

Le respirateur et la ventilation en anesthésie

S. Jaber*, X. Capdevila**, JJ. Eledjam*

*Département d'Anesthésie et Réanimation B - DAR B ; hôpital Saint Eloi

** Département d'Anesthésie et Réanimation A - DAR A ; hôpital Lapeyronie
CHU MONTPELLIER 34000 - FRANCE



Montpellier : Module introductif DES
Janvier 2006



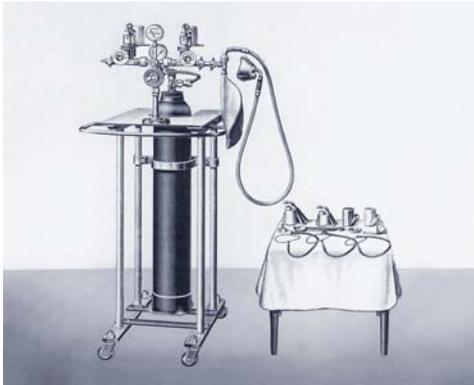
1902



1990-2000



> 2000



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

Ventilation manuelle



Un mode Ventilatoire: « Volume Contrôlé »



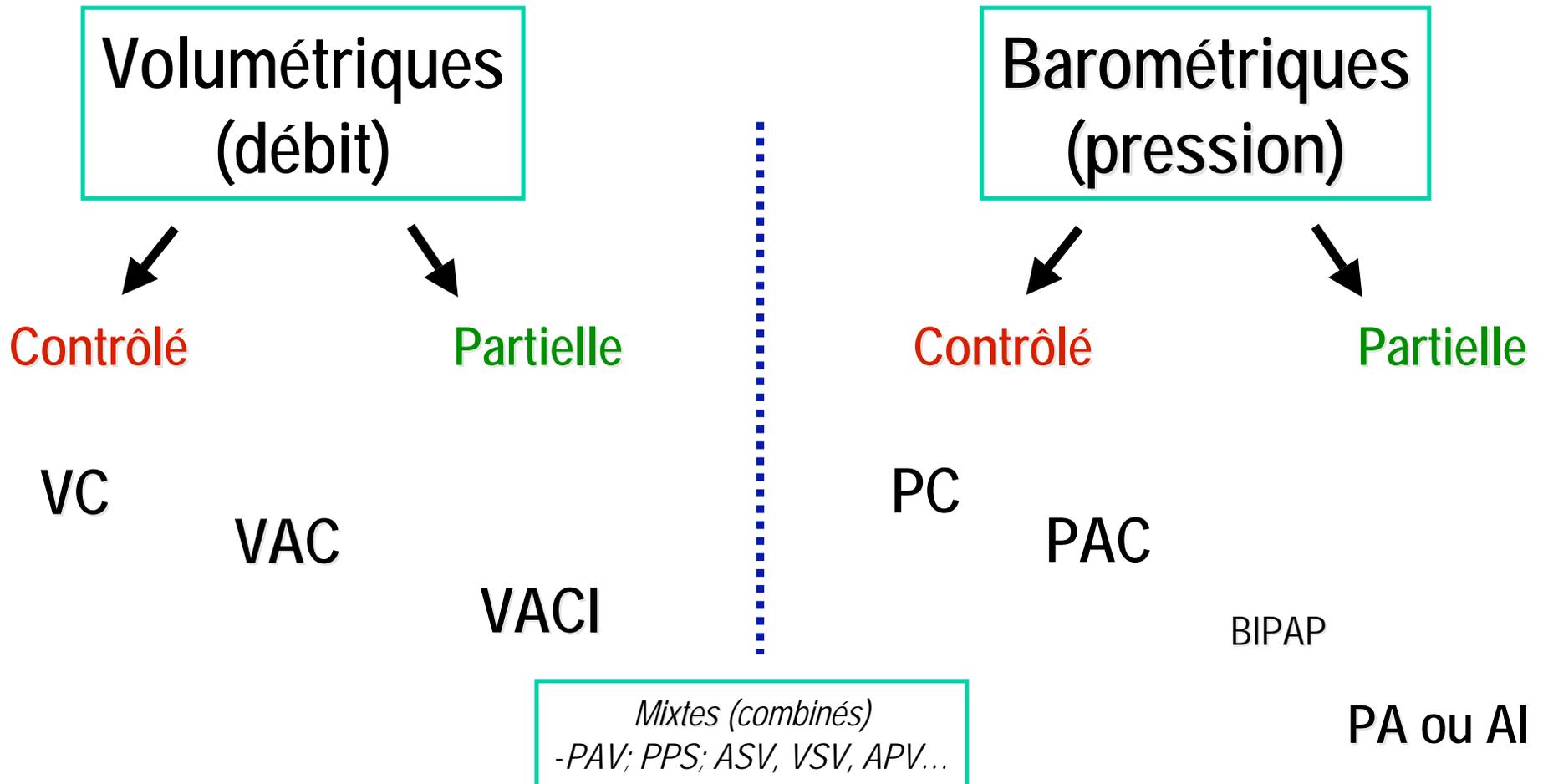
Nouveaux modes Ventilatoires: « Volumétriques / Barométriques » « Contrôlés / Partielles »

Station d'anesthésie

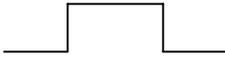
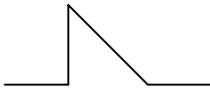


Modes de ventilation:

Essai de classification

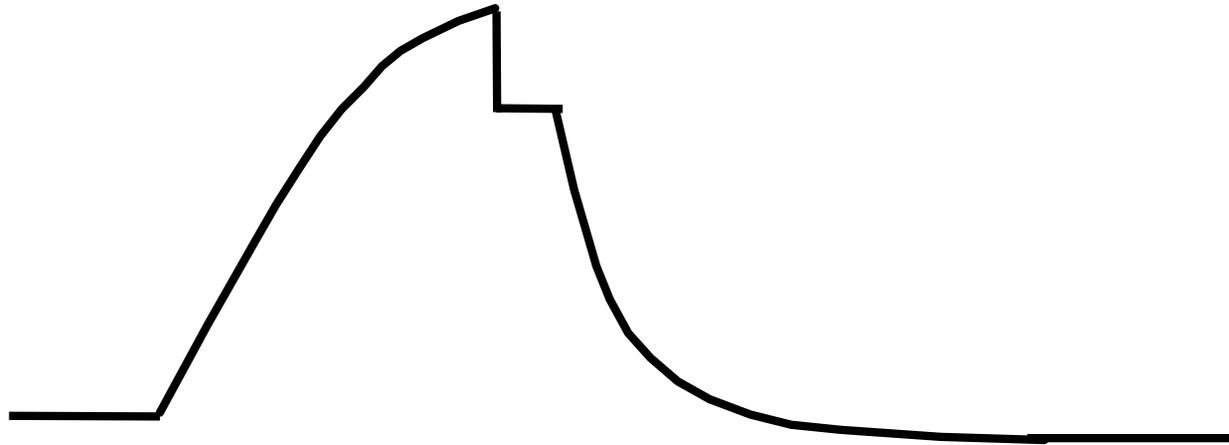


PARAMETRES REGLES ET PARAMATRES MONITORES POUR CHAQUE MODE VENTILATOIRE

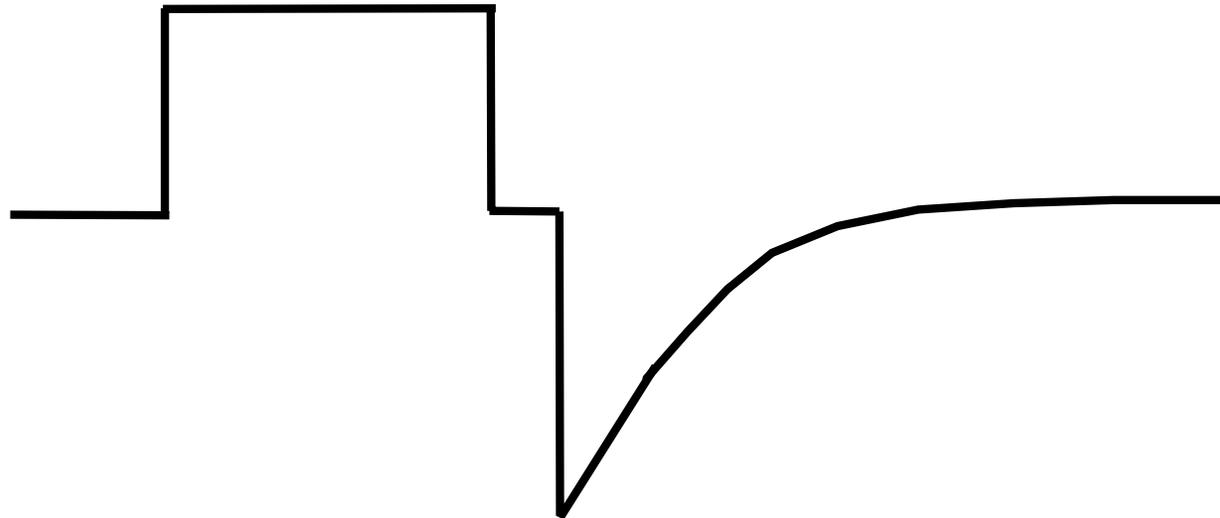
<i>Paramètres ventilatoires</i>	VOLUME CONTROLE	PRESSION CONTROLEE
Volume courant	FIXE (assuré)	variable
Pression voies aériennes	variable	FIXE (controlée = sécurité)
PEEP	fixe	fixe
DEBIT	Carré (constant) 	décélérant 

Mode en Débit (volume) VC, VAC

Pression



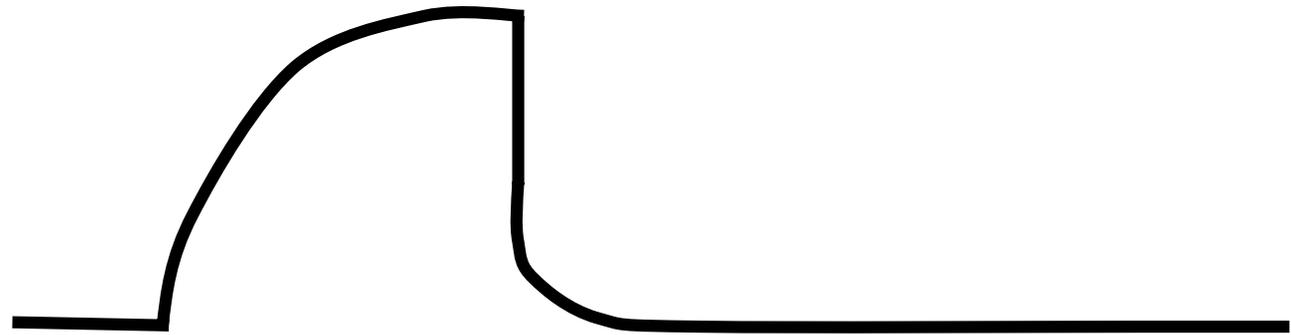
Débit



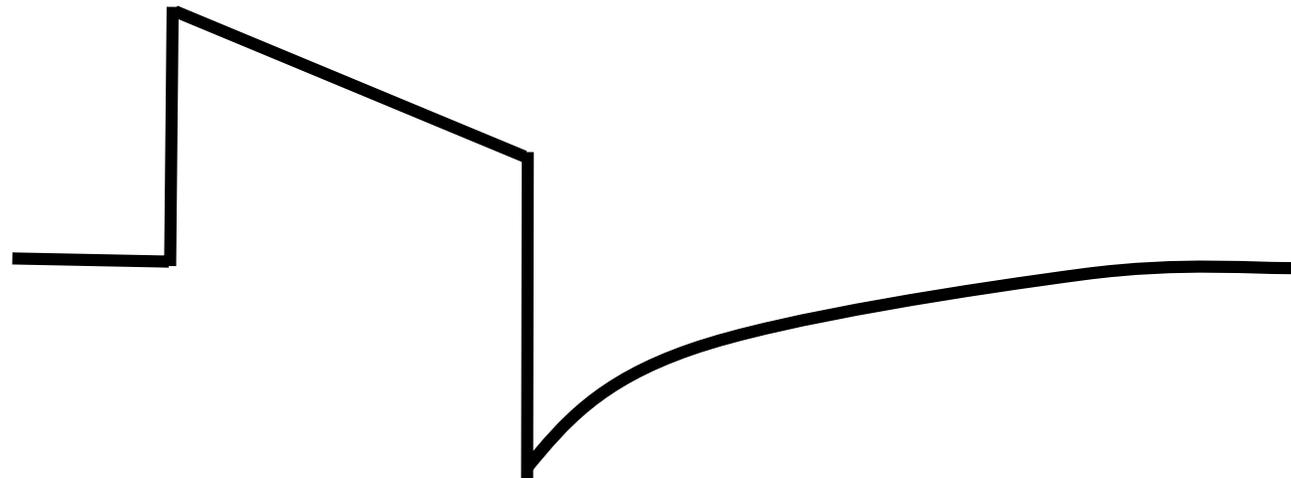
Mode en Pression (barométrique)

AI, PC, PAC, BIPAP...

Pression

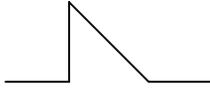


Débit



Quelles sont les différences entre un mode en volume et un mode en pression ?

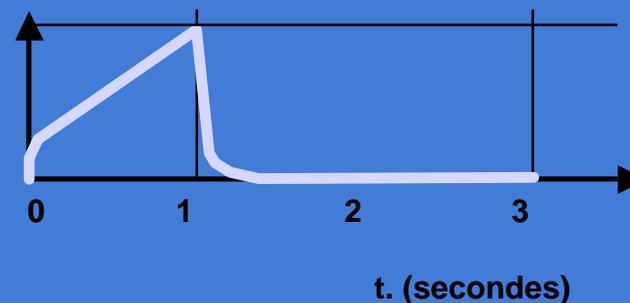
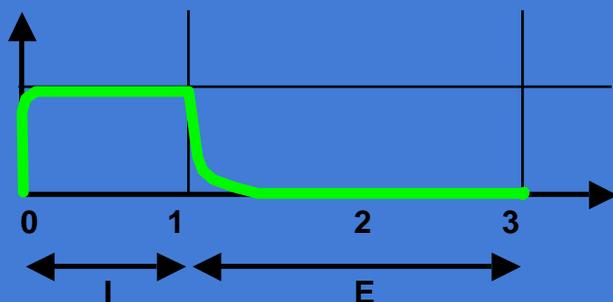
PARAMETRES REGLES ET PARAMATRES MONITORES

Paramètres ventilatoires	VOLUME CONTROLE	PRESSION CONTROLEE
VOLUME courant	FIXE (assuré)	variable
Pression voies aériennes	variable	FIXE (contrôlée = sécurité)
DEBIT	Carré (constant) 	décélérant 
Alarmes à surveiller	Pressions (Ppic, Pplat, Pmoy)	Volume (VT mini) Ventilation minute (VE) EtCO2

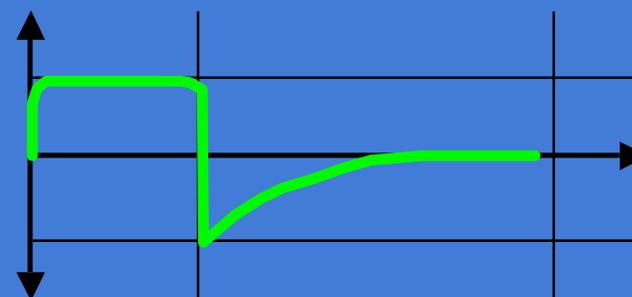
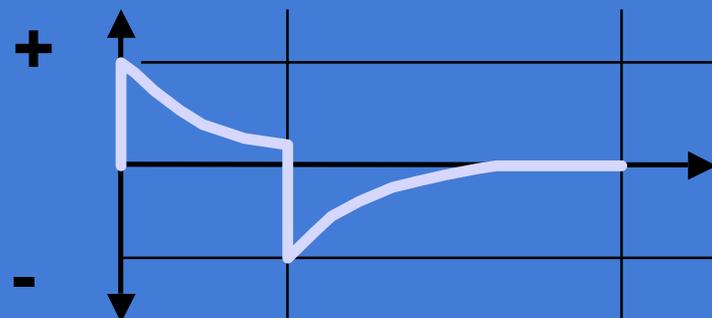
MODES CONTROLES

VOLUME ou PRESSION constante ?

P (cm H₂O)



Q (L.min⁻¹)



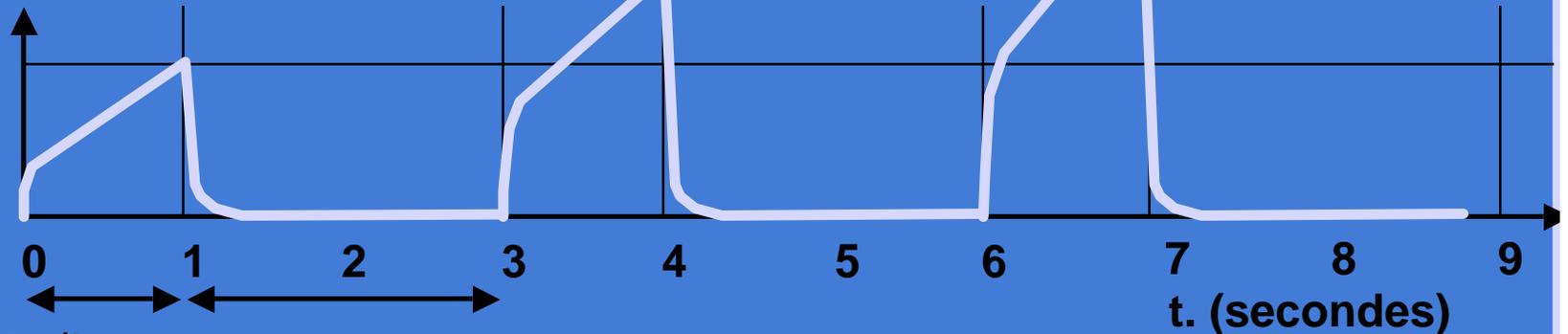
Pression constante

Volume constant

VOLUME CONTRÔLE

Effets d'une augmentation d'impédance du système respiratoire

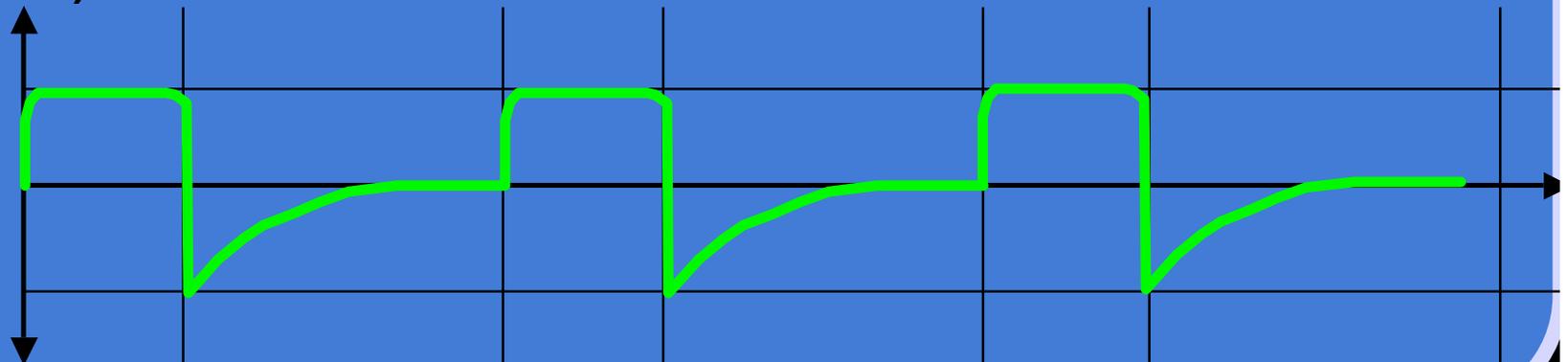
P (cm H₂O)



Q (L.min⁻¹)

+

-



PRESSION CONTROLÉE

Effets d'une augmentation d'impédance du système respiratoire



Avantages théoriques

MODES EN PRESSION PAR RAPPORT AUX MODES EN VOLUME

L'assurance que la pression réglée ne sera pas dépassée

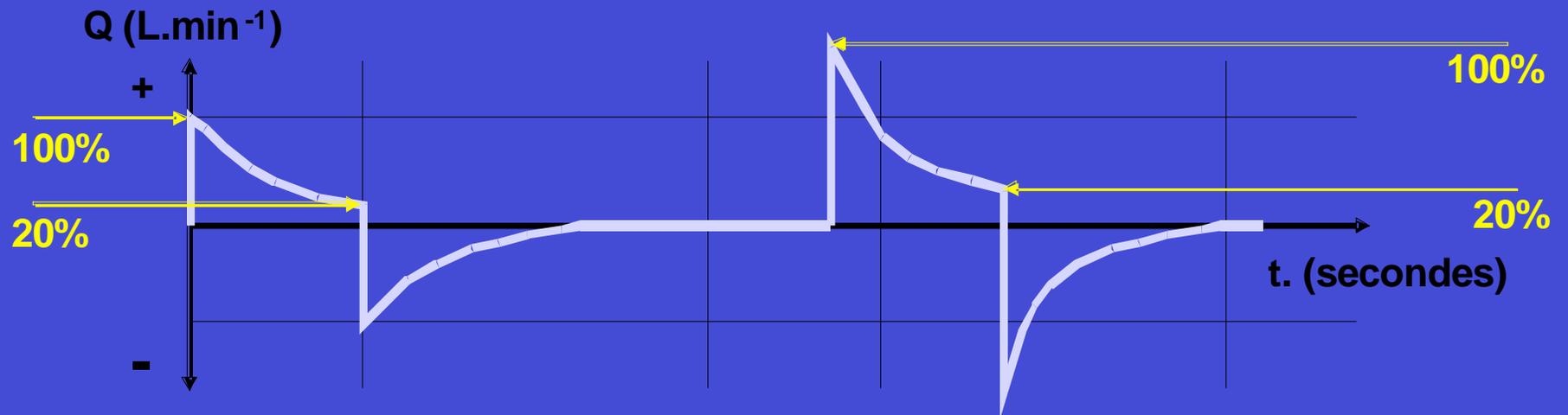
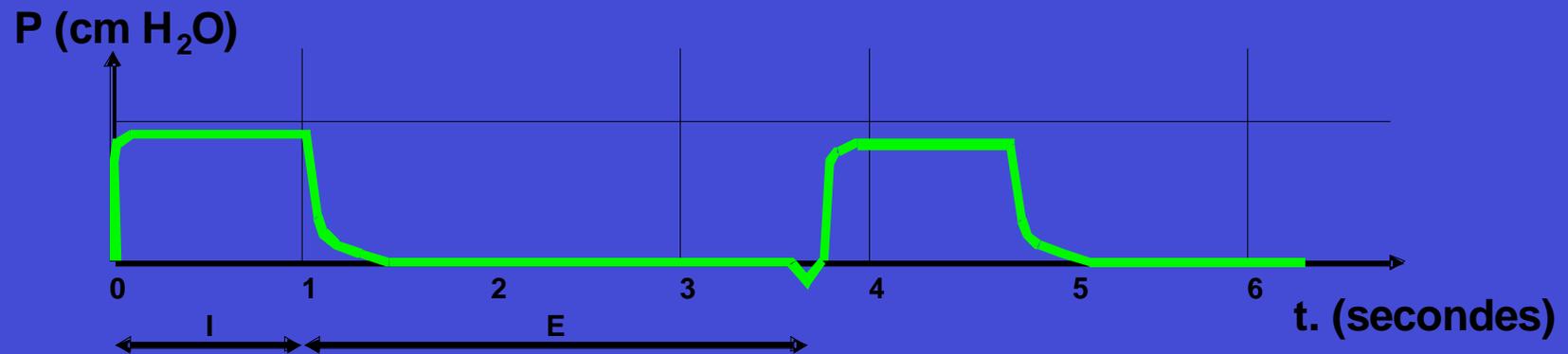
- Un plus grand confort
- Un travail respiratoire moindre
- Une plus grande efficacité en terme d'échanges gazeux
- Une amélioration de la mécanique respiratoire

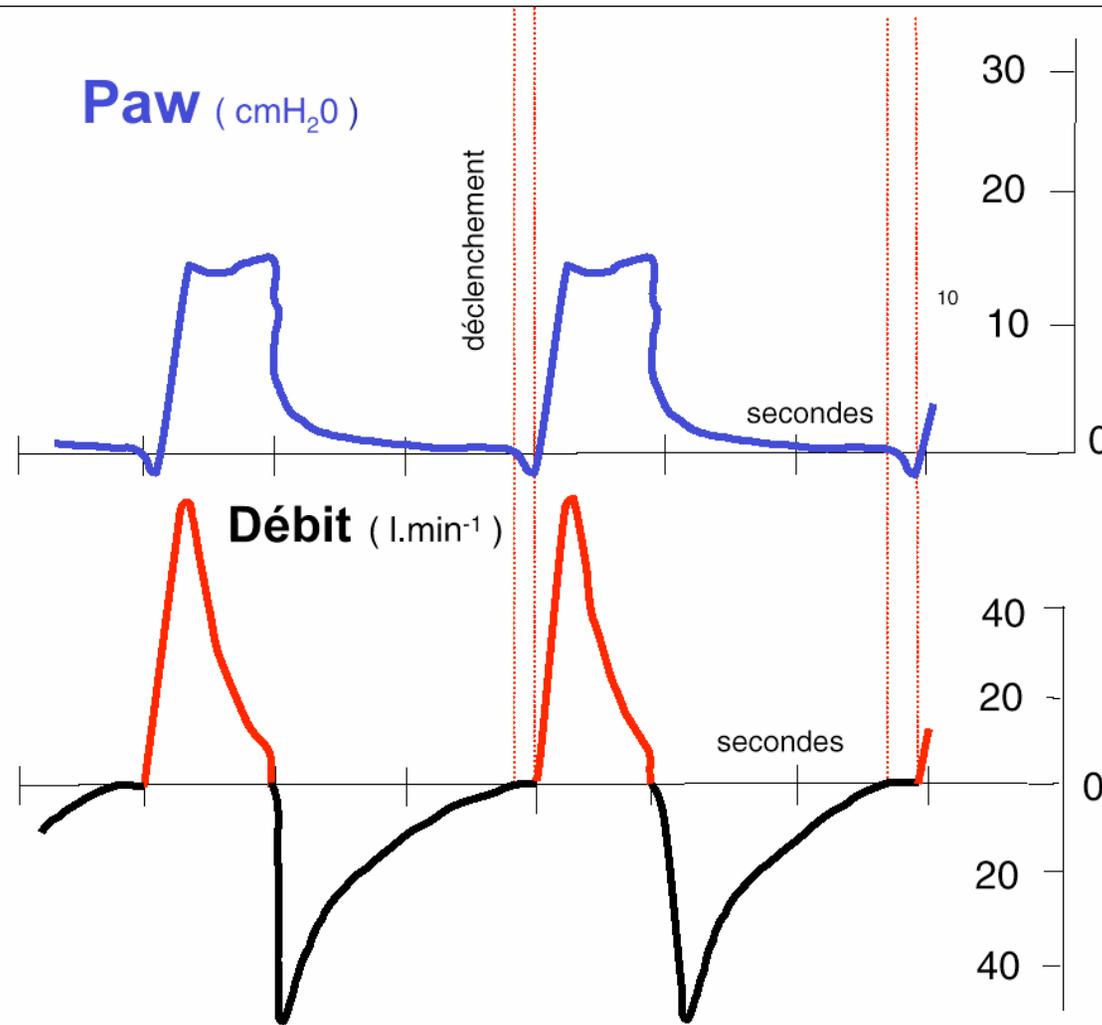
Avantages théoriques

MODES DE VENTILATION PARTIELLE PAR RAPPORT AUX MODES CONTROLES

- Améliorer la synchronisation entre le patient et son ventilateur
 - *s'adapter au rythme de la ventilation naturelle du patient*
 - *s'adapter aux besoins du patient*
 - *tenir compte de l'effort spontané du patient*
- Améliorer le confort du patient
- Diminuer la sédation nécessaire pour la ventilation mécanique
- Diminuer la durée de la ventilation mécanique
- Permettre une extubation plus rapide

AIDE INSPIRATOIRE

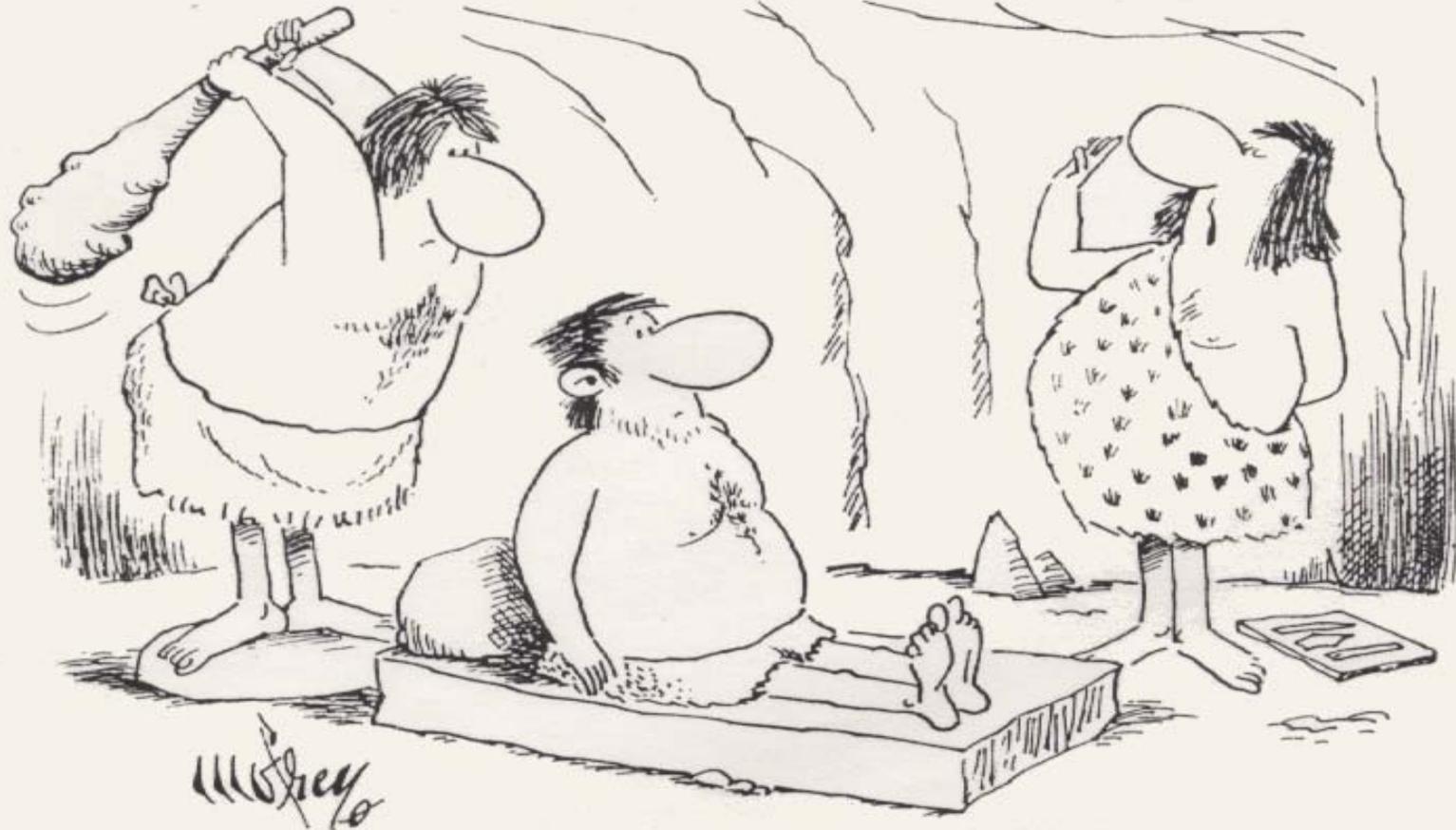




Comme en ventilation spontanée, un **pic de débit proto-inspiratoire** est délivré au patient

La pression dans les voies aériennes supérieures est « pressurisée » : c'est le niveau d'aide inspiratoire

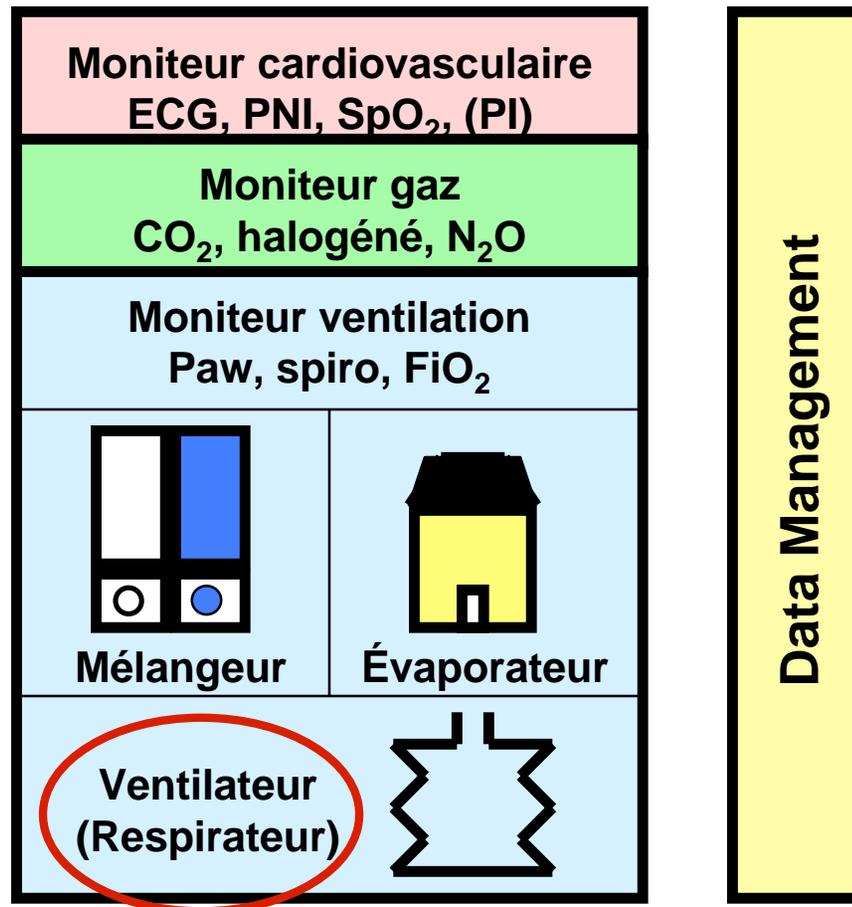
Où est le respirateur d'anesthésie ?



— JE PEUX VOUS RASSURER, LA METHODE D'ANESTHESIE PRATIQUEE
ICI, EST PARFAITEMENT BIEN SUPPORTEE PAR LE FOIE !

Poste de Travail d'Anesthésie

Sous-Ensembles



"station d'anesthésie multifonction à la carte"

Administration de gaz frais

Évaporateurs

Ventilateur

Monitoring des gaz

Monitoring cardiovasculaire

Monitoring profondeur anesthésie

Monitoring de la curarisation

Pousse-seringues

Aspiration

Système d'informations médicales

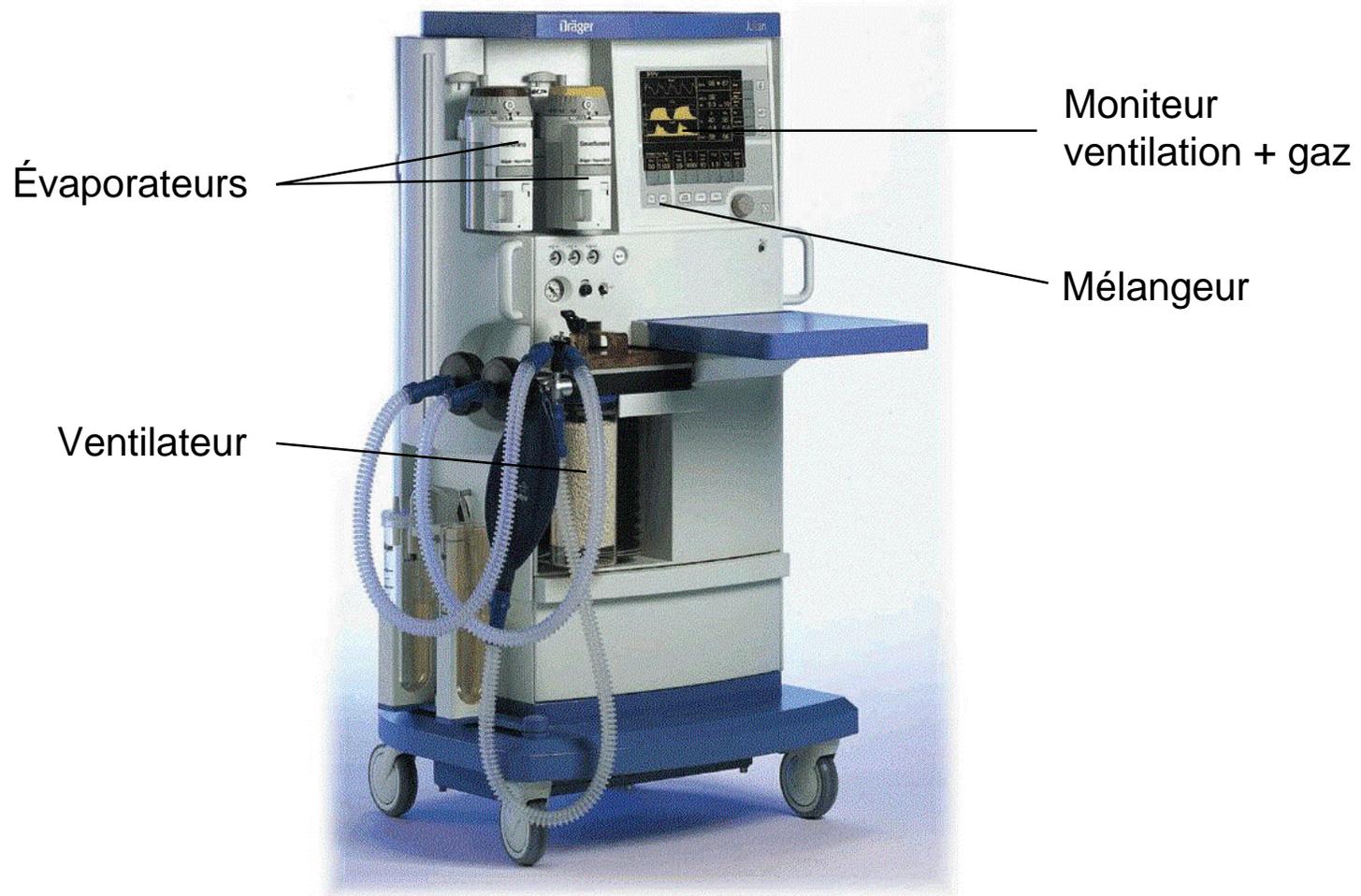


?

Un seul
appareil

Simplicité
« tout intégré »

Poste de Travail d'Anesthésie Sous-Ensembles

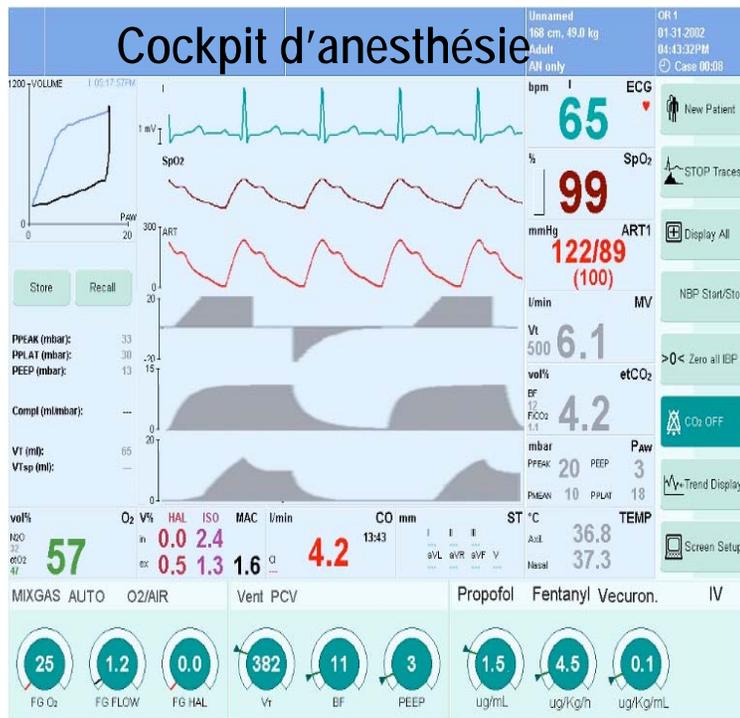


"station d'anesthésie multifonction à la carte"

Siemens



Monitoring de la ventilation



Monitoring cardiovasculaire



Réglages de la ventilation et de l'administration des gaz

Contrôle de l'administration intraveineuse



Dräger: Primus; Zeus...

"station d'anesthésie multifonction à la carte"

Avantages

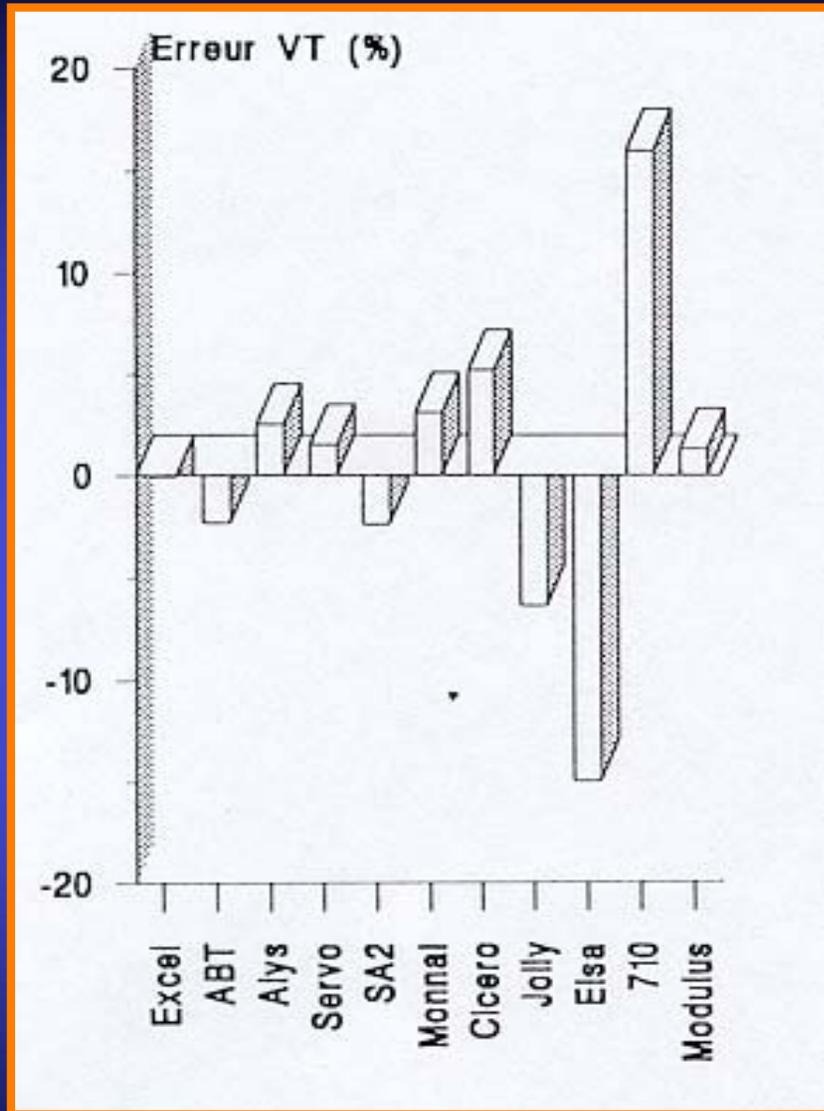
- Tout intégré
- Facilité de mobilisation
- Moins de branchement
- Moins de fils...

Inconvénients

- En cas de panne de l'un des éléments : immobilisation de toute la station
- Difficulté en cas de mise en réseau (homogénéité du parc des moniteurs...)
- Évolutivité limitée

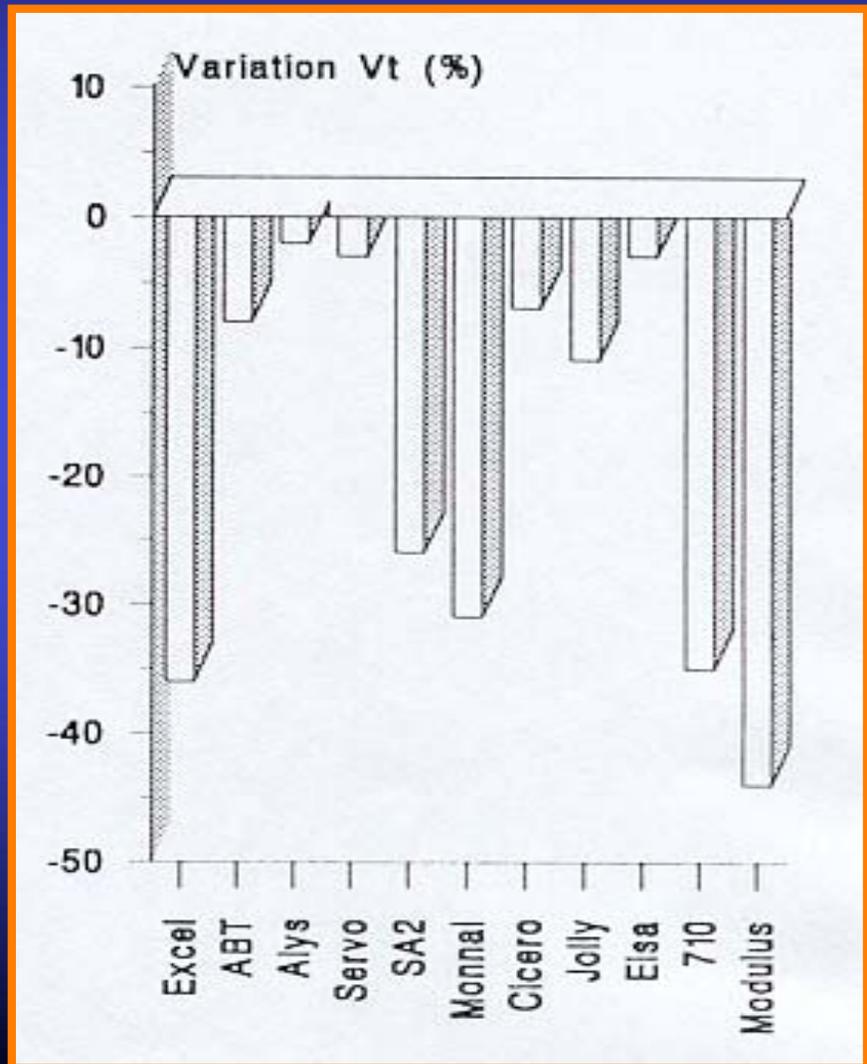
Trop performant ? -

Performances (années 1990)



Liu N, Beydon L et al. Ann Fr Anesth Réanim 1992
Beydon L, Liu N. Ann Fr Anesth Réanim 1994

Volume réglée et volume réellement délivré ?



Volume réglée et volume réellement délivré ?

La correction de compliance

- La compliance interne du ventilateur et celle du circuit déterminent le volume de gaz comprimé dans l'appareil, mesuré mais non insufflé dans les voies aériennes.
- Le ventilateur indique un VT et une VE supérieurs à ceux réellement administrés; d'autant plus que les pressions d'insufflation sont hautes.

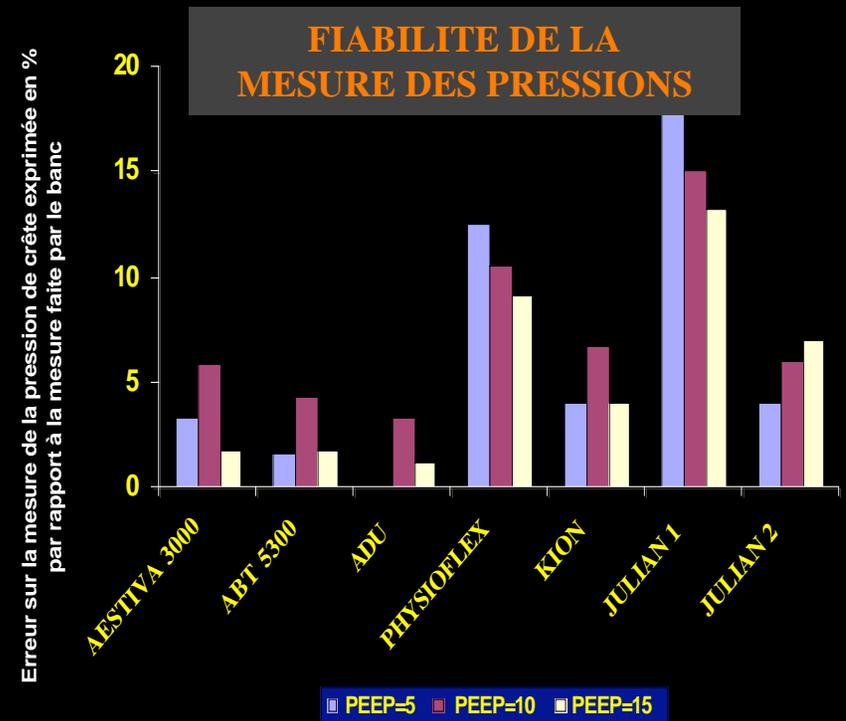
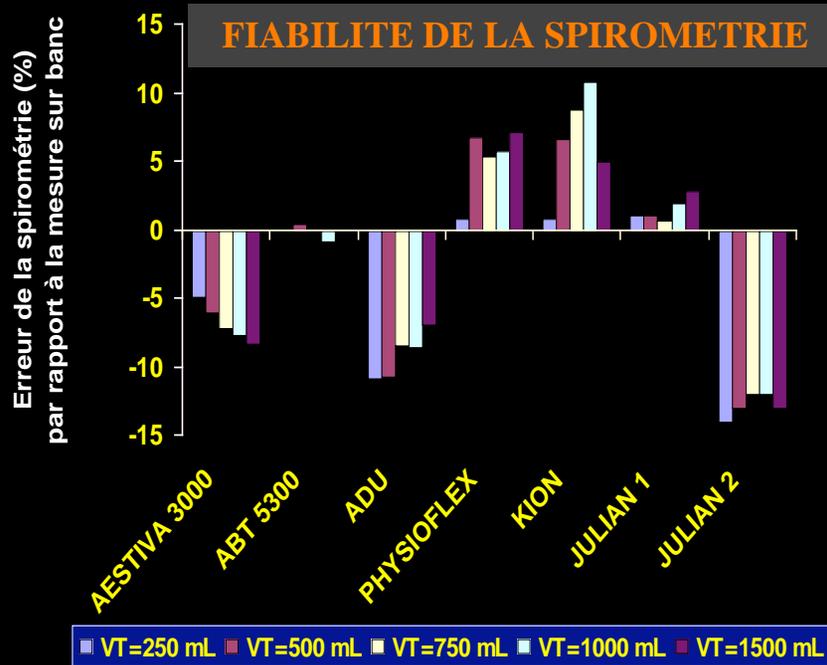
Volume comprimé = compliance x pression d'insufflation, soit :

pour une compliance interne de 6 mL/cmH₂O, un VT de 0.8 l et une pression de crête de 25 cmH₂O, un volume comprimé de 150 ml.

Le VT effectif sera de 650 ml donc 20% de moins que le VT programmé

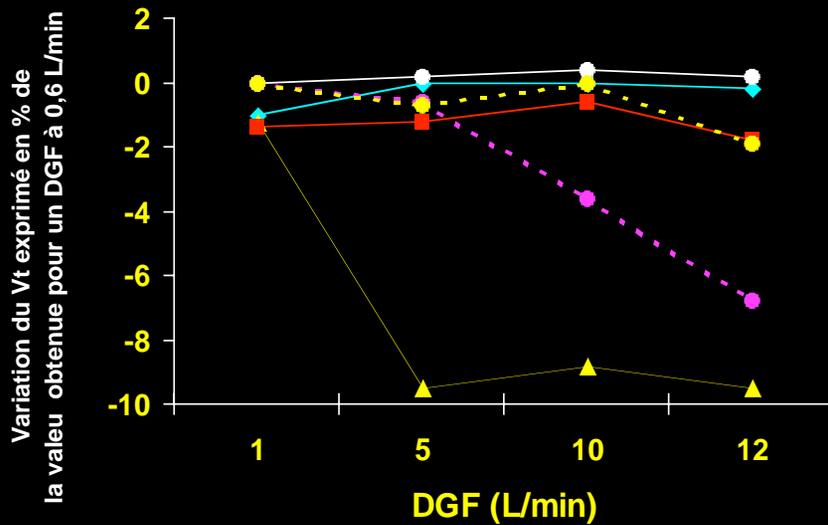
La correction de compliance compense ce défaut en comparant les spirométries inspiratoires et expiratoires et/ou en mesurant la compliance du circuit lors de l'auto test. Cela suppose de ne pas modifier le type de circuit sans refaire l'auto test

Les respirateurs d'anesthésie au banc d'essai

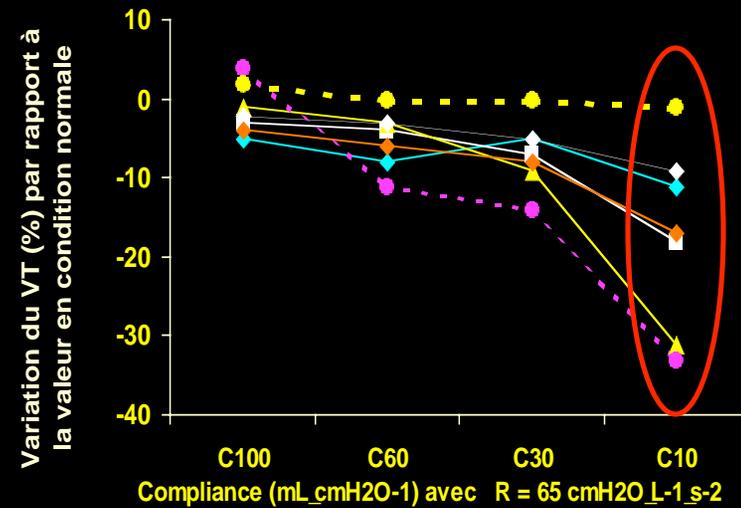


Les respirateurs d'anesthésie au banc d'essai

SPIROMETRIE ET AUGMENTATION DU DGF

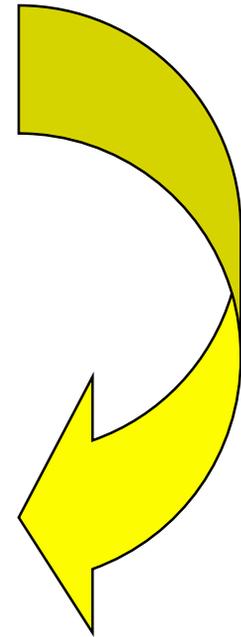


REPONSE A UNE AUGMENTATION DE LA CHARGE D'AVANT

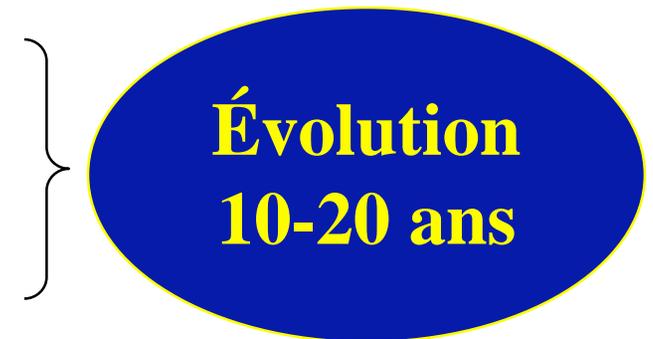


Les respirateurs d'anesthésie au banc d'essai

- Bourgain et al. *Ann Fr Anesth Réanim* 1986
- Liu N, Beydon L et al. *Ann Fr Anesth Réanim* 1992
- Beydon L, Liu N. *Ann Fr Anesth Réanim* 1994
- Rawal R, Beydon L. *Ann Fr Anesth Réanim* 1996
- Otteni JC, Beydon L et al. *Ann Fr Anesth Réanim* 1997
- Jaber S, Beydon L et al. *Ann Fr Anesth Réanim* 2000
- Fumagalli B, Jaber S et al. *ITBM* 2005



- Progrès technologiques
- Homogénéité des ventilateurs
- Nouveaux modes ventilatoires ?



Principales améliorations

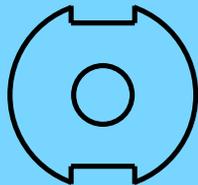
- **Amélioration des automatismes**

- *Check-list automatique*
- *Remplacement des éléments mécaniques par des éléments contrôlés électroniquement (rotamètres)*
- *Archivages des pannes*
- *Aide informatisée à la maintenance...*

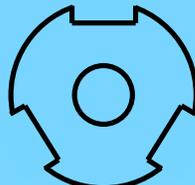
- **Modalités volumétriques et barométriques**

- **Compensation de compliance du circuit et du ventilateur (volume de gaz comprimé parfois importante) +++**

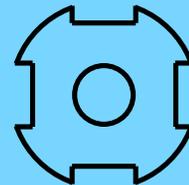
Réseau de fluides médicaux



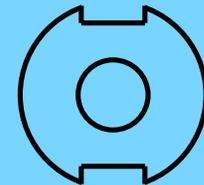
Air



Oxygène
(O₂)



Protoxyde d'azote
(N₂O)

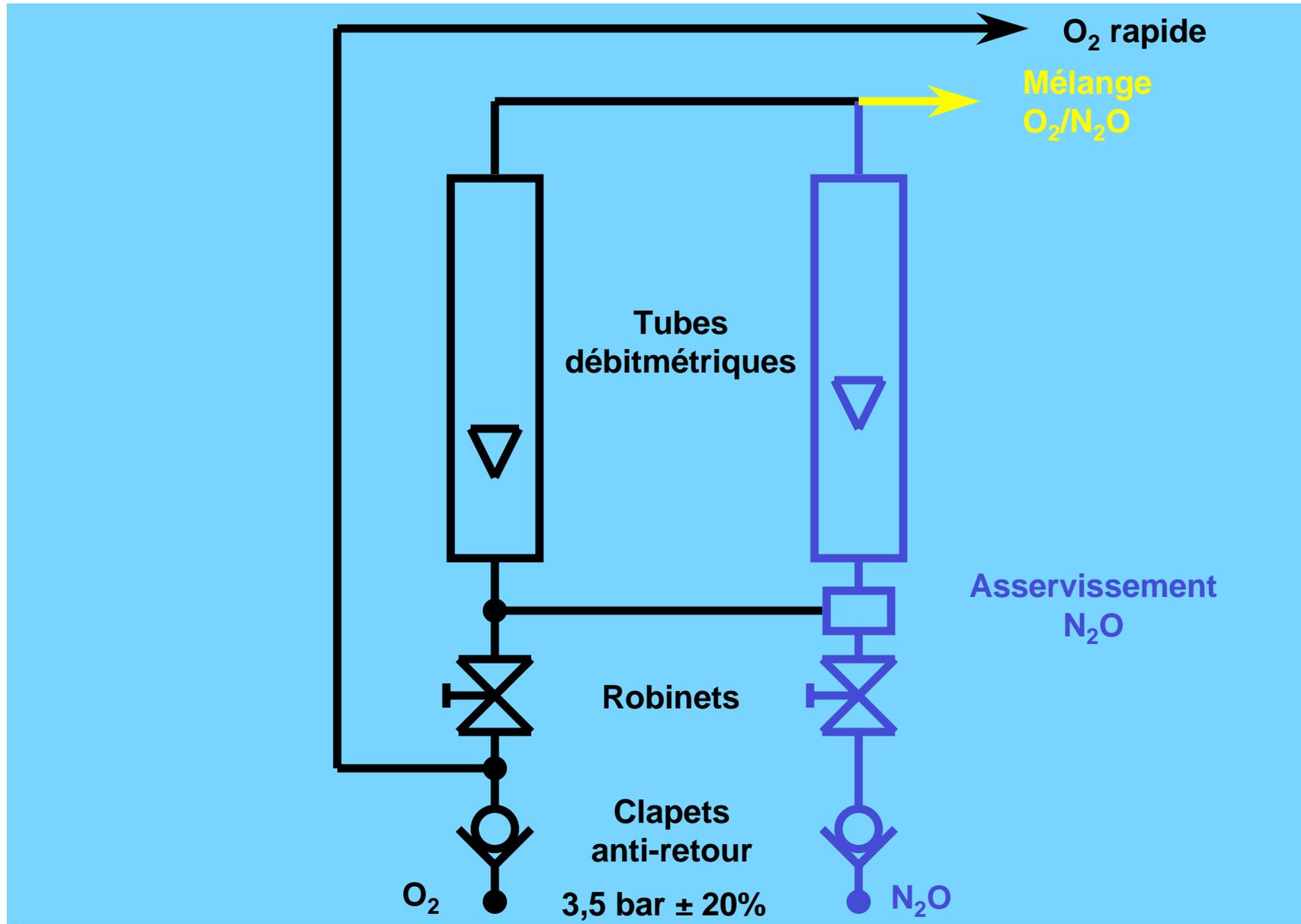


Vide



Pression = 3,5 bar \pm 20 %, soit entre 2,8 bar et 4,2 bar

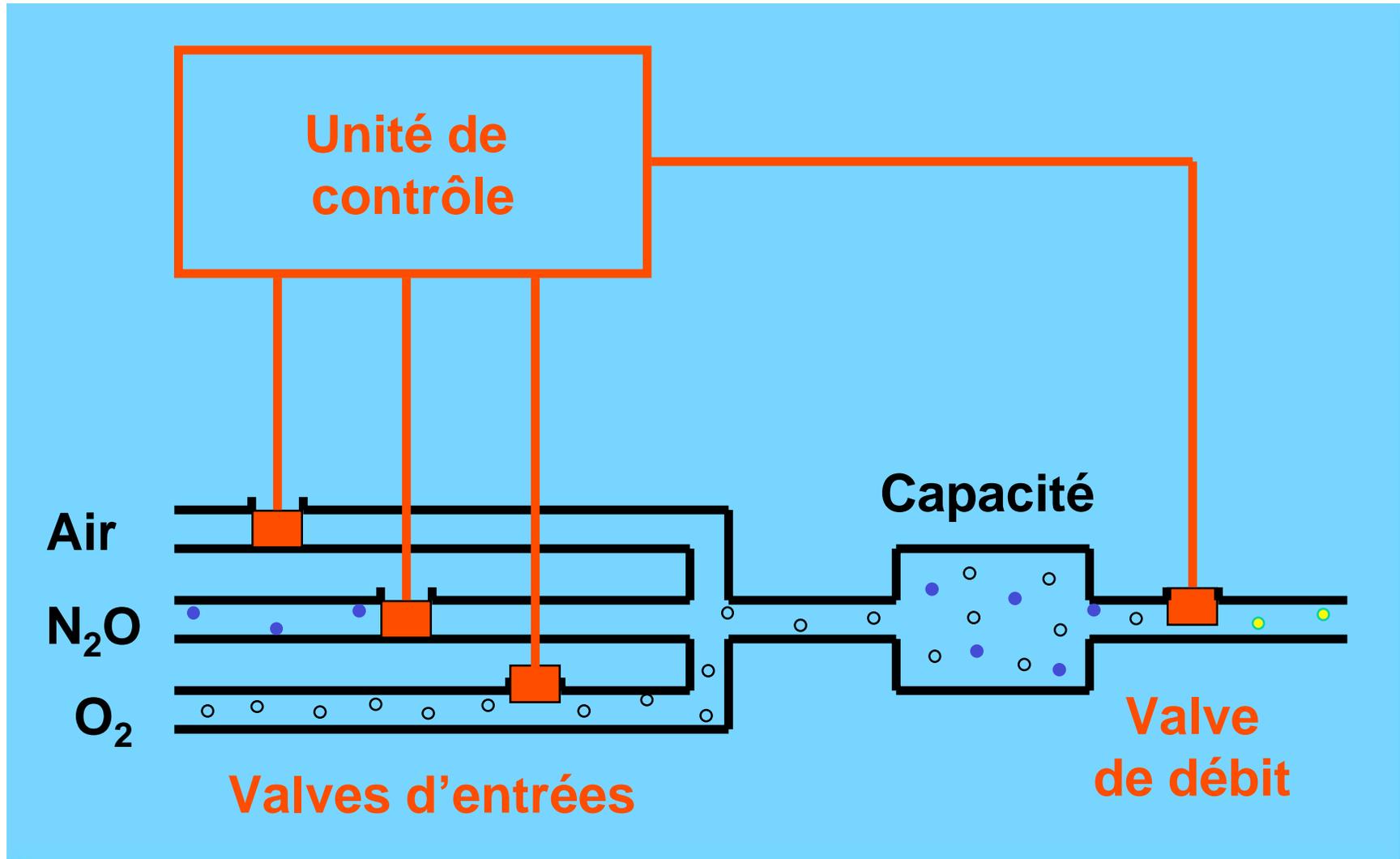
Mélangeur à tubes débitmétriques



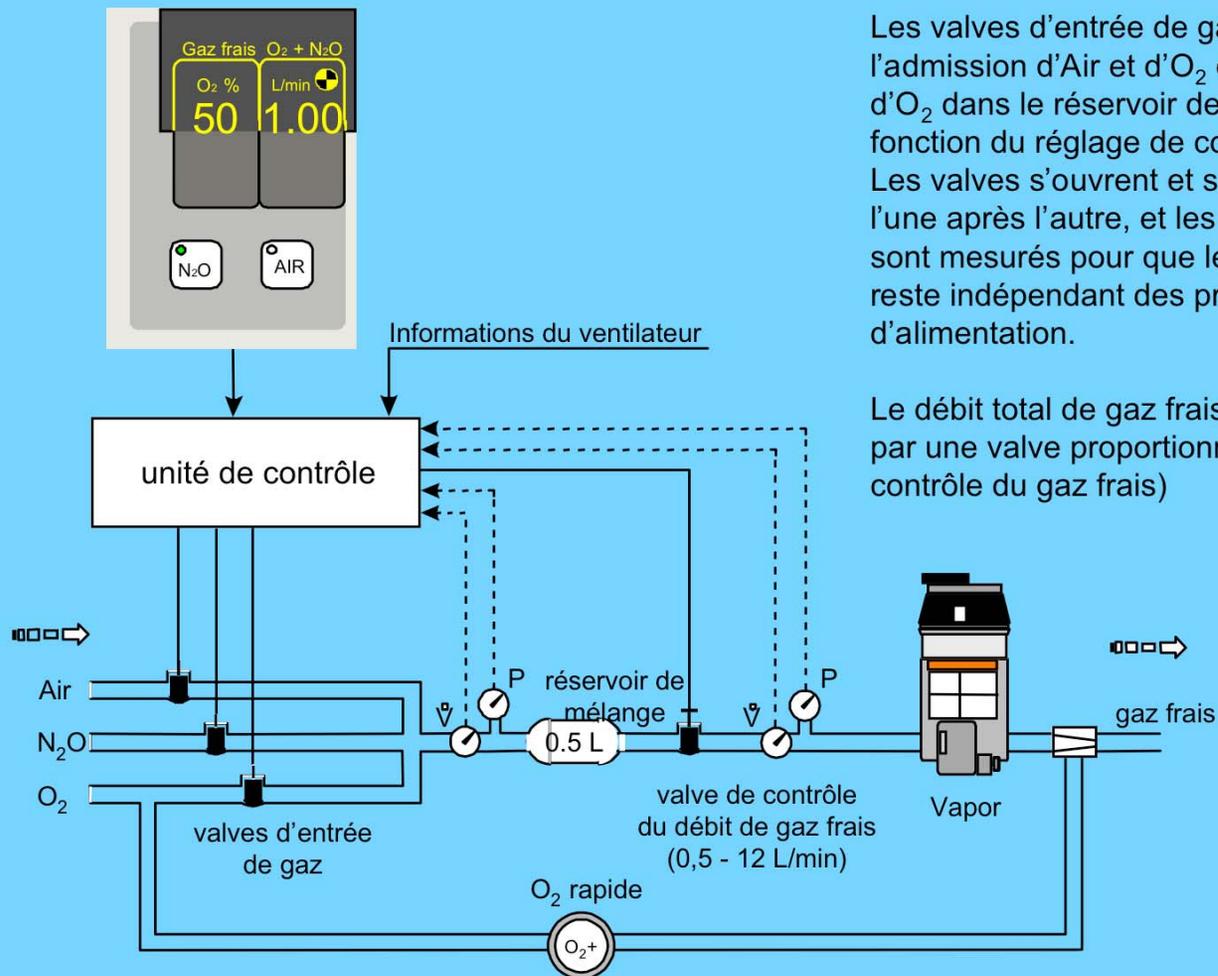
Mélangeur à tubes débitmétriques



Mélangeur électronique



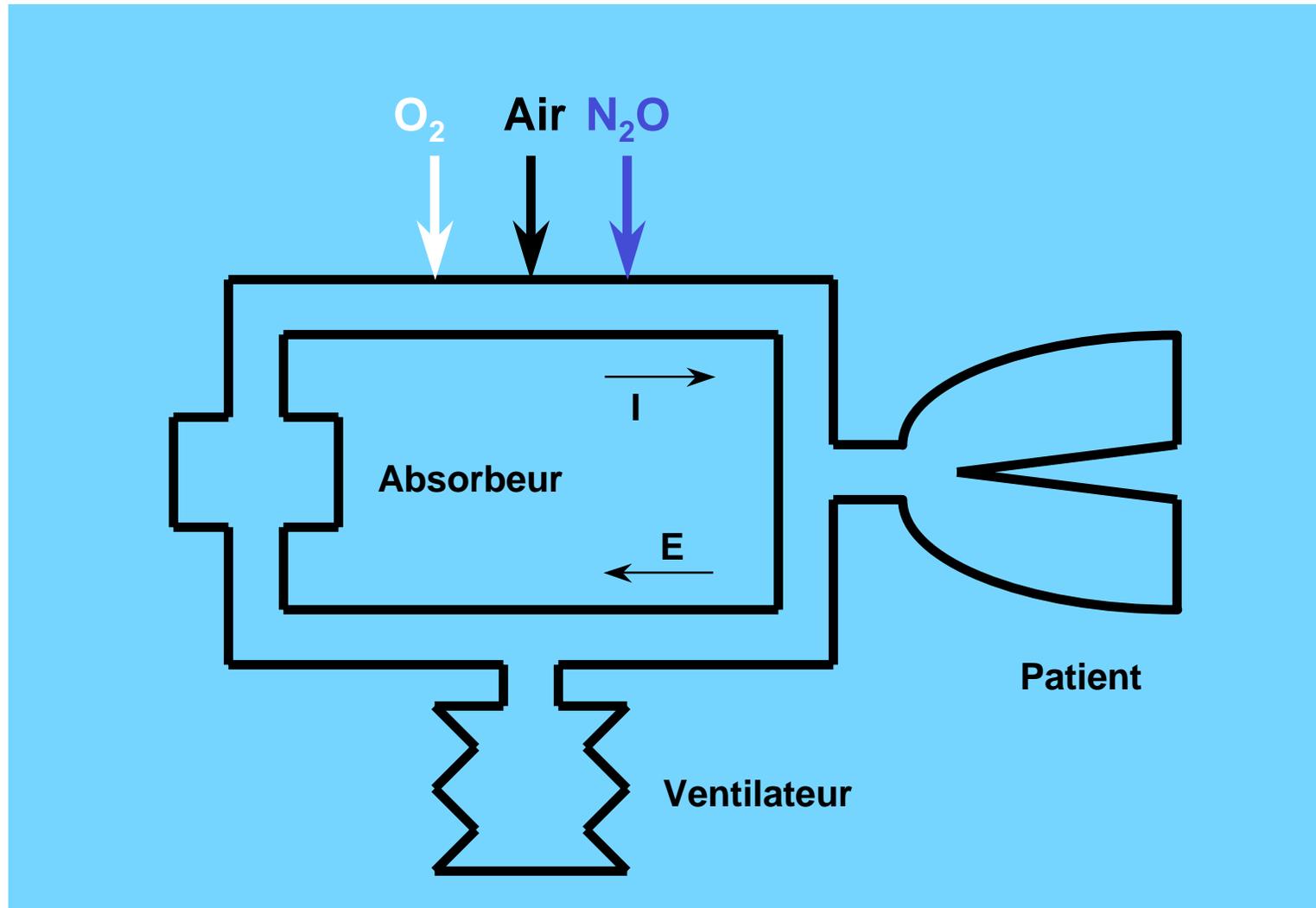
Mélangeur électronique



Les valves d'entrée de gaz permettent l'admission d'Air et d'O₂ ou de N₂O et d'O₂ dans le réservoir de mélange en fonction du réglage de concentration. Les valves s'ouvrent et se ferment l'une après l'autre, et les débits de gaz sont mesurés pour que le mélange reste indépendant des pressions d'alimentation.

Le débit total de gaz frais est contrôlé par une valve proportionnelle (valve de contrôle du gaz frais)

Mélangeur à injection directe



Halogénés

Historique :

1956 - halothane

1971 - enflurane

1980 - isoflurane

1994 - desflurane

1995 - sevoflurane

Halogénés - Caractéristiques

Nom générique	halothane	enflurane	isoflurane	desflurane	sevoflurane
Nom commercial	Fluothane	Ethrane	Forène	Suprane	Sevorane
Code de couleur					
Point d'ébullition	50,2°C	56,5°C	48,5°C	23,5°C	58,5°C
MAC à 100 % d'O ₂	0,75%	1,68 %	1,15 %	7,25 %	1,9 %

Notion de MAC

MAC (ou CAM) : Concentration Alvéolaire Minimum

Définition : Concentration alvéolaire d'un anesthésique pour laquelle 50 % des patients ne réagissent pas à une incision cutanée

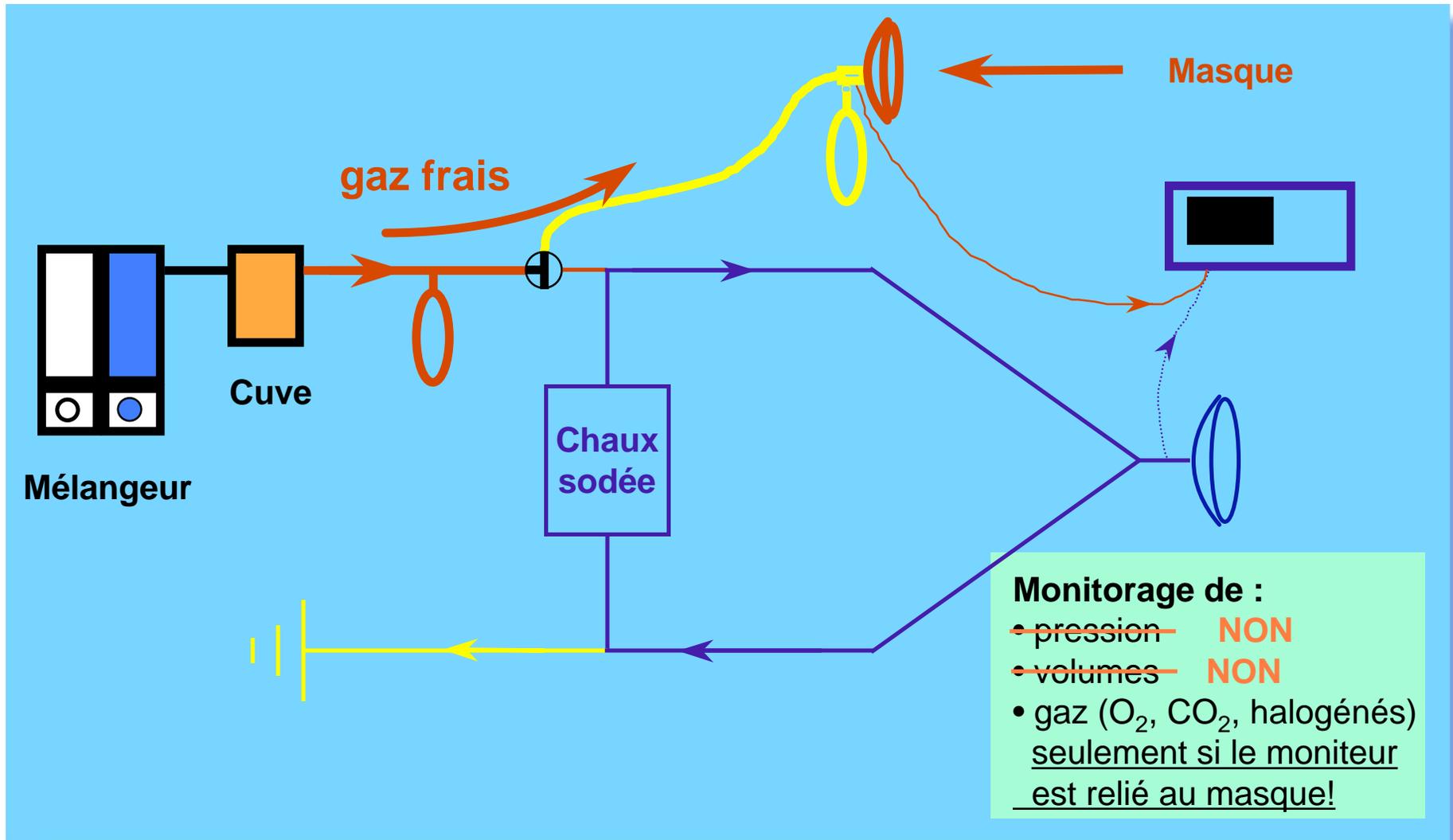
-> notion statistique

-> influencée par l'âge, les autres produits anesthésiques, l'hypotension, etc.

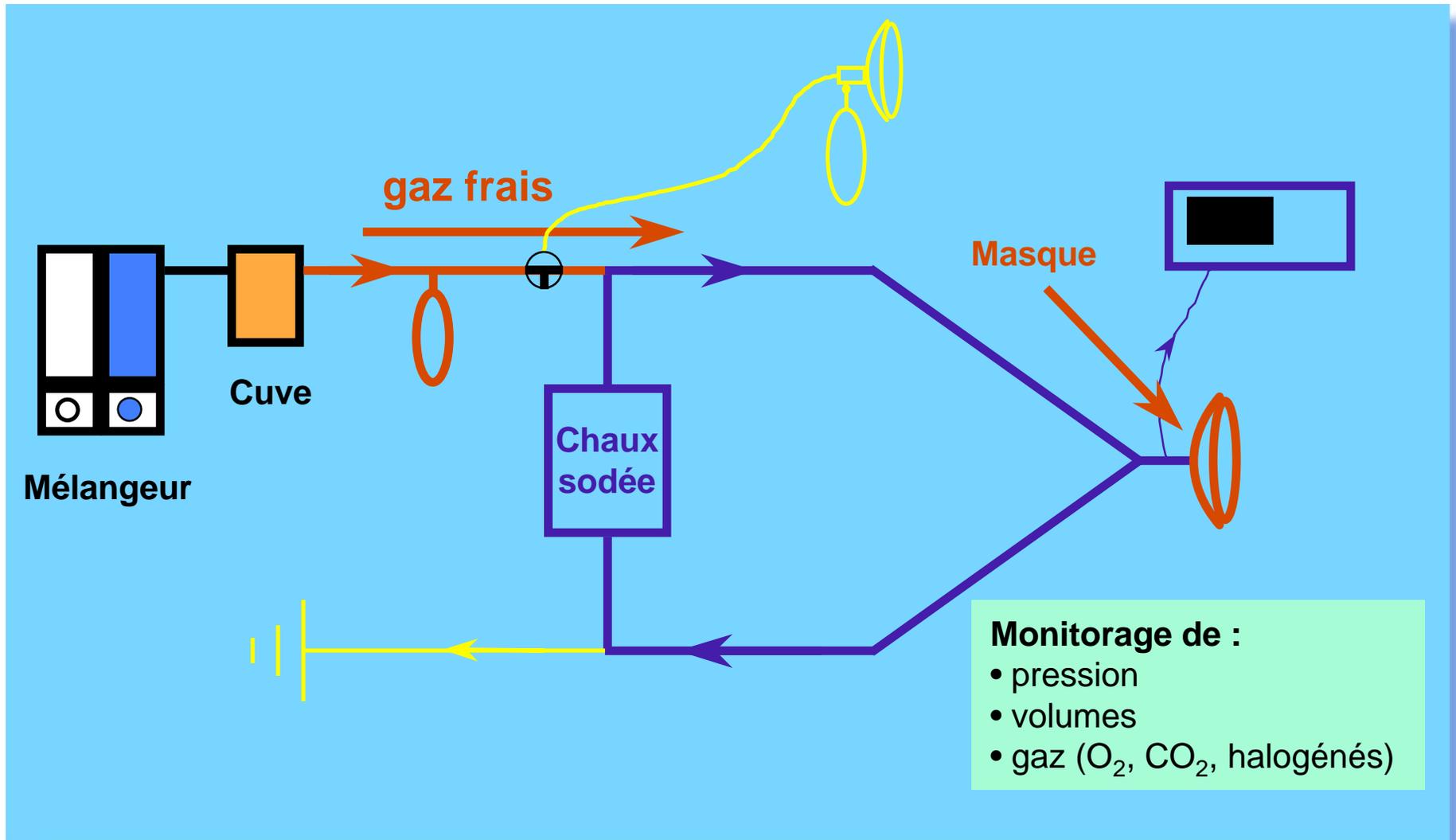
-> Plus la MAC est basse, plus l'anesthésique est puissant

Induction

(1) Circuit accessoire



Induction (2) Circuit machine



Circuit machine vs accessoire

	Circuit machine	Circuit accessoire
Avantages	<ul style="list-style-type: none">• Monitoring gaz + ventilation (spiro, Paw)• Utilisation du système antipollution	<ul style="list-style-type: none">• Circuit léger• Compliance basse
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none">• Circuit plus lourd et encombrant• Peu usuel	<ul style="list-style-type: none">• Pas de monitoring de la ventilation (spiro, Paw)• Monitoring des gaz seulement si la ligne de prélèvement est branchée• Pas d'utilisation du système antipollution

Différences Anesthésie/Réanimation

	Réanimation	Anesthésie
Gaz	O ₂ + air	O ₂ + N ₂ O + halogéné
Ventilation	Longue	Courte
Respirateur	Complexe	Simple
Circuit	Ouvert	Ouvert/Fermé

Recommandations de la SFAR concernant l'hygiène en anesthésie (1)

Matériel non critique (en contact avec la peau) : garrot, brassard à tension, manche du laryngoscope, stéthoscope, etc.

Matériel semi-critique (en contact avec une muqueuse) : masque facial, ballon souple, valve directionnelle, lame de laryngoscope, pince de Magill, circuit externe et interne du respirateur et de l'appareil d'anesthésie, etc.

Matériel critique (pénétrant un tissu stérile): cathéter veineux et artériel, cathéter péridural, aiguille pour anesthésie péridurale ou sous-arachnoïdienne, canule de trachéotomie, etc.

Recommandations de la SFAR concernant l'hygiène en anesthésie (2)

	MATÉRIEL SOUILLÉ		
INDICATIONS	Non critique	Semi-critique Critique non stérilisable	Critique Semi-critique stérilisable
PROCÉDURE	P1	P2	P3
Étape 1	Décontamination	Décontamination	Décontamination
Étape 2	Nettoyage, rinçage, séchage manuels ou automatisés	Nettoyage, rinçage, séchage manuels ou automatisés	Nettoyage, rinçage, séchage manuels ou automatisés
Étape 3		Désinfection par immersion	Stérilisation
RÉSULTAT	Matériel propre	Matériel désinfecté	Matériel stérile



circuit patient
interne/externe

Recommandations de la SFAR concernant l'hygiène en anesthésie (3)

- Utiliser de préférence du matériel à usage unique
- Matériel non critique : décontaminer et nettoyer entre chaque patient
- Matériel semi-critique : décontaminer, nettoyer et désinfecter entre chaque patient (stériliser si possible)
- Utiliser de préférence un filtre bactérien et viral pour chaque patient
- Changer toutes les semaines les circuits des respirateurs et machines d'anesthésie

Monitoring Pressions voies aériennes (Paw)

Intérêts :

- ⊗ Surveillance des pressions dans le circuit patient
- ⊗ Contrôle du débranchement et de l'obstruction
- ⊗ Critère de réglage du respirateur
- ⊗ Prévention du barotraumatisme

Monitoring spirometry

Interest :

Control of tidal volume, minute volume and respiratory frequency

Technologies :

- ⊗ Turbine sensor
- ⊗ Hot wire sensor (simple or double)
- ⊗ Pneumotachograph

Recommandations de la SFAR (1)

Concernant l'appareil d'anesthésie et sa vérification avant utilisation (janvier 1994)

1- Appareil d'anesthésie

- Bouteille d'oxygène de réserve
- Manomètres de pressions d'alimentation
- Alarme de défaut d'oxygène
- Dispositif de coupure du N_2O
- Mélangeur : pas de mélange hypoxique
- Évaporateur : précis à 20 %
clé de remplissage
- Respirateur : adaptable au circuit fermé
utilisable en Air + O_2
dispositif de ventilation manuelle
- Monitoring : Paw, spirométrie, FiO_2
 CO_2
Halogéné en circuit fermé
- Système anti-pollution : non connecté au vide central

Recommandations de la SFAR (2)

Concernant l'appareil d'anesthésie et sa vérification avant utilisation (janvier 1994)

2- Check-list

- A effectuer avant chaque programme opératoire

3- Vérification périodique du matériel

- Par un technicien suivant les recommandations du fabricant

4- Arrêt de l'appareil en fin de programme opératoire

- Alimentation en gaz débranchée
- Alimentation électrique débranchée

Recommandations de la SFAR (3)

Concernant l'appareil d'anesthésie et sa vérification avant utilisation (janvier 1994)

5- Nettoyage/Stérilisation

- En fonction de l'utilisation

6- Notice d'utilisation

- Claire et détaillée

7- Carnet de bord de l'appareil

- Visites de maintenance consignées

8- Formation à l'utilisation de l'appareil

- Pas d'utilisation avant formation théorique et pratique

9- Rapport en cas d'incident

- Auprès de la commission Nationale d'Homologation

Exemple de Check-list (1)

Dräger Appareil n° : _____	Check-list pour poste d'anesthésie JULIAN	Date : _____
	* A effectuer après lecture de la notice d'utilisation * Eventuellement supprimer ou ajouter certains points	Signature : _____

Contrôle à effectuer juste avant l'utilisation !

Avant le début du test, boucher la pièce-Y et régler la valve APL à 30 mbar en position «MAN»

Sous-ensemble	Test	Résultat	Cocher si OK
Alimentation électrique	Interrupteur électrique sur « Marche »	Tous les afficheurs s'allument Tous les signaux sonores retentissent Voyant de l'interrupteur blanc	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Bouteille de gaz de réserve (le cas échéant)	Ouvrir les robinets des bouteilles Fermer les robinets	Pressions : O ₂ , N ₂ O, Air > 50 bar	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Alimentation centrale en gaz	Brancher les canalisations O ₂ , N ₂ O, Air	Aiguilles des manomètres dans la zone verte	<input type="checkbox"/>
Vapor	Position « O » Niveau de remplissage Délai depuis la dernière inspection Bouchon	Volant de réglage bloqué Suffisant Moins de 6 mois En place et verrouillé	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Système de remplissage de sécurité Verrouillage (levier noir)	Connexion Verrouillage (levier noir)	Raccord horizontal Verrouillé	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Système interlock	Ouvrir une des cuves	Autre cuve bloquée à 0	<input type="checkbox"/>
Système d'évacuation des gaz anesthésiques	Brancher le tuyau et le raccord mural	Voyant mural vert Débit présent	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



Exemple de Check-list (2)

...suite :

Système patient	Tuyaux, ballon, absorbeur, humidificateur, raccords de capteurs, tuyaux de gaz frais et pièges à eau (le cas échéant) Clapets de valves (inspiratoire et expiratoire)	En place et complets Complets	🍏 🍏
Chaux sodée	Remplissage	Chaux renouvelée, pas de changement de couleur	🍏
Insufflateur manuel	Vérifier qu'il est complet Vérifier l'état et le fonctionnement	Complet Fonctionnel	🍏 🍏
Aspiration bronchique	Mettre en marche. Boucher le tuyau d'aspiration	Dépression présente	🍏
O ₂ rapide (Bypass)	Actionner brièvement l'O ₂ rapide	Débit présent, le ballon se remplit	🍏
Auto-test	Auto-test	Effectué	🍏
Paramètres de ventilation, seuils d'alarmes, valve APL	Régler en fonction du patient	Effectué	🍏
Compléments			

Conclusion

Attention aux

« améliorations cosmétiques »

