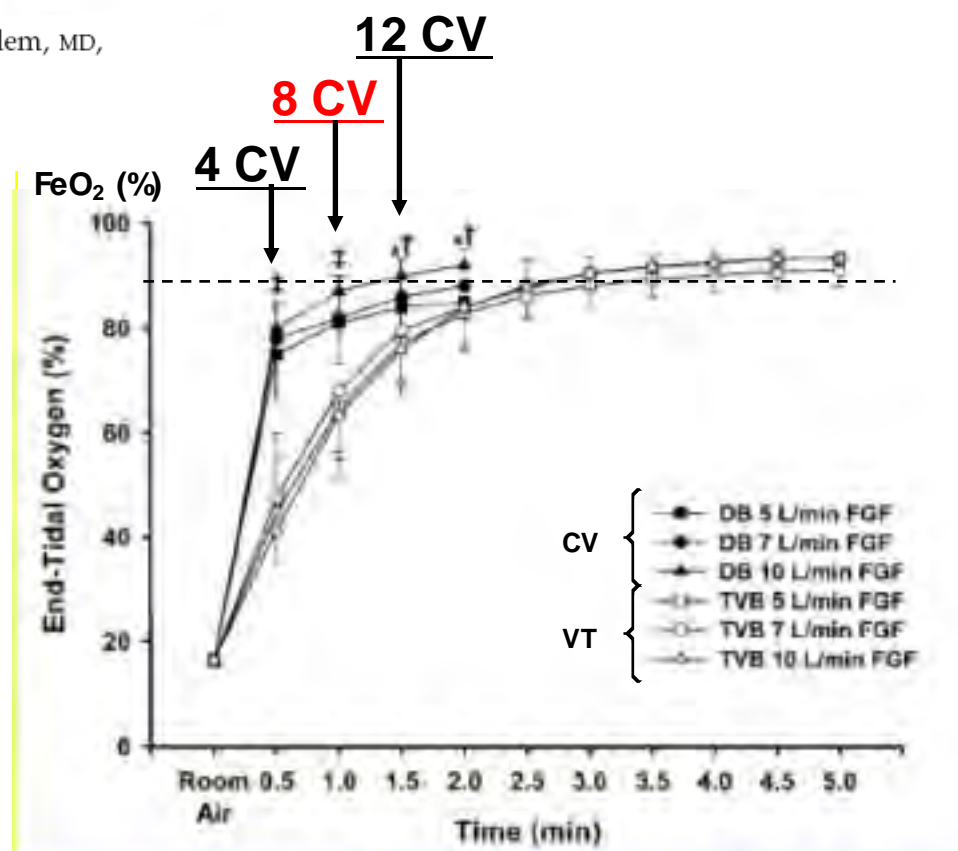
Preoxygenation with Tidal Volume and Deep Breathing Techniques: The Impact of Duration of Breathing and Fresh Gas Flow

Usharani Nimmagadda, MD, Suvarchala D. Chiravuri, MD, M. Ramez Salem, MD, Ninos J. Joseph, BS, Yaser Wafai, MD, George J. Crystal, PhD, and Mohammad I. El-Orbany, MD

Department of Anesthesiology, Illinois Masonic Medical Center, Chicago, Illinois

- **Adultes jeunes ASA 1, circuit sans réinhalation**
- **Capacités vitales accélèrent la dénitrogénéation initiale**
- **Dénitrogénéation**
 - 12 CV (1,5 min) > 8 CV (1 min)
- **Débit O₂ suffisant (10 L/min) :**
 - Bénéfice maximal des CV
 - Evite baisse de FiO₂

(Anesth Analg 2001;92:1337-41)



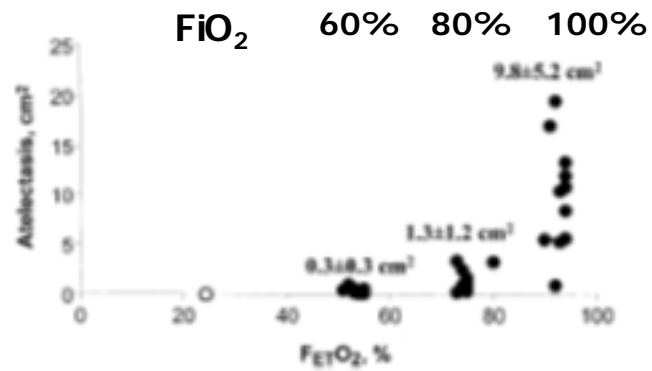
Faut il diminuer la FiO_2 ? **NON !**

Anesthesiology 2003; 98:28-33

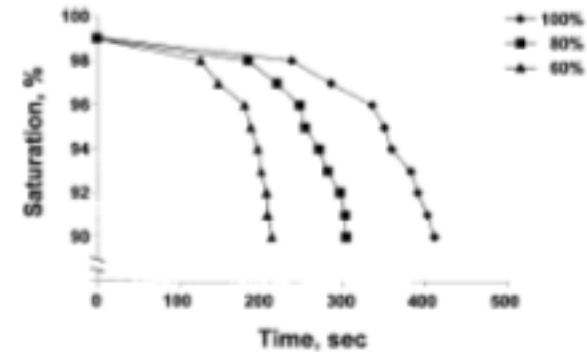
© 2003 American Society of Anesthesiologists, Inc. Lippincott Williams & Wilkins, Inc.

Optimal Oxygen Concentration during Induction of General Anesthesia

Lennart Edmark, M.D., D.E.A.A.,* Kamelia Kostova-Aherdan, M.D.,† Mats Enlund, M.D., Ph.D.,‡
Göran Hedenstierna, M.D., Ph.D.§



Délai de désaturation en apnée



A éviter

Conférence d'experts d'intubation difficile

Sous l'égide de la SFAR, de la SRLF, de la SFMU,
de l'ADARPEF, du CARO et du CARORL 2006

Comment réaliser une préoxygénation ? (1/3)

- Les manœuvres de préoxygénation doivent être

- Étanchéité du masque (FiO_2)
- Débit gaz adéquate
- Ballon capacité adaptée

- Surveillance par monitoring de la FeO_2
recommandée en anesthésie (grade E)

- Monitoring SpO_2 est recommandé (grade

Conférence d'experts d'intubation difficile

Sous l'égide de la SFAR, de la SRLF, de la SFMU,
de l'ADARPEF, du CARO et du CARORL 2006

Comment réaliser une préoxygénation ? (2/3)

Ventilation spontanée **FiO₂ 1 pendant 3 min**
méthode recommandée chez adulte.

Elle augmente la durée d'apnée à plus de 5 min (grade B)

- Ventilation spontanée **FiO₂ 1 pendant 2 min** est
recommandée chez l'enfant (grade D)

- 8 respirations profondes **(8 CV) pendant 1 min**

Conférence d'experts d'intubation difficile

Sous l'égide de la SFAR, de la SRLF, de la SFMU,
de l'ADARPEF, du CARO et du CARORL 2006

Comment réaliser une préoxygénation ?

(3/3)

- Manœuvres 4 capacités vitales pendant 30 sec aussi efficaces chez la femme enceinte que 3 min de préoxygénation (grade D)

Position assise pendant préoxygénation recommandée chez l'obèse (grade D)

- Chez l'insuffisant respiratoire chronique il est nécessaire de prolonger la préoxygénation sous contrôle de la FeO_2 (grade D)

Conclusions

Intérêt du mode PC
en pratique quotidienne



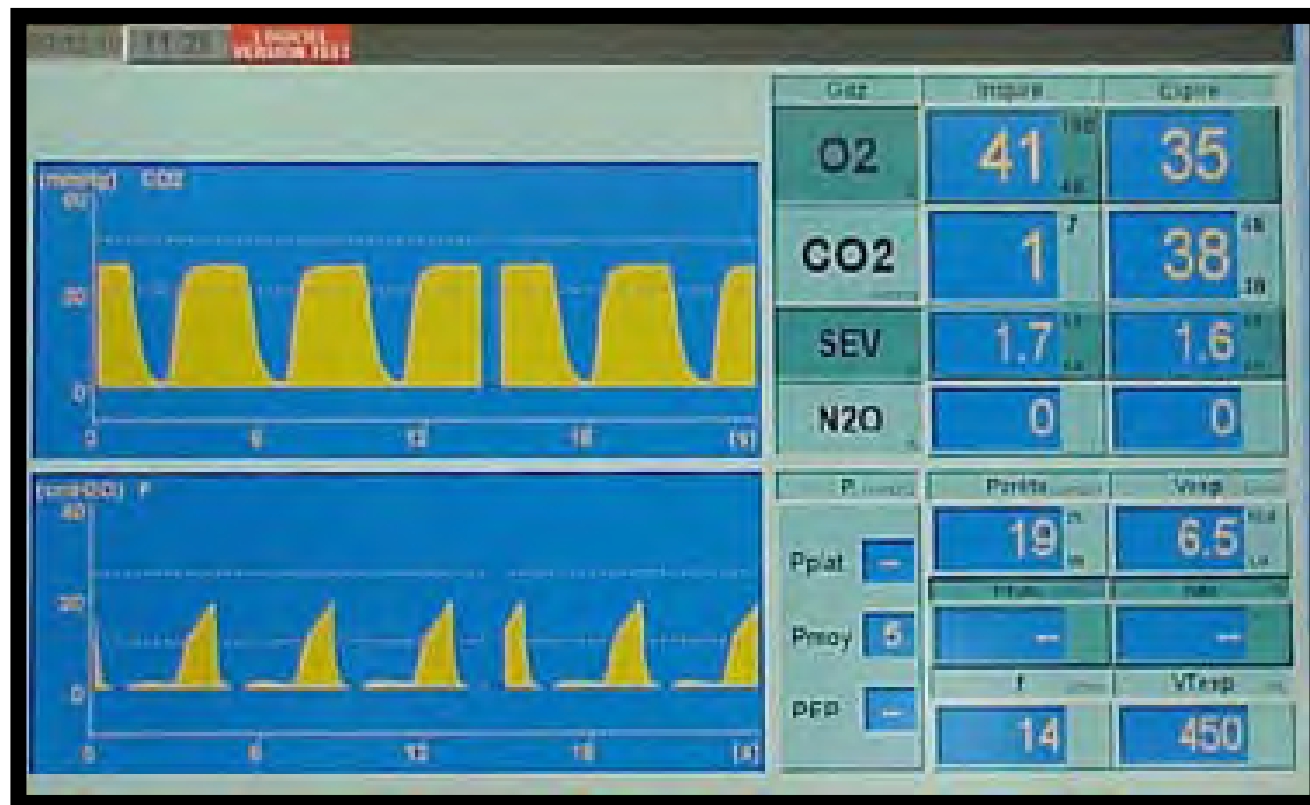
Pratique de service?



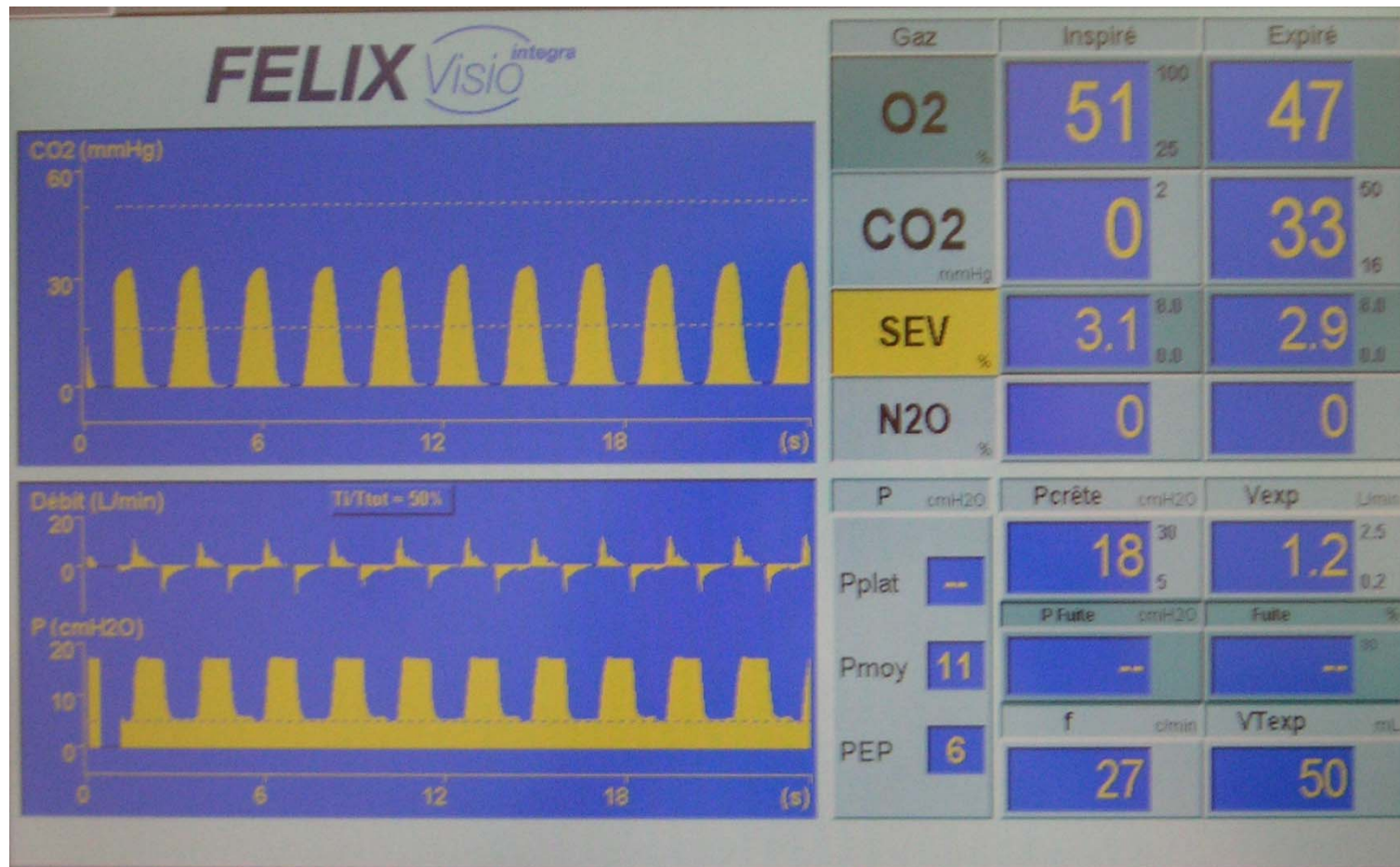
Intérêt du mode PC
en pédiatrie et
ventilation avec fuites



Quel Mode?



Quel mode?



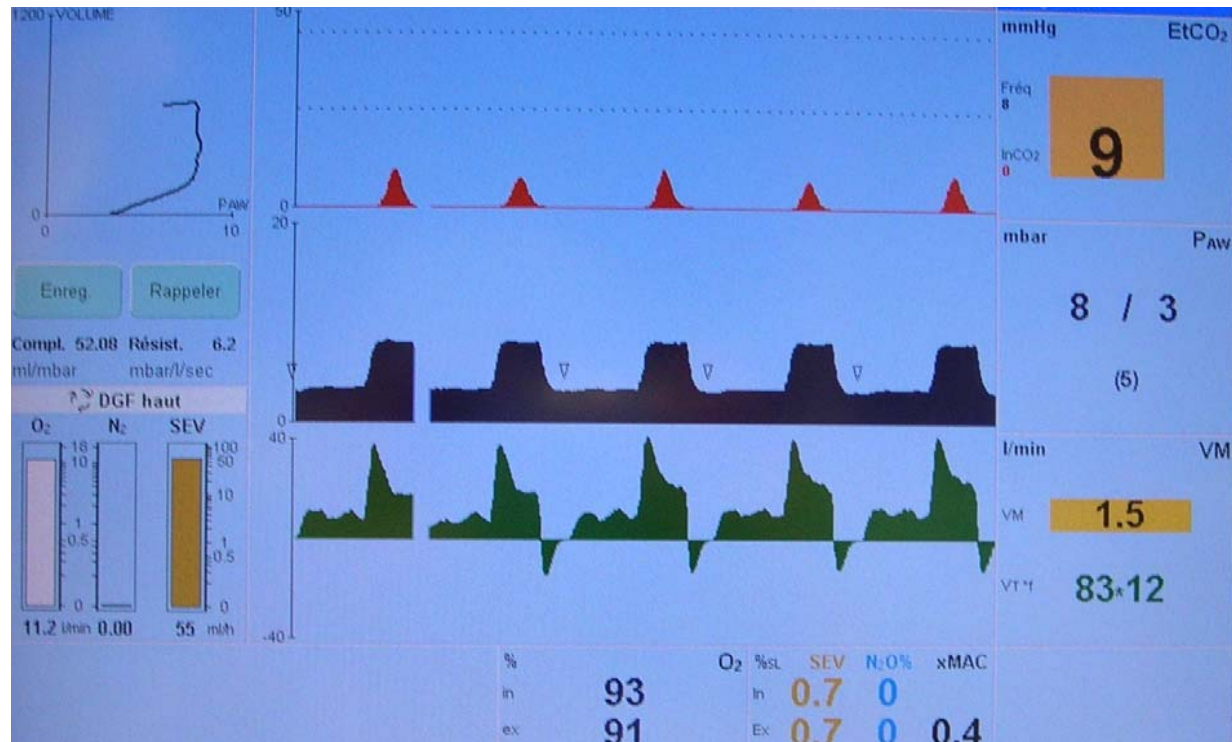
Quel mode?



Quel mode?



Quel mode?



VC-PC

Etudes comparatives

Induction anesthésique ventilation au masque PC Vs VM

Von Goedeck Anesth Analg 2004

- 41 patients adultes

 Anesthésie

fentanyl 2 mcg/Kg + propofol 2,5 – 3,5 mg/Kg + 10 mg/Kg/H

Ventilation PC

. 15/mn

. pression réglée: Vt 8 – 10

ml/KG

. I/E 1/1

Ventilation manuelle

. valve réglée 20 cm H₂O

. I/E 1/1

. 15/mn

Induction anesthésique ventilation au masque PC Vs VM

Von Goedeck Anesth Analg 2004

● Pas d'insufflation gastrique

	PC	VM	p
FeCO ₂ mmHg	34 ± 3	33 ± 4	0,015
fr /mn	15	15,4 ± 1	0,001
Vt exp ml	650 ± 100	680 ± 100	<0,001
VE l/mn	10,4 ± 1,8	11,6 ± 1,8	<0,001
P crête cm H ₂ O	10,6 ± 1,5	14,4 ± 2,4	<0,001
I/E %	48 ± 8	33 ± 7,7	<0,001
débit gaz l/s	0,81 ± 0,06	1,06 ± 0,26	<0,001

En mode PC: pression de crête plus basse, critères initiaux conformes

Volume contrôlé Vs pression contrôlée chirurgie cœlioscopique

Basto E Ann Fr Anesth Réanim 2000


26 patients adultes pression abdominale 15 mmHg
Vt 10 ml/kg même PCO₂

	VVC	VPC
Vt ml	642 ± 97	638 ± 95
P insp cmH ₂ O	28,5 ± 2.2	24,2 ± 1,9*
Pa O ₂ mmHg	272 ± 152	297 ± 165*

En mode PC: pression de crête plus basse, meilleure oxygénation

Volume contrôlé VS pression contrôlée avec un ML

Natalini, J Clin Anesth 2001

- 32 patients adultes classification ASA I or II
- Intervention avec ML
- Ventilés alternativement avec VVC et VPC pendant 3 min , premier mode randomisé
- Vt 10 ml/kg, fréquence 10/mn, I/E : 1/2
- P insp plus basse en mode pression contrôlée
 $14 \pm 3,5 \text{ cmH}_2\text{O}$ Vs $16 \pm 4 \text{ cmH}_2\text{O}$

volume contrôlé Vs pression contrôlée avec un ML

Bordes, Acta Scand, 2006

- 40 enfants 2 - 15 ans classification ASA I or II
- Opérés avec un ML
- Pression de fuite : $16,4 \pm 3,5$ cmH₂O
- Ventilés alternativement avec VCV et VPC pendant 5 min ,premier mode randomisé
- **P insp plus basse avec VPC**
 - ▢ $12,4 \pm 2,6$ cmH₂O Vs $14,2 \pm 2,8$ cmH₂O
- **P insp > pression de fuite chez 9 enfants en VVC**
 - ▢ Fuite inspiratoire chez 4 enfants en VVC
 - ▢ insufflation gastrique chez l'un d'entre eux
 - ▢ Aucune fuite en VPC

Conclusions

Volume Contrôlé-Pression contrôlée

- Situations cliniques
 - Chirurgie thoracique et ventilation unipulmonaire
 - Tugrul, BJA 1997*
 - Coelioscopie
 - Basto E Ann Fr Anesth Réanim 2000*
 - Masque laryngé
 - Adultes
 - Enfants
- Diminue la Pression inspiratoire
- Améliore les échanges gazeux
- Compense les fuites

Automode et VC en anesthésie

Moins d'ajustements peropératoires

Parameter	AM	SIMV	<i>p</i>
Sex	15 m/5 f	8 m/12 f	–
Age (years)	24–87	23–84	
Mean age (years)	55.1 ± 16.1	53.8 ± 15.7	0.68
Duration of anaesthesia (min)	248 ± 79	248 ± 50	0.79
Duration of surgery (min)	166 ± 67	180 ± 45	0.50
Cumulative doses of anaesthetics			
Vecuronium (mg)	13.1 ± 5.3	11.6 ± 3.8	0.44
Fentanyl (mg); AM: 10, SIMV: 9	1.6 ± 0.9	1.4 ± 0.3	0.82
Sufentanil (µg); AM: 10, SIMV: 11	157 ± 54	140 ± 37	0.42
Propofol (mg)	437 ± 153	405 ± 134	0.59
Midazolam (mg); AM: 7, SIMV: 7	16.8 ± 14.1	9.3 ± 3.5	0.30
Weaning time (min)	136 ± 46	169 ± 68	0.18
Number of ventilator manipulations			
Total	0.55 ± 0.69 (11)	5.05 ± 1.19 (101)	< 0.001
Adjustment of mandatory rate	0.55 ± 0.69 (11)	3.75 ± 1.19 (75)	–
Switching to PSV	–	1.15 ± 0.37 (23)	–
Switching back to SIMV	–	0.15 ± 0.37 (3)	–
Automatic switching PCV → PSV	9.1 ± 3.2 (182)	–	–
Automatic switching PCV → PSV	8.1 ± 3.2 (162)	–	–

No difference in haemodynamic either

AI au cours de l'induction anesthésie pour fibroscopie

Méthode : 25 patients anesthésiés avec AIVOC propofol 3mcg/mL puis ajusté pour intubation avec fibroscope soit en VS soit en AI

Niveau aide ajusté en fonction Vt

Après intubation PetCO2 plus basse et Vt plus élevé dans groupe AI

2 épisodes désaturation dans groupe VS aucun dans groupe AI

	AI	VS
PetCO2 int mmHg	37,9 ± 4,5	42,4 ± 4,6
Vt ml	416 ± 147	180 ± 103
FR /mn	16,4 ± 3	15,3 ± 6,8
Conc. Propof mcg/ml	3,7 ± 1,4	3,5 ± 1,3
Durée intub min	14,9 ± 6,5	9,2 ± 3,5

La ventilation alvéolaire et les échanges gazeux sont améliorés

AI en peropérateur chez l'adulte chirurgie genou

- Méthode :
- induction avec sévoflurane 8% et sufentanil 10 mcg
 - entretien avec sévoflurane (BIS 50) après insertion ML et ALR
 - AI ajustée pour Vt 8 ml/kg trigger 0,1 ,maintenue pendant toute l'opération.
 - autre groupe ventilé PC ajusté pour Vt 8ml/kg

Aucune différence entre les groupes : pression, fréquence, Vt et FetCO2 ,BIS semblable

Fesévo pour maintenir BIS 50 plus basse dans groupe AI 0,8 Vs 1,1%

Reprise VS et ouverture des yeux plus rapide groupe AI 50 Vs 150 sec et 4,15 Vs 138 respectivement

Dans ce contexte l'AI permet un réveil plus rapide

AI au cours de l'induction de l'anesthésie

18 patients anesthésiés avec sévoflurane en AI (15 cmH₂O) Vs 17 patients en ventilation spontanée

Les groupes étaient semblables age, poids, sexe

Pendant l'induction EtCO₂, RR and SpO₂ étaient semblables

Une apnée est survenue chez 8 patients dans chaque groupe

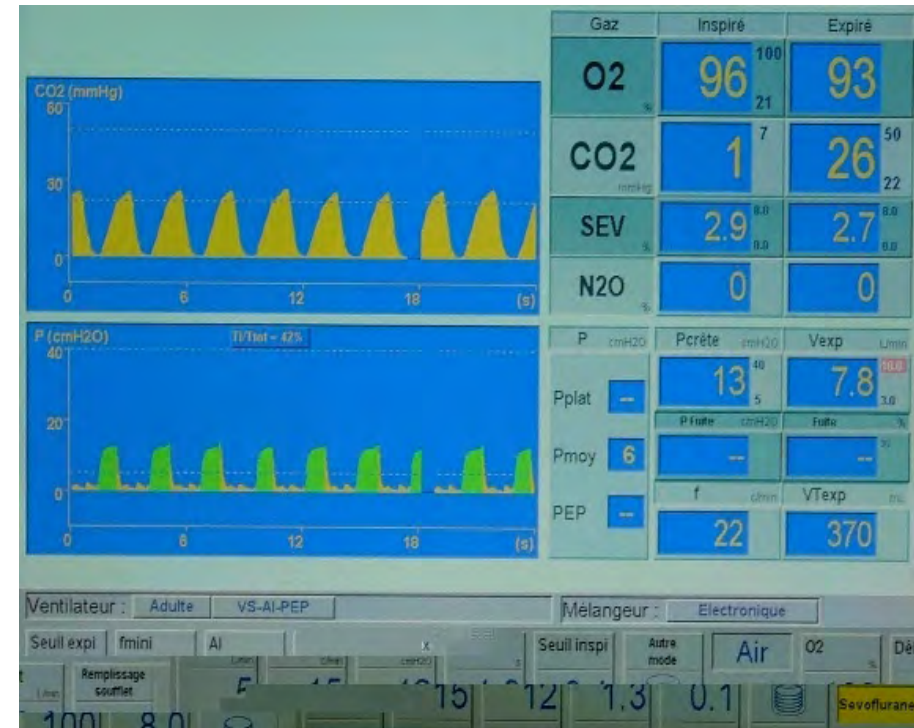
Moins d'événements respiratoires dans groupe AI (1 vs. 4)

	AI	SV
BIS	28 (\pm 4)*	32 (\pm 6)
V _{t_{exp}}	418 (\pm 82) §	279 (\pm 102)
Etco ₂ post intubation	36.4 (\pm 3.3) ‡	39.7 (\pm 3.7)
Score of intubation	4.3*	6.1
* p < 0.05 § p < 0.004 ‡ p < 0.03 Comparé avec ventilation spontanée		

AI au cours de l'induction de l'anesthésie

Conclusion :

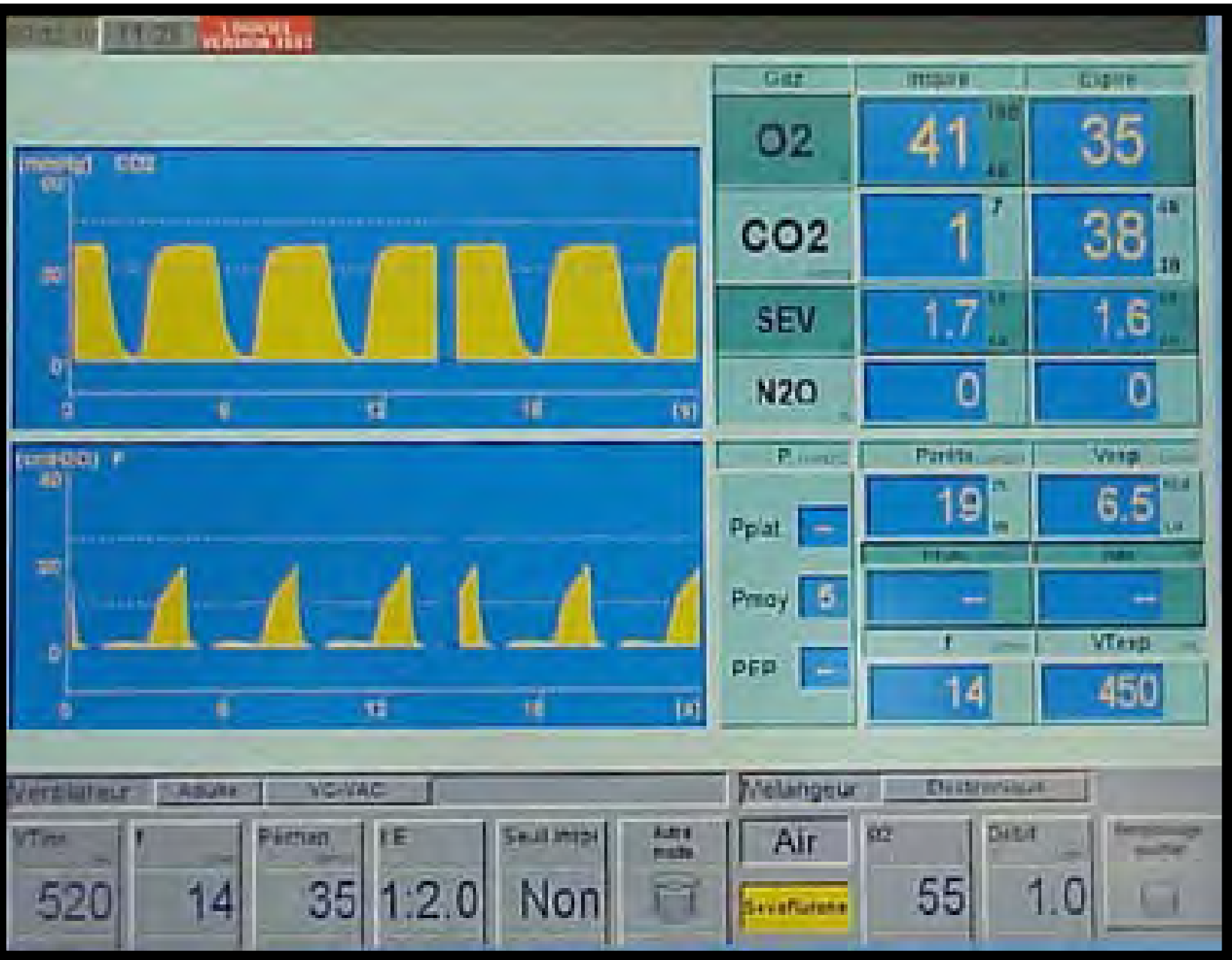
Pendant l'induction de l'anesthésie avec le sévoflurane l'AI procure une anesthésie plus profonde et de meilleures conditions d'intubation que la ventilation spontanée



La ventilation alvéolaire et les échanges gazeux sont améliorés

Aide inspiratoire: conclusion

- Induction de l'anesthésie en ventilation spontanée
 - 📁 ↗ volume courant
 - 📁 ↘ PCO₂
 - 📁 ↗ le niveau d'anesthésie (inhalation)
- Pendant l'anesthésie
 - 📁 Permet le maintien de la VS
 - 📁 Améliore les échanges gazeux
- Pendant le réveil
 - 📁 Diminue le délai de la reprise ventilatoire

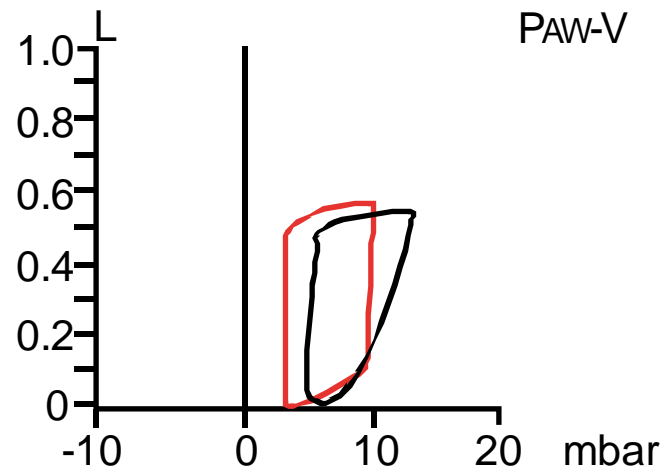


Monitorage de la ventilation

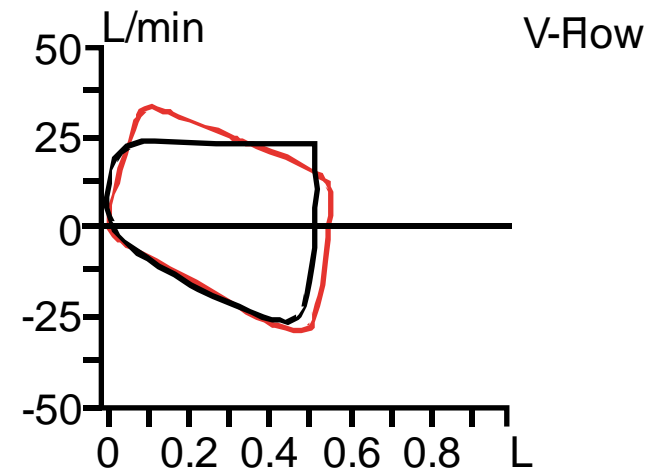
- La ventilation minute doit être monitorée
- Le volume courant peut être monitoré cycle par cycle avec les courbes boucles
- PCO_2
- Les courbes boucles pression/volume et débit/volume sont intéressantes et devraient être intégrées au monitorage standard

Comparaison VC-PC Courbes

Courbe Pression Volume



Courbe Débit volume

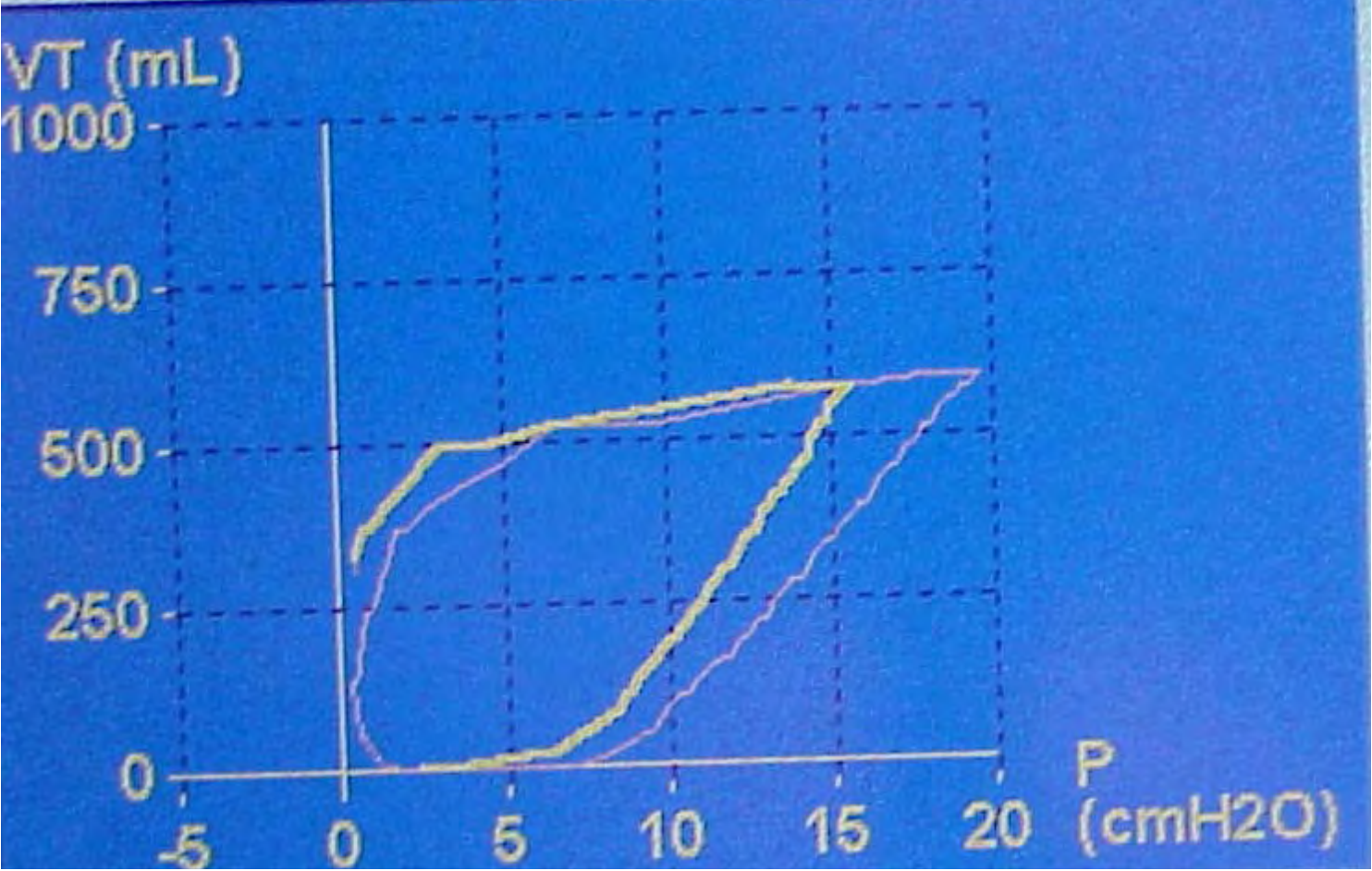


Athélectasies

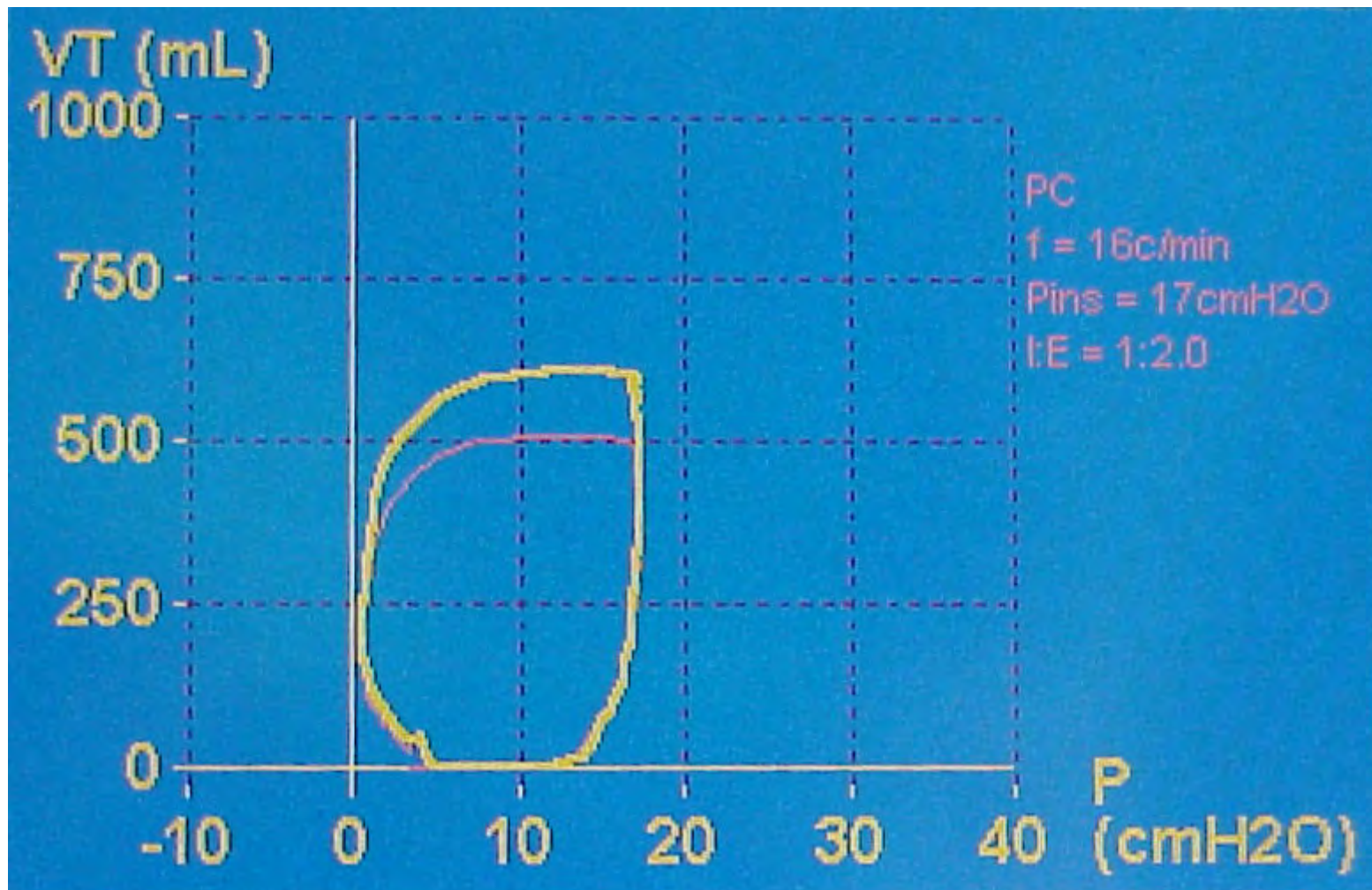
Manoeuvres de recrutements

Aide inspiratoire à l'induction

Effet d'une manoeuvre de recrutement en mode VC
Diminution de la pression de crête



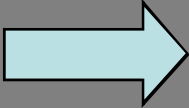
Effet d'une manoeuvre de recrutement en mode PC
Augmentation du volume courant



Préoxygénation

Introduction

- Intubation

- En apnée  réserves en O_2
- En ventilation spontanée, maintien de la perméabilité des VAS

Manœuvres de pré-oxygénation

- Sujets à risque

- Cannot intubate, cannot ventilate
- Réserves en O_2 faibles

Stock en O₂

Compartiments	FiO ₂ = 0,21	FiO ₂ = 1
Poumons	630	2850
Sang : Plasma	7	45
Globules	798	804
Myoglobine	200	200
Tissu interstitiel	25	160
Total des réserves	1650	4059
dont mobilisable	1425	3699

Préoxygénation et pathologie

■ Shunt vrai

- Exemple de l'obèse
- Conduit à des échecs de la préoxygénation

■ Effet shunt

- Exemple de l'emphysémateux
- Temps de dénitrogénéation 7 min → 30 min
- Proportionnel exp. peak flow (Selsby 1994)

Oxygénation et intubation

■ Préoxygénation en ventilation spontanée

- Manœuvres réalisées avant l'intubation pour augmenter les réserves en O₂
- Augmente le temps d'apnée

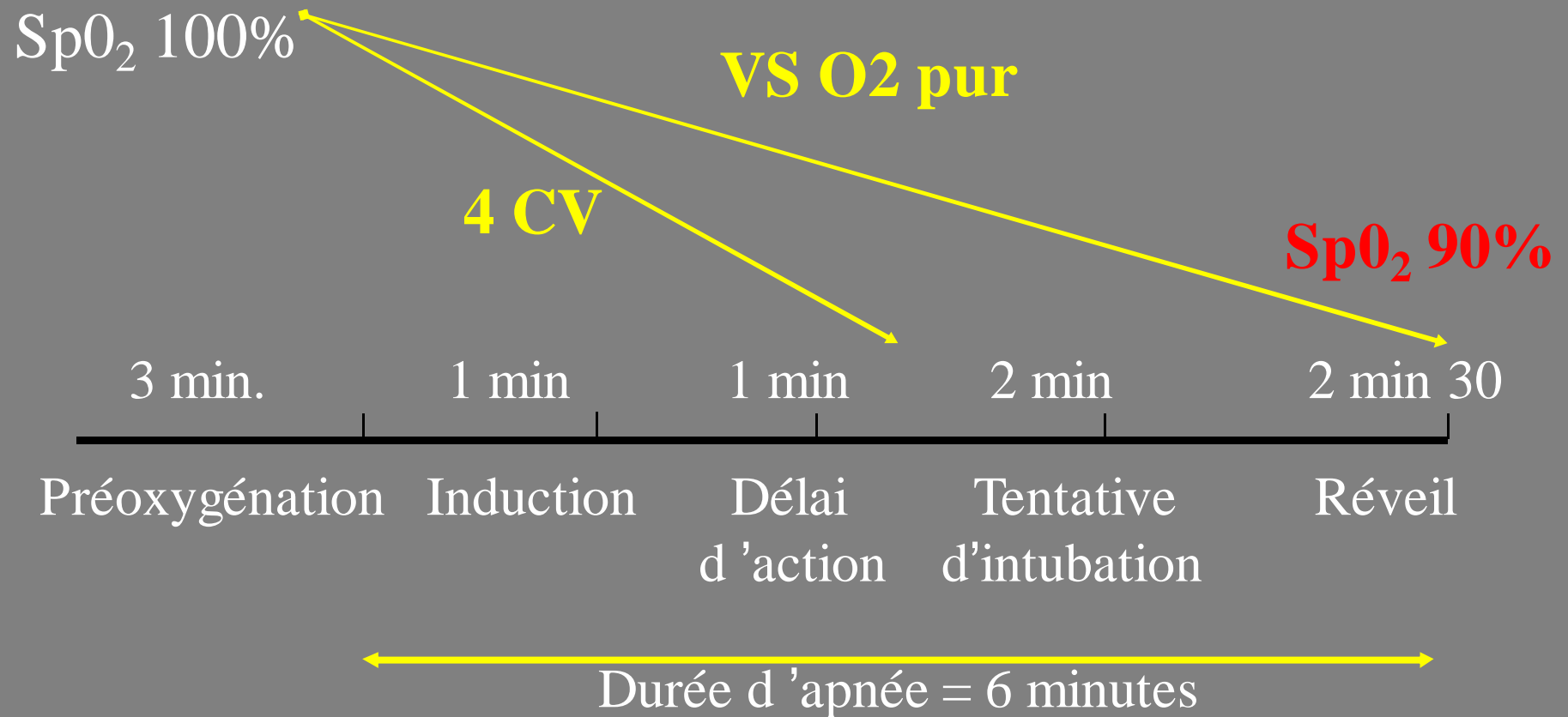
■ Oxygénation en apnée

- Ventilation au masque facial ou laryngé
- Oxygénation apnéique
- Ventilation trans-trachéale

Faut-il préoxygéner les patients ?

- Une minute de ventilation au masque après une induction = trois minutes de préoxygénation (*Kashyap Anaesth Intens Care 1993;21:811-3*)
- Mais situations à risque de désaturation :
 - Séquence d'induction rapide
 - Intubation difficile
 - Obésité, grossesse
 - Poumons pathologiques ...

Durée d'apnée après une pré oxygénation et séquence d'induction rapide



Induction à séquence rapide et oxygénation

- Après propofol et fentanyl ont désaturé :
 - 11/12 patients qui ne recevaient pas d'oxygène,
 - 19/25 patients qui n'étaient pas pré-oxygénés mais qui étaient ventilés au masque
 - aucun des patients qui étaient pré-oxygénés

Haynes SR, Br J Anaesth 1992;68:519-22
- Après thiopenthal et succinyl-choline, ont désaturé 11% des patients avant la reprise de la VS. Hayes AH,. Acta Anaesthesiol Scand 2001 ;45 :746-9

Préoxygénation et stabilité alvéolaire

- La préoxygénation augmentent le shunt et les micro-atélectasies après l'induction Reber A, *Anaesthesia* 1996 ;51 :733-7
- Réversibles par manœuvres de recrutement alvéolaire (pression trachéale > 30 cm H₂O pendant 15 secondes) Rothen HU, *Acta Anaesthesiol Scand.* 1995 ; 39 :118-25 ou par l'adjonction d'une PEP à 10 cm H₂O Neumann P, *Acta Anaesthesiol Scand.* 1999 ; 43 :295-301

Pré-oxygénation : pré-requis

- Motivation de l'équipe soignante
- Information préopératoire
- Adéquation morphologique du visage et du masque facial
- S'assurer que le patient ventile en oxygène pur :
 - Purge du circuit + débit adéquat
 - Étanchéité du masque et absence de fuites
 - Monitoring FeO_2

Ventilation spontanée en O₂ pur

- Pas d'avantages à augmenter la durée au delà de 3 min sauf si poumons hétérogènes (*Hamilton Anesthesiology 1955;16:861-7*)
- Échec dans 25 % des cas (*Berry BJA 1994;72:116-8*)
- Attention aux fuites et à la réinhalation ! (circuit de Bain, valve de Water ...). Le gold standard du matériel reste le circuit filtre
Nimmagadda U,. *Anesthesiology 2000;93:693-8*

Matériel nécessaire à la manœuvre des 4 C.V.

- Ballon de 2 ou 4 L + Valve d'AMBU
- Remplissage du ballon par O₂ rapide
- Débit inspiratoire = 35 ± 10 L.min⁻¹
- Pour Rooney (*Anaesthesia* 1994;49:629-32), 6 C.V. meilleur que V. spontanée
 - Recrutement ?
 - Absence de dépression vent. sous O₂?

Temps de désaturation (sec)

Auteur	Patient	SaO ₂ mini	4 CV	3 min VS O ₂ pur
Gambee	Normal	90%	408 ± 108	534 ± 60
Baraka	Normal	95%	167 ± 23	224 ± 46
Valentine	Vieillard	90%	212 ± 92	406 ± 75
McCarthy	Vieillard	93%	222 ± 96	324 ± 102

4 CV PAS assez!!

4 CV pendant 2 min .

Nimmagada U, *Anesth Analg* 2001;92:1337-41

Choinière A, *Anesth Analg* 2001;93:1277-80

- 4 capacités vitales par minute pendant 2 minutes
 - Aussi efficace que la VS en O₂ pur pendant 5 min si débit de gaz frais = 10 l.min⁻¹ dans un circuit filtre.
 - Mais hypocapnie proche de 32 à 34 mm Hg.
- Même résultats mais hypocapnie transitoire, disparaissant après 90 secondes d'apnée, temps nécessaire à la séquence d'induction rapide sans complication

Chez la parturiente (réduction marquée de la CRF)

- Dénitrogénéation ($\text{FeN}_2=2\%$)
 - 104 ± 30 sec entre 13-26 semaines
 - 80 ± 20 sec entre 26-42 semaines
 - 130 ± 30 sec chez la femme jeune en dehors de la grossesse.
- La VS O_2 pur 3 minutes = 4 CV 30 sec (Norris MC, *Anesthesiology* 1985;62:827-9)
- Certaines femmes (surtout si elles sont obèses) ont des durées d'apnée ≈ 60 sec (Bernard F, *Ann Fr Anesth Réanim* 1994;13:2-5)

Recommandations pour la pré-oxygénation

Technique et Durée	Grade C	Respiration spontanée en O ₂ pur pendant 3 minutes
	Grade D	8 respirations profondes ou 4 capacités vitales sont difficiles à réaliser
Monitoring	Grade E	Oxymétrie pulsée : toujours FeO ₂ recommandé
Patient	Grade E	Étanchéité de l'interface masque-visage Coopération et information
Indications	Grade E	Impérative si risque potentiel de désaturation Recommandée ailleurs

SFAR texte court 2002

Perméabilité des VAS

- Effets des anesthésiques
 - Tonus de base : hypotonie (dose dépendante)
 - Asynchronisme diaphragme et VAS
 - Palais mou, pharynx et larynx
- Facteurs anatomiques
 - Obésité, SAS, œdème
 - Pathologie des VAS
 - Obstruction pré-anesthésique des VAS

Levée de l'obstruction des VAS

- Manœuvres classiques
 - Extension de la tête, élévation de l'occiput et sub-luxation antérieure de la mandibule
 - Traction de la langue voire CPAP
- Canules
 - Guedel en association avec des manœuvres classiques (Pb si vieillard et macroglossie)
 - Canule nasopharyngée

Conclusion

- Choisir le mode ventilatoire optimal
- Monitorage de la ventilation systématique
- Athélectasies
 - Anticiper, y penser
- Préoxygénation
 - Sécurité pour le patient, Rigueur

Intérêt des Courbes en mode PC

