

# La machine

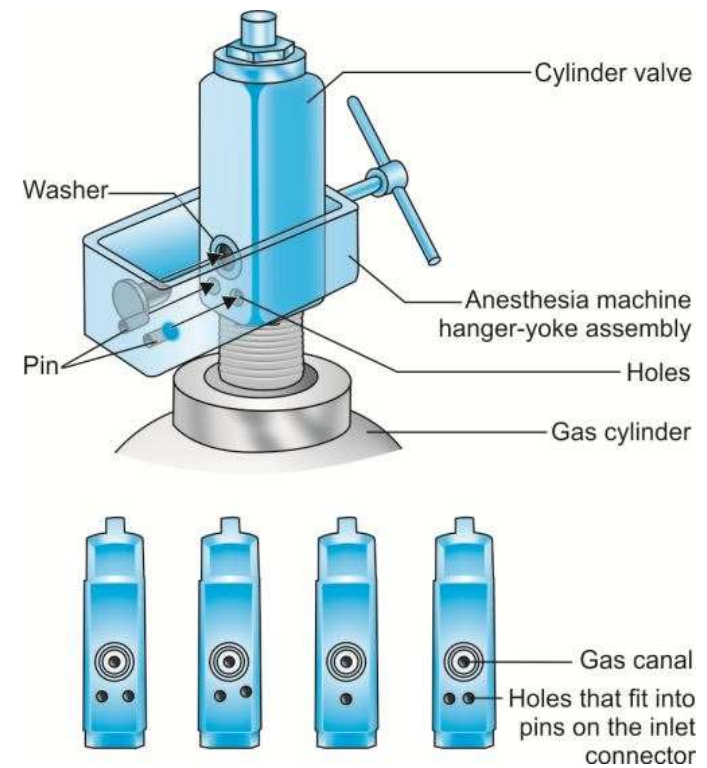
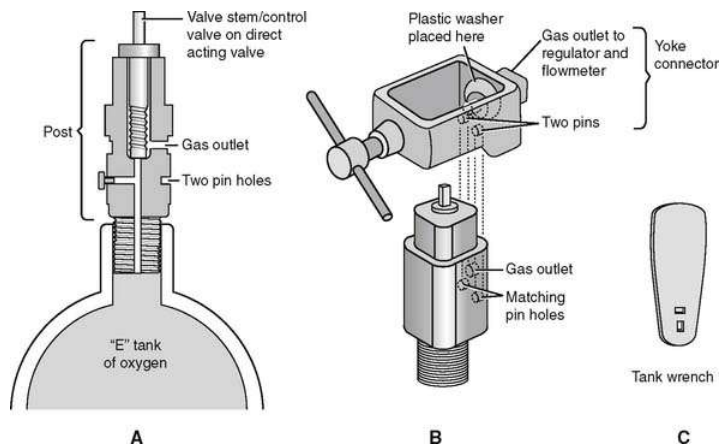
Cours de sciences de base

28 avril 2022

Dr. Cédric Godbout-Simard FRCPC

# Cylindre de transport

- Connexion via « hanger yoke assembly »
  - Pin Index Safety System (PISS)
  - Empêche d'interchanger les gaz



# Cylindres de transport

- Cylindre de type E avec un volume de 4.8L
  - Pression de 2000 psi lorsque plein d'O<sub>2</sub>
  - 2014.7 psi en absolu en ajoutant la pression ATM
- O<sub>2</sub> dans le cylindre obéit à la loi de Boyle
  - $P_1V_1 = P_2V_2$
  - $2014.7 \text{ (psi)} \times 4.8 \text{ (L)} = 14.7 \text{ (psi)} \times V_2$
  - Un cylindre de type E contient donc 658 (660) L à 1 ATM

$$\text{Approx. remaining time (hours)} \approx \frac{\text{Oxygen cylinder pressure (psig)}}{200 \times \text{Oxygen flow rate (L/min)}}$$



# Cylindres de transport

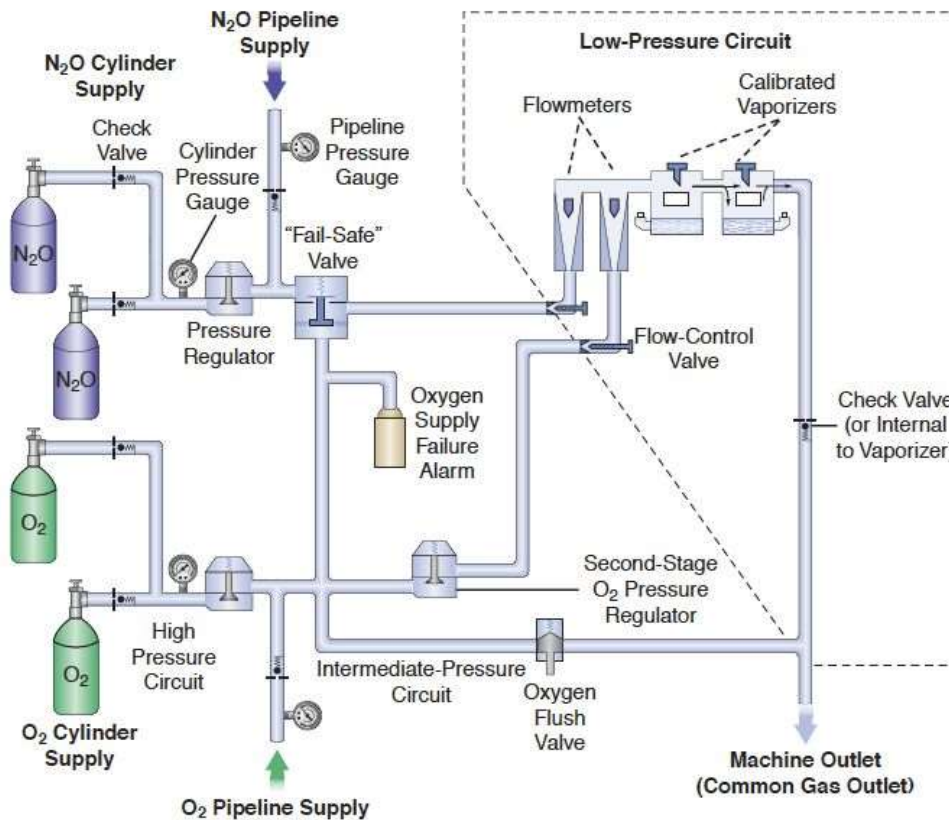
- Protoxyde d'azote
  - Un cylindre E plein de  $N_2O$  génère environ 1600 L de gaz à 1 ATM
  - Tant qu'il y aura présence de  $N_2O$  sous forme liquide dans le cylindre:
    - Pression sera constante à 750 psi (pression de vapeur du protoxyde à 20°C)
    - Impossible de déterminer le volume restant en fonction de la pression
  - Lorsque la pression du cylindre chute
    - Absence de  $N_2O$  à l'état liquide
    - Environ 250L de gaz résiduel soit 16% du volume total
    - La loi de Boyle peut alors s'appliquer

# Systeme de canalisation

- Les gaz entrent par la canalisation centralisée de l'hôpital
  - Branchement spécifiques à chaque gaz
    - « Diameter Index Safety System » (DISS)
      - Rainures non interchangeables
      - Minimise le risque de connexions erronées



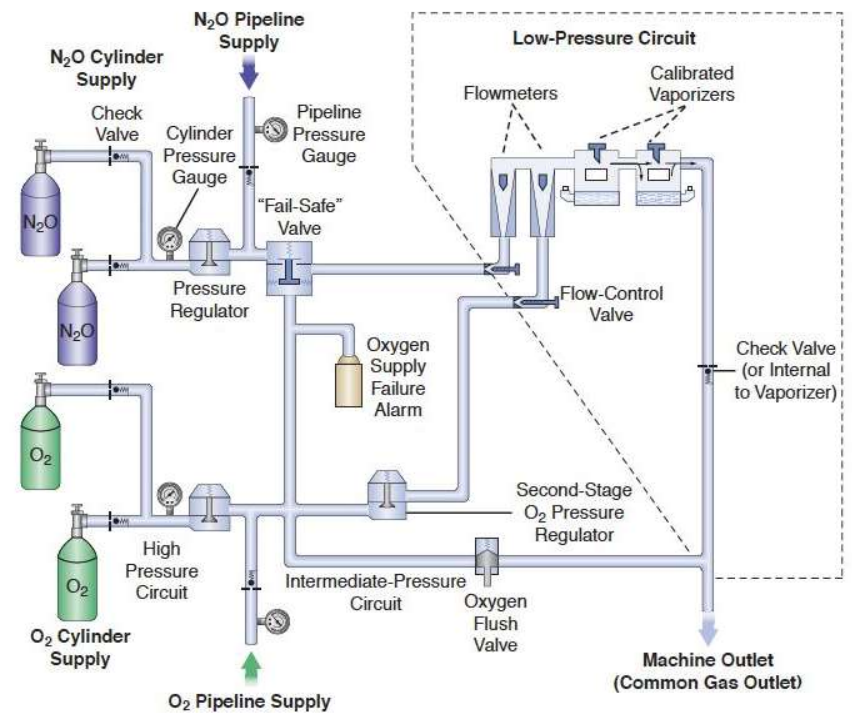
# Systeme de canalisation



**FIGURE 24-4.** Diagram of a generic two-gas anesthesia machine. (Modified with permission from: *Check-Out, A Guide for Preoperative Inspection of an Anesthesia Machine*. Park Ridge, IL: American Society of Anesthesiologists; 1987.)

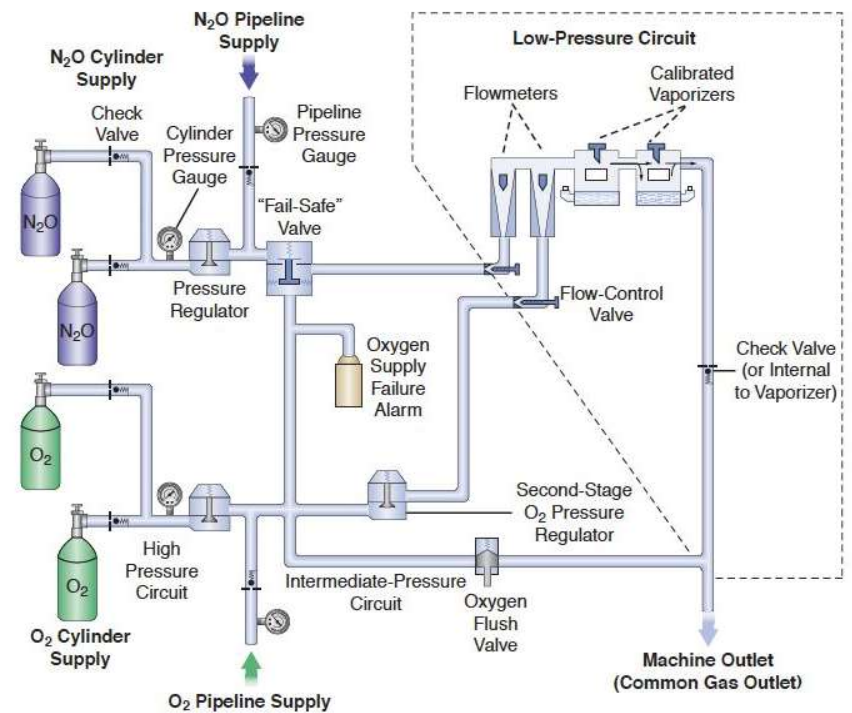
# Anatomie d'une machine d'anesthésie

- La pression à l'intérieur de la machine divisée en trois zones
  - 1) Circuit à haute pression
    - Des cylindres aux régulateurs de pression des cylindres
    - Diminue significativement la pression pour le circuit intermédiaire
      - De 2200 psi (cylindre d'O<sub>2</sub>) à 45psi
      - De 750 psi (cylindre de N<sub>2</sub>O) à 45 psi



# Anatomie d'une machine d'anesthésie

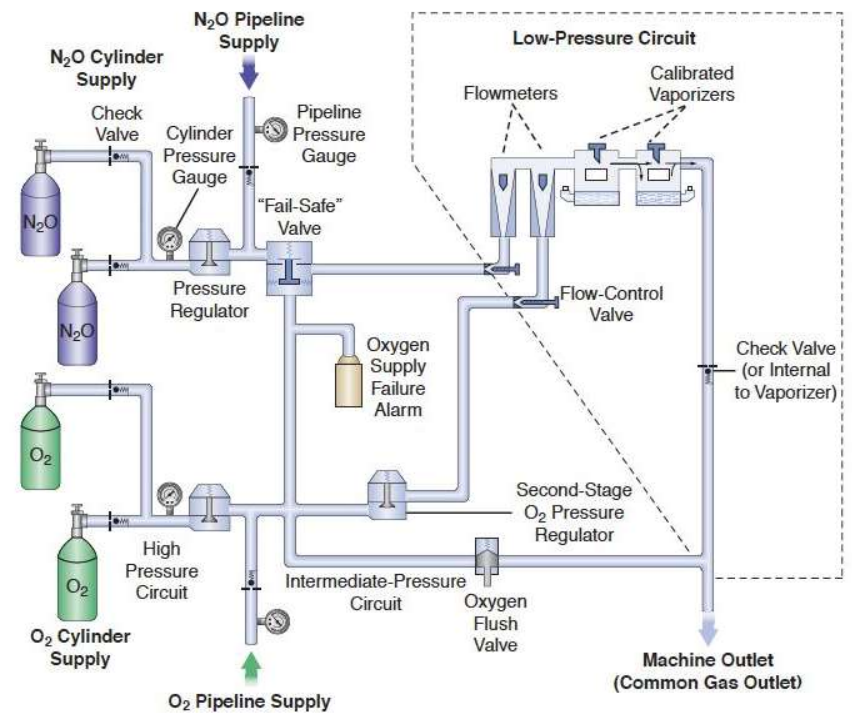
- La pression à l'intérieur de la machine divisée en trois zones
  - 2) Circuit à pression intermédiaire
    - Des régulateurs de pression des cylindres aux débitmètres (pression de 45psi)
    - Inclut l'apport de gaz via la canalisation de l'hôpital à 50-55 psi
    - Des régulateurs de pression intermédiaire diminuent la pression de 55psi à 14-26 psi





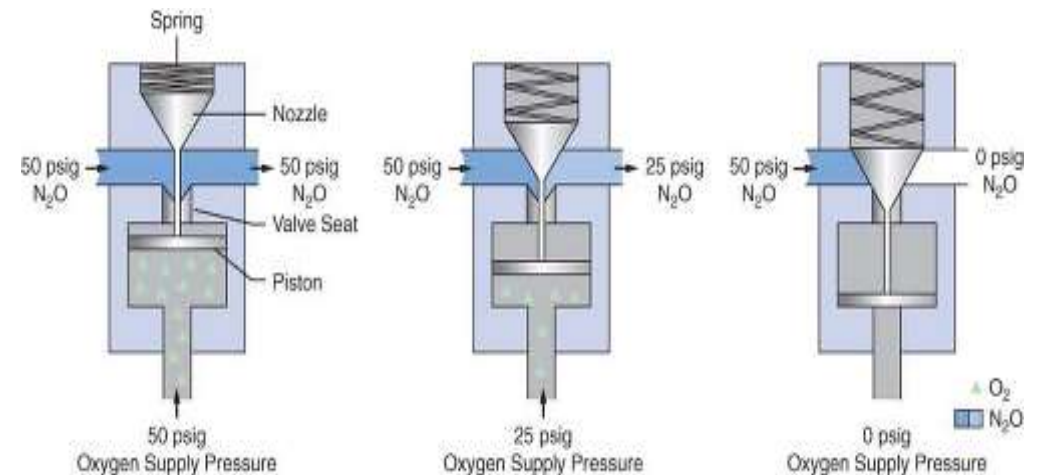
# Anatomie d'une machine d'anesthésie

- La pression à l'intérieur de la machine divisée en trois zones
  - 3) Circuit à basse pression
    - Des débitmètres à la sortie de gaz de la machine



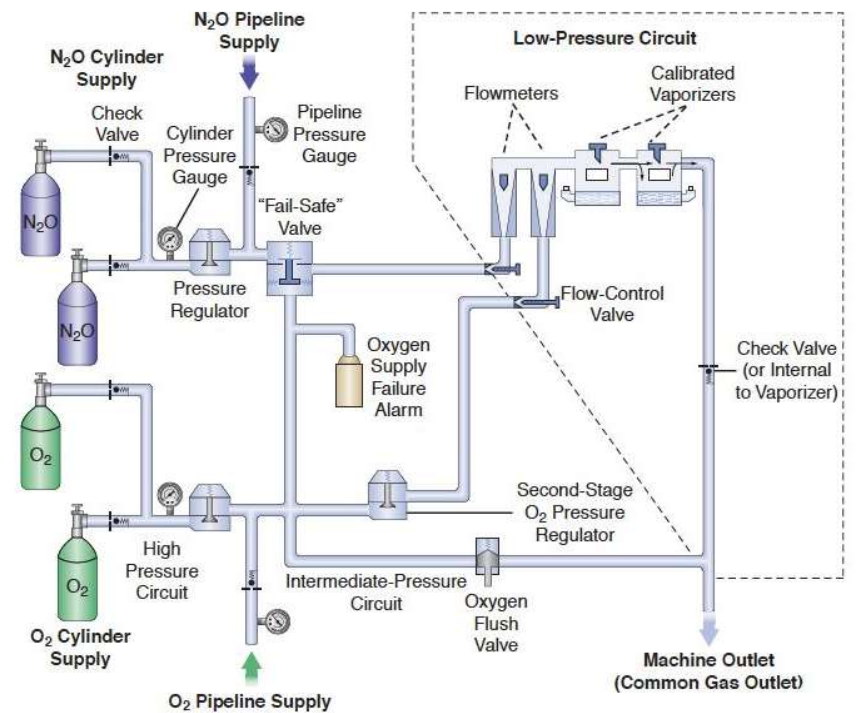
# Anatomie d'une machine d'anesthésie

- Mécanisme de sécurité contre un mélange hypoxique
  - Permet de ne jamais descendre sous 19% FiO<sub>2</sub>
  - 1) Alarme d'apport insuffisant en oxygène
    - Signal sonore lorsque la pression d'apport en oxygène tombe sous les 30psi
  - 2) « Fail-safe valve »
    - Contrôlée par la pression en O<sub>2</sub>
    - Diminue proportionnellement ou coupe l'apport d'autres gaz (N<sub>2</sub>O, air)
    - Diminue significativement les chances d'un mélange hypoxique



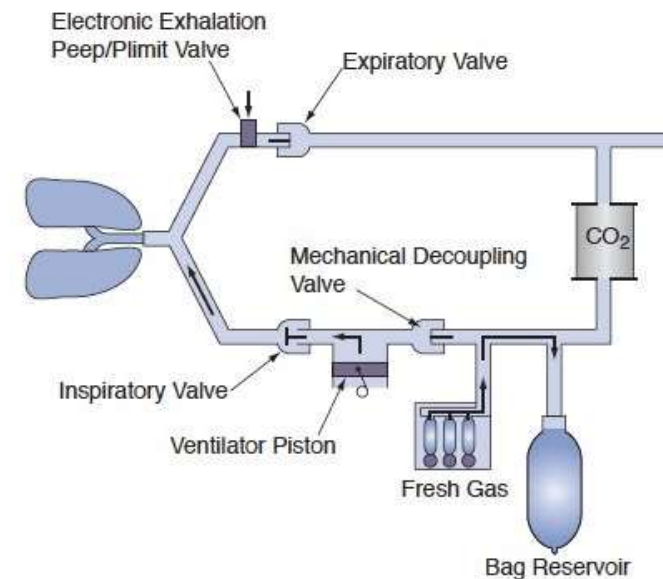
# Anatomie d'une machine d'anesthésie

- Alimentation de secours en oxygène « Oxygen flush valve »
  - Connexion directe entre le circuit à pression intermédiaire et le circuit à basse pression
  - Entre dans le circuit à basse pression en aval des vaporisateurs et de la valve antiretour
  - Permet l'administration de 100% O<sub>2</sub> à un débit entre 35 et 75 L/min



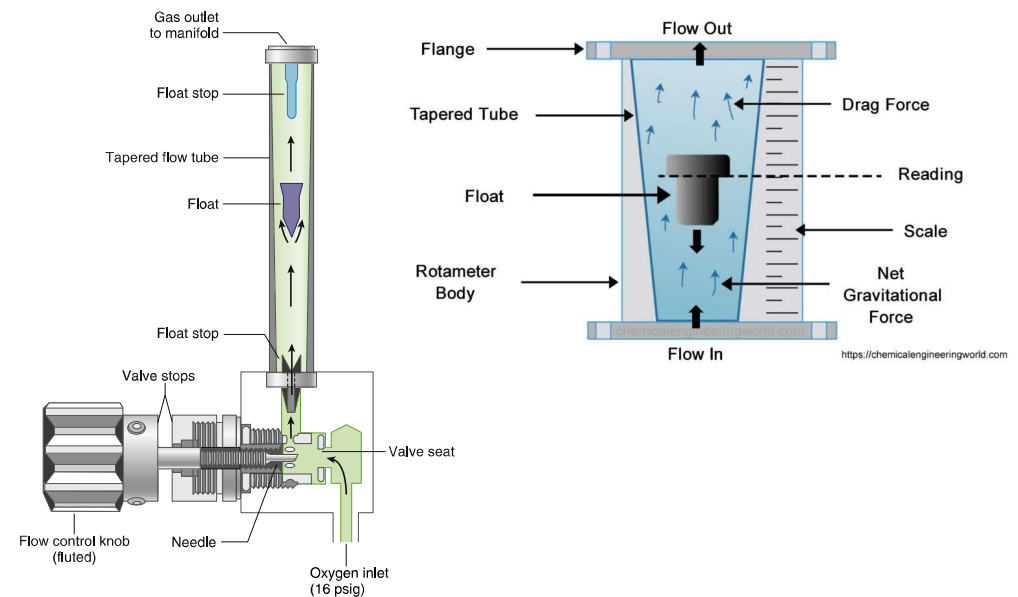
# Anatomie d'une machine d'anesthésie

- Alimentation de secours en oxygène  
« Oxygen flush valve »
  - Dangers potentiels de l'utilisation de l'alimentation de secours en oxygène
    - 1) Barotrauma lors de l'activation en phase inspiratoire
      - Contré par des mécanismes modernes de découplage
        - Envoie les gaz dans le ballon réservoir durant l'inspiration
    - 2) Éveil sous anesthésie générale (« awareness »)
      - Utilisation abusive dilue les gaz anesthésiants
      - Valve dysfonctionnelle en position ouverte ou semi ouverte



# Anatomie d'une machine d'anesthésie

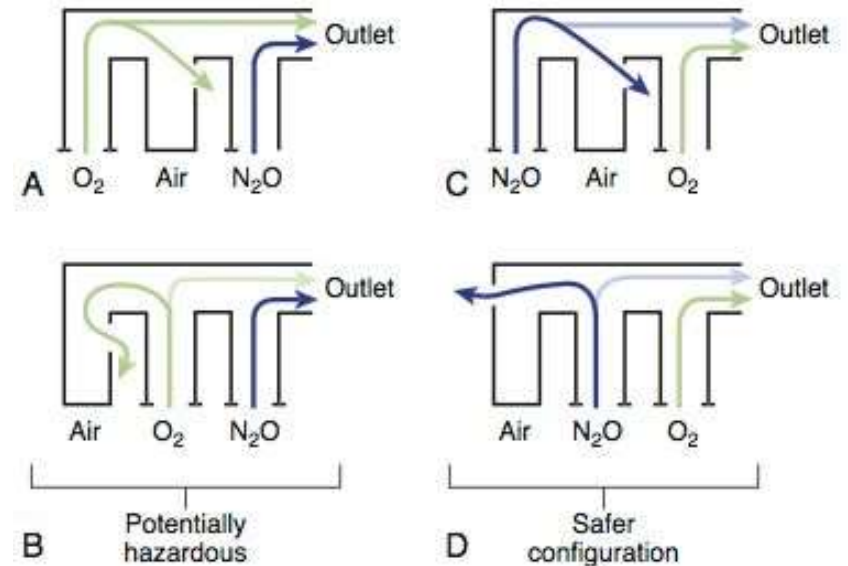
- Débitmètres
  - Tubes de Thrope
  - Physiquement distincts
    - Cannelage et couleur
    - Non interchangeables
  - Pression constante, orifice variable
    - Étroit en bas et s'élargit vers le haut
    - Pression sur le flotteur constante
      - Flot entre le flotteur et le tube change
    - Caractéristique du gaz
      - Viscosité (bas débit et flot laminaire)
      - Densité (haut débit et flot turbulent)



**Figure 29-5.** Oxygen flowmeter assembly. The oxygen flowmeter assembly is composed of the flow control valve assembly and the flowmeter subassembly. See text for details. (From Bowie E, Huffman LM: The anesthesia machine: essentials for understanding, Madison, Wis., 1985, Ohmeda, BOC Group.)

# Anatomie d'une machine d'anesthésie

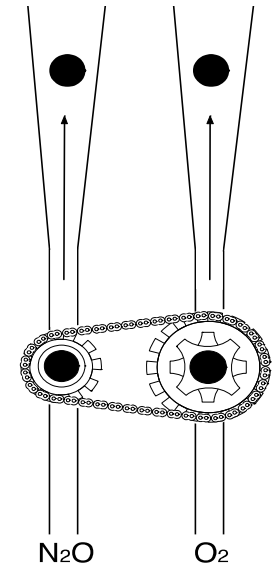
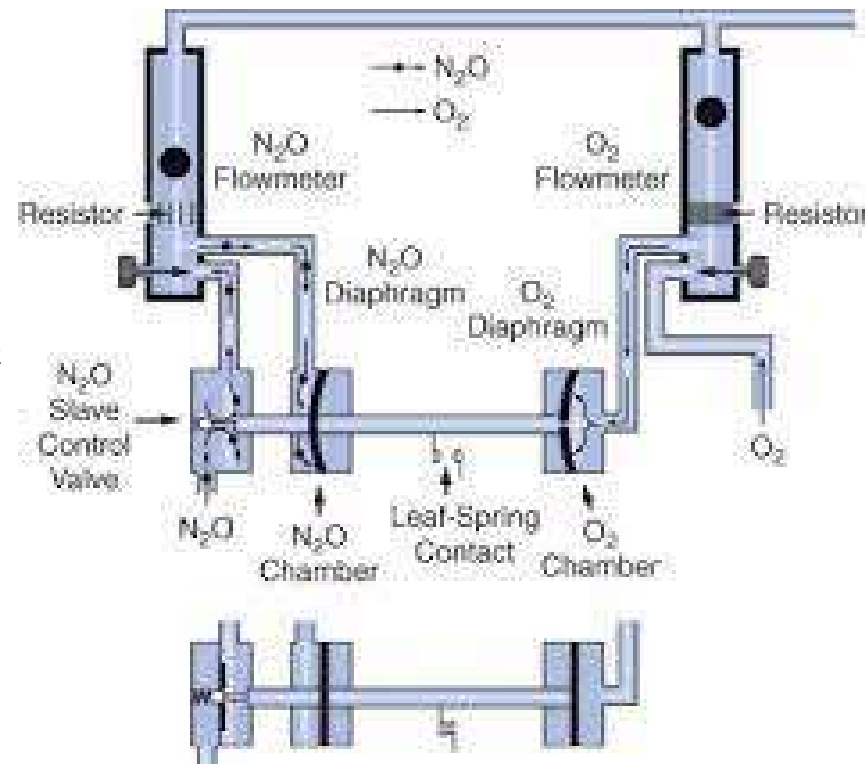
- Arrangement des débitmètres
  - Composantes les plus fragiles de la machine
    - O-ring
    - Verre
  - Dangerosité secondaire au positionnement en aval des systèmes de sécurité
    - Sauf l'analyseur d'O<sub>2</sub>
  - L'O<sub>2</sub> doit être le plus proche du circuit du patient (C+D)
    - Diminue les risques de mélange hypoxémique en cas de fuite



**Figure 29-9.** The flowmeter sequence is a potential cause of hypoxia.

# Anatomie d'une machine d'anesthésie

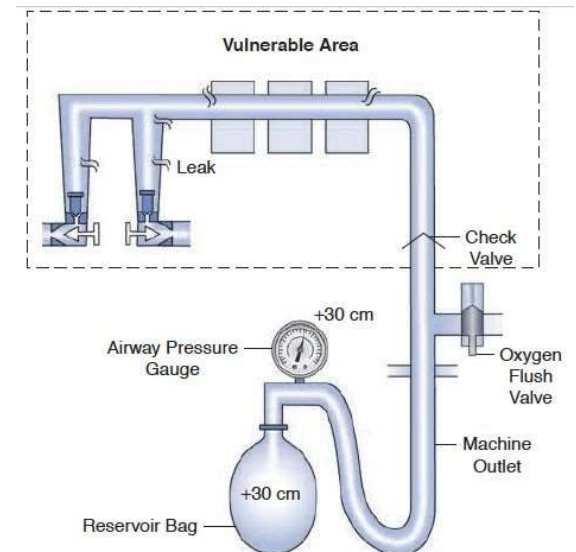
- Dispositifs de proportionnement  $N_2O/O_2$ 
  - Empêche l'administration d'un mélange hypoxique d' $O_2$ 
    - Concentration minimum d' $O_2$  de 23 à 25%
  - Interface entre l' $O_2$  et le  $N_2O$ 
    - Pneumatique
      - « Oxygen Ratio Monitor Controller » (ORMC)
    - Mécanique
      - « Link-25 system »



Asservissement par chaîne

# Test de fuite

- Test de fuite du circuit à basse pression
  - S'assure de l'intégrité de la machine
    - Des débitmètres à la sortie commune des gaz
      - Composante en aval de toutes les systèmes de sécurité
    - N'inclut pas le circuit anesthésique
    - Peut détecter une fuite de plus de 30 ml/min
  - Le type de test (pression positive ou négative) dépend de la présence d'un « check valve »
    - Le test de fuite à pression négative est universel

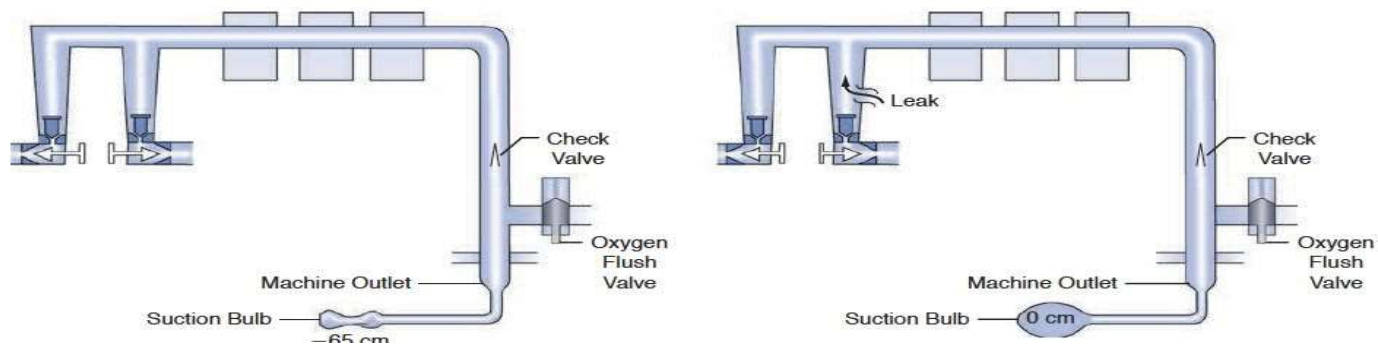


**FIGURE 24-5.** Inappropriate use of the oxygen flush valve to check the low-pressure circuit of an Ohmeda machine equipped with a check valve. The area within the rectangle is not checked by the inappropriate use of the oxygen flush valve. The components located within this area are *precisely* the ones most subject to breakage and leaks. Positive pressure within the patient circuit closes the check valve, and the value on the airway pressure gauge does not decrease despite leaks in the low-pressure circuit.



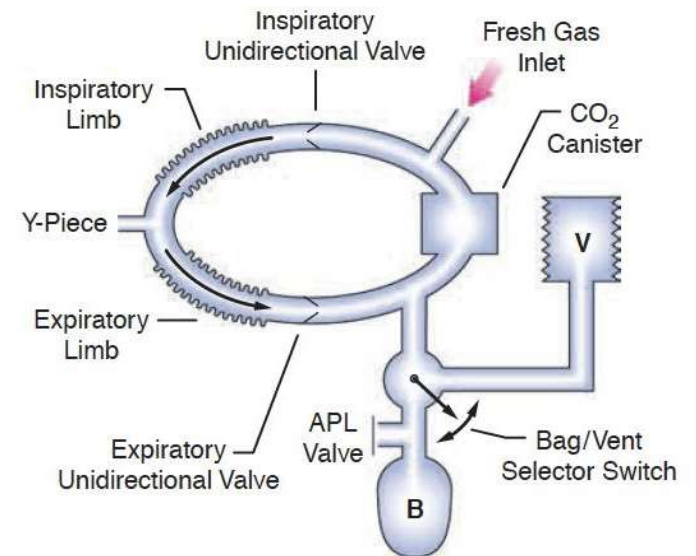
# Test de fuite

- Valve de surpression « check valve »
  - Localisée en aval des vaporisateurs et en amont de l'alimentation de secours en oxygène
  - Pression rétrograde suffisante pour la fermer dans trois circonstances
    - Activation de l'alimentation de secours en O<sub>2</sub>
    - Pression de pointe lors de la respiration à pression positive
    - L'utilisation d'un test de fuite à pression positive



# Test de fuite circuit

- Teste l'intégrité du circuit en cercle de la sortie des gaz de la machine à la pièce en Y
  - Fermeture de la valve APL
  - Occlusion de la pièce en Y
  - Pressurisation du circuit à 30 cmH<sub>2</sub>O
    - Pression sur le manomètre ne devrait pas diminuer en absence de fuite

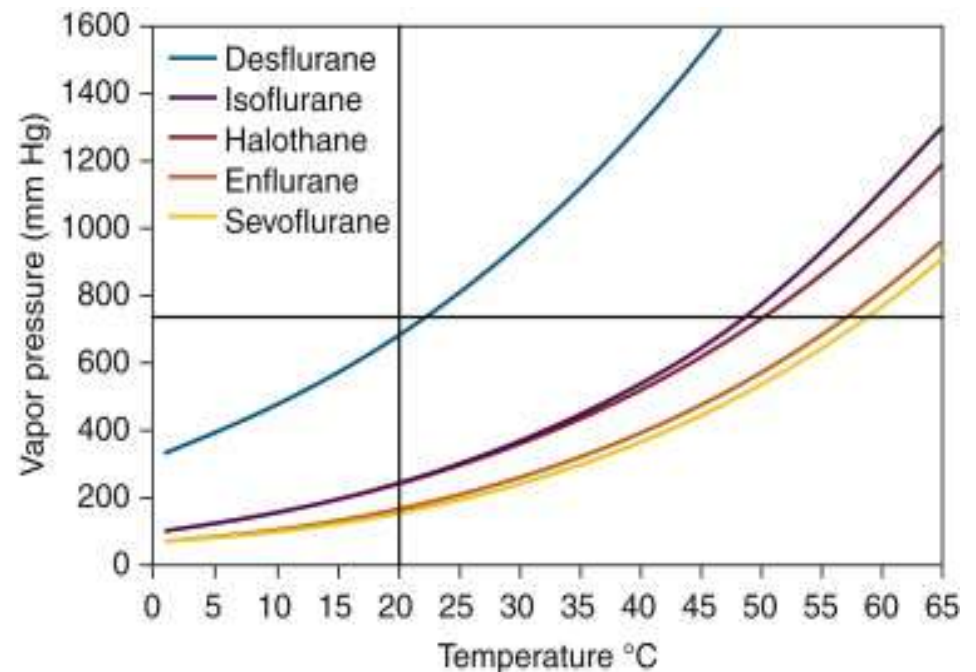


# Vaporisateur



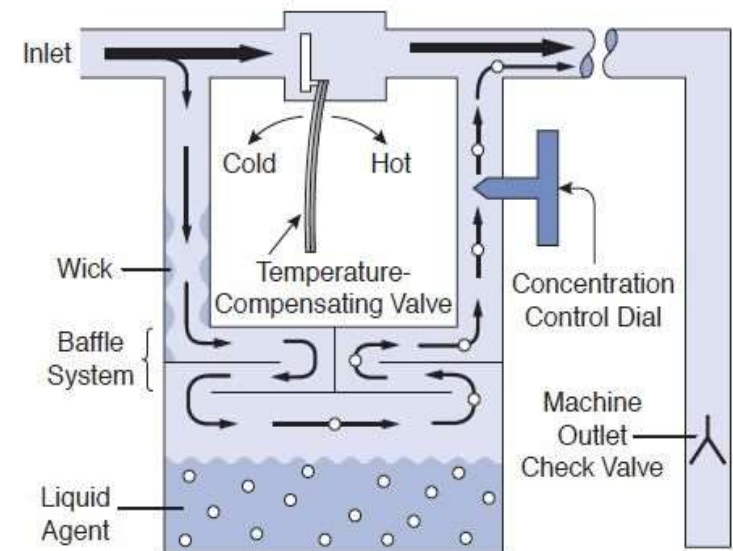
# Nomenclature

- Pression de vapeur
  - Pression exercée par les molécules de gaz d'un liquide dans un contenant
  - Dépendante de la température et non de la pression ATM
- Chaleur latente d'évaporation
  - Chaleur requise pour transformer 1g de liquide en vapeur, sans changement de température
- Chaleur spécifique
  - Chaleur nécessaire pour élever de 1°C la température de 1 g d'une substance



# Vaporisateur

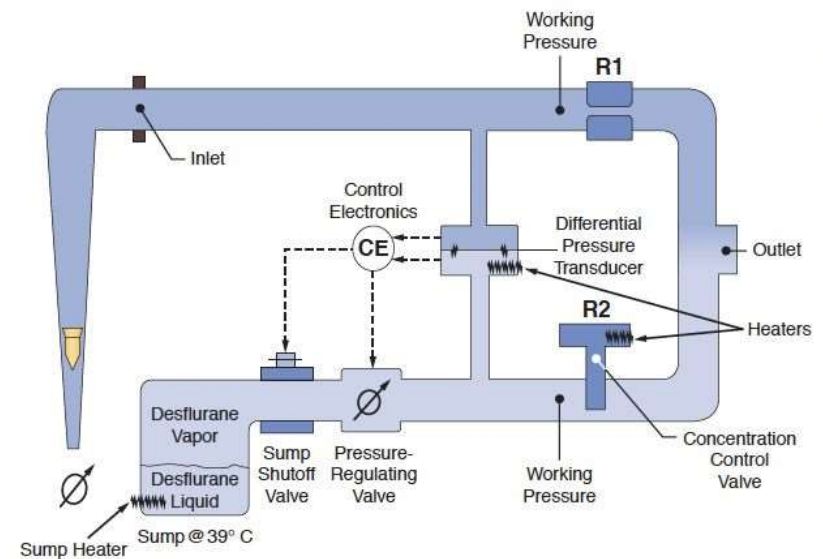
- TEC 5
  - « Variable bypass vaporizers »
    - Sévoflurane et al.
    - Moins de 20% du flow dévié vers la chambre de vaporisation
  - Vaporisateur «température compensée »
    - Compensation intrinsèque (valve) pour la température ambiante
  - Fabriqué avec des matériaux spéciaux
    - Chaleur spécifique et conductivité thermique élevée
    - Minimise les effets du refroidissement
      - Secondaire à l'évaporation du gaz



**FIGURE 24-24.** Simplified schematic of the GE-Ohmeda Tec Type Vaporizer. Note bimetallic strip temperature-compensating mechanism in the bypass chamber. See text for details.

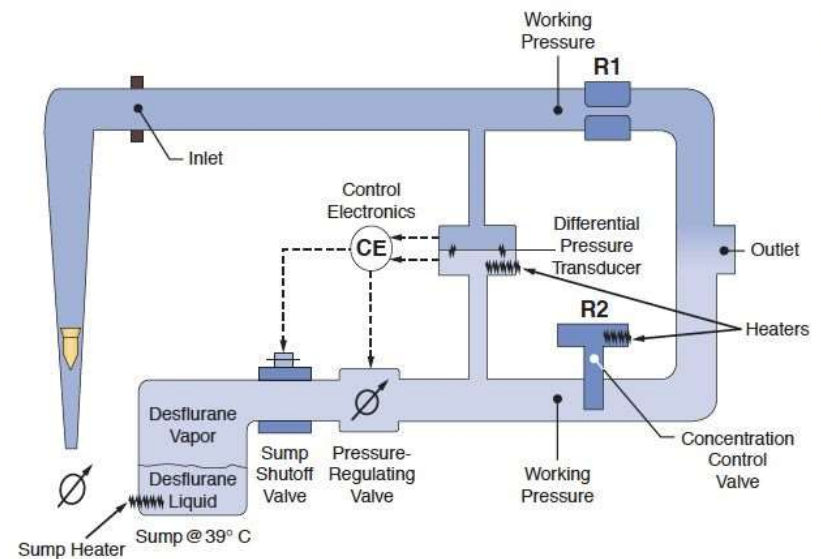
# Vaporisateur

- TEC 6
  - Mélangeur de gaz pour desflurane
  - Deux circuits en parallèle
  - Réservoir de gaz chauffé à  $39^{\circ}\text{C}$ 
    - Température contrôlée
    - Pression partielle de Des à 1300mmHg
  - Les pressions de travail gardées à l'équilibre avec un système électronique



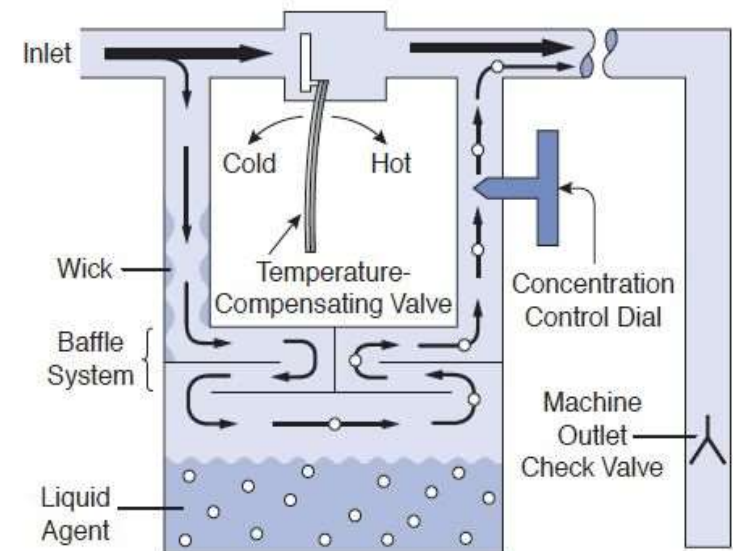
# Vaporisateur

- TEC 6
  - L'apport de gaz est soumis à une résistance fixe (R1)
    - Comme R1 est fixe la pression de travail est proportionnelle au DGF
  - Le contrôle électronique ajuste la pression de travail du côté desflurane
  - L'opérateur ajuste R2 selon la **concentration** désirée



# Vaporisateur

- Raisons derrière l'utilisation du TEC 6 pour le desflurane
  - À 20°C la pression de vapeur du desflurane est de 669mmHg
    - Vs le sevoflurane à 160mmHg
    - Demanderait une quantité significative de « bypass »
    - Température d'ébullition à 22.8°C atteinte à température ambiante
      - Entraînerait une quantité de vapeur incontrôlable

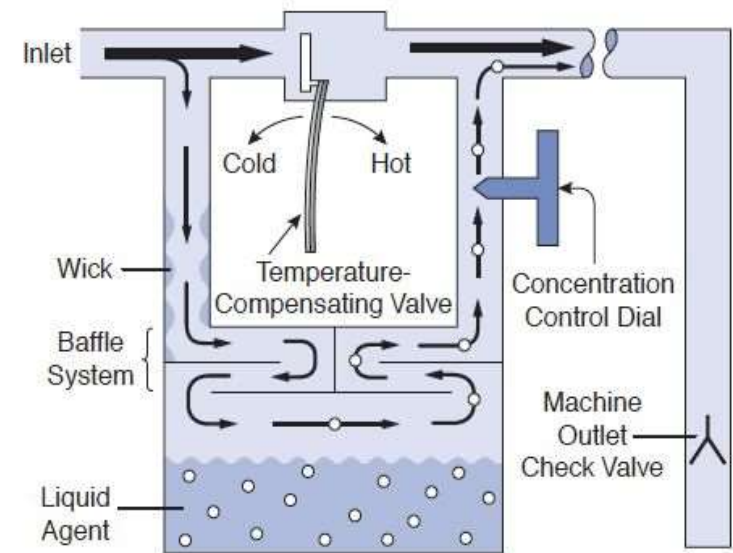


**FIGURE 24-24.** Simplified schematic of the GE-Ohmeda Tec Type Vaporizer. Note bimetallic strip temperature-compensating mechanism in the bypass chamber. See text for details.



# Vaporisateur

- Raisons derrière l'utilisation du TEC 6 pour le desflurane
  - Les « Variable bypass vaporizers » (TEC 5) n'ont pas de sources de chaleur externe
    - Requis pour compenser le refroidissement lié à la grande quantité d'évaporation du desflurane
    - Le refroidissement conduirait à une diminution de l'apport



**FIGURE 24-24.** Simplified schematic of the GE-Ohmeda Tec Type Vaporizer. Note bimetallic strip temperature-compensating mechanism in the bypass chamber. See text for details.

# Vaporisateur

- « Output »

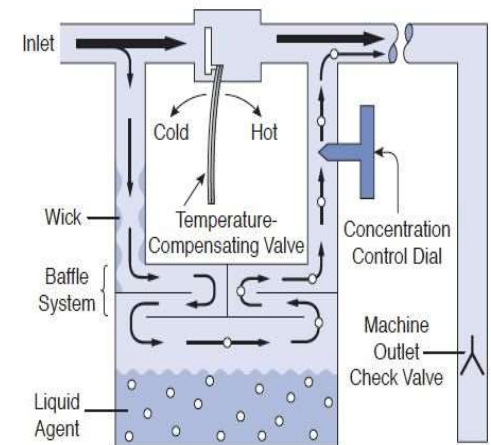
$$3 \times \text{FGF (L/min)} \times \text{vol\%} = \text{mL of liquid volatile anesthetic per hour.}^{72}$$

# Vaporisateur

- Facteurs influençant l'« output » du vaporisateur
  - 1) Débit de gaz frais
  - 2) Température
  - 3) Pression à rebours « back pressure »
  - 4) Composition du débit de gaz frais
  - 5) Altitude
    - Dépend du modèle

# « Output » vaporisateur

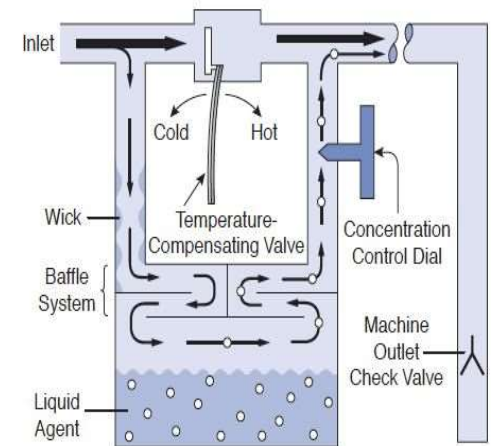
- Effet du débit de gaz frais (DGF)
  - Avec un V/V% constant, le « output » du vaporisateur changera en fonction du DGF surtout dans les extrêmes
    - Bas débit de gaz frais (< 250 ml/min)
      - « output » du vaporisateur moins important que le V/V% réglé
      - Turbulence insuffisante dans la chambre de vaporisation pour entraîner les molécules d'halogénés vers le haut
    - Haut débit de gaz frais (15L/min)
      - « Output » du vaporisateur moins important que le V/V% réglé
      - Saturation incomplète du gaz d'entraînement



**FIGURE 24-24.** Simplified schematic of the GE-Ohmeda Tec Type Vaporizer. Note bimetallic strip temperature-compensating mechanism in the bypass chamber. See text for details.

# « Output » vaporisateur

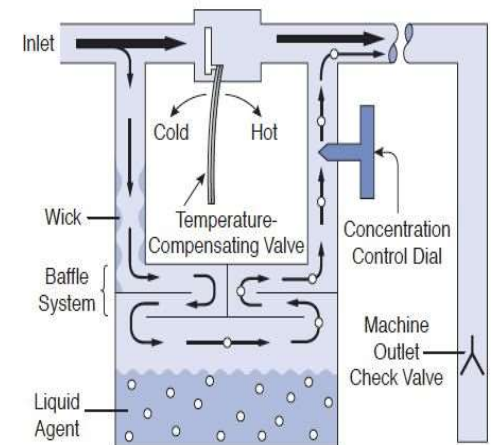
- Effet de la température
  - Débit à peu près linéaire sur une grande variation de température
    - Valve de compensation thermique
    - Matériaux à chaleur spécifique et conductivité thermique élevée
    - System de « wick » en contact direct avec le mur du vaporisateur
      - Remplace l'énergie perdue (chaleur) lors de la vaporisation



**FIGURE 24-24.** Simplified schematic of the GE-Ohmeda Tec Type Vaporizer. Note bimetallic strip temperature-compensating mechanism in the bypass chamber. See text for details.

# « Output » vaporisateur

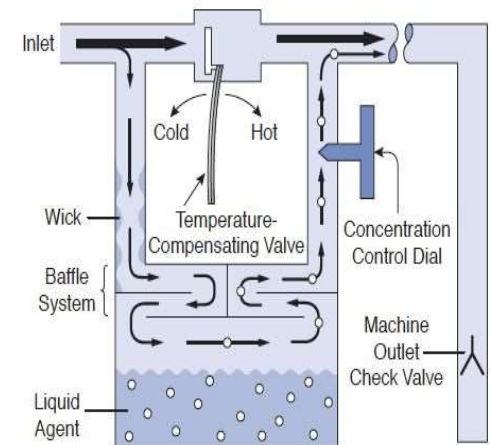
- Pression à rebours « back pressure »
  - « Pumping effect »
    - Concentration de gaz délivré supérieure aux réglages
    - Due à la pression rétrograde transmise du circuit au vaporisateur lors de l'inspiration
    - La vapeur l'halogéné sort des deux côtés du vaporisateur
    - Augmentée par une fréquence respiratoire et une pression de crête élevée



**FIGURE 24-24.** Simplified schematic of the GE-Ohmeda Tec Type Vaporizer. Note bimetallic strip temperature-compensating mechanism in the bypass chamber. See text for details.

# « Output » vaporisateur

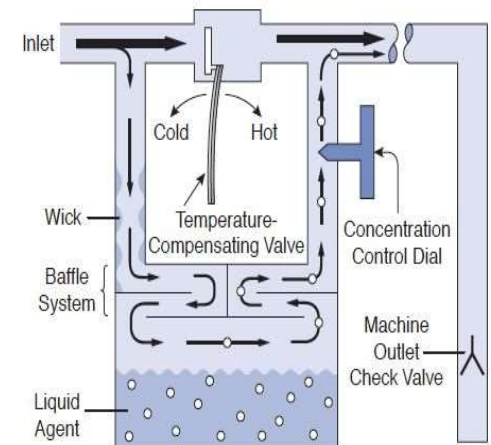
- Composition du débit de gaz frais
  - L'effet du  $N_2O$ 
    - Diminution transitoire du débit du vaporisateur lorsque  $O_2$  est changé pour  $N_2O$ 
      - $N_2O$  est plus soluble que l' $O_2$  dans le liquide anesthésique
    - Retour à la normale lorsque le nouvel équilibre est atteint
      - Légèrement inférieur à avec l' $O_2$



**FIGURE 24-24.** Simplified schematic of the GE-Ohmeda Tec Type Vaporizer. Note bimetallic strip temperature-compensating mechanism in the bypass chamber. See text for details.

# « Output » vaporisateur et Altitude

- Conditions hypobariques - « Variable bypass vaporizers »
  - Pas d'influence de la pression barométrique sur la pression de vapeur
    - Dépendante de la température et des propriétés physiques du liquide
  - Pression partielle du gaz anesthésiant dans la chambre de vaporisation reste donc constante
    - Ce malgré la diminution de la pression partielle des gaz d'entraînement

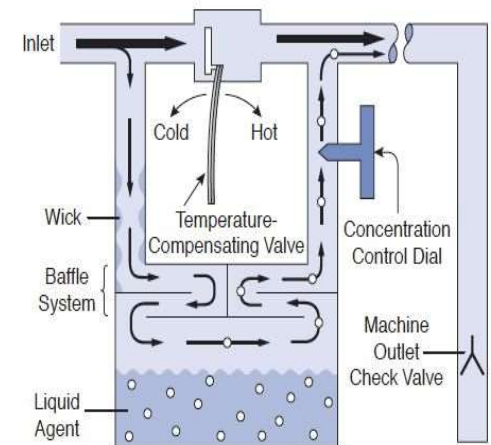


**FIGURE 24-24.** Simplified schematic of the GE-Ohmeda Tec Type Vaporizer. Note bimetallic strip temperature-compensating mechanism in the bypass chamber. See text for details.



# « Output » vaporisateur et Altitude

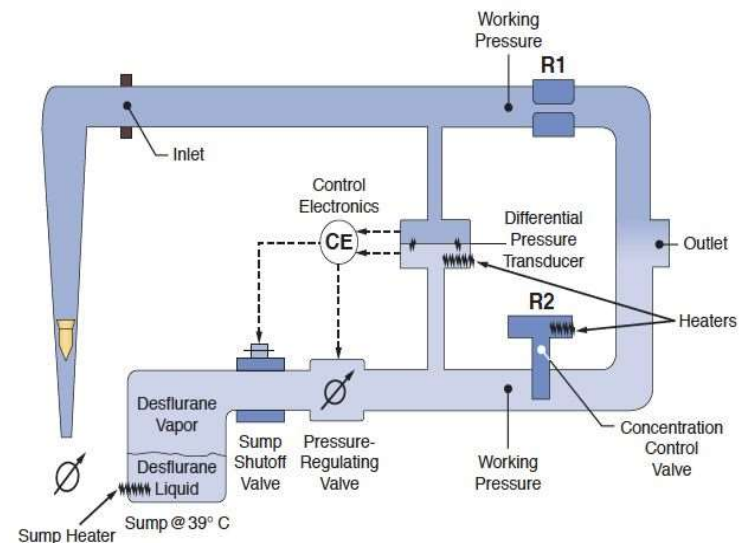
- Conditions hypobariques - « Variable bypass vaporizers »
  - Augmentation significative du V/V% de gaz anesthésiant vs réglage
    - Diminution de la pression partielle des gaz d'entraînement ( $O_2 + Air$ )
    - Pression partielle stable du gaz anesthésiant
  - Impact clinique mineur comme la profondeur d'anesthésie dépend de la pression partielle des volatiles au cerveau
    - Pas besoin d'ajuster le réglage d'halogéné



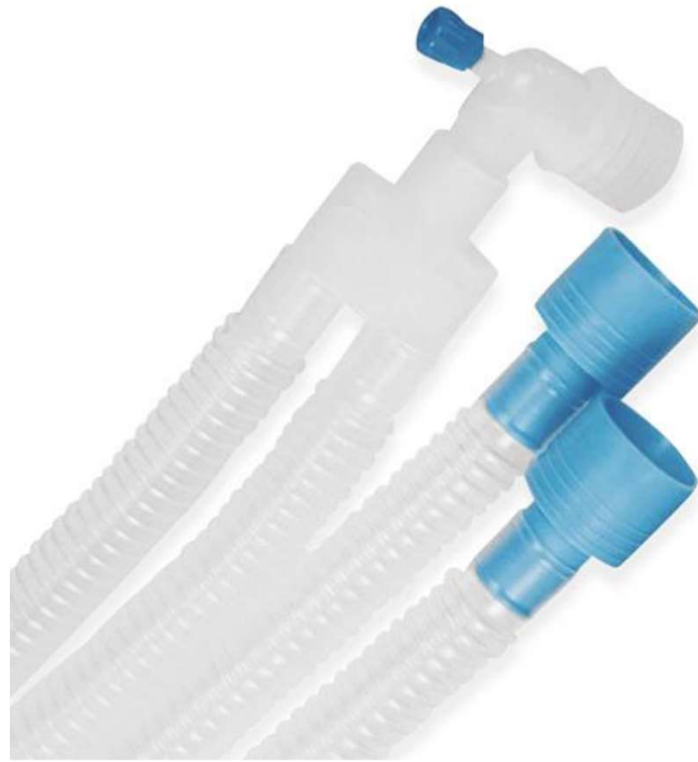
**FIGURE 24-24.** Simplified schematic of the GE-Ohmeda Tec Type Vaporizer. Note bimetallic strip temperature-compensating mechanism in the bypass chamber. See text for details.

# « Output » vaporisateur et Altitude

- Conditions hypobariques avec le TEC 6
  - L'opposé polaire de ce qui se passe avec le « variable bypass vaporizers »
    - Mélangeur de gaz
  - Maintient une concentration (V/V%) de vapeur constante malgré les changements de pression ambiante
    - Variation à la baisse de la pression partielle du desflurane
    - Besoin d'augmenter les réglages pour éviter le sous dosage
    - $V/V\% \text{ corrigé} = V/V\% (\text{à } 760\text{mmHg}) * 760/P_{\text{atm}}$
    - Ex: à 0,66 ATM le V/V% à sélectionner pour 1 MAC de desflurane =  $6.6\% * 1/0.66 = 10\%$

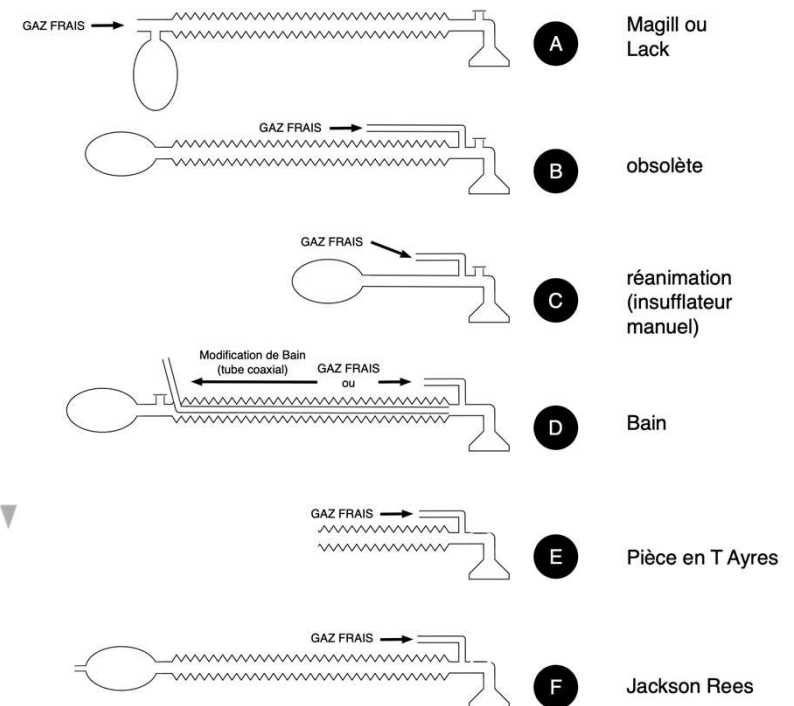


# Circuits respiratoires



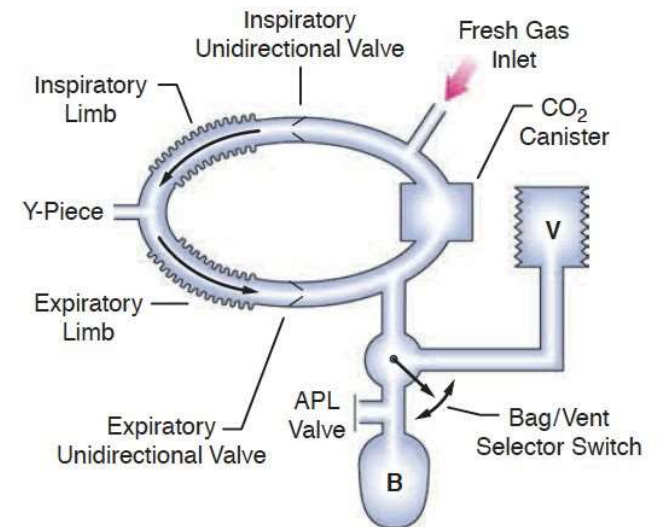
# Circuits respiratoires

- Circuit semi-fermé de type Mapleson (A à F)
  - Efficacité à éviter la ré-inspiration
    - Ventilation spontanée  $A > DFE > BC$
    - Ventilation contrôlée  $DFE > BC > A$
  - Circuit Bain
    - Modification du Mapleson D
    - Fonctionne adéquatement en respiration spontanée et contrôlée
    - Gaz expirés s'accumulent dans le tube corrugué et purgé via valve expiratoire à côté du ballon
    - Débit de gaz frais de 2.5 fois la ventilation minute
      - Prévient la ré-inspiration



# Circuits respiratoires

- Circuit en cercle traditionnel
  - Préviend la ré-inspiration de CO<sub>2</sub> (chaux sodée)
  - Permet la ré-inspiration partielle des autres gaz expirés
    - Circuit semi ouvert
      - Aucune ré-inspiration, mais demande un débit de gaz frais élevé
    - Circuit semi fermé (utilité le plus couramment en SOP)
      - Permet de diminuer la consommation de gaz par la ré-inspiration partielle
    - Circuit fermé
      - Débit de gaz frais égal à la quantité consommée



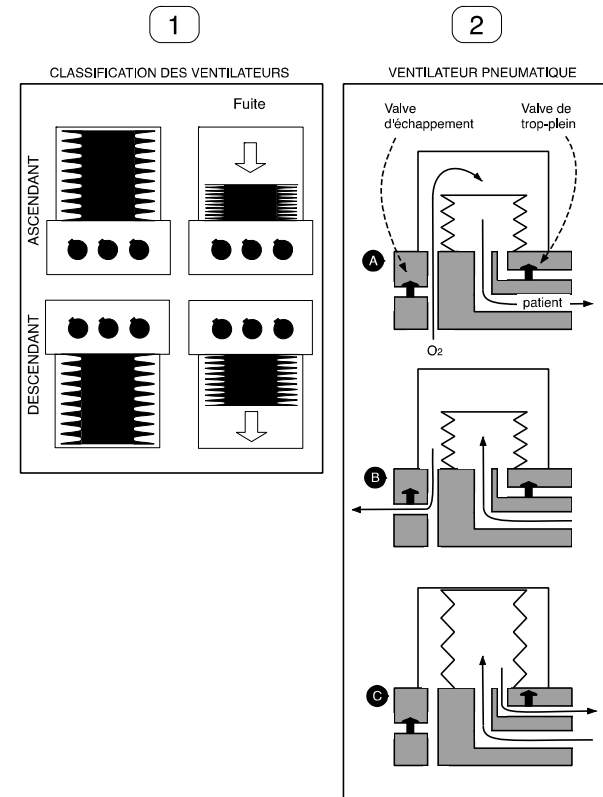
**FIGURE 24-7.** Components of the circle breathing system. B, reservoir bag; V, ventilator; APL, adjustable pressure-limiting (pop-off) valve. (Reproduced with permission from: Brockwell RC. Inhaled anesthetic delivery systems. In: Miller RD, ed. *Anesthesia*. 6th ed. Philadelphia, PA: Churchill Livingstone; 2004:295.)

# Anatomie d'une machine d'anesthésie

- Classification des ventilateurs

- 1) Pneumatique

- Ventilateur à double circuit
      - Circuit pour le patient
      - Circuit pour de gaz comprimé pour l'activation du soufflet
        - Le plus souvent de l'O<sub>2</sub> à 100%
    - Sous classé en fonction du mouvement du soufflet en phase **expiratoire**
      - Soufflet ascendant (« standing »)
        - Le plus sécuritaire
          - Pas de remplissage passif lors d'une déconnection
          - Diminution de la FiO<sub>2</sub> par entraînement d'air
      - Soufflet descendant (« hanging »)



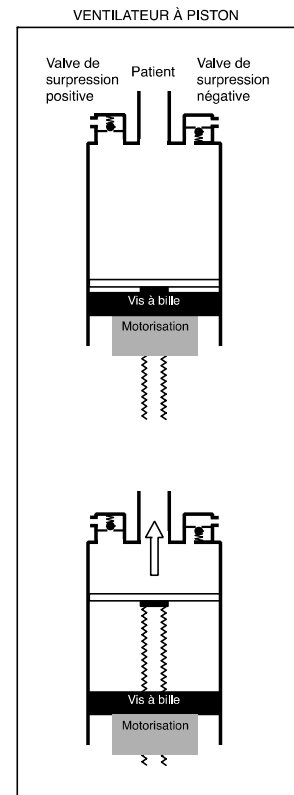
# Anatomie d'une machine d'anesthésie

3

- Classification des ventilateurs

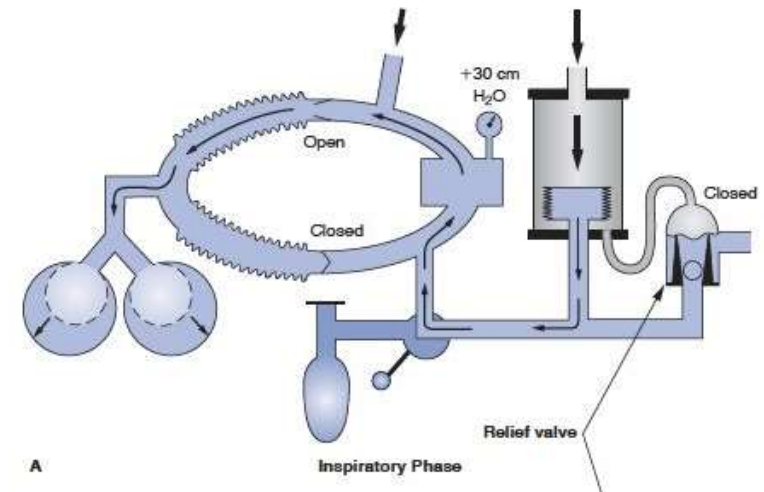
- 2) Ventilateur à piston

- Ventilateur à circuit unique
    - Nouvelles générations de machines d'anesthésie
    - Utilise un moteur électronique
      - Pour
        - Consommation de gaz comprimé(s) minime
        - Peut être utilisé dans des lieux sans canalisation de gaz
        - Volume courant administré plus précis
      - Contre
        - Visuel moins bon (enchâssé)
        - Ballon témoin de déconnexion
        - Son émulé



# Anatomie d'une machine d'anesthésie

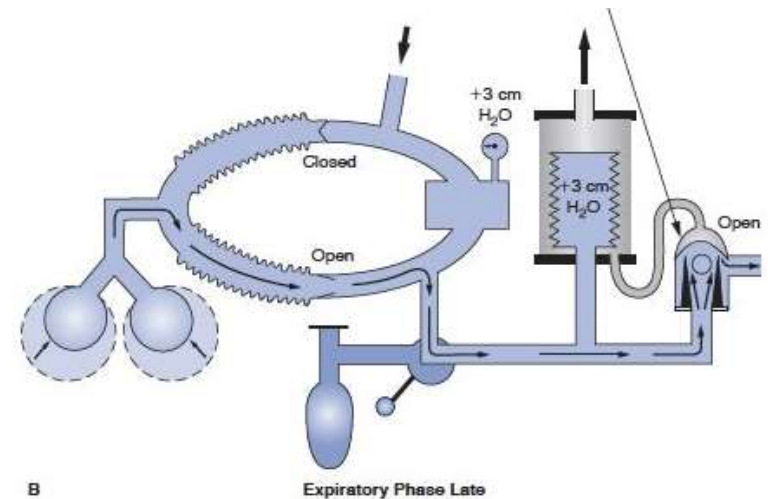
- Cycle respiratoire
  - Phase inspiratoire
    - Gaz comprimé(s) entre(nt) dans la chambre du soufflet
      - Augmentation de la pression dans la chambre
      - Fermeture de la valve d'échappement (« relief valve »)
        - Empêche les gaz anesthésiants d'aller vers le mécanisme antipollution





# Anatomie d'une machine d'anesthésie

- Cycle respiratoire
  - Phase expiratoire
    - Pression dans la chambre du soufflet à zéro
      - Ouverture de la valve d'échappement
      - Gaz expirés remplissent le soufflet d'abord avant d'aller vers le système antipollution
        - Assuré par la balle lestée dans la valve
        - Produit une pression rétrograde de +3 cm H<sub>2</sub>O
        - Pas de flot vers l'antipollution avant que la pression dans le soufflet n'excède les +3 cm H<sub>2</sub>O



# Absorbeur de CO<sub>2</sub>



# Absorbeur de CO<sub>2</sub>

- Les hydroxydes NaOH et KOH sont des bases fortes qui catalysent la réaction entre le CO<sub>2</sub> et Ca(OH)<sub>2</sub>
  - La réaction directe se produit, mais très lentement

CO <sub>2</sub> Absorbent	Ca(OH) <sub>2</sub> (%)	Ba(OH) <sub>2</sub> (%)	KOH (%)	NaOH (%)	LiOH (%)	H <sub>2</sub> O (%)
Baralyme†	70	10	4.6	—	—	14
Sodalime I	80	—	2.6	1.3	—	15
Sodasorb	90	—	0.0005	3.8	—	16
Drägersorb 800 plus	82	—	0.003	2.0	—	16
Sodalime II, Medisorb	81	—	0.003	2.6	—	16
Spherasorb	84.5	—	0.003	1.5	—	14
Amsorb	83.2	—	—	—	—	14.4
LofloSorb	84	—	—	—	—	16
Superia	79.5	—	—	—	—	17.5
Lithium hydroxide	—	—	—	—	99	1

Data from Keijzer C, Perez RSGM, De Lange JJ: Compound A and carbon monoxide production from sevoflurane and seven different types of carbon dioxide absorbent in a patient model, *Acta Anaesthesiol Scand* 51:31-37, 2007; and Kharasch ED, Powers KM, Artru AA: Comparison of Amsorb, sodalime, and Baralyme degradation of volatile anesthetics and formation of carbon monoxide and compound a in swine in vivo, *Anesthesiology* 96:173-182, 2002.

\*Various absorbents also contain other components, such as polyvinylpyrrolidone, calcium chloride, calcium sulfate, magnesium chloride, and aluminosilicate.

†Baralyme was withdrawn from the market in 2004.

# Absorbeur de CO<sub>2</sub>

- Réaction chimique à l'intérieur de la chaux sodée
  - 1) Le CO<sub>2</sub> se combine à l'H<sub>2</sub>O pour former l'acide carbonique
  - 2) L'acide carbonique réagit avec les hydroxydes pour former du carbonate de sodium (ou potassium) et de l'eau
  - 3) L'hydroxyde de calcium accepte le carbonate pour former du carbonate de calcium et de l'hydroxyde de sodium (ou potassium)



# Absorbeur de CO<sub>2</sub>

- « Calcium hydroxyde lime » (plus récent)
  - Avantage significatif de l'absence de bases fortes (NaOH ou KOH)
    - Élimine la production de monoxyde de carbone
    - Élimine la production de la néphrotoxine (compound A)
    - Réduit significativement la possibilité d'un feu dans le circuit anesthésique
  - Désavantages du « Calcium hydroxyde lime »
    - Capacité d'absorption de 50% inférieure
      - 10.2L de CO<sub>2</sub> par 100g vs 26L de CO<sub>2</sub> par 100g pour le sodalime
    - Coût unitaire plus onéreux

# Absorbeur de CO<sub>2</sub>

- Facteurs contribuent à la production de monoxyde de carbone
  - Le type d'halogéné utilisé (du plus grand au plus petit producteur)
    - *desflurane > ou = enlurane > isolurane >> halothane = sevolurane*
  - Niveau d'humidité de la chaux (sec = augmentation du CO)
    - Attention de fermer la machine d'anesthésie pour cesser les DGF qui assèchent
    - Potentiel de réhydrater la chaux en ajoutant de l'eau
    - Le classique cas du lundi matin
  - Le type de chaux utilisé
    - L'élimination des bases fortes NaOH ou KOH diminue la production de CO
    - *Baralyme® produit plus de CO que le sodalime*

# Absorbeur de CO<sub>2</sub>

- Facteurs contribuent à la production de monoxyde de carbone
  - La température
    - Une augmentation de la température augmente la production de CO
  - La concentration d'anesthésique utilisée
    - Augmentation de la production de CO avec une plus grande concentration d'halogéné
  - Bas débit de gaz frais (équivoque)
    - En temps normal pas de production excessive de CO
      - Bas débit préviennent aussi la sécheresse de la chaux (diminution du CO)
    - Dans les cas de sécheresse de la chaux le bas DGF amplifie le problème
      - Augmente la température donc augmentation du CO
      - Diminution de l'évacuation du CO produit (circuit fermé)

# Absorbeur de CO<sub>2</sub>

- L'éthyl violet est un colorant ajouté à la chaux sodée pour vérifier son intégrité fonctionnelle
  - Colorant avec un pH critique de 10.3
  - Change de l'incolore au violet avec la baisse de pH liée à l'absorption de CO<sub>2</sub>
  - Indicateur fiable sauf dans quelques circonstances
    - Ex: exposition à la lumière fluorescente



Use until FICO<sub>2</sub> exceeds 5mmHg, then exchange canister mid-case.

Use until **top** canister shows total colour change, then exchange **both** canisters between cases.



# Pollution en SOP

- Causes de contamination par halogénés en SOP
  - Omettre de fermer les DGF ou le vaporisateur lorsque déconnecté
  - Utilisation d'un masque mal ajusté
  - Purger le circuit dans la pièce
  - Remplissage des halogénés
  - Intubation avec un tube sans ballonnet
  - Utilisation d'un circuit respiratoire autre que le cercle

**TABLE 29-8 NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH RECOMMENDATIONS FOR TRACE GAS LEVELS**

Anesthetic Gas	Maximum TWA Concentration (ppm)*
Halogenated agent alone	2
Nitrous oxide	25
Combination of halogenated agent plus nitrous oxide	
Halogenated agent	0.5
Nitrous oxide	25
Dental facilities (nitrous oxide alone)	50

*From U.S. Department of Health, Education and Welfare: Criteria for a recommended standard: occupational exposure to waste anesthetic gases and vapors, Washington, DC, 1977, U.S. Department of Health, Education and Welfare.*

TWA, Time-weighted average.

\*Time-weighted average sampling, also known as time-integrated sampling, is a sampling method that evaluates the average concentration of anesthetic gas over a prolonged period, such as 1 to 8 hours.

# Systeme antipollution

- Deux grandes categories
  - 1) Systeme d'evacuation actif
    - Utilise un systeme central d'evacuation pour eliminer les gaz uses
    - Le systeme le plus commun
  - 2) Systeme d'evacuation passif
    - Utilise le gradient de pression de la machine vers l'exterieur pour evacuer les gaz

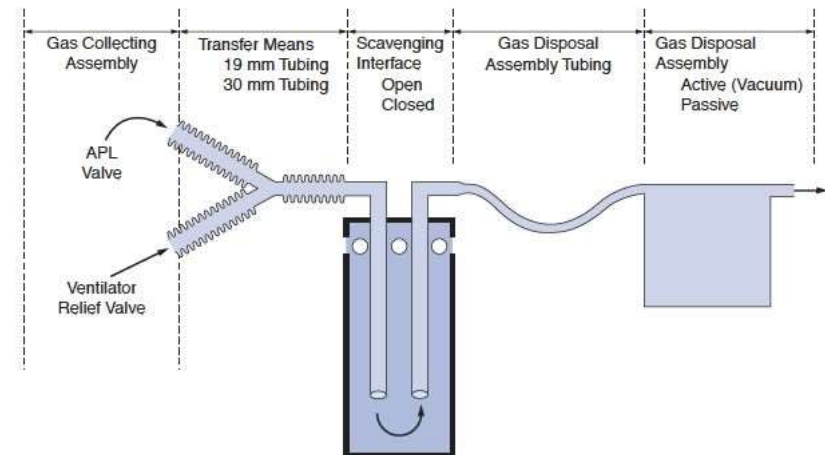
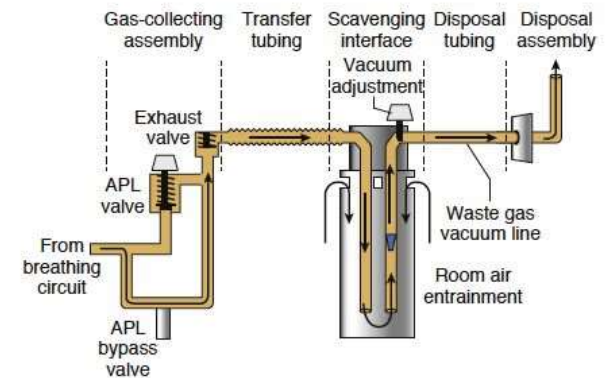


FIGURE 24-39. Components of a scavenging system. APL, adjustable pressure-limiting valve.

# Système antipollution

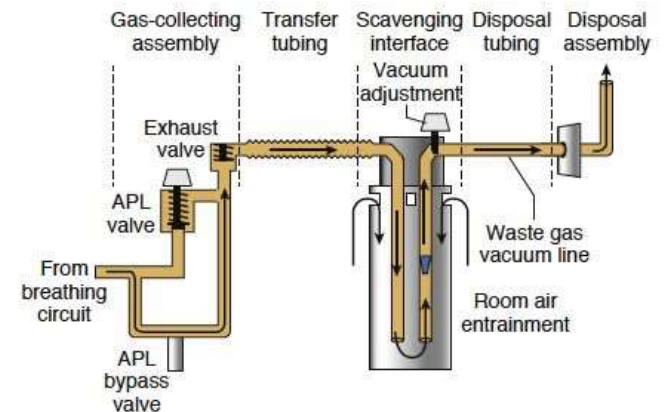
- Points commun des deux systèmes
  - Un tube **rigide** achemine les gaz usés du « gas-collecting assembly » vers le « scavenging interface »
    - Empêche le tuyau de se tordre
    - Préviens la transmission de pression excessive à rebours vers le patient
  - Connecteur de 30mm vs 20mm pour le circuit respiratoire
    - Non interchangeable



**Figure 29-48.** Components of a scavenging system using the example of a Dräger Fabius system (Dräger Medical, Telford, Pa.) connected to an open, active scavenging system. The transfer tubing has a connector size distinct from the breathing circuit to prevent misconnections. Obstructions in the gas-collecting assembly or transfer tubing can cause high pressure in the breathing circuit. Leaks, inadequate suction, or failure of the scavenging interface can cause environmental contamination. Closed systems can cause other problems. APL, Adjustable pressure-limiting. Please see text for details. (From Brockwell RC: *Delivery systems for inhaled anesthesia*. In Barash PG, editor: *Clinical anesthesia*, ed 5, Philadelphia, 2006, Lippincott Williams & Wilkins, p 589.)

# Système antipollution

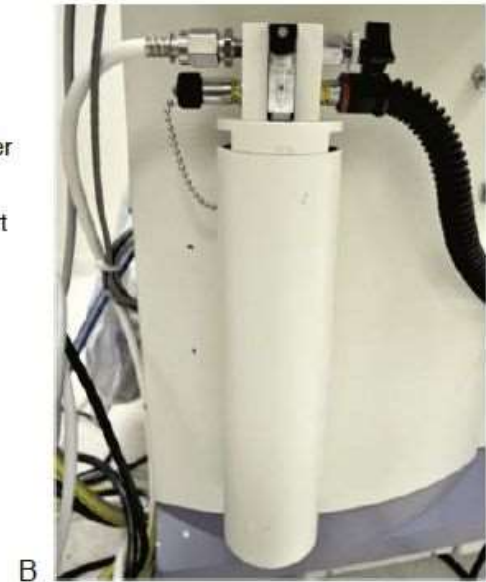
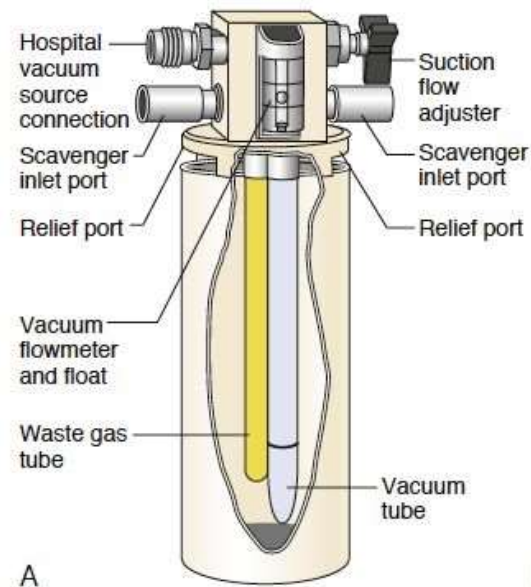
- Système actif
  - Utilise un système central d'évacuation pour éliminer les gaz usés
    - Pression négative appliquée
  - Besoin d'incorporer un réservoir dans ce système (2 types)
    - Interface ouverte (montrée ici)
    - Interface fermée



**Figure 29-48.** Components of a scavenging system using the example of a Dräger Fabius system (Dräger Medical, Telford, Pa.) connected to an open, active scavenging system. The transfer tubing has a connector size distinct from the breathing circuit to prevent misconnections. Obstructions in the gas-collecting assembly or transfer tubing can cause high pressure in the breathing circuit. Leaks, inadequate suction, or failure of the scavenging interface can cause environmental contamination. Closed systems can cause other problems. APL, Adjustable pressure-limiting. Please see text for details. (From Brockwell RC: *Delivery systems for inhaled anesthesia*. In Barash PG, editor: *Clinical anesthesia*, ed 5, Philadelphia, 2006, Lippincott Williams & Wilkins, p 589.)

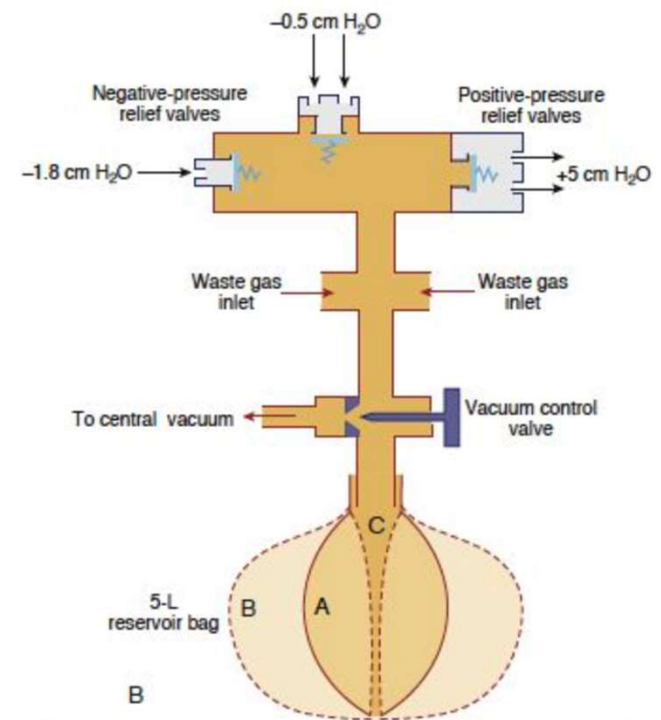
# Système antipollution

- Système actif
  - Interface ouverte
    - Comme le réservoir est ouvert à l'air, nul besoin de valve de relâche de pression positive ou négative
    - Débit d'aspiration doit être supérieur à l'apport de gaz usés



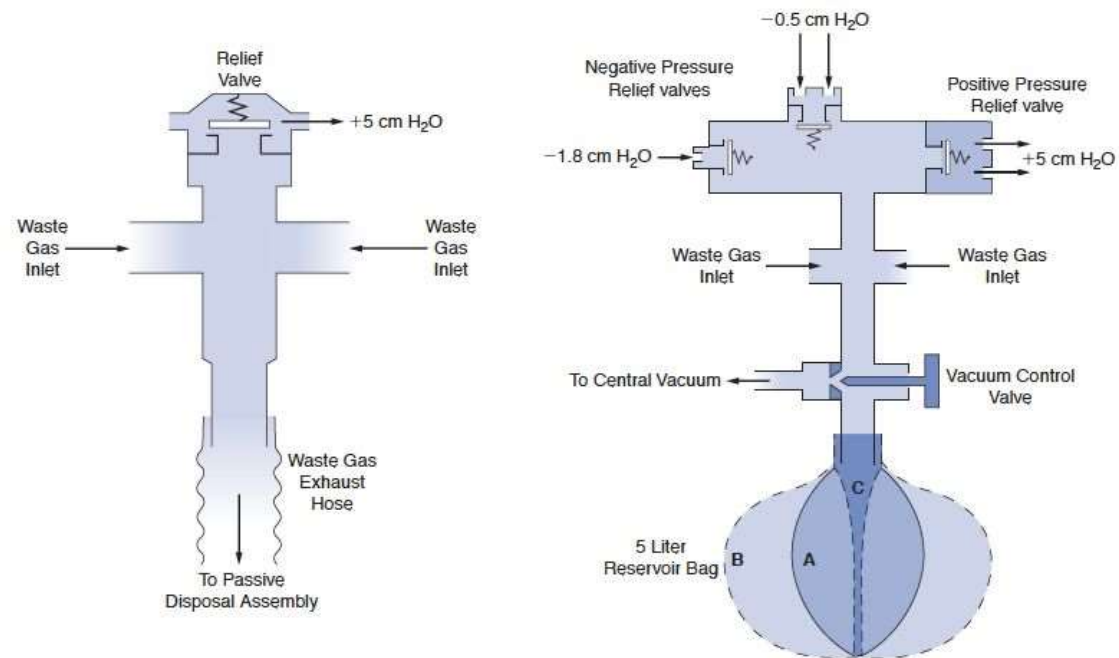
# Système antipollution

- Système actif
  - Interface fermée
    - Système isolé protégé par deux valves
      - Valve à pression positive s'ouvre lorsque la pression du système atteint +5 cmH<sub>2</sub>O
      - Valve à pression négative s'ouvre et laisse entrer l'air ambiant quand la pression du système est de -0.5 cmH<sub>2</sub>O
    - Utilise un réservoir ballon de 5L



# Système antipollution

- Système passif



**FIGURE 24-41.** Closed scavenging interfaces. **(Left)** Interface used with a passive disposal system. **(Right)** Interface used with an active system. See text for details. (Modified with permission from: **(Left)** *Scavenger Interface for Air Conditioning: Instruction Manual*. Telford, PA: North American Dräger, 1984. **(Right)** *Narkomed 2A Anesthesia System: Technical Service Manual*. Telford, PA: North American Dräger, 1985.)