

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



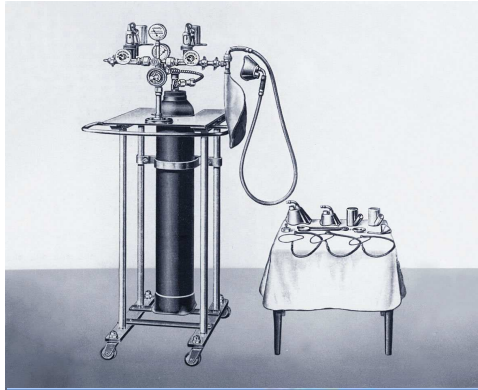
1902



1990-2000

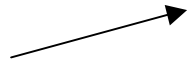


> 2000



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

Ventilation manuelle



Un mode Ventilatoire: « Volume Contrôlé »

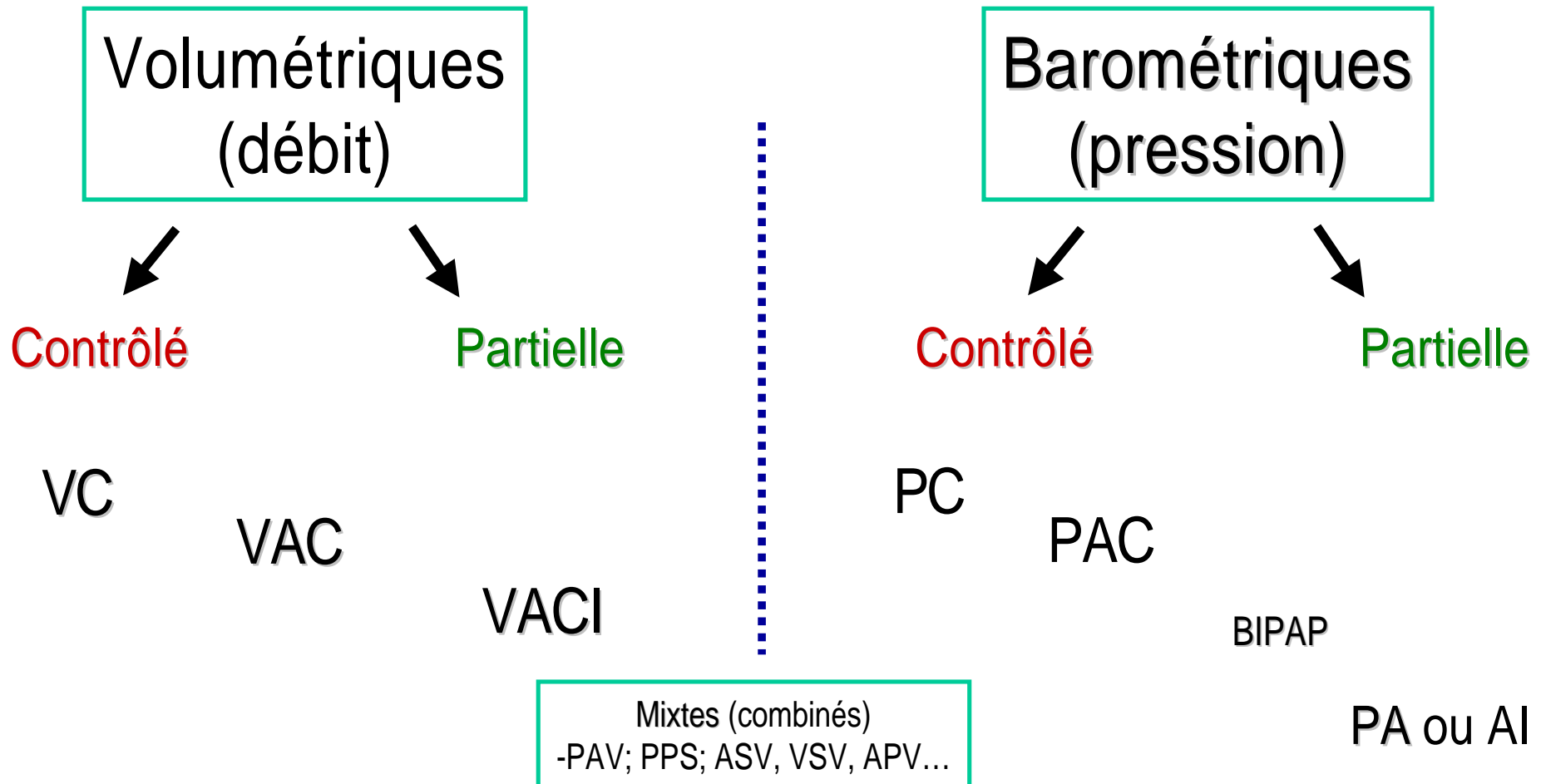


Nouveaux modes Ventilatoires:
« Volumétriques / Barométriques »
« Contrôlés / Partielles »

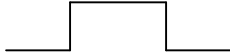
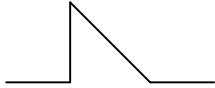
Station d'anesthésie

Modes de ventilation:

Essai de classification

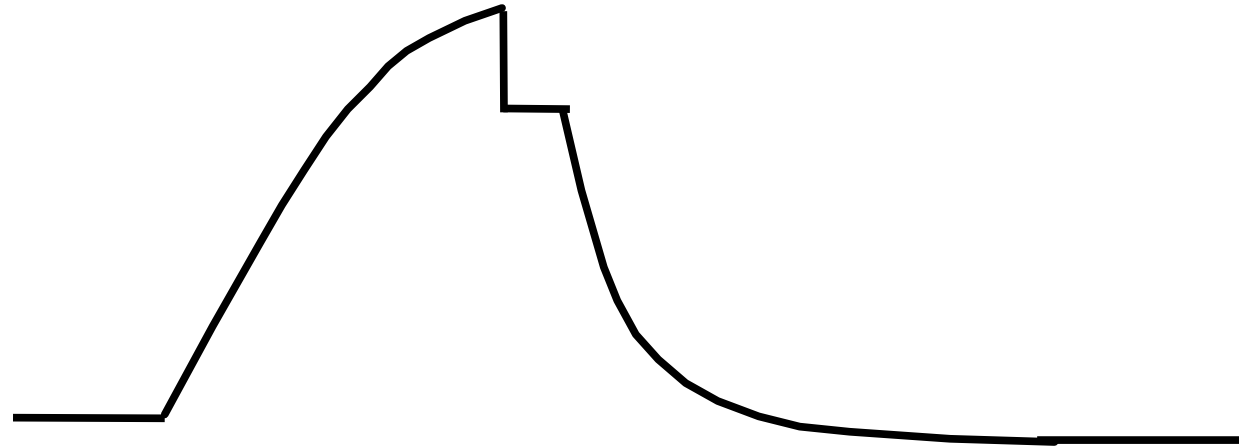


PARAMETRES REGLES ET PARAMETRES MONITORES POUR CHAQUE MODE VENTILATOIRE

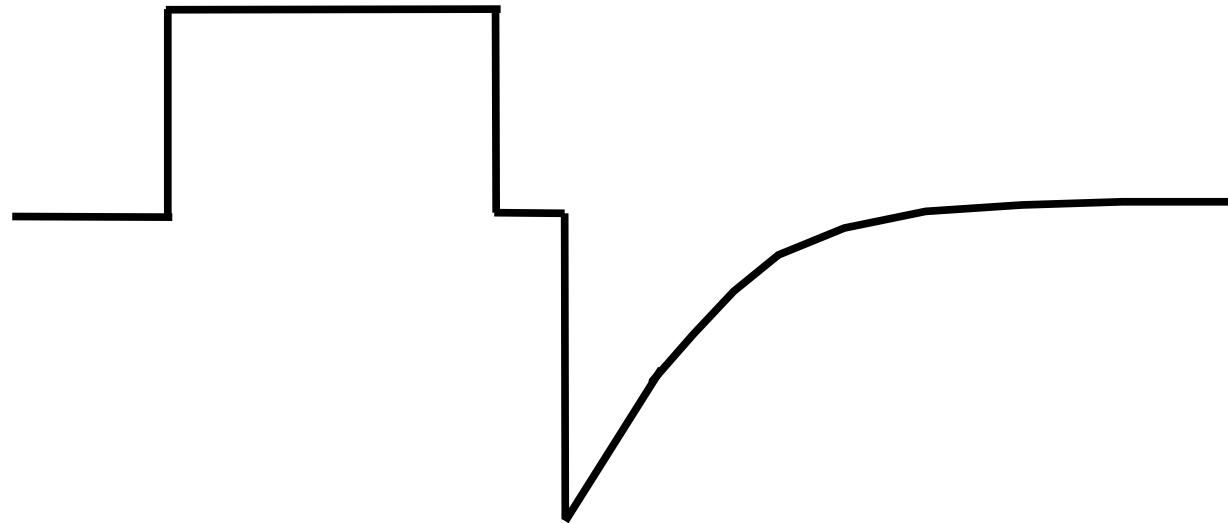
| Paramètres ventilatoires | VOLUME CONTROLE | PRESSION CONTROLEE |
|--------------------------|--|---|
| Volume courant | FIXE (assuré) | variable |
| Pression voies aériennes | variable | FIXE (contrôlée = sécurité) |
| PEEP | fixe | fixe |
| DEBIT | Carré (constant)  | décélérant  |

Mode en Débit (volume) VC, VAC

Pression



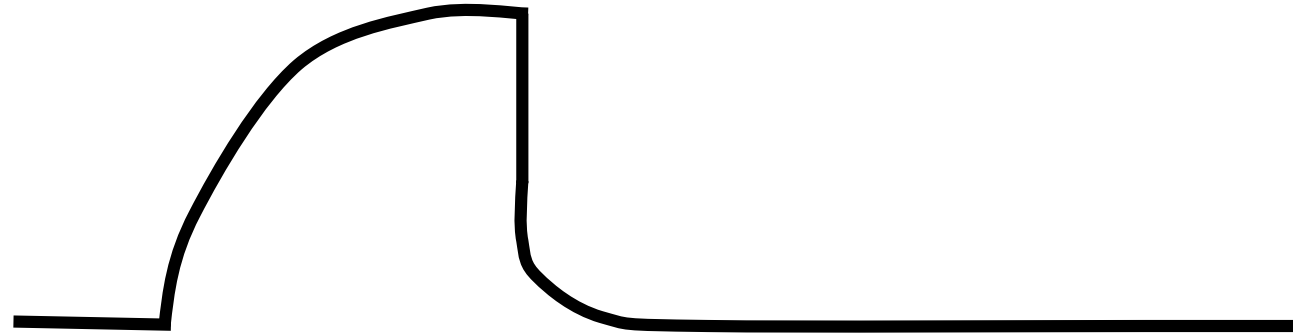
Débit



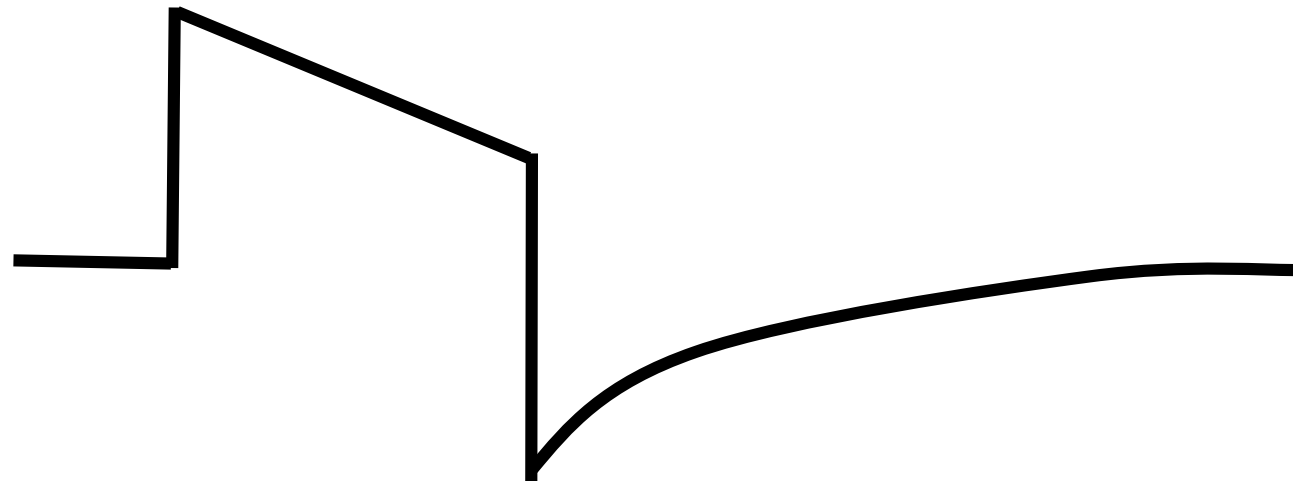
Mode en Pression (barométrique)

AI, PC, PAC, BIPAP...

Pression

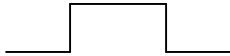
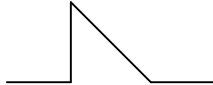


Débit



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

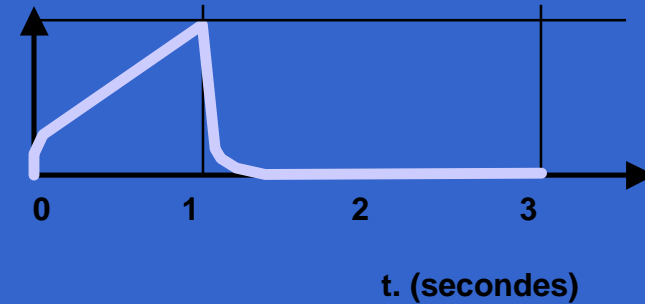
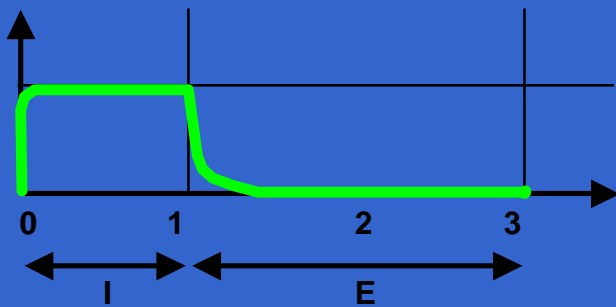
PARAMETRES REGLES ET PARAMATRES MONITORES

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

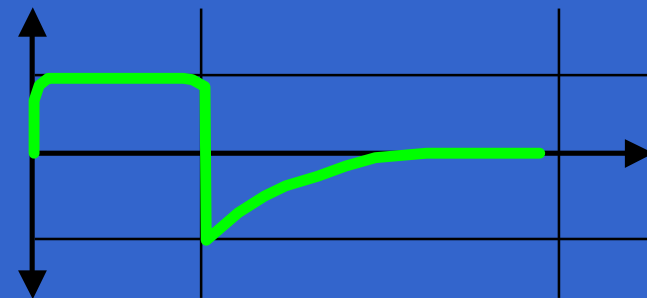
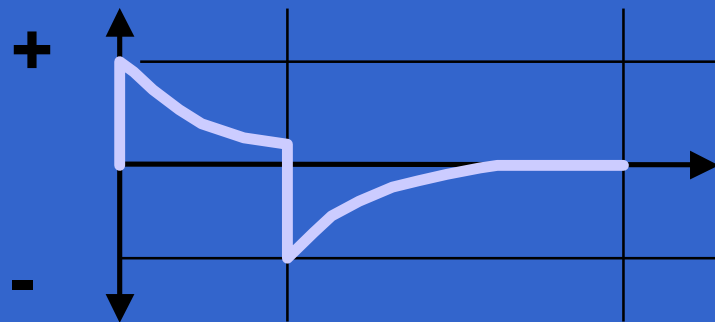
MODES CONTROLES

VOLUME ou PRESSION constante ?

P (cm H₂O)



Q (L.min⁻¹)



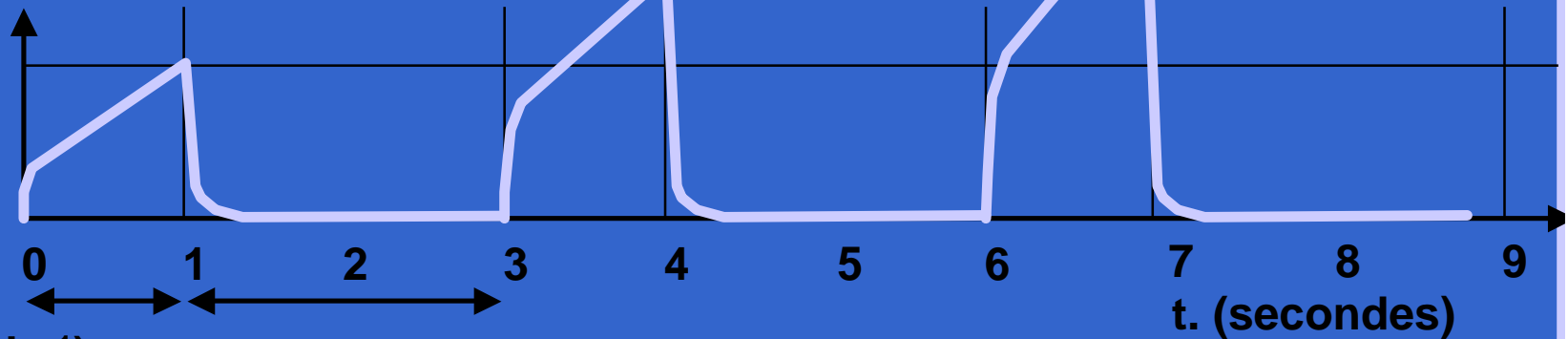
Pression constante

Volume constant

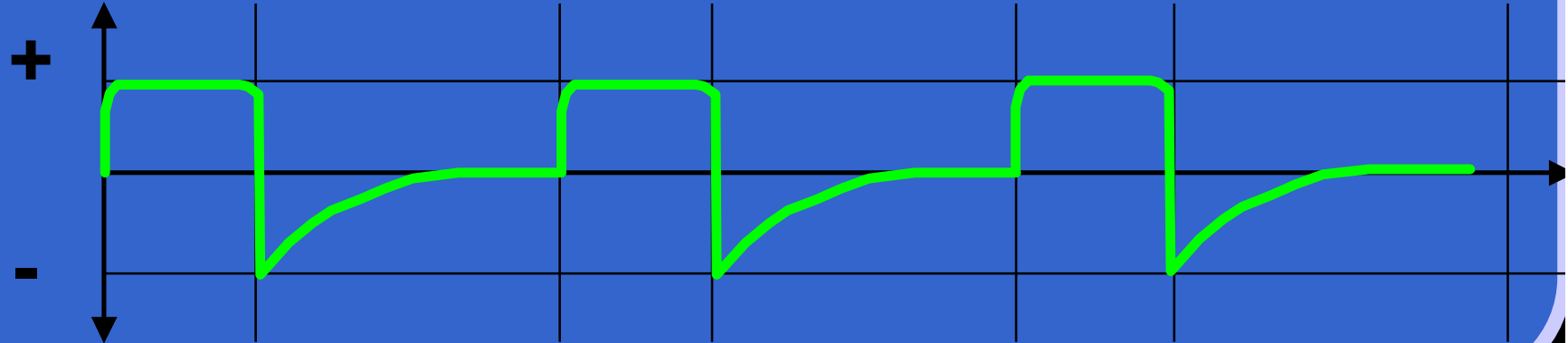
VOLUME CONTRÔLE

Effets d'une augmentation d'impédance du système respiratoire

P (cm H₂O)



Q (L.min⁻¹)





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

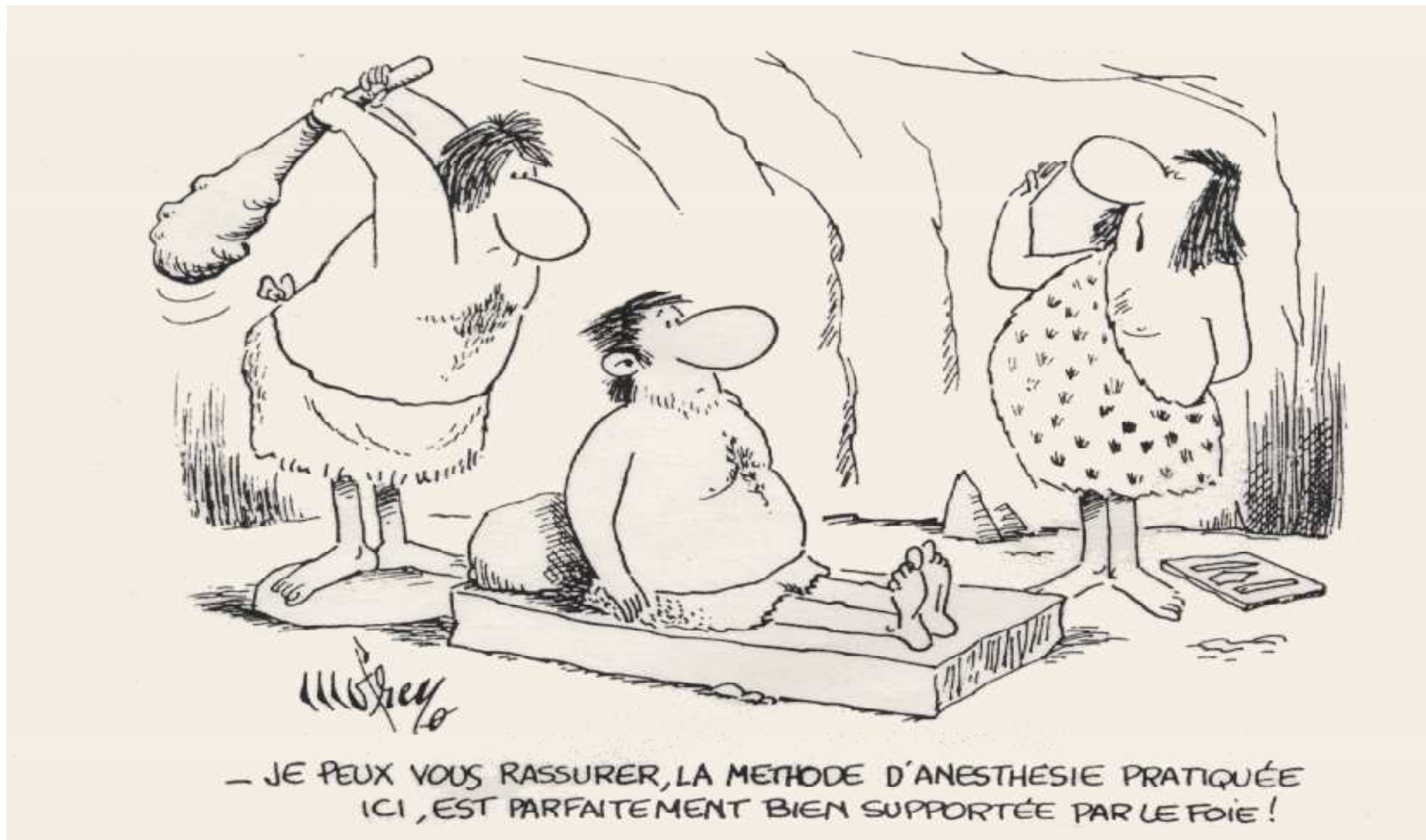
- ∅ Améliorer le confort du patient

- ∅ Diminuer la sédation nécessaire pour la ventilation mécanique

- ∅ Diminuer la durée de la ventilation mécanique

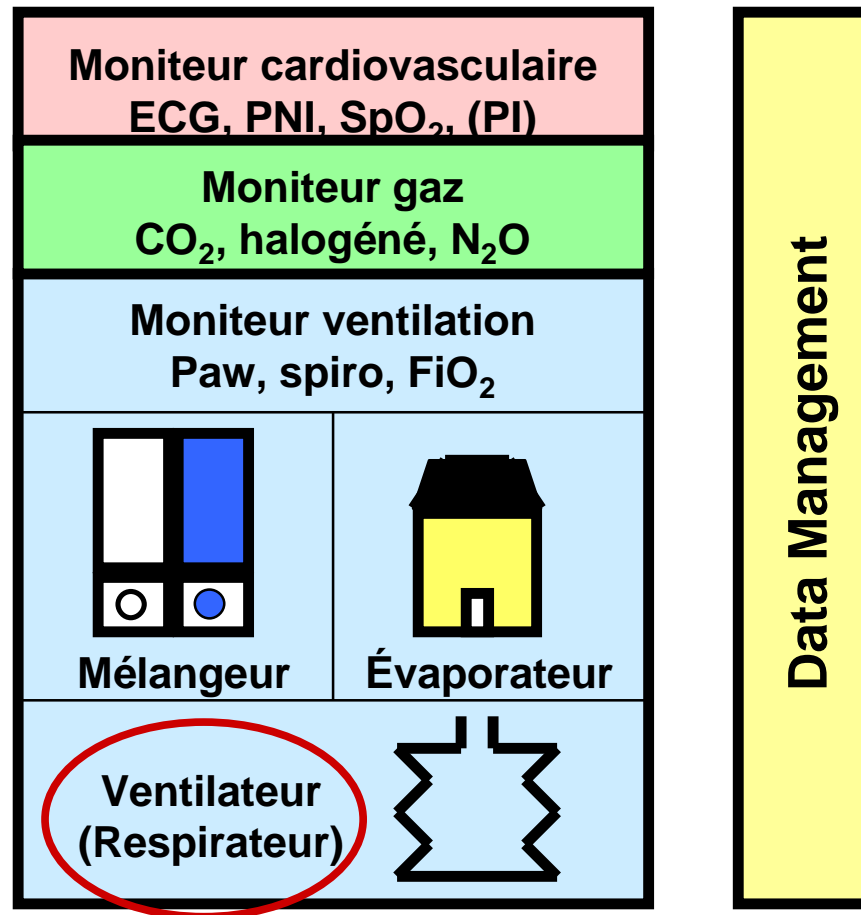
- ∅ Permettre une extubation plus rapide

Où est le respirateur d'anesthésie ?



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 anesthésique

Monitoring de la curarisation

Pousse-seringues

Aspiration

Système d'informations médicales

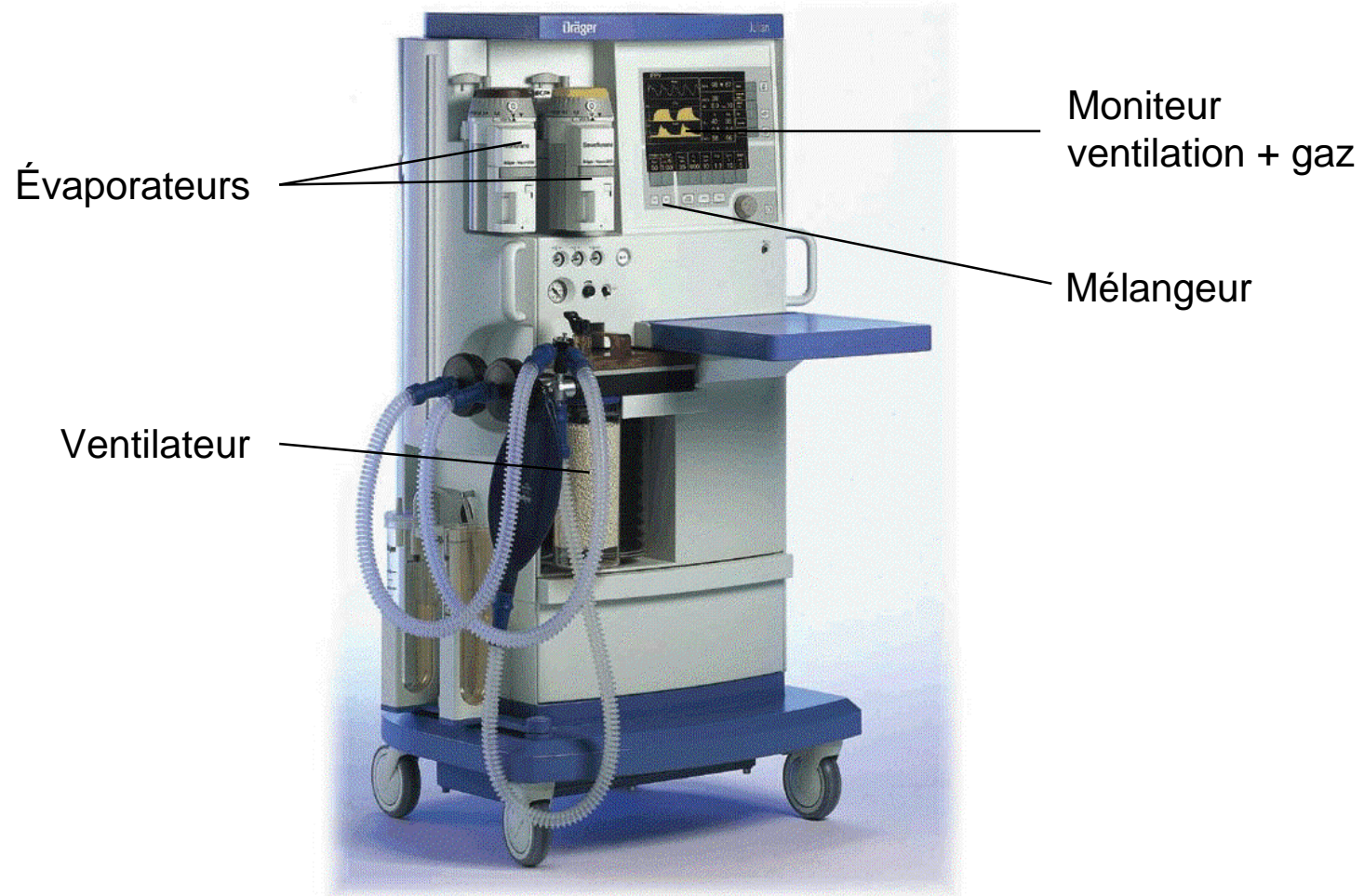


?

Un seul
appareil

Simplicité
« tout intégré »

Poste de Travail d'Anesthésie Sous-Ensembles

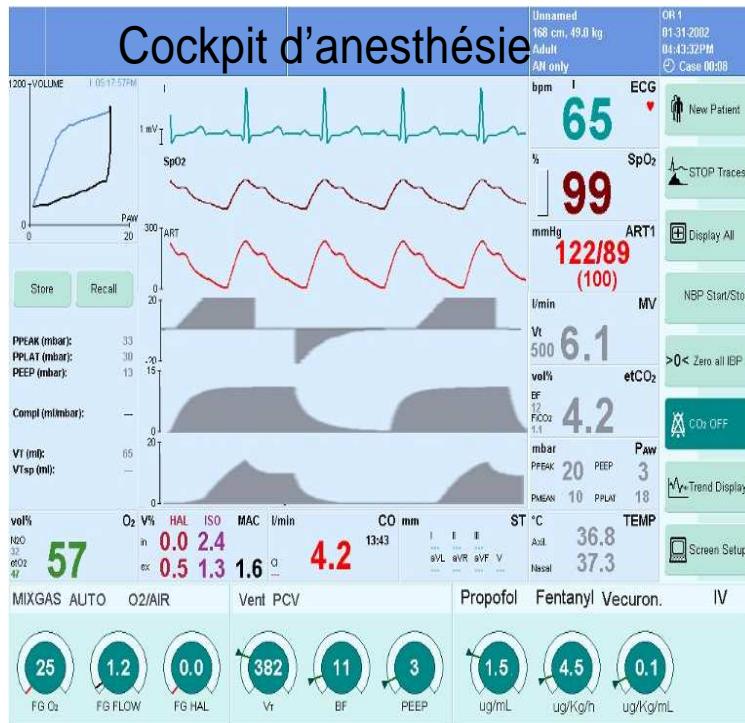


"station d'anesthésie multifonction à la carte"

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...

Avantages

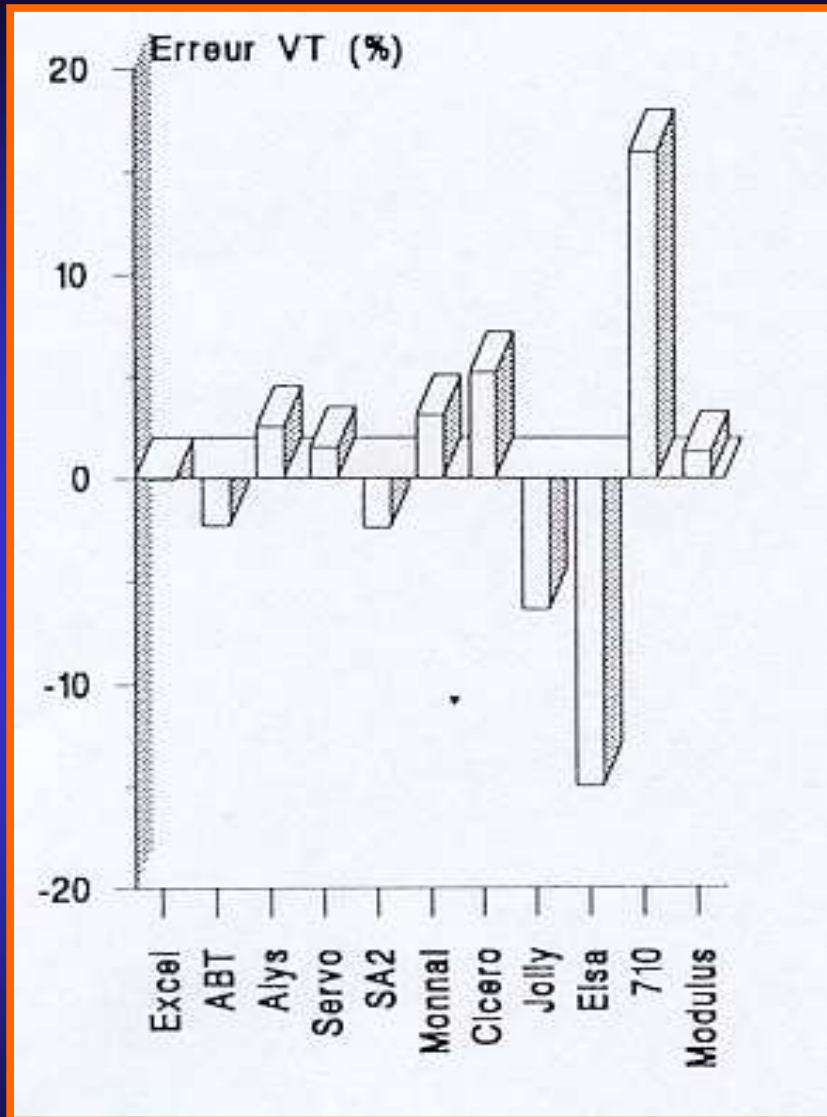
- Tout intégré
- Facilité de mobilisation
- Moins de branchement
- Moins de fils...

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

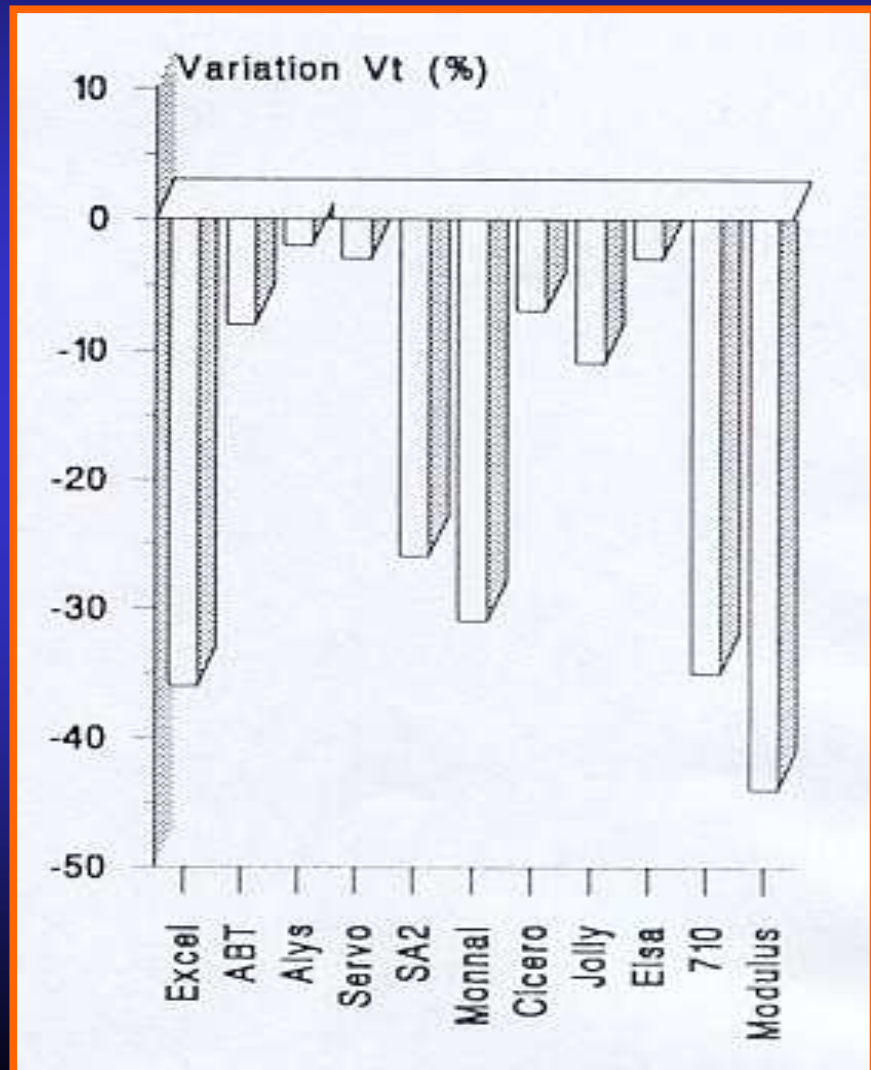
Trop performant ? -

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 ?

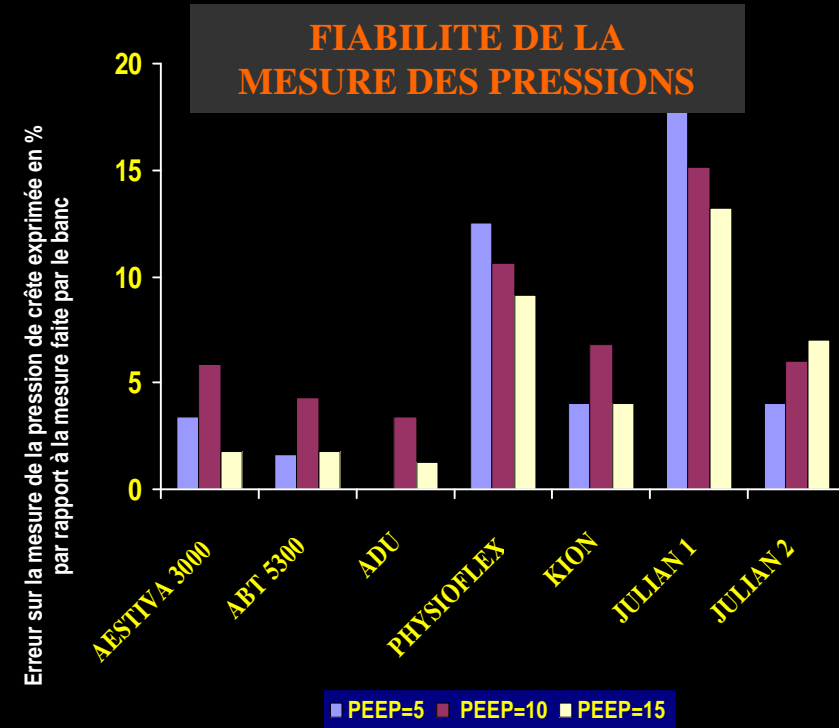
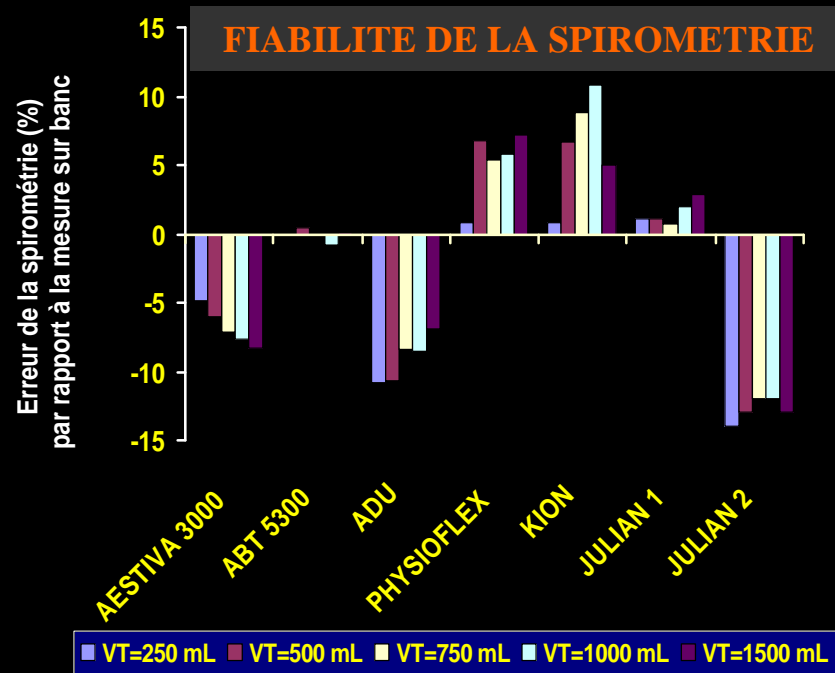
La correction de compliance

- 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

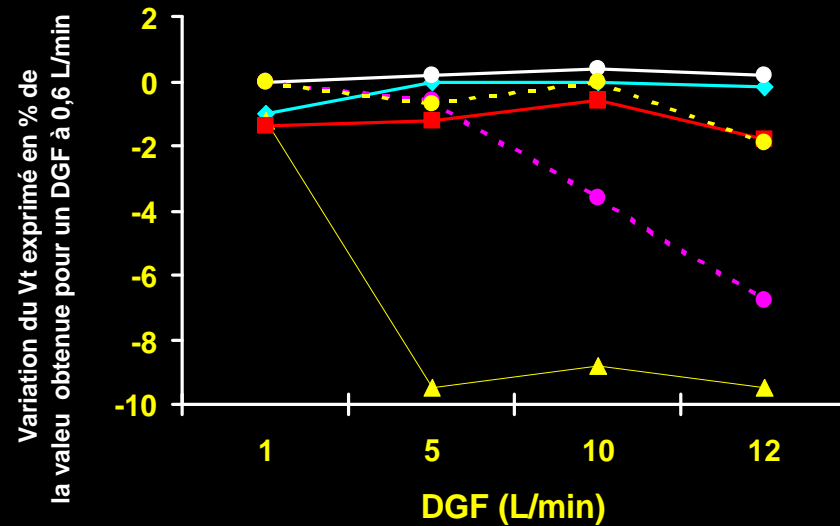
La correction de compliance compense ce défaut en comparant les spirométries inspiratoires et expiratoires et/ou en mesurant la compliance du circuit lors de l'auto test. Cela suppose de ne pas modifier le type de circuit sans refaire l'auto test

Les respirateurs d'anesthésie au banc d'essai

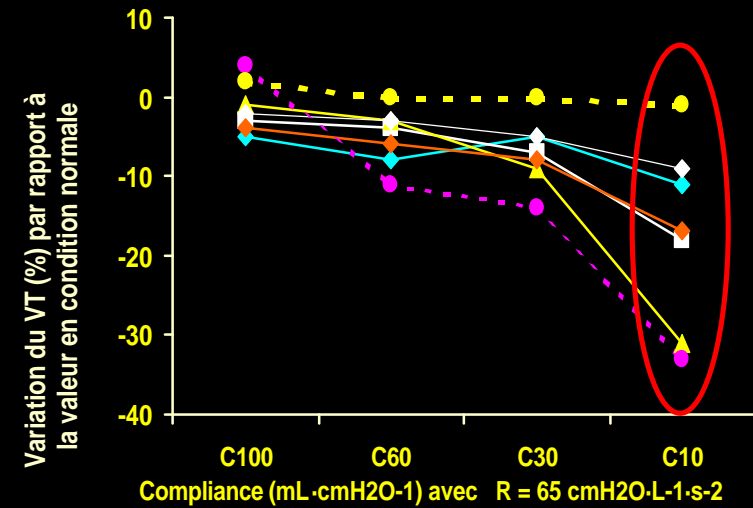


Les respirateurs d'anesthésie au banc d'essai

SPIROMETRIE ET AUGMENTATION DU DGF

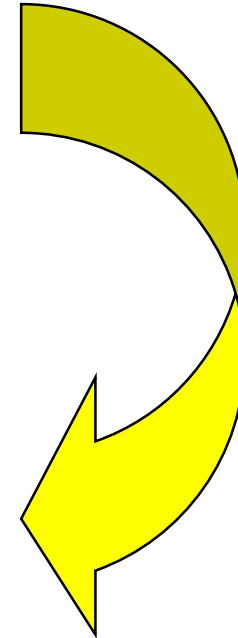


REPONSE A UNE AUGMENTATION DE LA CHARGE D'AVAL



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 ?



**Évolution
10-20 ans**

Principales améliorations

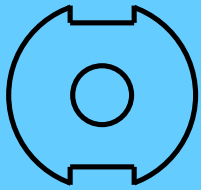
- Amélioration des automatismes

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

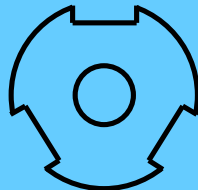
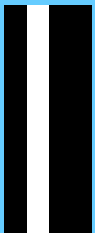
- Modalités volumétriques et barométriques

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

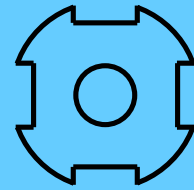
Réseau de fluides médicaux



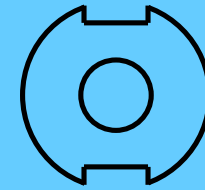
Air



Oxygène
(O₂)



Protoxyde d'azote
(N₂O)

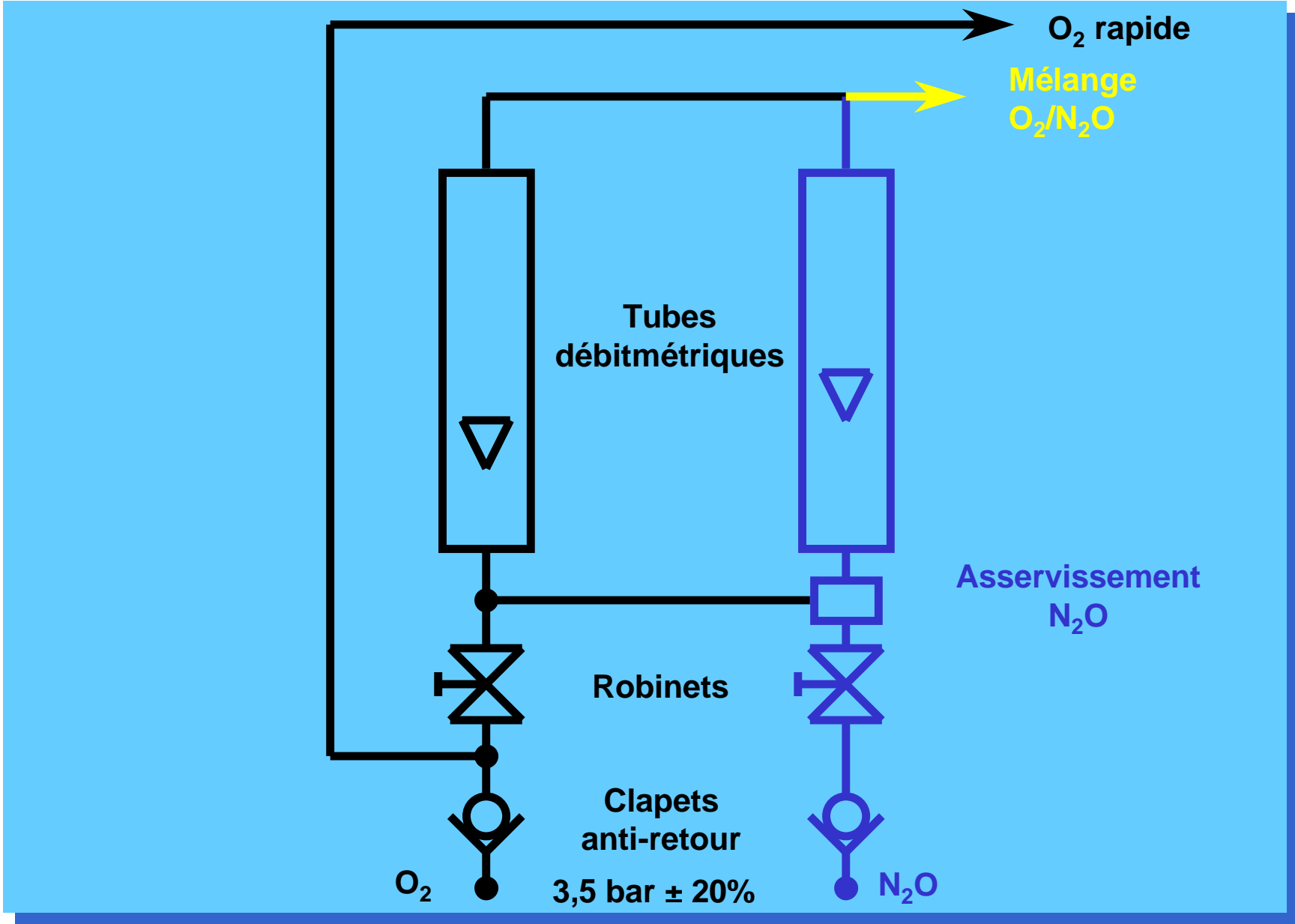


Vide



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

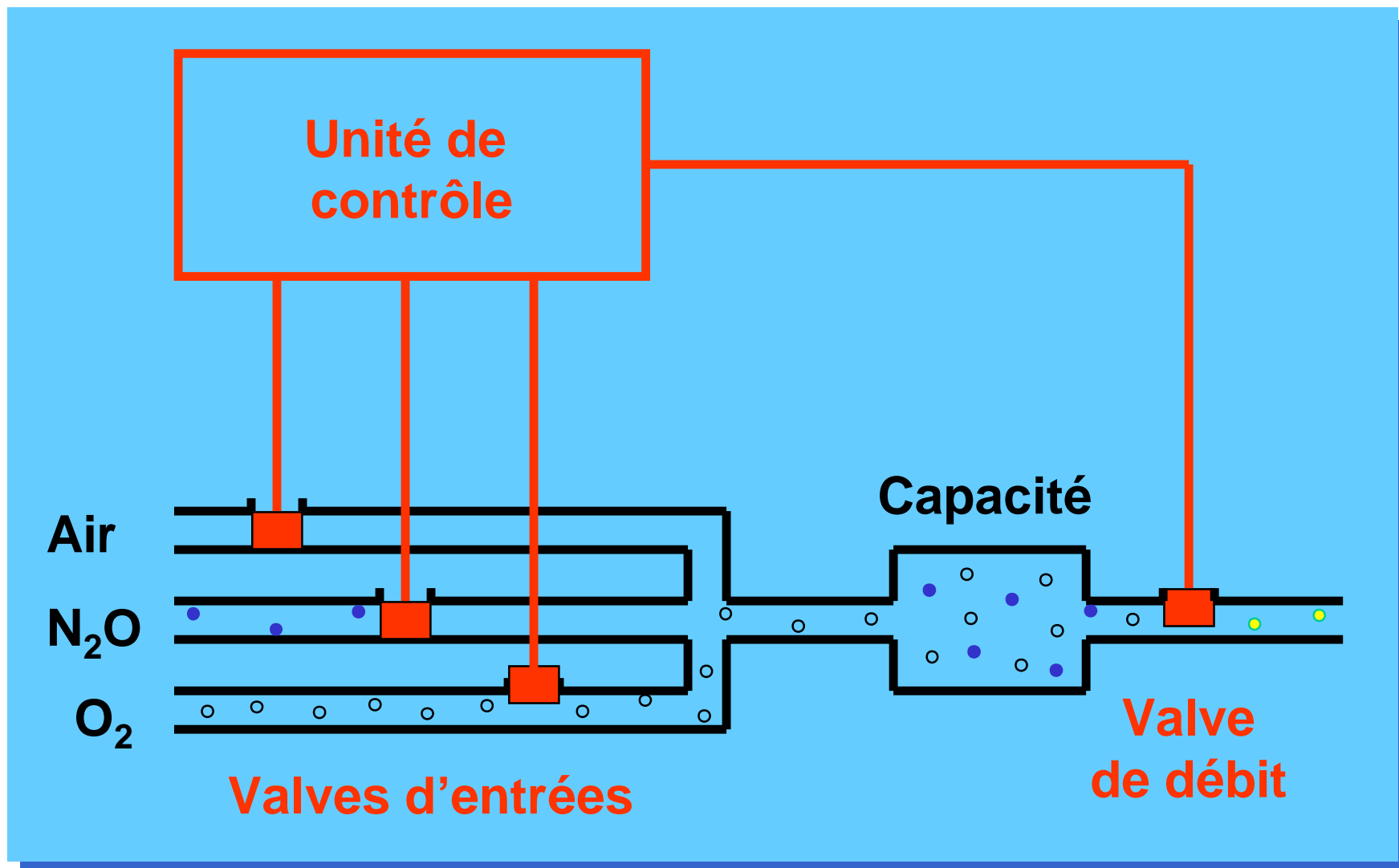
Mélangeur à tubes débitmétriques



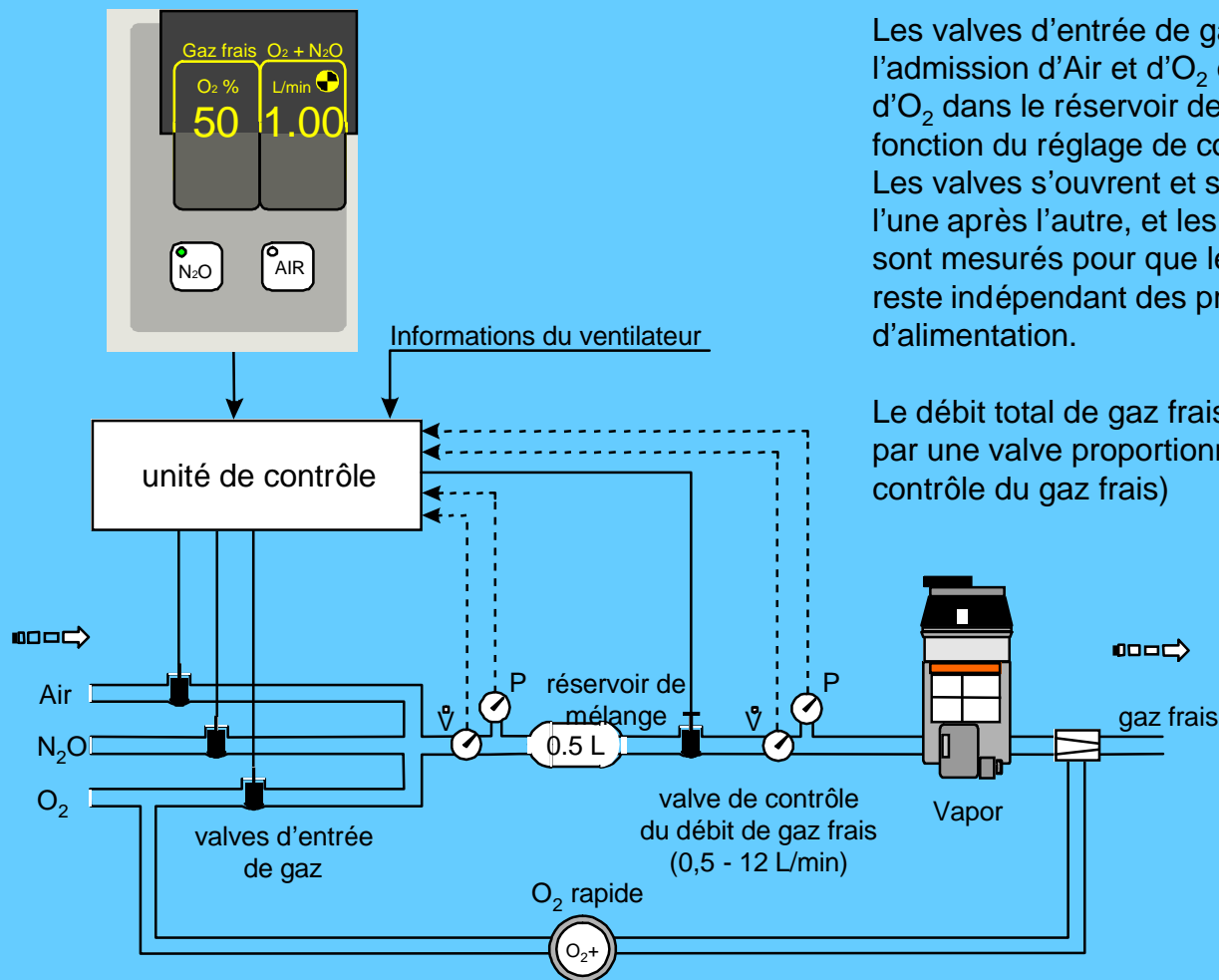
Mélangeur à tubes débitmétriques



Mélangeur électronique



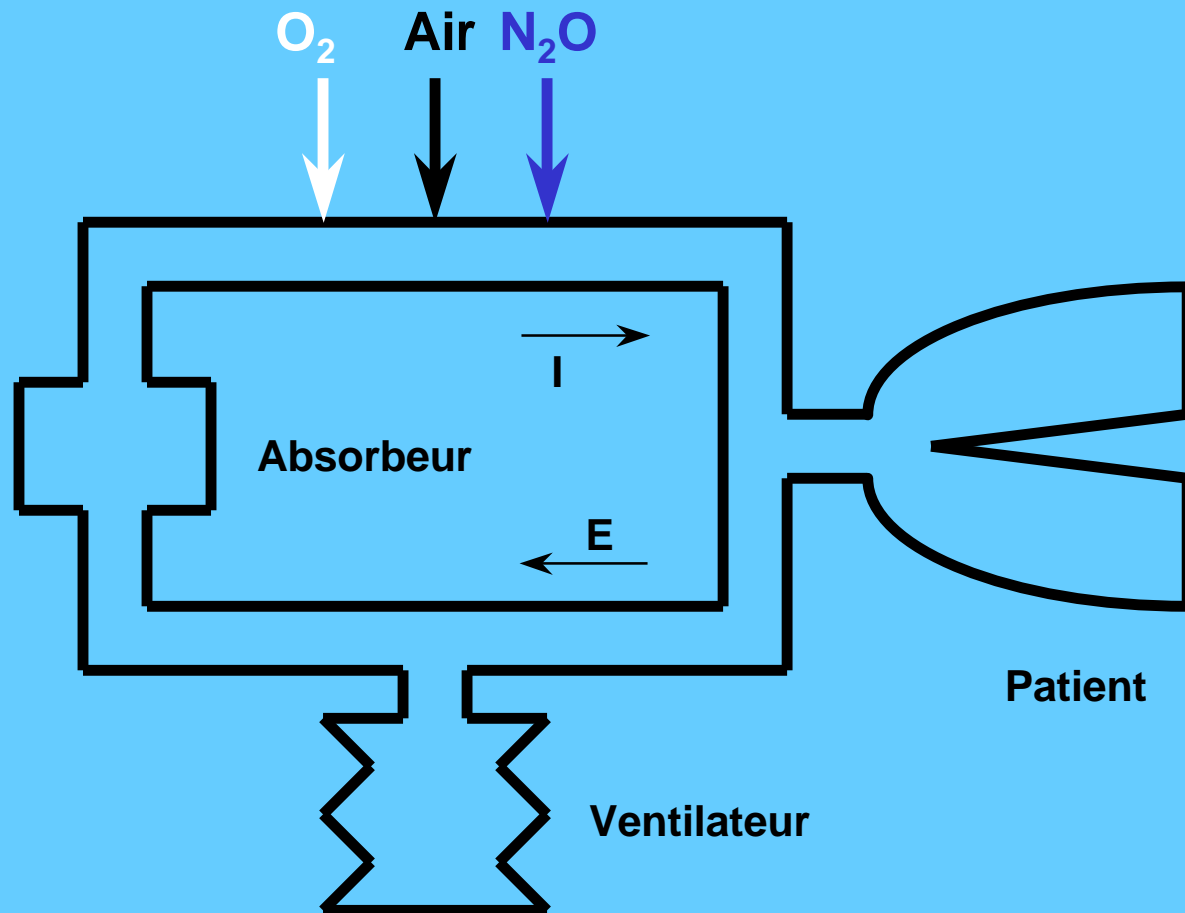
Mélangeur électronique



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

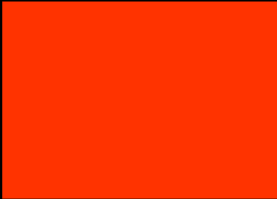

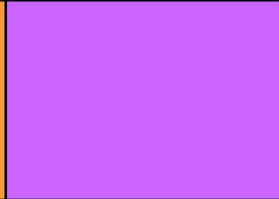

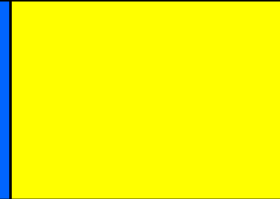
1971 - enflurane

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

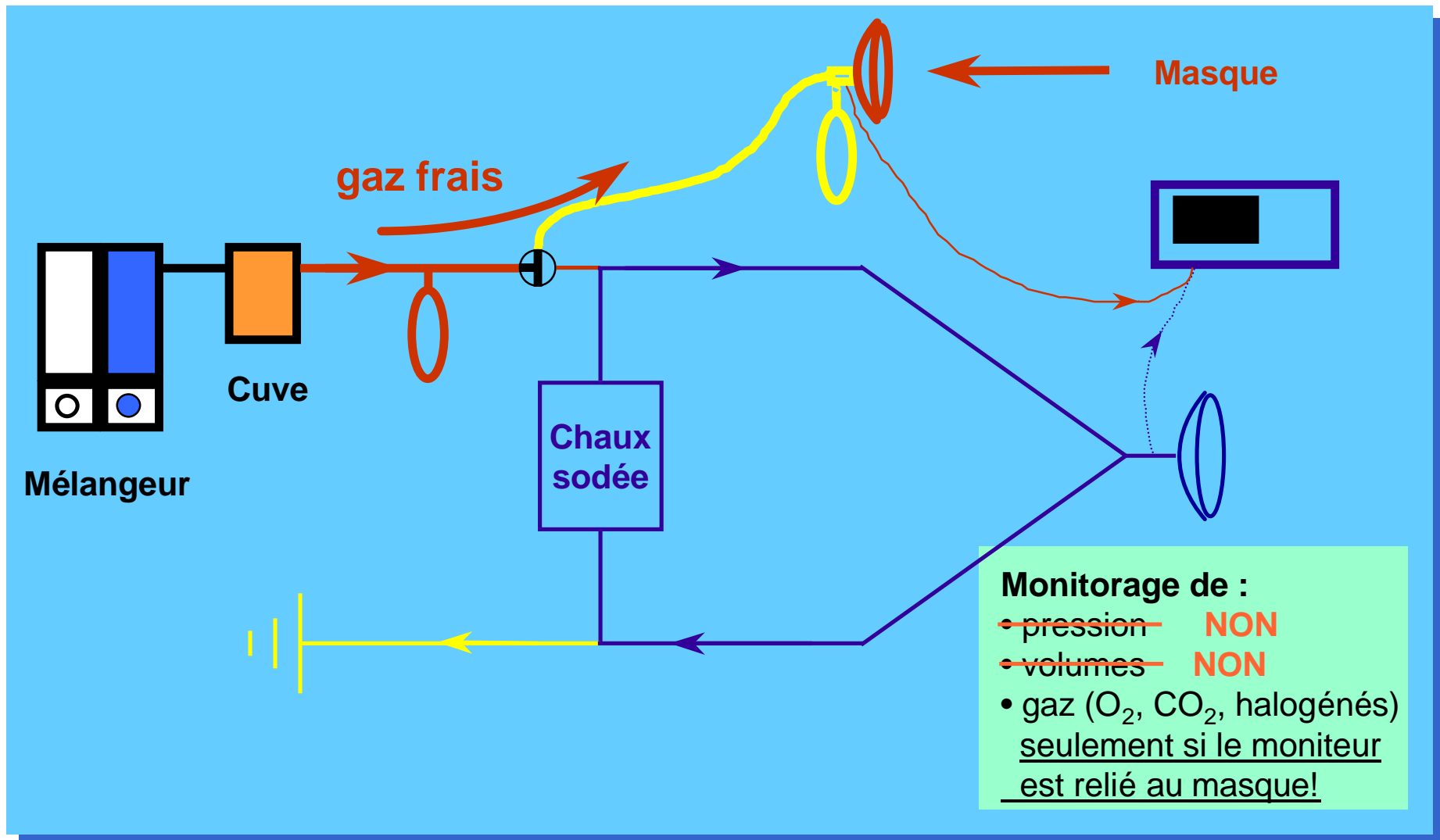
-> notion statistique

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

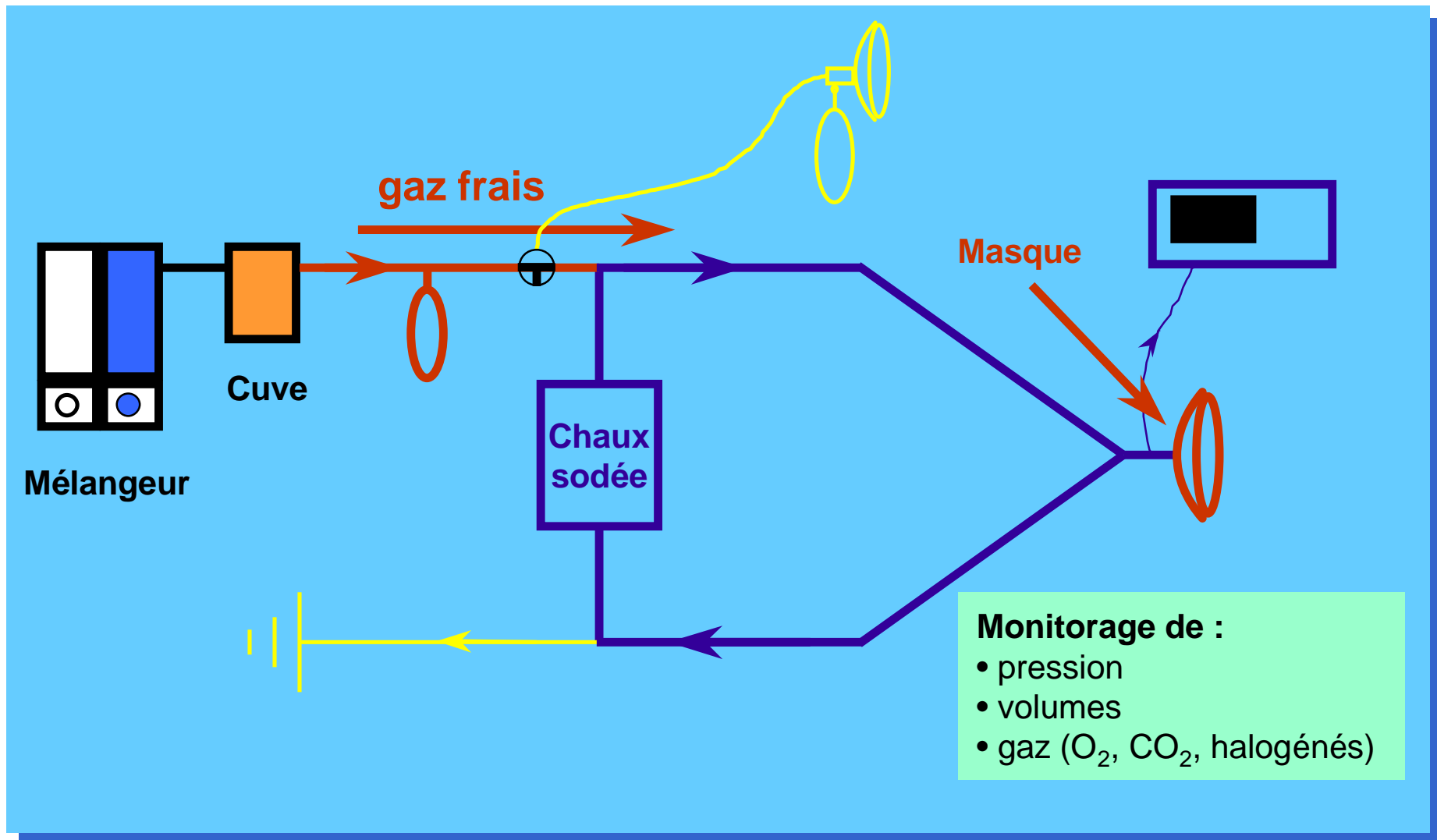
-> Plus la MAC est basse, plus l'anesthésique est puissant

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

Monitorage Pressions voies aériennes (Paw)

Intérêts :

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

Monitoring spirometry

Dräger

Interest :

Control of tidal volume, minute volume and respiratory frequency

Technologies :

- Turbine sensor
- Hot wire sensor (single 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 N₂O
- Mélangeur : pas de mélange hypoxique
- Évaporateur : précis à 20 %
clé de remplissage
- Respirateur : adaptable au circuit fermé
utilisable en Air + O₂
dispositif de ventilation manuelle
- Monitoring : Paw, spirométrie, FiO₂
CO₂
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 : _____ Signature : _____ |
| * A effectuer après lecture de la notice d'utilisation * Eventuellement supprimer ou ajouter certains points | | |

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 | |
| 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 | |
| Alimentation centrale en gaz | Brancher les canalisations O ₂ , N ₂ O, Air | Aiguilles des manomètres dans la zone verte | |
| Vapor | Position « O » Niveau de remplissage Délai depuis la dernière inspection | Volant de réglage bloqué Suffisant Moins de 6 mois En place et verrouillé | |
| Système de remplissage de sécurité Verrouillage (levier noir) | Bouchon Connexion Verrouillage (levier noir) | Raccord horizontal Verrouillé | |
| Système interlock | Ouvrir une des cuves | Autre cuve bloquée à 0 | |
| Système d'évacuation des gaz anesthésiques | Brancher le tuyau et le raccord mural | Voyant mural vert Débit présent | |



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 »

